

【02-PCV-SsH-RSW16-025】

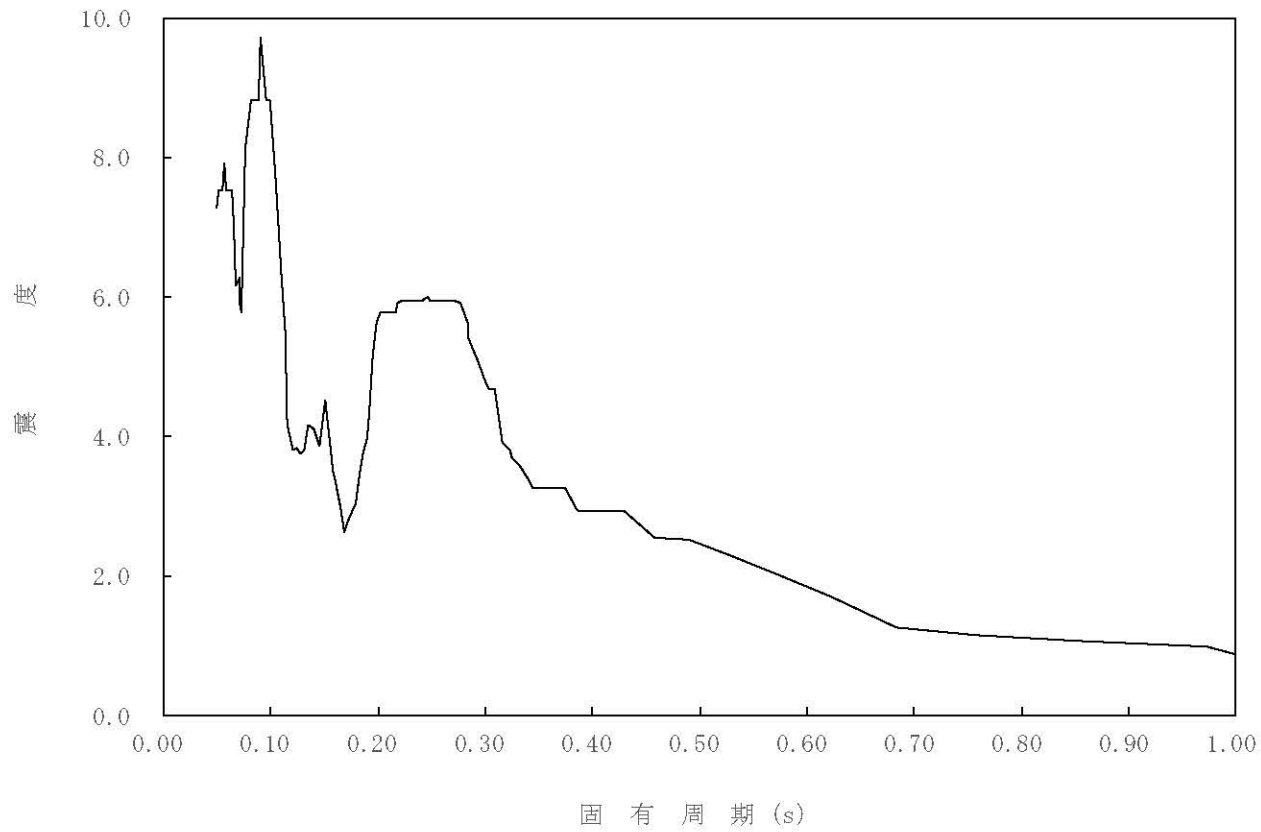
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-131

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RSW16-030】

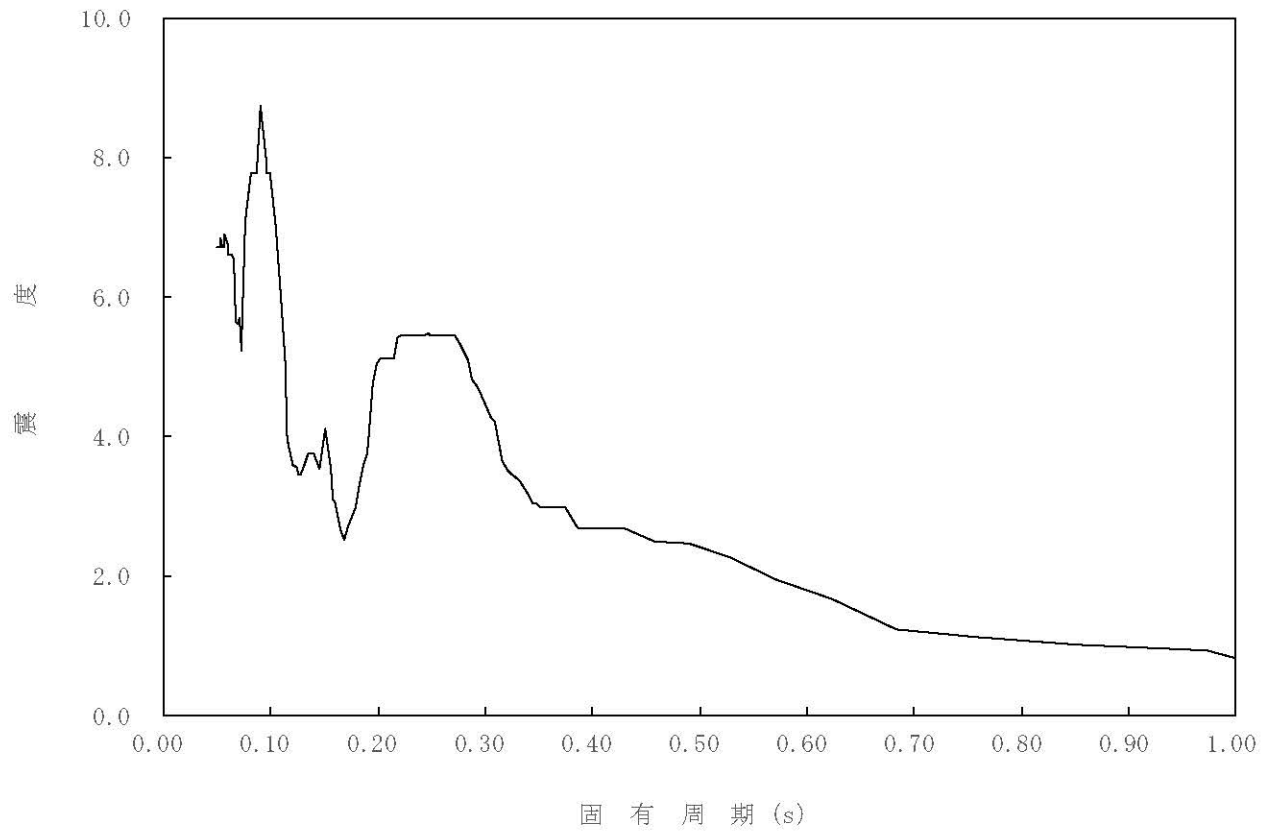
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-132

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RSW16-040】

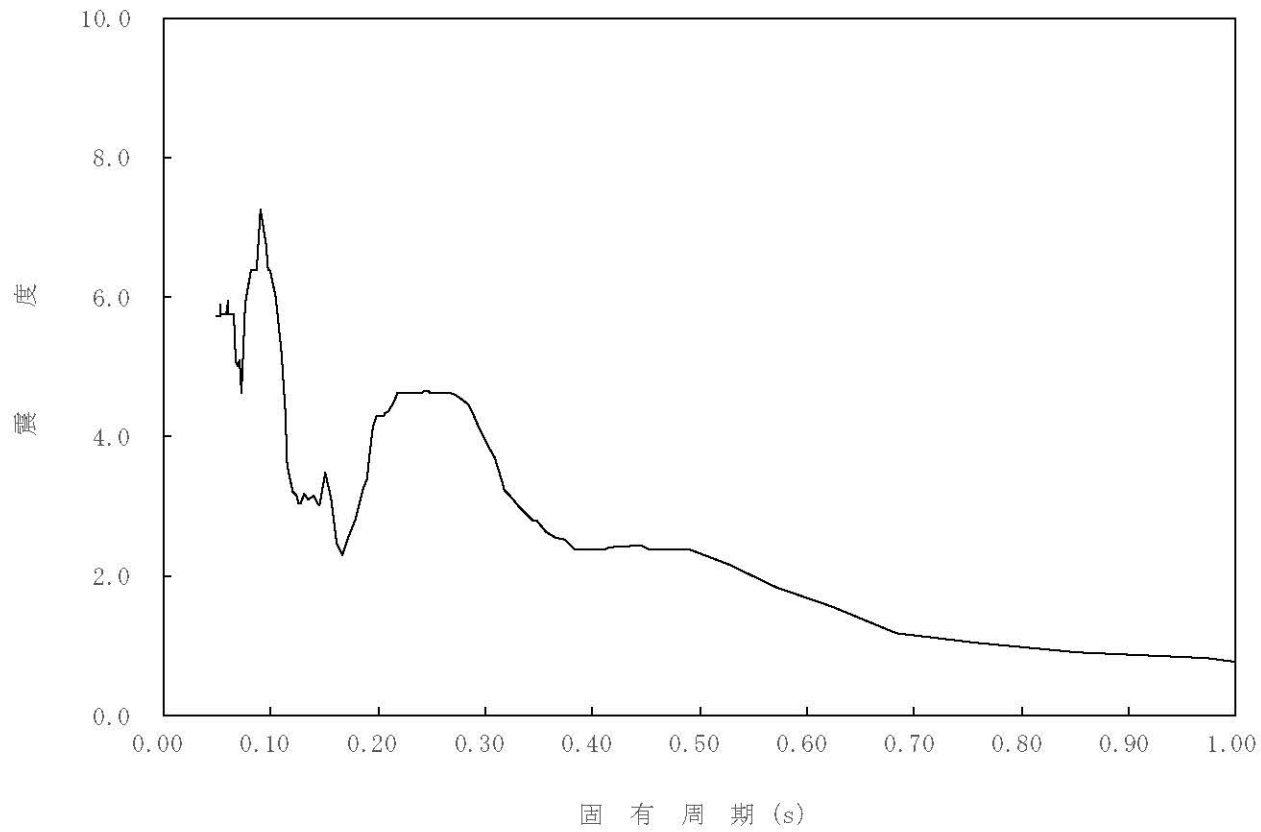
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-133

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RSW16-050】

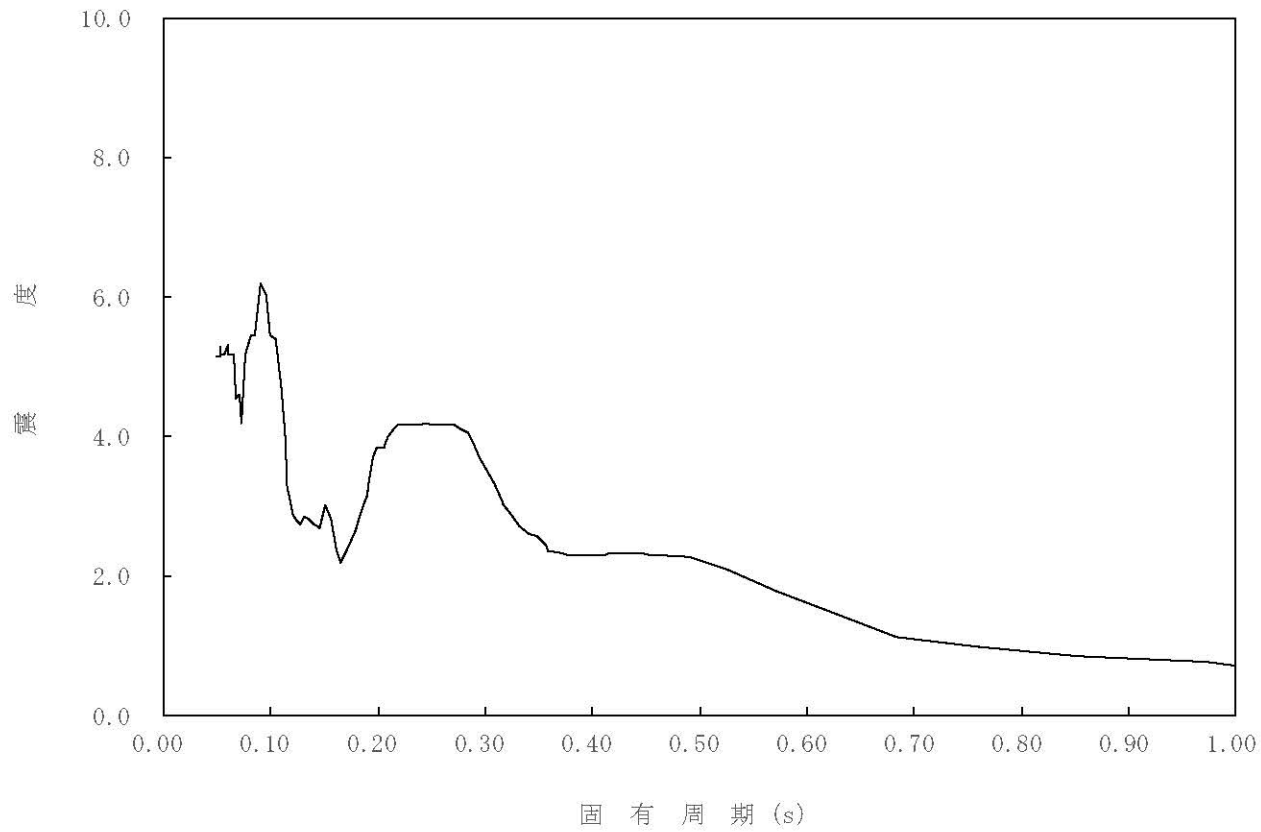
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-134

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-005】

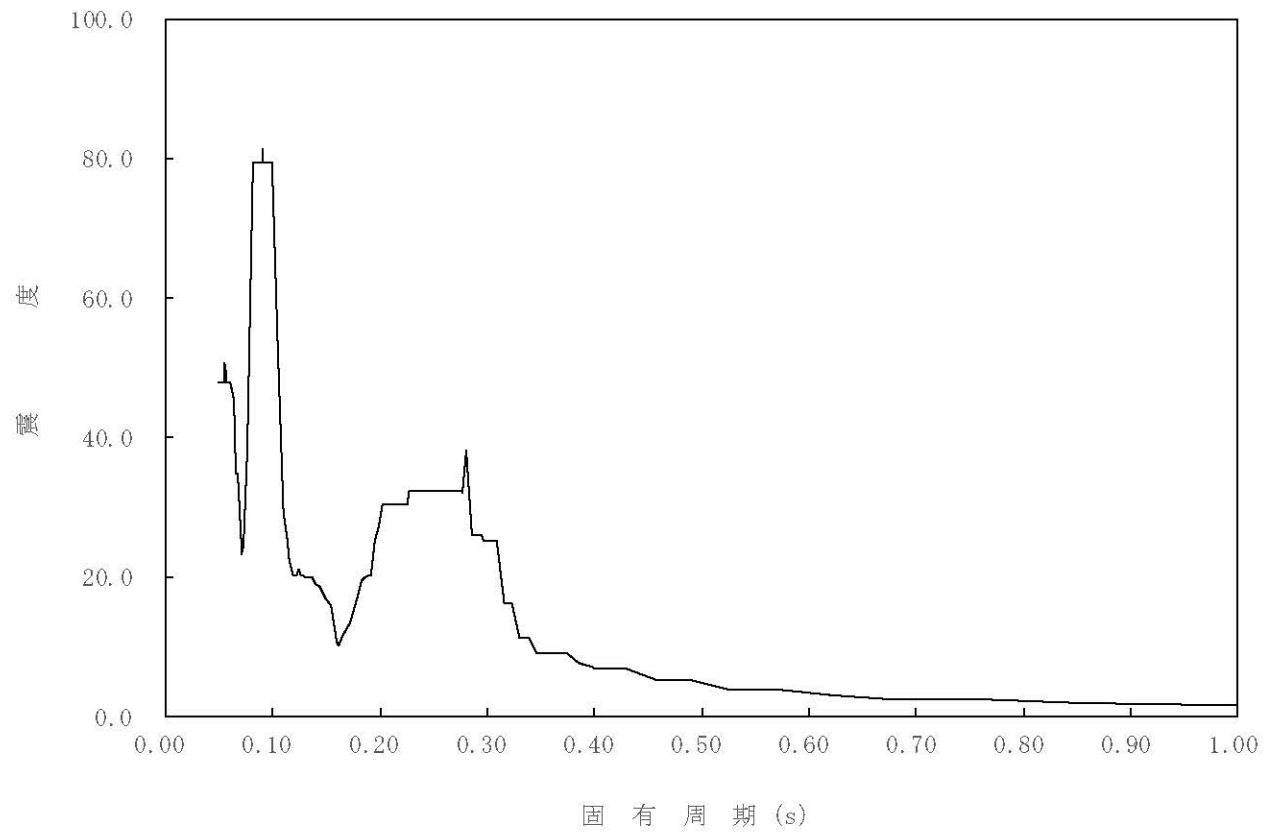
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-135

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-010】

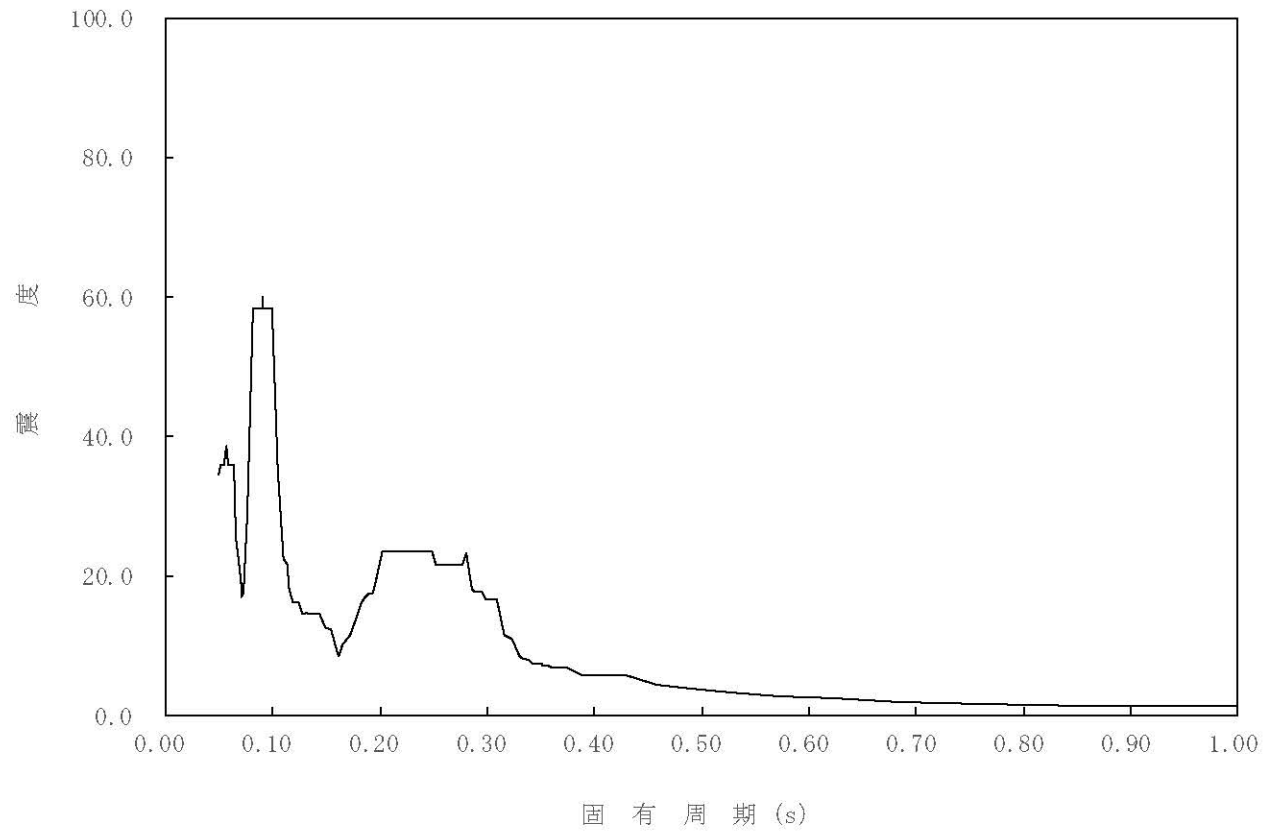
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-136

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-015】

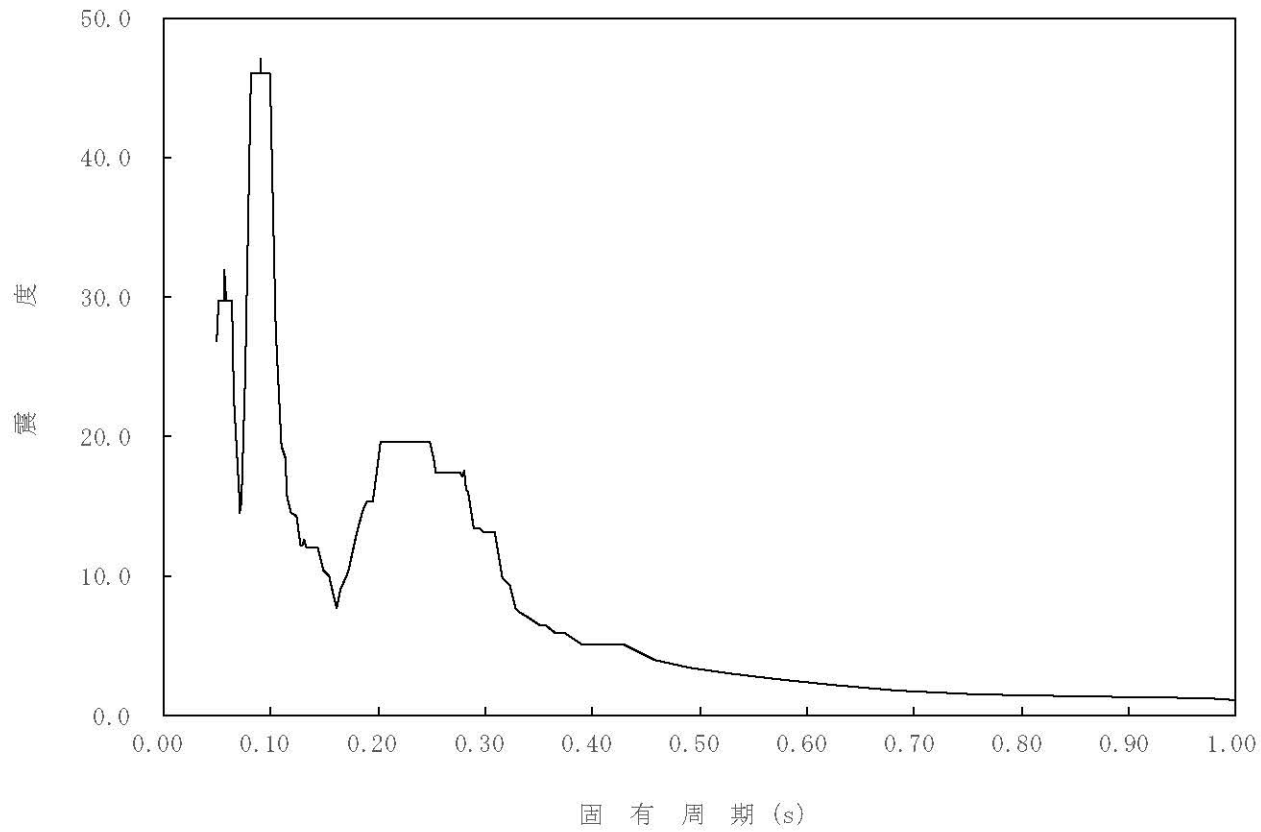
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-137

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-020】

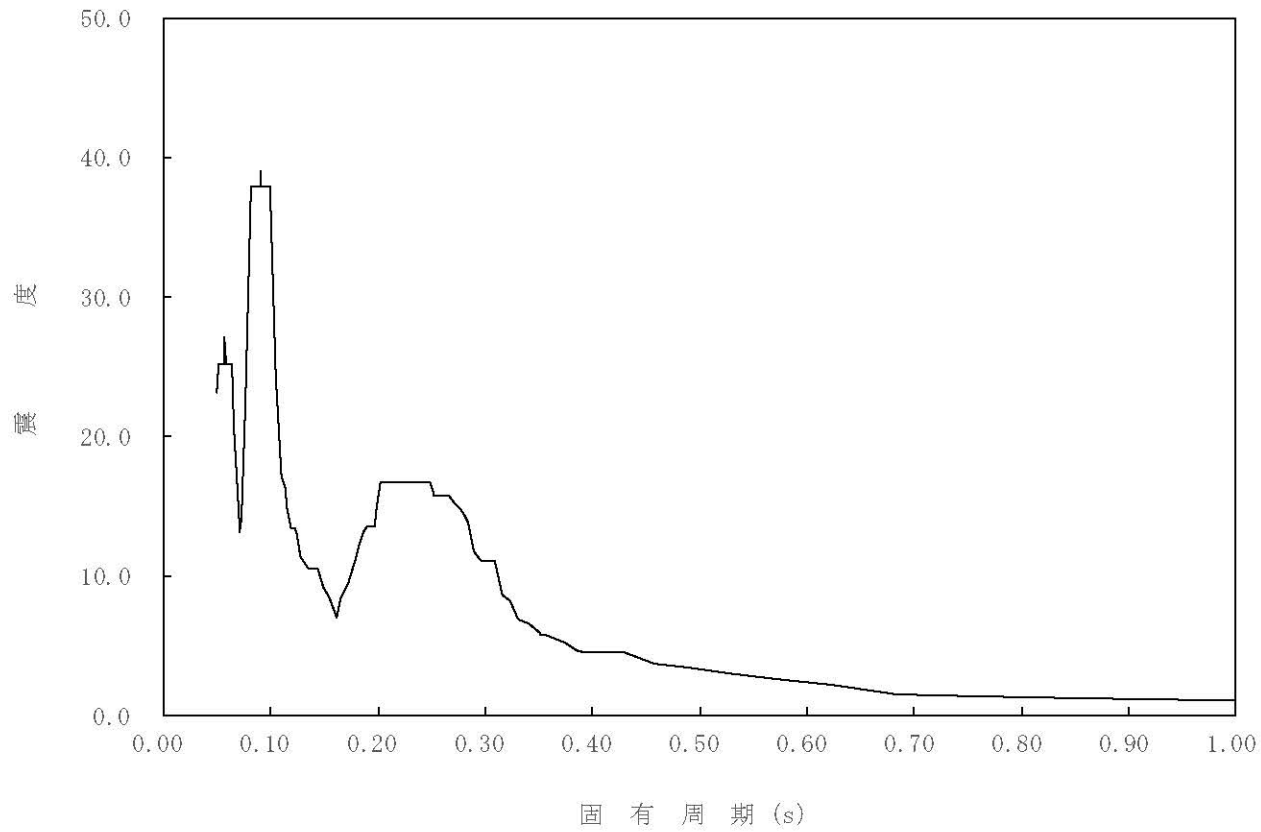
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-138

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-025】

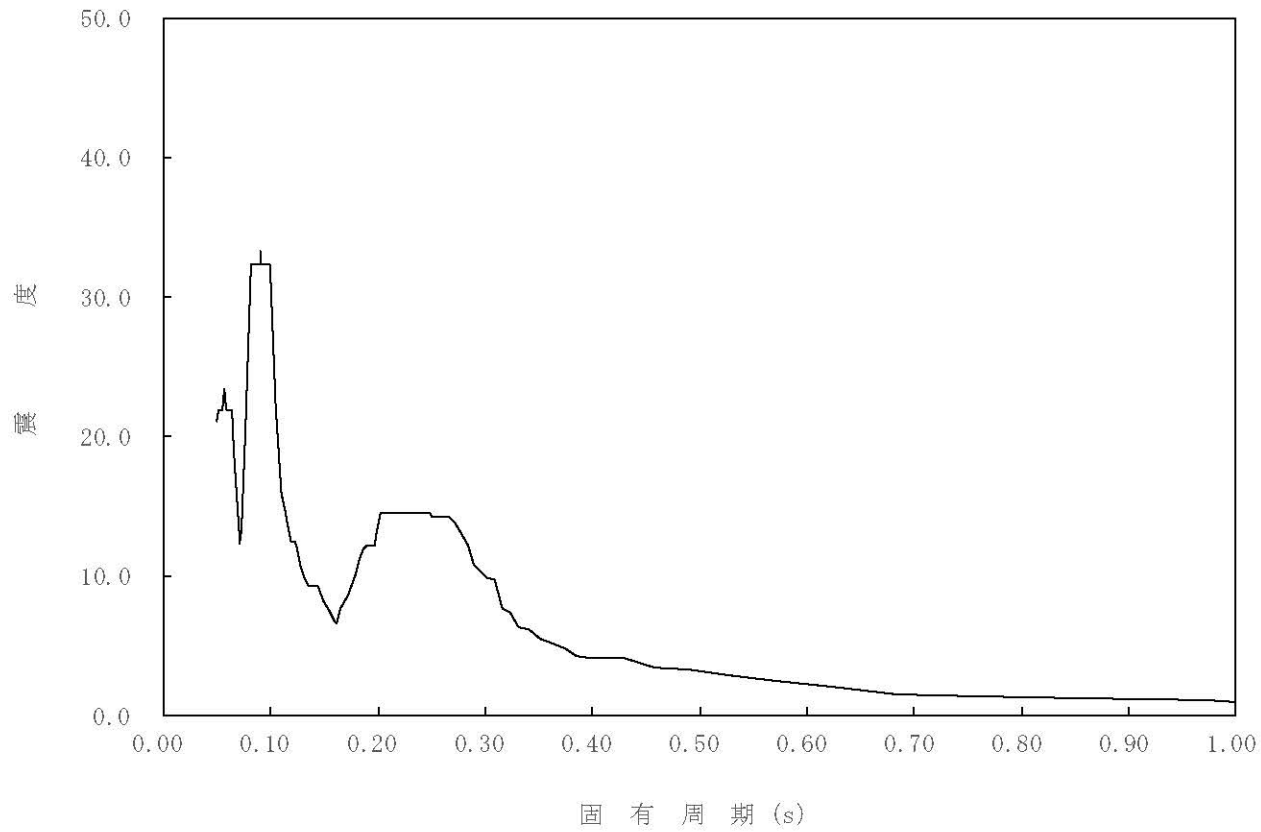
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-139

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-030】

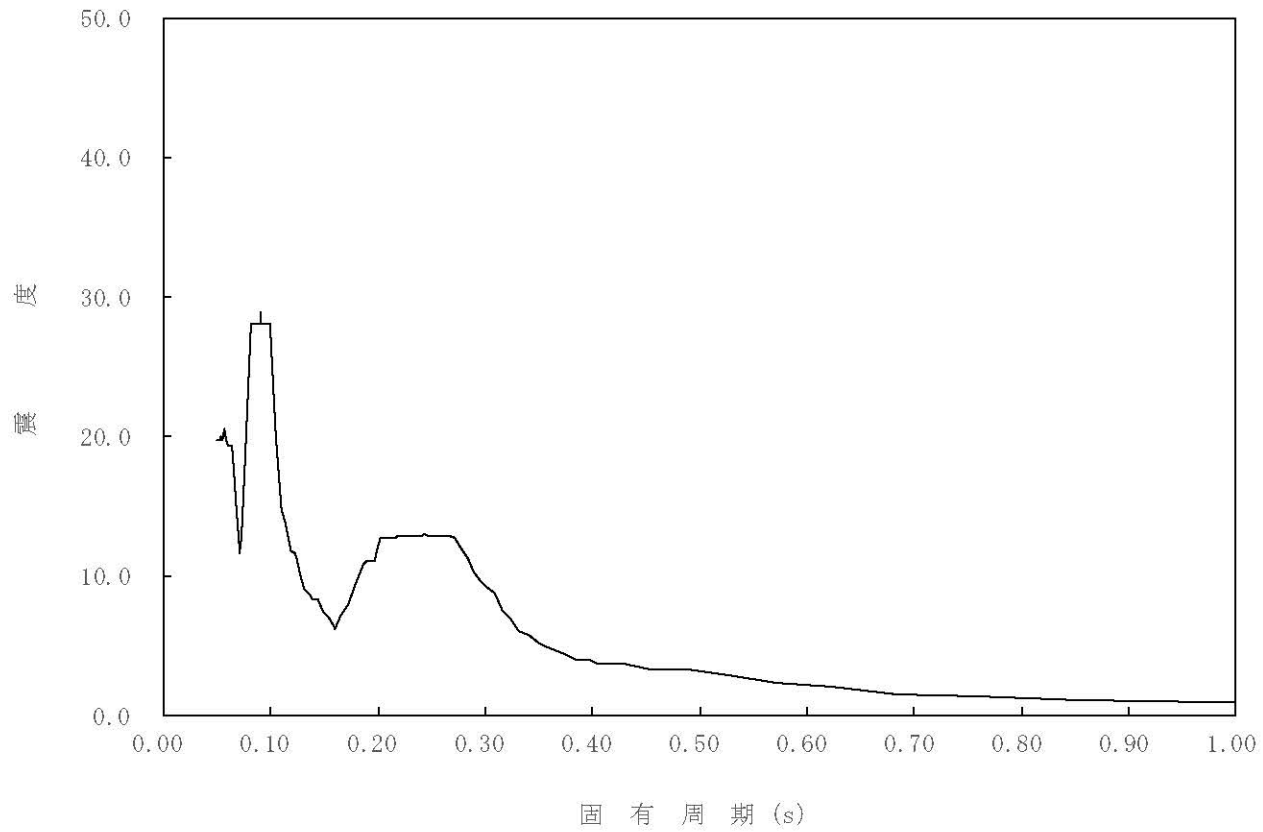
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-140

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV15-040】

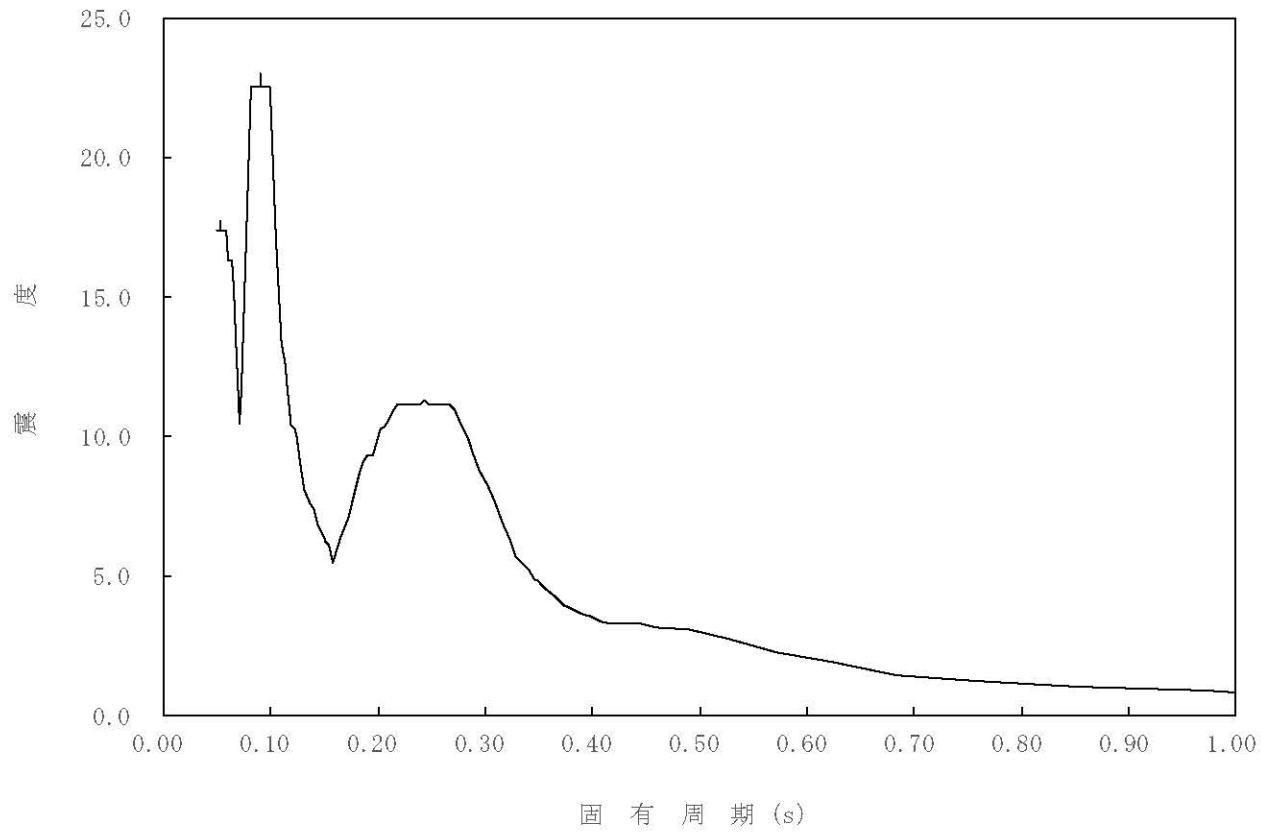
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-141

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV15-050】

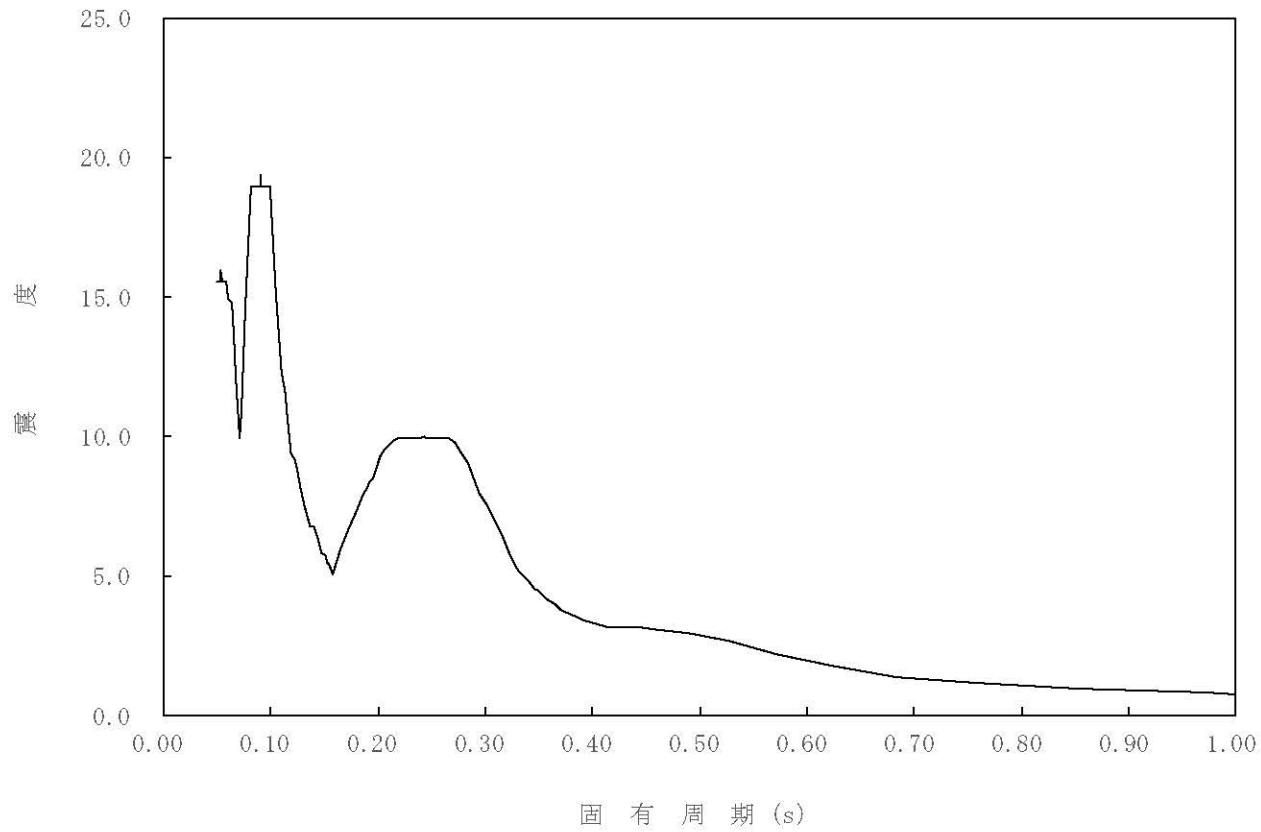
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-142

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-005】

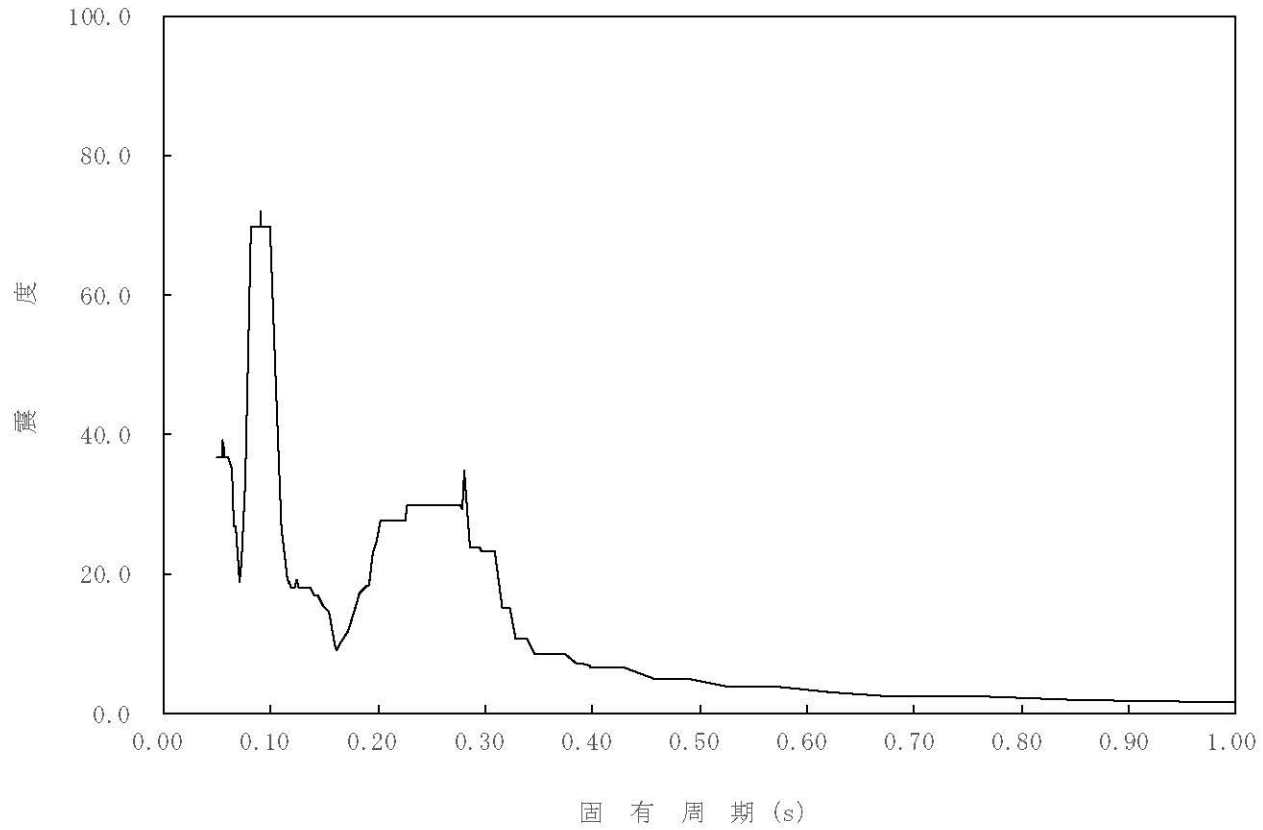
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-143

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-010】

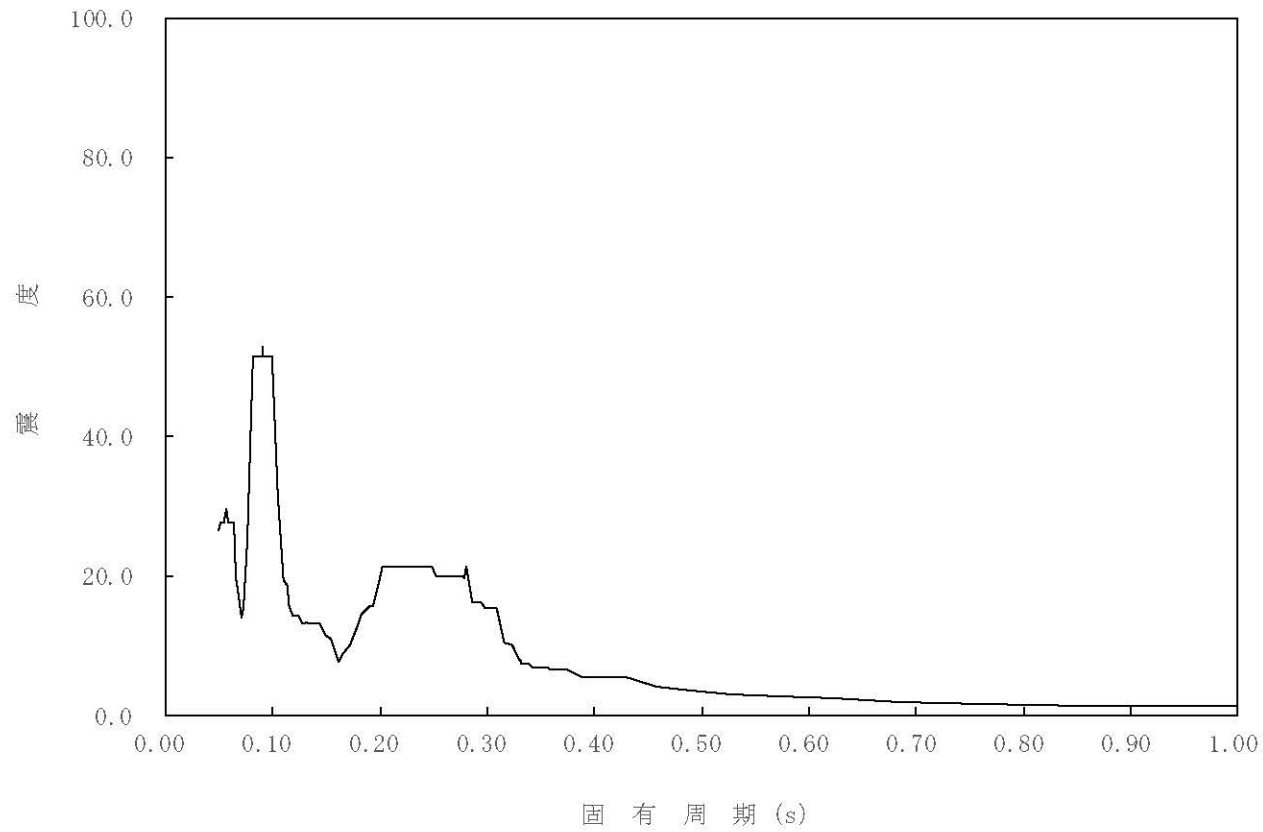
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-144

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-015】

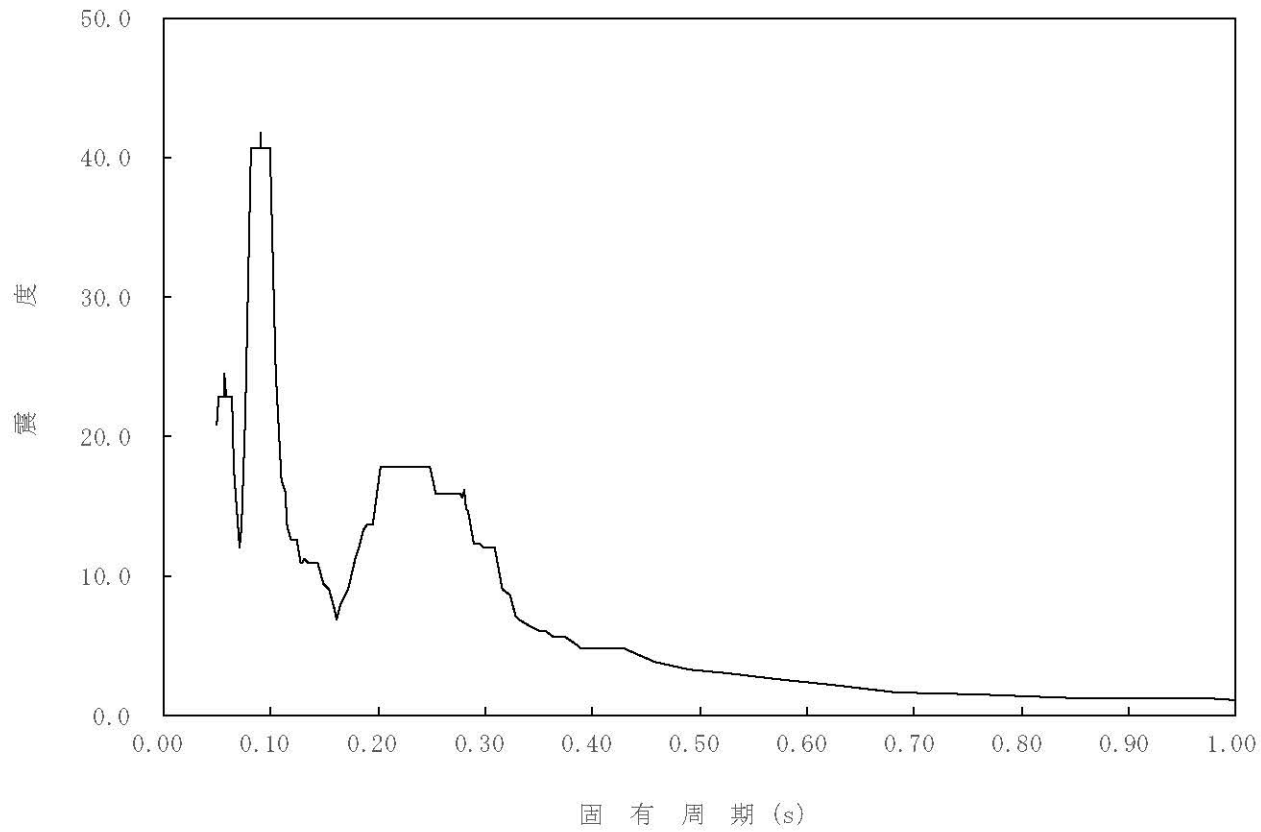
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-145

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-020】

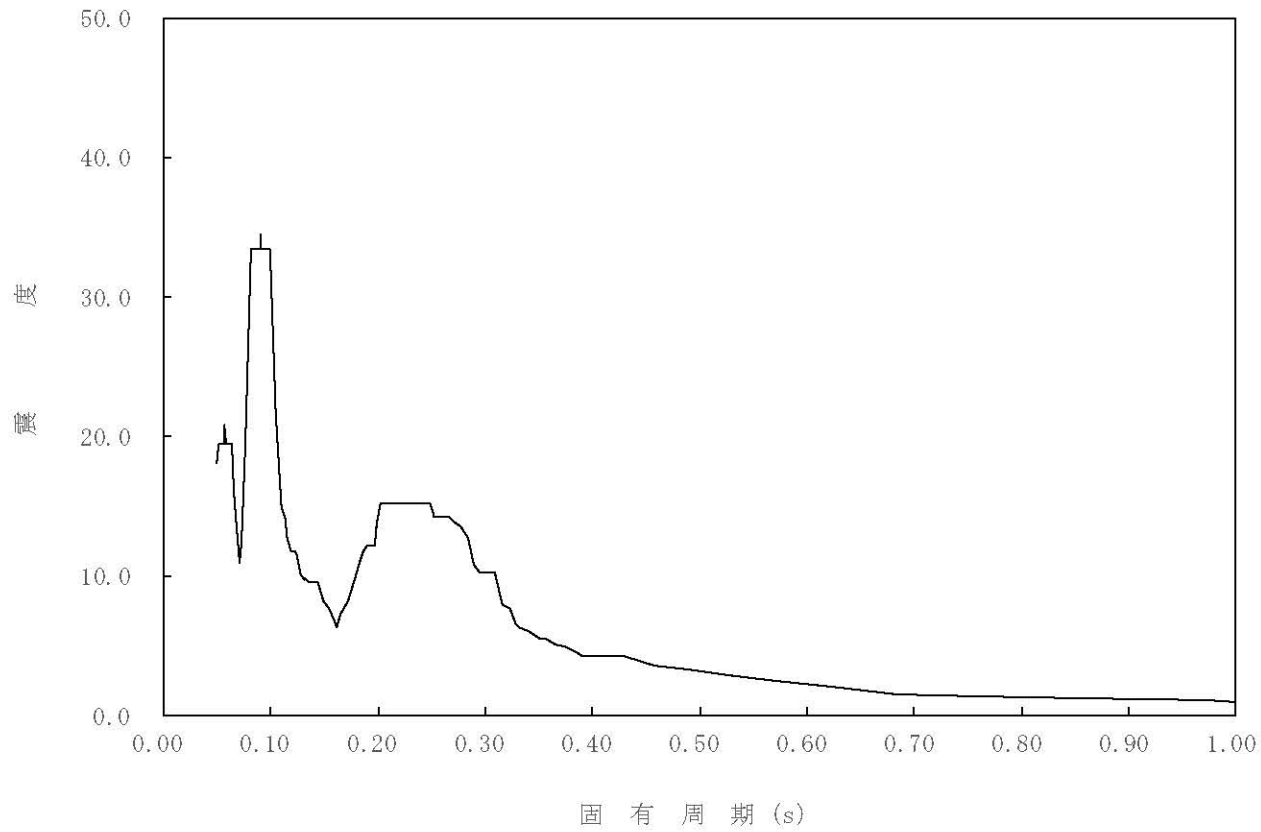
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-146

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-025】

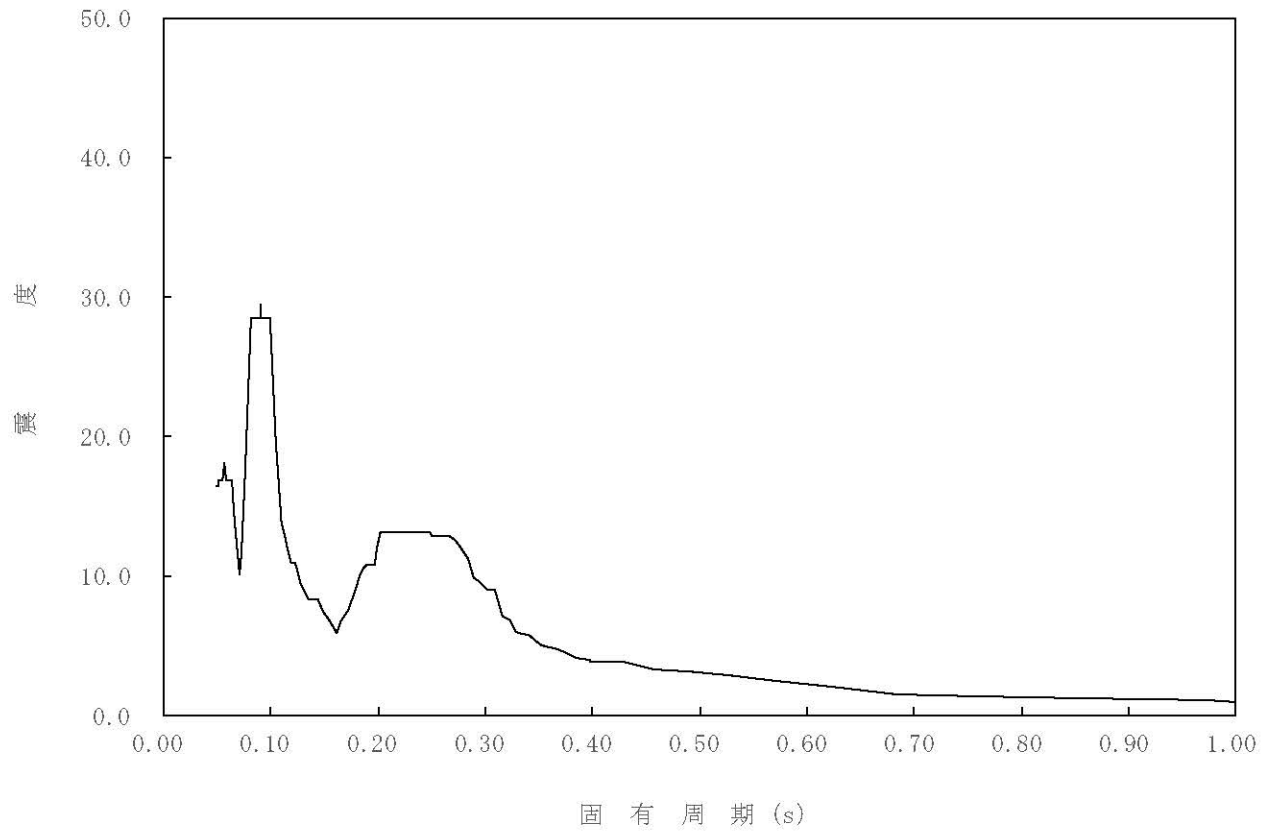
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-147

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-030】

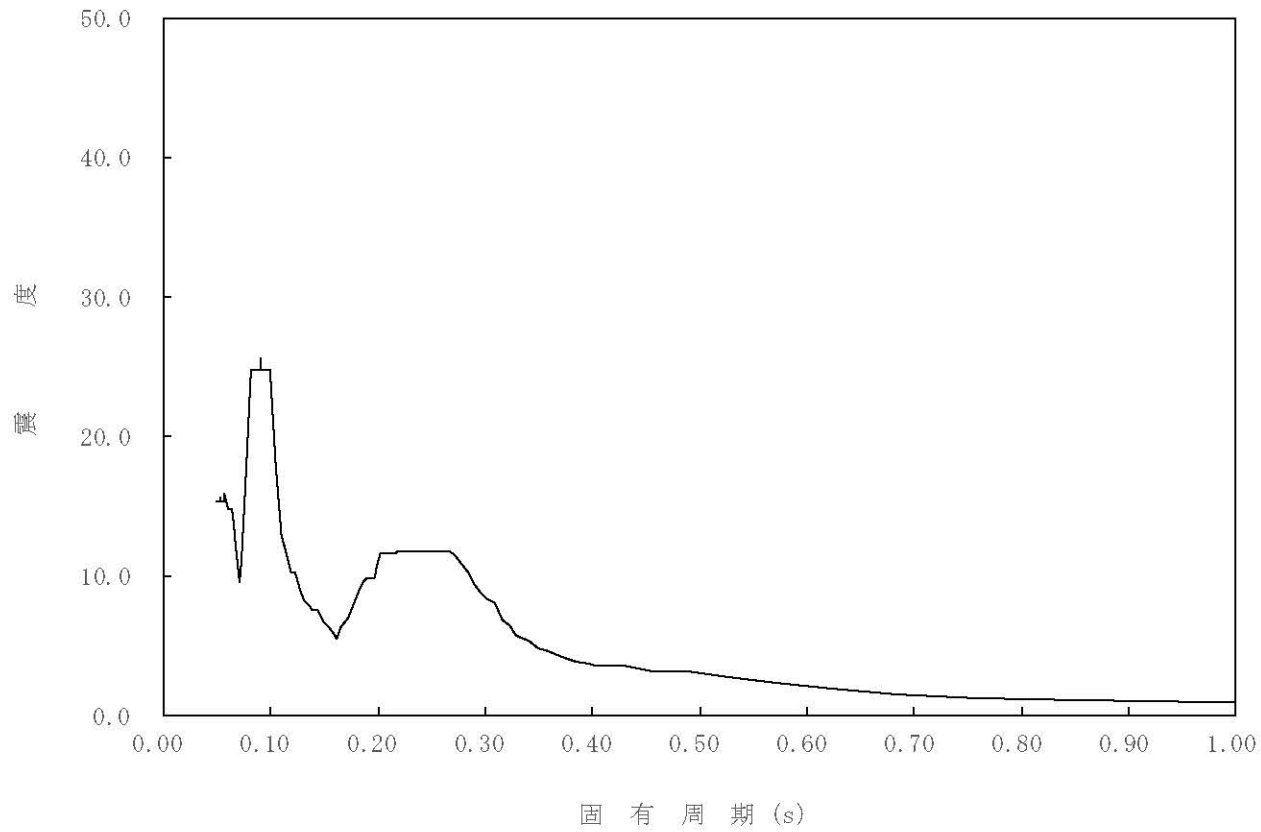
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-148

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV14-040】

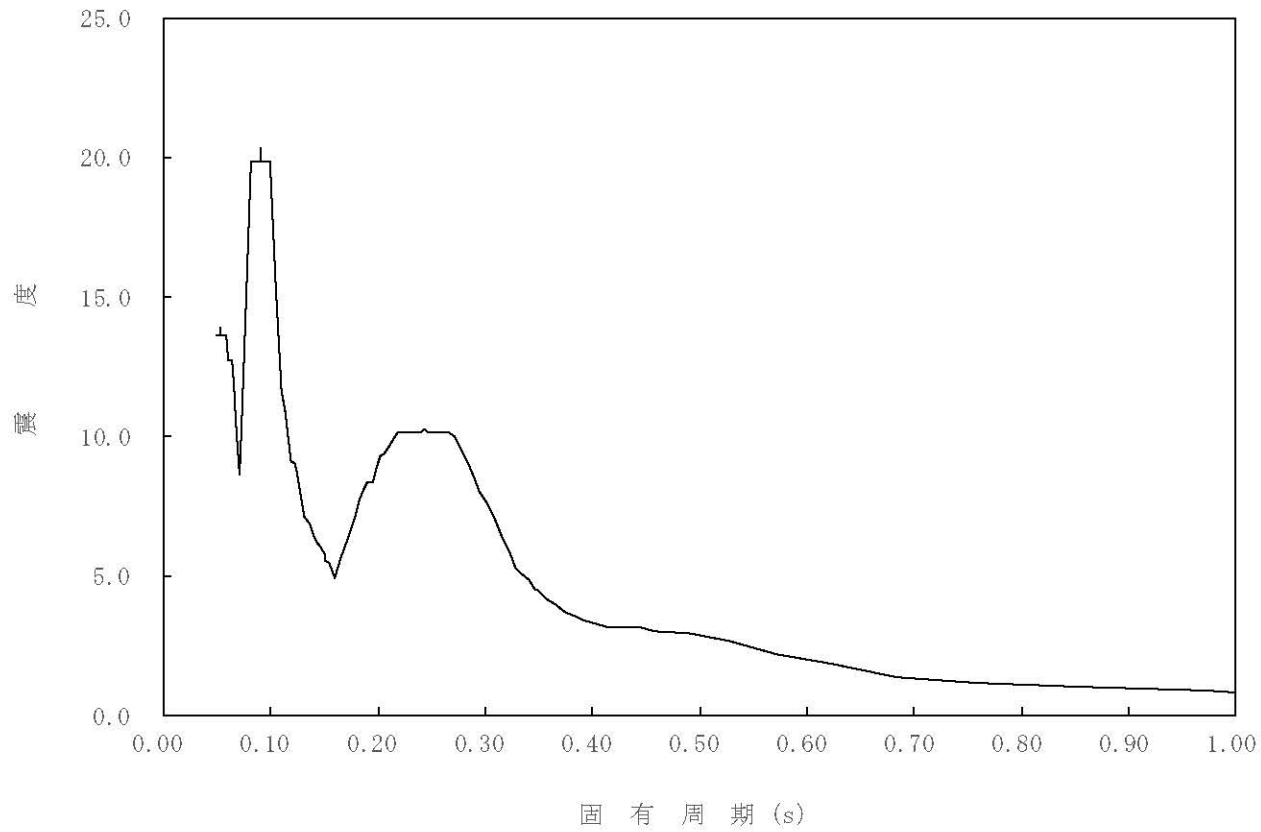
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-149

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV14-050】

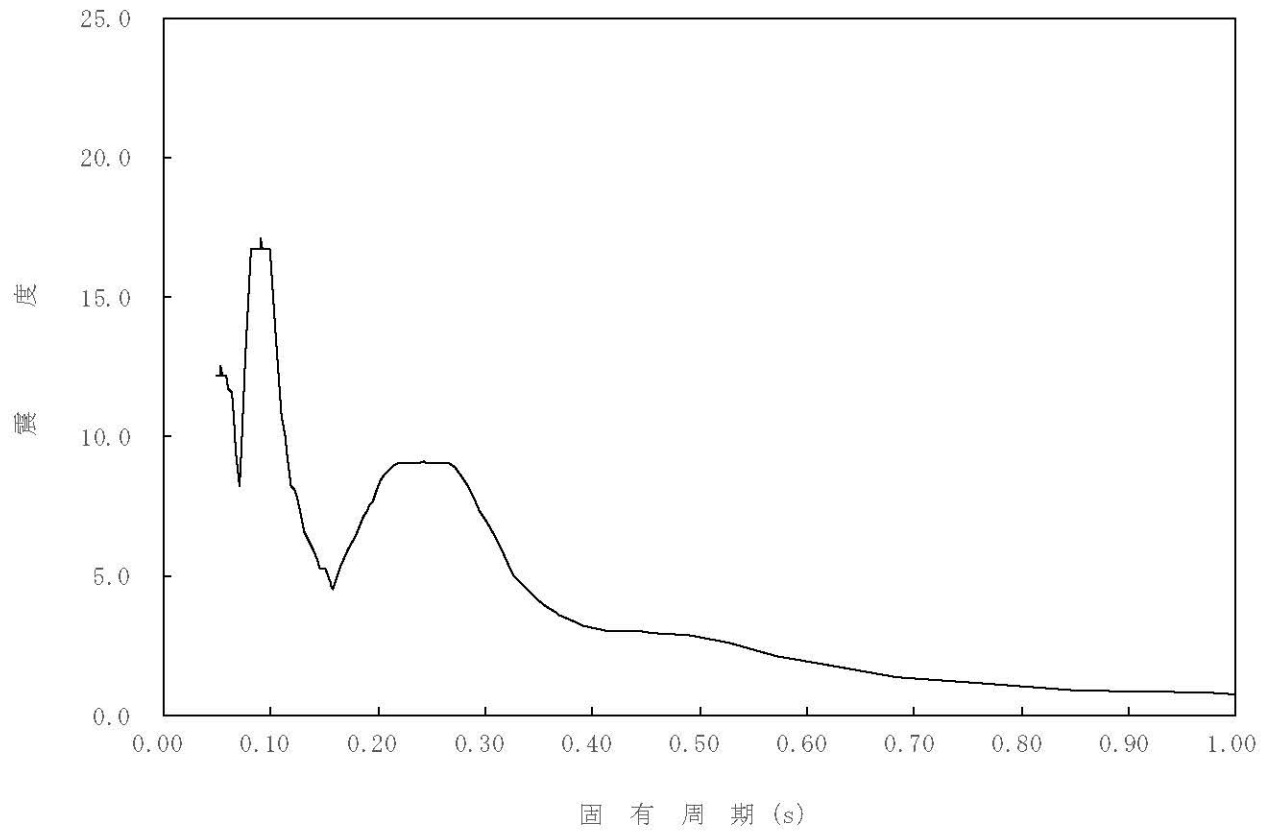
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-150

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-005】

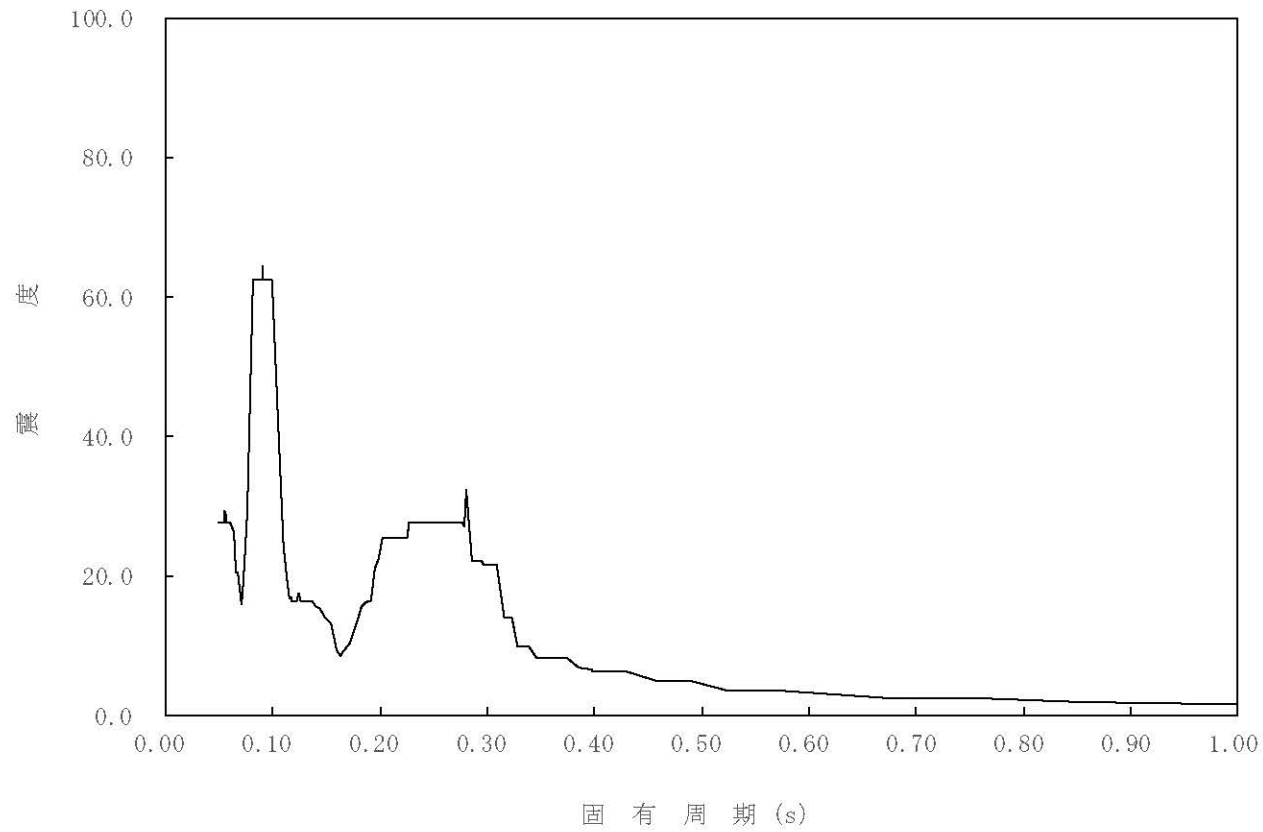
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-151

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-010】

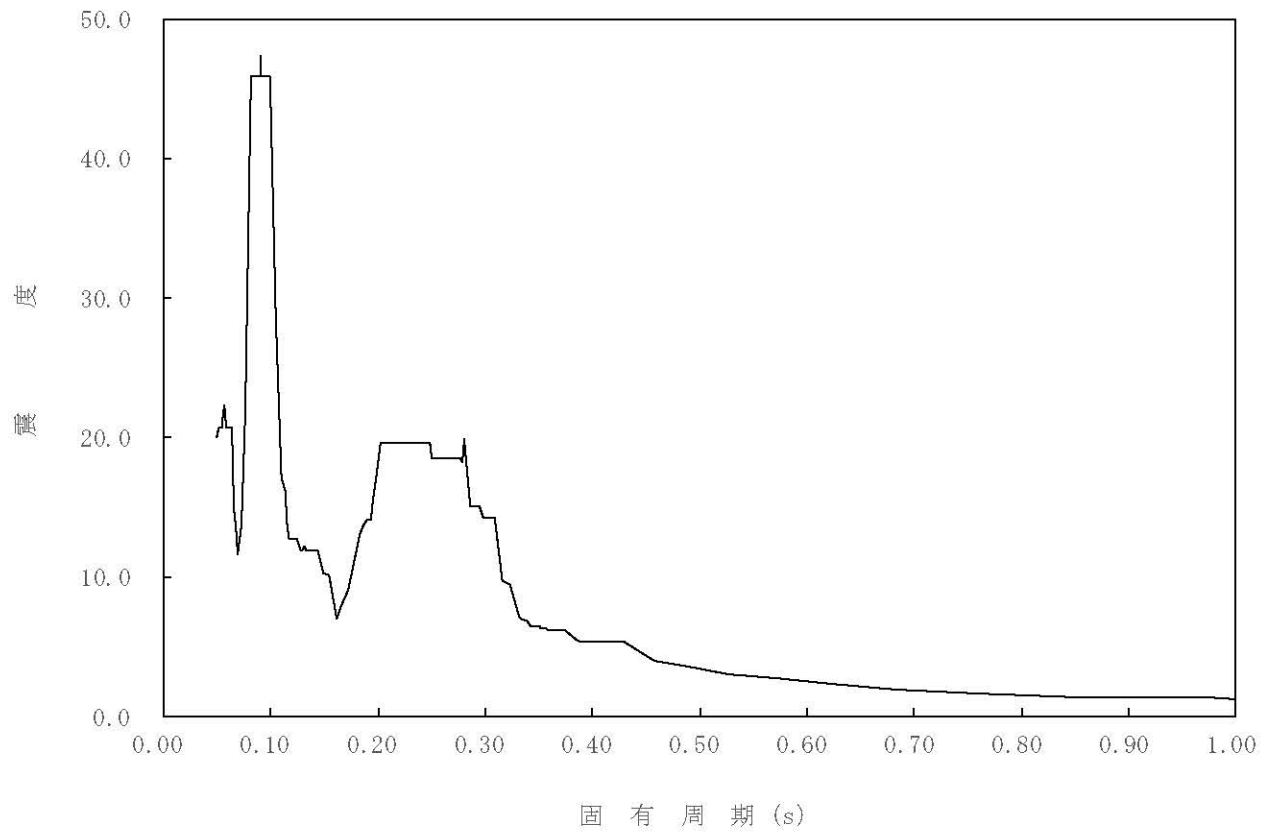
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-152

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-015】

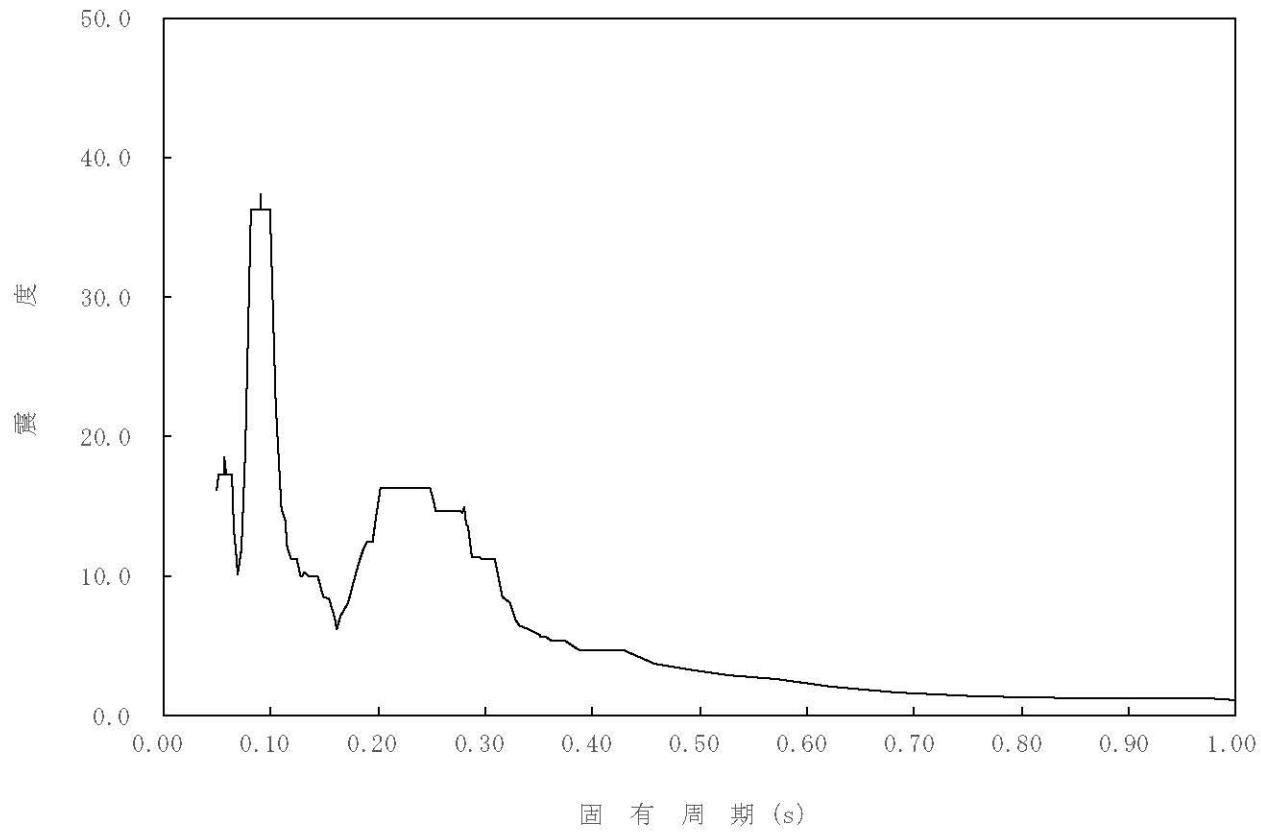
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-153

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-020】

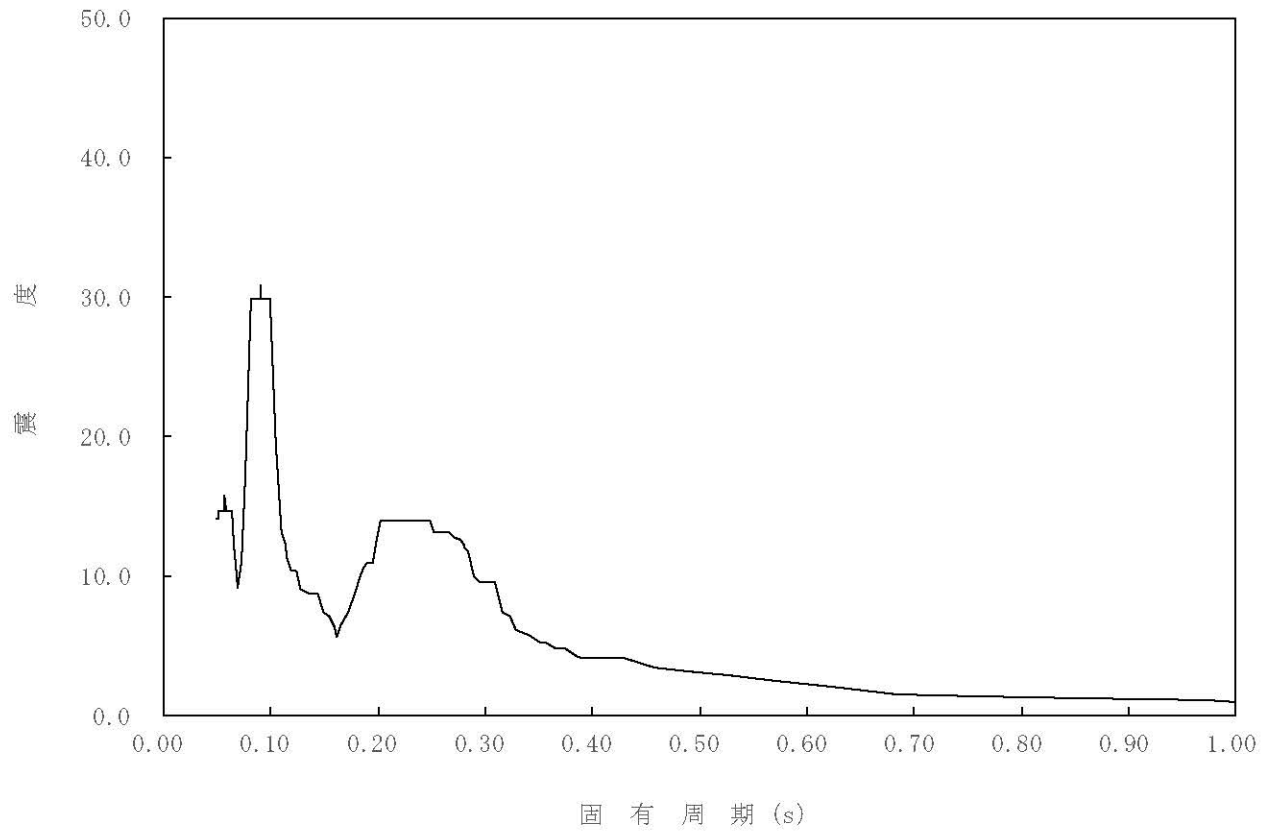
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-154

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-025】

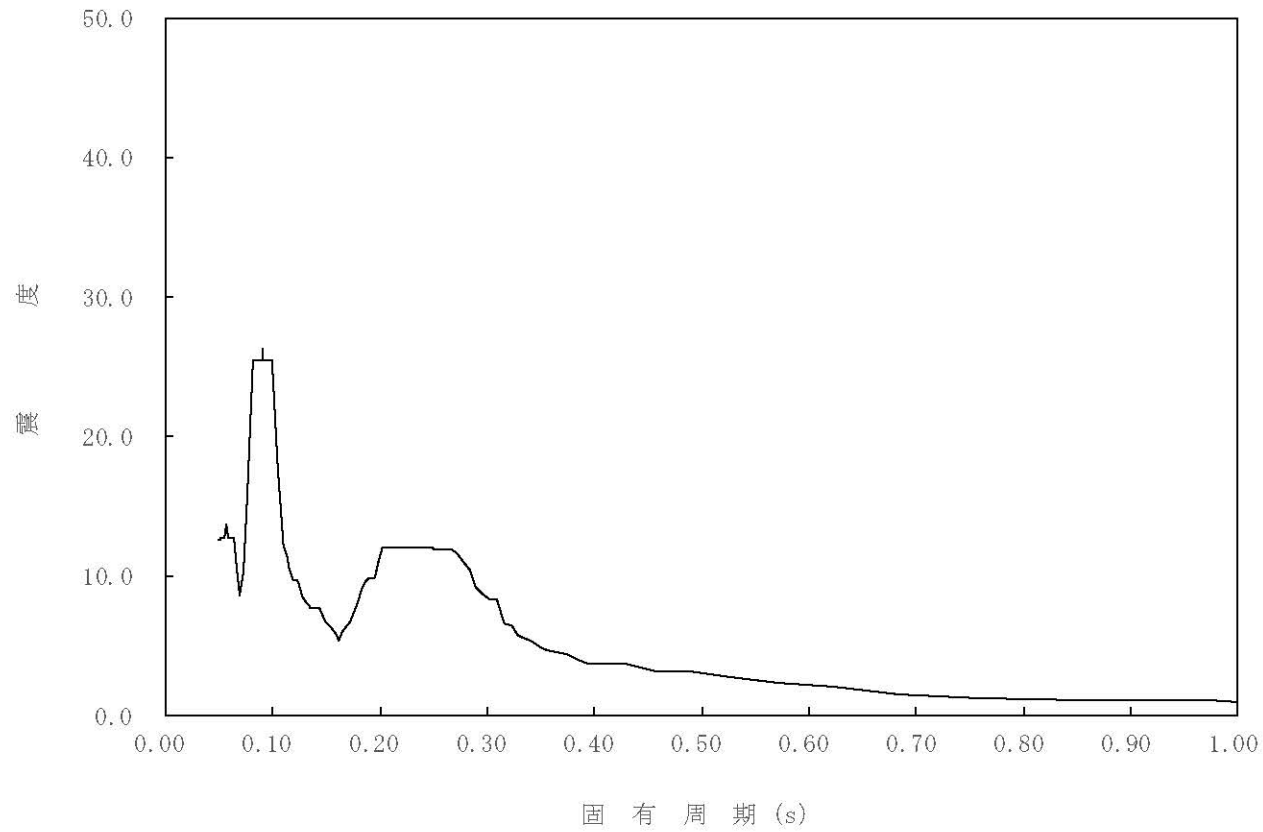
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-155

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-030】

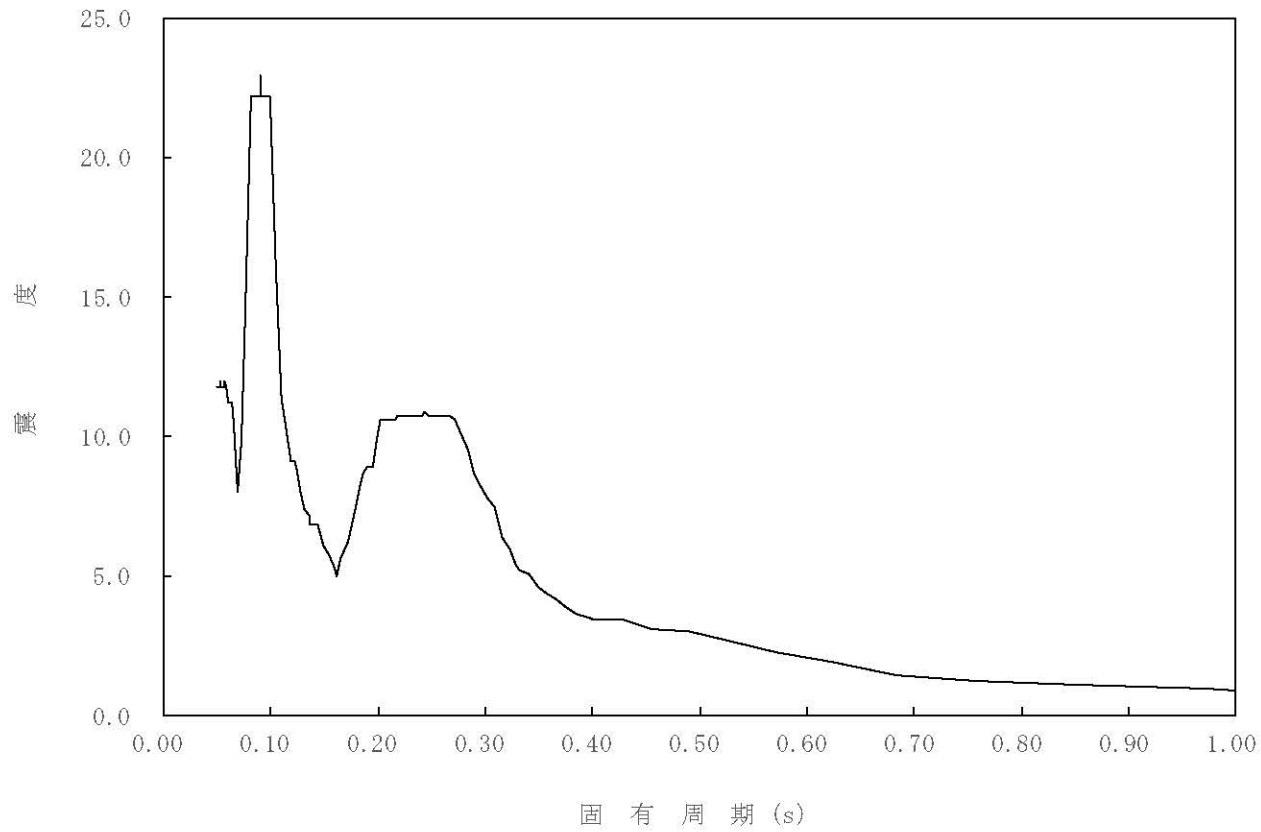
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-156

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV13-040】

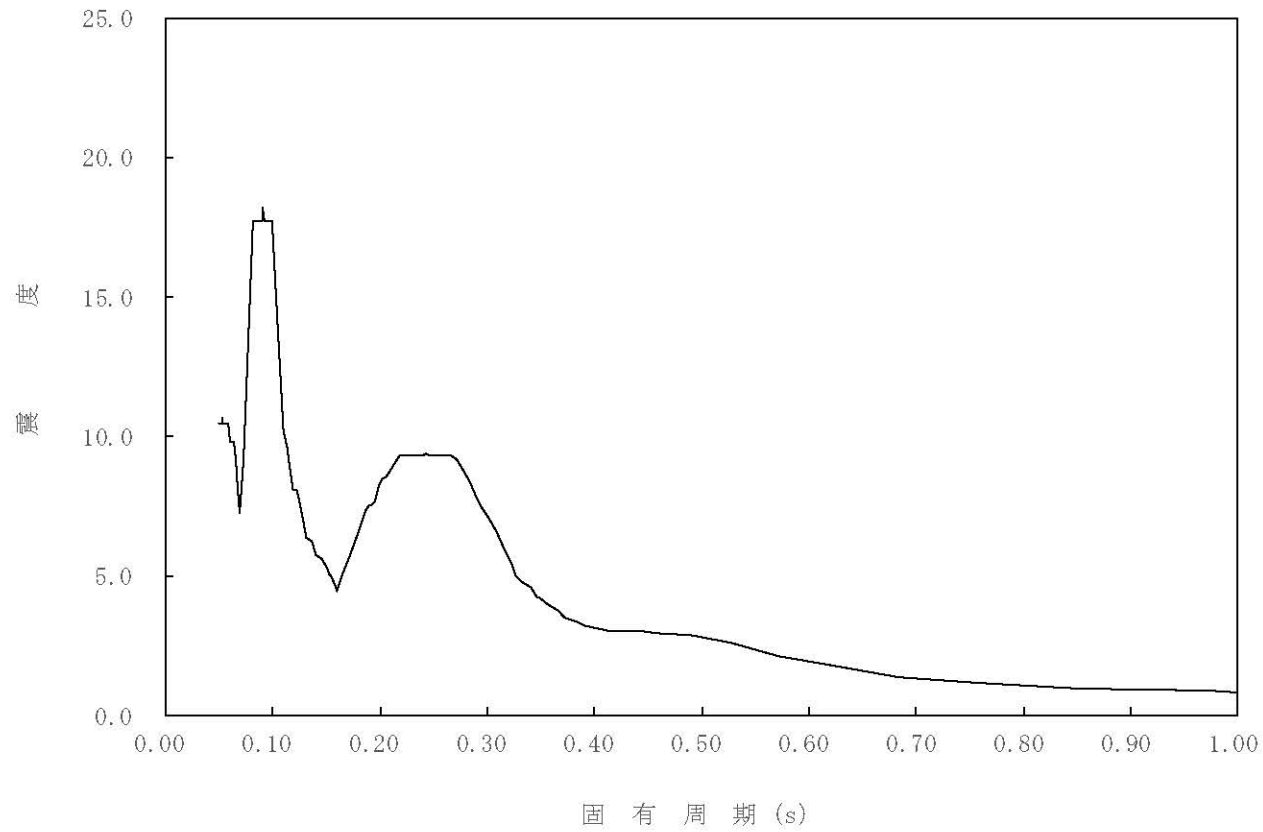
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-157

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV13-050】

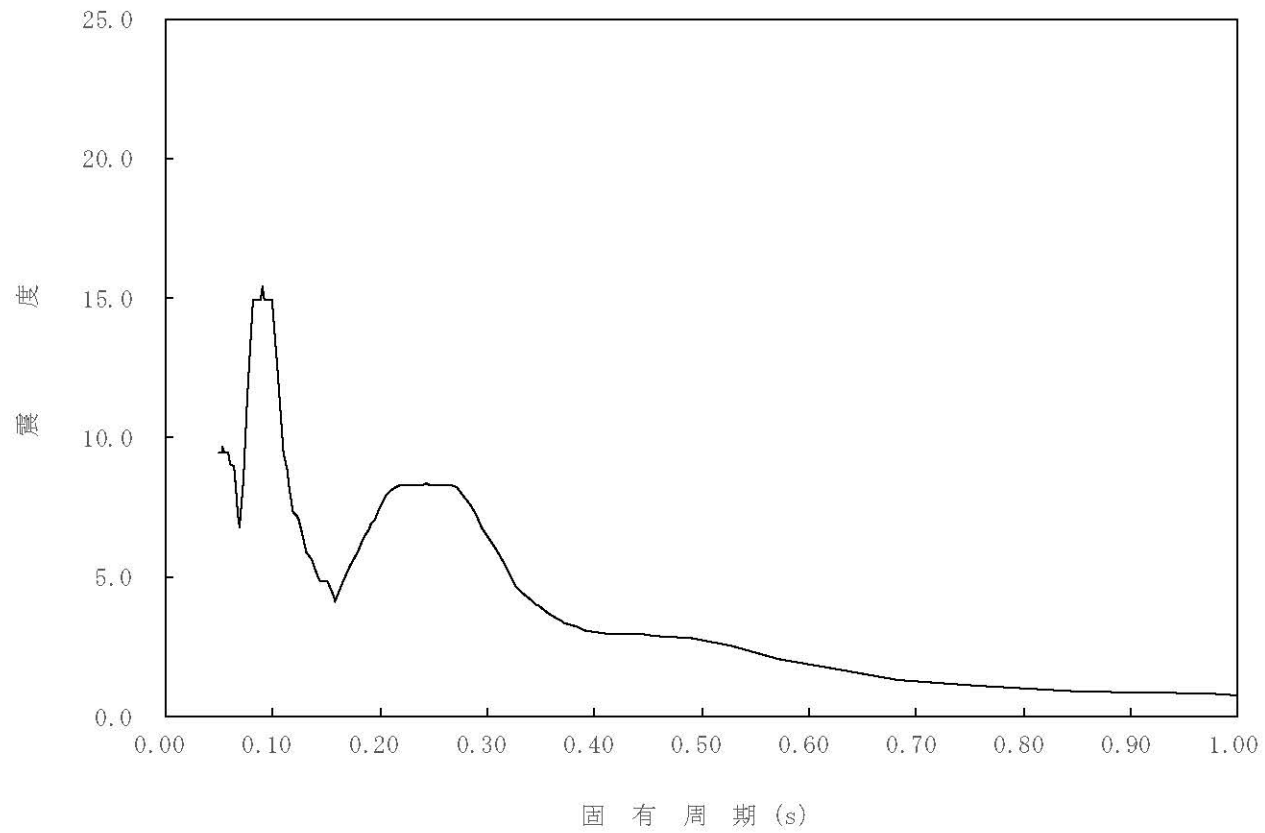
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-158

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-005】

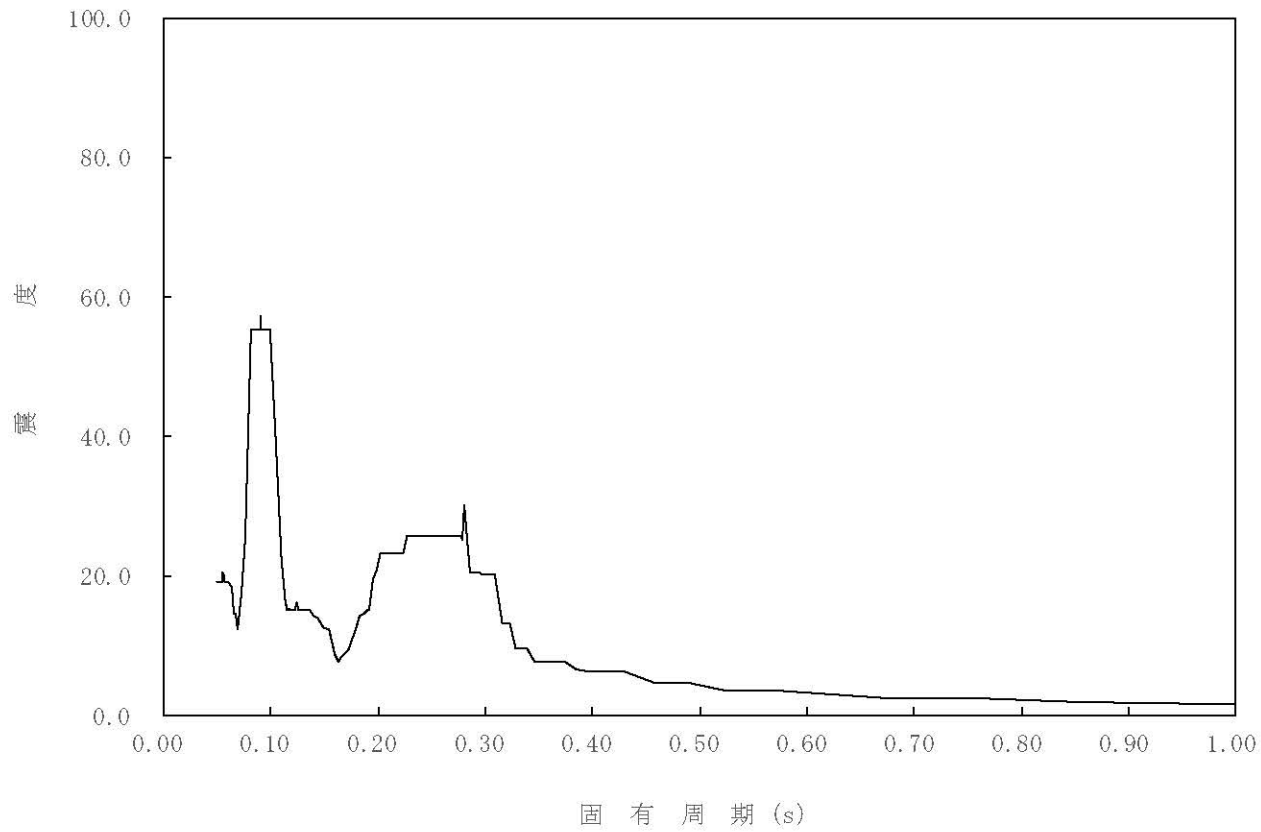
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-159

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-010】

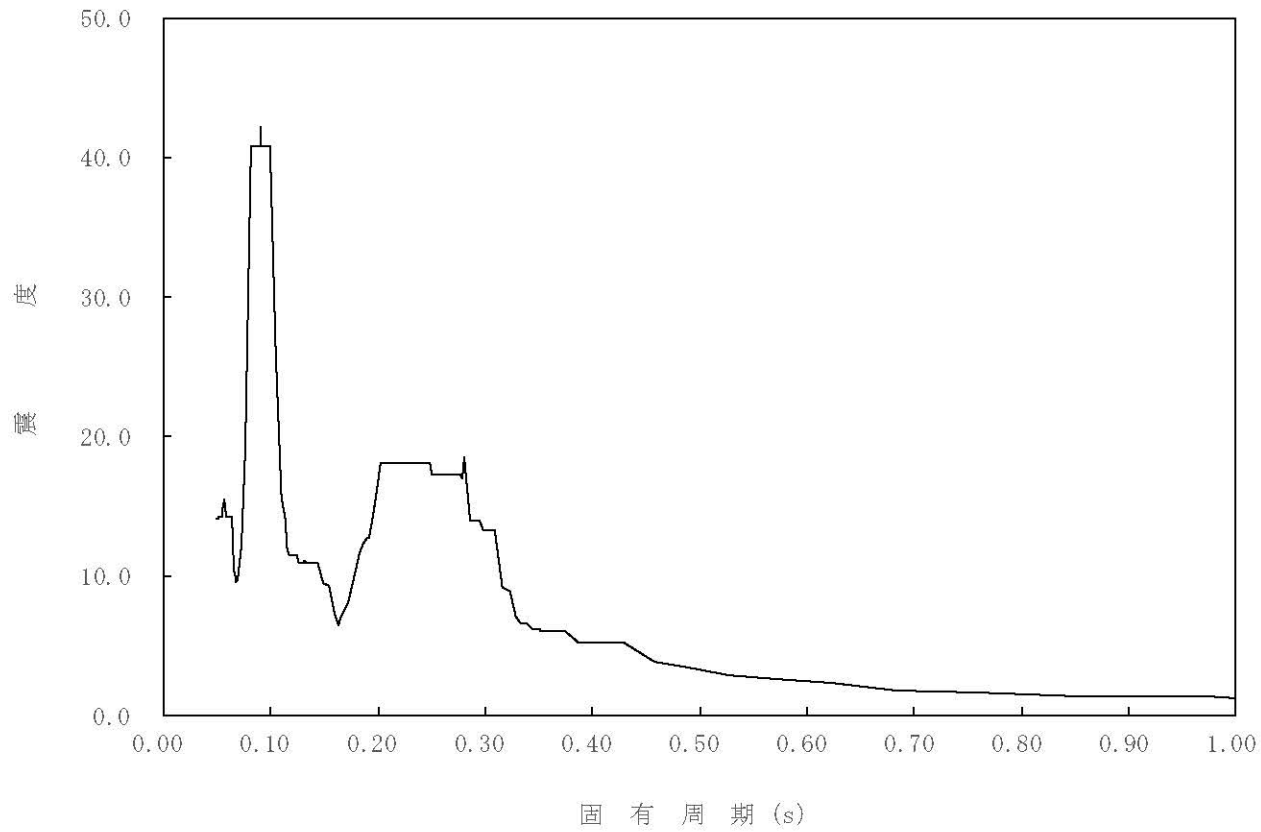
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-160

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-015】

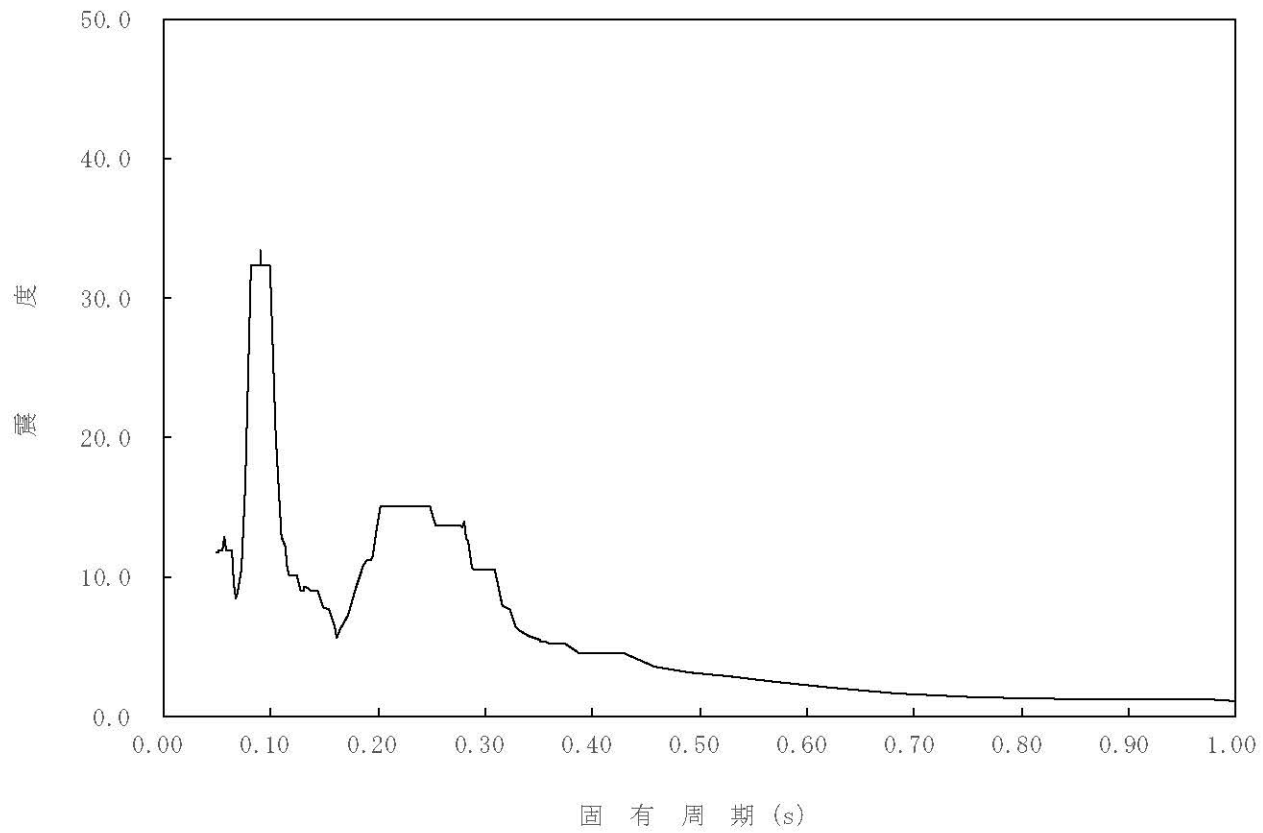
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-161

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-020】

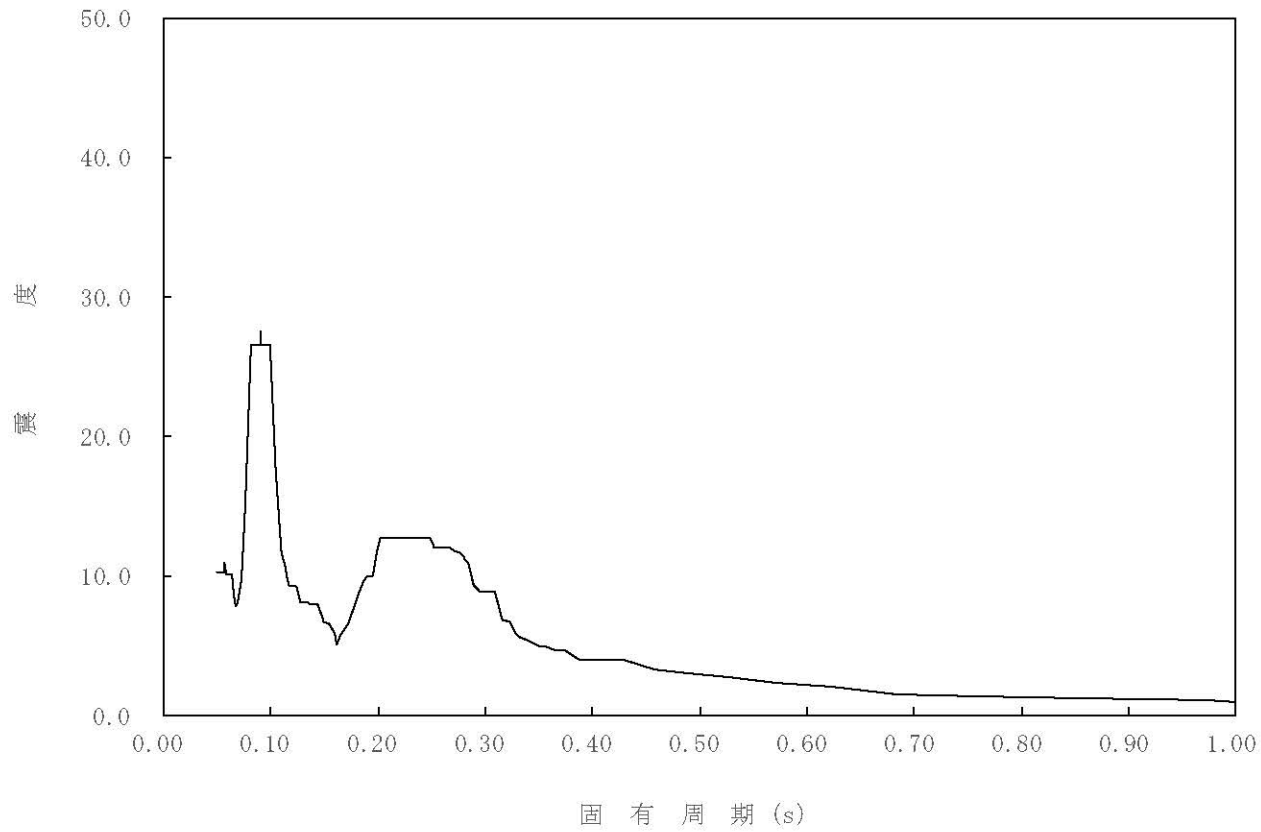
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-162

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-025】

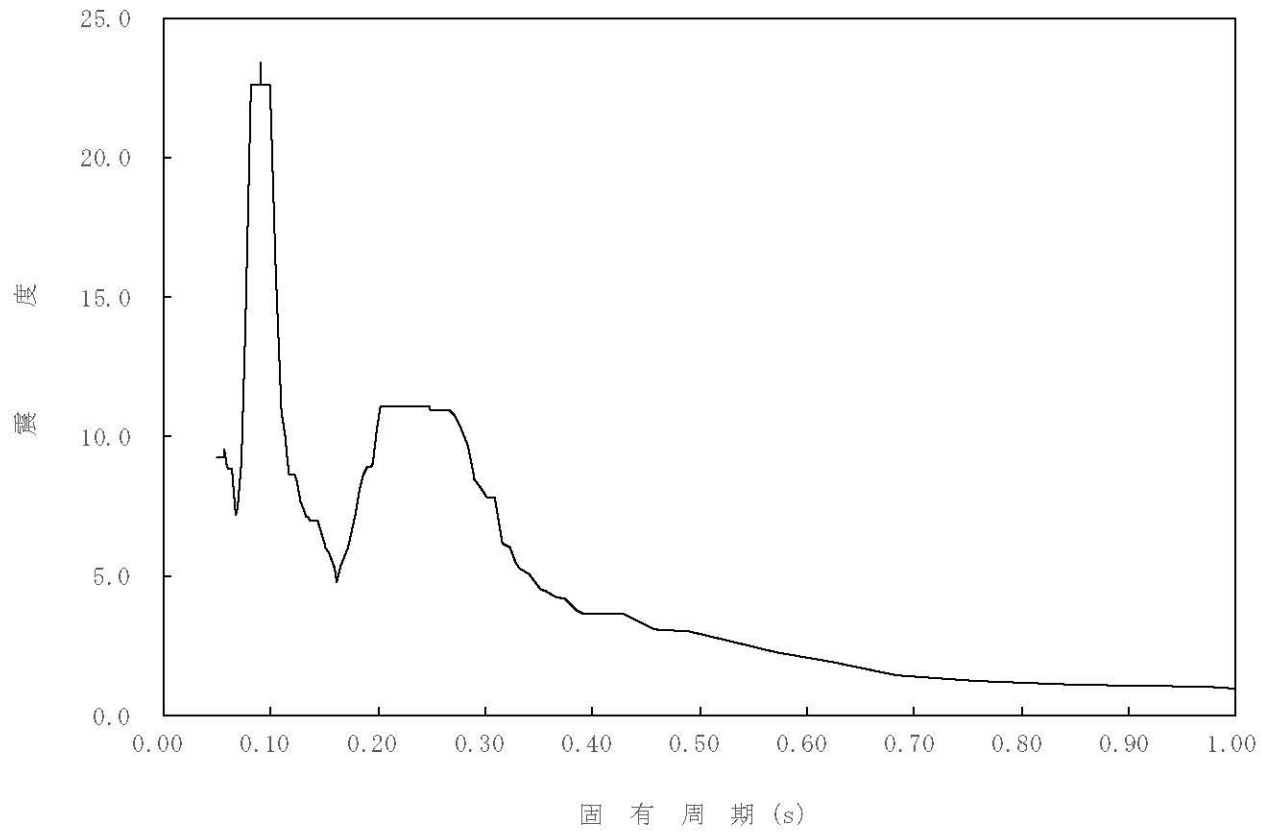
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-163

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-030】

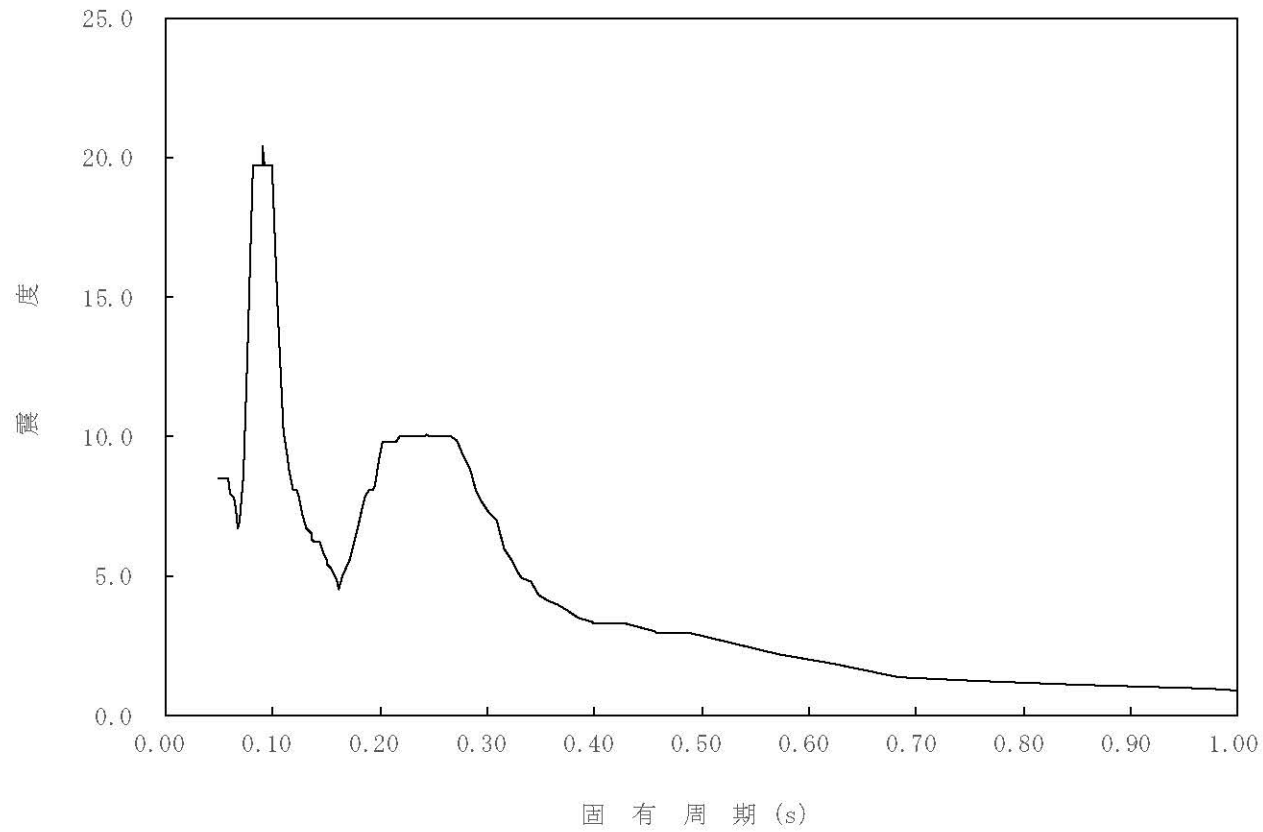
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-164

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV12-040】

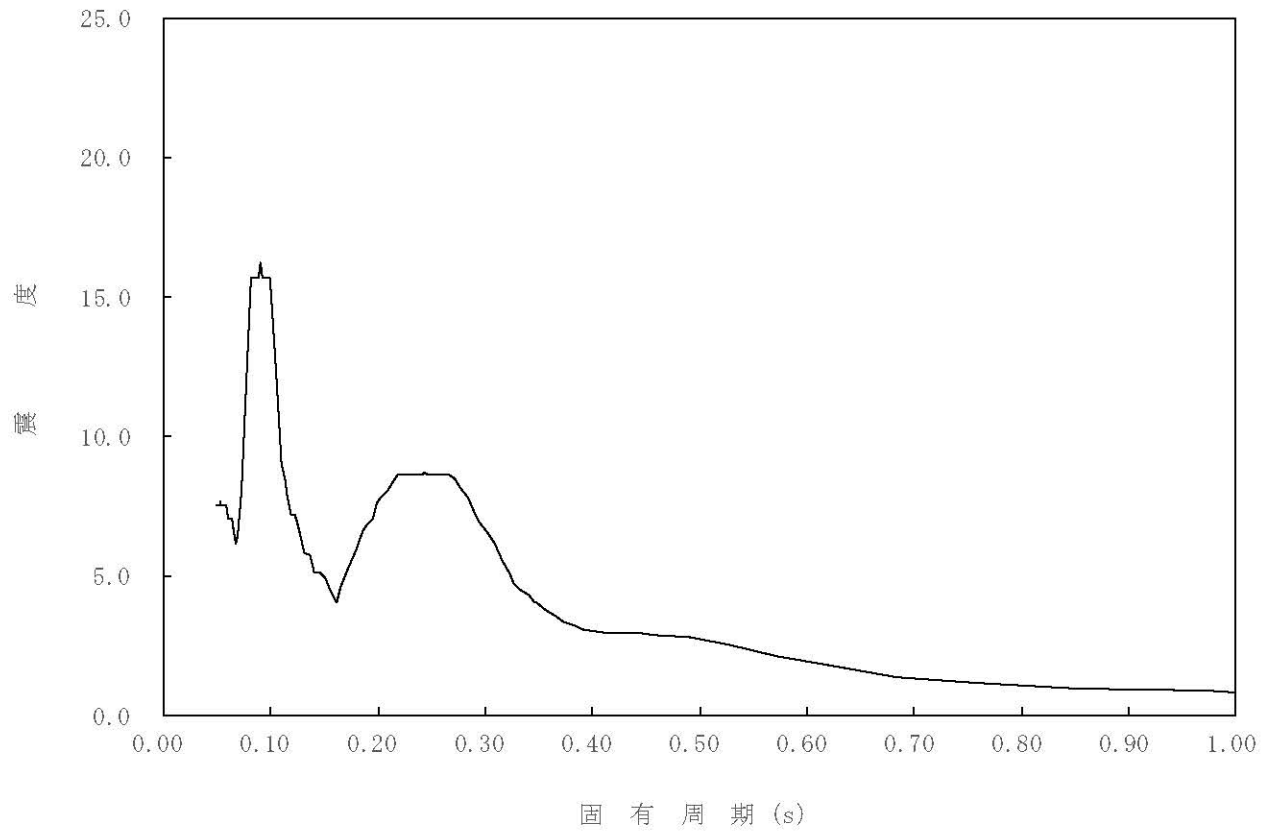
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-165

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV12-050】

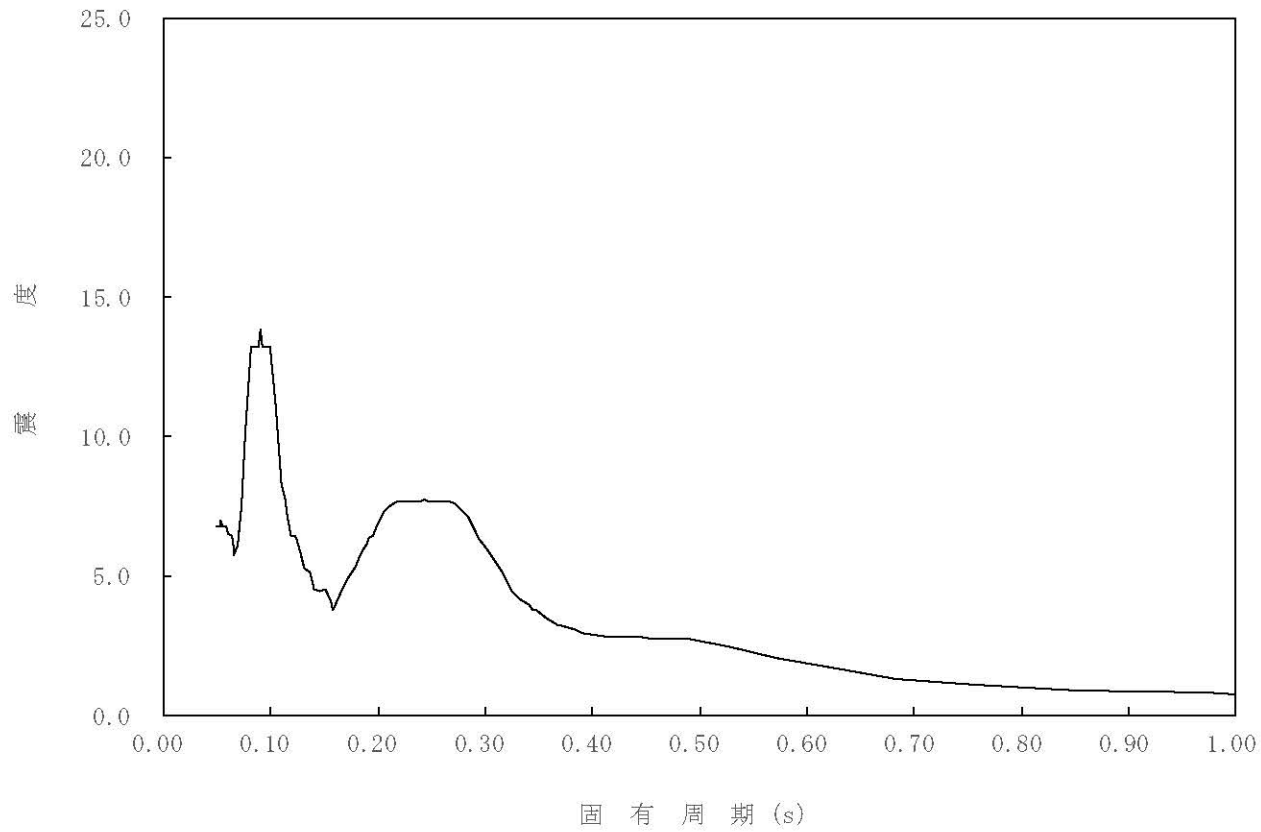
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-166

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-005】

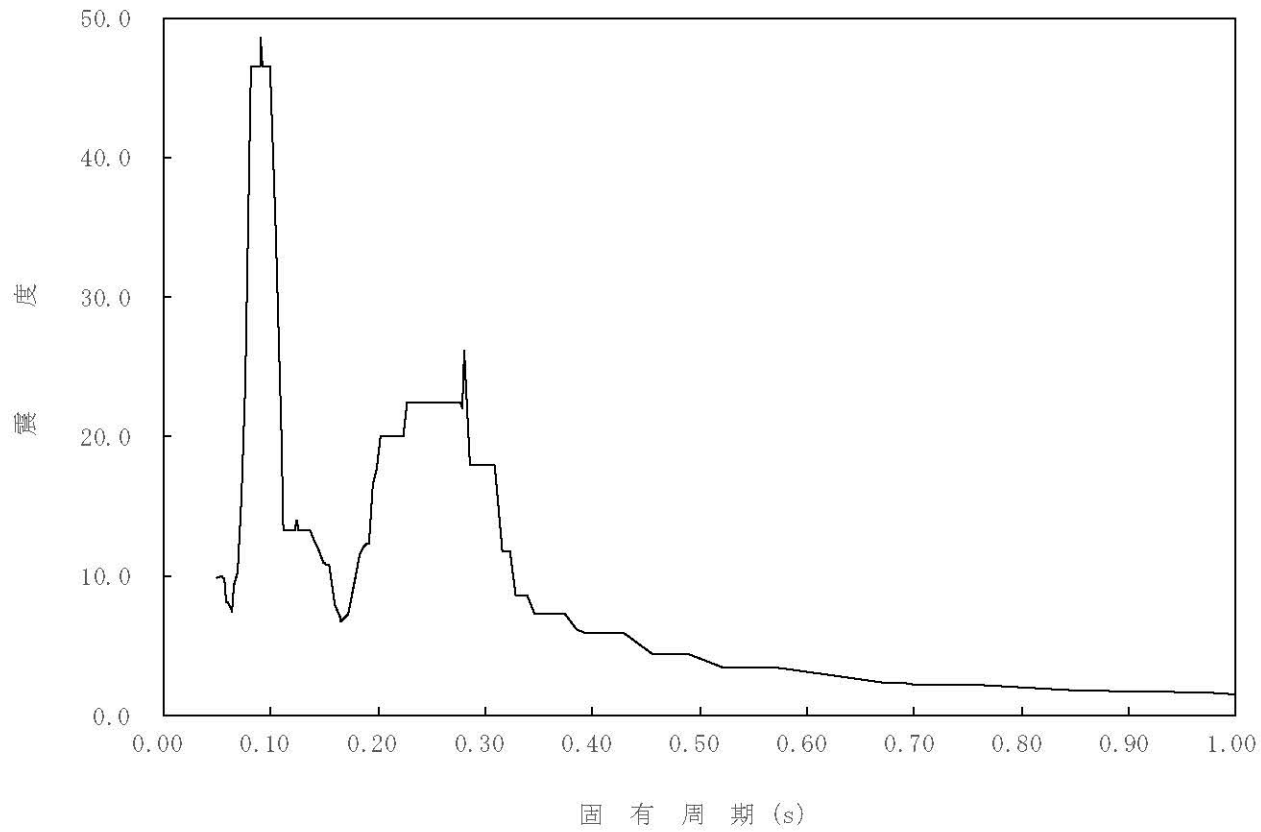
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-167

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-010】

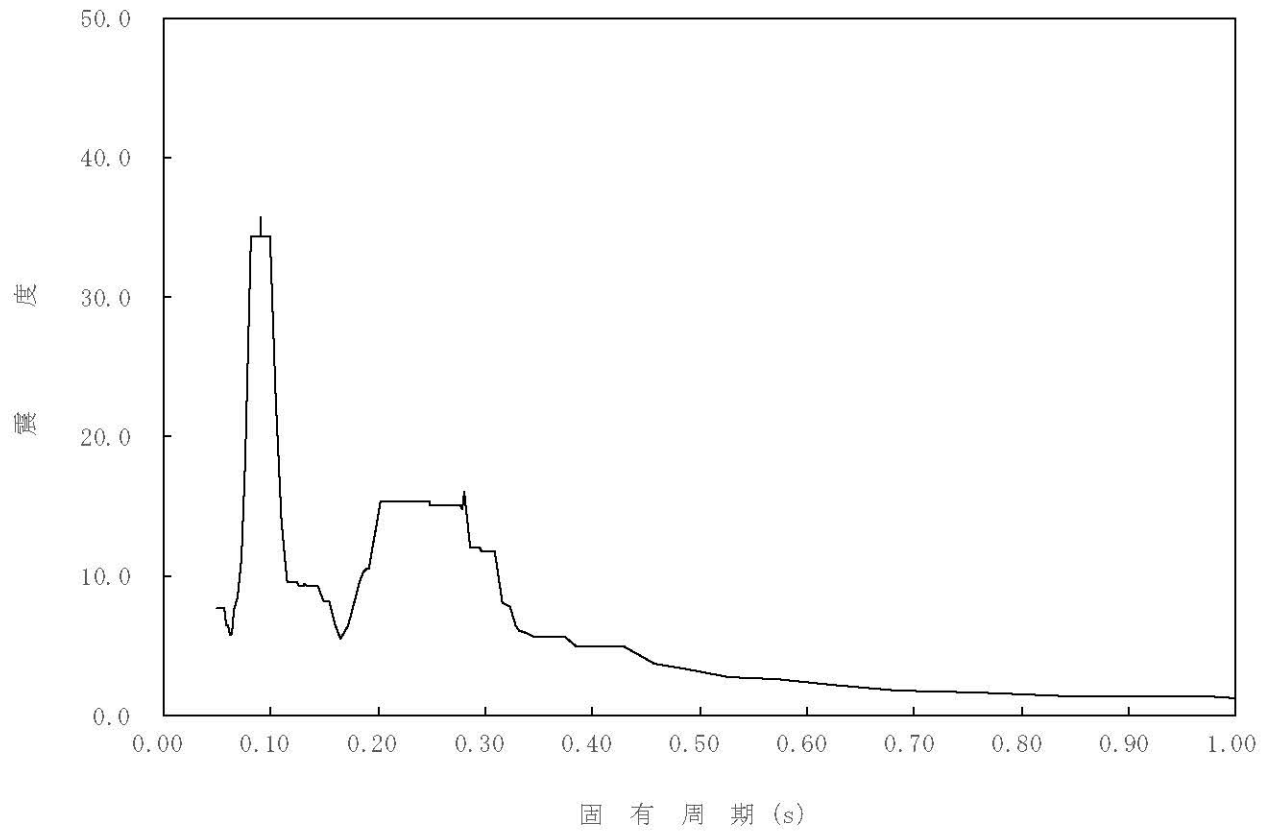
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-168

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-015】

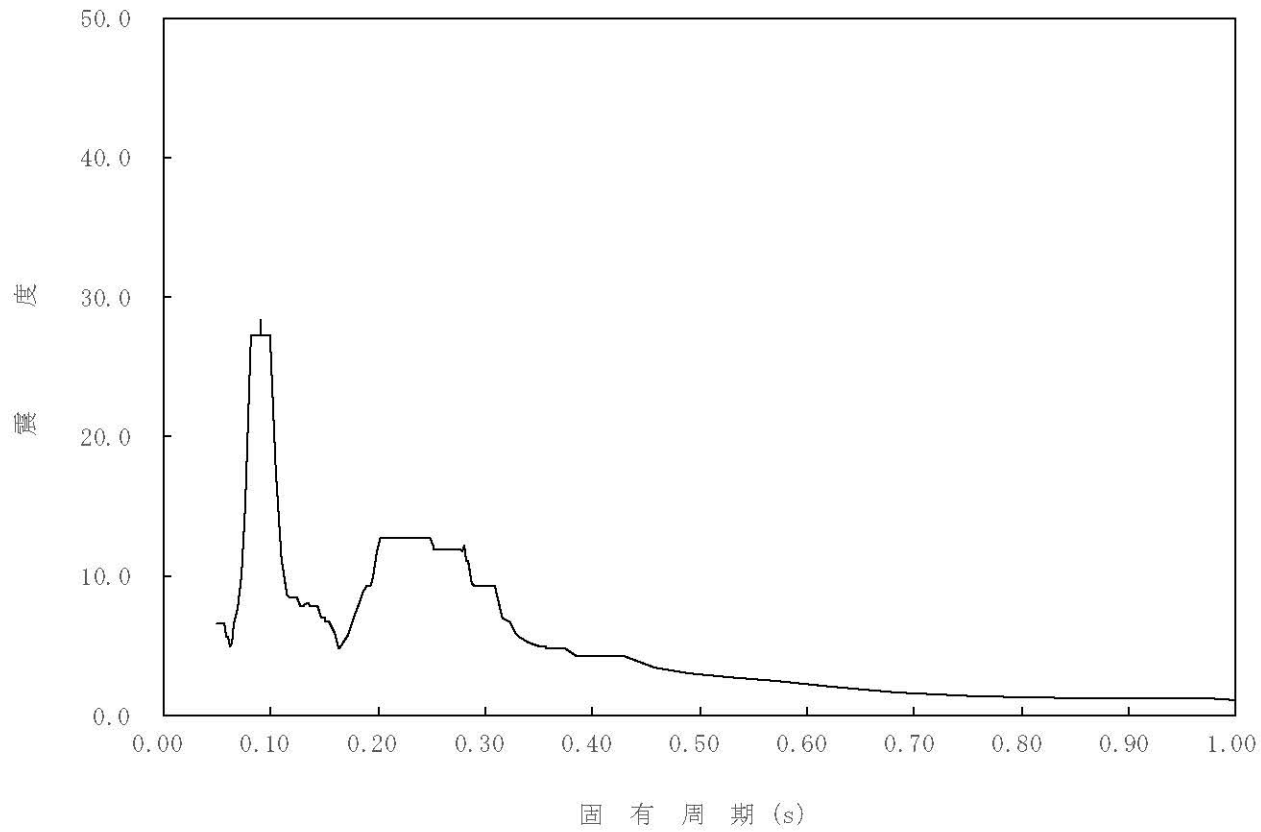
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-169

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-020】

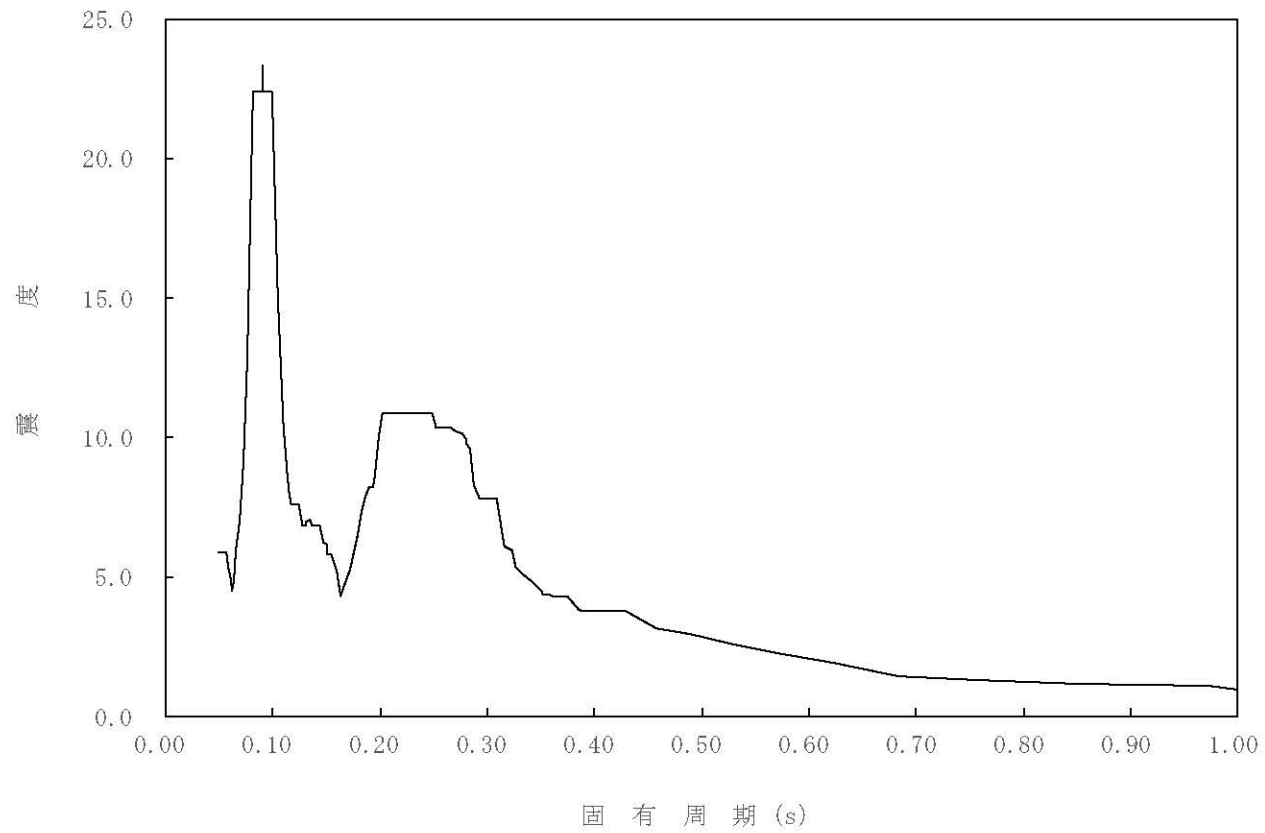
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-170

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-025】

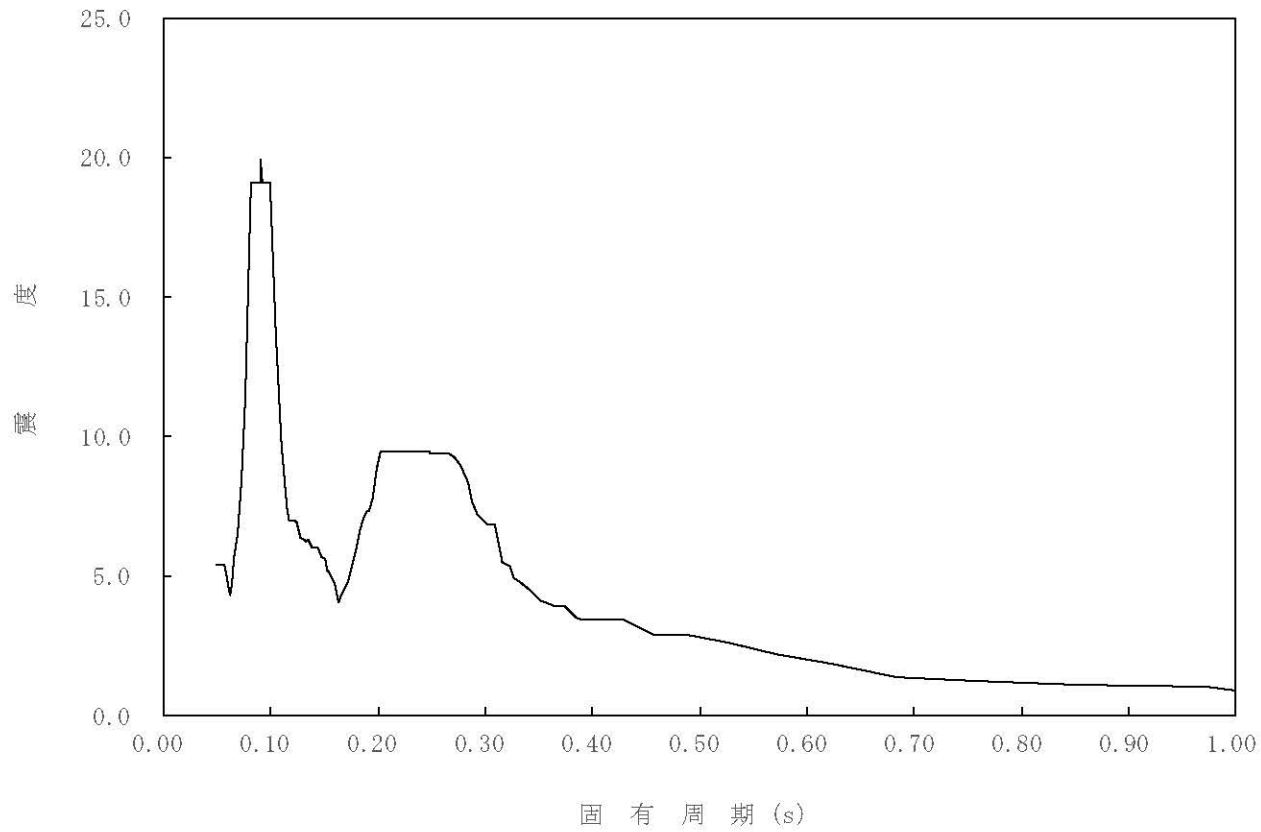
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-171

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-030】

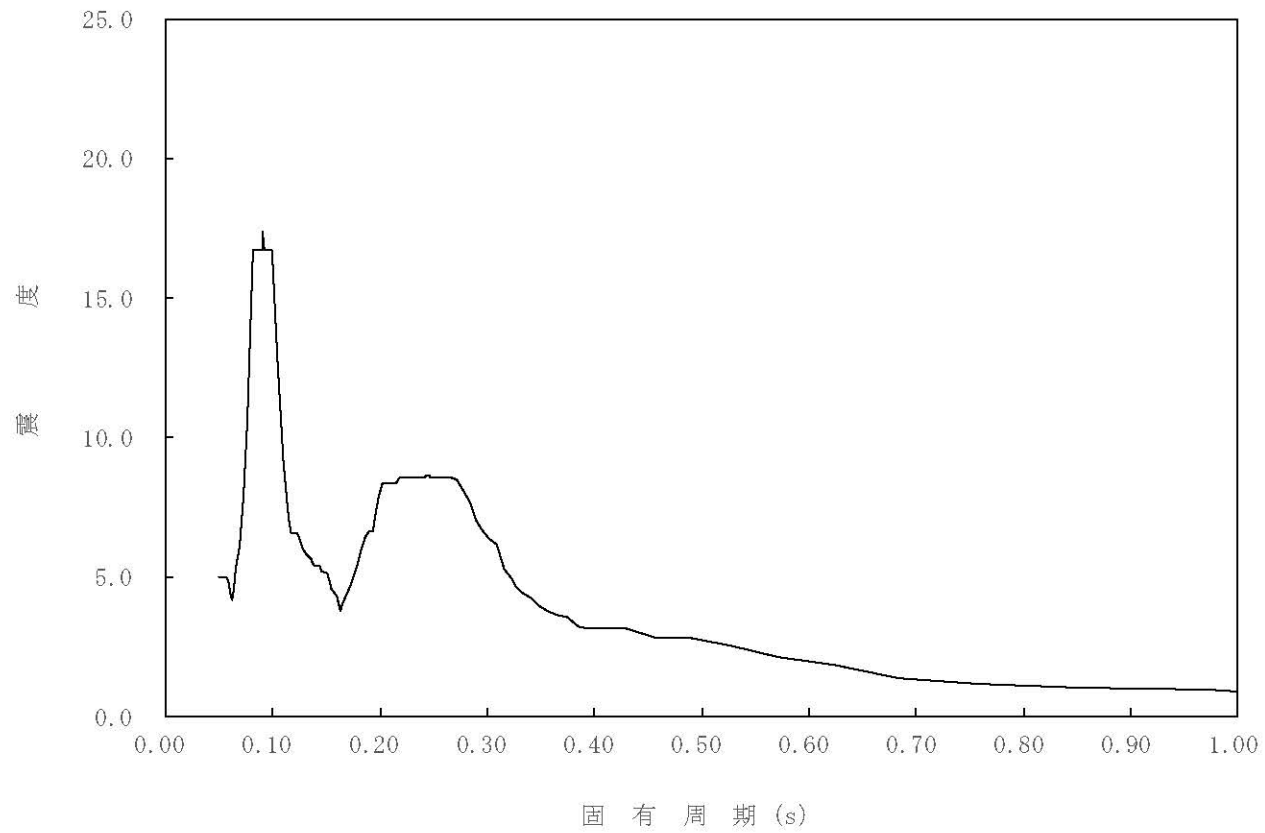
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-172

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV11-040】

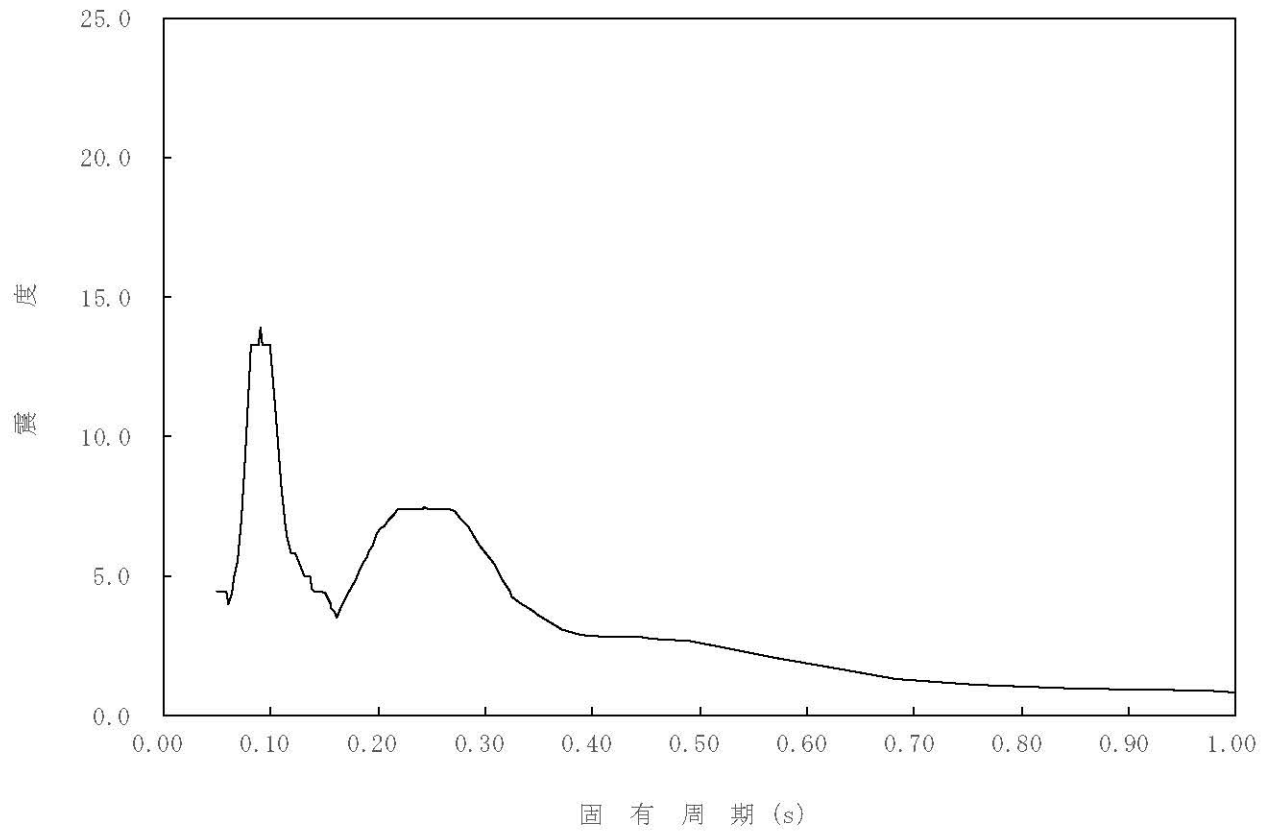
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-173

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV11-050】

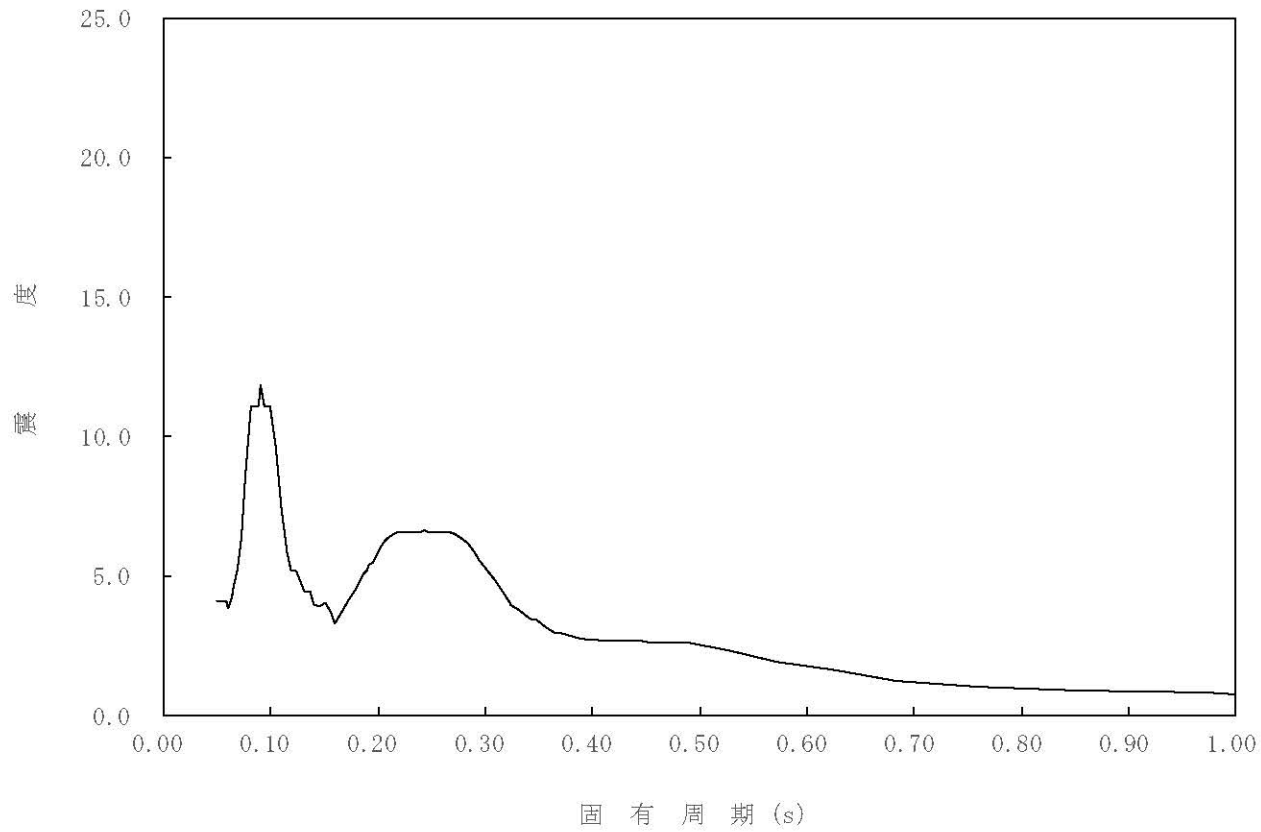
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-174

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-005】

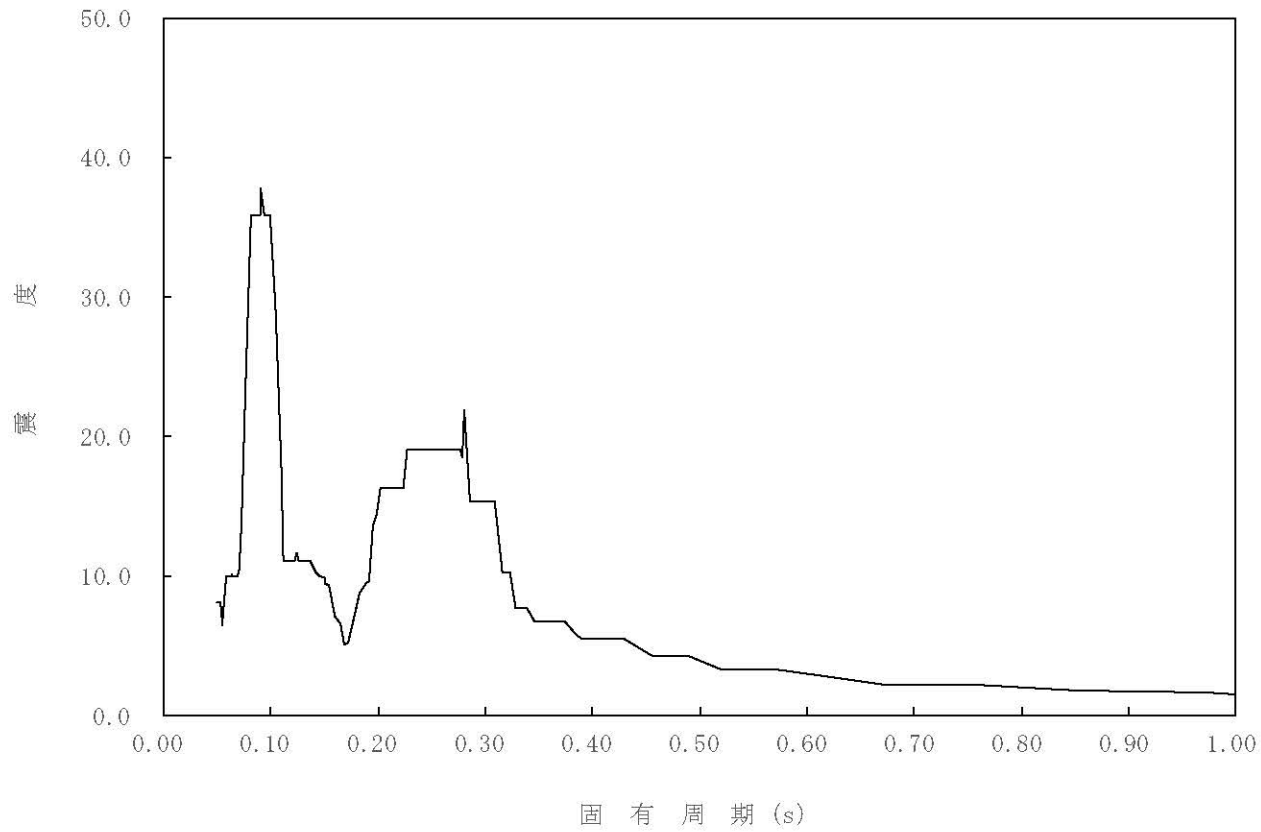
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-175

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-010】

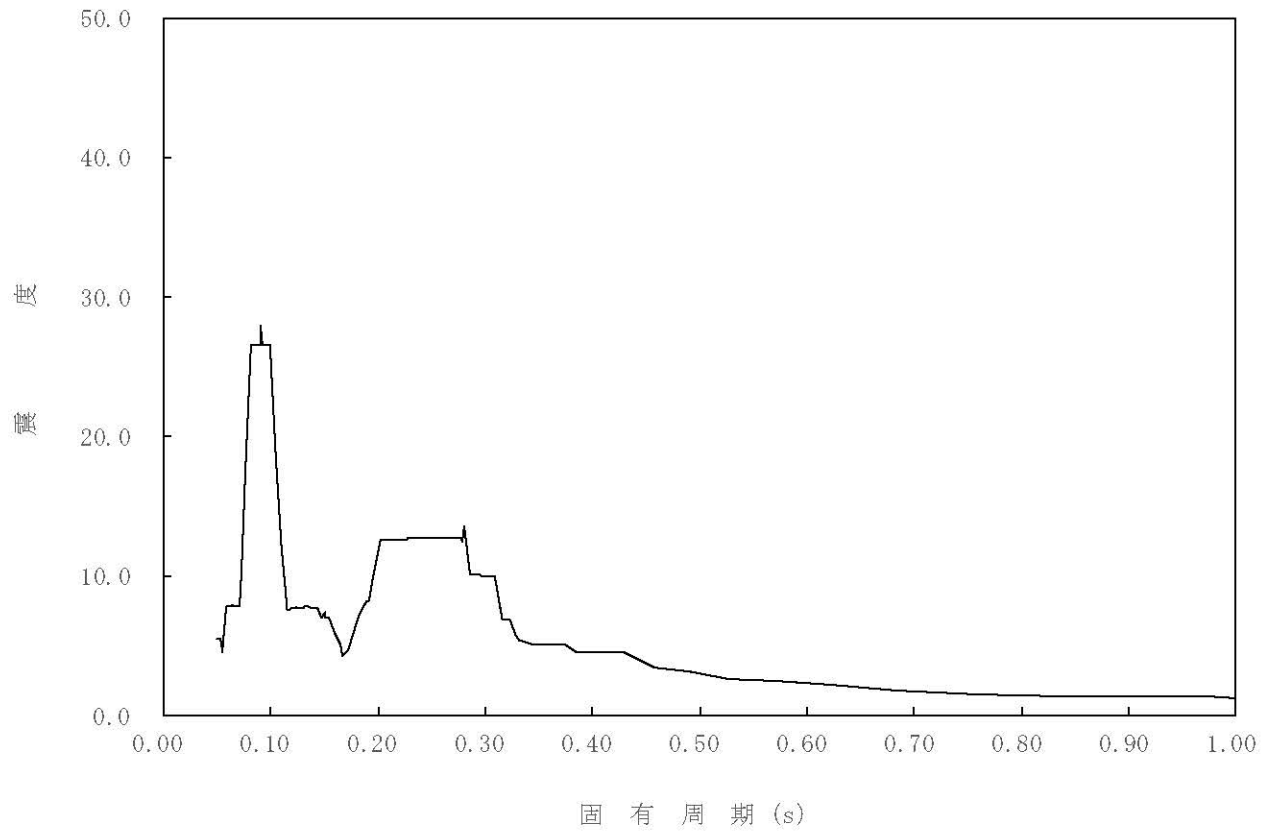
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-176

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-015】

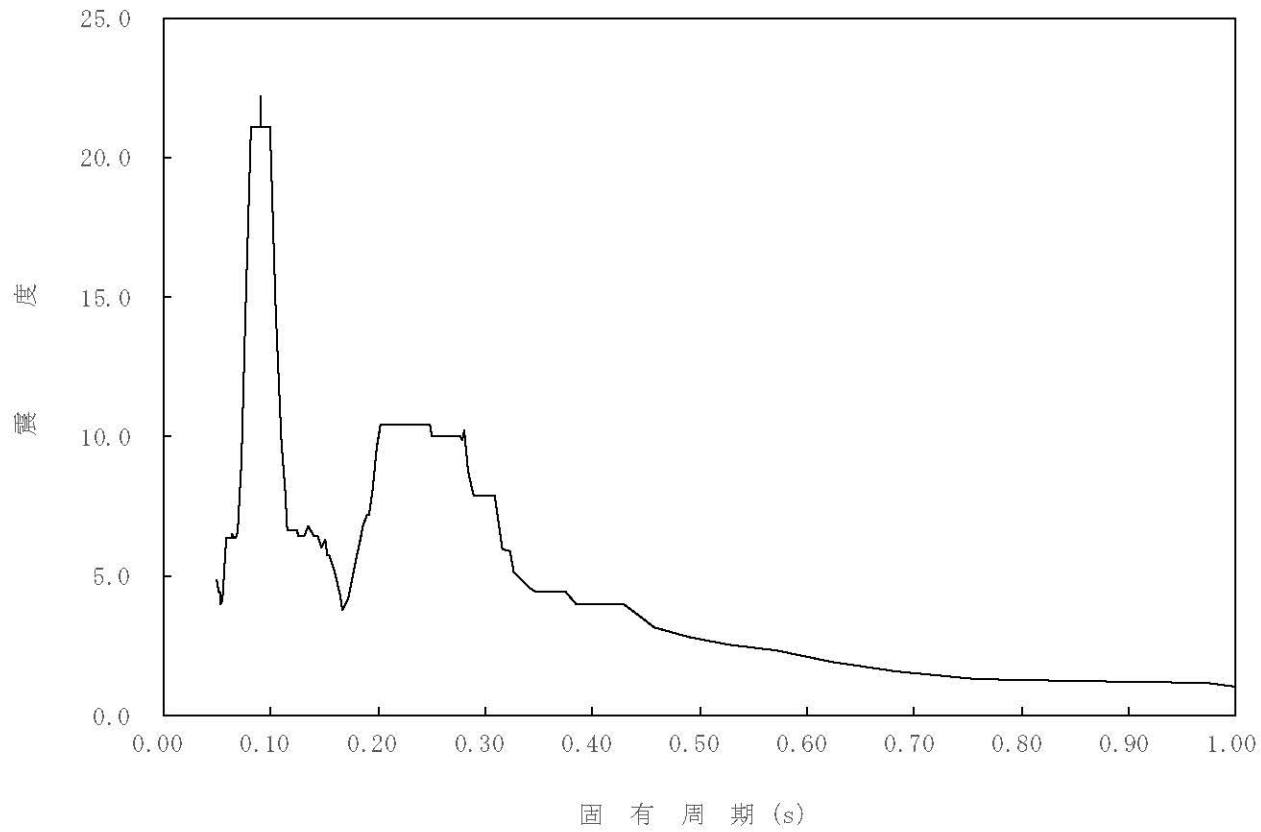
構造物名： 原子炉压力容器

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-14-177

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-020】

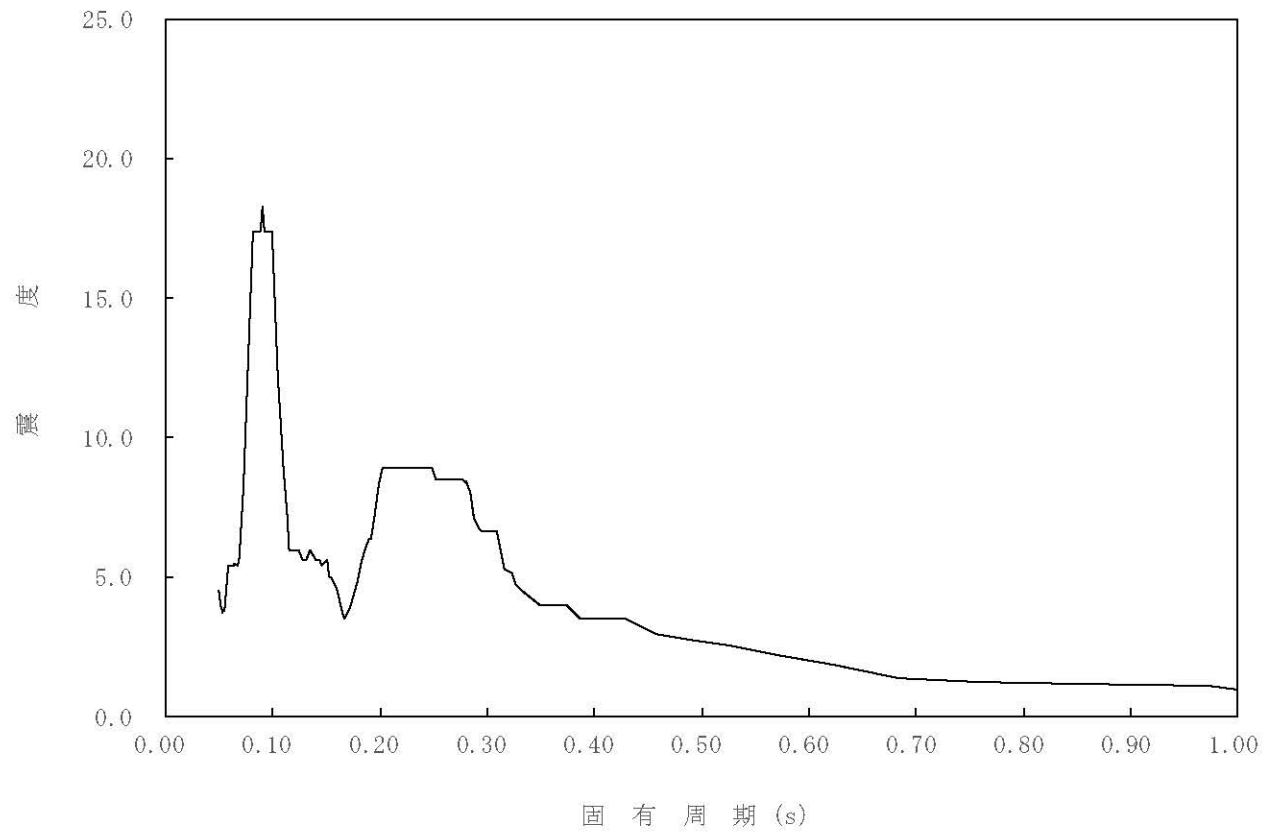
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-178

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-025】

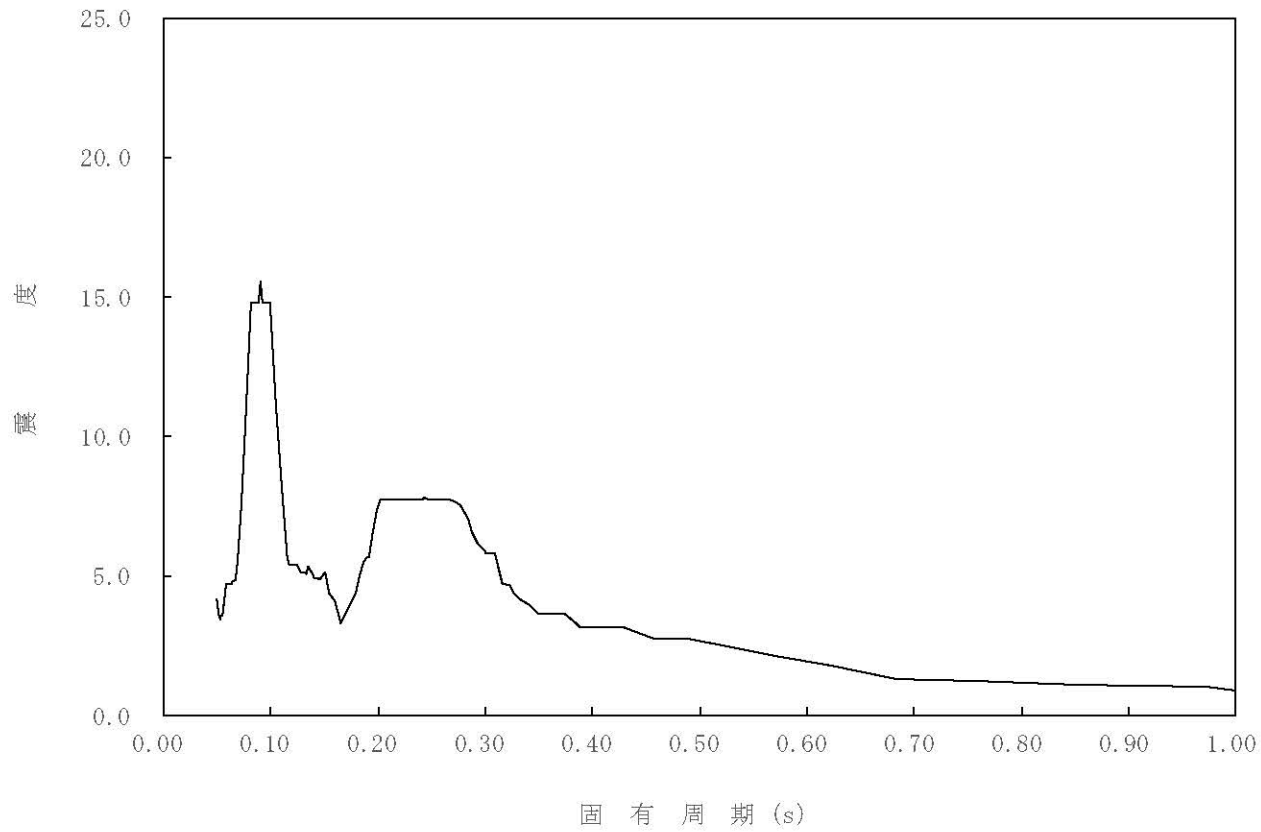
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-179

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-030】

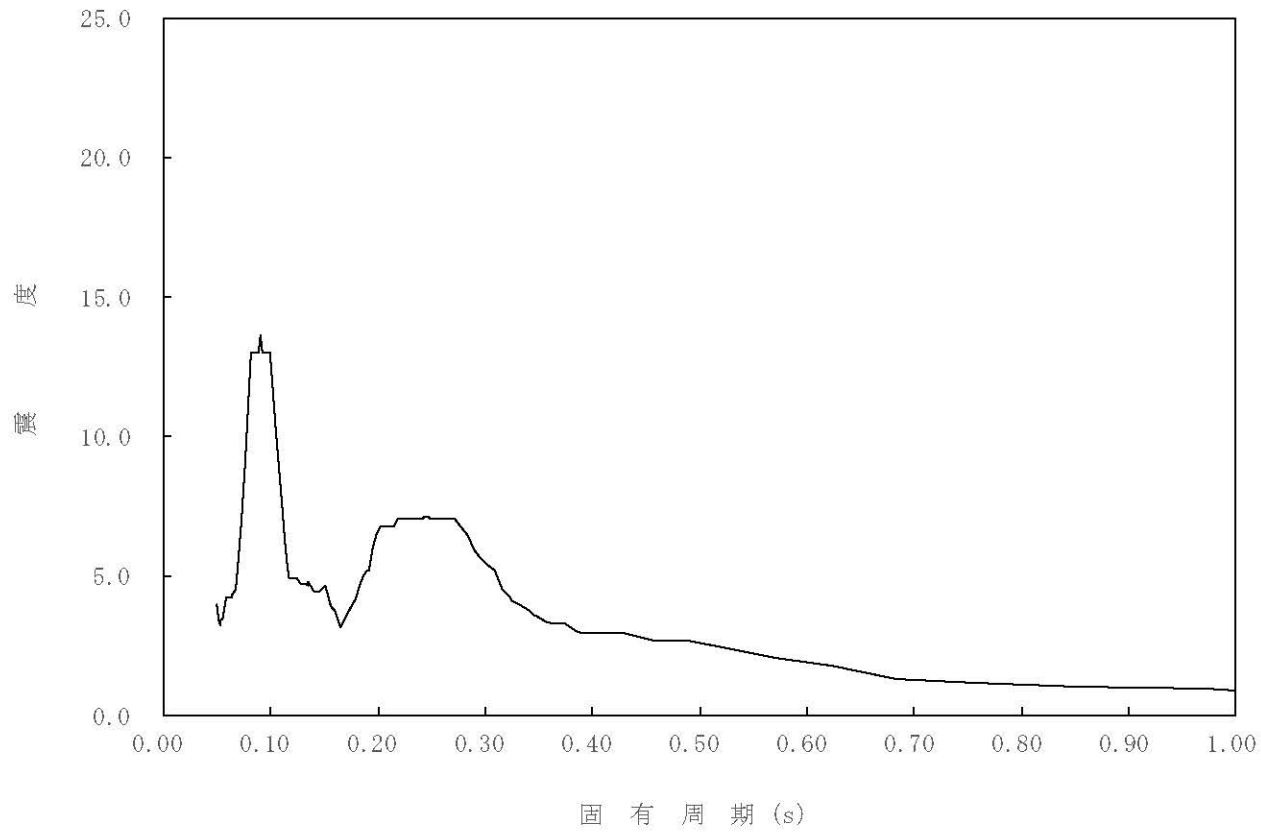
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-180

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV10-040】

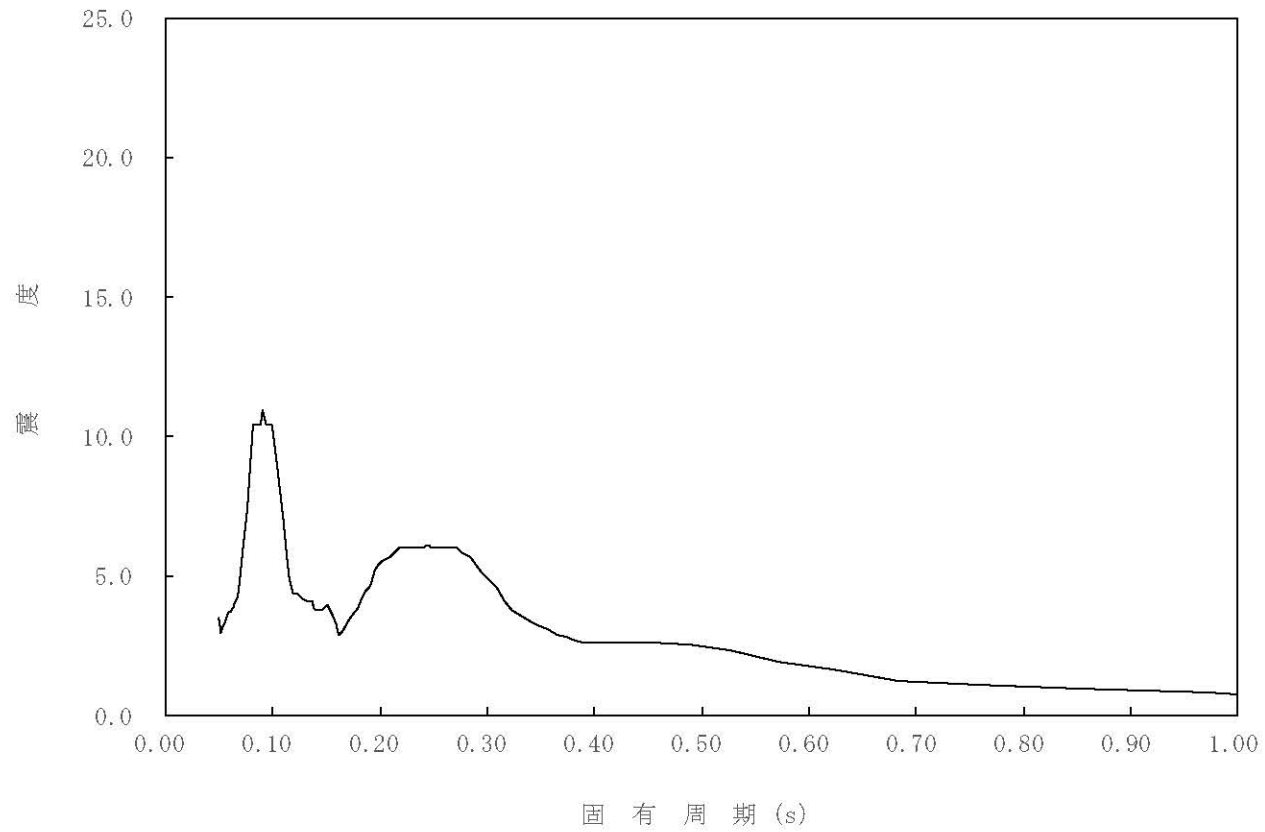
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-181

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV10-050】

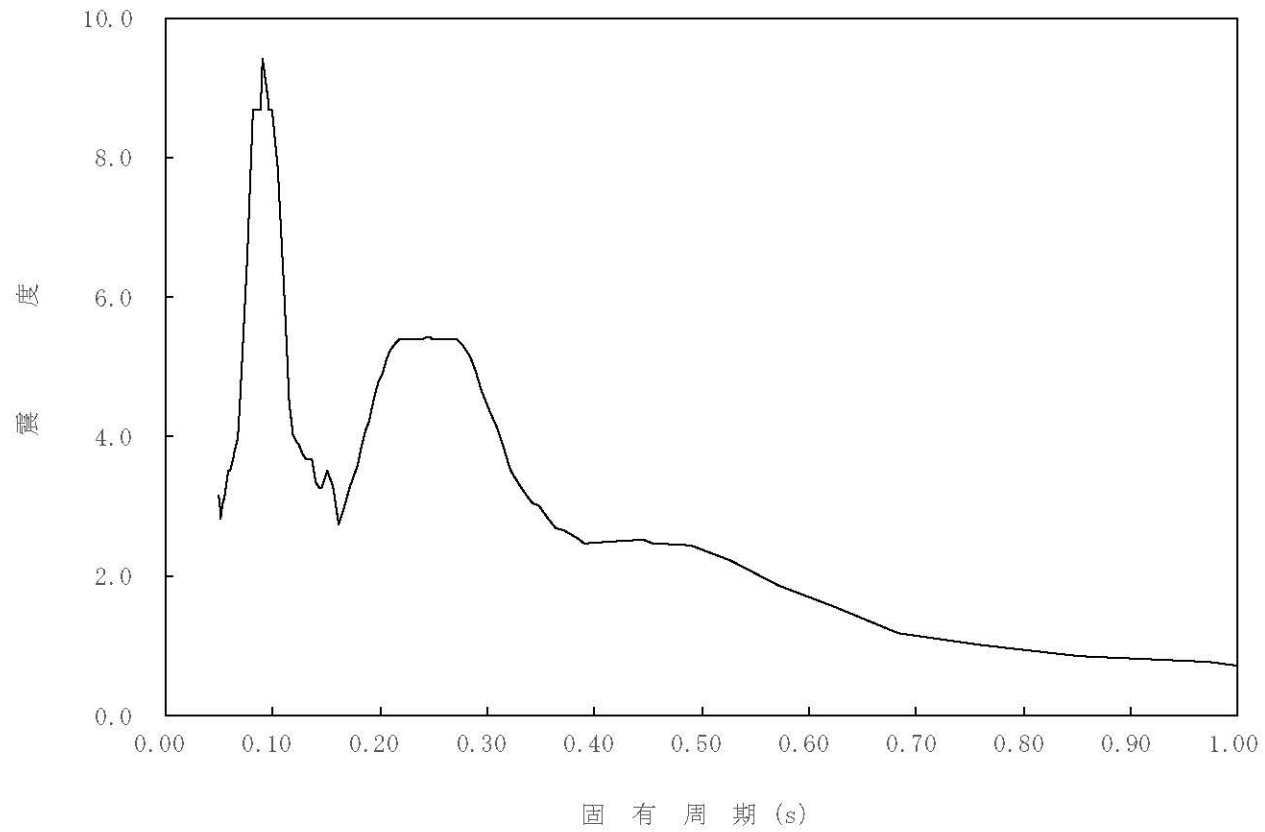
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-182

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-005】

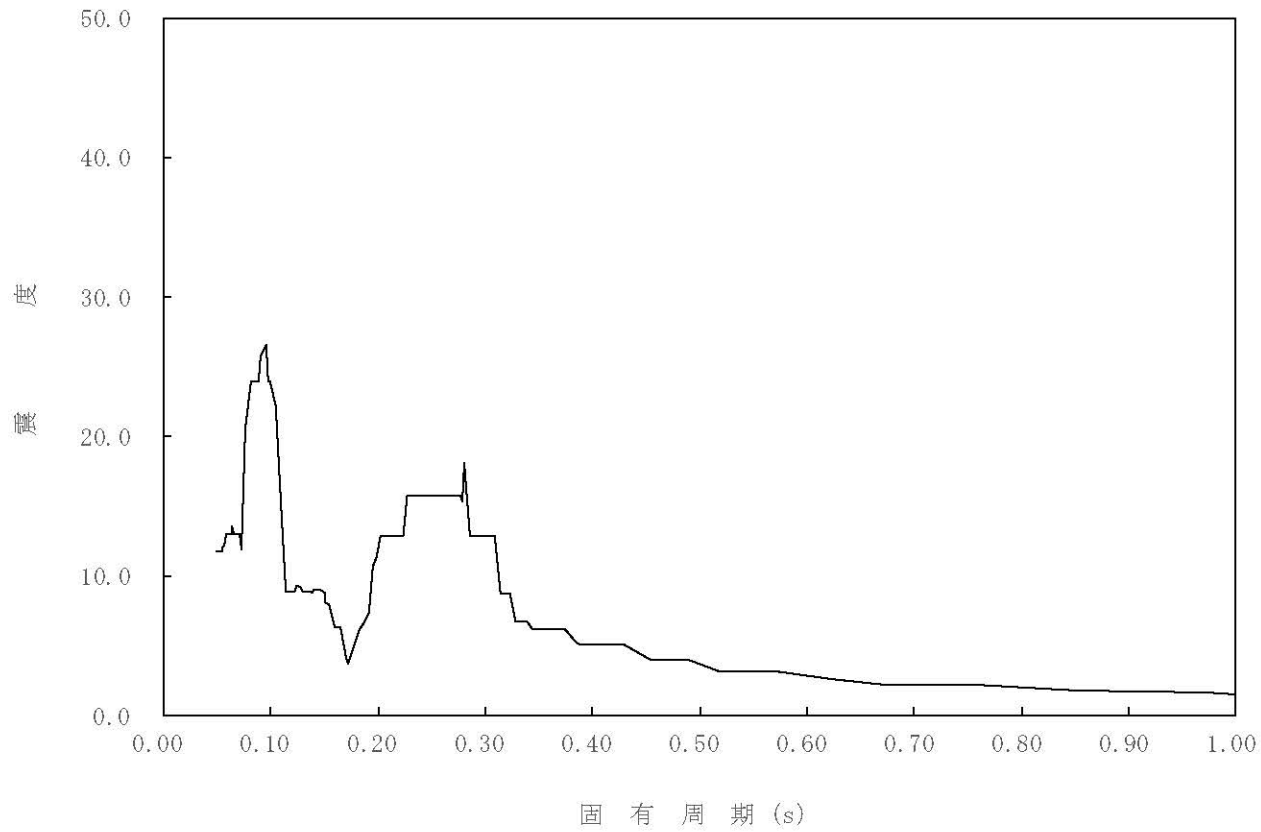
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-183

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-010】

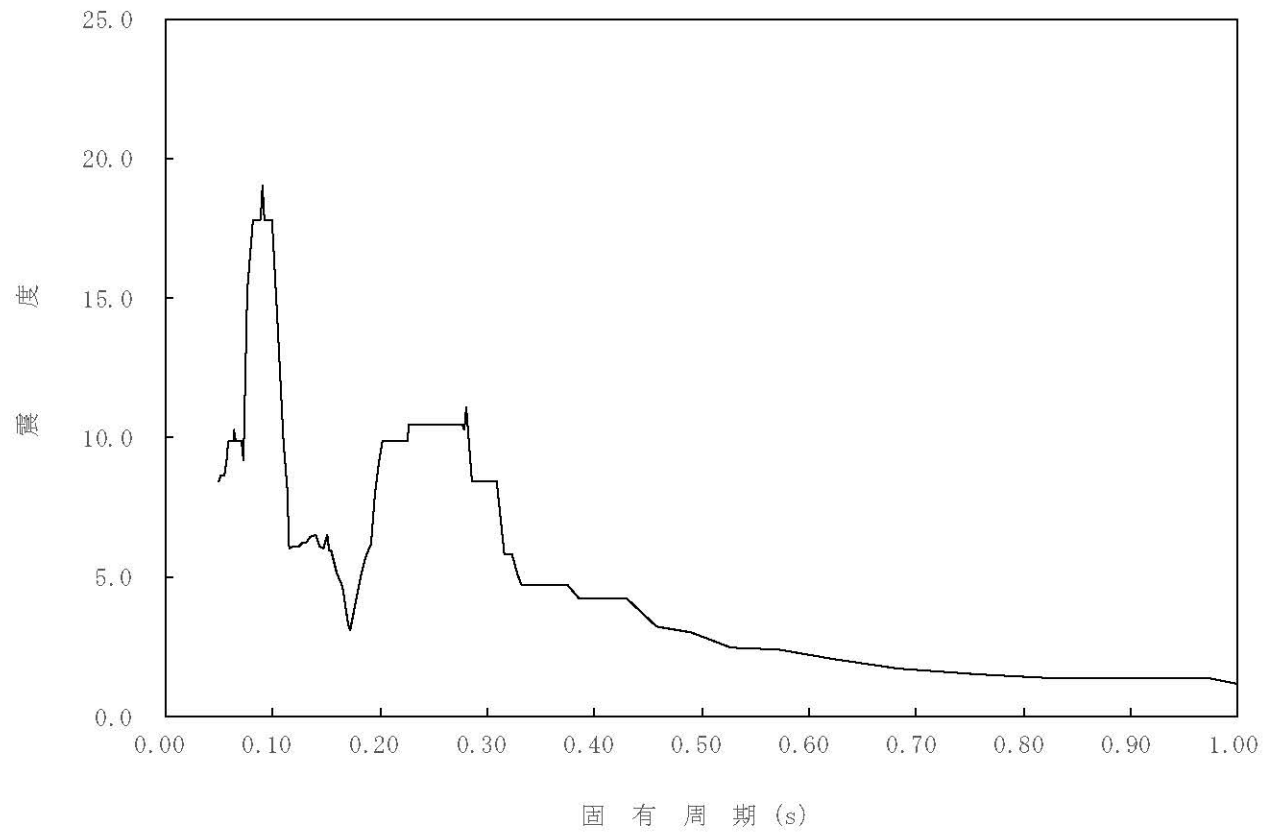
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-184

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-015】

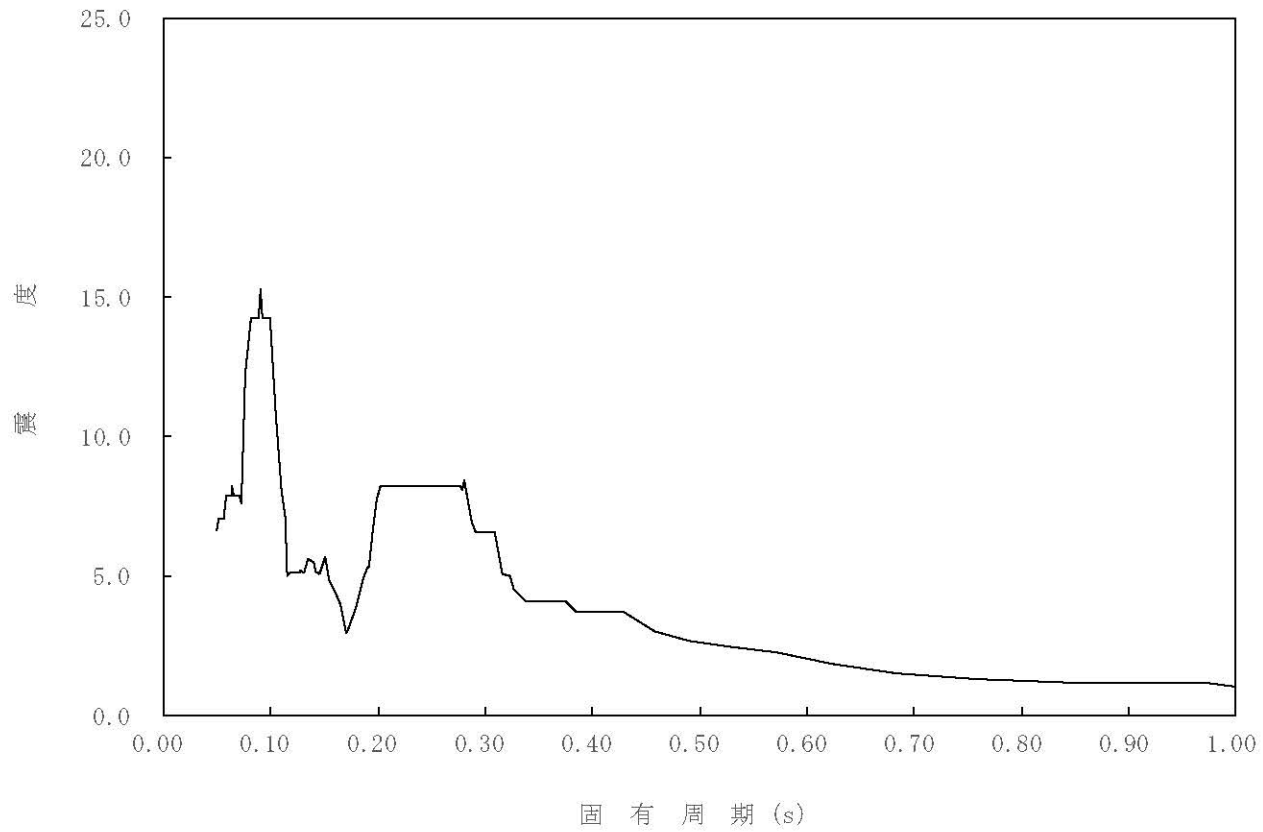
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-185

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-020】

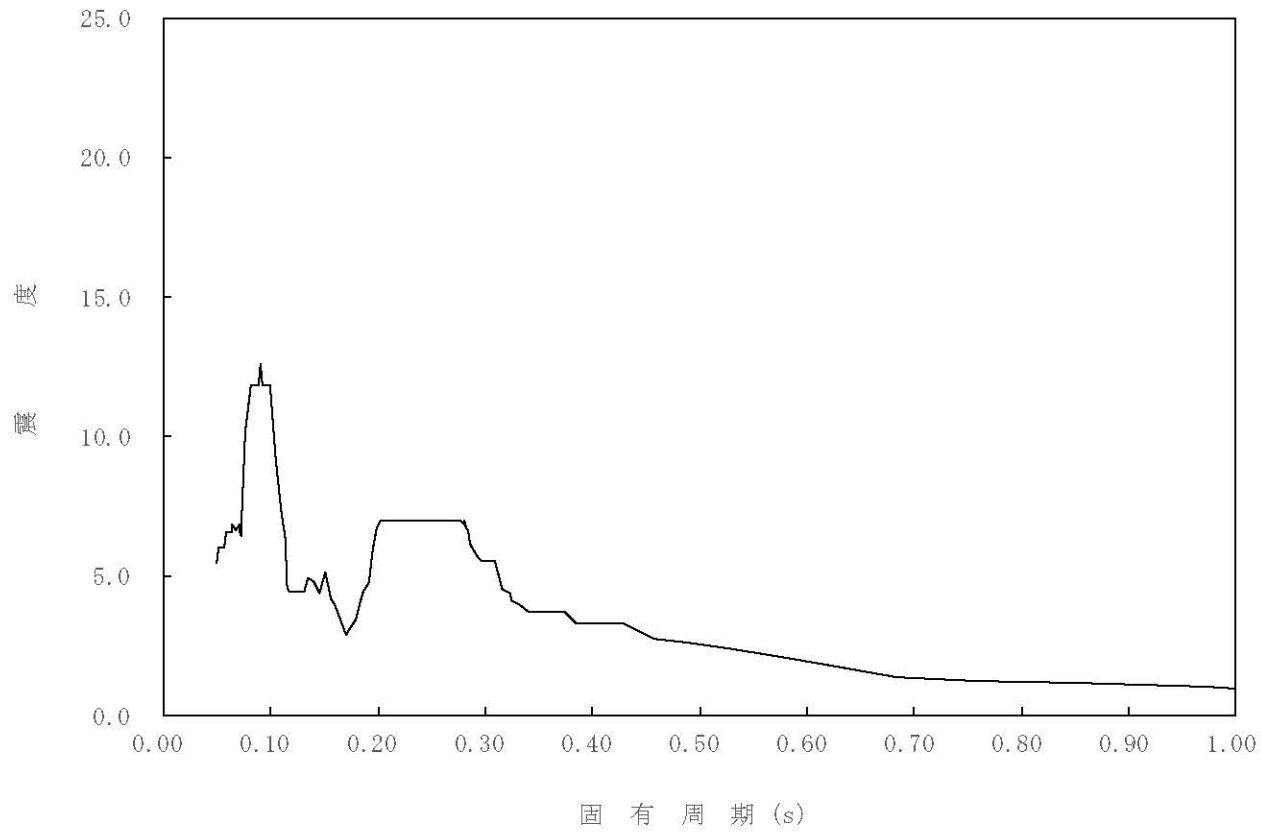
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-186

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-025】

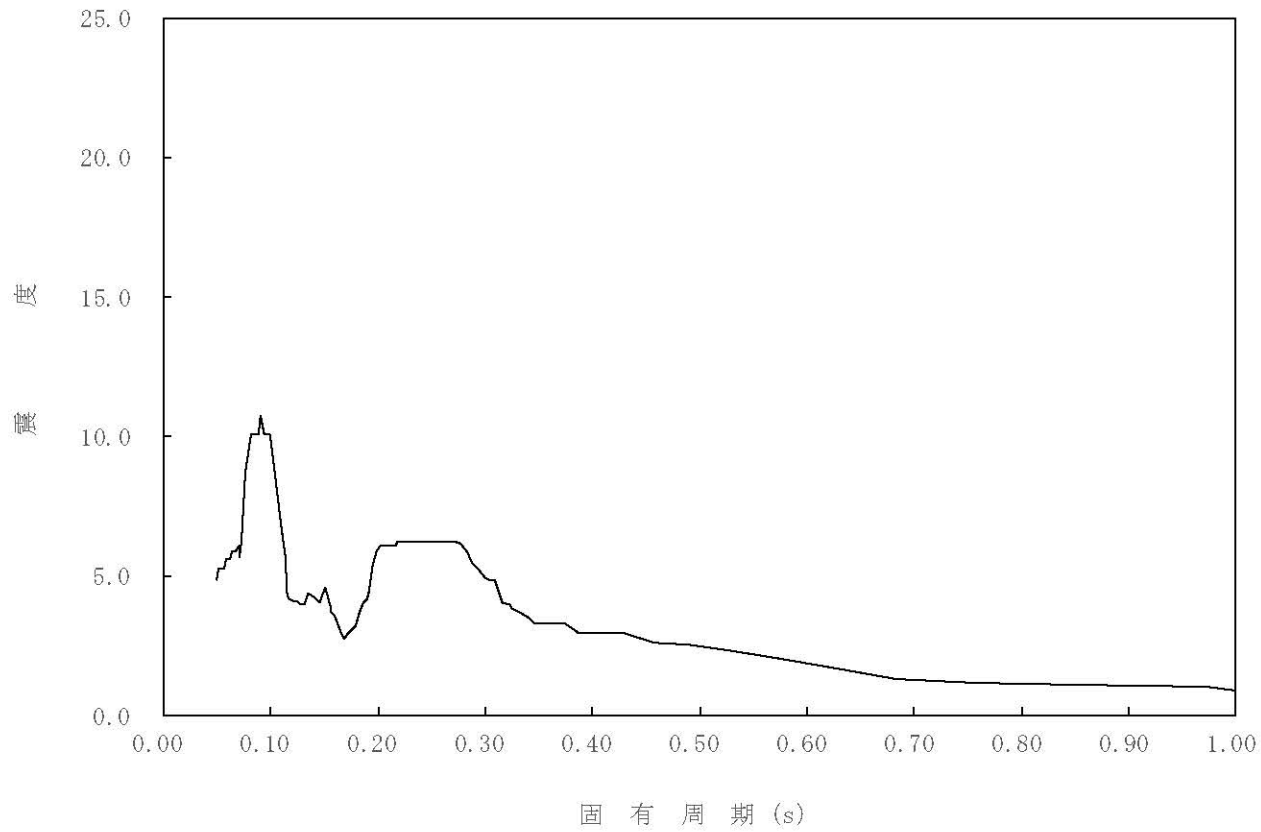
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-187

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-030】

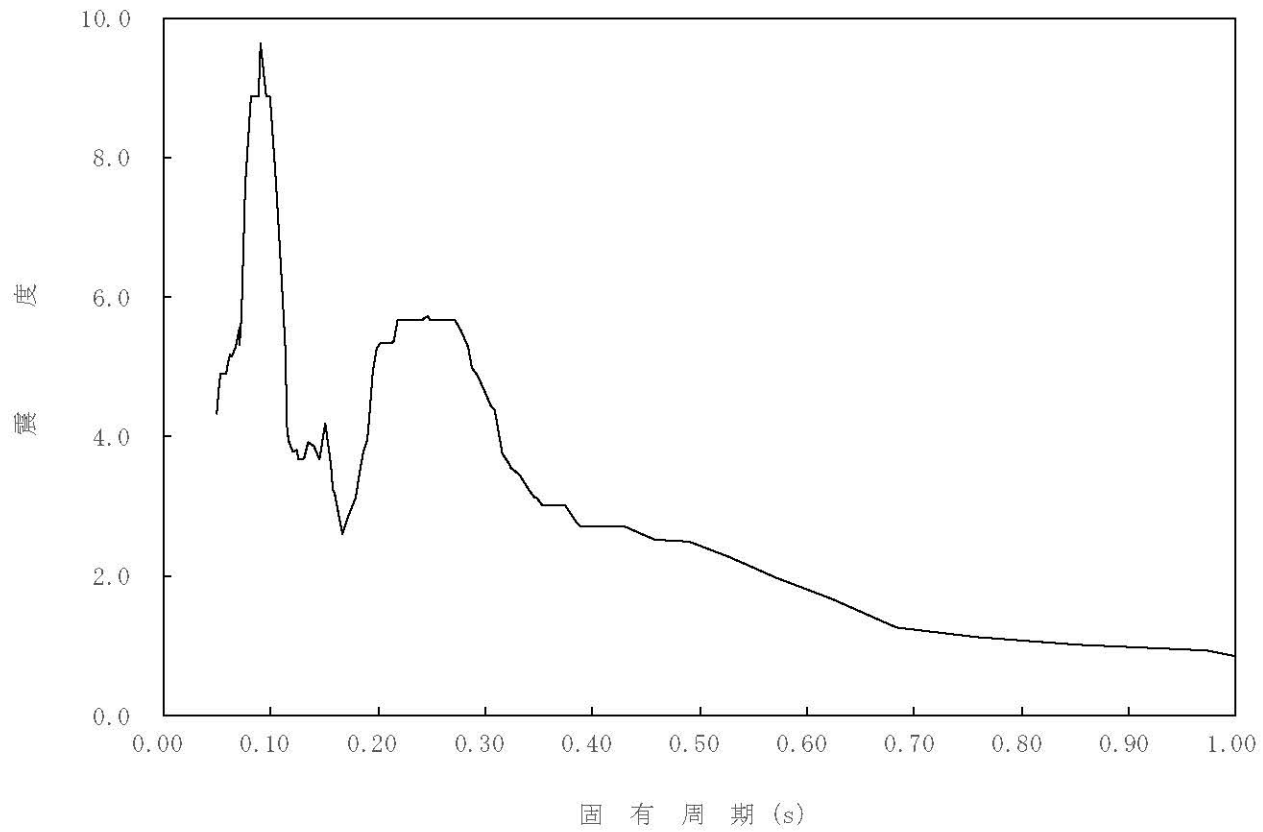
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-188

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV9-040】

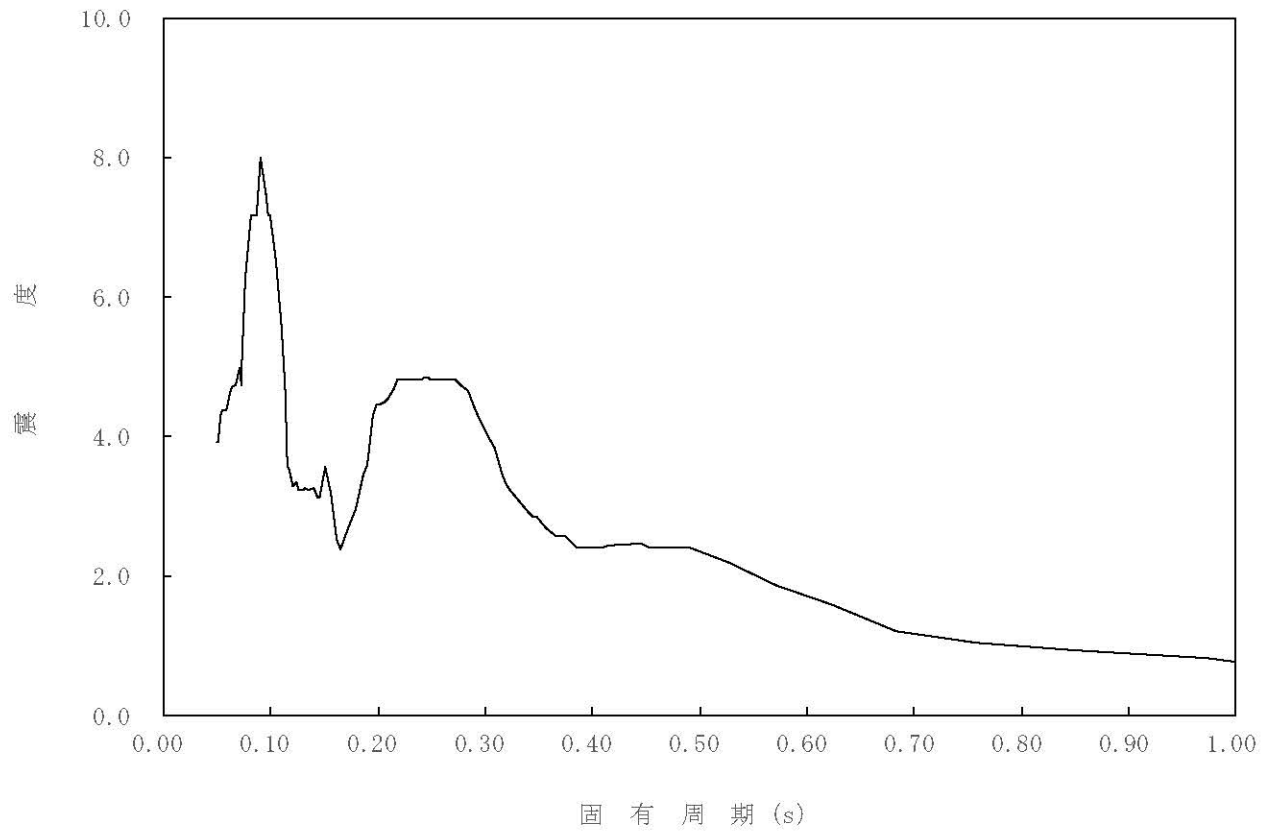
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-189

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV9-050】

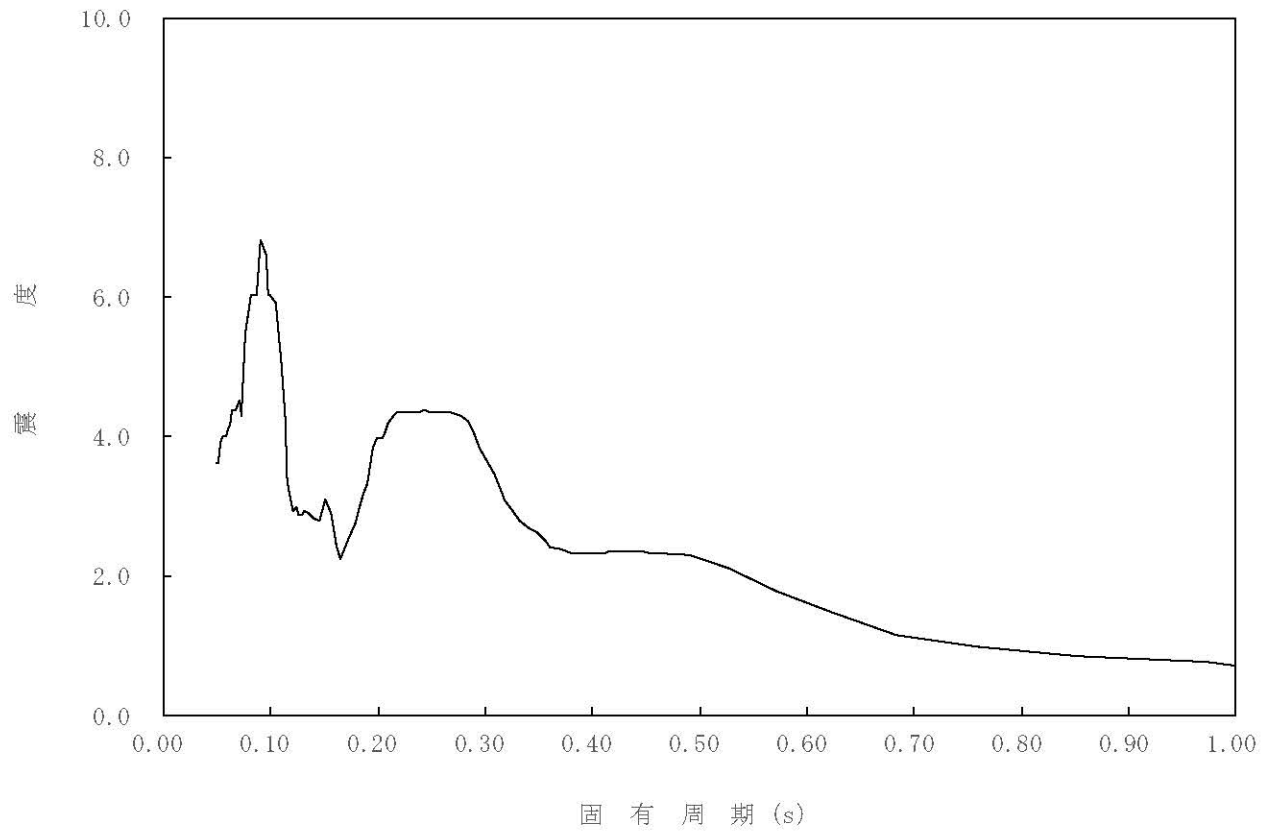
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-190

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-005】

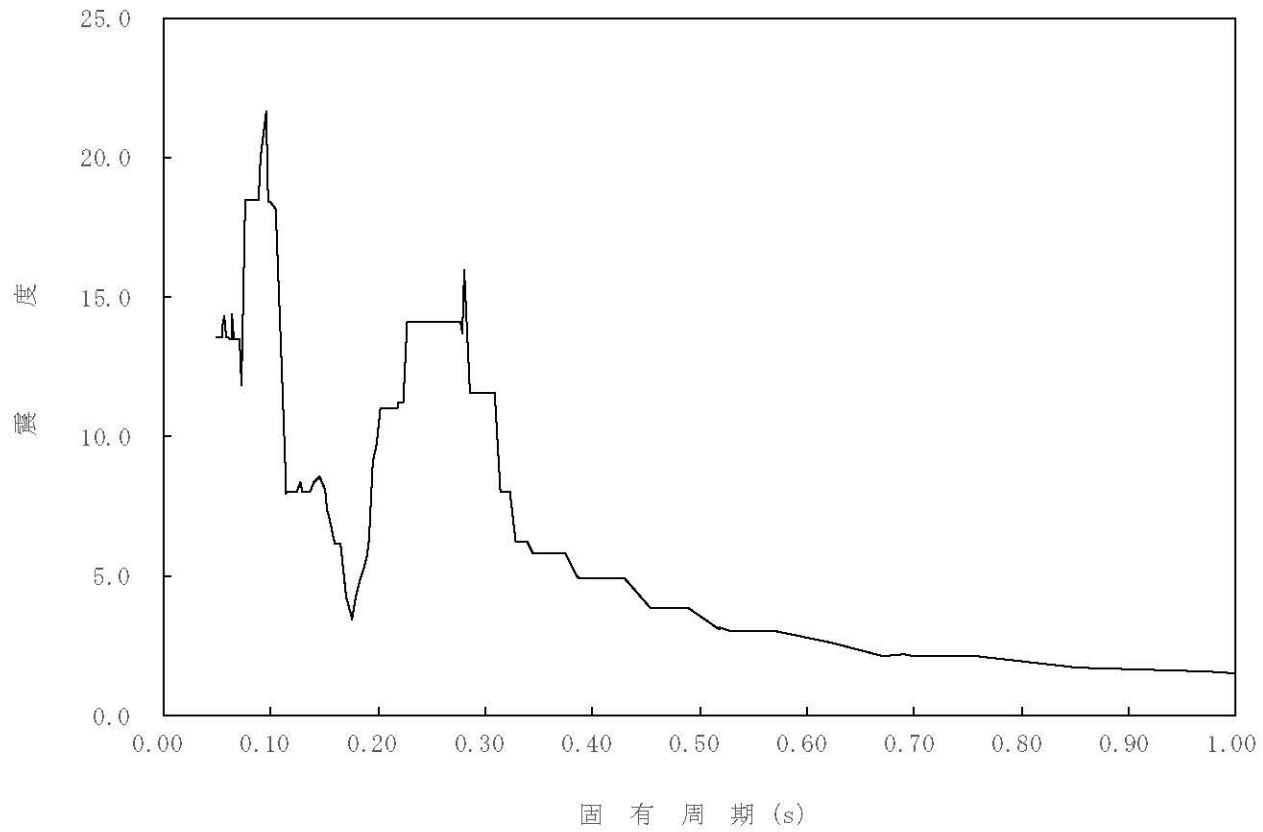
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-191

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-010】

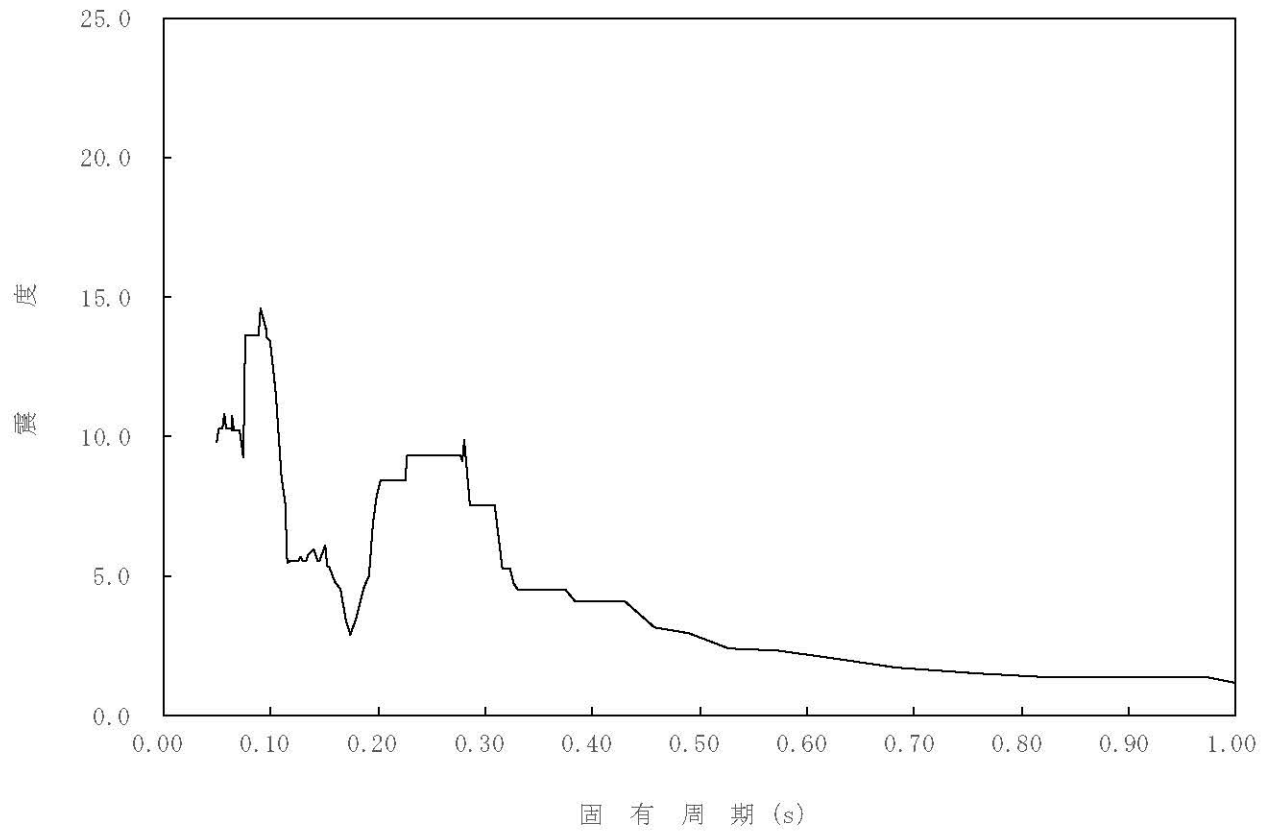
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-192

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-015】

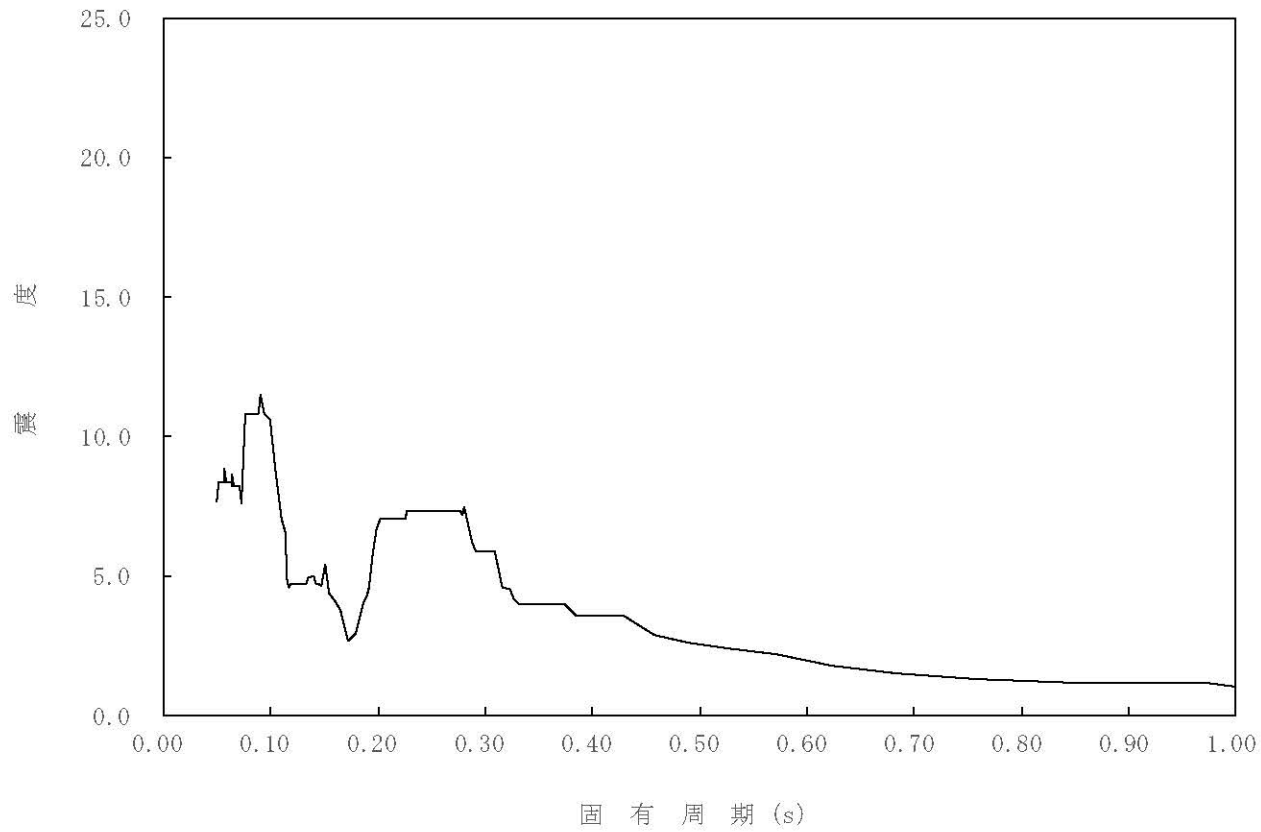
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-193

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-020】

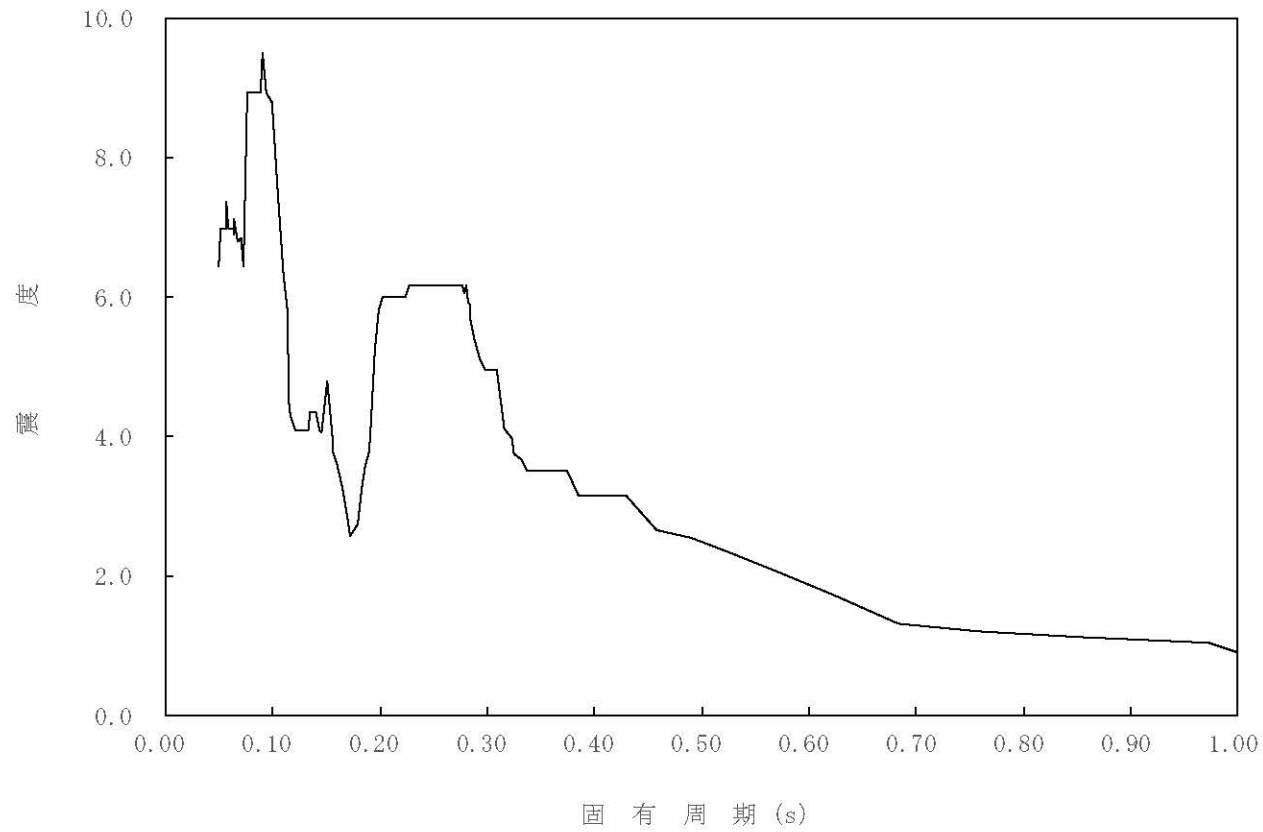
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-194

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-025】

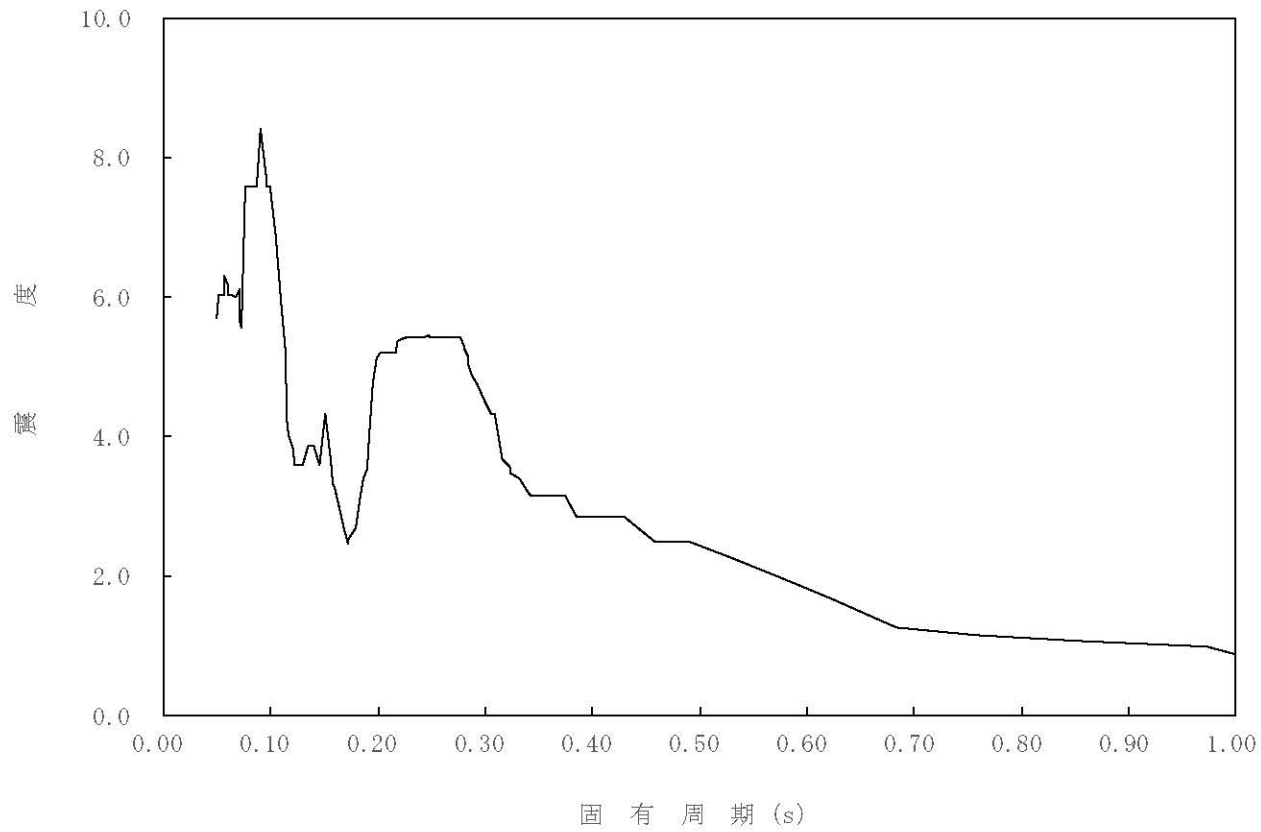
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-195

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-030】

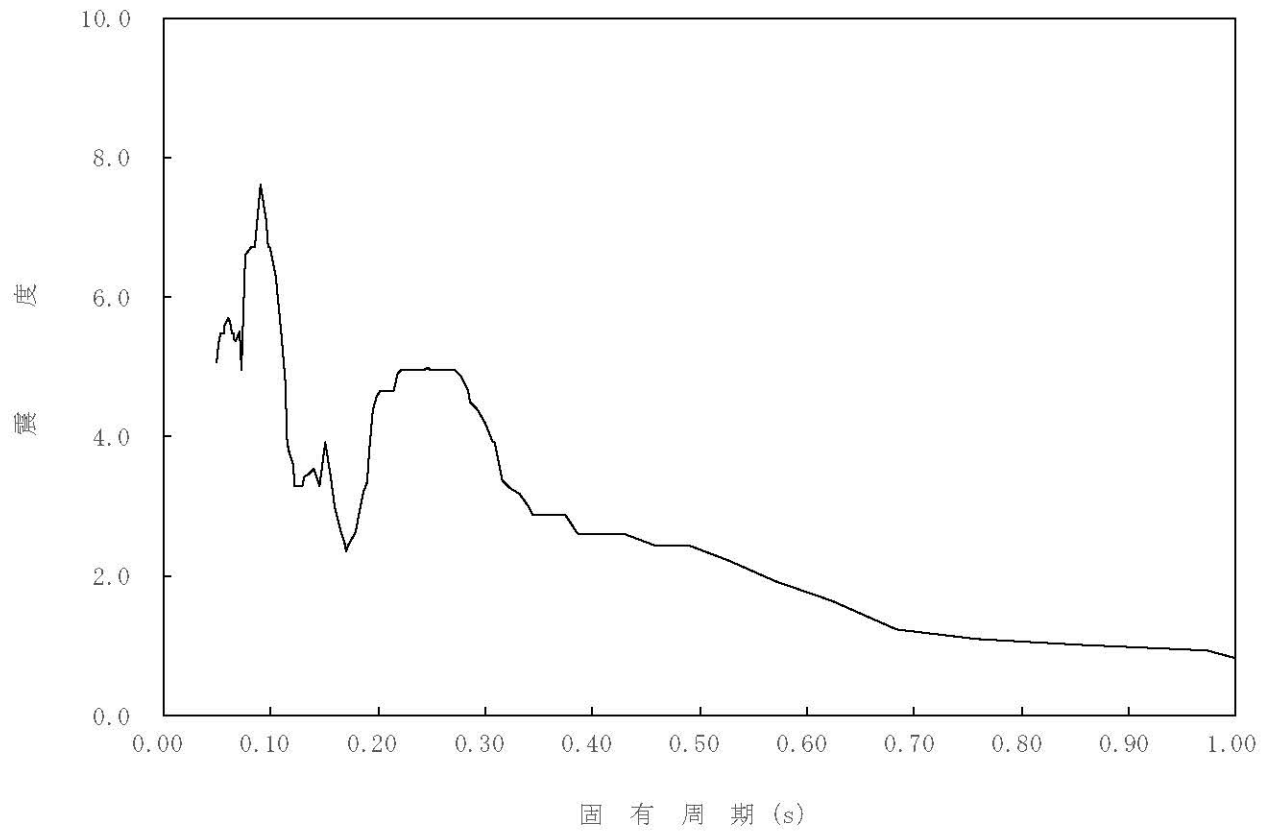
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-196

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-RPV8-040】

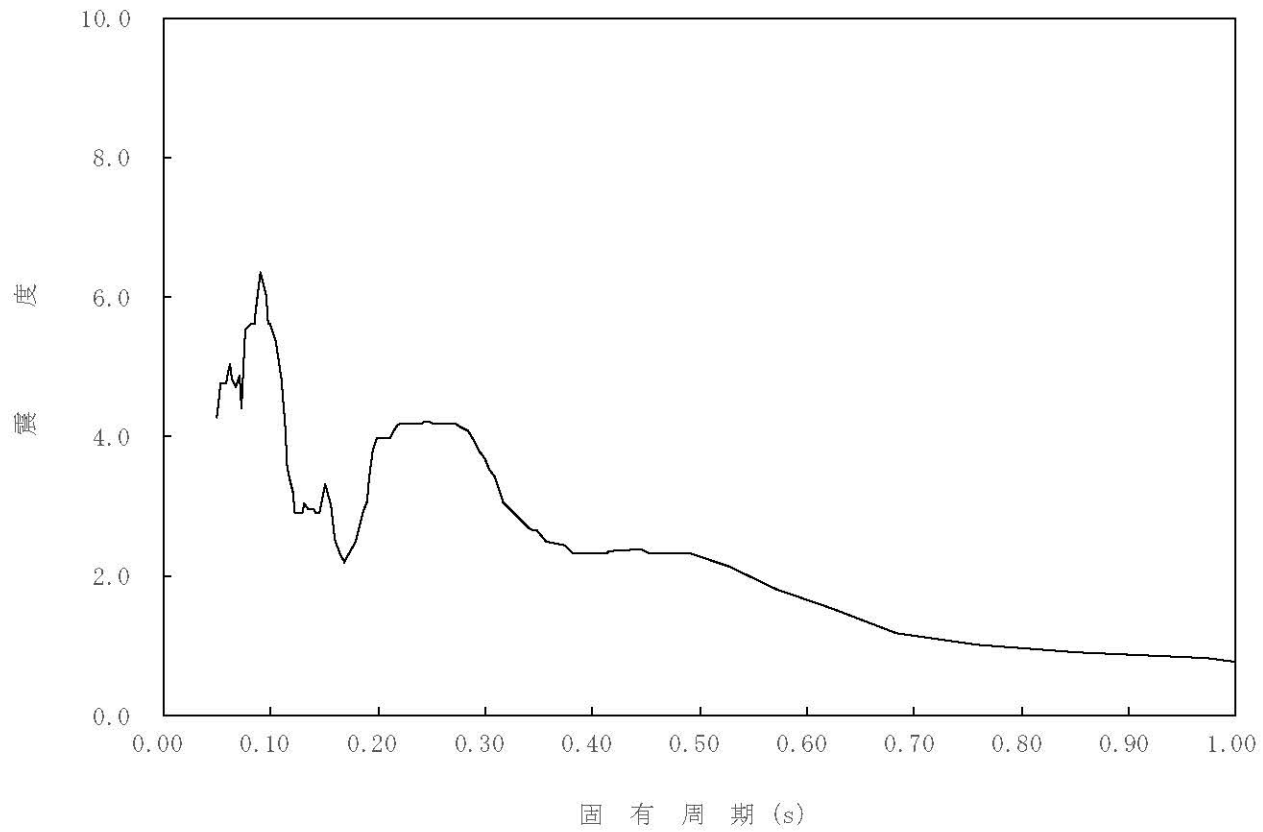
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-197

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-RPV8-050】

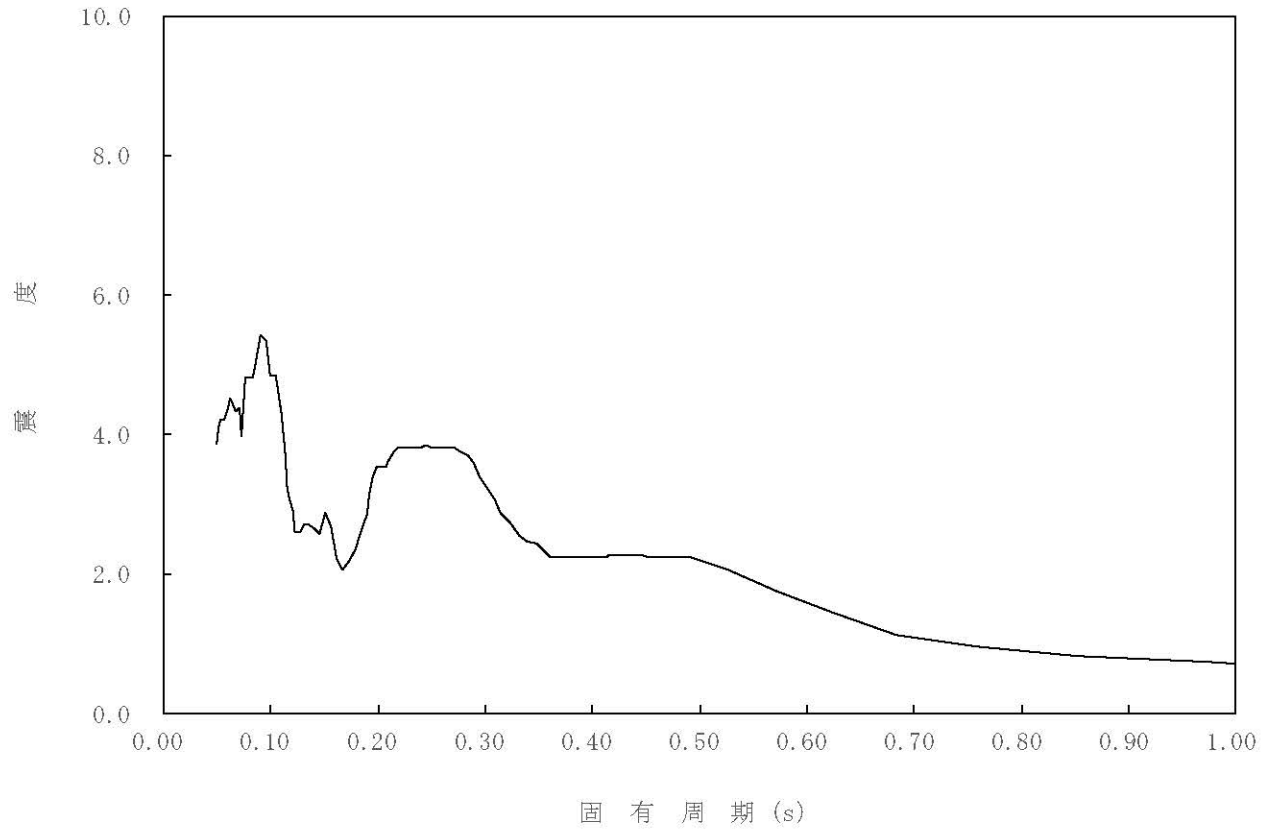
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-198

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-005】

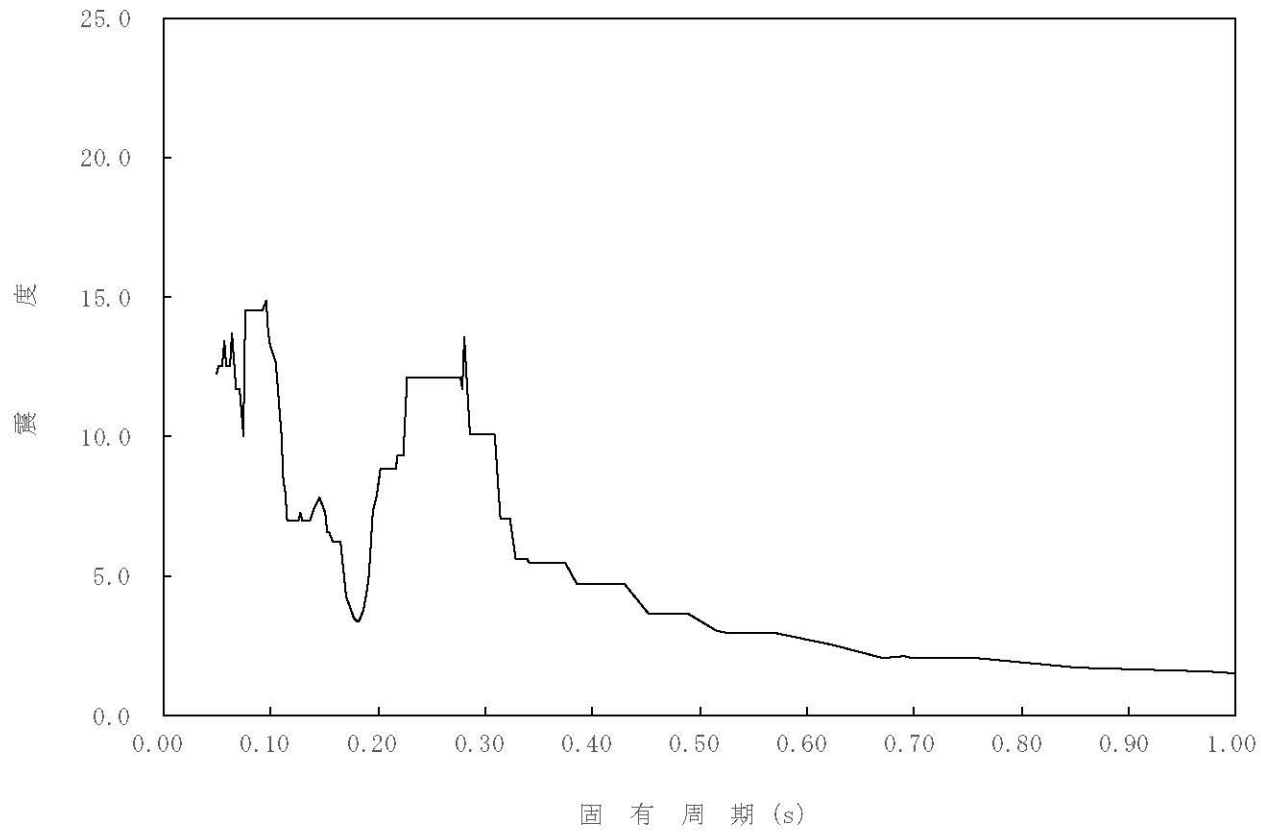
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-199

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-010】

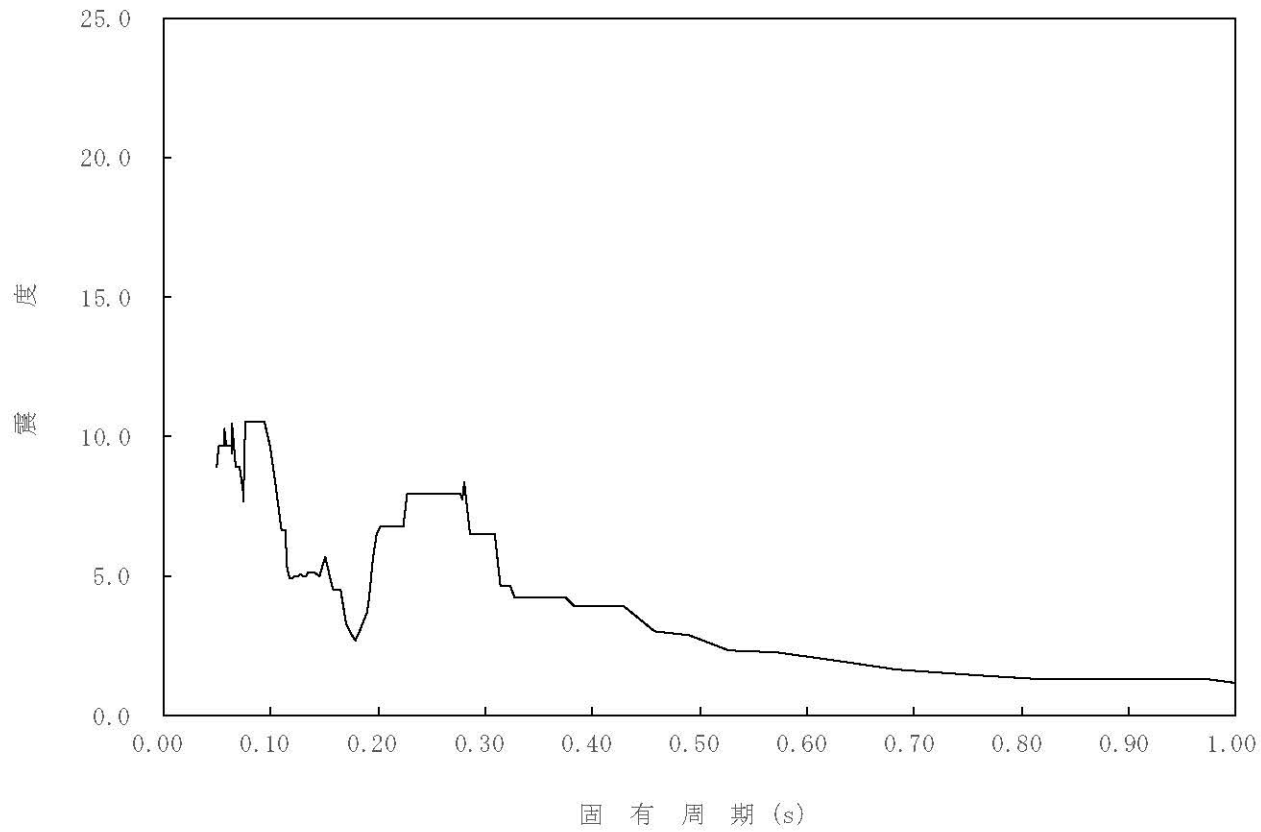
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-200

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-015】

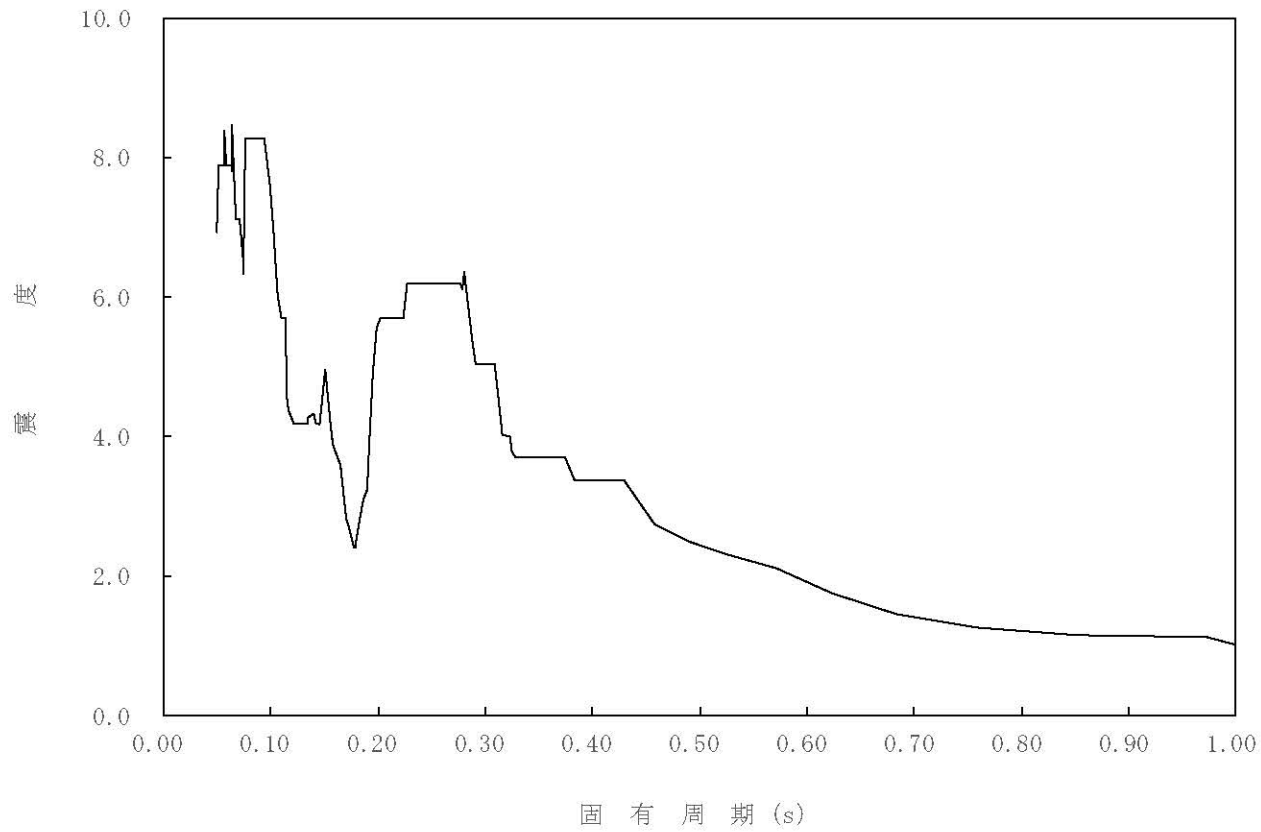
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-201

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-020】

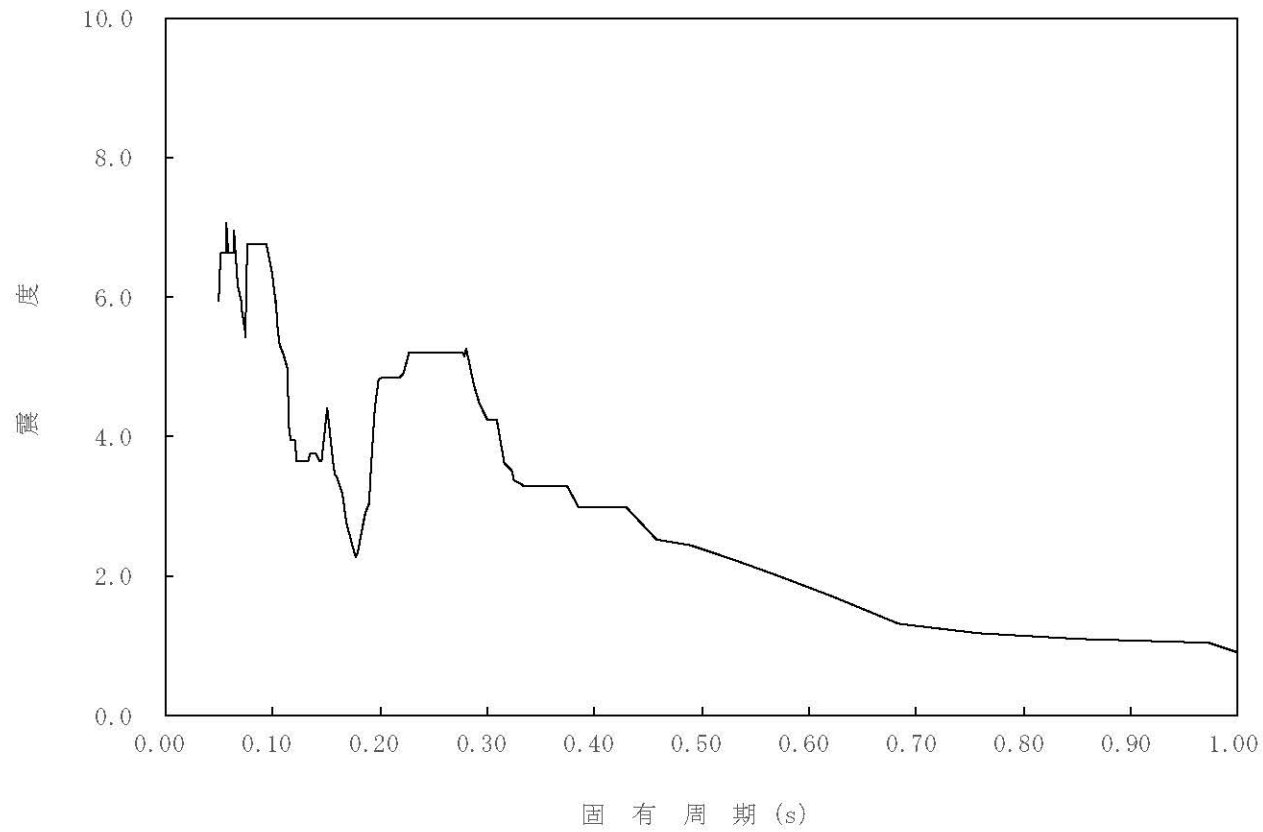
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-202

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-025】

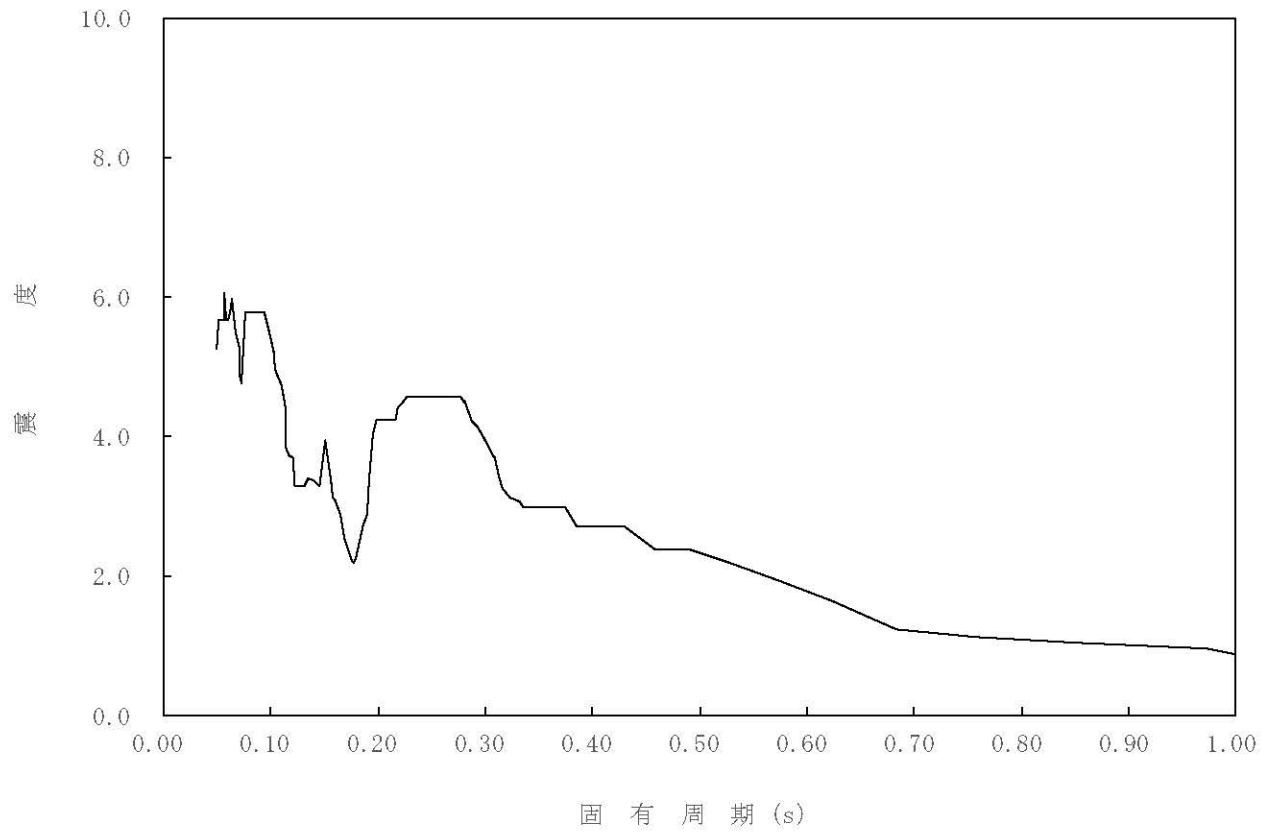
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-203

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-030】

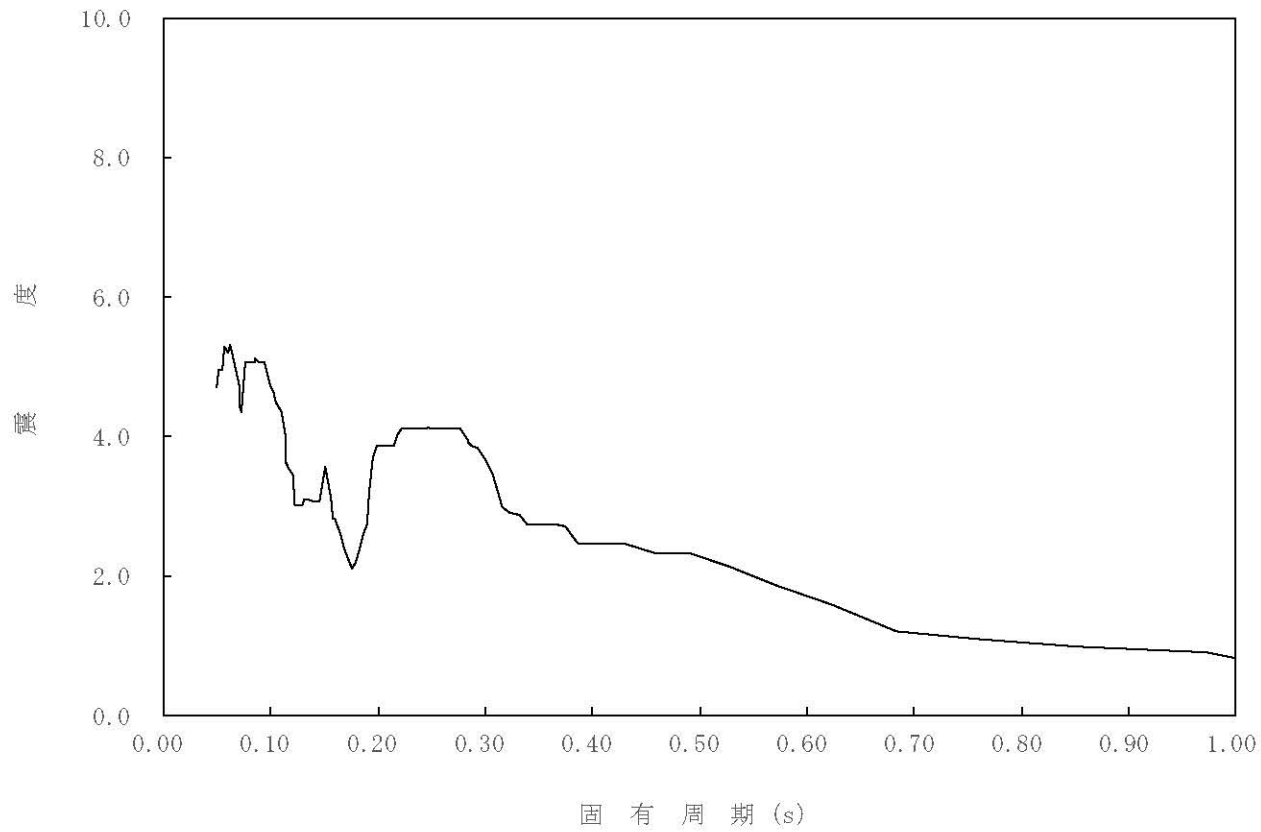
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-204

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-PED7-040】

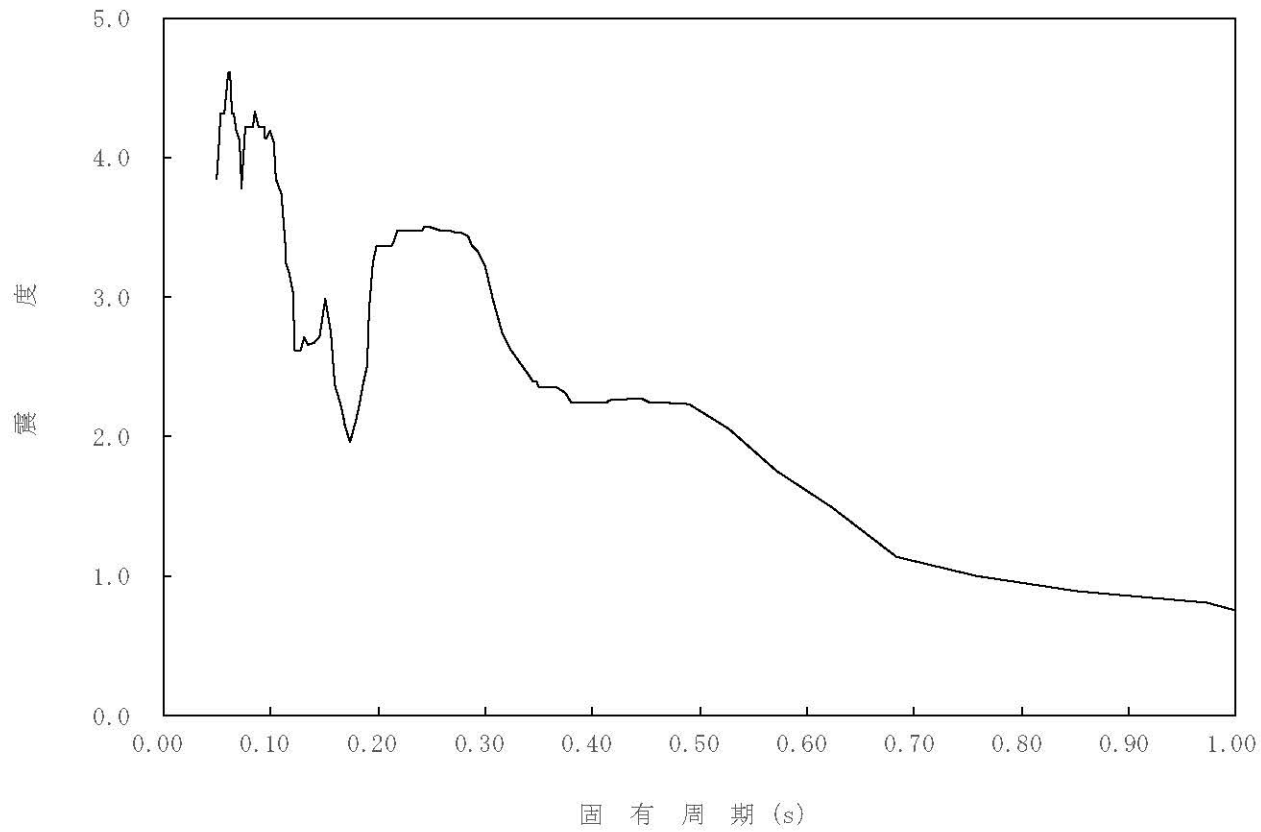
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-205

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED7-050】

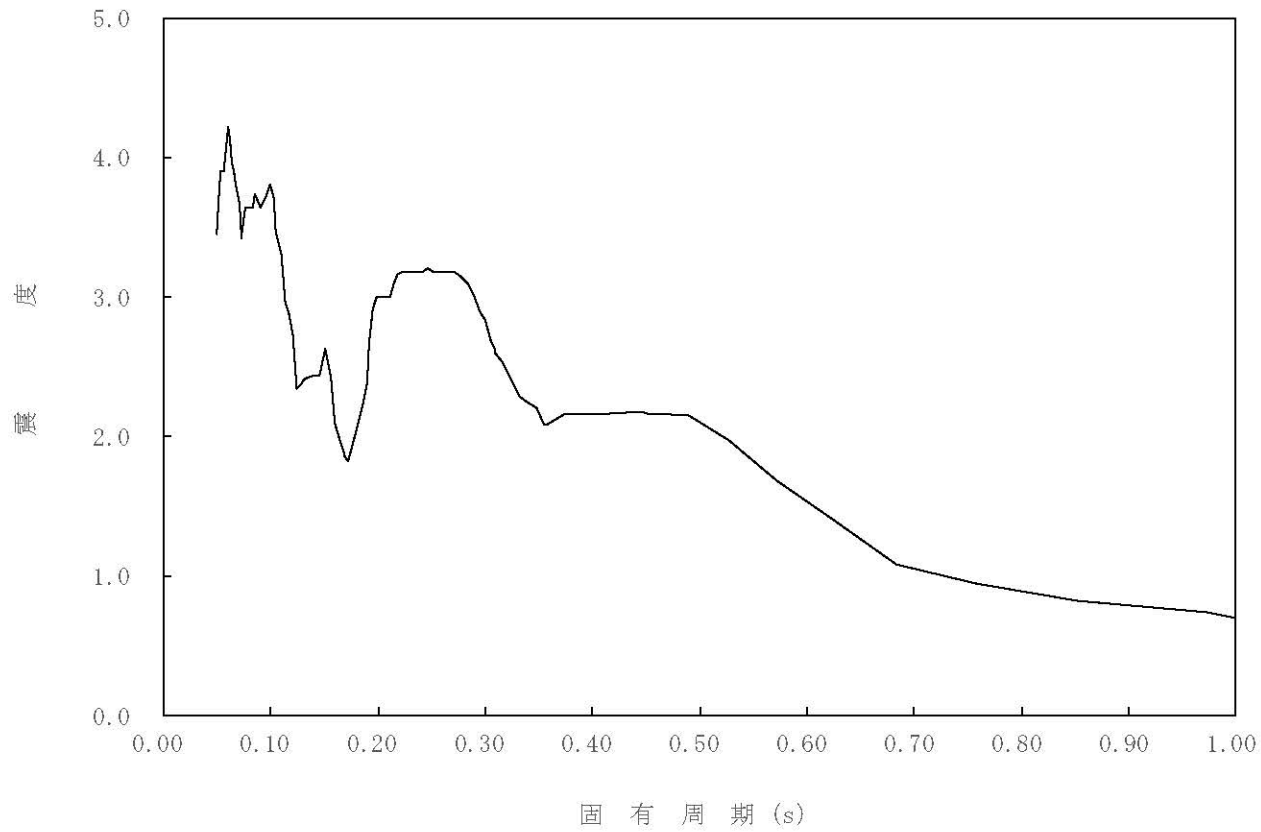
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-206

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-005】

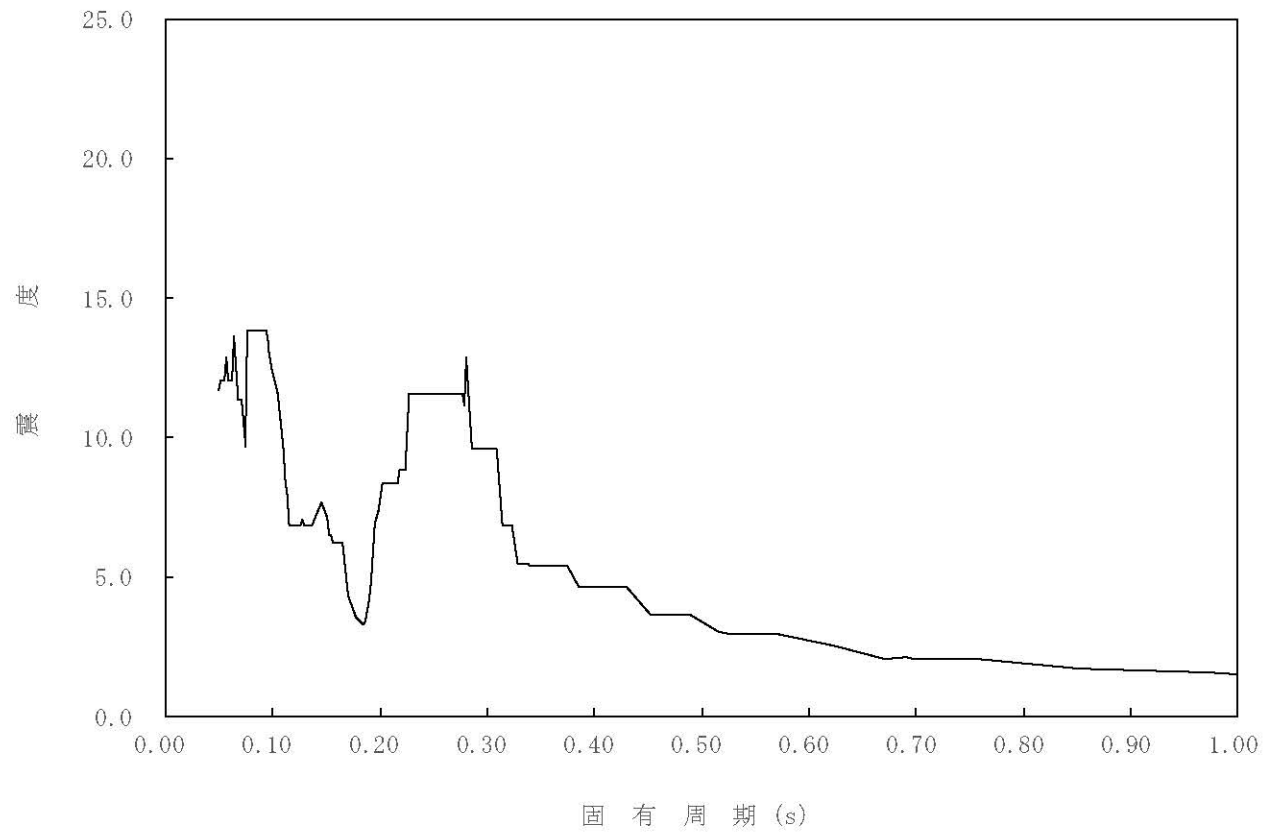
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-207

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-010】

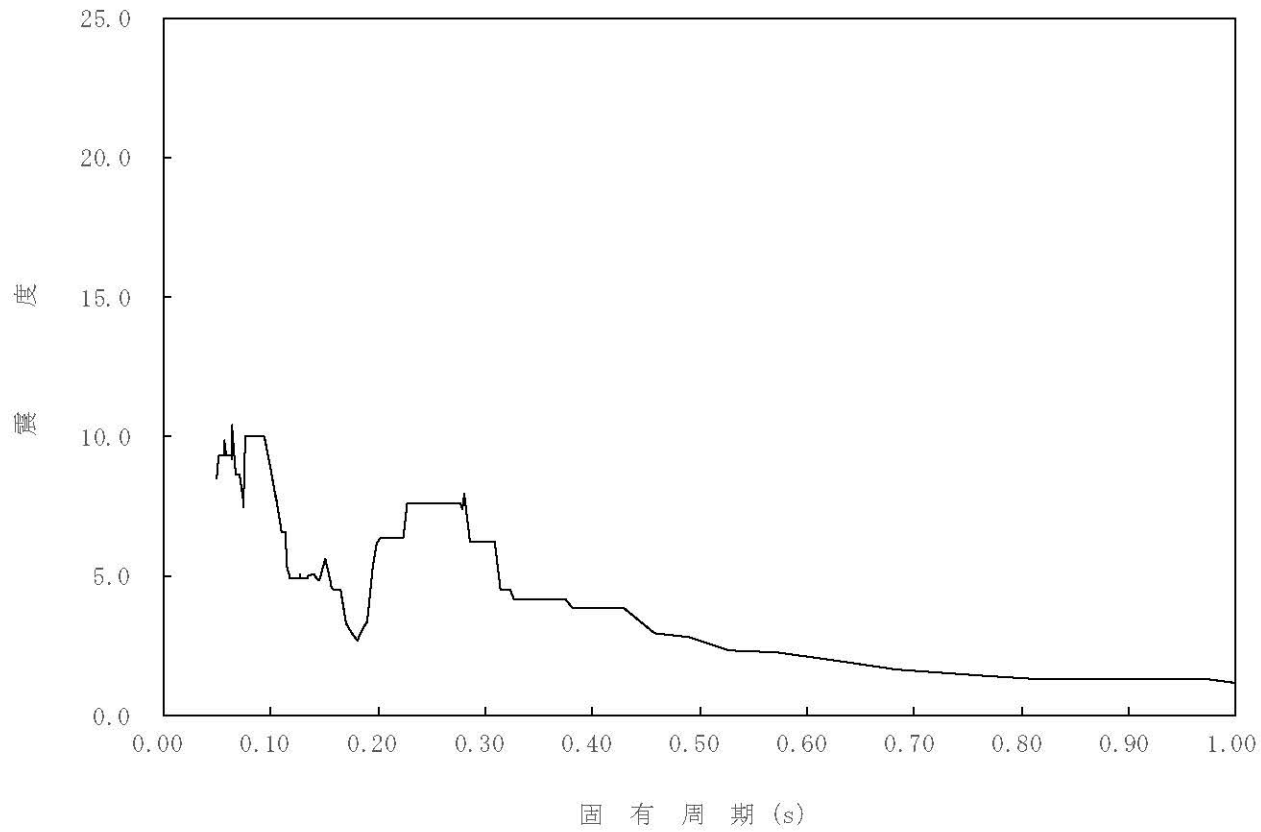
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-208

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-015】

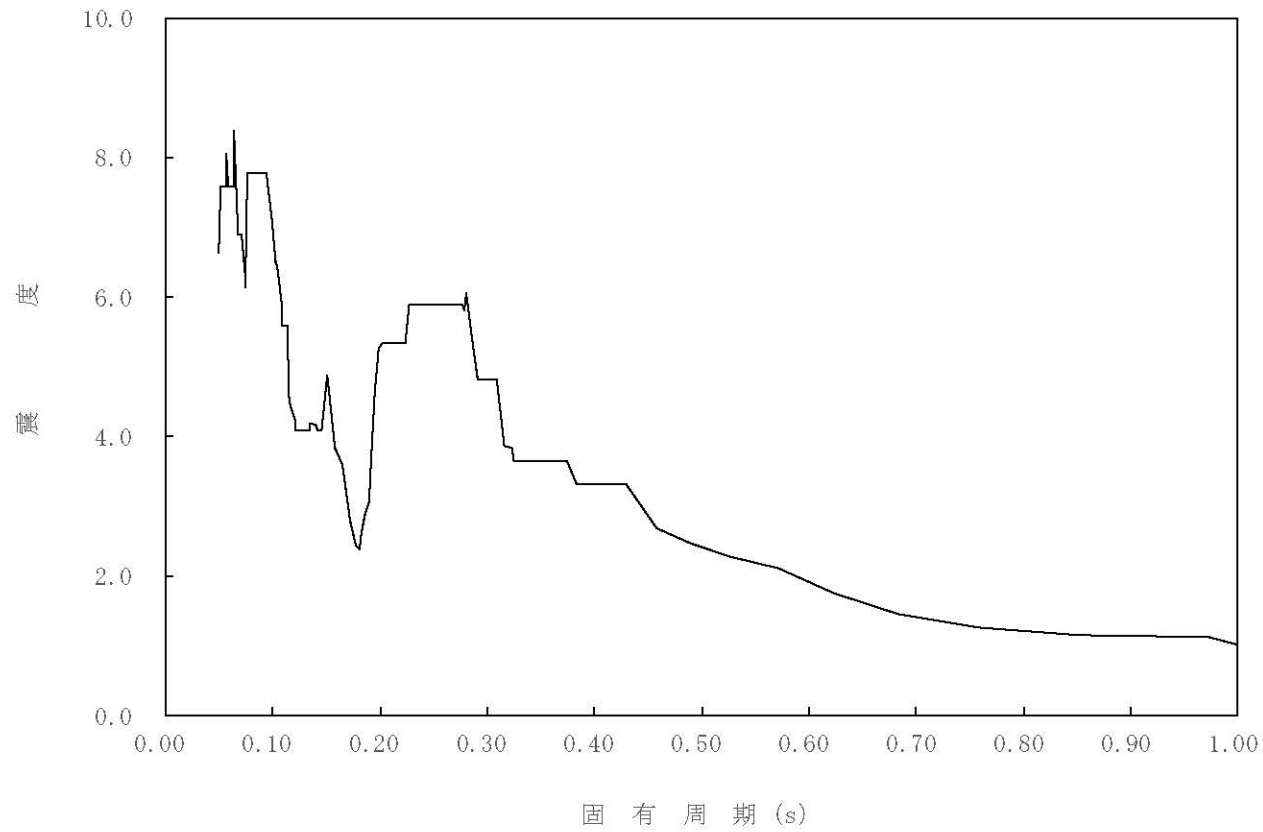
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-209

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-020】

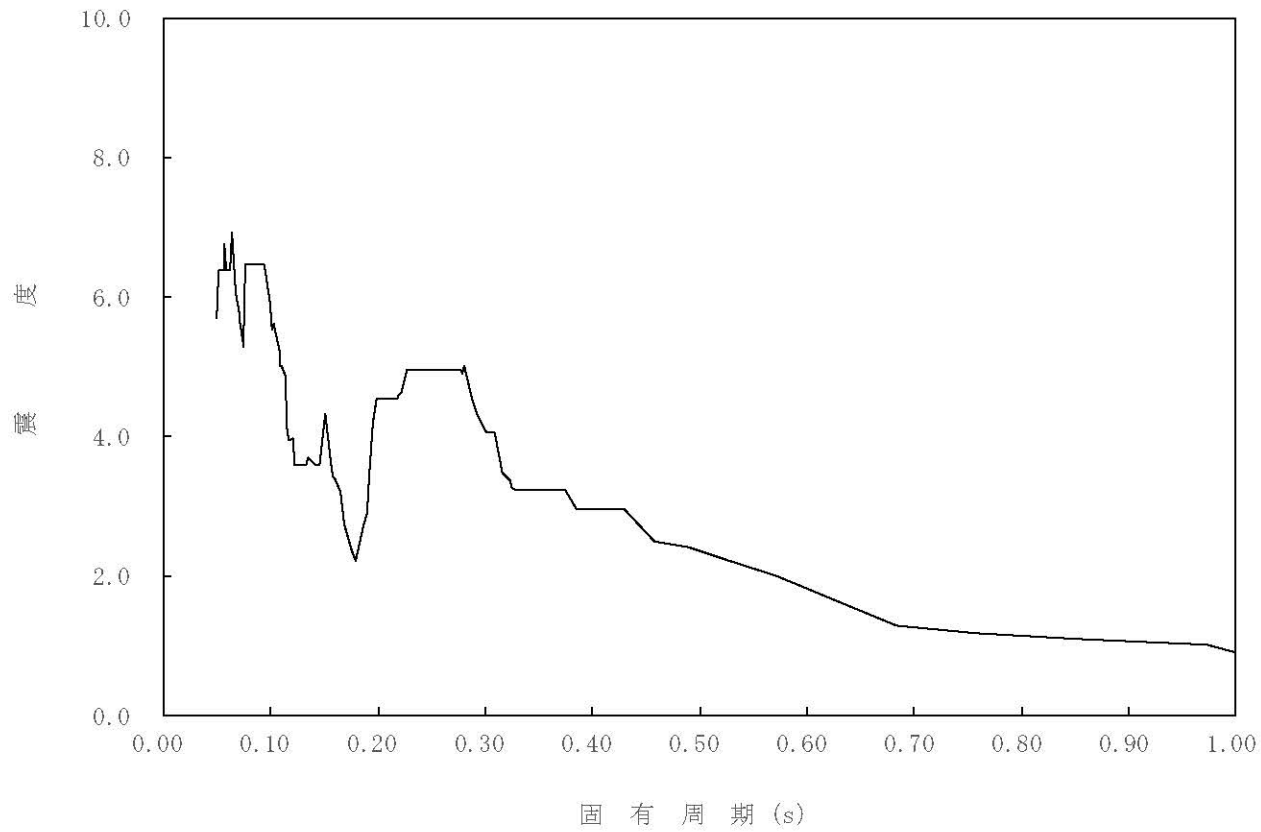
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-210

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-025】

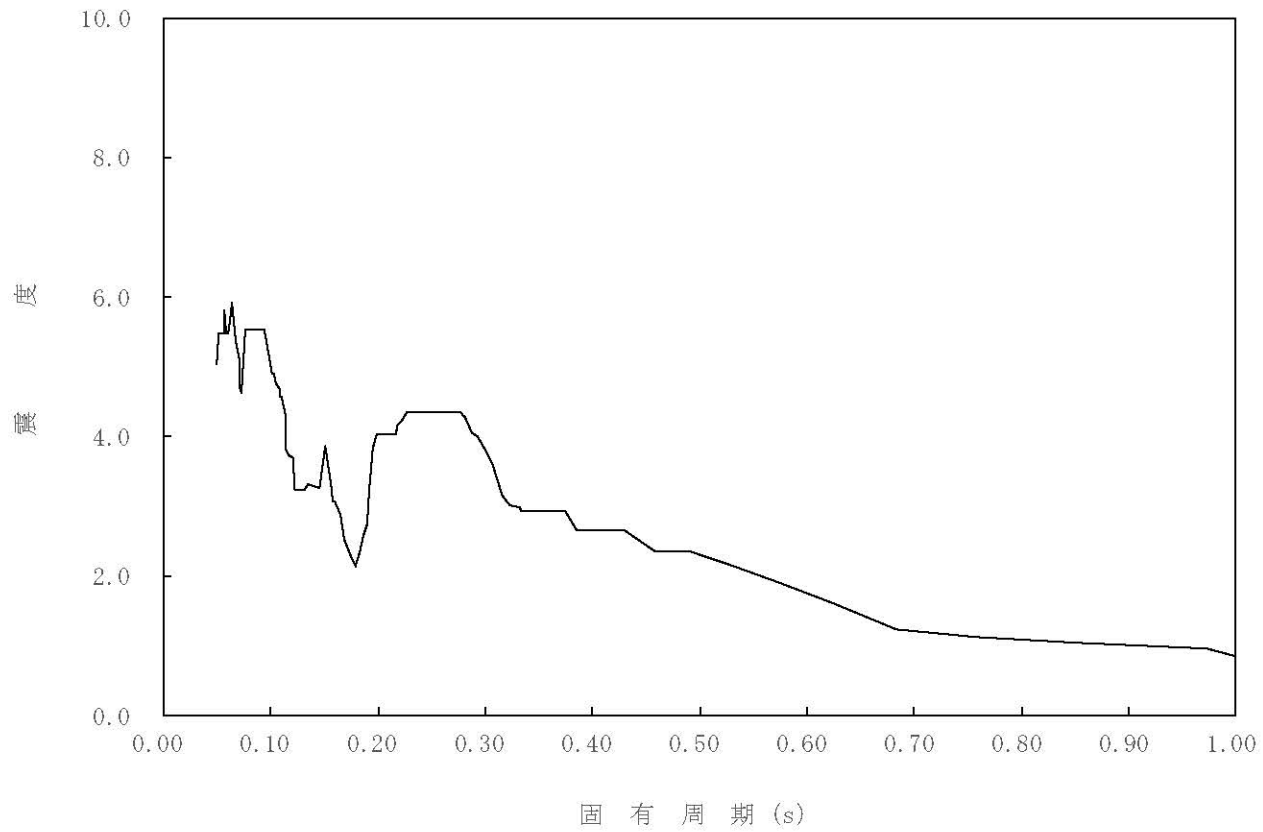
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-211

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-030】

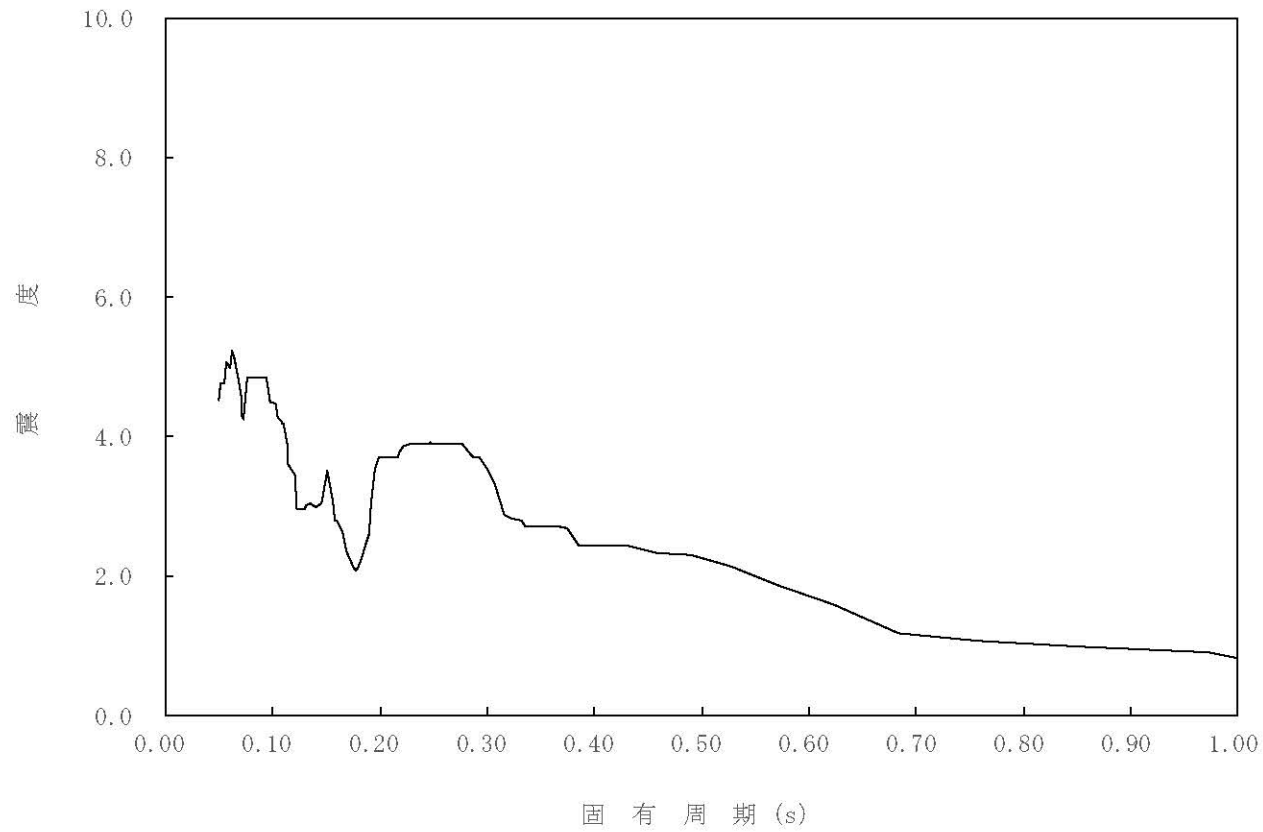
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-212

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-PED6-040】

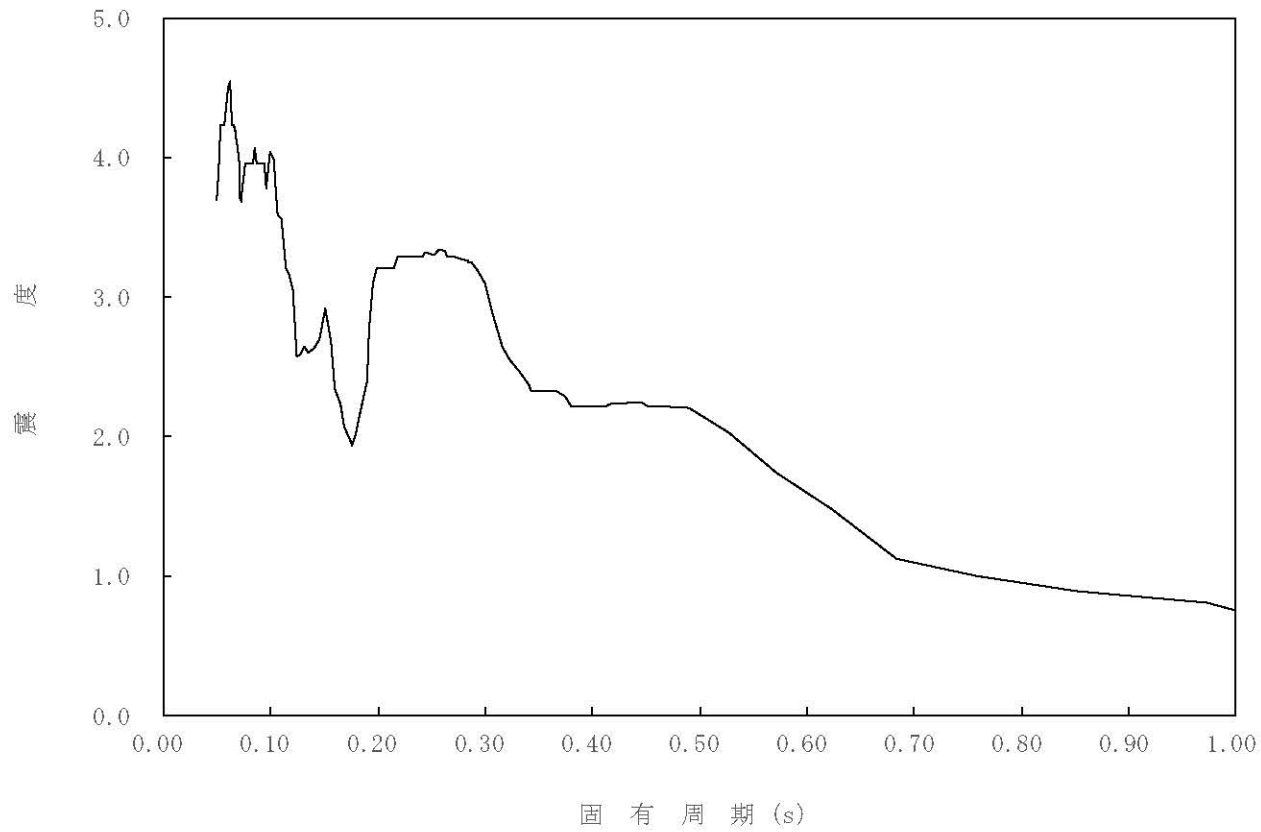
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-213

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED6-050】

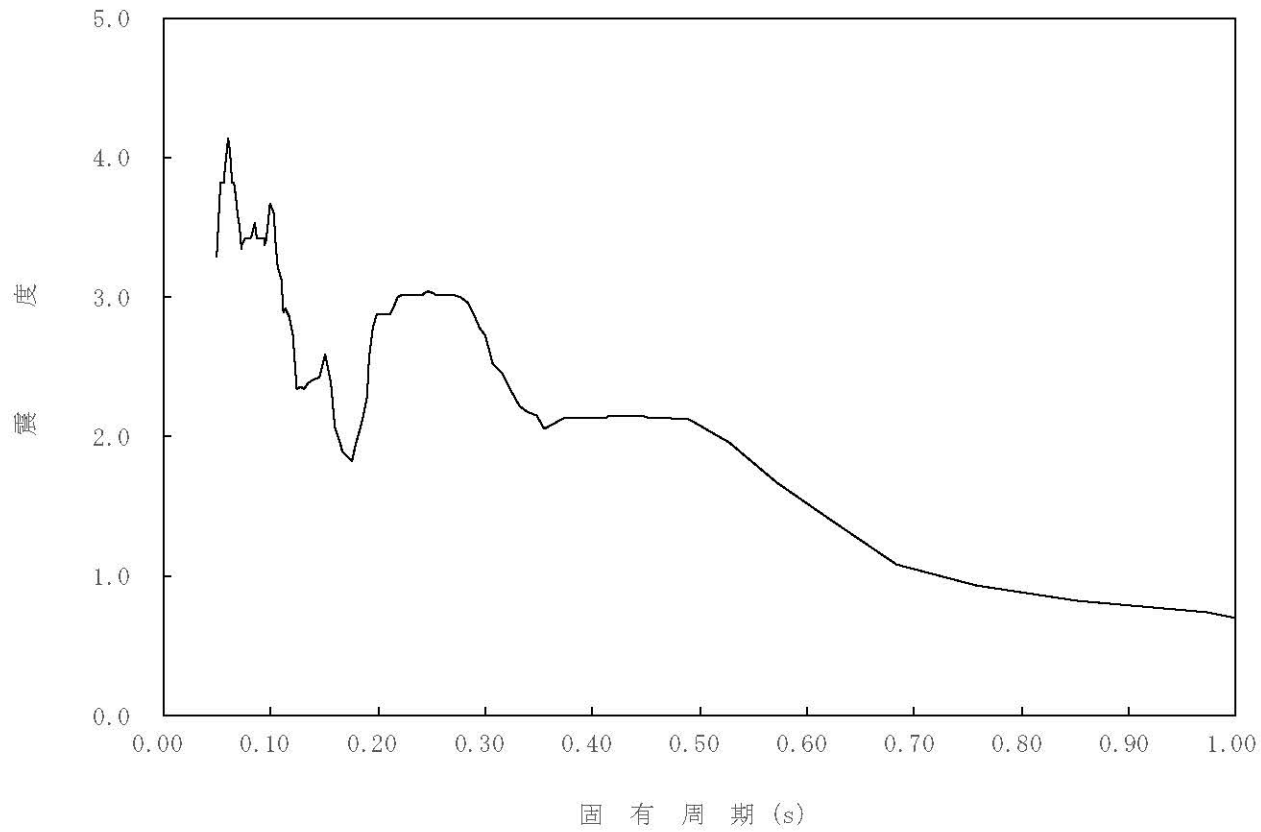
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-214

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-005】

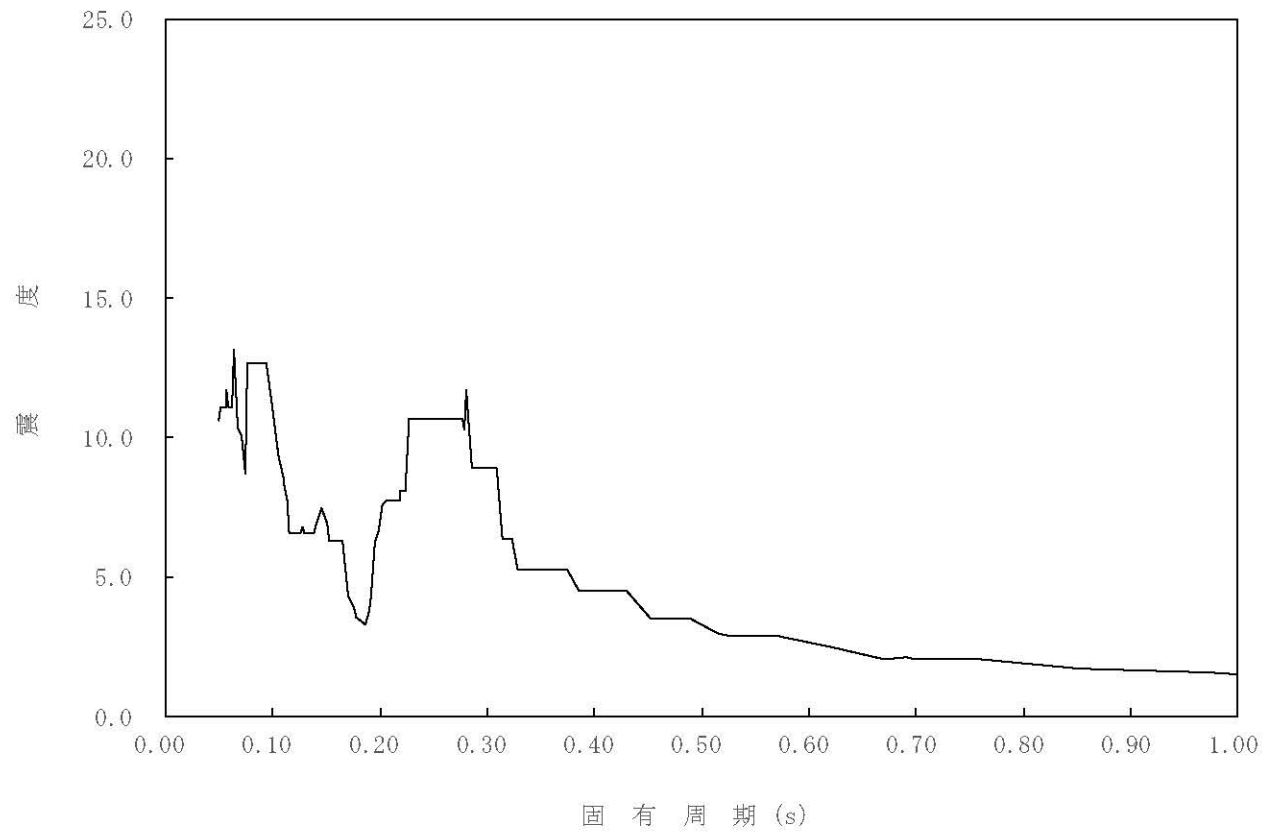
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-215

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-010】

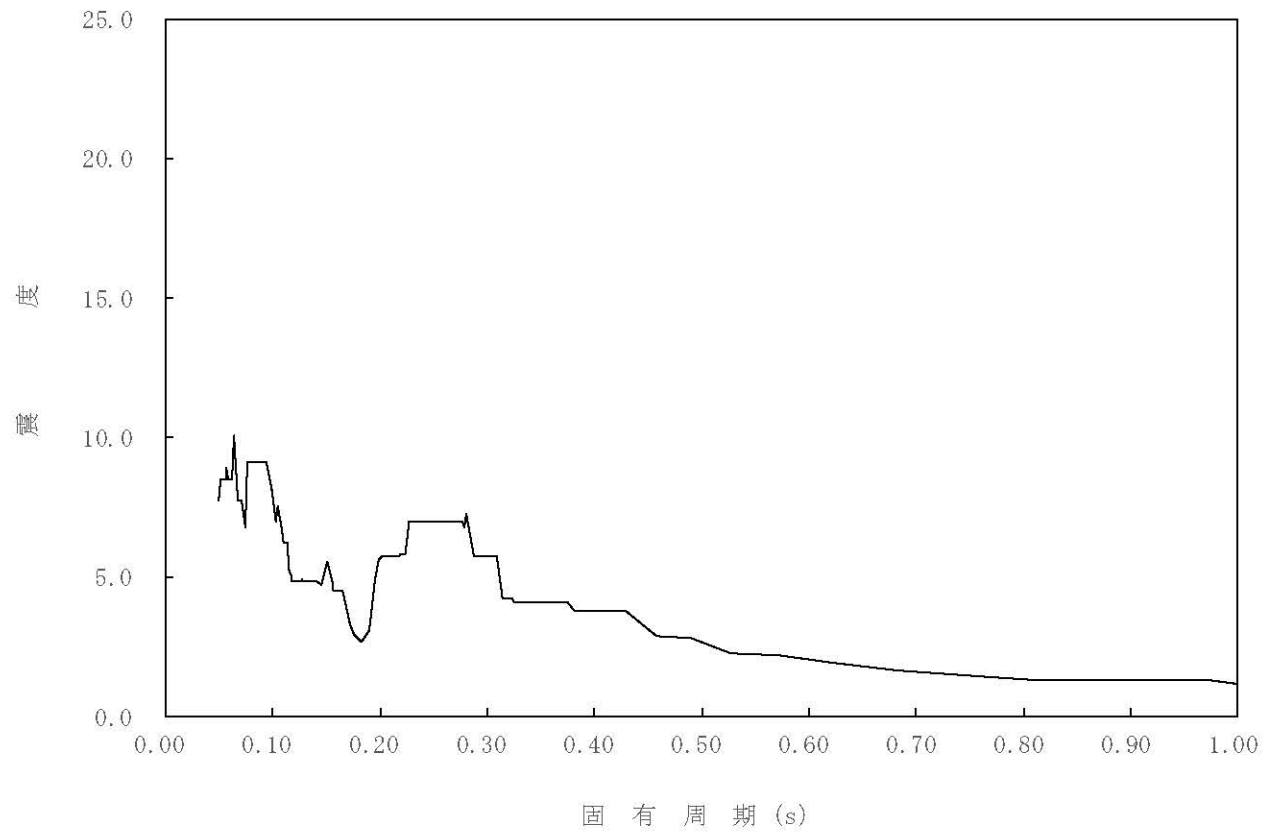
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-216

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-015】

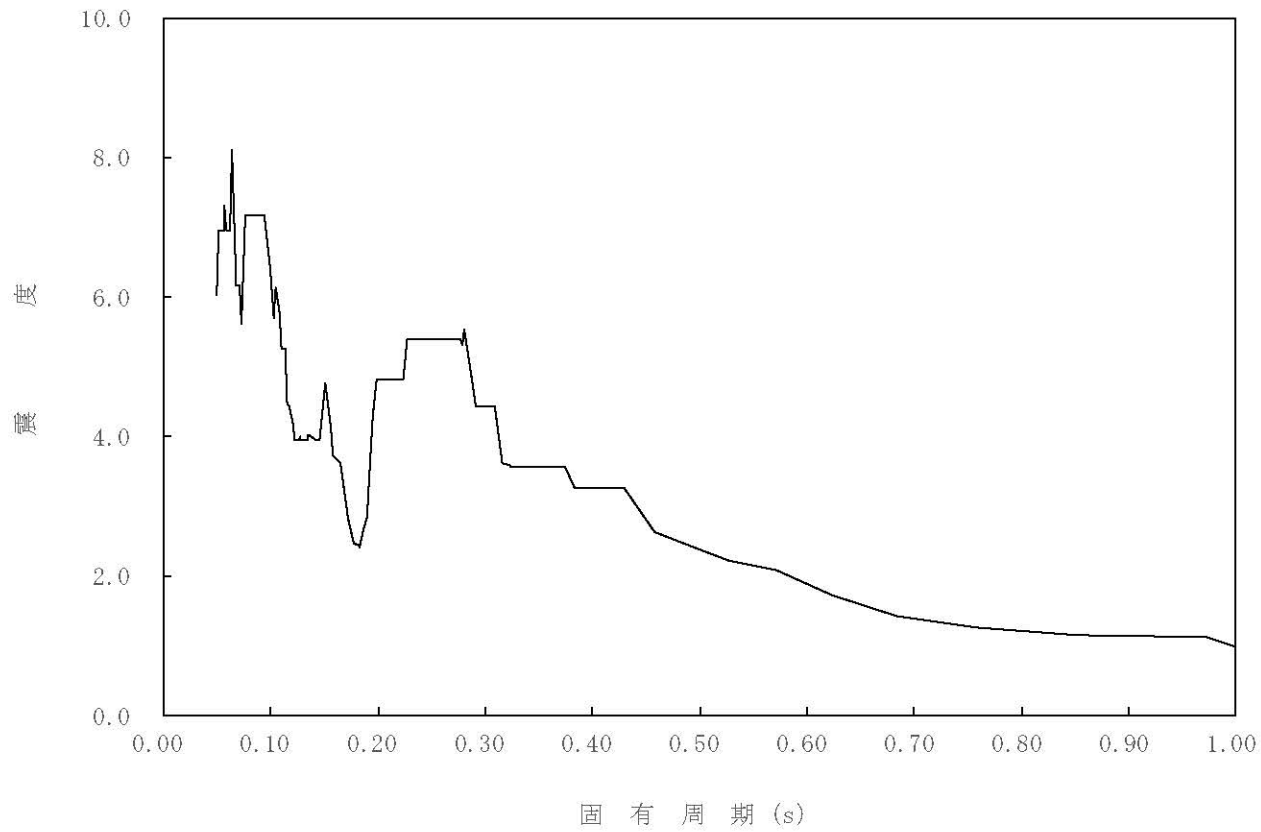
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-217

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-020】

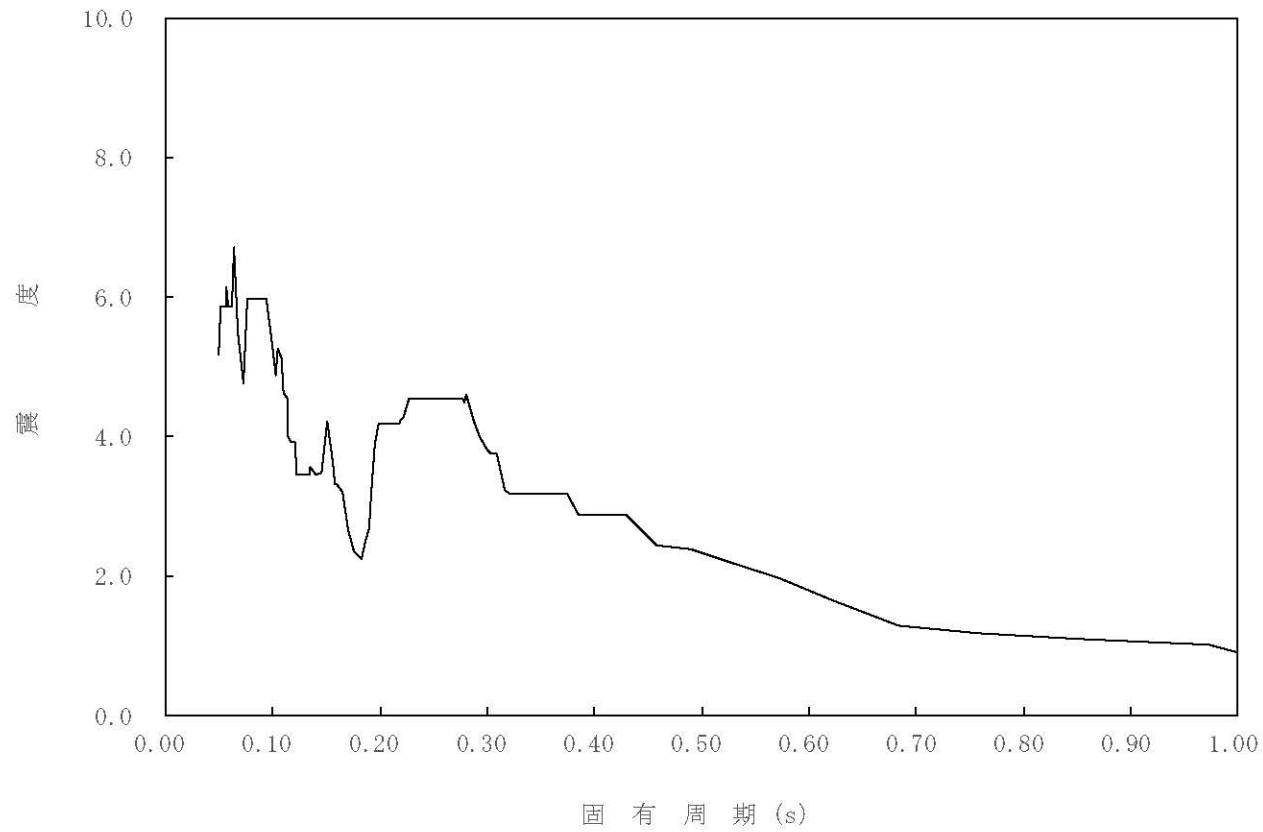
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-218

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-025】

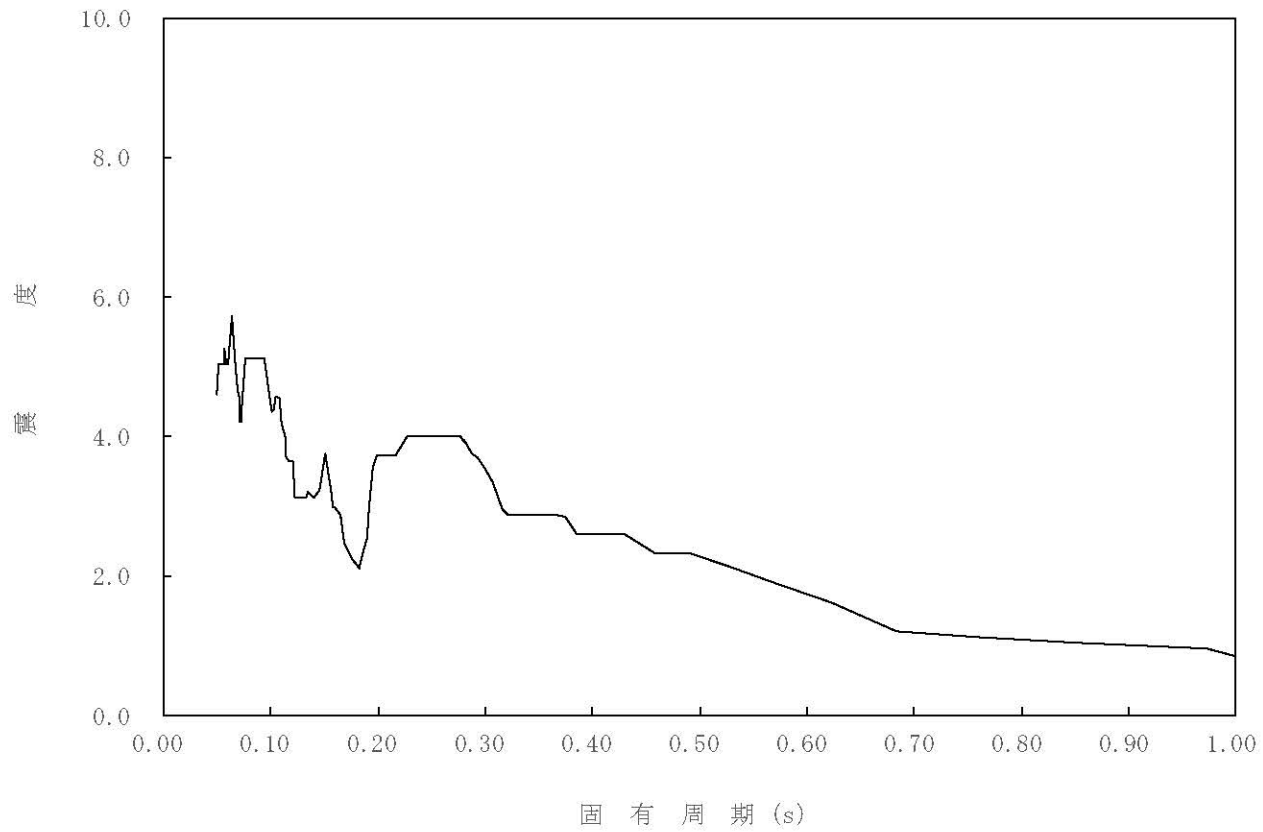
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-219

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-030】

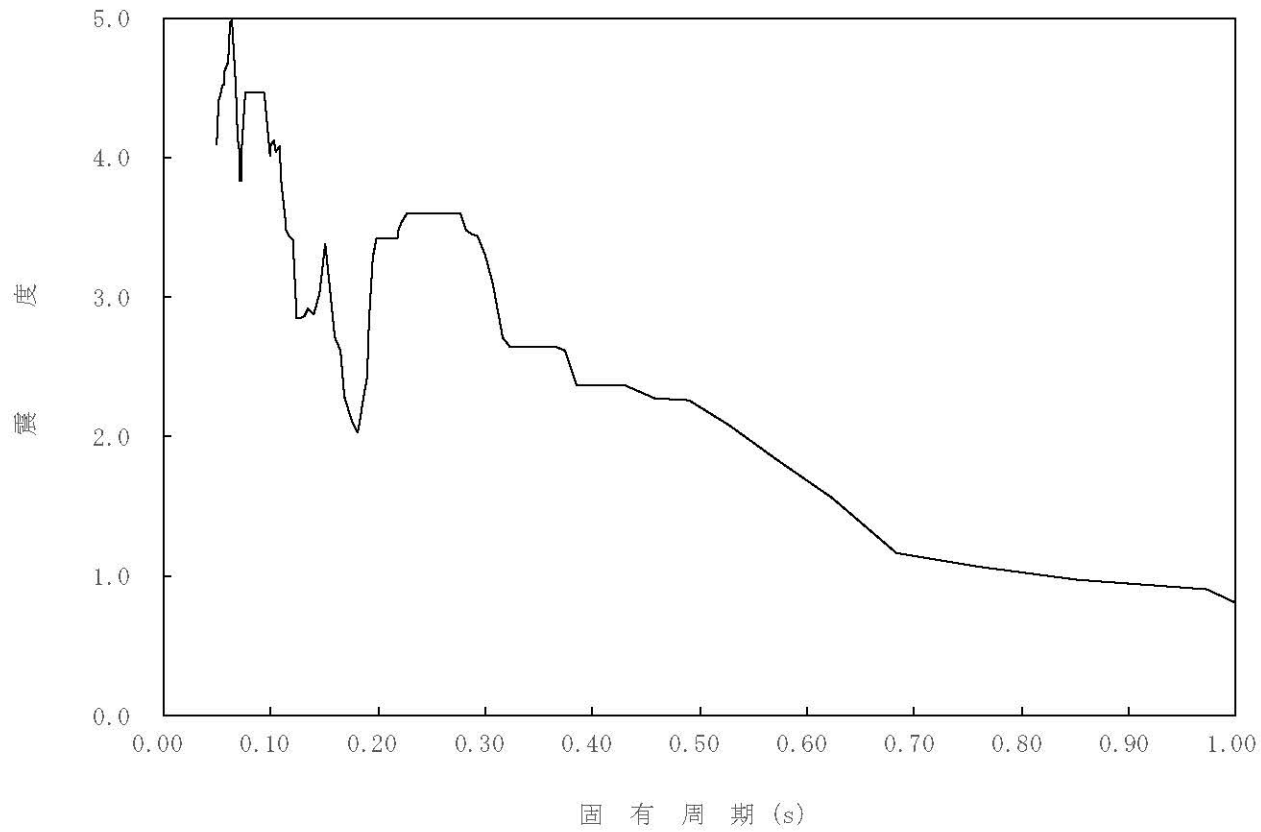
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-220

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-PED5-040】

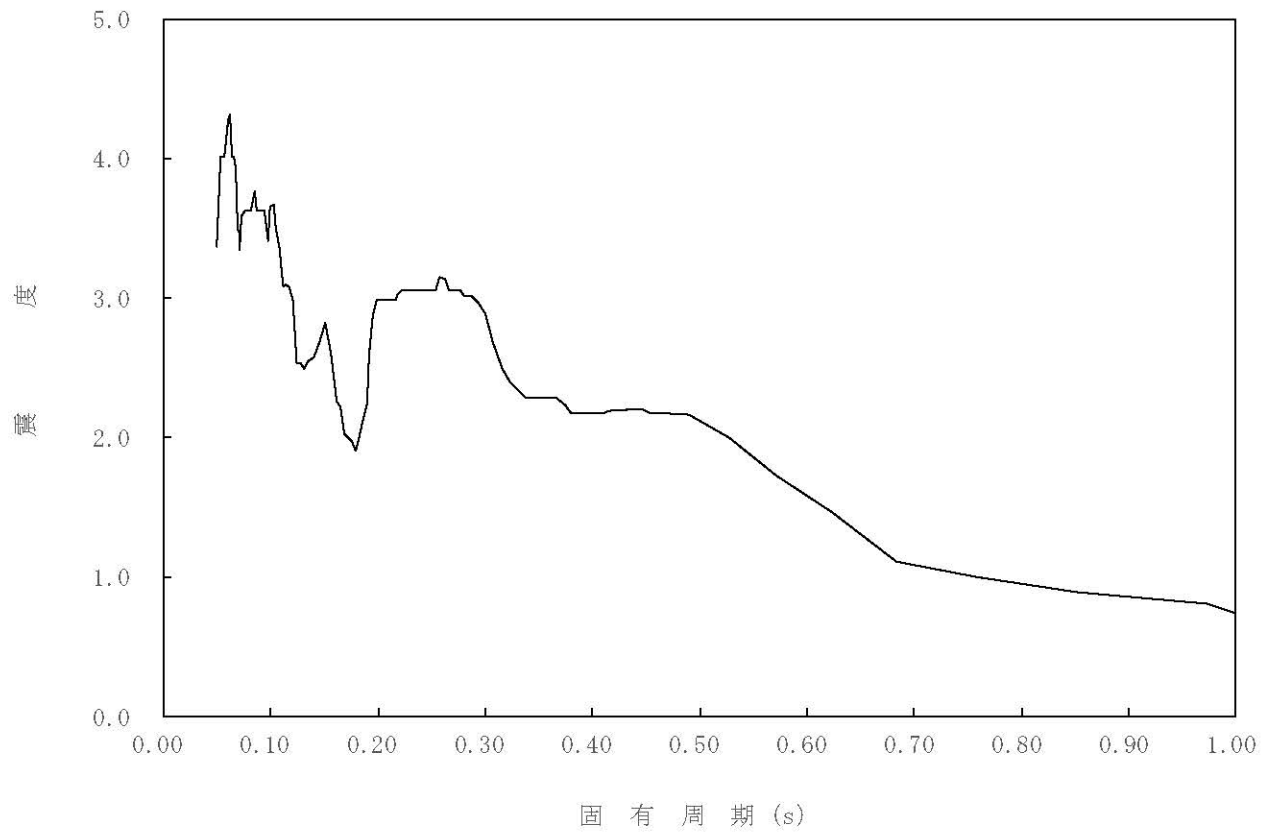
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-221

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED5-050】

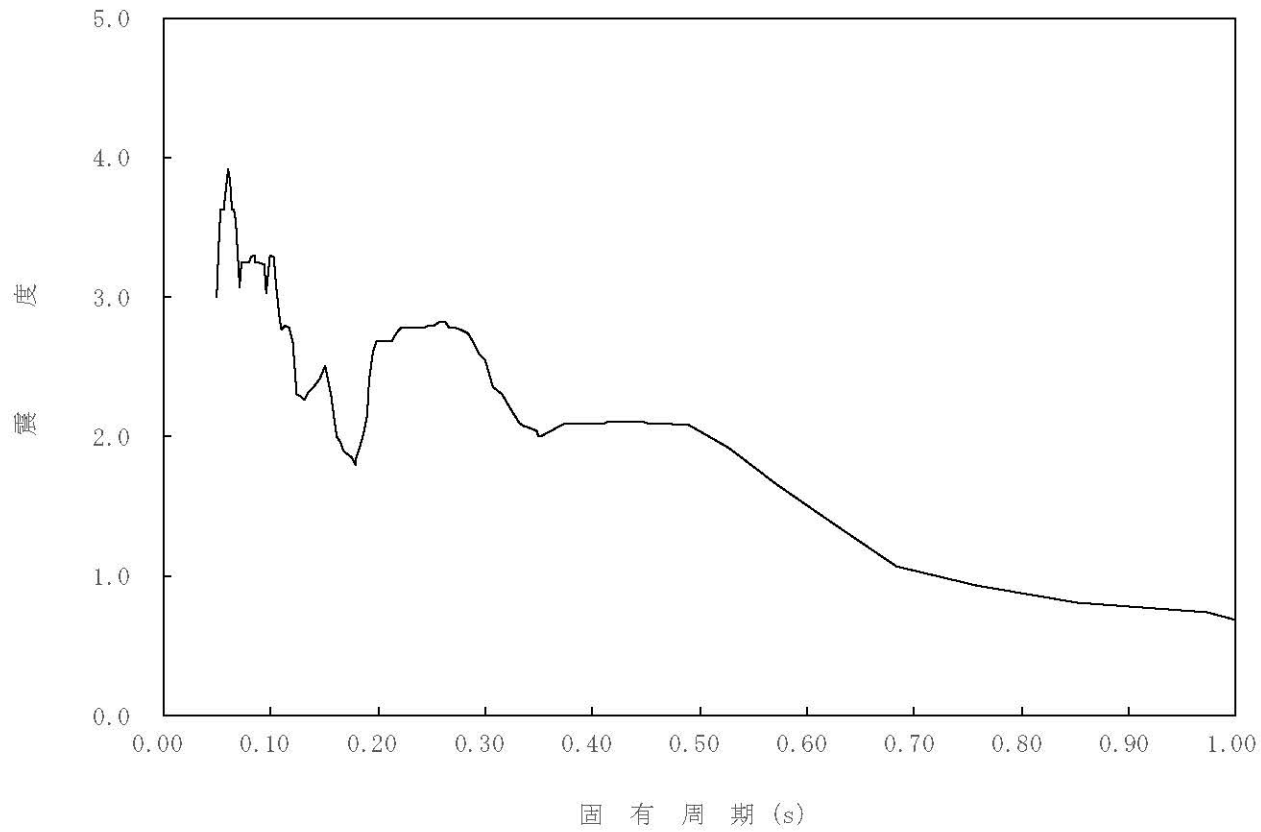
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-222

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-005】

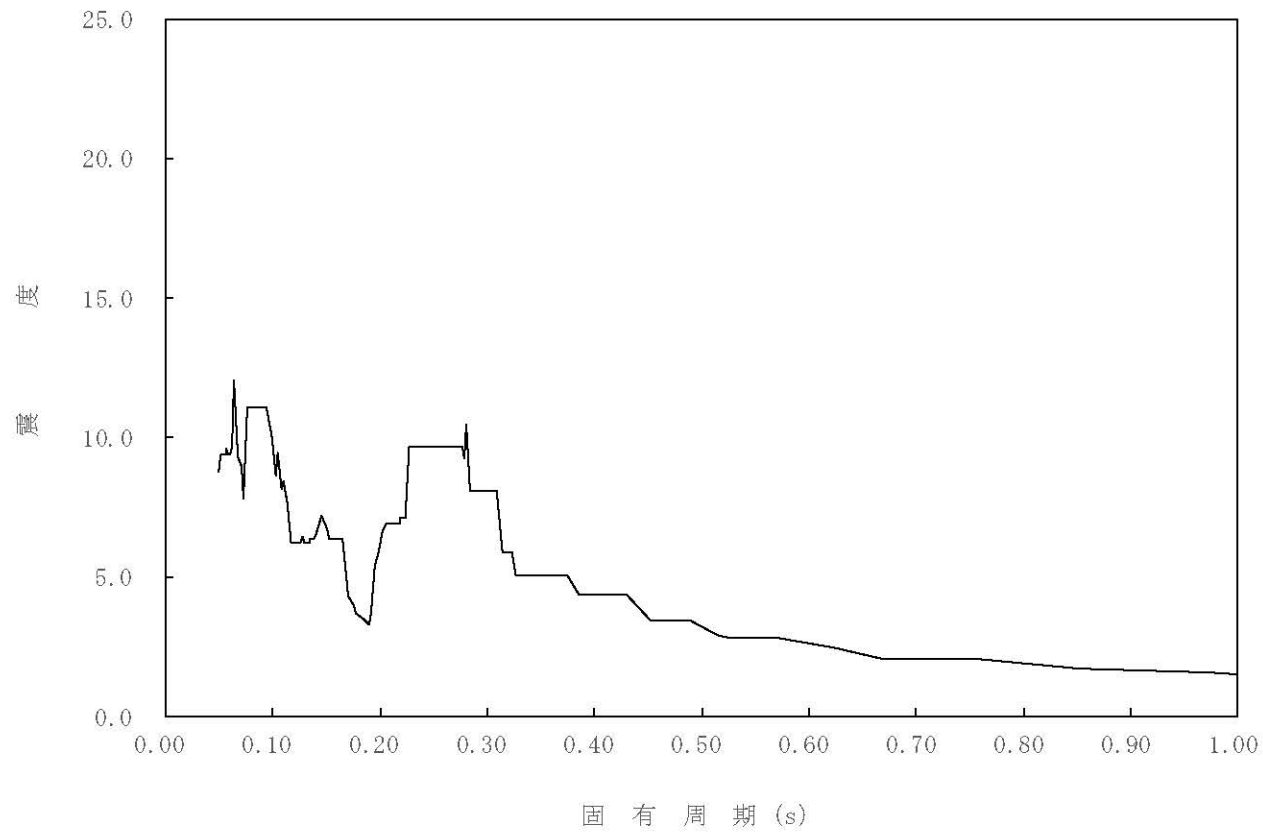
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-223

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-010】

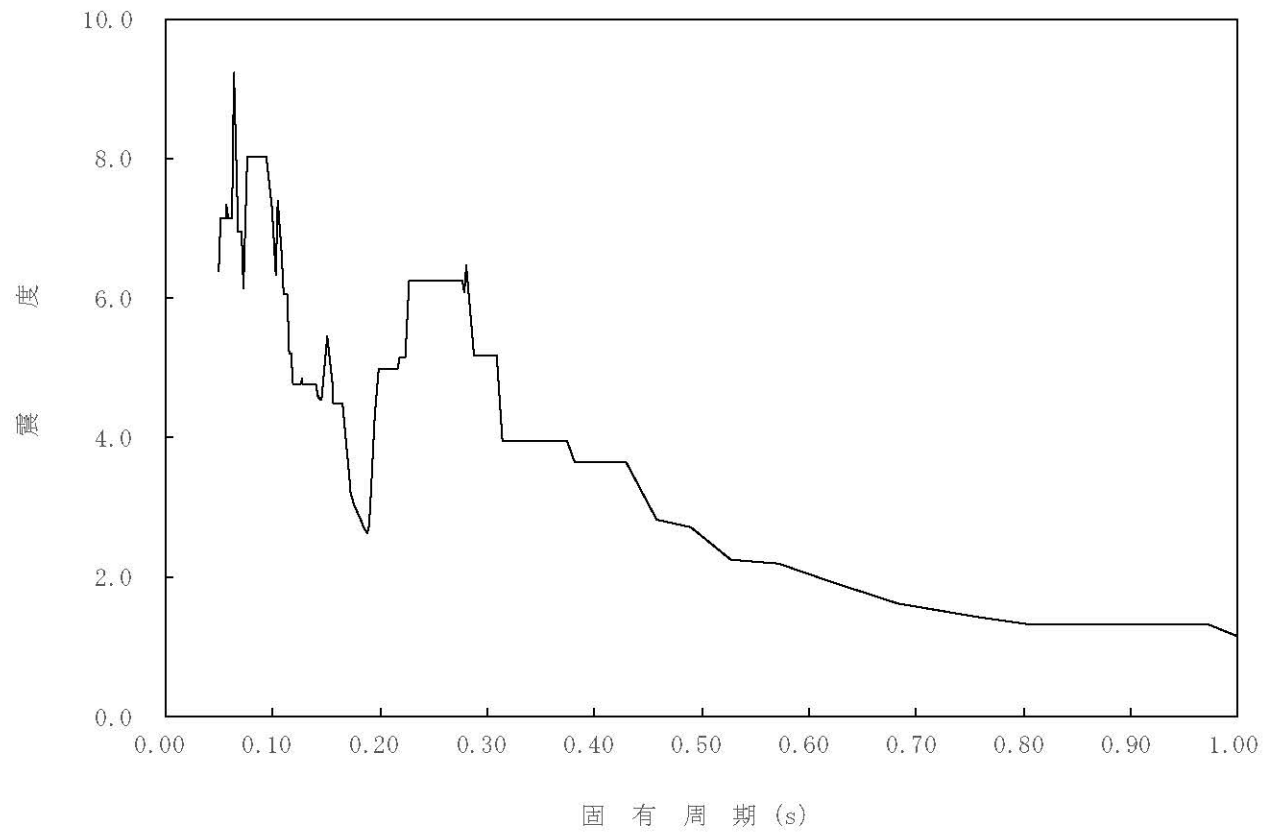
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-224

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-015】

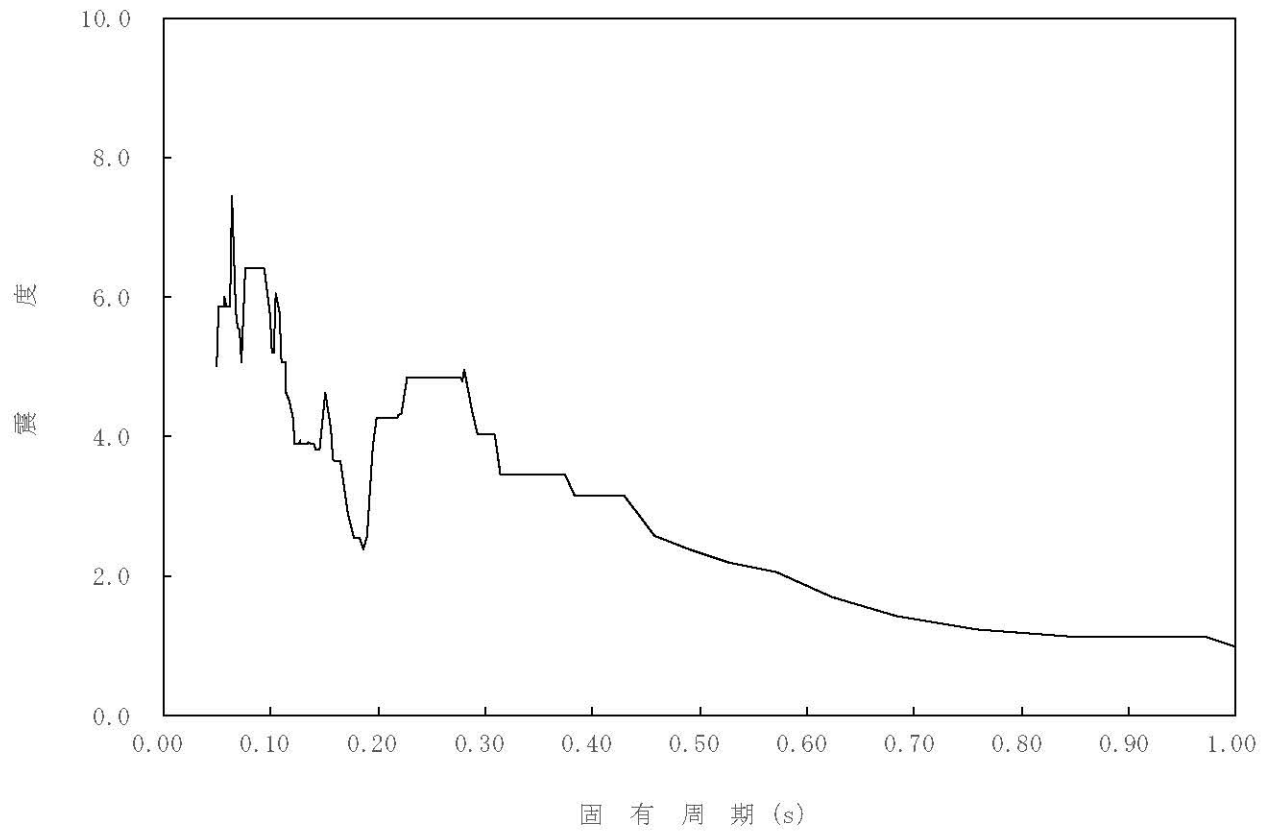
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-225

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-020】

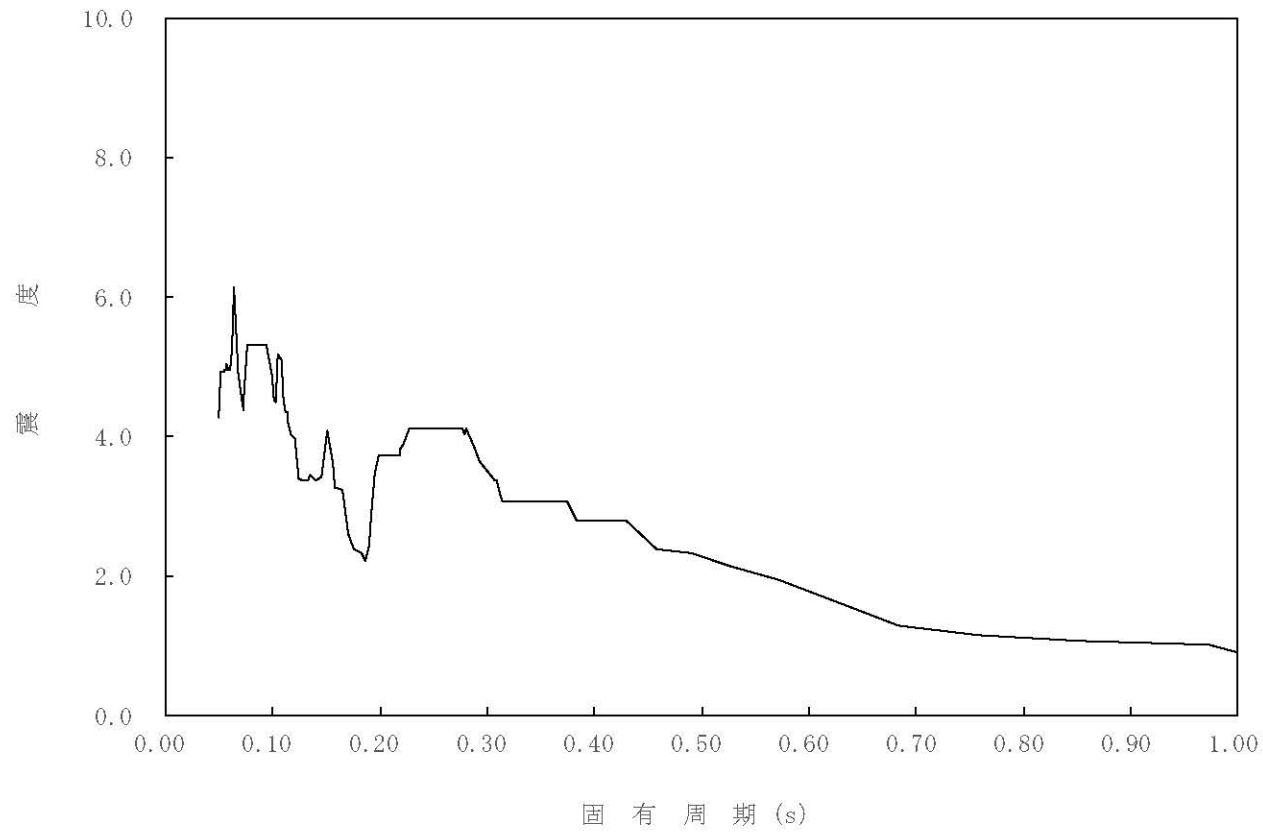
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-226

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-025】

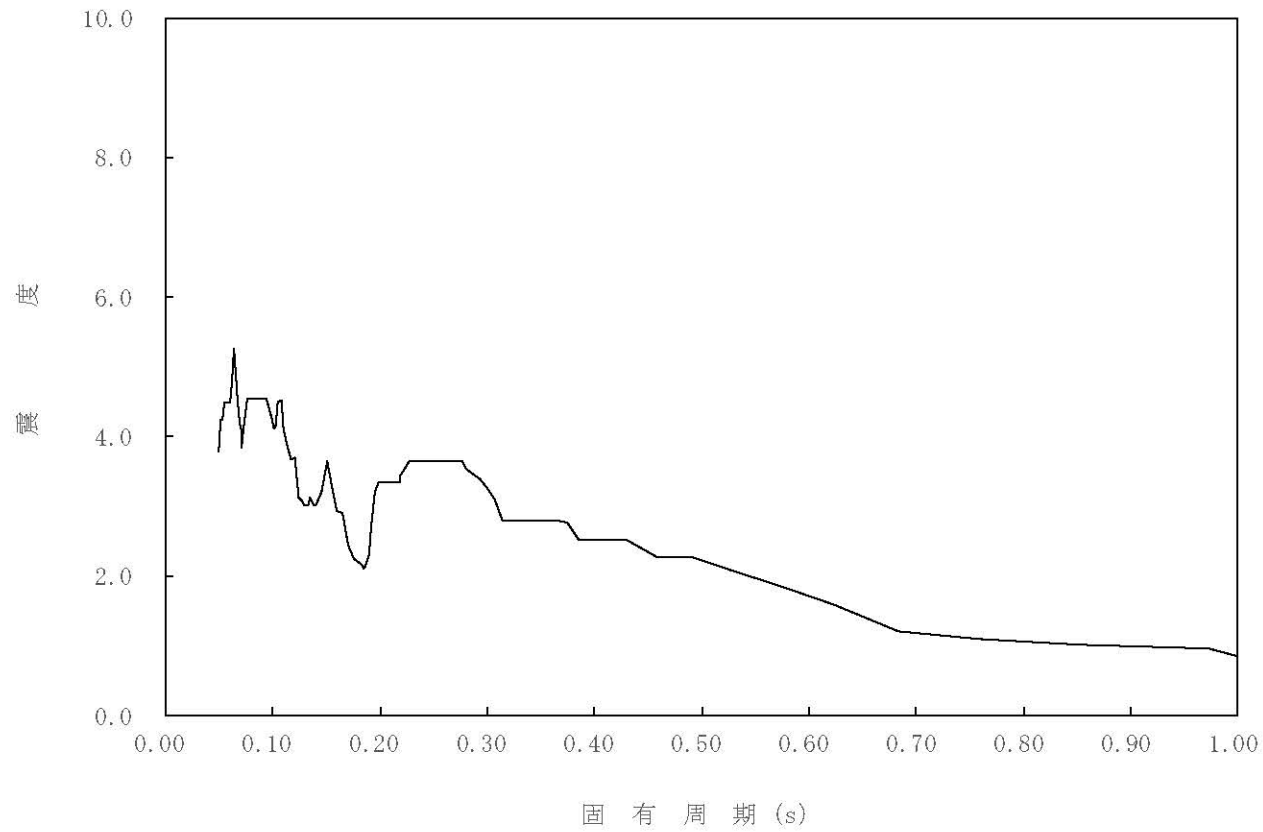
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-227

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-030】

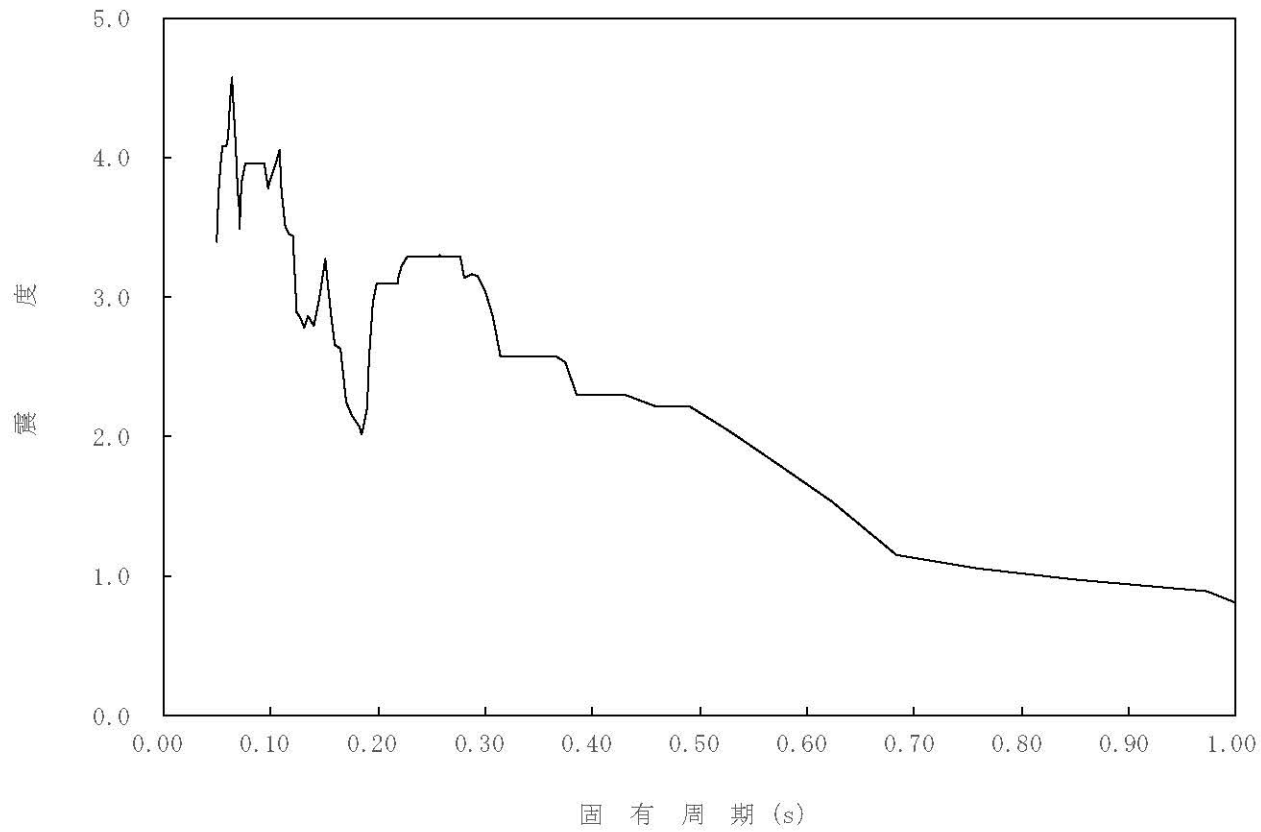
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-228

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-PED4-040】

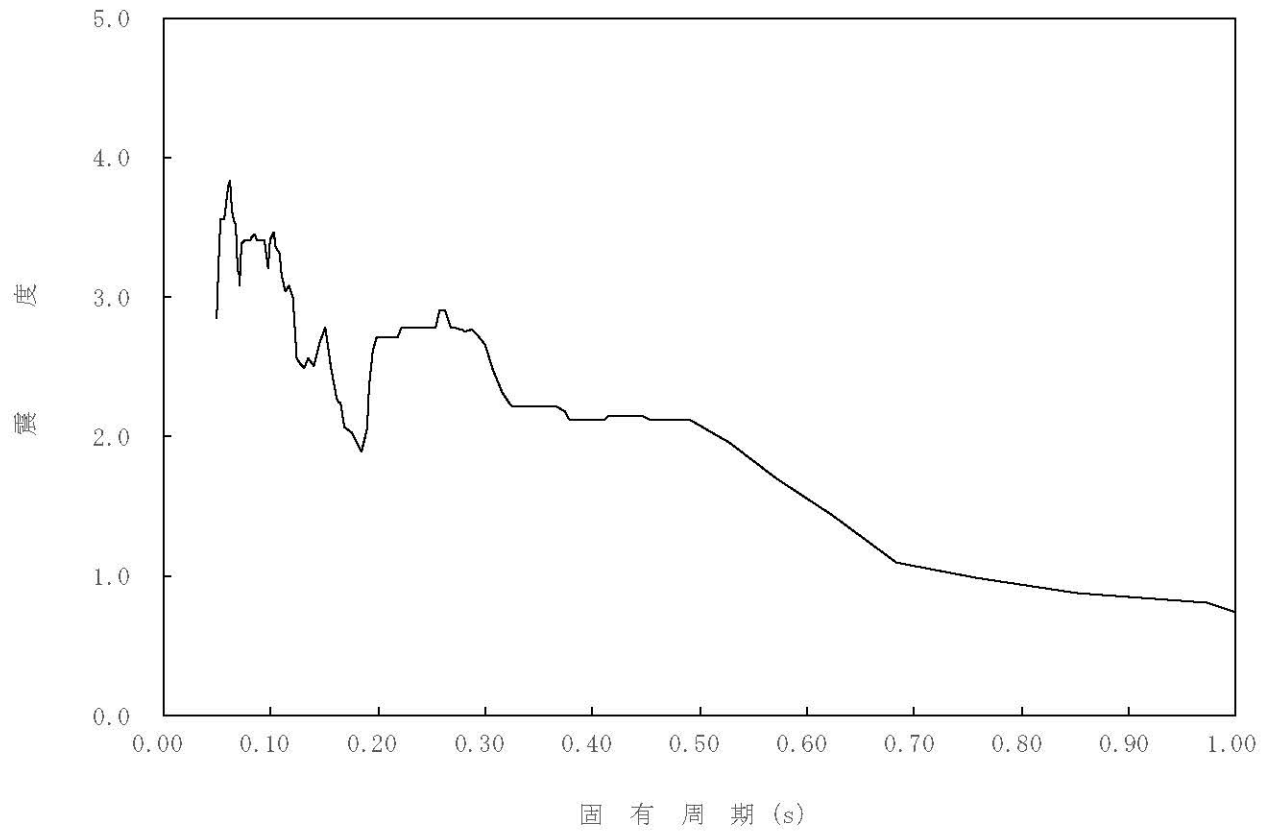
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-229

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED4-050】

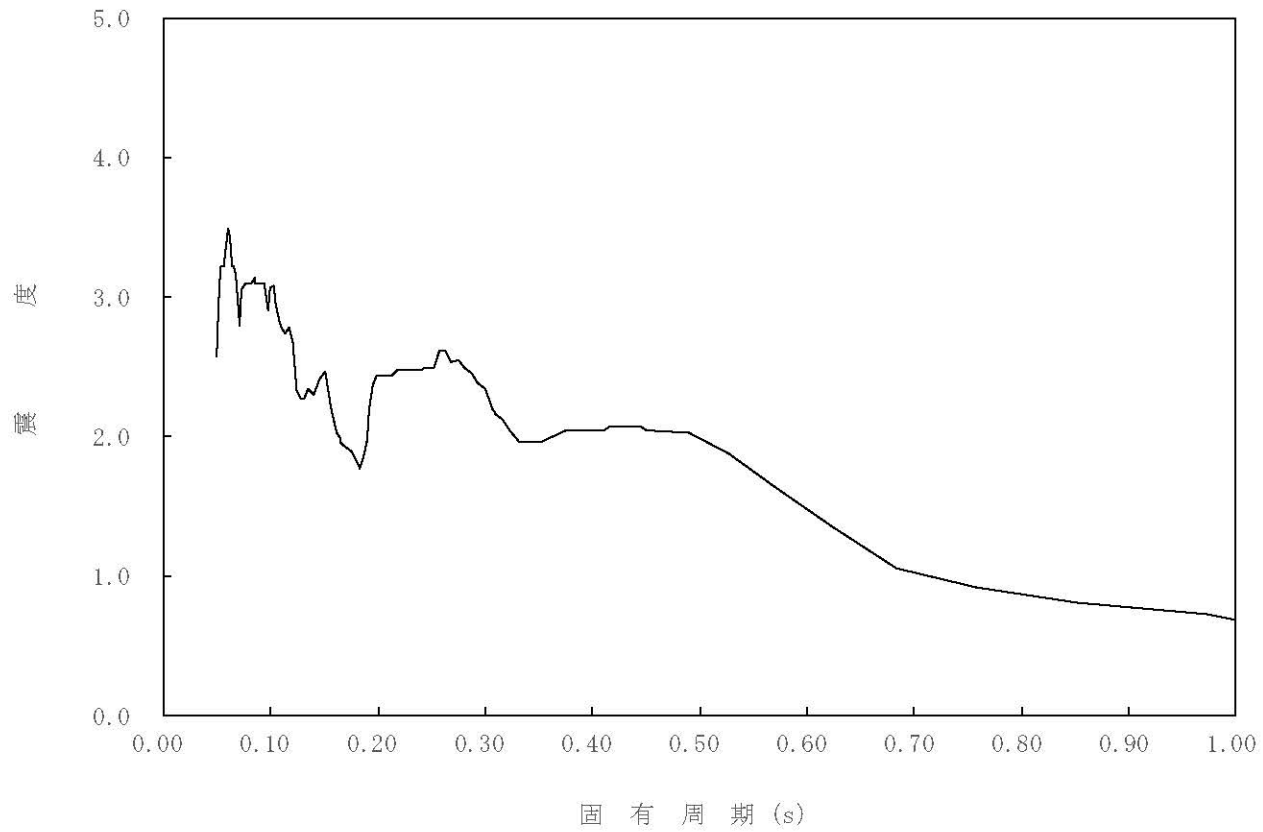
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-230

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-005】

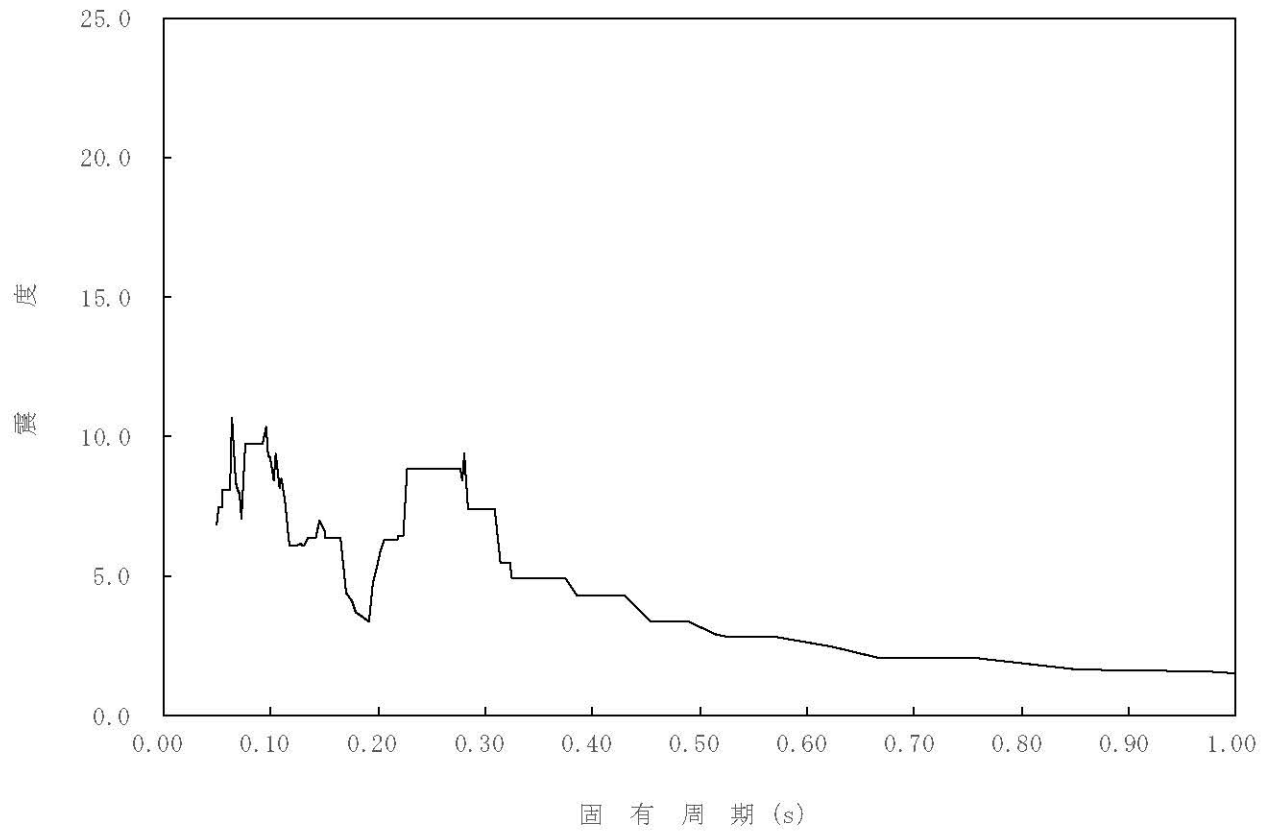
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-231

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-010】

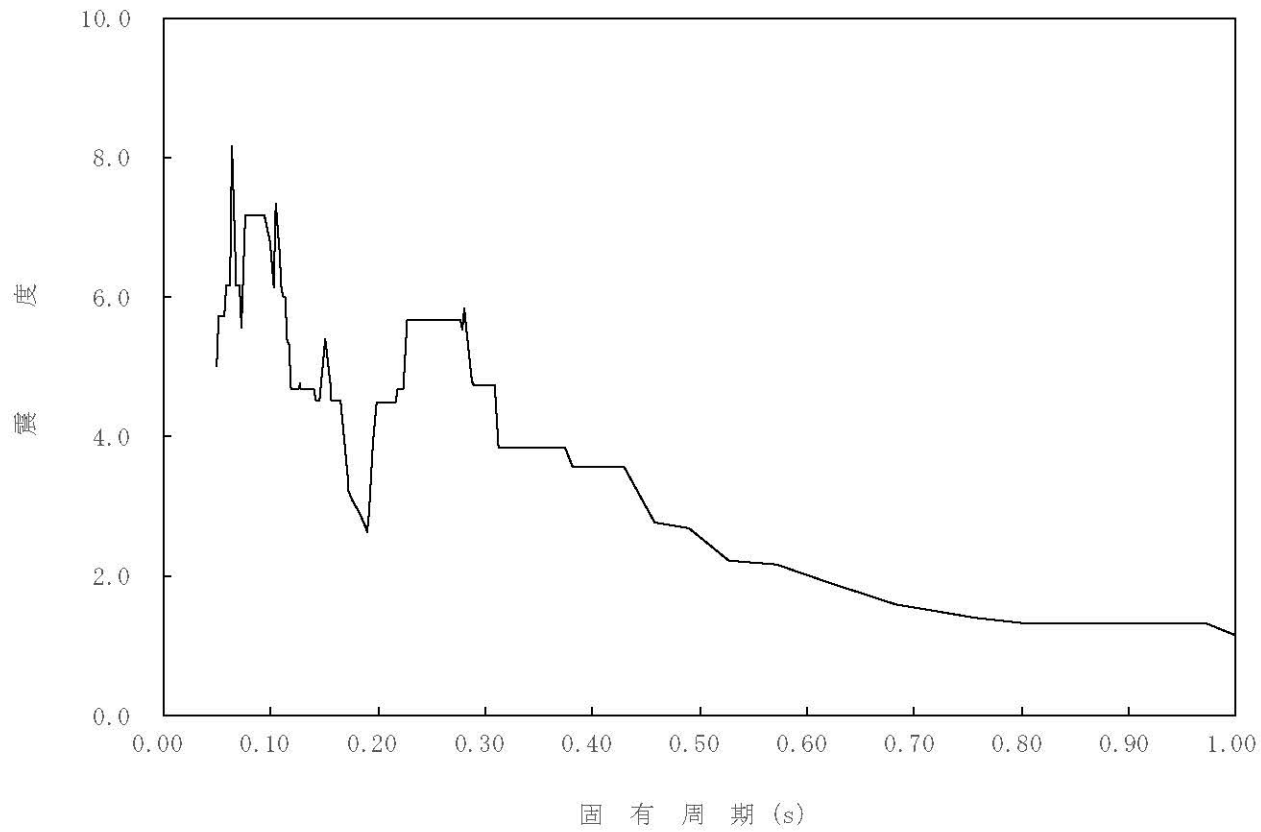
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-232

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-015】

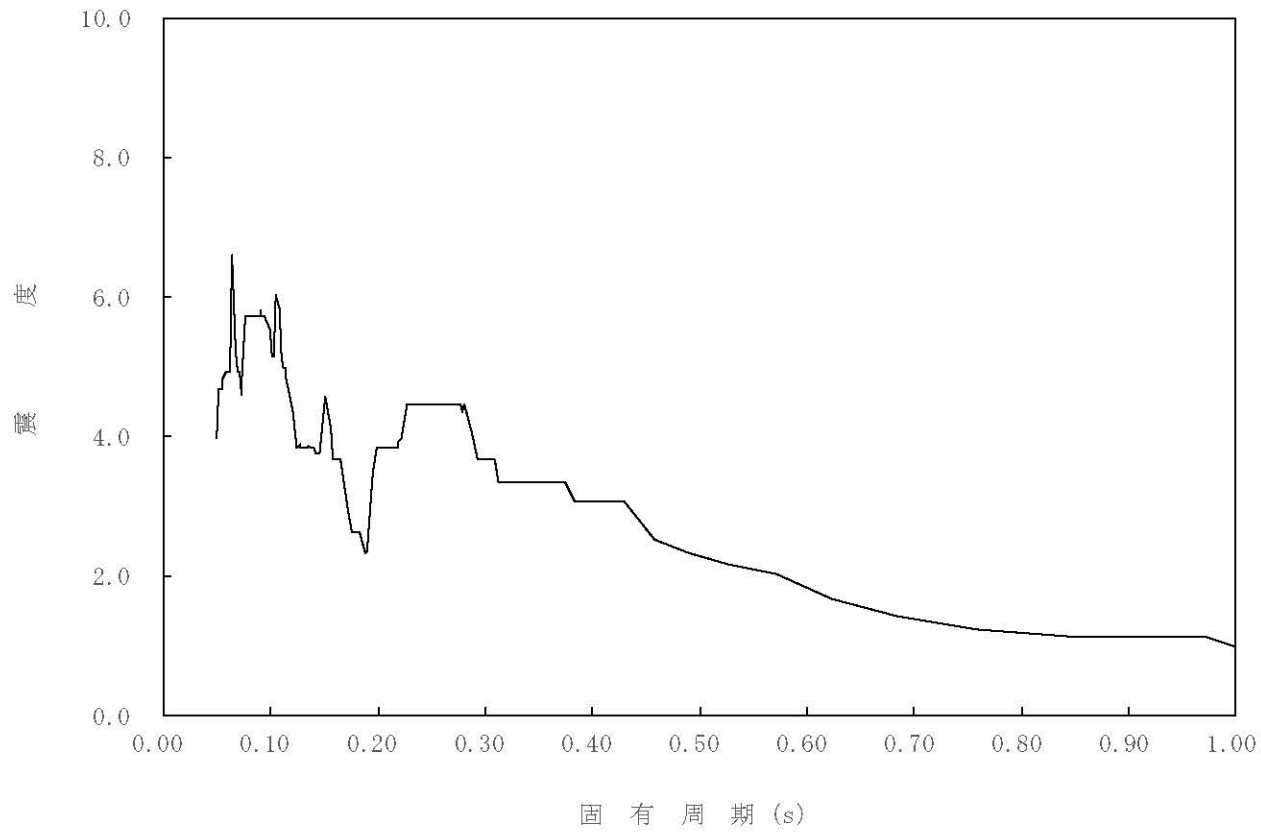
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-233

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-020】

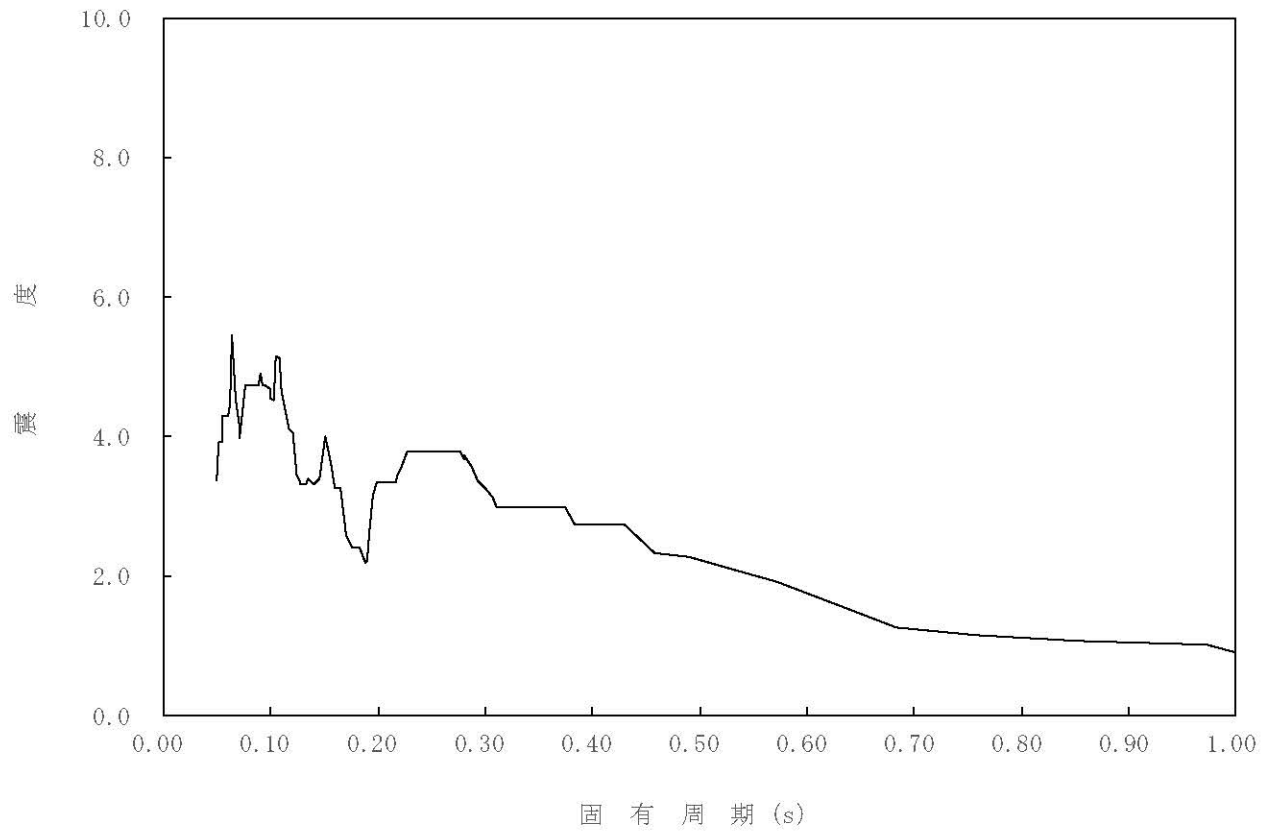
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-234

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-025】

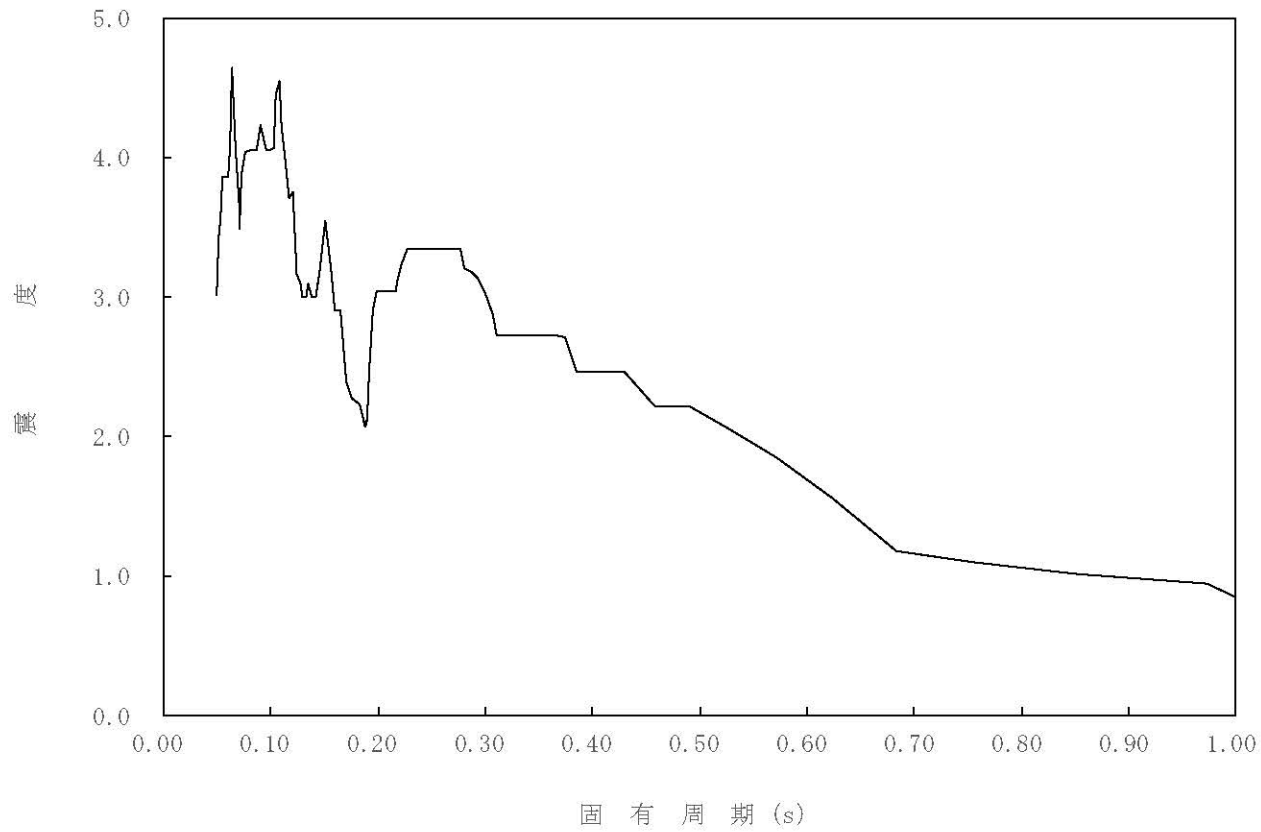
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-235

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-030】

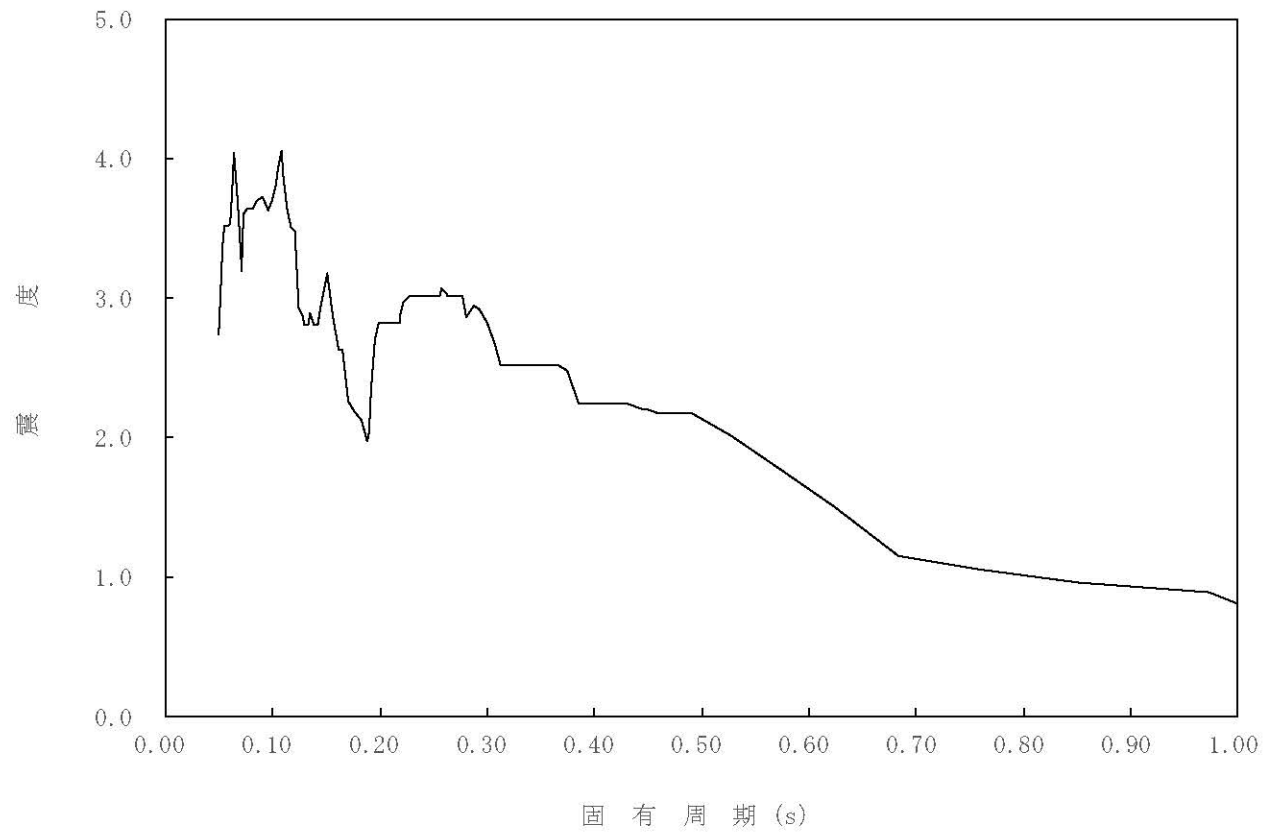
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-236

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsH-PED3-040】

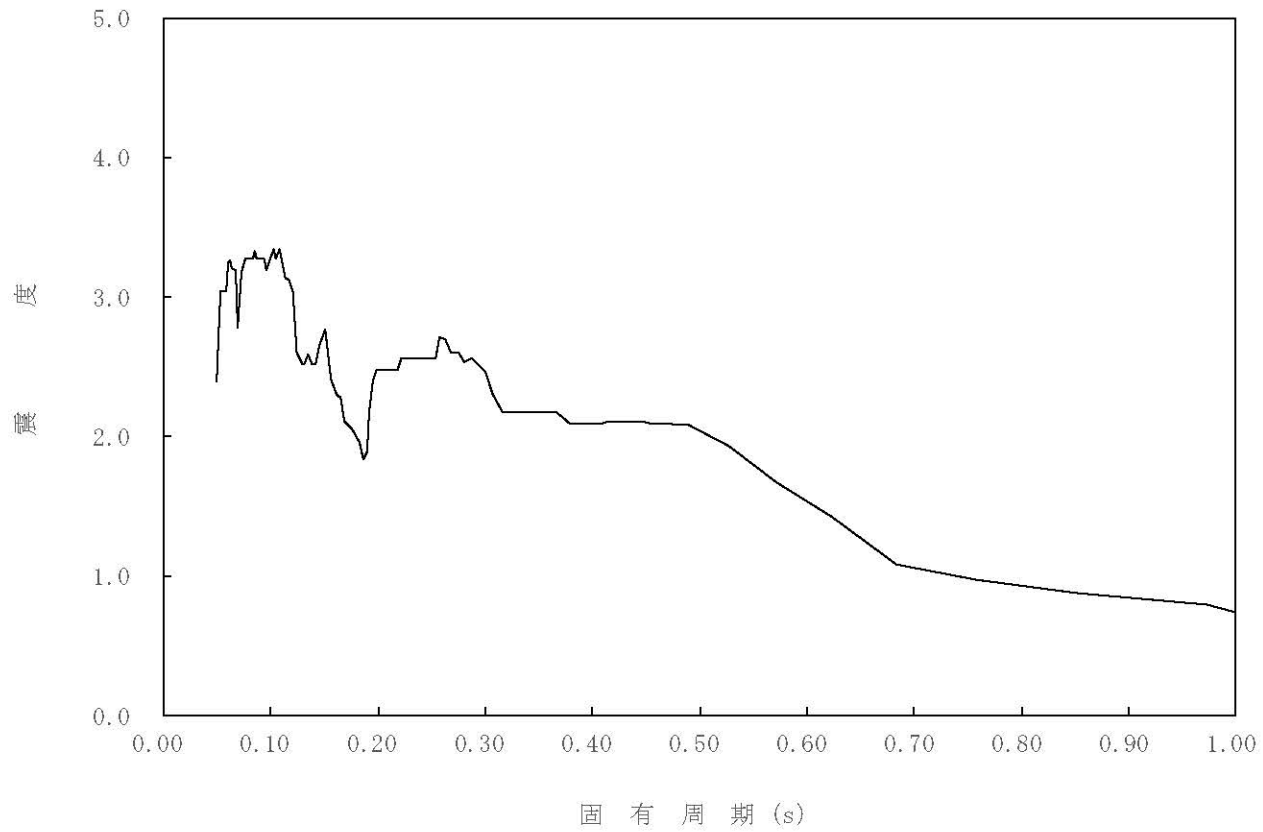
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：4.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-237

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsH-PED3-050】

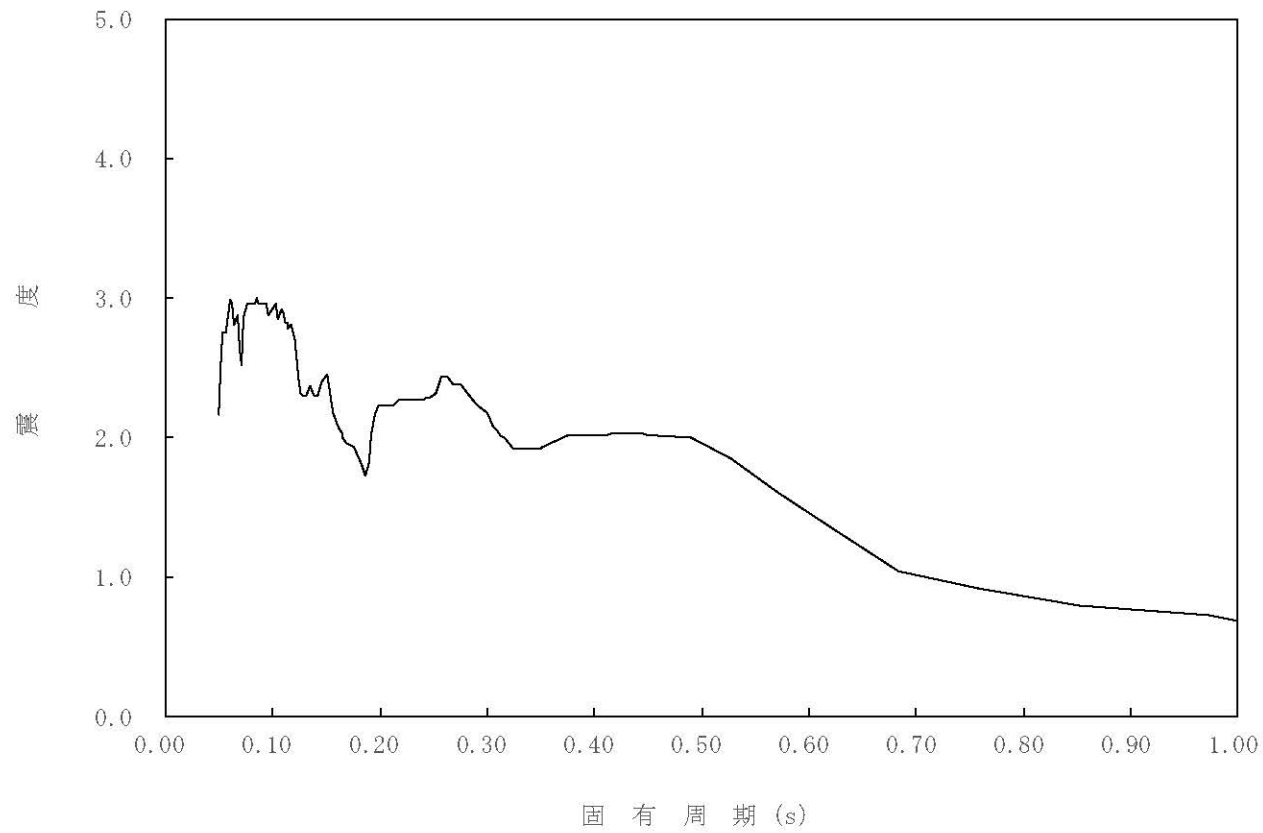
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-238

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV41-005】

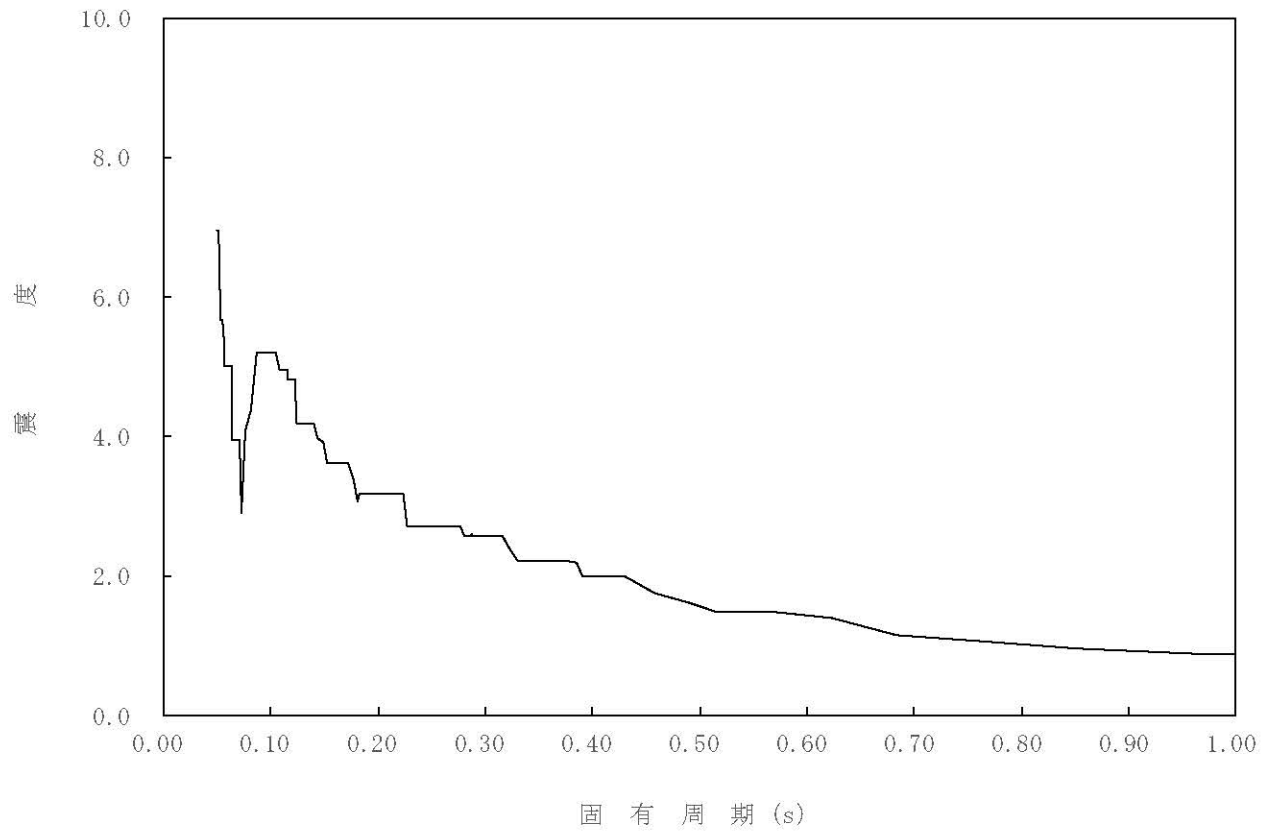
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-239

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV41-010】

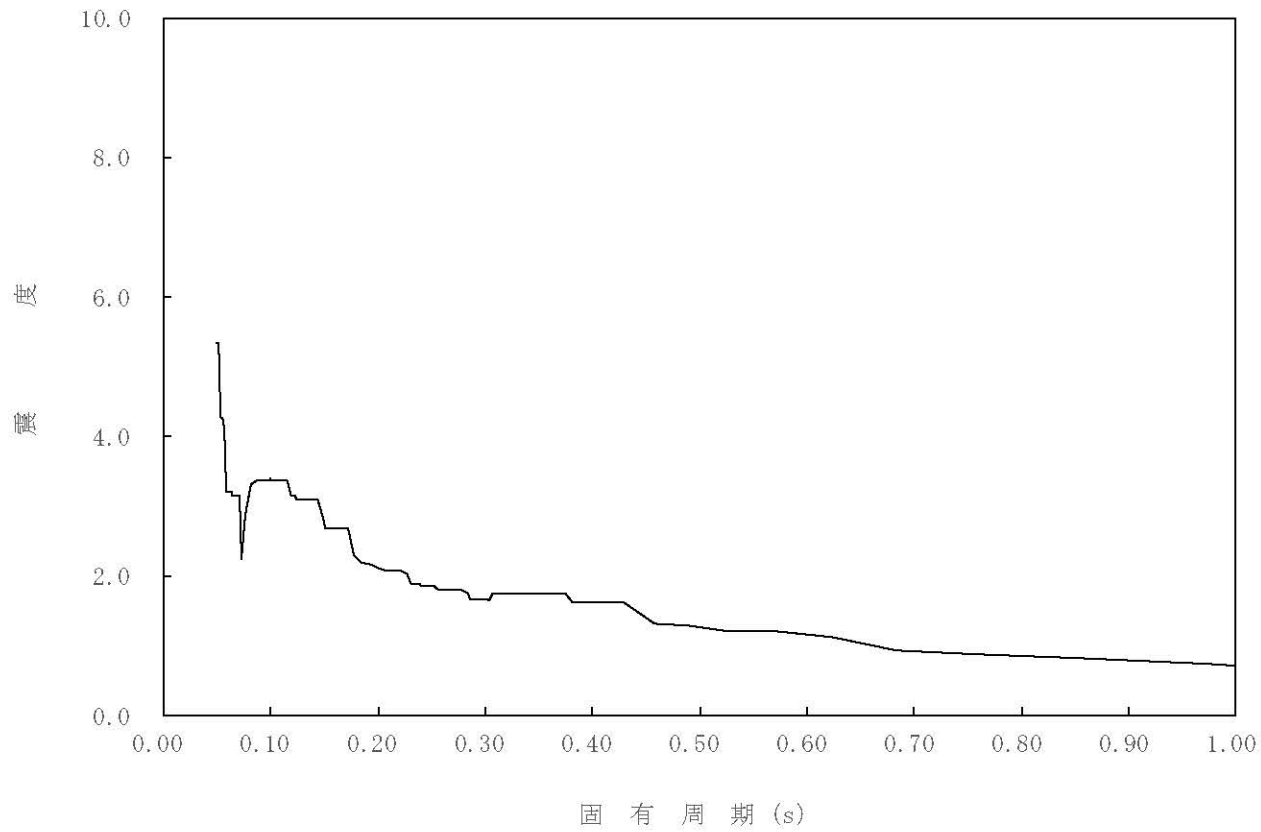
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-240

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV41-015】

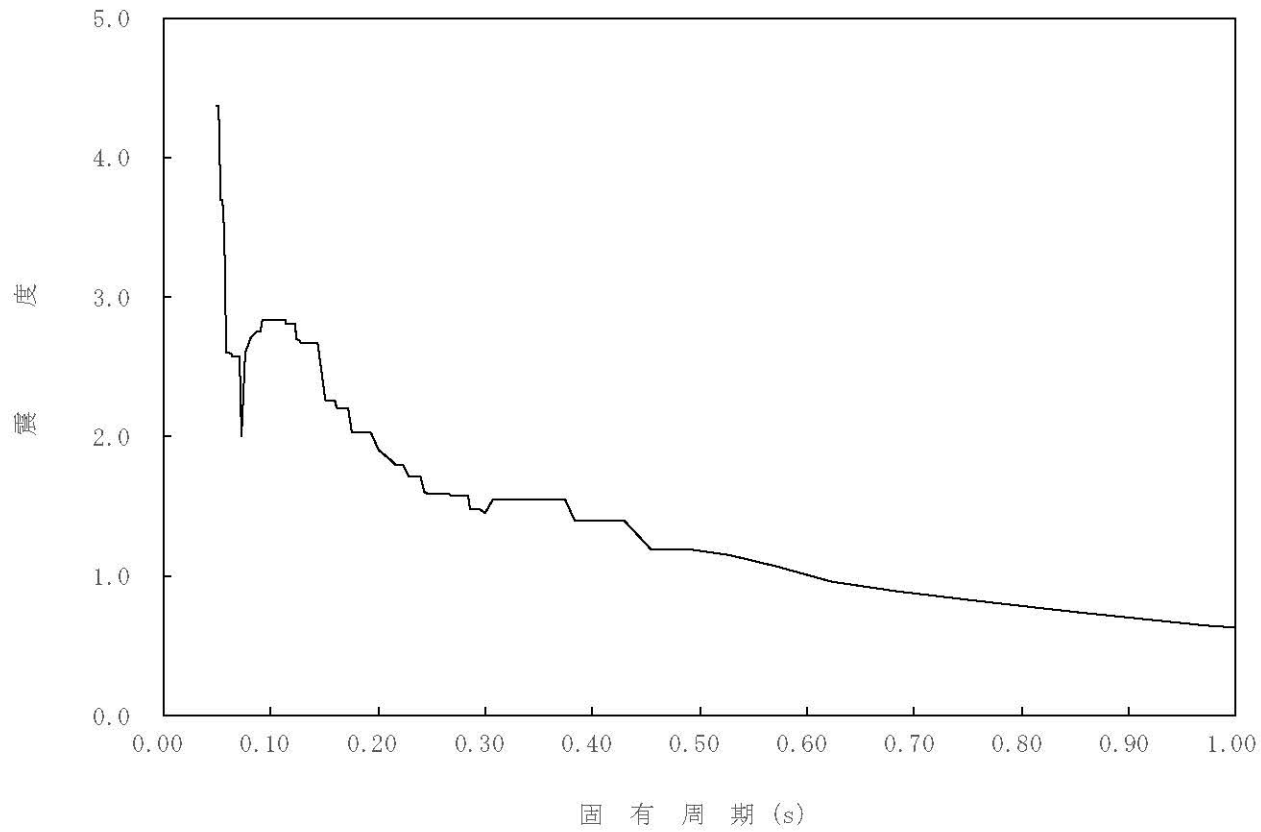
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-241

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV41-020】

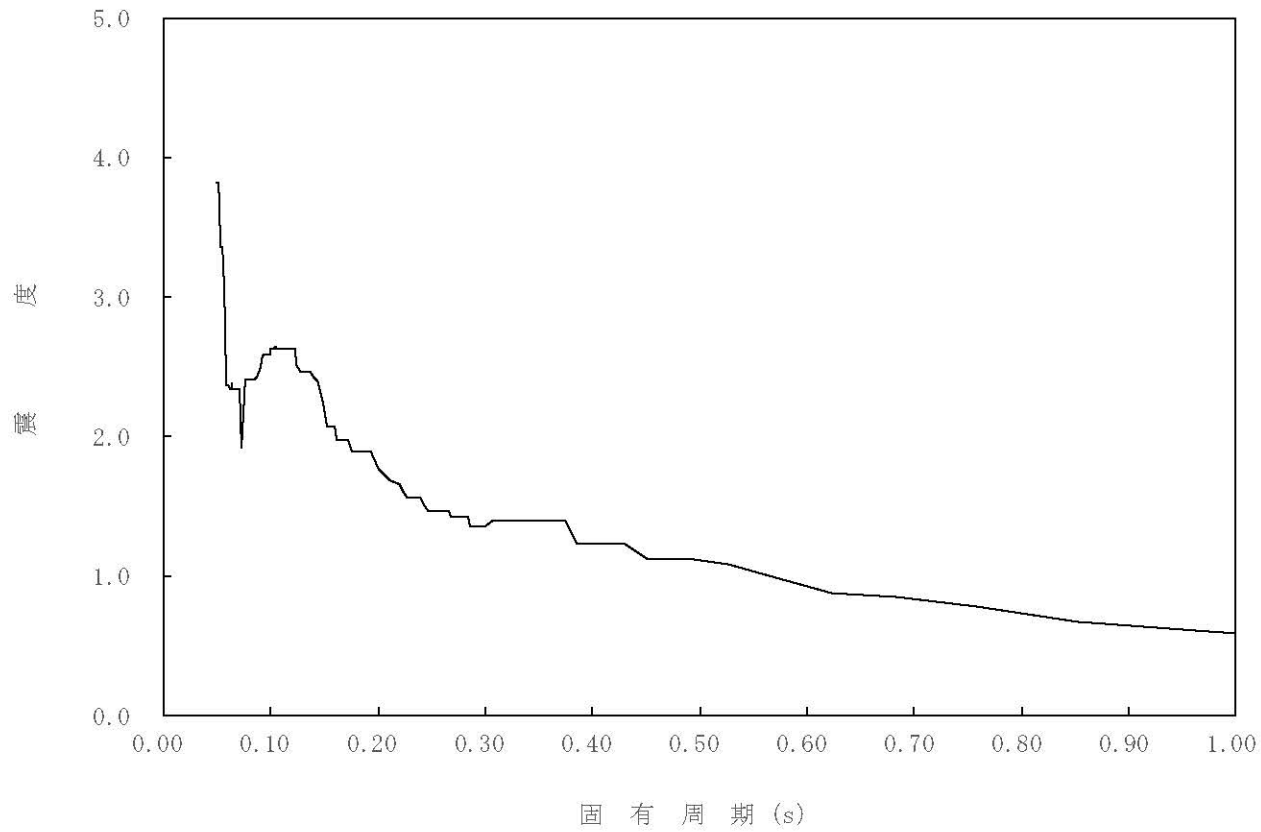
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-242

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV41-025】

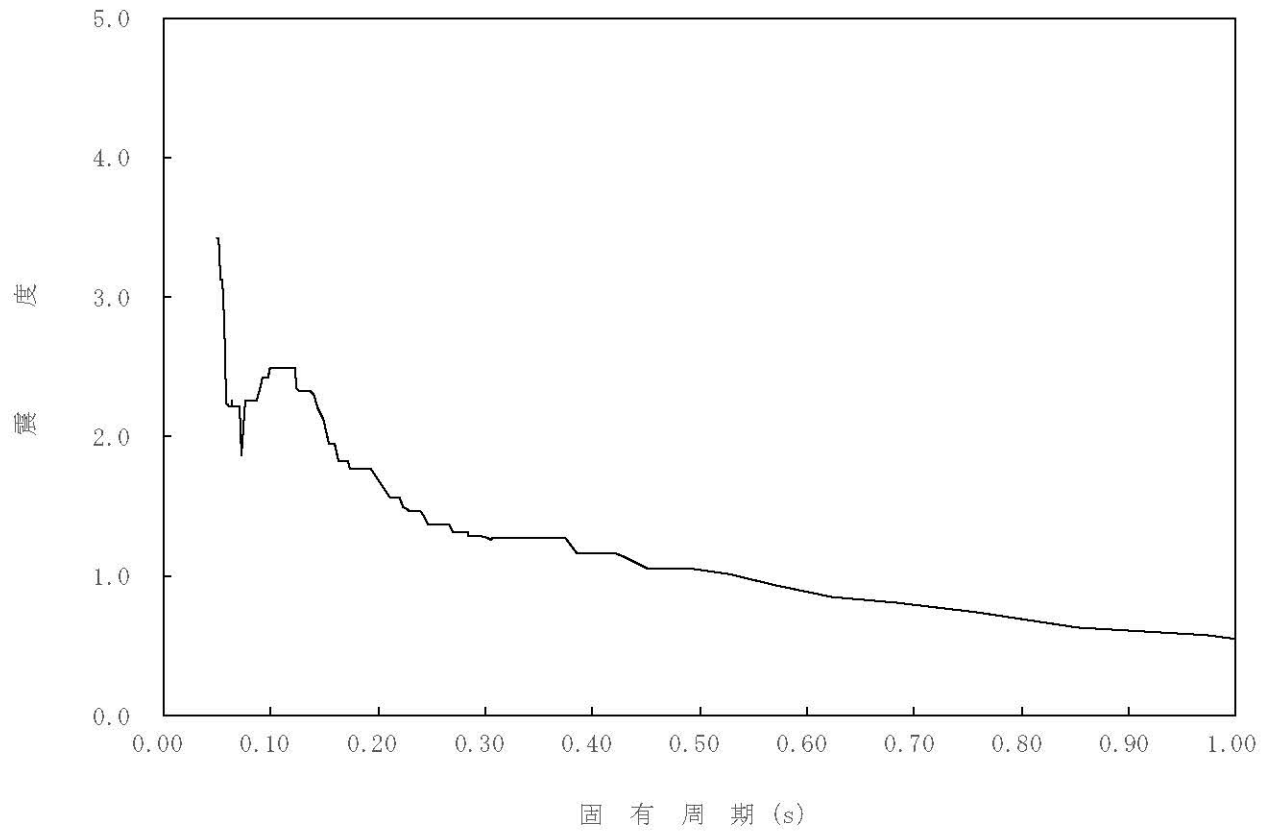
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-243

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV41-030】

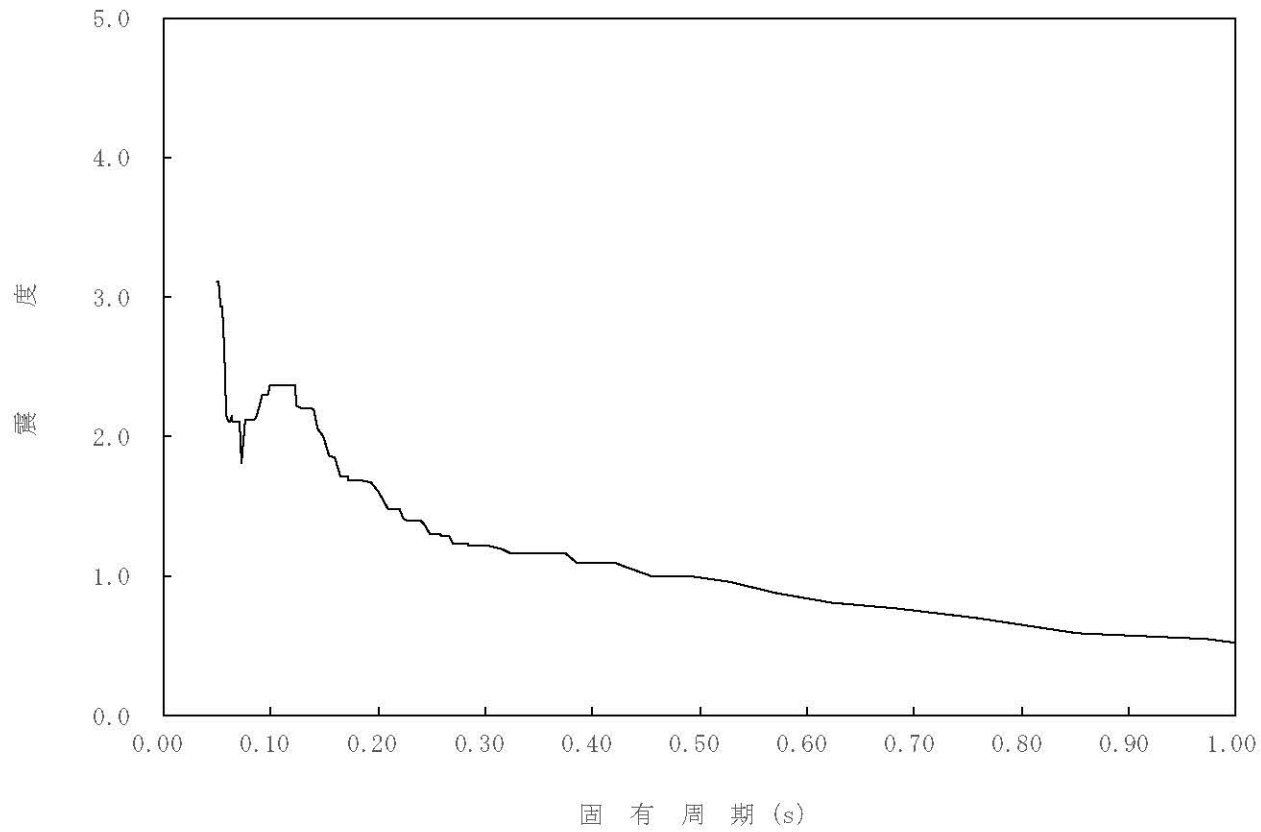
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-244

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV41-050】

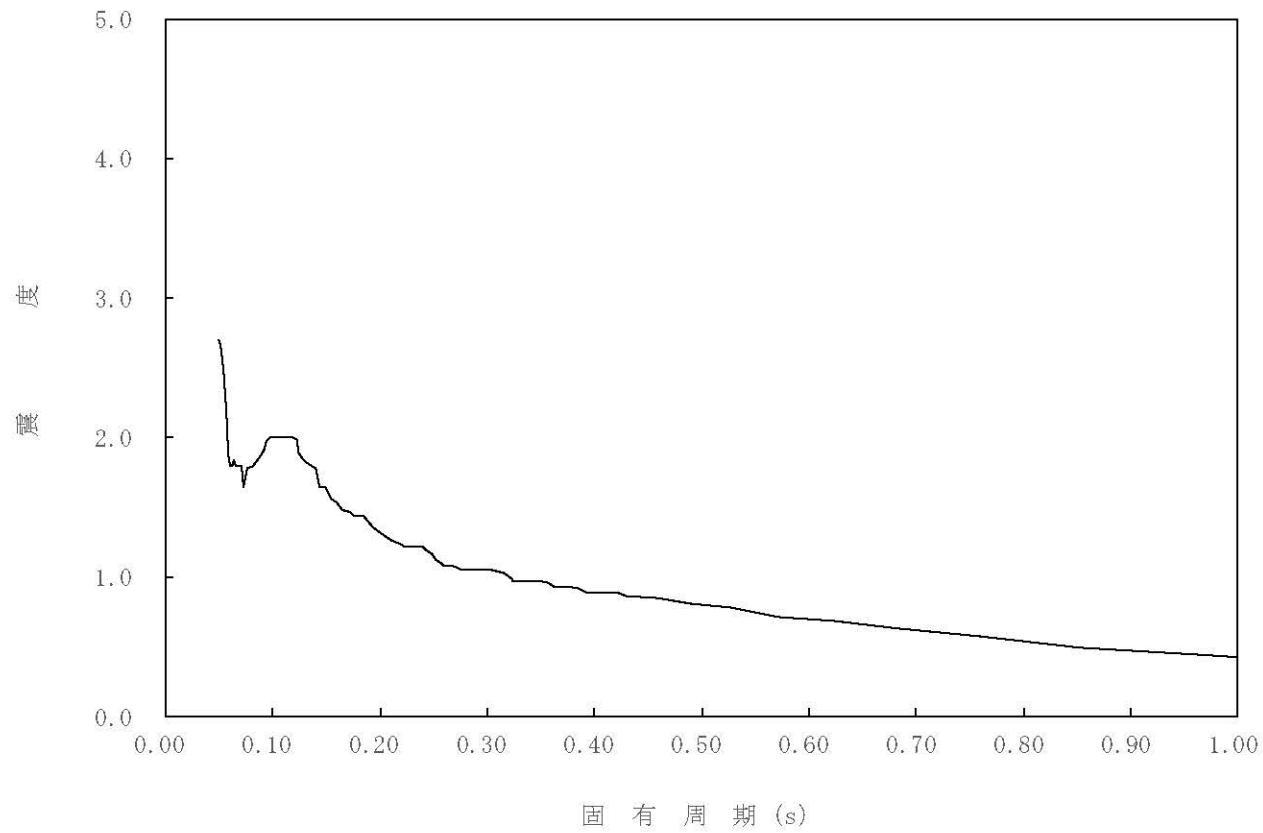
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-245

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-005】

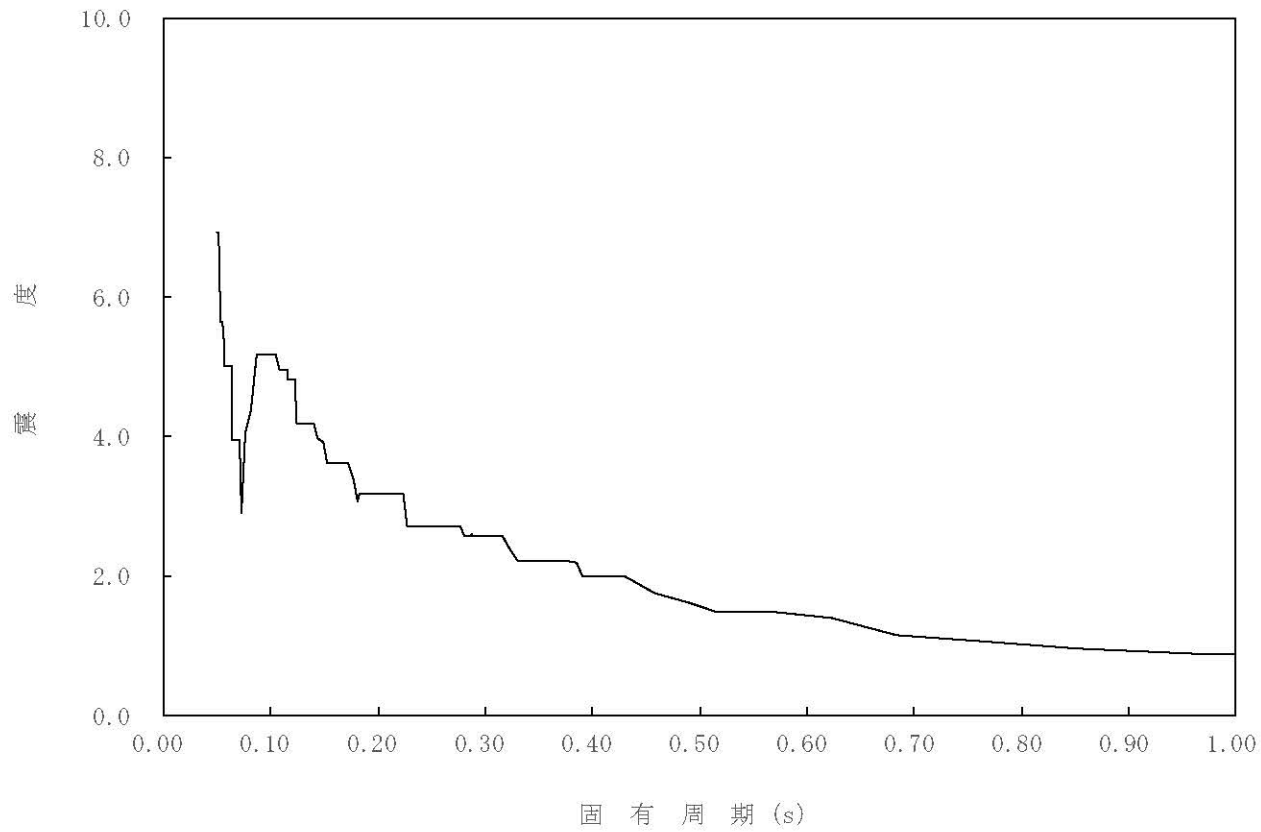
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-246

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-010】

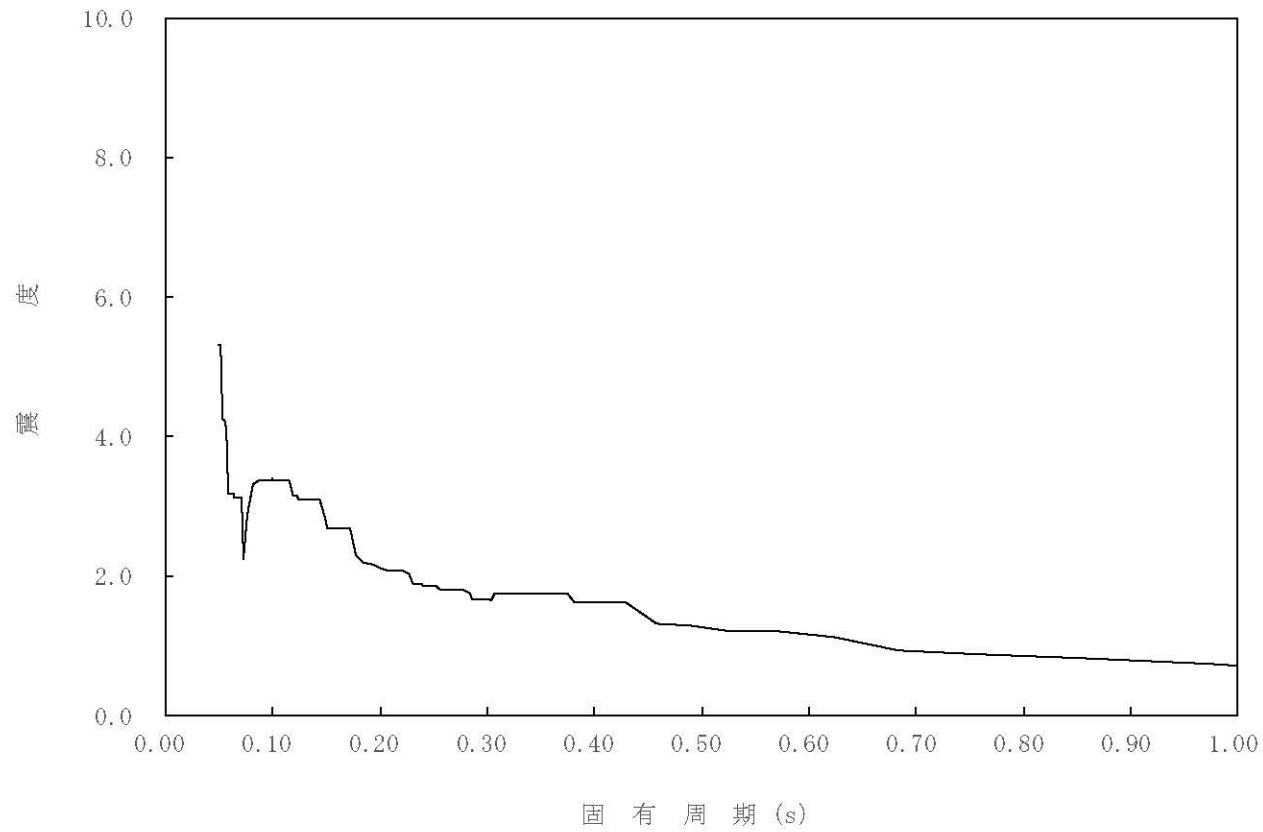
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-247

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-015】

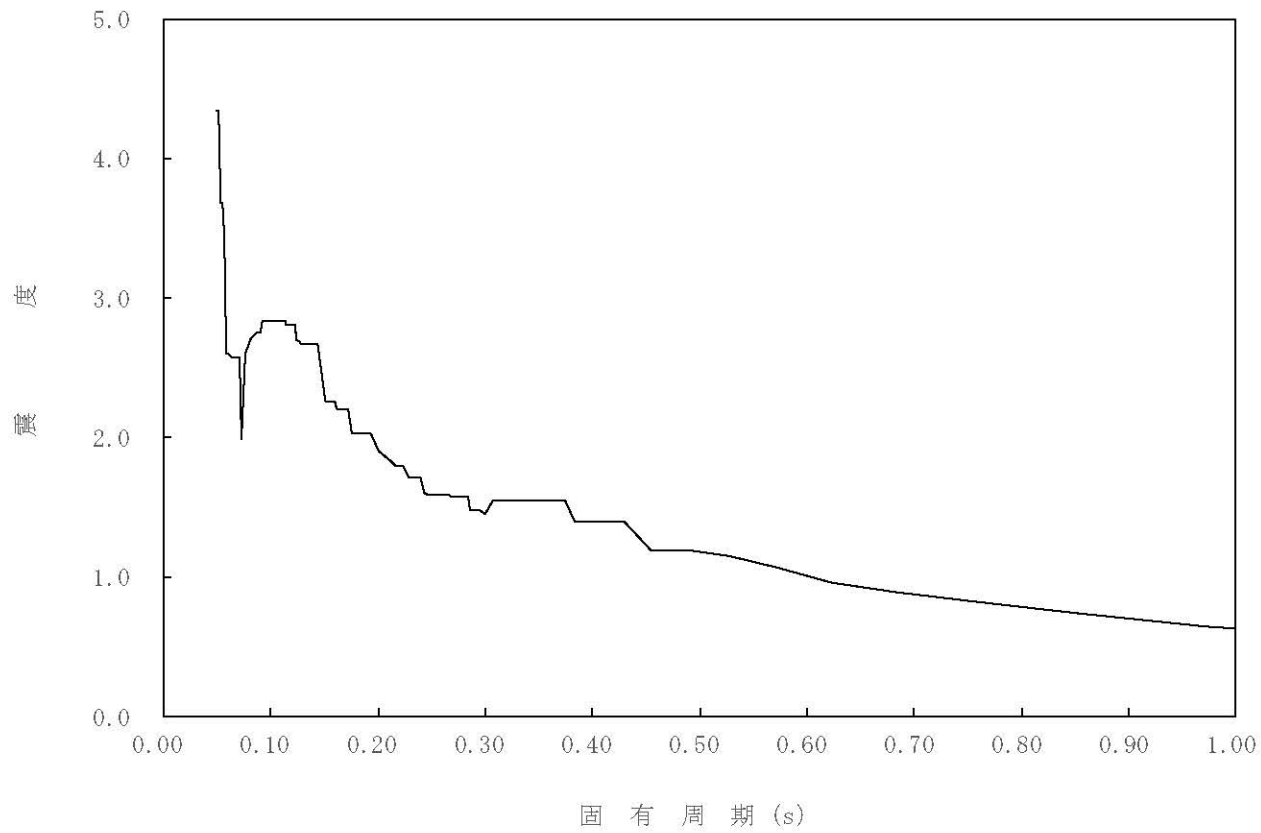
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-248

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-020】

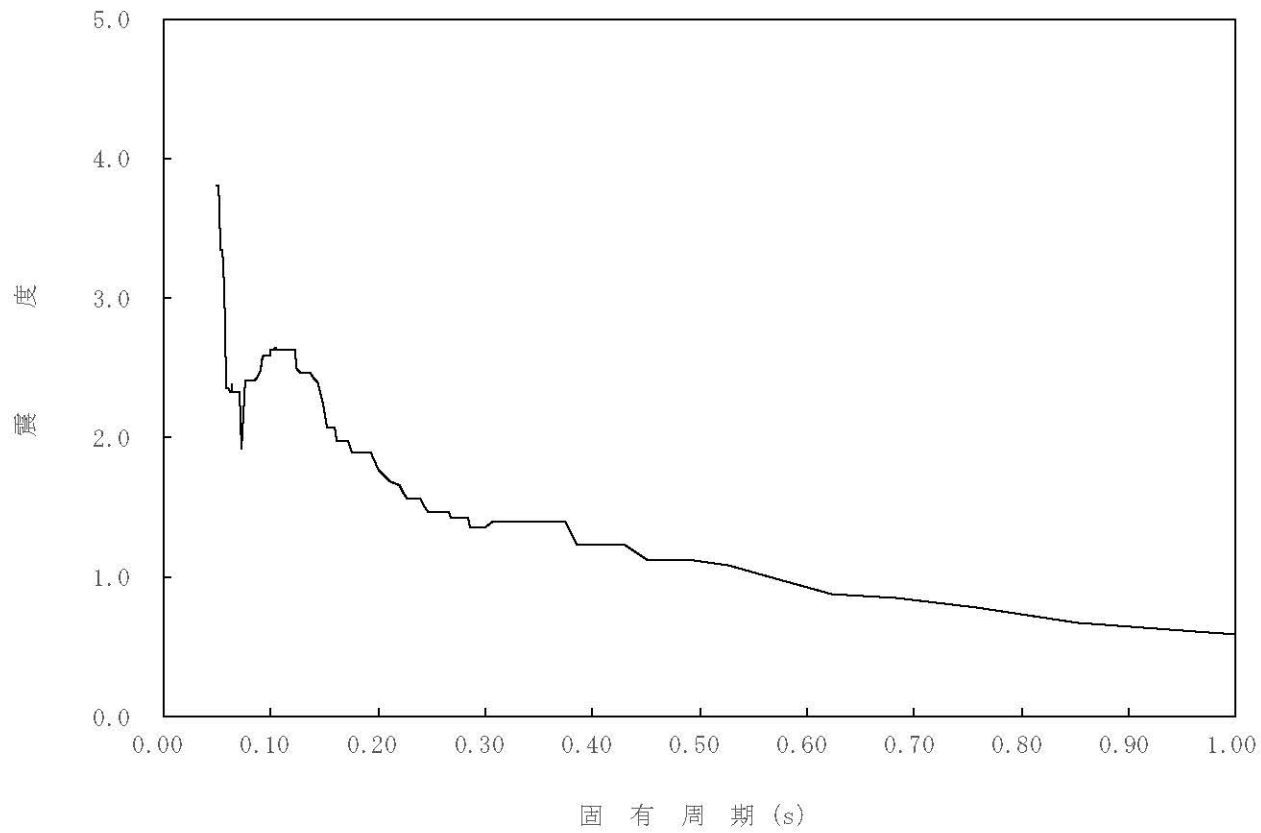
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-249

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-025】

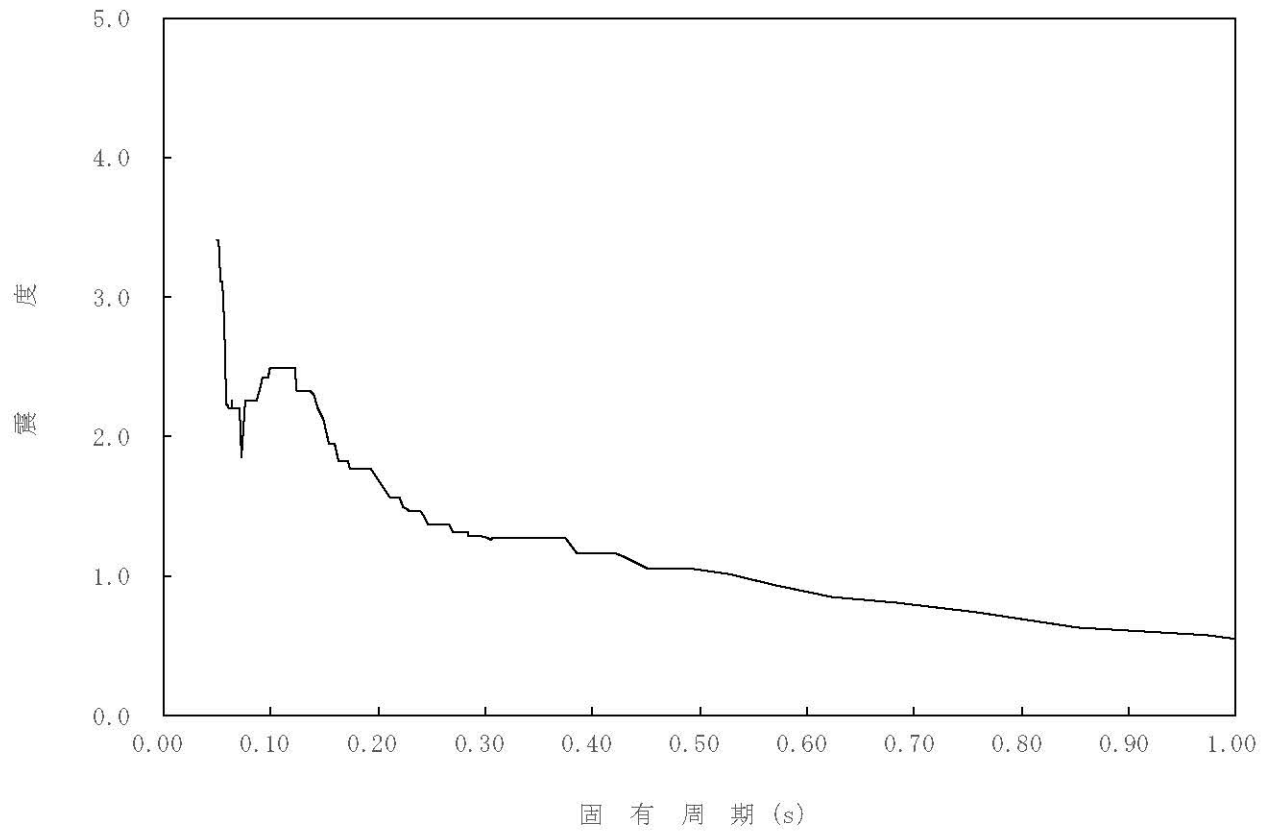
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-250

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-030】

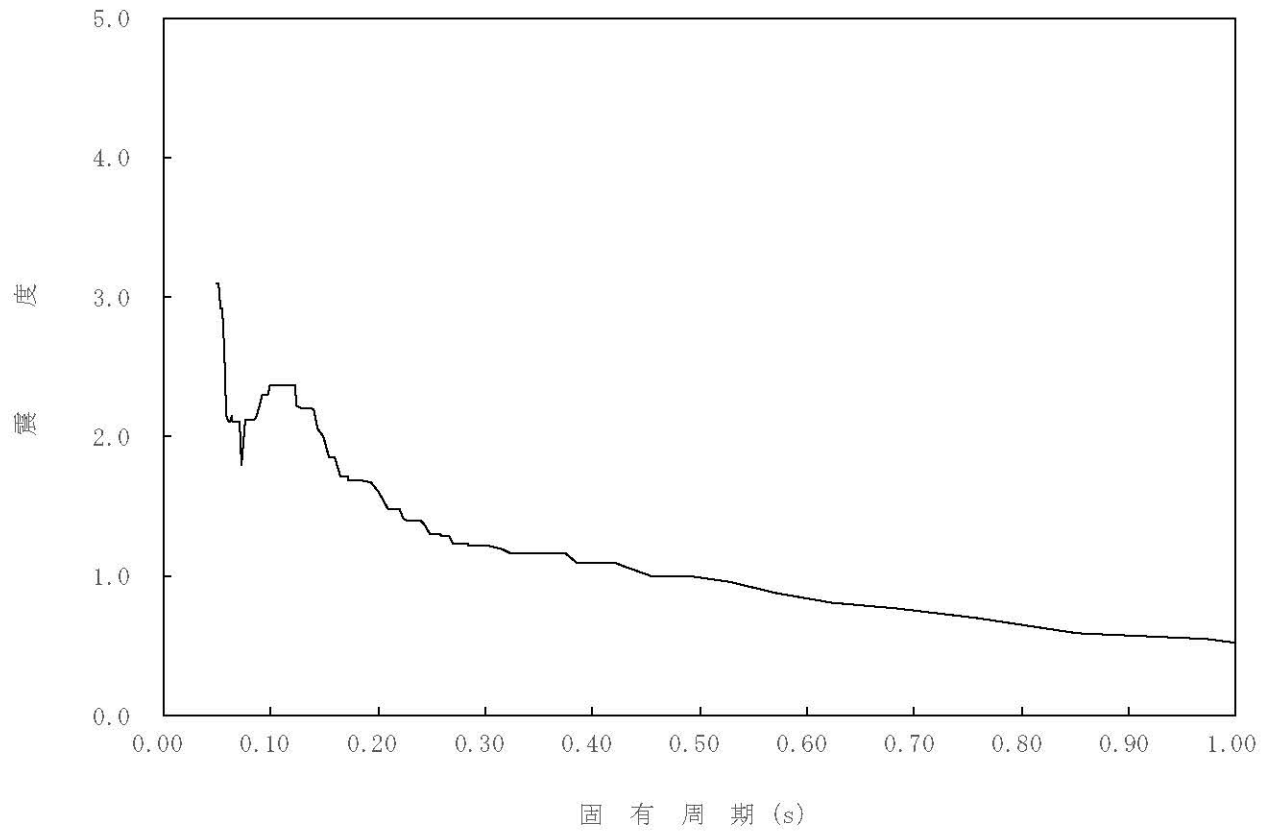
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-251

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV40-050】

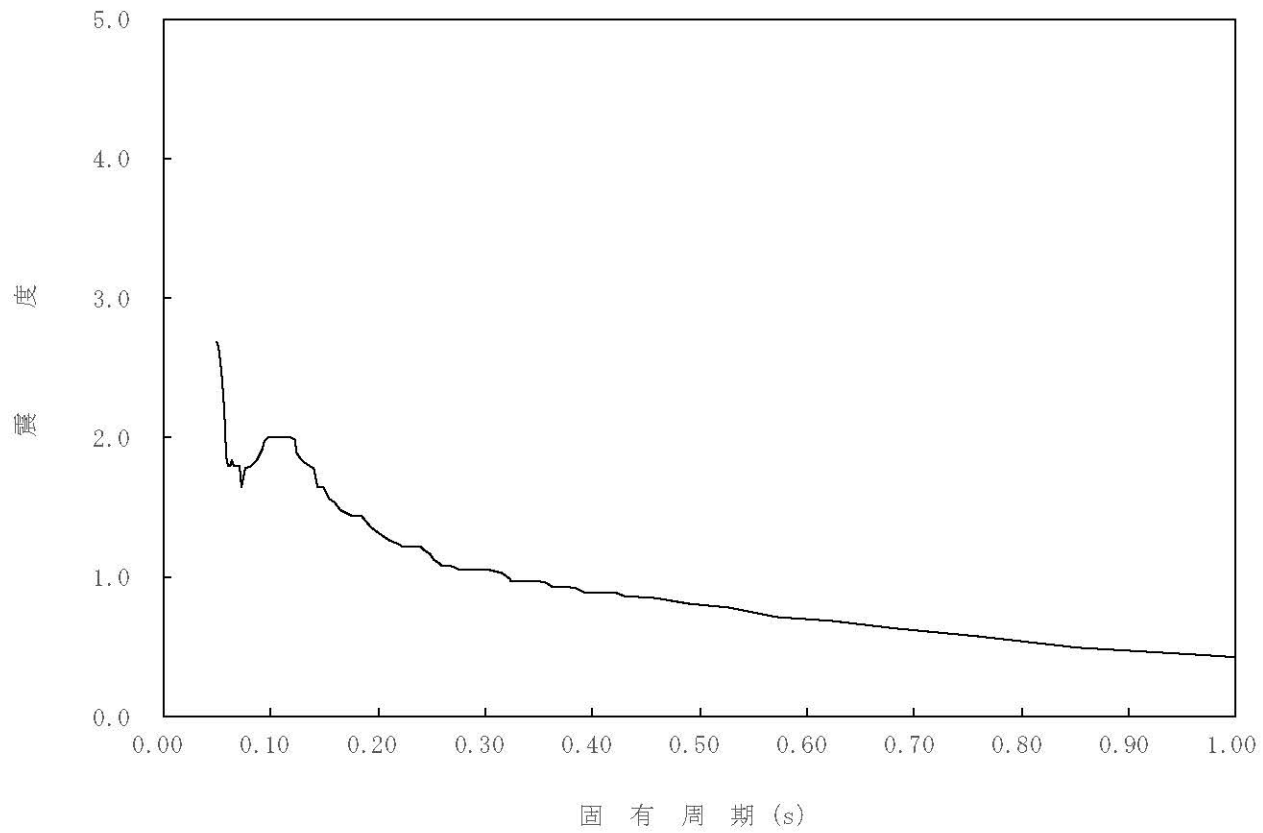
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-252

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV39-005】

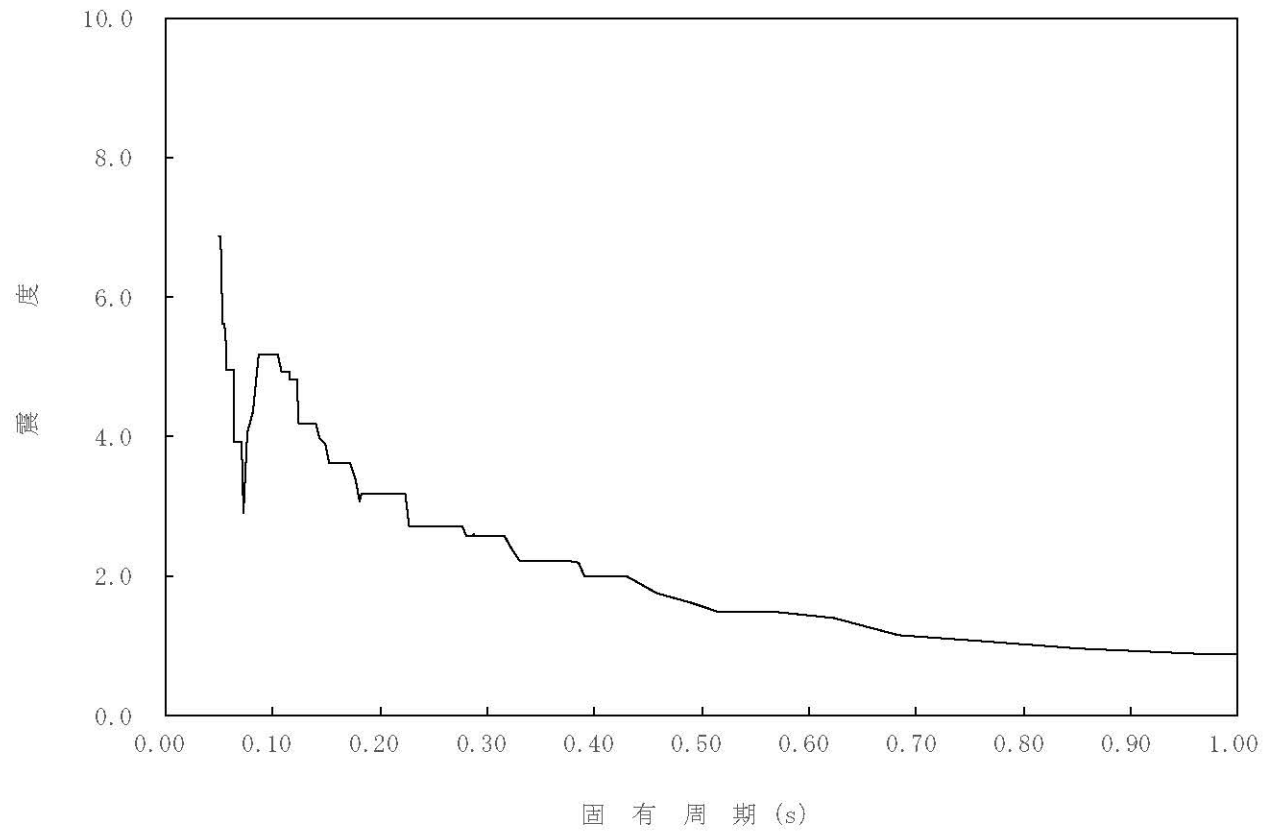
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-253

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV39-010】

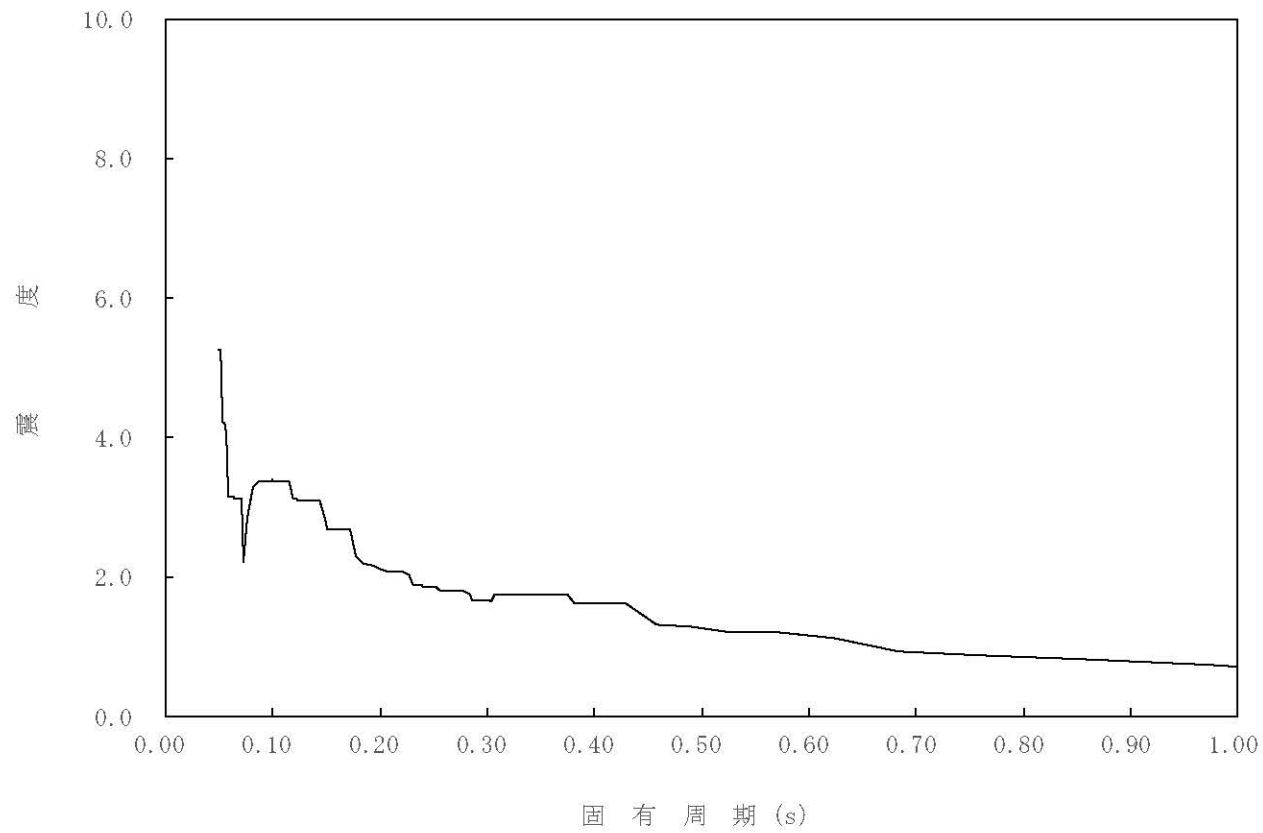
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-254

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV39-015】

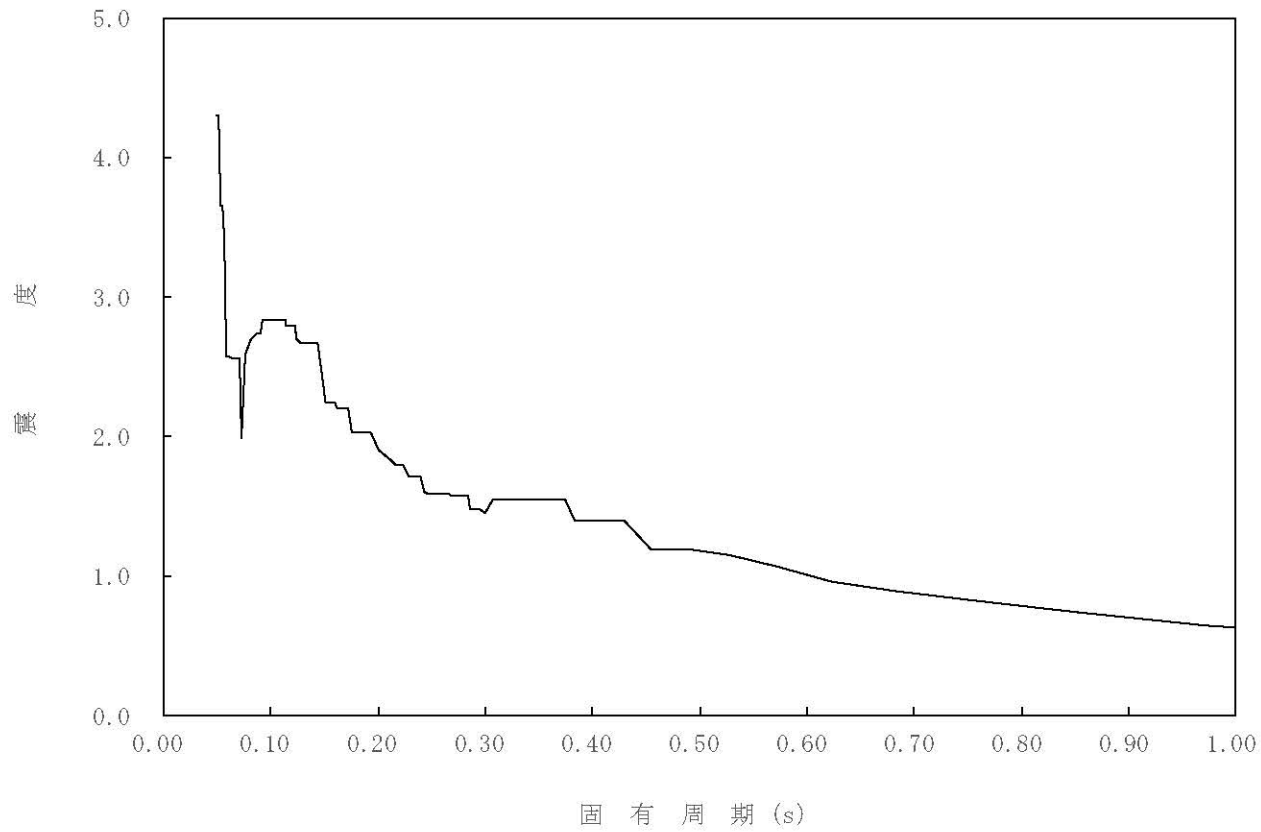
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-255

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV39-020】

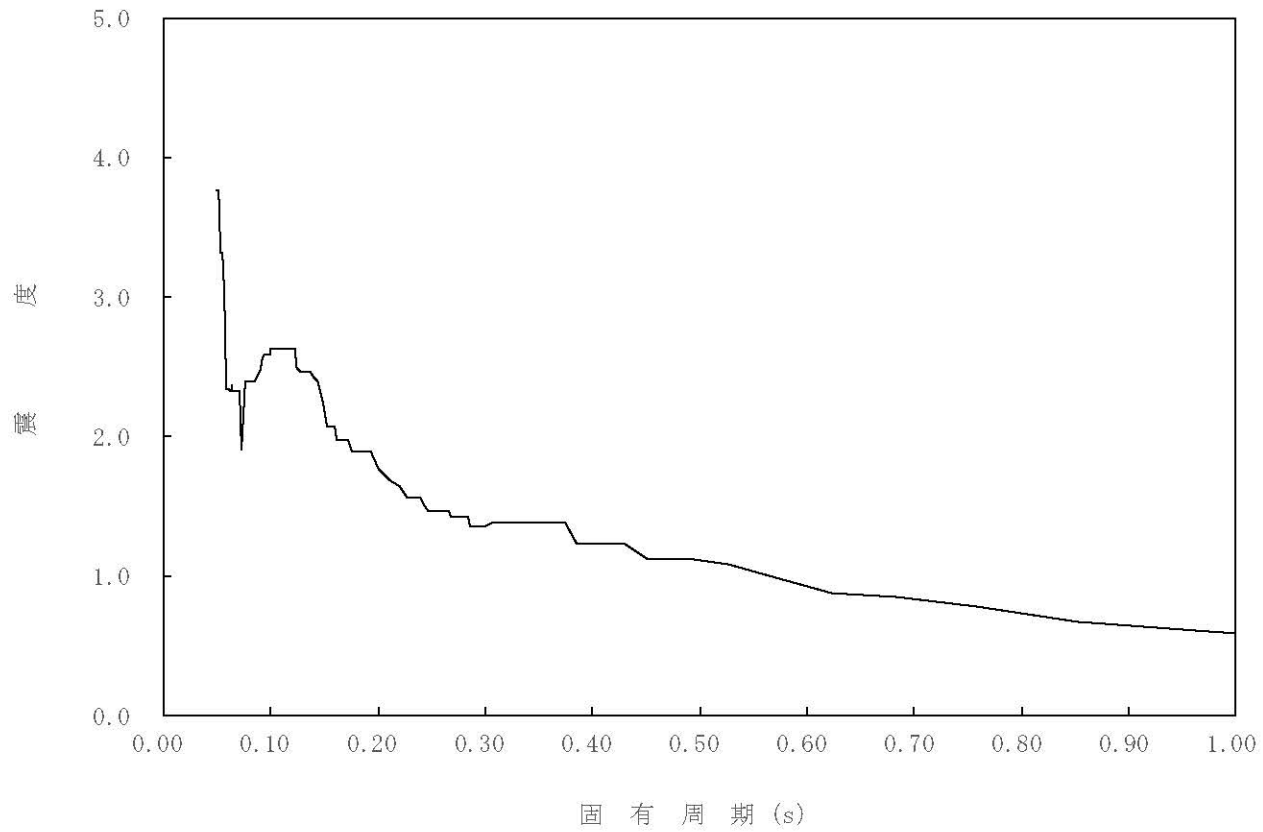
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-256

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV39-025】

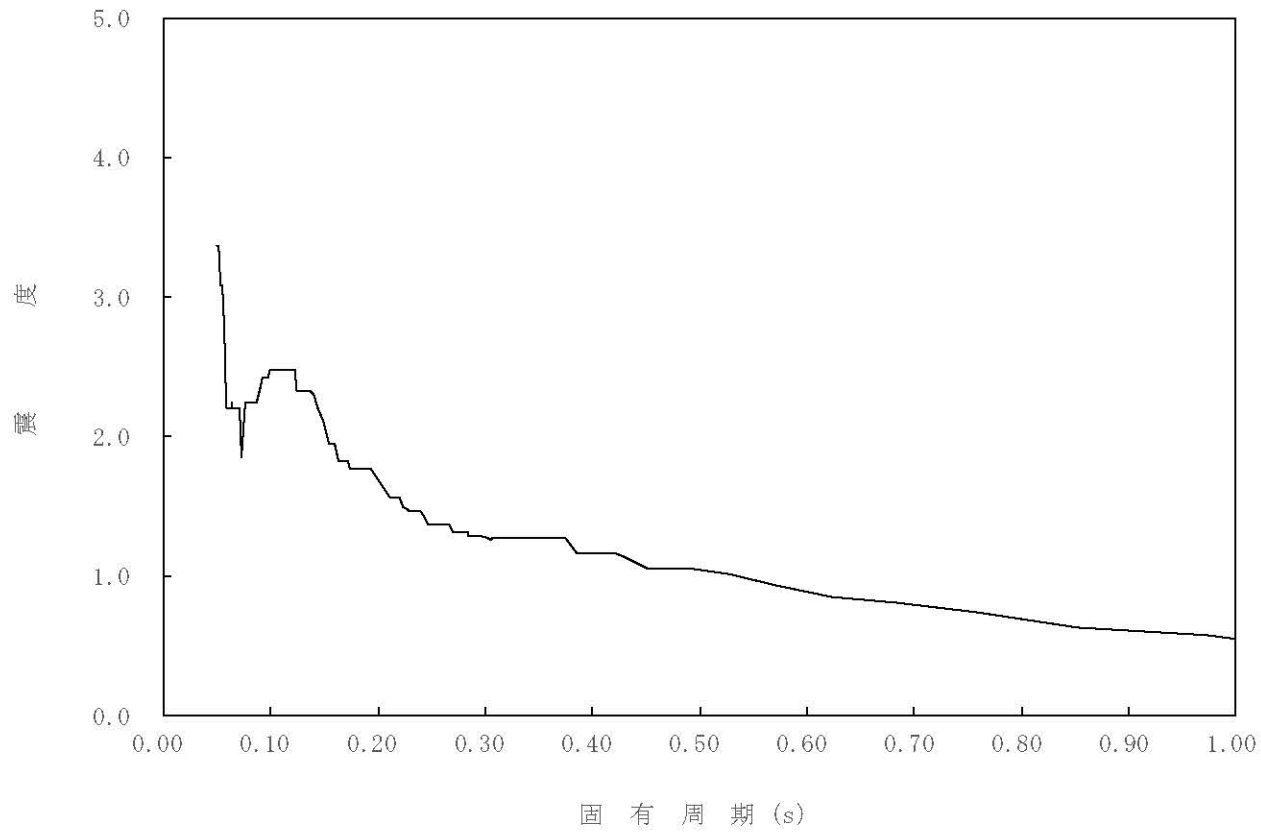
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-257

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV39-030】

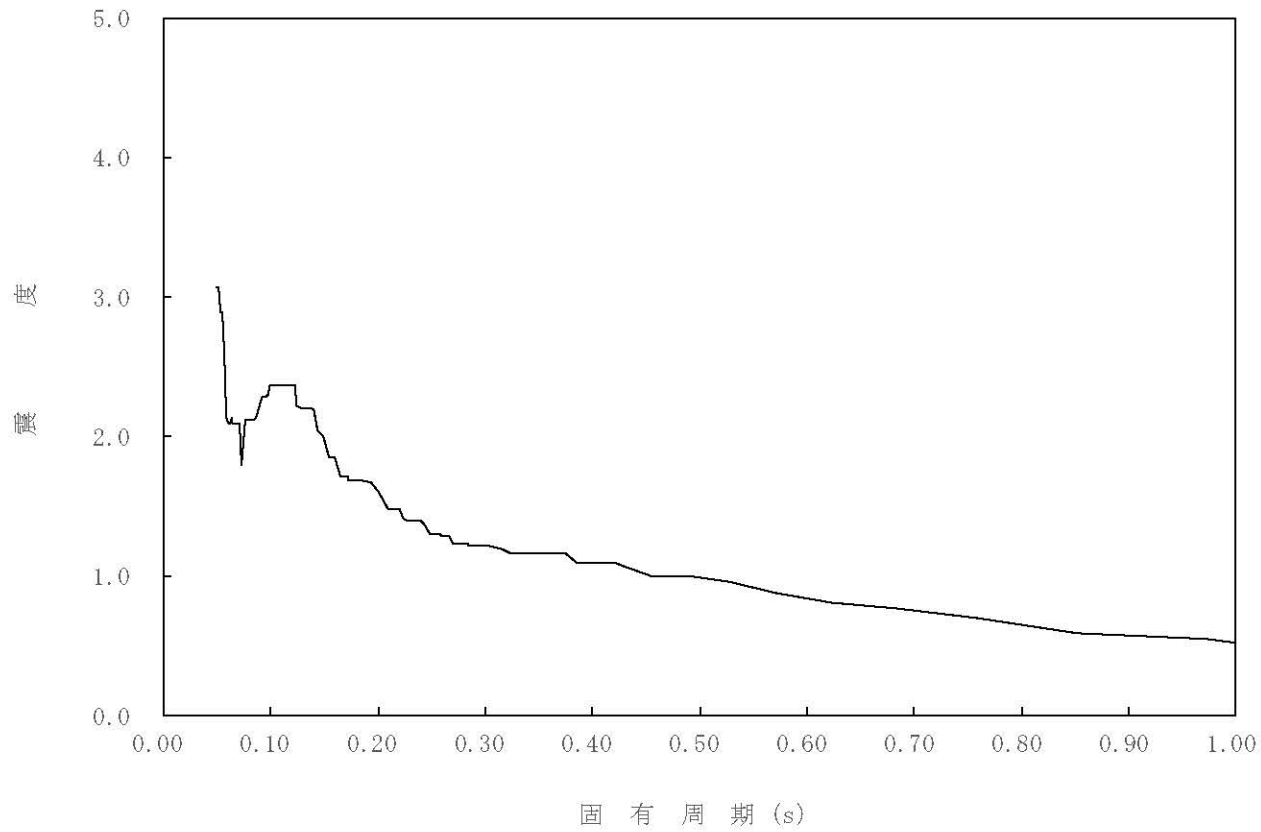
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-258

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV39-050】

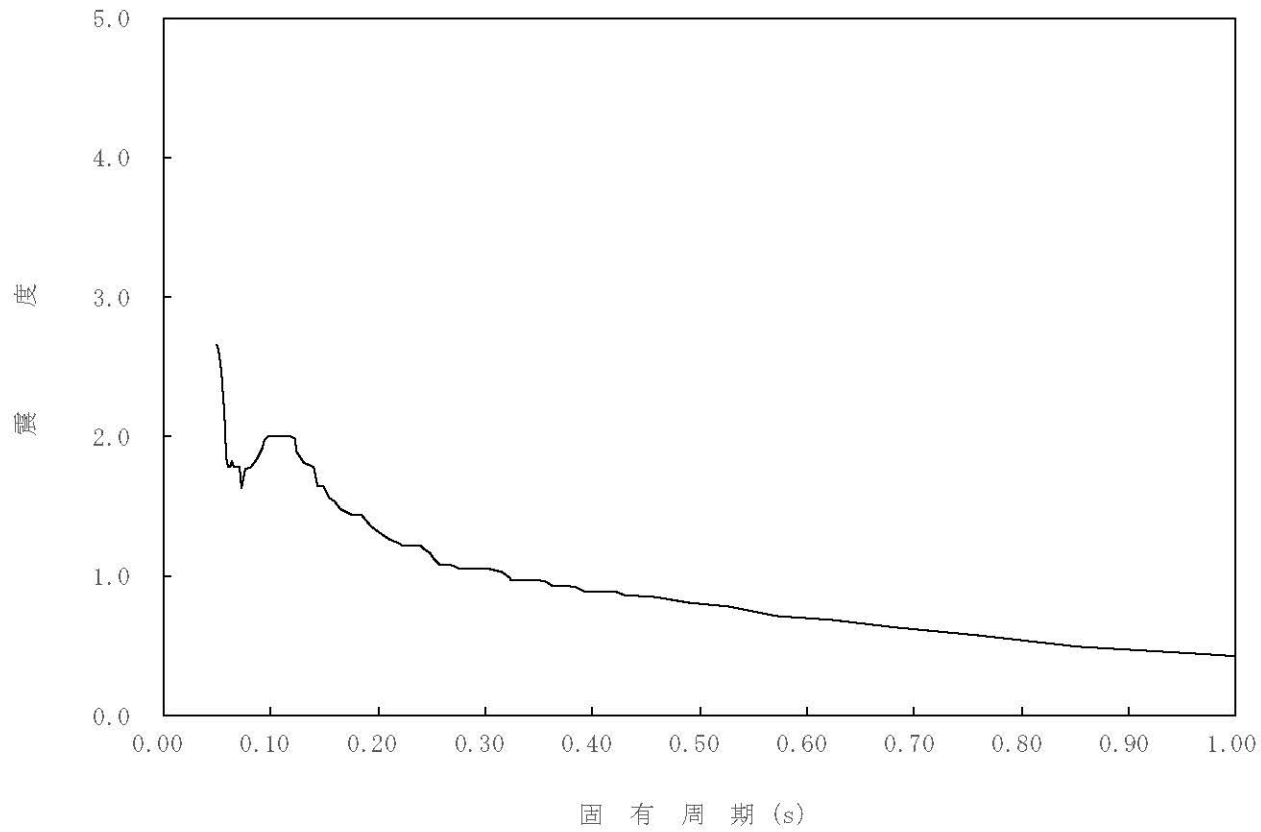
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-259

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV38-005】

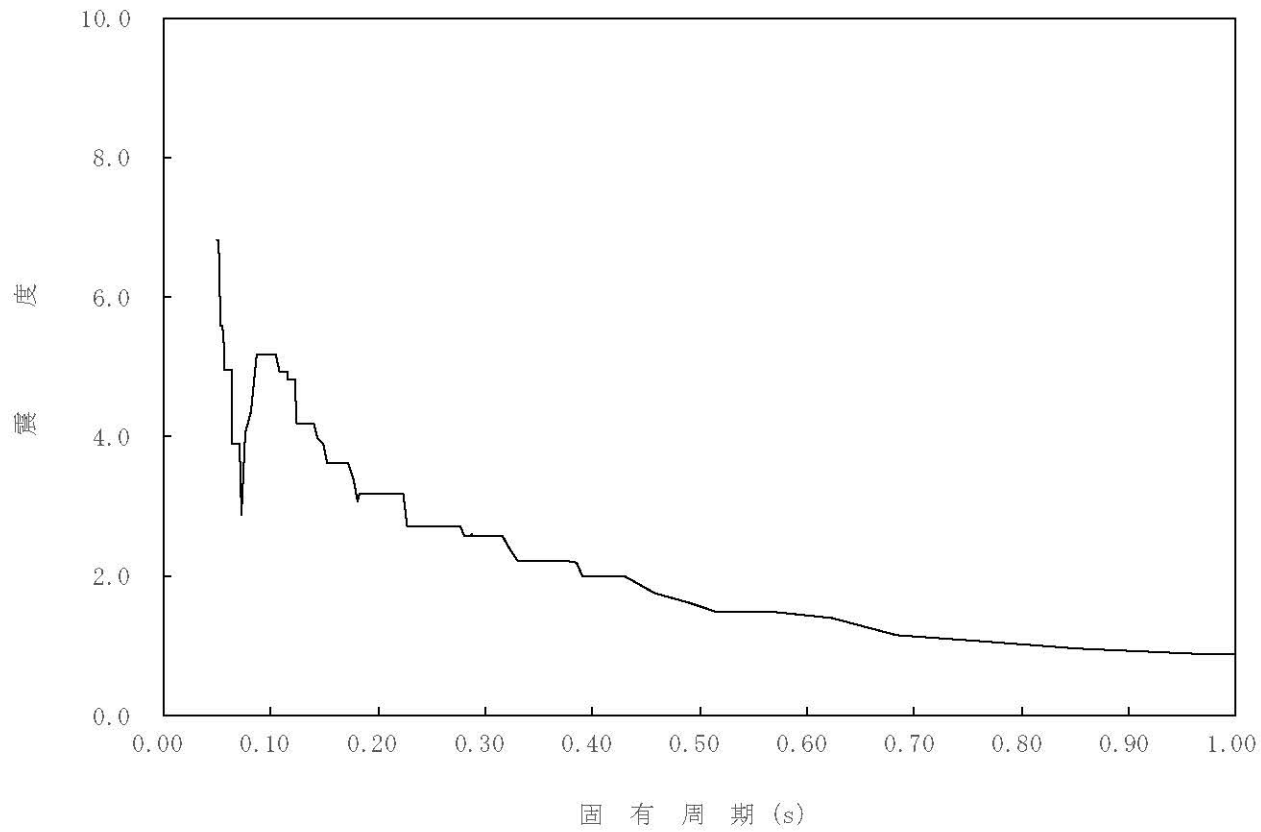
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-260

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV38-010】

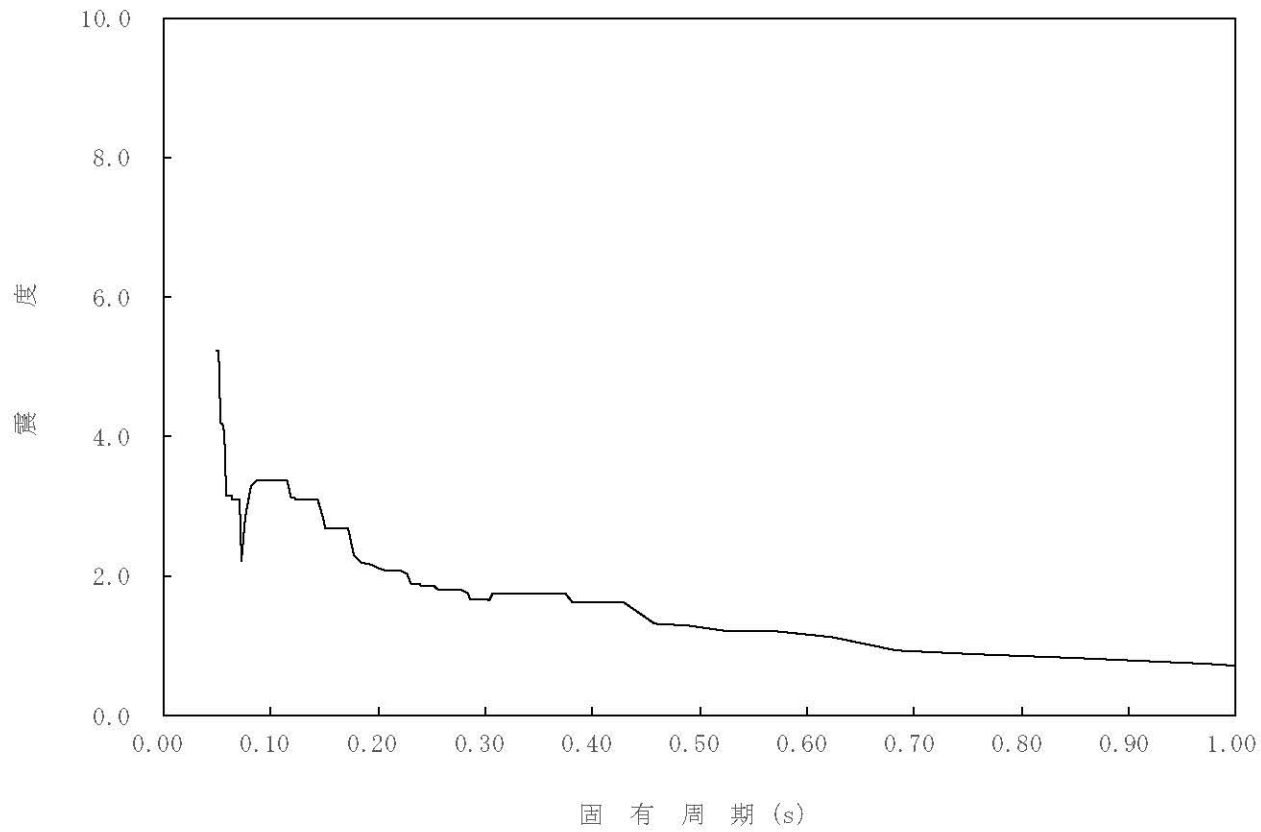
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-261

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV38-015】

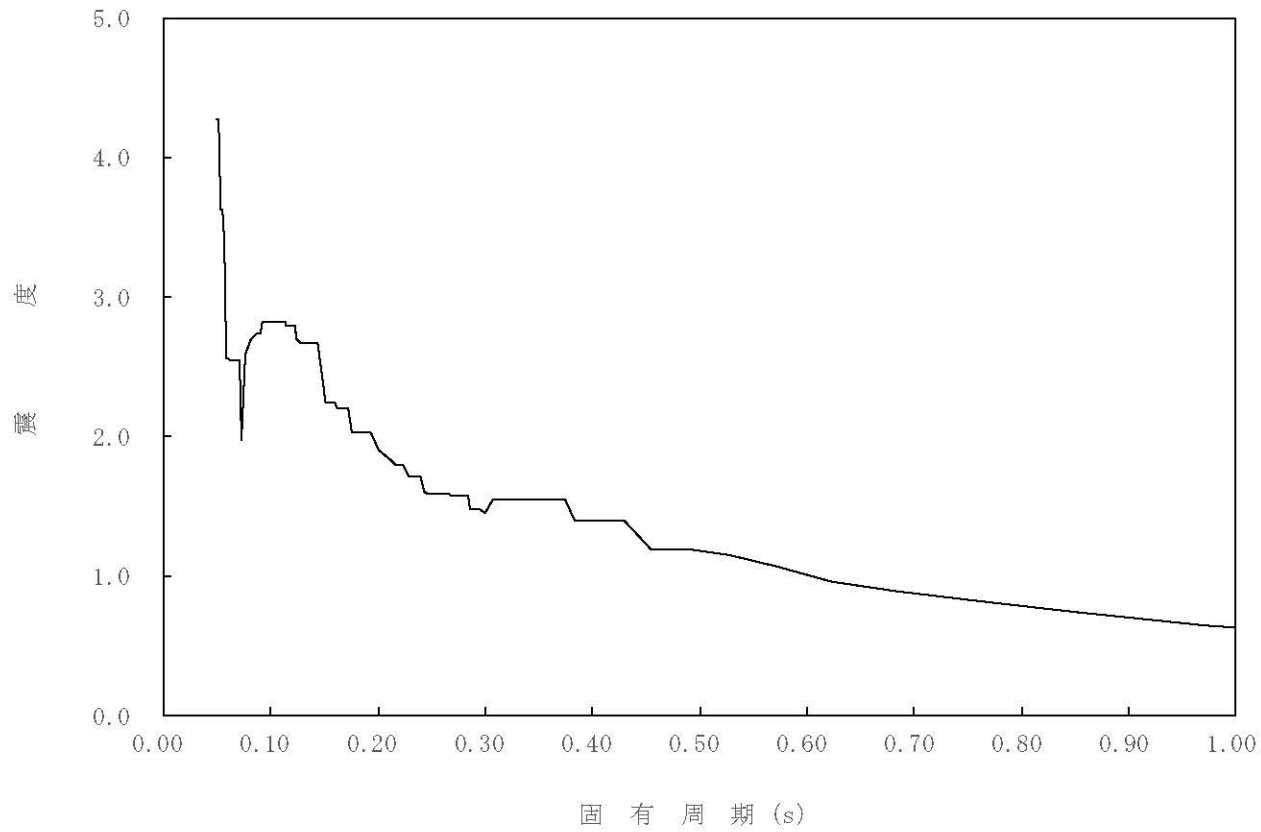
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-262

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV38-020】

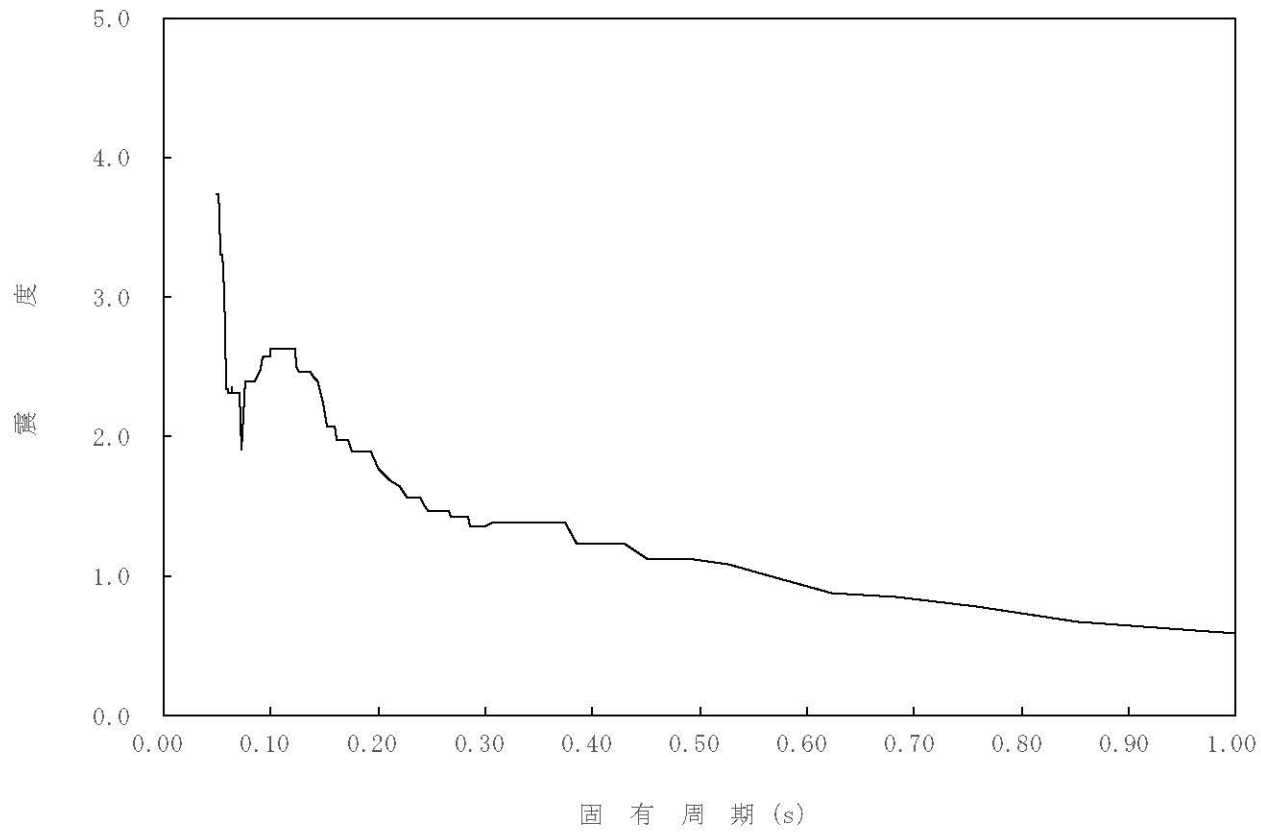
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-263

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV38-025】

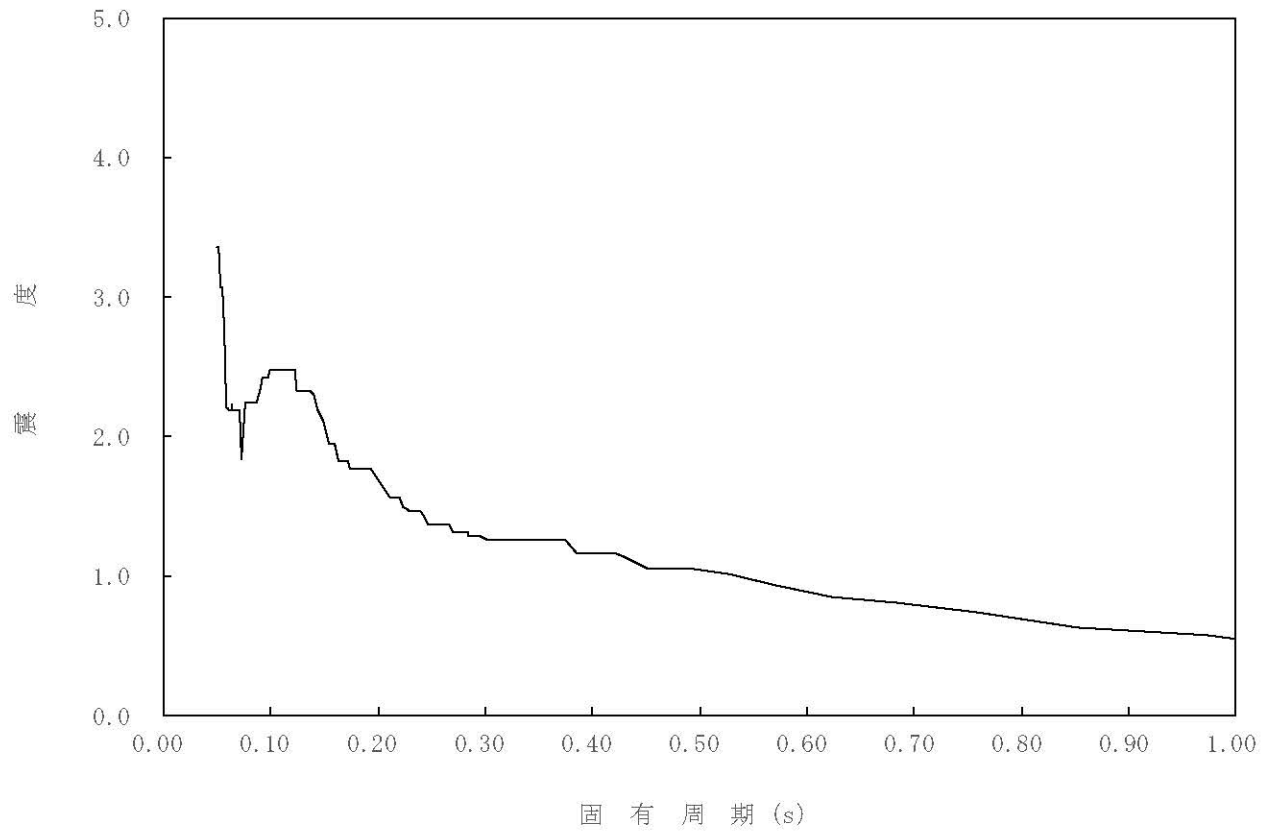
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-264

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV38-030】

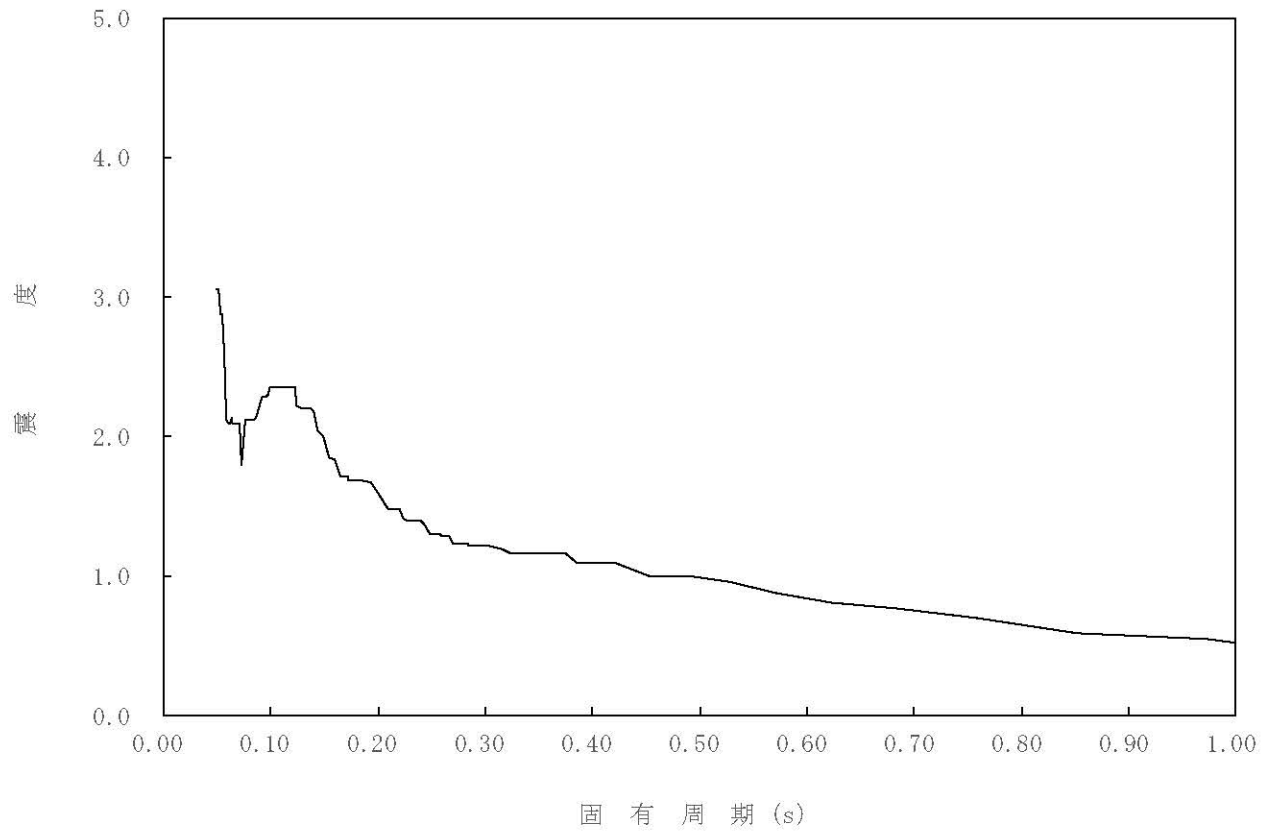
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-265

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV38-050】

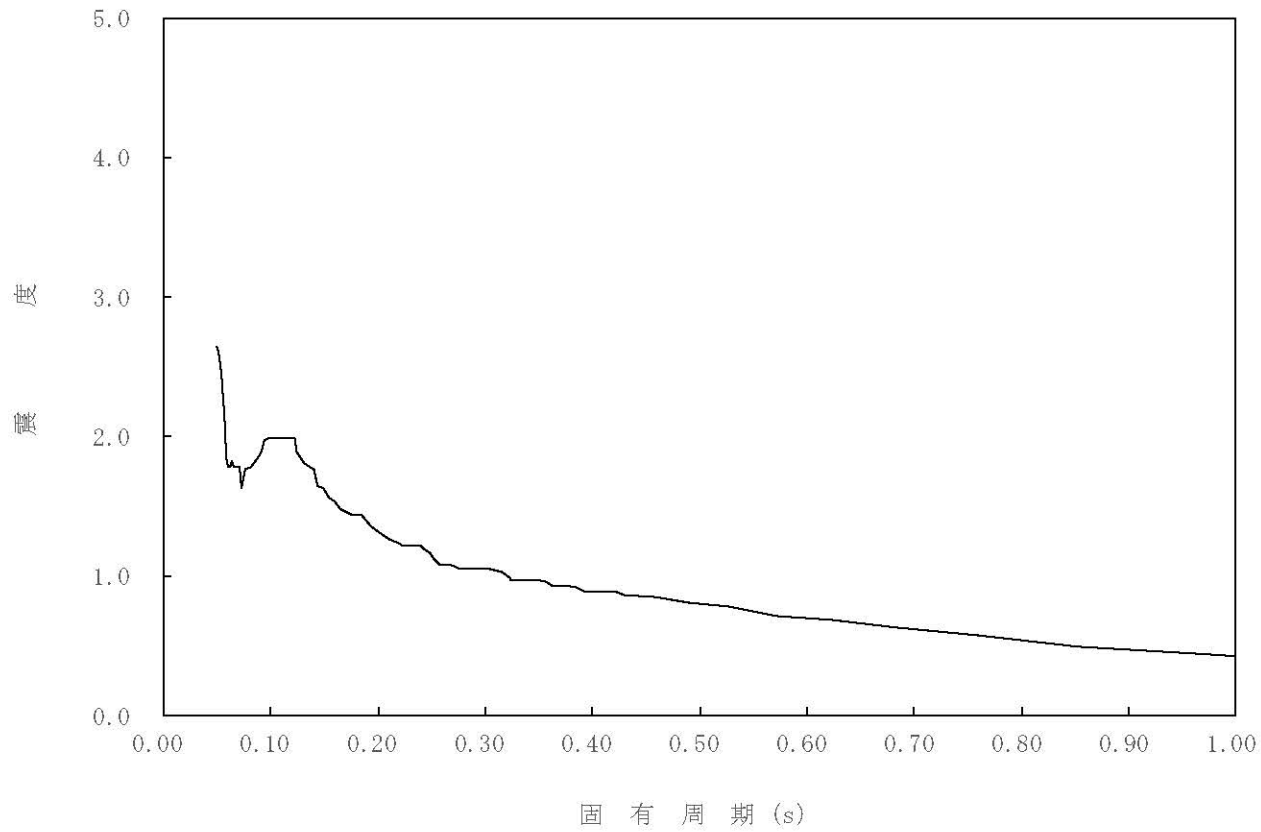
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-266

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV37-005】

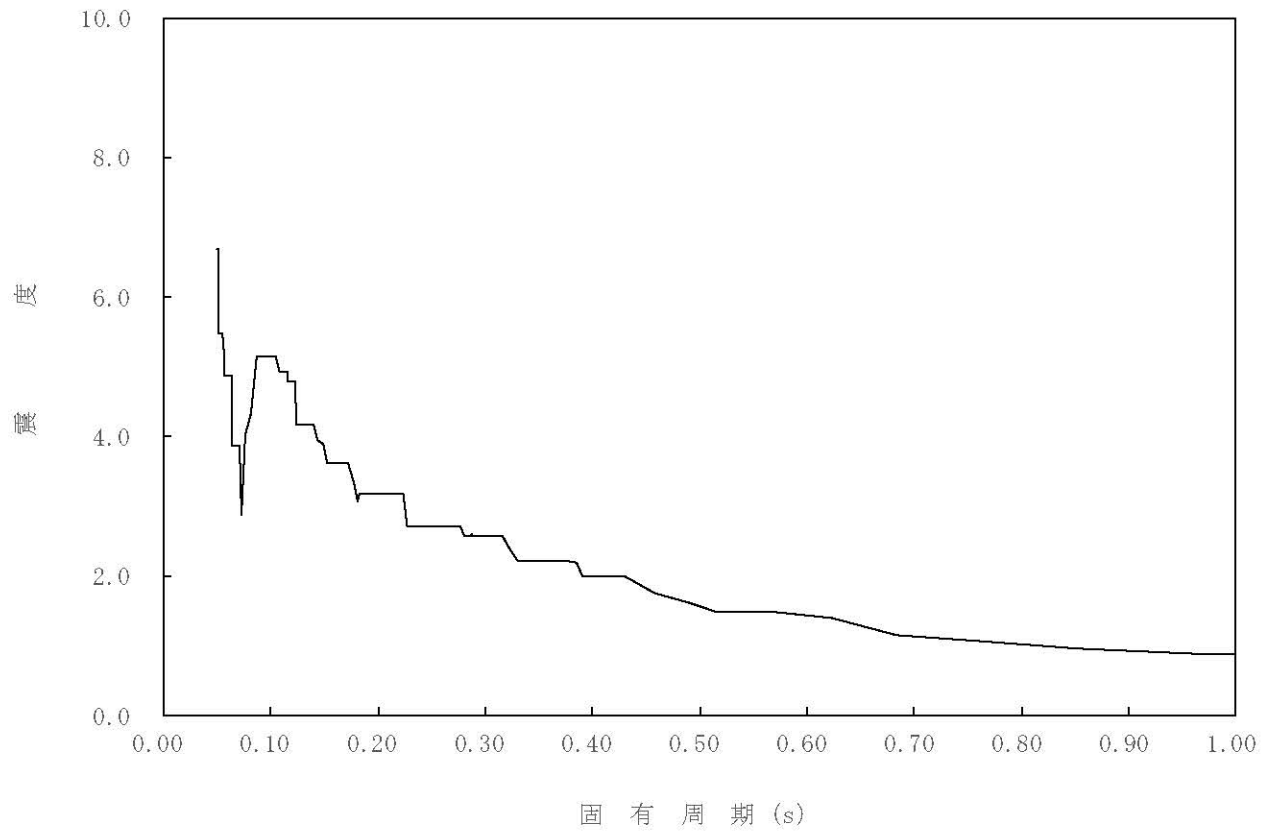
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-267

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV37-010】

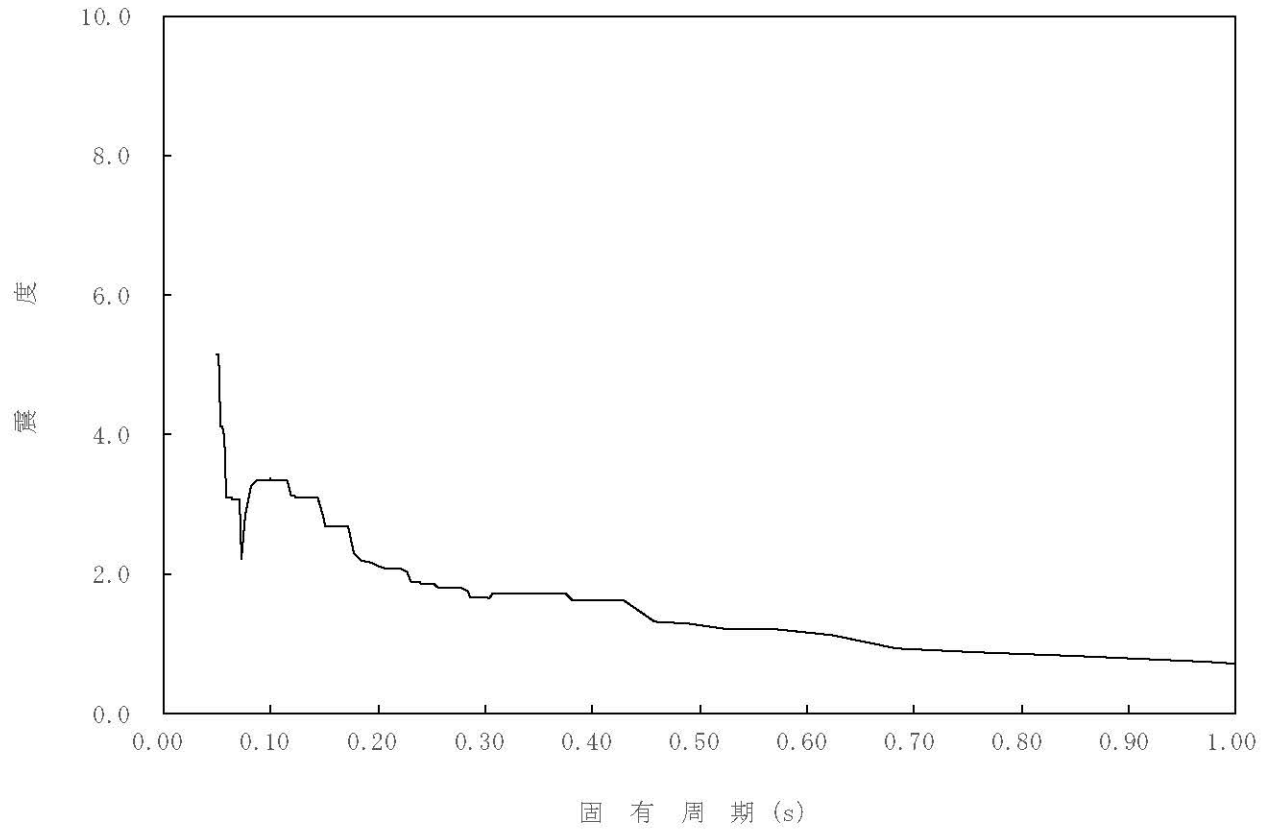
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-268

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV37-015】

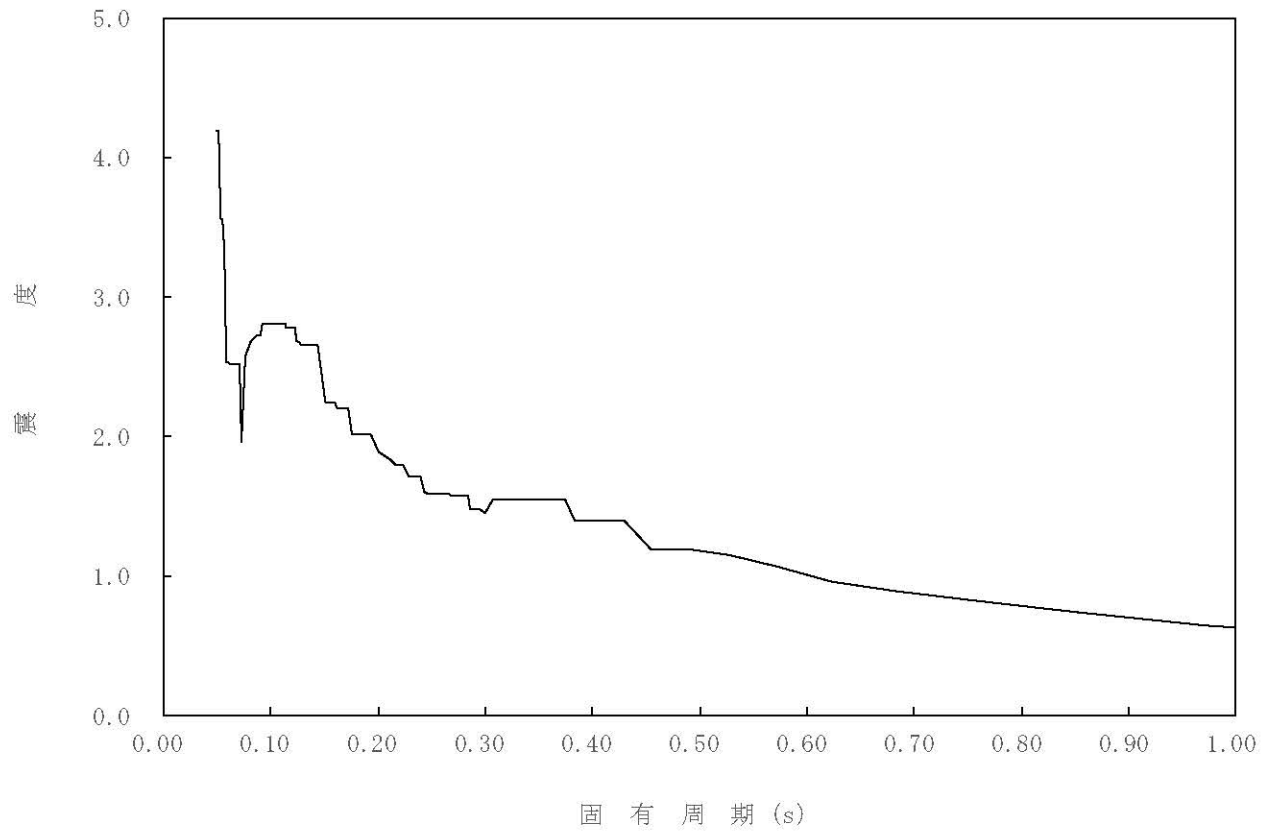
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-269

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV37-020】

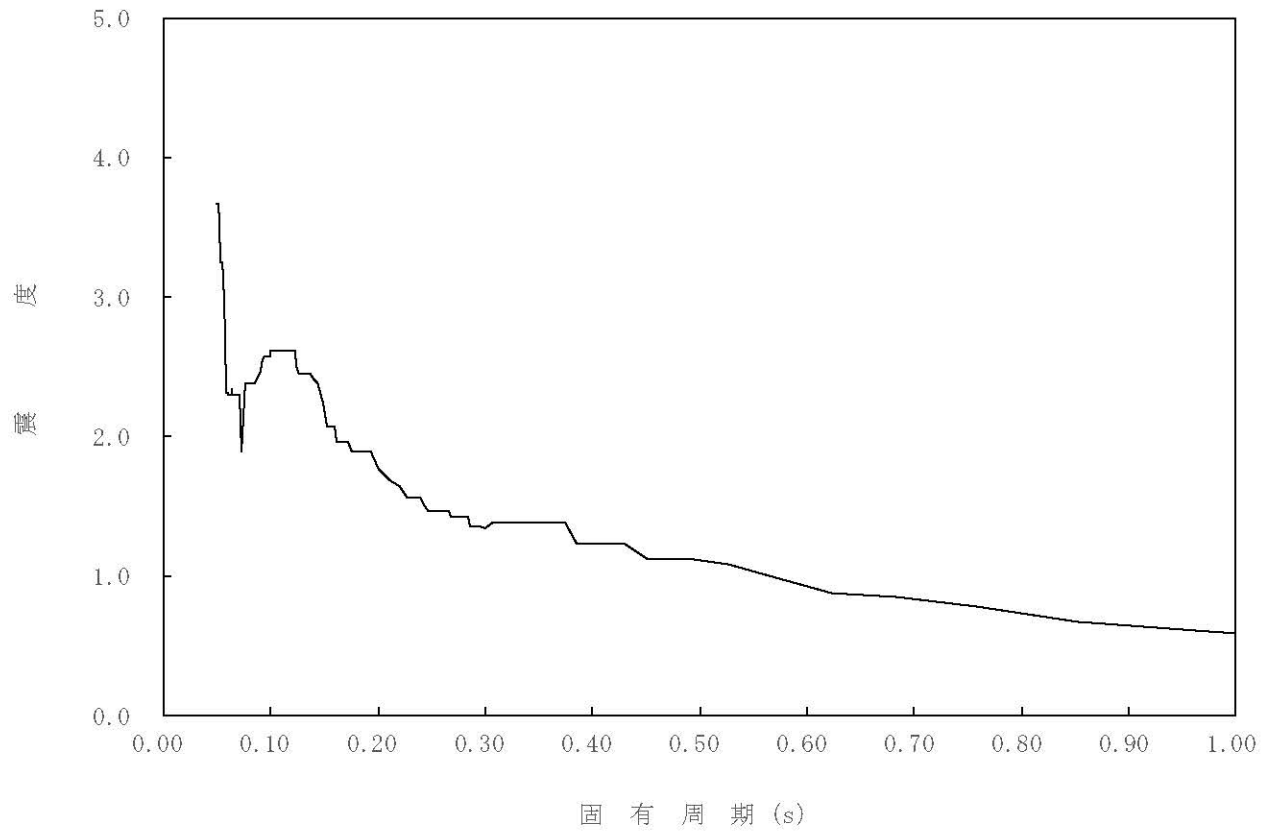
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-270

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV37-025】

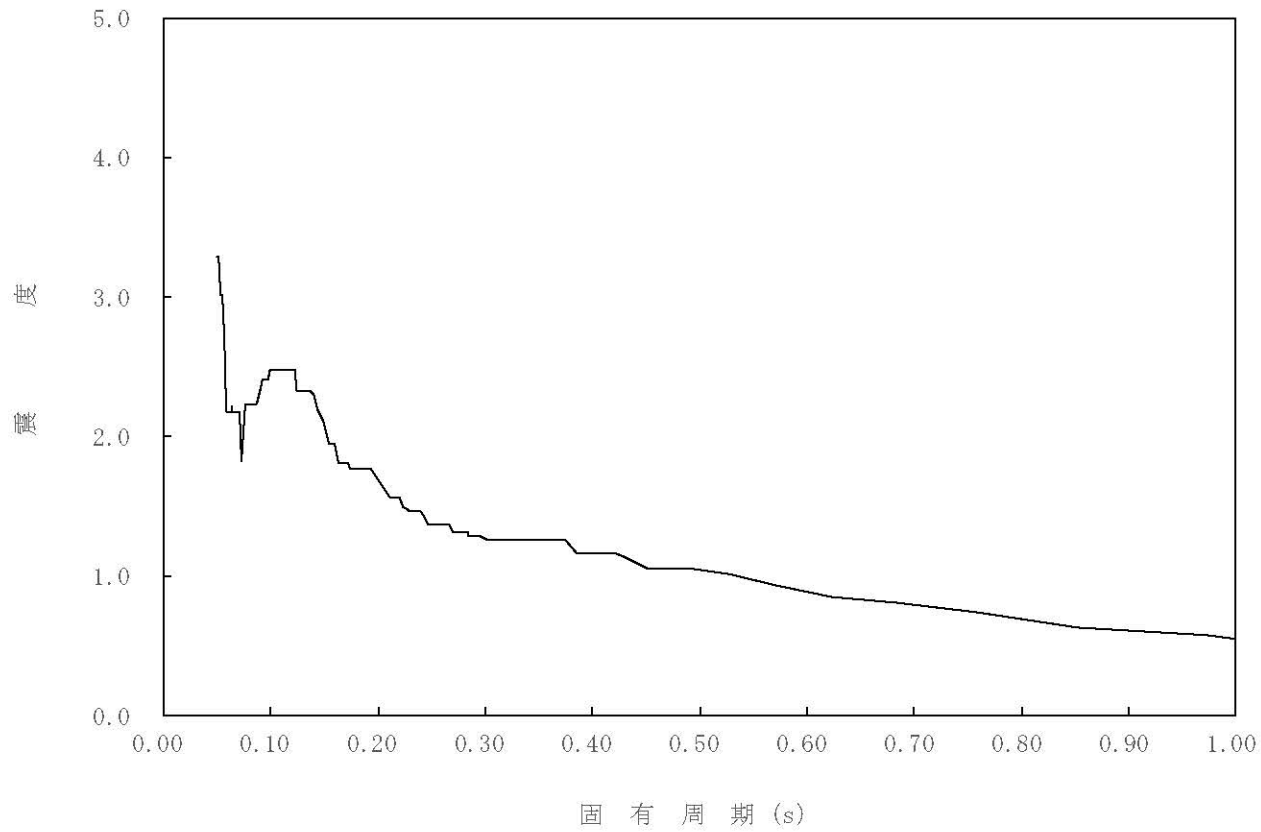
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-271

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV37-030】

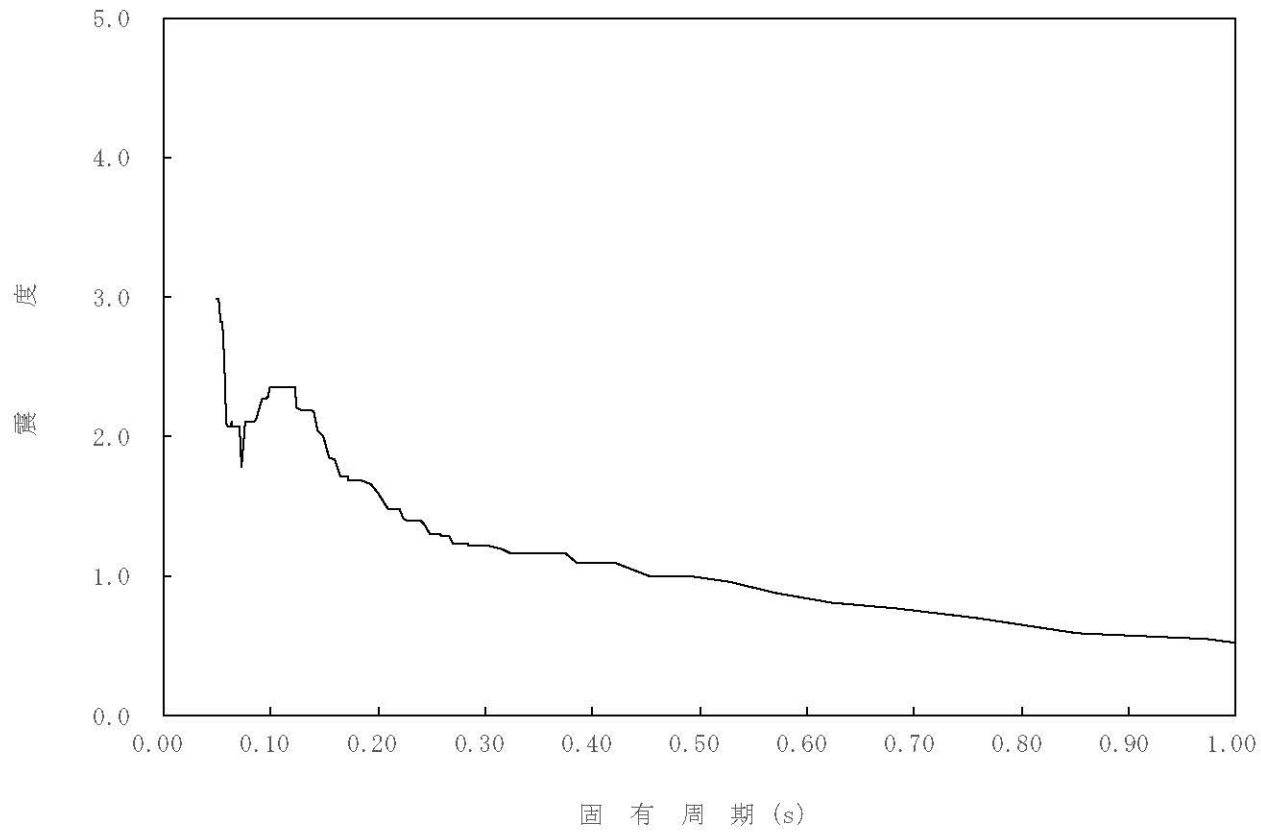
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-272

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV37-050】

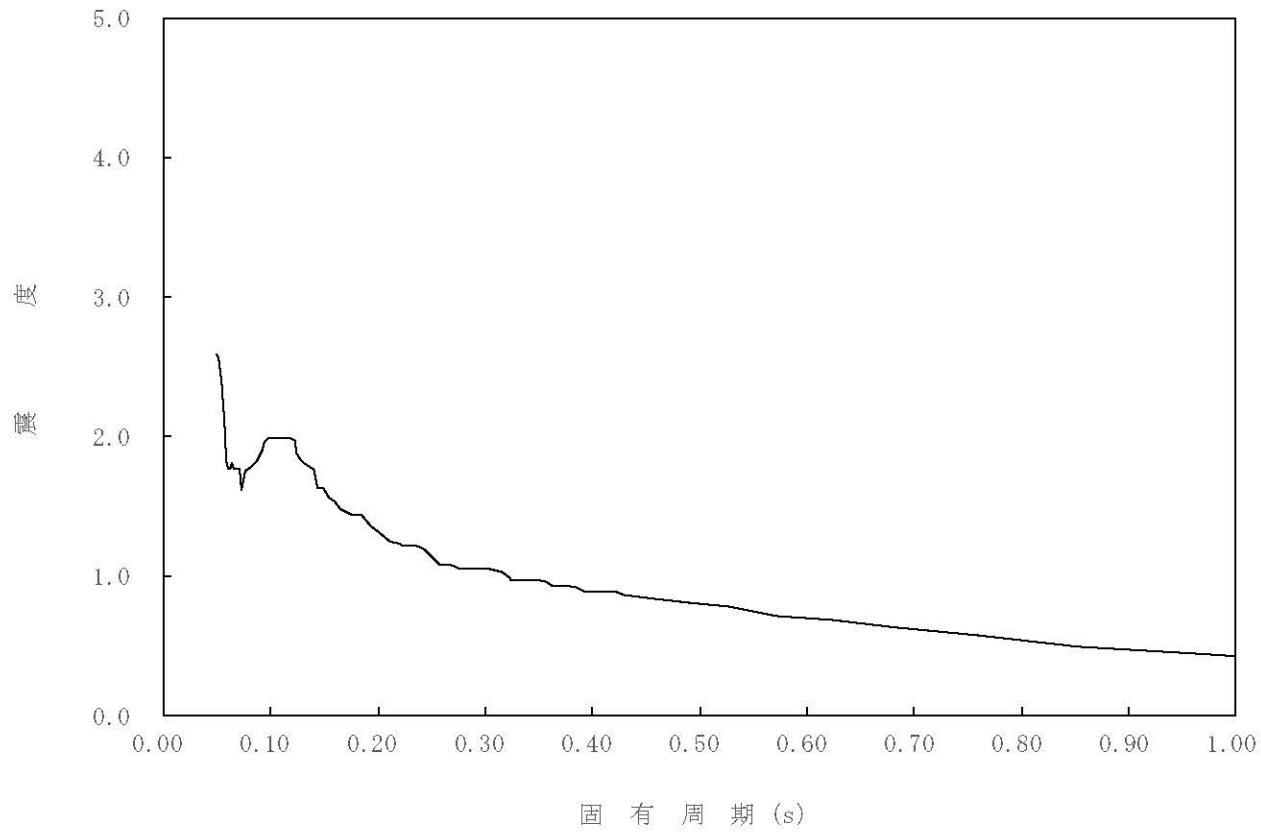
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-273

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV36-005】

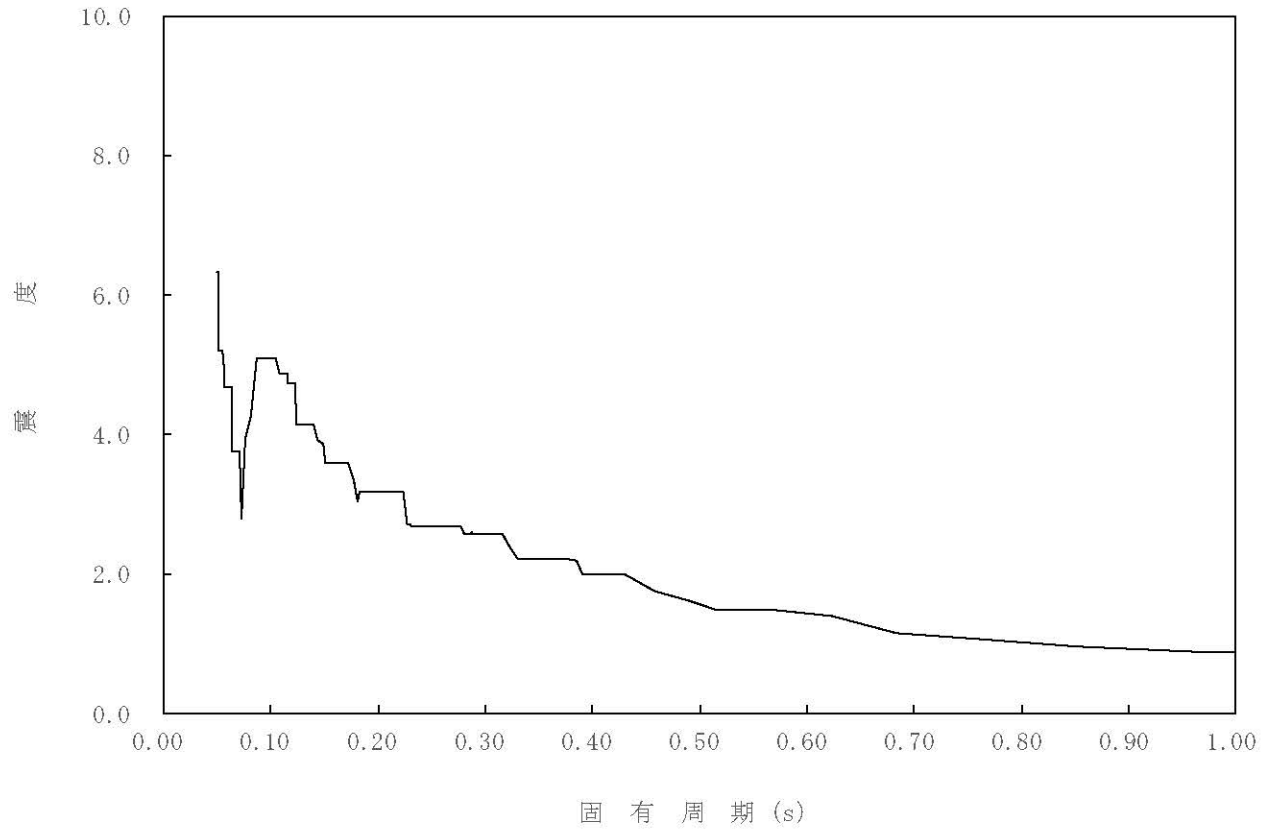
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-274

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV36-010】

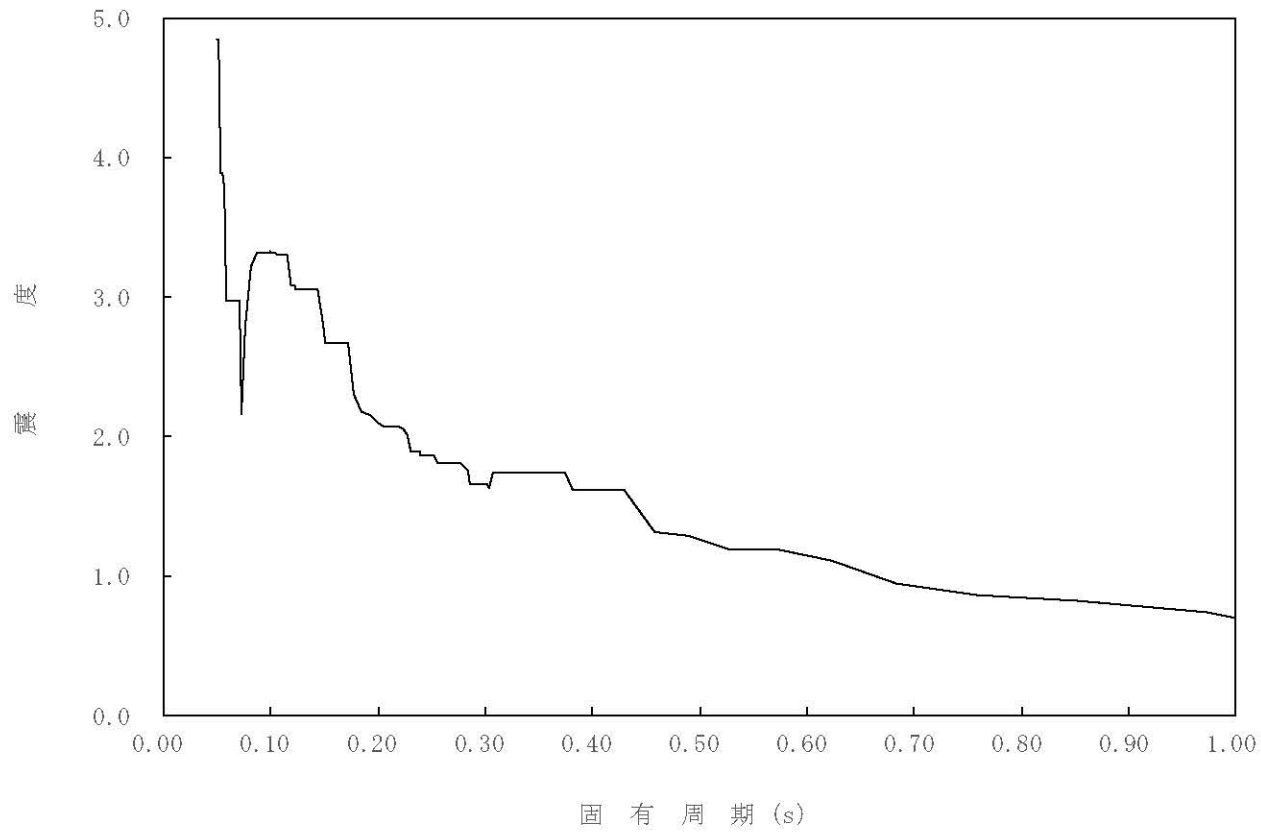
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-275

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV36-015】

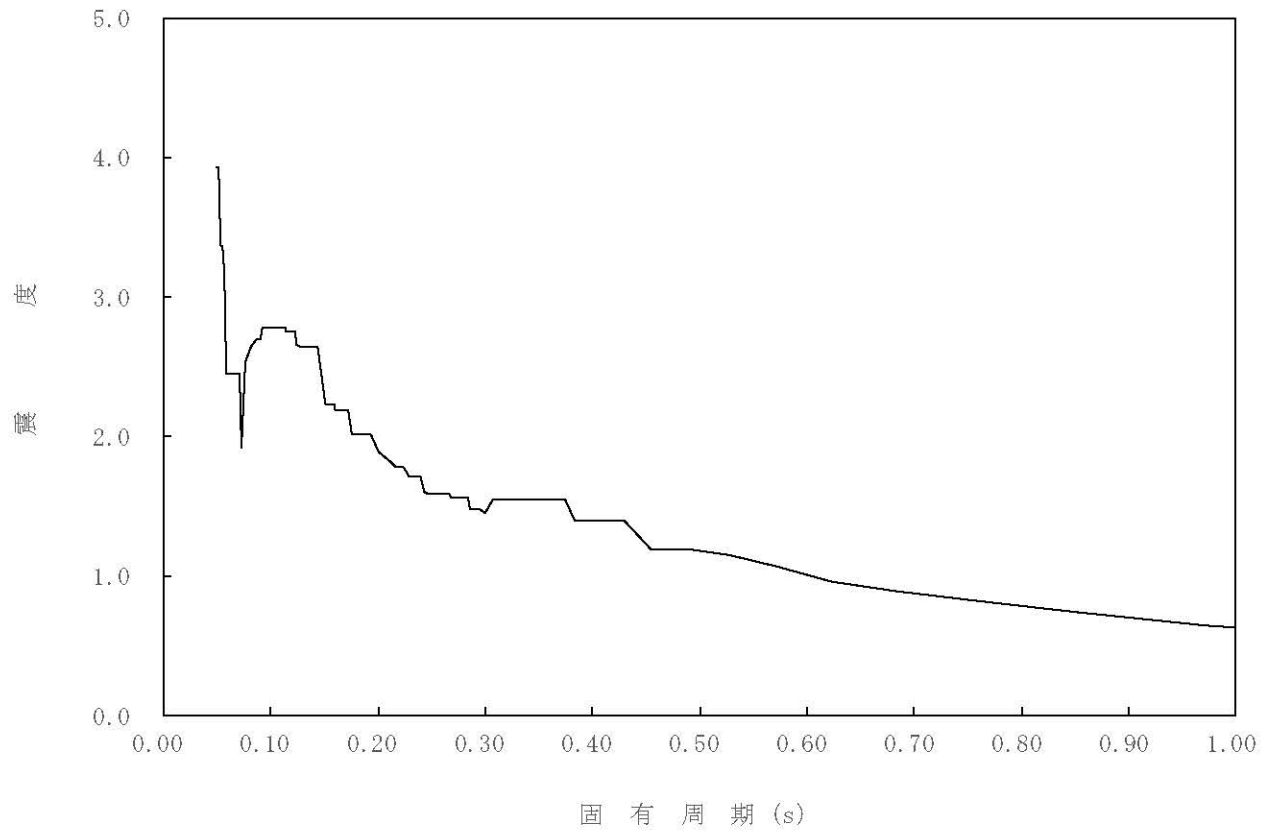
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-276

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV36-020】

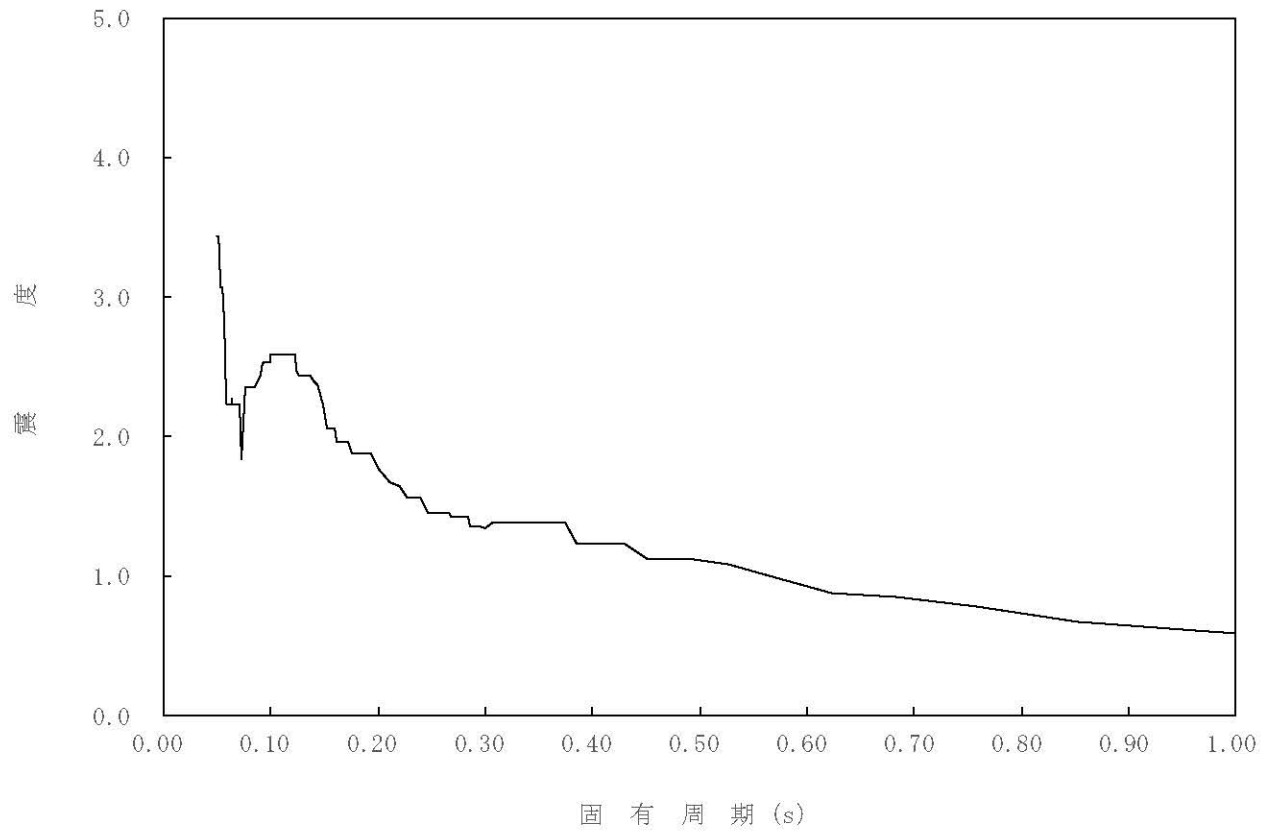
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-277

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV36-025】

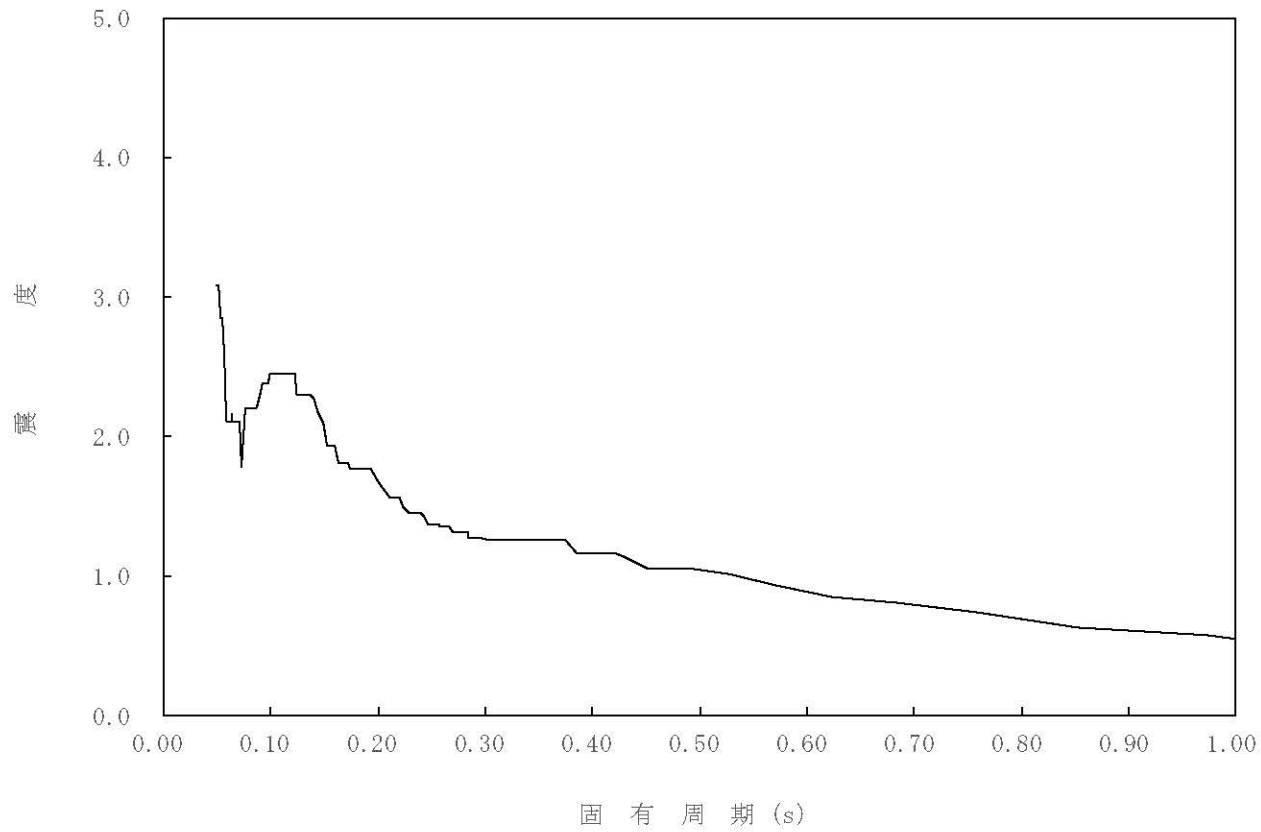
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-278

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV36-030】

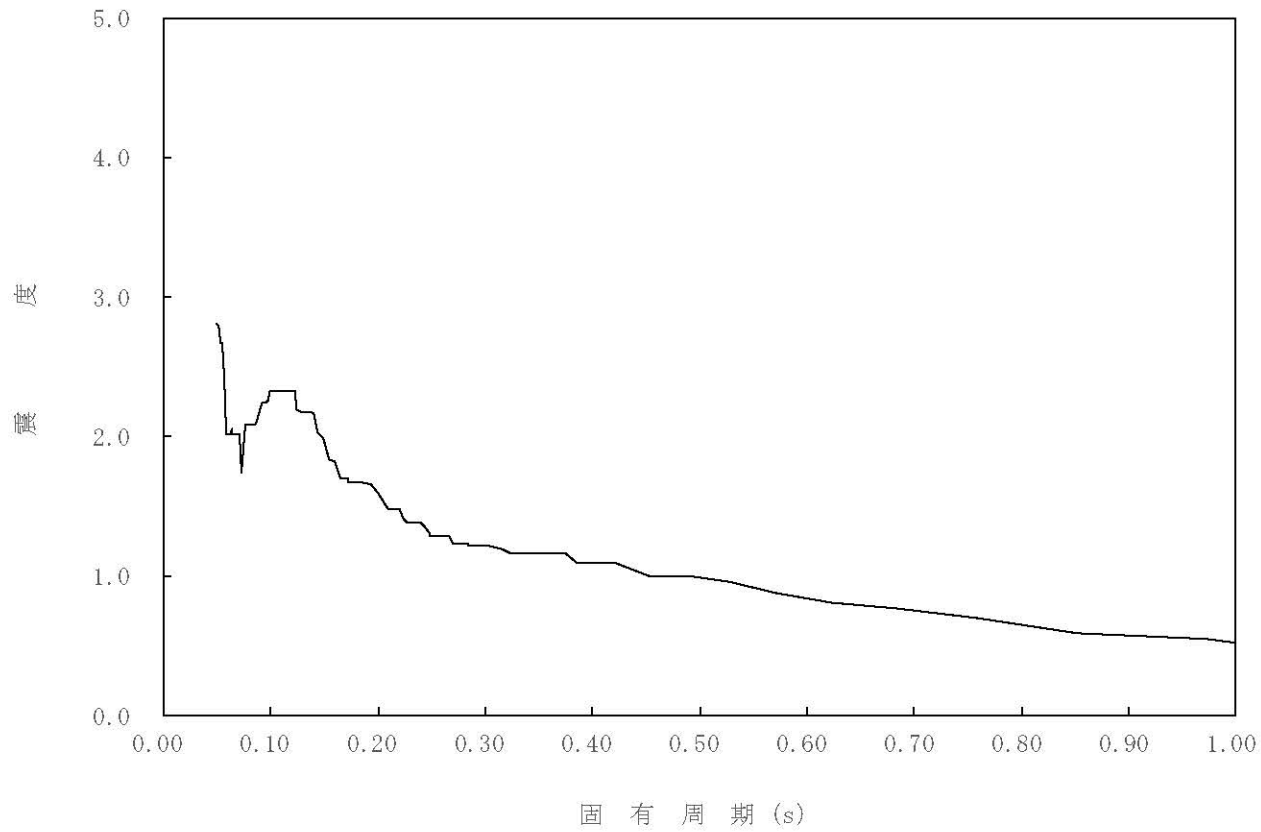
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-279

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV36-050】

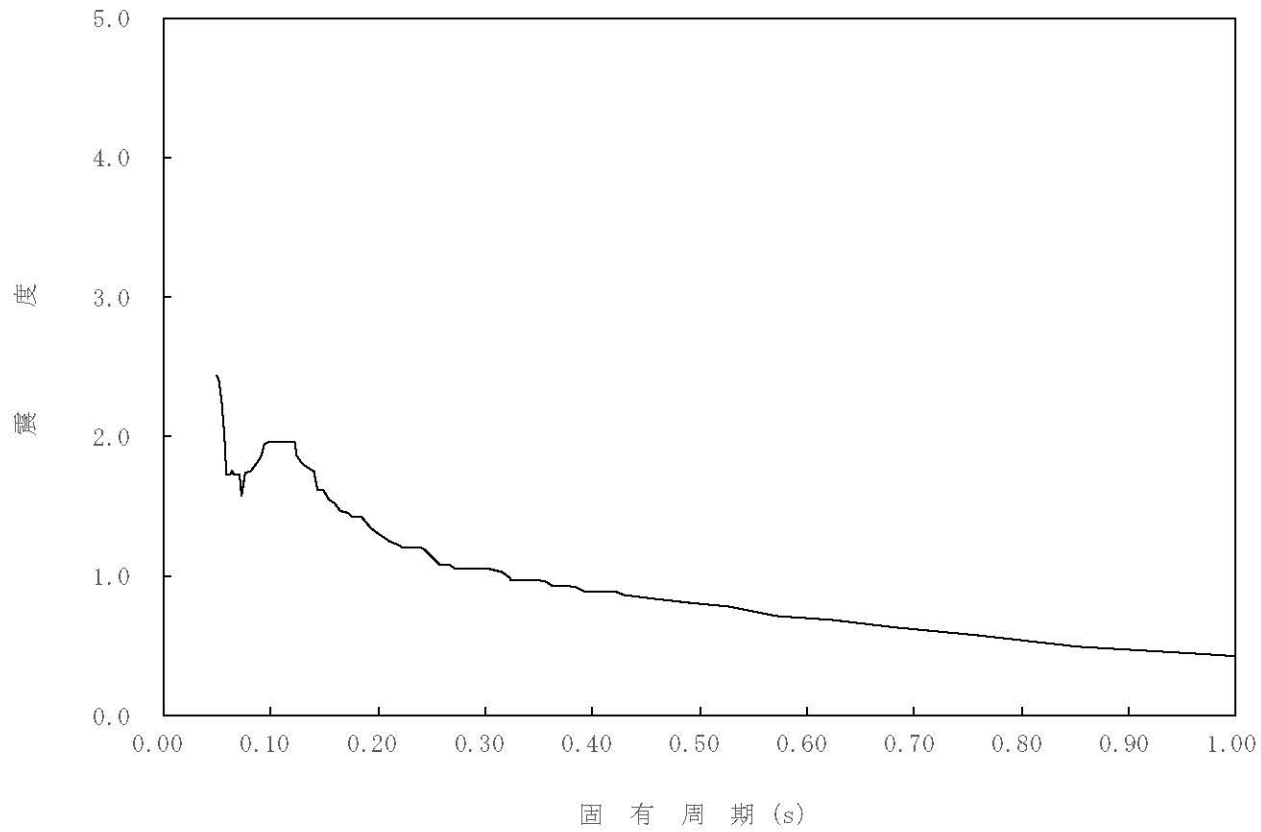
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-280

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV35-005】

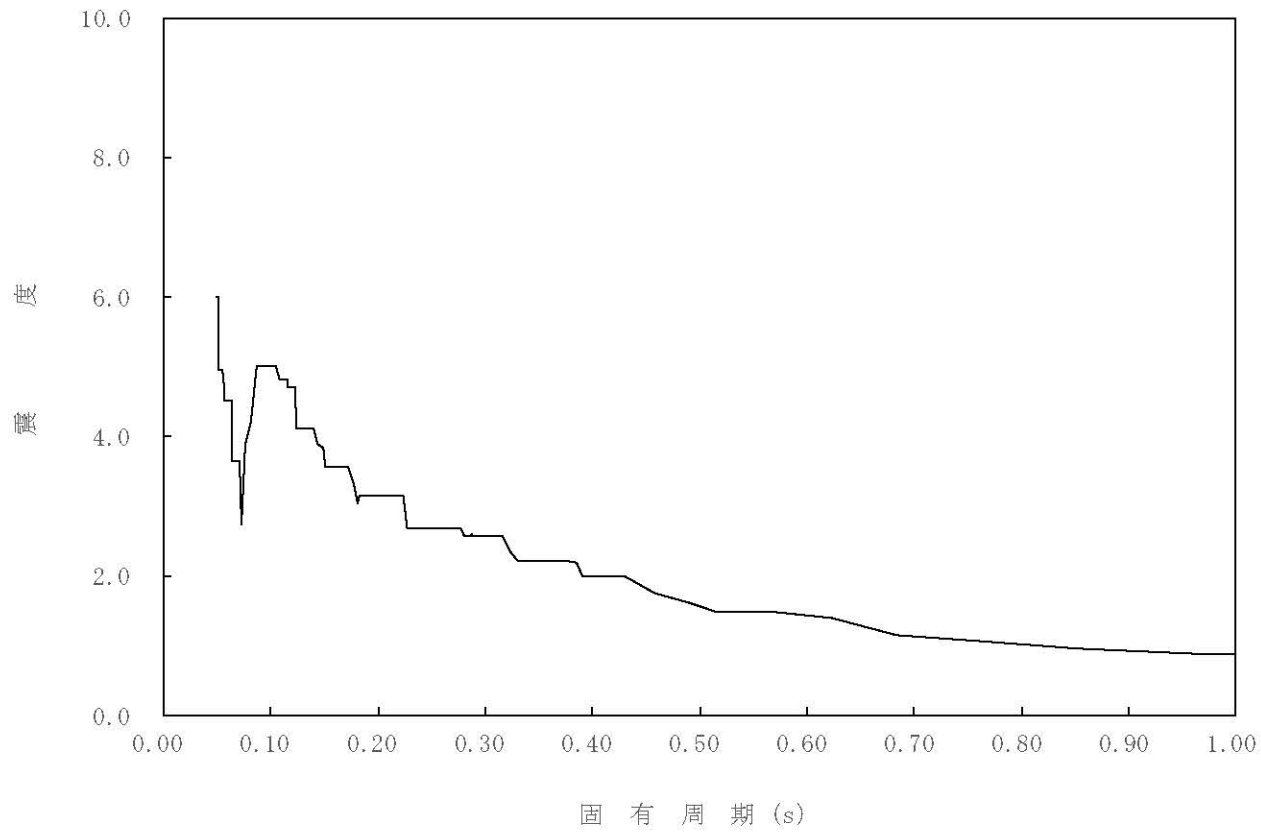
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-281

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV35-010】

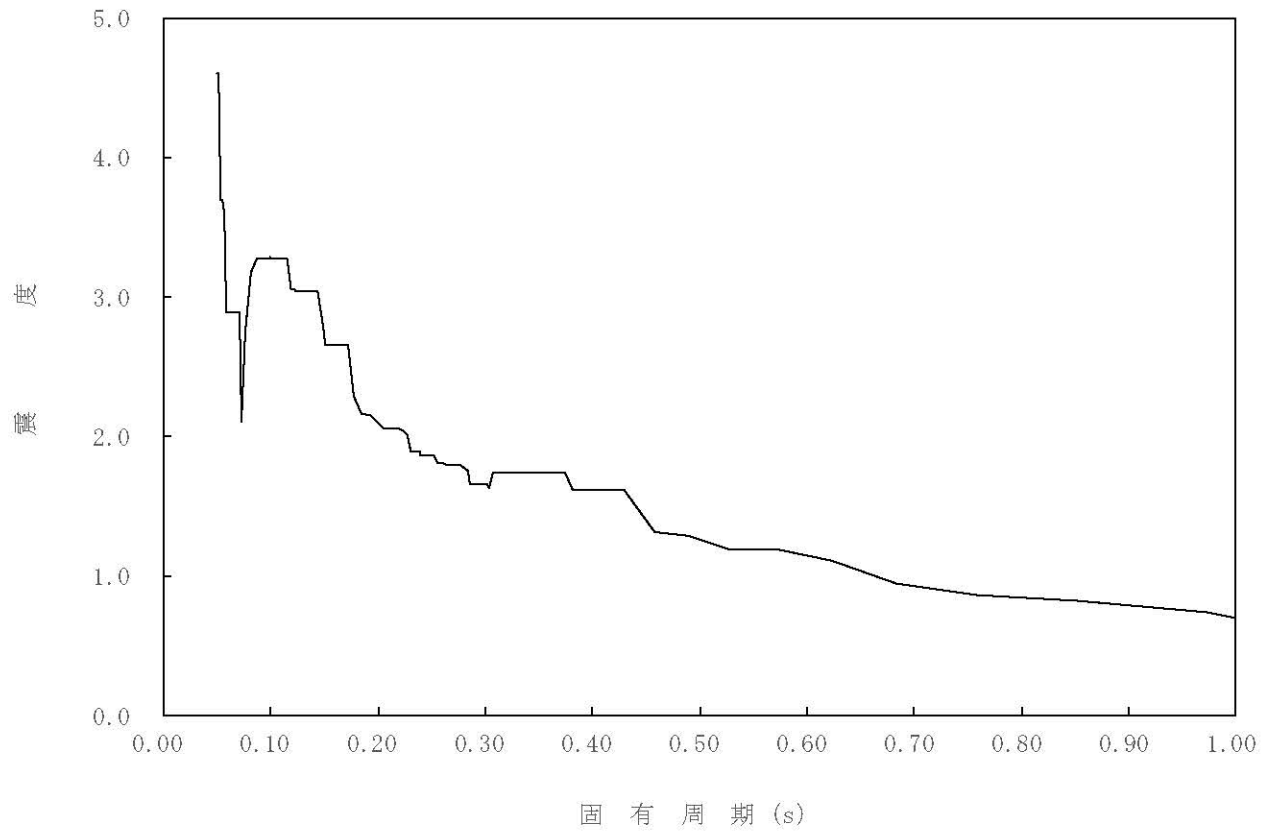
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-282

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV35-015】

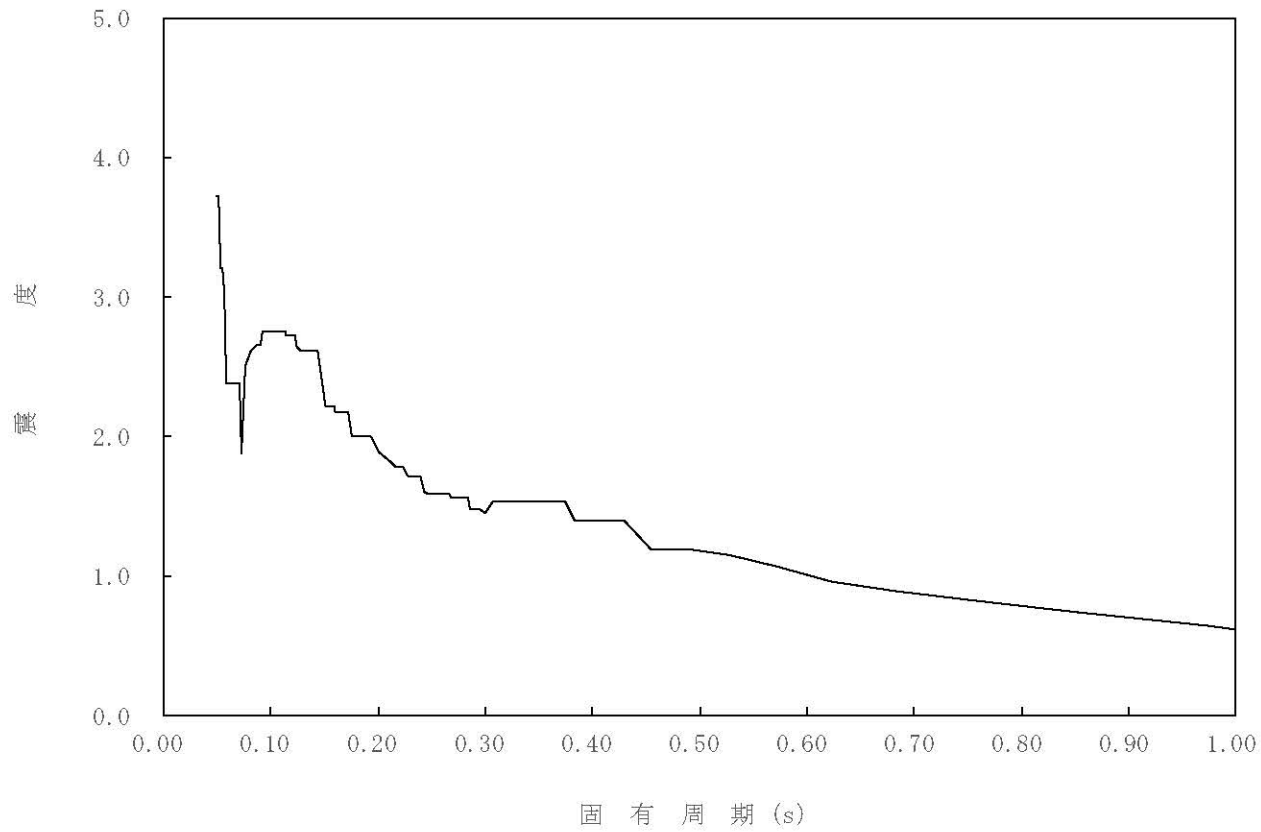
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-283

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV35-020】

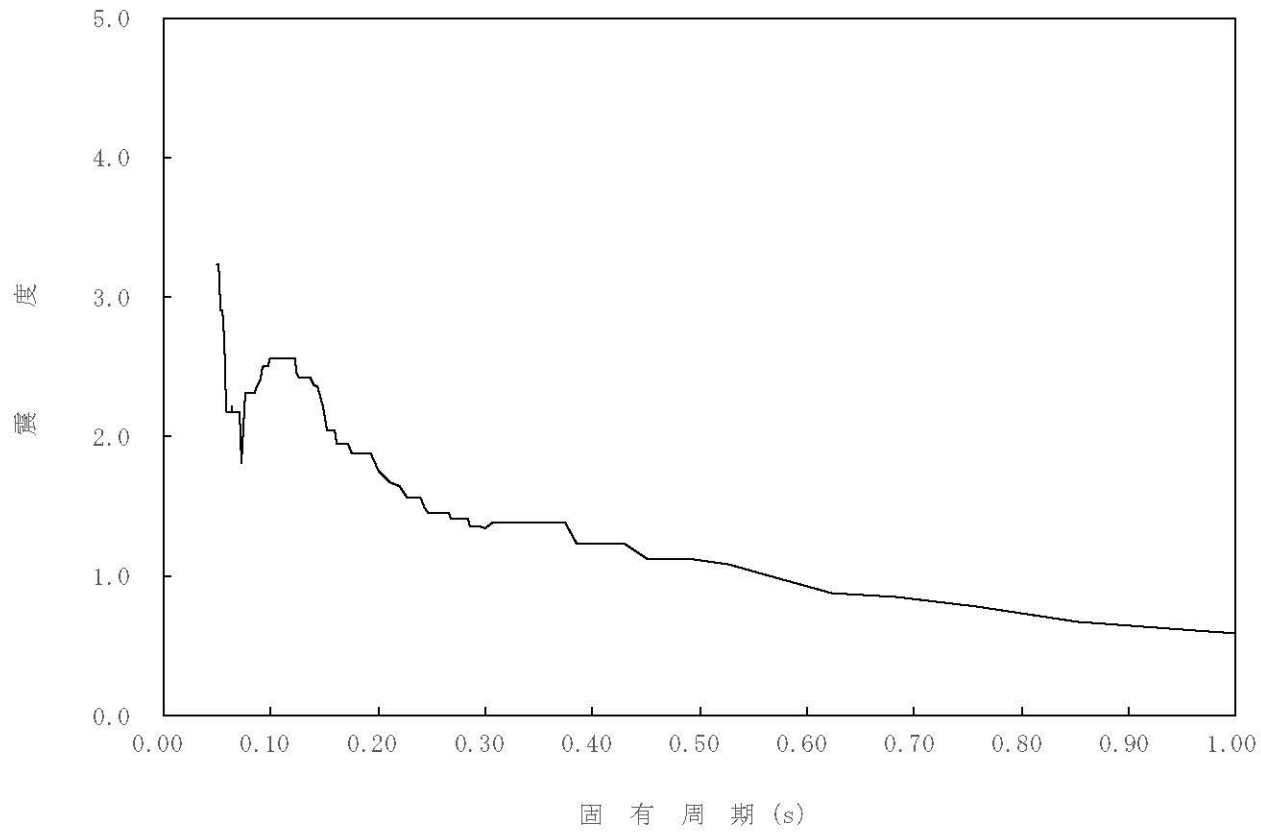
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-284

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV35-025】

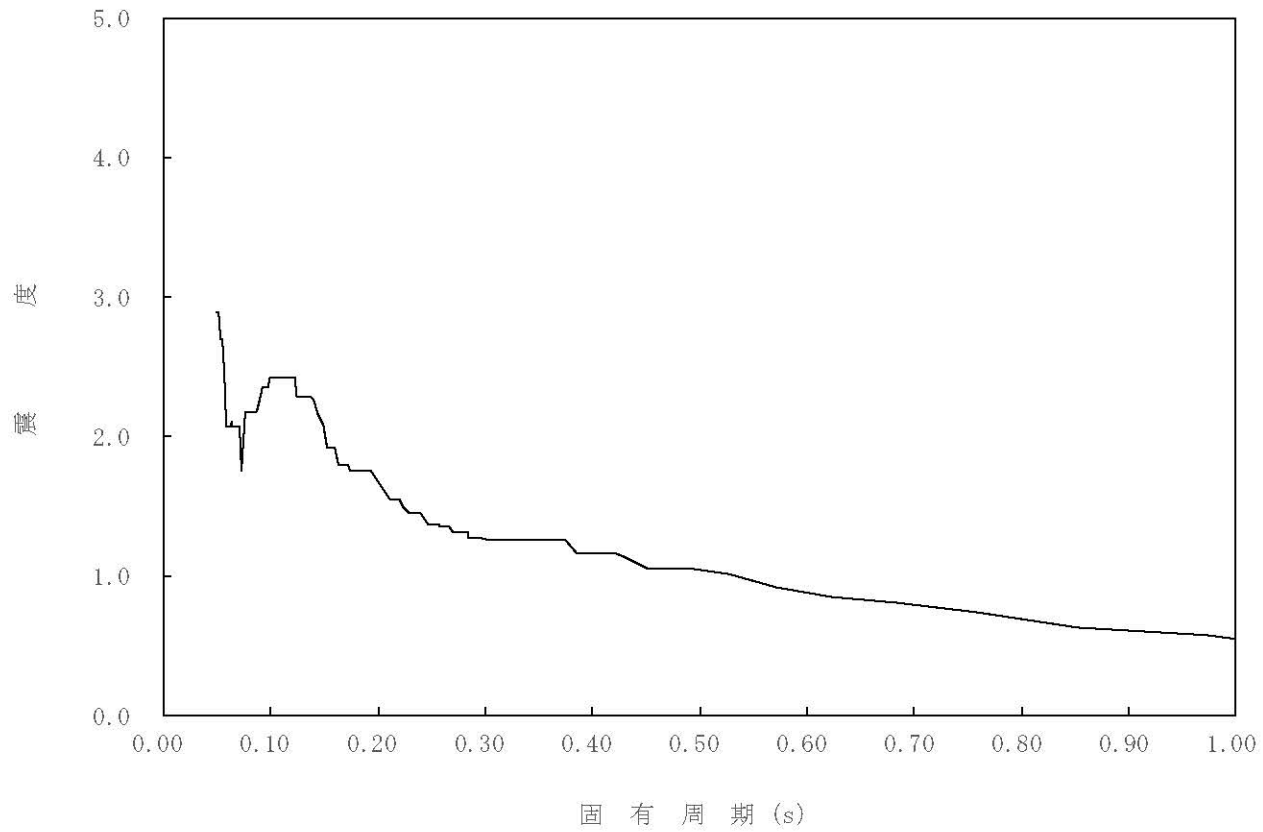
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-285

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV35-030】

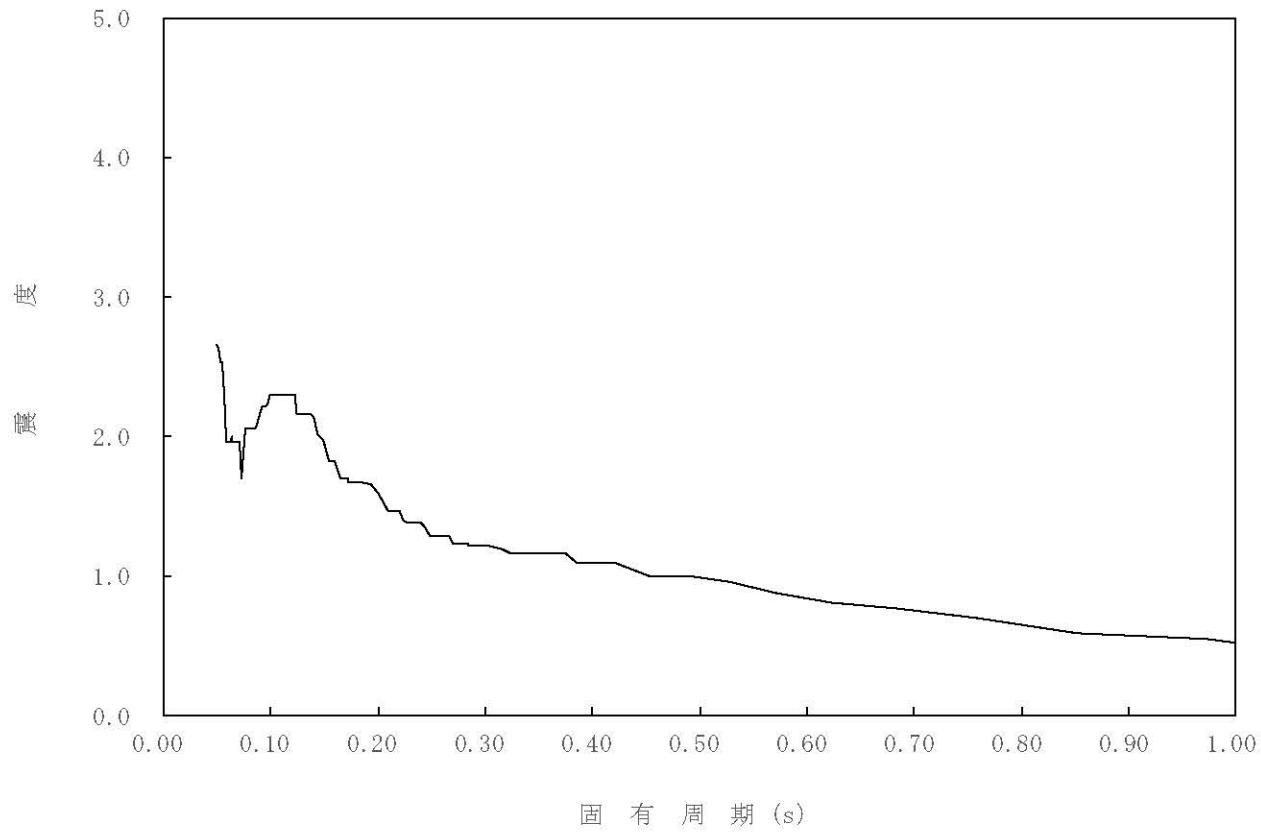
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-286

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV35-050】

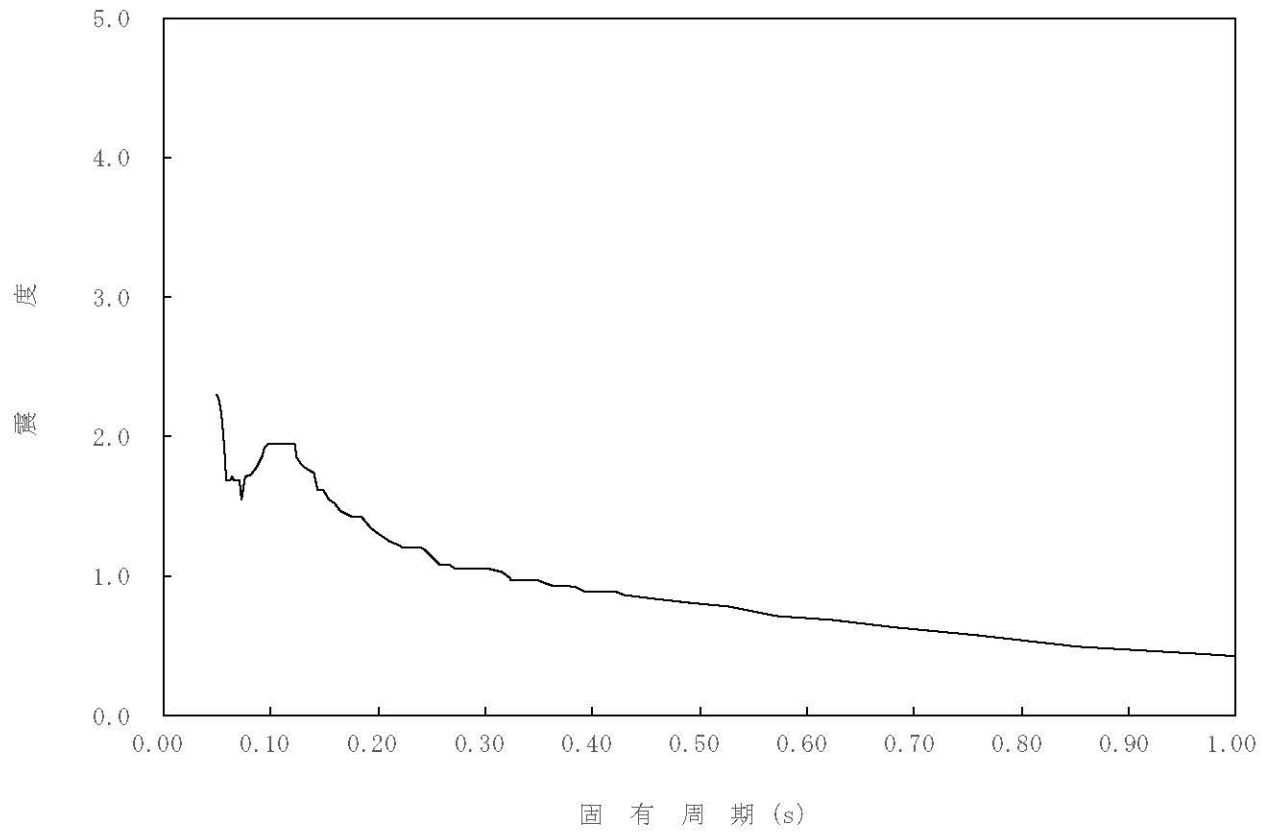
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-287

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV34-005】

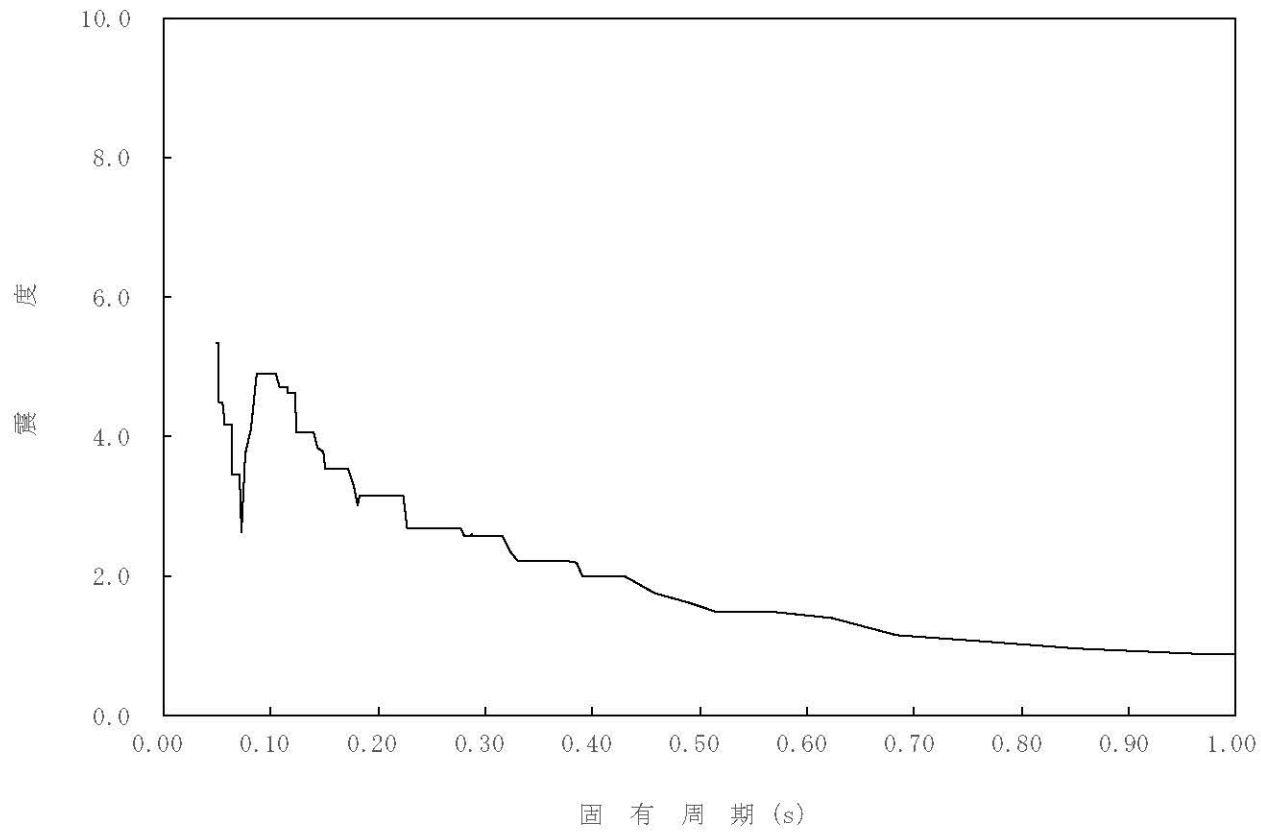
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-288

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV34-010】

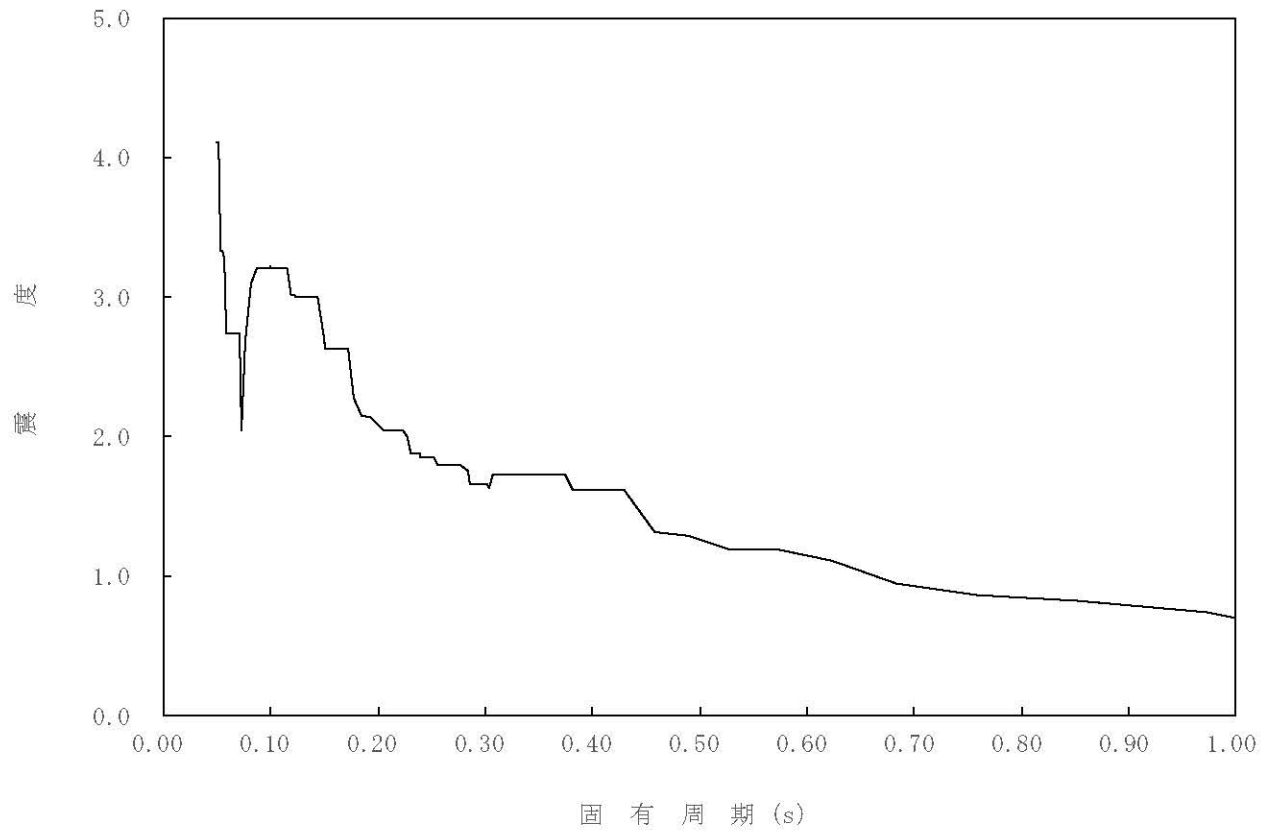
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-289

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV34-015】

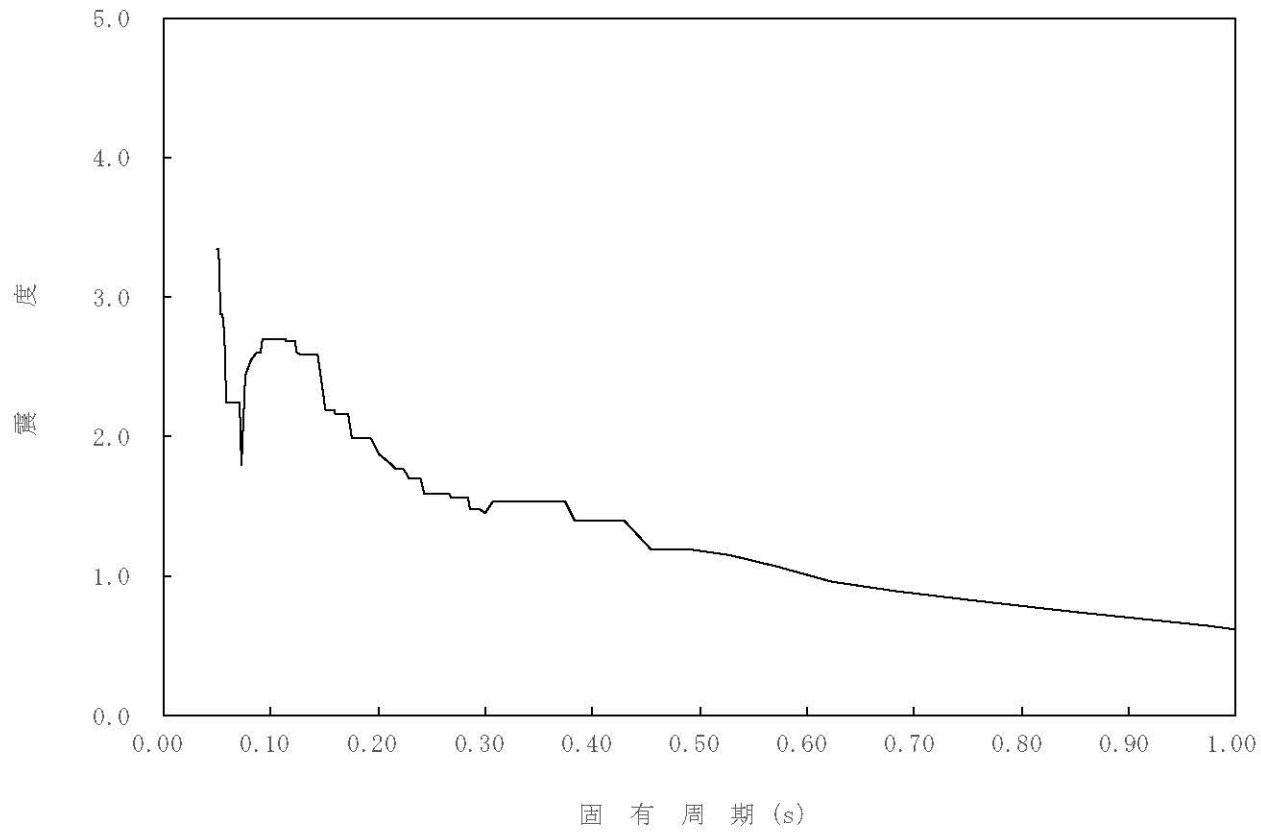
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-290

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV34-020】

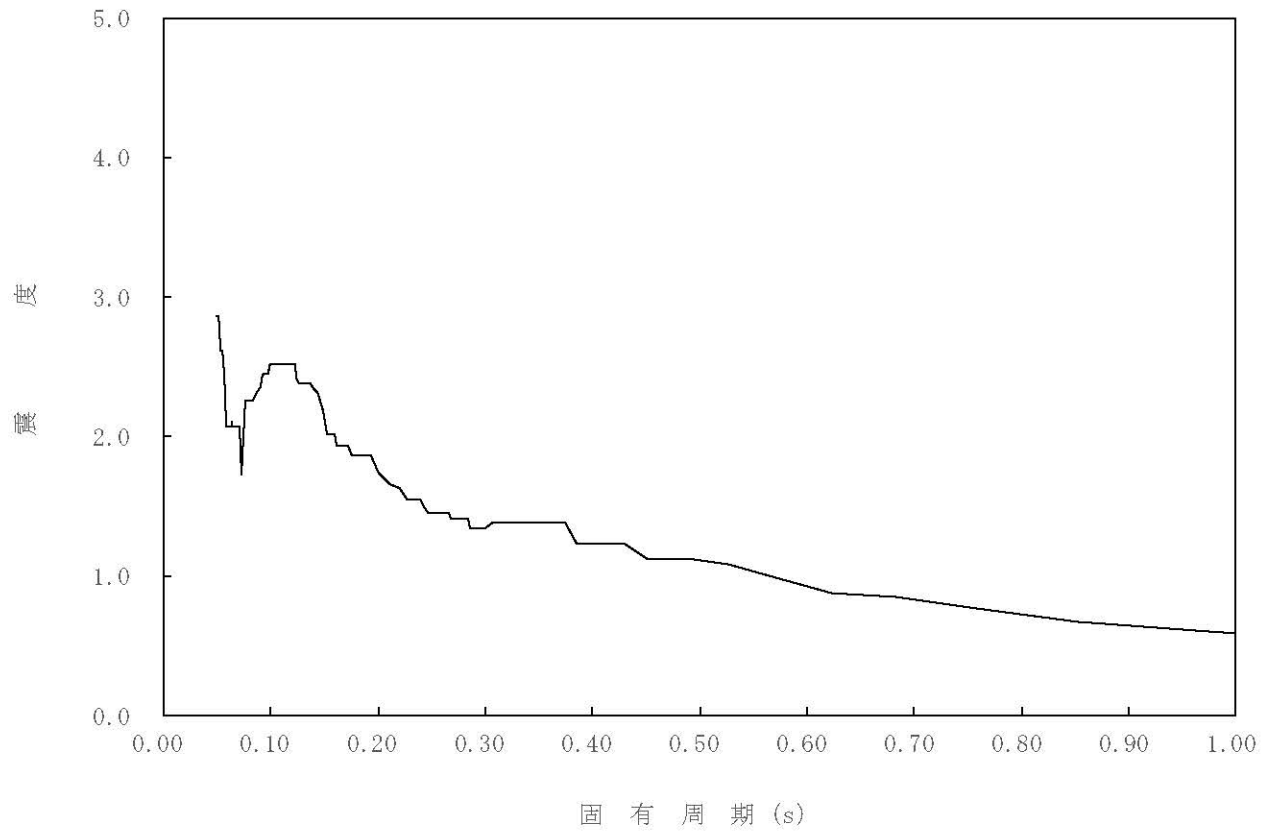
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-291

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV34-025】

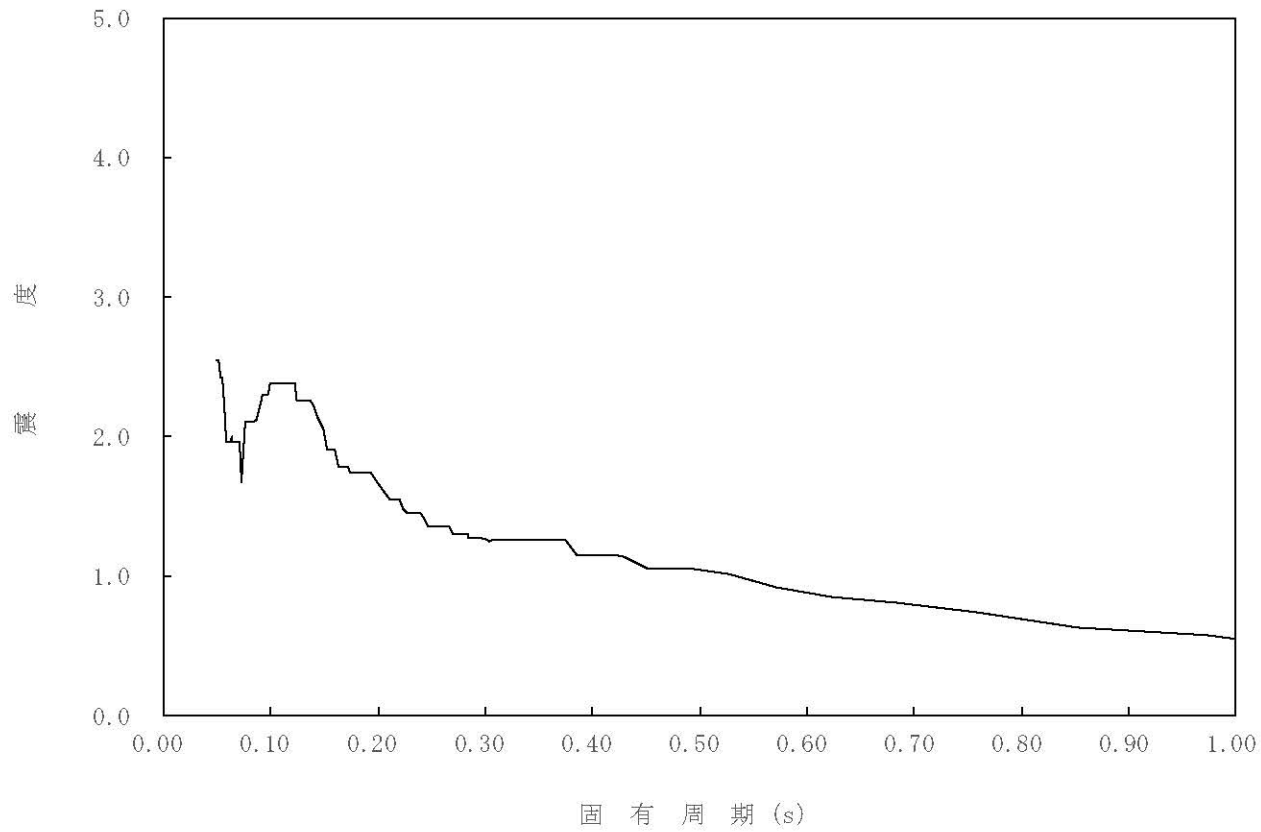
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-292

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV34-030】

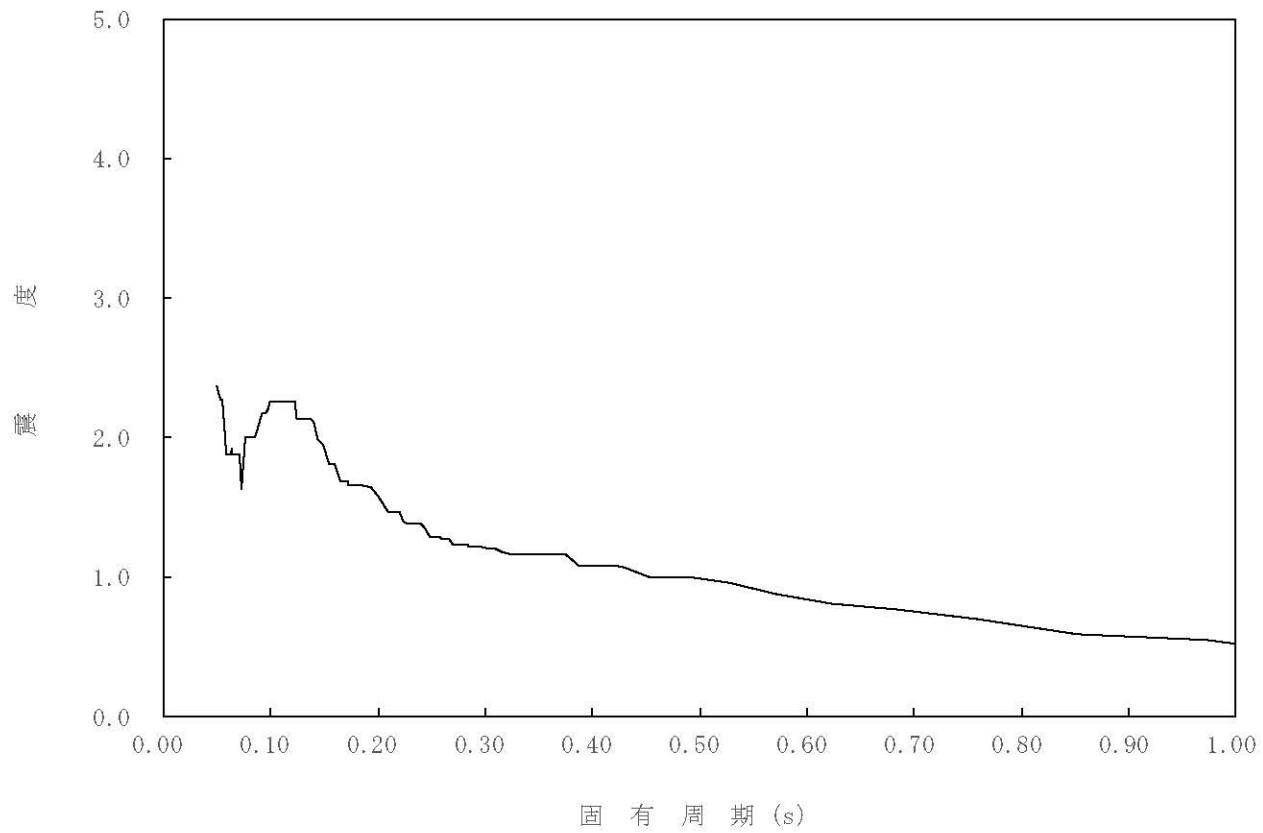
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-293

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV34-050】

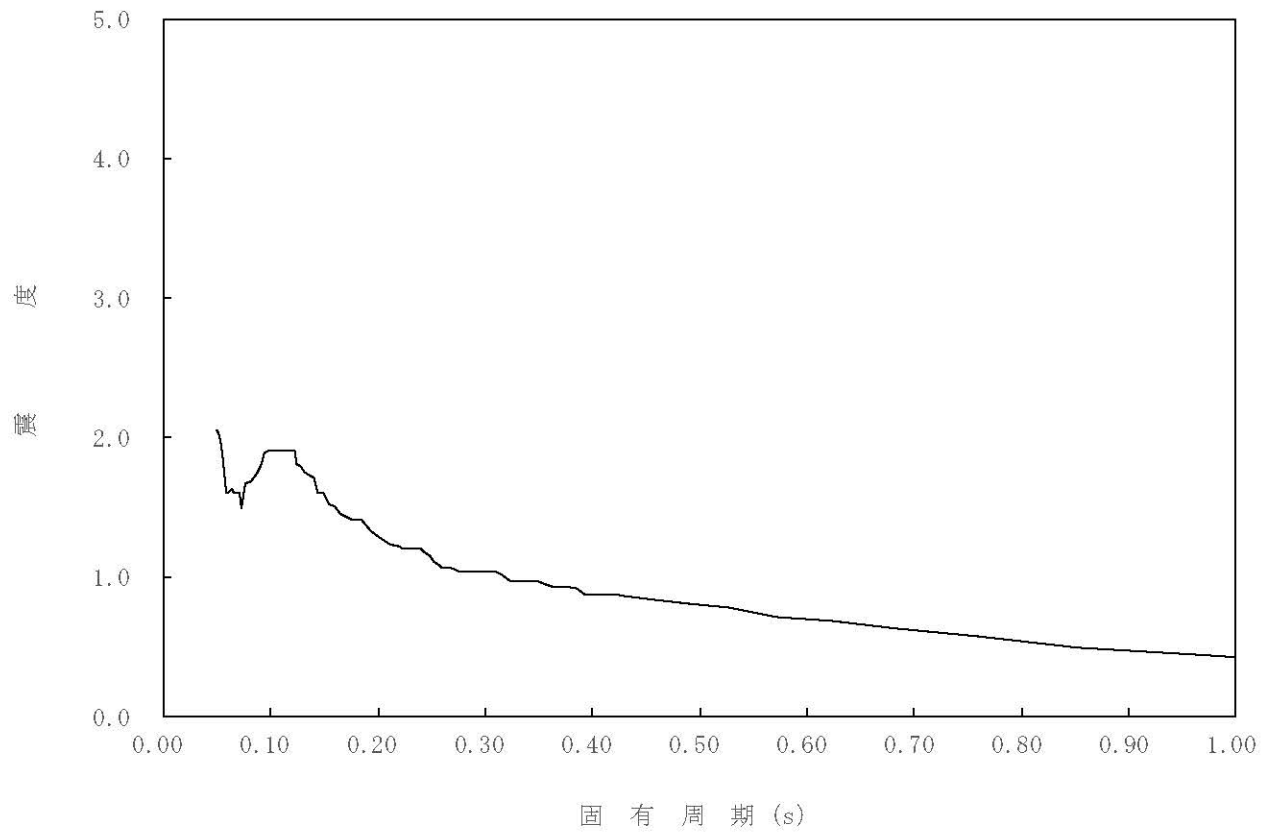
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-294

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV33-005】

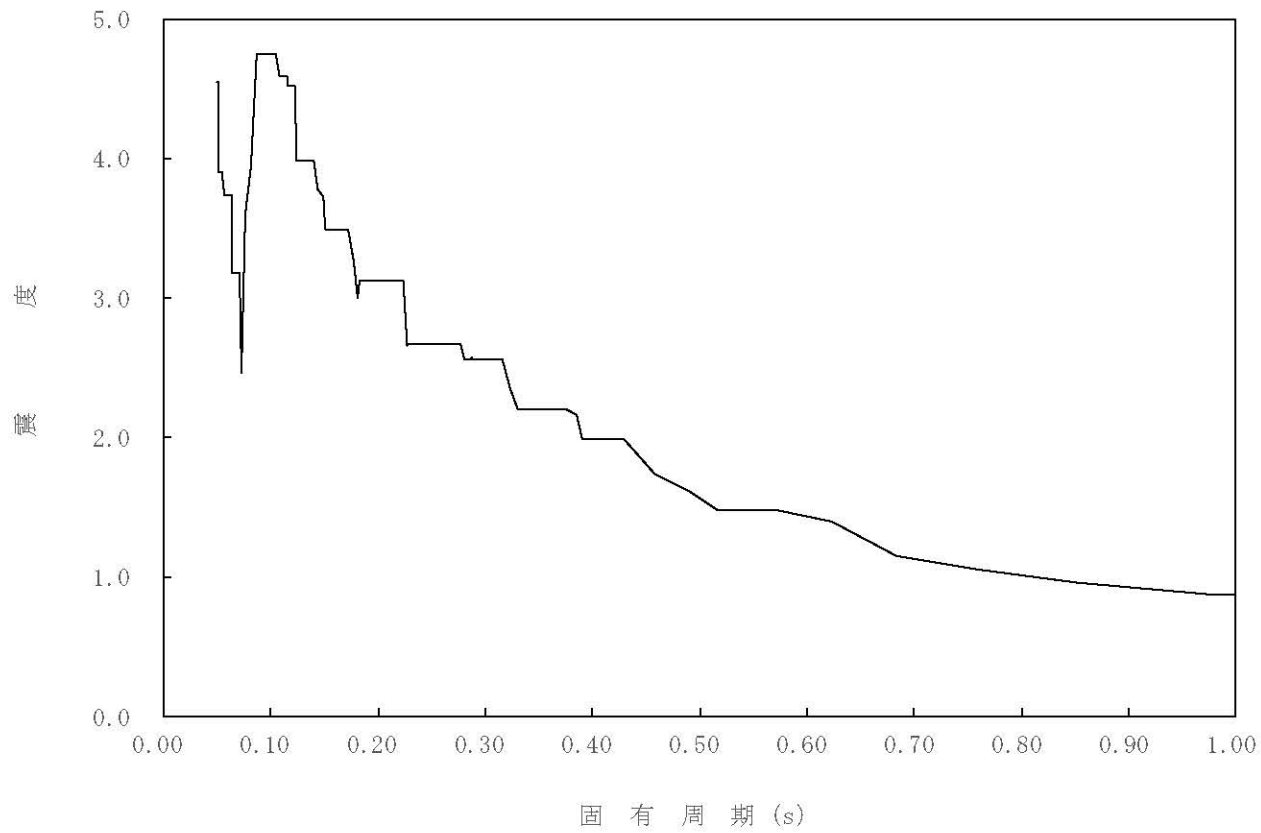
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-295

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV33-010】

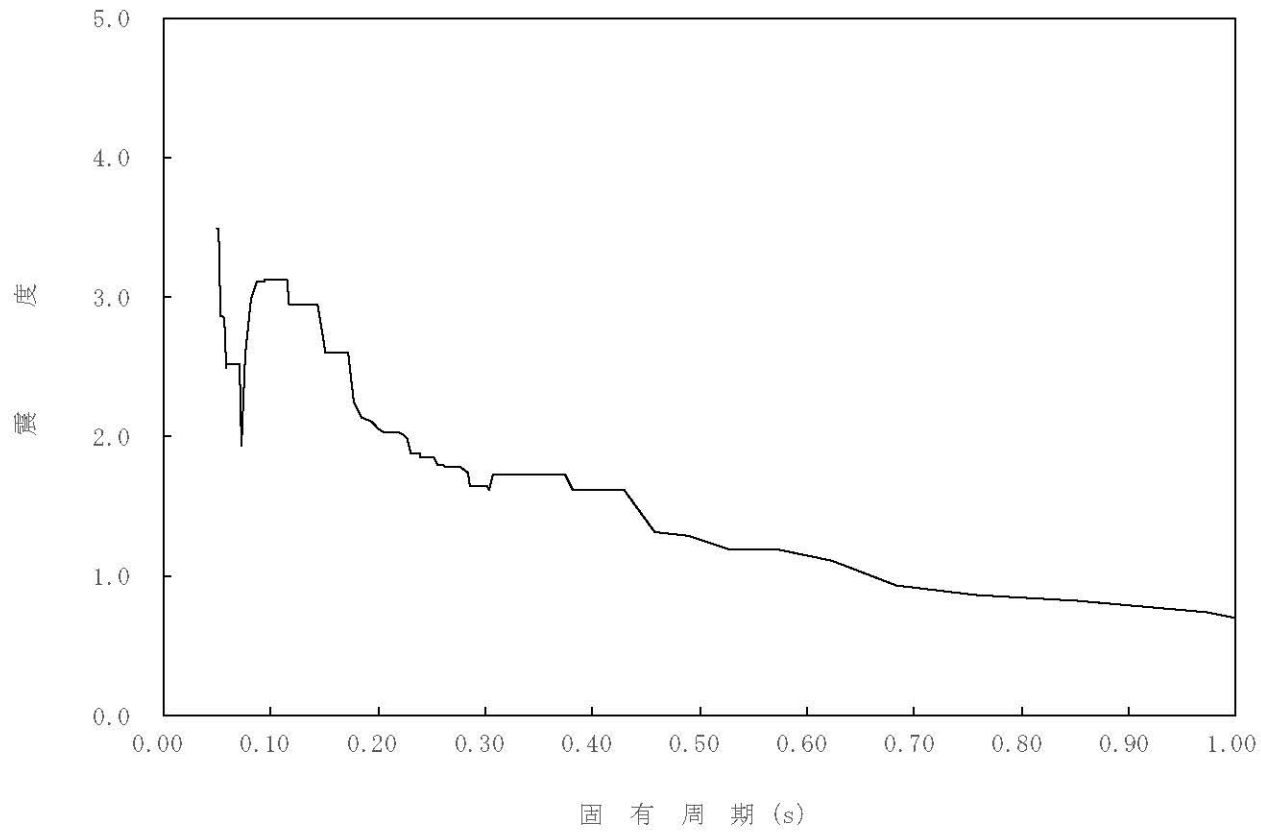
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-296

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV33-015】

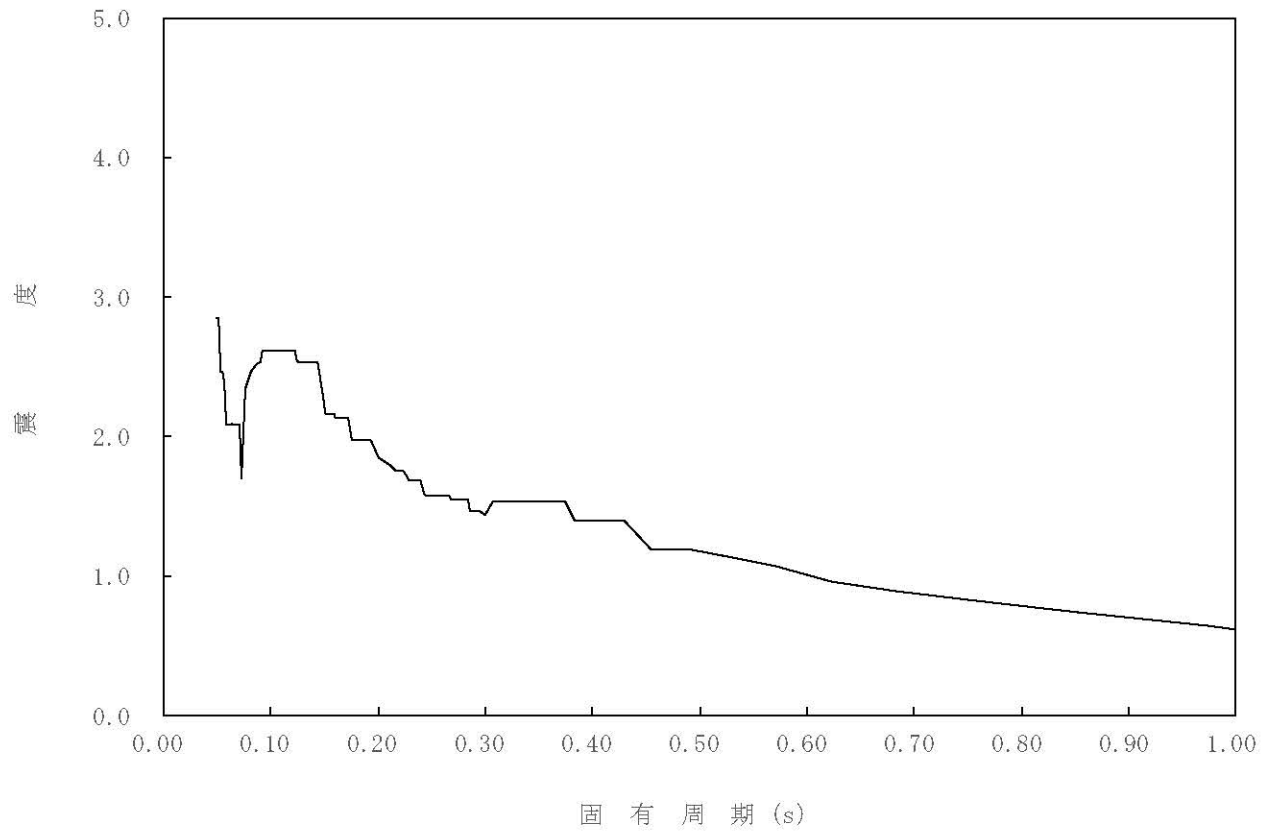
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-297

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV33-020】

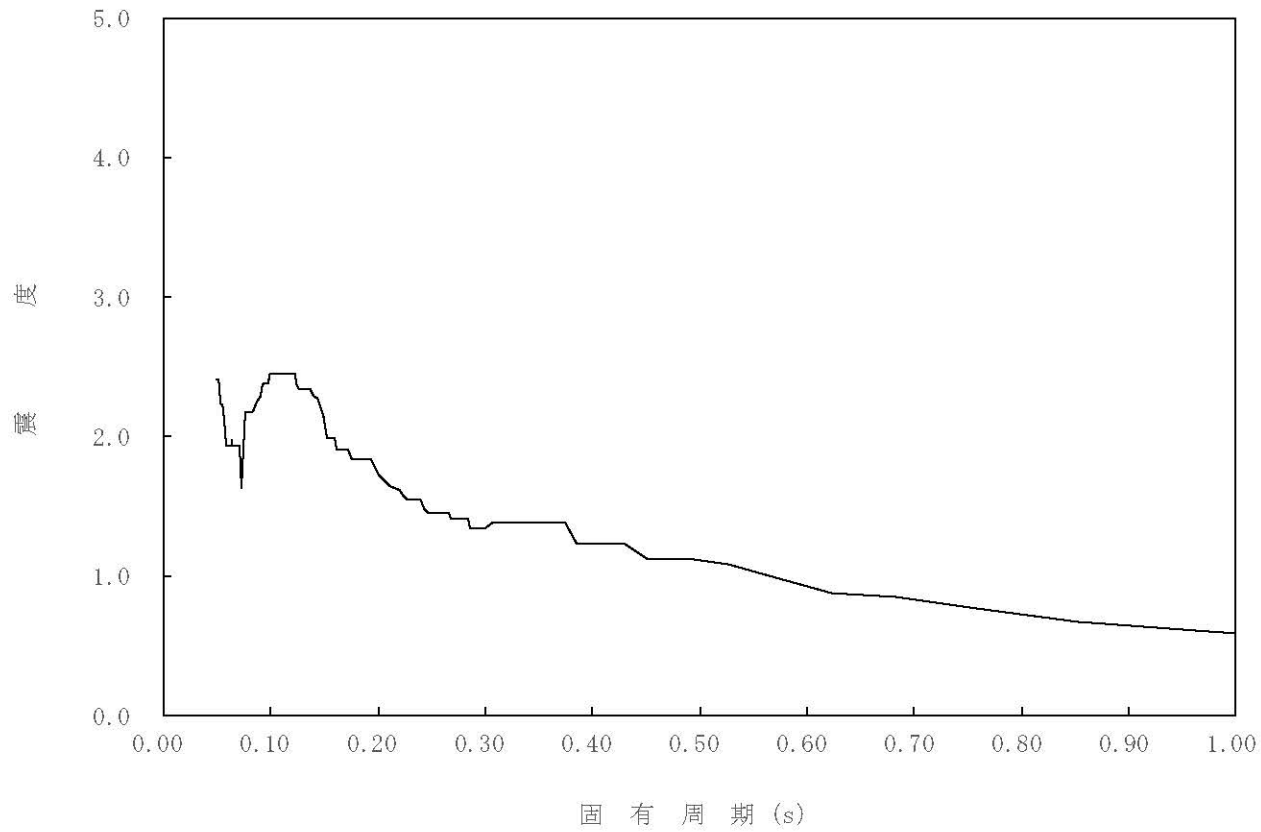
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-298

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV33-025】

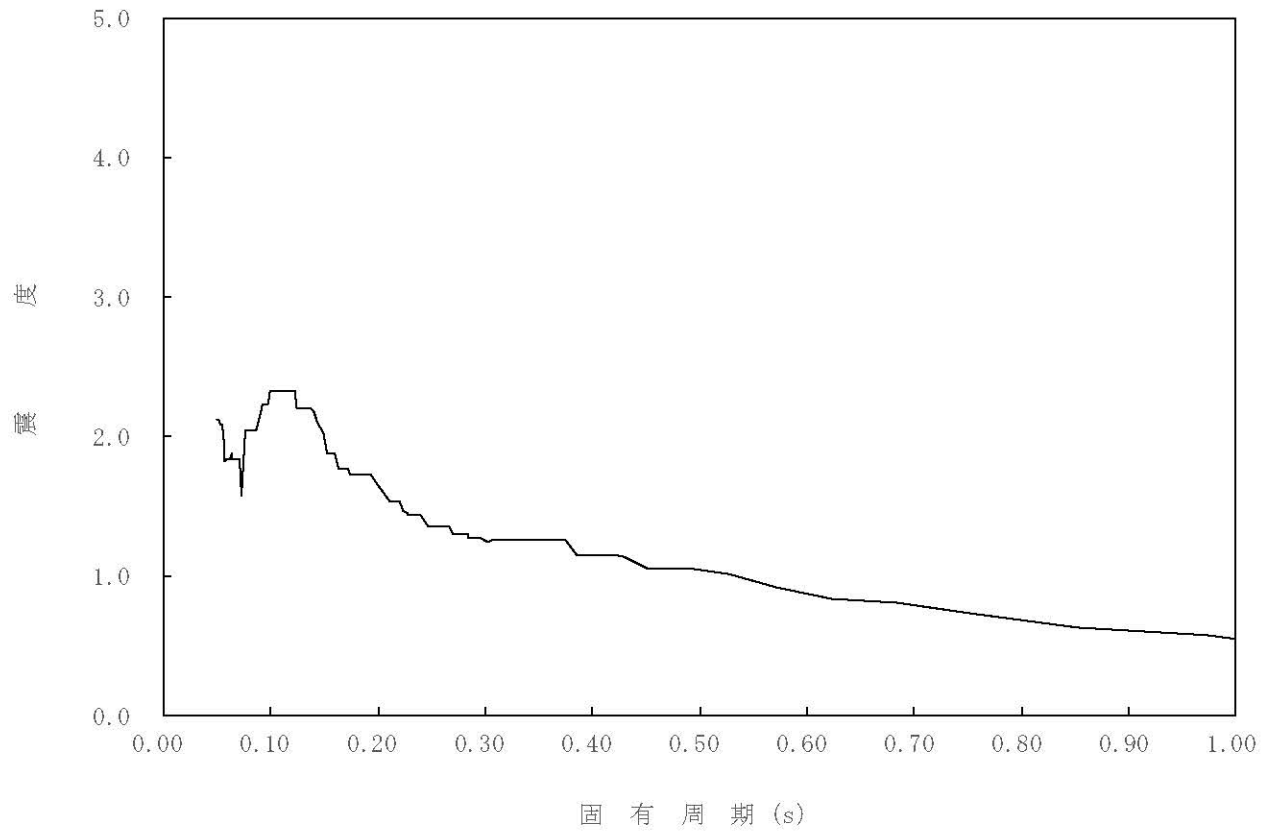
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-299

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV33-030】

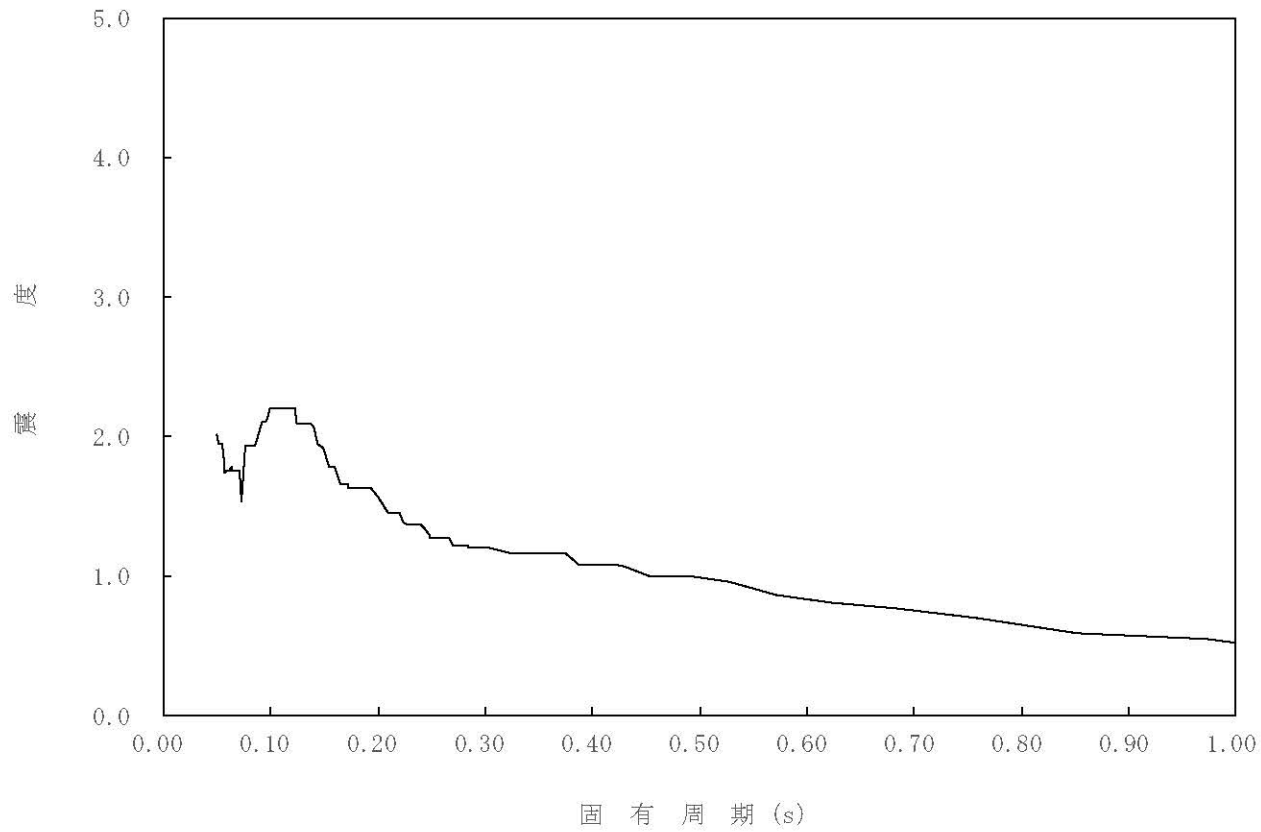
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-300

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PCV33-050】

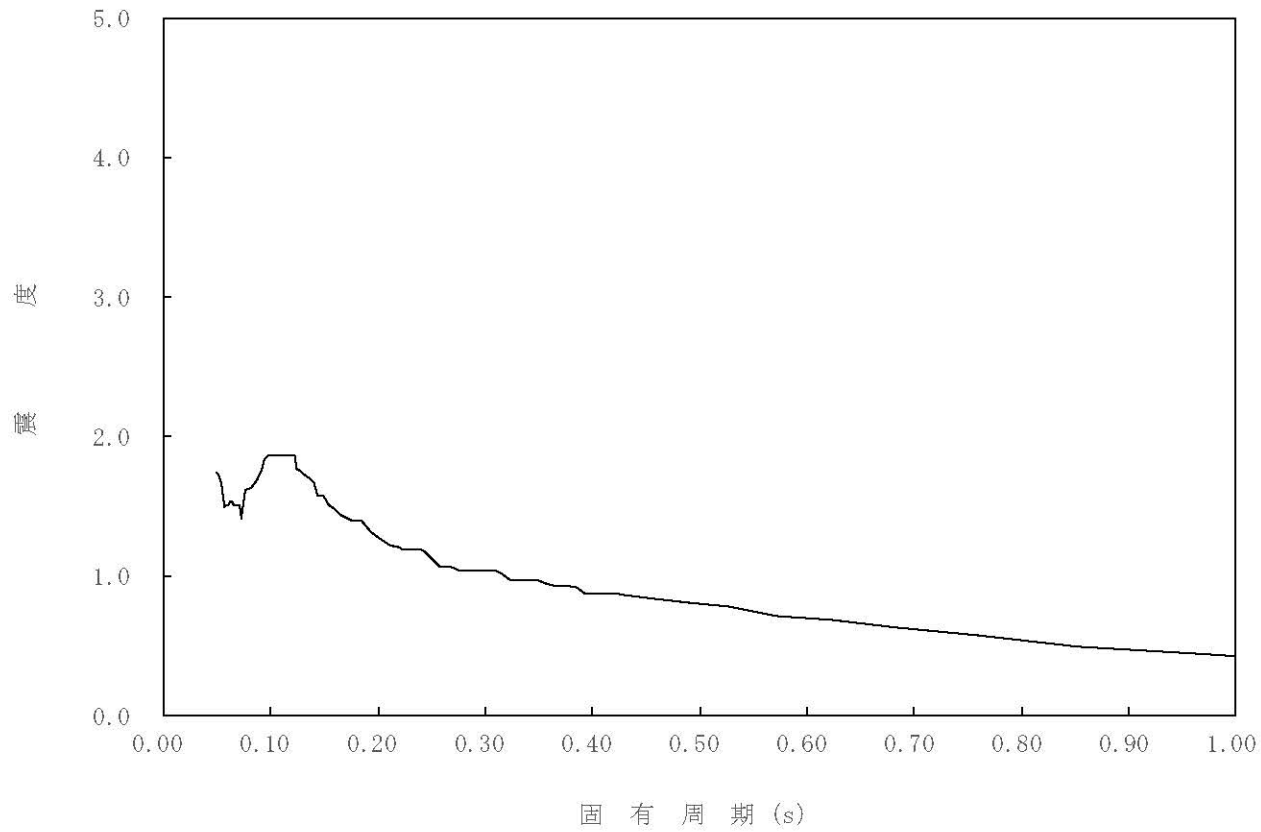
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-301

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-005】

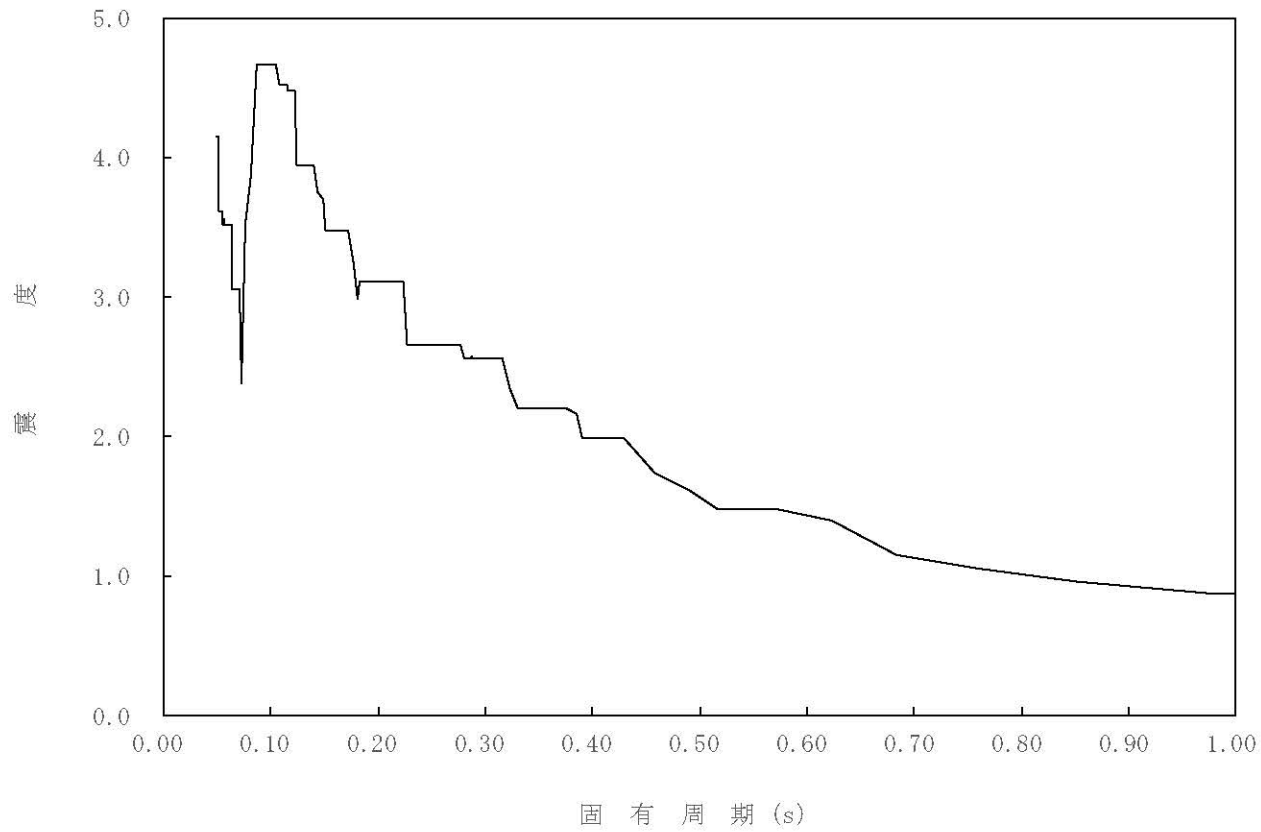
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-302

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-010】

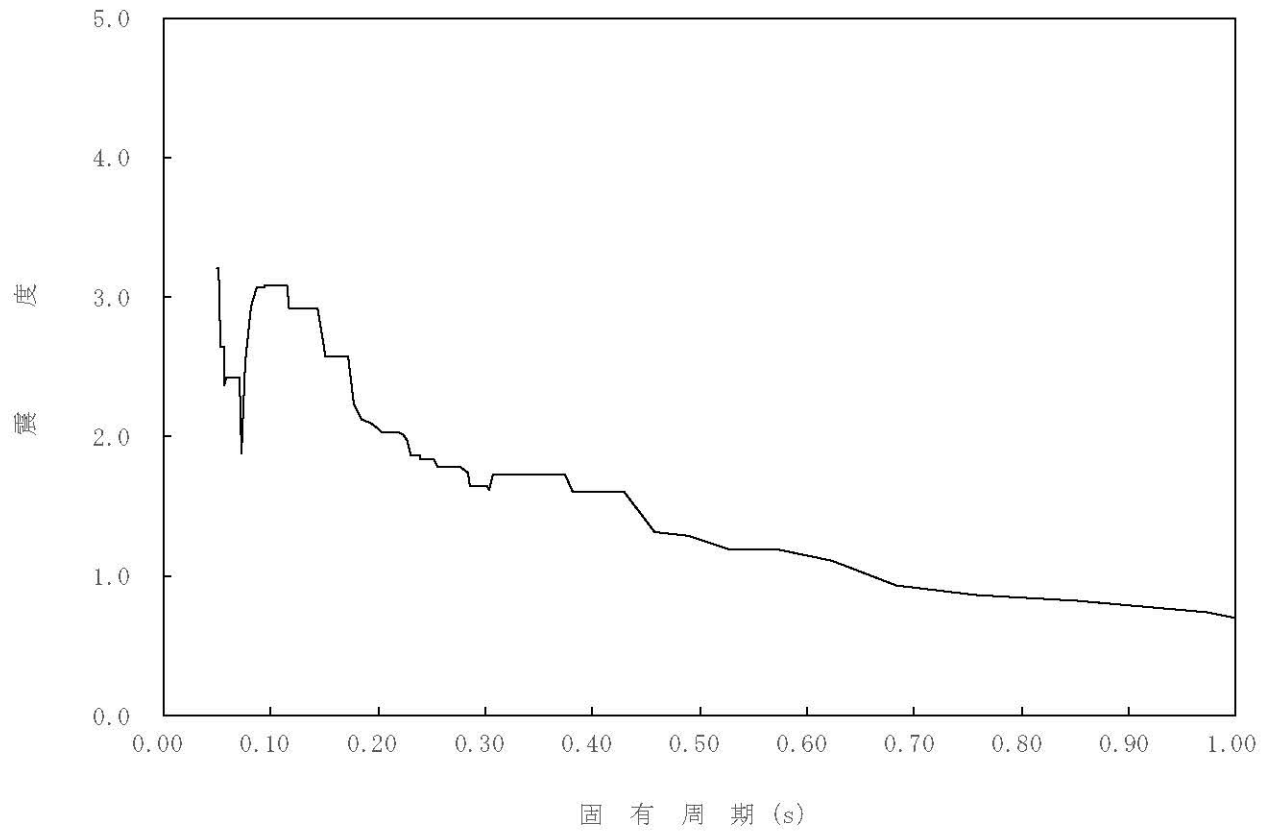
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-303

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-015】

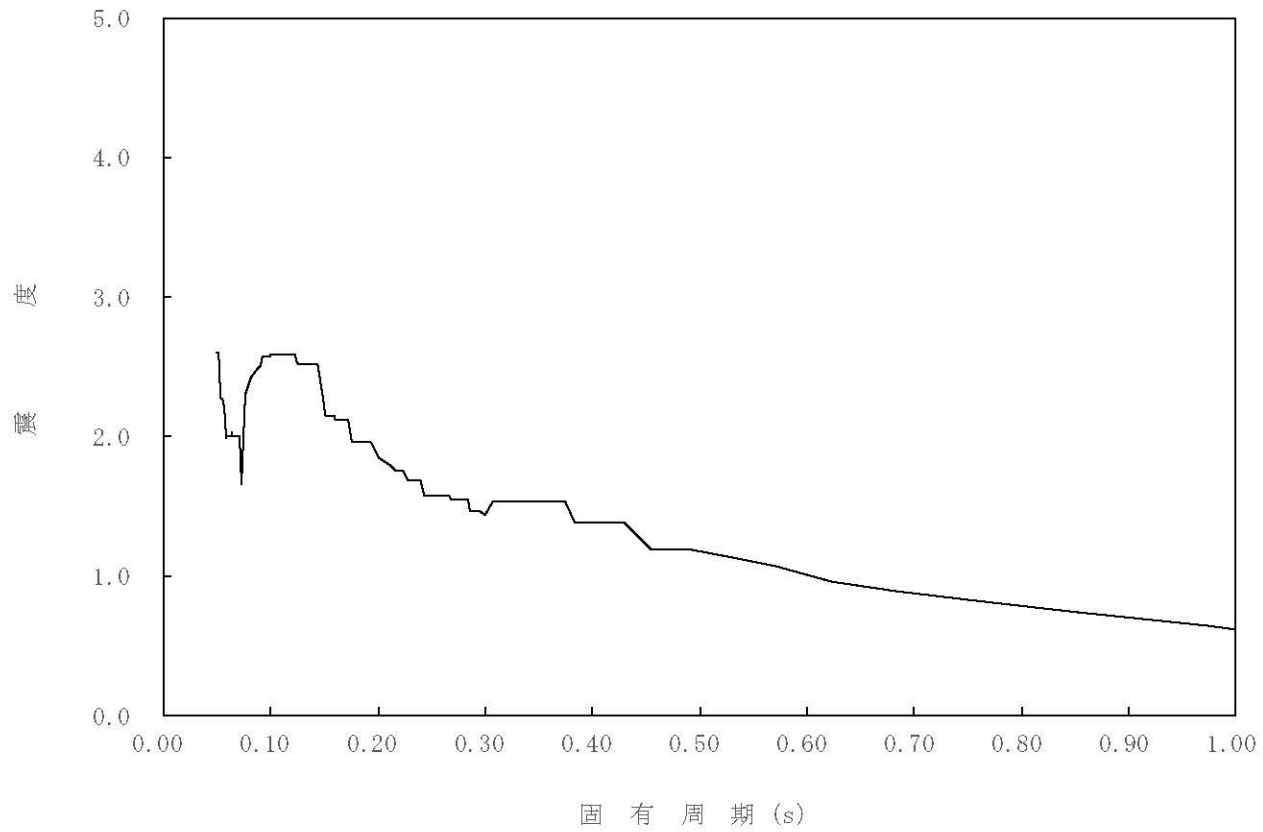
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-304

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-020】

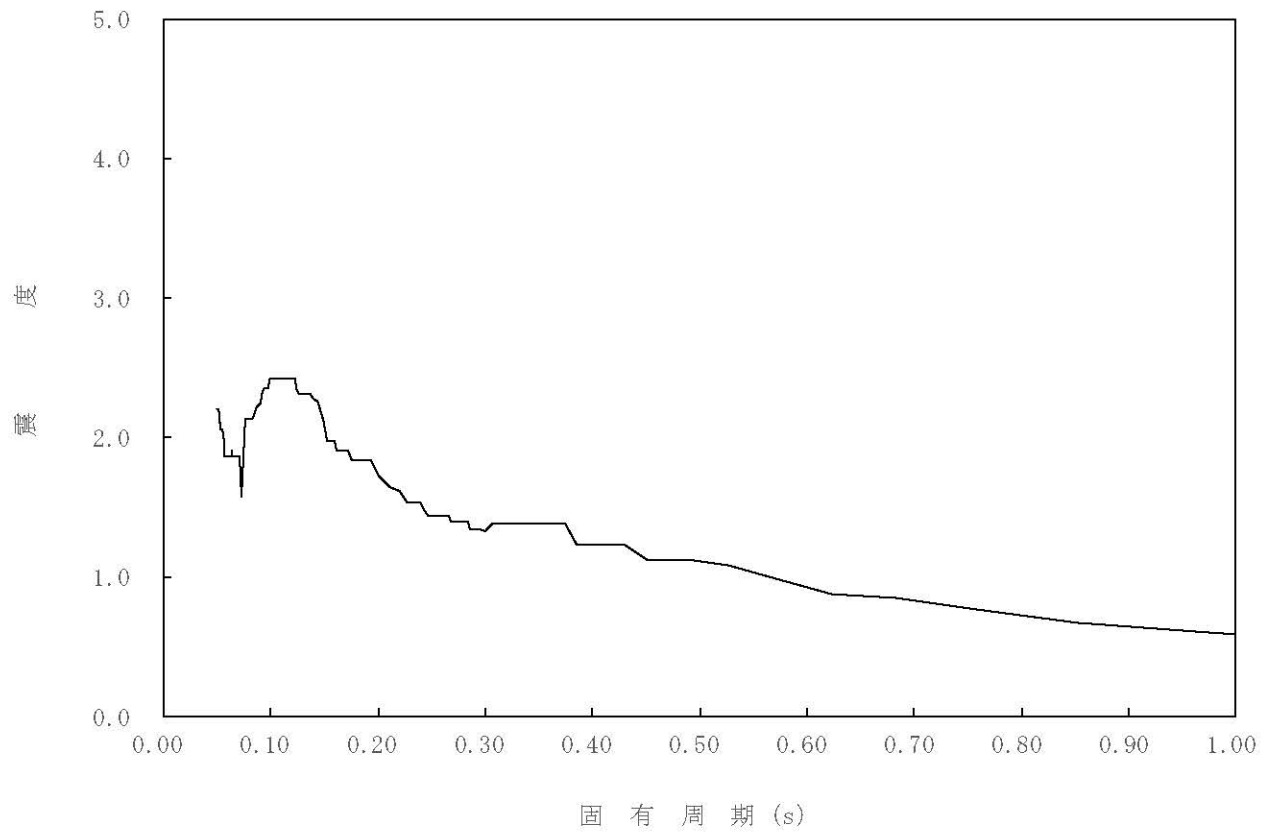
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-305

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-025】

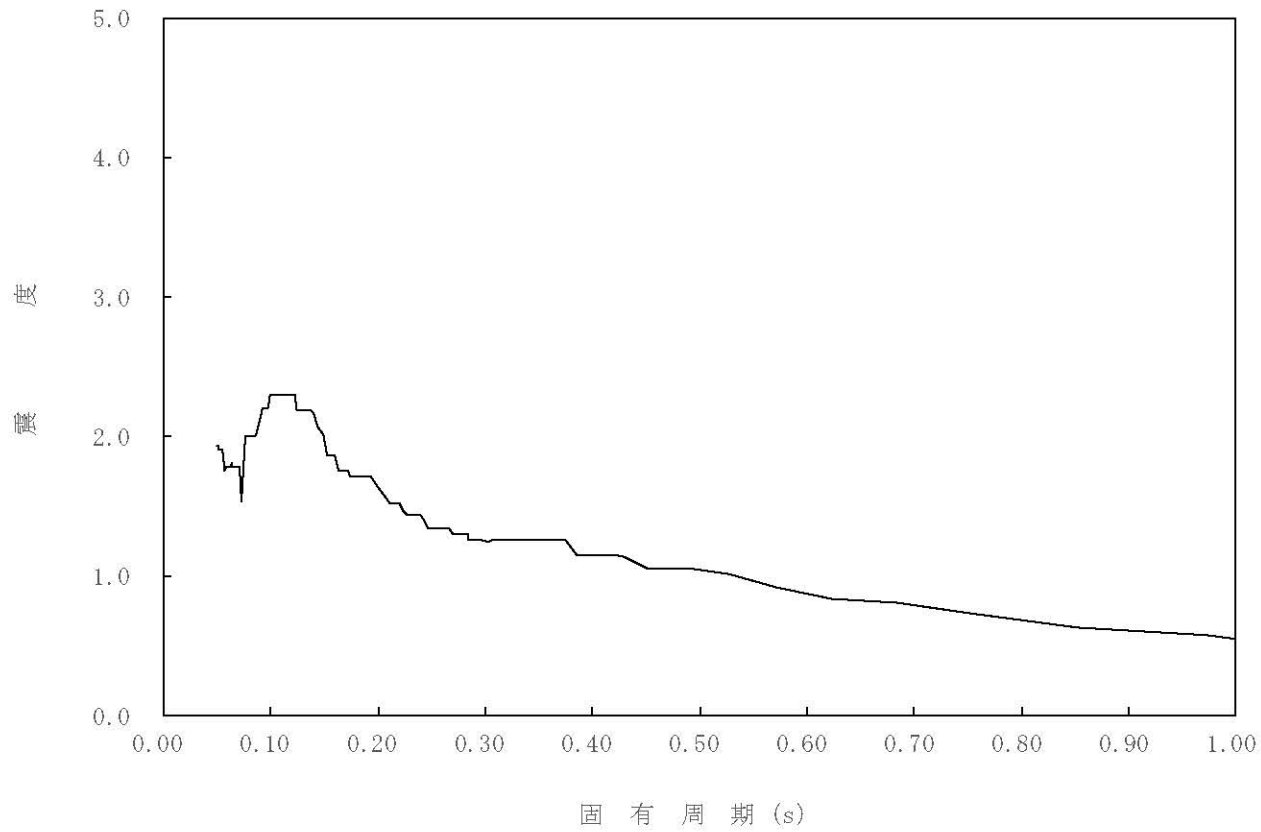
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-306

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-030】

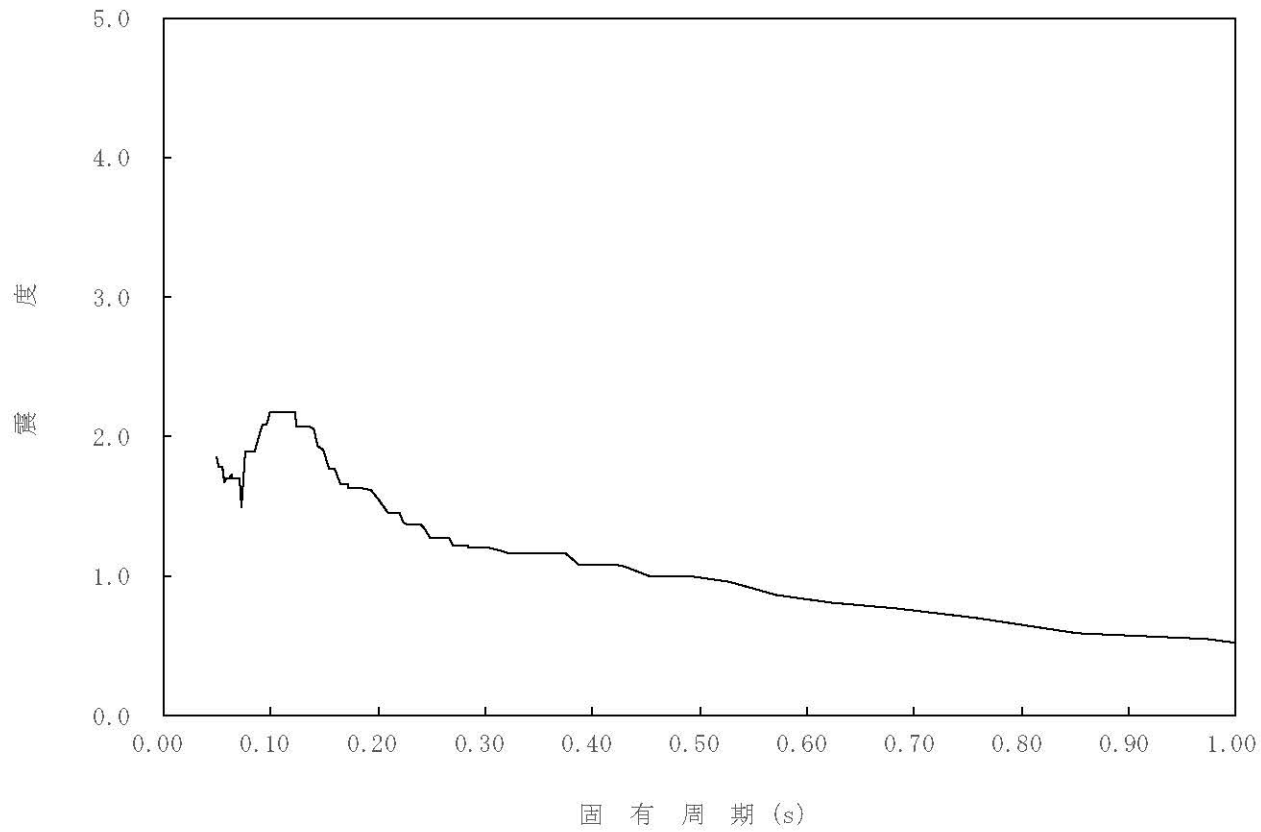
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-307

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PCV32-050】

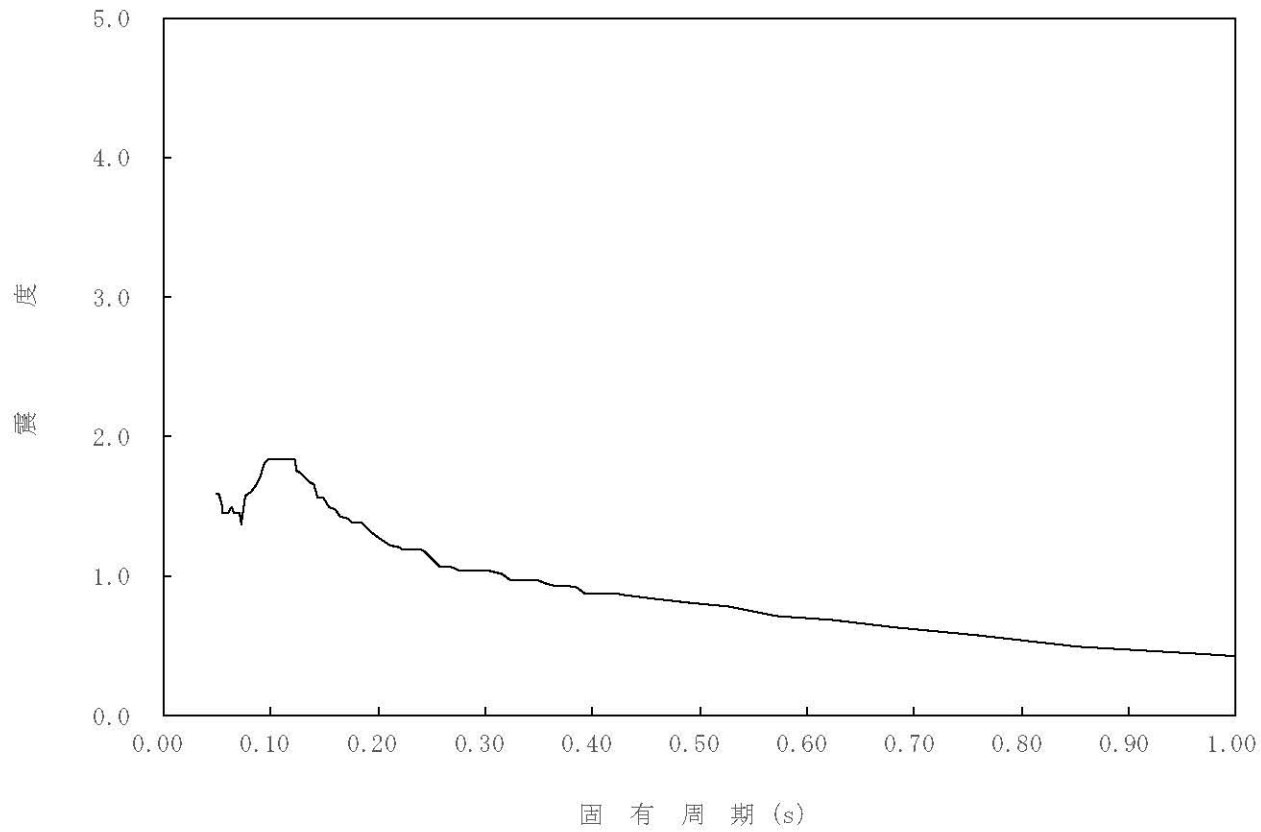
構造物名：原子炉格納容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-308

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RSW23-005】

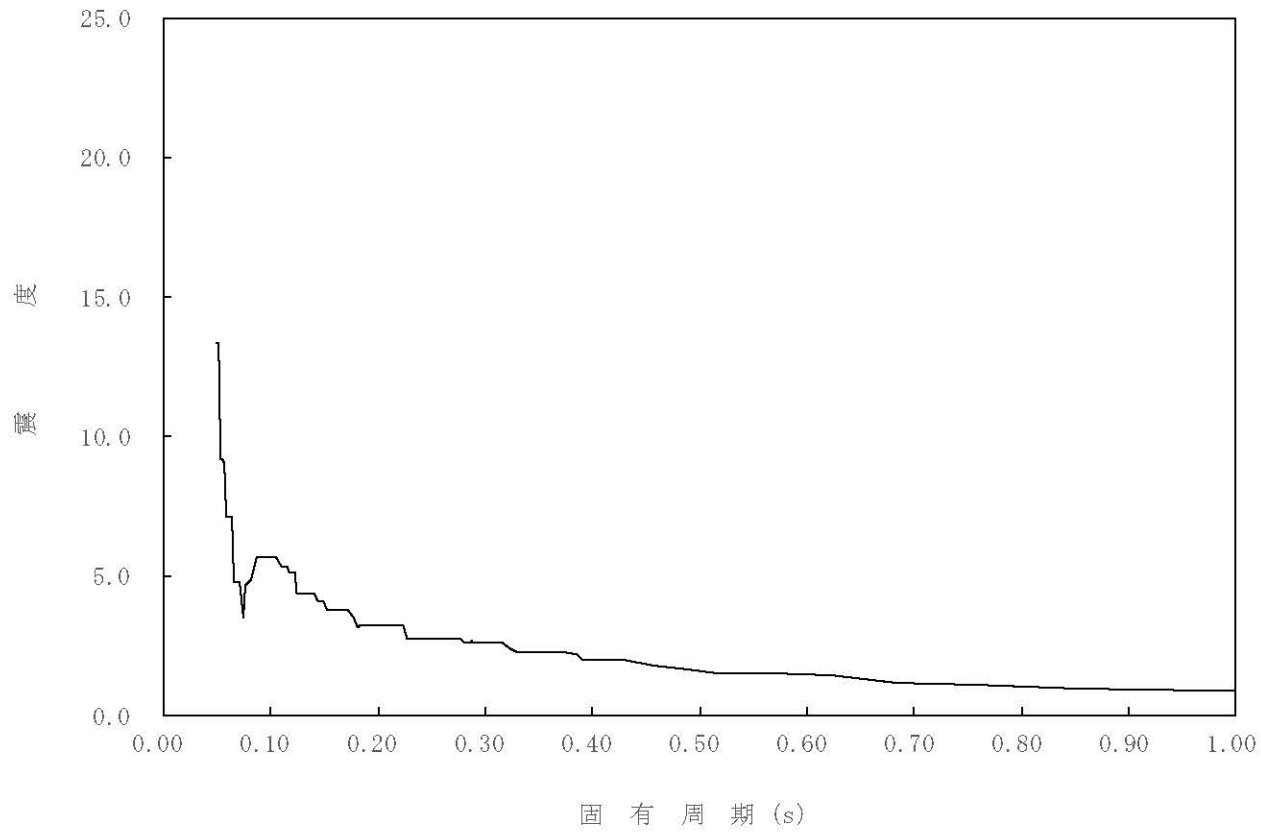
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-309

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW23-010】

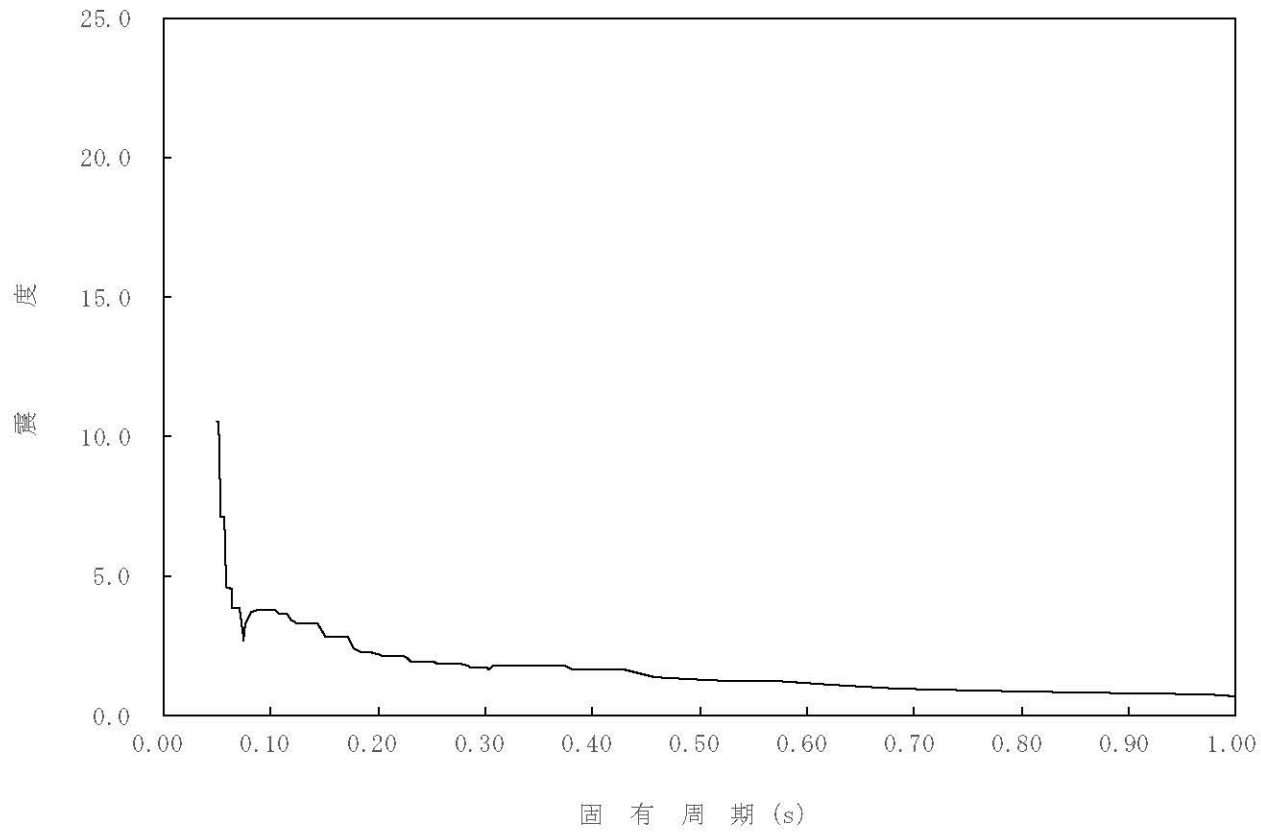
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-310

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW23-015】

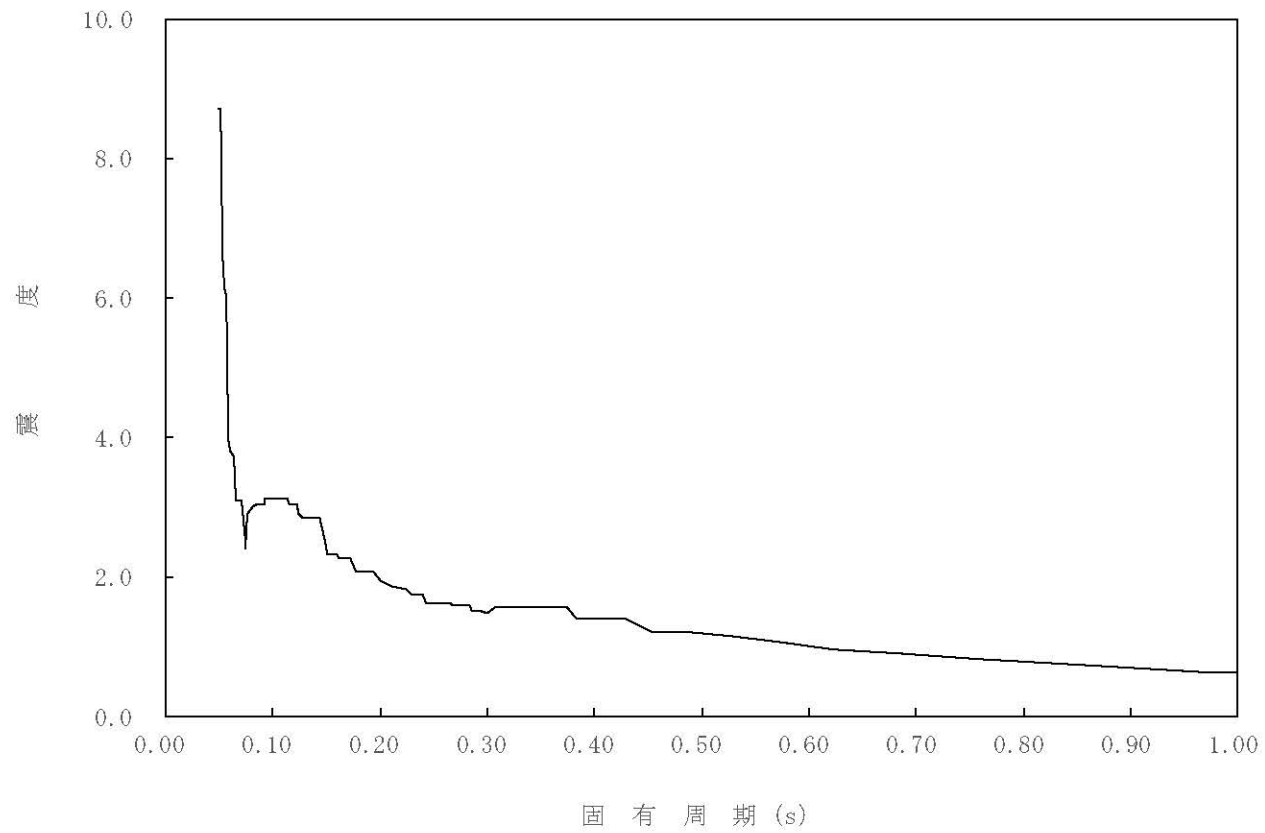
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-311

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW23-020】

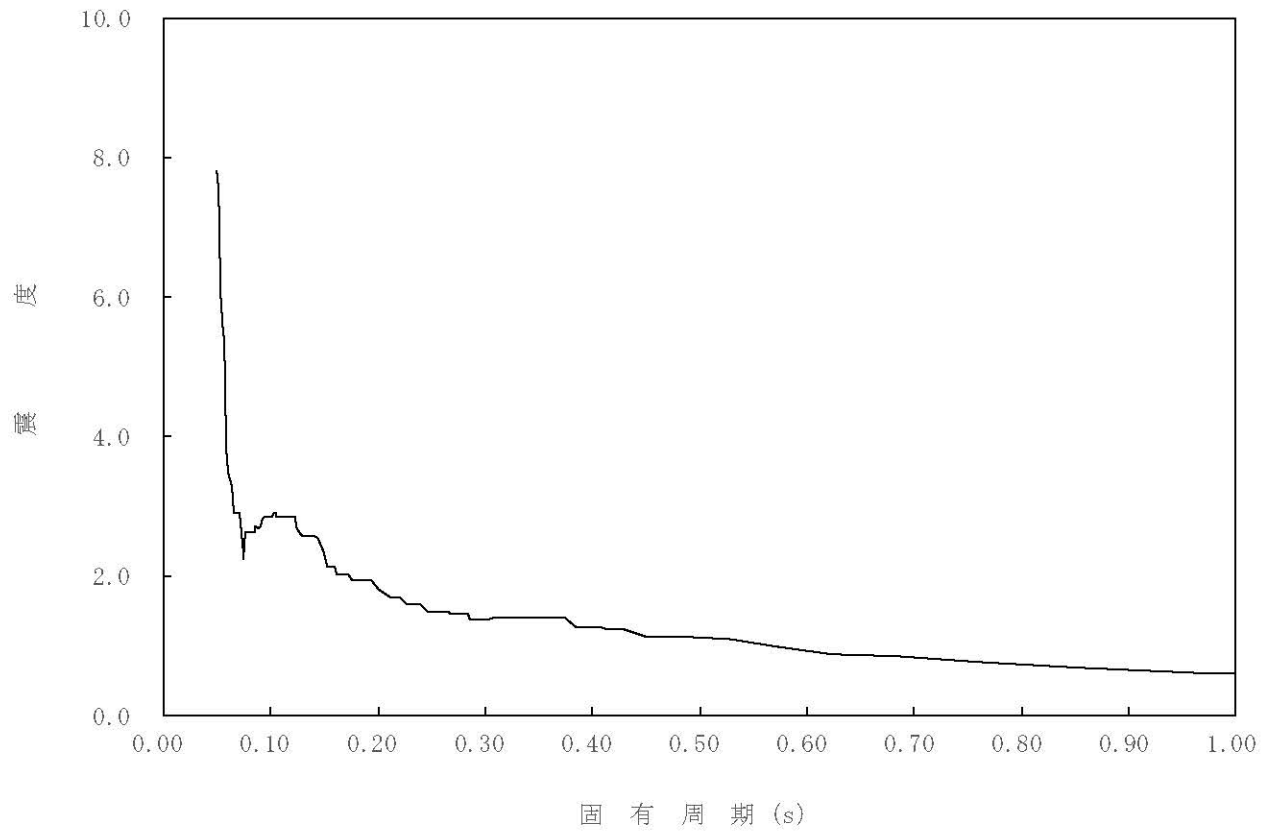
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-312

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW23-025】

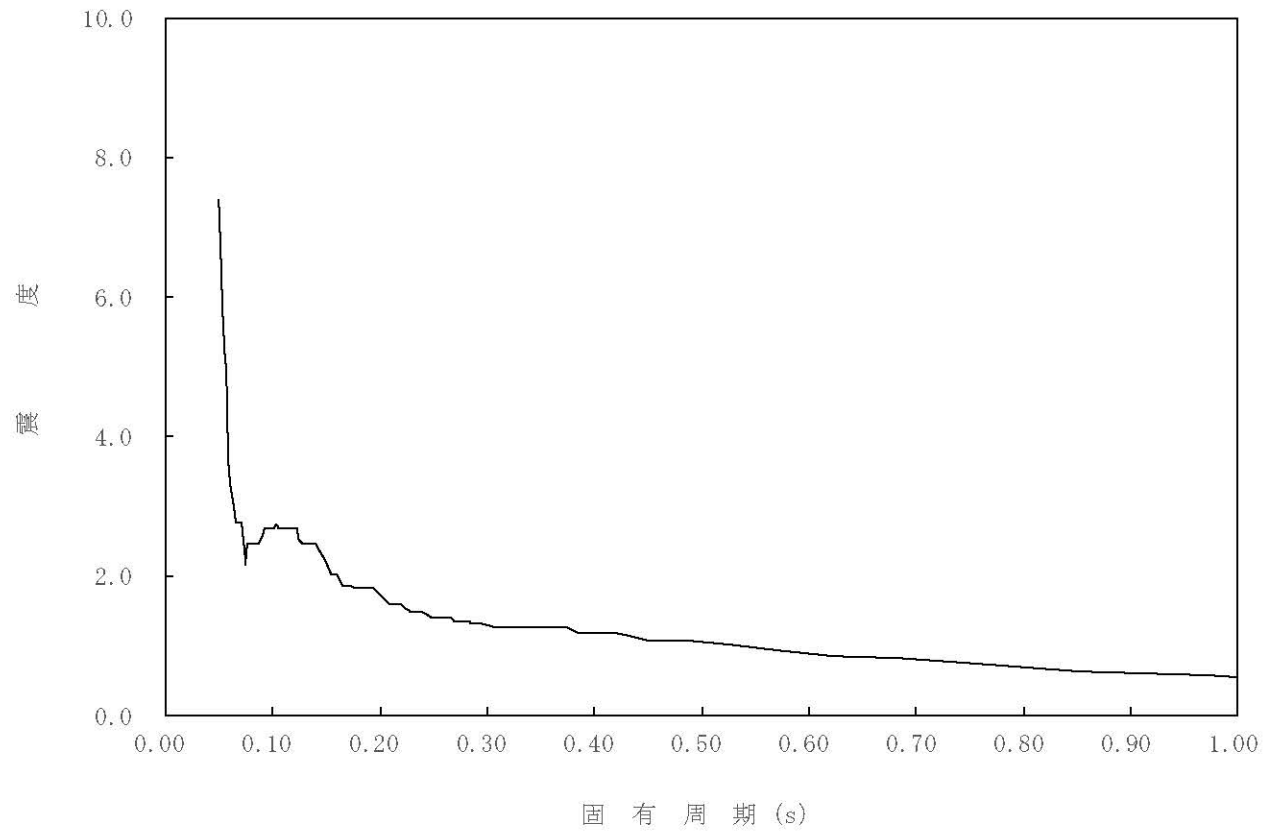
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-313

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW23-030】

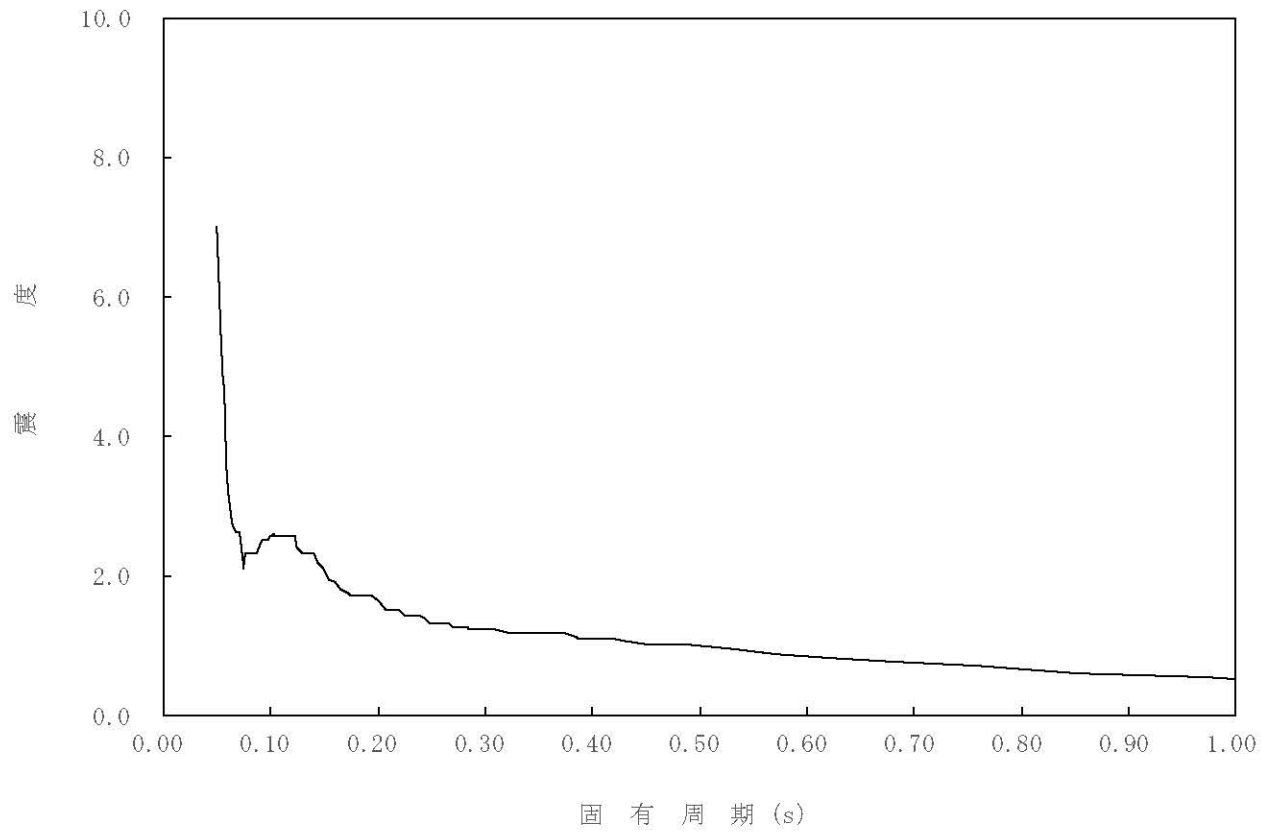
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-314

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW23-050】

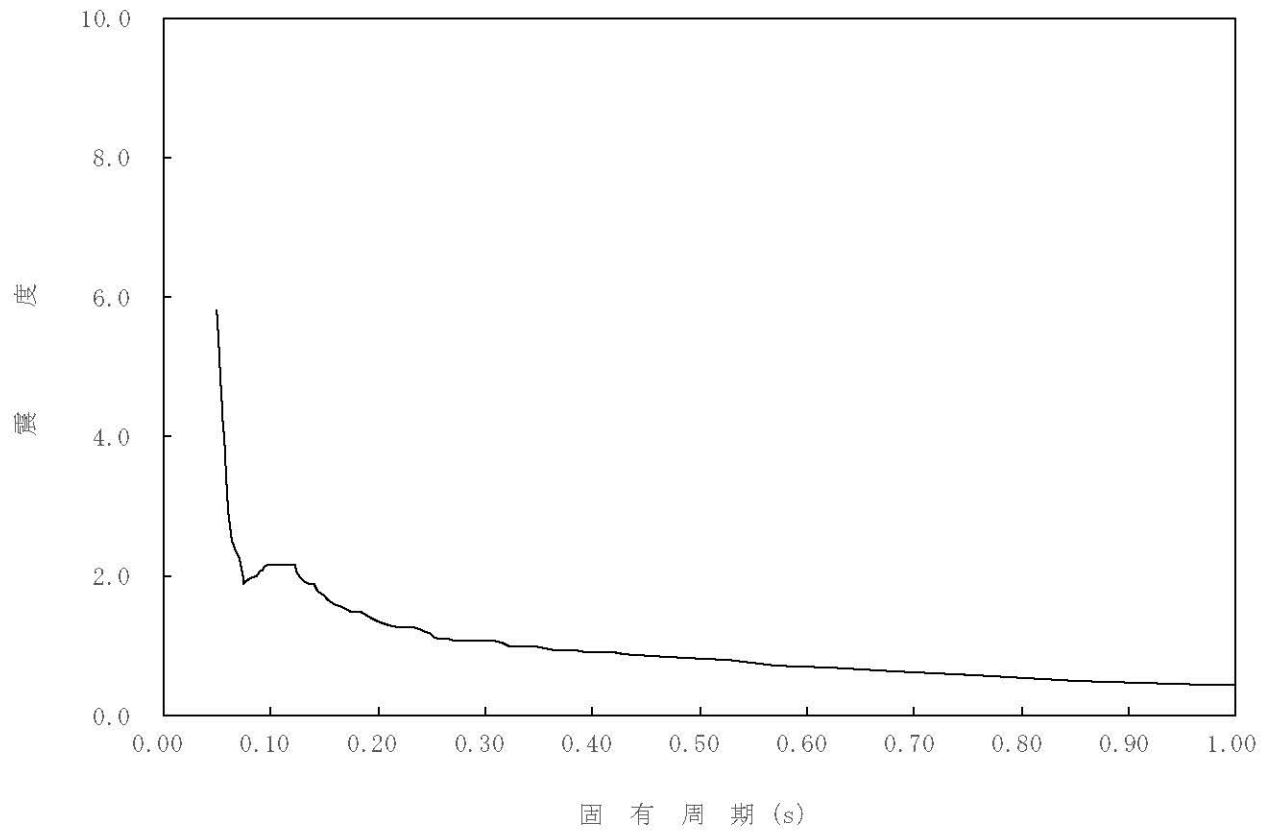
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-315

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW22-005】

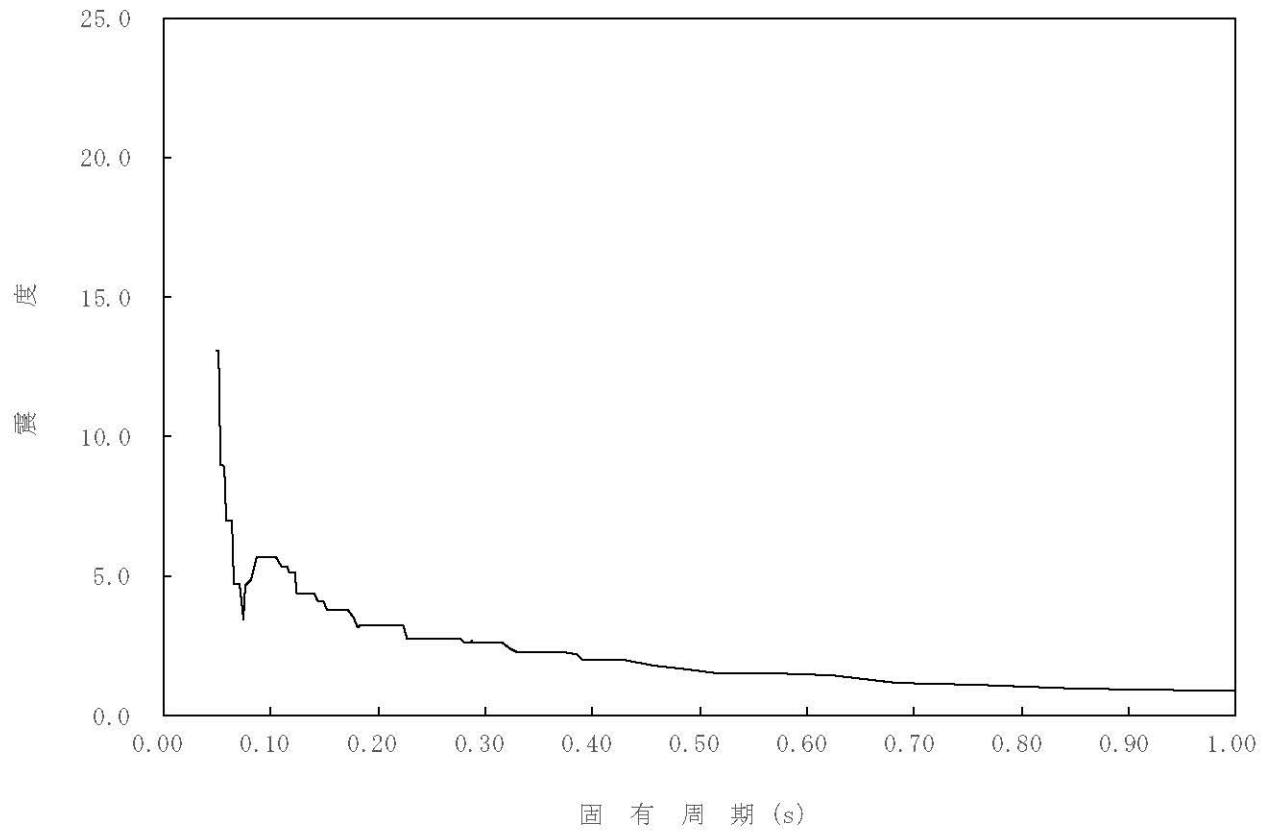
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-316

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RSW22-010】

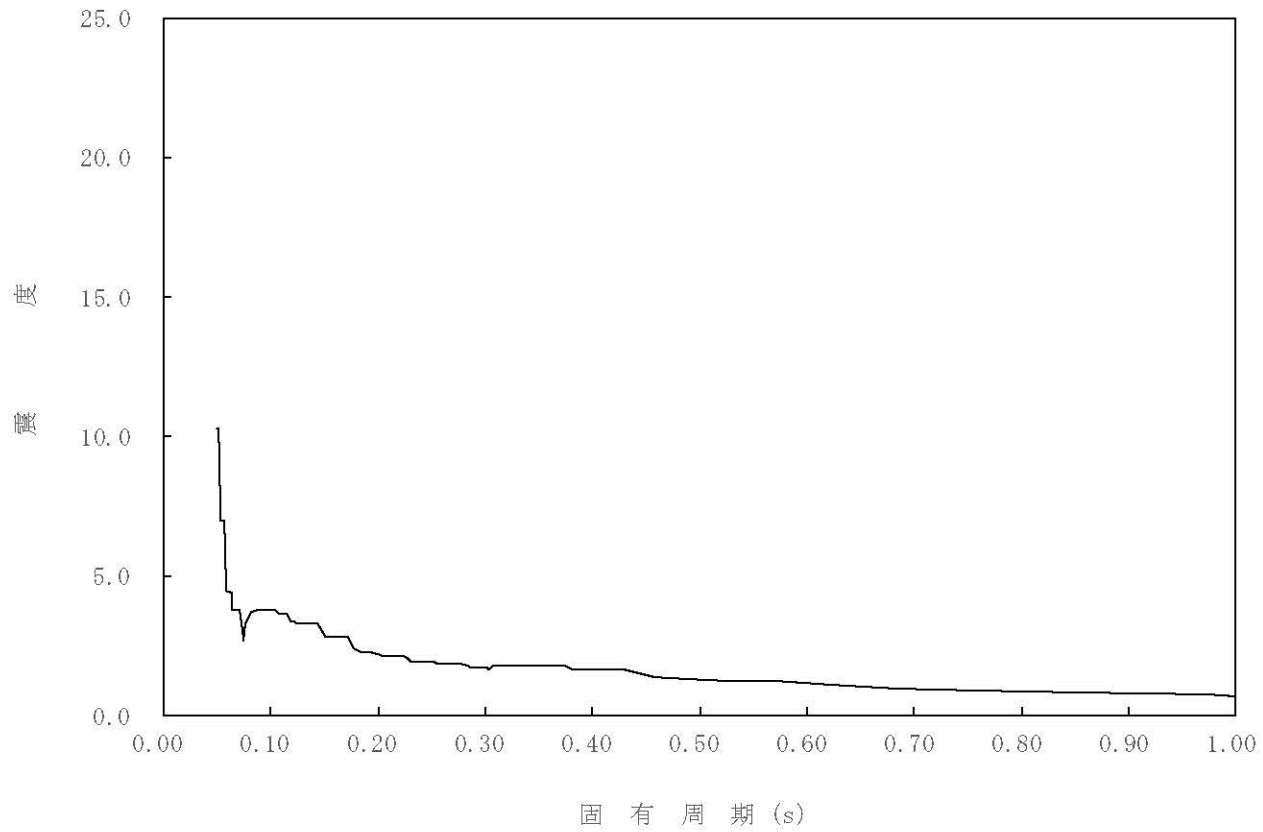
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-317

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW22-015】

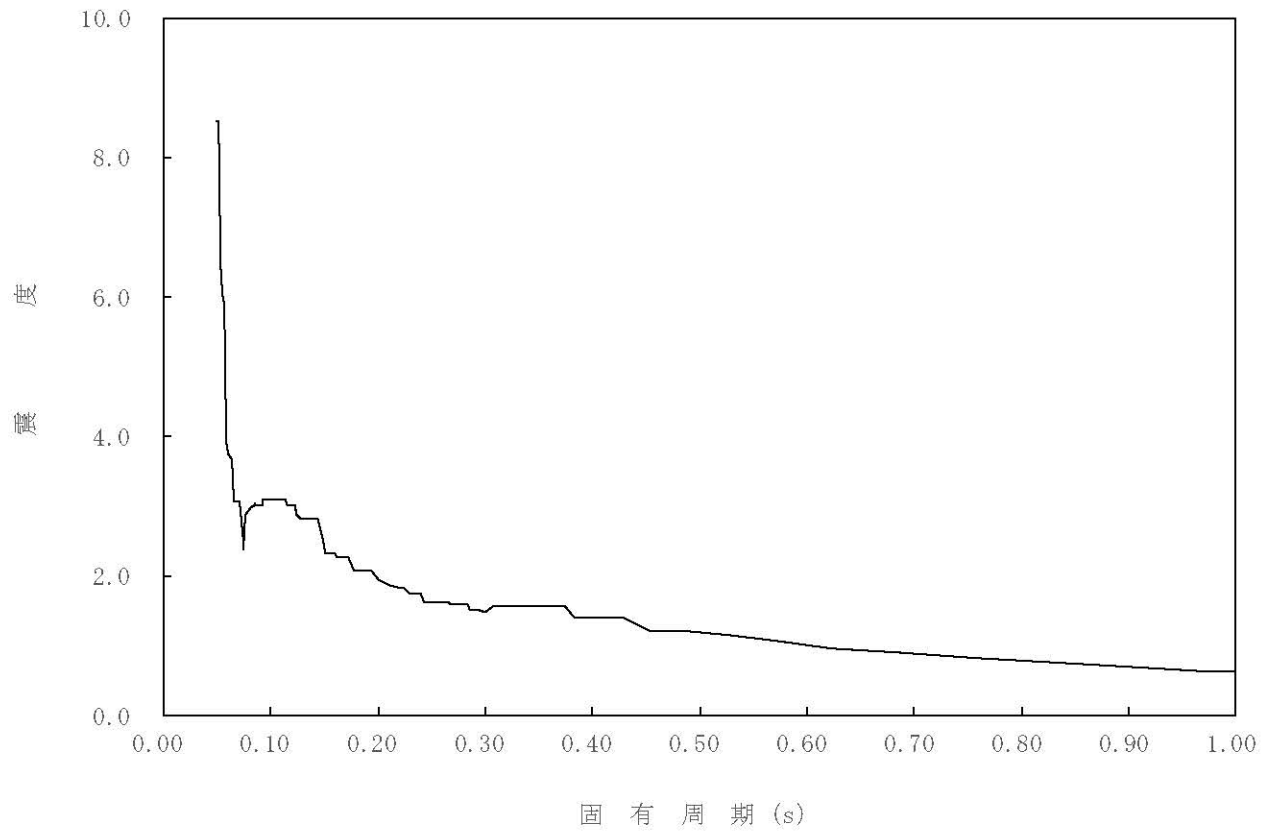
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-318

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW22-020】

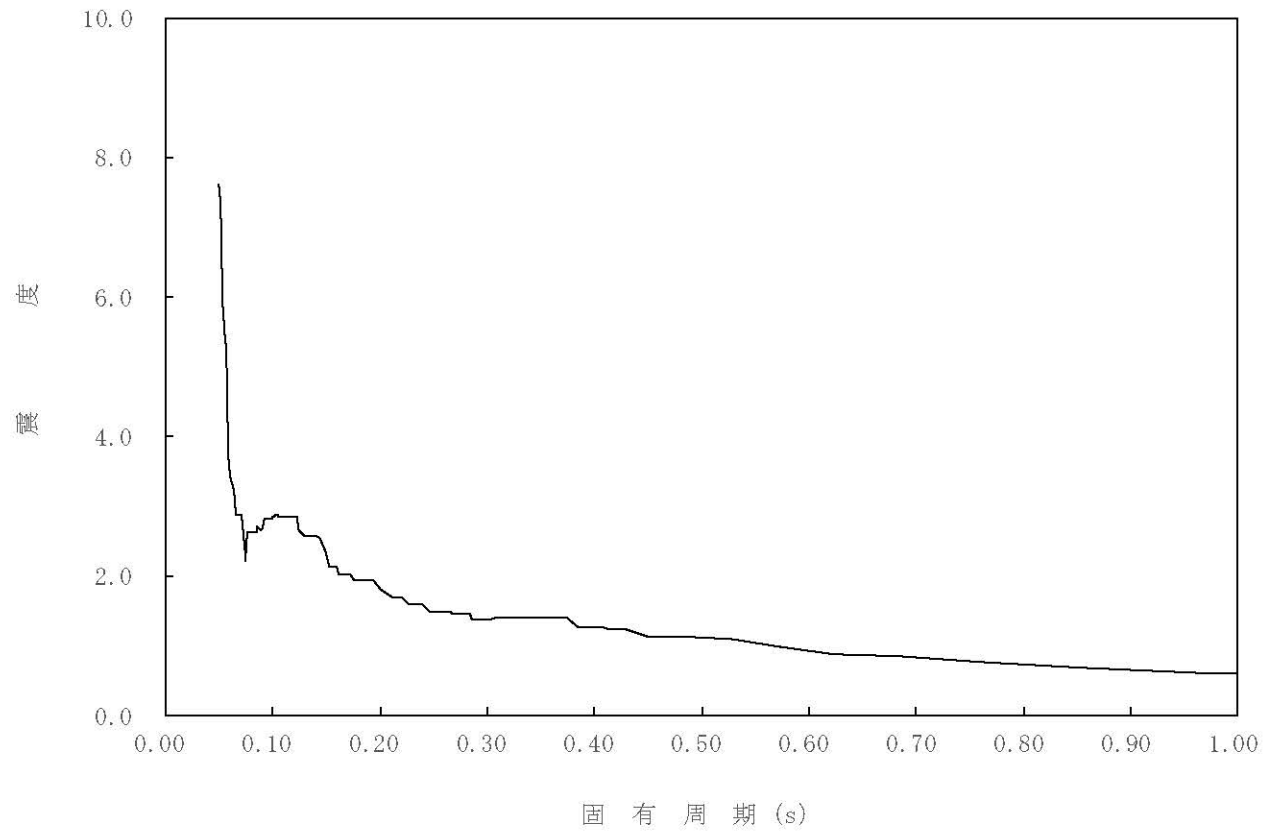
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-319

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW22-025】

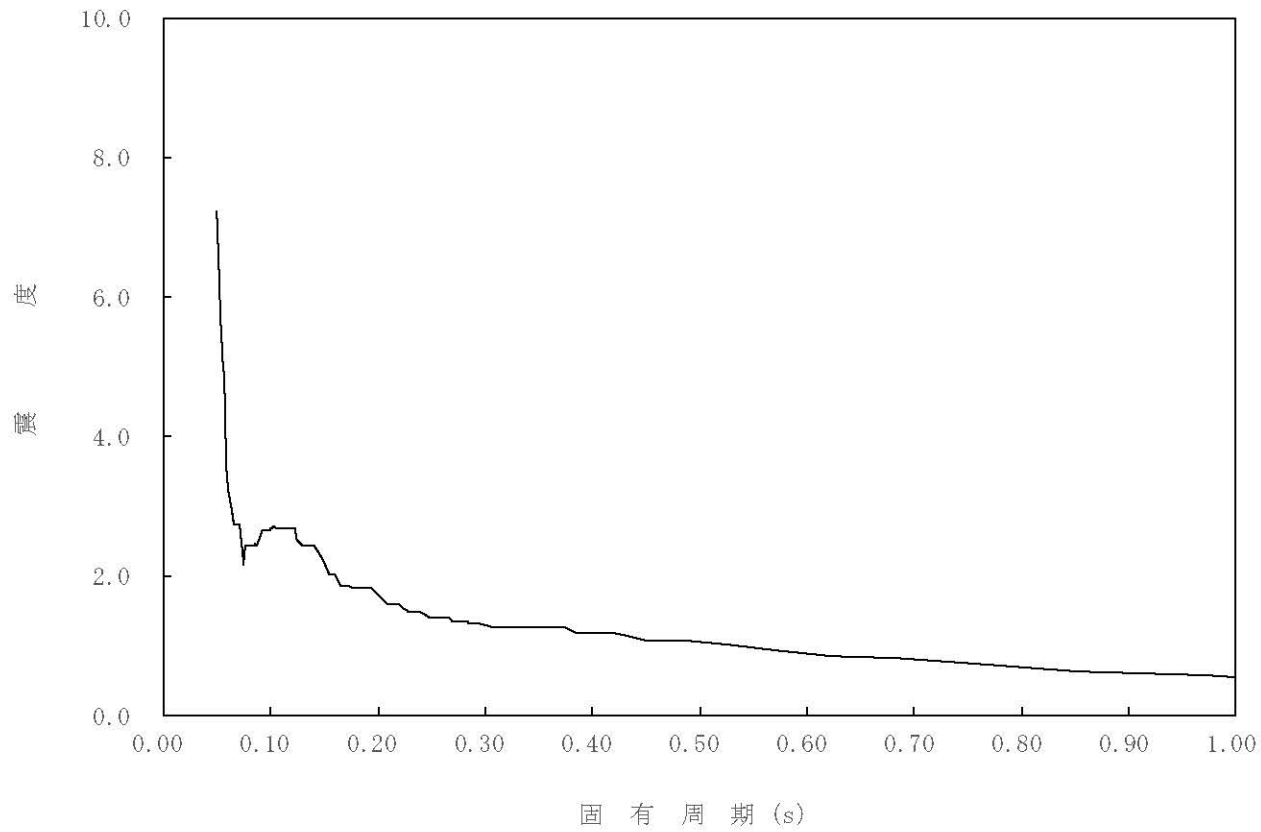
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-320

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW22-030】

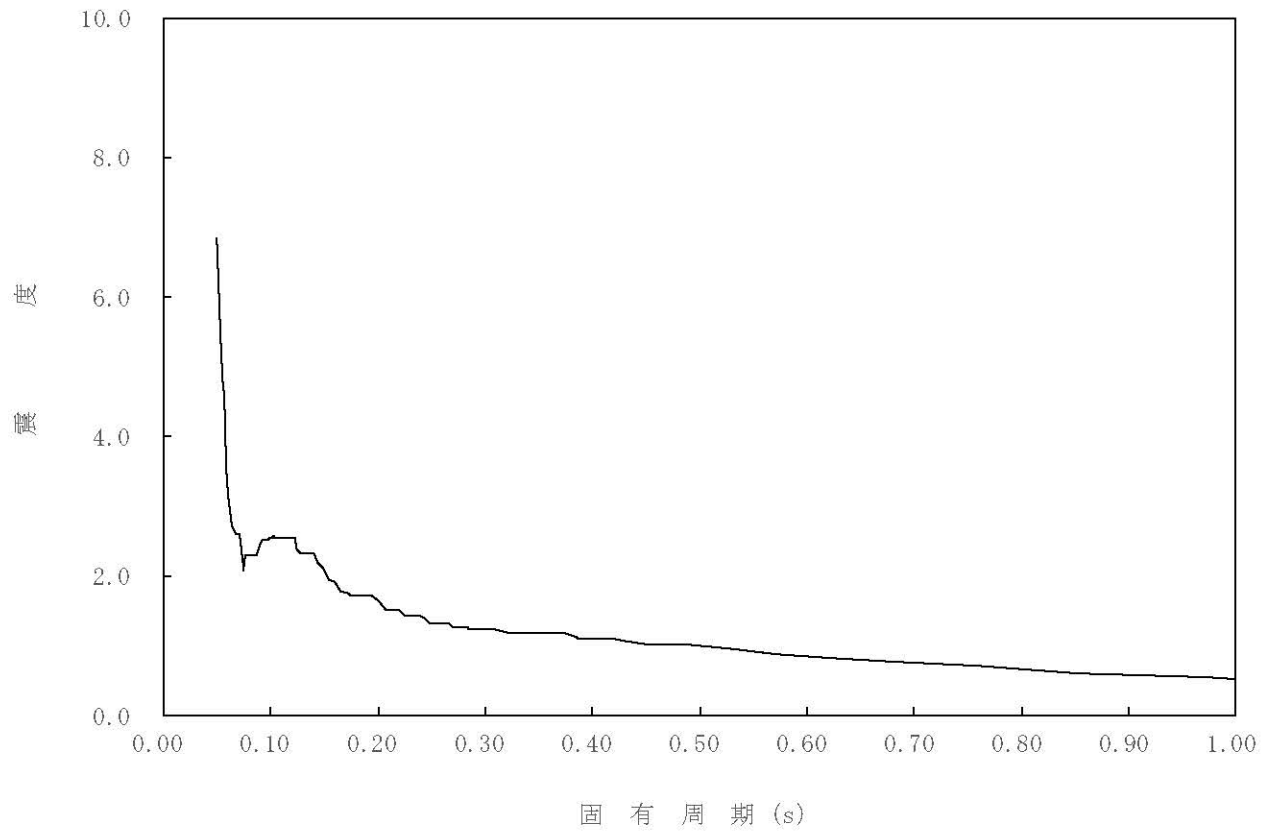
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-321

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW22-050】

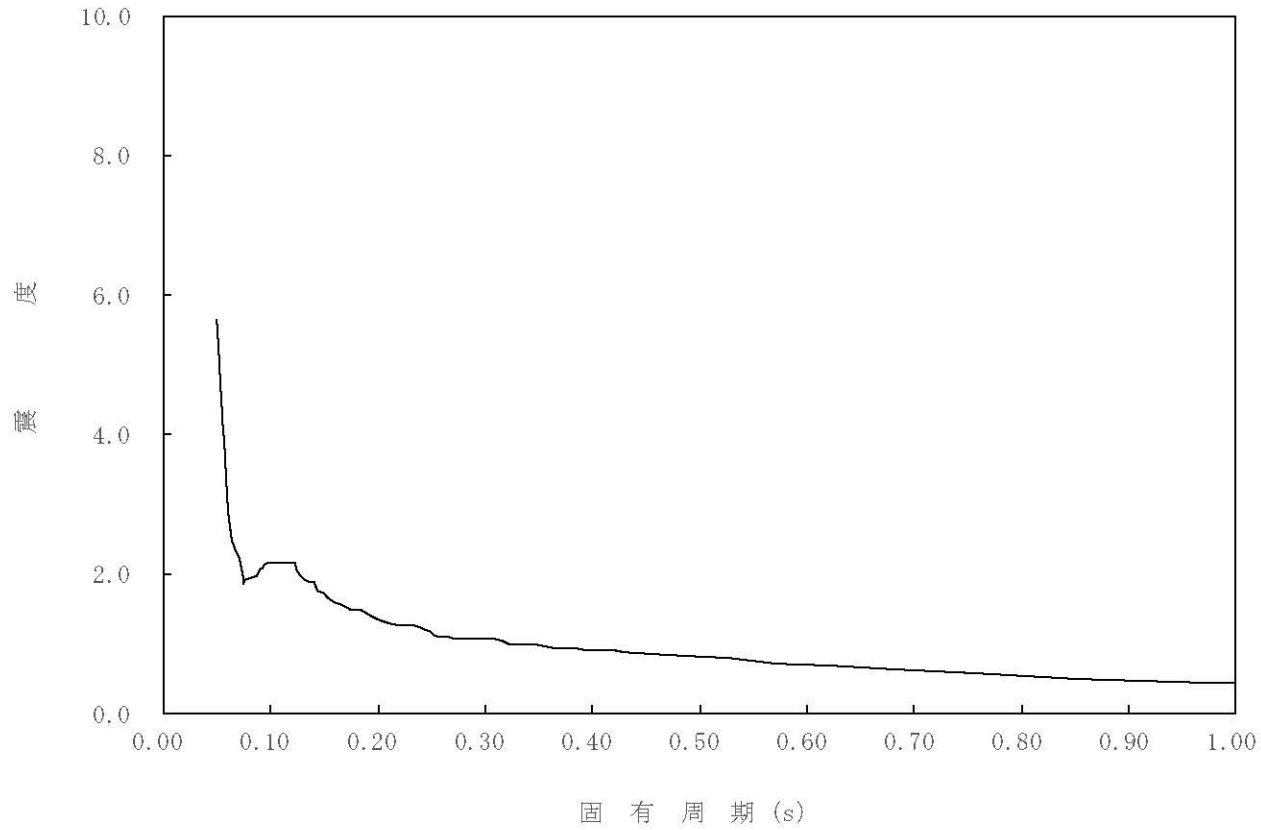
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-322

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW21-005】

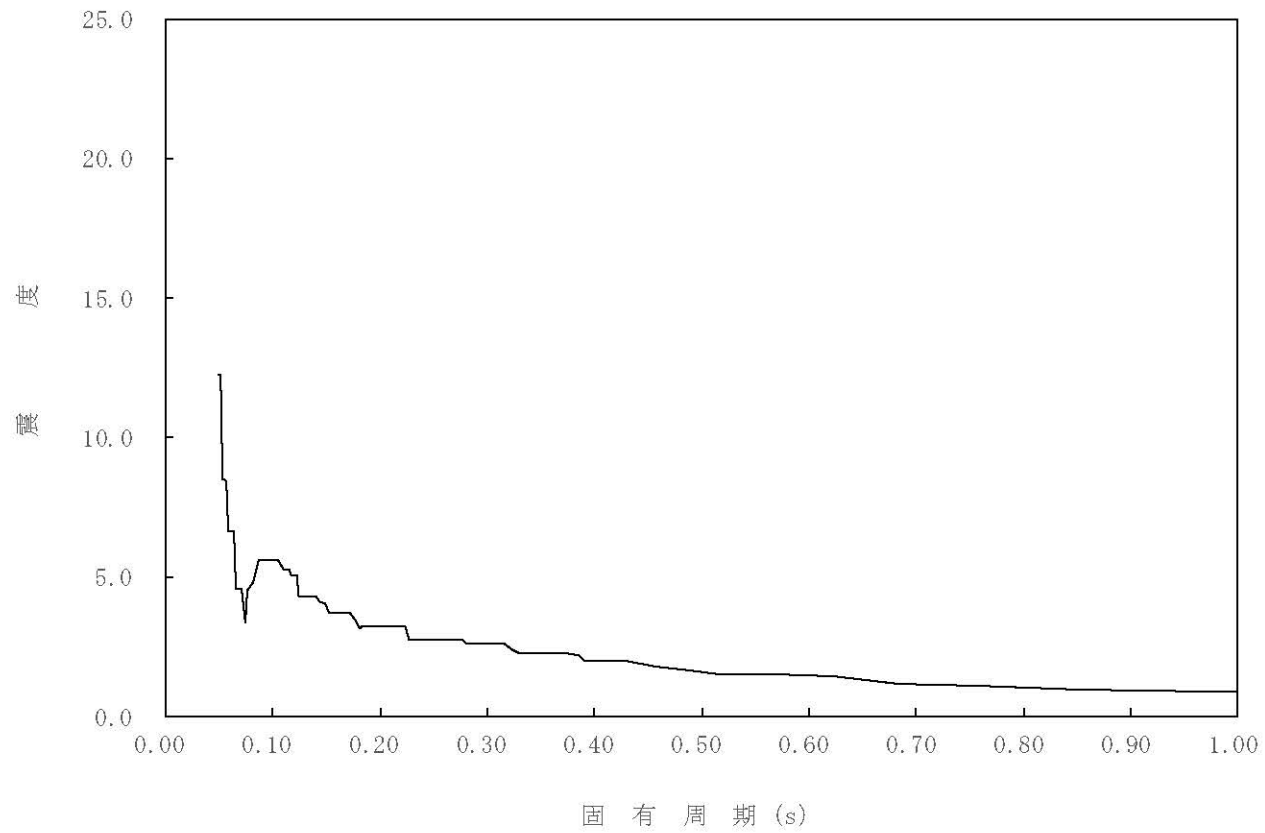
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-323

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW21-010】

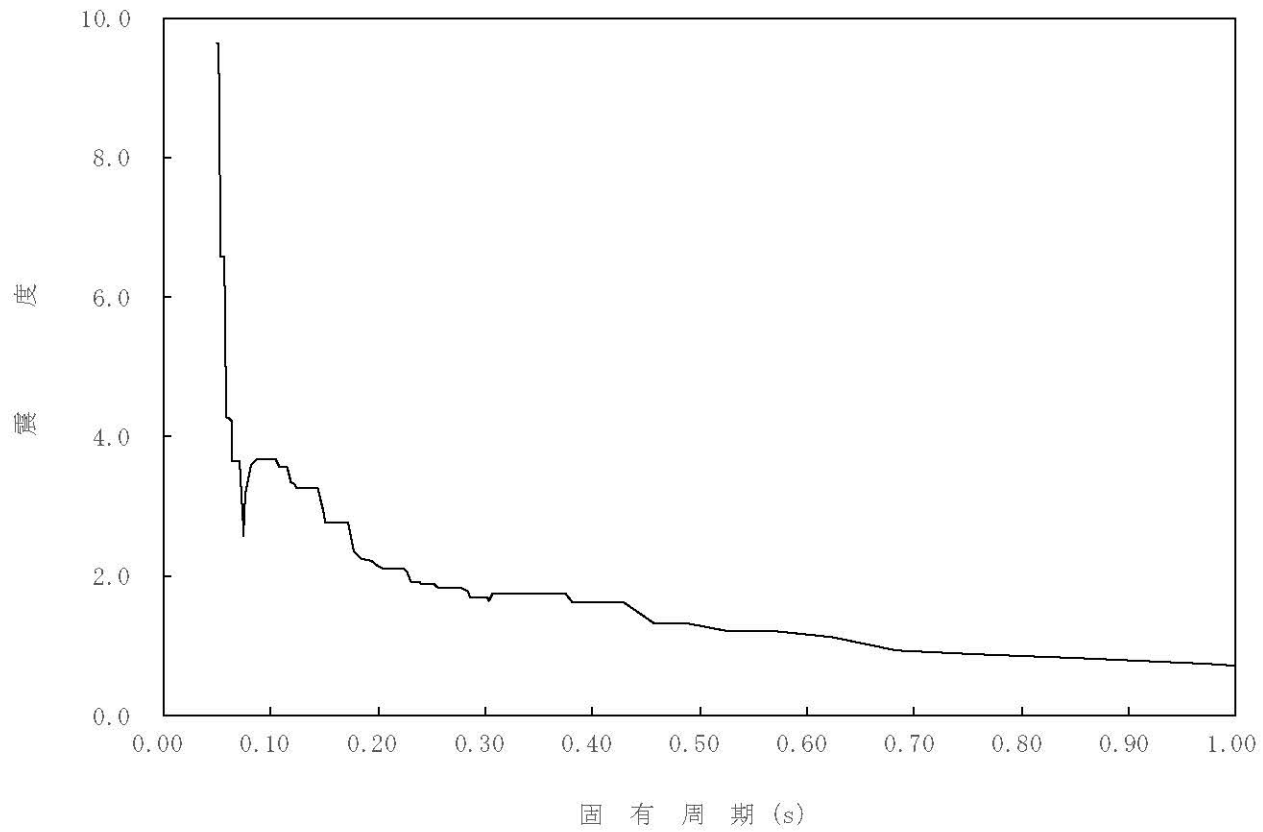
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-324

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RSW21-015】

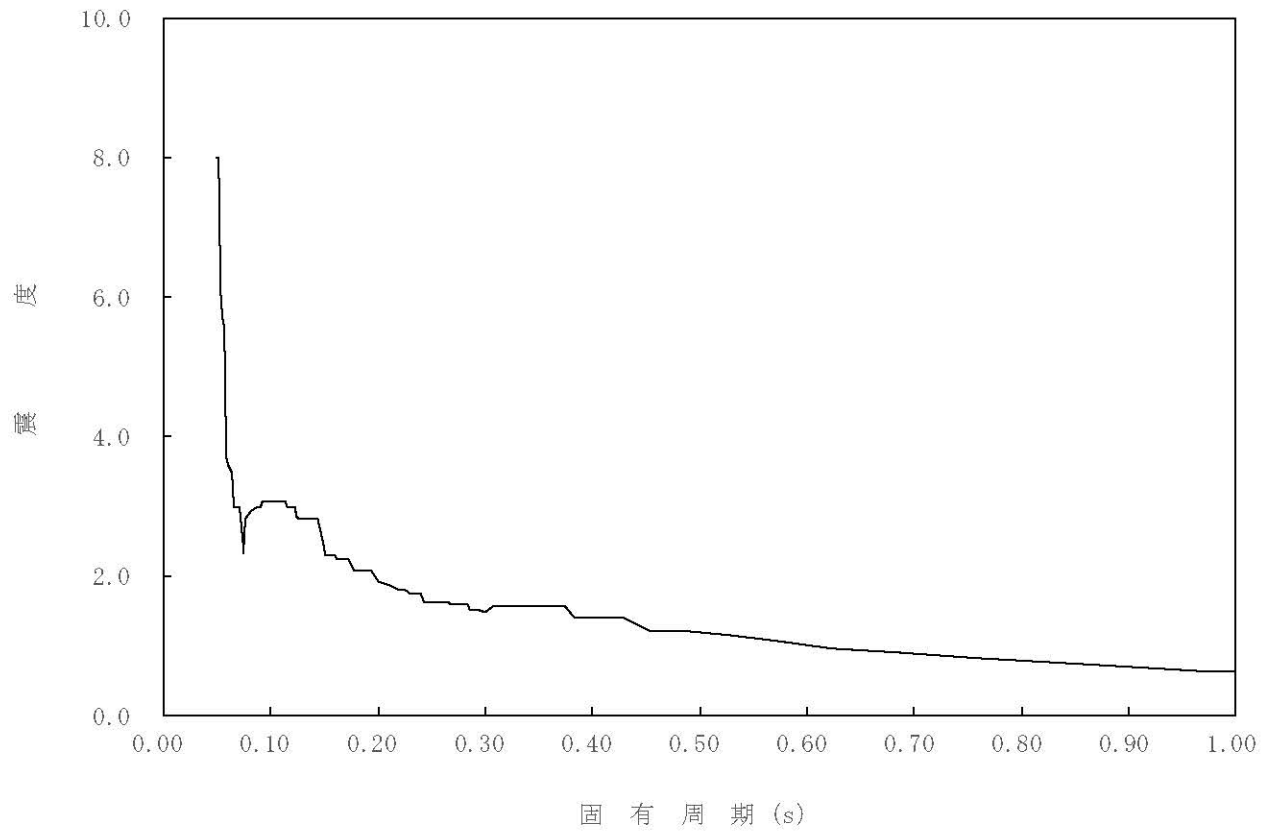
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-325

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW21-020】

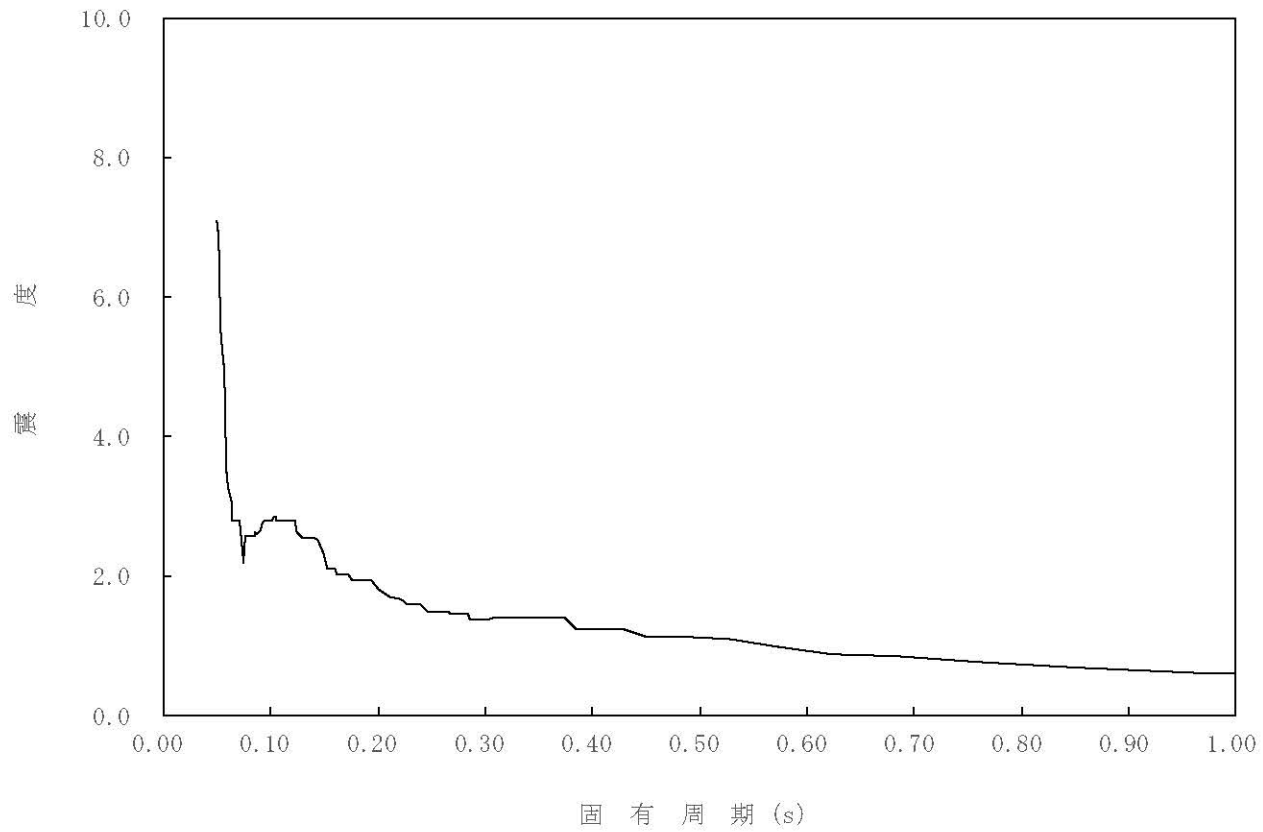
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-326

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW21-025】

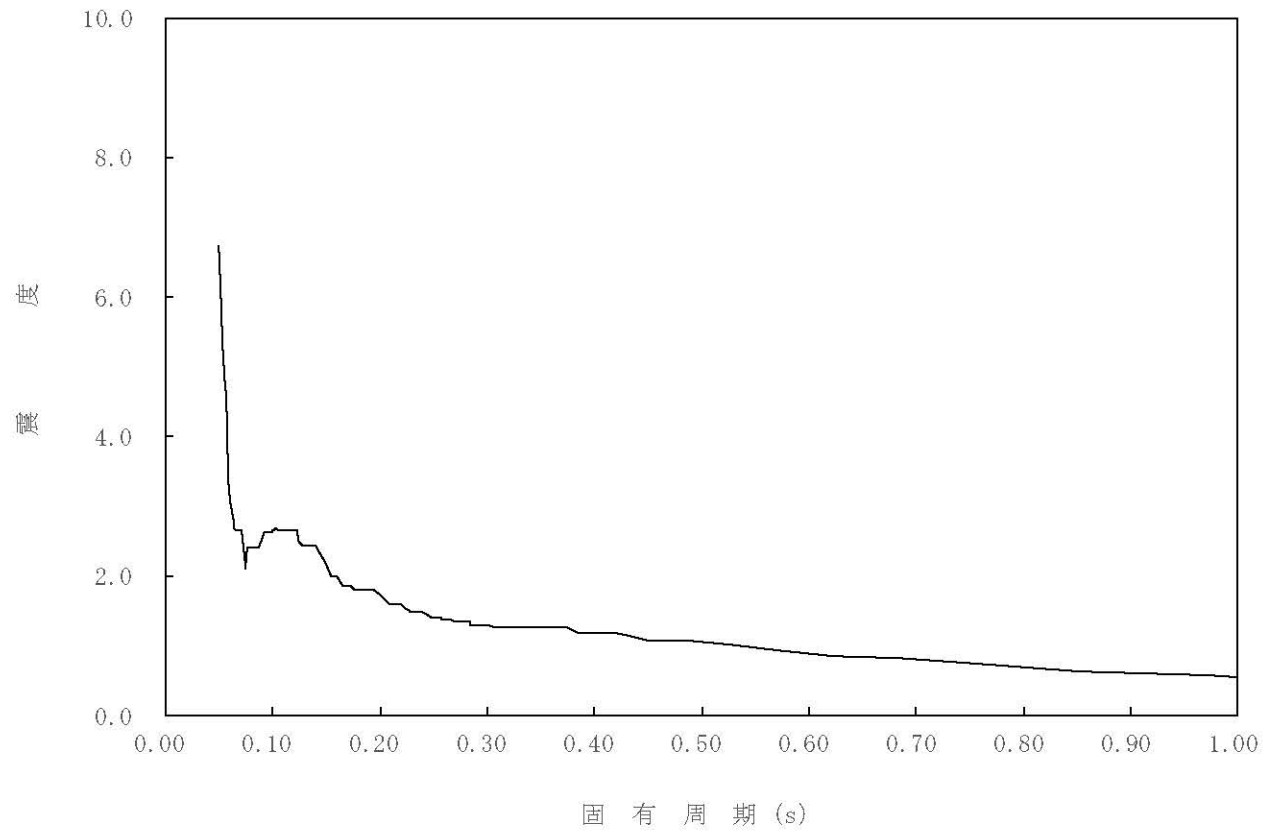
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-327

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW21-030】

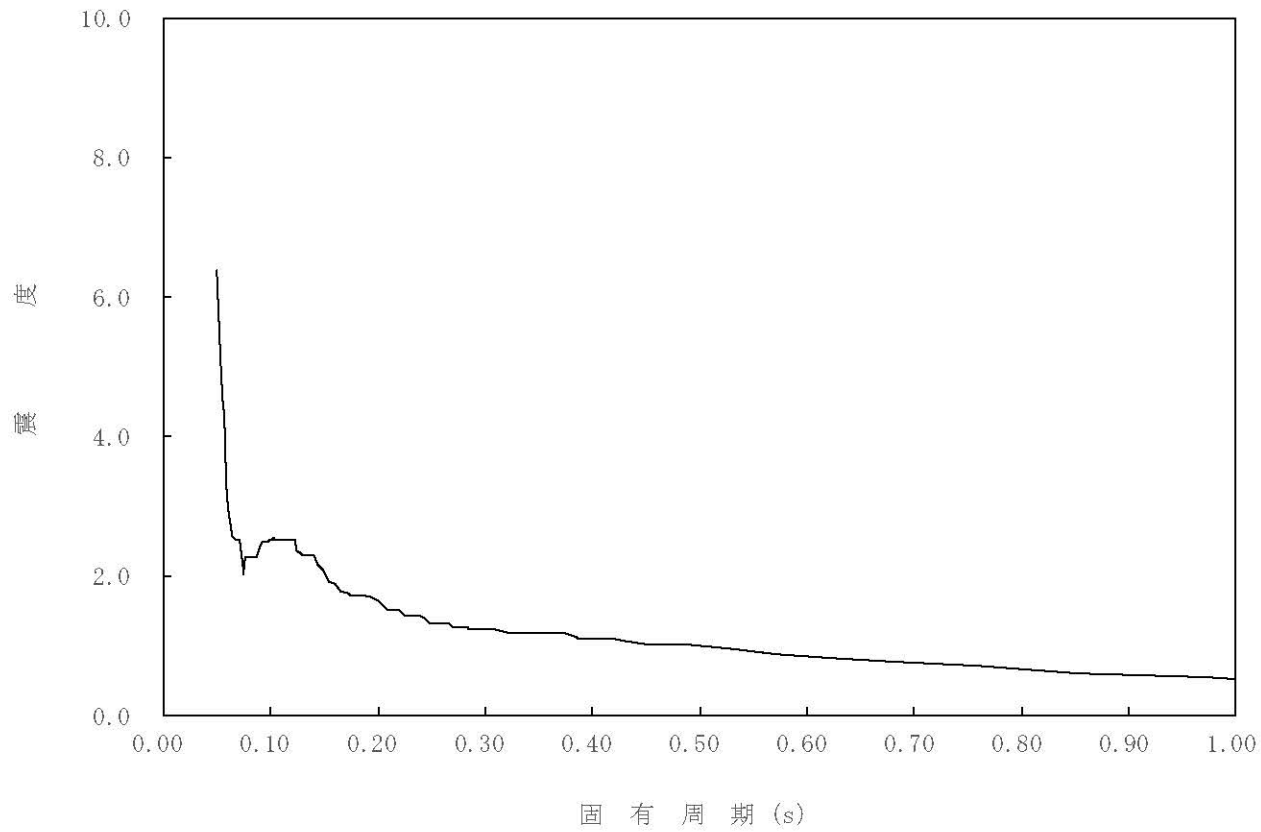
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-328

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW21-050】

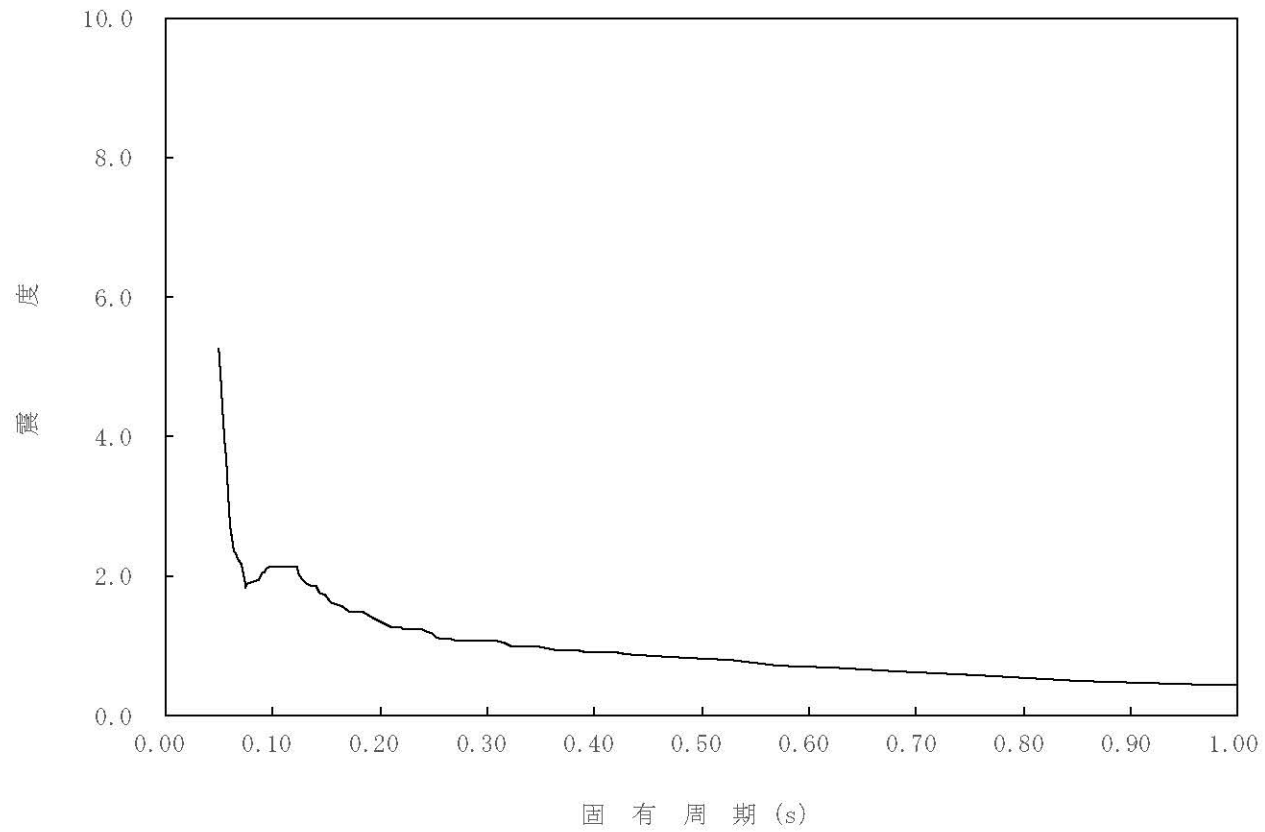
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-329

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW20-005】

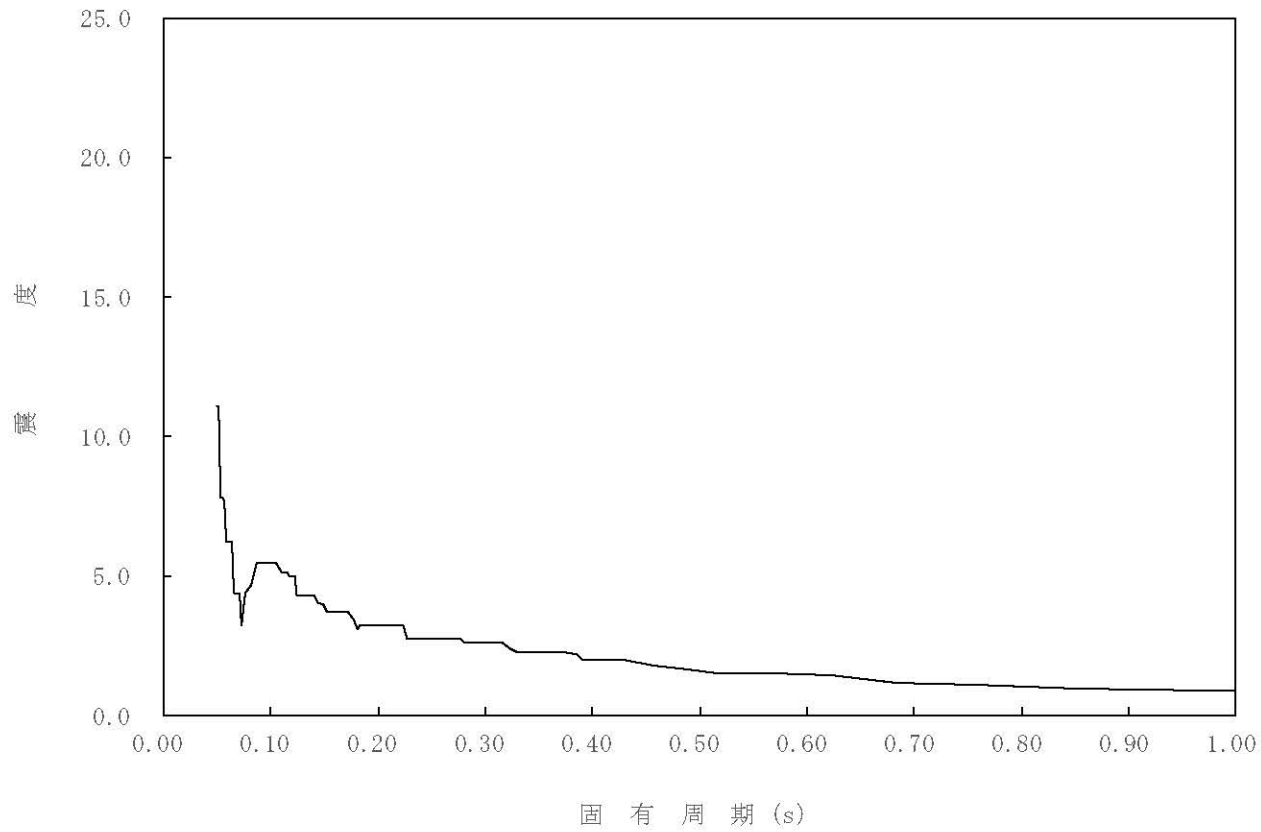
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-330

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW20-010】

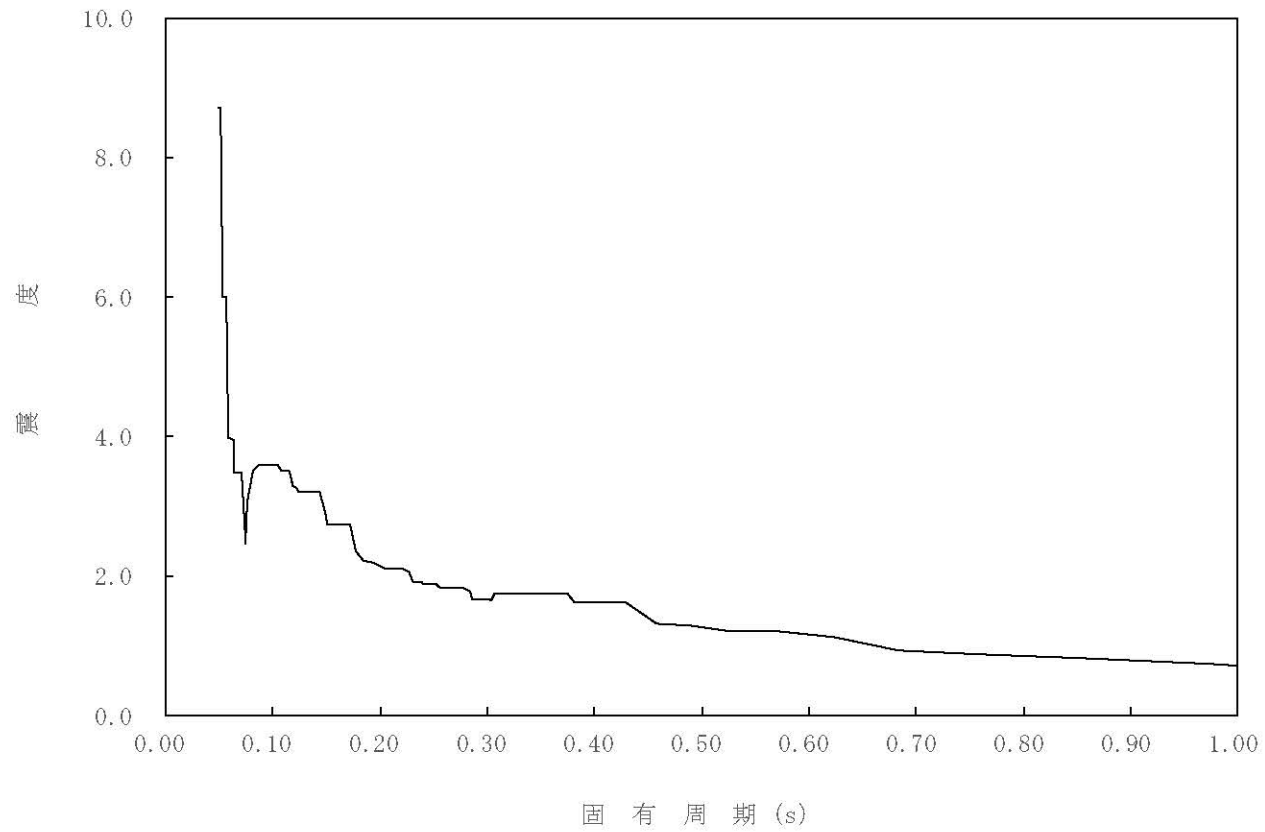
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-331

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW20-015】

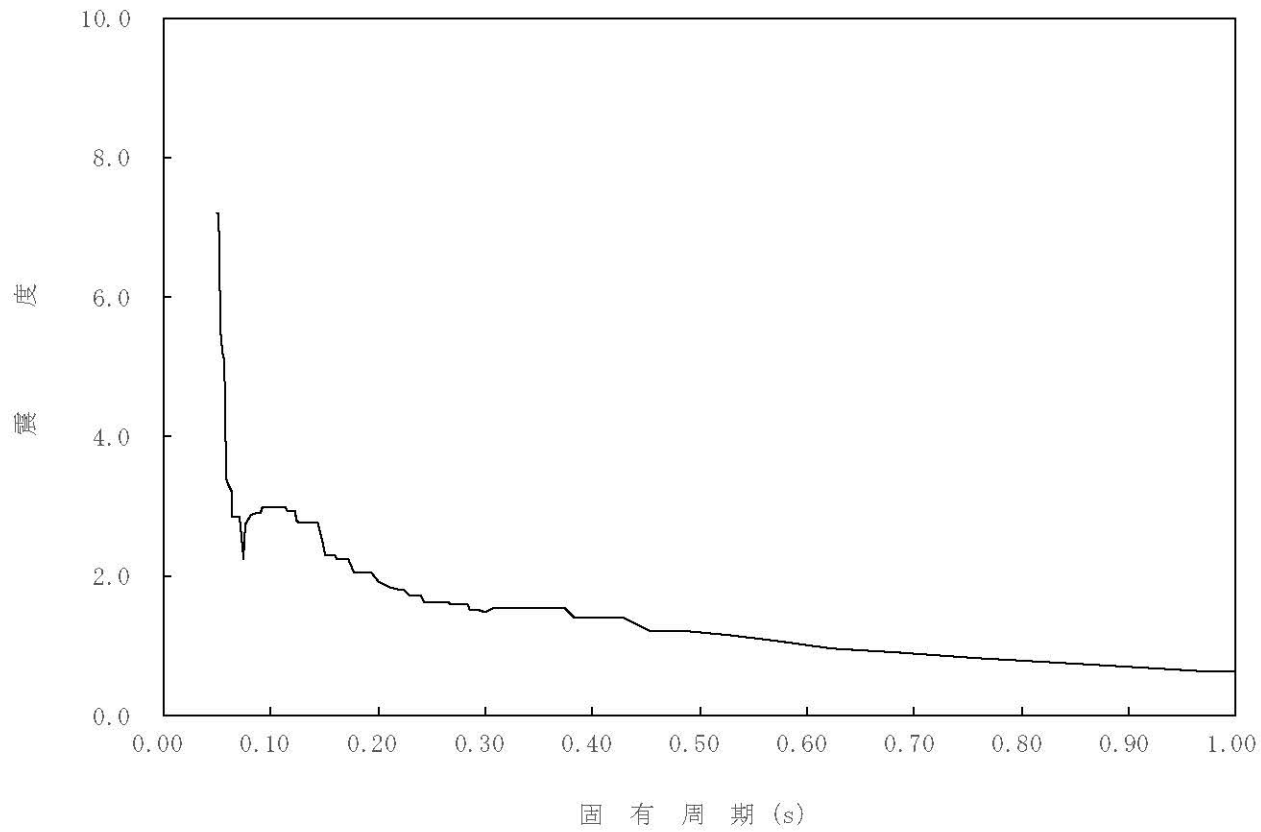
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-332

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RSW20-020】

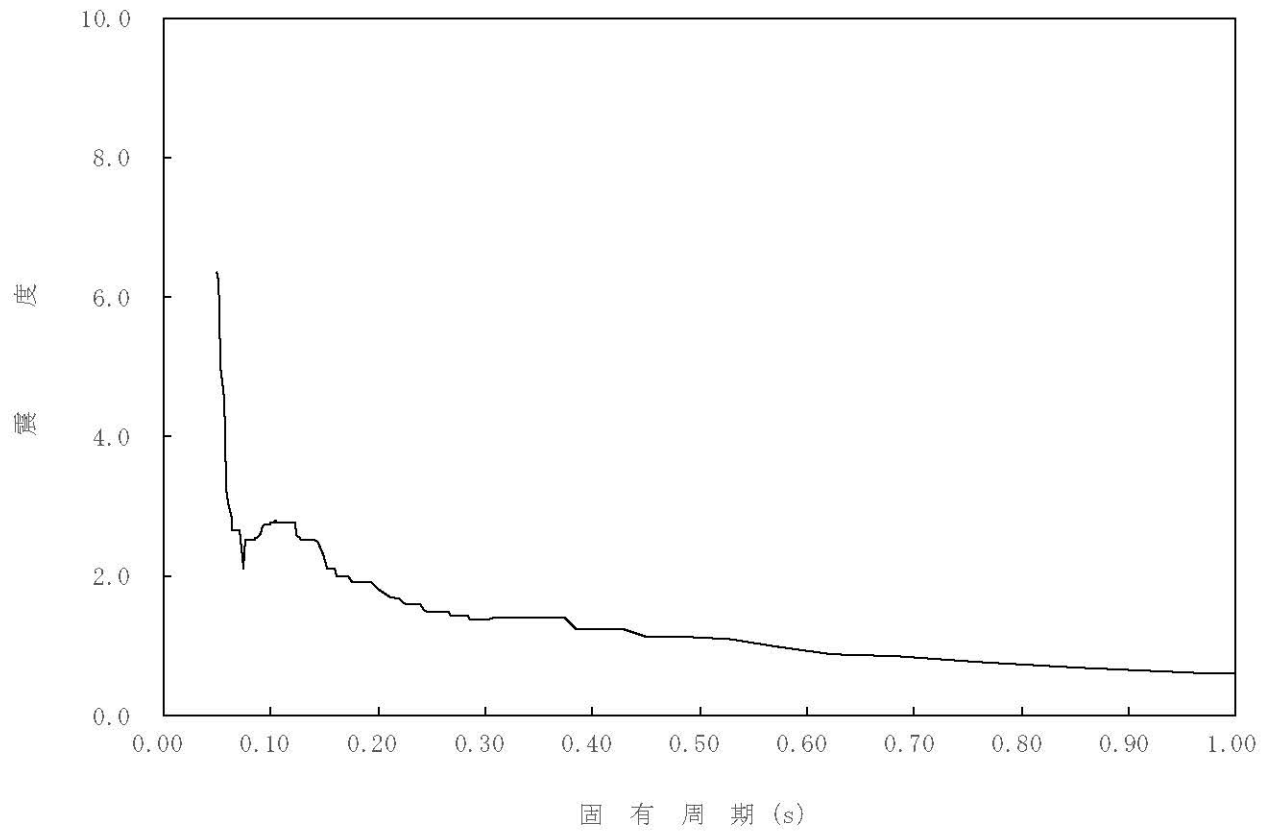
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-333

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW20-025】

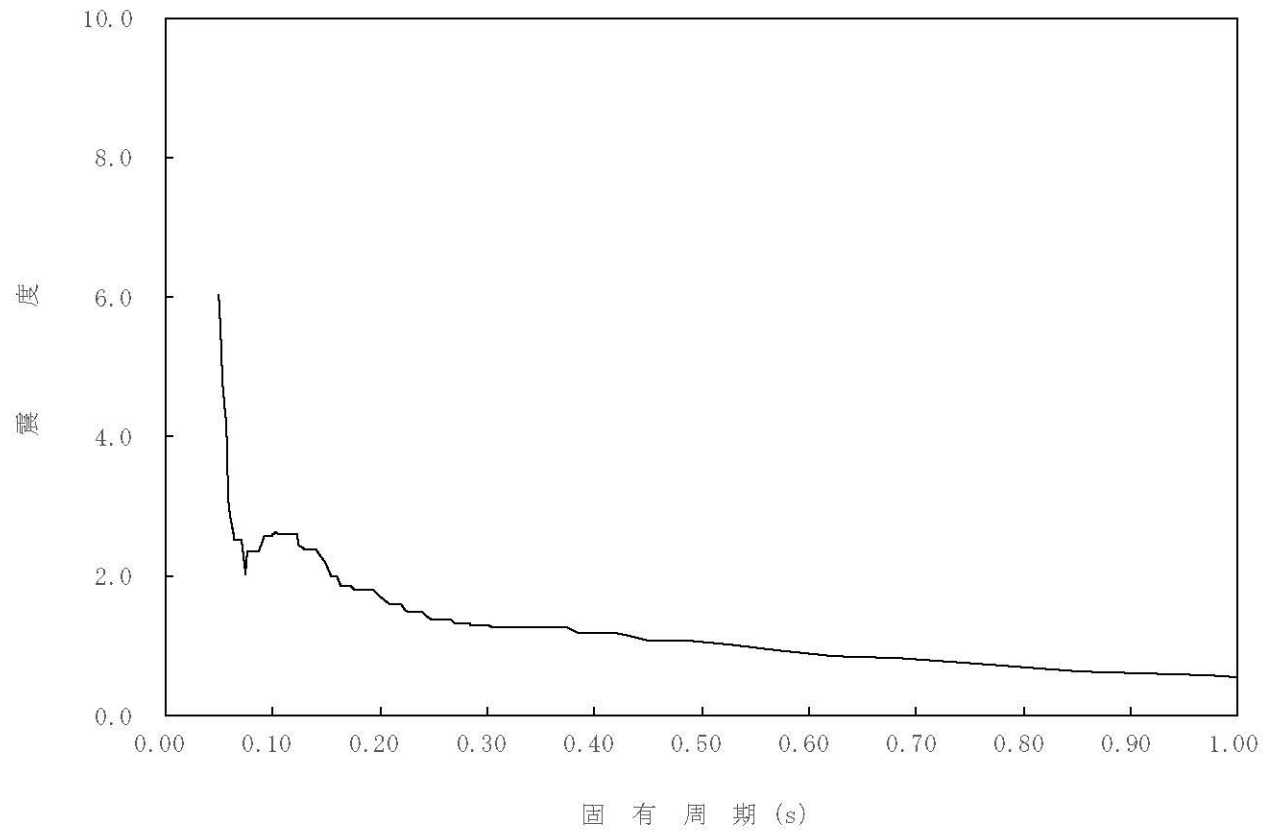
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-334

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW20-030】

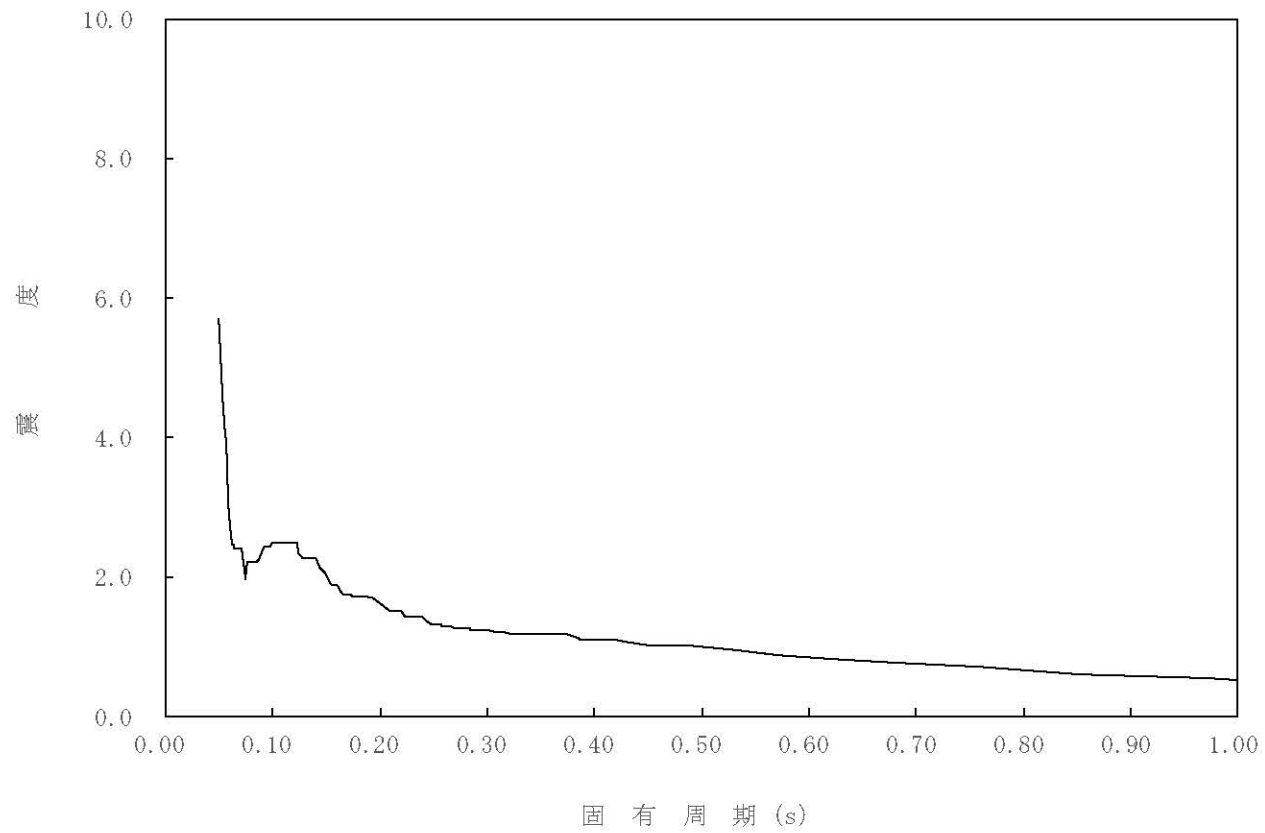
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-335

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW20-050】

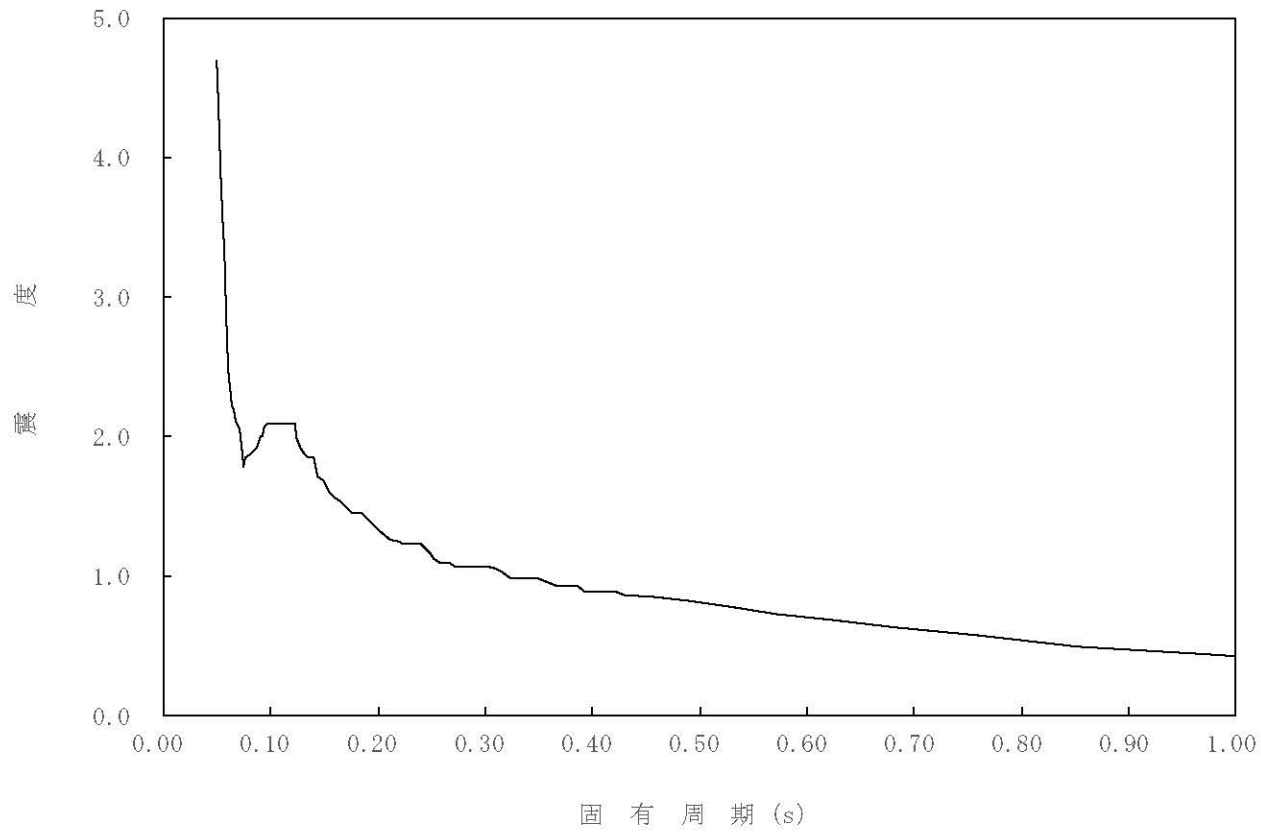
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-336

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW19-005】

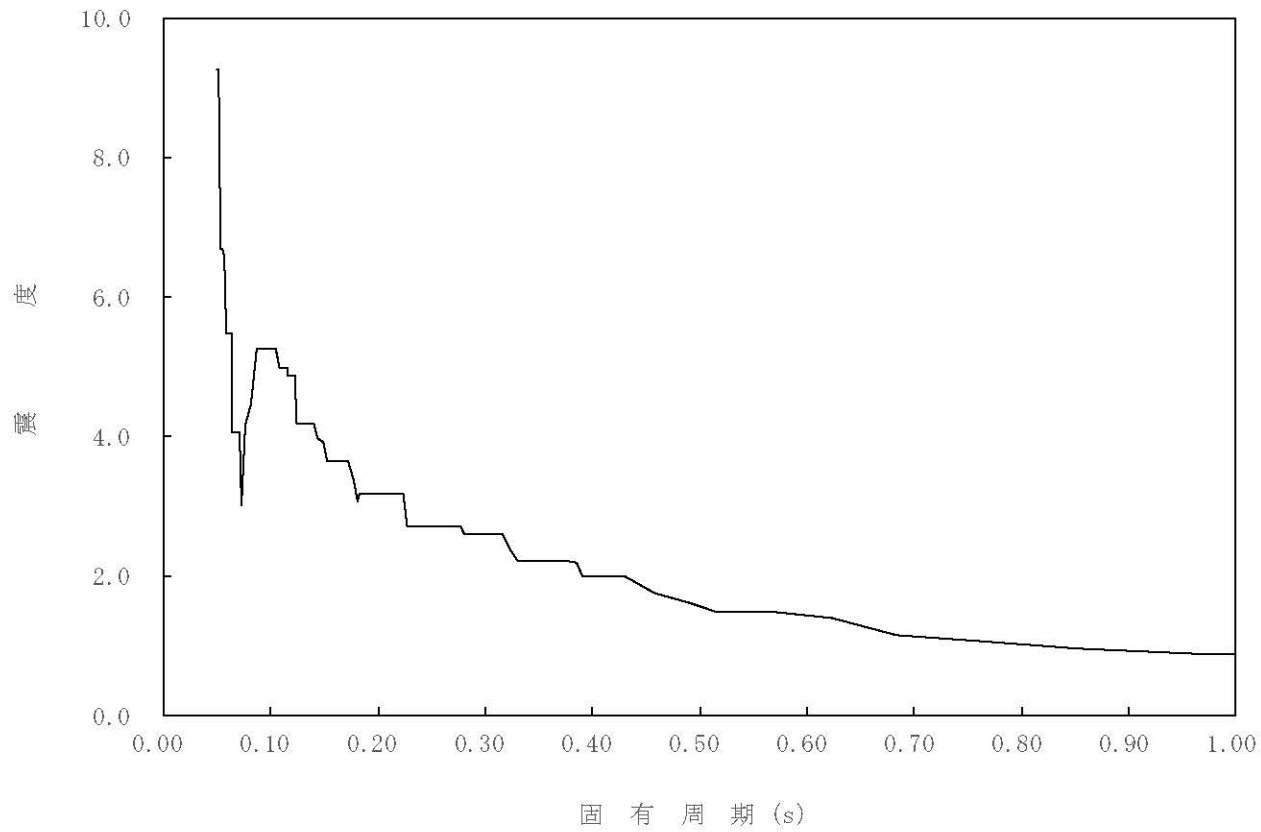
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-337

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW19-010】

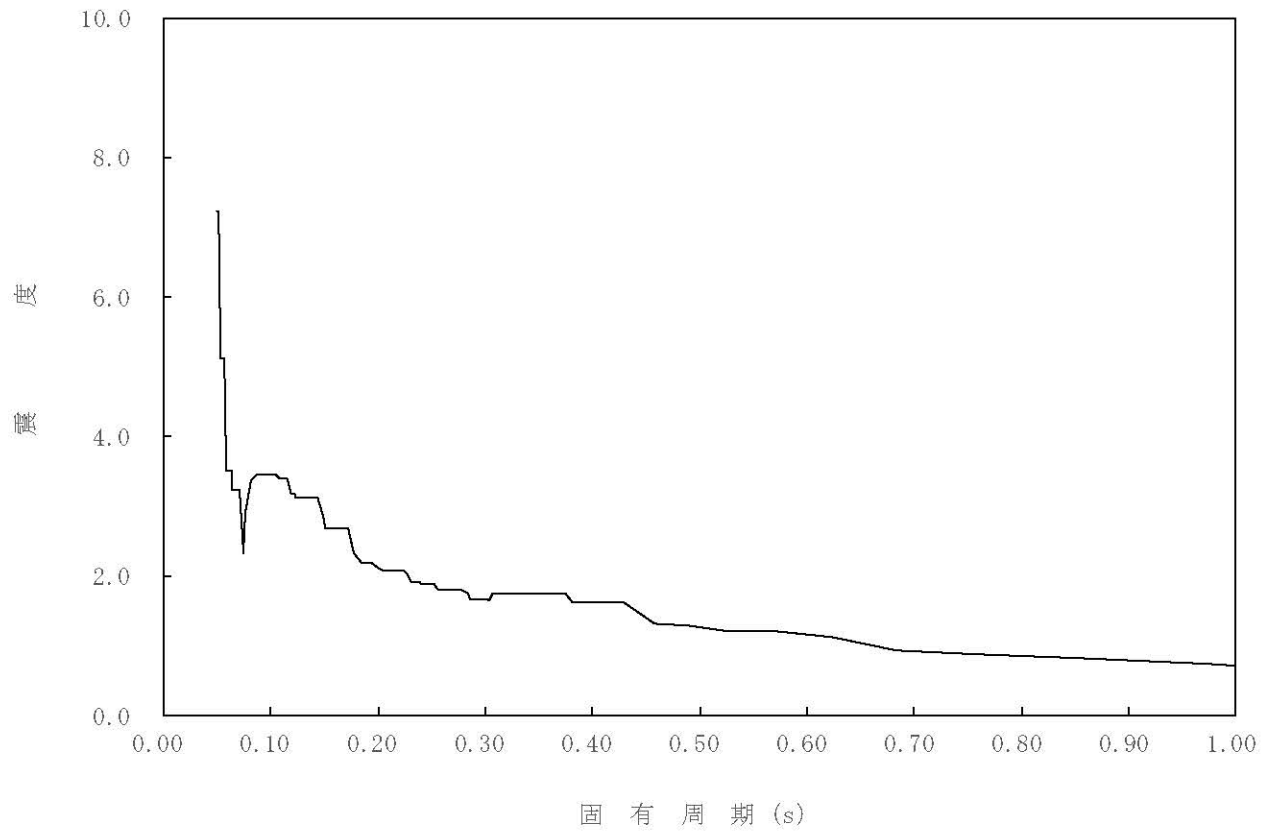
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-338

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW19-015】

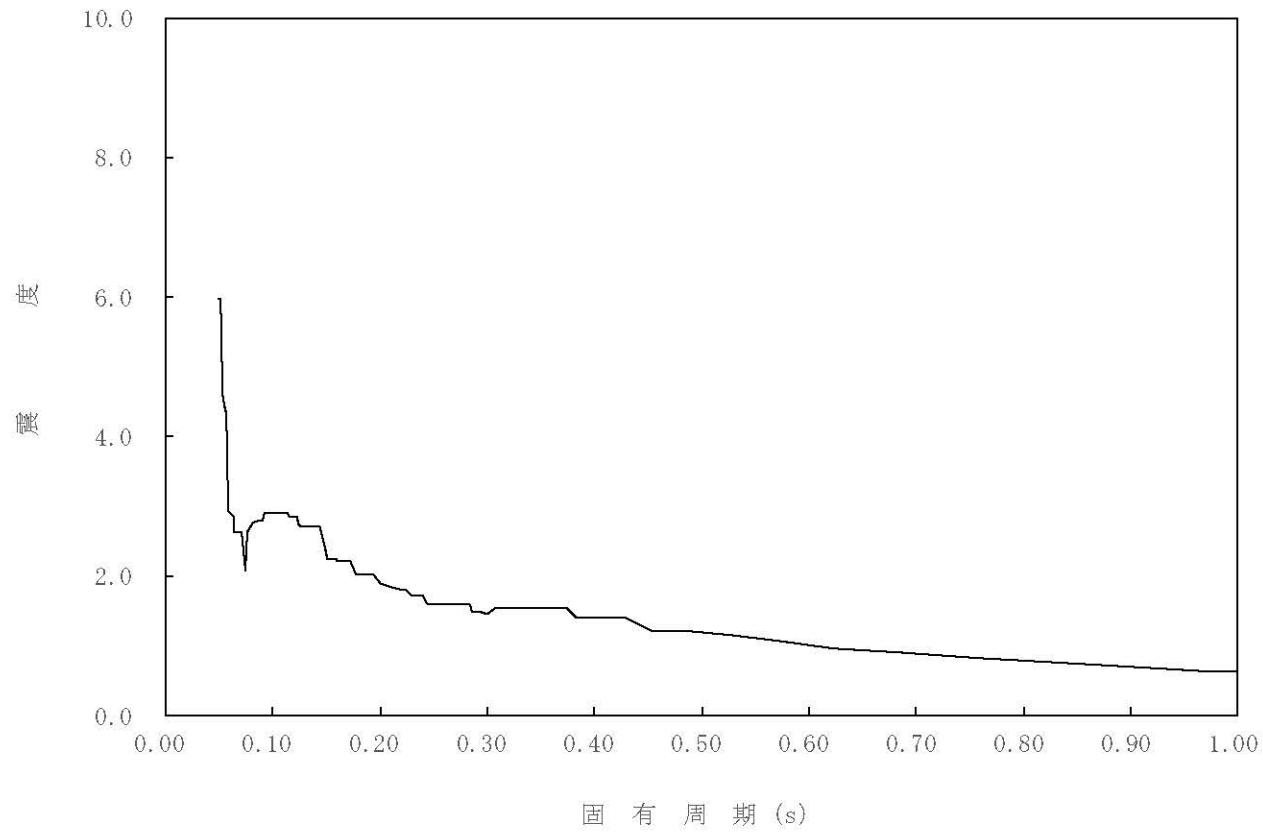
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-339

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW19-020】

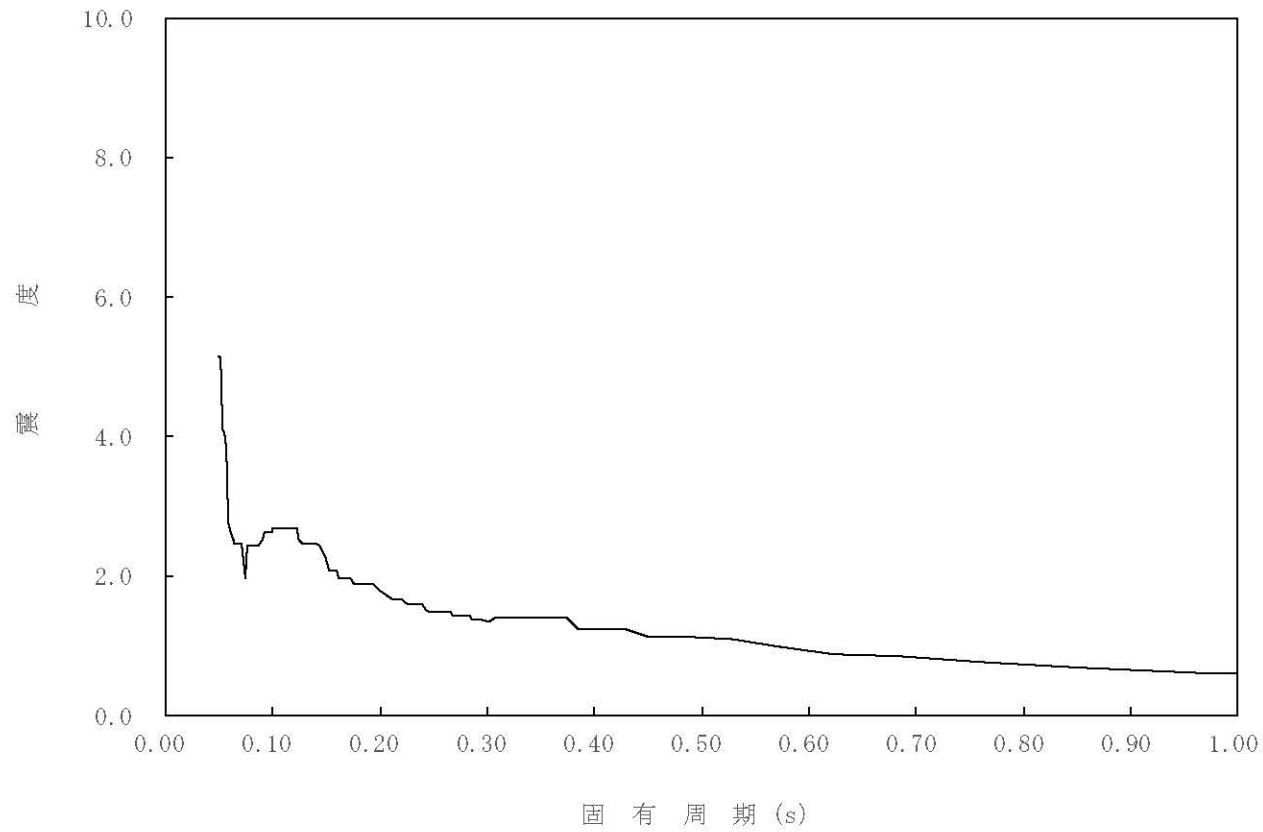
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-340

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RSW19-025】

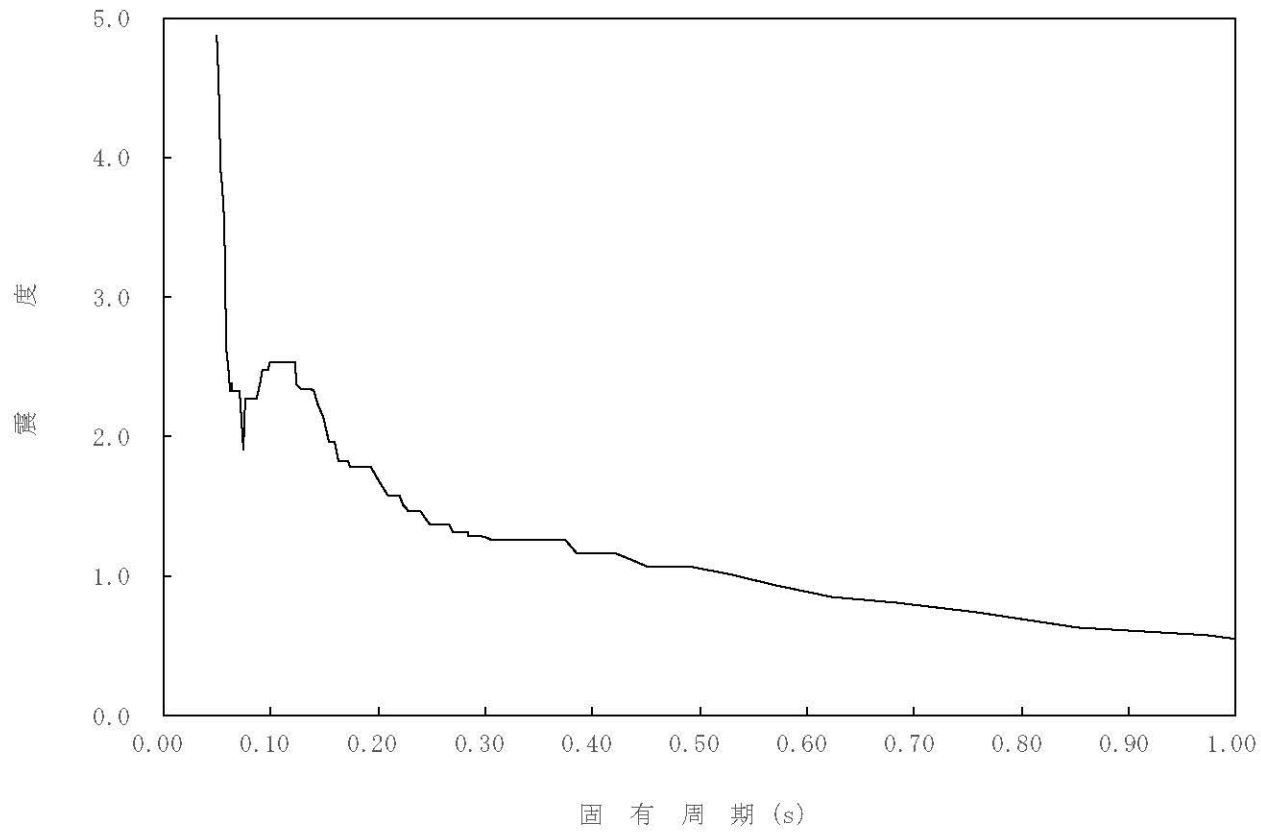
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-341

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW19-030】

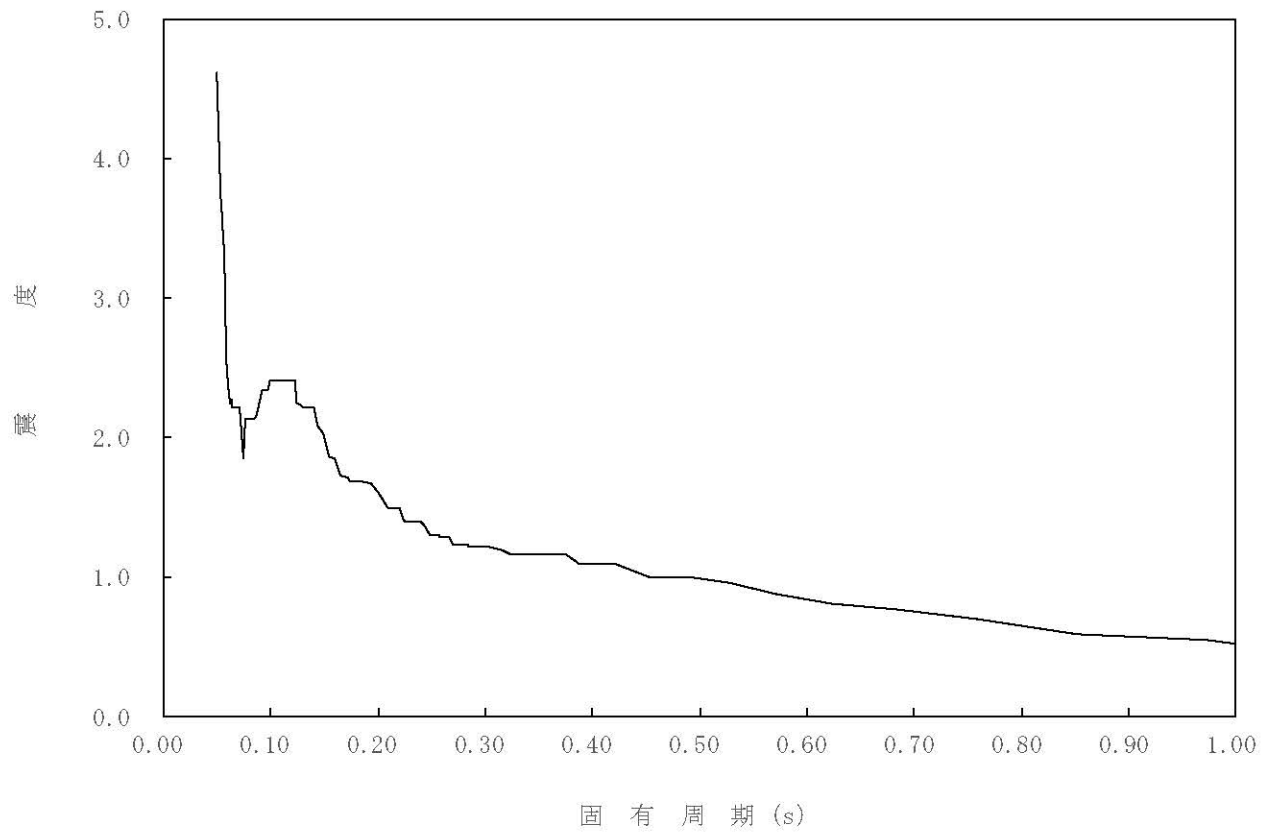
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-342

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RSW19-050】

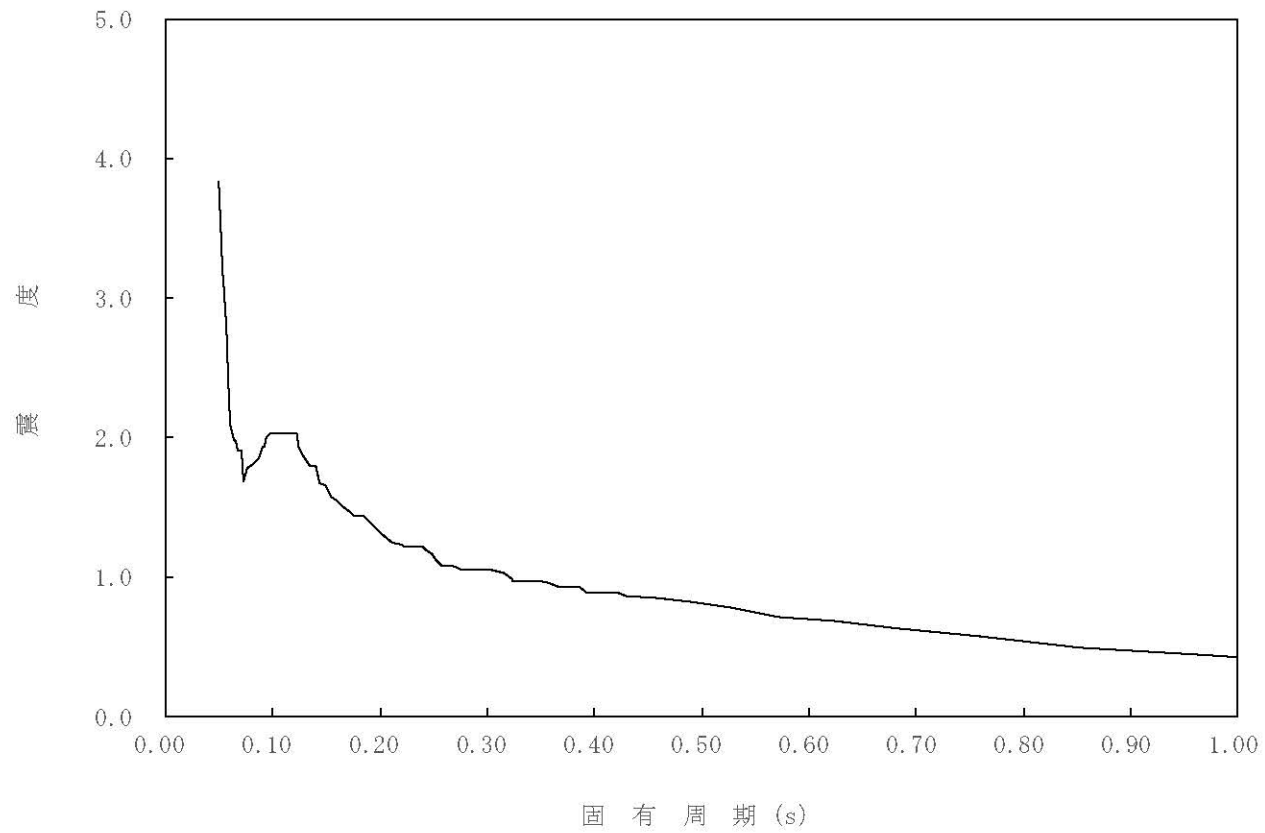
構造物名：原子炉しゃへい壁

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-343

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV31-005】

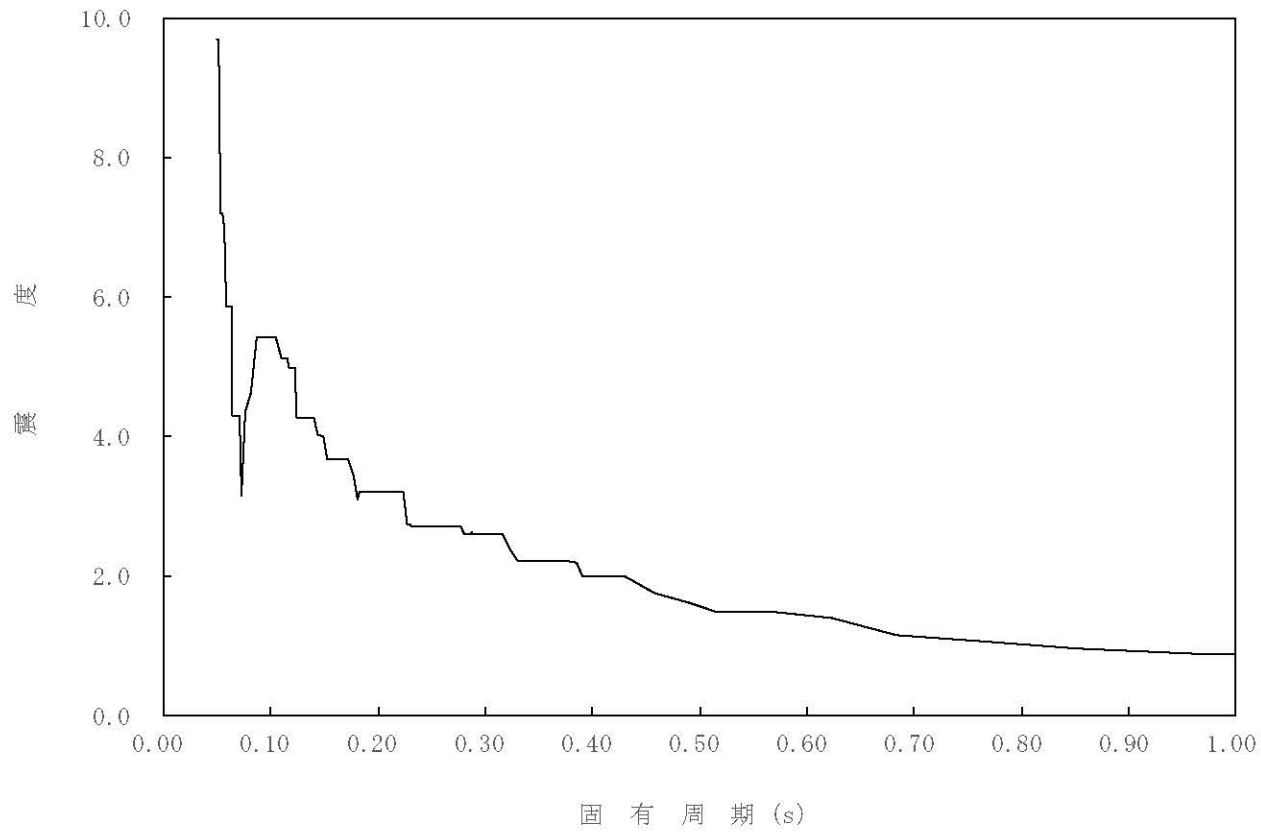
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-344

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV31-010】

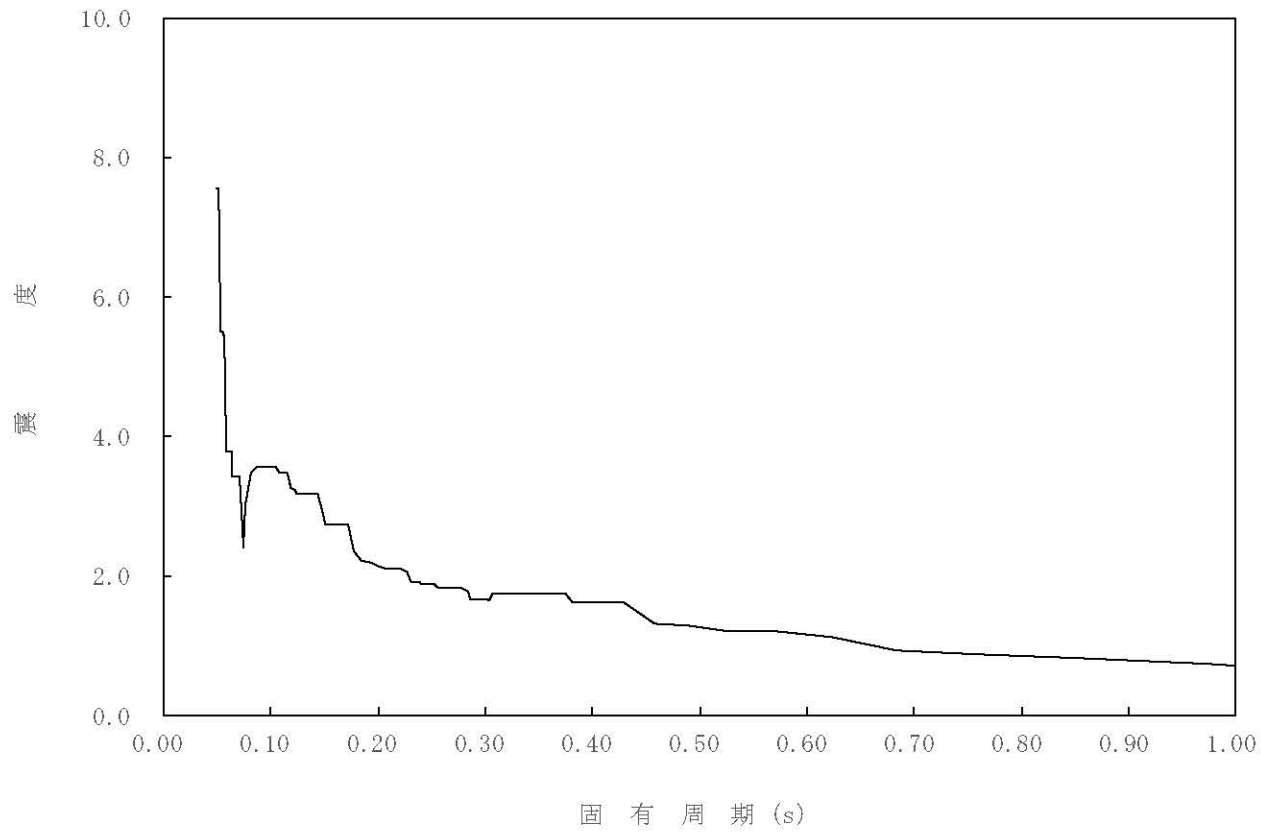
構造物名： 原子炉压力容器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-14-345

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV31-015】

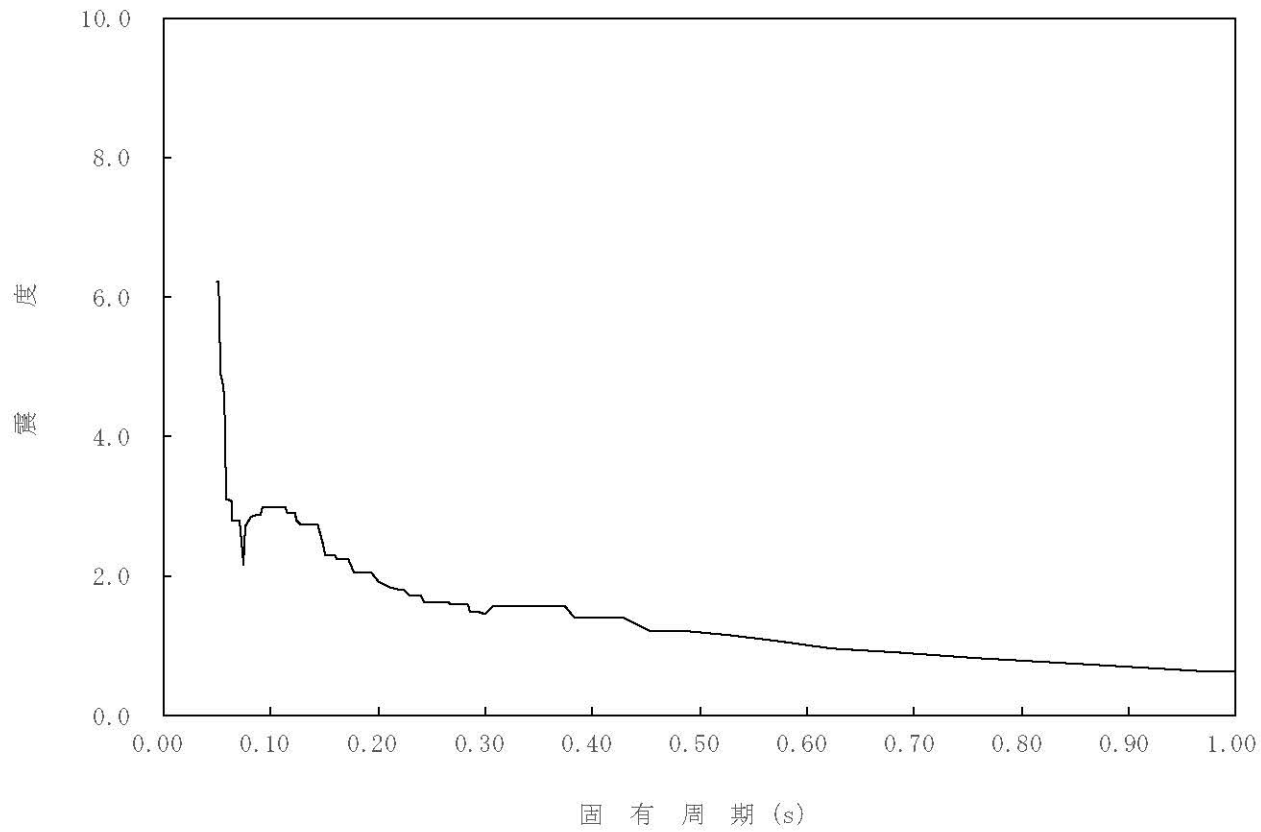
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-346

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV31-020】

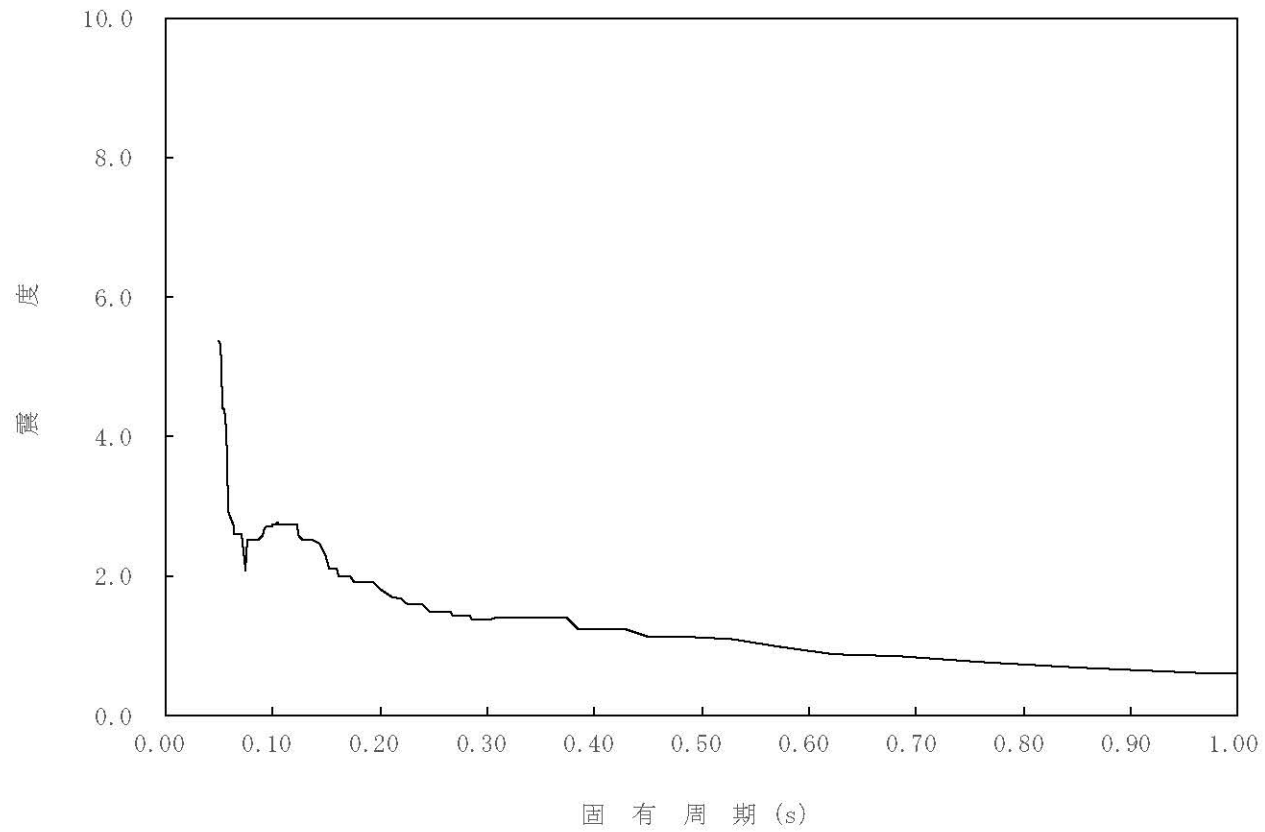
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-347

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV31-025】

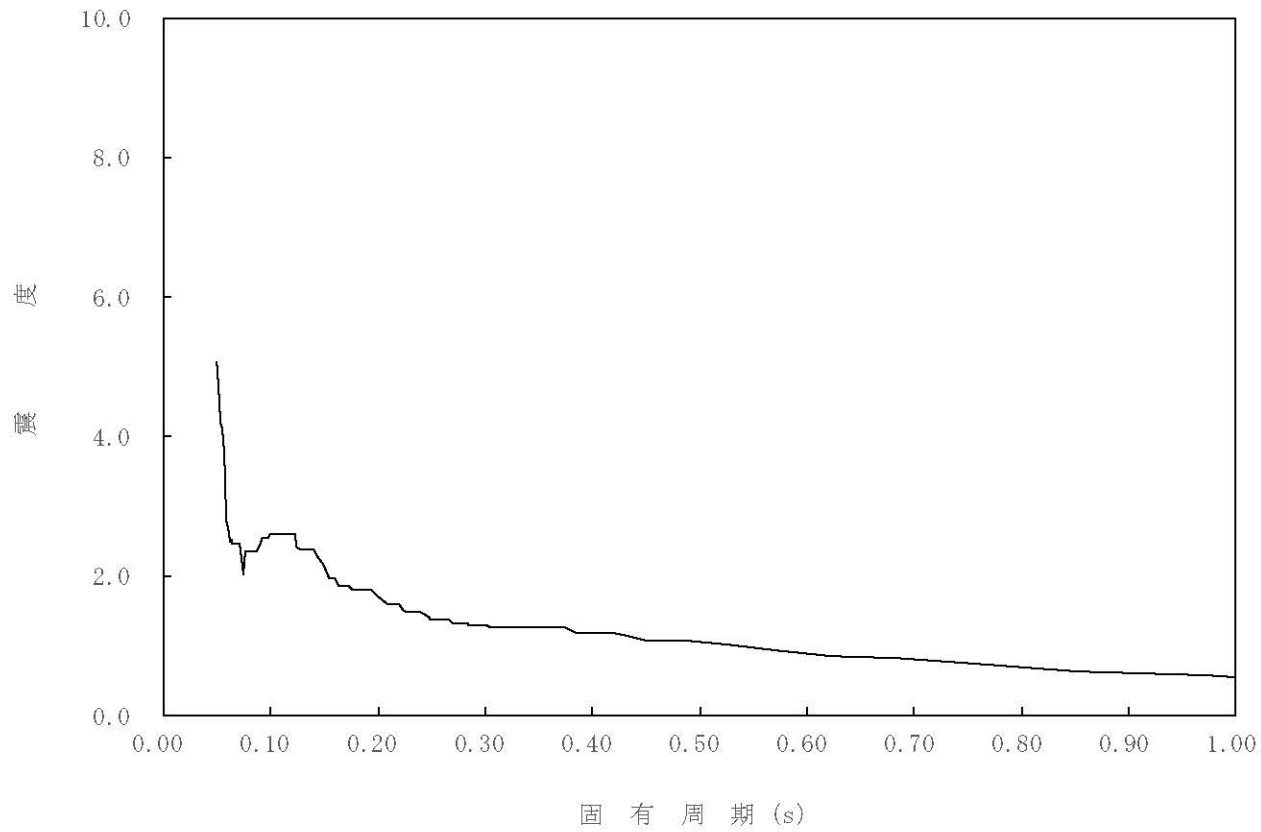
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-348

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV31-030】

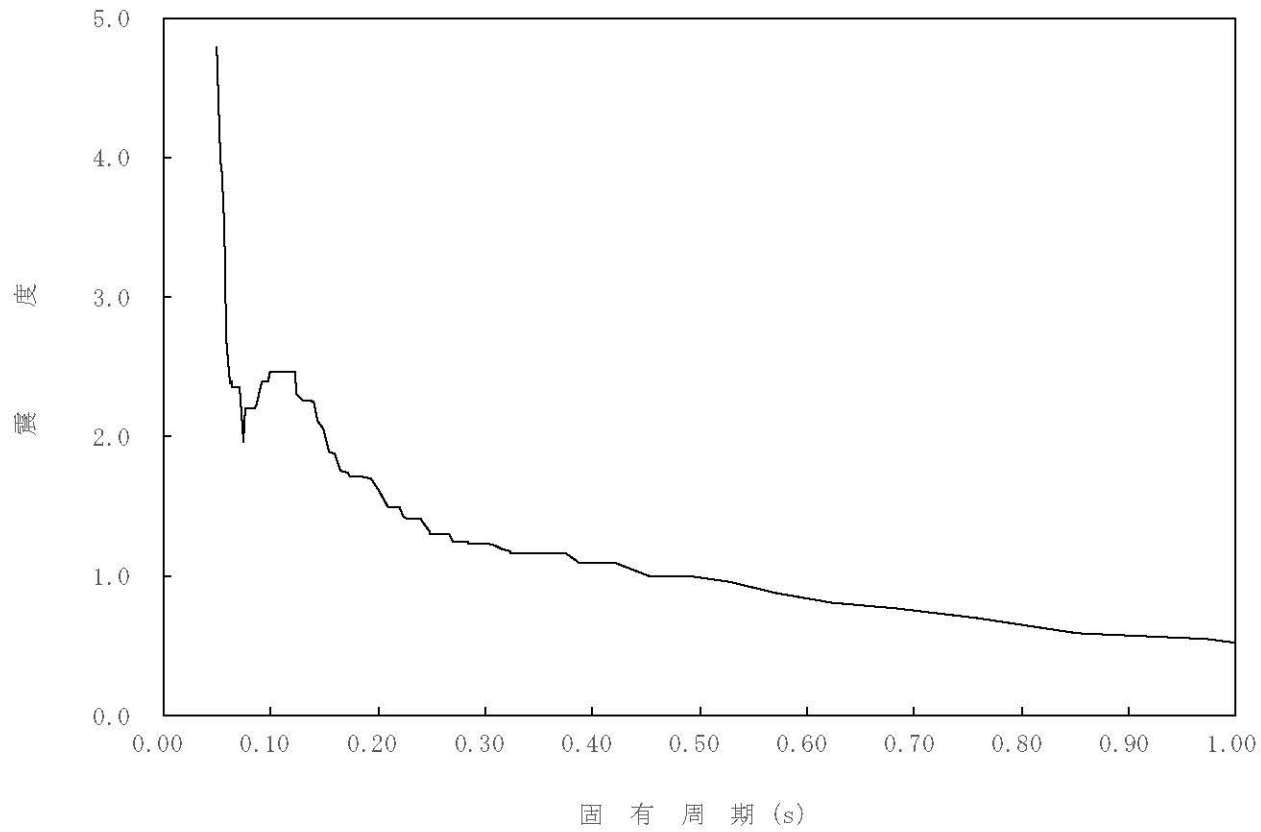
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-349

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV31-050】

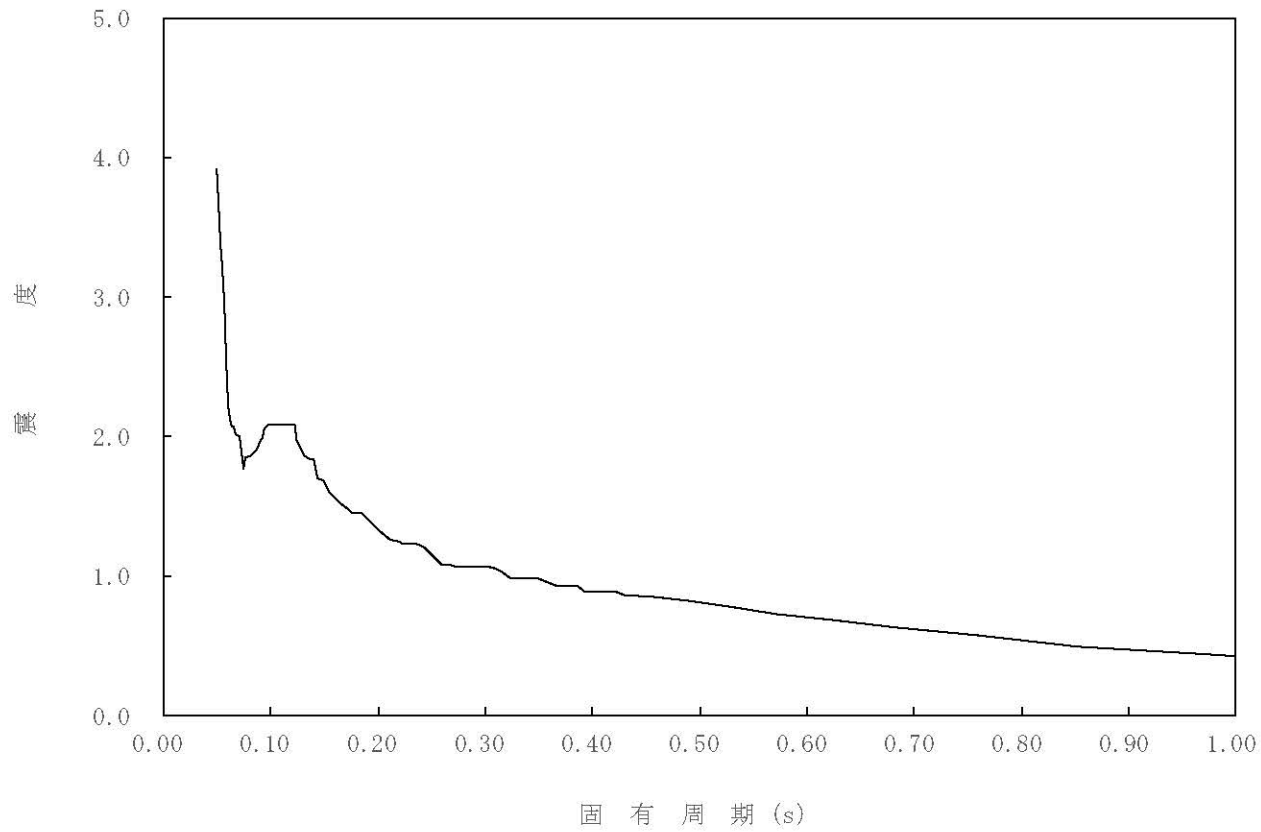
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-350

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV30-005】

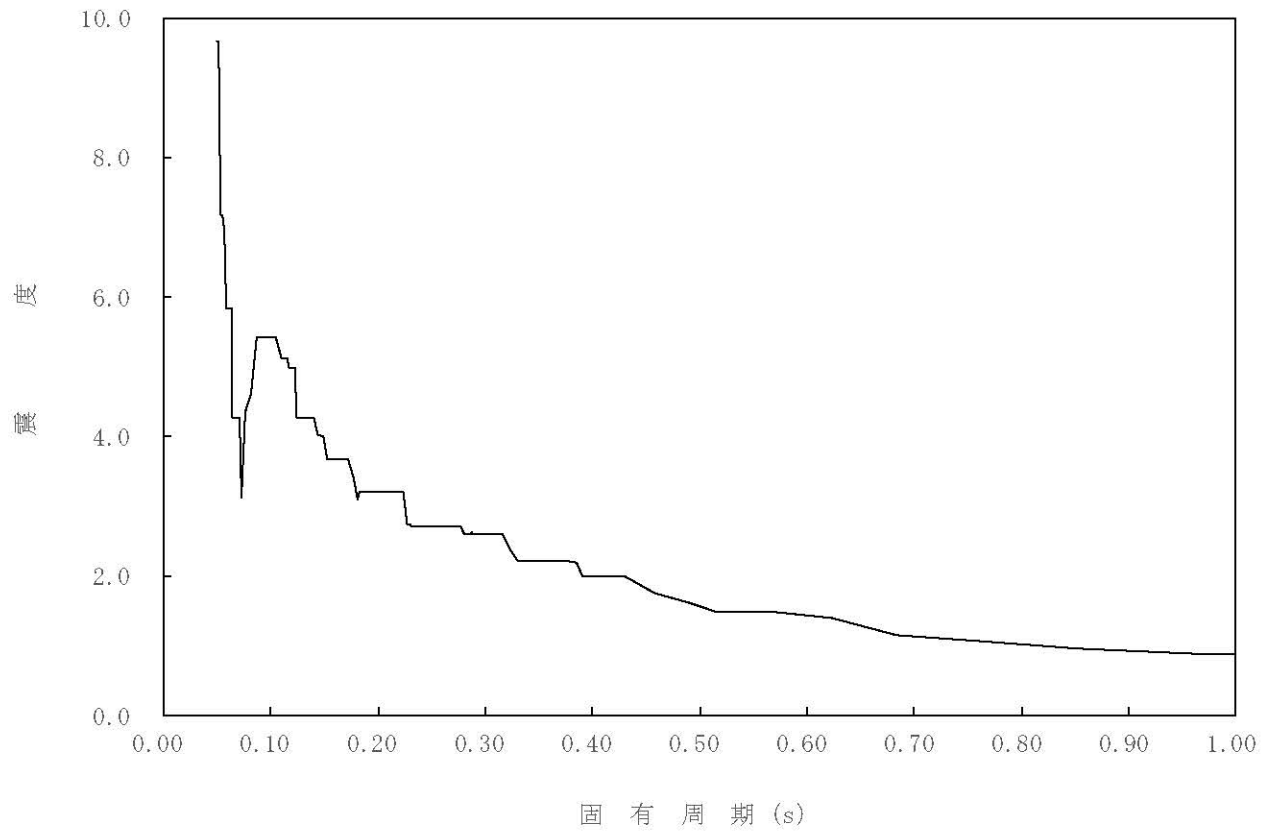
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-351

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV30-010】

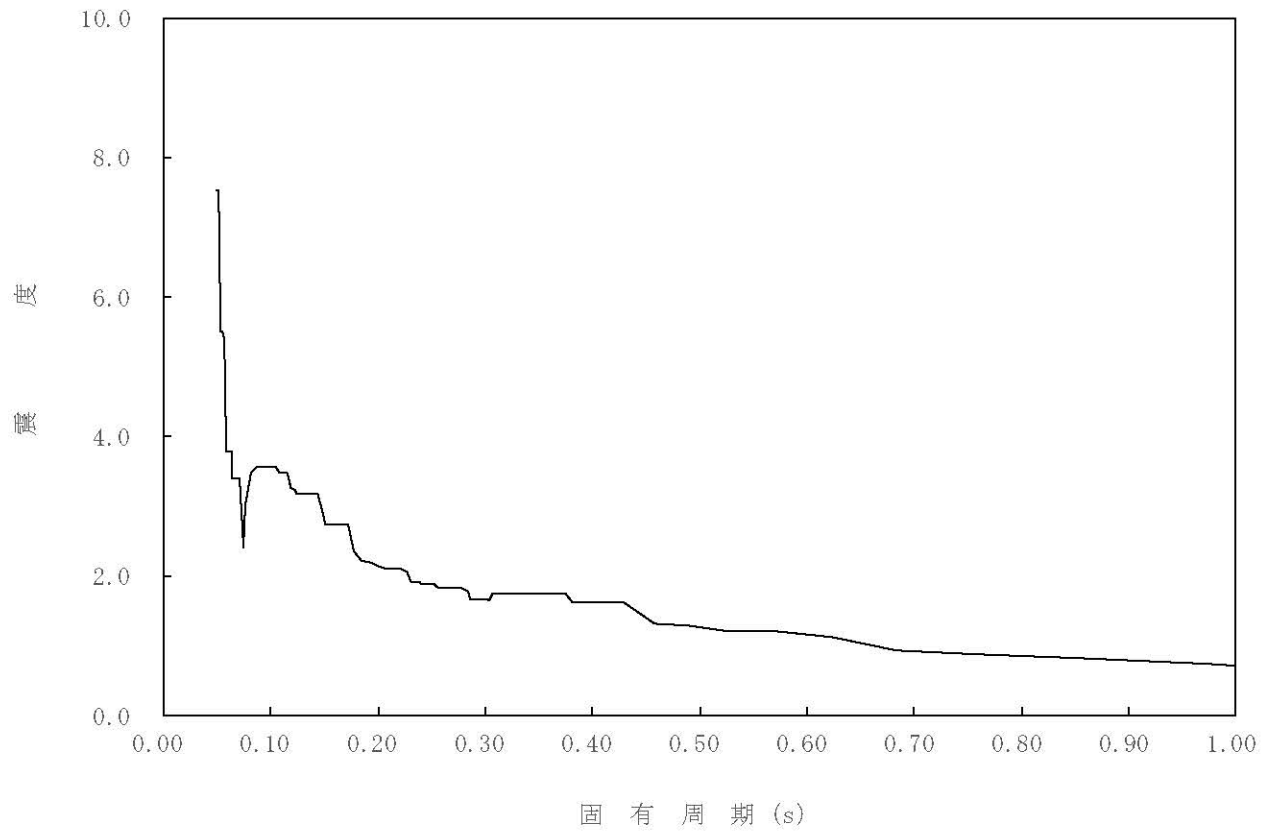
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-352

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV30-015】

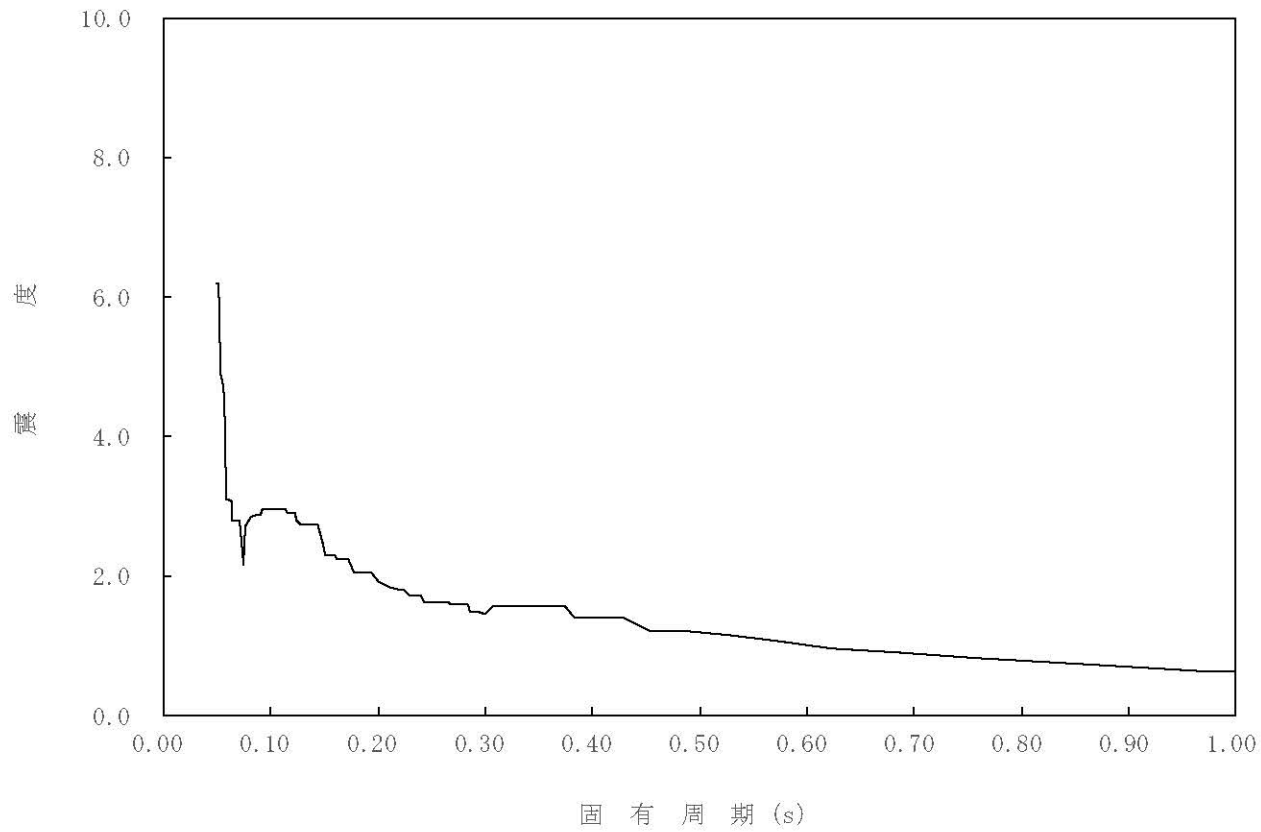
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-353

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV30-020】

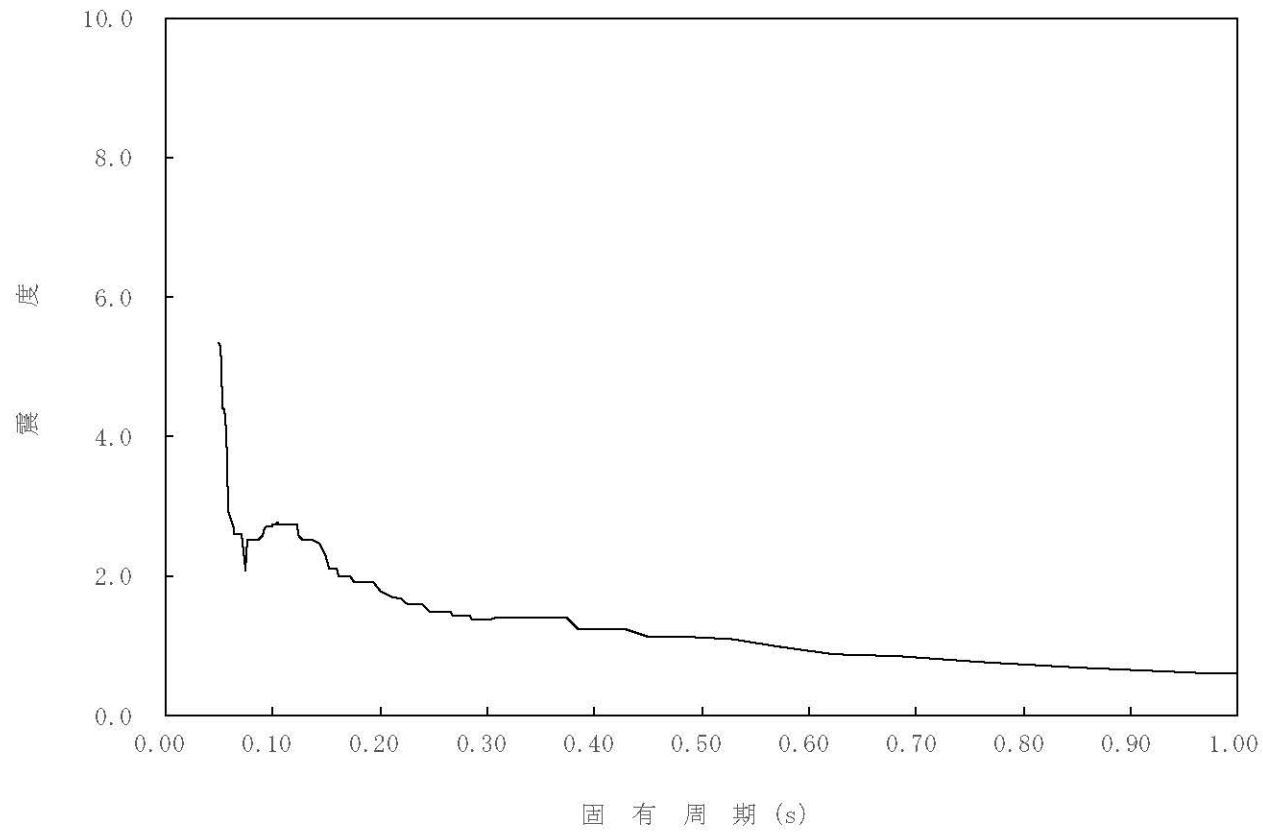
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-354

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV30-025】

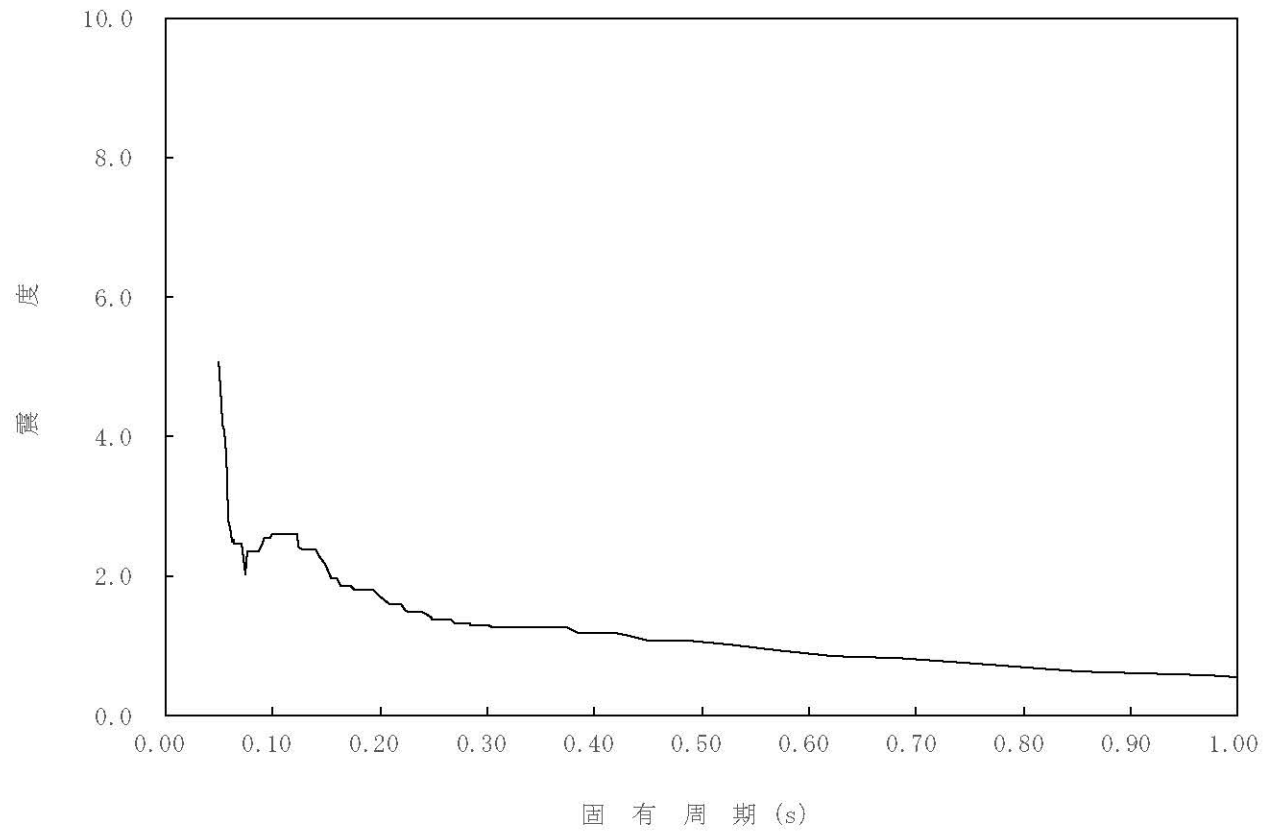
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-355

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV30-030】

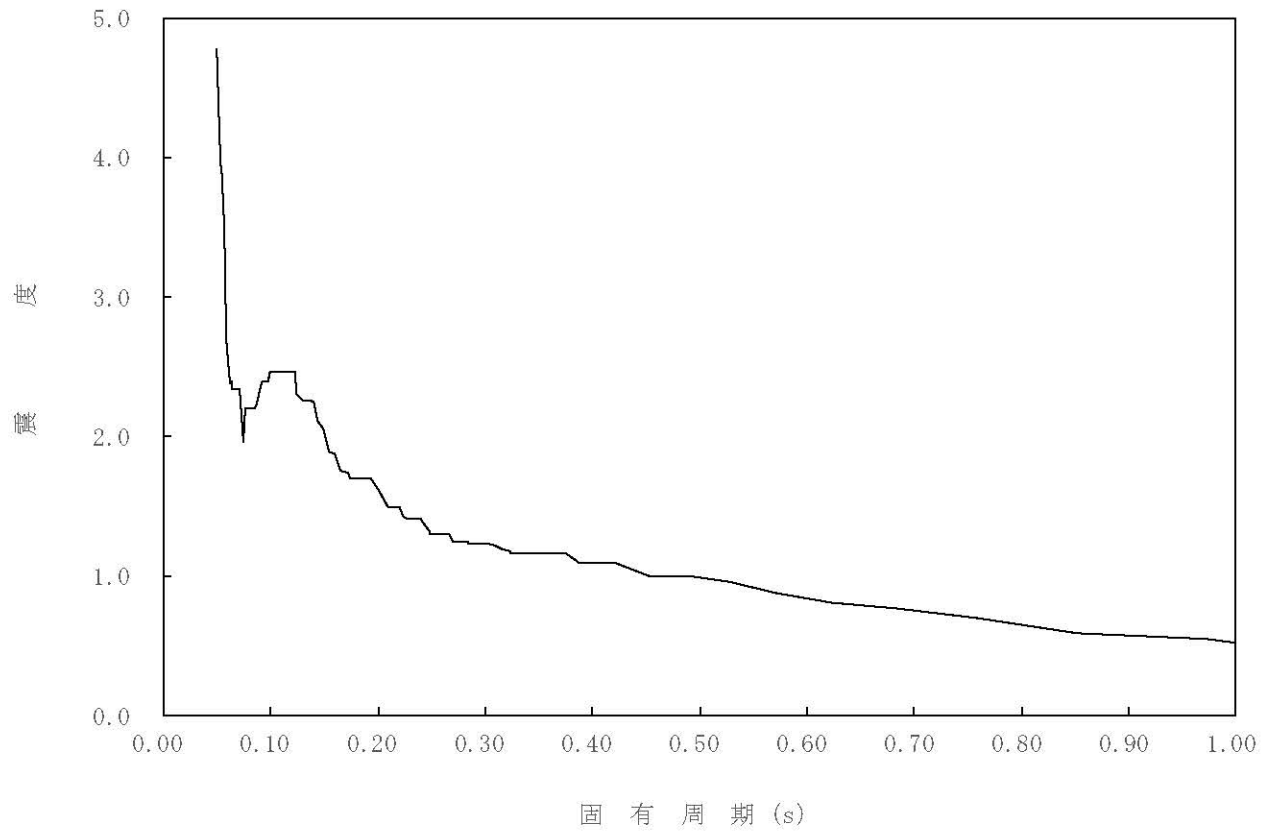
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-356

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV30-050】

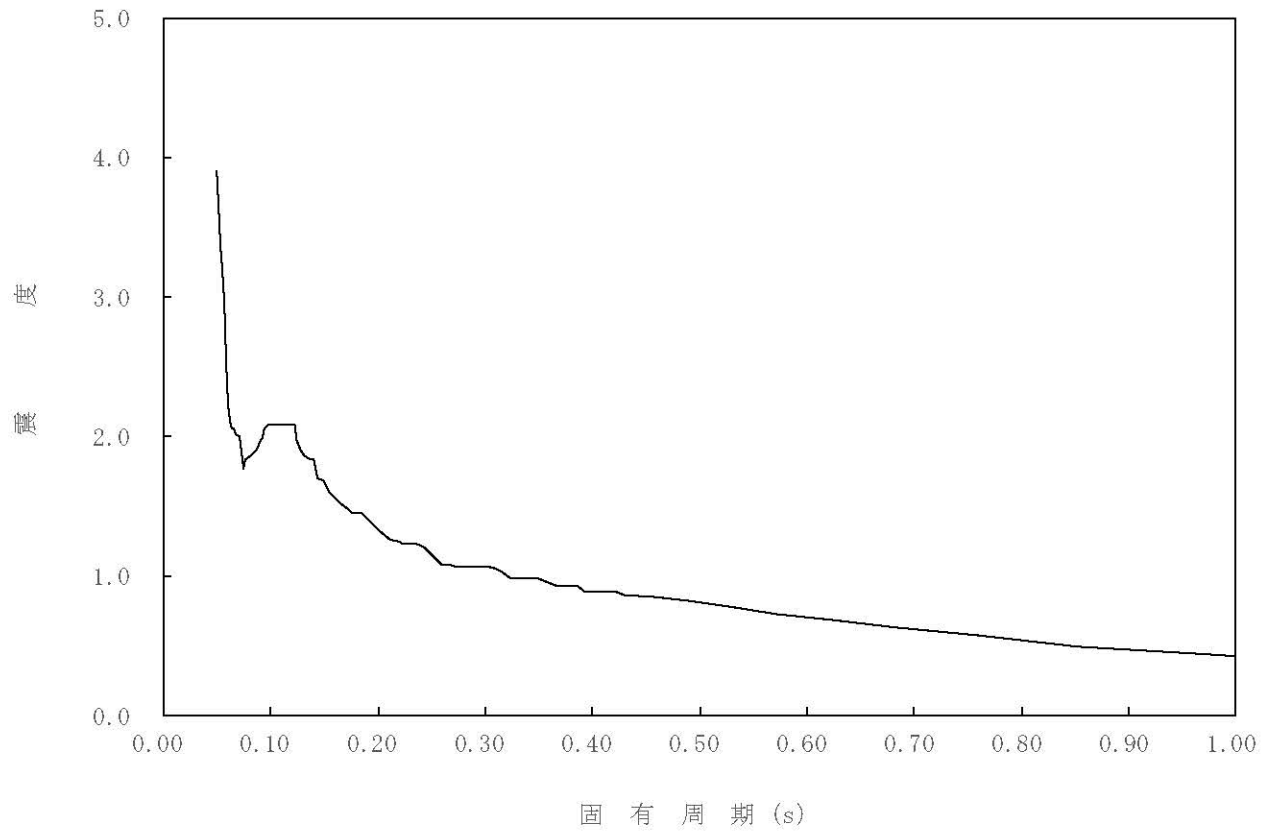
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-357

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-005】

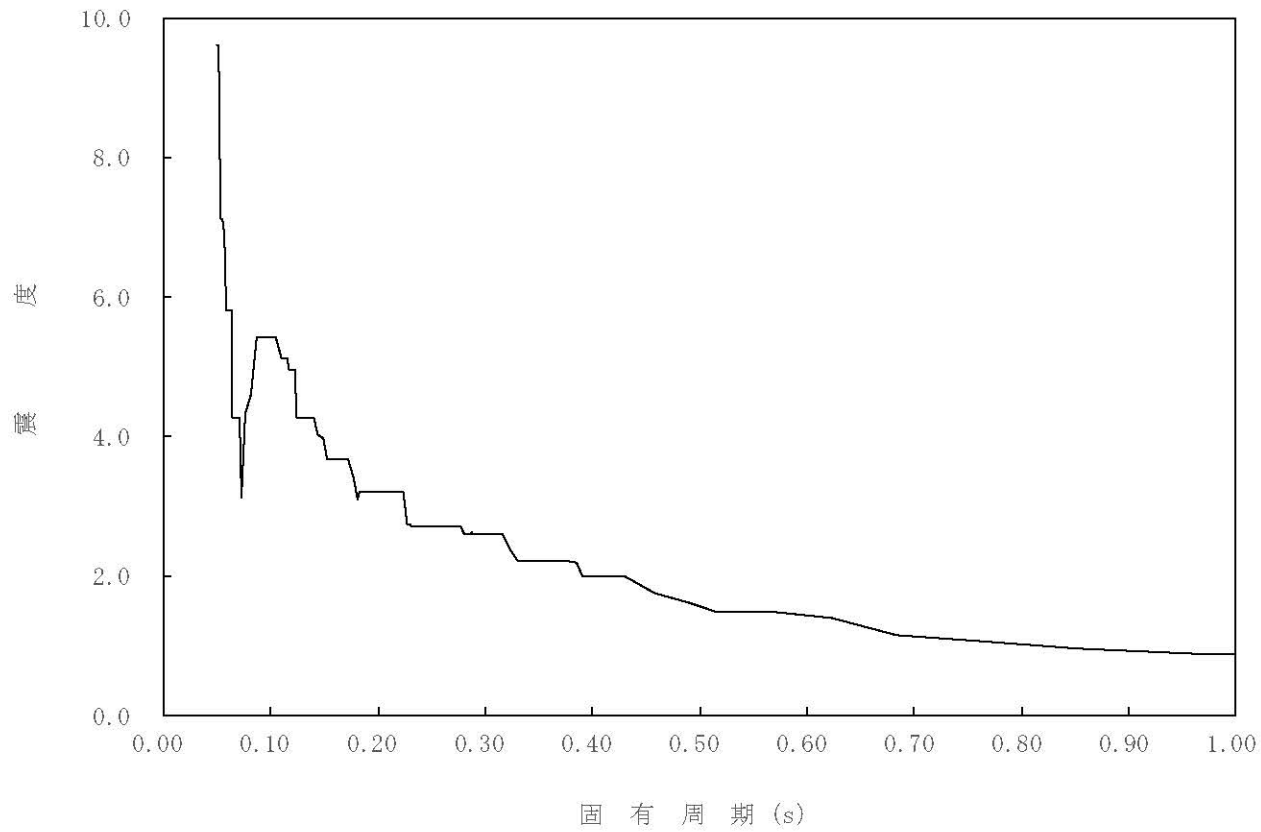
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-358

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-010】

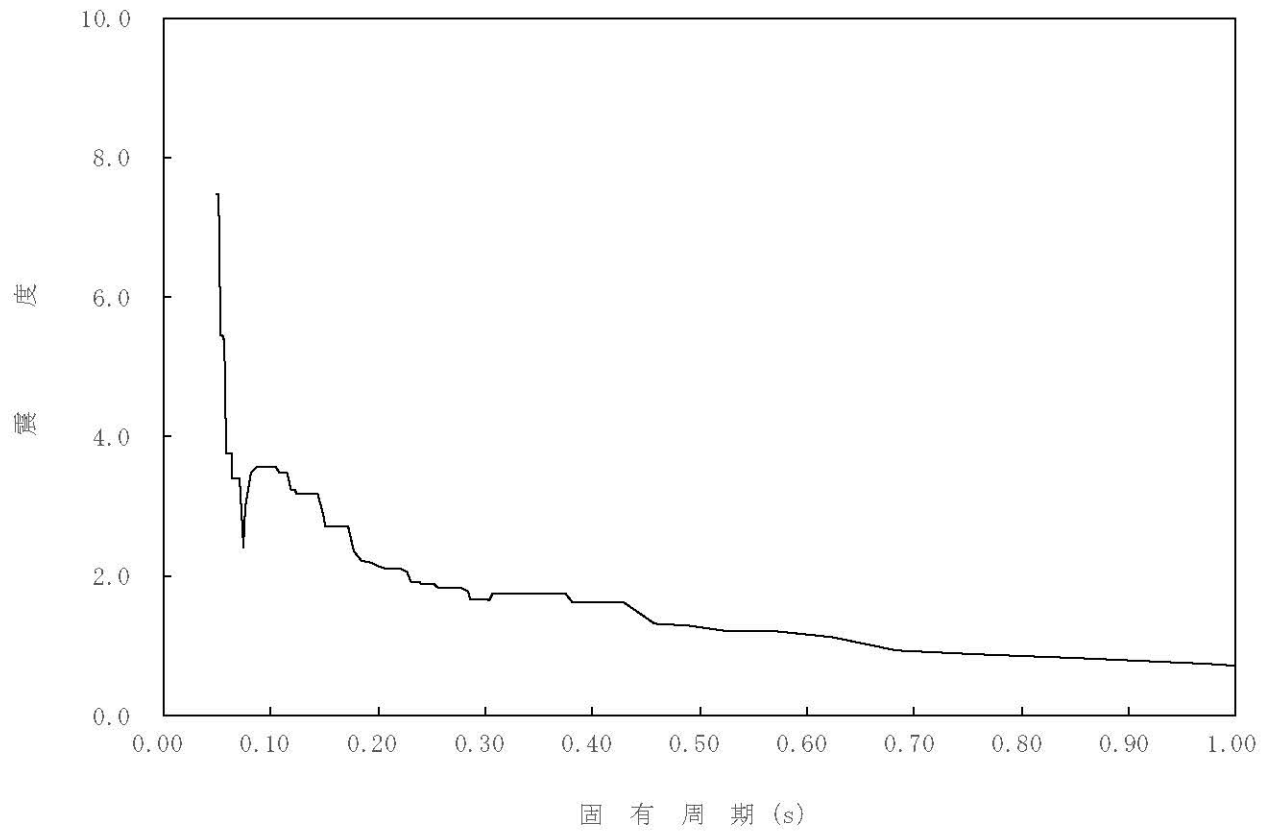
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-359

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-015】

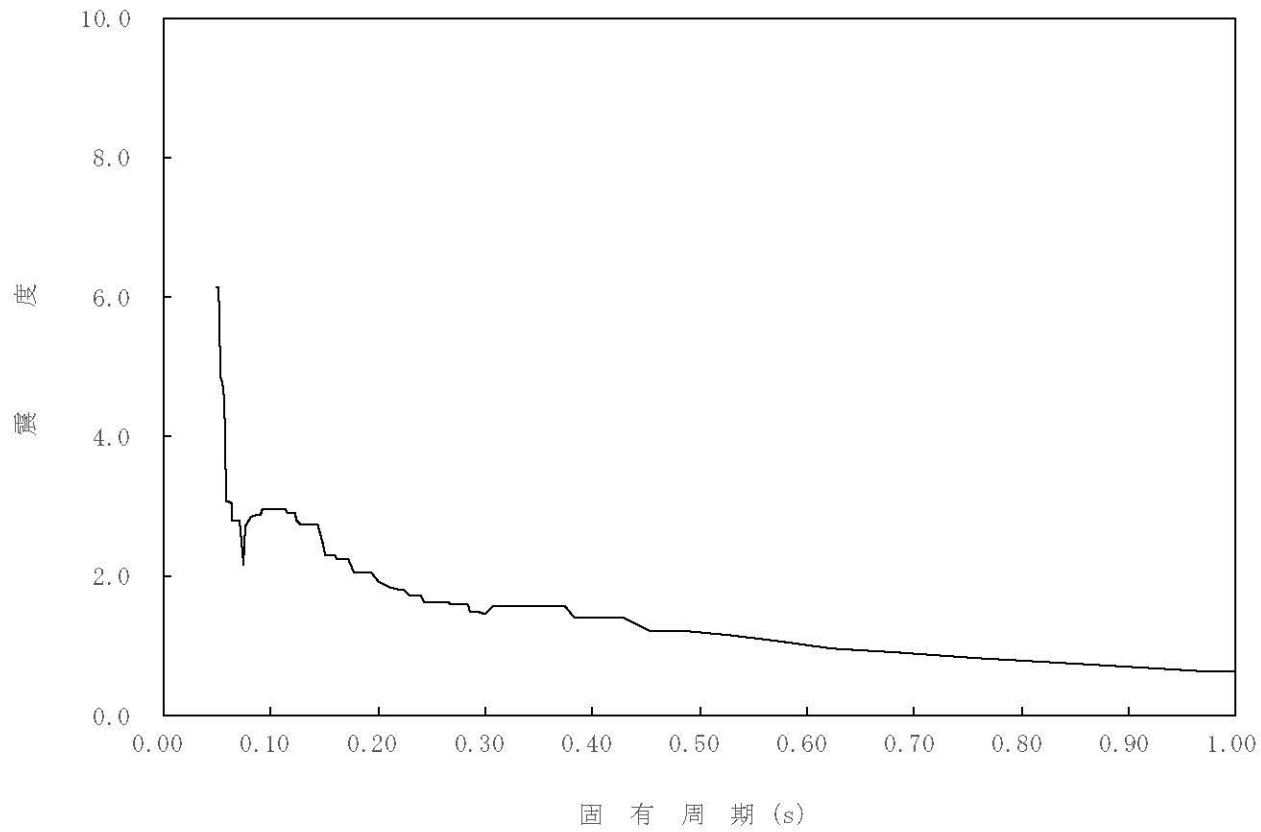
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-360

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-020】

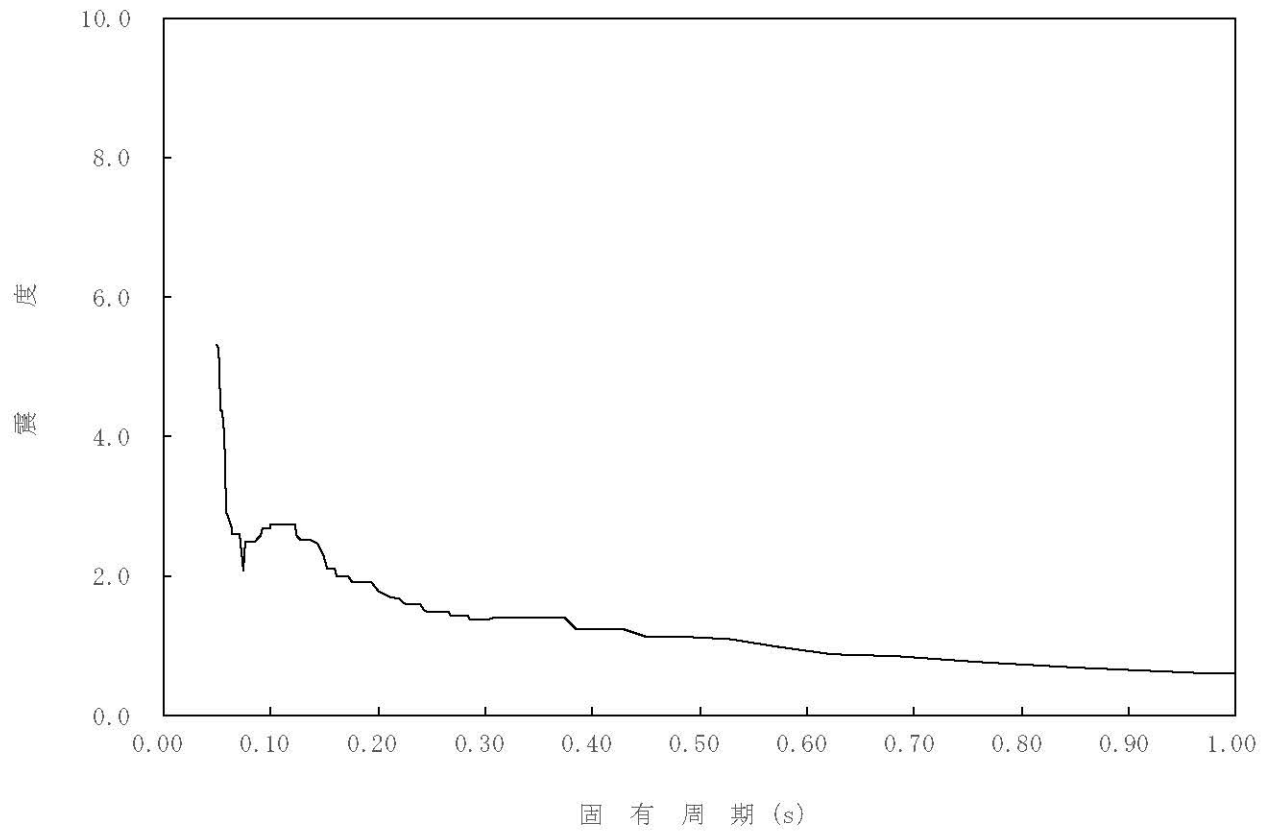
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-361

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-025】

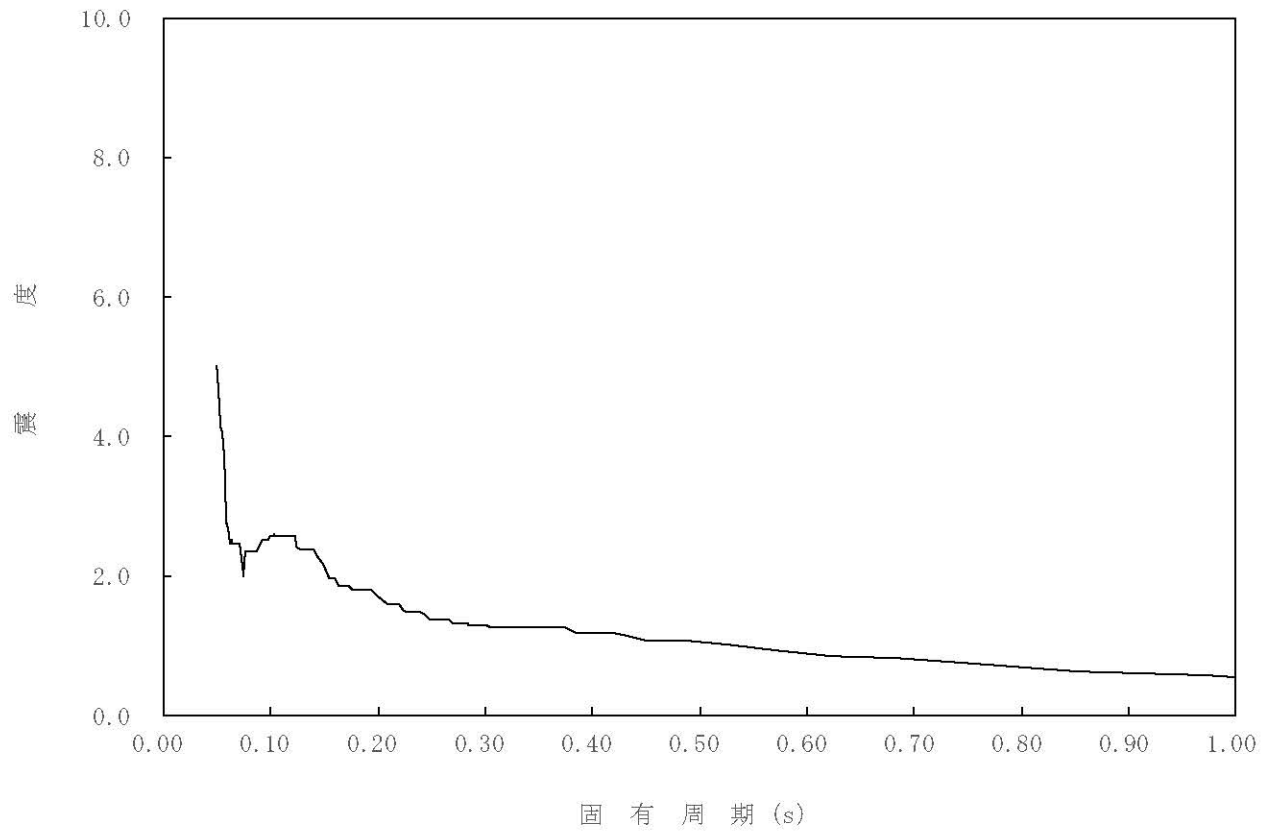
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-362

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-030】

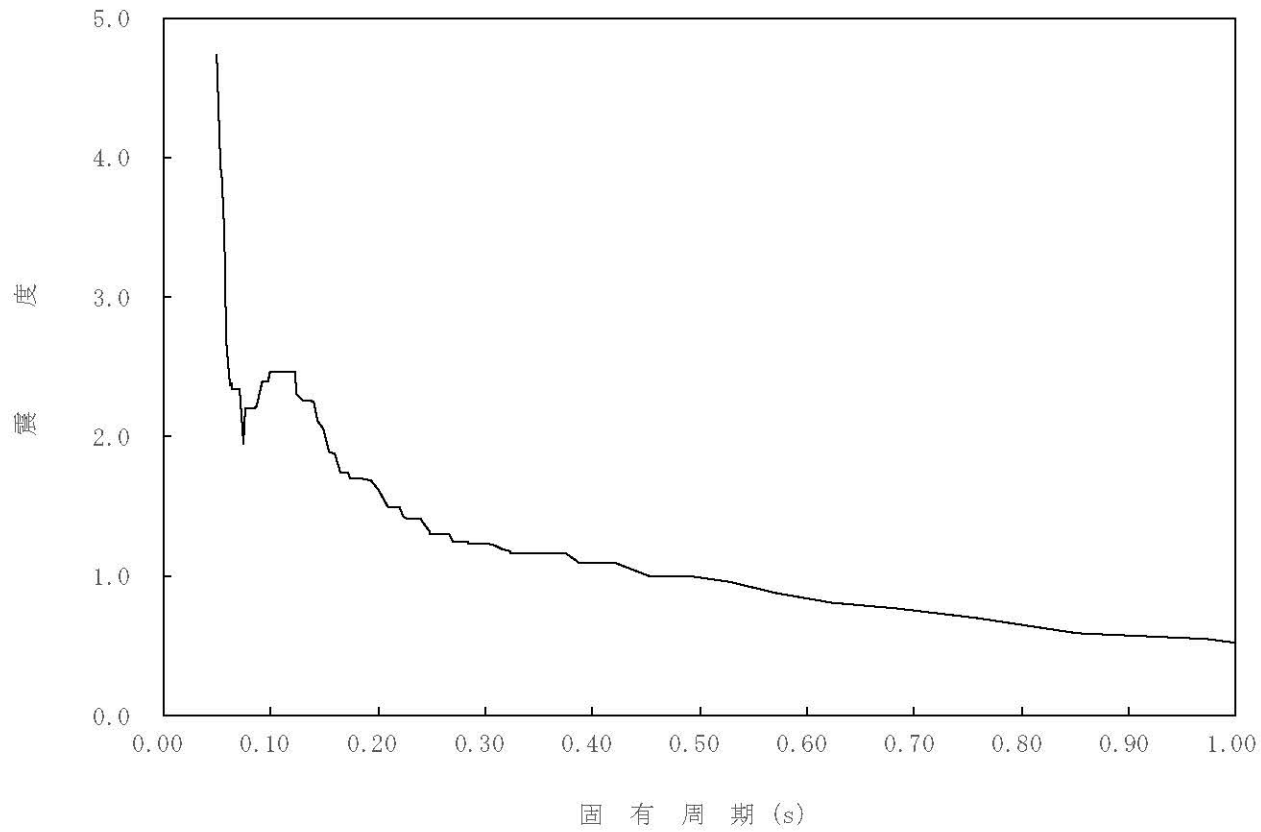
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-363

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV29-050】

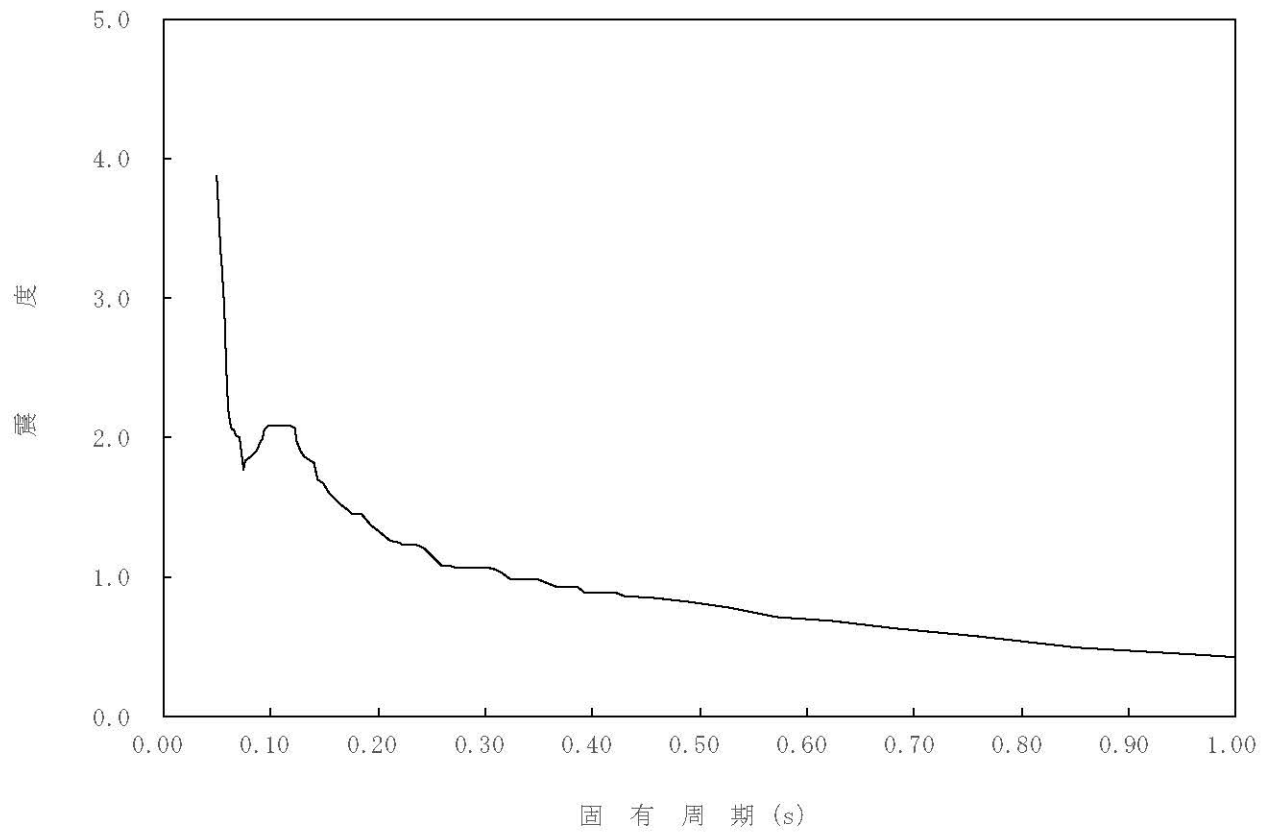
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-364

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV28-005】

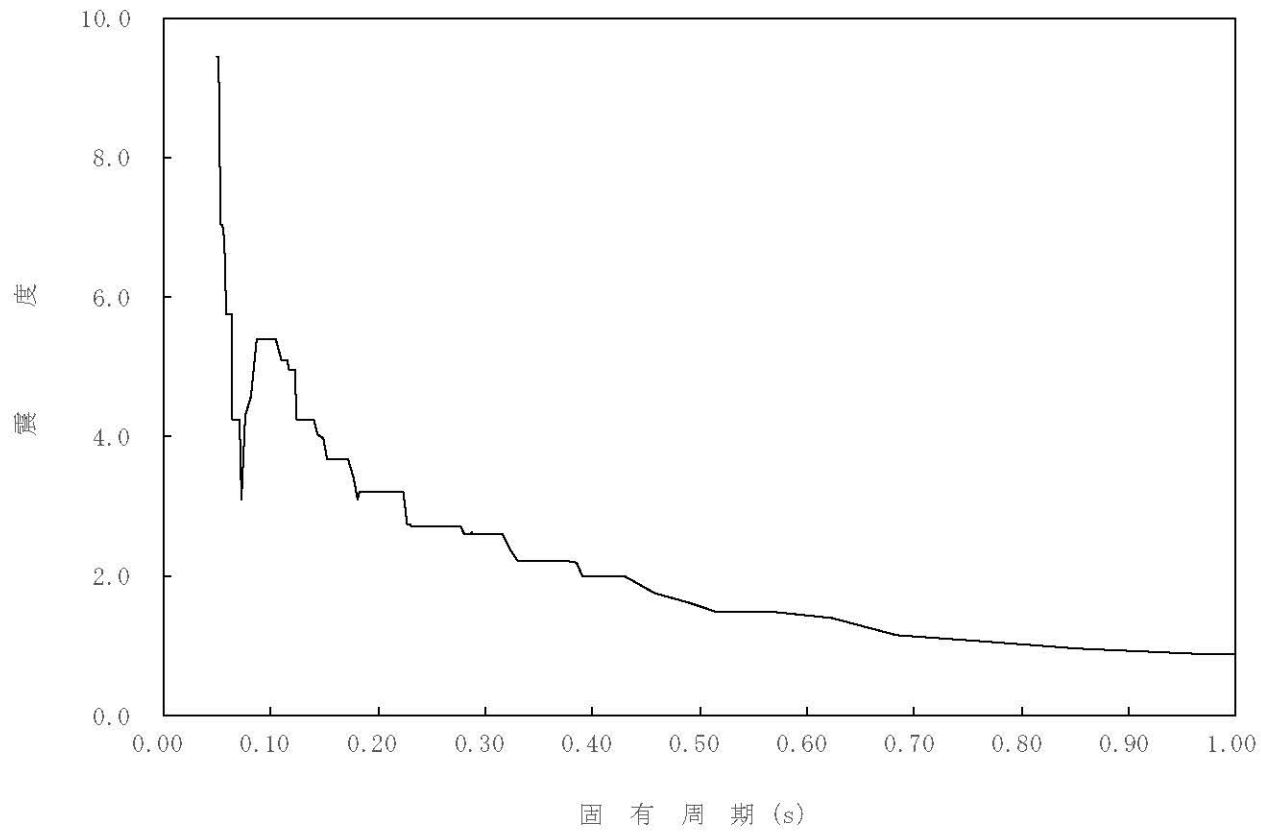
構造物名： 原子炉压力容器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-14-365

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV28-010】

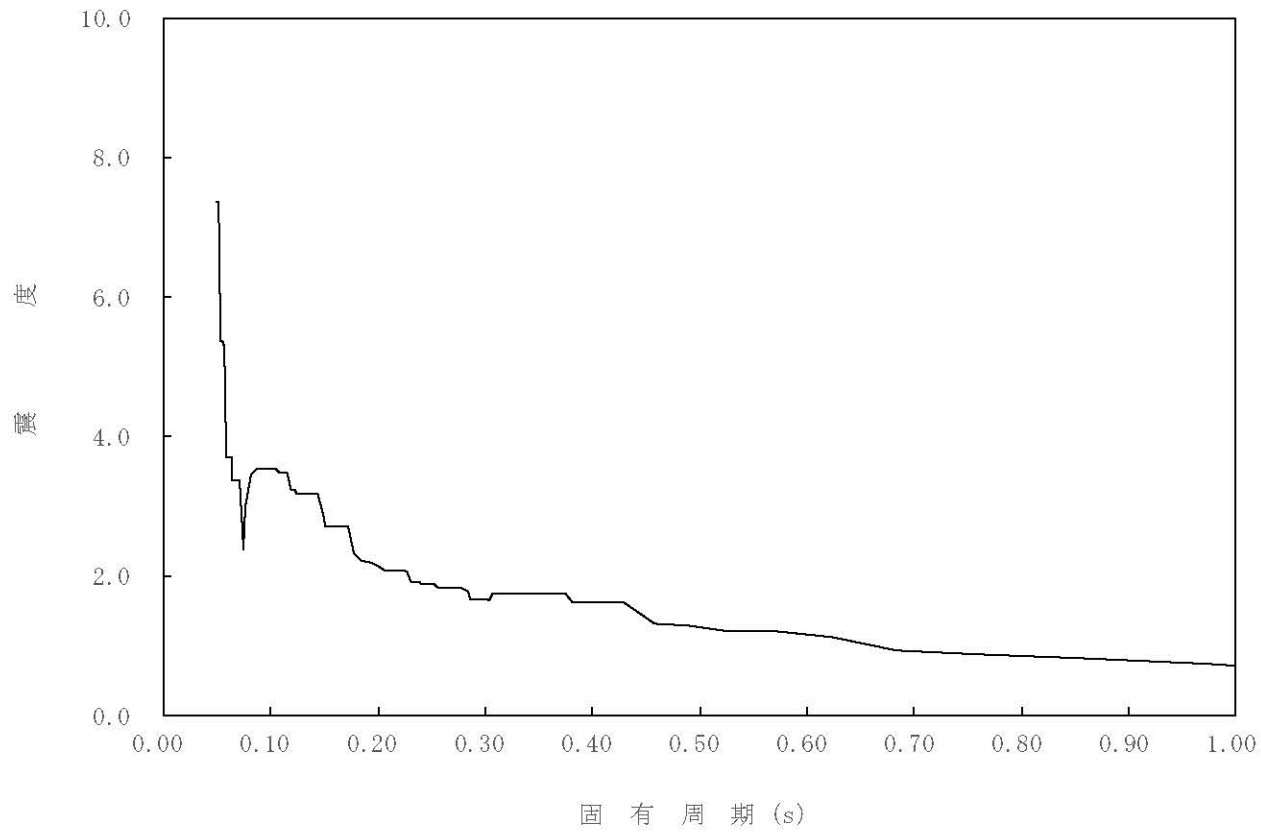
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-366

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV28-015】

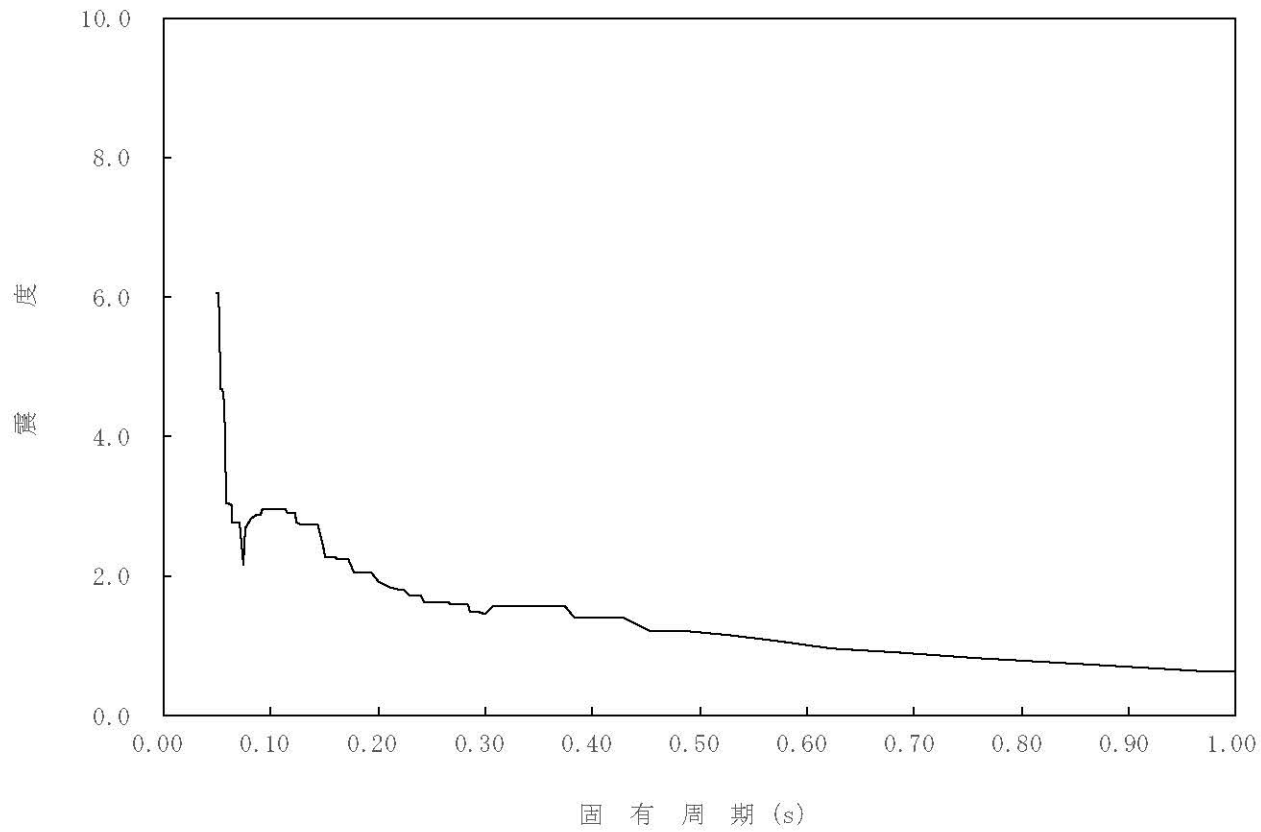
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-367

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV28-020】

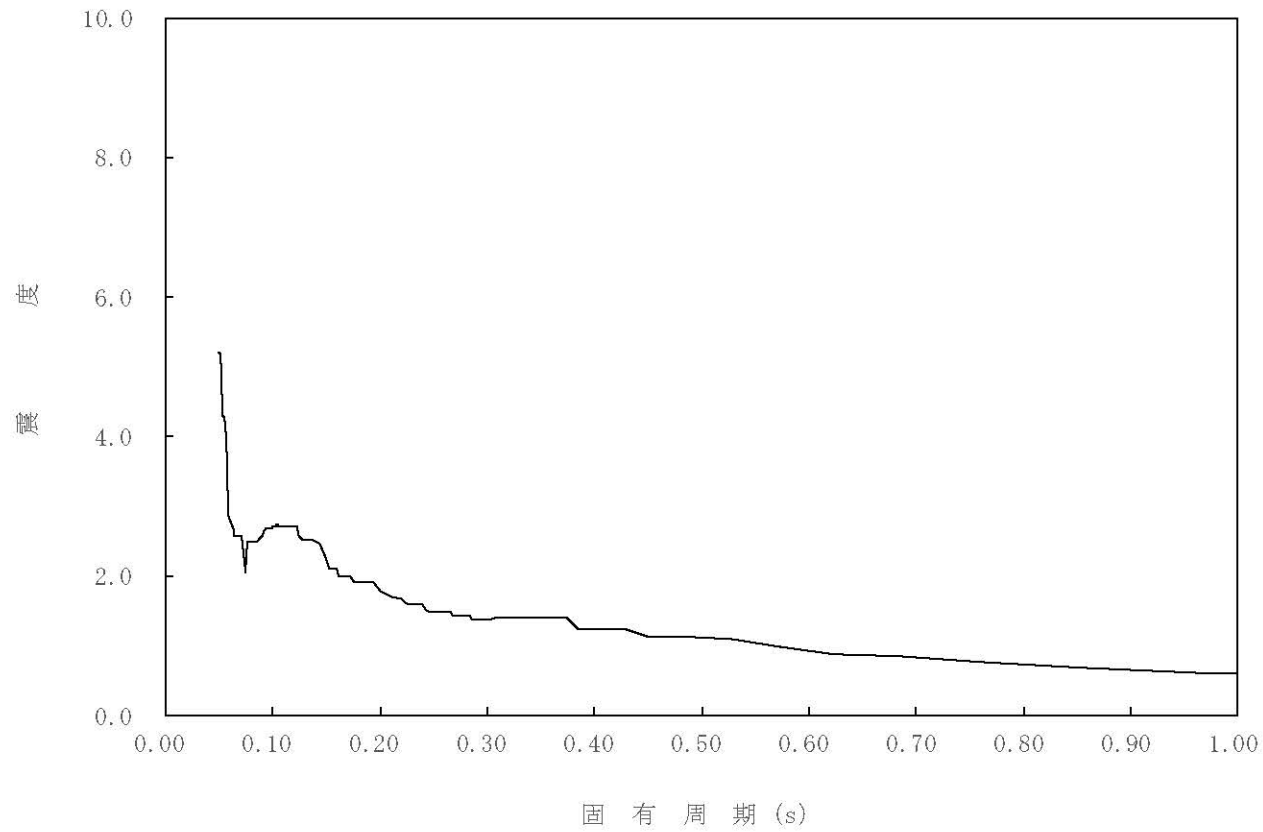
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-368

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV28-025】

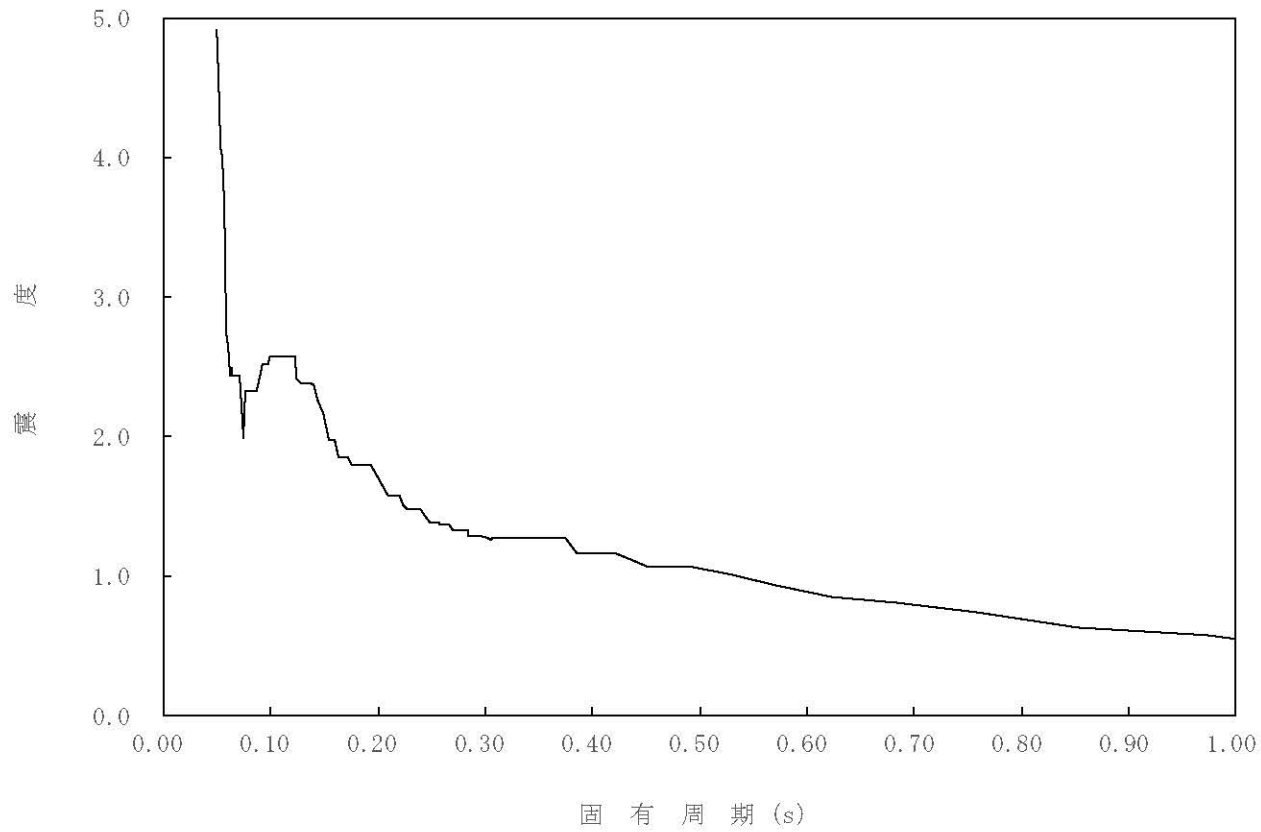
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-369

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV28-030】

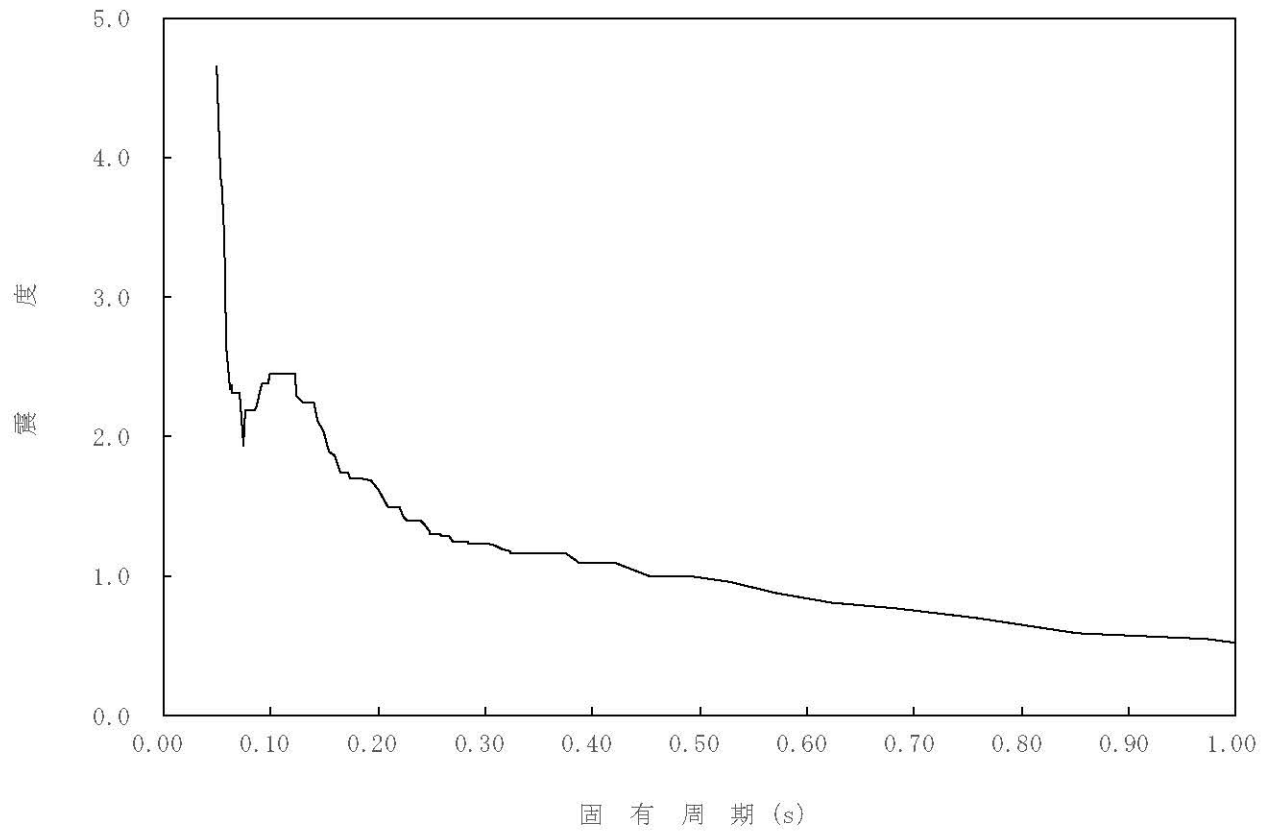
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-370

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV28-050】

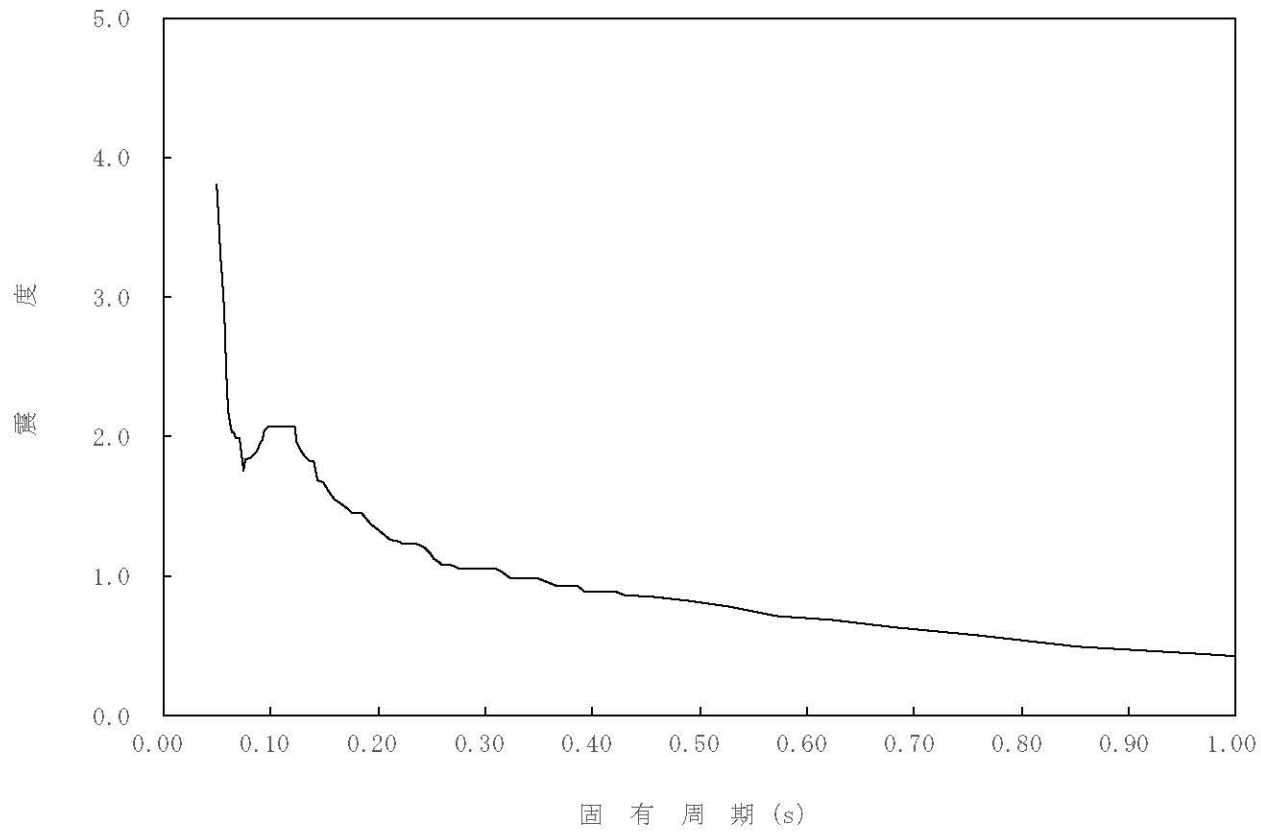
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-371

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV27-005】

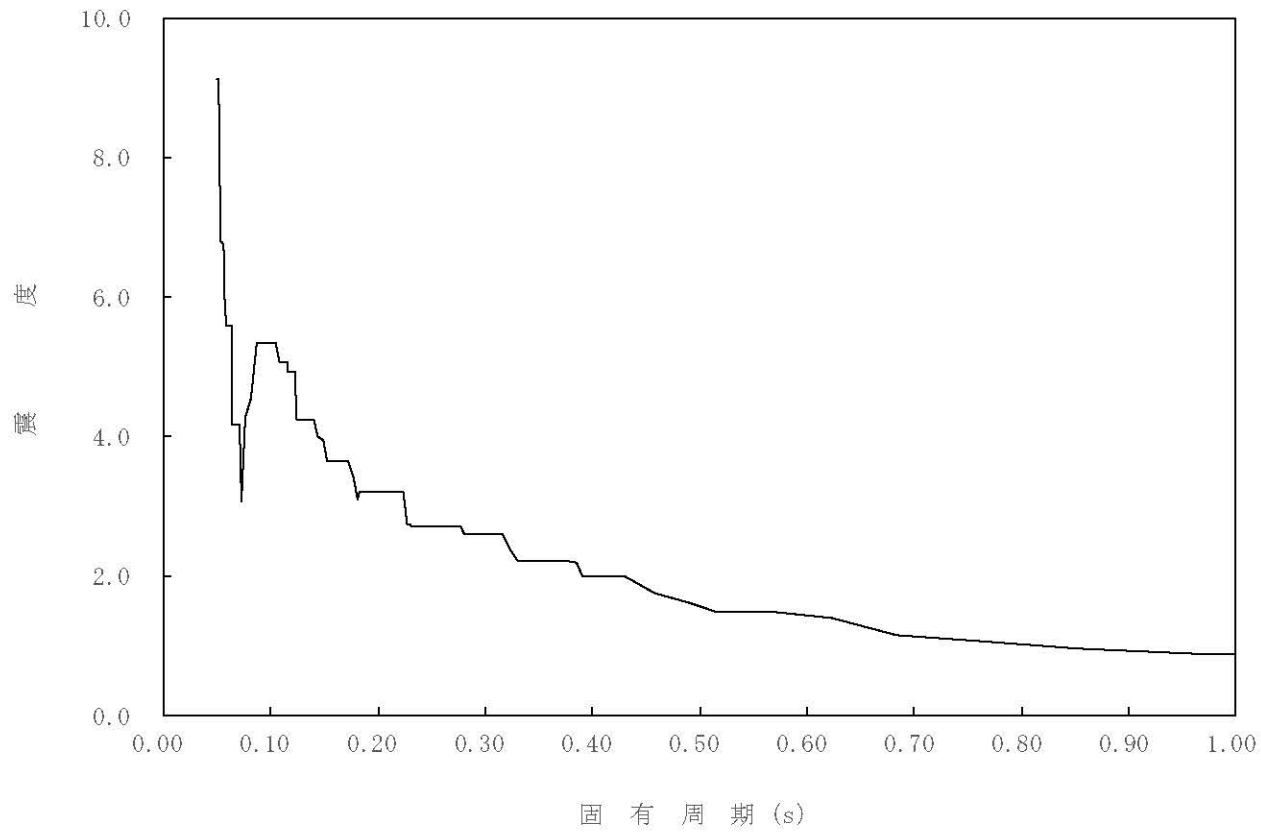
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-372

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV27-010】

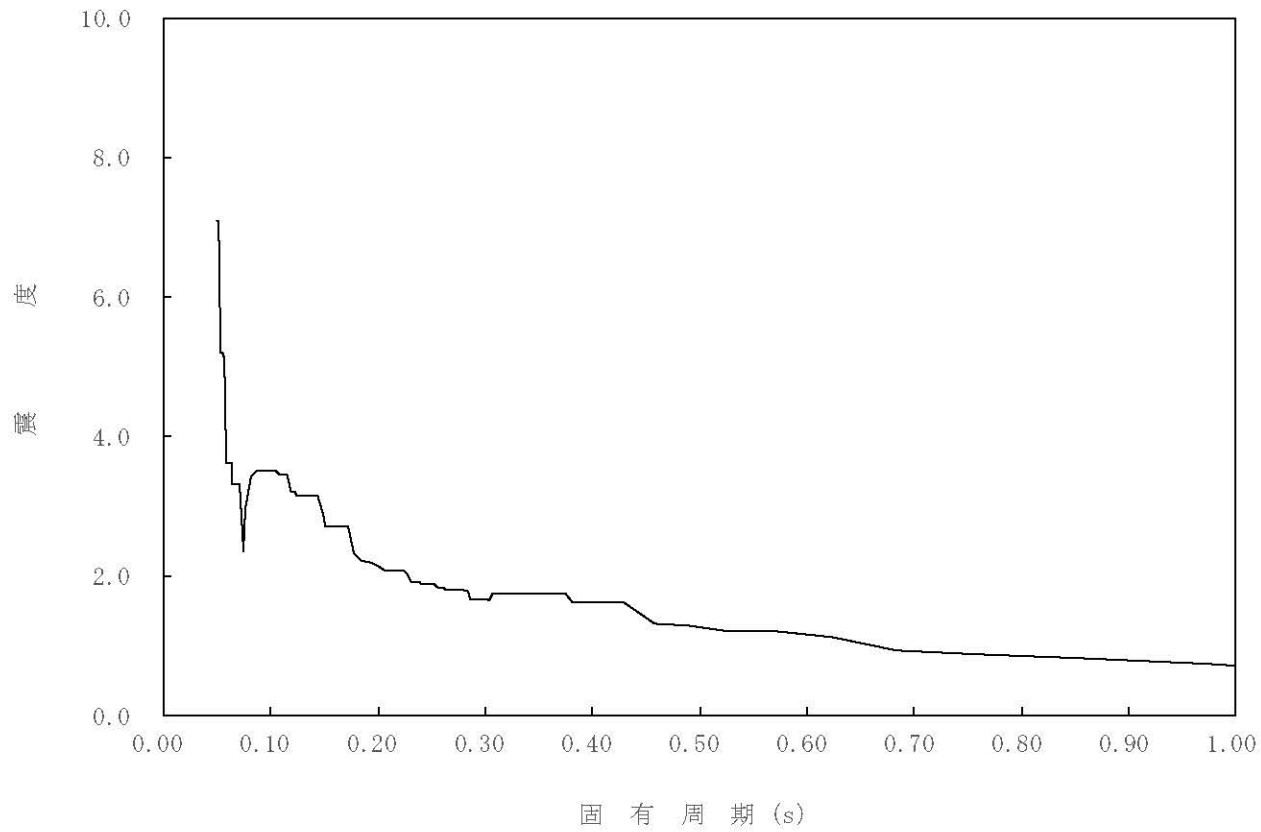
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-373

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV27-015】

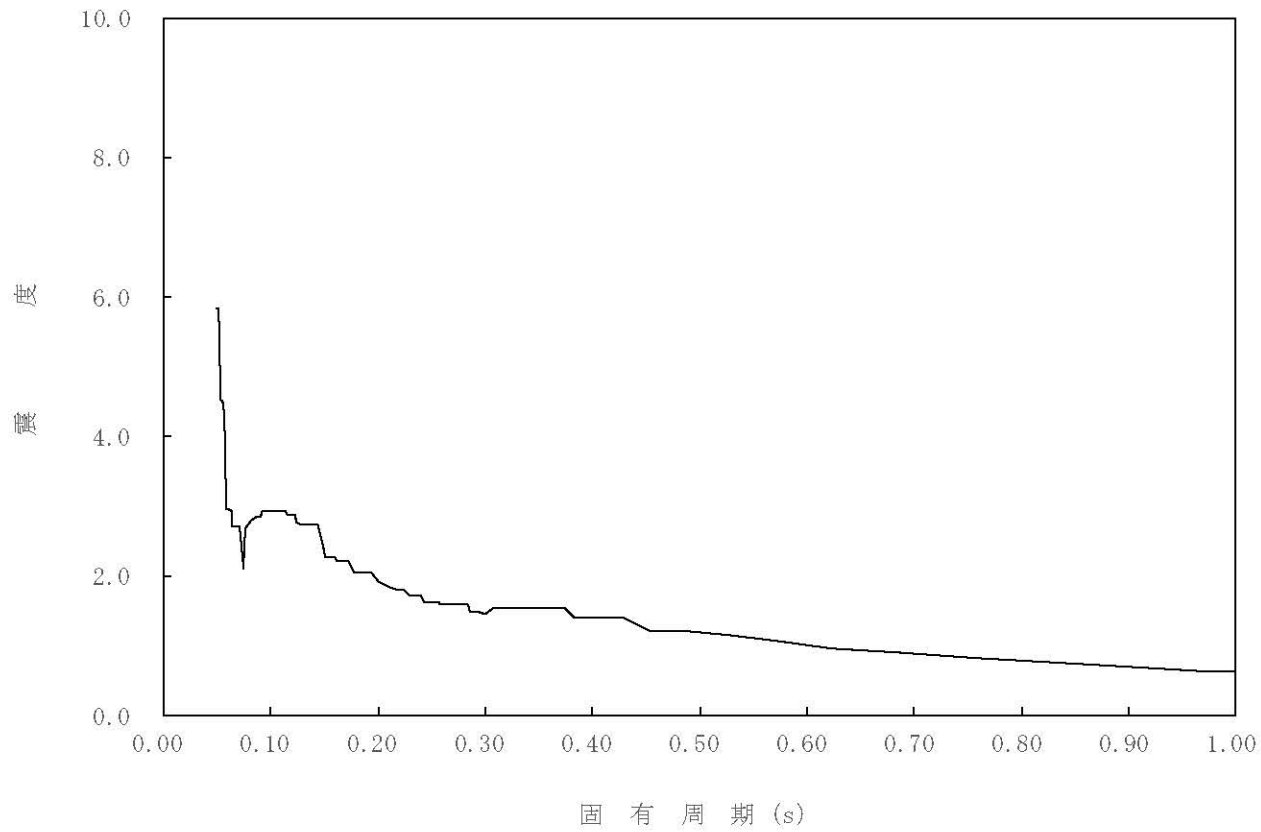
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-374

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV27-020】

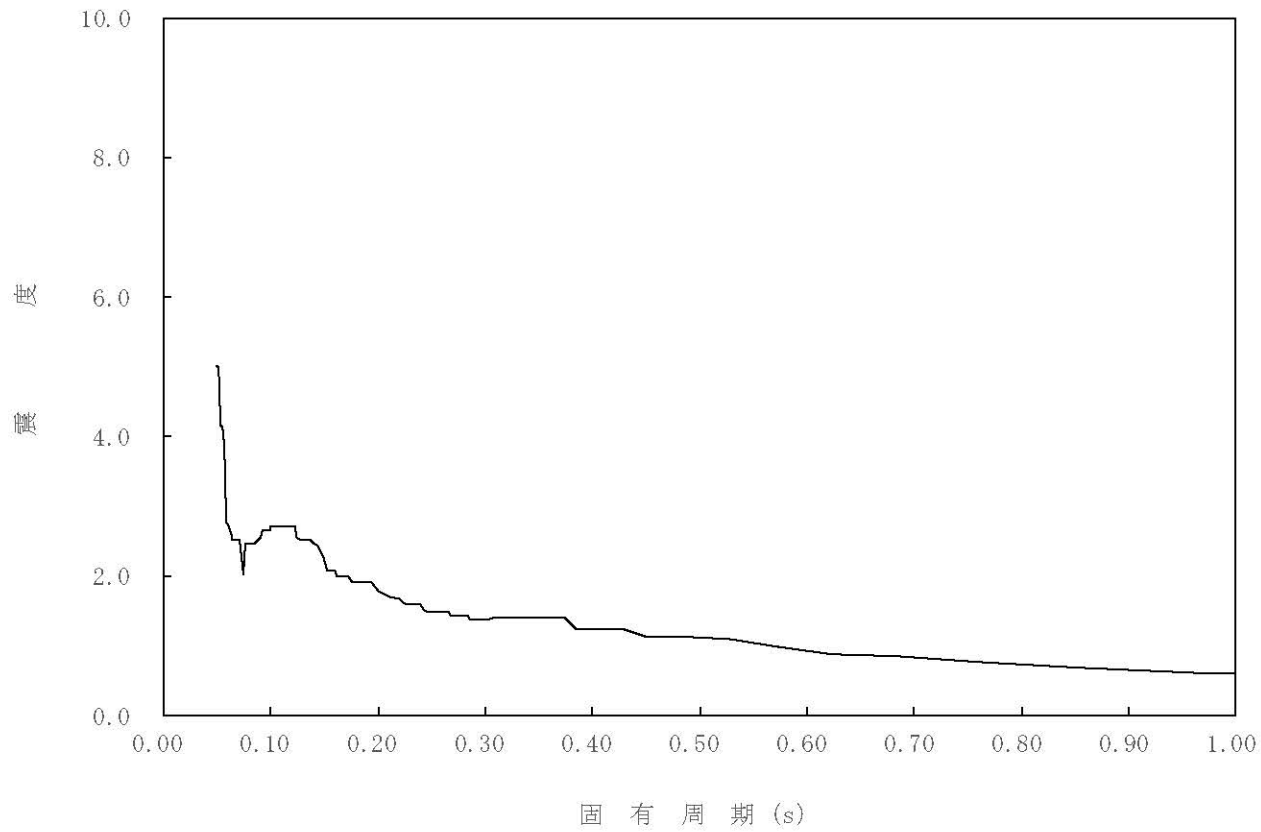
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-375

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV27-025】

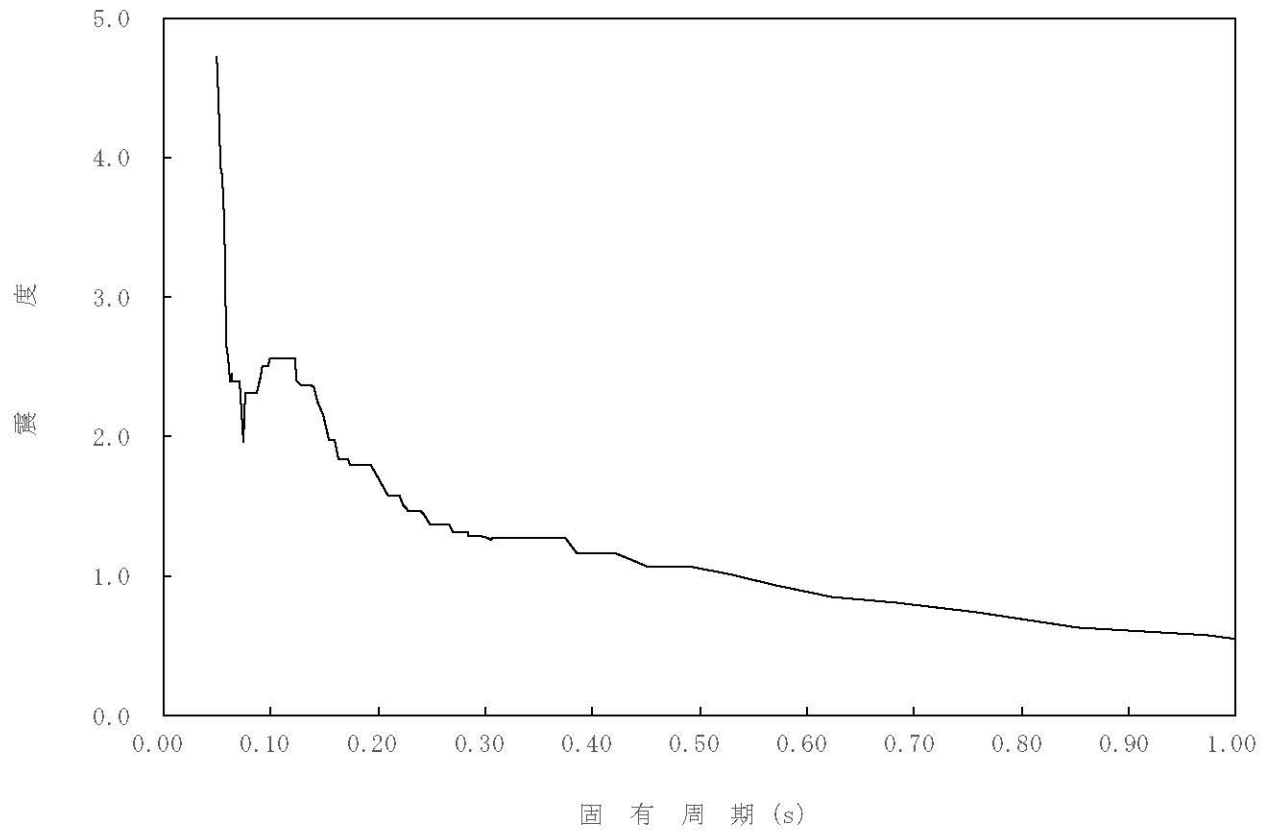
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-376

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV27-030】

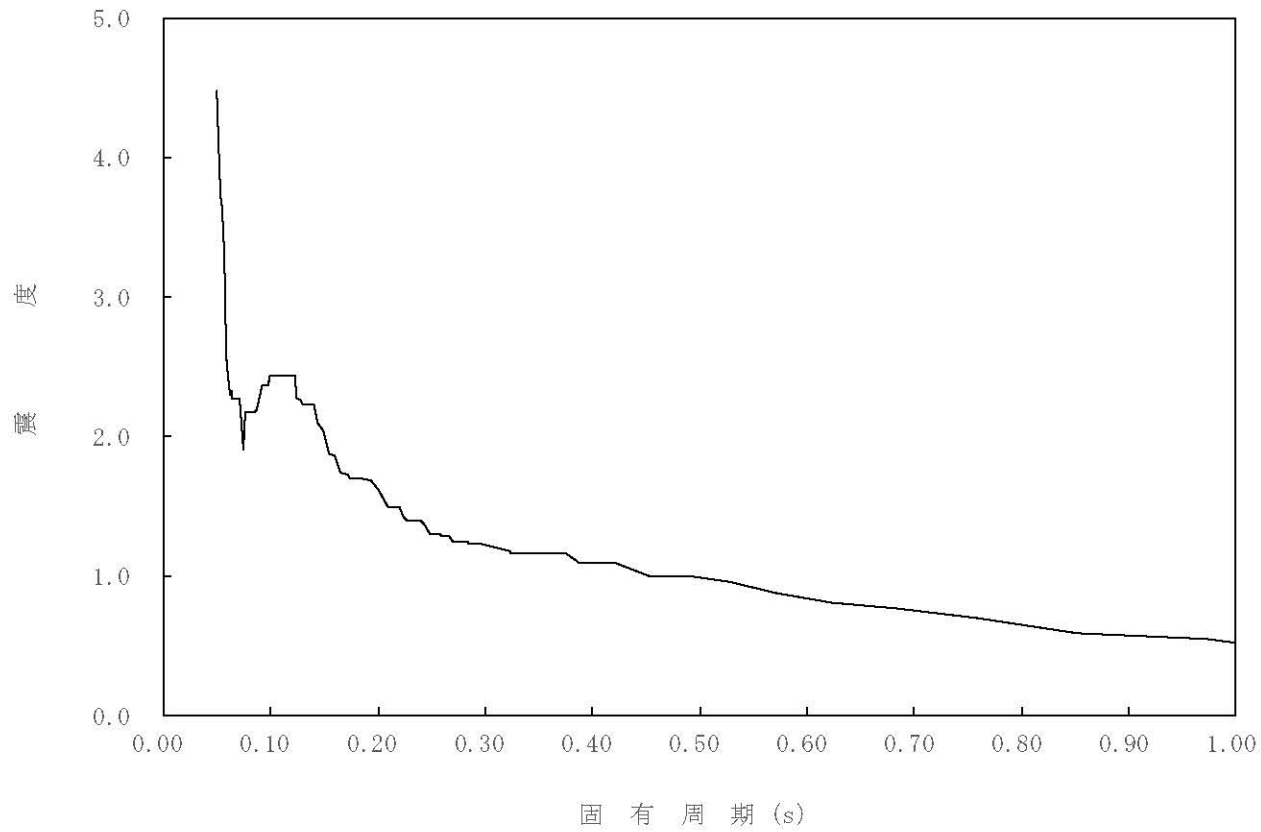
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-377

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV27-050】

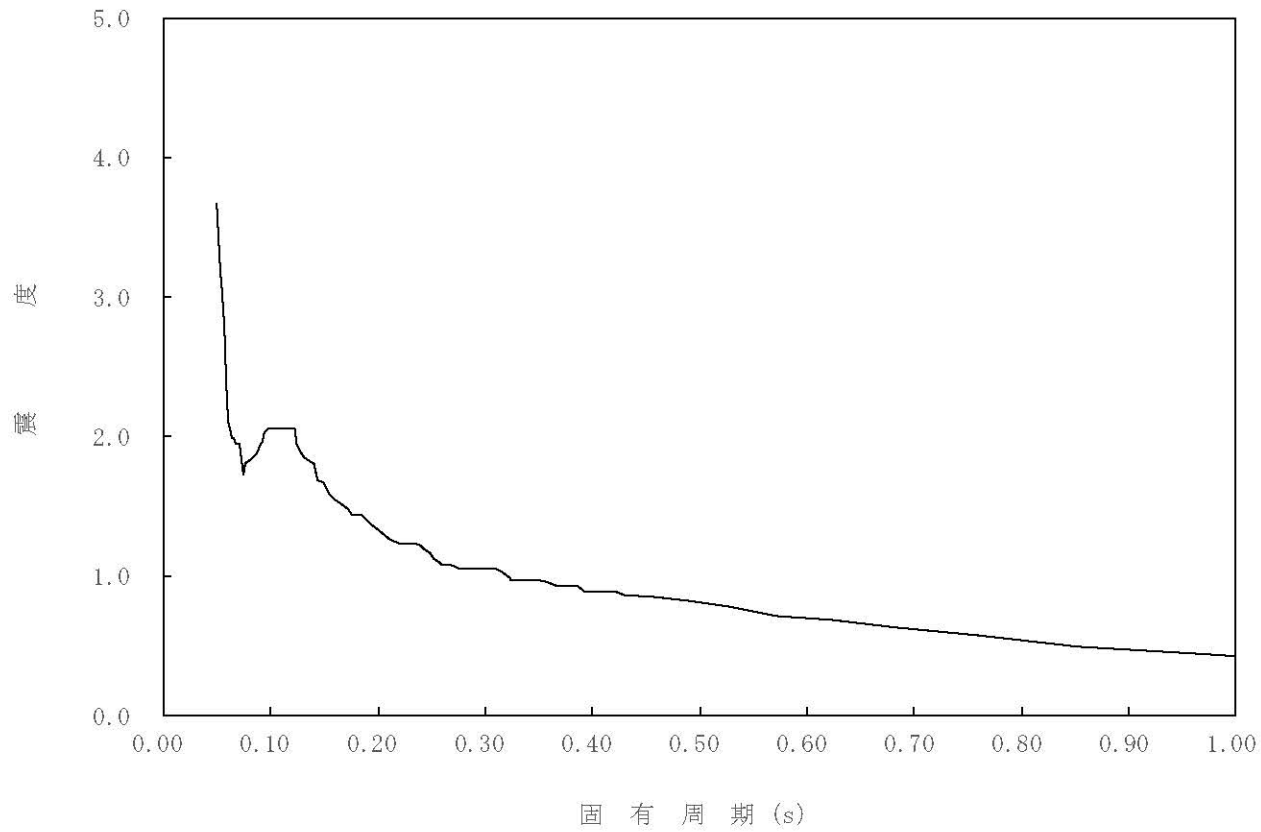
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-378

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV26-005】

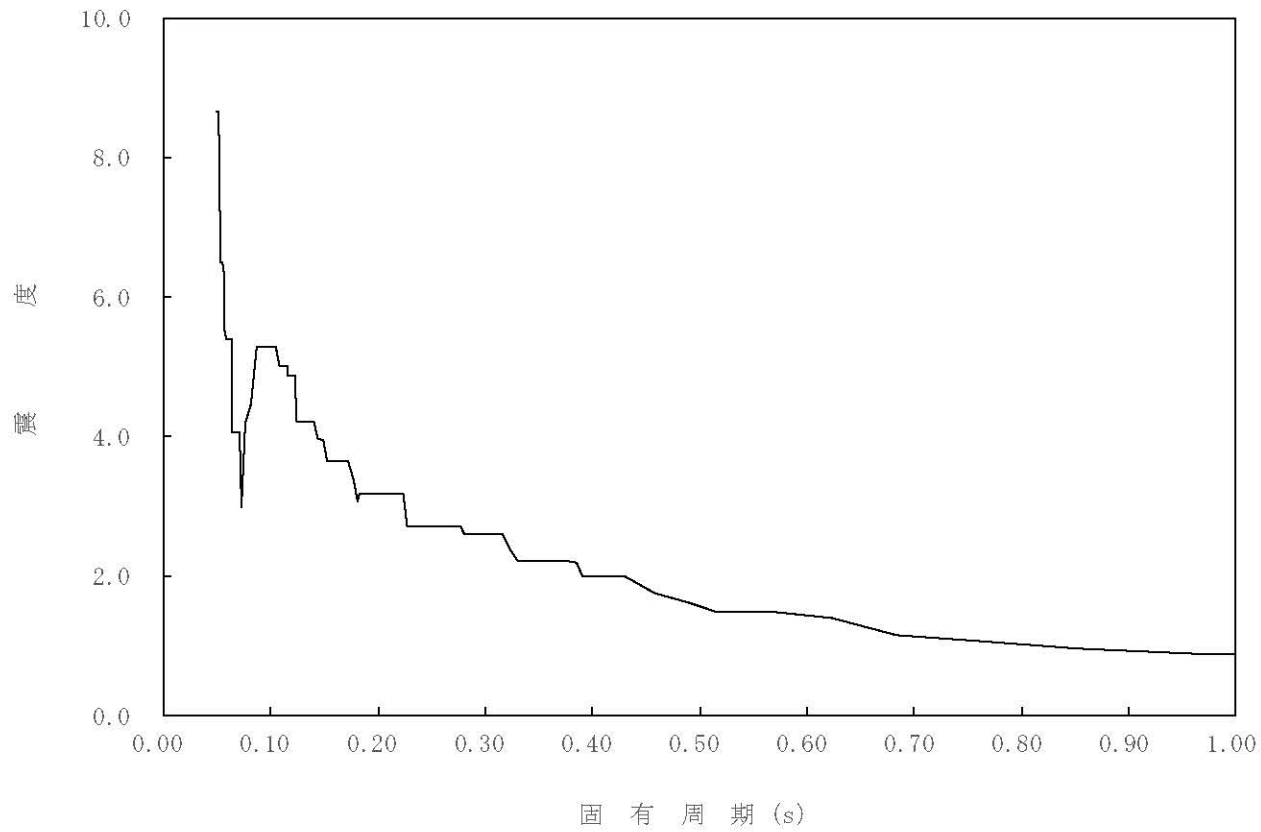
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-379

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV26-010】

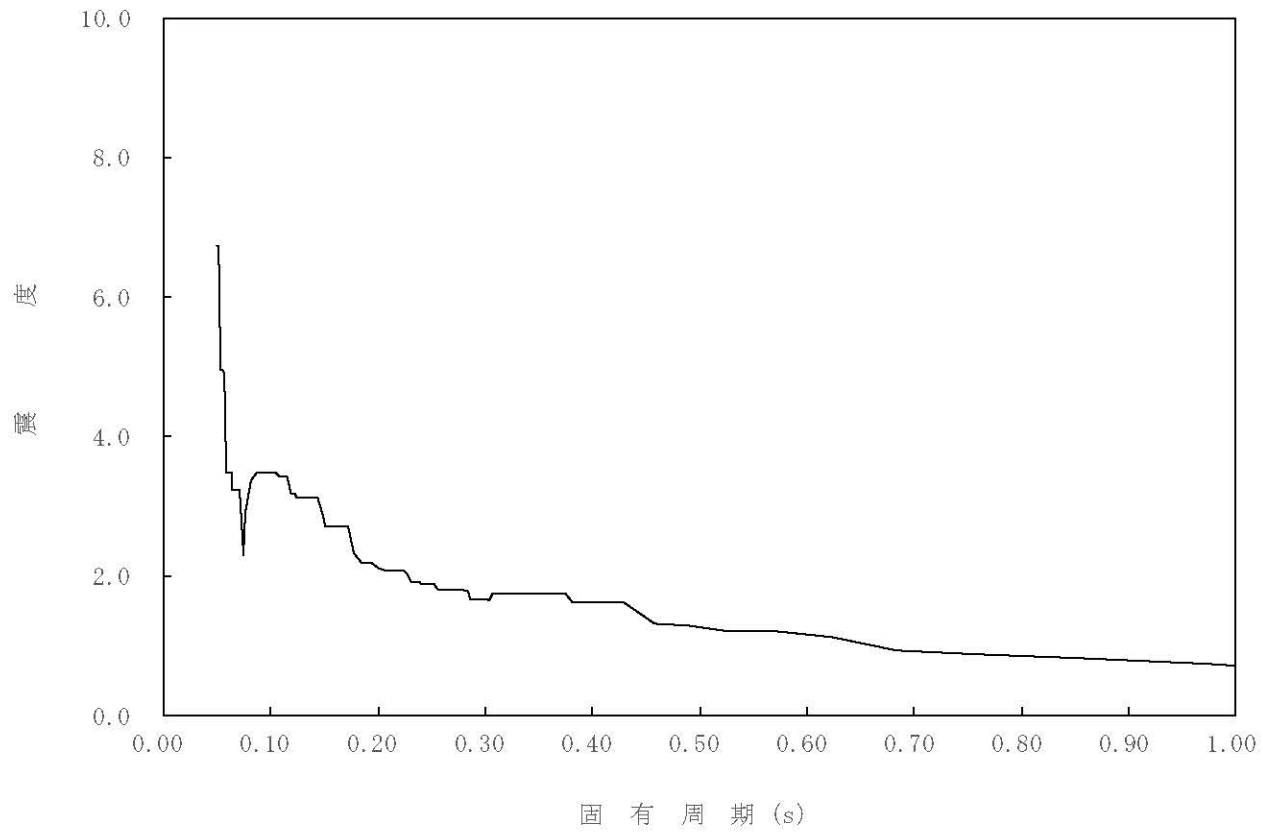
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-380

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV26-015】

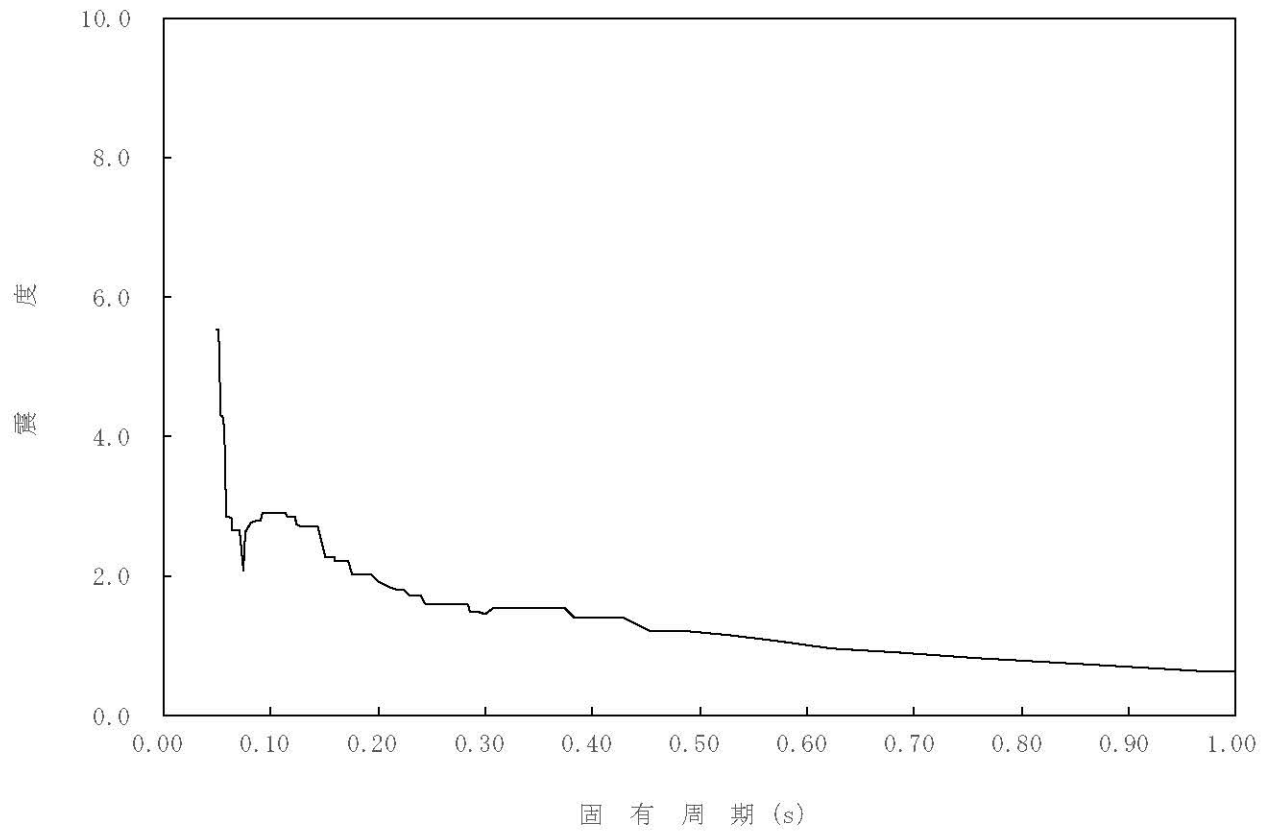
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-381

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV26-020】

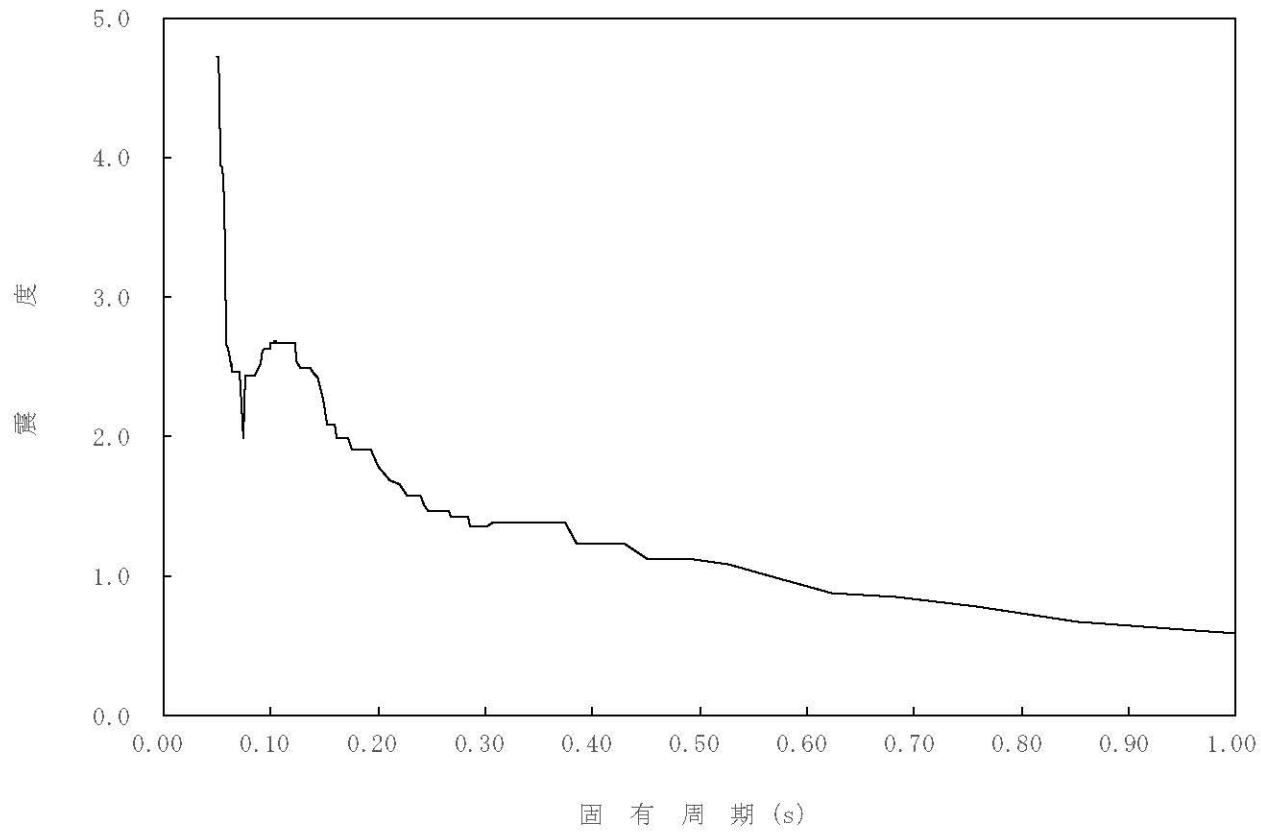
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-382

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV26-025】

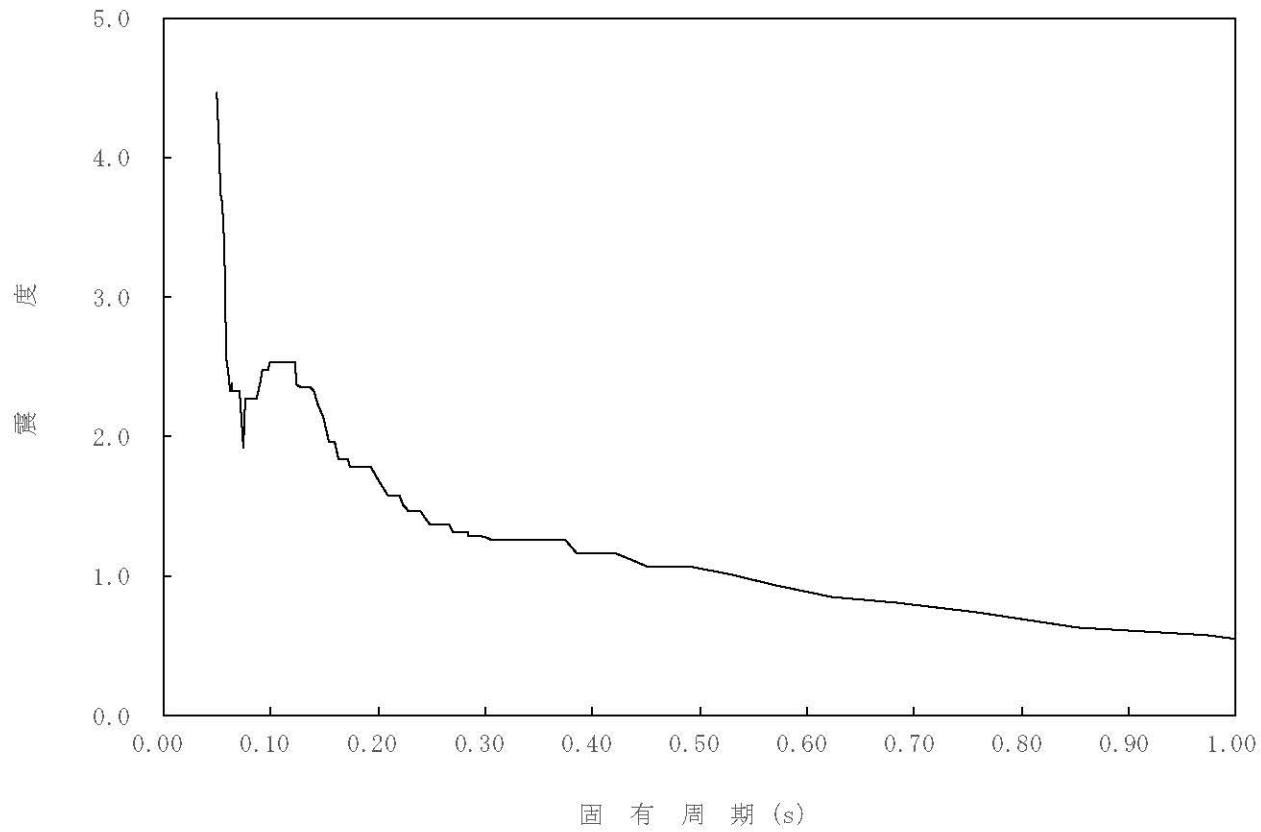
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-383

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV26-030】

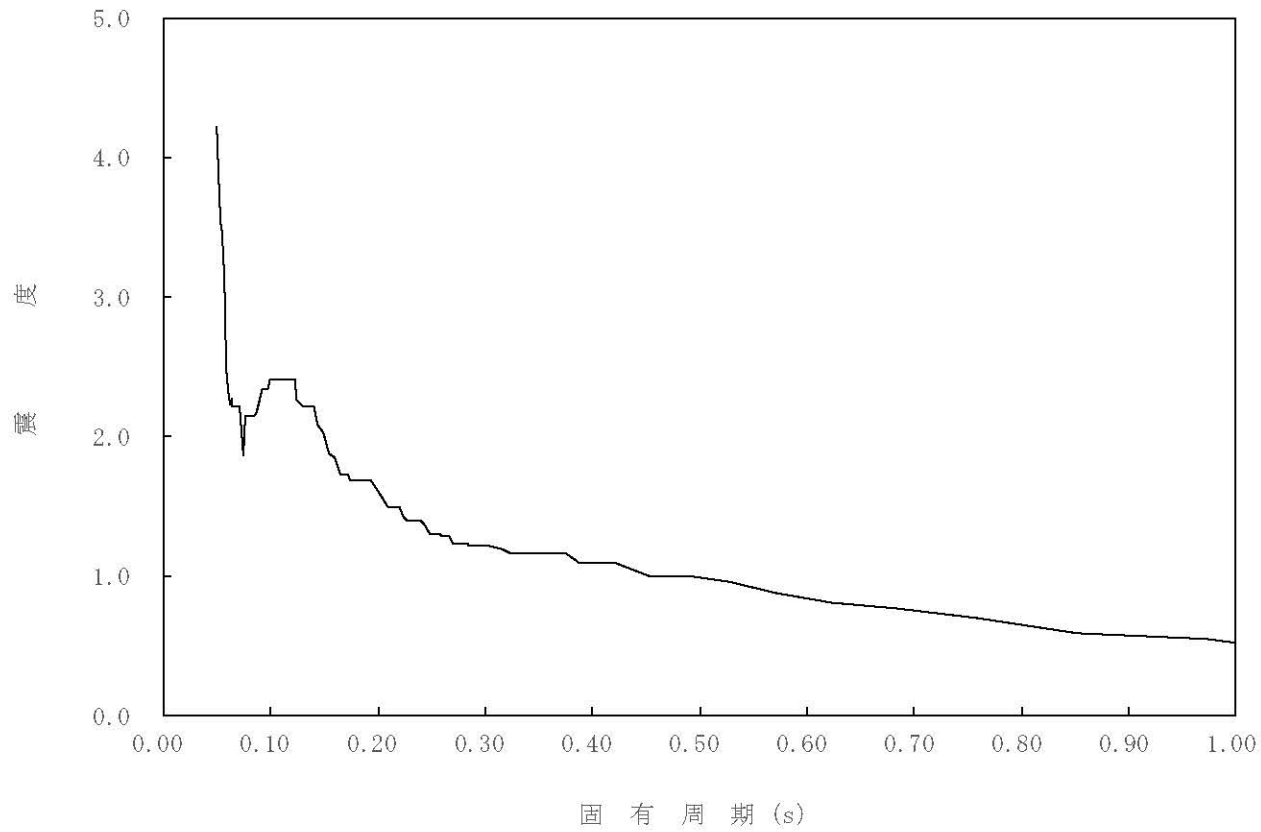
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-384

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV26-050】

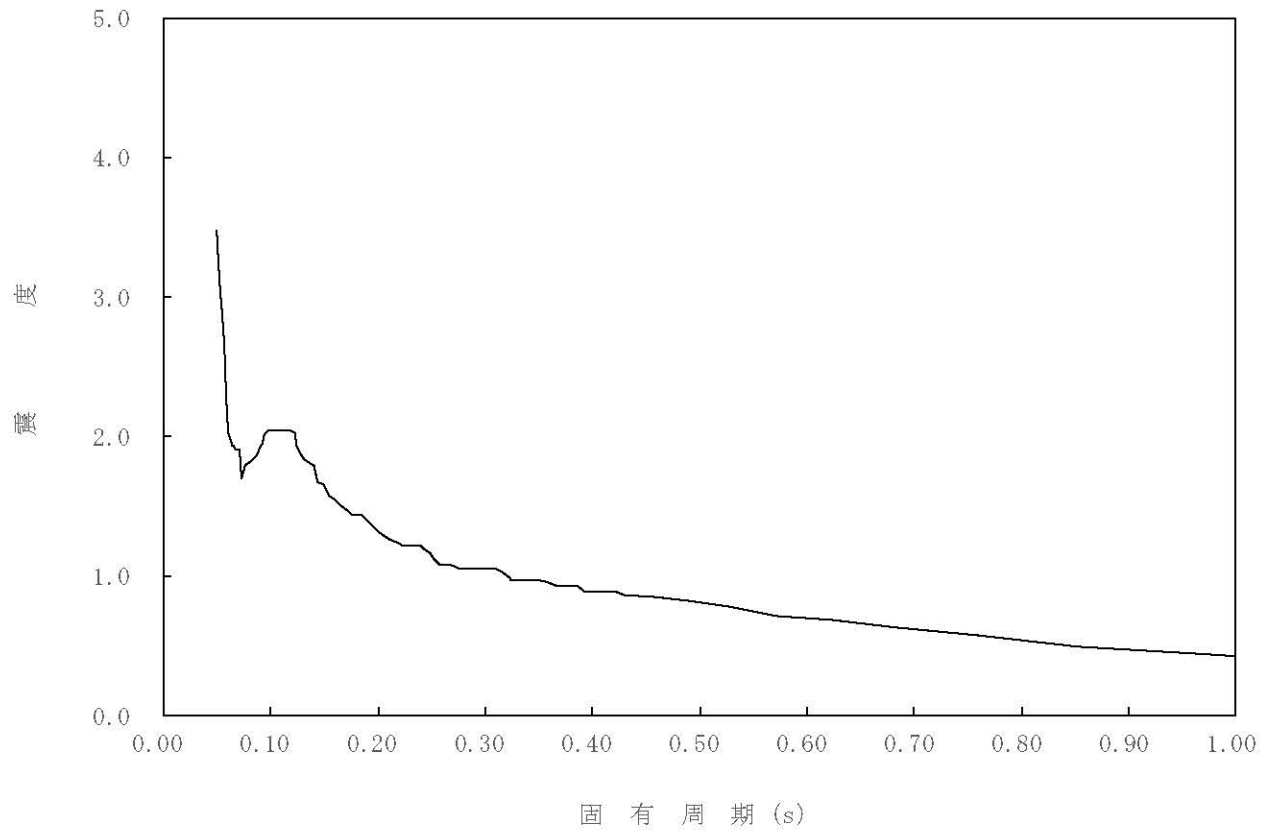
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-385

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV25-005】

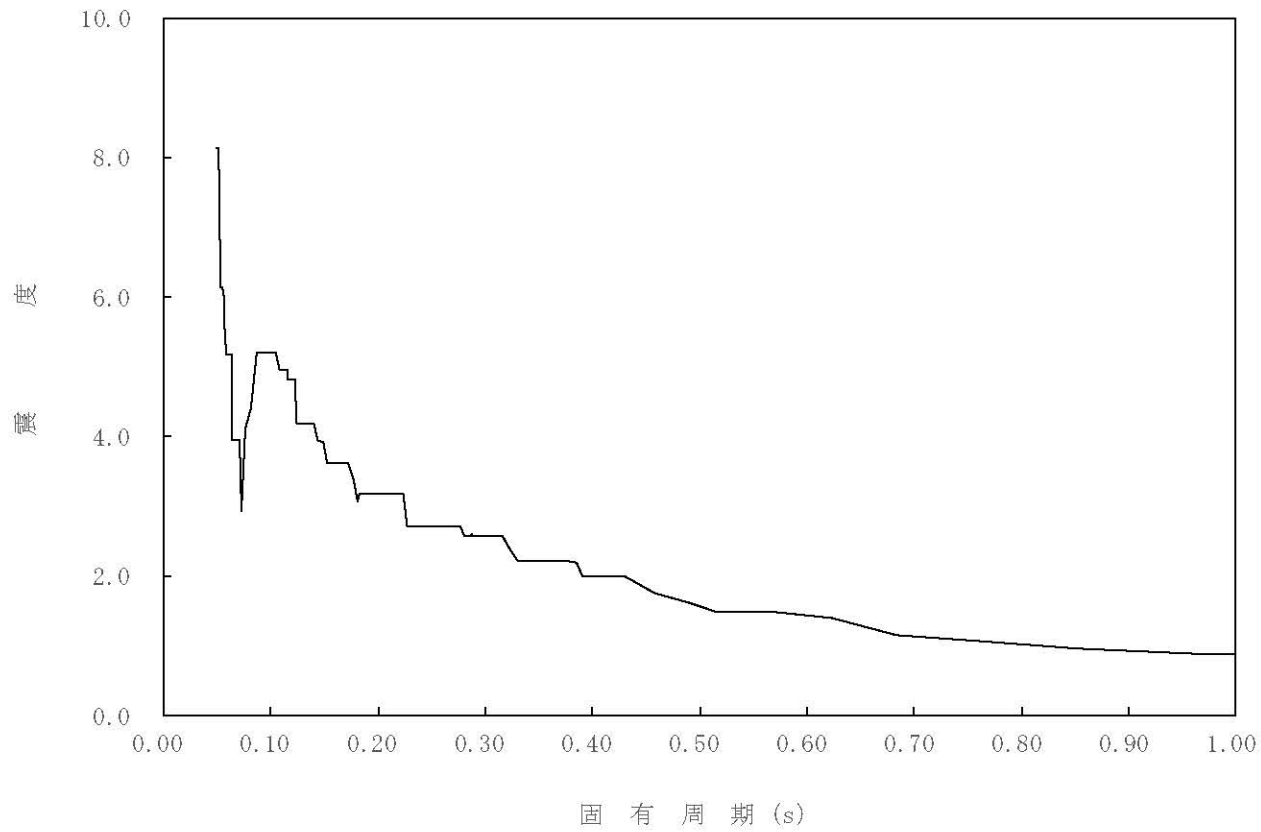
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-386

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV25-010】

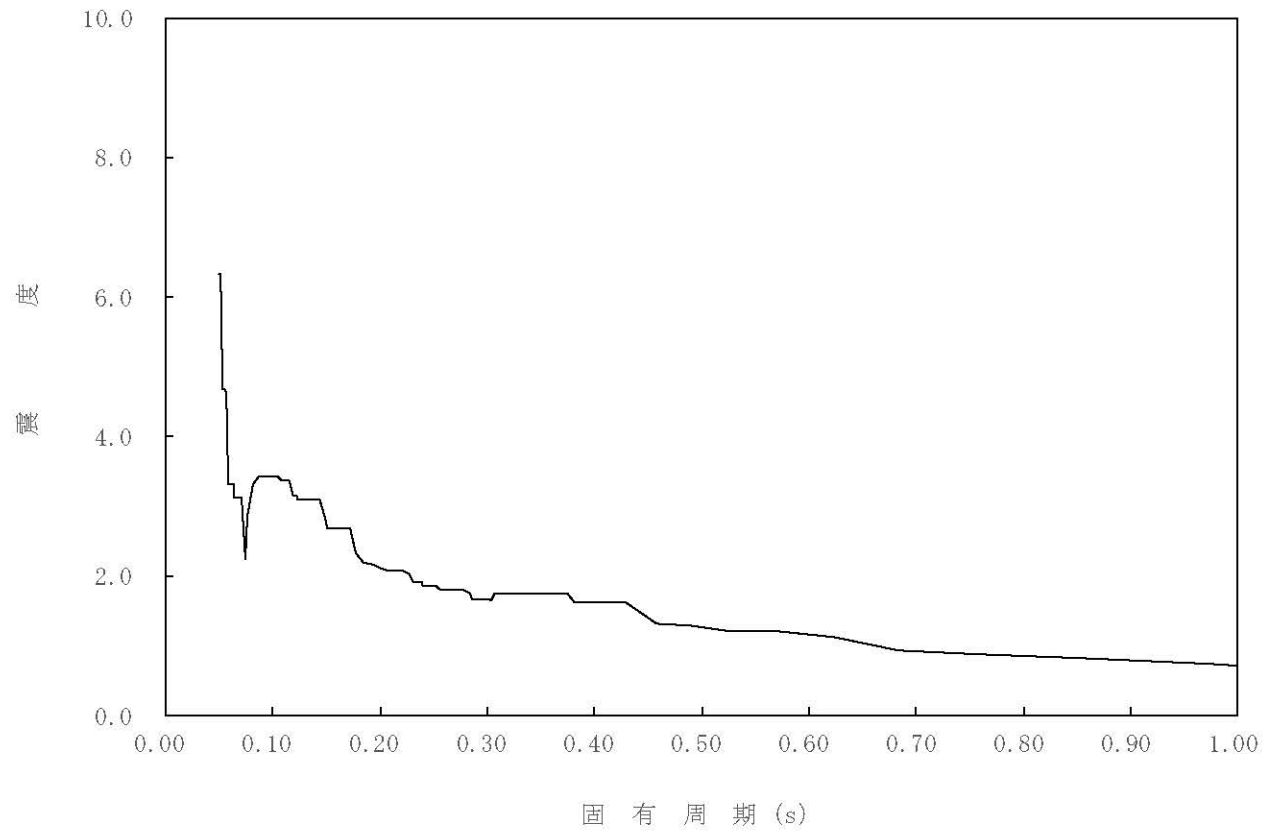
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-387

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV25-015】

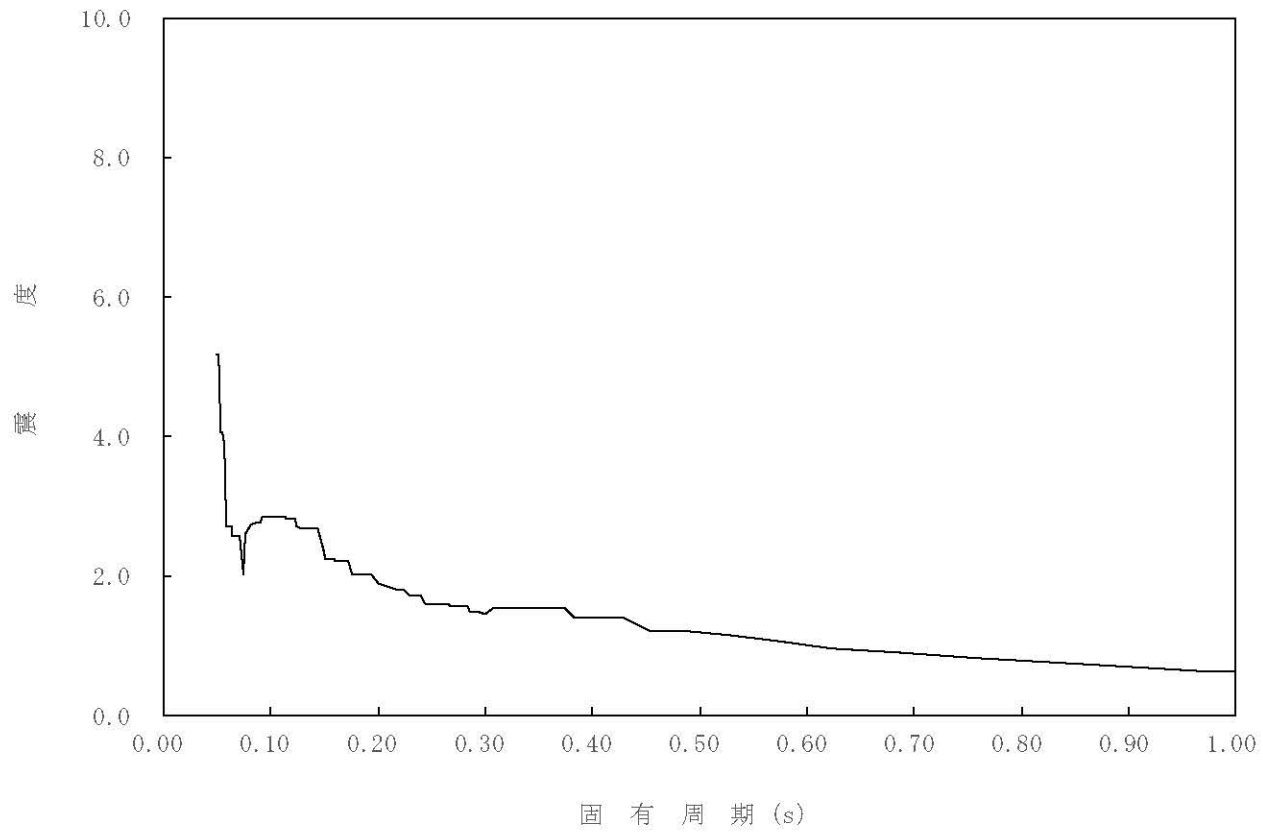
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-388

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV25-020】

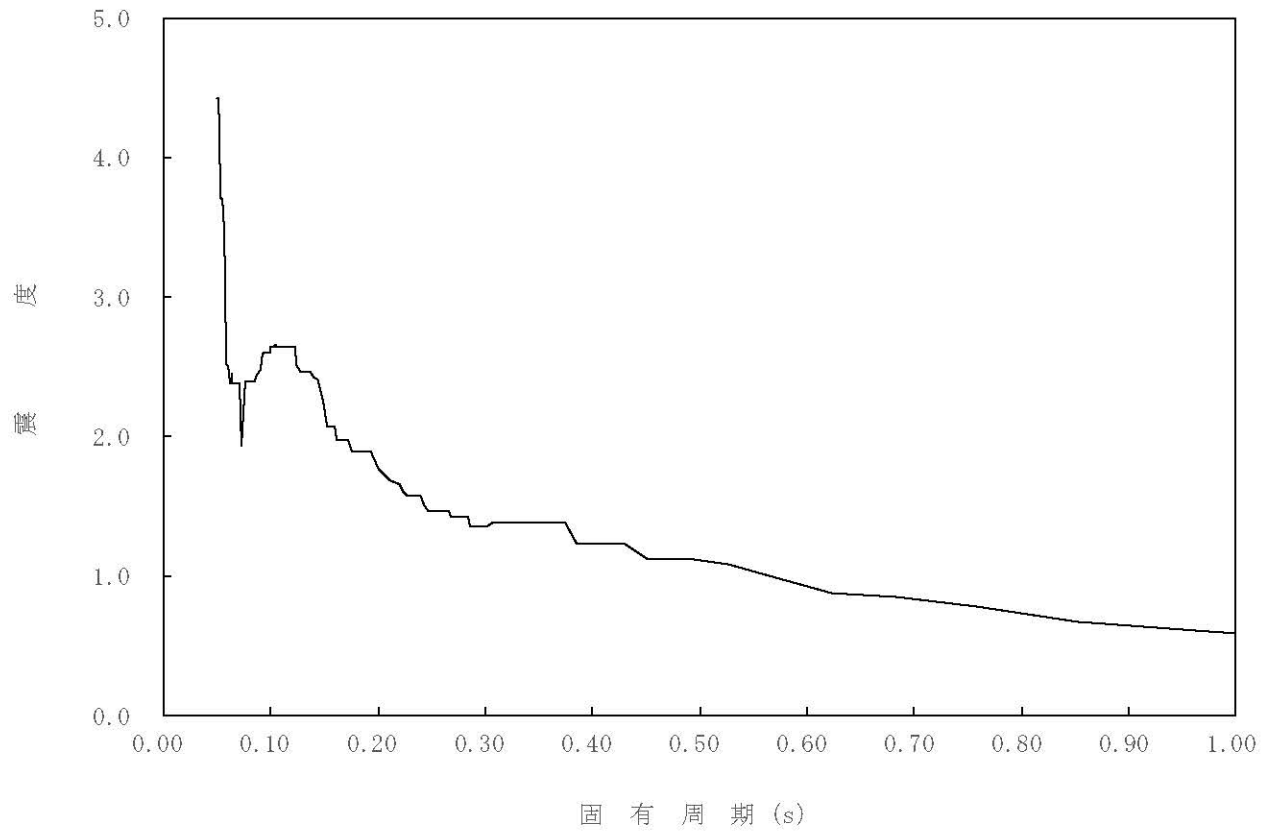
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-389

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV25-025】

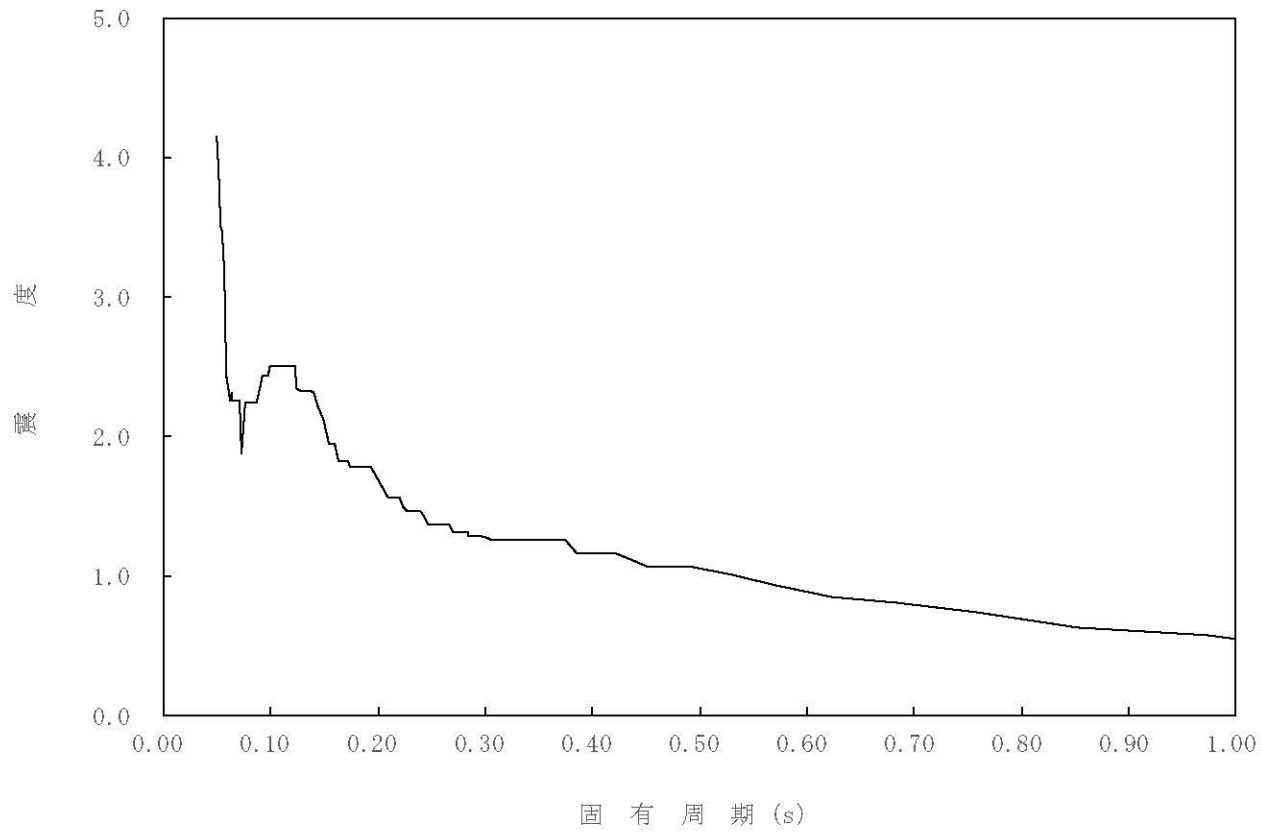
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-390

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV25-030】

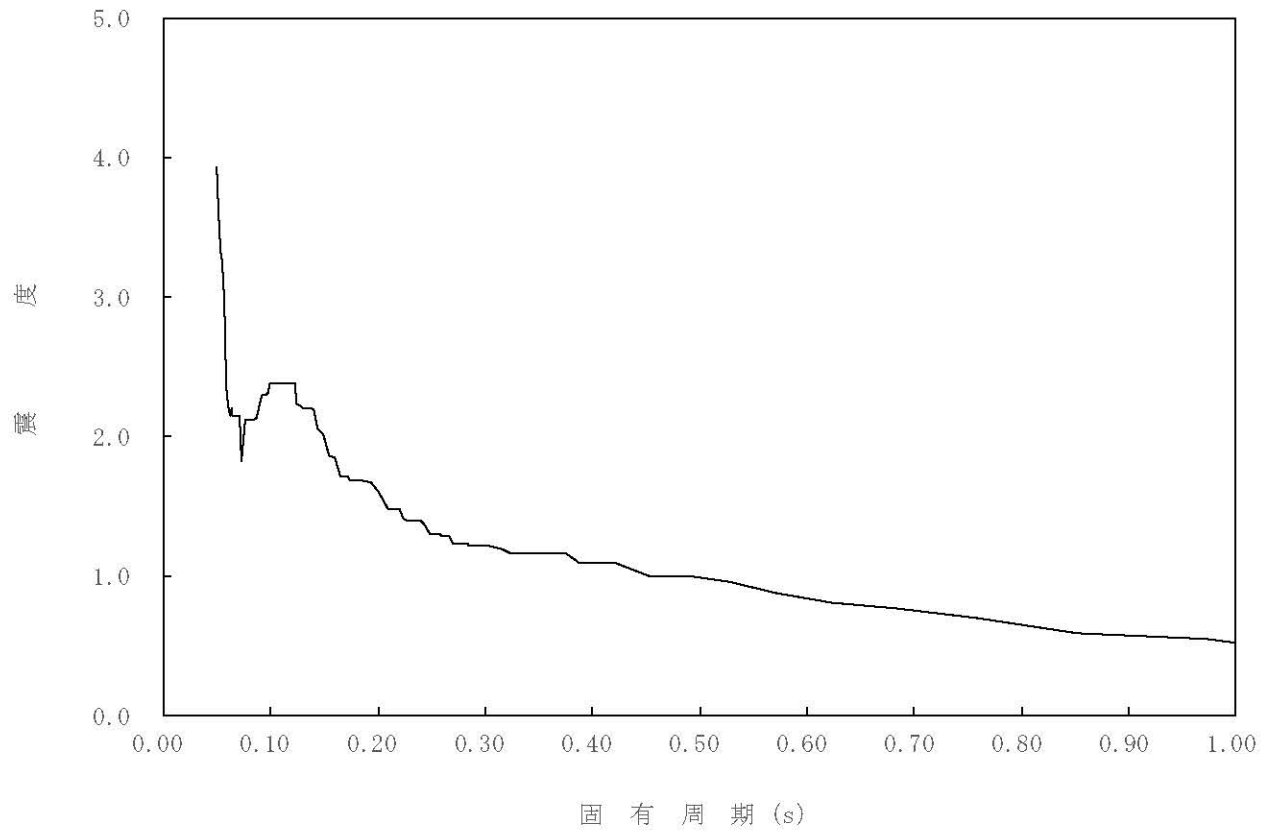
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-391

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV25-050】

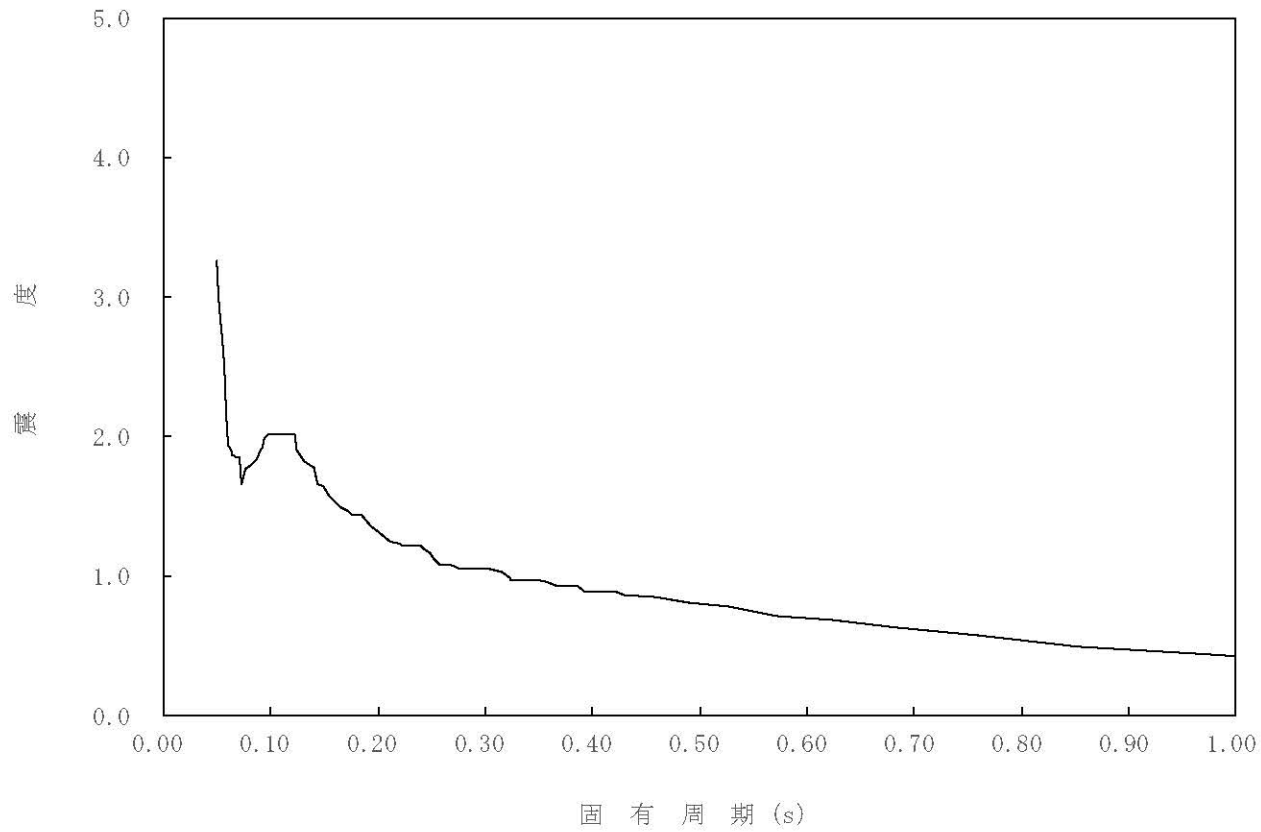
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-392

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV24-005】

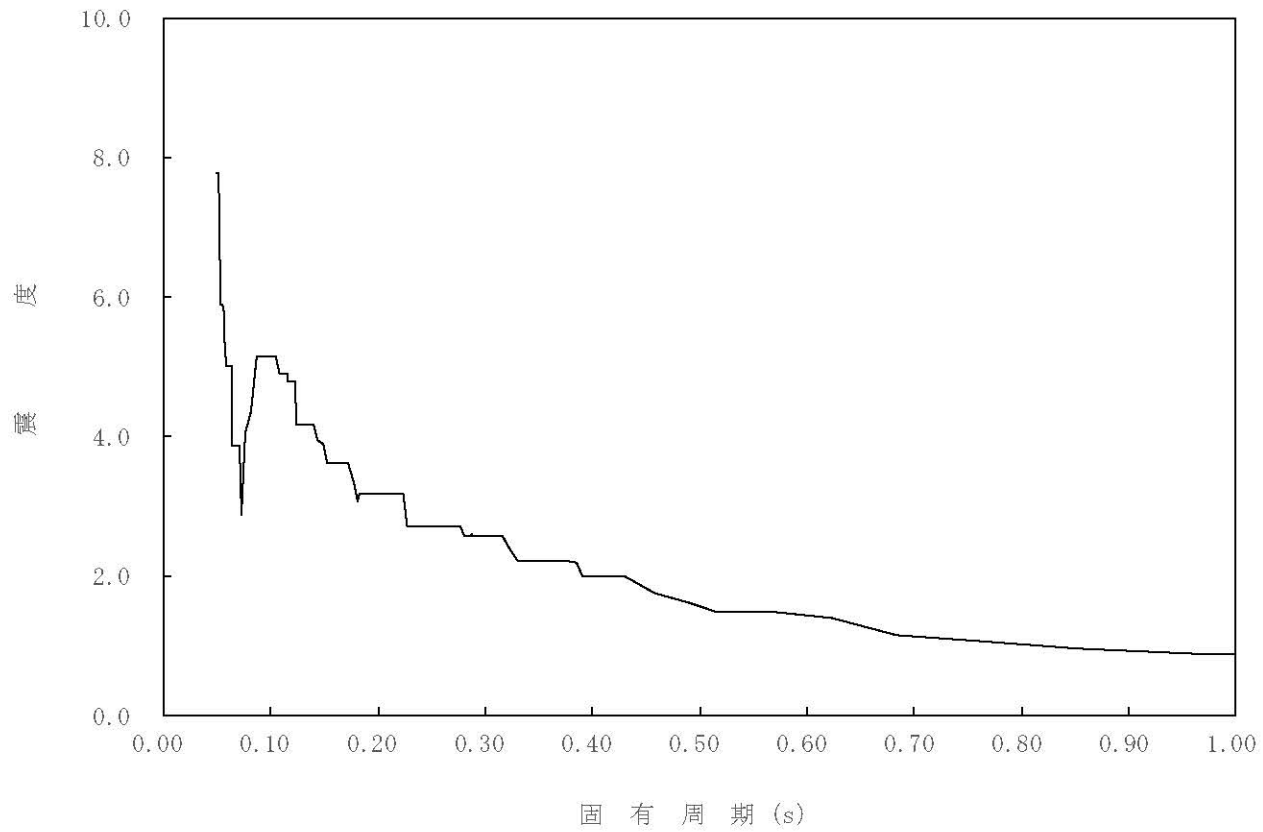
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-393

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV24-010】

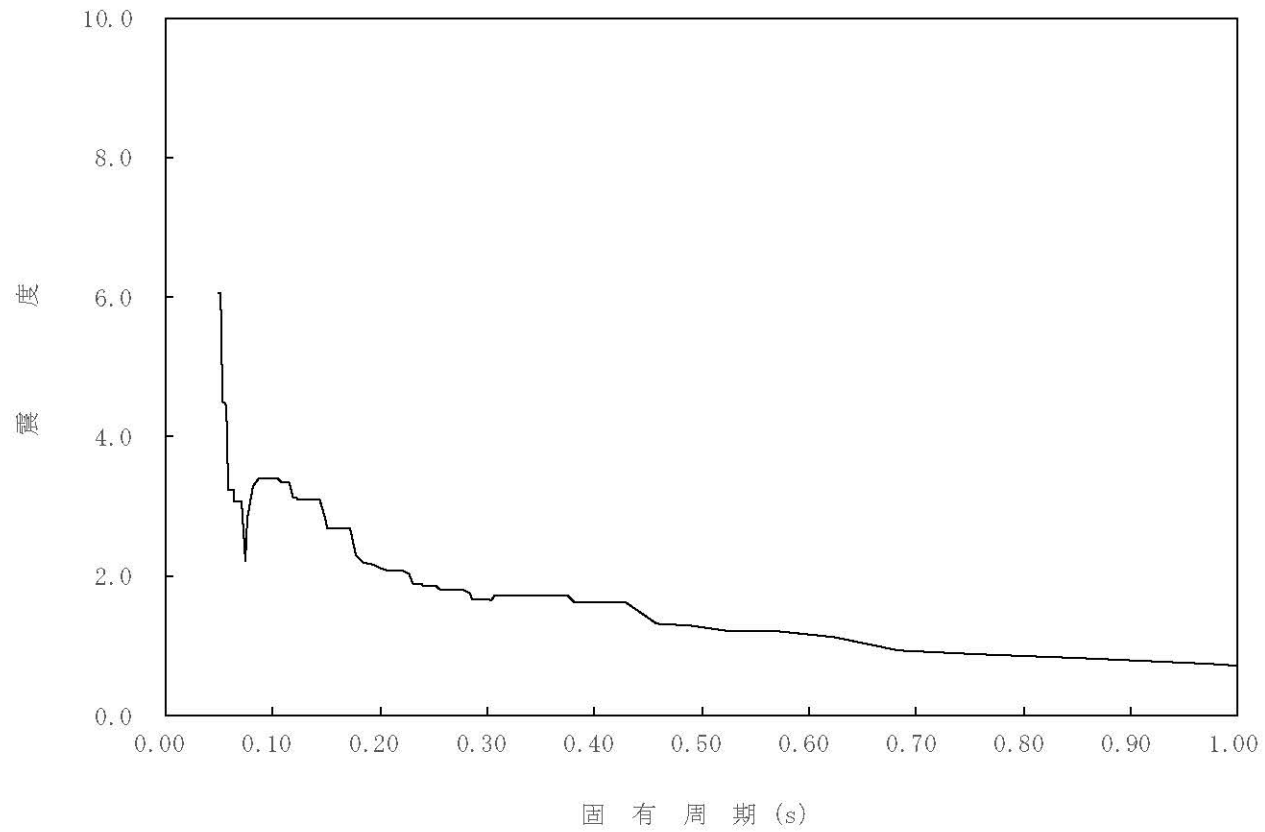
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-394

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV24-015】

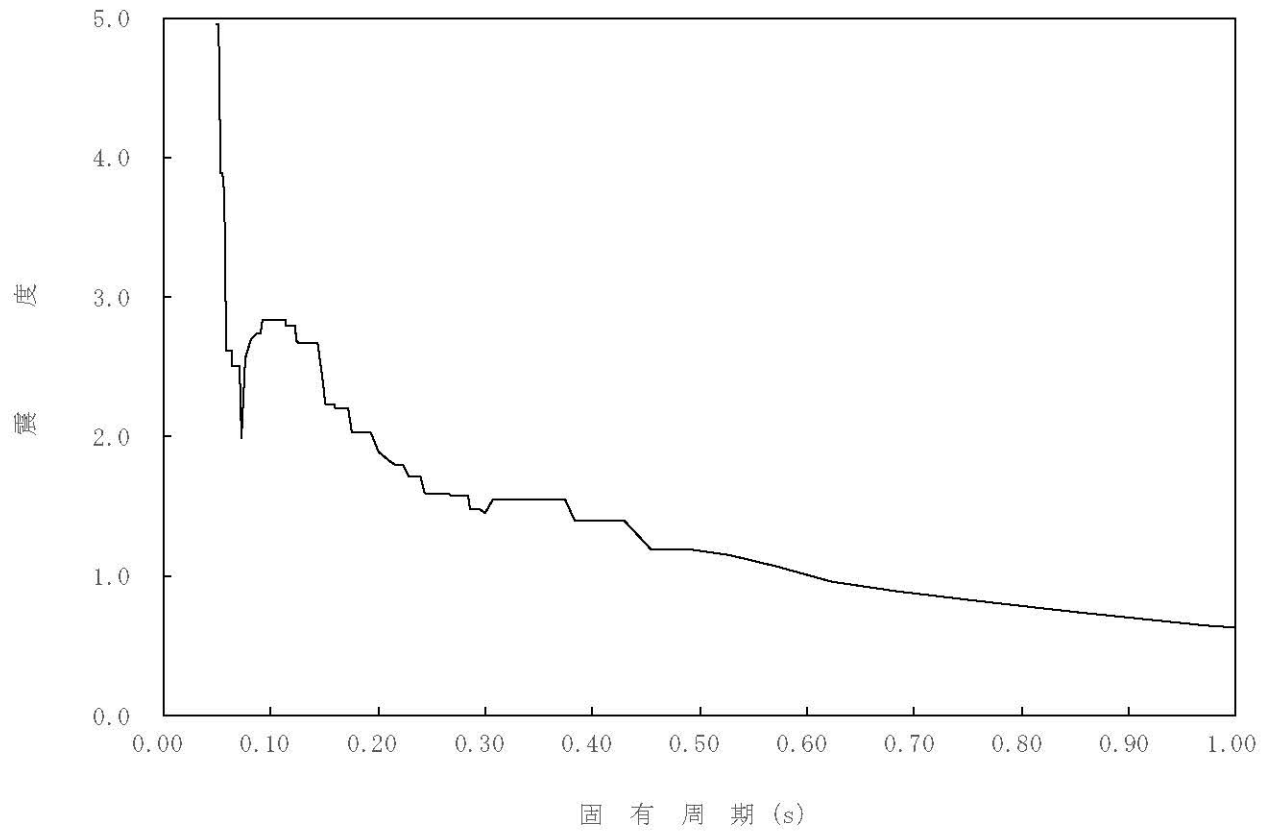
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-395

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV24-020】

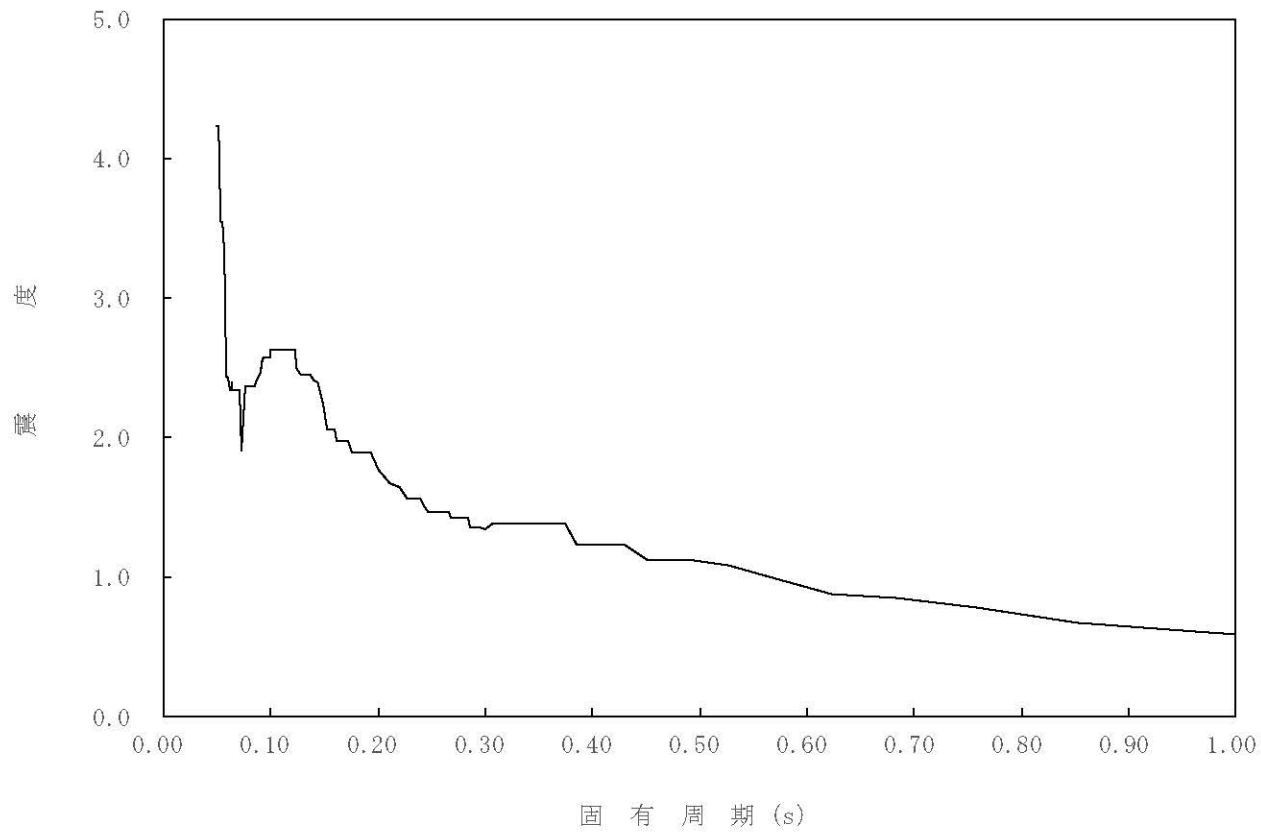
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-396

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-RPV24-025】

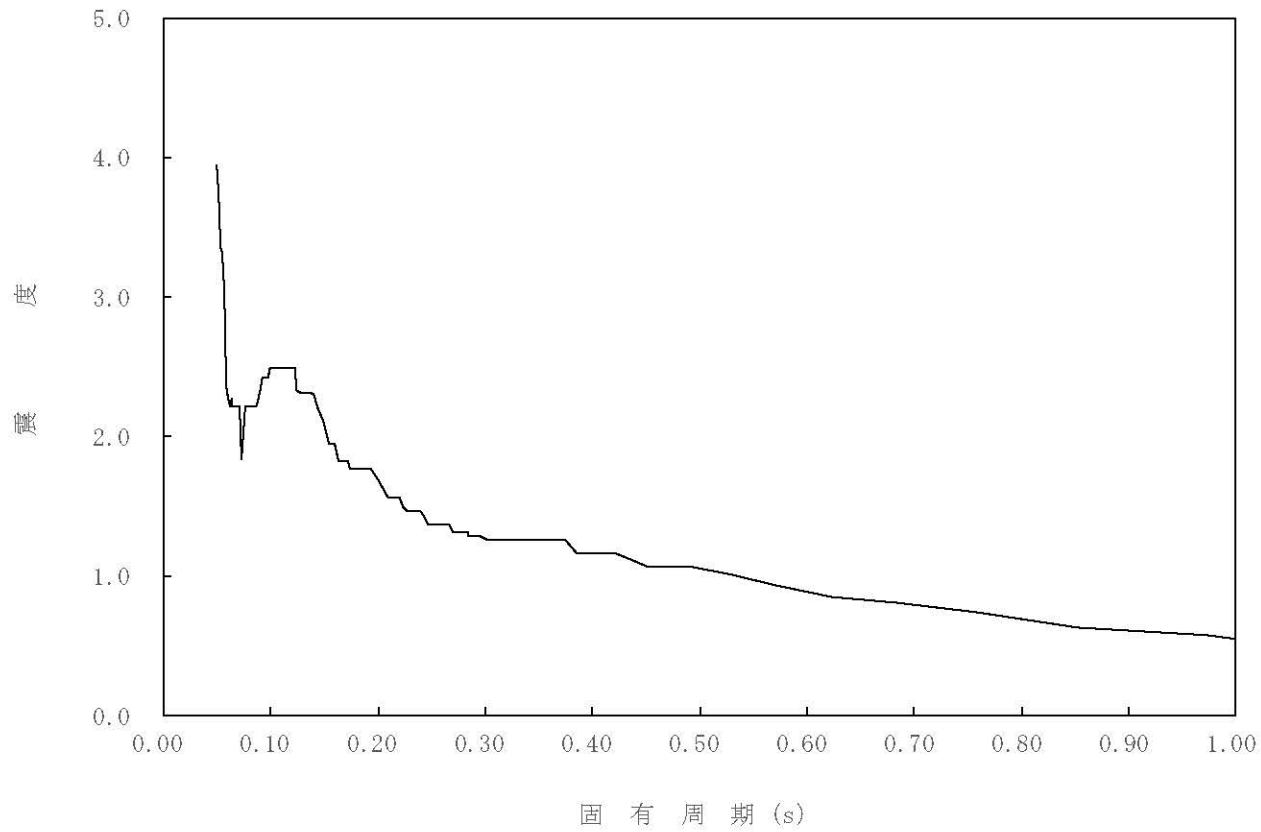
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-397

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV24-030】

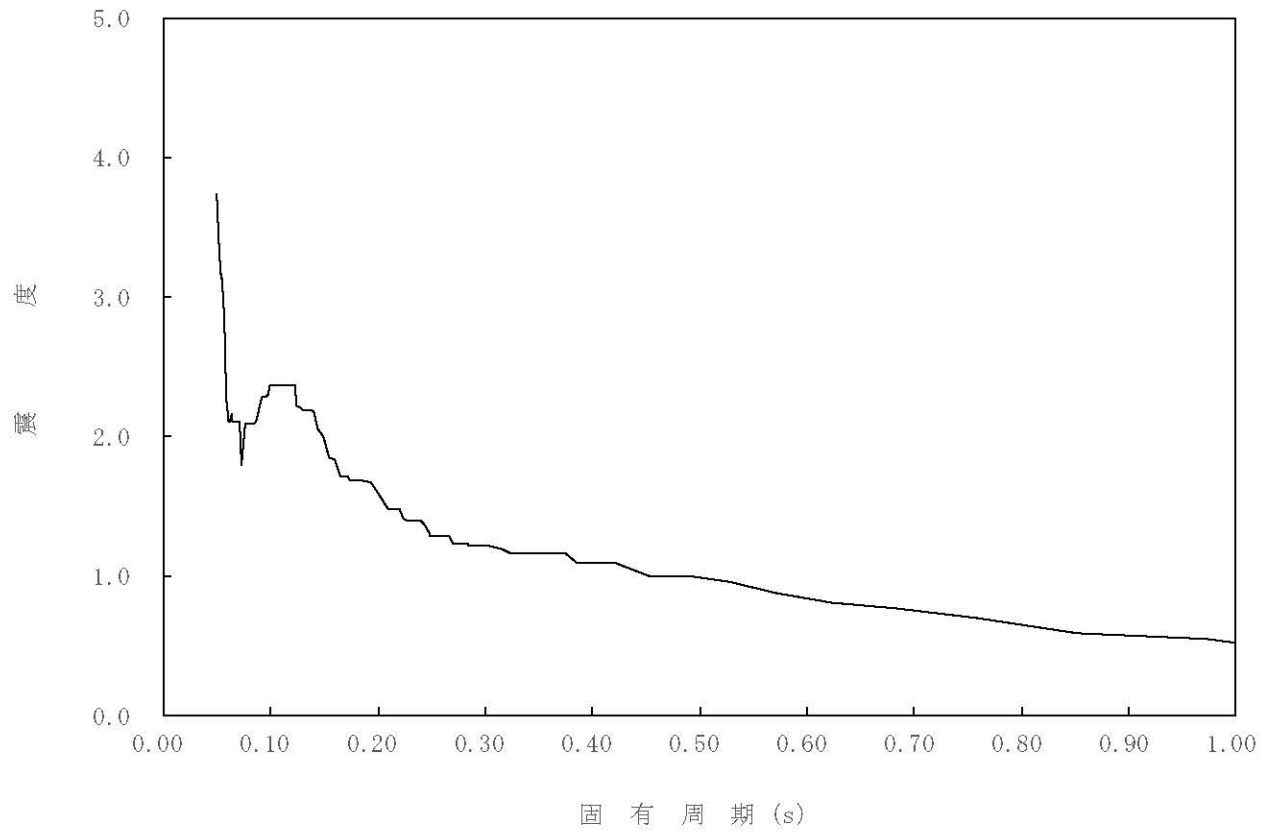
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-398

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-RPV24-050】

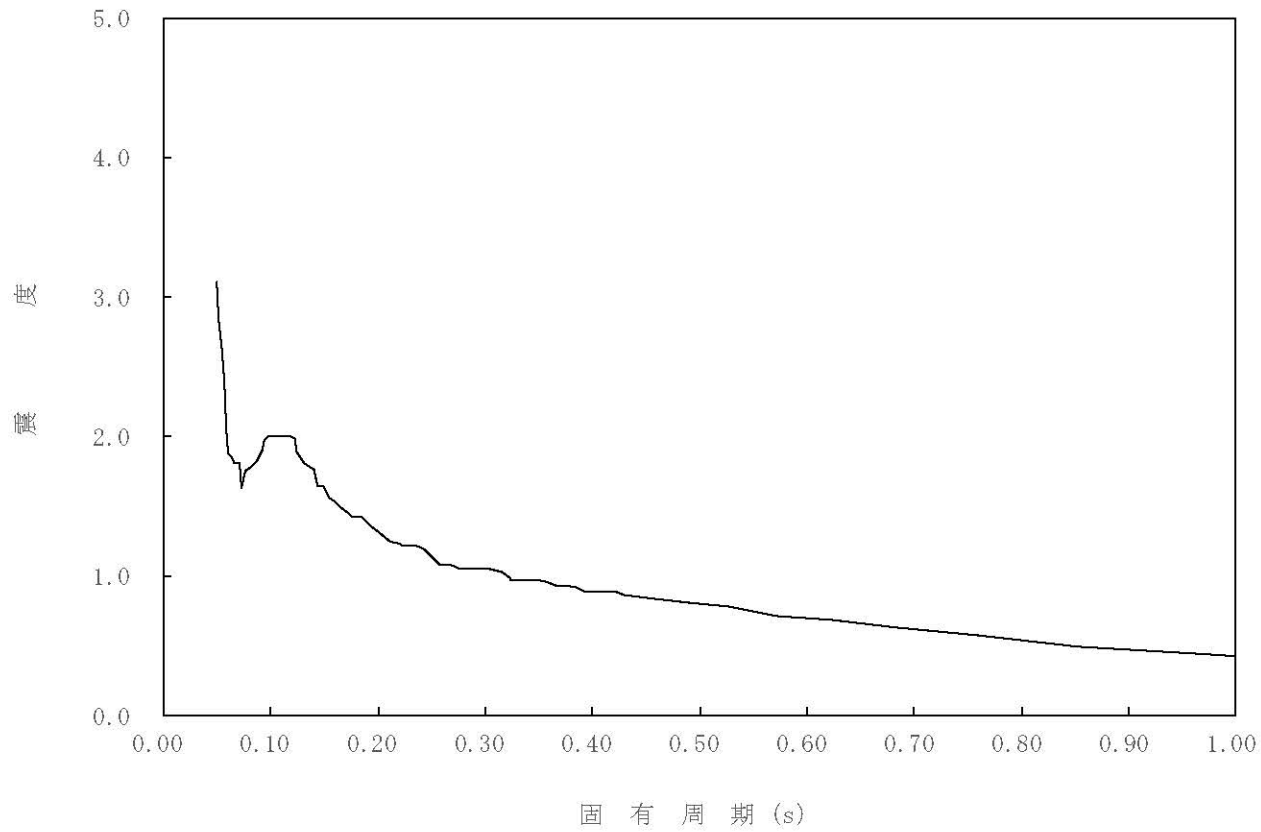
構造物名：原子炉压力容器

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-399

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED18-005】

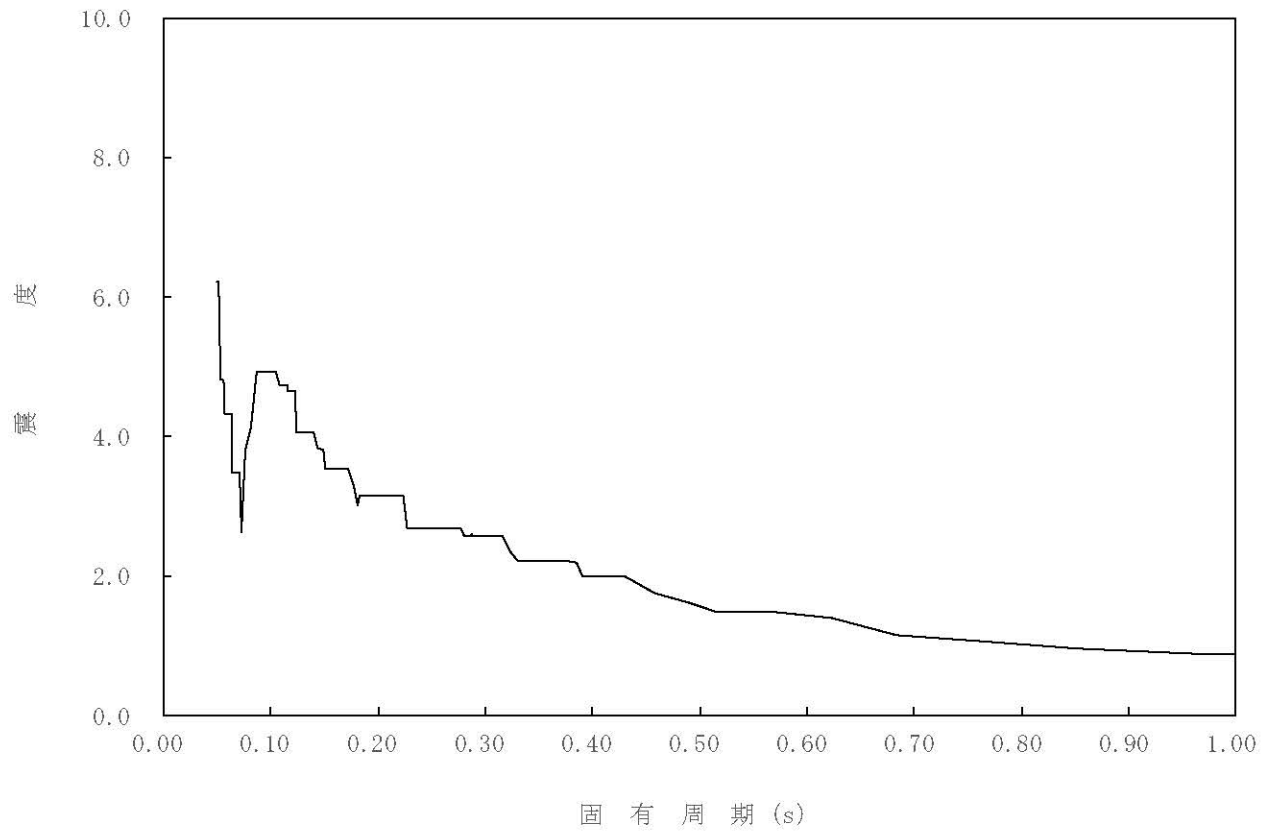
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-400

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED18-010】

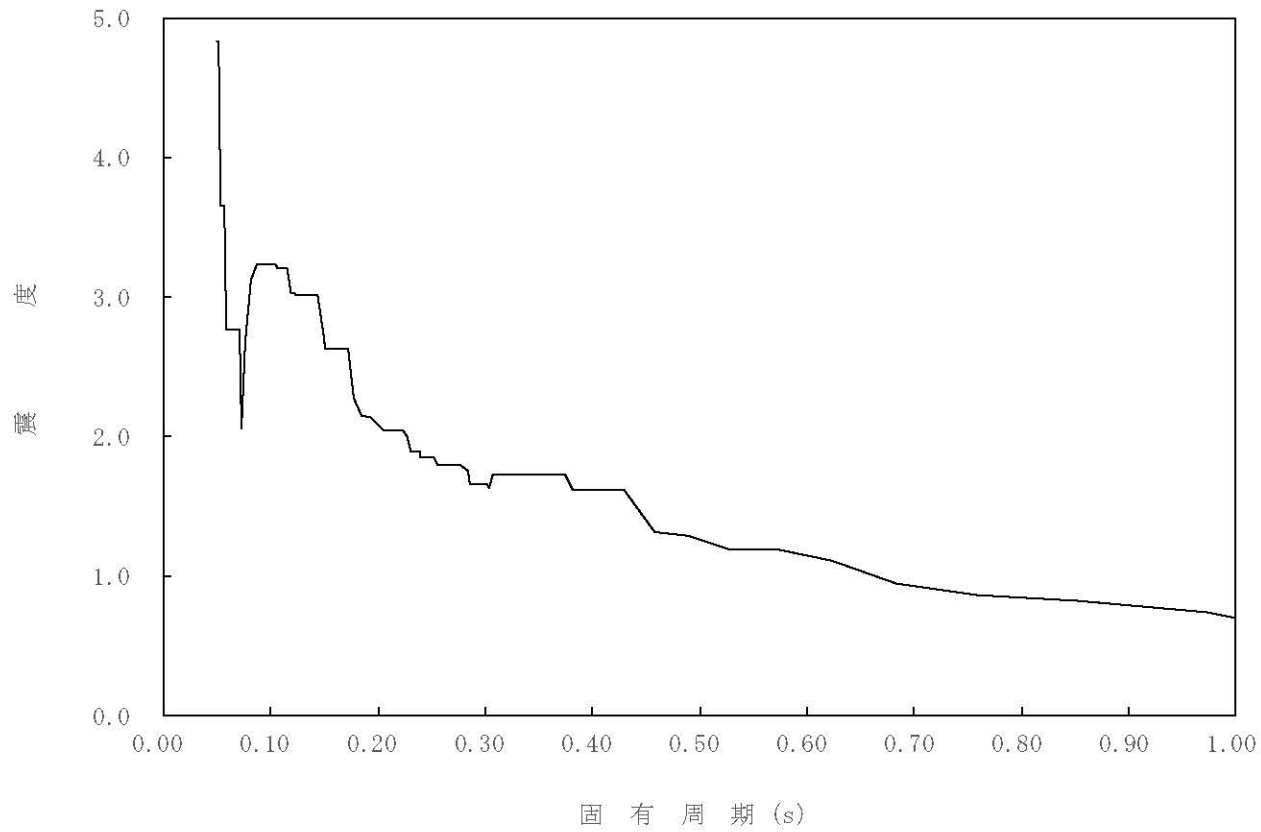
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-401

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED18-015】

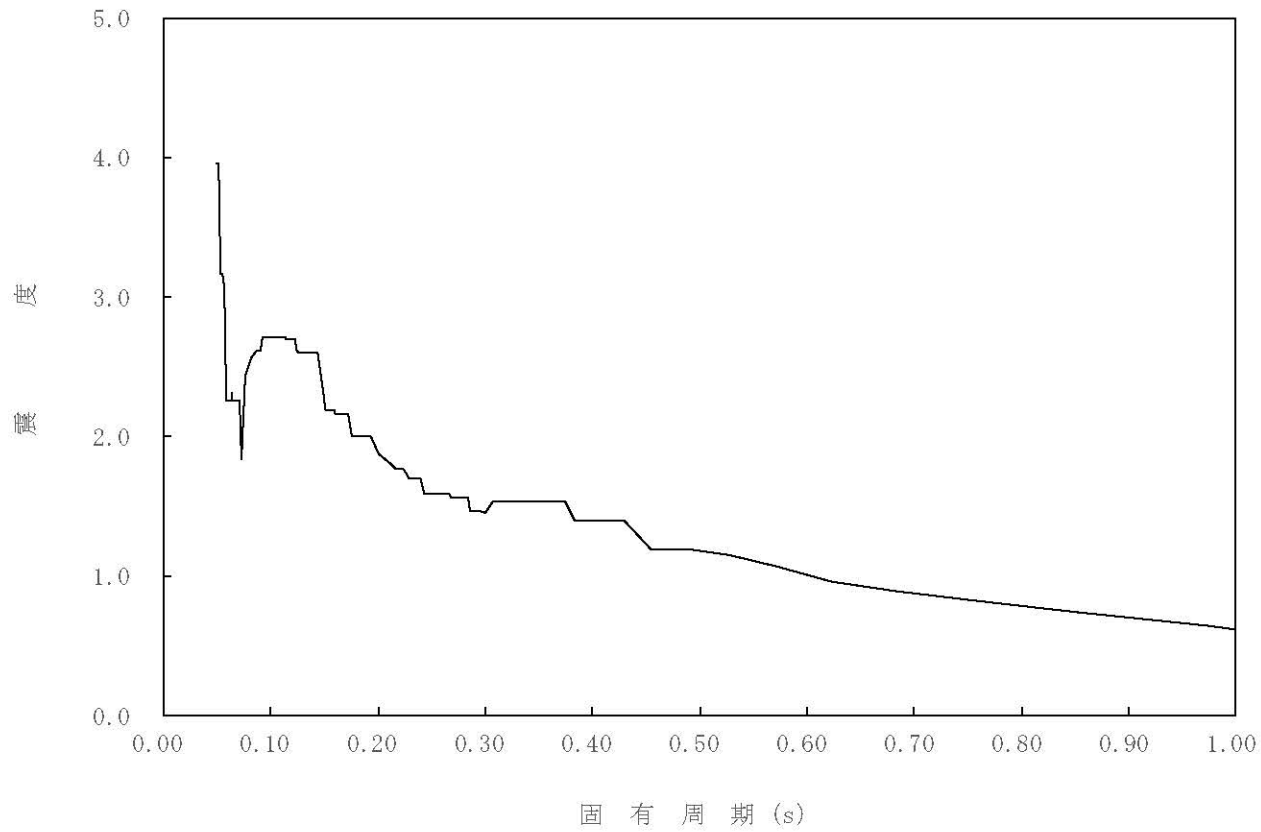
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-402

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED18-020】

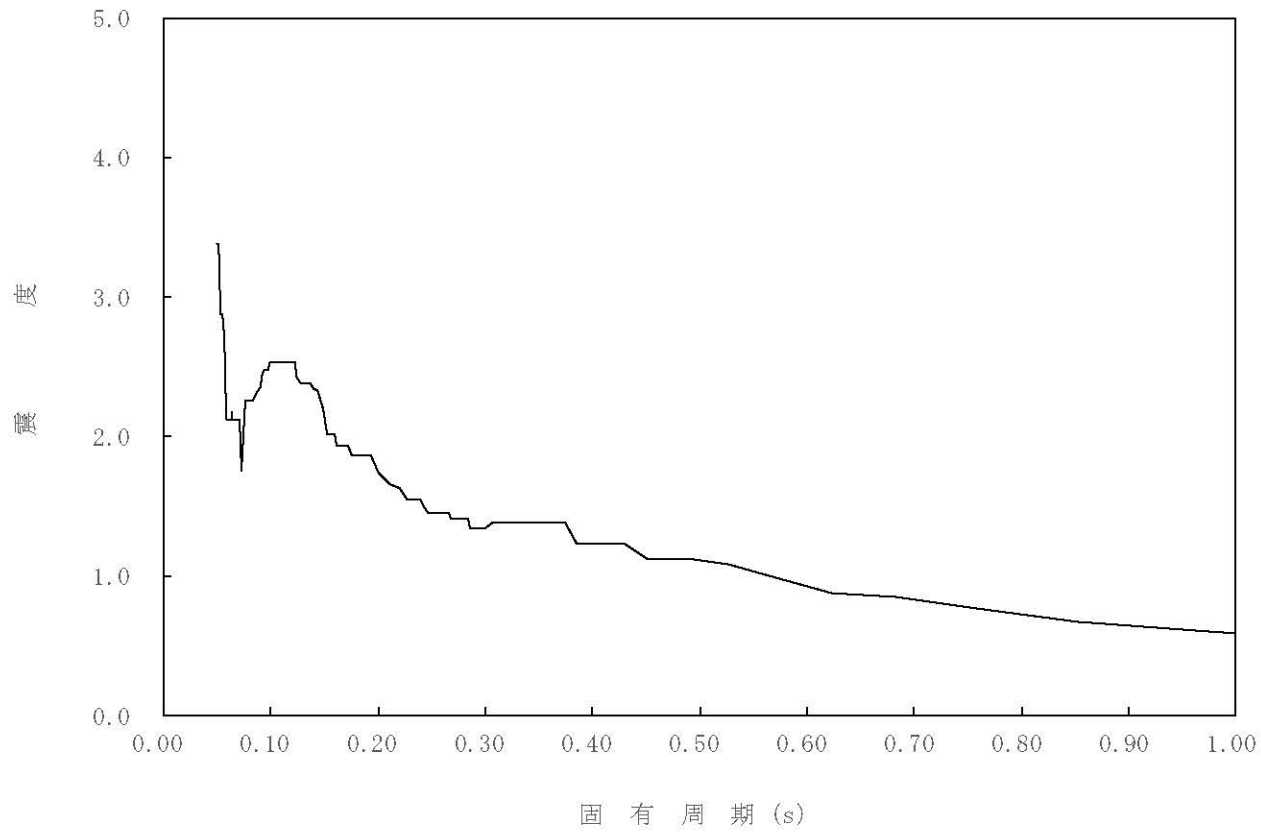
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-403

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED18-025】

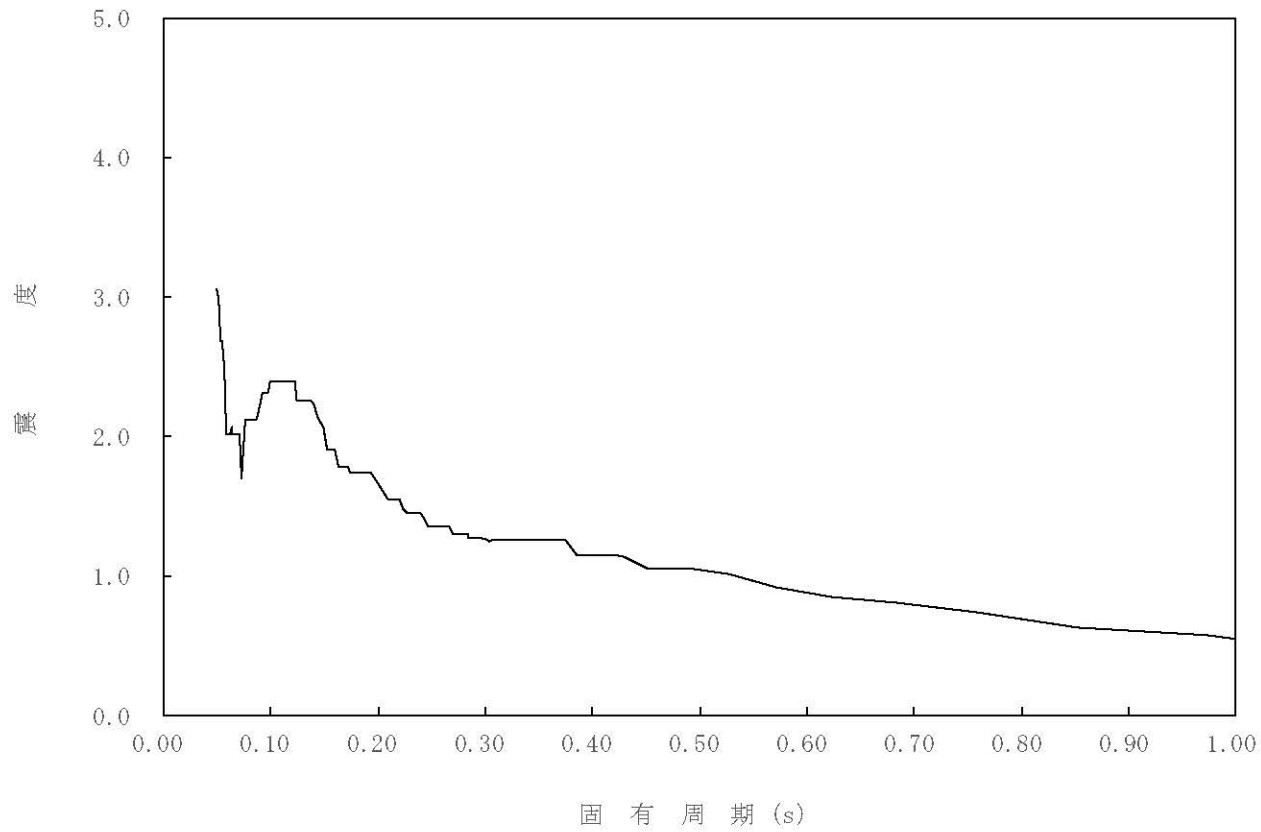
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-404

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PED18-030】

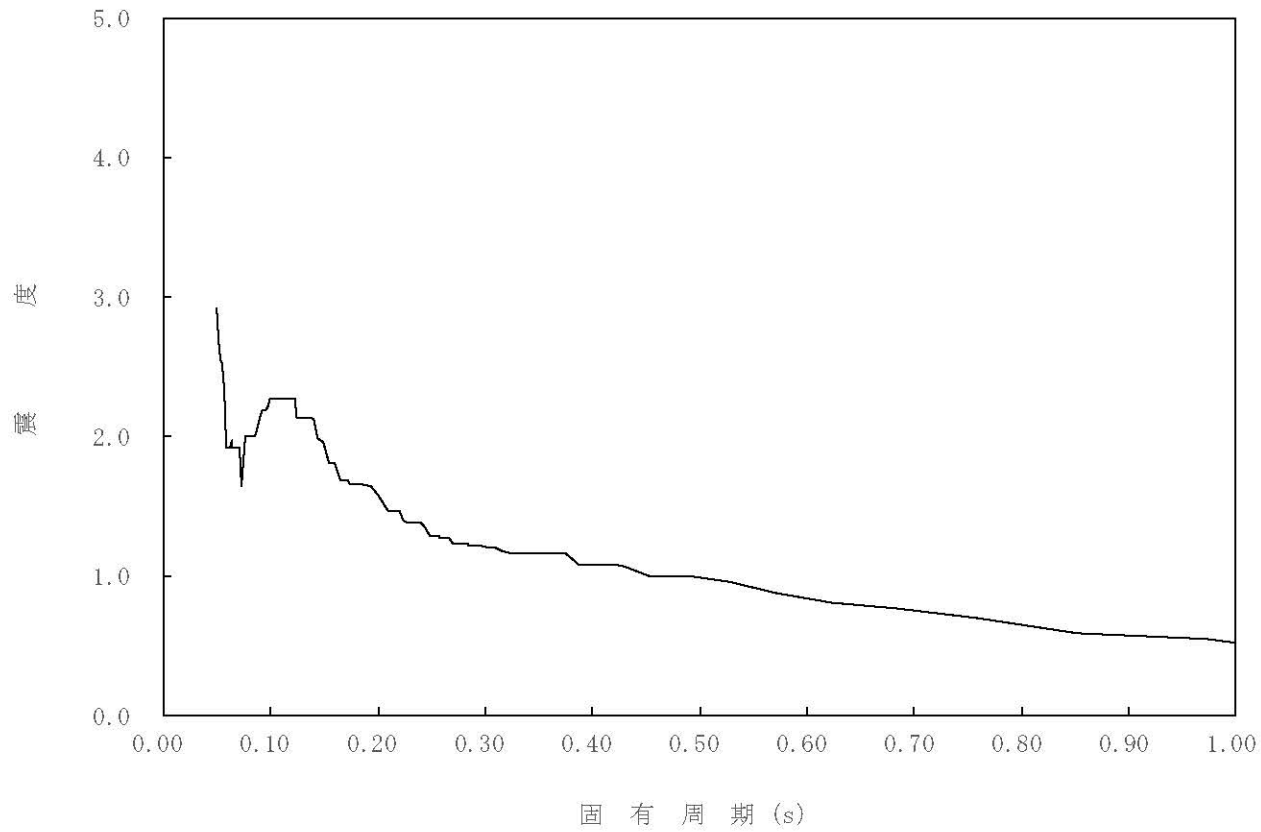
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-405

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED18-050】

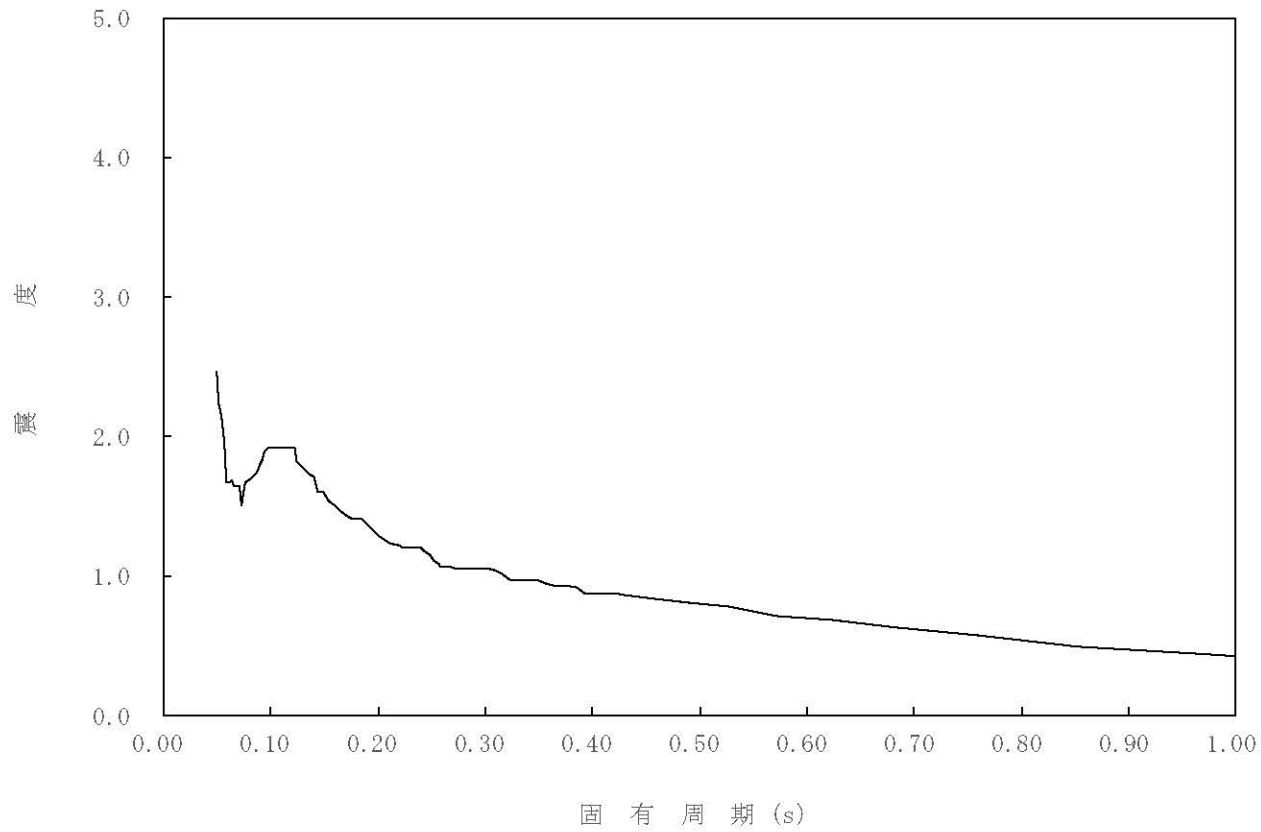
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-406

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED17-005】

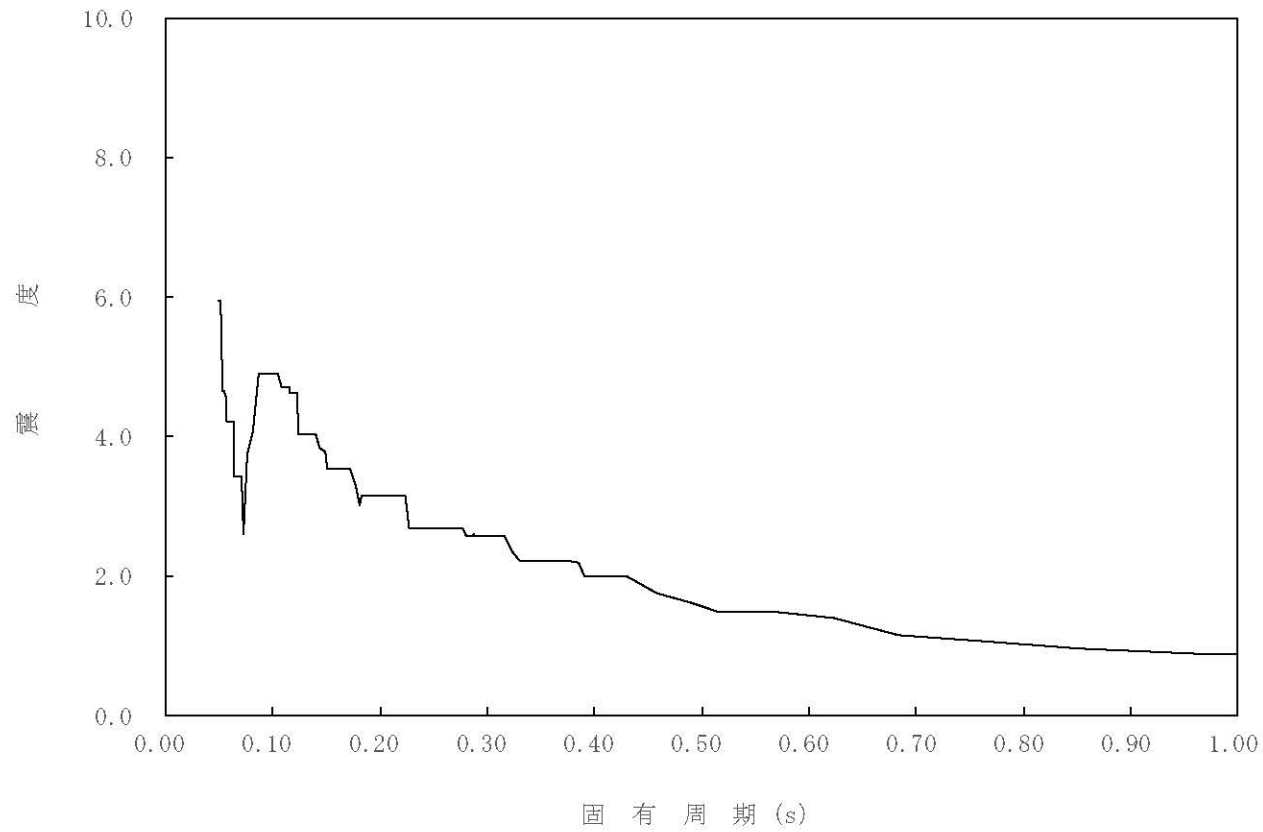
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-407

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED17-010】

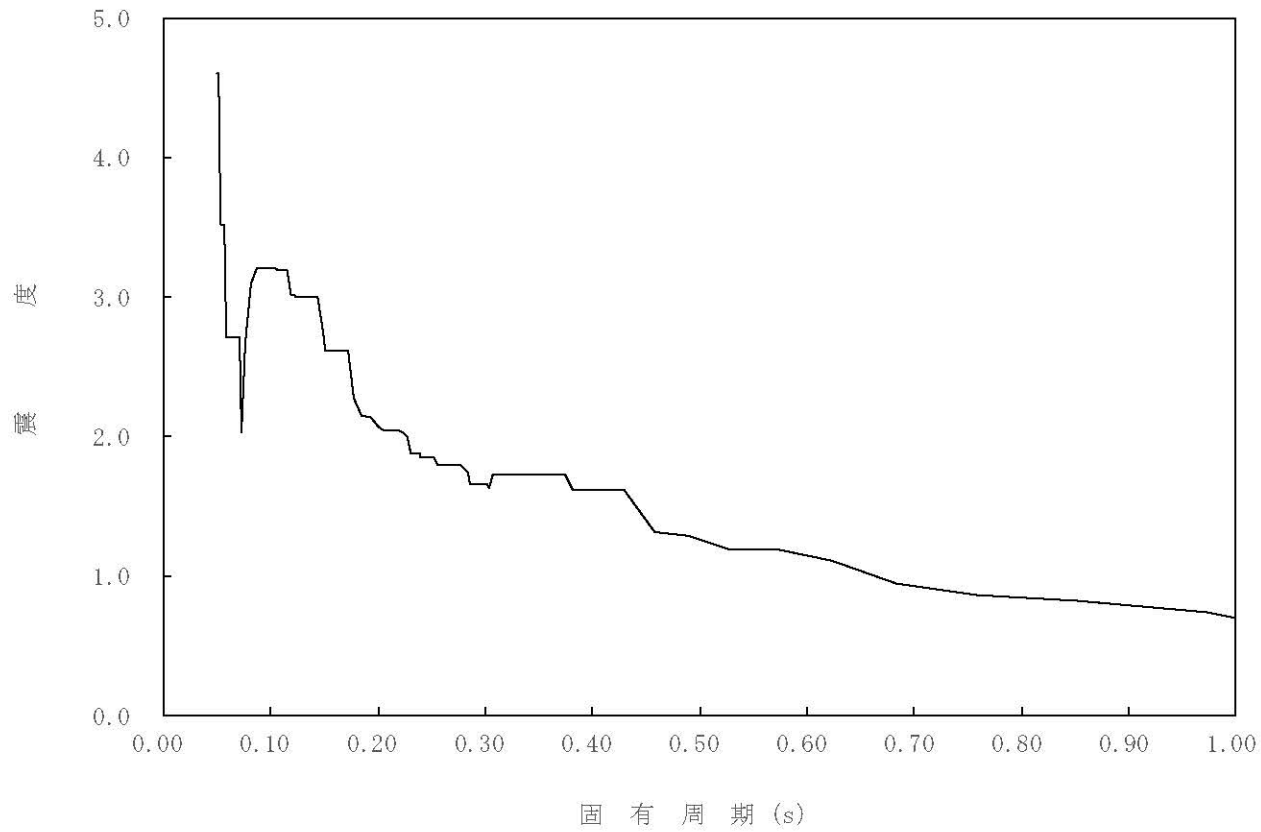
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-408

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED17-015】

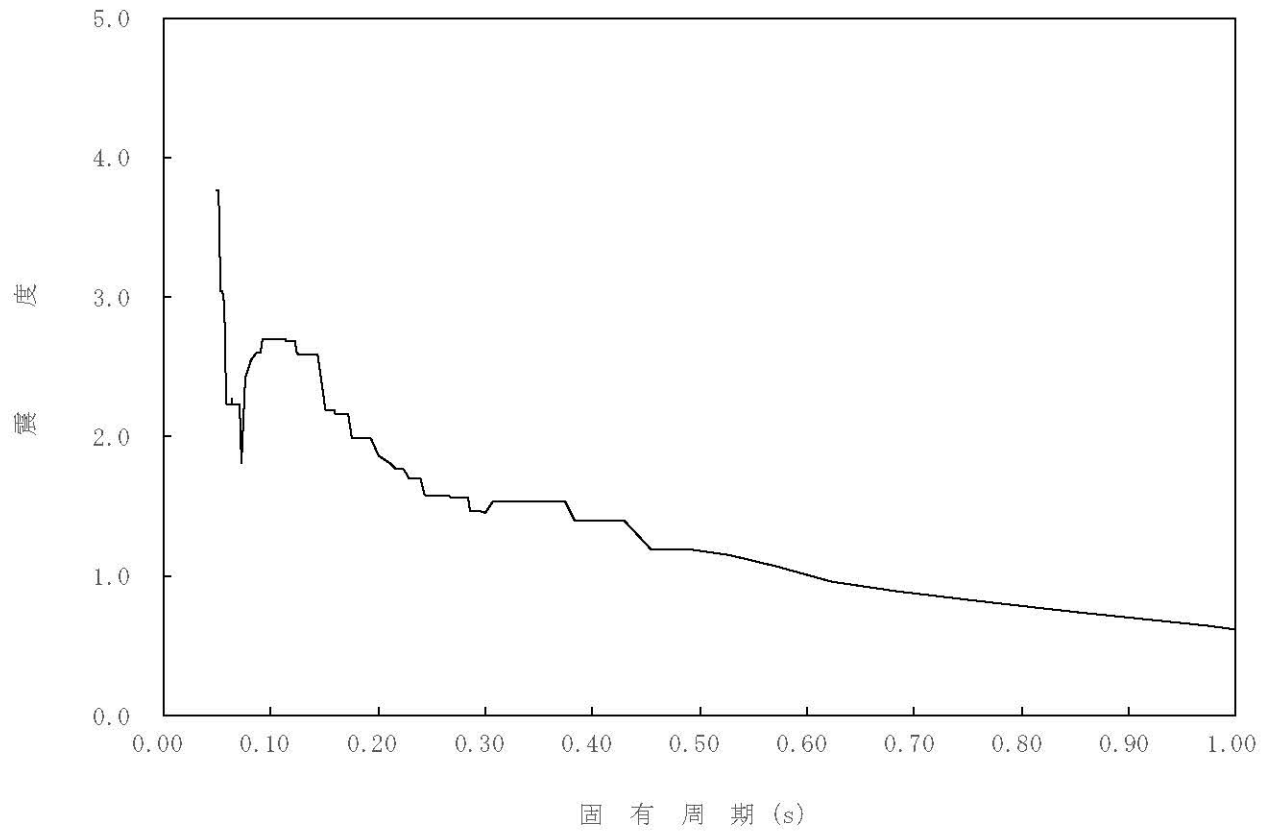
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-409

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED17-020】

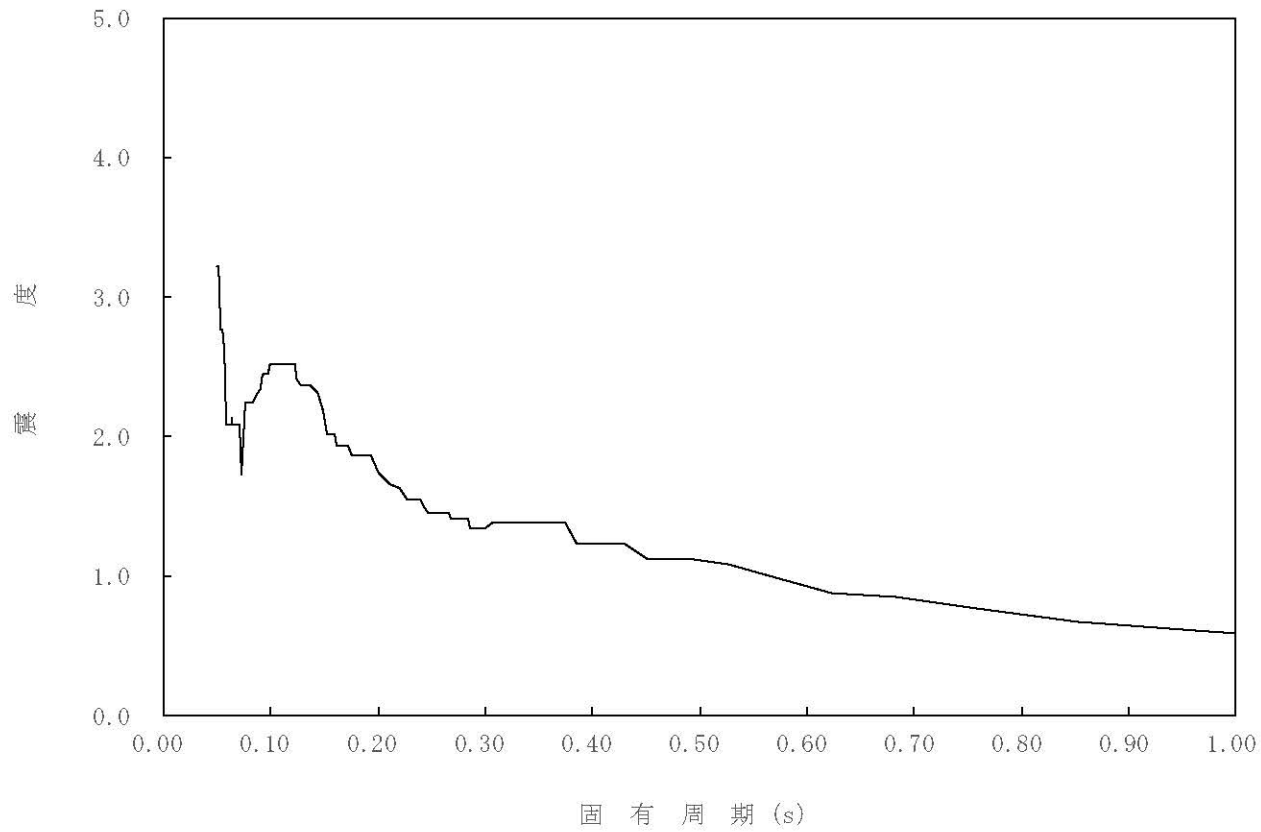
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-410

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED17-025】

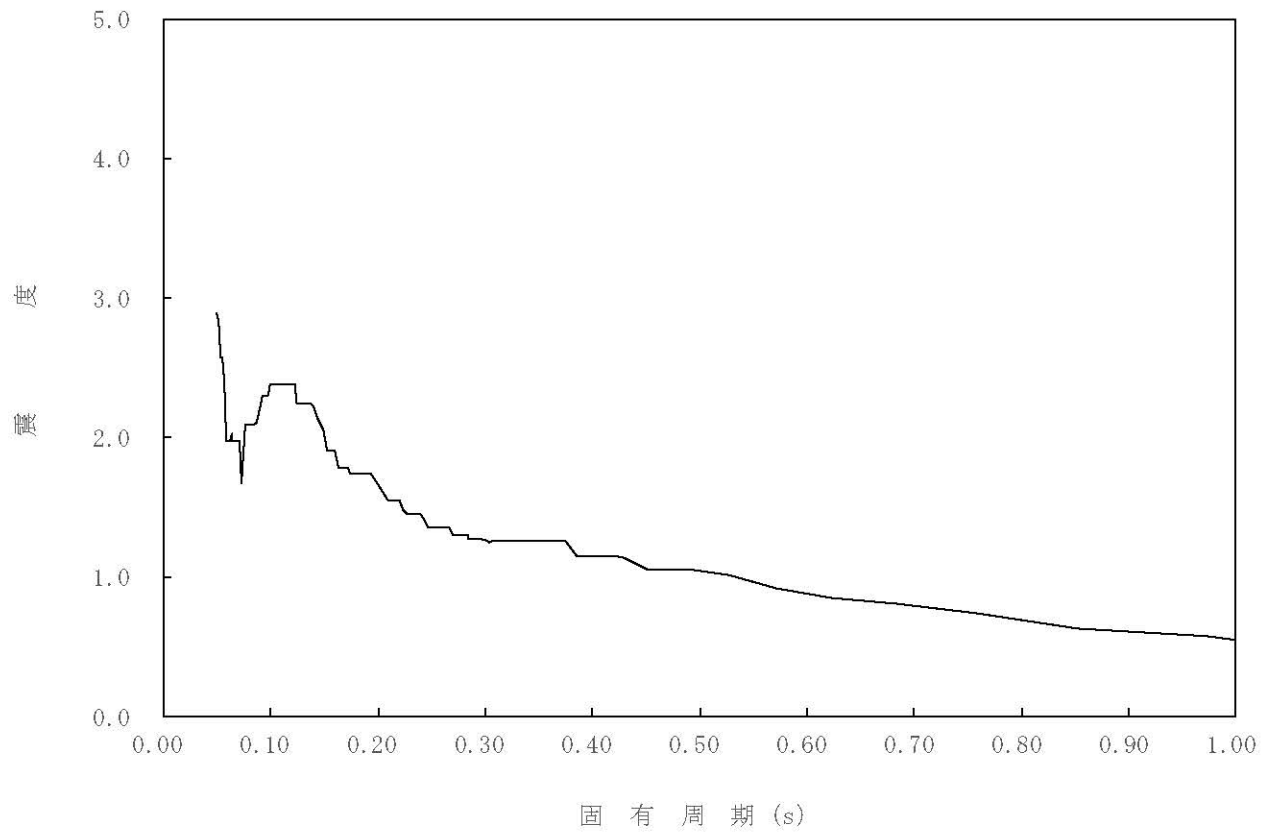
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-111

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED17-030】

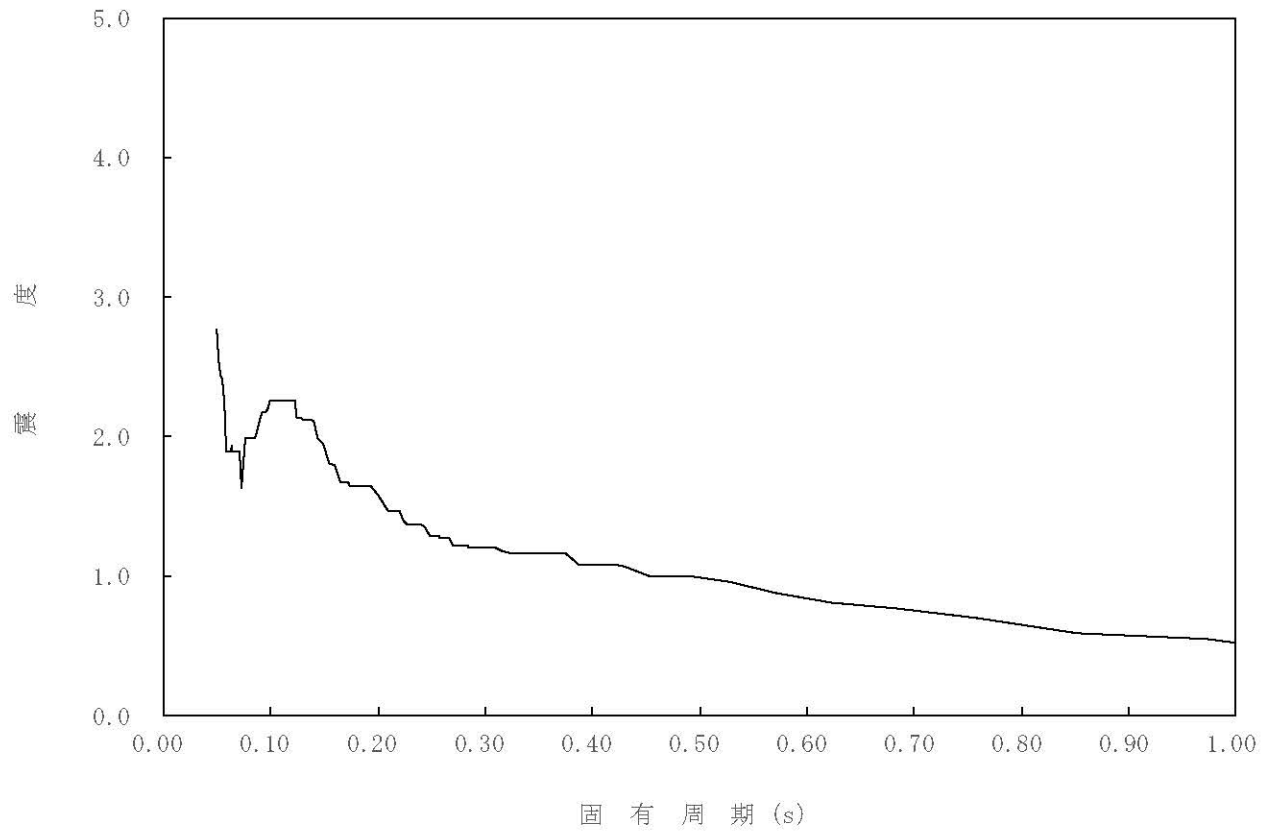
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-412

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PED17-050】

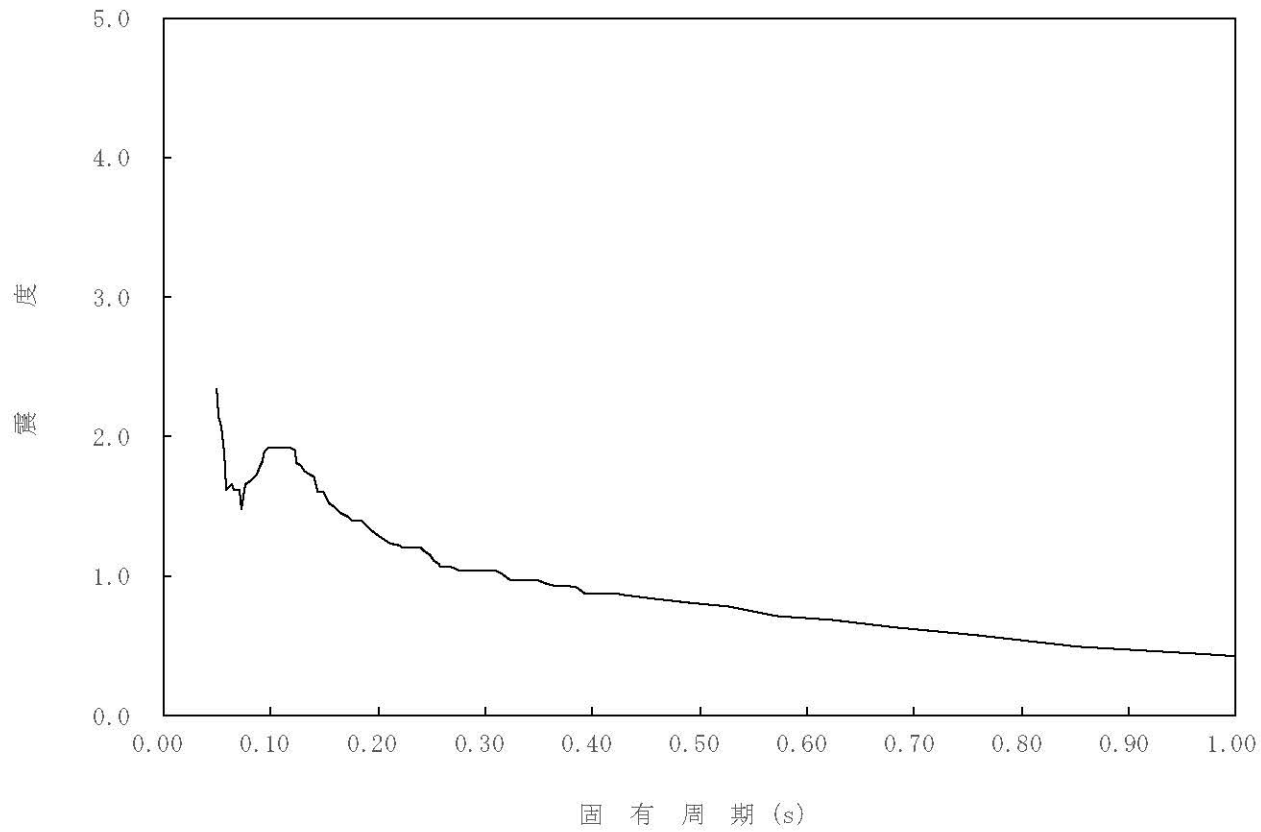
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-413

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-005】

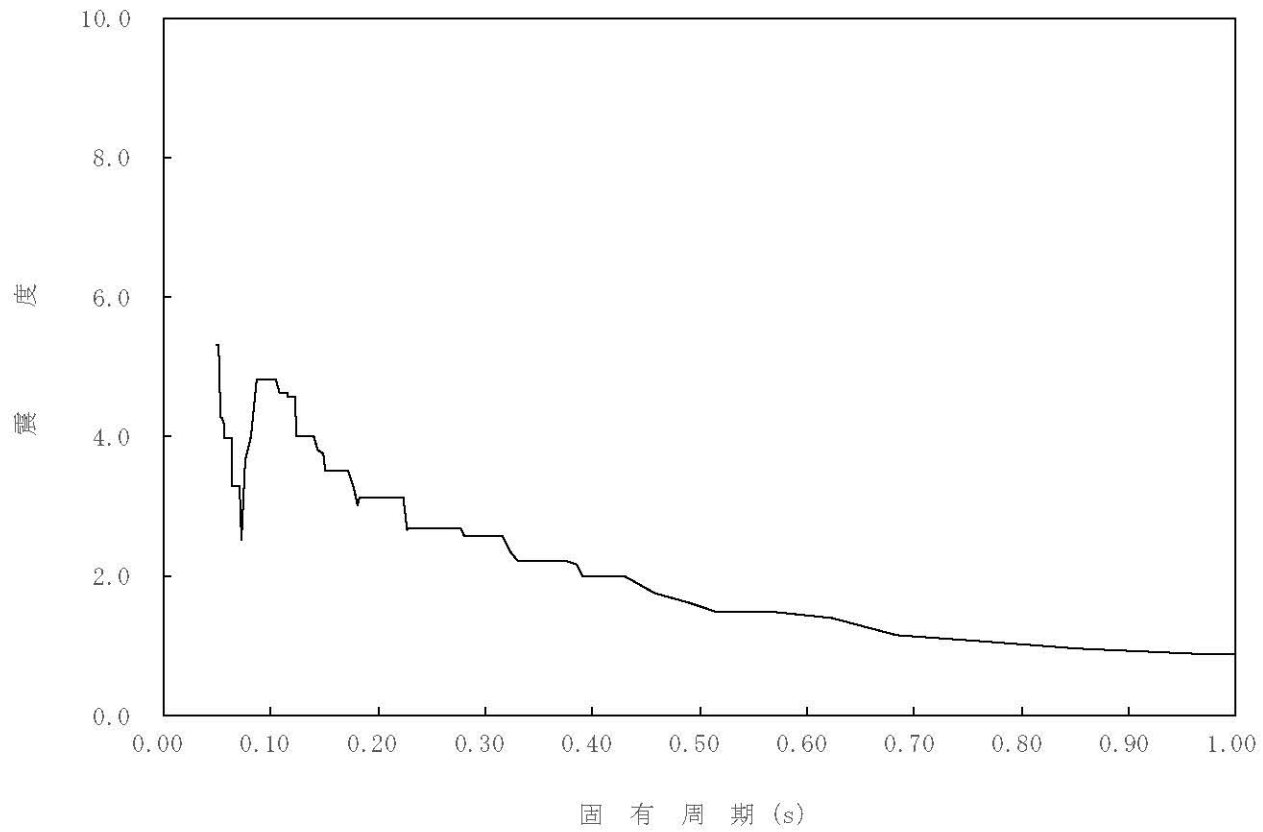
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-414

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-010】

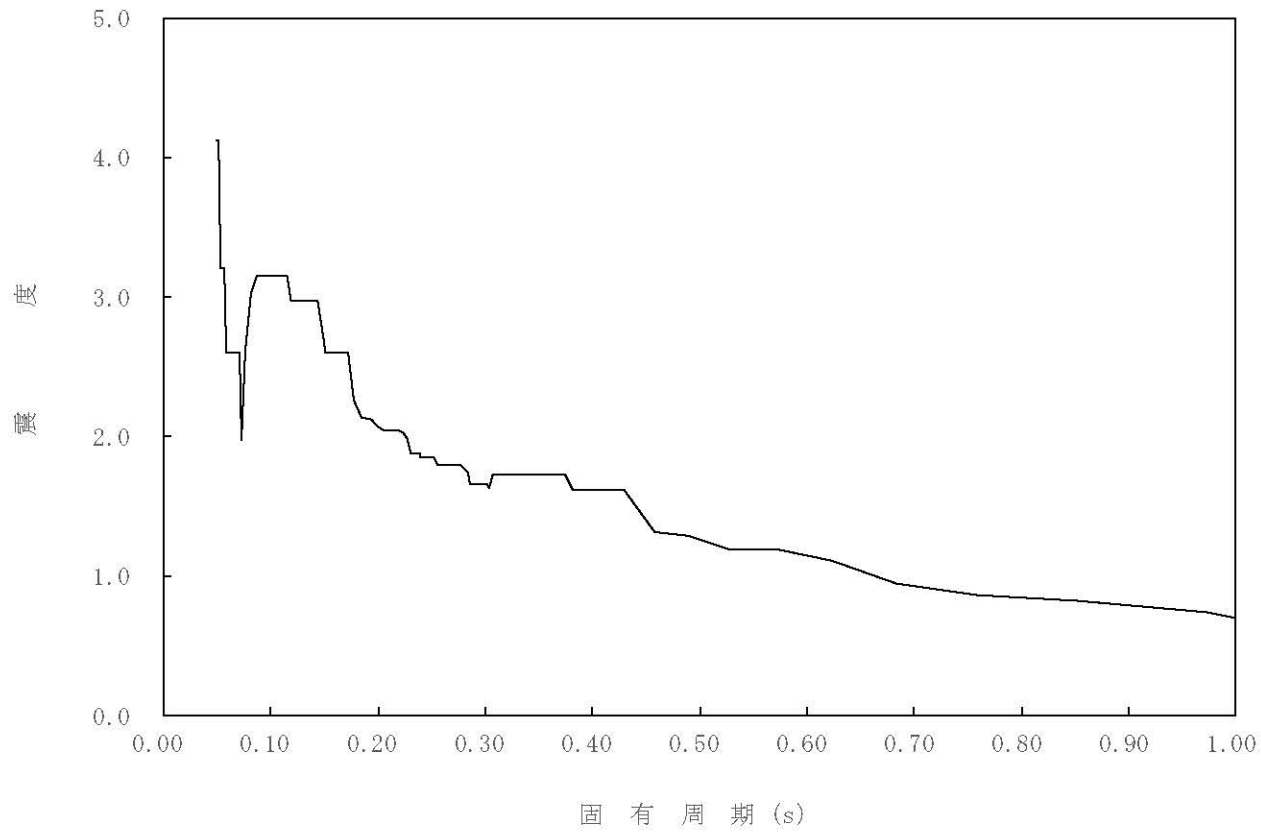
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-415

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-015】

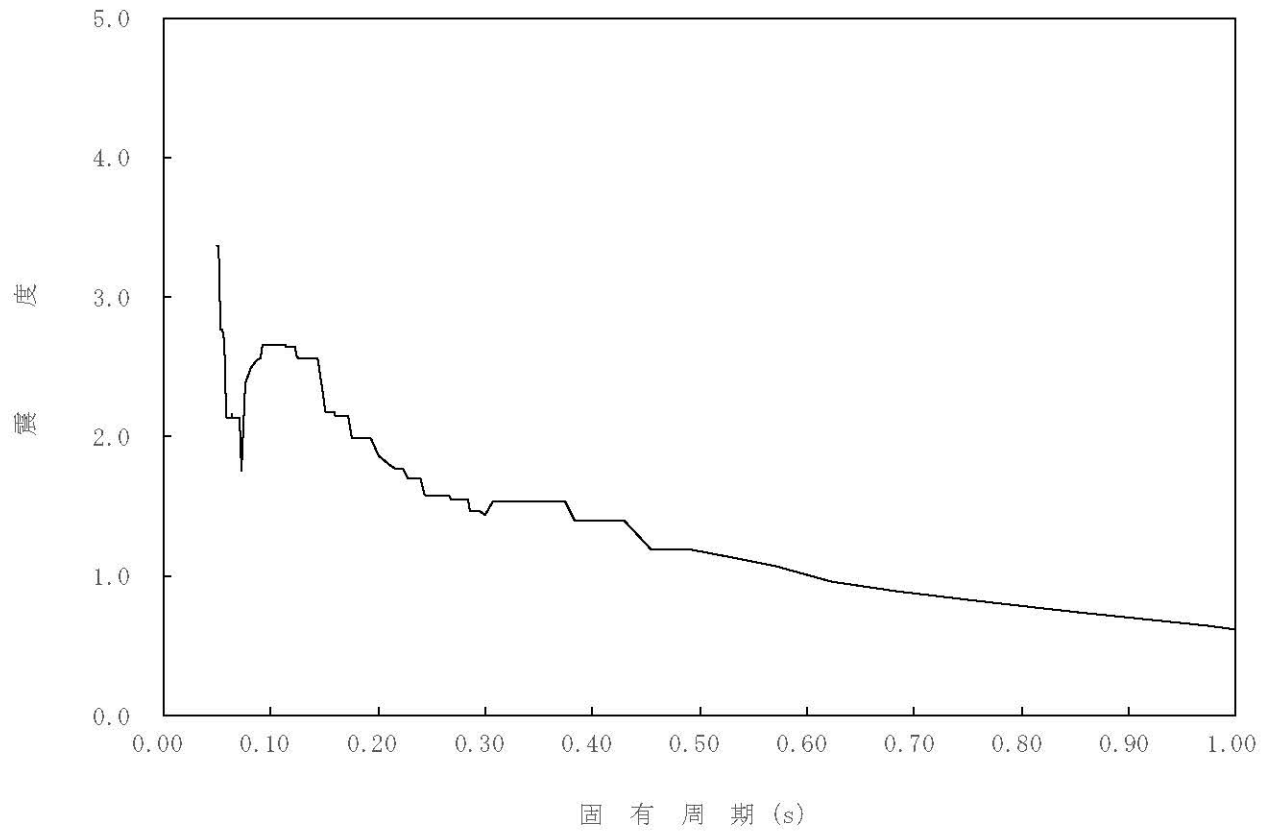
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-416

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-020】

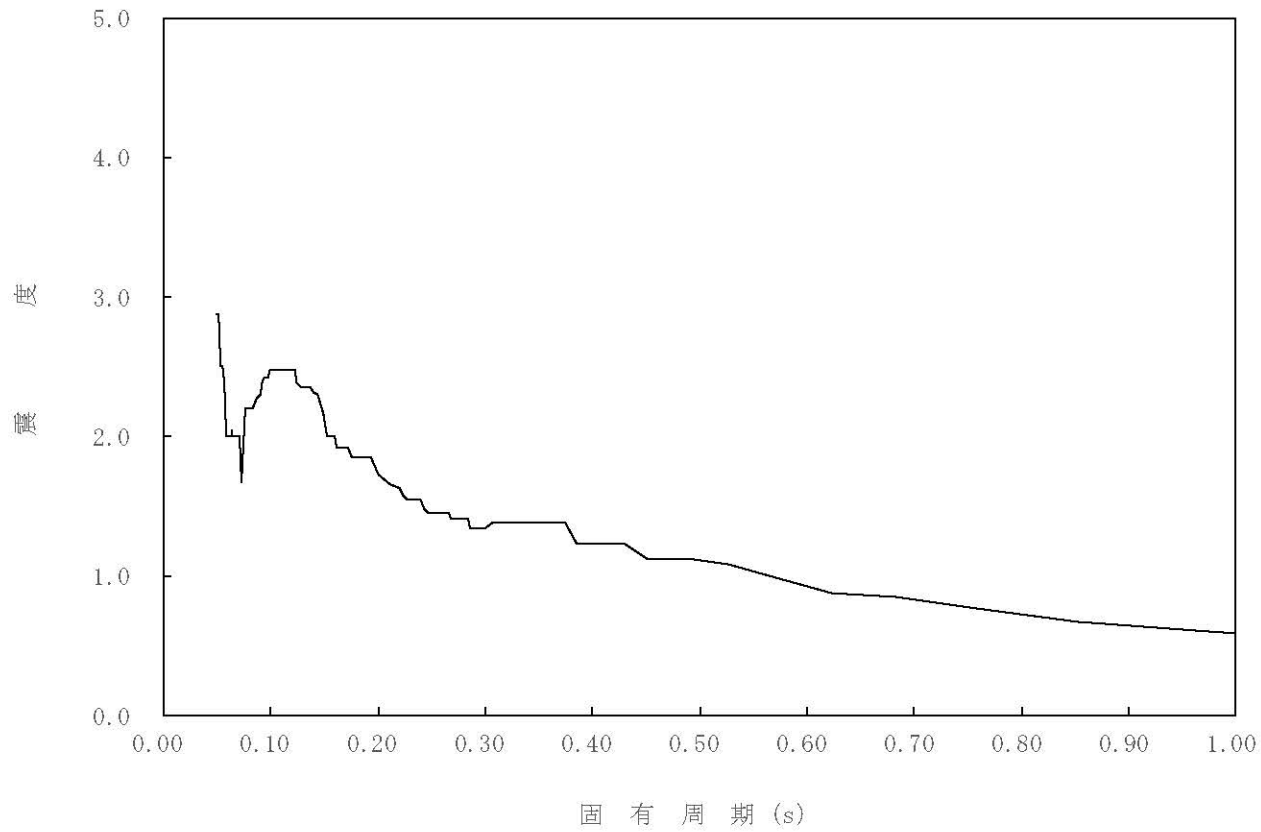
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-417

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-025】

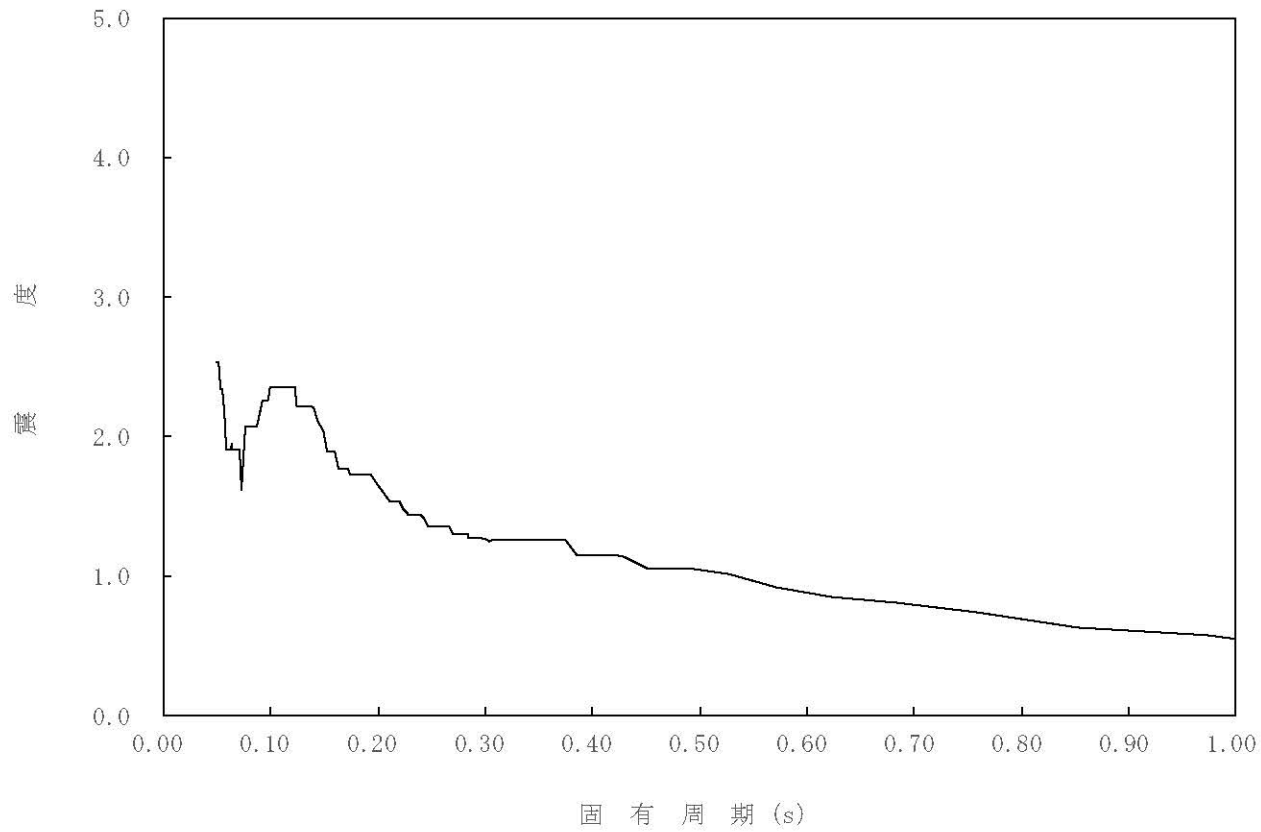
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-418

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-030】

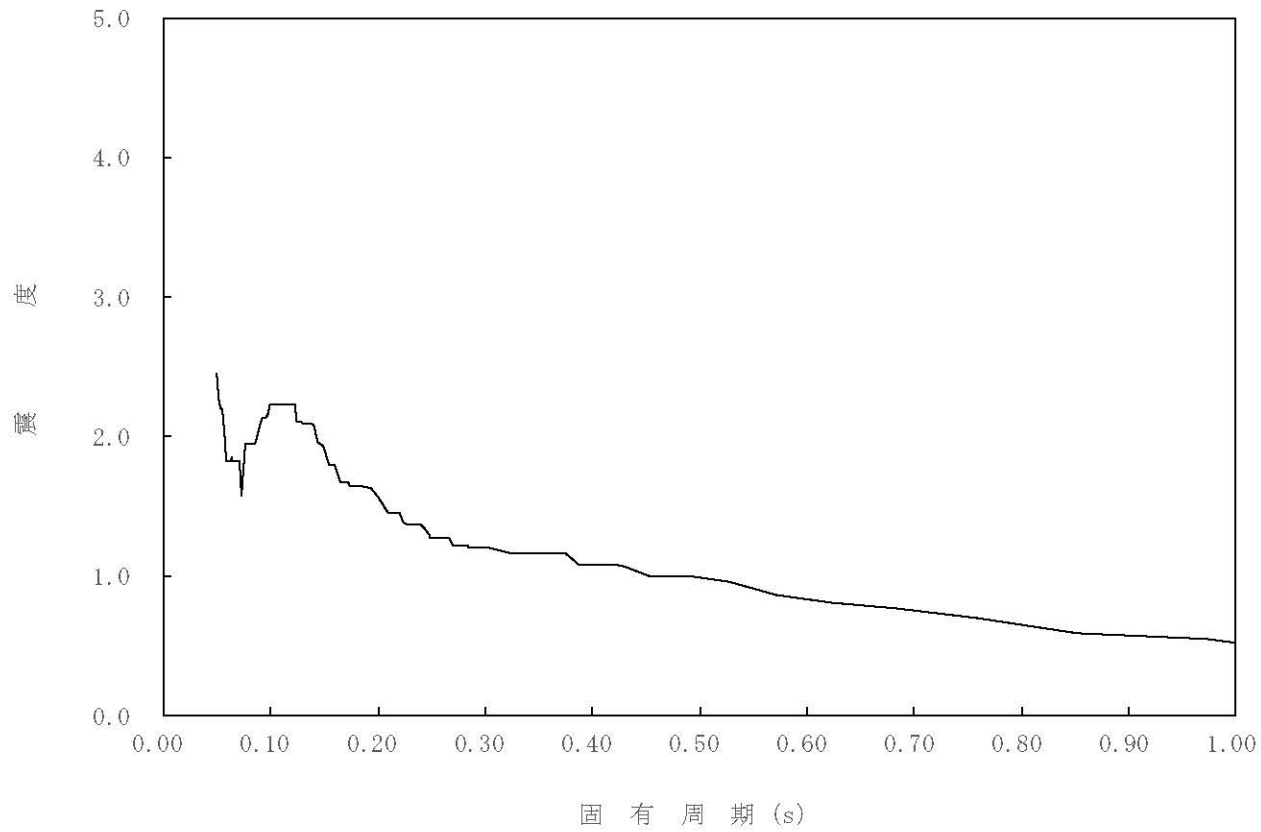
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-419

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED16-050】

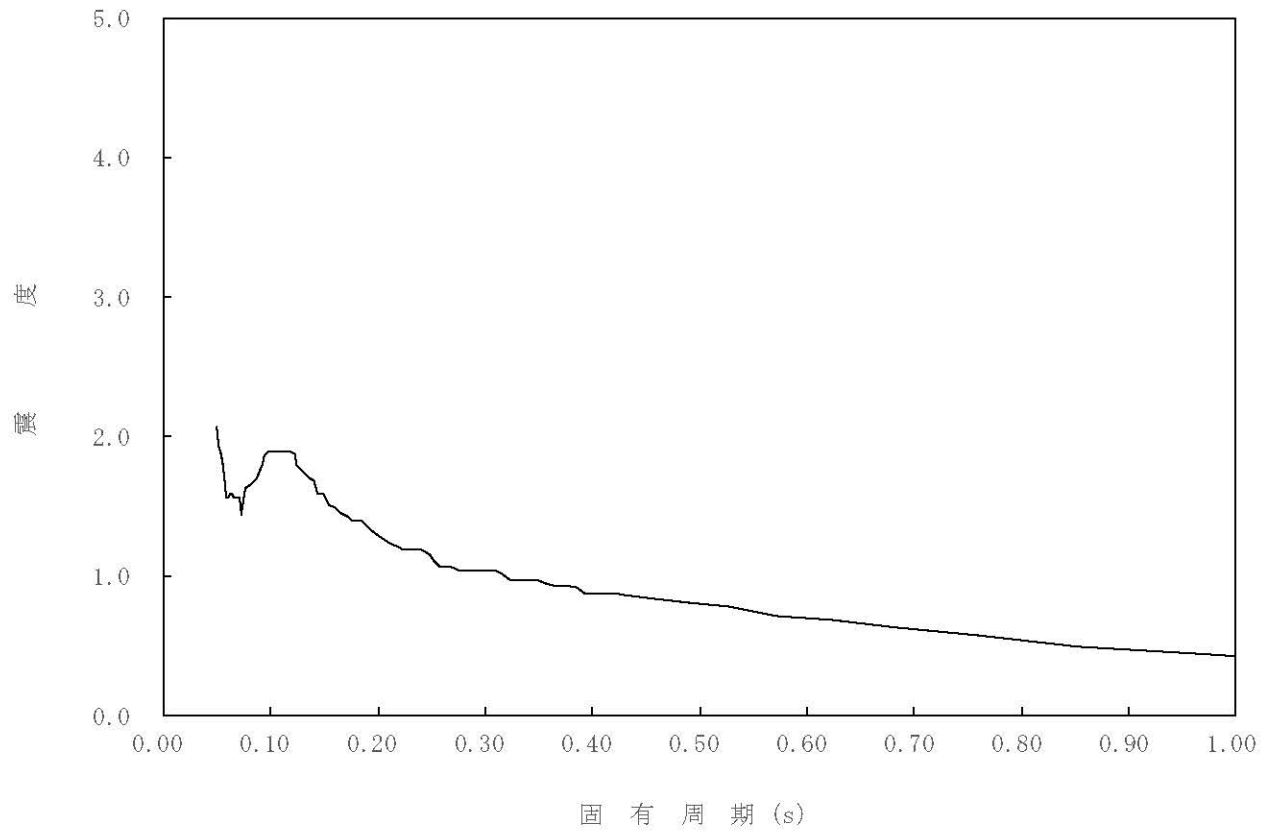
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-420

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PED15-005】

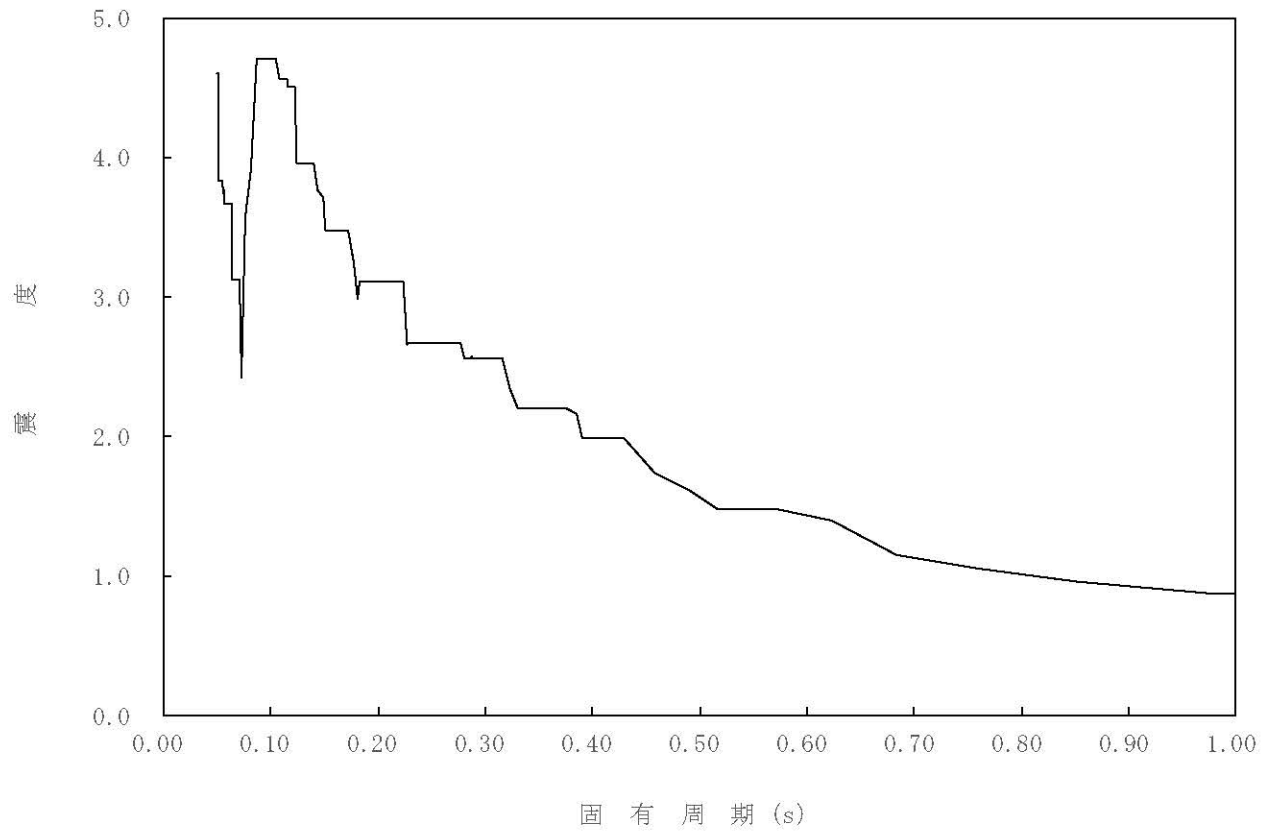
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-421

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED15-010】

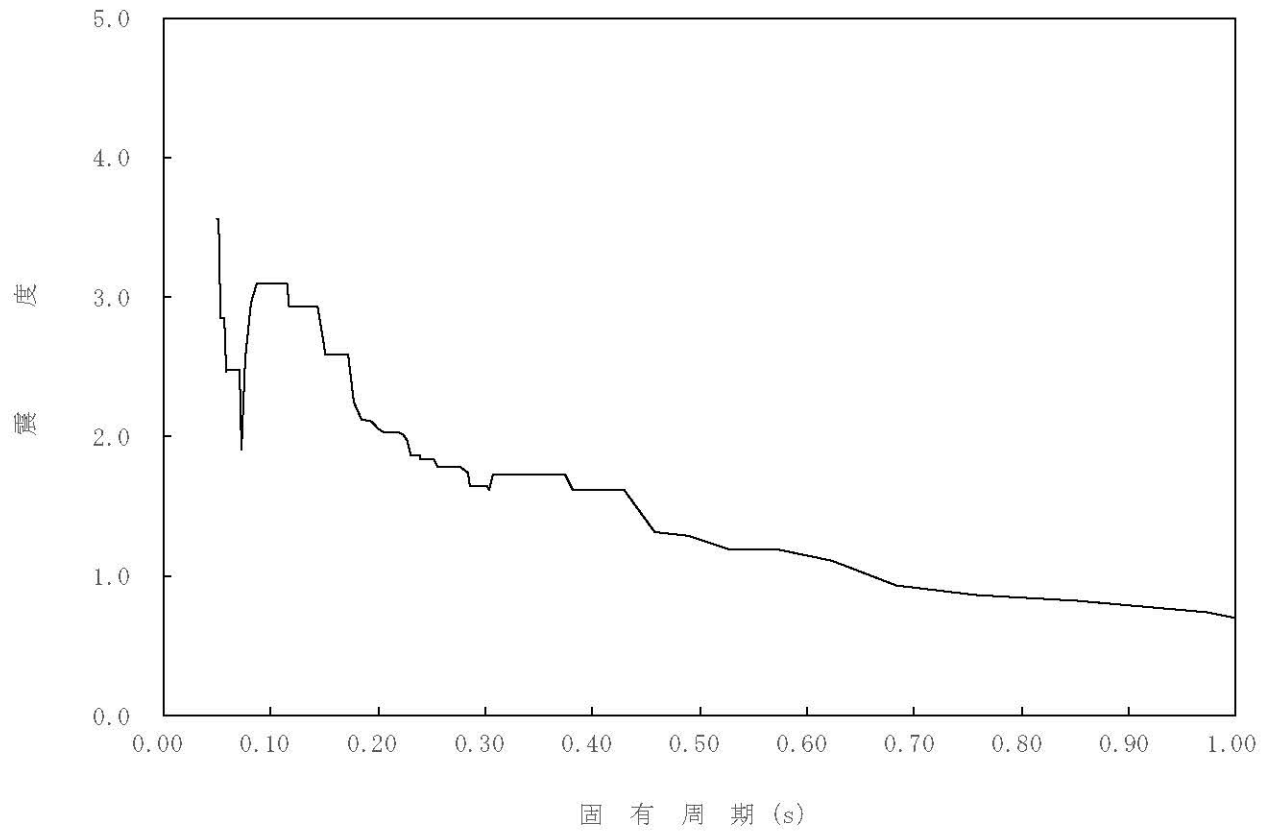
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-422

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED15-015】

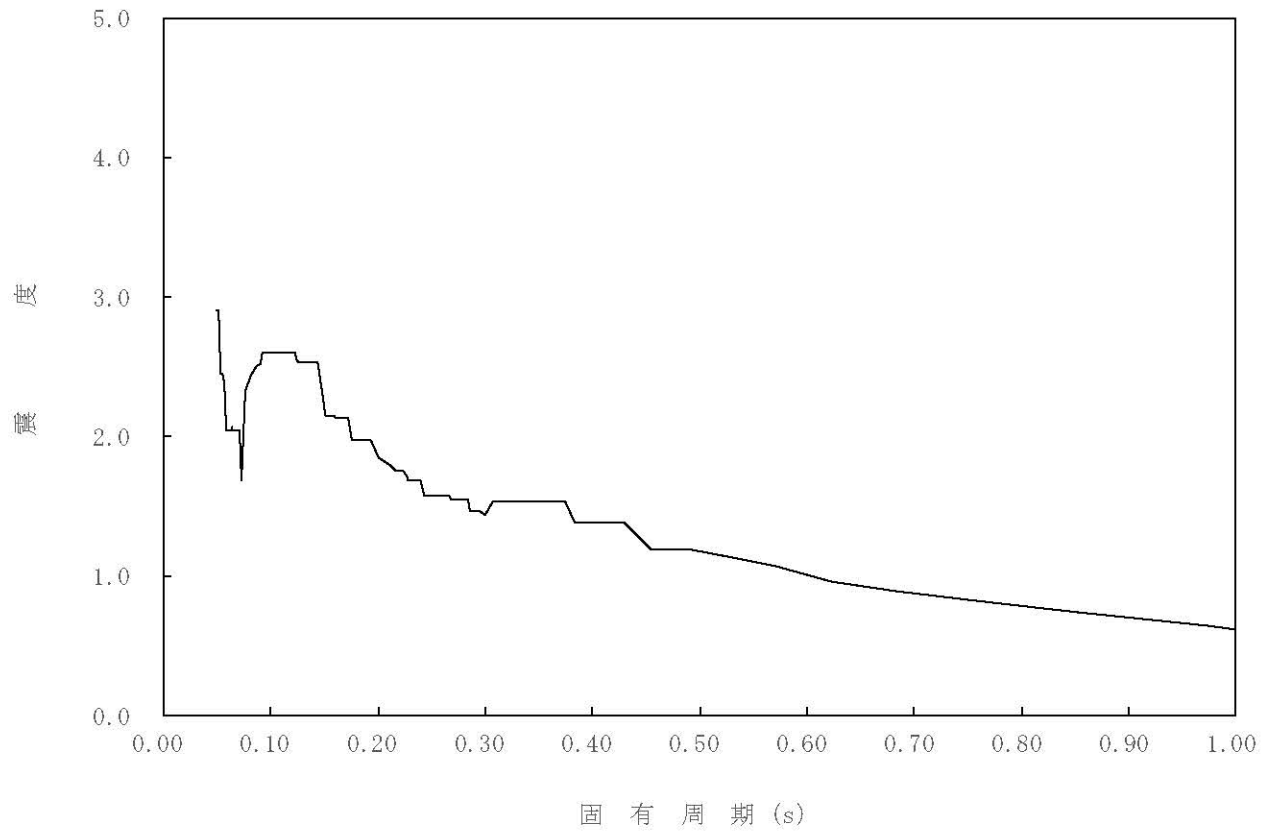
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-423

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED15-020】

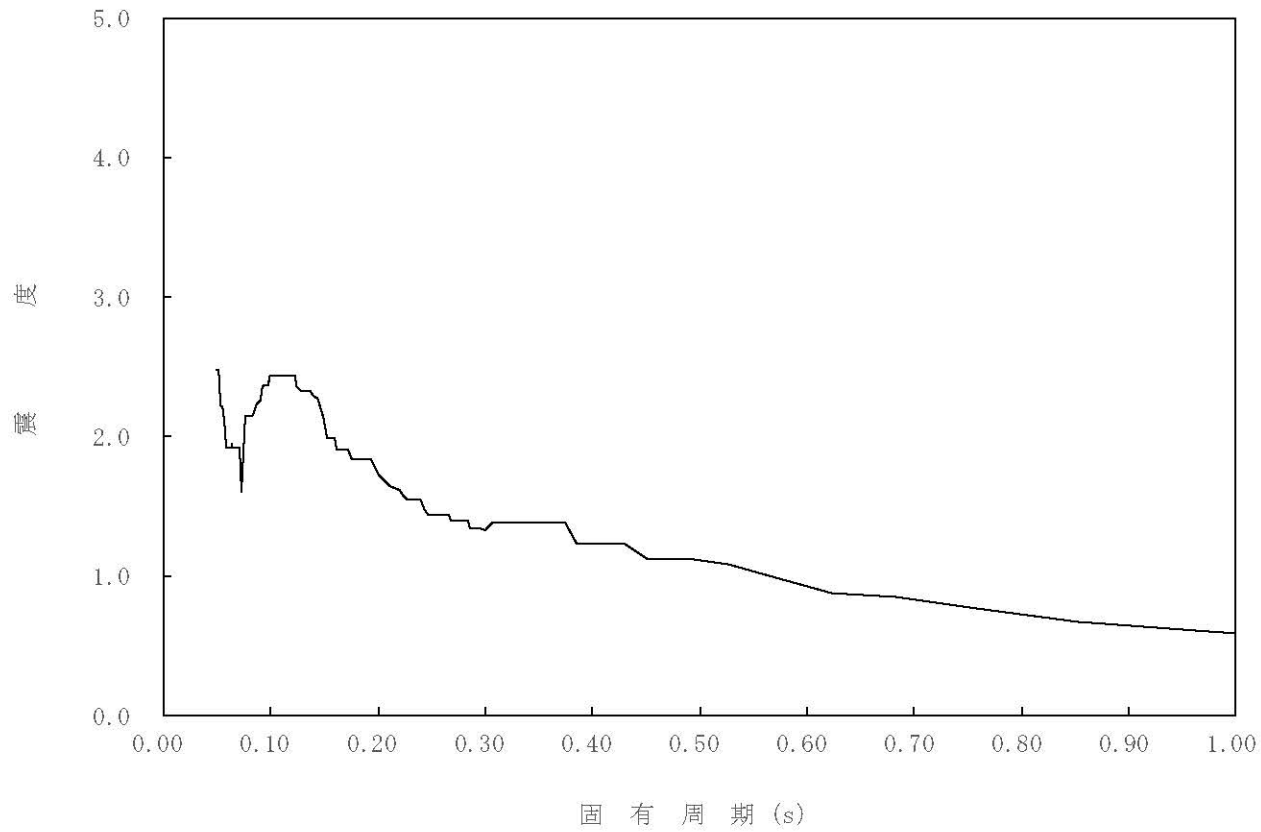
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-424

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED15-025】

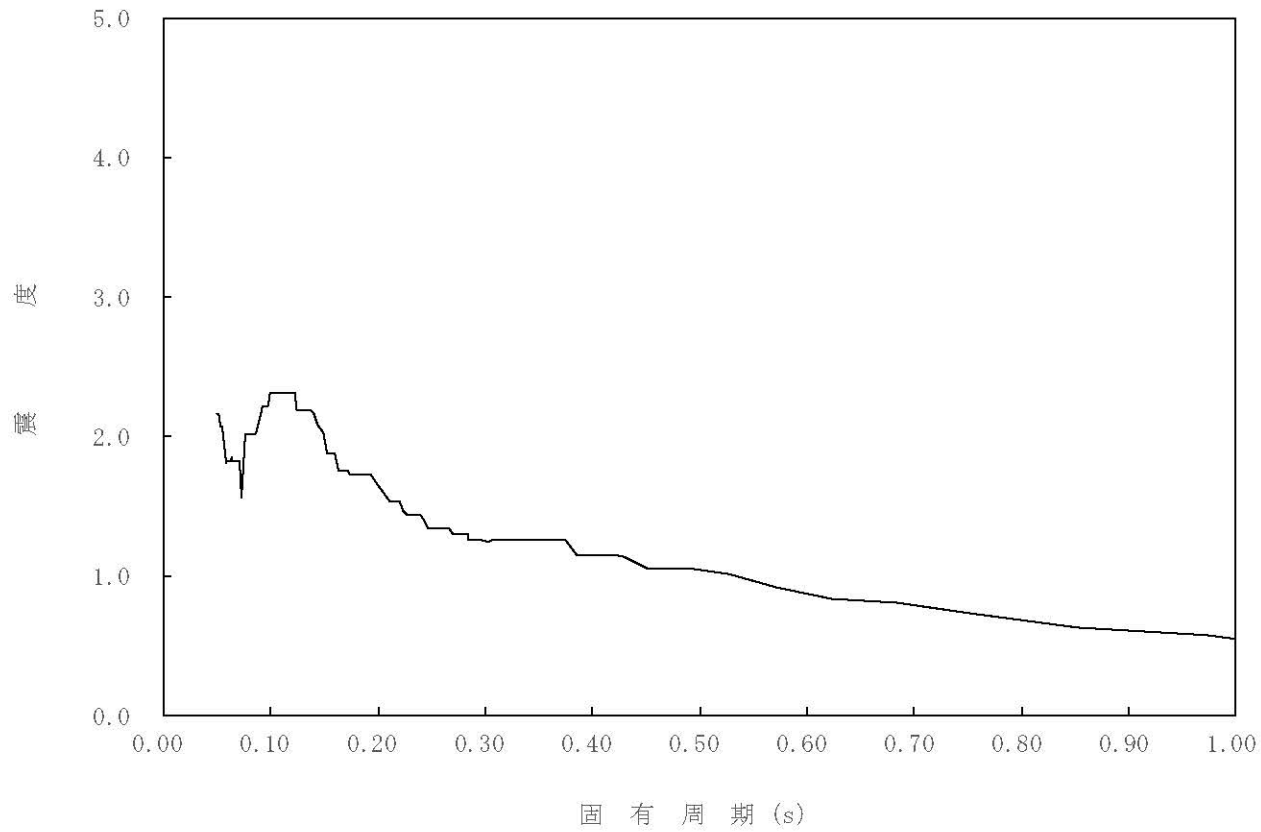
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-425

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED15-030】

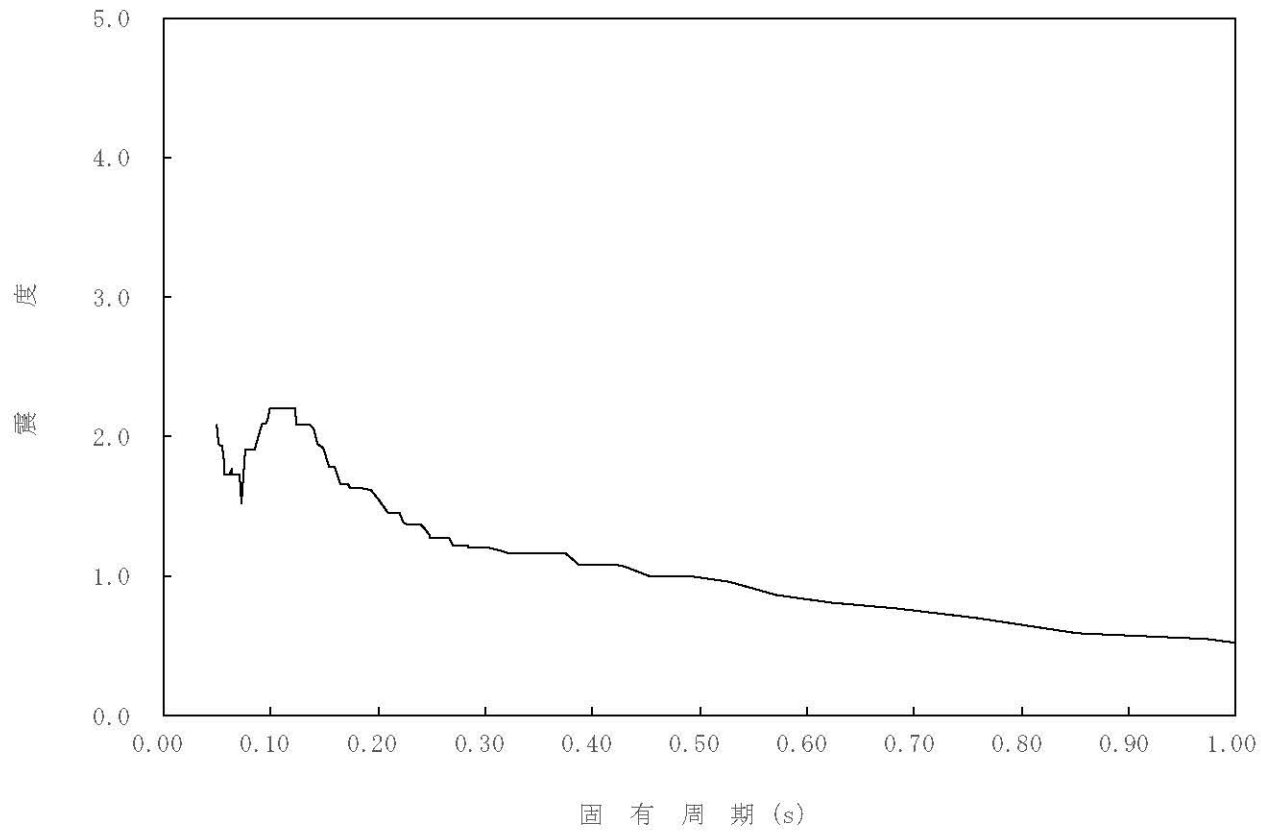
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-426

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED15-050】

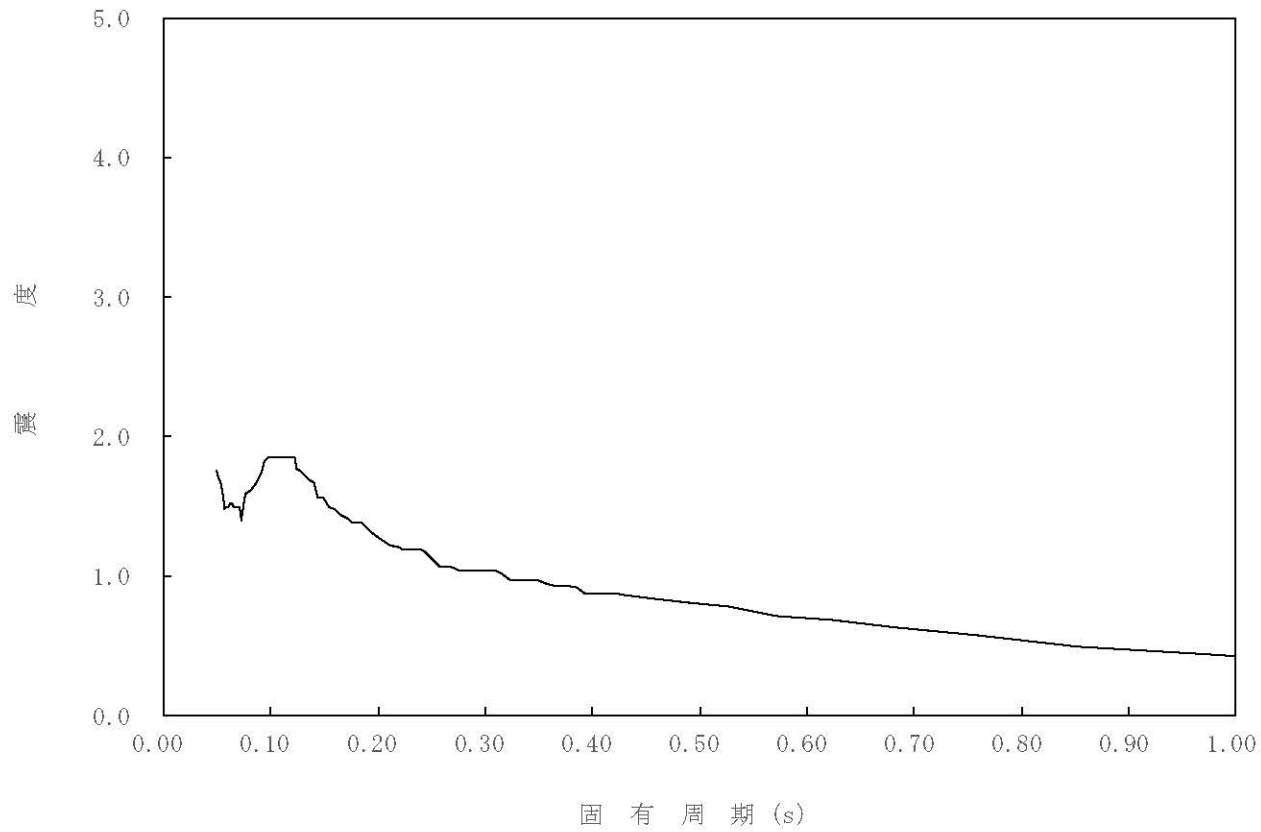
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-427

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED14-005】

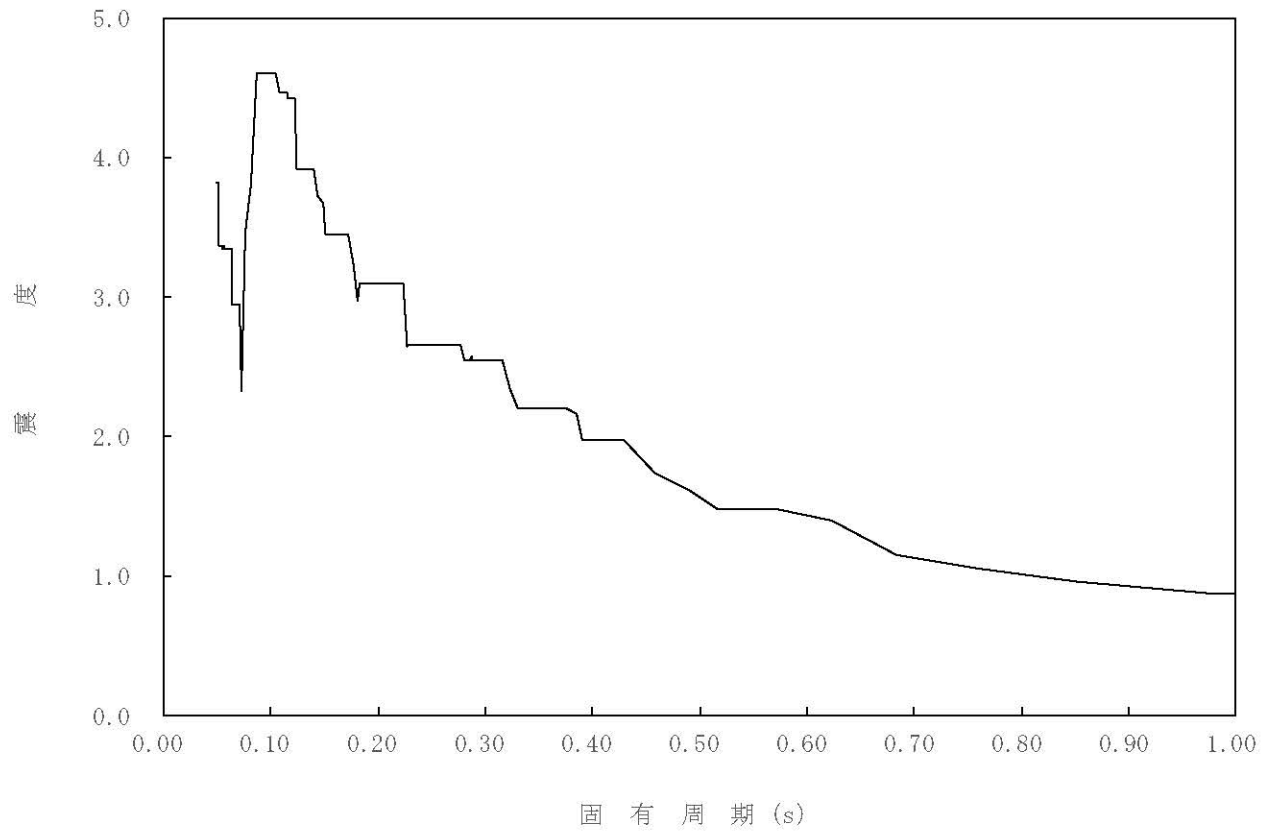
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-428

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-PCV-SsV-PED14-010】

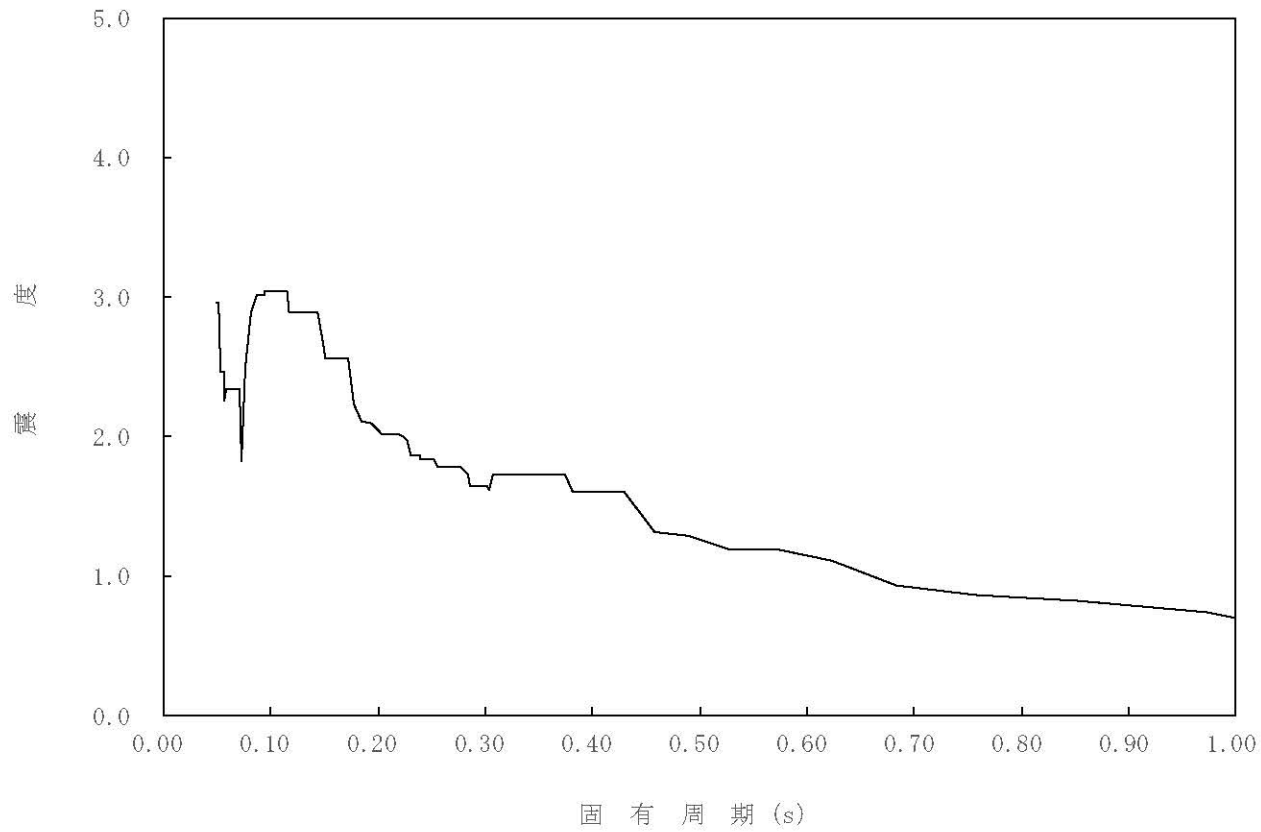
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-429

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED14-015】

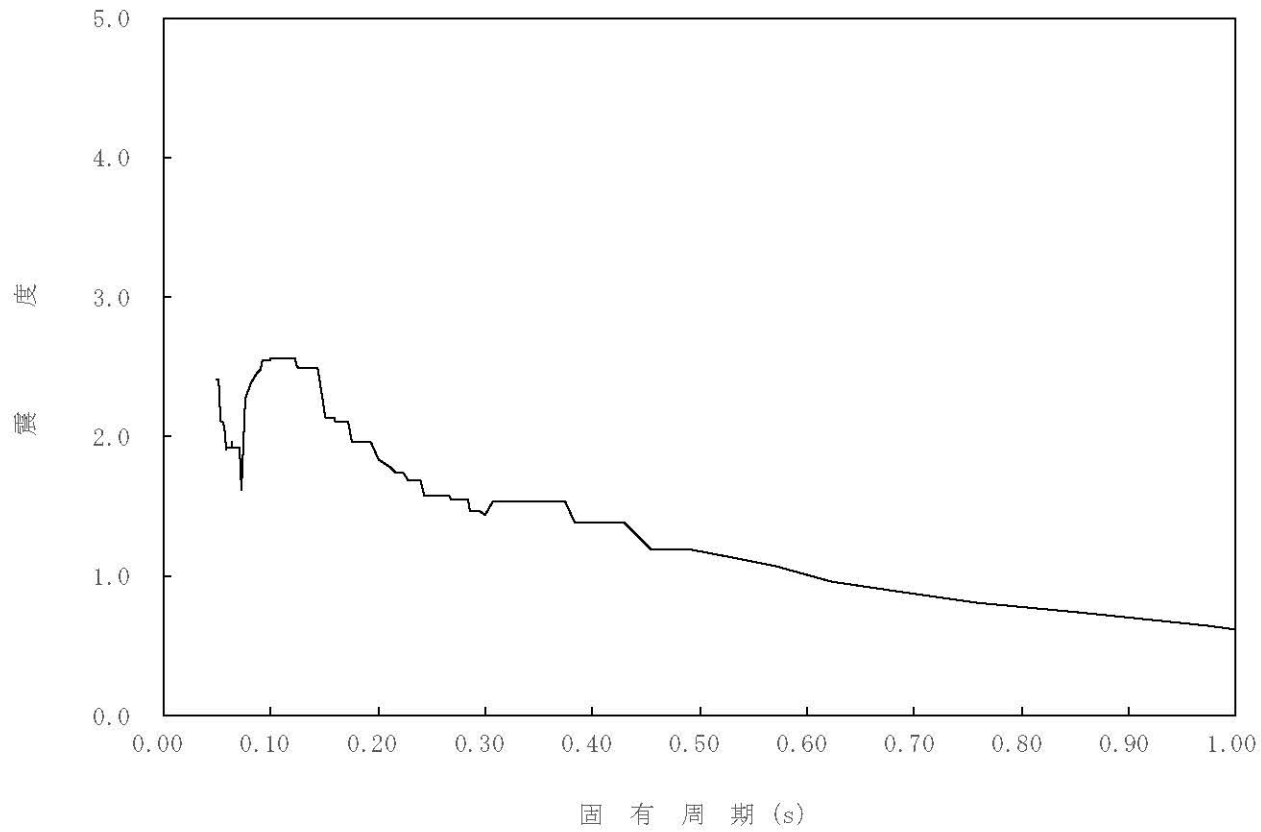
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-430

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED14-020】

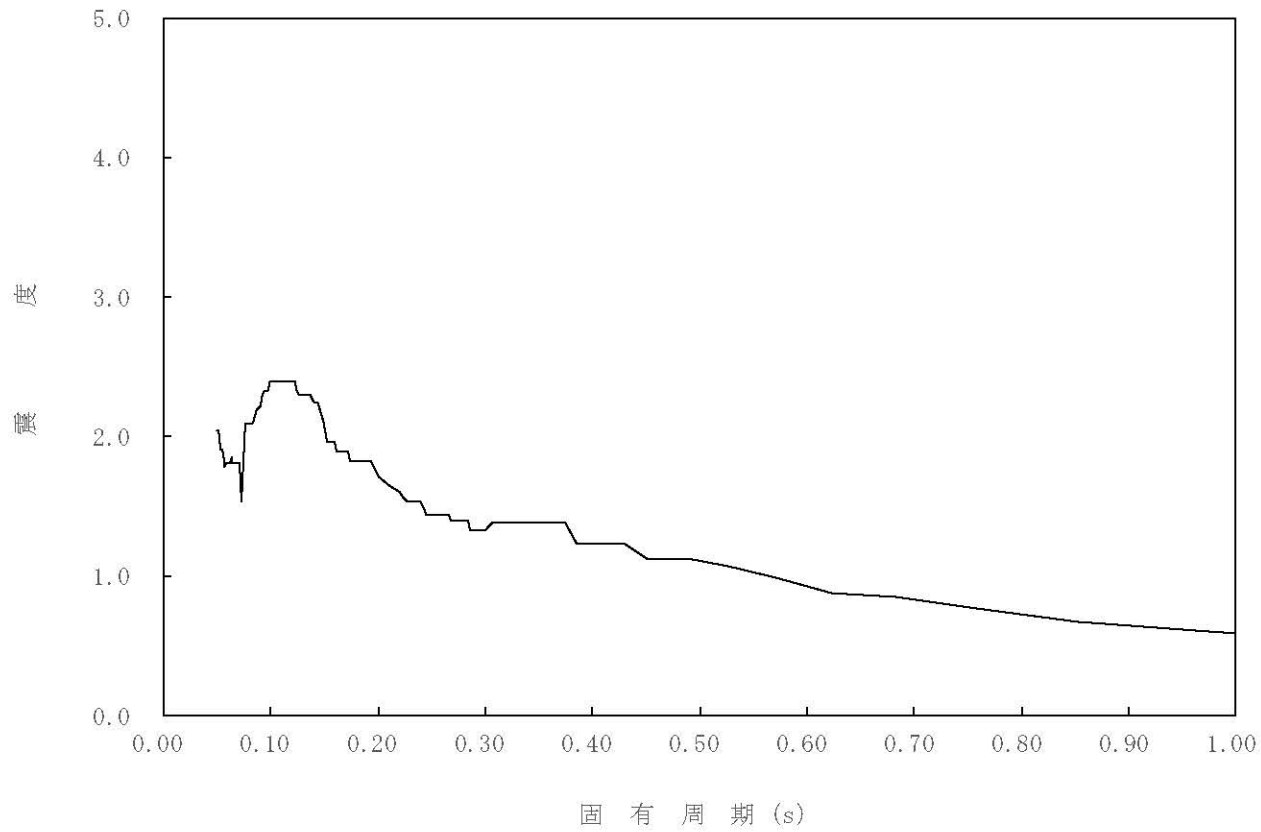
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-431

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED14-025】

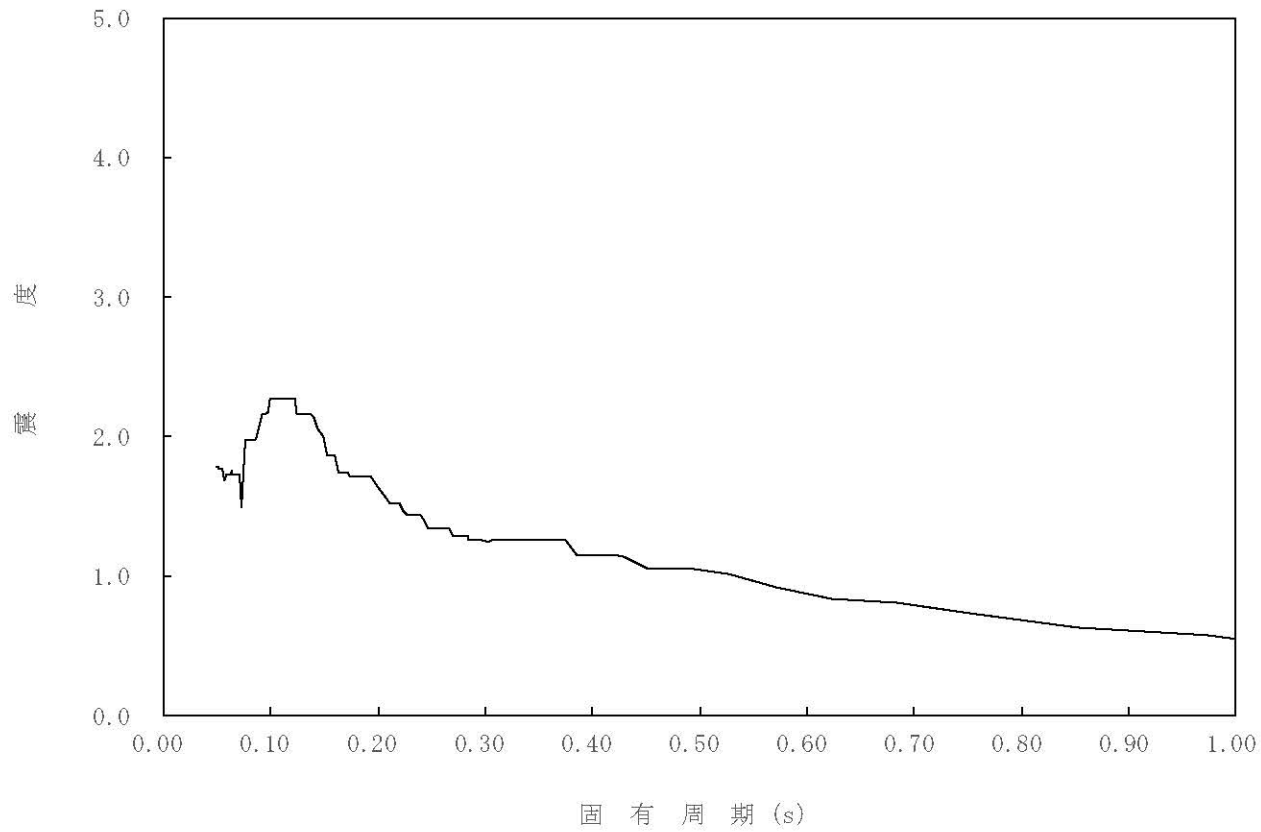
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-14-432

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED14-030】

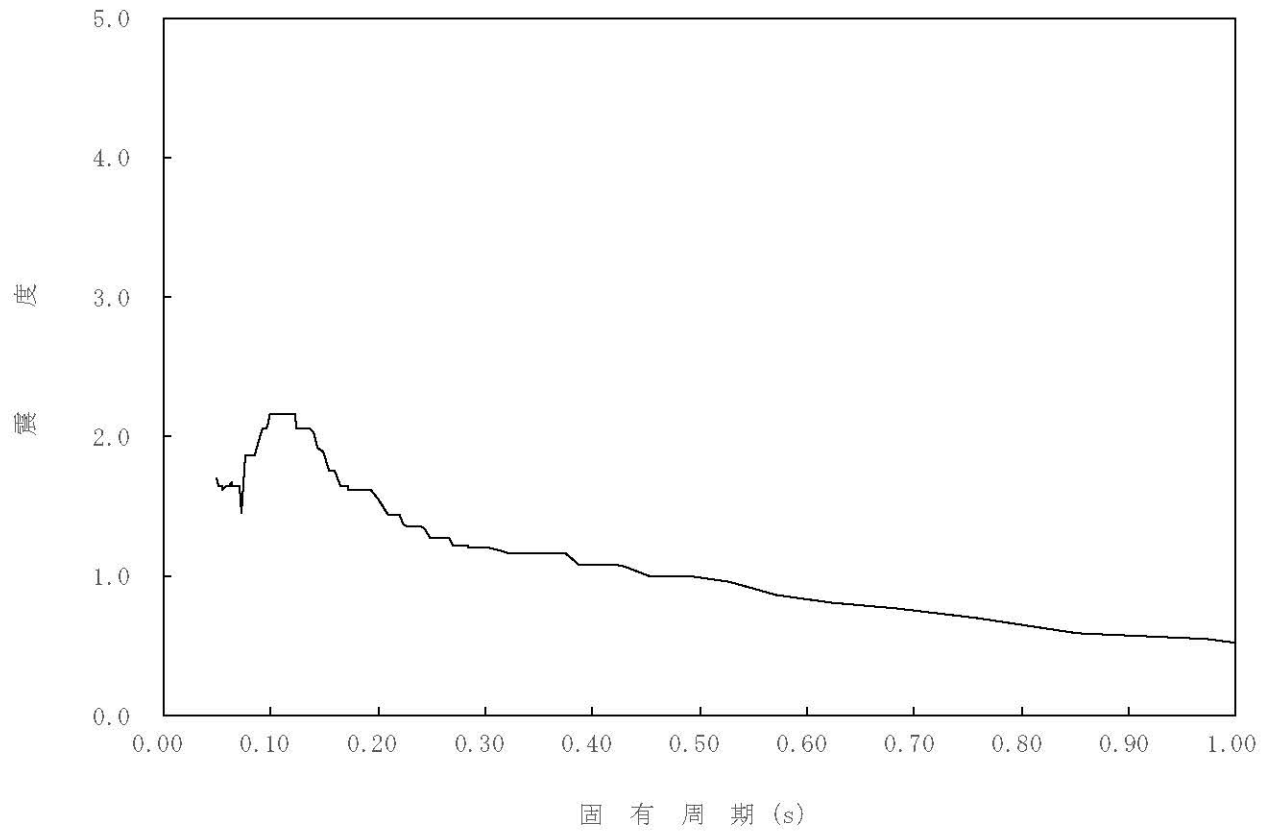
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：3.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-433

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-PCV-SsV-PED14-050】

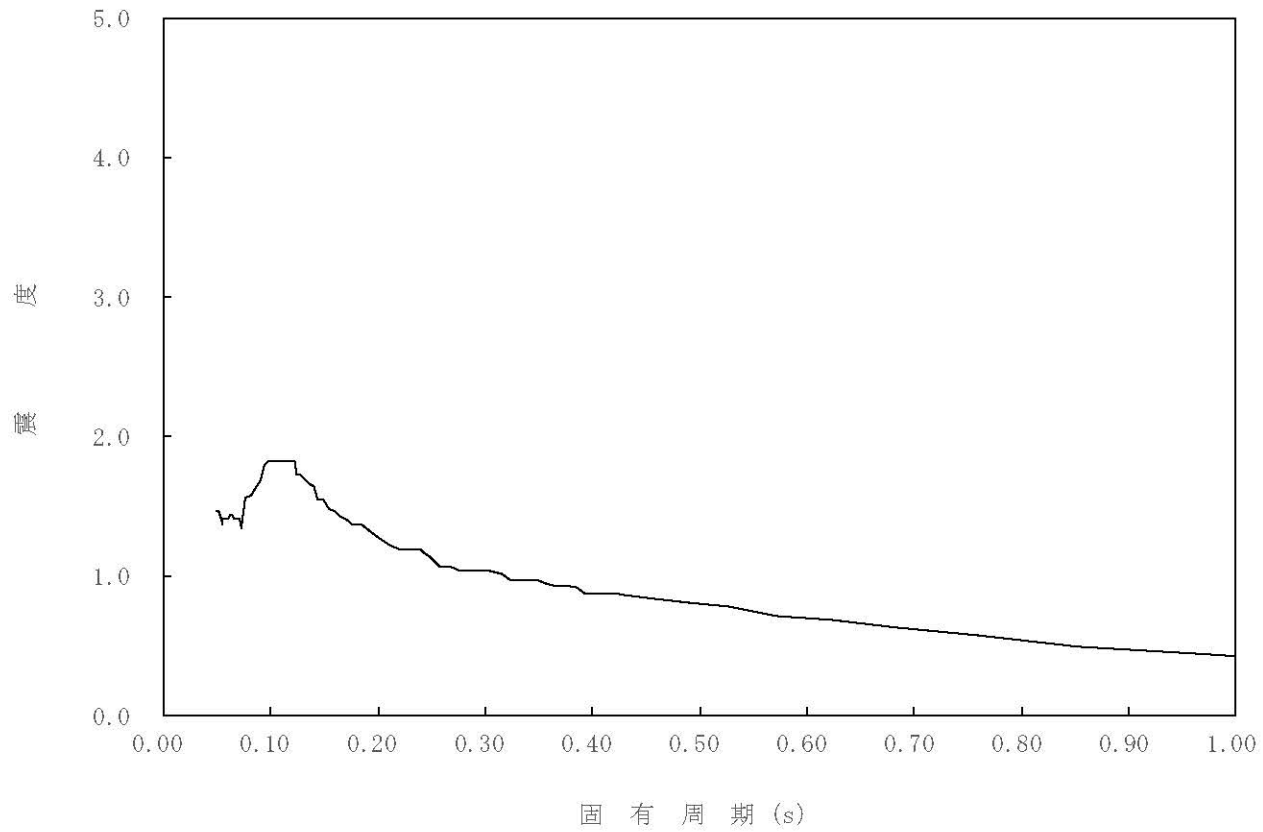
構造物名：原子炉本体の基礎

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：5.0%

波形名：基準地震動 S s



4-14-434

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-4-15 (1) 設計用床応答曲線一覧表 (S<sub>s</sub>, 炉心及び原子炉内部構造物：水平方向)

地震波	構造物	方向	質点番号	標高 O. P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S <sub>s</sub>	気水分離器	水平 方向	20		0.5	02-INT-SsH-DR20-005
					1.0	02-INT-SsH-DR20-010
					1.5	02-INT-SsH-DR20-015
					2.0	02-INT-SsH-DR20-020
					2.5	02-INT-SsH-DR20-025
	炉心支持板		26		0.5	02-INT-SsH-CP26-005
					1.0	02-INT-SsH-CP26-010
					1.5	02-INT-SsH-CP26-015
					2.0	02-INT-SsH-CP26-020
					2.5	02-INT-SsH-CP26-025
	上部格子板		32		0.5	02-INT-SsH-UG32-005
					1.0	02-INT-SsH-UG32-010
					1.5	02-INT-SsH-UG32-015
					2.0	02-INT-SsH-UG32-020
					2.5	02-INT-SsH-UG32-025
	炉心 シュラウド		33		0.5	02-INT-SsH-SHROUD33-005
					1.0	02-INT-SsH-SHROUD33-010
					1.5	02-INT-SsH-SHROUD33-015
					2.0	02-INT-SsH-SHROUD33-020
					2.5	02-INT-SsH-SHROUD33-025
原子炉 圧力容器 底部	38	0.5	02-INT-SsH-RPVBOT38-005			
		1.0	02-INT-SsH-RPVBOT38-010			
		1.5	02-INT-SsH-RPVBOT38-015			
		2.0	02-INT-SsH-RPVBOT38-020			
		2.5	02-INT-SsH-RPVBOT38-025			
制御棒 駆動機構 ハウジング	42	0.5	02-INT-SsH-CRDH42-005			
		1.0	02-INT-SsH-CRDH42-010			
		1.5	02-INT-SsH-CRDH42-015			
		2.0	02-INT-SsH-CRDH42-020			
		2.5	02-INT-SsH-CRDH42-025			

O 2 ⑥ VI-2-1-7 R 2

表 4-4-15 (2) 設計用床応答曲線一覧表 (S<sub>s</sub>, 炉心及び原子炉内部構造物：鉛直方向)

地震波	構造物	方向	質点番号	標高 O. P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S <sub>s</sub>	気水分離器	鉛直 方向	36		0.5	02-INT-SsV-DR36-005
					1.0	02-INT-SsV-DR36-010
					1.5	02-INT-SsV-DR36-015
					2.0	02-INT-SsV-DR36-020
					2.5	02-INT-SsV-DR36-025
	炉心支持板		44		0.5	02-INT-SsV-CP44-005
					1.0	02-INT-SsV-CP44-010
					1.5	02-INT-SsV-CP44-015
					2.0	02-INT-SsV-CP44-020
					2.5	02-INT-SsV-CP44-025
	上部格子板		50		0.5	02-INT-SsV-UG50-005
					1.0	02-INT-SsV-UG50-010
					1.5	02-INT-SsV-UG50-015
					2.0	02-INT-SsV-UG50-020
					2.5	02-INT-SsV-UG50-025
	炉心 シュラウド		51		0.5	02-INT-SsV-SHROUD51-005
					1.0	02-INT-SsV-SHROUD51-010
					1.5	02-INT-SsV-SHROUD51-015
					2.0	02-INT-SsV-SHROUD51-020
					2.5	02-INT-SsV-SHROUD51-025
原子炉 压力容器 底部	60	0.5	02-INT-SsV-RPVBOT60-005			
		1.0	02-INT-SsV-RPVBOT60-010			
		1.5	02-INT-SsV-RPVBOT60-015			
		2.0	02-INT-SsV-RPVBOT60-020			
		2.5	02-INT-SsV-RPVBOT60-025			
制御棒 駆動機構 ハウジング	56	0.5	02-INT-SsV-CRDH56-005			
		1.0	02-INT-SsV-CRDH56-010			
		1.5	02-INT-SsV-CRDH56-015			
		2.0	02-INT-SsV-CRDH56-020			
		2.5	02-INT-SsV-CRDH56-025			

O 2 ⑥ VI-2-1-7 R 2



【02-INT-SsH-DR20-005】

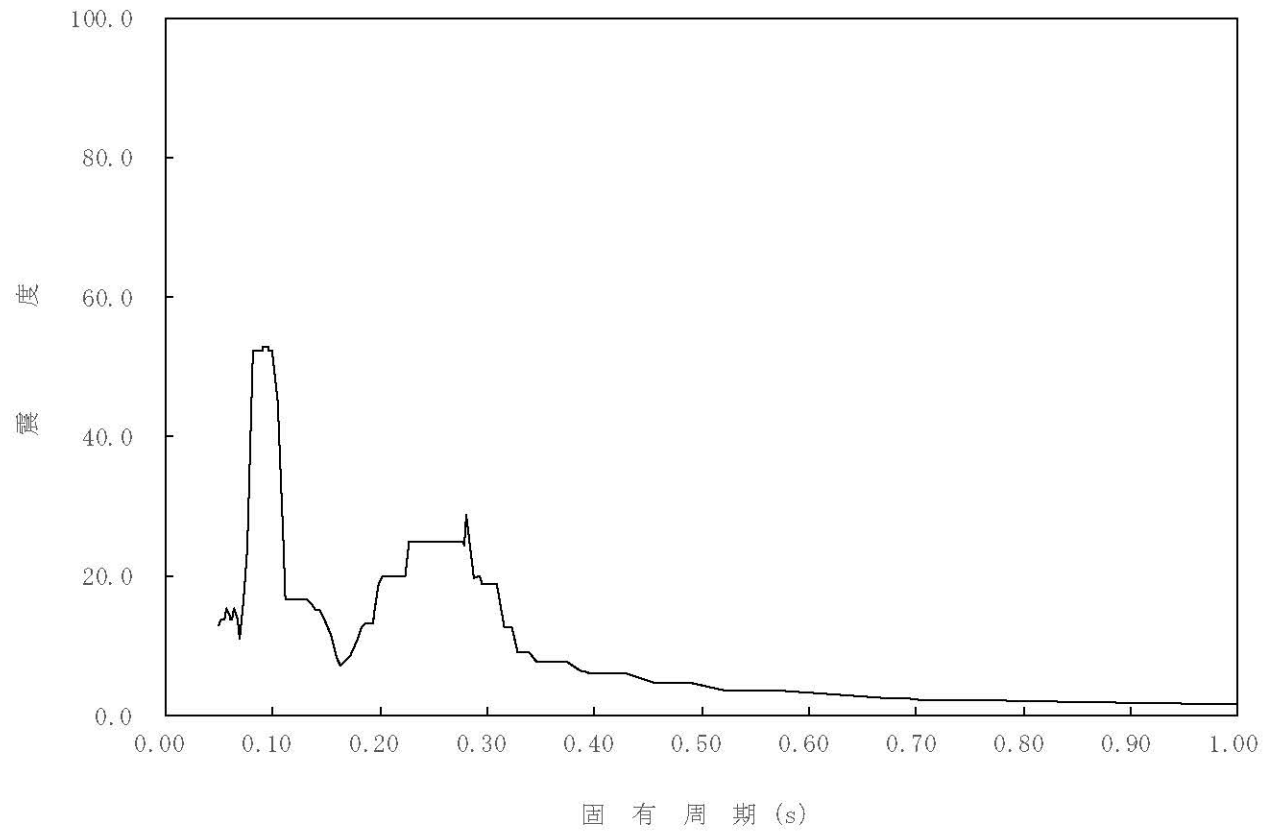
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-DR20-010】

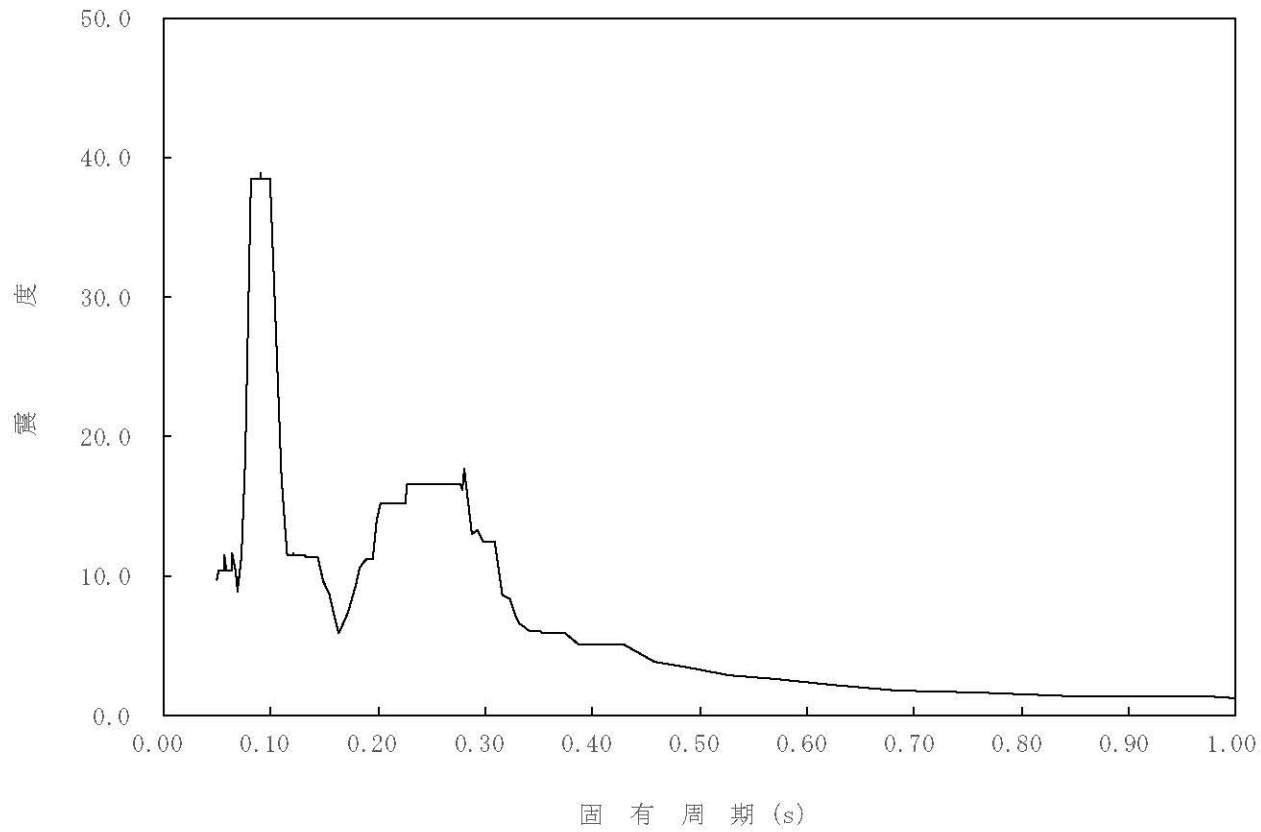
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-DR20-015】

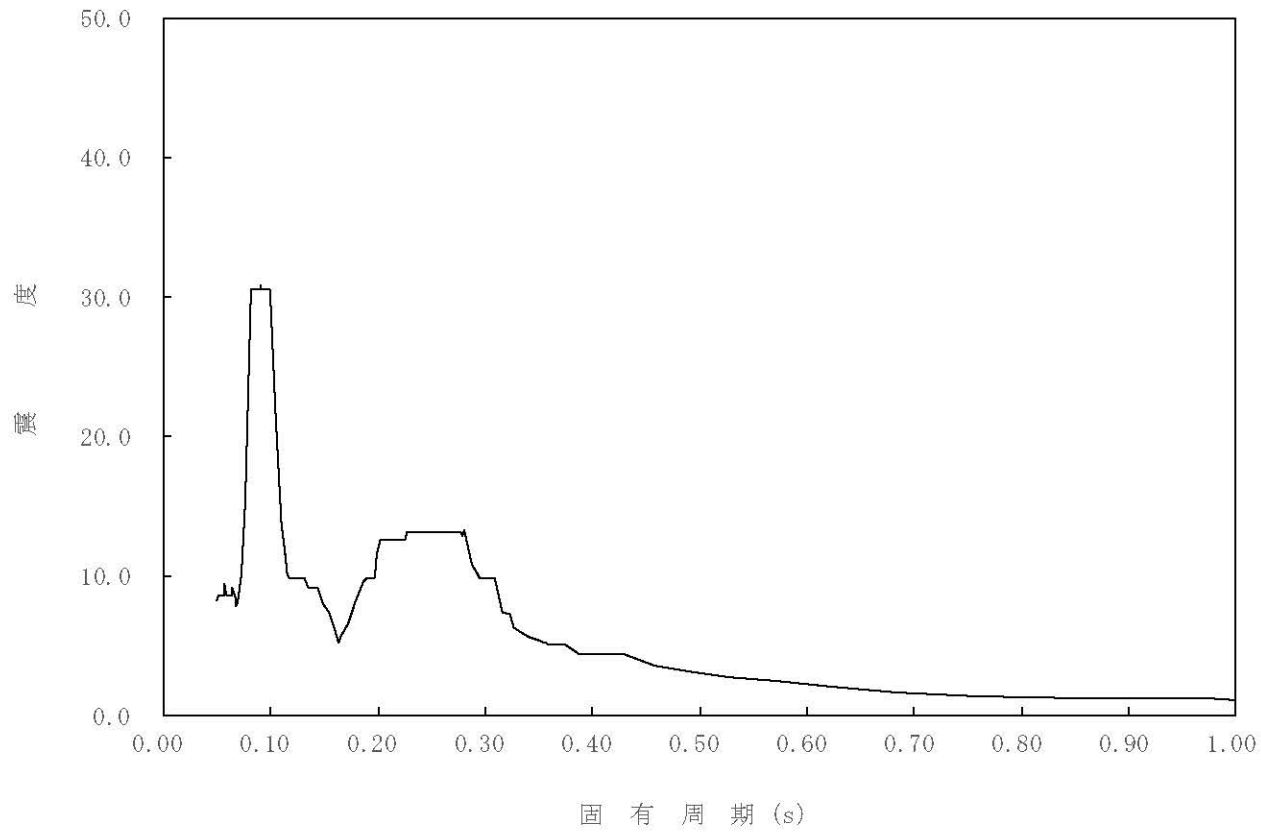
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-DR20-020】

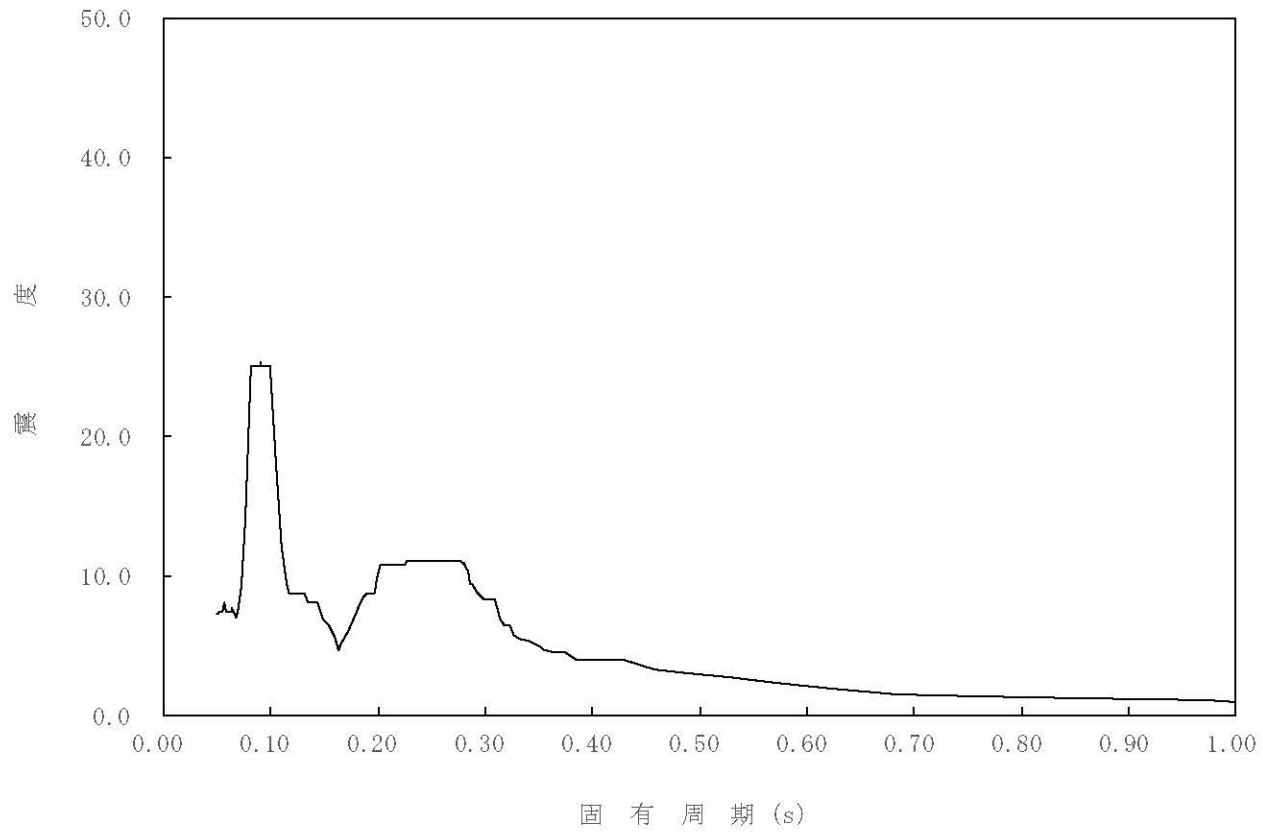
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-DR20-025】

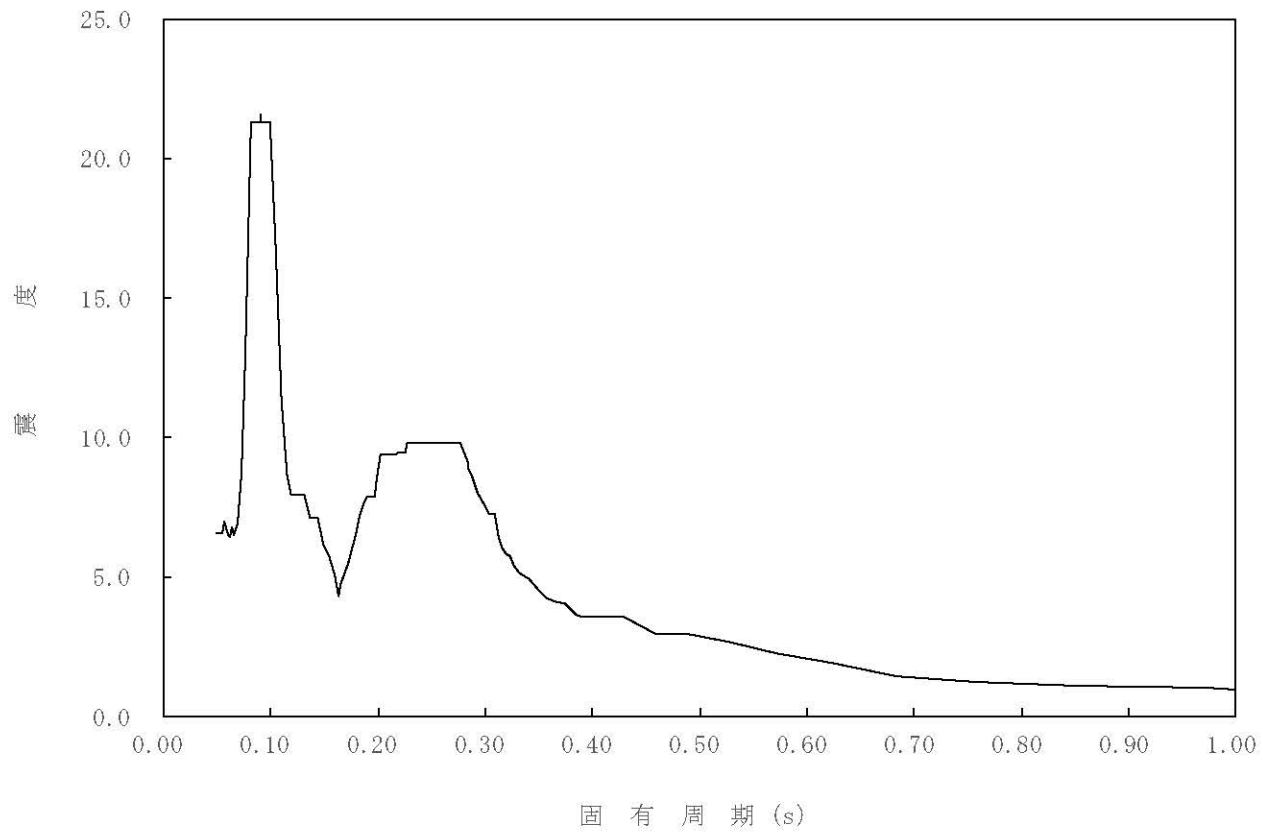
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 2.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CP26-005】

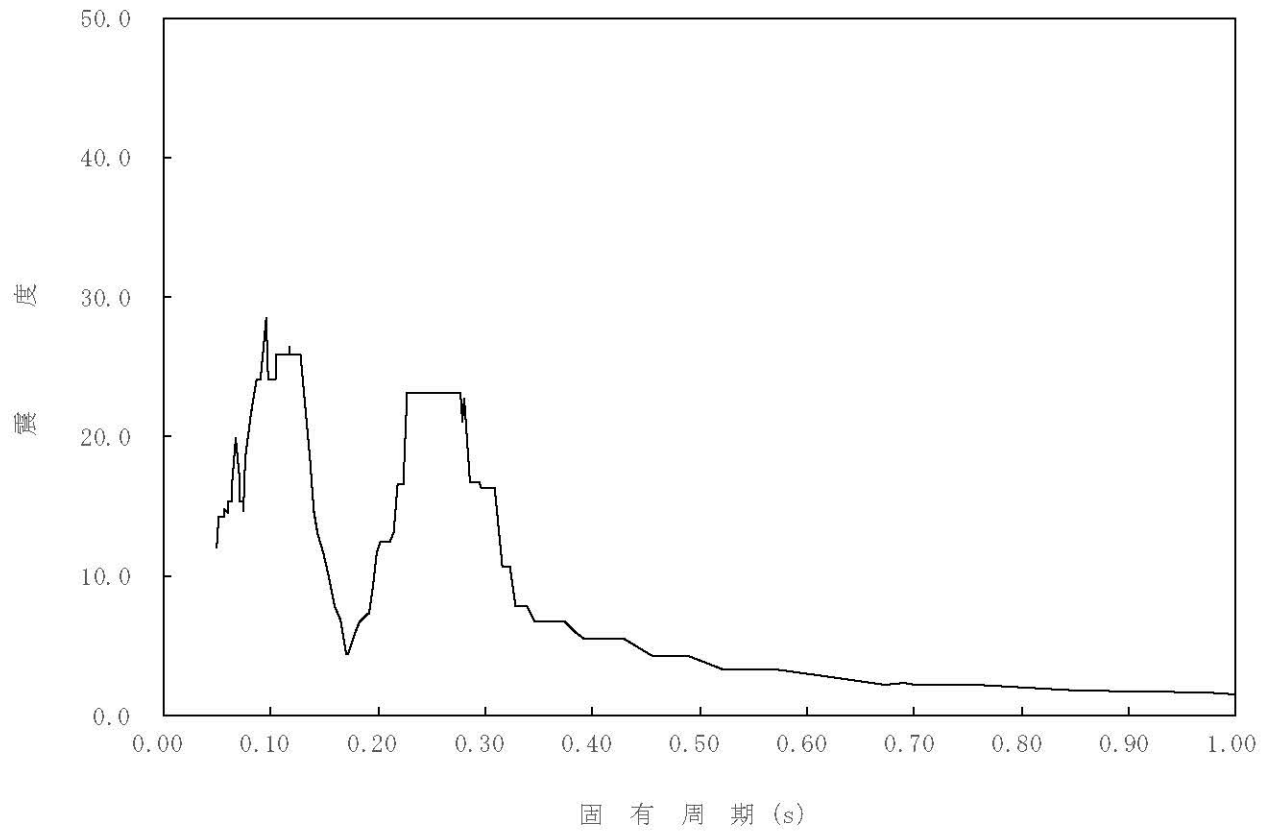
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-8

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CP26-010】

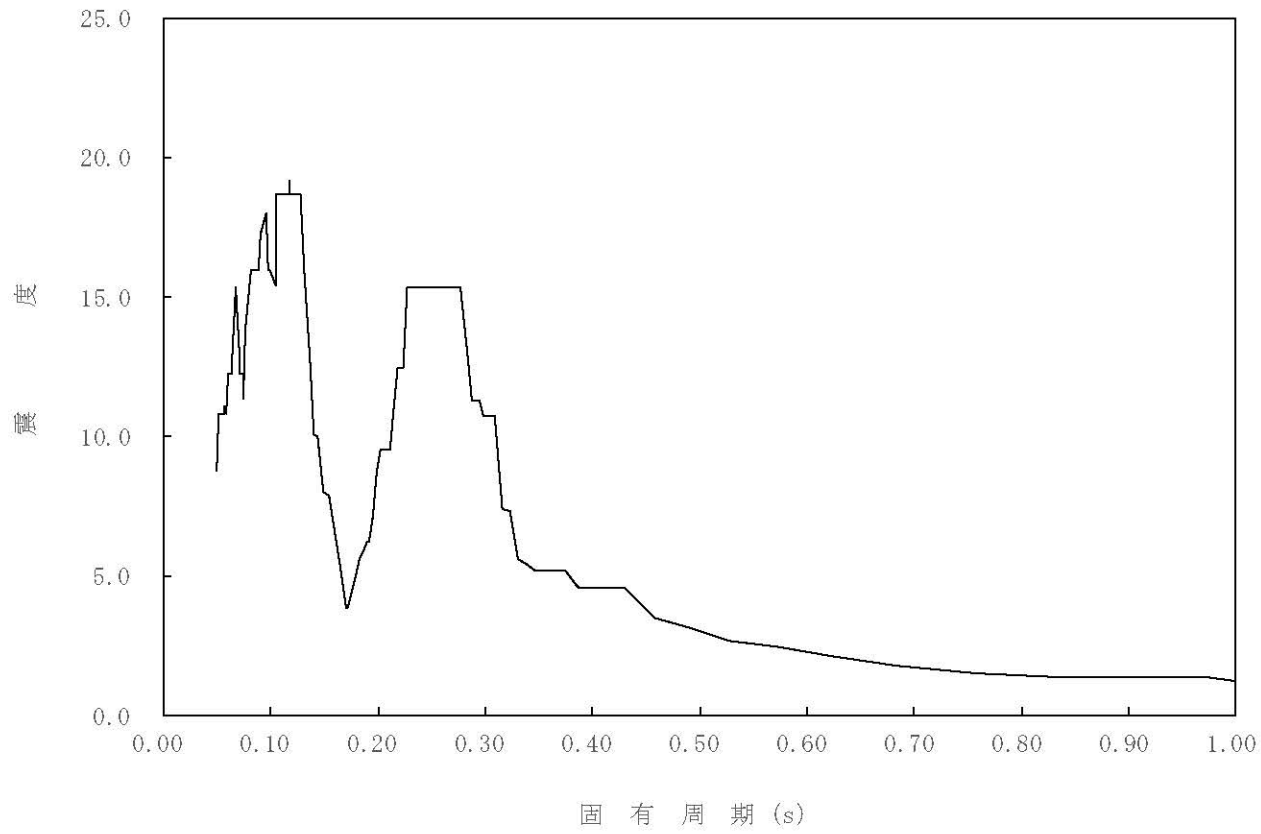
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-9

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CP26-015】

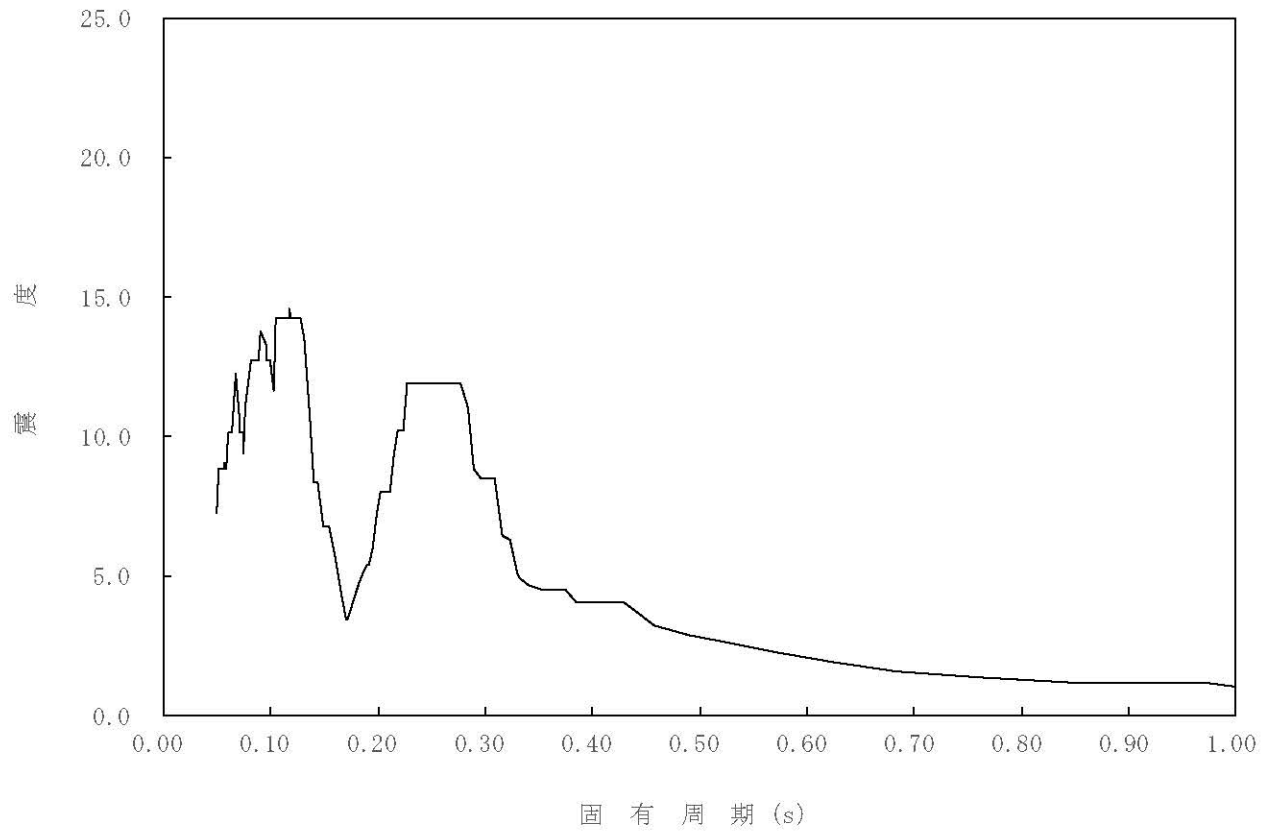
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-10

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsH-CP26-020】

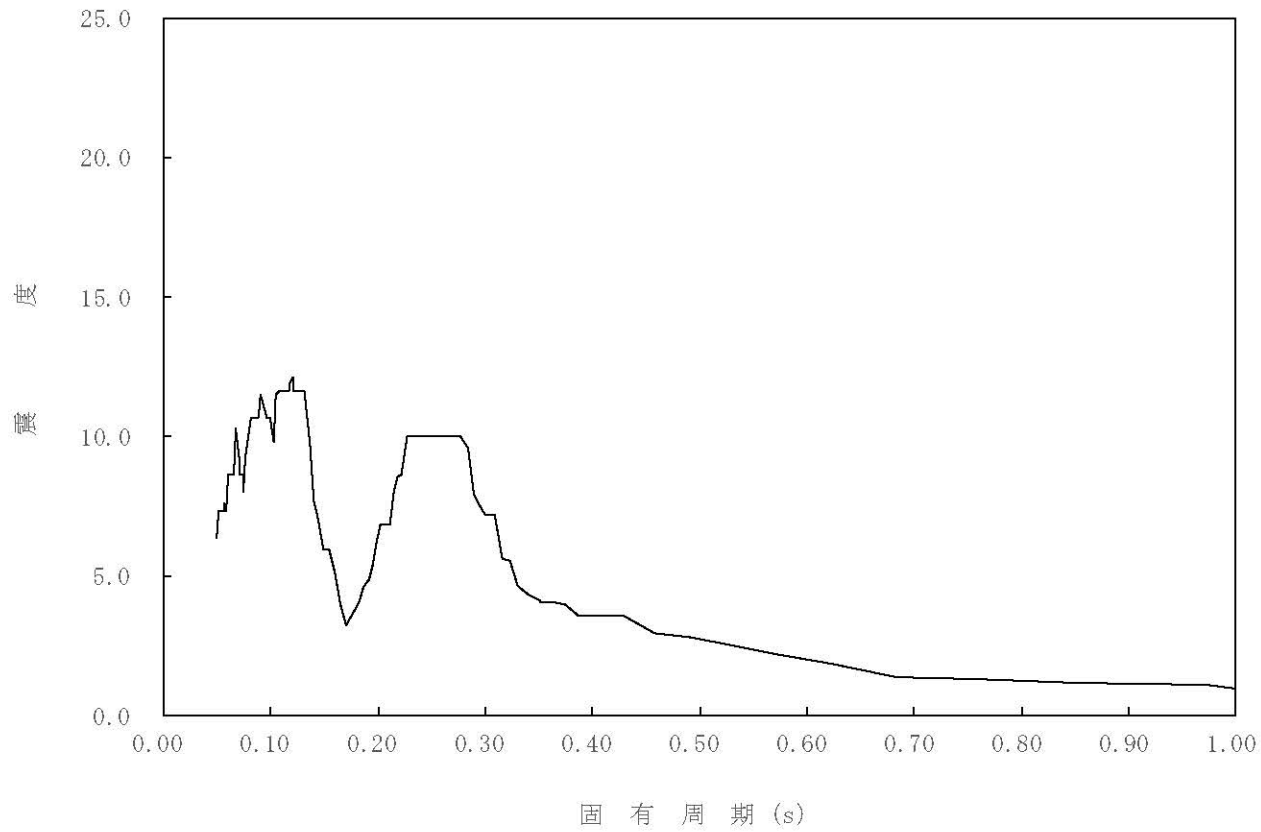
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-11

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CP26-025】

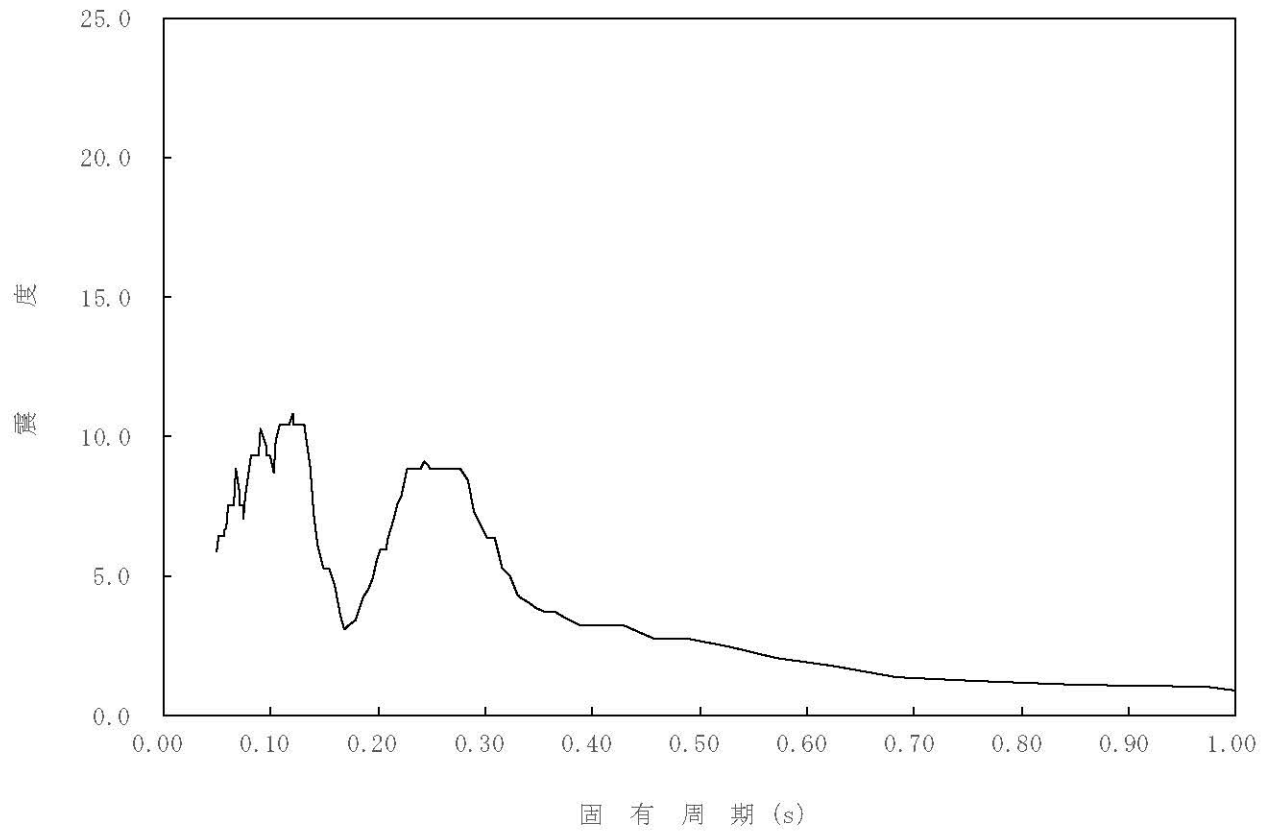
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-12

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-UG32-005】

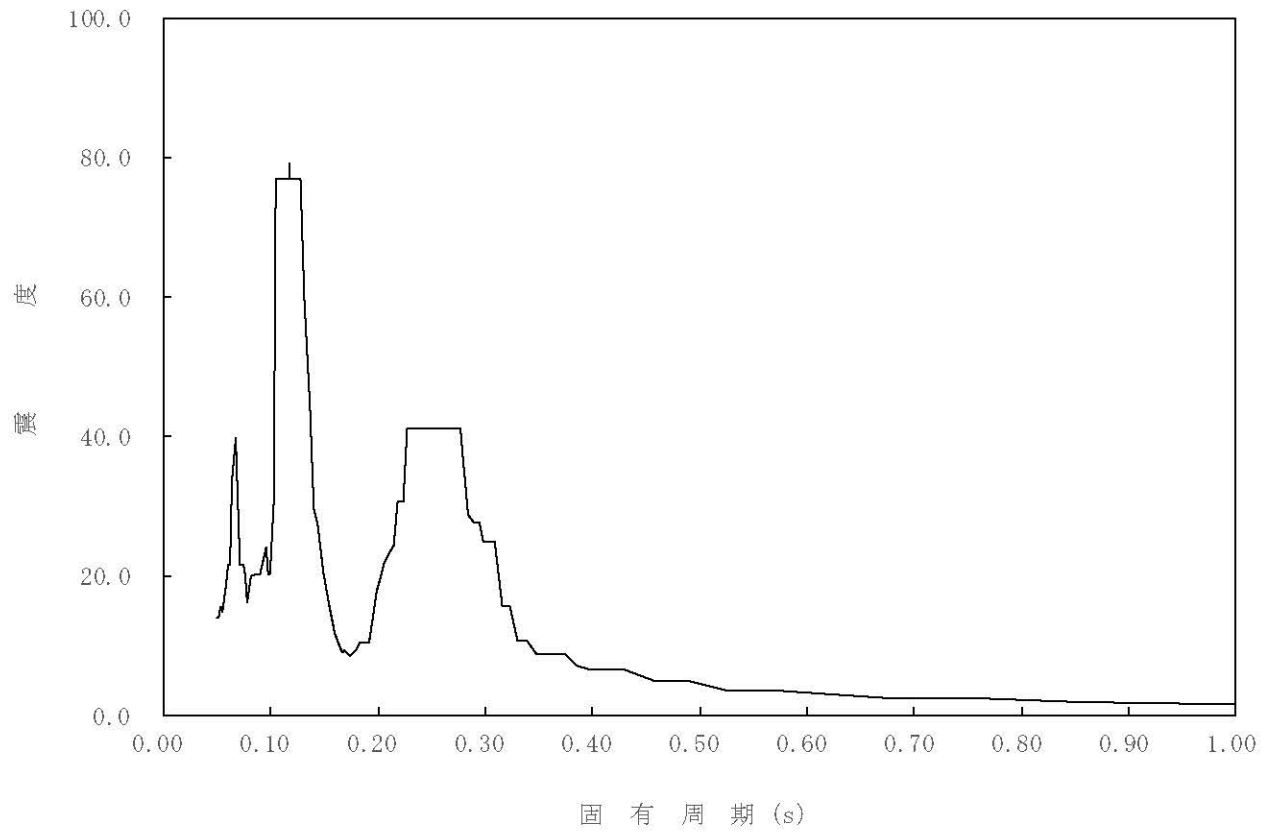
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-13

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-UG32-010】

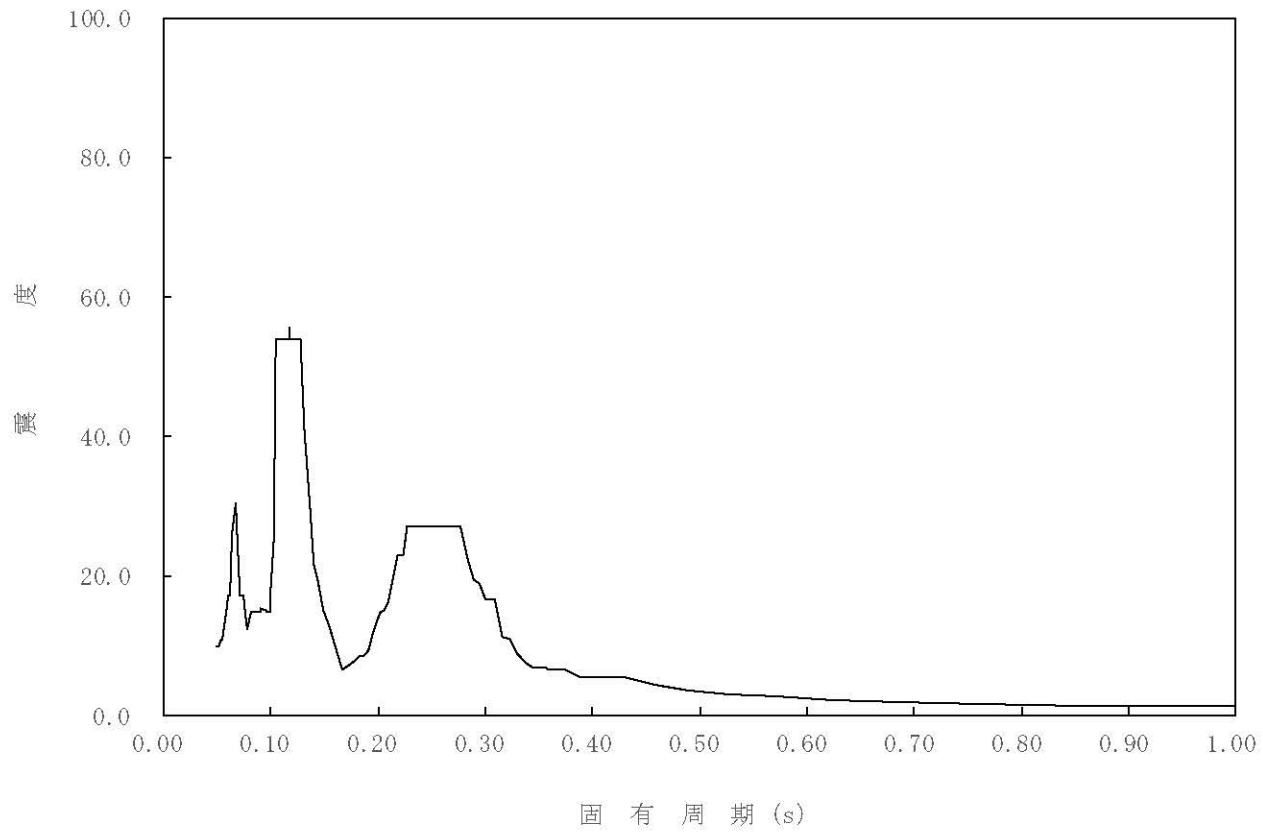
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-14

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-UG32-015】

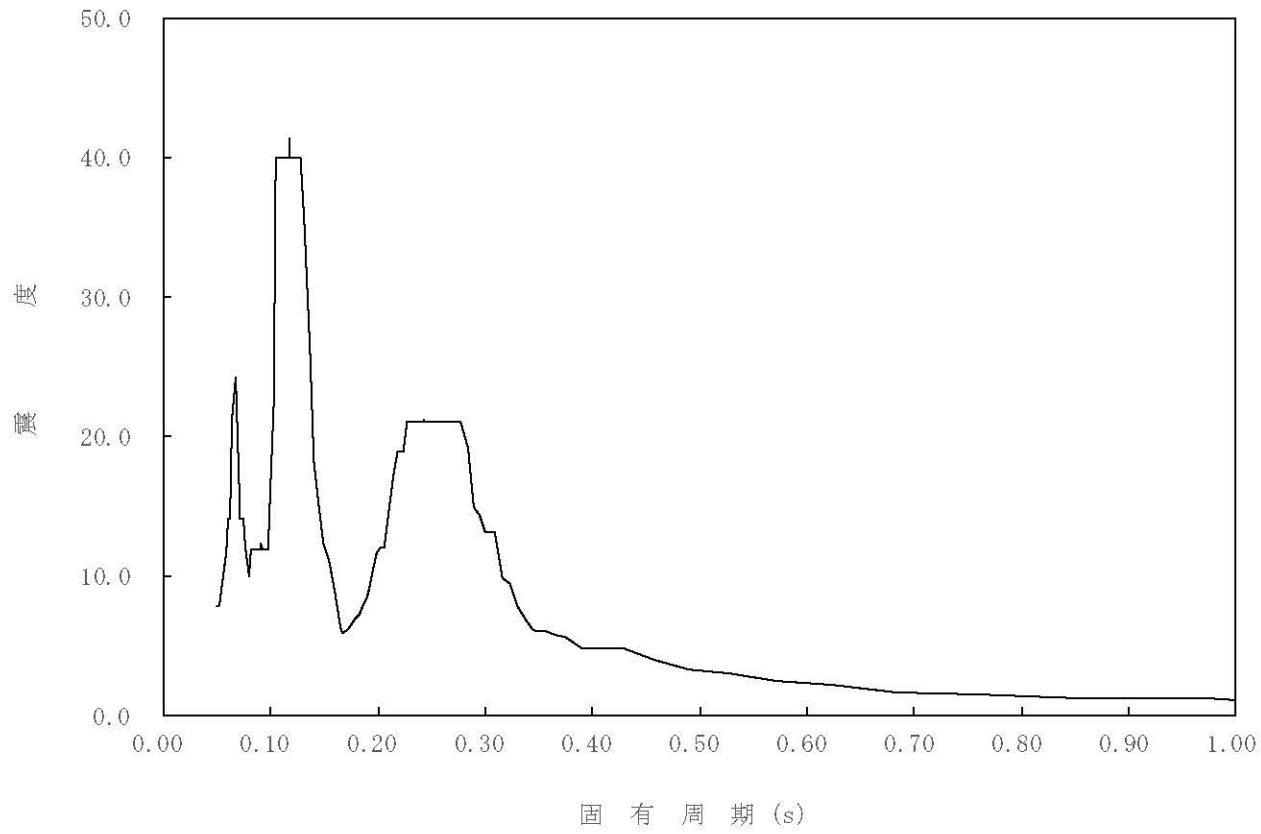
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-15

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-UG32-020】

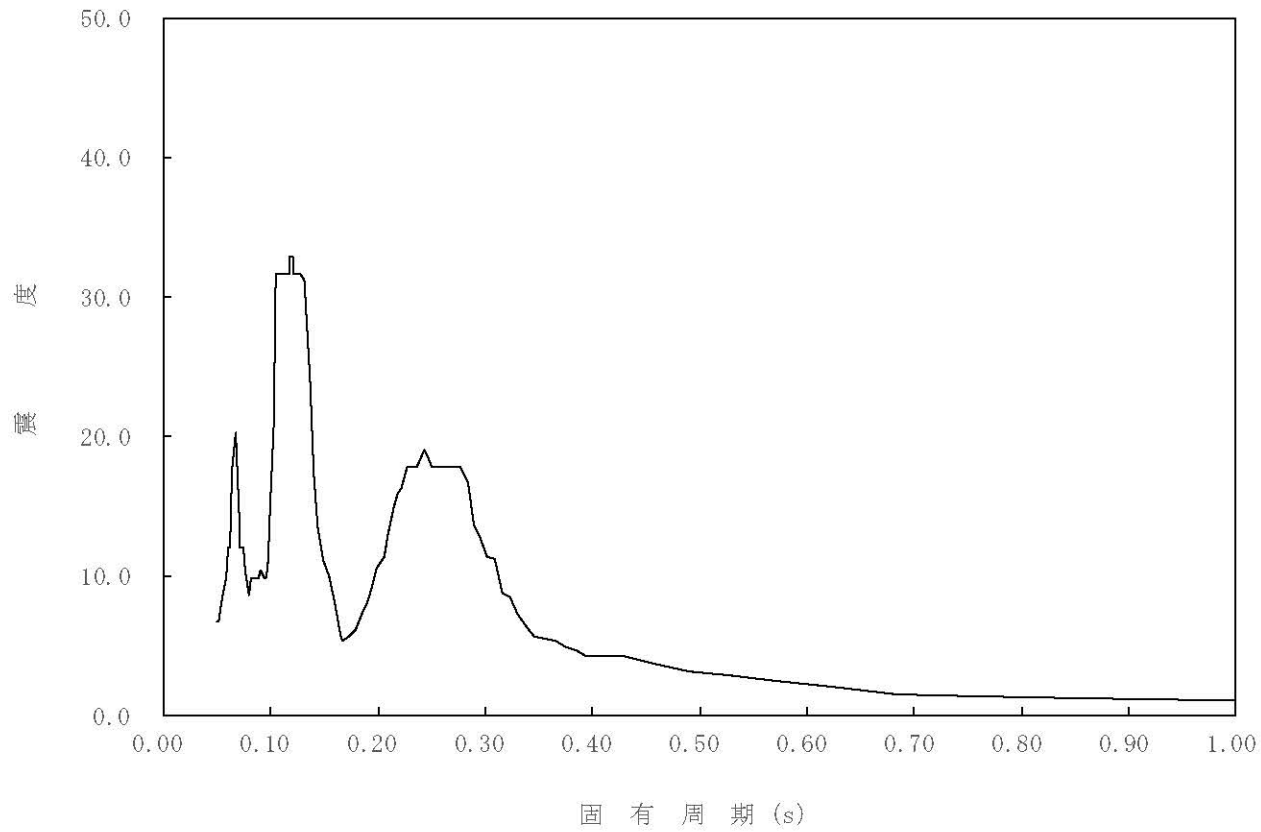
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-16

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-UG32-025】

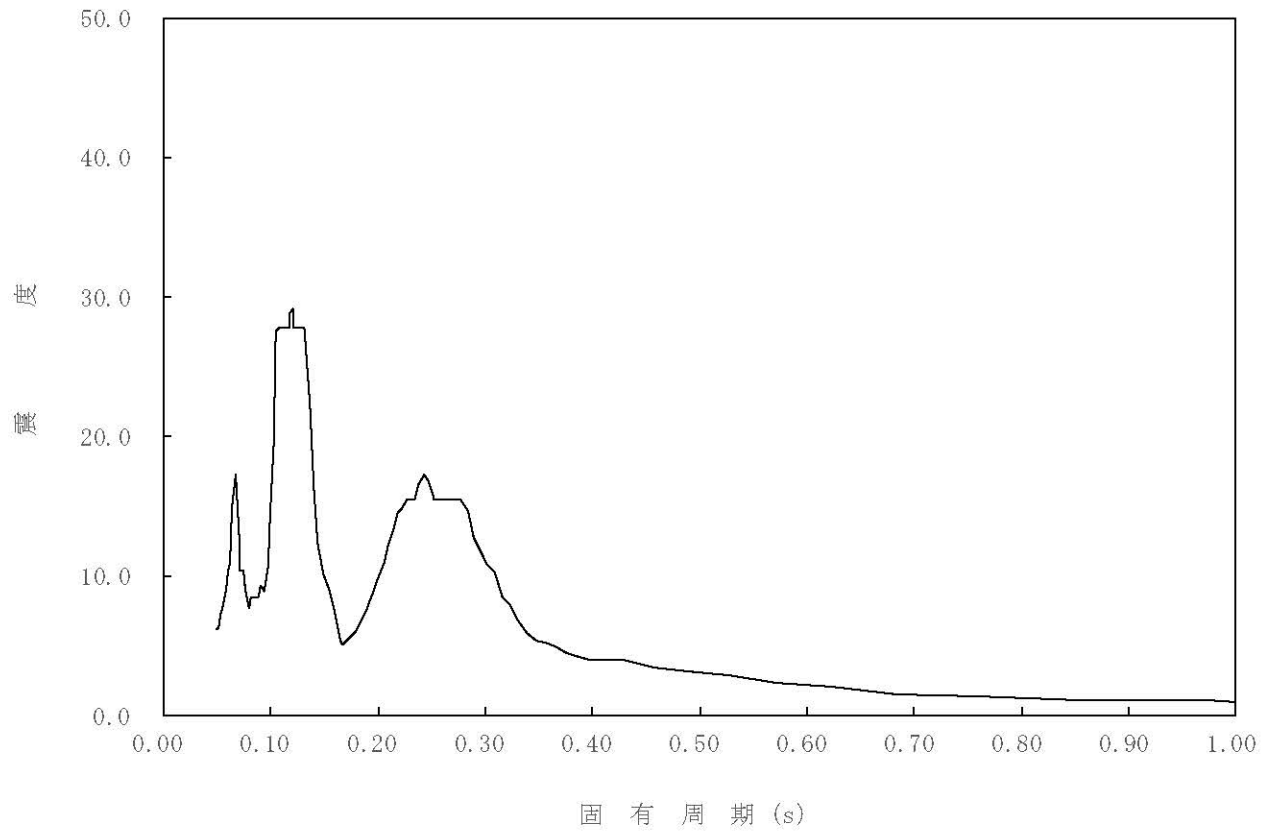
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 2.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-17

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-SHROUD33-005】

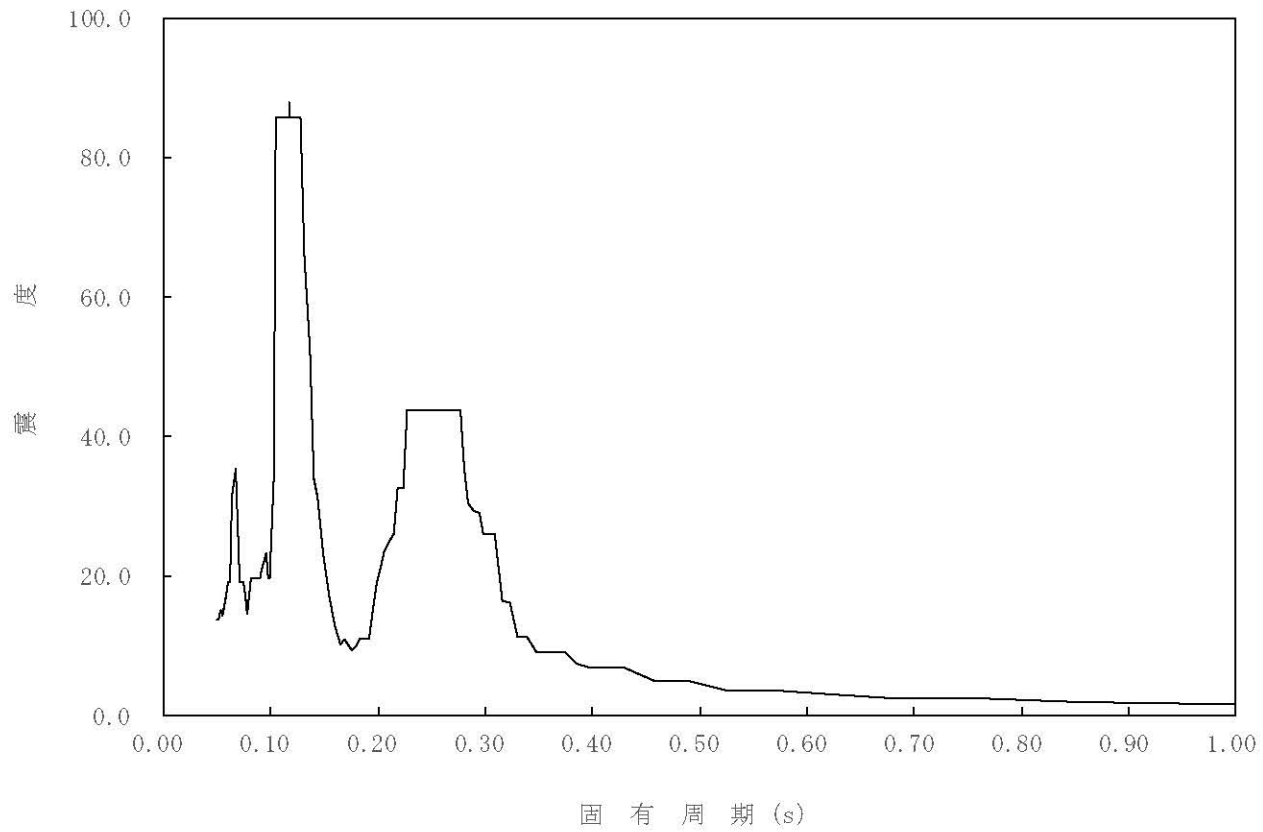
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-18

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsH-SHROUD33-010】

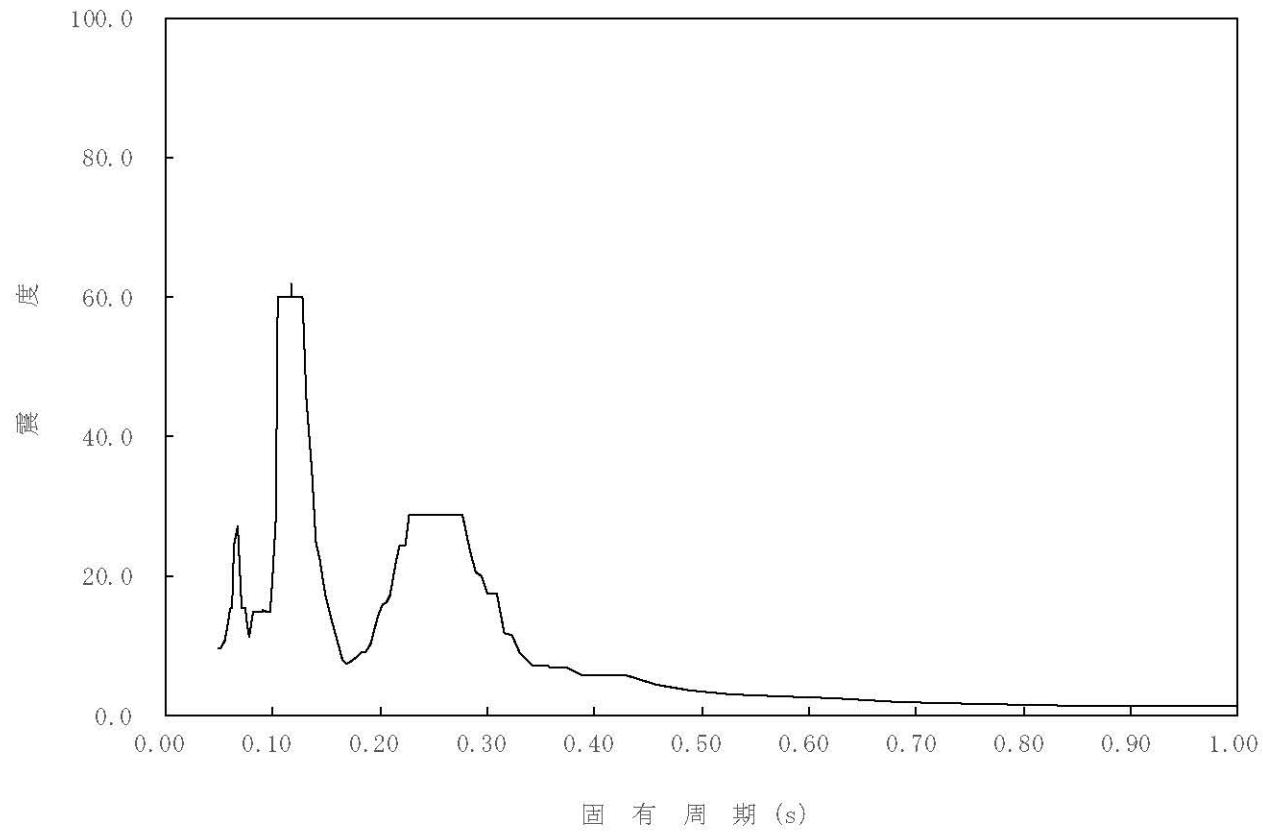
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-19

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-SHROUD33-015】

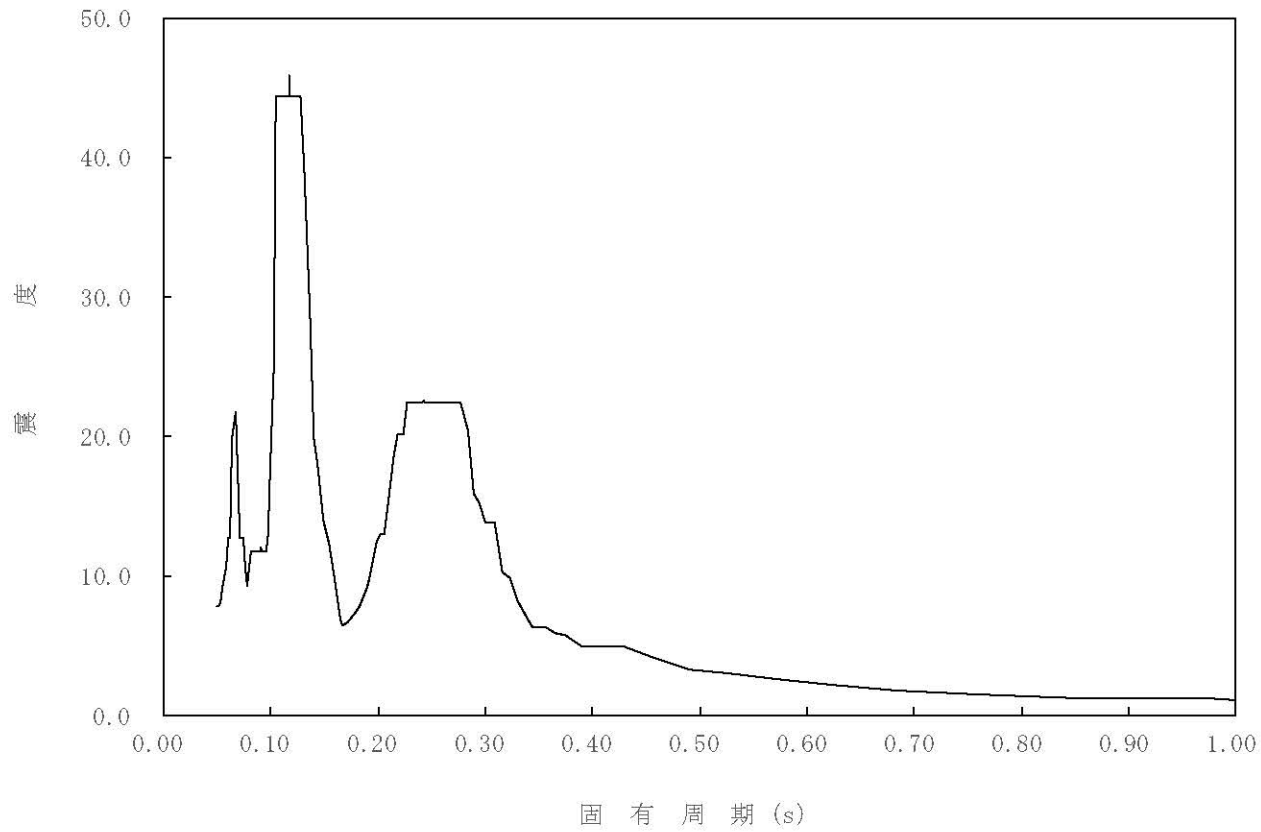
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-20

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-SHROUD33-020】

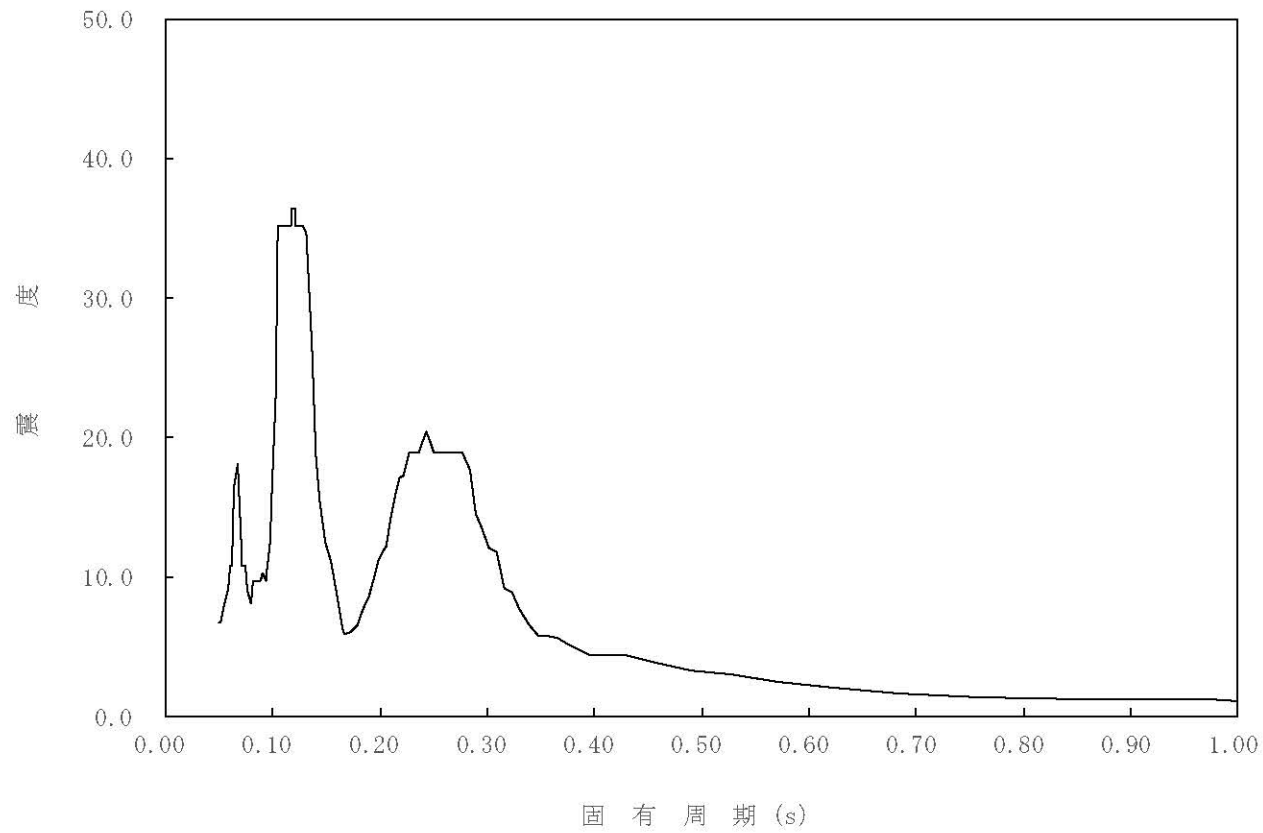
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-21

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-SHROUD33-025】

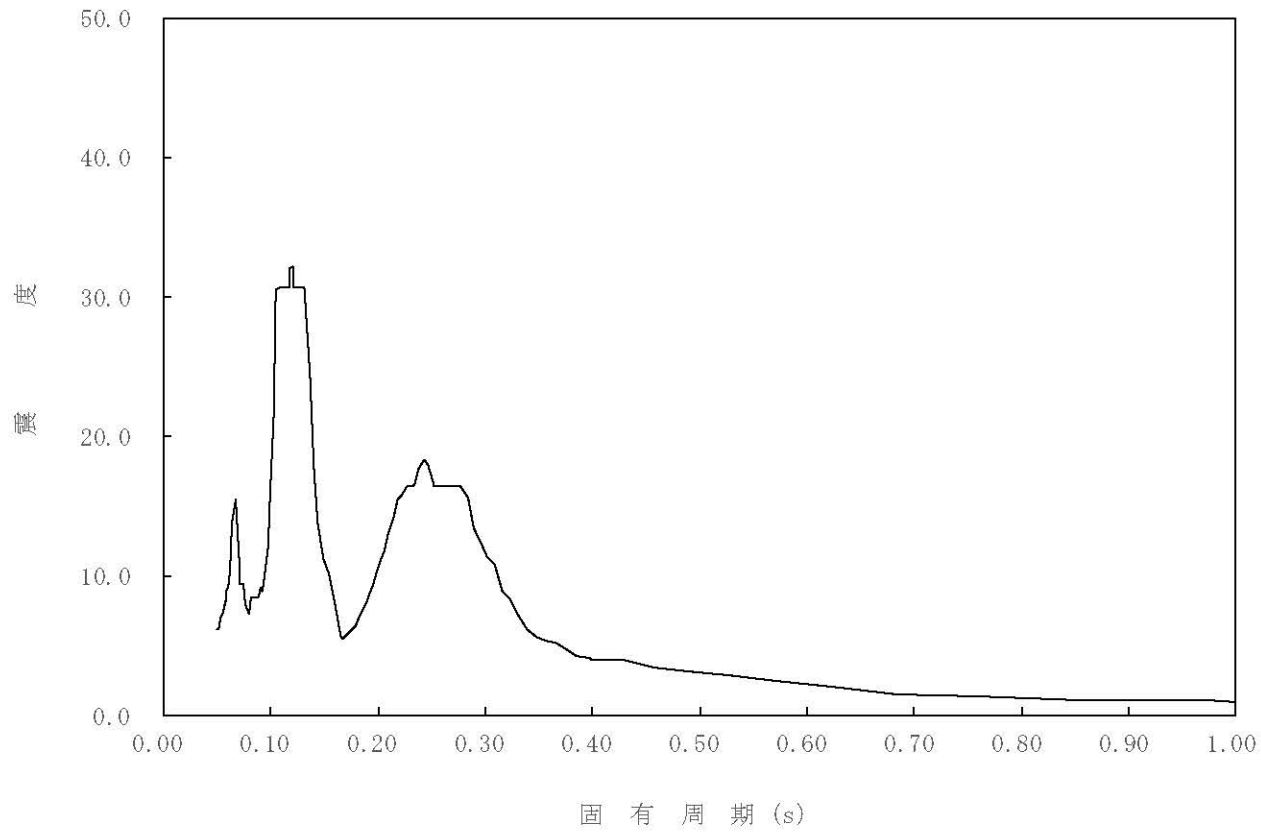
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-22

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-RPVB0T38-005】

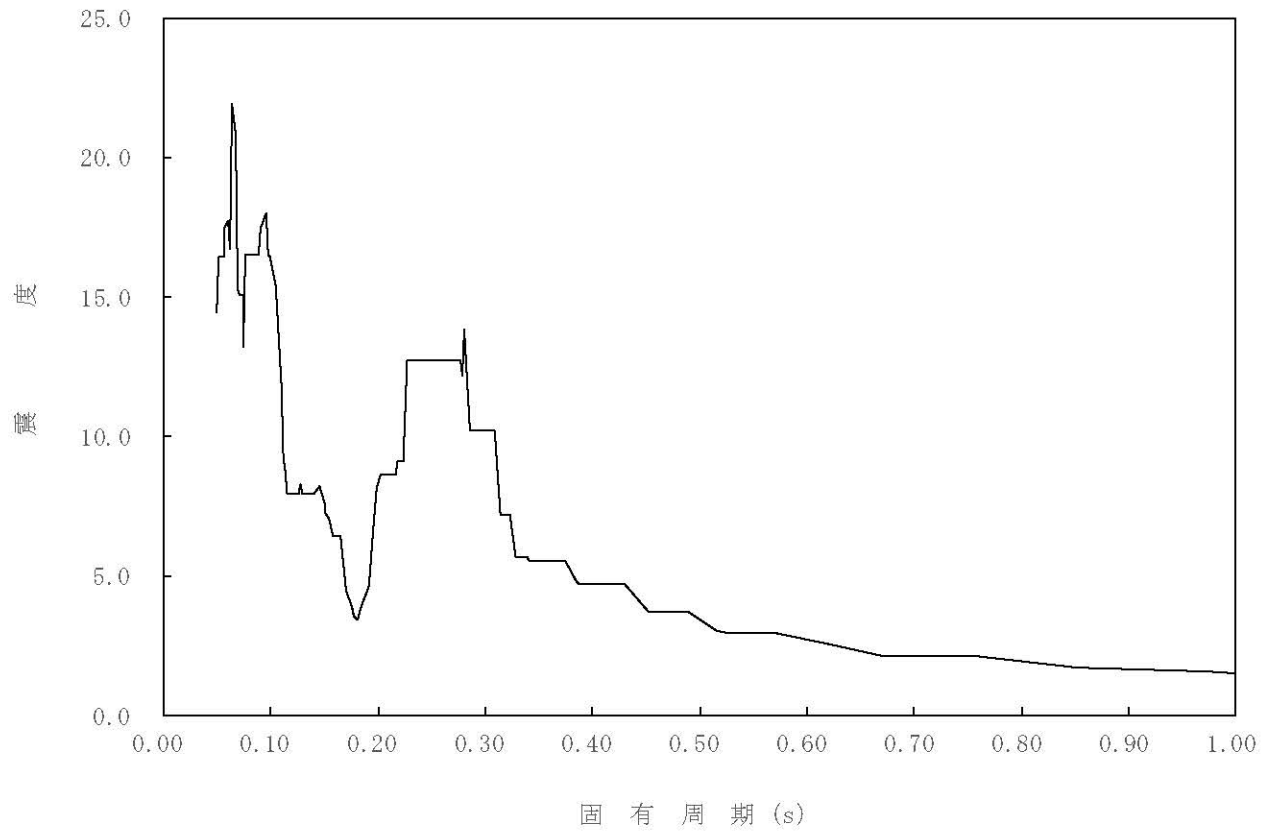
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-23

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-RPVB0T38-010】

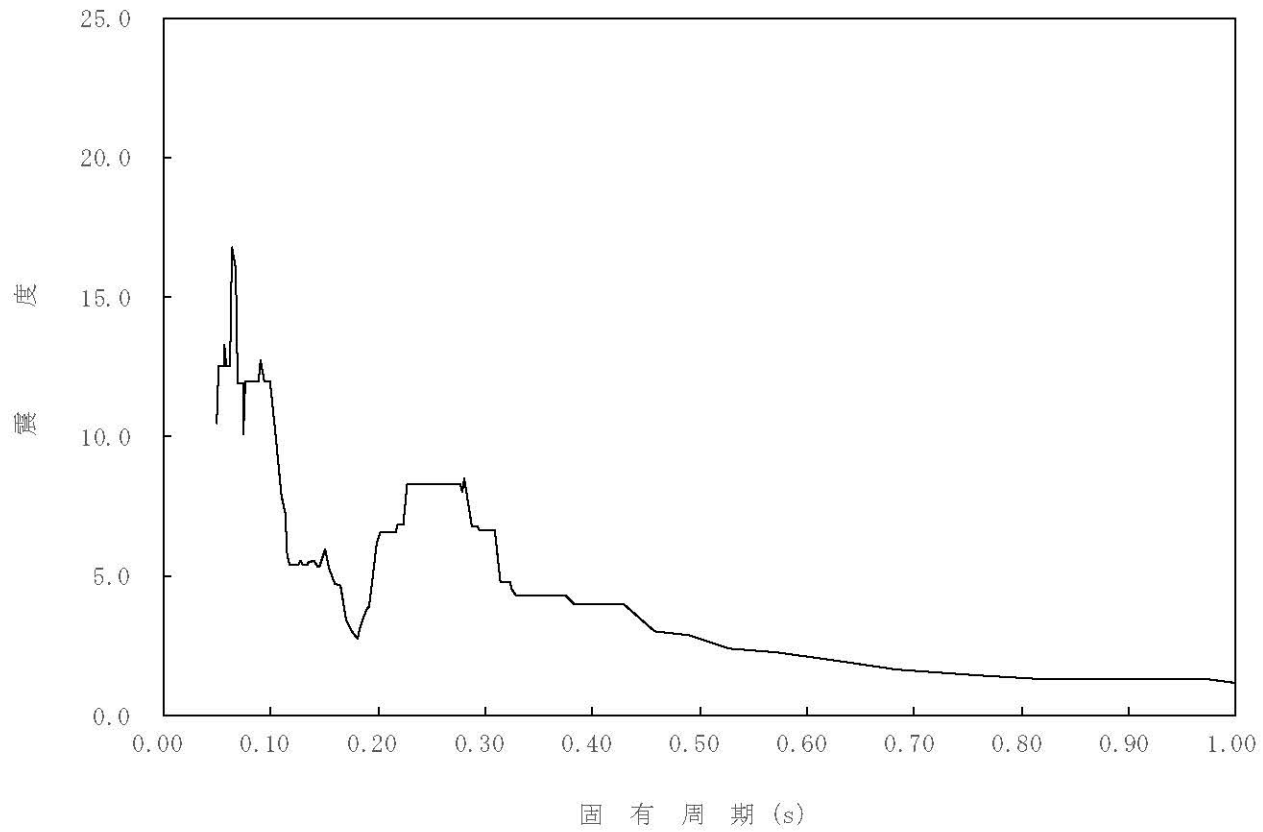
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-24

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-RPVB0T38-015】

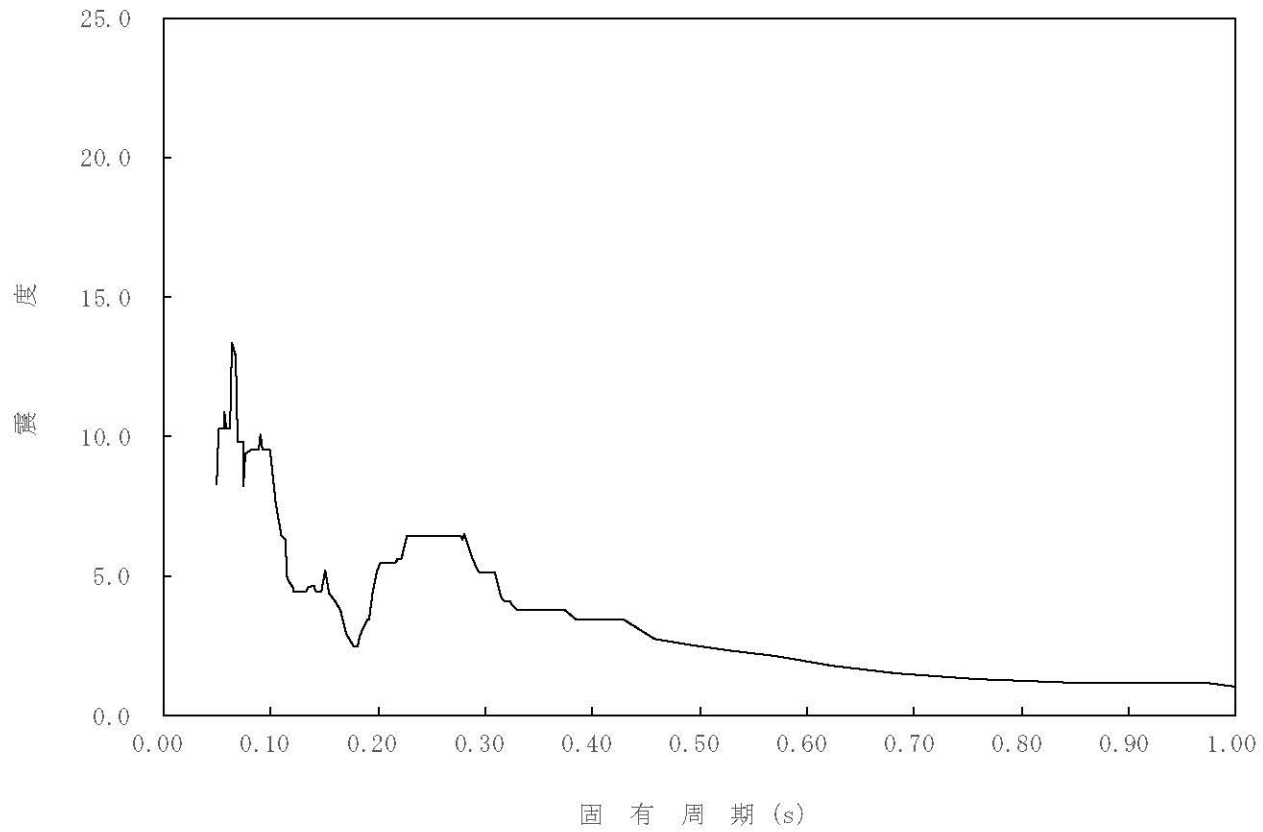
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-25

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-RPVB0T38-020】

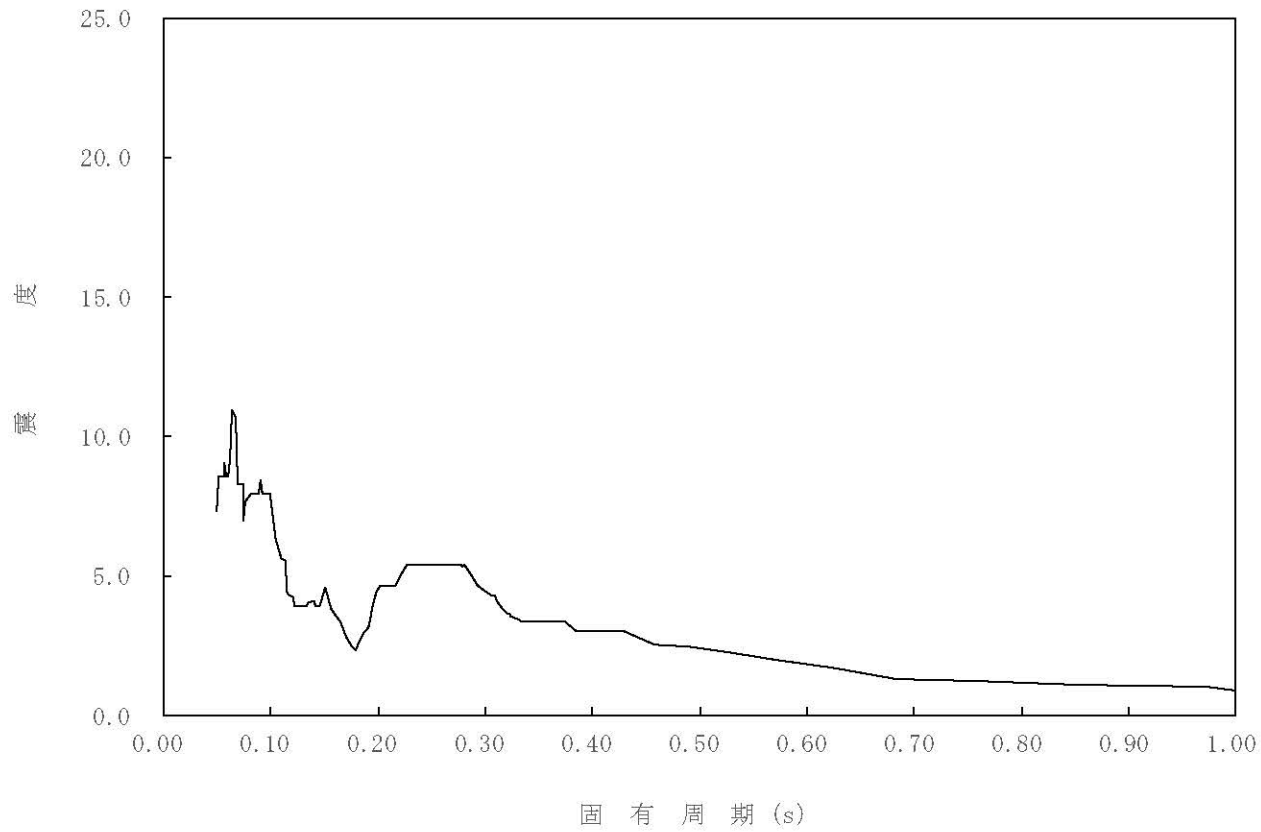
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-26

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsH-RPVB0T38-025】

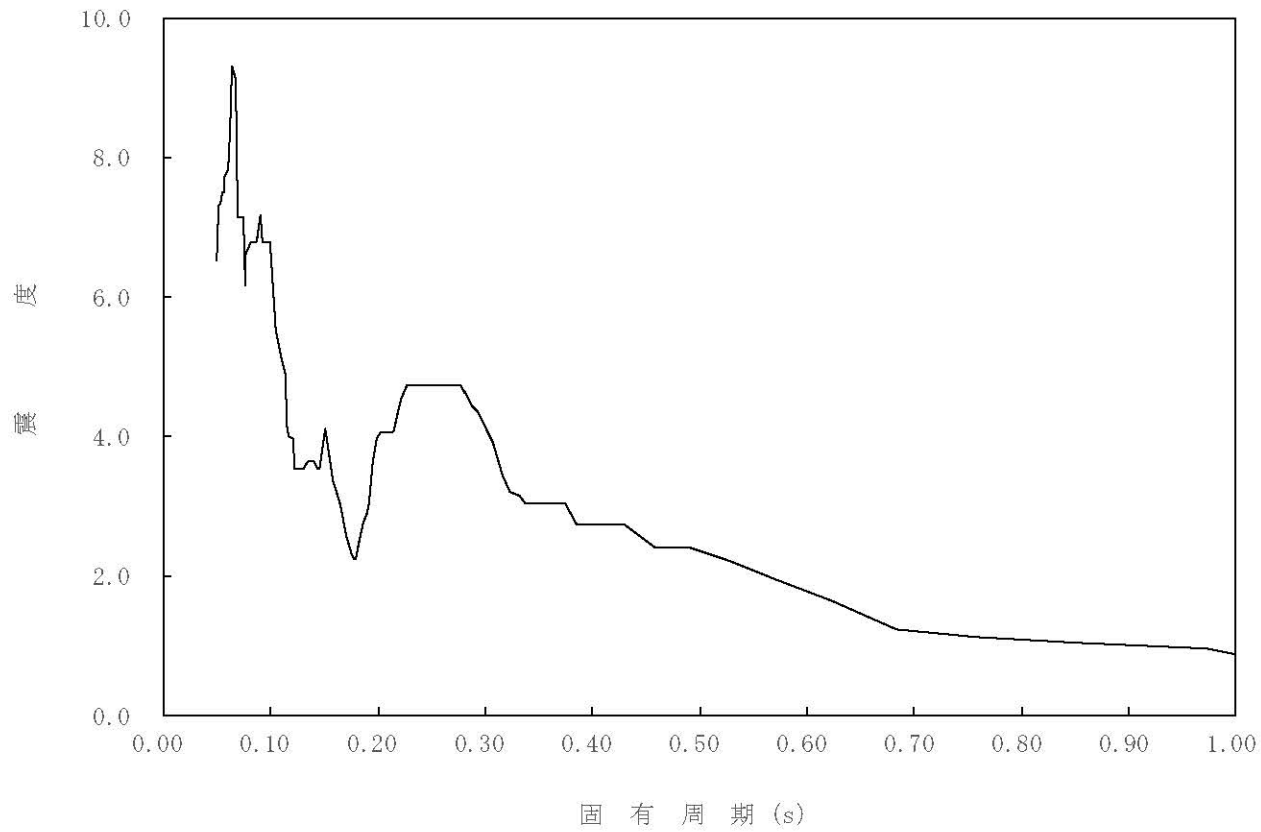
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 水平方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-27

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CRDH42-005】

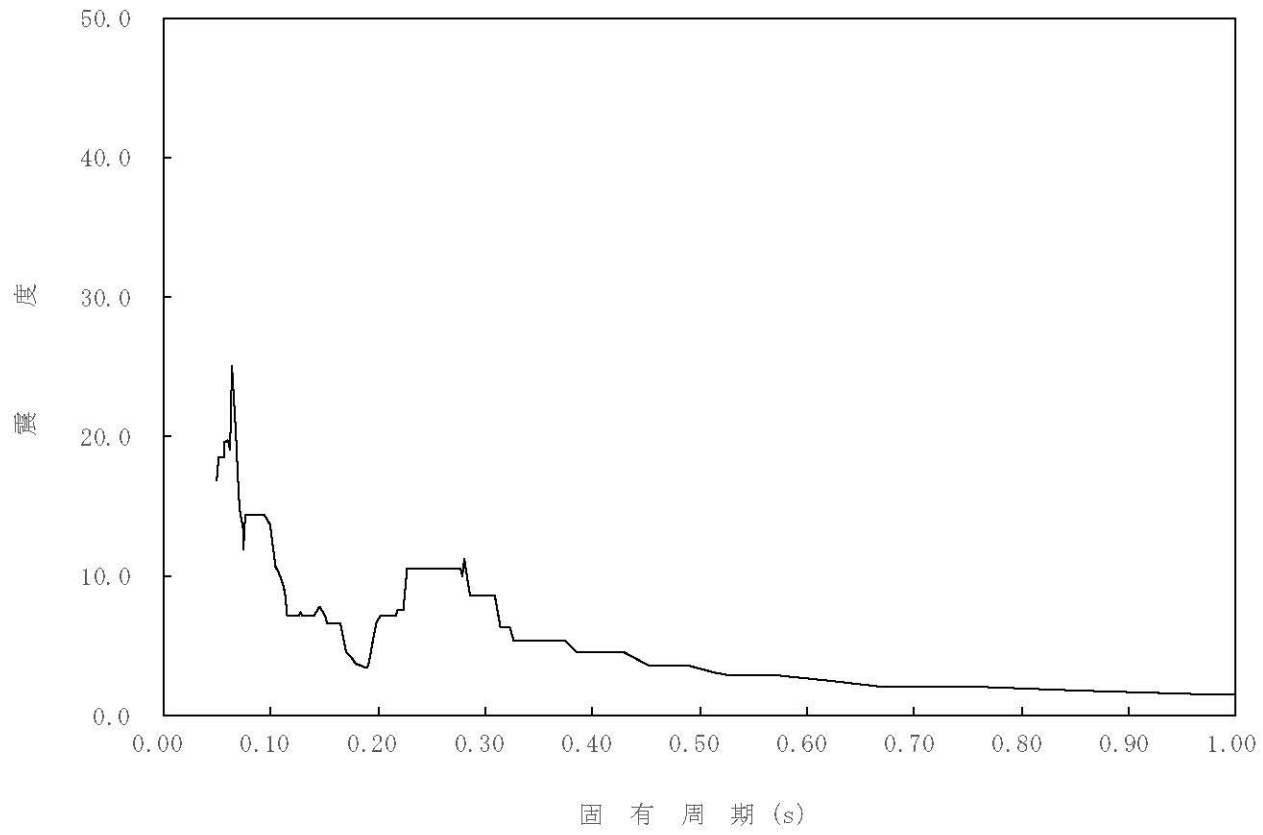
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0. P.

— 水平方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-28

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CRDH42-010】

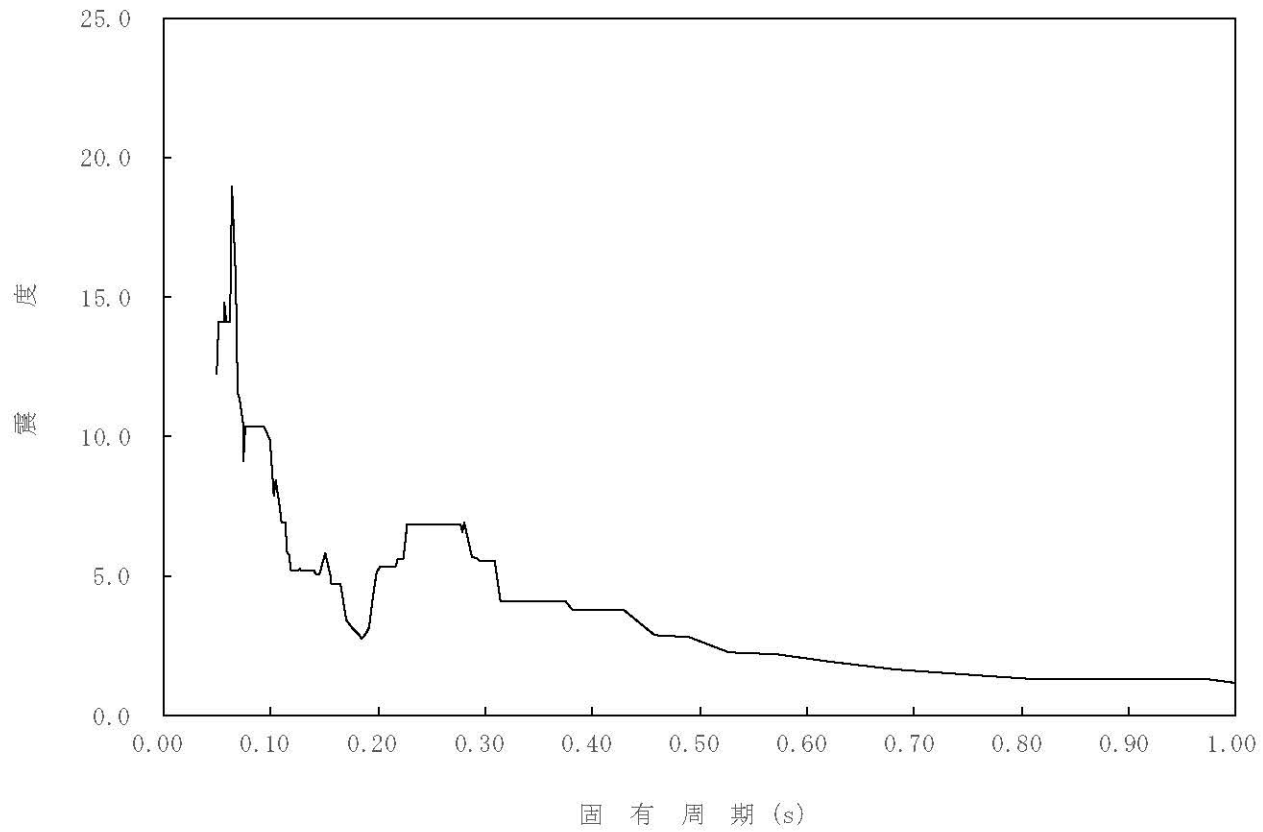
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0.P

— 水平方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-29

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CRDH42-015】

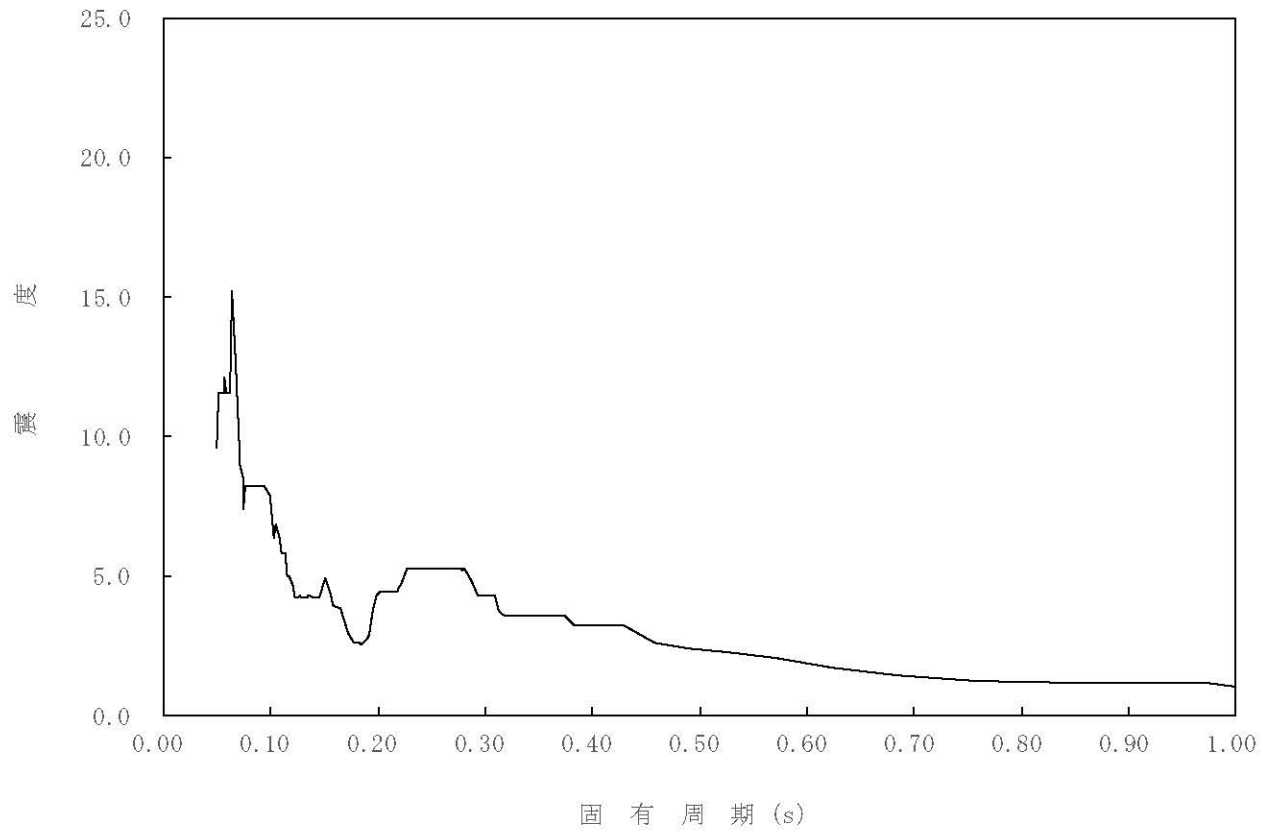
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0. P.

— 水平方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-30

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CRDH42-020】

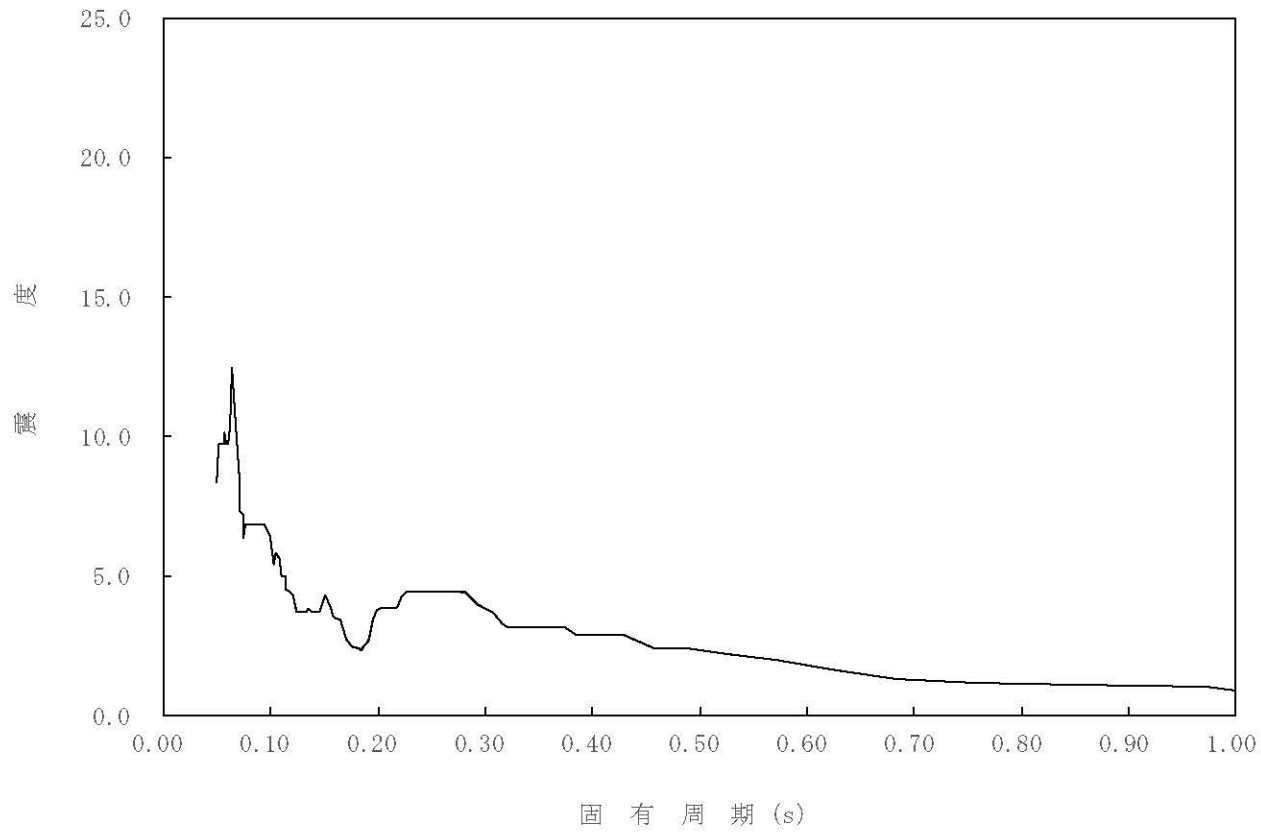
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0. P

— 水平方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-31

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsH-CRDH42-025】

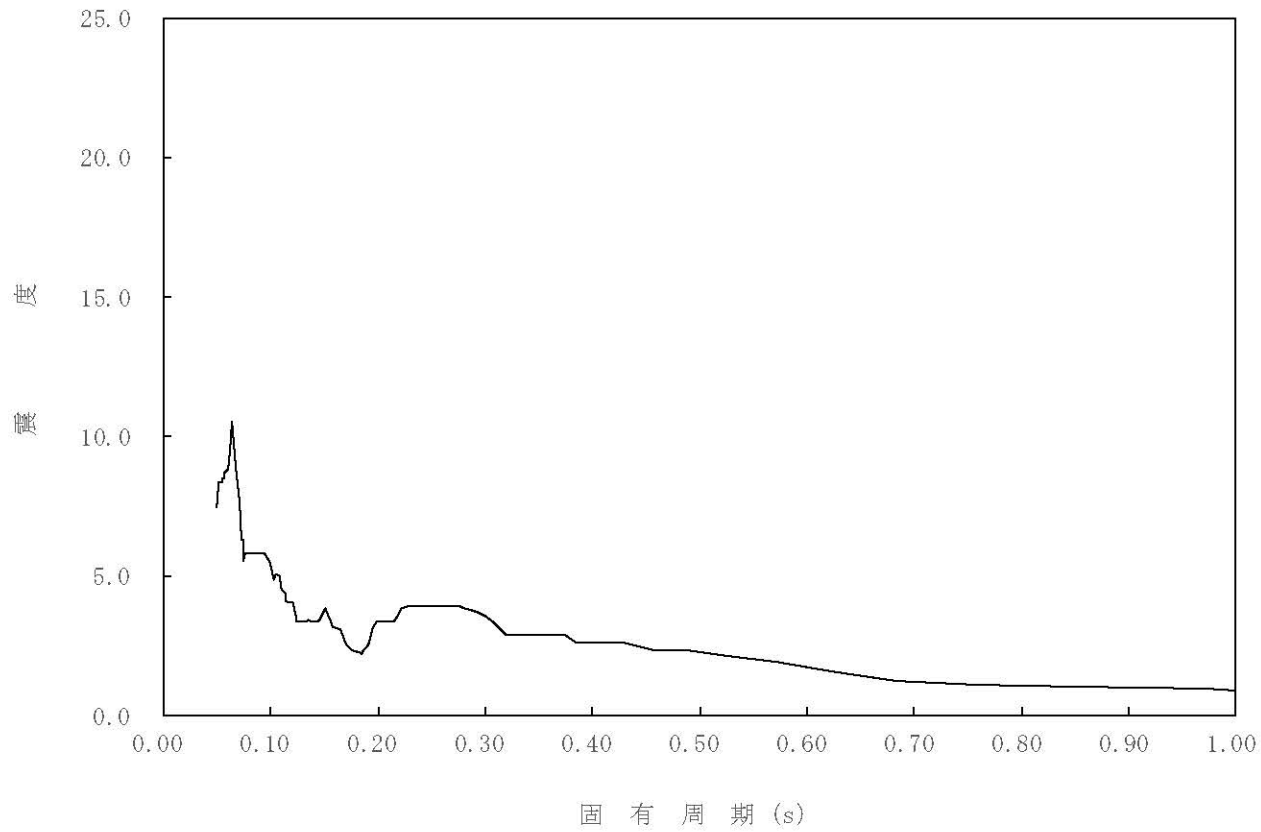
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0.P.

— 水平方向

減衰定数： 2.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-32

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-DR36-005】

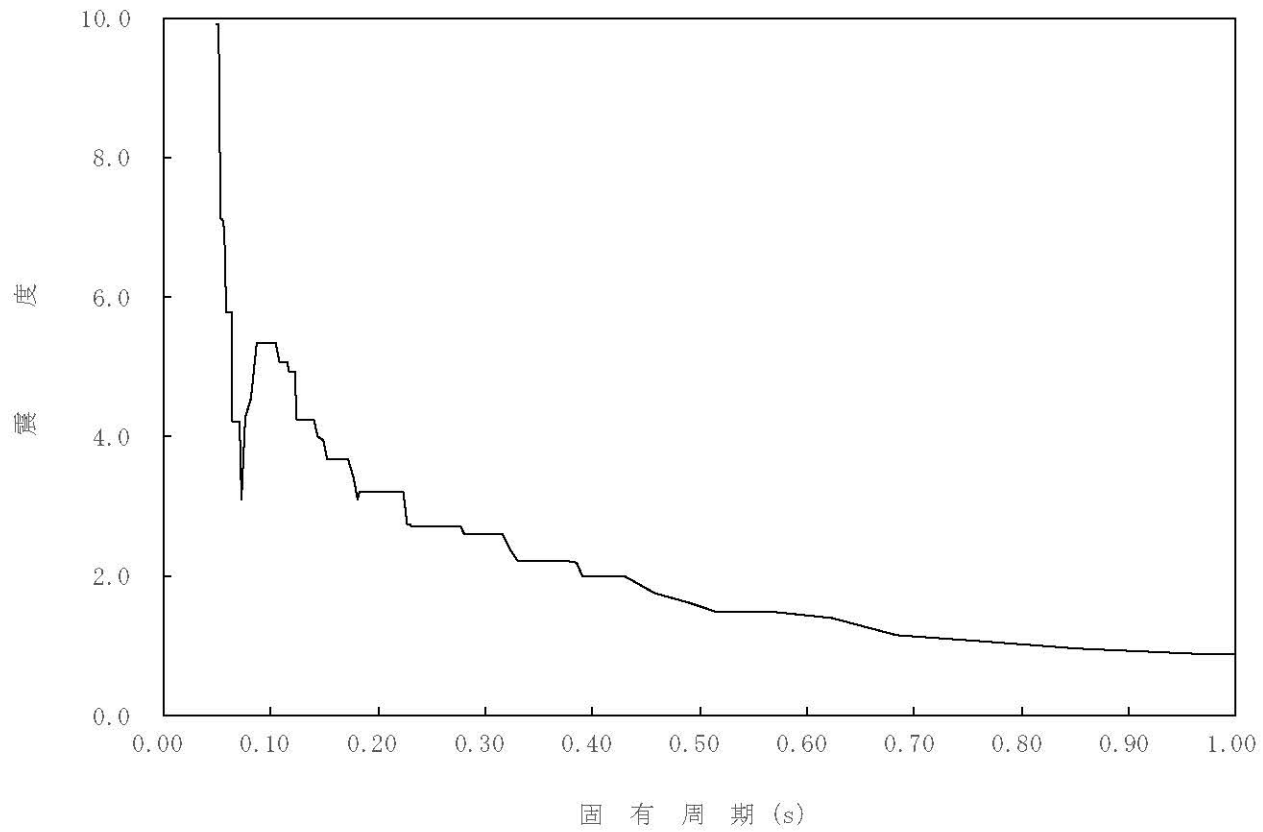
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-33

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-DR36-010】

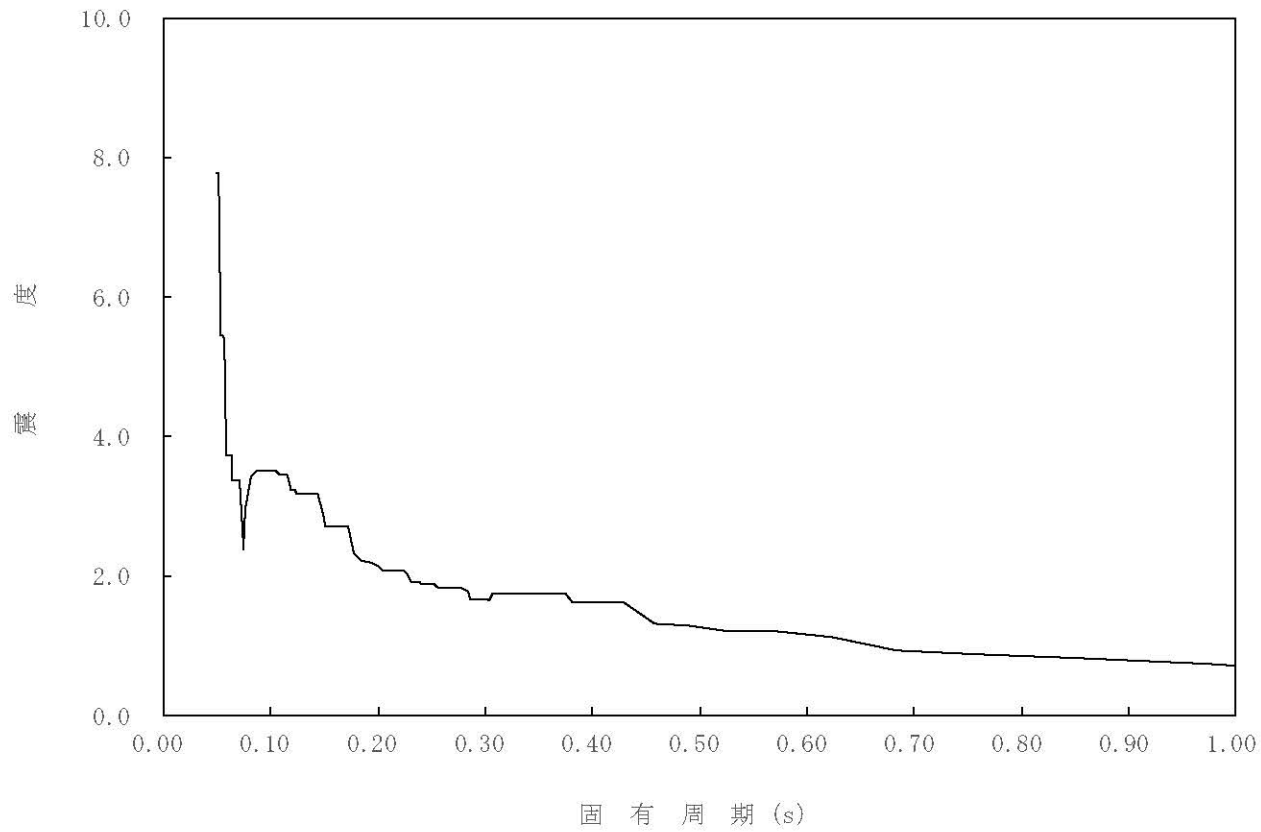
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-34

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsV-DR36-015】

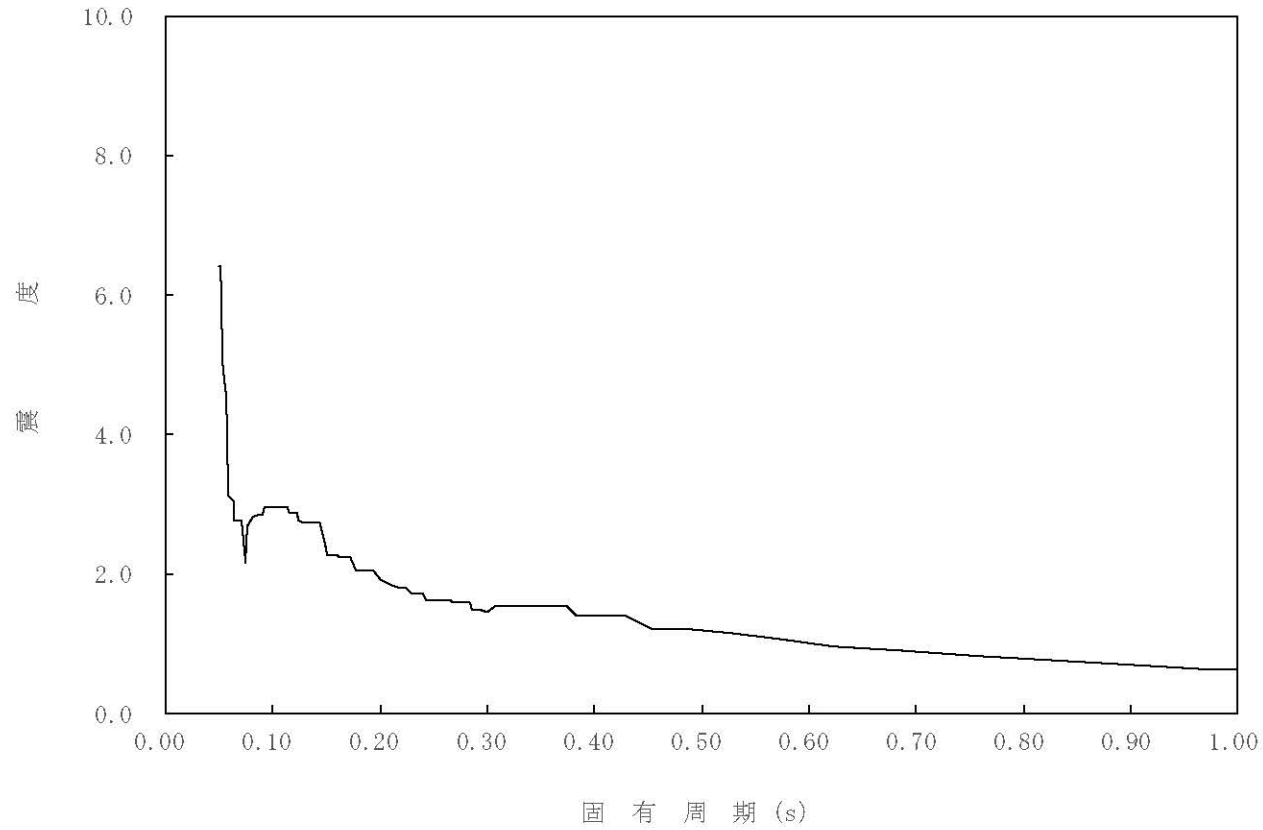
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-35

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-DR36-020】

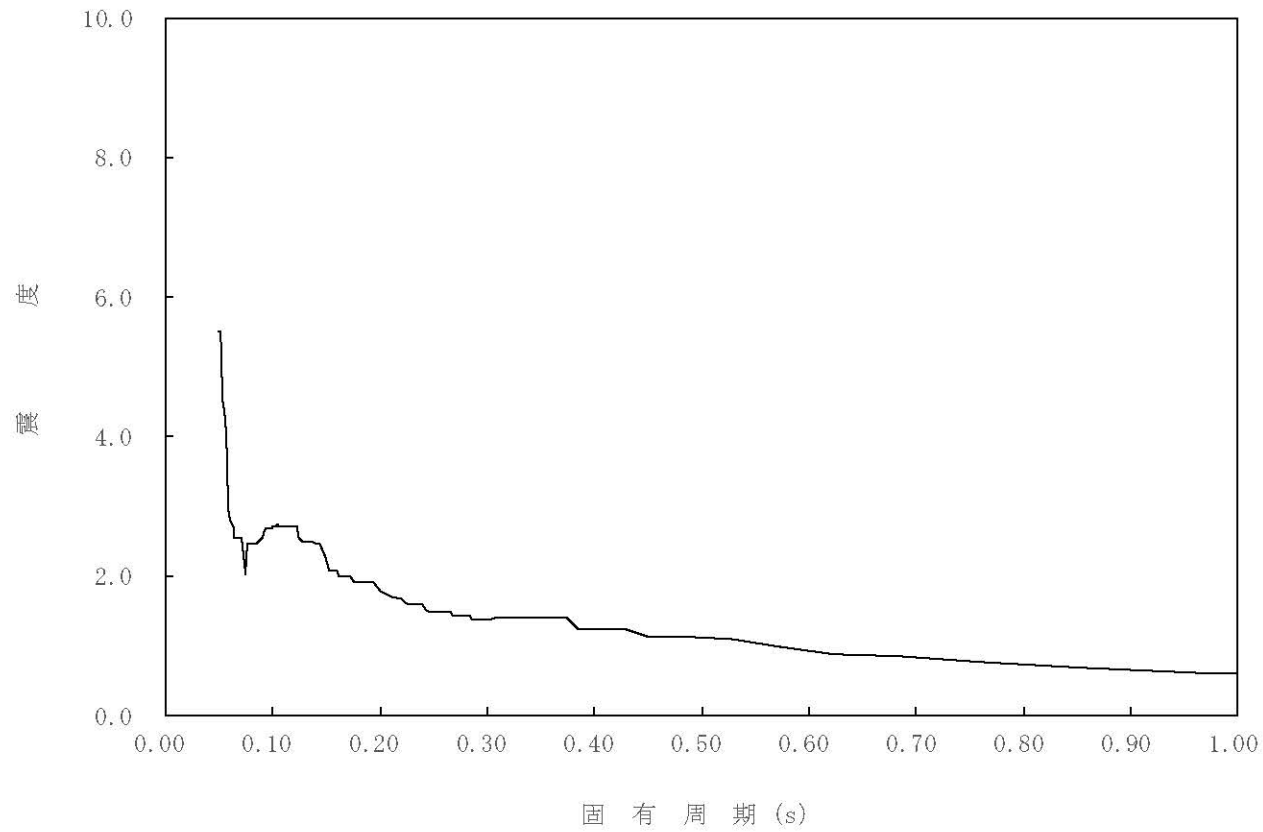
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-36

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-DR36-025】

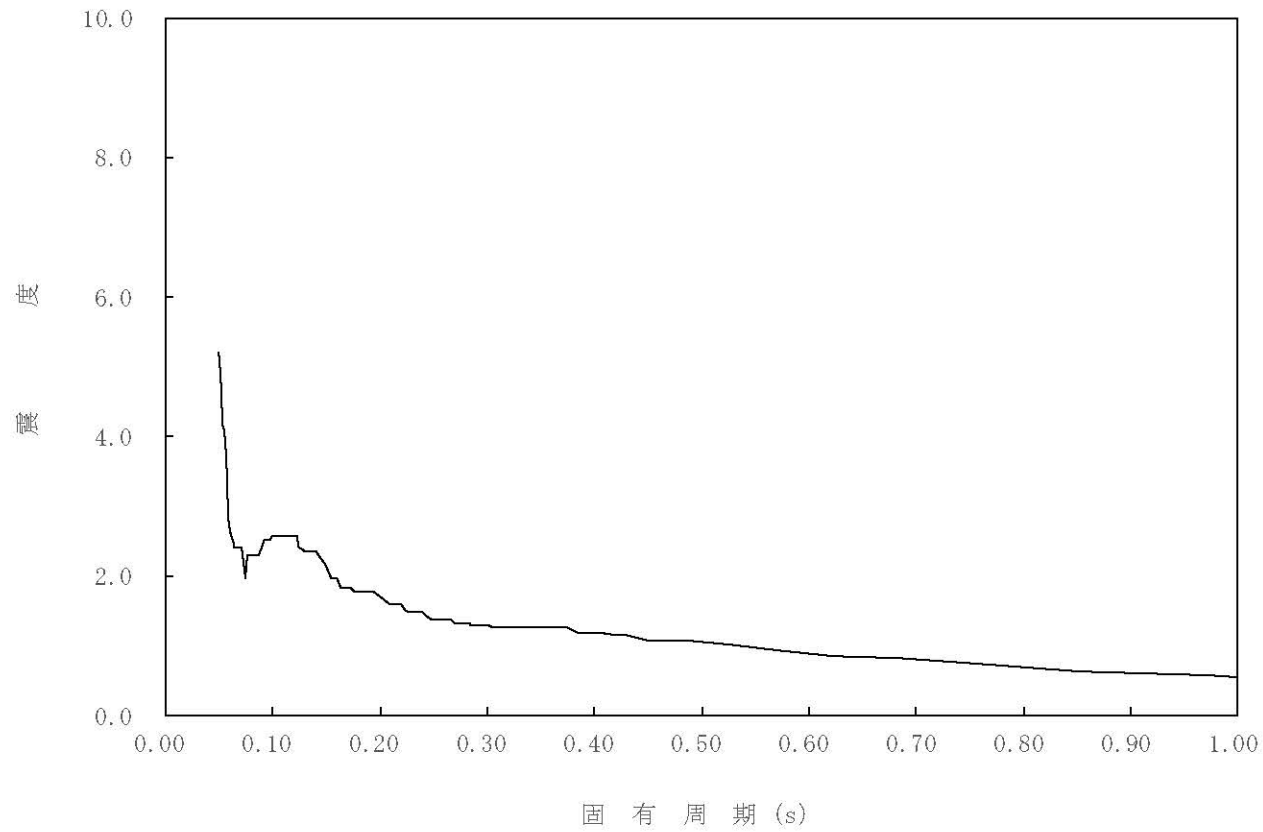
構造物名： 気水分離器

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 2.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-37

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CP44-005】

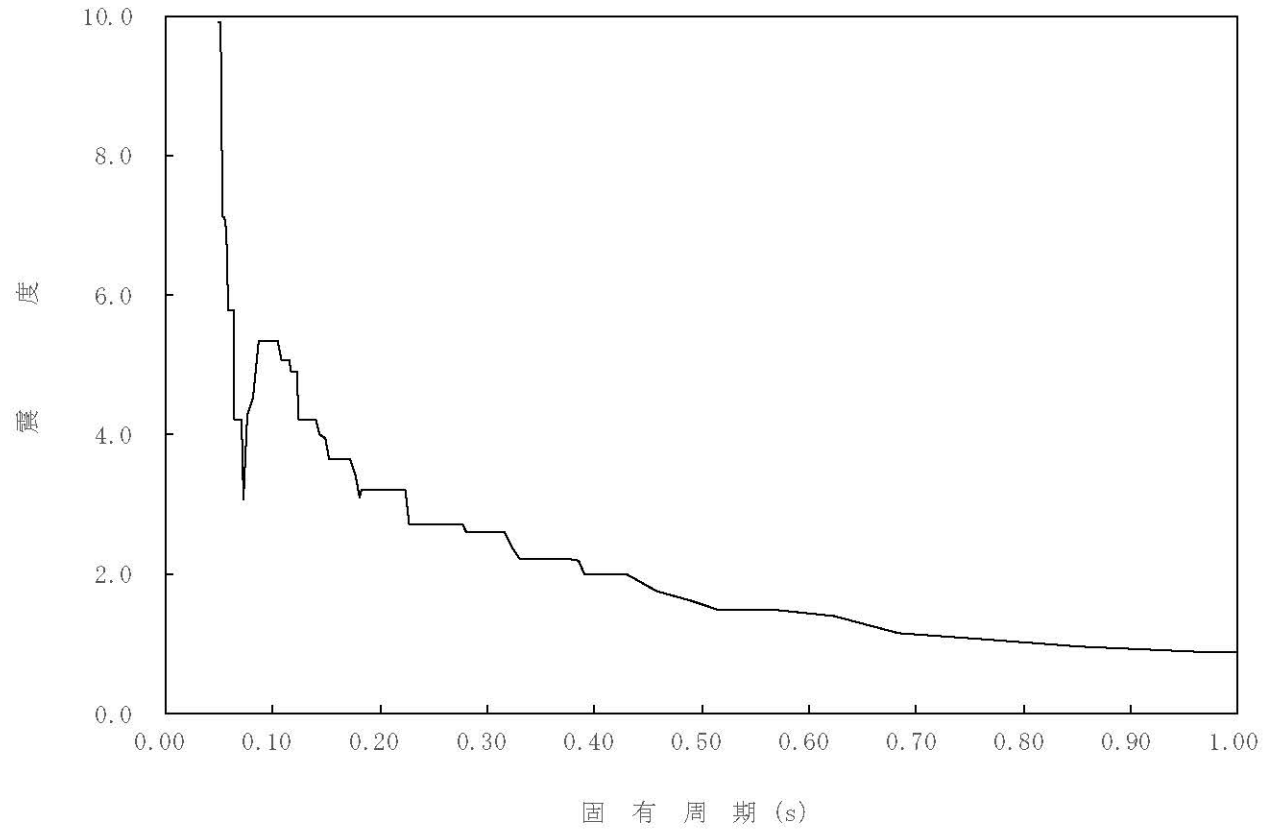
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-38

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CP44-010】

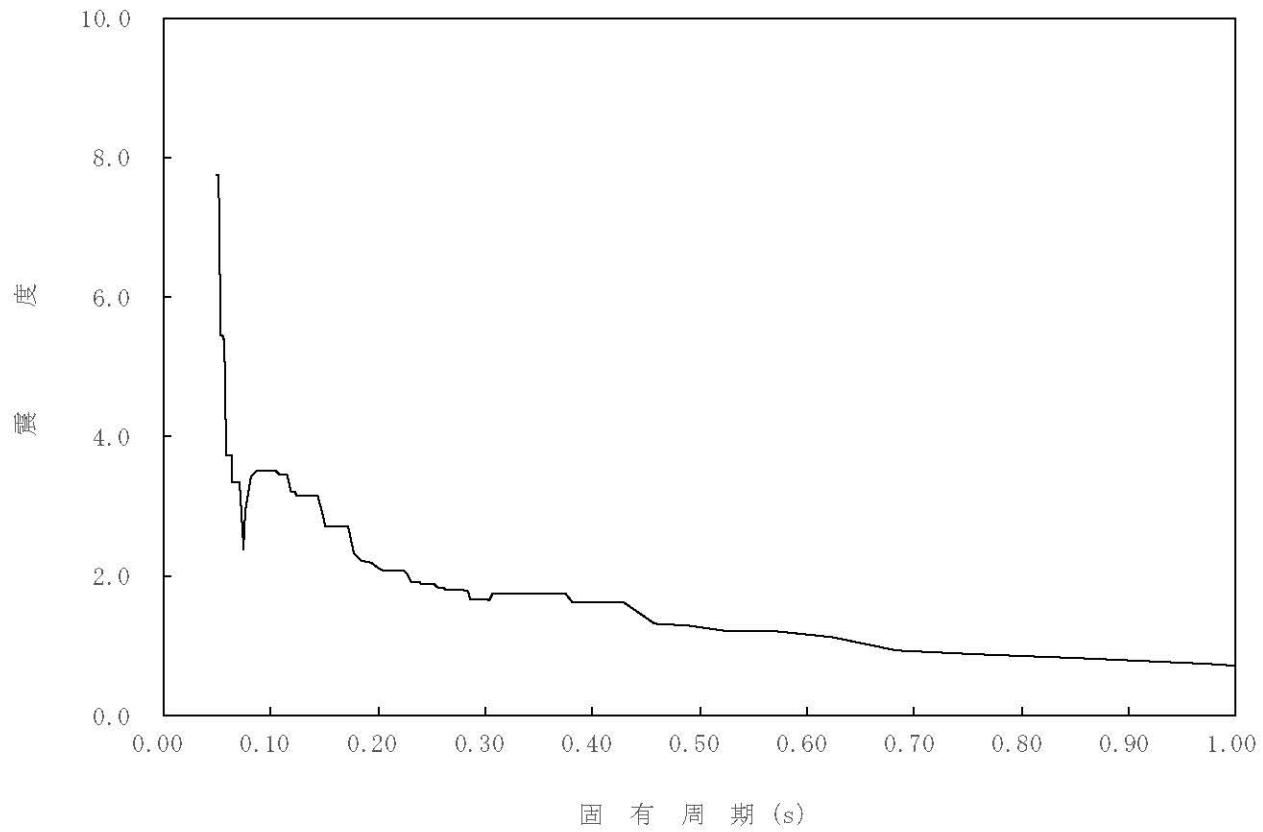
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-39

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CP44-015】

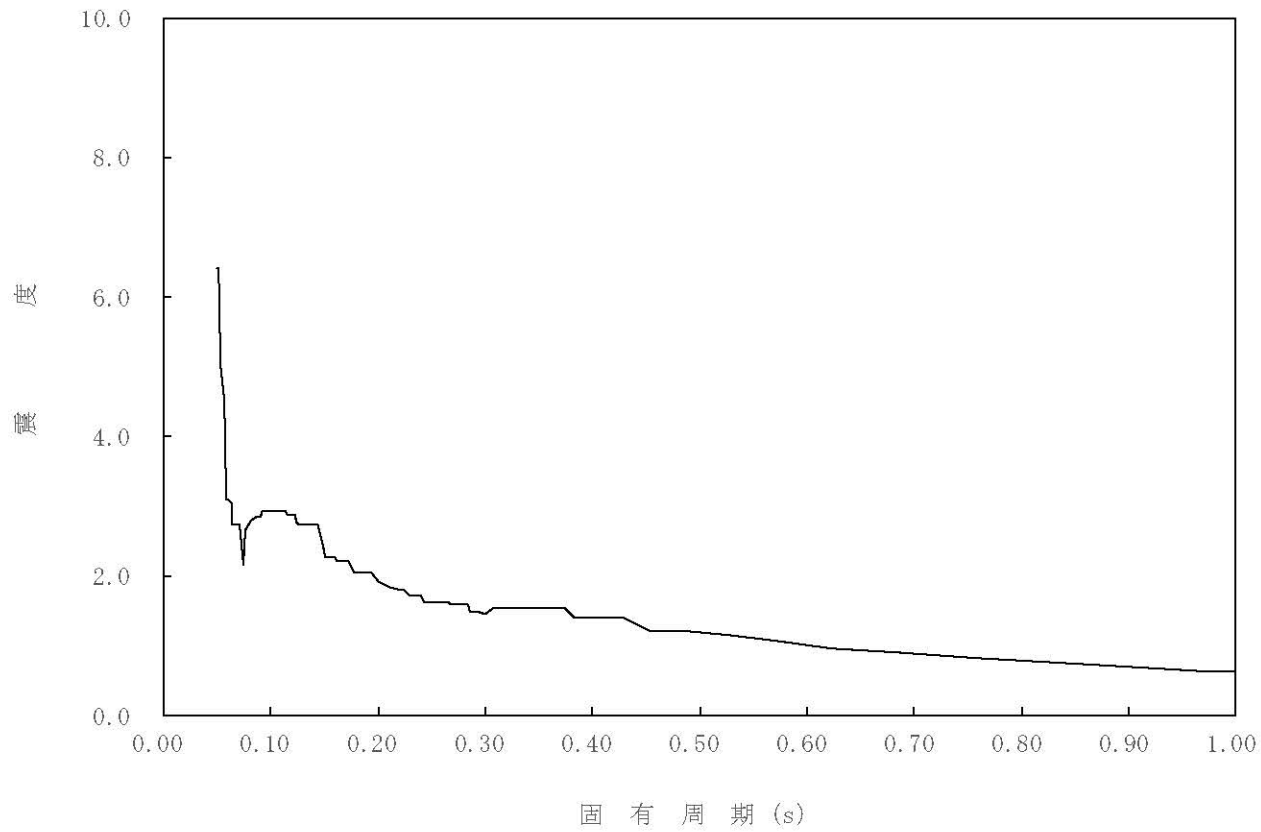
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-40

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CP44-020】

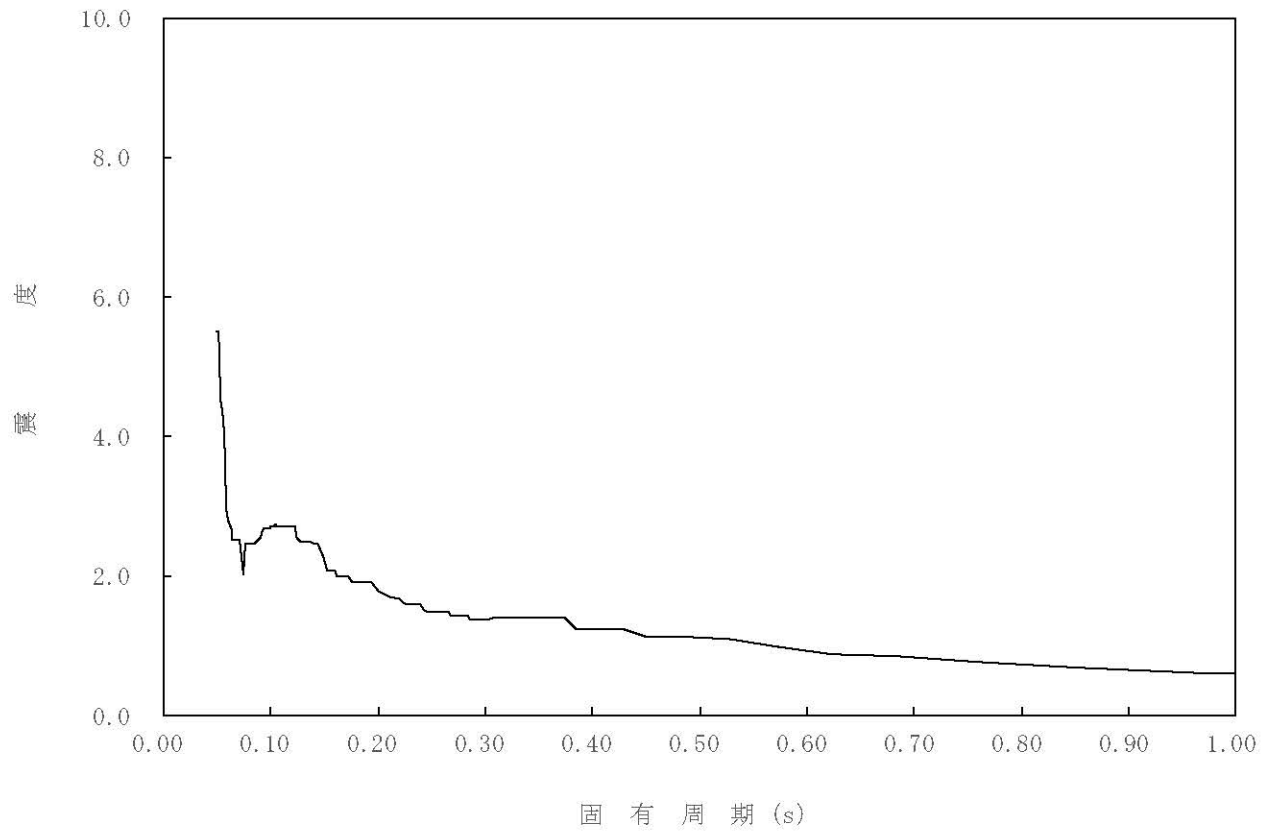
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-41

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CP44-025】

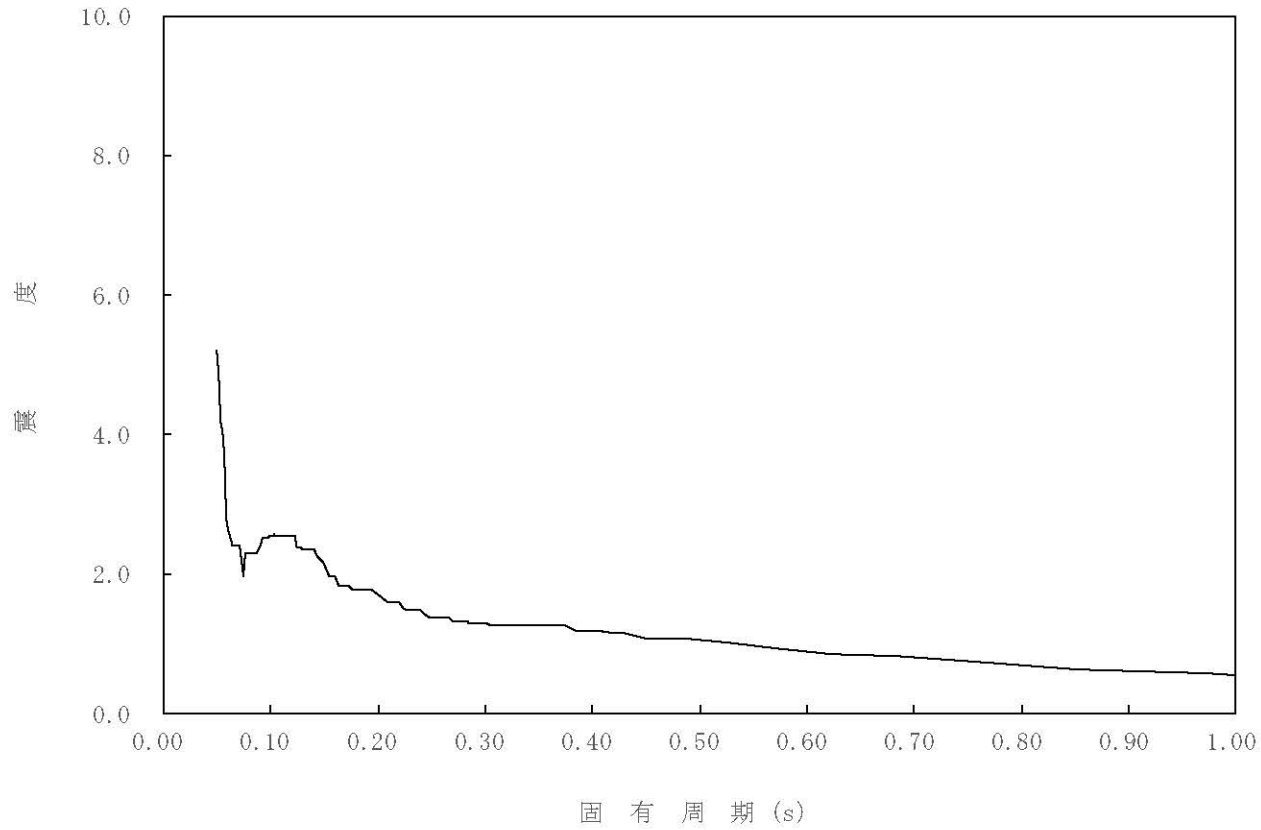
構造物名：炉心支持板

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-42

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsV-UG50-005】

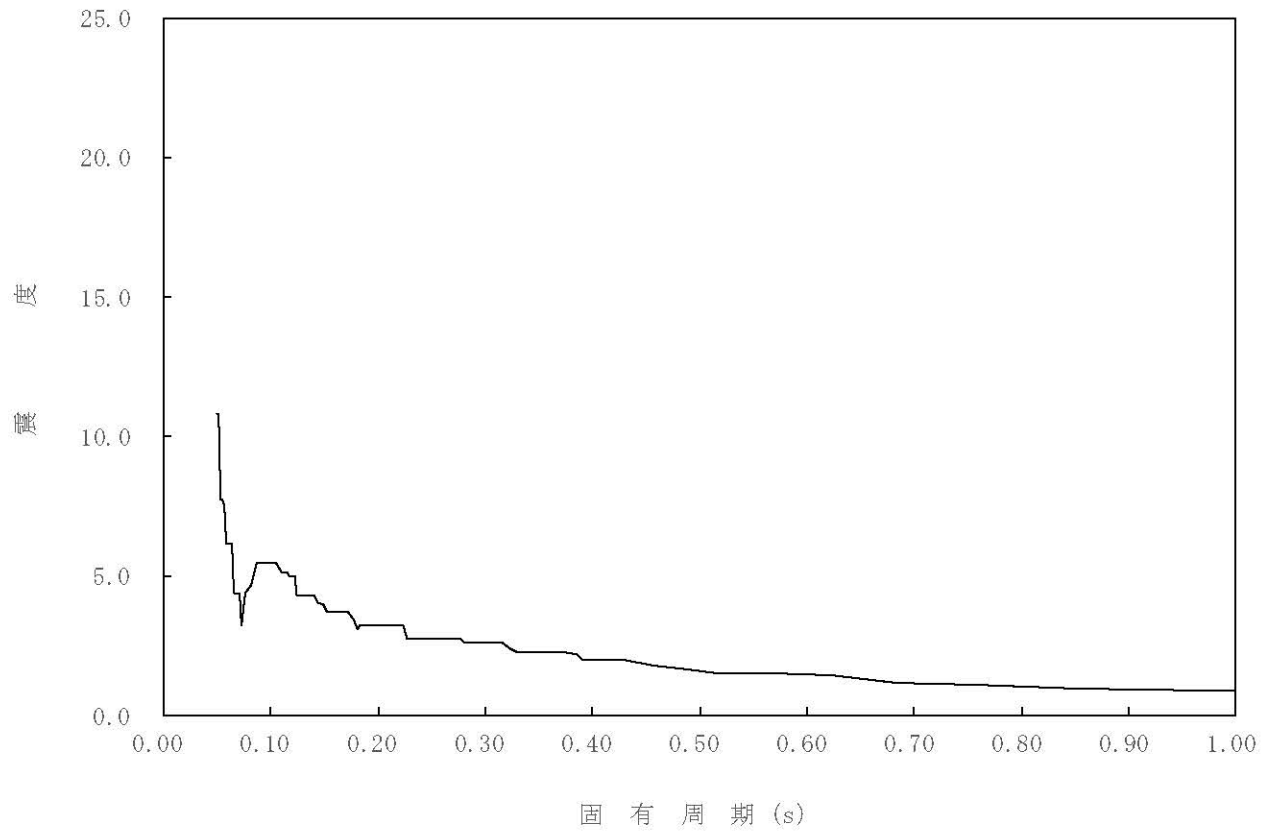
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-43

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-UG50-010】

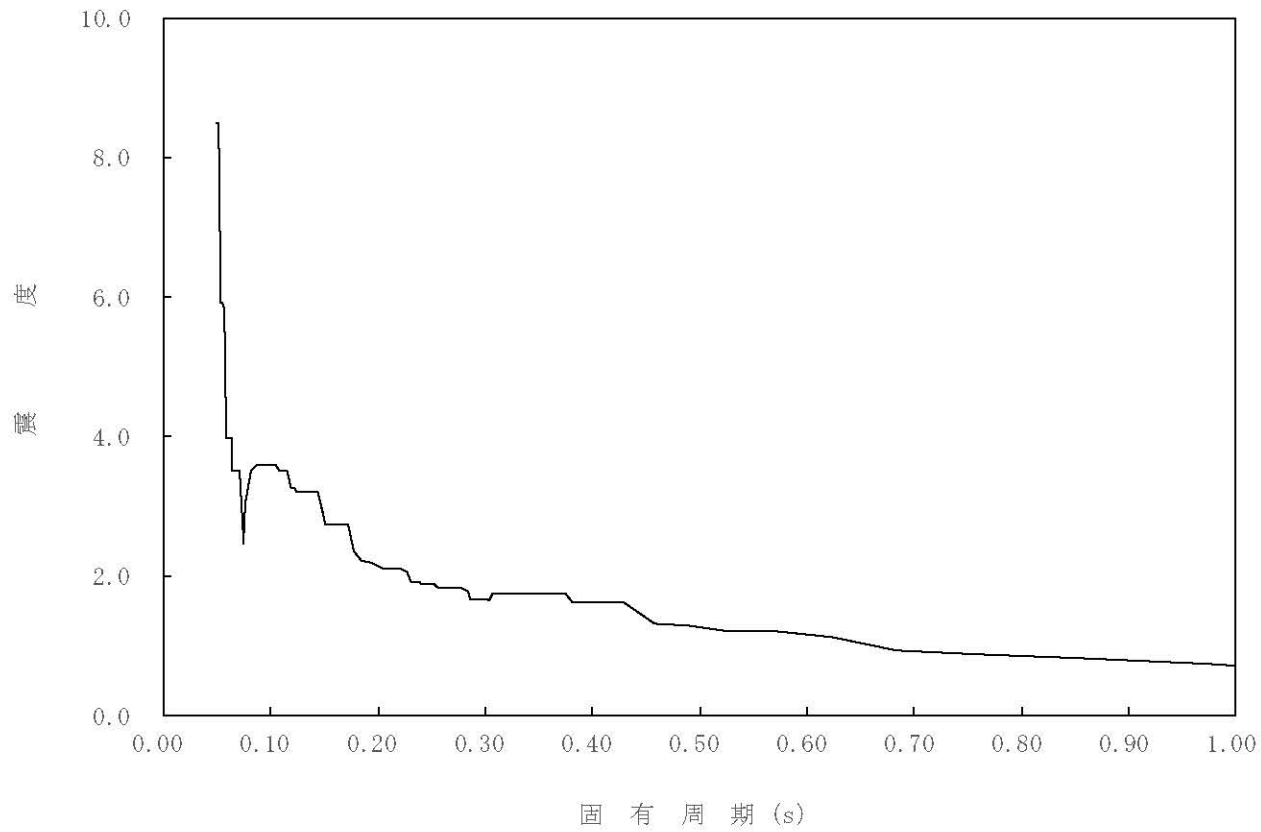
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-44

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-UG50-015】

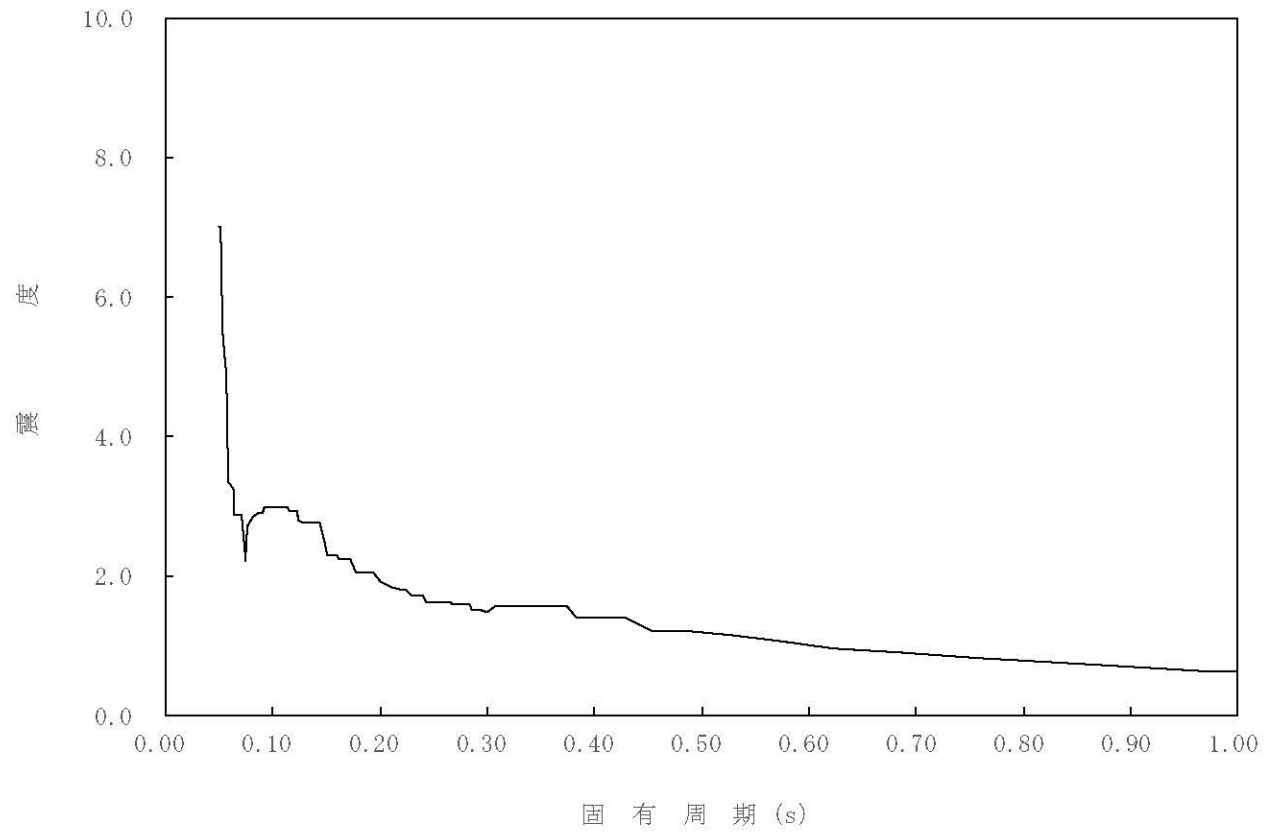
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-45

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-UG50-020】

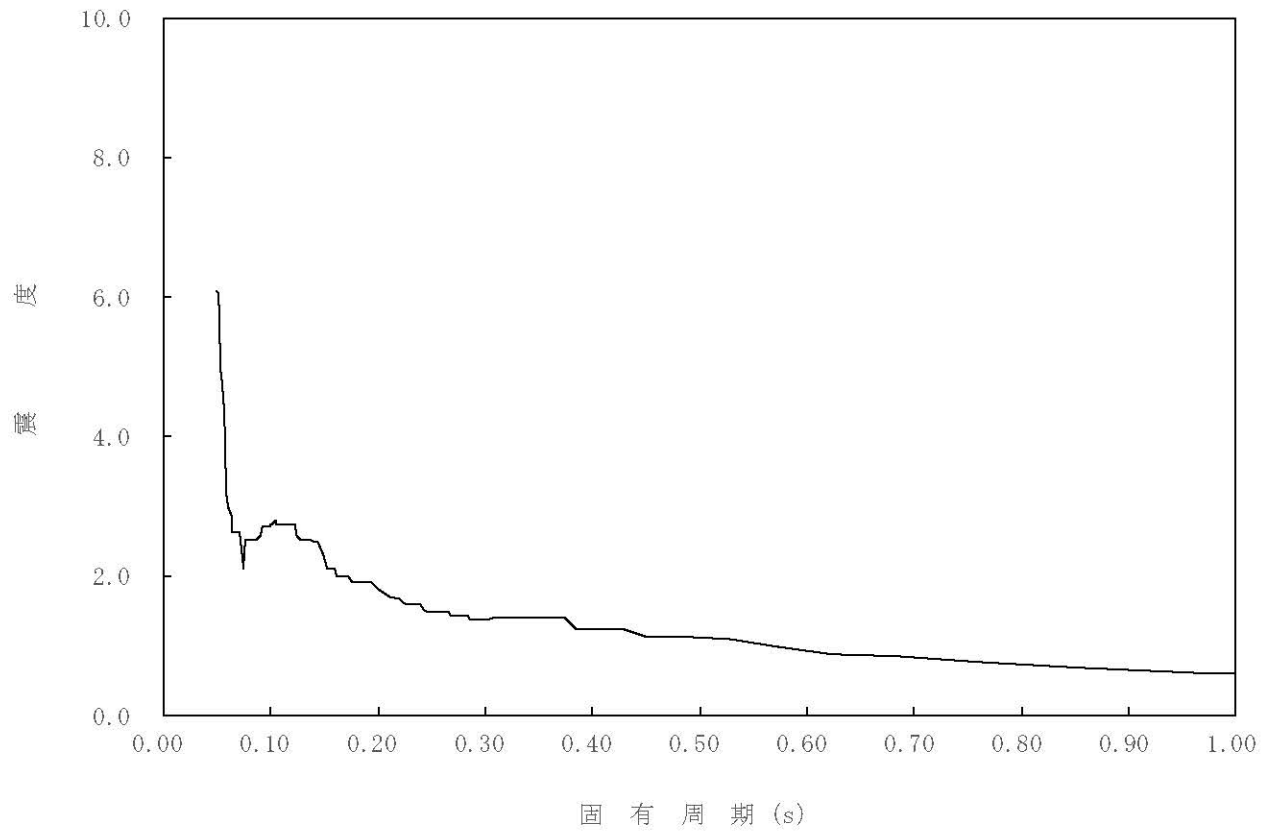
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-46

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-UG50-025】

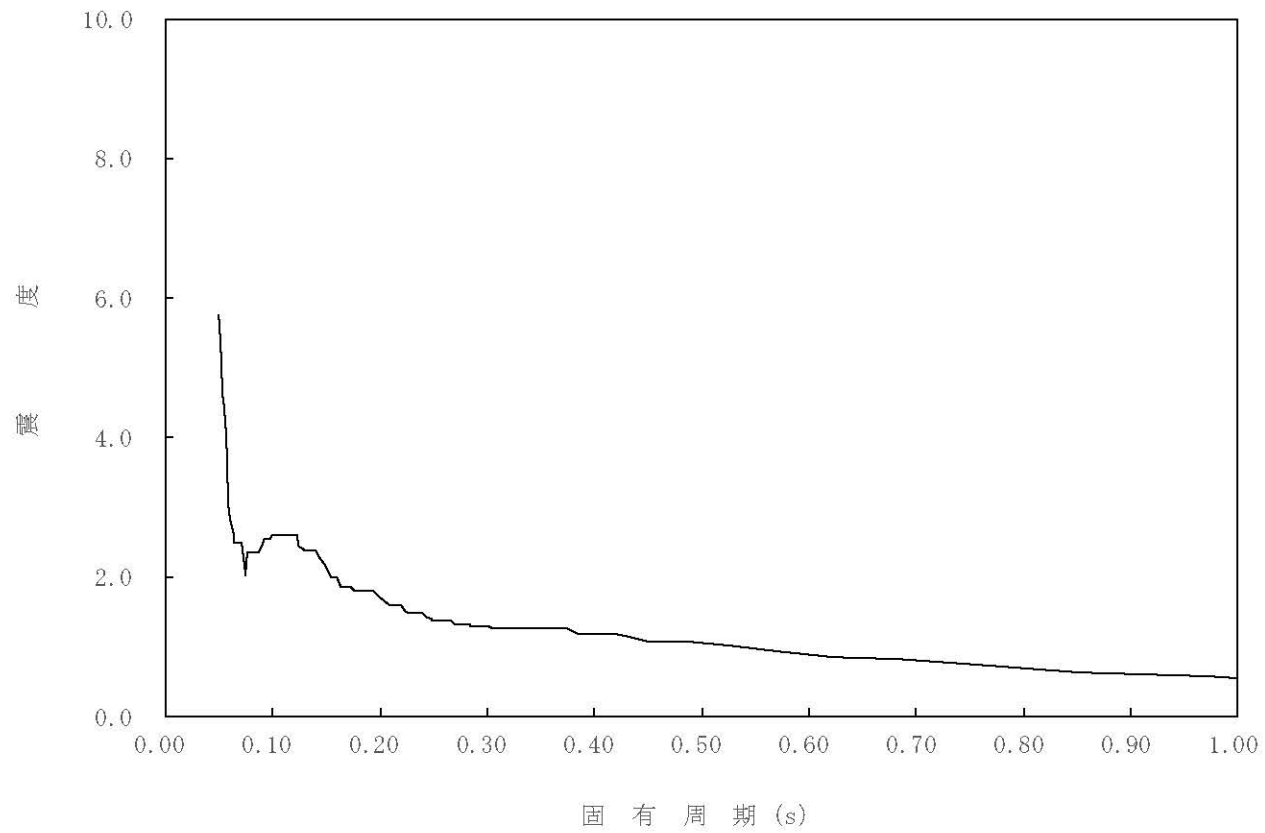
構造物名： 上部格子板

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 2.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-47

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-SHROUD51-005】

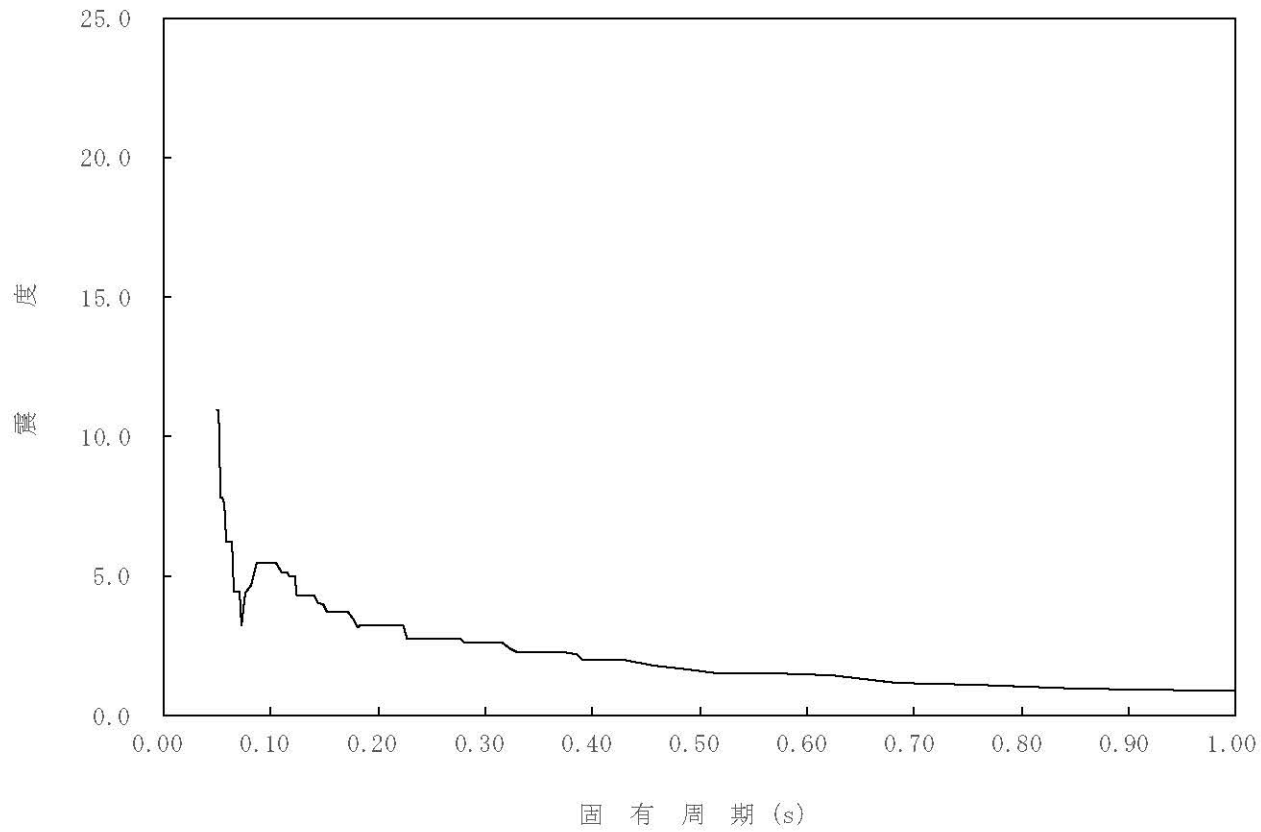
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-48

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-SHROUD51-010】

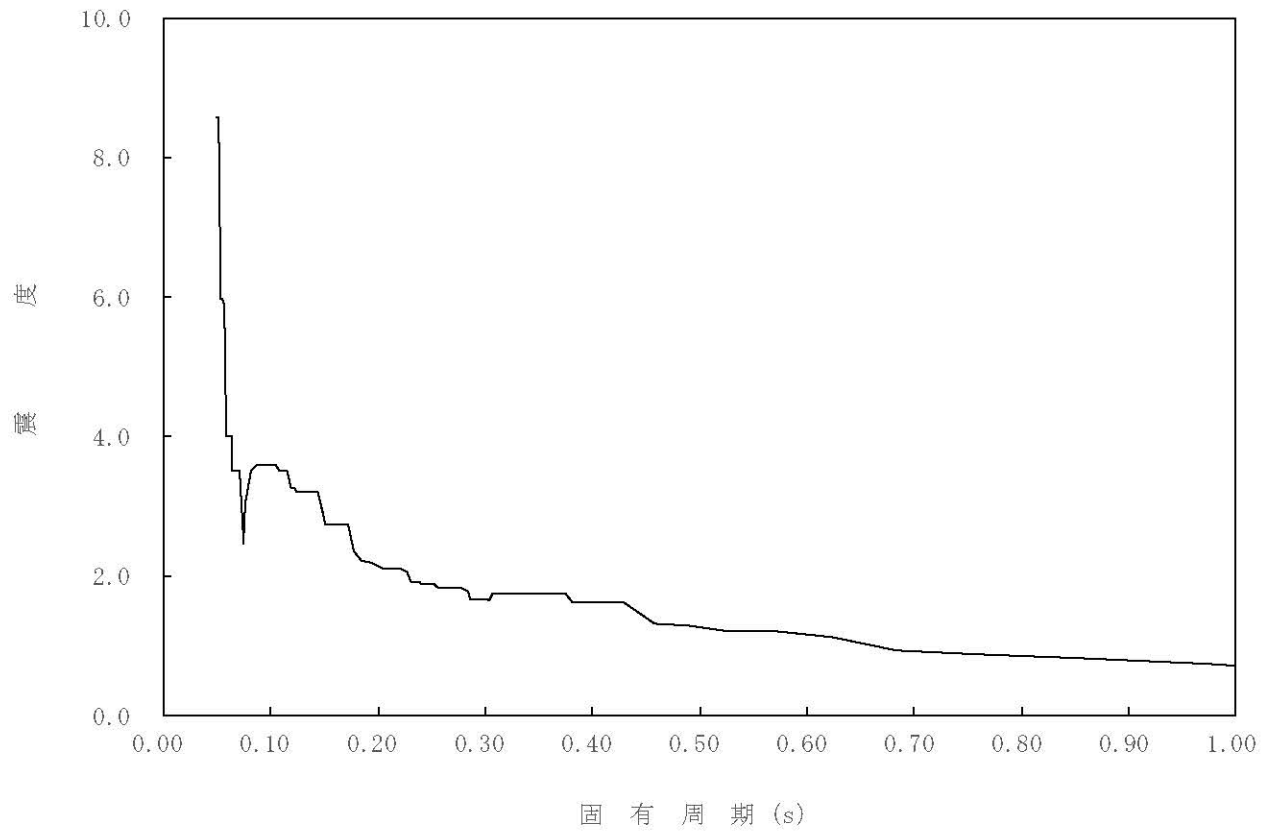
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-49

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-SHROUD51-015】

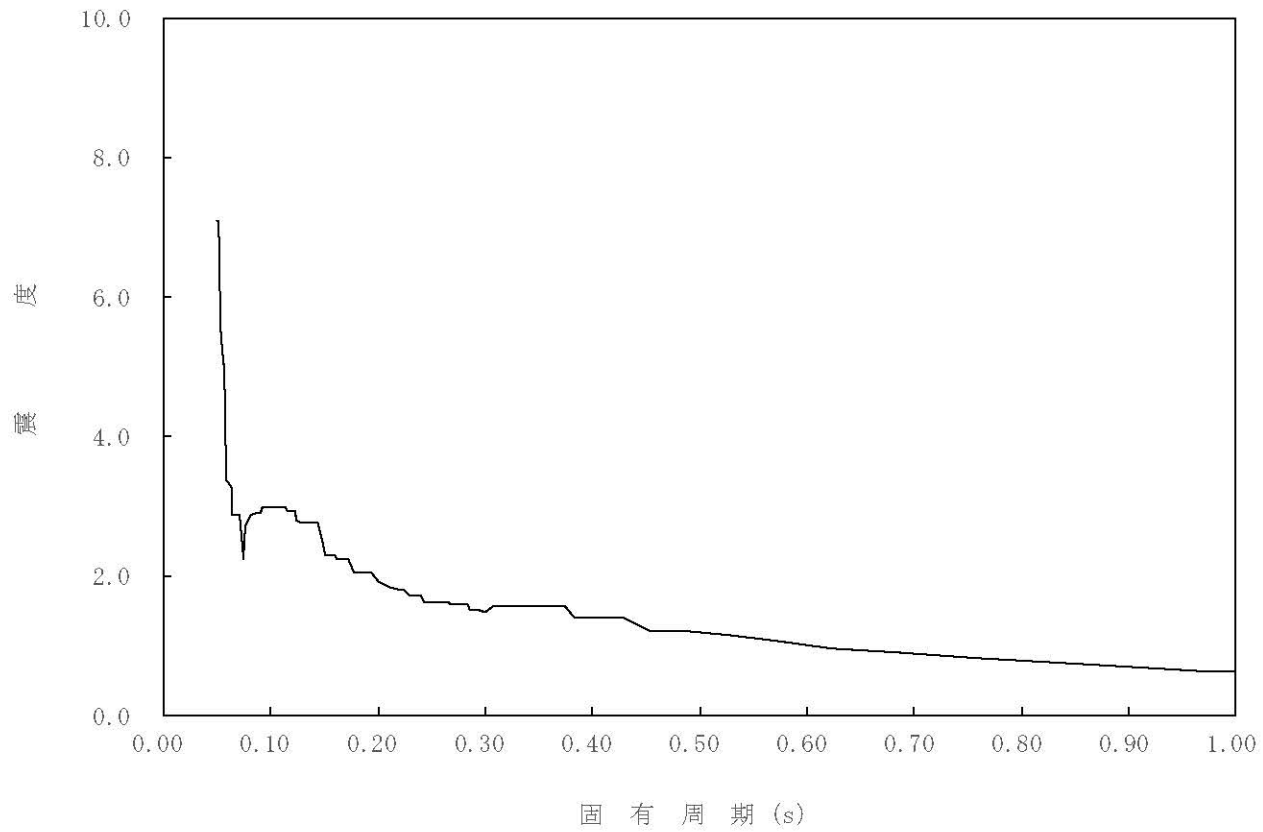
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-50

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsV-SHROUD51-020】

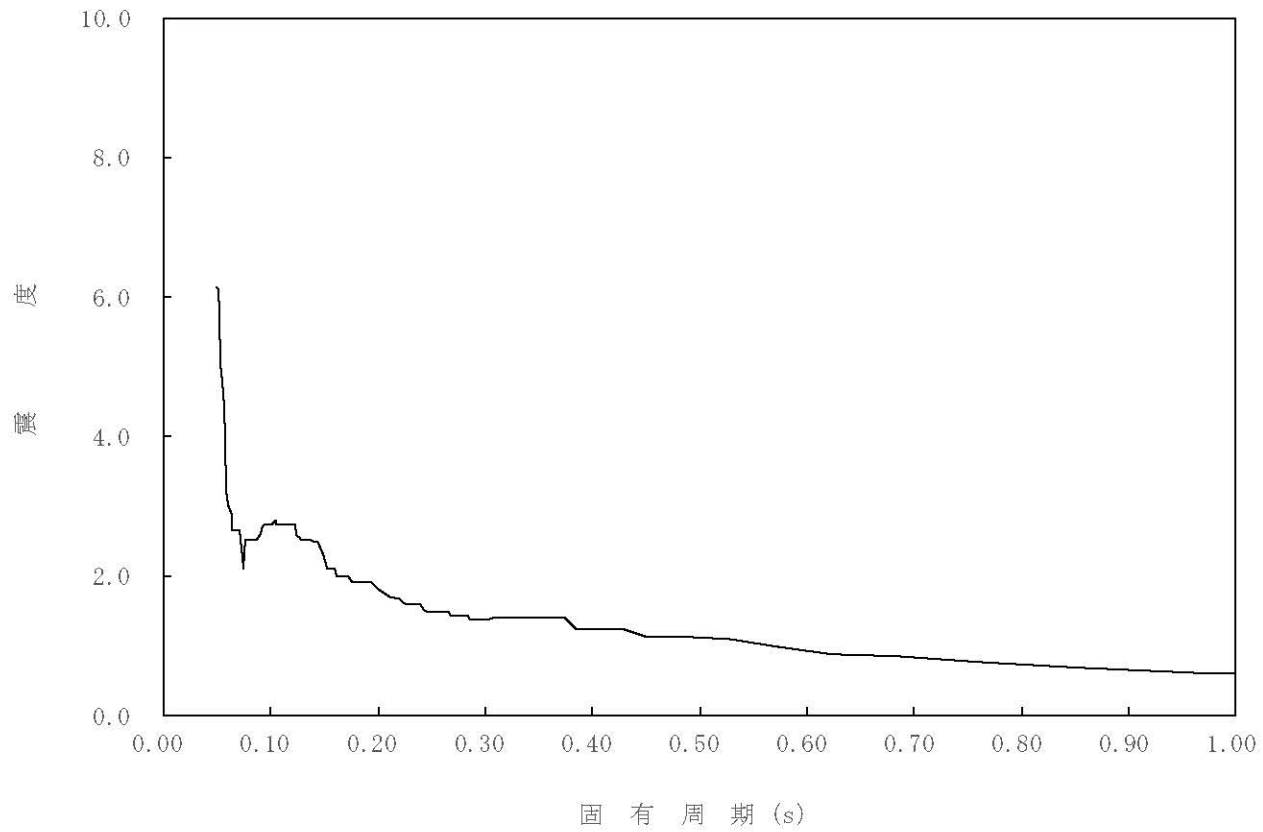
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-51

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-SHROUD51-025】

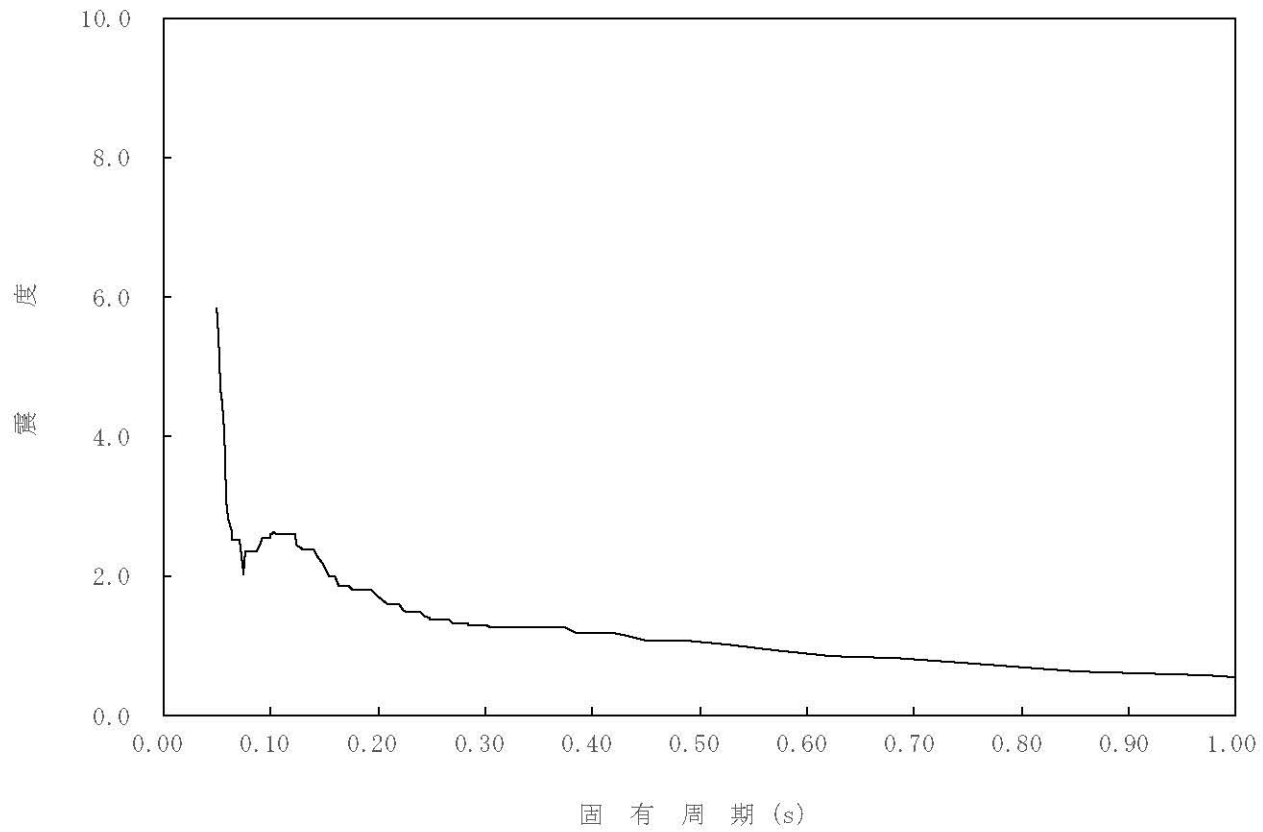
構造物名：炉心シュラウド

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-52

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-RPVBOT60-005】

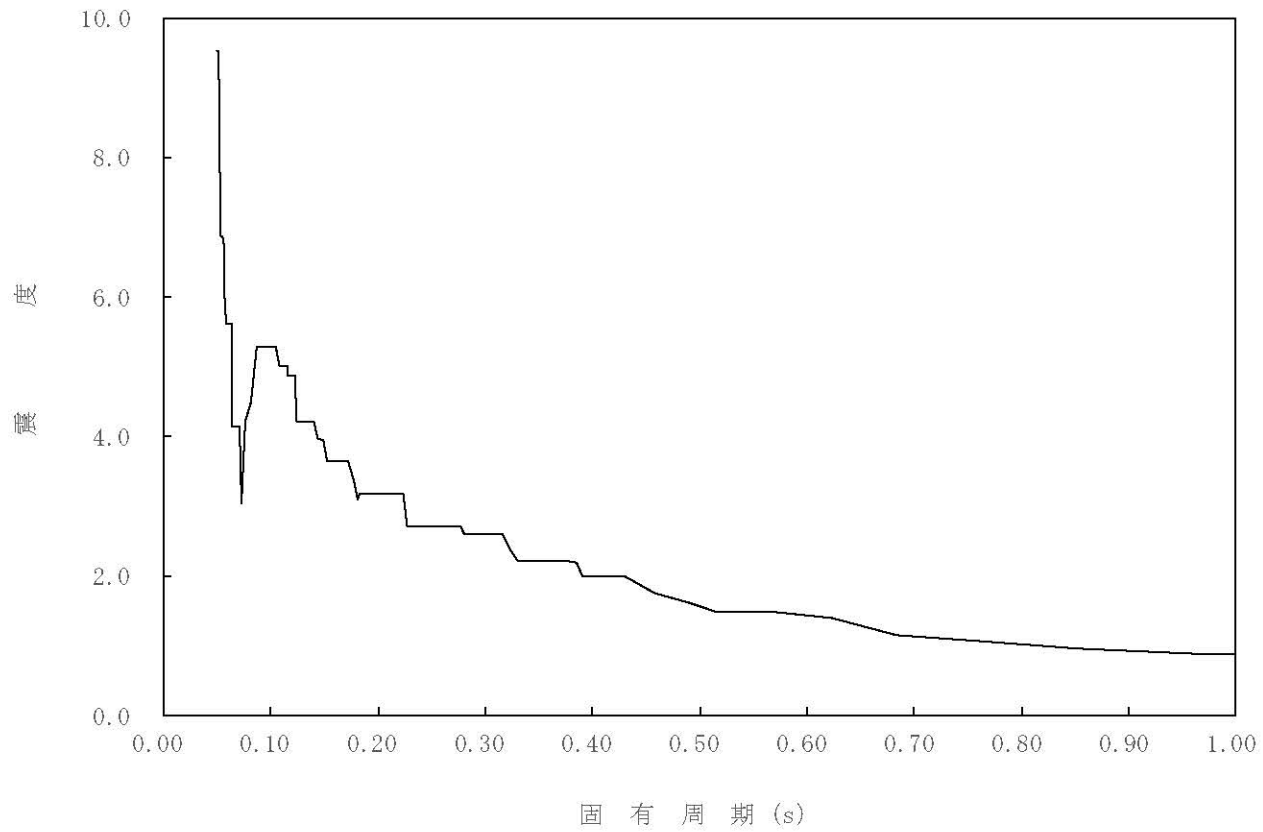
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：0.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-53

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-RPVBOT60-010】

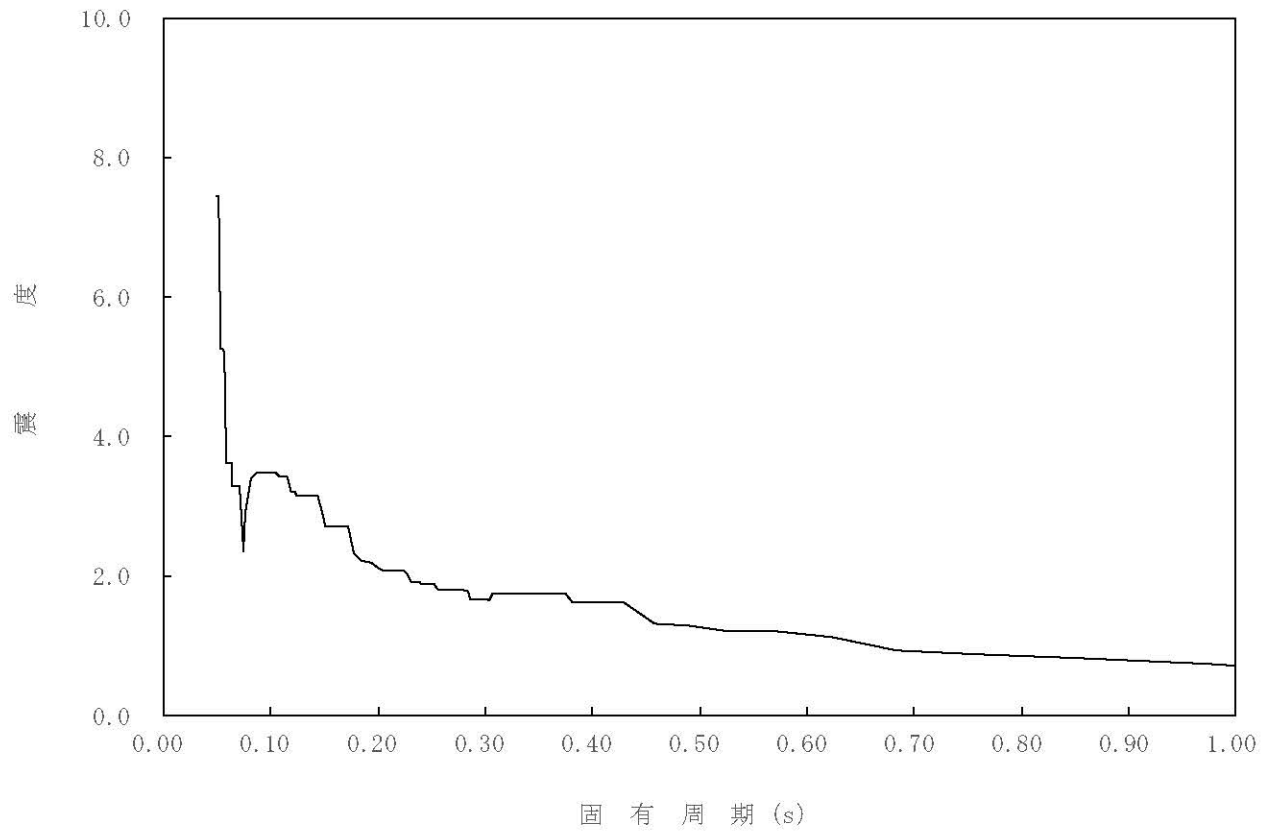
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-54

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-RPVBOT60-015】

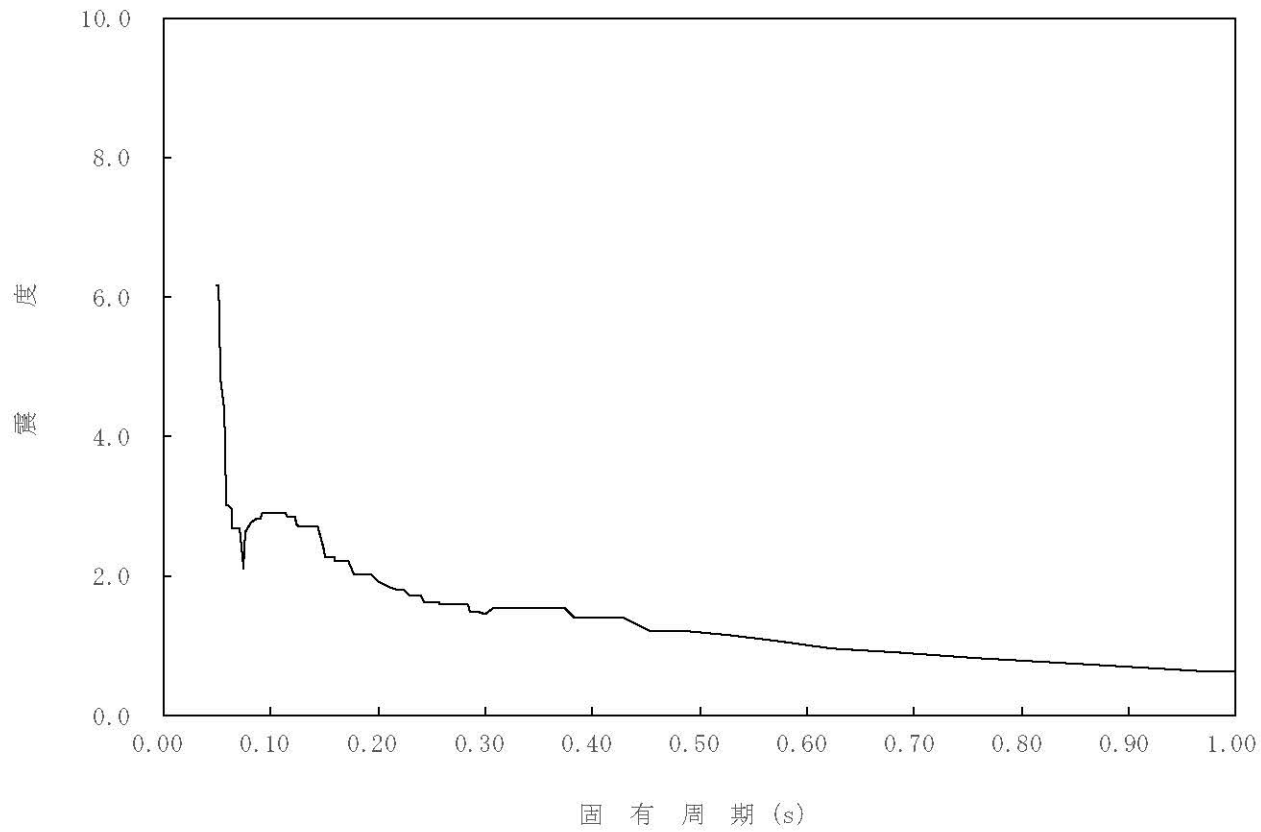
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：1.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-55

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-RPVBOT60-020】

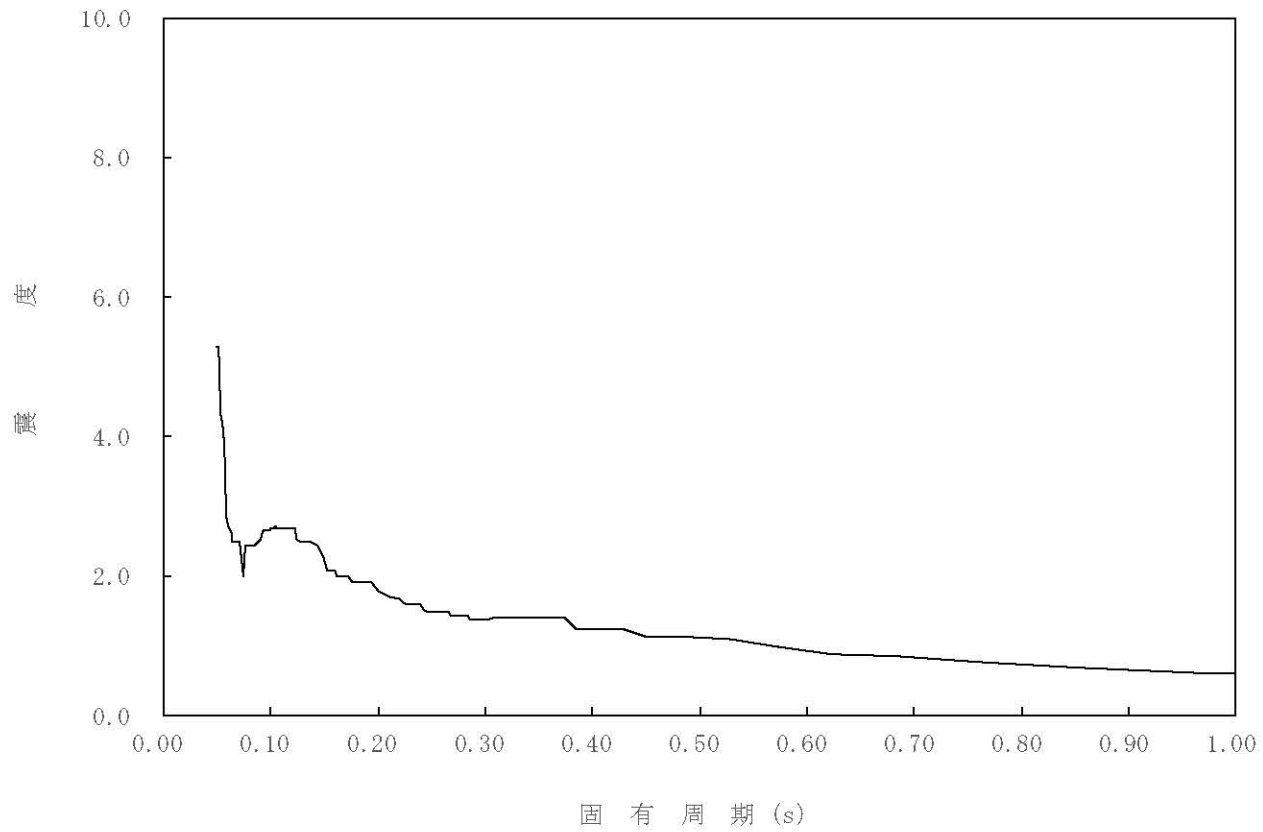
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.0%

波形名：基準地震動 S s



4-15-56

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-RPVBOT60-025】

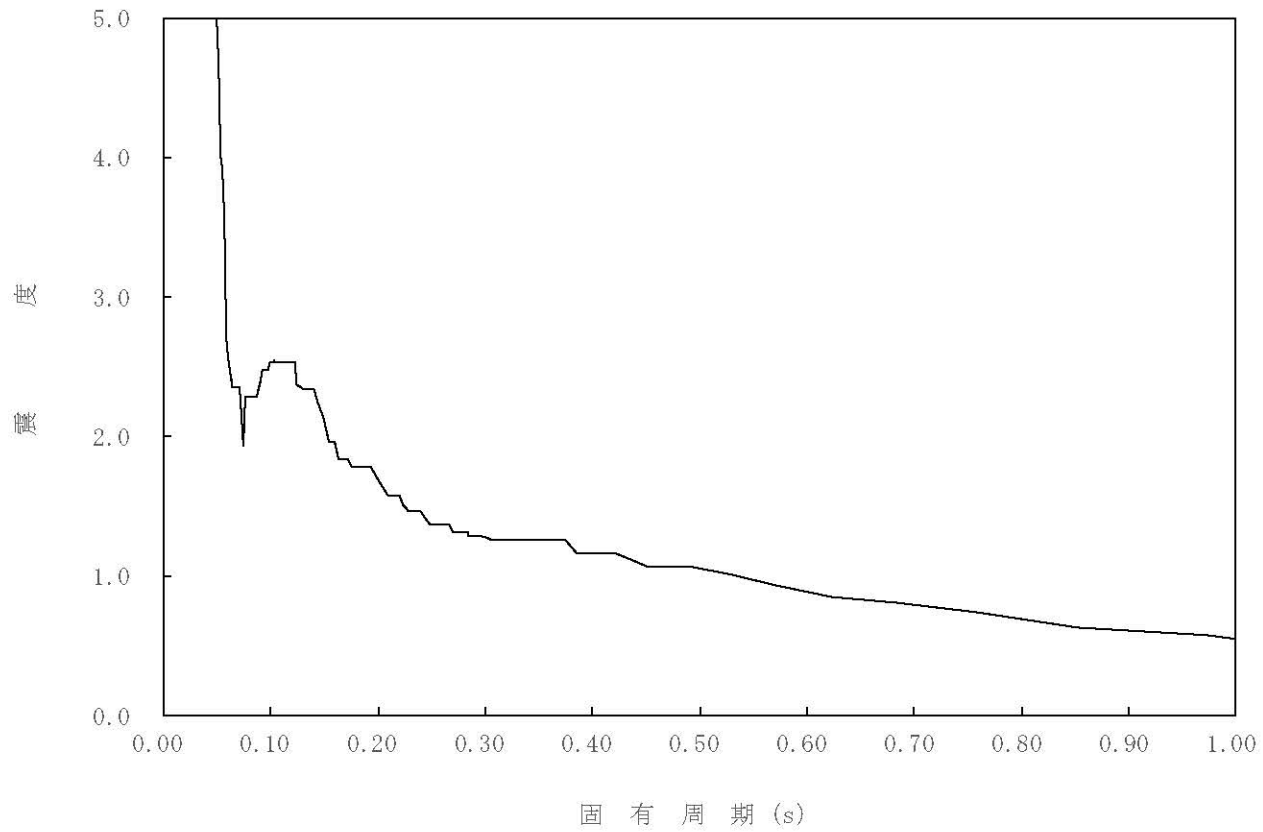
構造物名：原子炉压力容器底部

標高：0.P.

— 鉛直方向

減衰定数：2.5%

波形名：基準地震動 S s



4-15-57

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CRDH56-005】

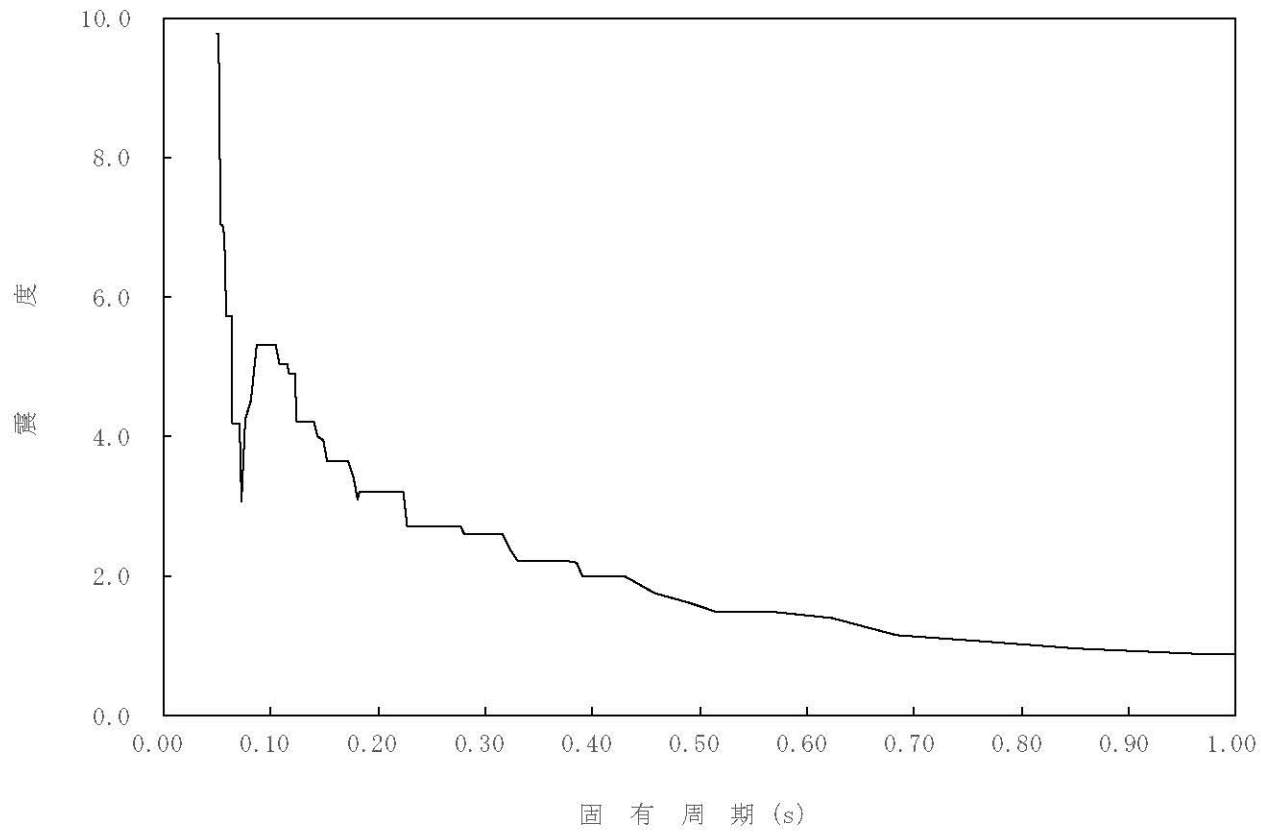
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 0.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-58

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



【02-INT-SsV-CRDH56-010】

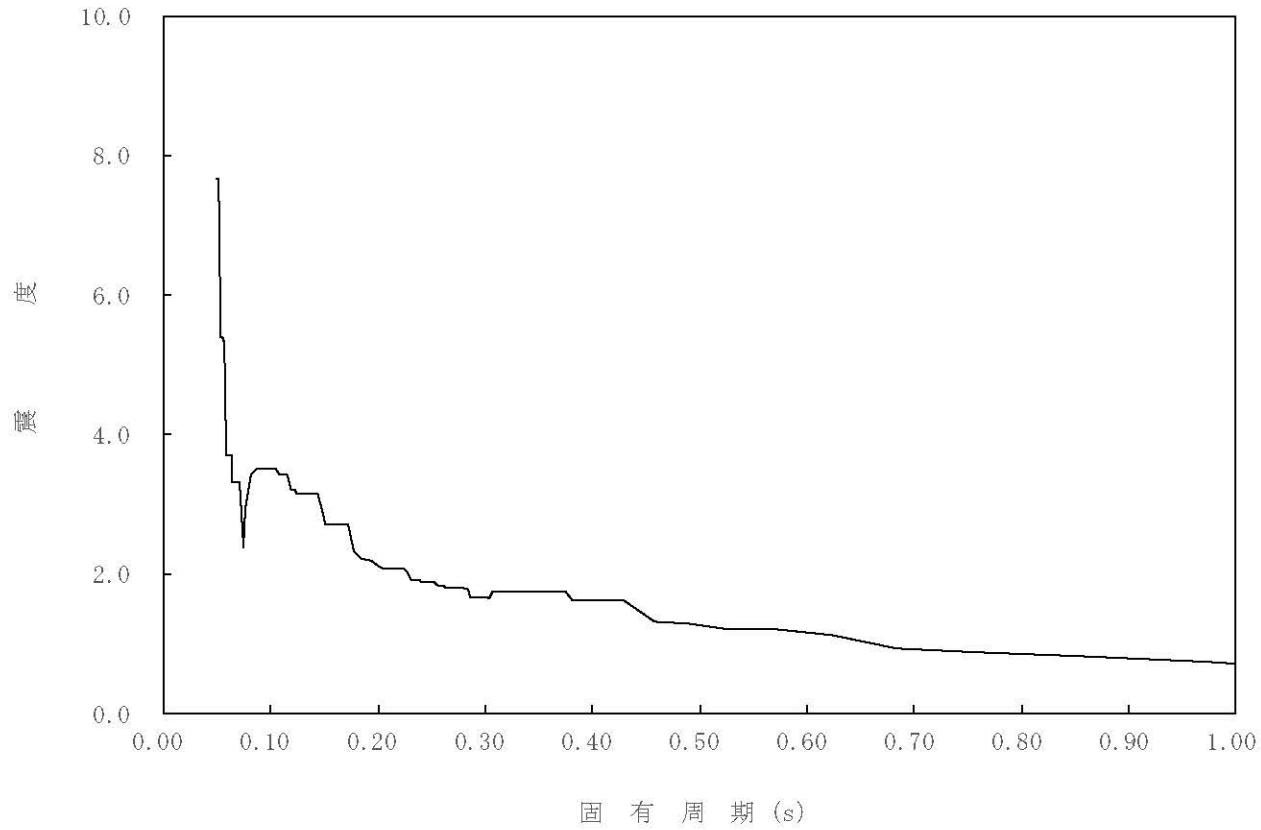
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-59

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CRDH56-015】

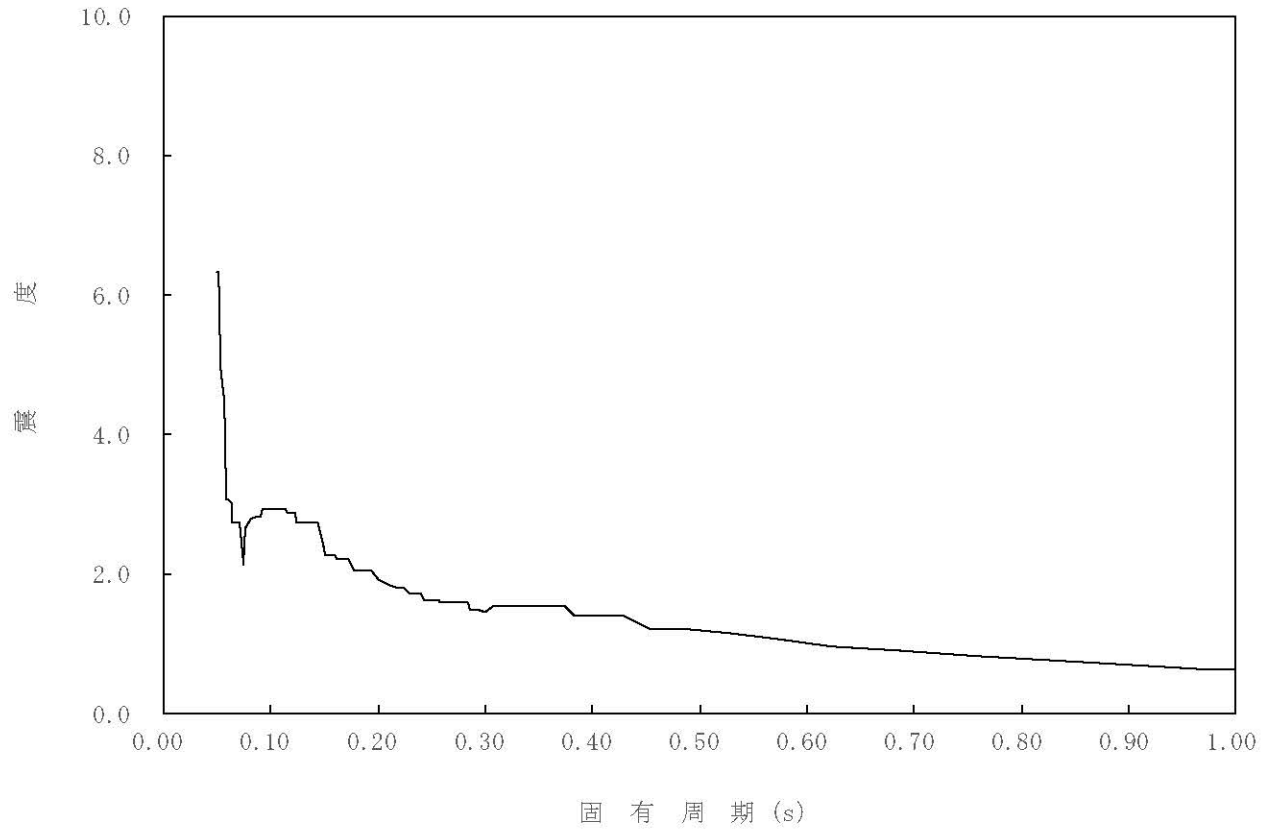
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 1.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-60

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CRDH56-020】

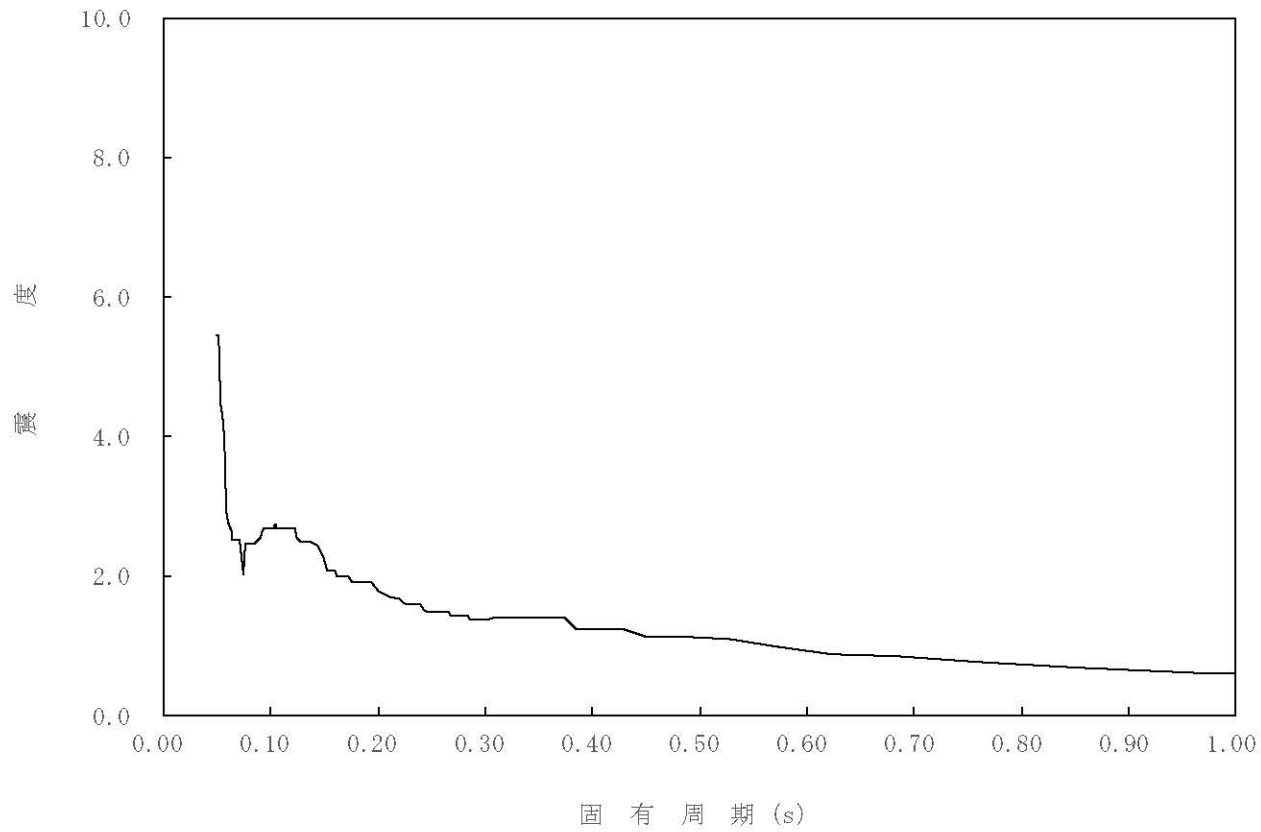
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0. P

— 鉛直方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-61

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

【02-INT-SsV-CRDH56-025】

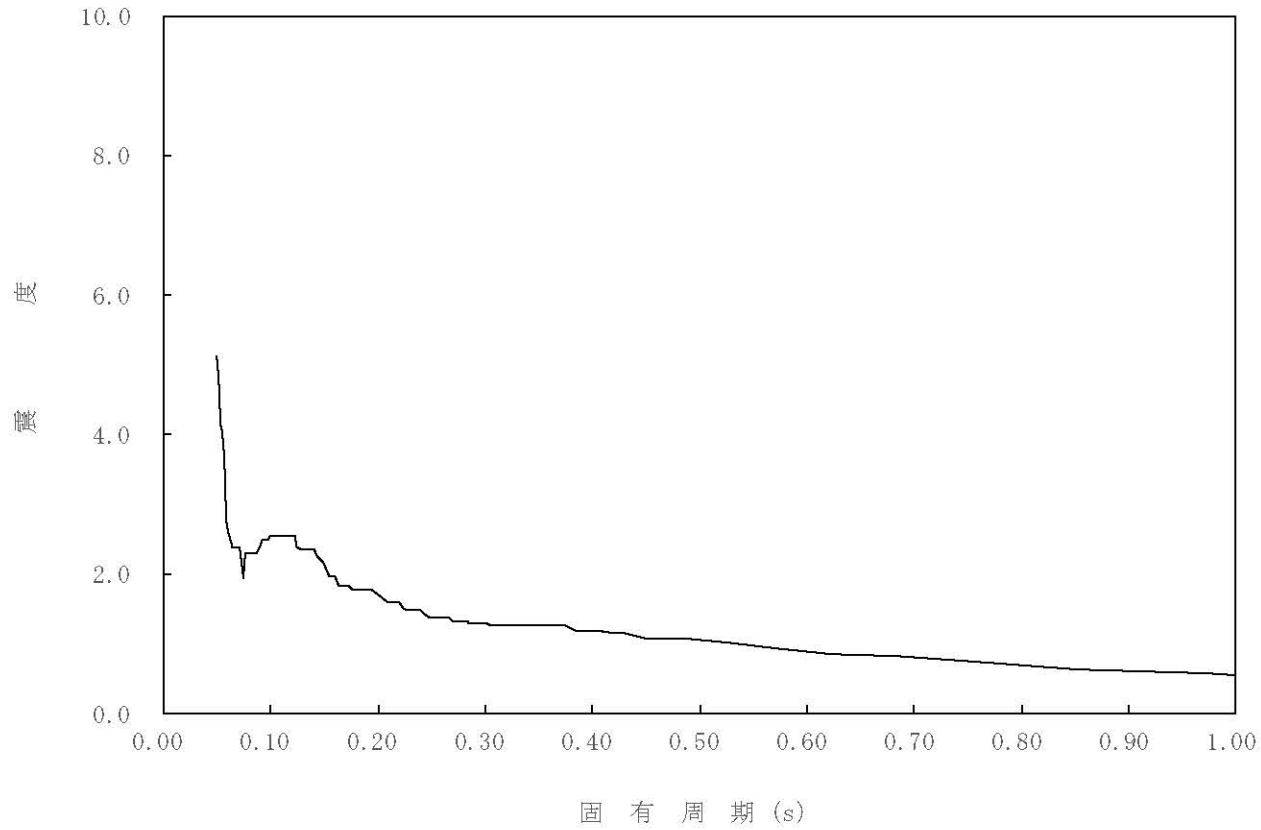
構造物名： 制御棒駆動機構ハウジング

標高： 0.P.

— 鉛直方向

減衰定数： 2.5%

波形名： 基準地震動 S s



4-15-62

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-4-16 設計用床応答曲線一覧表 (S<sub>s</sub>, サプレッションチェンバ)

地震波	構造物	方向	標高 O.P. (m)	減衰定数 (%)	図番
S <sub>s</sub>	サプレッションチェンバ (DB 時水位)	水平 方向	-7.400 ～ 2.000	2.0	02-SC-SsH-DB-020
	サプレッションチェンバ (SA 時水位)		-7.400 ～ 2.000		
	サプレッションチェンバ (DB 時水位)	鉛直 方向	-7.400 ～ 2.000	2.0	02-SC-SsV-DB-020
	サプレッションチェンバ (SA 時水位)		-7.400 ～ 2.000		

O 2 ⑥ VI-2-1-7 R 2

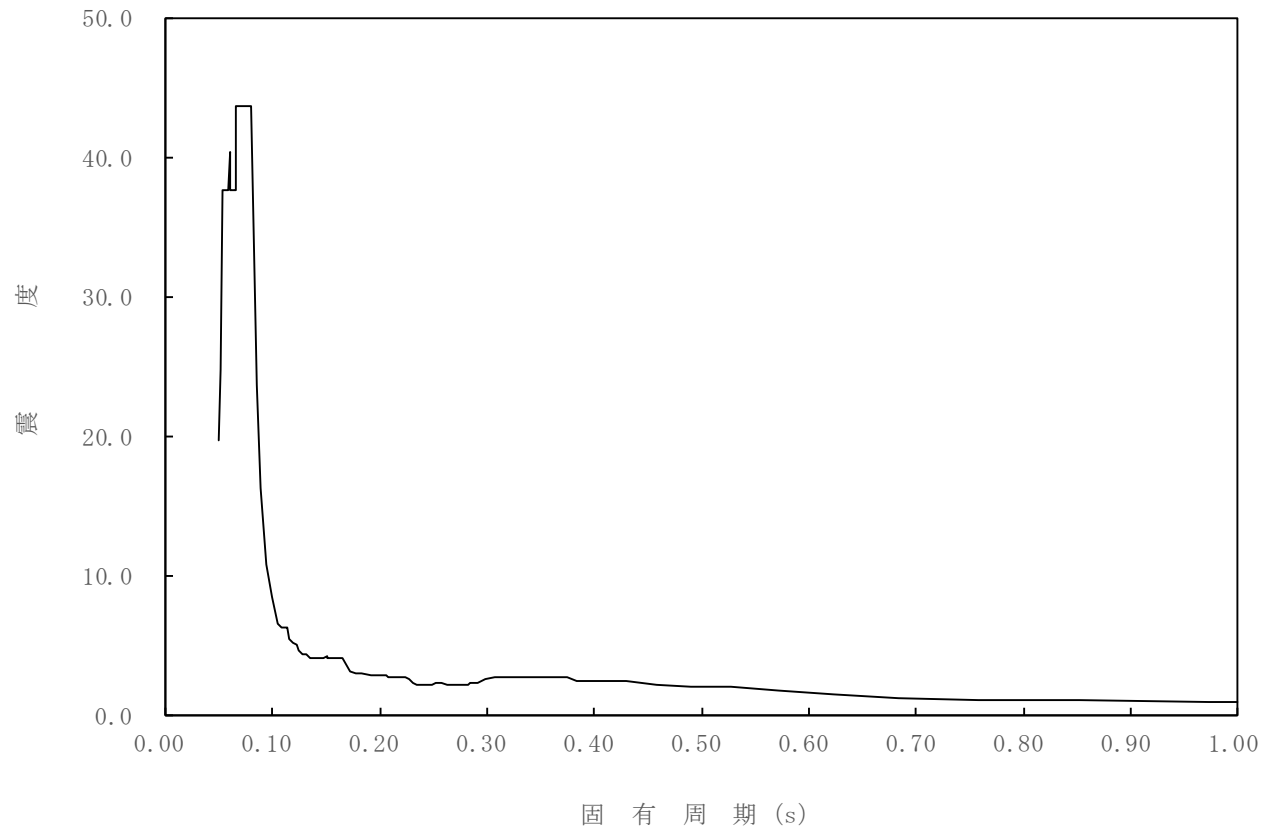
【02-SC-SsH-DB-020】

構造物名： サプレッションチェンバ (DB時水位)      標高： 0.P. -7.400~2.000m

— 水平方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



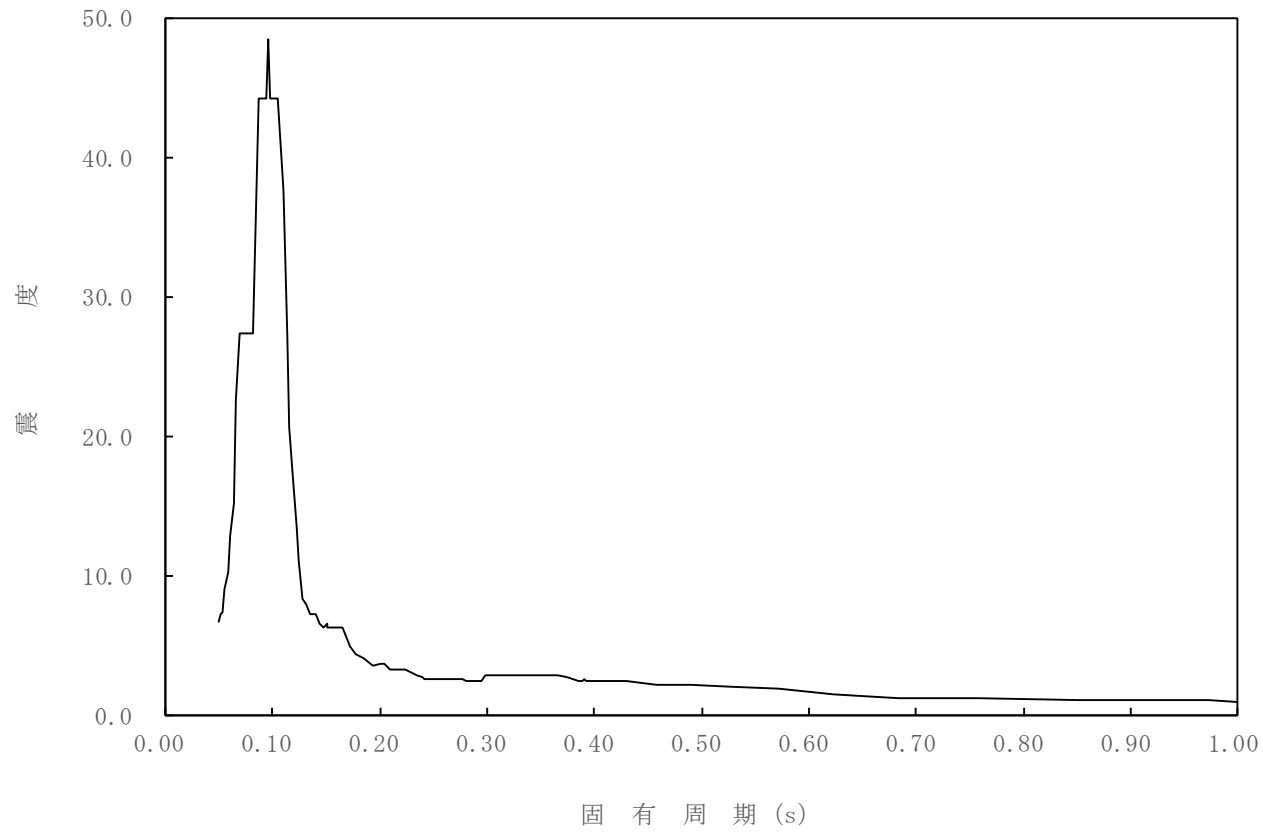
【02-SC-SsH-SA-020】

構造物名： サプレッションチェンバ (SA時水位)      標高： O.P. -7.400~2.000m

— 水平方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s



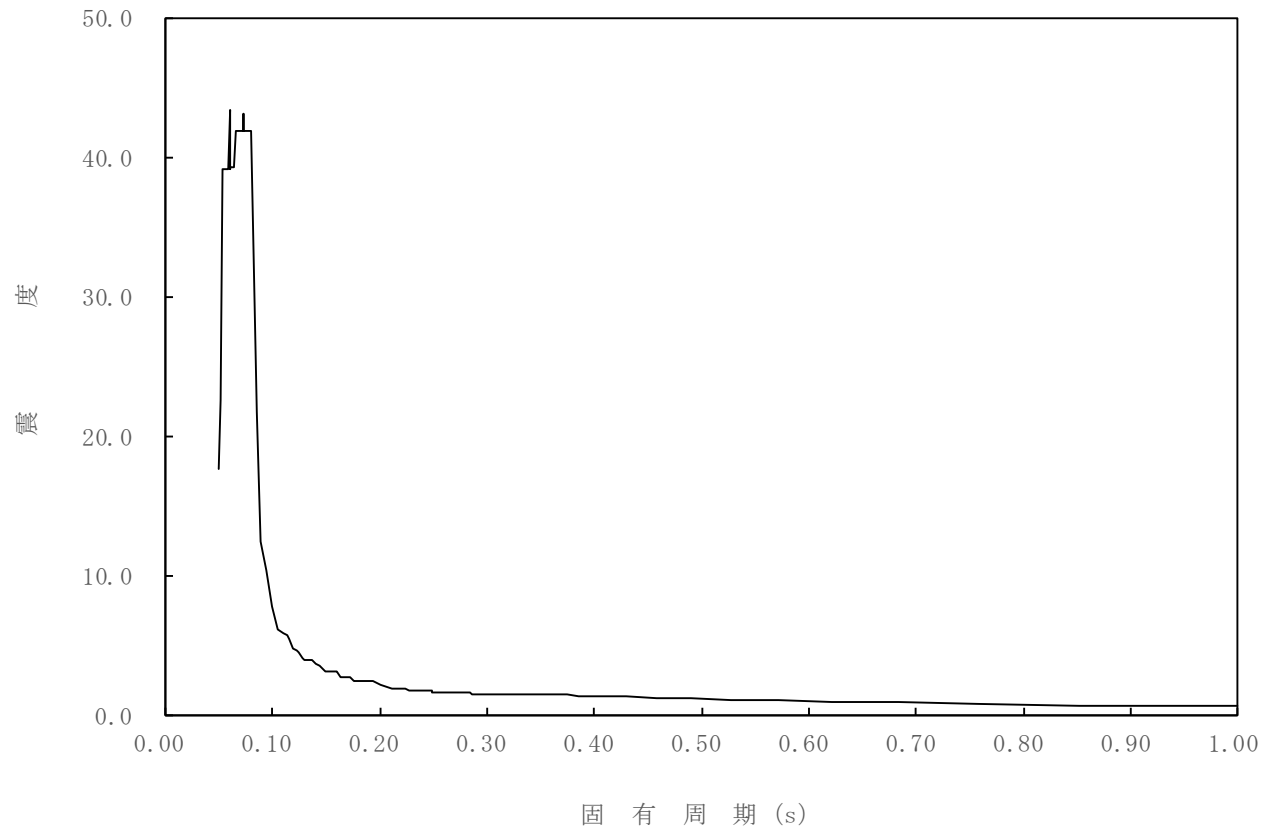
【02-SC-SsV-DB-020】

構造物名： サプレッションチェンバ (DB時水位)      標高： 0.P. -7.400~2.000m

— 鉛直方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s





【02-SC-SsV-SA-020】

構造物名： サプレッションチェンバ (SA時水位)      標高： O.P. -7.400~2.000m

— 鉛直方向

減衰定数： 2.0%

波形名： 基準地震動 S s

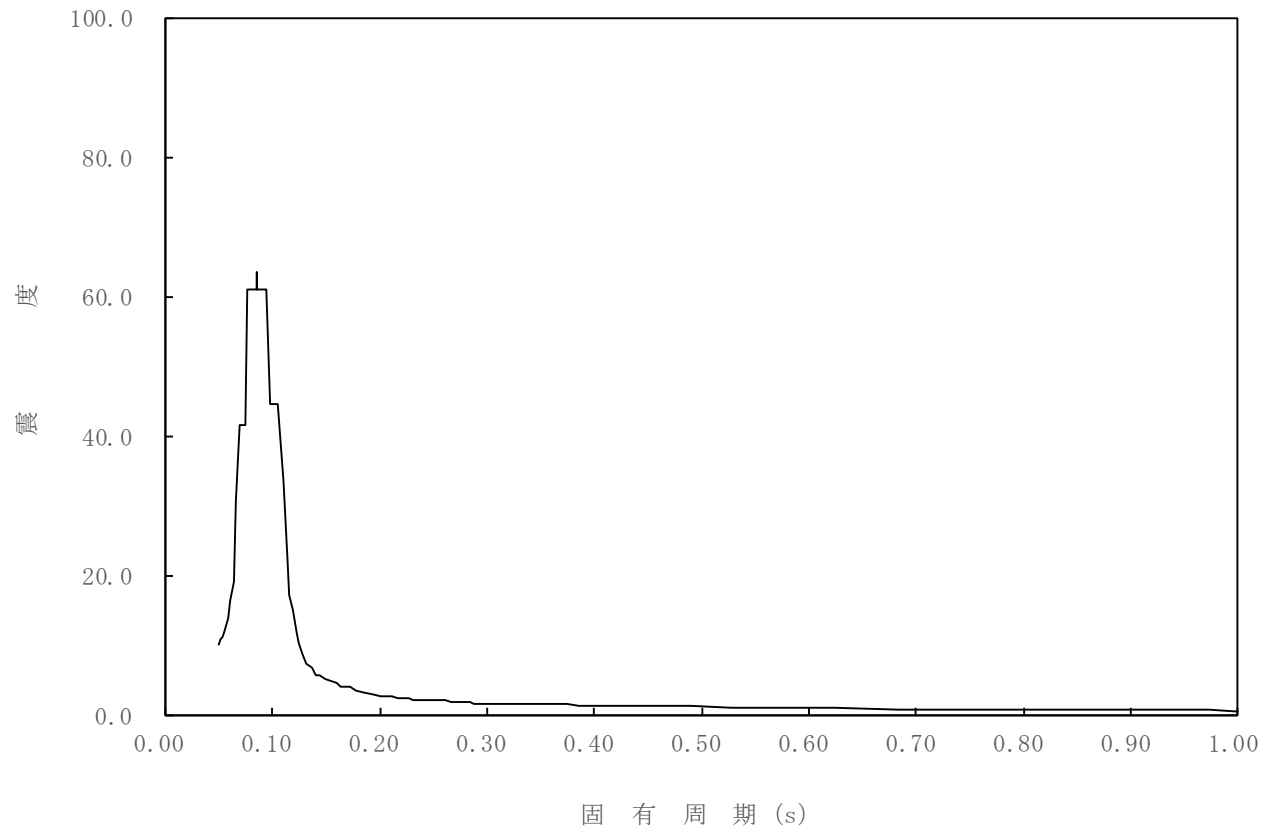


表 4-5-1 原子炉建屋の弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する設計用最大応答加速度

建屋	質点番号		標高 O.P. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$		最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$	
	水平	鉛直		水平	鉛直	水平	鉛直
原子炉 建屋	NS:6, 18 EW:10, 20	4	水平 50.500 鉛直 48.725	3.12	0.97	3.74	1.16
	NS:7, 19 EW:11, 21	5	41.200	2.01	0.89	2.41	1.07
	NS:1, 8, 13, 20, 25 EW:1, 12, 15, 22, 27	6	33.200	1.31	0.82	1.57	0.99
	NS:2, 9, 14, 21, 26 EW:2, 6, 13, 16, 23, 28	7	22.500	0.92	0.73	1.10	0.87
	NS:3, 10, 15, 22, 27 EW:3, 7, 14, 17, 24, 29	8	15.000	0.80	0.60	0.96	0.72
	NS:4, 11, 16, 23, 28 EW:4, 8, 18, 25, 30	9	6.000	0.60	0.46	0.72	0.55
	NS:5, 12, 24, 29 EW:5, 9, 26, 31	10	-0.800	0.53	0.38	0.63	0.45
	NS:30 EW:32	11	-8.100	0.40	0.33	0.48	0.40

表 4-5-2 制御建屋の弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する設計用最大応答加速度

建屋	質点番号		標高 O.P. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$		最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$	
	水平	鉛直		水平	鉛直	水平	鉛直
制御 建屋	1, 9, 10	1	29.150	2.02	1.02	2.43	1.22
	2, 11	2	22.950	1.34	0.90	1.61	1.08
	3, 12	3	19.500	1.23	0.78	1.48	0.93
	4, 13	4	15.000	1.04	0.63	1.25	0.76
	5, 14	5	8.000	0.72	0.46	0.87	0.55
	6	6	1.500	0.64	0.35	0.77	0.42

表 4-5-3 海水ポンプ室の弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する設計用最大応答加速度

構造物	質点番号		標高 O.P. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$		最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$	
	NS	EW		水平	鉛直	水平	鉛直
海水ポンプ室	1378 1454 1528 1601 1676	1708 1989 2196 2406 2701	14.800	2.52	1.07	3.02	1.29
	1381 1457 1531 1604 1679	1712 1993 2200 2410 2705	11.650 ~ 11.025	1.37	0.96	1.64	1.15
	1385 1461 1535 1608 1683	1716 1997 2204 2414 2709	7.250	1.15	0.92	1.37	1.10
	1390 1466 1540 1613 1688	1721 1758 2002 2209 2419 2685 2714	2.250	0.87	0.86	1.05	1.03
	1469 1616	1761 2005 2212 2422 2668	-0.550	0.79	0.70	0.95	0.84
	1475 1622	1768 2012 2219 2429 2675	-6.400 ~ -7.025	0.68	0.60	0.82	0.72
	1478 1625	1772 2016 2223 2433 2679	-9.800	0.53	0.56	0.64	0.67

表 4-5-4 第 3 号機海水ポンプ室の弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する設計用最大応答加速度

構造物	質点番号		標高 O.P. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$		最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$	
	NS	EW		水平	鉛直	水平	鉛直
第 3 号機 海水ポンプ室	692	4255	14.800	1.68	0.70	2.01	0.83
	882						
	1068						
	1258						
	1453						
	700	4307	7.250	0.87	0.66	1.04	0.79
	890						
	1076						
	1266						
	1461						

表 4-5-5 軽油タンク室の弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する設計用最大応答加速度

構造物	質点番号		標高 0. P. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$		最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$	
	NS	EW		水平	鉛直	水平	鉛直
軽油タンク室 (タンク側)	3497 3646 3822	3024 3224 3472 3818 4014 4228	14.800	0.74	0.45	0.89	0.54
	7101 7201 7301	7101 7201 7301 7401 7501 7601	9.500	0.65	0.41	0.78	0.49
軽油タンク室 (ポンプ側)	3212	3043 3177 3472 3838 3963	14.800	0.74	0.39	0.88	0.47
	3203	3029 3163 3458 3824 3949	9.500	0.63	0.39	0.76	0.47

表 4-5-6 第 3 号機海水熱交換器建屋の弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する  
設計用最大応答加速度

建屋	質点番号		標高 O.P. (m)	最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.0$		最大応答加速度 ( $\times 9.80665 \text{ m/s}^2$ ) $\times 1.2$	
	水平	鉛直		水平	鉛直	水平	鉛直
第 3 号機 海水熱交換器 建屋	1	1	15.000	1.58	0.74	1.89	0.89
	2	2	8.000	1.17	0.64	1.40	0.77
	3	3	-1.100	0.75	0.50	0.90	0.60
	4	4	-9.500	0.42	0.39	0.51	0.46

VI-2-1-8 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する  
影響評価方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動	1
4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針	2
4.1 建物・構築物	2
4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	2
4.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	3
4.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	4
4.2 機器・配管系	7
4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方	7
4.2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	7
4.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	8
4.3 屋外重要土木構造物	10
4.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	10
4.3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	13
4.3.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法	14
4.4 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備	16



## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「4.1 地震力の算定法(2)動的地震力」に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価の方針について説明するものである。

## 2. 基本方針

施設の耐震設計では、設備の構造から地震力の方向に対して弱軸、強軸を明確にし、地震力に対して配慮した構造としている。

今回、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる耐震設計に係る技術基準が制定されたことから、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある施設を評価対象施設として抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

評価対象は「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）」の第5条及び第50条に規定されている以下の施設とする。

- ・耐震重要施設及びその間接支持構造物
- ・常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設
- ・上記施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設
- ・耐震Bクラスの施設のうち共振のおそれのある施設

評価に当たっては、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける部位を抽出し、その部位について水平2方向及び鉛直方向の荷重や応力を算出し、施設が有する耐震性への影響を確認する。

施設が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

## 3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価には、基準地震動 $S_s - D1 \sim D3$ ， $S_s - F1 \sim F3$ 及び $S_s - N1$ を用いる。基準地震動 $S_s$ は、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の策定概要」による。

ここで、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動 $S_s$ は、複数の基準地震動 $S_s$ における地震動の特性及び包絡関係を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

#### 4. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する影響評価方針

##### 4.1 建物・構築物

###### 4.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては、せん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力は、地震時に生じる力の流れが明解になるように、直交する 2 方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平 2 方向の耐震壁に対して、それぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。したがって、建物・構築物に対し、水平 2 方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平 2 方向の入力がある場合の評価は、水平 1 方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力は、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、図 4-1 に示す。

また、添付書類「VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書」、添付書類「VI-2-3～VI-2-10 の申請設備の耐震計算書」及び添付書類「VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書」のうち建物・構築物の局部評価は、地震応答解析により算出された応答を水平 1 方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。

排気筒については、鉛直方向の地震動と、検討する地震動に直交する水平方向地震動等の影響を適切に考慮するための一項目として、支持鉄塔の対角線方向に地震動を入力し、斜め方向に作用する地震力に対して隅柱（主柱材）の軸力が大きくなる場合を想定した検討を実施している。

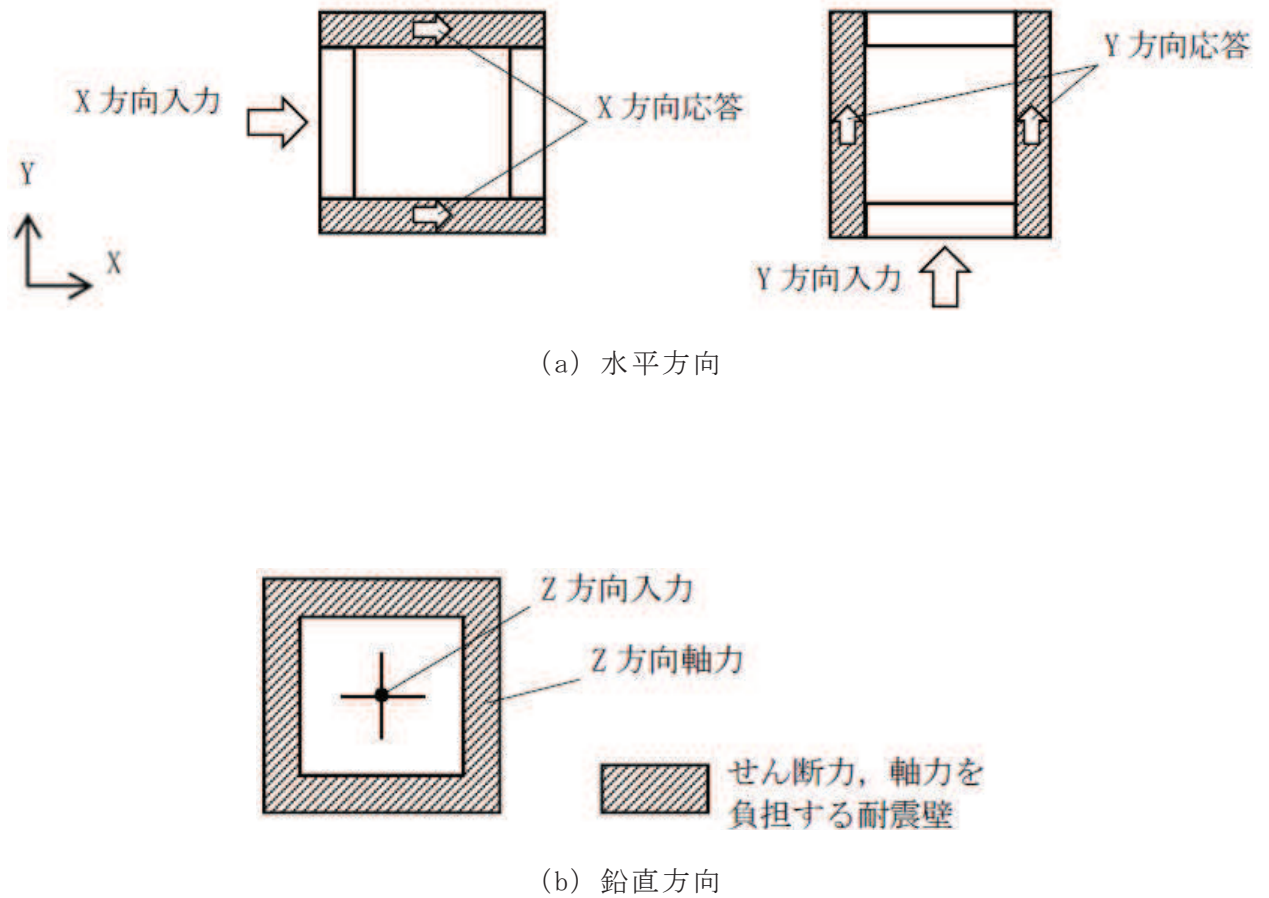


図 4-1 入力方向ごとの耐震要素

#### 4.1.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

建物・構築物において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設及びその間接支持構造物、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設の部位とする。

対象とする部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平 2 方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震

性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

#### 4.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある耐震評価上の構成部位について、応答特性から抽出し、影響を評価する。

影響評価のフローを図4-2に示す。

##### (1) 影響評価部位の抽出

###### ① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

###### ② 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁（ラーメン構造では柱、梁）を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

###### ③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

###### ④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち、3次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

###### ⑤ 3次元FEMモデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3次元FEMモデルを用いた精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位

についても、局所応答の観点から、3次元 FEM モデルによる精査を実施し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する 3次元 FEM モデルによる精査は、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、原子炉建屋について地震応答解析を行う。

## (2) 影響評価手法

### ⑥ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価において、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果を組み合わせることにより評価を行う場合は、米国 Regulatory Guide 1.92 \*の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)等の最大応答の非同時性を考慮した地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

### ⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの)又は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元 FEM モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

注記\* : Regulatory Guide (RG) 1.92 “Combining modal responses and Spatial components in seismic response analysis”



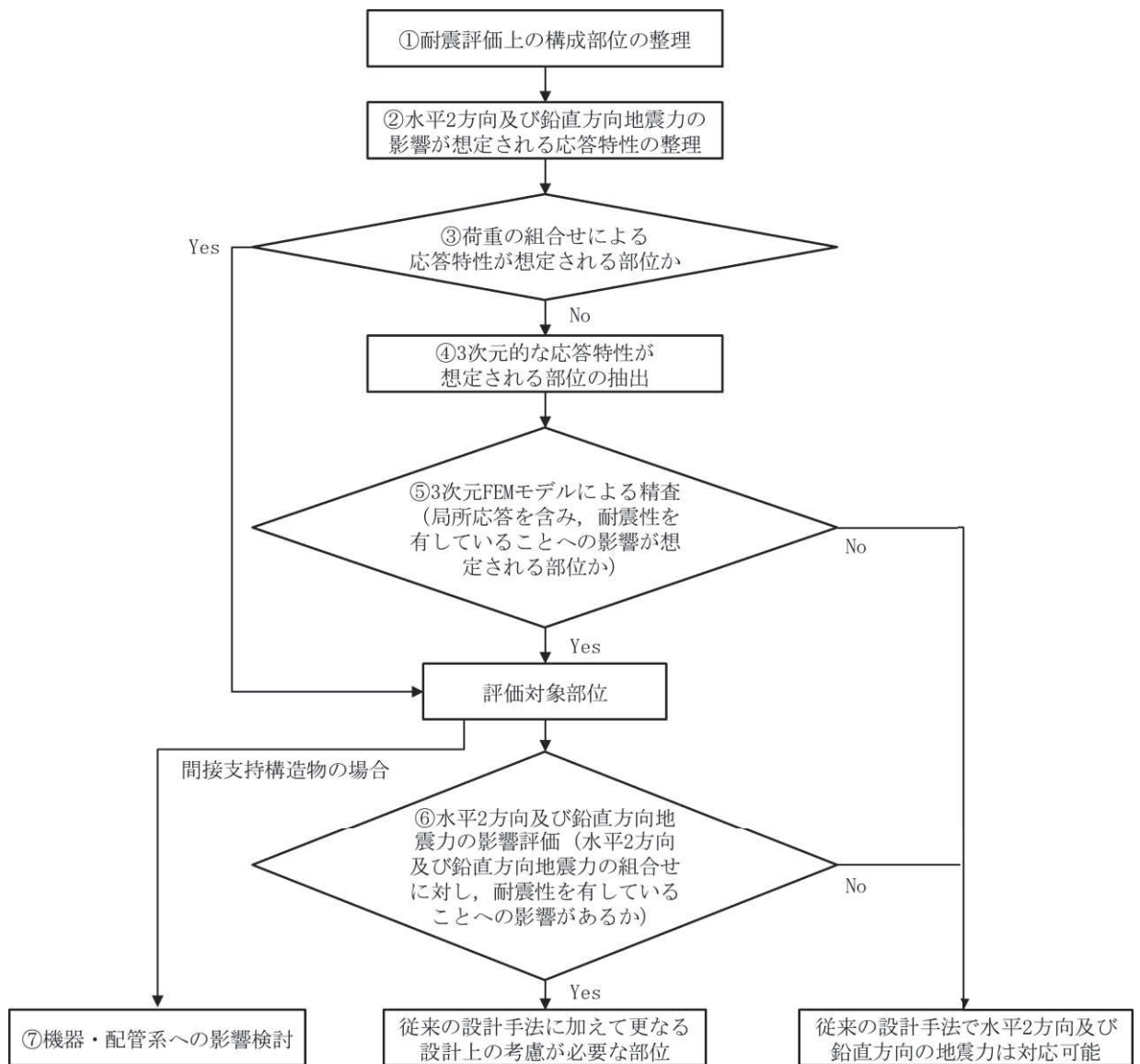


図 4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価フロー  
(建物・構築物)

## 4.2 機器・配管系

### 4.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動  $S_s$  を入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じ難い構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じ難いサポート設計の採用といった構造上の配慮等、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

### 4.2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に、影響を受ける可能性がある設備（部位）の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴をもとに荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置および構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備（部位）を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備（部位）は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1:1で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備（部位）に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響のない設備とし、評価対象には抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐

震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

#### 4.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価又は水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せで評価した上で、その計算結果に基づき水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性がある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを図4-3に示す。

なお、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法（以下「最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法」という。）又は組合せ係数法（1.0:0.4:0.4）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価は基本におおむね弾性範囲でとどまる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルにて実施している等類似であり、水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

##### ① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし、機種ごとに分類し整理する。（図4-3の①）

##### ② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点、若しくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い、水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する。（図4-3の②）

##### ③ 発生値の増分による抽出

水平2方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、



従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また、建物・構築物、屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の検討により、機器・配管系への影響の可能性がある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする。（図 4-3 の③）

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備が有する耐震性への影響を確認する。（図 4-3 の④）

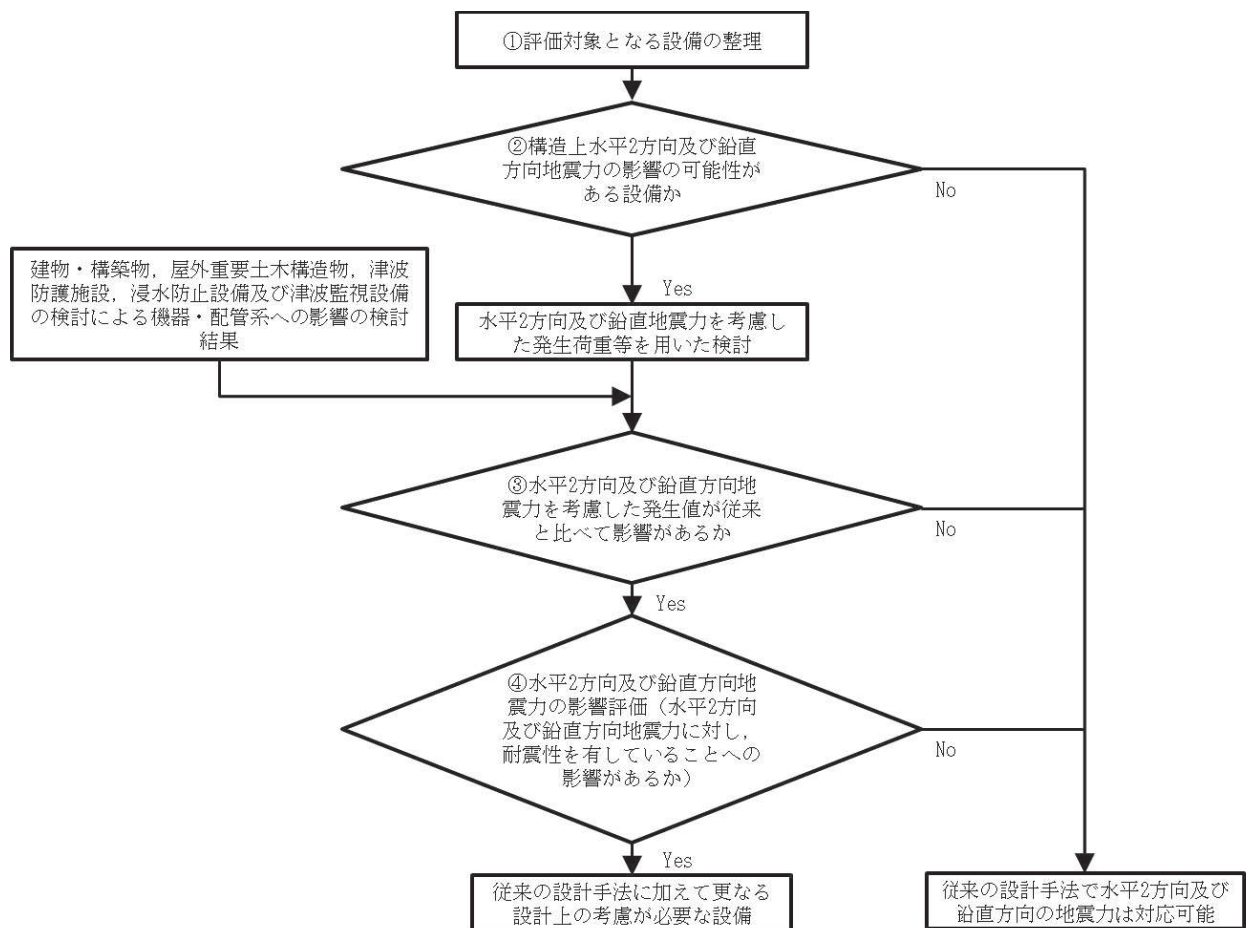


図 4-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価フロー（機器・配管系）

### 4.3 屋外重要土木構造物

#### 4.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

一般的な地上構造物では、躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し、屋外重要土木構造物は、おおむね地中に埋設されているため、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。屋外重要土木構造物のうち、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が奥行方向に連続する構造的特徴を有する構造物（以下、「線状構造物」という。）は、3次元的な応答の影響は小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

線状構造物の代表として、取水路を例として従来設計手法の考え方を表 4-1 に示す。線状構造物は、主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため、通水方向や管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから、構造上の特徴として、明確な弱軸、強軸を有する。

強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として、耐震設計上求められる水平 1 方向及び鉛直方向地震力による耐震評価を実施している。

図 4-4 に示すとおり、線状構造物に関する従来設計手法では、構造上の特徴から、評価対象断面となる弱軸方向の地震荷重に対して、保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まない設計をしている。

また、添付書類「VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計算書」、添付書類「VI-2-3～VI-2-10 の申請設備の耐震計算書」及び添付書類「VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書」における屋外重要土木構造物の耐震評価では、弱軸方向を評価対象断面とし、水平 1 方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っている。

一方、断面が奥行方向に一様ではなく、妻壁や隔壁を有する 3 次元的な構造を耐震設計にて考慮すべき構造物（以下、「箱形構造物」という。）では、3次元モデルにより耐震評価を行っている。

箱形構造物の代表として、海水ポンプ室を例として従来設計手法の考え方を表 4-2 に示す。箱形構造物は、耐震設計上見込むことができる加振方向に平行な壁部材の配置や間隔から弱軸となる方向を評価対象としている。

図 4-5 に示すとおり、複雑な形状を有する箱形構造物に対して、3次元モデルを用いることにより、加振方向に平行な壁部材が地震時の応答に与える影響を考慮して耐震評価を実施している。

箱形構造物のうち、海水ポンプ室と取水口については、縦断方向には耐震設計上見込める部材として水路を構成する側壁及び隔壁が多数設置されており強軸方向となることから、弱軸方向となる横断方向を評価対象として耐震評価を実施している。また、円筒形の遮蔽壁を有する復水貯蔵タンク基礎については、弱軸及び強軸方向

が明確ではないことから、従来設計では、両方向ともに評価対象としている。

表 4-1 従来設計における評価対象断面の考え方（取水路の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の評価対象断面の考え方	<p>加振方向に平行な壁部材がない。</p>	<p>加振方向に平行な側壁材及び隔壁を耐震設計上見込むことができる。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>横断方向は、加振方向に平行な壁部材がないため、弱軸方向にあたる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>縦断方向は、加振方向に平行な側壁及び隔壁を耐震設計上見込むことができ、強軸方向にあたる。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさない。</li> <li>弱軸方向を評価対象断面とする。</li> </ul>		

○ 2  
⑥  
VI-2-1-8 R 5

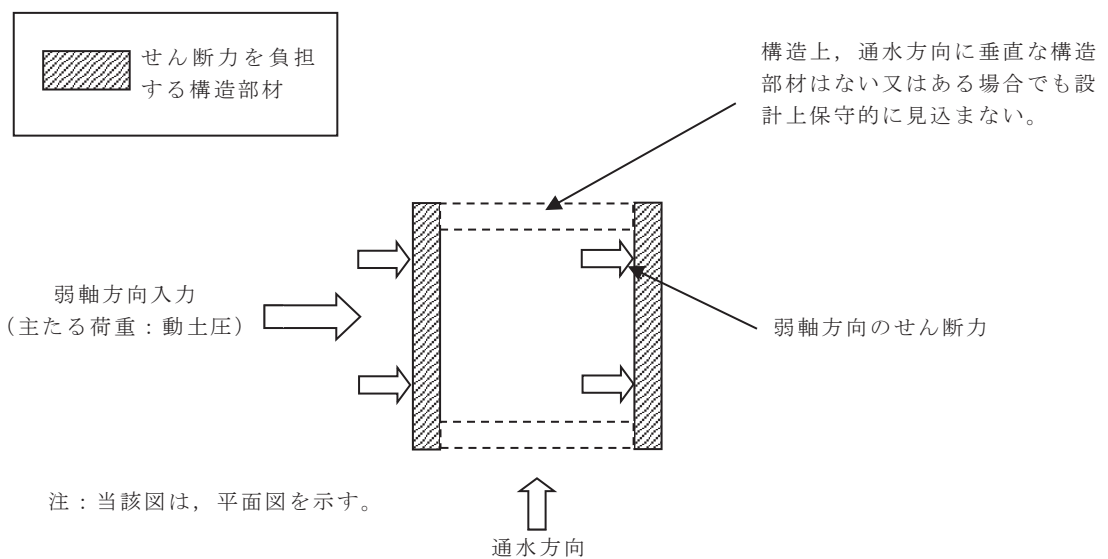
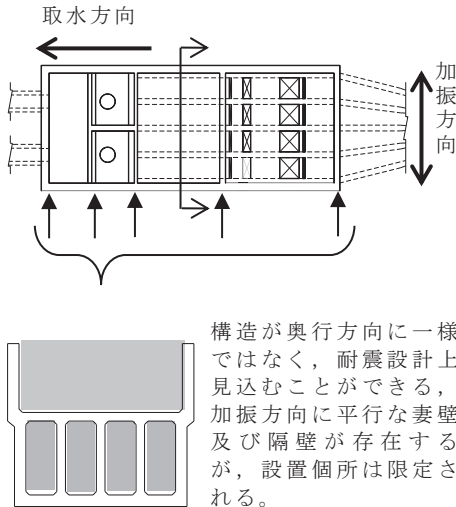
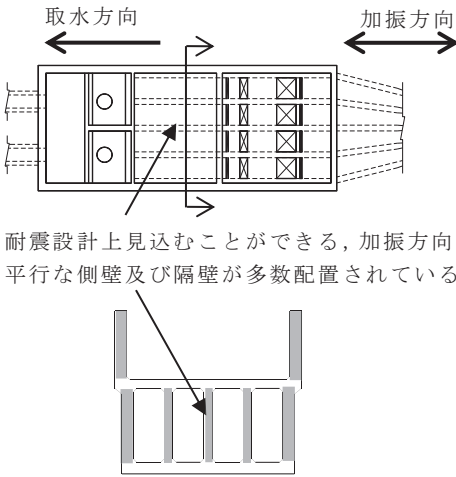


図 4-4 従来設計手法の考え方

表 4-2 従来設計手法における評価対象断面の考え方  
(海水ポンプ室の例)

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の 評価対象断 面の考え方	 <p>構造が奥行方向に一樣ではなく、耐震設計上見込むことができる、加振方向に平行な妻壁及び隔壁が存在するが、設置個所は限定される。</p>	 <p>耐震設計上見込むことができる、加振方向に平行な側壁及び隔壁が多数配置されている。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>横断方向は、加振方向に平行な壁部材の設置個所が限定されるため弱軸方向にあたる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>縦断方向は、加振方向に平行な側壁及び隔壁が多数配置されており、強軸方向にあたる。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>妻壁や隔壁を有する3次元的な構造を耐震設計にて考慮する。</li> <li>耐震設計にて考慮する加振方向に平行な壁部材の配置や間隔等から、弱軸となる方向を評価対象とする。</li> </ul>	

構造物の奥行き方向に存在する加振方向に平行な壁部材の剛性を考慮して3次元モデルにて耐震評価を行う。

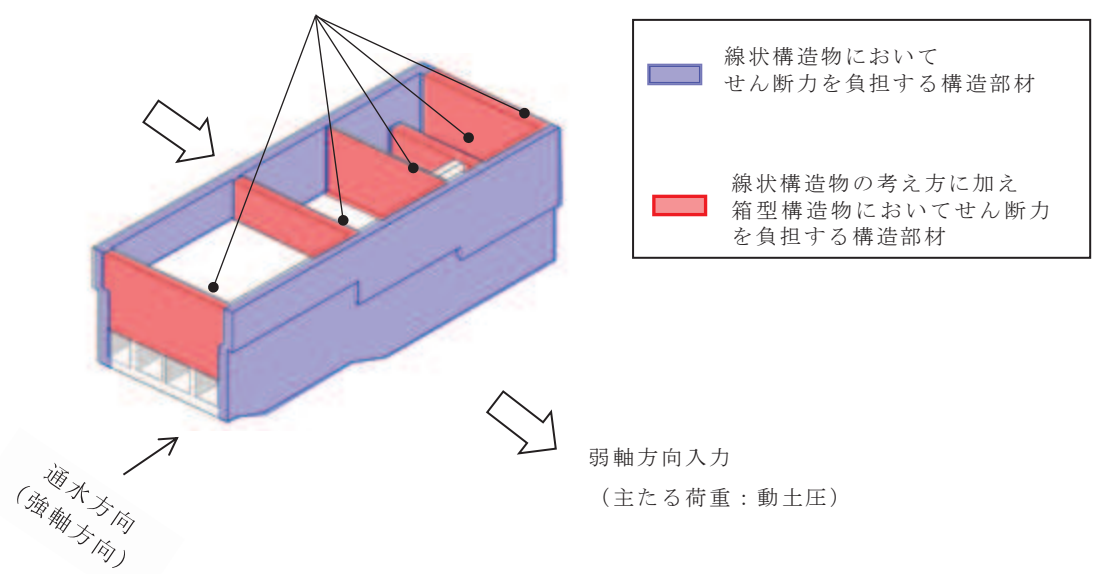


図 4-5 箱形構造物の従来設計手法の考え方 (海水ポンプ室の例)

#### 4.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

屋外重要土木構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

評価対象は、屋外重要土木構造物である、原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）、排気筒連絡ダクト、軽油タンク連絡ダクト、取水路（漸拡部）、取水路（標準部）、海水ポンプ室、軽油タンク室、軽油タンク室（H）、取水口、貯留堰、第3号機海水ポンプ室及び波及的影響防止のために耐震評価を実施する土木構造物（第1号機取水路、第3号機取水路、北側排水路、防護設備（防潮堤（鋼管式鉛直壁）））とする。また、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設の間接支持構造物のうち復水貯蔵タンク基礎とガスタービン発電設備軽油タンク室も本評価では屋外重要土木構造物として扱うこととし、評価対象に含める。

屋外重要土木構造物を構造形式ごとに分類し、構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し、荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある構造物を抽出する。

箱形構造物は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を耐震部材として考慮して3次元モデルによる構造解析を実施している。これらの壁部材は、従来設計手法では主たる荷重としては面内の荷重に抵抗していたが、水平2方向の地震力に対しては、面外荷重の影響も受けることになる。また、従来より主に面外荷重に抵抗していた側壁等にも、直交する2方向の地震力の影響や、妻壁や隔壁の面外変形の影響が作用する。よって、箱形構造物については、加振方向に平行に配置された壁部材への影響等を確認するため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施することとする。

抽出された構造物については、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる構造部材の発生応力等を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

強軸方向の地震応答解析は、基準地震動 $S_s$ とは位相の異なる模擬地震波を用いて行うこととし、地震時荷重は、弱軸方向で最も厳しい地震時算定時刻と同時刻の荷重を算出して用いることとする。

構造物が有する耐震性への影響が確認された場合は詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。



#### 4.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

屋外重要土木構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を受ける可能性があり、水平1方向及び鉛直方向の従来評価に加え、更なる設計上の配慮が必要な構造物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し、構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価のフローを図4-6に示す。

##### (1) 影響評価対象構造物の抽出

###### ① 構造形式の分類

屋外重要土木構造物について、各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

###### ② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

###### ③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造物形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式ごとにどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される構造形式を抽出する。

###### ④ 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響により3次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

###### ⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

##### (2) 影響評価手法

###### ⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価

評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の地震時荷重を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力による構造部材の発生応力を算出すると共に構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象部位については、屋外重要土木構造物が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果

及び水平 2 方向の影響の程度を踏まえて選定する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合、機器・配管系に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、④及び⑤の精査にて、屋外重要土木構造物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。

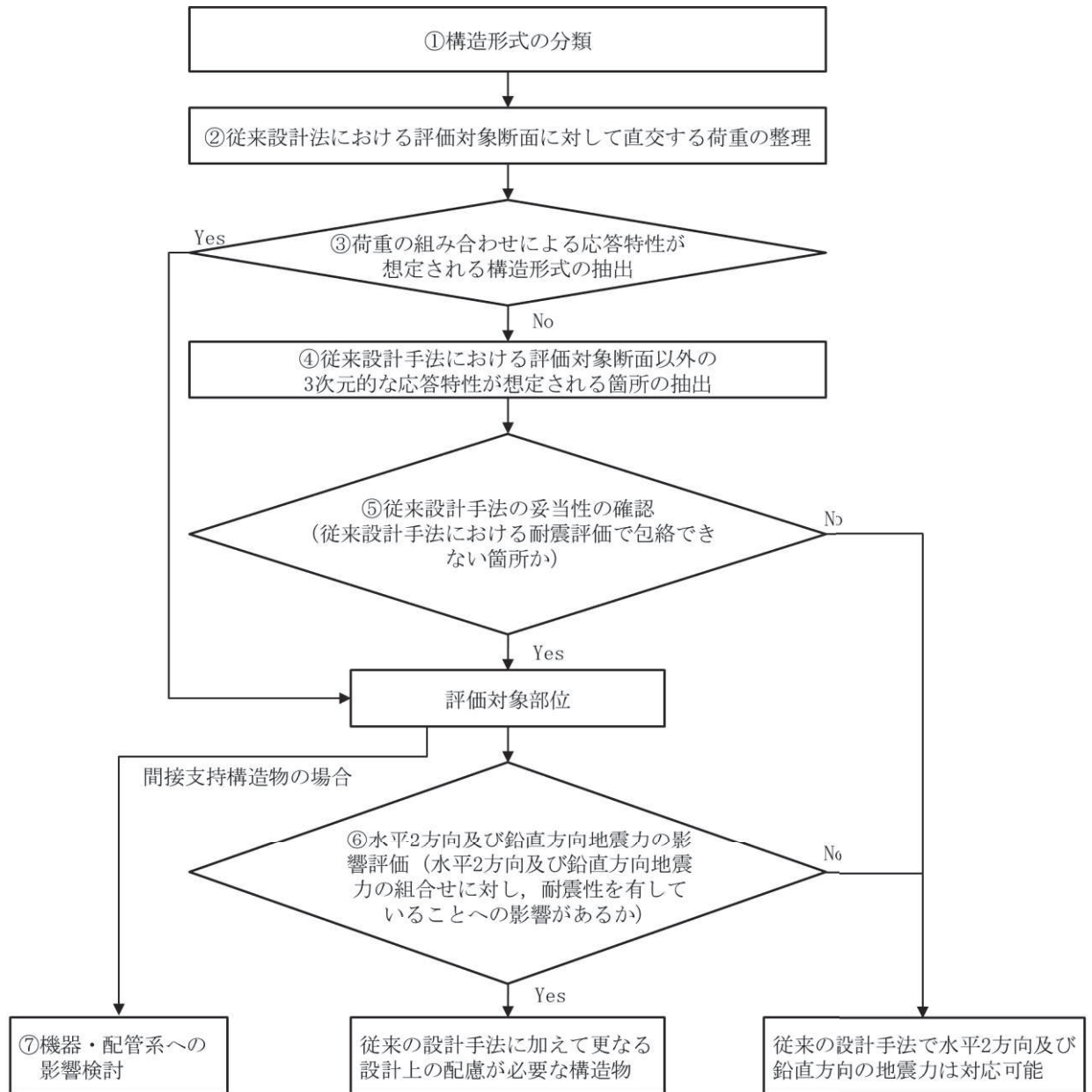


図 4-6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した影響評価フロー  
(屋外重要土木構造物)

#### 4.4 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備は、「建物・構築物」、「機器・配管系」又は「屋外重要土木構造物」に区分し設計をしていることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価は、施設、設備の区分に応じて「4.1 建物・構築物」、「4.2 機器・配管系」又は「4.3 屋外重要土木構造物」の方針に基づいて実施する。



## VI-2-1-9 機能維持の基本方針

## 目 次

1. 概要	1
2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力	2
3. 構造強度	12
3.1 構造強度上の制限	12
3.2 変位，変形の制限	95
3.3 機器・配管系の疲労の制限	95
4. 機能維持	96
4.1 動的機能維持	96
4.2 電氣的機能維持	100
4.3 気密性の維持	100
4.4 止水性の維持	101
4.5 遮蔽性の維持	102
4.6 支持機能の維持	102
4.7 通水機能及び貯水機能の維持	103

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定法及び「5. 機能維持の基本方針」に示す機能維持の考え方に基づき、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の機能維持に関する基本的な考え方を説明するものである。

## 2. 機能維持の確認に用いる設計用地震力

機能維持の確認に用いる設計用地震力については、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」の「4. 設計用地震力」に示す設計用地震力の算定法に基づくこととし、具体的な算定法は表 2-1 に示す。

表 2-1 設計用地震力

(1) 静的地震力

(設計基準対象施設)

静的地震力及び必要保有水平耐力は、次の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	耐震クラス	地震層せん断力係数及び水平震度	地震層せん断力係数 (必要保有水平耐力算出用)	鉛直震度
建物・構築物	S	$3.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	$1.0 \cdot C_v^{*3}$ (0.24)
	B	$1.5 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
	C	$1.0 \cdot C_i^{*1}$	$1.0 \cdot C_i^{*2}$	—
機器・配管系	S	$3.6 \cdot C_i^{*1}$	—	$1.2 \cdot C_v^{*3}$ (0.29)
	B	$1.8 \cdot C_i^{*1}$	—	—
	C	$1.2 \cdot C_i^{*1}$	—	—
土木構造物	C	$1.0 \cdot C_i^{*1}$	—	—

注記 \*1:  $C_i$  は標準せん断力係数を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$  : 振動特性係数 0.8

$A_i$  :  $C_i$  の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 0.2

\*2:  $C_i$  は標準せん断力係数を 1.0 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$  : 振動特性係数 0.8

$A_i$  :  $C_i$  の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 1.0

\*3: 震度 0.3 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮し、高さ方向に一定とする。また次式より求めた値を表に記載した。

$$C_v = 0.3 \cdot R_v$$

$R_v$  : 振動特性係数 0.8

(重大事故等対処施設)

静的地震力は、常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）及び当該設備が設置される重大事故等対処施設に適用するものとし、以下の地震層せん断力係数及び震度に基づき算定する。

種別	*1 設備分類 施設区分	*2 耐震 クラス	地震層せん断力係数 及び水平震度	地震層せん断力係数 (必要保有水平耐力 算出用)	鉛直震度
建物・ 構築物	②	B	$1.5 \cdot C_i^{*3}$	$1.0 \cdot C_i^{*4}$	—
	②	C	$1.0 \cdot C_i^{*3}$	$1.0 \cdot C_i^{*4}$	—
機器・ 配管系	①	B	$1.8 \cdot C_i^{*3}$	—	—
	①	C	$1.2 \cdot C_i^{*3}$	—	—
土木構造物	①	C	$1.0 \cdot C_i^{*3}$	—	—

注記 \*1:重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

①:常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）

②:①が設置される重大事故等対処施設

\*2:常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス

\*3: $C_i$ は標準せん断力係数を0.2とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$  : 振動特性係数 0.8

$A_i$  :  $C_i$ の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 0.2

\*4: $C_i$ は標準せん断力係数を1.0とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値で次式に基づく。

$$C_i = R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

$R_t$  : 振動特性係数 0.8

$A_i$  :  $C_i$ の分布係数

$C_0$  : 標準せん断力係数 1.0

(2) 動的地震力

(設計基準対象施設)

動的地震力は、以下の入力地震動に基づき算定する。

種別	耐震 クラス	入力地震動		
		水平	鉛直	
建物・ 構築物	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	
機器・ 配管系	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	B	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^*$	
土木 構造 物	屋外重要 土木構造物	C	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
津波防護施設・ 浸水防止設備・ 津波監視設備	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$

注記 \* : 水平方向及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

(重大事故等対処施設)

動的地震力は、重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分に応じて、以下の入力地震動に基づき算定する。

種別	*1 設備分類 施設区分	*2 耐震 クラス	入力地震動	
			水平	鉛直
建物・ 構築物	*3 ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦	S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>
			基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>
	①, ②	B	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> ・1/2*4	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> ・1/2*4
機器・ 配管系	*3 ③, ⑤	S	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub>
			基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>
	①	B	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> ・1/2*4	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> ・1/2*4
土木構造物	③, ⑤	S	基準地震動 S <sub>s</sub>	基準地震動 S <sub>s</sub>
	①, ④, ⑥	C	基準地震動 S <sub>s</sub> *5	基準地震動 S <sub>s</sub> *5

注記 \*1:重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①:常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの)
- ②:①が設置される重大事故等対処施設
- ③:常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの)
- ④:③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤:常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)
- ⑥:⑤が設置される重大事故等対処施設
- ⑦:緊急時対策所

\*2:常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)が属する耐震重要度分類のクラス

また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)については、当該クラスをSと表記する。

\*3:事象の発生確率、継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ、適切な地震力と組み合わせる。



- \*4:水平方向及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。
- \*5:屋外重要土木構造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

## (3) 設計用地震力

(設計基準対象施設)

種別	耐震 クラス	水平	鉛直	摘要
建物・ 構築物	S	地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_i$	静的震度 $1.0 \cdot C_v (0.24)$	*1 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合には同時に不利な方向に作用するものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には組合せ係数法による。
		弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	*1 荷重の組合せは、組合せ係数法による。
	B	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	—	—
		弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には組合せ係数法による。
	C	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	—	—
機器・ 配管系	S	静的震度 $3.6 \cdot C_i$	静的震度 $1.2 \cdot C_v (0.29)$	*3, *4 荷重の組合せは、水平方向及び鉛直方向が静的地震力の場合には同時に不利な方向に作用するものとする。 水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合には二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	
	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	*4 荷重の組合せは、二乗和平方根 (SRSS) 法による。	

種別	耐震 クラス	水平	鉛直	摘要
機器・配管系	B	静的震度 $1.8 \cdot C_i$	—	*4, *5 水平方向及び鉛直方向が動的地震力 の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法による。
		弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*2}$	
	C	静的震度 $1.2 \cdot C_i$	—	—
土木 構造物	C	静的震度 $1.0 \cdot C_i$	—	—
		基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	鉛直地震力は、水平地震力と同時に作用するものとする。
	C	静的震度 $1.0 \cdot C_i$	—	—
津波防護施設・ 浸水防止設備・ 津波監視設備	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	荷重の組合せは、鉛直地震力と水平地震力の同時作用、組合せ係数法又は二乗和平方根 (SRSS) 法による。

注記 \*1:建物・構築物のうち原子炉格納容器については、水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根 (SRSS) 法又は絶対値和法を適用する。

\*2:水平及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。

\*3:水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直方向における動的と静的の大きい方の地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

\*4:絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

\*5:水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と、鉛直方向における動的地震力とを、絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。

(重大事故等対処施設)

種別	*1 設備 分類 施設 区分	*2 耐震 クラス	水 平	鉛 直	摘 要
建物・ 構築物	*4 ③, ④, ⑤, ⑥, ⑦	S	弾性設計用地震動 $S_d$	弾性設計用地震動 $S_d$	*3 荷重の組合せは, 組 合せ係数法による。
			基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$	
	①, ②	B	地震層せん断力係数 $1.5 \cdot C_i$	—	—
			弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	荷重の組合せは, 組 合せ係数法による。
		C	地震層せん断力係数 $1.0 \cdot C_i$	—	—
	機器・ 配管系	*4 ③, ⑤	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
弾性設計用地震動 $S_d$				弾性設計用地震動 $S_d$	
①		B	静的震度 $1.8 \cdot C_i$	—	*6, *7 水平方向及び鉛直 方向が動的地震力 の場合は二乗和平方 根 (SRSS) 法によ る。
			弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	弾性設計用地震動 $S_d \cdot 1/2^{*5}$	
		C	静的震度 $1.2 \cdot C_i$	—	
土木 構築物		③, ⑤	S	基準地震動 $S_s$	基準地震動 $S_s$
	①, ④, ⑥	C	基準地震動 $S_s^{*8}$	基準地震動 $S_s^{*8}$	鉛直地震力は, 水平 地震力と同時に作 用するものとする。
	①	C	静的震度 $1.0 \cdot C_i$	—	—

注記\*1:重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①:常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）
  - ②:①が設置される重大事故等対処施設
  - ③:常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）
  - ④:③が設置される重大事故等対処施設
  - ⑤:常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）
  - ⑥:⑤が設置される重大事故等対処施設
  - ⑦:緊急時対策所
- \*2:常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス  
また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）については、当該クラスをSと表記する。
- \*3:建物・構築物のうち原子炉格納容器については、水平方向及び鉛直方向が動的地震力の場合は二乗和平方根（SRSS）法又は絶対値和法を適用する。
- \*4:事故事象の発生確率，継続時間及び地震動の年超過確率の関係を踏まえ，適切な地震力と組み合わせる。
- \*5:水平方向及び鉛直方向の地震動に対して共振のおそれのある施設に適用する。
- \*6:絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。
- \*7:水平方向における動的と静的の大きい方の地震力と，鉛直方向における動的地震力とを，絶対値和法で組み合わせてもよいものとする。
- \*8:屋外重要土木建造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

### 3. 構造強度

#### 3.1 構造強度上の制限

発電用原子炉施設の耐震設計については、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.1 構造強度」に示す考え方にに基づき、設計基準対象施設における各耐震重要度及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた設計用地震力が加わった場合、これらに生じる応力とその他の荷重によって生じる応力の合計値等を許容限界以下とする設計とする。

許容限界は、施設の種類及び用途を考慮し、安全機能が維持できるように十分に余裕を見込んだ値とする。

地震力による応力とその他の荷重による応力の組合せに対する許容値は、表 3-1 に示す通りとする。

また、建物・構築物の保有水平耐力は、必要保有水平耐力に対して、妥当な安全余裕を有する設計とする。支持性能が必要となる施設の基礎地盤については、接地圧が安全上適切と認められる規格及び基準等による地盤の支持力又は支持力度と比べて妥当な安全余裕を有する設計とし、設計基準対象施設における耐震重要度及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた許容限界を設定する。

耐震設計においては、地震力に加えて、自然条件として積雪荷重及び風荷重を組合せる。

積雪荷重及び風荷重の設定フローを図 3-1 に示す。積雪荷重については、屋外に設置されている施設のうち、積雪による受圧面積が小さい施設、又は埋設構造物等常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除き、地震力と組み合わせる。また、風荷重については、屋外に設置されている施設のうち、コンクリート構造物等の自重が大きい施設を除いて、風荷重の影響が地震力と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、地震力と組み合わせる。表 3-2 に施設の区分ごとの、積雪荷重及び風荷重の組合せを示す。

通常運転時の状態、運転時の異常な過渡変化時の状態及び事故時の状態については、次のように定義される運転状態Ⅰ、運転状態Ⅱ、運転状態Ⅲ、運転状態Ⅳ及び運転状態Ⅴのそれぞれの状態として考慮する。

- (1) 「運転状態Ⅰ」とは、発電用原子炉施設の通常運転時の状態をいう。ここで通常運転とは、運転計画等で定める起動、停止、出力運転、高温待機、燃料取替等の発電用原子炉施設の運転をいう。
- (2) 「運転状態Ⅱ」とは、運転状態Ⅰから逸脱した運転状態であって、運転状態Ⅲ、運転状態Ⅳ、運転状態Ⅴ及び試験状態以外の状態をいう。「試験状態」とは、耐圧試験により原子炉施設に最高使用圧力を超える圧力が加えられている状態をいう。
- (3) 「運転状態Ⅲ」とは、発電用原子炉施設の故障、異常な作動等により原子炉の運転の停止が緊急に必要とされる運転状態をいう。

- (4) 「運転状態Ⅳ」とは、発電用原子炉施設の安全性を評価する観点から異常な状態を想定した運転状態をいう。
- (5) 「運転状態Ⅴ」とは、発電用原子炉施設が重大事故に至るおそれがある事故、又は重大事故の状態、重大事故等対処施設の機能が必要とされる運転状態をいう。なお、添付書類「Ⅵ-3 強度に関する説明書」に記載の「運転状態Ⅳを超える事象」に相当するものである。

表 3-1 荷重の組合せ及び許容限界

(1) 建物・構築物

(設計基準対象施設)

	耐震クラス	荷重の組合せ	許容限界	
			建物・構築物	基礎地盤の支持性能
建物・構築物	Sクラス	*1 G + P + S <sub>d</sub> * *	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみがおおむね弾性状態に留まる範囲で耐えること又は部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値又は CCV 規格*2 における荷重状態Ⅲの許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
		G + P + S <sub>s</sub>	質点系モデルによる地震応答解析の最大せん断ひずみが $2.0 \times 10^{-3}$ を超えないこと又は部材に生じる応力が終局耐力に対し妥当な安全余裕を有していることあるいは部材に生じる応力又はひずみが CCV 規格*2 における荷重状態Ⅳの許容値を超えないこととする。	地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	Bクラス	G + P + S <sub>B</sub>	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
	Cクラス	G + P + S <sub>C</sub>	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S<sub>d</sub>\* : 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> により定まる地震力又は S クラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力

S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力

S<sub>B</sub> : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力又は動的地震力

S<sub>C</sub> : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記\*1: 設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重のうち長時間その作用が続く荷重は、弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> による地震力又は静的地震力と組み合わせる。

\*2: 発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格((社)日本機械学会, 2003)



(重大事故等対処施設)

	*1 設備分類 施設区分	*2 耐震クラス	荷重の組合せ	許容限界	
				建物・構築物	基礎地盤の 支持性能
建物・構築物	③, ④ ⑤, ⑥ ⑦	Sクラス	$G + P + A + S_s$	要求機能が維持されることとする。	地盤の極限支持力度に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	①, ②	Bクラス	$G + P + S_B$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。
		Cクラス	$G + P + S_C$	部材に生じる応力が短期許容応力度に基づく許容値を超えないこととする。	地盤の短期許容支持力度とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積荷荷重

A : 重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち、地震によって引き起こされるおそれのある事象による荷重、又は重大事故等時の状態で施設に作用する荷重のうち長期的な荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_B$  : 耐震 B クラスの施設に適用される地震動より求まる地震力又は B クラス設備に適用される静的地震力

$S_C$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記\*1: 重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

①: 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) (当該設備が属する耐震重要度分類が B クラス又は C クラスのもの)

②: ①が設置される重大事故等対処施設

③: 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) (当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの)

④: ③が設置される重大事故等対処施設

⑤: 常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備 (設計基準拡張)

⑥: ⑤が設置される重大事故等対処施設

⑦: 緊急時対策所

\*2: 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属す

る耐震重要度分類のクラス

また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）については、当該クラスを S と表記する。

## (2) 機器・配管系

## a. 記号の説明

- D : 死荷重
- P : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ，Ⅴは除く。）における圧力荷重
- M : 地震及び死荷重以外で地震と組み合わせべきプラントの運転状態（地震との組合せが独立な運転状態Ⅳ，Ⅴは除く。）で設備に作用している機械的荷重  
 [各運転状態におけるP及びMについては、安全側に設定された値（最高使用圧力，設計機械荷重等）を用いてもよい。]
- P<sub>L</sub> : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き，その後に生じている圧力荷重
- M<sub>L</sub> : 地震との組合せが独立な運転状態Ⅳの事故の直後を除き，その後に生じている死荷重及び地震荷重以外の機械的荷重
- P<sub>D</sub> : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M<sub>D</sub> : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む。）又は当該設備に設計上定められた機械的荷重
- P<sub>d</sub> : 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重
- M<sub>d</sub> : 当該設備に設計上定められた機械的荷重
- P<sub>SAL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））に作用する圧力荷重
- M<sub>SAL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））に作用する機械的荷重
- P<sub>SALL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））より更に長期的（長期（LL））に作用する圧力荷重
- M<sub>SALL</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）で長期的（長期（L））より更に長期的（長期（LL））に作用する機械的荷重
- P<sub>SAD</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた設計圧力による荷重
- M<sub>SAD</sub> : 重大事故等時の状態（運転状態Ⅴ）における運転状態等を考慮して当該設備に設計上定められた機械的荷重
- S<sub>d</sub> : 弾性設計用地震動S<sub>d</sub>により定まる地震力
- S<sub>d</sub>\* : 弾性設計用地震動S<sub>d</sub>により定まる地震力又はSクラス設備に適用される静的地震力のいずれか大きい方の地震力
- S<sub>s</sub> : 基準地震動S<sub>s</sub>により定まる地震力

- $S_B$  : 耐震 B クラス設備に適用される地震動により定まる地震力又は静的地震力
- $S_C$  : 耐震 C クラス設備に適用される静的地震力
- $III_{AS}$  : 発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版含む。）） J S M E S N C 1 - 2005/2007）（日本機械学会 2007 年 9 月）（以下「設計・建設規格」という。）の供用状態 C 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $IV_{AS}$  : 設計・建設規格の供用状態 D 相当の許容応力を基準として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $V_{AS}$  : 運転状態 V 相当の応力評価を行う許容応力状態を基本として、それに地震により生じる応力に対する特別な応力の制限を加えた許容応力状態
- $B_{AS}$  : 耐震 B クラス設備の地震時の許容応力状態
- $C_{AS}$  : 耐震 C クラス設備の地震時の許容応力状態
- $S_y$  : 設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値
- $S_u$  : 設計引張強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に規定される値
- $S_m$  : 設計応力強さ 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 に規定される値。  
ただし、耐圧部テンションボルトにあつては設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 2 に規定される値
- $S$  : 許容引張応力 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 又は表 6 に規定される値。ただし、クラス MC 容器にあつては設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 3 に規定される値。また、耐圧部テンションボルトについては、クラス MC にあつては設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 4 に規定される値。その他については設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 7 に規定される値
- $F$  : 設計・建設規格 SSB-3121.1(1)により規定される値
- $f_t$  : 許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(1)により規定される値。ボルト等に対して設計・建設規格 SSB-3131(1)により規定される値
- $f_s$  : 許容せん断応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(2)により規定される値。ボルト等に対しては、設計・建設規格 SSB-3131(2)により規定される値
- $f_c$  : 許容圧縮応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(3)により規定される値
- $f_b$  : 許容曲げ応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により規定される値
- $f_p$  : 許容支圧応力 支持構造物（ボルト等を除く。）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(5)により規定される値

$f_t^*$ ,  $f_s^*$ ,  $f_c^*$ ,  $f_b^*$ ,  $f_p^*$  :

上記の  $f_t$ ,  $f_s$ ,  $f_c$ ,  $f_b$ ,  $f_p$  の値を算出する際に設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定する値とあるのを設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定する値の 1.2 倍の値と読み替えて計算した値。ただし、その他の支持構造物の上記  $f_t \sim f_p^*$  においては、設計・建設規格 SSB-3121.1(1)a の F 値は  $S_y$  及び  $0.7S_u$  のいずれか小さい方の値。ただし、使用温度が  $40^\circ\text{C}$  を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、 $1.35S_y$ ,  $0.7S_u$  又は  $S_y(\text{RT})$  のいずれか小さい方の値。また、 $S_y(\text{RT})$  は  $40^\circ\text{C}$  における設計降伏点の値

$T_L$  : 形式試験により支持構造物が破損するおそれのある荷重(N)

(同一仕様につき 3 個の試験の最小値又は 1 個の試験の 90%)

$S_{y d}$  : 最高使用温度における設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

$S_{y t}$  : 試験温度における設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値

A S S : オーステナイト系ステンレス鋼

H N A : 高ニッケル合金

b. 荷重の組合せ及び許容応力

(a) Sクラスの機器・配管系，常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）の機器・配管系

イ. クラス1容器及び重大事故等クラス2容器（クラス1容器）  
（クラス1容器）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界					
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界	
							純せん 断応力	支圧応力
S	D+P+M+S d *	Ⅲ <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と $\frac{2}{3} \cdot S_u$ の小さい方。 ただし，ASS及びHNAについては1.2・S <sub>m</sub> とする。	左欄の α倍の値*6	3・S <sub>m</sub> *2 S d又はS s地震動のみによる応力振幅について評価する。	*3, *4 S d又はS s地震動のみによる疲労解析を行い，運転状態Ⅰ，Ⅱにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	0.6・S <sub>m</sub>	S <sub>y</sub> *5 (1.5・S <sub>y</sub> )
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S d * <sup>*1</sup>	Ⅳ <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし，ASS及びHNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と2.4・S <sub>m</sub> の小さい方。	左欄の α倍の値*6			0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> *5 (1.5・S <sub>u</sub> )
	D+P+M+S s							

注記\*1：非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては，許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとする。

\*2：3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合，設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く）の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3：設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし，PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「S d又はS s地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*4：運転状態Ⅰ，Ⅱにおいて疲労解析を要しない場合は，地震動のみによる疲労累積係数を1.0以下とする。

\*5：( )内は，支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*6：設計・建設規格 PVB-3111に基づき，純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または1.5のいずれか小さい方の値(α)を用いる。

(重大事故等クラス2容器(クラス1容器))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界					
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界	
						純せん断応力	支圧応力
D+P+M+S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と2.4・S <sub>m</sub> の小さい方とする。	左欄の α倍の値*6	3・S <sub>m</sub> *2 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動 のみによる応力振幅 について評価する。	*3、*4 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動 のみによる疲労解析 を行い、運転状態I、 IIにおける疲労累積 係数との和が1.0以 下であること。	0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> *5 (1.5・S <sub>u</sub> )
D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>							
D+P <sub>SAL</sub> +M <sub>SAL</sub> +S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示す IV <sub>A</sub> Sの許容 限界を用いる。)						
D+P <sub>SALL</sub> +M <sub>SALL</sub> +S <sub>s</sub>							

21

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格PVB-3300(PVB-3313を除く)の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 設計・建設規格PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「S<sub>d</sub>又はS<sub>s</sub>地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*4 : 運転状態I、IIにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を1.0以下とする。

\*5 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*6 : 設計・建設規格PVB-3111に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または1.5のいずれか小さい方の値(α)を用いる。

ロ. クラスMC容器及び重大事故等クラス2容器 (クラスMC容器)  
(クラスMC容器)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界					
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界*8	
							純せん 断応力	支圧応力
S	D+P+M+S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については1.2・Sとする。	左欄の α倍の値*7	3・S* <sup>2</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震 動のみによる応力 振幅について評価 する。	*3, *4 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震 動のみによる疲労 解析を行い、運転 状態Ⅰ、Ⅱにおけ る疲労累積係数と の和が1.0以下で あること。	0.6・S	S <sub>y</sub> * <sup>5</sup> (1.5・S <sub>y</sub> )
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>							
	D+P+M+S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	構造上の連続な部分は0.6・ S <sub>u</sub> 、不連続な部分はS <sub>y</sub> と 0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については、構造上の連続 な部分は2・Sと0.6・S <sub>u</sub> の小さい方、不連続な部分 は1.2・Sとする。	左欄の α倍の値*7			0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> * <sup>5</sup> (1.5・S <sub>u</sub> )
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*6</sup>							



注記\*1 :  $P_L$ は、冷却材喪失事故後  $10^{-1}$ 年後の最大内圧を考慮する。

\*2 :  $3 \cdot S$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313を除く。 $S_m$ は $S$ と読み替える。)の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*4 : 運転状態 I, IIにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を 1.0 以下とする。

\*5 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*6 : 原子炉格納容器は冷却材喪失事故後の最終障壁となることから、構造体全体としての安全裕度を確保する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

\*7 : 設計・建設規格 PVB-3111に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または 1.5 のいずれか小さい方の値( $\alpha$ )を用いる。

\*8 : 座屈に対する評価は、JEAG4601-1984の第2種容器の軸圧縮荷重及び曲げモーメントによる座屈に対する評価式を用いる。

(重大事故等クラス2容器 (クラスMC容器))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界					
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力	特別な応力限界 <sup>*9</sup>	
						純せん 断応力	支圧応力
$D + P_L + M_L + S_d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。 ただし、ASS及びHNAについては1.2・Sとする。	左欄の α倍の値 <sup>*8</sup>			0.6・S	S <sub>y</sub> <sup>*7</sup> (1.5・S <sub>y</sub> )
$D + P + M + S_s$	IV <sub>A</sub> S	構造上の連続な部分は0.6・S <sub>u</sub> 、不連続な部分はS <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。	左欄の α倍の値 <sup>*8</sup>	3・S <sup>*4</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	*5, *6 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態I、IIにおける疲労累積係数との和が1.0以下であること。	0.4・S <sub>u</sub>	S <sub>u</sub> <sup>*7</sup> (1.5・S <sub>u</sub> )
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d^{*2, *3}$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> SとしてIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	ただし、ASS及びHNAについては、構造上の連続な部分は2・Sと0.6・S <sub>u</sub> の小さい方、不連続な部分は1.2・Sとする。					
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s^{*3}$							

注記\*1 :  $P_L$ は、冷却材喪失事故後  $10^{-1}$ 年後の最大内圧を考慮する。

\*2 : 重大事故等後の最高圧力、最高温度（最高圧力時の飽和温度）との組合せを考慮する。

\*3 : 原子炉格納容器バウンダリ設備に対しても本荷重の組合せを適用する。

\*4 :  $3 \cdot S$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300（PVB-3313を除く。 $S_m$ は $S$ と読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

\*5 : 設計・建設規格 PVB-3140(6)を満たすときは疲労解析不要。

ただし、PVB-3140(6)の「応力の全振幅」は「 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動による応力の全振幅」と読み替える。

\*6 : 運転状態 I, IIにおいて疲労解析を要しない場合は、地震動のみによる疲労累積係数を 1.0 以下とする。

\*7 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*8 : 設計・建設規格 PVB-3111 に基づき、純曲げによる全断面降伏荷重と初期降伏荷重の比または 1.5 のいずれか小さい方の値( $\alpha$ )を用いる。

\*9 : 座屈に対する評価は、JEAG4601-1984 の第 2 種容器の軸圧縮荷重及び曲げモーメントによる座屈に対する評価式を用いる。

ハ. クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器 (クラス 2, 3 容器)  
(クラス 2 容器及びクラス 3 容器)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1			
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*2}$	III <sub>A</sub> S	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, A S S 及び H N A については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	左欄の 1.5 倍の値	*3 $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積 係数が 1.0 以下であること。ただし, 地震動のみによる一 次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不 要。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$0.6 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値		

26

注記\*1 : 座屈に対する評価が必要な場合には, クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

\*2 :  $P_D$  及び  $M_D$  について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態 IV (L) の荷重を含むものとする。

\*3 :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。  $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2容器 (クラス2, 3容器))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*2</sup> $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二 次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ <sup>*3</sup>	$V_A S$ ( $V_A S$ として右 に示す $IV_A S$ の許 容限界を用い る。)				

注記\*1 : 座屈に対する評価が必要な場合には、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*2 :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。 $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

ニ. クラス 1 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 1 管)  
(クラス 1 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D + P + M + S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5 · S <sub>m</sub> <sup>*2</sup>	2.25 · S <sub>m</sub> <sup>*3</sup> ただし、ねじりによる応力が 0.55 · S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 1.8 · S <sub>m</sub> とする。	3 · S <sub>m</sub> <sup>*3, *4</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	*3 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態Ⅰ、Ⅱにおける疲労累積係数との和が 1.0 以下であること。
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>	Ⅳ <sub>A</sub> S	2 · S <sub>m</sub> <sup>*2</sup>	3 · S <sub>m</sub> <sup>*3</sup> ただし、ねじりによる応力が 0.73 · S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 2.4 · S <sub>m</sub> とする。		
	D + P + M + S <sub>s</sub>					

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sの一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

\*3 : サポート用ラグ等が配管に直接溶接されている場合、配管に発生する局部的応力についても応力評価を行う。

\*4 : 3 · S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く)又は PPB-3536(1), (2), (4)及び(5)の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2管 (クラス1管))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
D + P + M + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	2 · S <sub>m</sub> <sup>*2</sup>	3 · S <sub>m</sub> <sup>*3</sup> ただし、ねじりによる応力が 0.73 · S <sub>m</sub> を超える場合は、曲げとねじりによる応力について 2.4 · S <sub>m</sub> とする。	3 · S <sub>m</sub> <sup>*3, *4</sup> S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	*3 S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、運転状態 I, II における疲労累積係数との和が 1.0 以下であること。
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> <sup>*1</sup>					
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> S として右に示す IV <sub>A</sub> S の許容限界を用いる。)				
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>					

29

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S とする。

\*2 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S の一次一般膜応力の許容値 (1.5 · S<sub>m</sub>) の 0.8 倍の値とする。

\*3 : サポート用ラグ等が配管に直接溶接されている場合、配管に発生する局部的応力についても応力評価を行う。

\*4 : 3 · S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (同 PVB-3313 を除く) 又は PPB-3536(1), (2), (4) 及び(5)の簡易弾塑性解析を用いる。

ホ. クラス 2, 3 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 2, 3 管)  
(クラス 2, 3 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$ <sup>*1</sup>	III <sub>A</sub> S	<sup>*2</sup> $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	<sup>*3</sup> $S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積 係数が 1.0 以下であること。 ただし, 地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$0.6 \cdot S_u^*$ <sup>*2</sup>	左欄の 1.5 倍の値		

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 軸力による全断面平均応力については, 許容応力状態III<sub>A</sub>S の一次一般膜応力の許容値の 0.8 倍の値とする。

\*3 :  $2 \cdot S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4)及び(5) (ただし,  $S_m$ は  $2/3 \cdot S_y$ と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。



(重大事故等クラス2管 (クラス2, 3管))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u^{*1}$	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*2</sup> $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s^{*3}$	$V_A S$ ( $V_A S$ として右に示す $IV_A S$ の許容限界を用いる。)				

31

注記\*1 : 軸力による全断面平均応力については、許容応力状態  $III_A S$  の一次一般膜応力の許容値 ( $S_y$  と  $0.6 \cdot S_u$  の小さい方。ただし、 $ASS$  及び  $HNA$  については上記値と  $1.2 \cdot S$  との大きい方) の 0.8 倍の値とする。

\*2 :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3536(1), (2), (4) 及び (5) (ただし、 $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*3 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

へ. クラス 4 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 4 管)  
(クラス 4 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			一次一般膜応力
S	$D + P_D + M_D + S d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートの <span style="float: right;">*2</span> スパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
	$D + P_D + M_D + S s$	IV <sub>A</sub> S	

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について、非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : クラス 4 管であって非常用ガス処理系のように管を使用する場合、クラス 2 管の規定によることができる。

(重大事故等クラス2管 (クラス4管))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		一次一般膜応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	* 地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を 最大許容ピッチ以下に確保すること。
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ( $V_A S$ として右 に示す $IV_A S$ の許 容限界を用い る。)	

注記\* : クラス4管であって非常用ガス処理系のように管を使用する場合, クラス2管の規定によることができる。

ト. クラス 1 ポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 1 ポンプ)  
(クラス 1 ポンプ)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D + P + M + S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と $\frac{2}{3} \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNAに ついては $1.2 \cdot S_m$ とする。	左欄の 1.5 倍の値	3・S <sub>m</sub> * <sup>2</sup> S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる応力振幅について評価 する。	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる疲労解析を行い、疲労 累積係数が 1.0 以下である こと。
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * <sup>*1</sup>	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及びHNAに ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	左欄の 1.5 倍の値		
	D + P + M + S <sub>s</sub>					

34

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 3・S<sub>m</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。)の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2ポンプ (クラス1ポンプ))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_L + M_L + S_d^{*1}$	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u$ ただし、ASS及びHNAに ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	左欄の1.5倍の値	$3 \cdot S_m^{*2}$ S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる応力振幅について評価 する。	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみに よる疲労解析を行い、疲労累 積係数が1.0以下であるこ と。
$D + P + M + S_s$					
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右 に示すIV <sub>A</sub> Sの許 容限界を用い る。)				
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$					

35

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

\*2 :  $3 \cdot S_m$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格PVB-3300 (PVB-3313を除く。)の簡易弾塑性解析を用いる。

チ. クラス 2 ポンプ, クラス 3 ポンプ, その他のポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 2, 3, その他のポンプ)  
(クラス 2 ポンプ, クラス 3 ポンプ, その他のポンプ)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい方。 ただし, ASS及びHNAに ついては上記値と1.2・Sと の大きい方。	左欄の1.5倍の値	*2 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積 係数が1.0以下であること。ただし, 地震動のみによる一 次+二次応力の変動値が2・S <sub>y</sub> 以下であれば疲労解析は不 要。	
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	0.6・S <sub>u</sub>	左欄の1.5倍の値		

36 注記\*1 : P<sub>D</sub>及びM<sub>D</sub>について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 2・S<sub>y</sub>を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。S<sub>m</sub>は2/3・S<sub>y</sub>と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

(重大事故等クラス2ポンプ (クラス2ポンプ, クラス3ポンプ, その他のポンプ))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$	左欄の 1.5 倍の値	* $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い, 疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし, 地震動のみによる一次+二 次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_A S$ ( $V_A S$ として右 に示す $IV_A S$ の許 容限界を用い る。)				

注記\* :  $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合, 設計・建設規格 PVB-3300 (PVB-3313 を除く。  $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

リ. クラス1弁（弁箱）及び重大事故等クラス2弁（クラス1弁（弁箱））  
（クラス1弁（弁箱））

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	D + P + M + S d *	III <sub>A</sub> S				
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S d * <sup>*1</sup>	IV <sub>A</sub> S		_____		*2
	D + P + M + S s					

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

38

\*2 : 外径が 115mm 以下の管に接続される弁のうち、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。



(重大事故等クラス2弁 (クラス1弁 (弁箱)))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_L + M_L + S d^{*1}$	IV <sub>A</sub> S				
$D + P + M + S s$					
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S d$	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右 に示すIV <sub>A</sub> Sの許 容限界を用い る。)				
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S s$					

注記\*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態III<sub>A</sub>Sとし、それ以外の設備に対しては許容応力状態IV<sub>A</sub>Sとする。

\*2 : 外径が 115mm 以下の管に接続される弁のうち、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

ヌ. クラス 2 弁（弁箱）及び重大事故等クラス 2 弁（クラス 2 弁（弁箱））  
（クラス 2 弁（弁箱））

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
S	$D + P_D + M_D + S d^*$ <sup>*1</sup>	III <sub>A</sub> S	_____ <sup>*2</sup>			
	$D + P_D + M_D + S s$	IV <sub>A</sub> S				

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について、非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : バルブの肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

(重大事故等クラス2弁 (クラス2弁 (弁箱)))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
		一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_A S$	<hr style="width: 50%; margin: auto;"/> *1			
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ *2	$V_A S$ ( $V_A S$ として右 に示す $IV_A S$ の許 容限界を用い る。)				

注記\*1 : バルブの肉厚が接続配管と同等の場合で、特に大きな駆動部を有する電動弁、空気作動弁については、設計・建設規格 VVB-3330 の評価を行う。ただし、地震時に  
 過大な応力の発生を防ぐ処置が講じられているものは、この限りではない。

\*2 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

ル. 炉心支持構造物  
(設計基準対象施設)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界 (ボルト等以外) *4					許容限界 (ボルト等)		
			一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般 膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
					純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
S	D + P + M + S d *	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S_m^{*1}$	左欄の 1.5 倍の値*1	$0.9 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_y$ ( $2.25 \cdot S_y$ )	$1.2 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_m^{*1}$	*1 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S d *	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*3}$ ただし、ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小 さい方。	左欄の 1.5 倍の値*3	$1.2 \cdot S_m$	$2 \cdot S_y$ ( $3 \cdot S_y$ )	$1.6 \cdot S_m$	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*3}$	*3 左欄の 1.5 倍の値	—
	D + P + M + S s							ただし、ASS 及びHNAにつ いては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。		

注記\*1 : 設計・建設規格 CSS-3160(2)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

\*2 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*3 : 設計・建設規格 CSS-3160(3)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

\*4 : 座屈に対する評価が必要な場合、柱状の炉心支持構造物にあっては、クラス 1 支持構造物の座屈評価による。また、円筒形状の炉心支持構造物にあっては、クラスMC容器的座屈に対する評価式による。

(重大事故等対処施設)

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等以外) *3					許容限界 (ボルト等)		
		一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
				純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> *	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし, ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	*1 左欄の 1.5 倍の値	1.2 · S <sub>m</sub>	*2 2 · S <sub>y</sub> (3 · S <sub>y</sub> )	1.6 · S <sub>m</sub>	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし, ASS 及びHNAにつ いては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小さい方。	*1 左欄の 1.5 倍の値	—
D + P + M + S <sub>s</sub>									
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとし て右に示す IV <sub>A</sub> Sの許容 限界を用い る。)								
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>									

43

注記\*1 : 設計・建設規格 CSS-3160(3)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

\*2 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*3 : 座屈に対する評価が必要な場合、柱状の炉心支持構造物にあっては、クラス1支持構造物の座屈評価による。また、円筒形状の炉心支持構造物にあっては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

フ. 炉内構造物  
(設計基準対象施設)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等以外)					許容限界 (ボルト等)		
			一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
					純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S_m^{*2}$	左欄の 1.5 倍の値 <sup>*2</sup>	$0.9 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_y^{*3}$ ( $2.25 \cdot S_y$ )	$1.2 \cdot S_m$	$1.5 \cdot S_m^{*2}$	<sup>*2</sup> 左欄の 1.5 倍の値	—
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*4}$ ただし, ASS 及び HNA については $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の小 さい方。	左欄の 1.5 倍の値 <sup>*4</sup>	$1.2 \cdot S_m$	$2 \cdot S_y^{*3}$ ( $3 \cdot S_y$ )	$1.6 \cdot S_m$	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*4}$ ただし, ASS 及び HNA に ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と $2.4 \cdot S_m$ の 小さい方。	<sup>*4</sup> 左欄の 1.5 倍の値	—

注記\*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 設計・建設規格 CSS-3160(2) の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は, この限りではない。

\*3 : ( )内は, 支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

\*4 : 設計・建設規格 CSS-3160(3) の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は, この限りではない。

(重大事故等対処施設)

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 (ボルト等以外)					許容限界 (ボルト等)		
		一次一般膜応力	一次一般膜応力 +一次曲げ応力	特別な応力限界			一次一般膜応力	一次一般膜 応力+一次 曲げ応力	一次+ 二次応力
				純せん断 応力	支圧応力	ねじり 応力			
D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>S</sub>	IV <sub>AS</sub>	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし, ASS及び HNAについては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と 2.4・S <sub>m</sub> の小さい方。	$^{*1}$ 左欄の 1.5倍の値	1.2・S <sub>m</sub>	$^{*2}$ 2・S <sub>y</sub> (3・S <sub>y</sub> )	1.6・S <sub>m</sub>	$\frac{2}{3} \cdot S_u^{*1}$ ただし, ASS 及びHNAに ついては $\frac{2}{3} \cdot S_u$ と 2.4・S <sub>m</sub> の 小さい方。	$^{*1}$ 左欄の 1.5倍の値	—
D + P <sub>SAD</sub> + M <sub>SAD</sub> + S <sub>S</sub>	V <sub>AS</sub> (V <sub>AS</sub> として 右に示すIV <sub>AS</sub> の許容限界を 用いる。)								

注記\*1 : 設計・建設規格 CSS-3160(3)の崩壊荷重の下限に基づく評価を適用する場合は、この限りではない。

\*2 : ( )内は、支圧荷重の作用端から自由端までの距離が支圧荷重の作用幅より大きい場合の値。

ワ. クラス1支持構造物及び重大事故等クラス2支持構造物 (クラス1支持構造物)  
(クラス1支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合	
			一次応力					一次+二次応力					一次応力			許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断		
S	D+P+M+S <sub>d</sub> * <sup>*</sup>	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub>	1.5・f <sub>s</sub>	1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>b</sub>	1.5・f <sub>p</sub>	3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> <sup>*7</sup>	1.5・f <sub>p</sub> <sup>*8</sup>	*5 座屈 *7, *8 1.5・f <sub>b</sub> , 1.5・f <sub>s</sub>	1.5・f <sub>t</sub>	1.5・f <sub>s</sub>	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$	
	D+P <sub>L</sub> +M <sub>L</sub> +S <sub>d</sub> * <sup>*9</sup>	Ⅳ <sub>A</sub> S	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>c</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>b</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	〔S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動の みによる応力振幅につ いて評価する。〕				*5 座屈 又は 1.5・f <sub>c</sub> <sup>*8</sup>	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$	
	D+P+M+S <sub>s</sub>		1.5・f <sub>t</sub>	1.5・f <sub>s</sub>	1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>b</sub>	1.5・f <sub>p</sub>					1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*8</sup>	1.5・f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>t</sub>	1.5・f <sub>s</sub>	

46

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、Ⅲ<sub>A</sub>Sの許容応力を一次引張応力に対しては f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては f<sub>s</sub>として、またⅣ<sub>A</sub>S→Ⅲ<sub>A</sub>Sとして応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub>とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*8 : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sとする。



(重大事故等クラス2支持構造物 (クラス1支持構造物))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験による場合			
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重			
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈*5	引張	せん断				
D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * <sup>*9</sup>	IV <sub>A</sub> S						3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> <sup>*7</sup>							$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$	
D + P + M + S <sub>s</sub>											1.5・f <sub>b</sub> , <sup>*7, *8</sup>						
D + P <sub>SAL</sub> + M <sub>SAL</sub> + S <sub>d</sub>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示すIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>c</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>b</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	$\left[ \begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動の} \\ \text{みによる応力振幅につ} \\ \text{いて評価する。} \end{array} \right]$					1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> <sup>*</sup>	1.5・f <sub>t</sub> * <sup>*</sup>	1.5・f <sub>s</sub> * <sup>*</sup>		
D + P <sub>SALL</sub> + M <sub>SALL</sub> + S <sub>s</sub>																	又は 1.5・f <sub>c</sub> <sup>*</sup>

47

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては 1.5・f<sub>t</sub>, 一次せん断応力に対しては 1.5・f<sub>s</sub>) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub> とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub> とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては, 許容応力状態III<sub>A</sub>S とする。

カ. クラスMC支持構造物及び重大事故等クラス2支持構造物（クラスMC支持構造物）  
（クラスMC支持構造物）

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合	
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重	
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断		
S	D + P + M + S <sub>d</sub> * *6	Ⅲ <sub>A</sub> S	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>	1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>b</sub>	1.5 · f <sub>p</sub>	3 · f <sub>t</sub>	3 · f <sub>s</sub> *7	3 · f <sub>b</sub> *8	1.5 · f <sub>p</sub> *9	1.5 · f <sub>b</sub> , 1.5 · f <sub>s</sub>	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$	
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * *10		1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>c</sub> *	1.5 · f <sub>b</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *	〔 S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動の みによる応力振幅につ いて評価する。 〕					1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *		$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	D + P + M + S <sub>s</sub>	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>c</sub> *	1.5 · f <sub>b</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *9						又は 1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	
	D + P <sub>L</sub> + M <sub>L</sub> + S <sub>d</sub> * *10	Ⅳ <sub>A</sub> S	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>c</sub> *	1.5 · f <sub>b</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *	1.5 · f <sub>p</sub> *9	又は 1.5 · f <sub>c</sub>	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>t</sub> *	1.5 · f <sub>s</sub> *	1.5 · f <sub>t</sub> *

48

注記\*1 : 鋼構造設計規準（日本建築学会 2005 改定）等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、Ⅲ<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては f<sub>s</sub>として、またⅣ<sub>A</sub>S→Ⅲ<sub>A</sub>Sとして応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : P<sub>L</sub>は、冷却材喪失事故後 10<sup>1</sup>年後の最大内圧を考慮する。

\*7 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5 · f<sub>s</sub>とする。

\*8 : 設計・建設規格 SSB-3121. 1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*9 : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*10 : 原子炉格納容器は冷却材喪失事故後の最終障壁となることから、構造体全体としての安全裕度を確認する意味で、冷却材喪失事故後の最大内圧との組合せを考慮する。

(重大事故等クラス2支持構造物 (クラスMC支持構造物))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験による場合
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
$D + P_L + M_L + S_d^*$ *6	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$					$1.5 \cdot f_p$ *9	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
$D + P + M + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S						$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s$ *7	$3 \cdot f_b$ *8		$1.5 \cdot f_p$ *9	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$ *10	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示す)	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	S <sub>d</sub> 又はS <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。				$1.5 \cdot f_p$ *9	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。) )													

49

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, Ⅳ<sub>A</sub>S→Ⅲ<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては  $1.5 \cdot f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $1.5 \cdot f_s$ ) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : P<sub>L</sub>は, 冷却材喪失事故後 10<sup>-1</sup>年後の最大内圧を考慮する。

\*7 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*8 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により求めた  $f_b$  とする。

\*9 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*10 : 重大事故等後の最高圧力, 最高温度 (最高圧力時の飽和温度) との組合せを考慮する。

ヨ. クラス 2, 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 2, 3 支持構造物)  
(クラス 2, 3 支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*9}$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*6}$	$3 \cdot f_b^{*7}$	$1.5 \cdot f_p^{*8}$	*5 座屈 $1.5 \cdot f_b,$ $1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$	$1.5 \cdot f_c^{*1}$	$1.5 \cdot f_b^{*1}$	$1.5 \cdot f_p^{*1}$	$\left( S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動のみによる応力振幅について評価する。} \right)$				$1.5 \cdot f_p^{*8}$	又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$

50

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, III<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として, また IV<sub>A</sub>S → III<sub>A</sub>S として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラス MC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により求めた  $f_b$  とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 :  $P_D$  及び  $M_D$  について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては, 運転状態 IV (L) の荷重を含むものとする。

(重大事故等クラス2支持構造物 (クラス2, 3支持構造物))

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3 (ボルト等以外)										許容限界*2, *4 (ボルト等)		形式試験による場合		
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断			
D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S															
D + P <sub>SAD</sub> + M <sub>SAD</sub> + S <sub>s</sub> *9	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示すIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>c</sub> *	1.5・f <sub>b</sub> *	1.5・f <sub>p</sub> *	3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> * <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> * <sup>*7</sup>	1.5・f <sub>p</sub> * <sup>*8</sup>	*5 座屈 *7, *8 1.5・f <sub>b</sub> , 1.5・f <sub>s</sub> 又は1.5・ f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	$T_L \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$		

51

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては 1.5・f<sub>t</sub>, 一次せん断応力に対しては 1.5・f<sub>s</sub>) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub>とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 原子炉格納容器内の設備については, 原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

タ. その他の支持構造物  
(設計基準対象施設)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1, *2, *3, *10 (ボルト等以外)										*2, *4, *10 許容限界 (ボルト等)		形式試験に よる場合
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断	
S	$D + P_D + M_D + S_d^{*9}$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*6}$	$3 \cdot f_b^{*7}$	$1.5 \cdot f_p^{*8}$	$1.5 \cdot f_b^{*7, *8}$ $1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$	$1.5 \cdot f_c^{*1}$	$1.5 \cdot f_b^{*1}$	$1.5 \cdot f_p^{*1}$	$\left[ \begin{array}{l} S_d \text{ 又は } S_s \text{ 地震動の} \\ \text{みによる応力振幅につ} \\ \text{いて評価する。} \end{array} \right]$				$1.5 \cdot f_p^{*8}$ $f_c$	又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t^{*1}$	$1.5 \cdot f_s^{*1}$

52

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては, 耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, Ⅲ<sub>A</sub>S の許容応力を一次引張応力に対しては,  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として, またⅣ<sub>A</sub>S→Ⅲ<sub>A</sub>S として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては, クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により求めた  $f_b$  とする。

\*8 : 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 :  $P_D$  及び  $M_D$  について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては, 運転状態Ⅳ (L) の荷重を含むものとする。

\*10 : 電気計装設備, 換気空調設備の評価においても準用する。

(重大事故等対処施設)

荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界*1, *2, *3, *10 (ボルト等以外)										*2, *4, *10 許容限界 (ボルト等)	形式試験による場合			
		一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
		引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	*5 座屈	引張	せん断			
D + P <sub>D</sub> + M <sub>D</sub> + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S															
D + P <sub>SAD</sub> + M <sub>SAD</sub> + S <sub>s</sub> <sup>*9</sup>	V <sub>A</sub> S (V <sub>A</sub> Sとして右に示すIV <sub>A</sub> Sの許容限界を用いる。)	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	1.5・f <sub>c</sub> *	1.5・f <sub>b</sub> *	1.5・f <sub>p</sub> *	3・f <sub>t</sub>	3・f <sub>s</sub> <sup>*6</sup>	3・f <sub>b</sub> <sup>*7</sup>	1.5・f <sub>p</sub> <sup>*8</sup>	1.5・f <sub>b</sub> , 1.5・f <sub>s</sub> 又は1.5・ f <sub>c</sub>	1.5・f <sub>t</sub> *	1.5・f <sub>s</sub> *	T <sub>L</sub> ・0.6・ $\frac{S_{yd}}{S_{yt}}$		
(S <sub>s</sub> 地震動のみによる 応力振幅について評価 する。)																

53

注記\*1 : 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2 : 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3 : 耐圧部に溶接等により直接取り付けられる支持構造物であって耐圧部と一体の応力解析を行うものについては、耐圧部と同じ許容応力とする。

\*4 : コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、IV<sub>A</sub>S→III<sub>A</sub>S (一次引張応力に対しては 1.5・f<sub>t</sub>、一次せん断応力に対しては 1.5・f<sub>s</sub>) として応力評価を行う。

\*5 : 薄肉円筒形状のもの座屈の評価にあつては、クラスMC 容器の座屈に対する評価式による。

\*6 : すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して 1.5・f<sub>s</sub>とする。

\*7 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4) により求めた f<sub>b</sub>とする。

\*8 : 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*9 : 原子炉格納容器内の設備については、原子炉格納容器の最高使用圧力を考慮する。

\*10 : 電気計装設備、換気空調設備の評価においても準用する。

レ. クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外) 及び重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (容器以外) (クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外))

(クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外))

耐 震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			平均引張応力
S	$D + P + M + S d^*$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S_m$ <small>*2, *3, *4</small>
	$D + P_L + M_L + S d^*$ <small>*1</small>		
	$D + P + M + S s$	IV <sub>A</sub> S	$2 \cdot S_m$ <small>*2, *3, *4</small>

注記 \*1 : 非常用炉心冷却系等に属する設備に対して評価を行う。

\*2 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*3 : クラス 1 容器耐圧部テンションボルトと同等の詳細解析を行う場合、クラス 1 容器耐圧部テンションボルトの許容応力を用いることができる。

\*4 : クラス 1 ポンプの耐圧部テンションボルトにあつては、 $S_m$ をSと読み替える。



(重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (容器以外) (クラス 1 耐圧部テンションボルト (容器以外)))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		平均引張応力
$D + P + M + S_s$	$IV_{AS}$	$2 \cdot S_m$ <small>*1, *2, *3</small>
$D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として右に 示す $IV_{AS}$ の許容限 界を用いる。)	
$D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s$		

注記 \*1 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*2 : クラス 1 容器耐圧部テンションボルトと同等の詳細解析を行う場合、クラス 1 容器耐圧部テンションボルトの許容応力を用いることができる。

\*3 : クラス 1 ポンプの耐圧部テンションボルトにあつては、 $S_m$ を  $S$  と読み替える。

ソ. クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト及び重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト)  
(クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			平均引張応力
S	$D + P_D + M_D + S d^{*1}$	III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot S^{*2, *3}$
	$D + P_D + M_D + S s$	IV <sub>A</sub> S	$2 \cdot S^{*2, *3}$

注記 \*1 :  $P_D$ 及び $M_D$ について, 非常用炉心冷却系等に属する設備に対しては運転状態IV (L) の荷重を含むものとする。

\*2 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*3 : 継手接続部 (配管等) の許容応力から定まる荷重が作用するものと仮定した場合において, 耐圧部テンションボルトの応力が上記の許容応力を満たすことを確認するときは, 発生応力に対する評価を行うことを要しない。  
評価方法としては, 「配管の応力解析を用いる方法」等がある。

(重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト (クラス 2, 3 耐圧部テンションボルト))

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
		平均引張応力
$D + P_D + M_D + S_s$	$IV_{AS}$	$*1, *2$ $2 \cdot S$
$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	$V_{AS}$ ( $V_{AS}$ として右 に示す $IV_{AS}$ の許 容限界を用い る。)	

注記 \*1 : 使用圧力及び外荷重を考慮する。

\*2 : 継手接続部 (配管等) の許容応力から定まる荷重が作用するものと仮定した場合において、耐圧部テンションボルトの応力が上記の許容応力を満たすことを確認するときは、発生応力に対する評価を行うことを要しない。  
 評価方法としては、「配管の応力解析を用いる方法」等がある。

ツ. 埋込金物

荷重の組合せに対する許容応力状態は、埋込金物が支持する支持構造物と同等とする。また、以下では、設計基準対象施設の許容限界を示すが、重大事故等対処施設における許容応力状態  $V_{AS}$  の許容限界については、許容応力状態  $IV_{AS}$  の許容限界と読み替える。

(イ) 鋼構造物の許容応力

鋼構造物の許容応力は次による。

- i. 埋込板、アンカーフレーム、スタッド等は、その他の支持構造物（ボルト等以外）の規定による。
- ii. アンカボルトは、その他の支持構造物（ボルト等）の規定による。

(ロ) コンクリート部の許容基準

コンクリート部の強度評価における許容荷重は J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版に基づき、次の通りとする。また、アンカ部にじん性が要求される場合にあつては、原則として基礎ボルトが先に降伏するような設計とする。

i. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価

(i) コンクリートにせん断補強筋がない場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は、以下に示すコンクリート部の引張荷重に対する許容値以下となるようにする。

$$p \leq p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

ここに、

$$p_{a1} = 0.31 \cdot K_1 \cdot A_c \sqrt{F_c}$$

$$p_{a2} = K_2 \cdot \alpha_c \cdot A_0 \cdot F_c$$

- $p$  : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)
- $p_a$  : 基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)
- $p_{a1}$  : コンクリート躯体がコーン状破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)
- $p_{a2}$  : 基礎ボルト頭部に接するコンクリート部が支圧破壊する場合の基礎ボルト 1 本当たりの許容引張荷重 (N)
- $K_1$  : コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数
- $K_2$  : 支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_c$  : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm<sup>2</sup>)
- $\alpha_c$  : 支圧面積と有効投影面積から定まる定数,  $= \sqrt{A_c/A_0}$  かつ 10 以下
- $A_0$  : 支圧面積 (mm<sup>2</sup>)

また、各許容応力状態に対するコーン状破壊耐力及び支圧破壊耐力の低減係数（ $K_1$ 及び $K_2$ ）の値を以下に示す。

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	コーン状破壊する場合の引張耐力の低減係数（ $K_1$ ）	支圧破壊する場合の引張耐力の低減係数（ $K_2$ ）
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>AS</sub>	0.45	2/3
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>AS</sub>	0.6	0.75

(ii) コンクリートにせん断補強筋を配する場合

コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積の範囲内にせん断補強筋を配する場合、鉄筋比が0.4%以上あれば許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>におけるコンクリート部の引張強度は、(i)の場合の1.5倍の強度を有するものとして評価することができる。

$$\text{鉄筋比} : P_t = \frac{\Sigma A_w}{A_c}$$

$A_w$  : せん断補強筋断面積 (mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : 有効投影面積 (mm<sup>2</sup>)

ii. 基礎ボルトがせん断荷重を受ける場合のコンクリートの評価

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は、以下に示すコンクリート部のせん断荷重に対する許容値以下になるようにする。

$$q \leq q_a = \min(q_{a1}, q_{a2})$$

ここに、

$$q_{a1} = 0.5 \cdot K_3 \cdot A_b \sqrt{E_c \cdot F_c}$$

$$q_{a2} = 0.31 \cdot K_4 \cdot A_{c1} \cdot \sqrt{F_c}$$

$q$  : 基礎ボルト1本当たりのせん断荷重 (N)

$q_a$  : 基礎ボルト1本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$q_{a1}$  : 基礎ボルトと基礎ボルト周辺のコンクリートが圧壊して破壊（複合破壊）する場合の基礎ボルト1本当たりの許容せん断荷重 (N)

$q_{a2}$  : へり側コンクリートが破壊する場合の基礎ボルト1本当たりの許容せん断荷重 (N)

$K_3$  : 複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数

$K_4$  : へり側コンクリート破壊の場合のせん断耐力の低減係数

$A_b$  : 基礎ボルトの谷径断面積(スタッドの場合は軸部断面積) (mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング率 (N/mm<sup>2</sup>)

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$a$  : へりあき距離 (mm)

$A_{c1}$  : コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積 (mm<sup>2</sup>) =  $\pi a^2/2$

ただし、 $\sqrt{E_c \cdot F_c}$ の値は、500N/mm<sup>2</sup>以上、880N/mm<sup>2</sup>以下とする。880N/mm<sup>2</sup>を超える場合は、 $\sqrt{E_c \cdot F_c} = 880\text{N/mm}^2$ として計算する。また、各許容応力状態に対するせん断耐力の低減係数 ( $K_3$ 及び $K_4$ )の値を以下に示す。

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	複合破壊の場合のせん断耐力の低減係数 ( $K_3$ )	へり側コンクリート破壊の場合の低減係数 ( $K_4$ )
S	$D + P_D + M_D + S_{d^*}$	III <sub>AS</sub>	0.6	0.45
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>AS</sub>	0.8	0.6

iii. 基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合のコンクリートの評価

基礎ボルトが引張、せん断の組合せ荷重を受ける場合、それらの組合せ荷重が以下に示すコンクリート部の引張荷重及びせん断荷重の組合せに対する許容値以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ここに、

$p_a$  : 引張荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容引張荷重 (N)

$$= \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$q_a$  : せん断荷重のみに対する基礎ボルト 1 本当たりのコンクリート部の許容せん断荷重 (N)

$$= \min(q_{a1}, q_{a2})$$

$p$  : 基礎ボルト 1 本当たりの引張荷重 (N)

$q$  : 基礎ボルト 1 本当たりのせん断荷重 (N)

iv. コンクリート部の面内せん断力が大きい場合の評価

鉄筋コンクリート造建物・構築物において、耐震要素として地震時に生じる力を負担させる壁（以下「耐震壁」という。）において地震力による各層の面内せん断ひずみ度又は面内せん断力が著しく大きい場合は、鉄筋コンクリート造壁の機器・配管に対する支持機能の評価に、下記の許容限界を用いることとする。

(i) 耐震壁の面内せん断ひずみ度と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

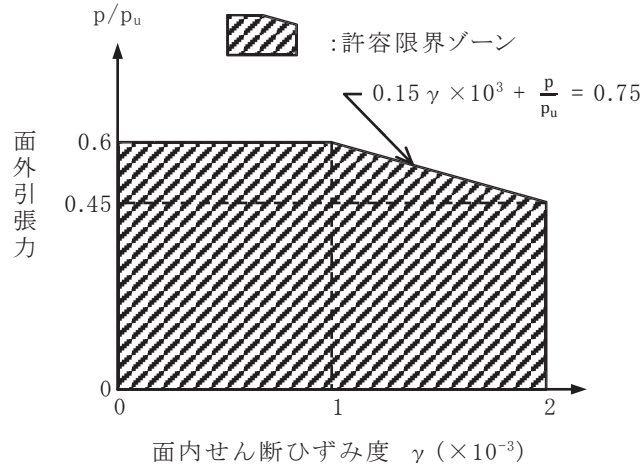
地震力による各層の面内せん断ひずみ度  $\gamma$  と機器・配管のアンカ部に作用する面外の引張力  $p$  を  $p_u$  で除した値  $p/p_u$  が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることとする。

ここで、 $p_u$  は定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力で、下記の式による。また、面内せん断ひずみ度  $\gamma$  は、J E A G 4 6 0 1 で定まる復元力特性を用いた応答解析結果に基づく値とする。

$$p_u = 0.31 \cdot A_c \cdot \sqrt{F_c}$$

ここに、

- $p_u$  : 定着部のコンクリートのコーン状破壊耐力 (N)
- $A_c$  : 有効投影面積 (「i. 基礎ボルトが引張荷重を受ける場合のコンクリートの評価」参照) ( $\text{mm}^2$ )
- $F_c$  : コンクリートの設計基準強度 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )



面内せん断ひずみ度と面外引張力に関する許容限界ゾーン

- (ii) 耐震壁の面内せん断力と基礎ボルトの面外引張力に関する許容限界の目安値

地震力による各層の面内せん断力  $Q$  を終局せん断耐力  $Q_u$  で除した値  $Q/Q_u$  と前記の  $p/p_u$  が、以下に示す図の網掛け部の許容限界ゾーン内にあることを目安とする。

ここで、 $Q_u$  は各層の終局せん断耐力で、下記の式による。

$$Q_u = \tau_u \cdot A_s$$

ここに、

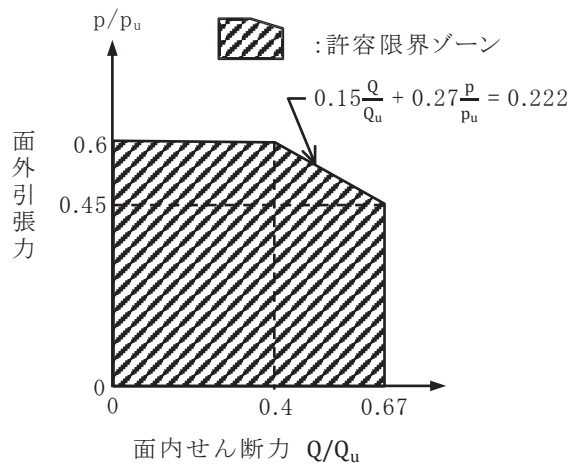
$$\tau_u = \begin{cases} \left\{ 1 - \tau_s / (1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \right\} \cdot \tau_0 + \tau_s & (\tau_s < 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \\ 1.4 \cdot \sqrt{F_c} & (\tau_s \geq 1.4 \cdot \sqrt{F_c}) \end{cases}$$

$$\tau_0 = (0.94 - 0.56 M/Q D) \cdot \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$  のとき、 $M/QD = 1$  とする。

$$\tau_s = (P_V + P_H) \cdot \sigma_y / 2 + (\sigma_V + \sigma_H) / 2$$

- $Q_u$  : 終局せん断耐力 (N)
- $\tau_u$  : 終局せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_s$  : 有効せん断断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $P_V$  : 縦筋比
- $P_H$  : 横筋比
- $\sigma_V$  : 縦軸応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_H$  : 横軸応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $\sigma_y$  : 鉄筋の降伏応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $D$  : 引張、圧縮フランジの芯々間距離 (mm)  
(ボックス壁であれば地震荷重加力方向の壁長、円筒壁の場合は外径)
- $Q$  : 当該耐震壁面内せん断力 (N)
- $M$  : 当該耐震壁曲げモーメント (N・mm)



面内せん断力と面外引張力に関する許容限界ゾーン



v. コンクリートの許容圧縮応力度

コンクリートの許容圧縮応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容圧縮応力度*1
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$2/3 \cdot F_C$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$0.75 \cdot F_C$

注記\*1:  $F_C$  = コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

vi. コンクリートの許容せん断応力度

コンクリートの許容せん断応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容せん断応力度
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{30} \cdot F_C, \left( 0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_C \right) \right]$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{30} \cdot F_C, \left( 0.49 + \frac{1}{100} \cdot F_C \right) \right]$

vii. 異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度

異形鉄筋を用いる場合のコンクリートに対する許容付着応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容付着応力度*1
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{10} \cdot F_C, \left( 1.32 + \frac{1}{25} \cdot F_C \right) \right]$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot \min \left[ \frac{1}{10} \cdot F_C, \left( 1.32 + \frac{1}{25} \cdot F_C \right) \right]$

注記\*1: コンクリートの沈下により異形鉄筋下面の付着が悪くなると考えられる場合は許容付着応力度を 2/3 の値とする。

viii. コンクリートの許容支圧応力度

コンクリートの許容支圧応力度は下表に示す値とする。

(N/mm<sup>2</sup>)

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容支圧応力度*1
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	III <sub>AS</sub>	$f'_c = f_c \sqrt{A_c/A_1}$ かつ
	$D + P_D + M_D + S_s$	IV <sub>AS</sub>	$f'_c \leq 2f_c$ 及び $f'_c \leq F_c$

注記\*1:  $f_c$  = コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_1$  = 局部圧縮を受ける面積 (支圧面積)

$A_c$  = 支圧端から離れて応力が一様分布となったところの面積 (支承面積)

ix. 引抜き力及び押抜き力に対するコンクリートの許容せん断応力度

スタッド、アンカボルト等の引抜き力及びベースプレートの押抜き (パンチング) 力によってコンクリートに生じる各許容応力状態におけるせん断応力度  $\tau_p$  は次式により計算し, vi. に示す許容せん断応力度より低いことを確認する。

また, 本評価法以外に, 「原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984」の「2.9.4章 埋込金物の許容応力」の解説(7).b に示される米国コンクリート学会の規定を用いる場合もある。

$$\tau_p = \frac{P}{\alpha_D \cdot b_o \cdot j}$$

ここで,

$P$  = 引抜き力又は押抜き力 (N)

$\alpha_D$  = 1.5 (定数)

$b_o$  = せん断力算定断面の延べ幅 (mm)

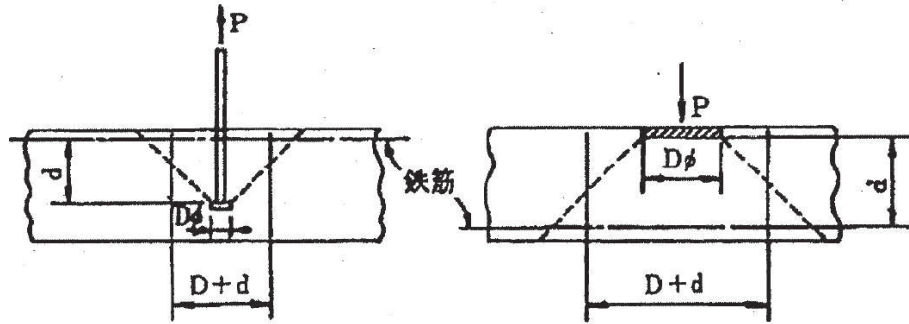
$j$  = (7/8)  $d$  (mm)

$d$  = せん断力算定断面の有効せい (mm)

ただし、せん断力算定断面は次のように考える。

スタッド、アンカボルトの引抜き  
 の例、ただし  $b_0 = \pi \cdot (D + d)$ 

 ベースプレートの押抜きの例、  
 ただし  $b_0 = \pi \cdot (D + d)$



(ハ) 形式試験による場合

埋込金物に対し形式試験により標準設計荷重を求める場合は次による。

- i. 試験個数は、同一仕様のものを、荷重種別（引張、曲げ、せん断）ごとに最低3個とする。
- ii. 埋込金物の変形により支持構造物としての機能を喪失する限界の荷重を  $T_L$  (Test-Load) とする。ただし、埋込板のごとく荷重による変形の発生と破壊との判別がつきにくいものにあつては破壊荷重を  $T_L$  とする。
- iii. 許容荷重は、3個の  $T_L$  のうち最小値を  $(T_L)_{min}$  とし下の表により求める。ただし、最小値が他の2個の  $T_L$  に比べ過小な場合は、新たに3個の  $T_L$  を求め、合計6個の  $T_L$  の中で後から追加した3個の  $T_L$  の最小値が最初の3個の  $T_L$  の最小値を上回った場合は、合計6個の  $T_L$  の最小値をはぶき2番目に小さい  $T_L$  を  $(T_L)_{min}$  とする。ただし、下回った場合は、最小値を  $(T_L)_{min}$  とする。

耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容荷重
S	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ <sub>AS</sub>	$(T_L)_{min} \cdot 1/2$
	$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ <sub>AS</sub>	$(T_L)_{min} \cdot 0.6$

(ニ) スタッドの評価

スタッドの評価においては、せん断耐力の評価式を規定している日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」設計式(AIJ式)を用いることができる。

(ホ) メカニカルアンカ、ケミカルアンカの許容応力

建物施工後に設置する後打ちアンカには、メカニカルアンカ及びケミカルアンカがあり、その許容値は、「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会、2010年改定）又はJ E A G 4 6 0 1・補-1984に基づき設計する。

i. メカニカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説 資料5 金属拡張アンカーボルトの設計」に基づき設計する。また、J E A G 4 6 0 1・補-1984に基づく場合は、前記ツ.(イ),(ロ)の許容値に更に20%の低減を行うものとする。

(i) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重  $p_a$  以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a2})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_c$$

ここで、

$p_{a1}$  : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重 (N)

$p_{a2}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重 (N)

$\alpha_c$  : 施工のばらつきを考慮した低減係数で、 $\alpha_c = 0.75$  とする。

$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、以下の表に従う。

	$\phi_1$	$\phi_2$
短期荷重用	1.0	2/3

$s \sigma_{pa}$  : ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s \sigma_y$  : ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s c a$  : ボルト各部の最小断面積 (mm<sup>2</sup>) 又はこれに接合される鋼材の断面積で危険断面における値

$c \sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの割裂強度で  $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$  とする。

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_c$  : コーン状破壊面の有効水平投影面積で、 $A_c = \pi \cdot \ell_{ce} (\ell_{ce} + D)$  とする。(mm<sup>2</sup>)

$D$  : アンカボルト本体の直径 (mm)

$\ell$  : アンカボルトの埋込み深さで、母材表面から拡張面先端までの距離 (mm)

$$\ell_{ce} : \text{強度算定用埋込み深さで } \ell_{ce} = \begin{cases} \ell, & \ell < 4D \\ 4D, & \ell \geq 4D \end{cases} \quad (\text{mm})$$

(ii) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重  $q_a$  以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

- $q_{a1}$  : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重 (N)
- $q_{a2}$  : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重 (N)
- $q_{a3}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容せん断荷重 (N)
- $\alpha_c$  : 施工のバラツキを考慮した低減係数で、 $\alpha_c = 0.75$  とする。
- $\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、(i) において示す表に従う。
- $s \sigma_{qa}$  : ボルトのせん断強度で、 $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)
- $s c a$  : ボルトのコンクリート表面における断面積 (mm<sup>2</sup>)
- $c \sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で  $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{F_c \cdot E_c}$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)
- $E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)
- $A_{qc}$  : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で  $A_{qc} = \pi c^2 / 2$  とする。(mm<sup>2</sup>)
- $c$  : へりあき寸法 (mm)

(iii) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重  $p$  及びせん断荷重  $q$  の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ii. ケミカルアンカ

「各種合成構造設計指針・同解説 第4編 各種アンカーボルト設計指針・解説 4.5 接着系アンカーボルトの設計」又は J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 に基づき設計する。「各種合成構造設計指針・同解説」に基づく場合は以下の通りである。また、J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 に基づく場合は、前記ツ.(イ)、(ロ)の許容値に更に 20%の低減を行うものとする。

(i) 引張力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトの引張荷重は以下に示す許容荷重  $p_a$  以下となるようにする。

$$p_a = \min(p_{a1}, p_{a3})$$

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot s c a$$

$$p_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_{ce}$$

ここで、

$p_{a1}$  : ボルトの降伏により決まる許容引張荷重 (N)

$p_{a3}$  : ボルトの付着力により決まる許容引張荷重 (N)

$\phi_1, \phi_3$  : 低減係数であり、以下の表に従う。

	$\phi_1$	$\phi_3$
短期荷重用	1.0	2/3

$s \sigma_{pa}$  : ボルトの引張強度で、 $s \sigma_{pa} = s \sigma_y$ とする。ただし、ボルトの降伏を保証する場合の上限引張力を算定するときは、 $s \sigma_{pa} = \alpha_{yu} \cdot s \sigma_y$ とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$s \sigma_y$  : ボルトの降伏点強度であり、 $s \sigma_y = S_y$ とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$\alpha_{yu}$  : ボルトの材料強度のばらつきを考慮した降伏点強度に対する割増係数であり、1.25以上を用いる。

$s c a$  : ボルトの断面積で、軸部断面積とねじ部有効断面積の小さい方の値 (mm<sup>2</sup>)

$d_a$  : ボルトの径 (mm)

$\ell_{ce}$  : ボルトの強度算定用埋込み深さで $\ell_{ce} = \ell_e - 2d_a$ とする。(mm)

$\ell_e$  : ボルトの有効埋込み深さ(mm)

$\tau_a$  : ボルトの付着強度で $\tau_a = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \tau_{bavg}$ とする。(N/mm<sup>2</sup>)

ここで、

$\alpha_n$  : へりあき及びボルトピッチによる付着強度の低減係数で  
 $\alpha_n = 0.5(c_n/\ell_e) + 0.5$ とする。(n=1, 2, 3)  
 ただし、 $(c_n/\ell_e) \geq 1.0$ の場合は $(c_n/\ell_e) = 1.0$ 、 $\ell_e \geq 10d_a$ の場合は $\ell_e = 10d_a$ とする。

$c_n$  : へりあき寸法又はボルトピッチ a の 1/2 で、最も小さくなる寸法 3 面までを考慮する。

$\tau_{bavg}$  : ボルトの基本平均付着強度であり、接着剤及び充填方式により以下の表に従う。

	カプセル方式		注入方式
	有機系	無機系	有機系
普通コンクリート	$10 \cdot \sqrt{F_c / 21}$	$5 \cdot \sqrt{F_c / 21}$	$7 \cdot \sqrt{F_c / 21}$

$F_c$  : コンクリートの設計基準強度 (N/mm<sup>2</sup>)

(ii) せん断力を受ける場合

荷重の算定で得られた基礎ボルトのせん断荷重は以下に示す許容荷重  $q_a$  以下となるようにする。

$$q_a = \min(q_{a1}, q_{a2}, q_{a3})$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot s c a$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc}$$

ここで、

$q_{a1}$  : ボルトのせん断強度により決まる許容せん断荷重 (N)

$q_{a2}$  : コンクリートの支圧強度により決まる許容せん断荷重 (N)

$q_{a3}$  : コンクリートのコーン状破壊により決まる許容引張荷重 (N)

$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数であり、(i)において示す表に従う。

$s \sigma_{qa}$  : ボルトのせん断強度で  $s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot s \sigma_y$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$c \sigma_{qa}$  : コンクリートの支圧強度で  $c \sigma_{qa} = 0.5 \sqrt{E_c \cdot F_c}$  とする。

$c \sigma_t$  : コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度で  $c \sigma_t = 0.31 \sqrt{F_c}$  とする。(N/mm<sup>2</sup>)

$E_c$  : コンクリートのヤング係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$A_{qc}$  : せん断荷重方向の側面におけるコーン状破壊面の有効投影面積で  $A_{qc} = \pi c^2 / 2$  とする。

$c$  : へりあき寸法 (mm)

また、ボルトの有効埋込み長さが  $\ell_e$  以下となるようにする。

$$\ell_e \geq \frac{s \sigma_{pa} \cdot d_a}{4\tau_a}$$

(iii) 組合せ

基礎ボルトが引張荷重  $p$  及びせん断荷重  $q$  の組合せ荷重を受ける場合、以下となるようにする。

$$\left(\frac{p}{p_a}\right)^2 + \left(\frac{q}{q_a}\right)^2 \leq 1$$

ネ. 燃料集合体（燃料被覆管）

(イ) 崩壊熱除去可能な形状維持

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界	
		一次応力	
D + P + M + S <sub>d</sub> *	III <sub>A</sub> S	0.7・S <sub>u</sub> *1, *2	
D + P + M + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S		

注記\*1：せん断ひずみエネルギー説に基づく相当応力に対して評価する。

\*2：使用温度及び照射の効果を考慮して許容値を設定する。

(ロ) 閉じ込め機能維持

荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界	
		一次+二次応力	一次+二次+ピーク応力
D + P + M + S <sub>d</sub> *	III <sub>A</sub> S	S <sub>y</sub> *1, *2	*3 S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労解析を行い、 運転状態 I, II における疲労累積係数との和が 1.0 以下であること。
D + P + M + S <sub>s</sub>	IV <sub>A</sub> S	S <sub>u</sub> *1, *2	

注記\*1：せん断ひずみエネルギー説に基づく相当応力に対して評価する。

\*2：使用温度及び照射の効果を考慮して許容値を設定する。

\*3：運転時の異常な過渡変化時として、運転状態 III の制御棒引抜きについても考慮する。



(b) B, Cクラスの機器・配管系, 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの)の機器・配管系

イ. クラス2, 3容器及び重大事故等クラス2容器(クラス2, 3容器)  
(クラス2, 3容器)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界	
			一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

(重大事故等クラス2容器(クラス2, 3容器))

71

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界	
			一次一般膜応力	一次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS及びHNAについては上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

注記\*1: 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

ロ. クラス 2 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 2 管)  
(クラス 2 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界		
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	<sup>*1</sup> $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし、ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	— <sup>*2</sup>
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$			

注記\*1: 軸力による全断面平均応力については、本欄の 0.8 倍の値とする。

\*2: 異なる建屋間に設置される等、地震時相対変位を考慮する場合は、地震のみによる一次+二次応力の振幅に対して  $2 \cdot S_y$  とする。

(重大事故等クラス2管 (クラス2管))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界		
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	*3 $S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし、ASS及びHNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	— *4
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$			

注記\*1：常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2：設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3：軸力による全断面平均応力については、本欄の0.8倍の値とする。

\*4：異なる建屋間に設置される等、地震時相対変位を考慮する場合は、地震のみによる一次+二次応力の振幅に対して $2 \cdot S_y$ とする。

ハ. クラス 3 管及び重大事故等クラス 2 管(クラス 3 管)  
(クラス 3 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。 <sup>*1</sup>	$S_y$ ただし、ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	—	
	$D + P_d + M_d + S_d$ <sup>*4</sup>	$IV_A S$	$0.6 \cdot S_u$ <sup>*2</sup>	左欄の 1.5 倍の値	<sup>*3</sup> $S_s$ 又は $S_d$ 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば疲労解析は不要。	
	$D + P_d + M_d + S_s$ <sup>*5</sup>					
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし、ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。 <sup>*1</sup>	$S_y$ ただし、ASS 及び HNA については上記の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	—	

注記\*1：軸力による全断面平均応力については本欄の 0.8 倍の値とする。

\*2：軸力による全断面平均応力については、許容応力状態  $B_A S$  の一次一般膜応力の許容値 ( $S_y$  と  $0.6 \cdot S_u$  の小さい方) の 0.8 倍の値とする。

\*3： $2 \cdot S_y$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PPB-3536(1), (2), (4) 及び(5) (ただし、 $S_m$  は  $2/3 \cdot S_y$  と読み替える。) の簡易弾塑性解析を用いる。

\*4：主蒸気系主配管 (弾性設計用地震動  $S_d$  に対し破損しないことの確認を行う範囲) について適用する。

\*5：主蒸気逃がし安全弁排気管について適用する。

(重大事故等クラス2管 (クラス3管))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界			
			一次一般膜応力	一次応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	B <sub>A</sub> S	*3 S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい 方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と 1.2・Sのうち大きい方と する。	S <sub>y</sub> ただし、ASS及びHNA については上記の値と 1.2・Sのうち大きい方と する。	—	
C	$D + P_d + M_d + S_C$	C <sub>A</sub> S	*3 S <sub>y</sub> と0.6・S <sub>u</sub> の小さい 方。 ただし、ASS及びHNA については上記の値と 1.2・Sのうち大きい方と する。	S <sub>y</sub> ただし、ASS及びHNA については上記の値と 1.2・Sのうち大きい方と する。	—	

注記\*1：常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2：設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3：軸力による全断面平均応力については、本欄の0.8倍の値とする。

ニ. クラス 4 管及び重大事故等クラス 2 管 (クラス 4 管)  
(クラス 4 管)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界
			一次一般膜応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	

(重大事故等クラス 2 管 (クラス 4 管))

*1 耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界
			一次一般膜応力
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	地震時の加速度及び相対変位に対し機能が保たれるようサポートのスパン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$	

注記\*1：常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2：設計基準事故等の状態で作用する荷重を除く。

ホ. クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ)  
(クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界 <sup>*1</sup>	
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

(重大事故等クラス 2 ポンプ (クラス 2, 3 ポンプ, その他のポンプ))

77

<sup>*1</sup> 耐震 クラス	荷重の組合せ <sup>*2</sup>	許容応力 状 態	許容限界 <sup>*1</sup>	
			一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$S_y$ と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方。 ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。	$S_y$ ただし, ASS 及び HNA については上記 の値と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$		

注記\*1: 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故等の状態で作用する荷重を除く。

へ. クラス 2 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 2 支持構造物)  
(クラス 2 支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1,*2 (ボルト等以外)									許容限界*2,*6 (ボルト等)		形式試験に よる場合	
			一次応力					一次+二次応力				一次応力		許容荷重	
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張		せん断
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s^{*3}$	$3 \cdot f_b^{*4}$	$1.5 \cdot f_p^{*5}$	$1.5 \cdot f_b^{*4,*5}$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$						地震荷重のみによる応力振幅について評価する。				$1.5 \cdot f_s$			

注記\*1: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2: 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3: すみ肉溶接部にあつては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*4: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

\*5: 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*6: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであつて, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, 一次引張応力に対しては  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。



(重大事故等クラス 2 支持構造物 (クラス 2 支持構造物))

耐震 クラス <sup>*1</sup>	荷重の組合せ <sup>*2</sup>	許容応力 状態	許容限界 <sup>*3,*4</sup> (ボルト等以外)										許容限界 <sup>*4,*8</sup> (ボルト等)		形式試験に よる場合  許容荷重
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断	
B	$D + P_d + M_d + S_B$	$B_A S$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s$ <sup>*5</sup>	$3 \cdot f_b$ <sup>*6</sup>	$1.5 \cdot f_p$ <sup>*7</sup>	$1.5 \cdot f_b$ , $1.5 \cdot f_s$ <sup>*6,*7</sup> 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$
C	$D + P_d + M_d + S_C$	$C_A S$						地震荷重のみによる応力振幅について評価する。							

注記\*1: 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*4: 応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*5: すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*6: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

\*7: 自重、熱膨張等により常時作用する荷重に、地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*8: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって、トルク管理、材料の照合等を行わないものについては、材料の品質、据付状態等のゆらぎ等を考慮して、一次引張応力に対しては  $f_t$ 、一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。

ト. その他の支持構造物及び重大事故クラス 2 支持構造物 (その他の支持構造物)  
(その他の支持構造物)

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*1,*2 (ボルト等以外)										許容限界*2,*6 (ボルト等)		形式試験に よる場合			
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重			
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断				
B	$D + P_d + M_d + S_B$	B <sub>A</sub> S																
C	$D + P_d + M_d + S_C$	C <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$3 \cdot f_t$ $3 \cdot f_s$ $3 \cdot f_b$ *3                      *4 (地震荷重のみによる応力振幅について評価する。)			$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_b$ , $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$ *4,*5	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{y d}}{S_{y t}}$			

注記\*1: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*2: 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3: すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*4: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

\*5: 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*6: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, 一次引張応力に対しては  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。

(重大事故等クラス 2 支持構造物 (その他の支持構造物))

耐震 クラス	荷重の組合せ*2	許容応力 状態	許容限界*3,*4,*9 (ボルト等以外)										許容限界*4,*8 (ボルト等)		形式試験に よる場合		
			一次応力					一次+二次応力					一次応力		許容荷重		
			引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈	引張	せん断			
B	$D + P_d + M_d + S_B$	B <sub>A</sub> S															
C	$D + P_d + M_d + S_C$	C <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$\left( \begin{array}{l} 3 \cdot f_t \quad *5 \\ 3 \cdot f_s \quad *5 \\ 3 \cdot f_b \quad *6 \end{array} \right)$ (地震荷重のみによる応力振幅について評価する。) $\left. \begin{array}{l} *7 \\ *7 \end{array} \right\} 1.5 \cdot f_p$			$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_b, 1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$T_L \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{yd}}{S_{yt}}$		

注記\*1: 常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) が属する耐震重要度分類のクラス。

\*2: 設計基準事故時の状態で作用する荷重を除く。

\*3: 鋼構造設計規準 (日本建築学会 2005 改定) 等の幅厚比の制限を満足させる。

\*4: 応力の組合せが考えられる場合には, 組合せ応力に対しても評価を行う。

\*5: すみ肉溶接部にあっては最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*6: 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により求めた  $f_b$  とする。

\*7: 自重, 熱膨張等により常時作用する荷重に, 地震動による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*8: コンクリートに埋め込まれるアンカボルトで地震応力の占める割合が支配的なものであって, トルク管理, 材料の照合等を行わないものについては, 材料の品質, 据付状態等のゆらぎ等を考慮して, 一次引張応力に対しては  $f_t$ , 一次せん断応力に対しては  $f_s$  として応力評価を行う。

\*9: 電気計装設備, 換気空調設備の評価においても準用する。

(3) 土木構造物  
(設計基準対象施設)

		荷重の組合せ	許容限界		
			曲げ	せん断	基礎地盤の支持性能
土木構造物	屋外重要土木構造物	$G + P + S_s$	限界層間変形角* <sup>1</sup> , 限界ひずみ* <sup>1</sup> , 降伏曲げモーメント* <sup>1</sup> 又は許容応力度とする。	せん断耐力* <sup>1,*2</sup> , 許容応力度又は限界せん断ひずみ* <sup>1,*3</sup> とする。	地盤の極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。
		$G + P + S_c$	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。
	その他の土木構造物	$G + P + S_c$	許容応力度とする。	許容応力度とする。	地盤の短期許容支持力とする。

注記\*1：各種安全係数を見込むことで、妥当な安全余裕を持たせる。

\*2：後施工によるせん断補強筋を考慮したせん断耐力及び増厚部によるせん断耐力を用いる場合は、その適用性及び設計の妥当性を確認の上、許容限界を設定する。

\*3：止水性の維持が要求される部位については、基準地震動 $S_s$ による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して、おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。

[記号の説明]

G：固定荷重

P：積載荷重

$S_s$ ：基準地震動 $S_s$ による地震力

$S_c$ ：耐震Cクラスの施設に適用される静的地震力

(重大事故等対処施設)

	*1 設備分類 施設区分	荷重の組合せ	許容限界		
			曲げ	せん断	基礎地盤の 支持性能
土木 構造物	①*2, ③, ④*2 ⑤, ⑥*2	G + P + S <sub>s</sub>	限界層間変形角*3, 限界ひずみ*3, 降伏 曲げモーメント*3 又は許容応力度と する。	せん断耐力*3,* 4, 許容応力度又 は限界せん断ひ ずみ*3とする。	地盤の極限支持 力に対して妥当 な安全余裕を持 たせる。
	①	G + P + S <sub>c</sub>	許容応力度とす る。	許容応力度とす る。	地盤の短期許容 支持力とする。

注記\*1：重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①：常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がBクラス又はCクラスのもの）
- ②：①が設置される重大事故等対処施設
- ③：常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）
- ④：③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤：常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）
- ⑥：⑤が設置される重大事故等対処施設

\*2：屋外重要土木構造物の機能を代替する重大事故等対処施設に適用する。

\*3：各種安全係数を見込むことで、妥当な安全余裕を持たせる。

\*4：後施工によるせん断補強筋を考慮したせん断耐力及び増厚部によるせん断耐力を用いる場合は、その適用性及び設計の妥当性を確認の上、許容限界を設定する。

[記号の説明]

G：固定荷重

P：積載荷重

S<sub>s</sub>：基準地震動S<sub>s</sub>による地震力

S<sub>c</sub>：耐震Cクラスの施設に適用される静的地震力

(4) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備

(a) 土木構造物

津波防護施設

	荷重の組合せ	許容限界		
		構造部材の健全性	基礎地盤の支持性能	構造物の変形性
防潮堤 (鋼管式鉛直壁)	G + P + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又はすべり安全率 1.2 以上とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮堤 (盛土堤防)	G + P + S <sub>s</sub>	すべり安全率 1.2 以上とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—
防潮壁 (第 2 号機海水ポンプ室)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 2 号機放水立坑)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 3 号機海水ポンプ室)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 3 号機放水立坑)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	有意な漏洩が生じないことを確認した変位量とする。
防潮壁 (第 3 号機海水熱交換器建屋)	G + S <sub>s</sub>	短期許容応力度又は降伏強度及びせん断強度とする。	—	—
取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2)	G + P + S <sub>s</sub>	引張強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—
取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路)	G + P + S <sub>s</sub>	引張強度及びせん断強度とする。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—
貯留堰* <sup>1</sup>	G + S <sub>s</sub>	限界ひずみ* <sup>2</sup> , せん断耐力* <sup>2</sup> とする* <sup>1</sup> 。	地盤の極限支持力に基づき設定する。	—

注記\*1: 非常時における海水の通水機能及び貯水機能を要求機能としている。

\*2: 各種安全係数を見込むことで妥当な安全余裕を持たせ, 部材が概ね弾性状態に留まることを確認する。

〔記号の説明〕 G : 固定荷重, P : 積載荷重, S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> による地震力

(b) 建物・構築物

浸水防止設備

		荷重の組合せ	許容限界
			部材
浸水防止設備	水密扉 浸水防止蓋 浸水防止壁	$G + P + S_s$	短期許容応力度を基本とする。

〔記号の説明〕

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

(c) 機器・配管系

イ. 記号の説明

D : 死荷重

$P_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重

$M_D$  : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態Ⅰ及びⅡ（運転状態Ⅲ及び地震従属事象として運転状態Ⅳに包絡する状態がある場合にはこれを含む）、又は当該設備に設計上定められた機械的荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力

ロ. 荷重の組合せ及び許容応力

浸水防止設備（浸水防止蓋（ボルト以外））

		耐震クラス	荷重の組合せ	許容応力状態	許容限界 <sup>*1,*2</sup>			
					一次応力			
					引張	曲げ	せん断	圧縮
浸水防止設備	浸水防止蓋	S	$D + S_s$	Ⅲ <sub>A</sub> S <sup>*3</sup>	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

\*3：地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。



浸水防止設備（浸水防止蓋（ボルト））

		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許容限界*1*2	
					一次応力	
					引張	せん断
浸水 防止 設備	浸水防止蓋	S	D + S <sub>s</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S*3	1.5 · f <sub>t</sub>	1.5 · f <sub>s</sub>

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

\*3：地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

87

浸水防止設備（逆止弁付ファンネル）

		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状 態	許容限界*1*2	
					一次応力	
					引張	曲げ
浸水 防止 設備	逆止弁付ファンネル	S	D + S <sub>s</sub>	Ⅲ <sub>A</sub> S*3	1.2 · S	1.2 · S

注記\*1：応力の組合せが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*2：クラス2，3配管に対する許容限界に準じて設定する。

\*3：地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

浸水防止設備（貫通部止水処置）

貫通部止水処置にモルタルを用いる場合の許容荷重はコンクリート標準示方書【構造性能照査編】（（社）土木学会 2002 年制定）に準じて、次の通りとする。

耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界	
			付着荷重*1	圧縮荷重*2
S	D + S <sub>s</sub>	短期許容応力度 とする。	f <sub>s</sub>	f <sub>c</sub>

注記\*1：貫通部がせん断荷重を受ける場合のモルタルの評価

荷重の算定で得られた貫通物のせん断荷重は、以下に示す貫通部の周囲に充填したモルタルの付着強度に対する許容値以下となるようにする。

$$F_s \leq f_s = f'_{bok} \cdot S \cdot L / \gamma_c$$

ここに、

$$f'_{bok} = 0.28 \times f'_{ck}{}^{2/3} \cdot 0.4$$

F<sub>s</sub> : 貫通物によるせん断荷重 (kN)

f<sub>s</sub> : モルタルの許容付着荷重 (kN)

f'\_{bok} : モルタルの付着強度 (N/mm<sup>2</sup>)

S : 貫通物の周長 (mm)

L : モルタルの充てん深さ (mm)

f'\_{ck} : モルタル圧縮強度であり設計値として 30 (N/mm<sup>2</sup>) を用いる

γ<sub>c</sub> : 材料係数として 1.3 を用いる

\*2：貫通物が圧縮荷重を受ける場合のモルタルの評価

荷重の算定で得られた貫通物の圧縮荷重は、以下に示す貫通部の周囲に充填したモルタルの圧縮強度に対する許容値以下となるようにする。

$$F_c \leq f_c = f'_{ck} \cdot A_p / \gamma_c$$

ここに、

F<sub>c</sub> : 貫通物による圧縮荷重 (kN)

f<sub>c</sub> : モルタルの許容圧縮荷重 (kN)

f'\_{ck} : モルタル圧縮強度であり設計値として 30 (N/mm<sup>2</sup>) を用いる

A<sub>p</sub> : 貫通物の投影面積 (mm<sup>2</sup>)

γ<sub>c</sub> : 材料係数として 1.3 を用いる

津波監視設備

		耐震 クラス	荷重の組合せ	許容応力 状態	許容限界*2*3 (ボルト以外)				許容限界*2*3 (ボルト)	
					一次応力				一次応力	
					引張	せん断	圧縮	曲げ	引張	せん断
津波監視設備	津波監視 カメラ	S	$D + P_D + M_D + S_S$	$\text{III}_A S^{*1}$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
	取水ピット 水位計	S	$D + P_D + M_D + S_S$	$\text{III}_A S^{*1}$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$

注記\*1:地震後、津波後の再使用性や津波の繰返し作用を想定し、当該構造物全体の変形能力に対して浸水防護機能として十分な余裕を有するよう、設備を構成する材料が弾性域内に収まることを基本とする。

\*2:応力の組み合わせが考えられる場合には、組合せ応力に対しても評価を行う。

\*3:その他の支持構造物（設計基準対象施設）に対する許容限界に準じて設定する。

(5) 地盤

(設計基準対象施設)

	荷重の組合せ	許容限界
Sクラス	$G + P + S_d^*$	短期許容支持力とする。
	$G + P + S_s$	極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。
Bクラス	$G + P + S_B$	短期許容支持力とする。
Cクラス	$G + P + S_C$	短期許容支持力とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_d^*$  : 弾性設計用地震動  $S_d$  による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_B$  : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力

$S_C$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

(重大事故等対処施設)

	設備分類* <sup>1</sup> 施設区分	耐震* <sup>2</sup> クラス	荷重の組合せ	許容限界
基礎地盤	③, ④, ⑤, ⑥, ⑦	S	$G + P + S_s$	極限支持力に対して妥当な安全余裕を持たせる。
	①, ②	B	$G + P + S_B$	短期許容支持力とする。
	①, ②	C	$G + P + S_C$	短期許容支持力とする。

[記号の説明]

G : 固定荷重

P : 積載荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  による地震力

$S_B$  : 耐震 B クラスの施設に適用される静的地震力

$S_C$  : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力

注記\*1: 重大事故等対処施設の設備分類及び施設区分

- ①: 常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類が B クラス又は C クラスのもの)
- ②: ①が設置される重大事故等対処施設
- ③: 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの)
- ④: ③が設置される重大事故等対処施設
- ⑤: 常設重大事故緩和設備又は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)

⑥：⑤が設置される重大事故等対処施設

⑦：緊急時対策所

\*2：常設重大事故防止設備の代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラス又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が属する耐震重要度分類のクラス

また、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）については、当該クラスをSと表記する。

表 3-2 地震力と積雪荷重及び風荷重の組合せ

(1) 考慮する荷重の組合せ

(○：考慮する荷重を示す。)

	施設の配置	荷重	
		風荷重 ( $P_k$ )	積雪荷重 ( $P_s$ )
建物・構築物	屋外	○*1	○*2
機器・配管系	屋内	—	—
	屋外	○*1	○*2
土木構造物	屋外	○*1	○*2
津波防護施設，浸水防止 設備及び津波監視設備	屋内	—	—
	屋外	○*1	○*2

注記\*1：屋外に設置されている施設のうち，コンクリート構造物などの自重が大きい施設を除く。

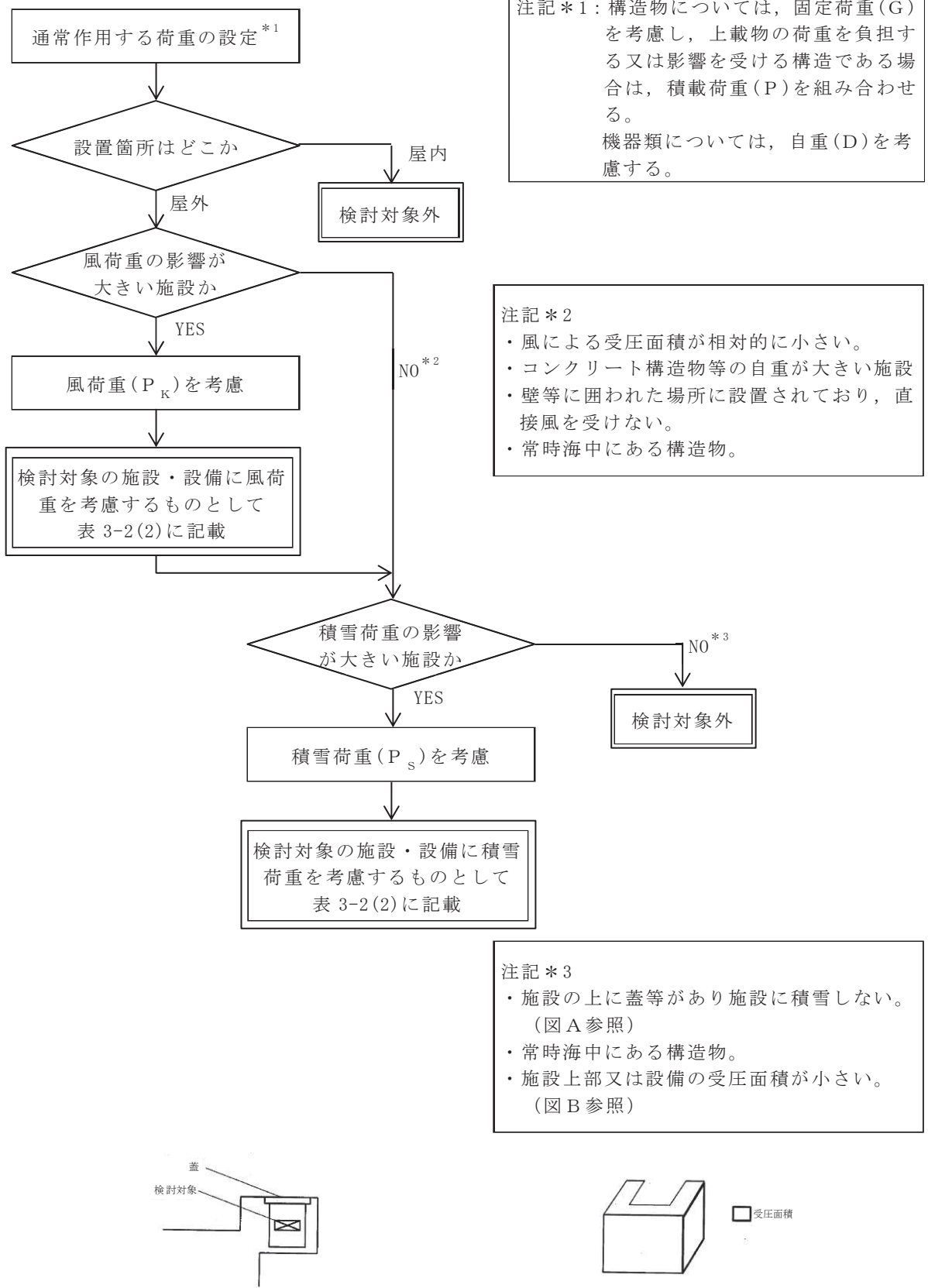
\*2：積雪による受圧面積が小さい施設，又は埋設構造物など常時の荷重に対して積雪荷重の割合が無視できる施設を除く。

(2) 検討対象の施設・設備

	施設・設備	
	風荷重*1	積雪荷重*1
建物・構築物	・排気筒*2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋</li> <li>・緊急時対策建屋</li> <li>・制御建屋</li> <li>・タービン建屋</li> <li>・緊急用電気品建屋</li> <li>・第3号機海水熱交換器建屋</li> <li>・第1号機制御建屋</li> <li>・補助ボイラー建屋</li> <li>・排気筒基礎</li> </ul>
機器・配管系	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外アンテナ（緊急時対策所）</li> <li>・屋外アンテナ（中央制御室）</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外アンテナ（緊急時対策所）</li> <li>・屋外アンテナ（中央制御室）</li> <li>・竜巻防護ネット</li> <li>・海水ポンプ室門型クレーン</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> </ul>
土木構造物	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取水口</li> <li>・取水路</li> <li>・海水ポンプ室</li> <li>・原子炉機器冷却海水配管ダクト</li> <li>・軽油タンク室</li> <li>・軽油タンク室（H）</li> <li>・ガスタービン発電設備軽油タンク室</li> <li>・軽油タンク連絡ダクト</li> <li>・排気筒連絡ダクト</li> <li>・第3号機海水ポンプ室</li> <li>・復水貯蔵タンク基礎</li> </ul>
津波防護施設、 浸水防止設備 及び津波監視設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤</li> <li>・防潮壁</li> <li>・浸水防止壁</li> <li>・津波監視カメラ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防潮堤</li> <li>・防潮壁</li> <li>・浸水防止蓋</li> <li>・津波監視カメラ</li> </ul>

注記\*1：風荷重については、建築基準法施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号に、積雪荷重については、女川原子力発電所の最寄りの気象官署（石巻特別地域気象観測所）における観測記録（1887年～2017年）に基づくこととし、添付書類「VI-1-1-2 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書」のうち、添付書類「VI-1-1-2-1-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する基本方針」の「4. 組合せ」のとおり、風荷重については30m/s、積雪荷重については43cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し、適切に算出する。

\*2：風荷重の影響が大きいと考えられる鉄塔構造物について、組合せを考慮する。



図A：蓋等により積雪しない場合の例      図B：上部の受圧面積が小さい場合の例

図 3-1 耐震計算における風荷重及び積雪荷重の設定フロー



### 3.2 変位，変形の制限

発電用原子炉施設として設置される建物・構築物，機器・配管系の設計に当たっては，剛構造とすることを原則としており，地震時にこれらに生じる応力を許容応力値以内に抑えることにより，変位，変形に対しては特に制限を設けなくても機能は十分維持されることが考えられる。

しかしながら，地震により生起される変位，変形に対し設計上の注意を要する部分については以下のような配慮を行い，設備の機能維持が十分果たされる設計とする。

#### (1) 建物間相対変位に対する配慮

原子炉格納容器を貫通する配管，ダクト等，又は異なった建物間を渡る配管等の設計においては，十分安全側に算定された建物間相対変位に対し，配管ルート，支持方法又は伸縮継手の採用等でこれを吸収できるように配慮する。

#### (2) 燃料集合体の変位に対する配慮

地震時における原子炉スクラム時，燃料集合体の地震応答変位は制御棒の挿入時間に影響を与える。そのため，炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入性試験結果，制御棒挿入性解析等から挿入機能に支障を与えない最大燃料集合体変位を求め，地震応答解析から求めた燃料集合体変位がその最大燃料集合体変位を下回ることを確認する。

### 3.3 機器・配管系の疲労の制限

#### (1) 疲労評価に用いる等価繰返し回数

機器・配管系の基準地震動  $S_s$  又は弾性設計用地震動  $S_d$  のみによる疲労解析に用いる等価繰返し回数は，JEAG 4 6 0 1 -1987 に基づき算出し，設置場所等に関係なく複数の設備に対して適用が可能になるように設定した値（基準地震動  $S_s$  : 340 回，弾性設計用地震動  $S_d$  : 590 回），又は設備の設置場所等を踏まえ個別に設定した値を用いる。 $S_d$  地震動の疲労解析は， $S_d$  地震動の等価繰返し回数又は設備ごとに個別に設定した  $S_d$  地震動の等価繰返し回数と  $S_s$  地震動による応力を用いた疲労解析が許容限界以下であれば省略できる。

#### (2) 東北地方太平洋沖地震等を踏まえた疲労評価の配慮

東北地方太平洋沖地震等に対する地震後の設備健全性確認（地震応答解析）を行い，東北地方太平洋沖地震等による疲労累積係数は，0.01 よりも十分に小さいことを確認している。

上記を踏まえ，機器・配管系の疲労評価を実施する場合の配慮として，疲労累積係数に 0.01 以上の余裕があることを確認する。

#### 4. 機能維持

##### 4.1 動的機能維持

動的機能が要求される機器は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(1) 動的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、その機能種別により制御棒挿入機能に係る機器、回転機器及び弁に分類し、それぞれについて、以下の方法により機能維持を満足する設計とする。

##### (1) 制御棒挿入機能に係る機器

地震時における制御棒の挿入性（制御棒が目安とする設計時間内に挿入できること）については、炉心を模擬した実物大の部分モデルによる加振時制御棒挿入性試験結果、制御棒挿入性解析等から駆動機能が地震時にも維持されることを確認する。

##### (2) 回転機器及び弁

地震時及び地震後に動作機能の維持が要求される回転機器及び弁については、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動による応答加速度が、加振試験等の既往の研究によって機能維持を確認した加速度（以下「動的機能確認済加速度」という。）以下とするか、もしくは応答加速度による解析等により機能維持を満足する設計とする。動的機能確認済加速度を超える場合には、詳細検討により機能維持を満足する設計とする。標準的な機種 of 動的機能確認済加速度を表 4-1 に、弁の詳細検討に適用する駆動部の動作機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-1 の適用形式を外れる場合は、地震時の応答加速度が地震動を模擬した加振試験又は設備が十分に剛であることを踏まえ、地震動による応答を模擬した静的荷重試験によって得られる、機能維持を確認した加速度以下であること、又は既往知見に基づいた解析により機能維持を満足する設計とする。

具体的な動的機能維持評価について、以下に示す。

##### a. クラス 2 ポンプ、クラス 3 ポンプ、その他のポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ（クラス 2, 3, その他のポンプ）について

地震時及び地震後に動的機能維持を要求されるポンプについては、次のいずれかにより、必要な機能を有することを確認する。また、クラス 1 ポンプについては、地震時及び地震後において、動的機能を必要としないが、地震によって軸固着が生じないことを同様の方法で確認する。

(a) 計算による機能維持の評価

静的若しくは動的解析により地震荷重を求め、軸受に負荷する荷重が、軸受の許容荷重以内であることを確認する。また、その他の必要な機能についても計算により確認する。

(b) 実験による機能維持の評価

地震を模擬した加振試験又は地震時に作用する相当荷重を模擬した静的実験により、機能維持の確認をする。

b. クラス1弁、クラス2弁及び重大事故等クラス2弁(クラス1弁、クラス2弁)について

地震時及び地震後に動的機能維持を要求される弁については、次のいずれかにより、必要な機能を有することを確認する。

(a) 計算による機能維持の評価

次にいずれかにより、弁の設計荷重を決める。

イ. 配管系の解析により、弁の最大加速度を求める。

ロ. あらかじめ弁に対して許容設計加速度を定める。

これらのいずれかにより、与えられた設計荷重により、ヨーク、弁本体、ステム等のうち、もっとも機能に影響の強い部分(一般にはボンネット付根部)の応力等が降伏点、又は機能維持に必要な限界値を超えないことを確認する。

(b) 実験による機能維持の評価

地震を模擬した加振試験又は地震時に作用する相当荷重を模擬した静的実験により、機能維持の確認をする。

表 4-1 動的機能確認済加速度

種別	機種	加速度 確認部位	機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
			水平方向	鉛直方向
立形ポンプ	ピットバレル形ポンプ	コラム 先端部	10.0	1.0
	立形斜流ポンプ			
横形ポンプ	横形単段遠心式ポンプ	軸位置	3.2 (軸直角方向)	1.0
	横形多段遠心式ポンプ		1.4 (軸方向)	
ポンプ駆動用 タービン	原子炉隔離時冷却系ポンプ 駆動用蒸気タービン	重心位置	2.4	1.0
電動機	横形ころがり軸受電動機	軸受部	4.7	1.0
	横形すべり軸受電動機		2.6	
	立形ころがり軸受電動機		2.5	
	立形すべり軸受電動機			
ファン	遠心直結型ファン	軸受部及び メカニカル シールケー シング	2.3	1.0
	遠心直動型ファン	軸受部	2.6	
	軸流式ファン		2.4	
非常用ディー ゼル発電機	中速形ディーゼル機関	機関 重心位置	1.1	1.0
		ガバナ 取付位置	1.8	1.0
	高速形ディーゼル機関	機関 重心位置	1.1	1.0
		ガバナ 取付位置	1.8	1.0
往復動式ポン プ	横形3連往復動式ポンプ	重心位置	1.6	1.0
弁（一般弁及 び特殊弁）	一般弁（グローブ弁，ゲー ト弁，バタフライ弁，逆止 弁）	駆動部	6.0	6.0
	ゴムダイヤフラム弁		2.7	6.0
	主蒸気隔離弁		10.0	6.2
	主蒸気逃がし安全弁		9.6	6.1
	制御棒駆動系スクラム弁		6.0	6.0

(参考文献)

電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（H10～H13）」

表 4-2 弁の詳細検討に適用する駆動部の動作機能確認済加速度

種別	機種	加速度 確認部 位	駆動部の動作機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
			水平方向	鉛直方向
弁（一般弁及 び特殊弁）	一般弁（グローブ弁，ゲート弁，バタフライ弁）のうち電動弁	駆動部	20.0	20.0
	一般弁のうち空気作動グローブ弁		20.0	20.0
	一般弁のうち空気作動バタフライ弁		15.0	20.0
	主蒸気隔離弁		15.0	15.0
	主蒸気逃がし安全弁		20.0	20.0

(参考文献)

電力共通研究「電動弁駆動部の動作機能確認済加速度向上に関する研究

(2013年2月～2016年2月)」

電力共通研究「空気作動弁駆動部の動作機能確認済加速度向上に関する研究

(2017年3月～2021年3月)」

電力共通研究「主蒸気逃がし安全弁の機能維持確認済加速度向上に関する研究

(2012年12月～2016年3月)」

電力共通研究「主蒸気隔離弁の機能維持確認済加速度向上に関する研究

(2017年2月～2021年3月)」

#### 4.2 電氣的機能維持

電氣的機能が要求される機器については、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(2) 電氣的機能維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、その機器に要求される安全機能を維持するため、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動による応答加速度が各々の盤、器具等に対する加振試験等により機能維持を確認した加速度（以下「電氣的機能確認済加速度」という。）以下であること、あるいは解析による最大発生応力が許容応力以下であることにより、機能維持を満足する設計とする。

上記加振試験では、まず、掃引試験により固有振動数を確認する。その後、加振試験を実施し、当該機器が設置される床における加速度以上での動作確認を実施する。または、実機を模擬した機器を当該機器が設置される床における模擬地震波により加振して、動作確認を実施する。

#### 4.3 気密性の維持

気密性の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(3) 気密性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、発電所周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、事故時に放射性気体の放出、流入を防ぐことを目的として、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、「3.1 構造強度上の制限」等による構造強度を確認すること、及び同じく地震動に対して機能を維持できる設計とする換気設備とあいまって、気密性維持の境界において気圧差を確保することで必要な気密性を維持する設計とする。

気密性の維持が要求される施設のうち、鉄筋コンクリート造の施設は、施設区分に応じた地震動に対して、地震時及び地震後において、耐震壁のせん断ひずみがおおむね弾性状態にとどまることを基本とする。その状態にとどまらない場合は、地震応答解析による耐震壁のせん断ひずみから算定した空気漏えい量が、設置する換気設備の性能を下回ることによって必要な気密性を維持する設計とする。

気密性の維持が要求される施設のうち、鋼製の構造物を含む原子炉格納容器バウンダリは、設計基準事故及び重大事故等時における内圧と地震力との組合せを考慮した荷重に対しても、「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保する設計とする。この場合、格納容器貫通部においては相対変位量を考慮した処置を施す等、相対変位量を考慮した設計を行う。また、使用材料、製作及び保守に関しても管理を行うことで、地震時及び地震後において、気密性維持の境界において気圧差を確保し十分な気密性を維持する設計とする。

原子炉建屋原子炉棟の鉄筋コンクリート造の部分において、耐震壁については、「3.1 構造強度」に定める建物・構築物の許容限界であるせん断ひずみを用いて空気漏えい量を算定し、事故時に原子炉格納容器から漏えいした空気を非常用ガス処理系で処理できることを確認することで、スラブについては、地震時に生じる応力に対して弾性域内にとどまる設計とすることで、気密性維持の境界において気圧差を確保し、気密



性を維持する設計とする。

緊急時対策所，中央制御室待避所及び中央制御室は，地震時及び地震後においてもその機能を維持できるように，耐震壁については，「3. 構造強度」に定める建物・構築物の許容限界であるせん断ひずみを用いて空気漏えい量を算定し，設置する換気設備の性能以下であることを確認する。また，スラブについては，地震時に生じる応力に対して弾性域内にとどまる設計とすることで，気密性維持の境界において気圧差を確保し，居住性を維持する設計とする。

#### 4.4 止水性の維持

止水性の維持が要求される施設は，津波防護施設及び浸水防止設備であり，添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(4) 止水性の維持」の考え方に基づき，地震時及び地震後において，防護対象設備を設置する建物及び区画に，津波に伴う浸水による影響を与えないことを目的として，基準地震動  $S_s$  による地震力に対し，「3.1 構造強度上の制限」に示す構造強度の確保に加え，主要な構造体の境界部に設置する材料については，有意な漏えいが生じない変形に留めることで，止水性を維持する設計とする。

具体的には，止水性の維持が要求される施設の母材部については，基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して，おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。加えて，止水性の維持が要求される施設の取付部及び閉止部等のうち，間隙が生じる可能性のある境界部に設置した材料については，境界部において基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる相対変位量が，材料の試験により確認した止水性が維持できる変位量未満であることを計算により確認する。また，止水性の維持が要求される施設が取付けられた，建物・構築物及び土木構造物の壁など，止水性の維持が要求される部位については，断面が降伏に至らない状態であれば，漏水が生じるような顕著な（部材を貫通するような）ひび割れは発生しないことから，基準地震動  $S_s$  による地震力に伴い生じる荷重又は応力に対して，おおむね弾性状態に留まることを計算により確認する。

各施設の母材部並びに取付部及び閉止部等の境界部は，使用材料，製作及び保守に関しても十分な管理を行い，止水性が維持できるよう考慮する。

#### 4.5 遮蔽性の維持

遮蔽性の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(5) 遮蔽性の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、放射線業務従事者の放射線障害防止、発電所周辺の空間線量率の低減、居住性の確保及び放射線障害から公衆を守るため、鉄筋コンクリート造として設計することを基本とし、遮蔽性の維持が要求される生体遮蔽装置については、設計基準対象施設の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の施設区分に応じた地震動に対して、「3.1 構造強度上の制限」による構造強度を確保し、遮蔽体の形状及び厚さを確保することで、地震後における残留ひずみを小さくし、ひび割れがほぼ閉鎖し、貫通するひび割れが直線的に残留しないこととすることで、遮蔽性を維持する設計とする。

#### 4.6 支持機能の維持

機器・配管系等の設備を支持する機能の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(6) 支持機能の維持」の考え方にに基づき、地震時及び地震後において、被支持設備が設計基準対象施設の場合は耐震重要度分類、重大事故等対処施設の場合は施設区分に応じた地震動に対して、以下に示す通り、支持機能を維持する設計とする。

##### (1) 建物・構築物の支持機能の維持

建物・構築物の支持機能の維持については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

具体的には、S クラス設備等の支持機能の維持が要求される建物・構築物が鉄筋コンクリート造の場合は、基準地震動  $S_s$  に対して、耐震壁の最大せん断ひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすること、又は基礎等を構成する部材に生じる応力若しくはひずみが「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることで、S クラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。鉄骨造の場合は、基準地震動  $S_s$  に対して、部材に発生する応力が「3.1 構造強度上の制限」による許容限界を超えない設計とすることでSクラス設備等の支持機能が維持できる設計とする。

耐震壁以外の建物・構築物の部位に関しても、耐震壁がせん断ひずみの許容限界を満足している場合は、耐震壁の変形に追従する建物・構築物の部位の健全性も確保されており、支持機能を確保していると考えられることができる。

また、各建物間に生じる地震時相対変位について、各建物が相互に干渉しないよう適切な間隔を設けると同時に、各建物に渡る設備からの反力に対しても十分な構造強度を確保する設計とする。



(2) 屋外重要土木構造物の支持機能の維持

Sクラスの機器・配管系の間接支持機能を求められる屋外重要土木構造物については、部材が終局状態に至らず、アンカ定着部周辺においては、損傷が部材降伏程度であれば定着性能に影響を及ぼさないことから、地震動に対して、構造部材の曲げについては限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント及び許容応力度、面外せん断についてはせん断耐力又は許容応力度、面内せん断については限界せん断ひずみを許容限界とする。なお、限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント、限界せん断ひずみ及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせることとし、機器・配管系の支持機能が維持できる設計とする。

(3) 車両型の間接支持構造物における支持機能の維持

車両型の間接支持構造物については、地震動に対して、被支持設備の機能を維持できる構造強度を確保する設計とする。

また、地震時に車両等の転倒を防止するよう、加振試験等で車両全体が安定性を有し、転倒しないことを確認する設計、若しくは地震応答解析から得られた重心相対変位が転倒条件の相対変位以下となるよう設計することで、設置箇所における機能維持を満足する設計とする。

4.7 通水機能及び貯水機能の維持

通水機能及び貯水機能の維持が要求される施設は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「5.2(7) 通水機能及び貯水機能の維持」の考え方に基づき、非常時に冷却する海水を確保するための通水機能及び貯水機能の維持が要求される非常用取水設備は、地震時及び地震後において、通水機能及び貯水機能を維持するため、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、構造強度を確保することで、通水機能及び貯水機能が維持できる設計とする。

通水機能については、通水断面の閉塞を防ぐため、部材が終局状態に至らないこと、貯水機能については、構造物周囲が透水性の十分小さい盛土であるものの、保守的に漏水が生じるような顕著な（部材を貫通するような）ひび割れが発生しないことを想定し、許容限界を設定する。

地震力が作用した場合において、構造部材の曲げについては限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント又は許容応力度、面外せん断についてはせん断耐力及び許容応力度、面内せん断については限界せん断ひずみを許容限界とする。なお、限界層間変形角、限界ひずみ、降伏曲げモーメント、限界せん断ひずみ及びせん断耐力に対しては妥当な安全余裕を持たせることとし、通水機能及び貯水機能が維持できる設計とする。

## VI-2-1-10 ダクティリティに関する設計方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 構造計画 .....	2
2.1 建物・構築物 .....	2
2.2 機器・配管系 .....	2
3. 材料の選択 .....	3
3.1 建物・構築物 .....	3
3.2 機器・配管系 .....	3
4. 耐力，強度等に対する制限 .....	5
4.1 建物・構築物 .....	5
4.2 機器・配管系 .....	5
5. 品質管理上の配慮 .....	6
5.1 建物・構築物 .....	6
5.2 機器・配管系 .....	6

## 1. 概要

発電所の各施設は、安全性及び信頼性の見地から、通常運転時荷重に対してのみならず地震時荷重等の短期間に作用する荷重に対しても耐えられるよう設計する必要がある。

これらの設計荷重は、強度設計の立場から、安全側の値として定められているが、重要施設の構造安全性を一層高めるためには、その構造体のダクティリティ\*を高めるように設計することが重要である。

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち、「8. ダクティリティに関する考慮」に基づき、各施設のダクティリティを維持するために必要と考えられる構造計画、材料の選択、耐力・強度等に対する制限及び品質管理上の配慮を各項目別に説明するものである。なお、構造特性等の違いから、施設を建物・構築物と機器・配管系に分けて示す。

注記\*：地震時を含めた荷重に対して、施設に生じる応力値等が、ある値を超えた際に直ちに損傷に至らないこと、又は直ちに損傷に至らない能力・特性。

## 2. 構造計画

### 2.1 建物・構築物

#### (1) 原子炉格納容器

原子炉格納容器は、原子炉建屋の中央部に位置する容器で、シヤラグを設けて原子炉圧力容器から原子炉格納容器に伝えられる水平力及び原子炉格納容器にかかる水平力の一部を周囲の生体遮蔽壁に伝える構造となっている。

#### (2) 原子炉本体の基礎

原子炉本体の基礎の主体構造は、鋼鉄とコンクリートの複合構築物であり、内外にある円筒鋼板間にコンクリートを充填している。

#### (3) 原子炉建屋等

原子炉建屋は、原子炉建屋原子炉棟と耐震上の観点からその周囲に配置された原子炉建屋付属棟より構成する。主体構造は、鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造及び鉄骨鉄筋コンクリート造）で、鉄骨造陸屋根を持つ建屋である。

構造方式としては、耐震壁を主体とする壁式構造とし、地震時水平力は耐震壁で負担する。

また、床スラブは剛性を確保するために十分な厚さを持たせるものとする。

壁の配置及び壁厚は、構造全体としての剛心と重心の偏心によるねじれモーメントができるだけ小さくなるように定め、バランスのとれた安定性のある構造とする。

基礎版は、上部構造に生じる応力を支持地盤に伝達させるに十分な剛性を持ち、原則として岩盤に支持させる。

原子炉建屋以外の建屋についても、偏心の影響をできるだけ小さくして、各々の耐震重要度分類及び重大事故等対処施設の設備分類に応じた設計を行う。

### 2.2 機器・配管系

機器・配管系に対して十分なダクティリティを持たせるために構造及び配置上、次の点に注意する。

機器・配管系は、構造上、過度な応力集中が生じるような設計は避けるとともに、さらに、製作、施工面から溶接及び加工しやすい構造、配置とし、十分な施工管理を行う。また、熱処理等によりできる限り残留応力を除去する製法を採用する。

また、疲労累積のレベルをできるだけ低く保つ設計とし、必要な場合には疲労評価を行い、疲労破壊に対して十分な余裕を持つことを確認する。

配管系に関しては、同一経路内で著しく剛性が異なることなく、応力集中が生じないような全体のバランスのとれた配管経路及び支持構造計画を立て、系全体の強度設計の余裕を向上させるものとする。

### 3. 材料の選択

建物・構築物及び機器・配管系の材料について、ダクティリティを維持するために必要と考えられる方針を示す。

#### 3.1 建物・構築物

建物・構築物に使用される材料は「建築基準法・同施行令」等に準拠し、鉄筋コンクリート材料については「建築工事標準仕様書・同解説 J A S S 5 N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事（（社）日本建築学会，2013 改定）」（以下「J A S S 5 N」という。），「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999 改定）」等，鉄骨材料は「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，2005 改定）」等により選定する。

なお、鉄筋コンクリート材料についての例を以下に示す。

##### (1) セメント

セメントは「J A S S 5 N」の規定による。

##### (2) 骨材

使用する骨材の品質，粒形，大きさ，粒度等は「J A S S 5 N」の規定による。

##### (3) 水

コンクリートの練混ぜに使用する水は「J A S S 5 N」の規定による。

##### (4) 混和材，混和剤

コンクリートに用いる混和材及び混和剤としてはコンクリート用フライアッシュ及びコンクリート用化学混和剤等がある。これらの混和材及び混和剤は「J A S S 5 N」の規定による。

##### (5) 鉄筋

鉄筋は「J I S G 3 1 1 2（鉄筋コンクリート用棒鋼）」に適合するものを使用する。

#### 3.2 機器・配管系

機器・配管系に使用される構造材料は，安全運転の見地から信頼性の高いものが必要である。したがって，「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和 55 年通商産業省告示 5 0 1 号，最終改正平成 15 年 7 月 29 日経済産業省告示第 277 号）」，「発電用原子力設備規格設計・建設規格（2005 年版（2007 年追補版を含む））〈第 I 編 軽水炉規格〉 J S M E S N C 1 - 2005 / 2007（日本機械学会）」（以下「設計・建設規格」という。）等に示されるもの及び化学プラント，火力プラントや国内外の原子力プラントにおいて十分な使用実績があり，かつ，その材料特性が十分把握されているものを使用する。

機器・配管系に使用される材料の鋼種は，原則として規格・基準に示される炭素鋼及び低合金鋼（この 2 つを総称して「フェライト鋼」と呼ぶ。），オーステナイト系ス

ステンレス鋼，ニッケルクロム鉄合金及び非鉄金属を用いる。このうちフェライト鋼については，使用条件に対して脆性破壊防止の観点から延性を確保できるよう必要な確認を行う。

特に考慮すべき事項を以下に示す。

- (1) 均質な組成と機械的性質を持ち，強度上有意な影響を及ぼす可能性のある欠陥がない材料を使用する。
- (2) 使用温度及び供用期間中に対し，著しい材料強度特性，破壊靱性の低下が生じにくい材料を使用する。
- (3) 中性子照射による脆化を考慮して材料を選択する。また原子炉圧力容器内には監視試験片を配置し，材料の機械的性質の変化を監視する。
- (4) 素材として優れた特性を有するとともに，溶接施工，成形加工においても，その優れた特性を持つ材料を使用する。
- (5) 溶接材料は，溶接継手部が母材と同等の性能が得られるよう選定する。
- (6) 冷却材等に対する耐食性の良い材料を使用する。
- (7) 冷却材と接する材料には放射化生成物を生じる元素が少ない材料を使用する。

#### 4. 耐力，強度等に対する制限

建物・構築物及び機器・配管系の強度設計に関しては，通常時の荷重に対してのみならず，地震時荷重等のように短期間に作用する荷重に対して十分な耐力・強度及びダクティリティを有するように考慮する。以下にその内容を示す。

##### 4.1 建物・構築物

建物・構築物の強度設計に関する基準，規格等としては「建築基準法・同施行令」，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（（社）日本建築学会，1999 改定）」，「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」，「鋼構造設計規準－許容応力度設計法（（社）日本建築学会，2005 改定）」，「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）」等があり，これらの規格・基準を適用するものとする。なお，建物・構築物の耐力に関して，初期剛性の低下の要因として考えられる平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等が鉄筋コンクリート造耐震壁の変形能力及び終局耐力に影響を与えないことを実験等により確認している。また，原子炉をスクラムさせるようなある程度以上の地震が起こった場合には，平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の影響を踏まえて設計体系に反映した事項（初期剛性低下の考慮等）について分析し，設計の妥当性を確認する。

##### 4.2 機器・配管系

機器・配管系の構造強度及び設計においては，設計・建設規格を適用するとともに A S M E 「Boiler and Pressure Vessel Code」等を準用する。

以下，機器・配管系のダクティリティを維持するために必要な破壊防止の基本的考え方を示す。

- (1) 脆性破壊が生じないように，十分な靱性を有する材料を選定する。また，使用材料が設計・建設規格の破壊靱性試験に対する要求に適合していることを確認する。
- (2) 延性破壊又は疲労破壊が生じないように添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき応力制限を行うとともに，必要に応じて疲労解析を行う。
- (3) 座屈現象が生じないように，発生荷重を許容座屈荷重以下に制限する。
- (4) クリープに関しては，使用温度において供用期間中に支障が生じないように材料を選定する。
- (5) 応力腐食割れが生じないように，水質管理，材料選定及び残留応力の低減等の配慮を行う。



## 5. 品質管理上の配慮

建物・構築物及び機器・配管系のダクティリティを維持するためには前項で示したように構造計画上の配慮, 材料の選択及び耐力・強度等に対する制限に留意するとともに, 添付書類「VI-1-10 設計及び工事に係る品質管理の方法等に関する説明書」に基づき品質管理を十分に行う。

以下に建物・構築物及び機器・配管系について, 計画, 設計した耐力・強度等が得られるように, 品質管理上特に留意すべき事項を示す。

### 5.1 建物・構築物

建物・構築物に対する品質管理は「J A S S 5 N」等に準拠するが, ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を次に示す。

#### (1) 材料管理

セメント, 水, 骨材, 鉄筋, 鉄骨等が規定の仕様を満たしていることを確認する。

#### (2) 配筋管理

配筋が設計図書, 仕様書どおりであることを確認する。

#### (3) 鉄骨等の溶接管理

規定どおりに溶接されていることを確認する。

#### (4) 調合管理

規定どおりに調合されていることを確認する。

#### (5) 打込み, 養生管理

規定, 仕様書どおり打込み, 養生が行われていることを確認する。

#### (6) 強度管理

設計した強度等が得られていることを確認するため, 規定等に従って試験し管理する。

### 5.2 機器・配管系

機器・配管系に対する品質管理は, 設計・建設規格, A S M E「Boiler and Pressure Vessel Code」等に準拠するが, ダクティリティを保証する意味で特に留意する項目を次に示す。

#### (1) 材料管理

素材, 溶接材料について設計仕様書等に示すものが使用されていることを確認する。

#### (2) 強度管理

素材, 溶接部の試験片による強度,  $RT_{NDT}$ 等の試験, 耐圧, 漏えい及び振動試験によって確認する。

#### (3) 製作・据付管理

設計仕様書，設計図書等に示すとおり製作，据付けが行われていることを確認する。

(4) 保守・点検

据付け後も供用期間中検査等必要な管理を行う。

## VI-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 機器の支持構造物 .....	2
2.1 基本原則 .....	2
2.2 支持構造物の設計 .....	2
2.2.1 設計手順 .....	2
2.2.2 支持構造物及び基礎の設計 .....	6
2.2.3 機器の支持方法 .....	10
3. 電気計測制御装置 .....	14
3.1 基本原則 .....	14
3.2 支持構造物の設計 .....	14
3.2.1 設計手順 .....	14
3.2.2 支持構造物及び埋込金物の設計 .....	16
4. 配管の支持構造物 .....	20
4.1 基本原則 .....	20
4.2 支持構造物の設計 .....	20
4.2.1 設計手順 .....	20
4.2.2 支持装置，支持架構及び埋込金物の設計 .....	22
5. その他特に考慮すべき事項 .....	34

別紙 1 電気計測制御装置等の耐震設計方針

## 1. 概要

機器・配管の耐震設計を行う場合，基本設計条件（耐震重要度，設計温度・圧力，動的・静的機器等），プラントサイト固有の環境条件（地震，風，雪，気温等），形状，設置場所等を考慮して各々に適した支持条件（拘束方向，支持反力，相対変位等）を決め，支持構造物を選定する必要がある。また，現地施工性や機器等の運転操作・保守点検の際に支障とならないこと等についても配慮し設計する。

本資料は，添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「9. 機器・配管系の支持方針について」に基づき，各々の機器・配管の支持方法及び支持構造物の耐震設計方針を説明するものである。

## 2. 機器の支持構造物

### 2.1 基本原則

機器の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 重要な機器は岩盤上に設けた強固な基礎又は岩盤により支持され十分耐震性を有する構築物内の基礎上に設置する。
- (2) 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建屋との共振を防止する。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は、機器系の振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 重心位置を低くおさえる。
- (5) 配管反力をできる限り機器に持たせない構造とする。
- (6) 偏心荷重を避ける。
- (7) 高温機器は熱膨張を拘束しない構造とする。
- (8) 動的機能が要求されるものについては地震時に機能を喪失しない構造とする。
- (9) 内部構造物については容器との相互作用を考慮した構造とする。
- (10) 支持架構上に設置される機器については架構を十分剛に設計すると同時に、必要に応じ架構の剛性を考慮した耐震設計を行う。

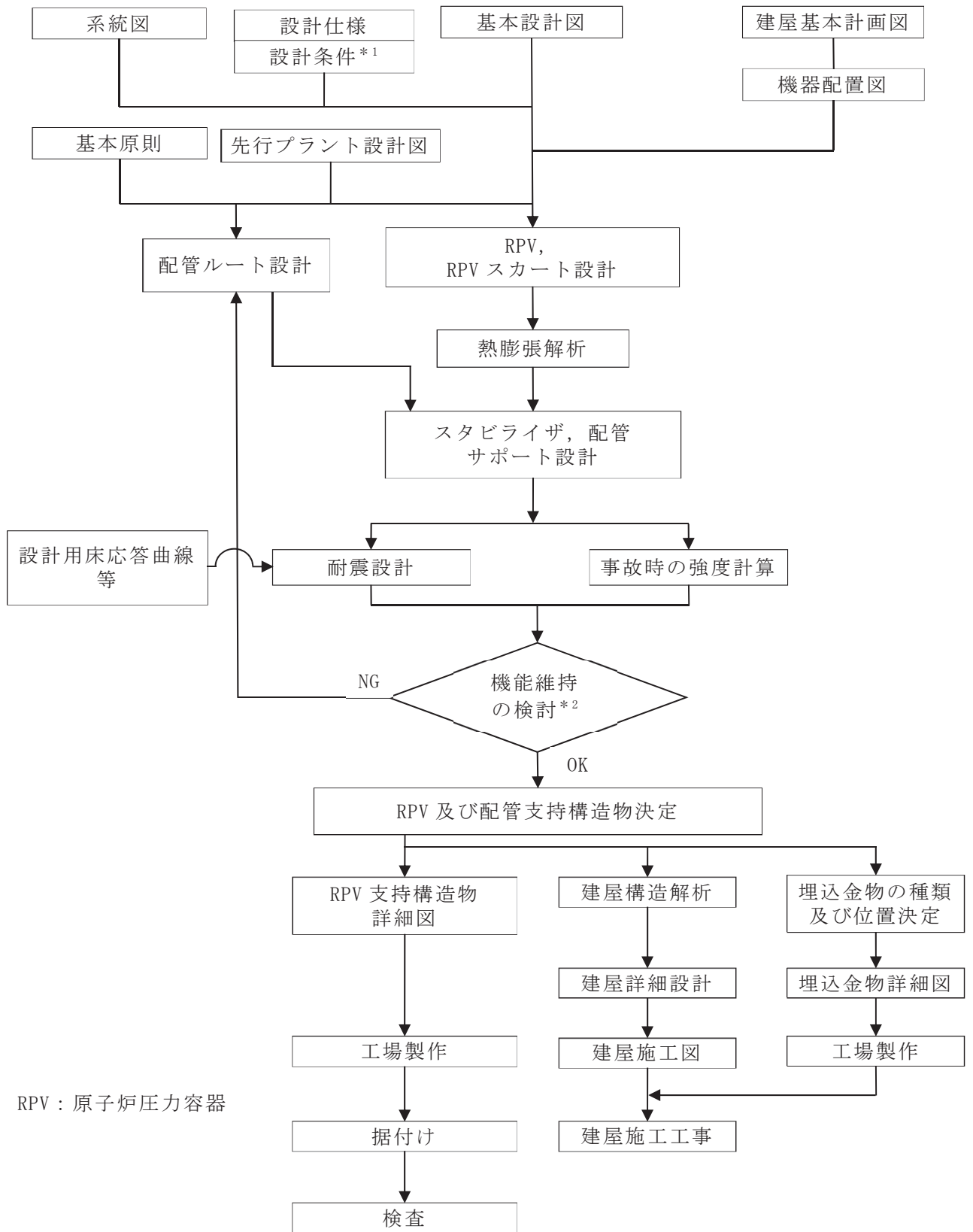
### 2.2 支持構造物の設計

#### 2.2.1 設計手順

機器類の配置及び構造計画に際しては、建物・構築物、配管、ダクト等機器類以外の設備との関連、設置場所の環境条件、現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い、機器類の特性、運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

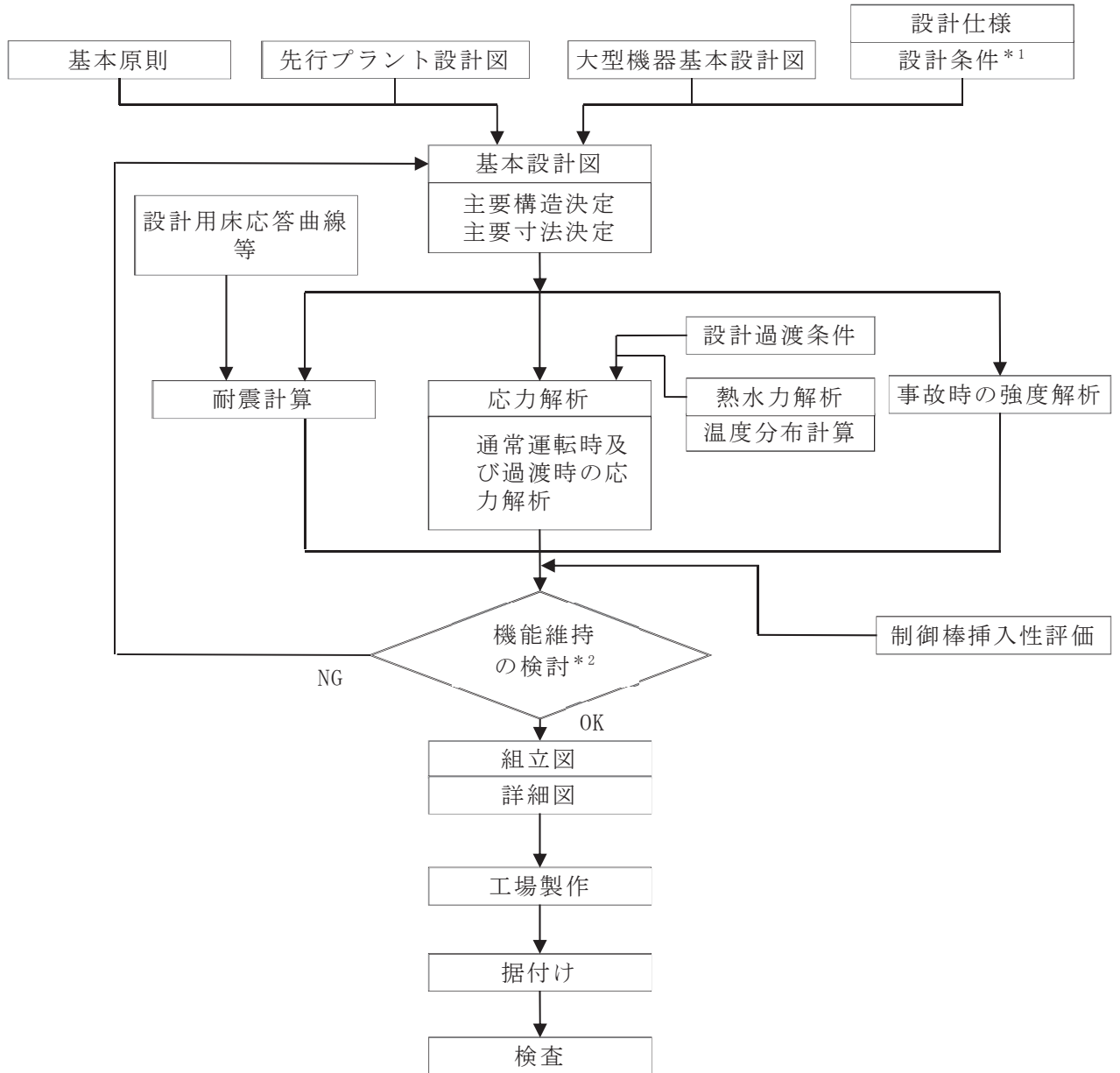
設計手順を図 2-1、図 2-2 及び図 2-3 に示す。

支持構造物の設計は、建屋基本計画及び機器の基本設計条件等から配置設計を行い、支持する機器、配管の熱膨張解析、耐震解析及び機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し、詳細設計を行う。このとき、高温機器については、熱膨張解析による熱膨張変位を拘束しない設計とするよう配慮する。



注記\*1 : 環境条件, 現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。  
 \*2 : 判断基準については添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」参照。

図 2-1 大型機器支持構造物設計フロー

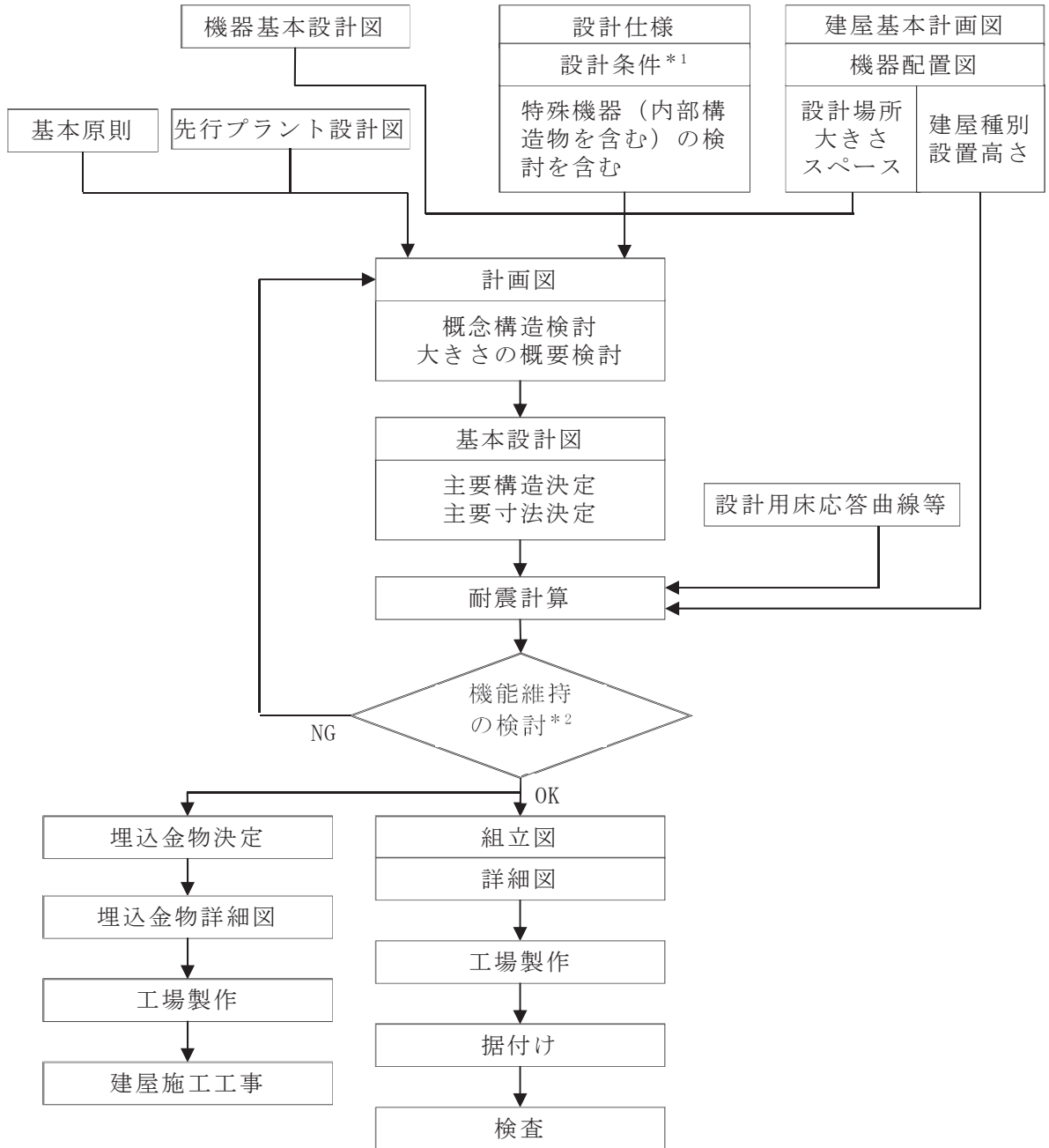


注記\*1：環境条件，現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。

\*2：判断基準については添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」参照。

図 2-2 炉心支持構造物設計フロー





注記\*1：環境条件，現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。  
 \*2：判断基準については添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」参照。

図 2-3 一般機器支持構造物設計フロー

## 2.2.2 支持構造物及び基礎の設計

### (1) 支持構造物の設計（埋込金物を除く）

#### a. 設計方針

支持構造物の設計は、機器を剛に支持することを原則とし、機器の重心位置をできる限り低くするとともに、偏心荷重をおさえるよう設計する。

また、熱膨張変位の大きいものについては、その変位を拘束することなく、自重、地震荷重等に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

#### b. 荷重条件

支持構造物設計に当たっては機器の自重、積載荷重、運転荷重等通常時荷重の他に、地震時荷重及び事故時荷重を考慮する。

また、屋外機器については積雪荷重及び風荷重の屋外特有の荷重を考慮する。荷重の種類及び組合せについては添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

#### c. 種類及び選定

支持構造物は大別して、機能材と構造材とに分け設計を行い、下記に従い選定する。

##### (a) 機能材

耐圧母材の機能維持に必須のもので、母材に直接接合されており構造物境界が明瞭でなく、当該支持構造物材の部分的損傷が直接母材の機能低下をもたらすおそれのある重要なものに使用する。

また、部材については、容器と同等の応力算定を行い、十分な強度を有するよう設計する。

（代表例）容器の支持構造物取付用ラグ，ブラケット等

##### (b) 構造材

当該支持構造物が単に耐圧母材を支持することのみを目的とするものであり、当該材と母材との構造物境界が明瞭で、当該材の部分的損傷は直接母材の機能低下をもたらさないようなものに使用する。

また、部材については、鋼構造設計規準等に準拠して設計する。

（代表例）支持脚，支持柱，支持架構，ボルト，スナッパ

### (2) 埋込金物の設計

#### a. 設計方針

機器の埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。このとき、機器の埋込金物及び定着部は、原則としてボルトの限界引き抜き力に対して、コンクリート

設計基準強度及びせん断力算定断面積による引き抜き耐力が上回るよう埋込深さを算定することで、基礎ボルトに対して十分な余裕を持つように設計する。

b. 荷重条件

埋込金物の設計は、機器から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

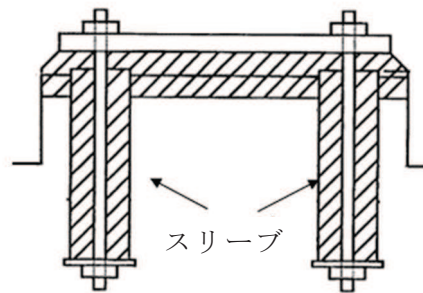
c. 種類及び選定

埋込金物には下記の種類があり、それぞれ使用用途に合わせて選定する。

(a) 基礎ボルト形式（スリーブ付）

タンク、ポンプ等、基礎ボルト本数が多く、高い据付け精度が必要な機器に使用する。

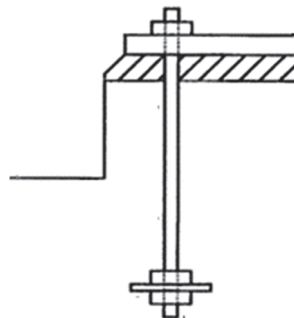
（代表例）原子炉隔離時冷却系ポンプ



(b) 基礎ボルト形式（スリーブ無し）

基礎ボルト本数が少ない機器の支持構造物、あるいは高い据付け精度が必要でない一般機器、タンク等に多く使用する。

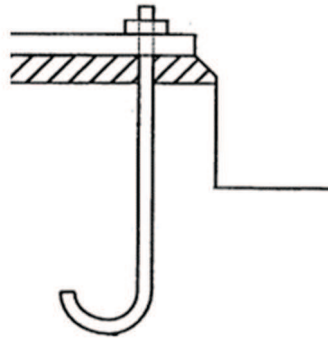
（代表例）残留熱除去系ポンプ



(c) 基礎ボルト形式（曲り棒使用）

荷重条件として引張荷重や曲げモーメントが小さい機器に使用する。

（代表例）ほう酸水注入系ポンプ



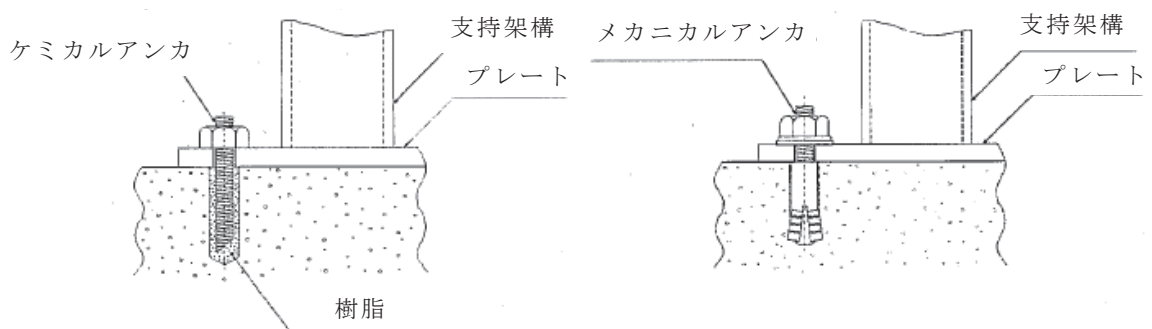
(d) 後打ちアンカ

打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するもので、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを使用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件で使用する。メカニカルアンカは振動が大きい箇所に使用しない。

後打ちアンカの設計は、J E A G 4 6 0 1 ・ 補-1984 又は「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会，2010年改定）に基づき設計する。

また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。

（代表例）電気盤



(3) 基礎の設計

a. 設計方針

機器の基礎は、支持構造物から加わる自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、機器の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

基礎の設計は、機器から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

c. 種類及び選定

基礎は機器の種類、設置場所により、下記に従い選定する。

(a) 大型機器の基礎

イ. 原子炉本体基礎

原子炉本体基礎は、原子炉圧力容器の支持構造物から加わる自重、熱膨張荷重、地震荷重、事故時荷重等の鉛直・水平荷重に対して、鋼板のみで十分耐える構造とする。

(b) 一般機器の基礎

イ. 屋内の基礎

屋内に設置される一般機器の支持構造物は、建屋の床壁あるいは天井を基礎として設置される。したがって建屋設計に際しては、これら機器からの荷重を十分考慮した堅固な鉄筋コンクリート造とする。

機器を床に設置する場合、一般に基礎は水はけをよくするためかさ上げする。支持構造物は、鉄筋コンクリート造に十分深く埋め込んだ基礎ボルトにより基礎に固定する。

機器を壁あるいは天井から支持する場合は、一般にあらかじめ壁あるいは天井の鉄筋コンクリート造に埋込金物を埋め込み、支持構造物を溶接あるいはボルトにより固定する。

ロ. 屋外の基礎

屋外に設置される重要な機器は岩盤上に設けた強固な基礎上に設置する。

基礎は基礎自身の自重、地震荷重の他に基礎上に設置される機器からの通常時荷重、地震時荷重、積雪荷重及び風荷重を考慮して十分強固であるよう設計する。

機器支持構造物は一般に基礎中に埋め込んだ基礎ボルトにより固定する。

### 2.2.3 機器の支持方法

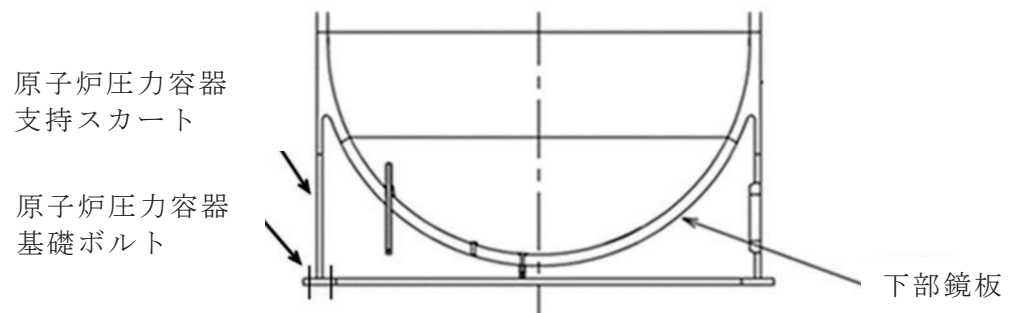
#### (1) たて置の機器

##### a. スカートによる支持

スカートはベースプレートを通じて基礎ボルトにより基礎に固定する。スカート剛性、基礎ボルトサイズは、容器重量及び地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造は原子炉圧力容器及びたて型のタンク類に採用する。

(代表例) 原子炉圧力容器

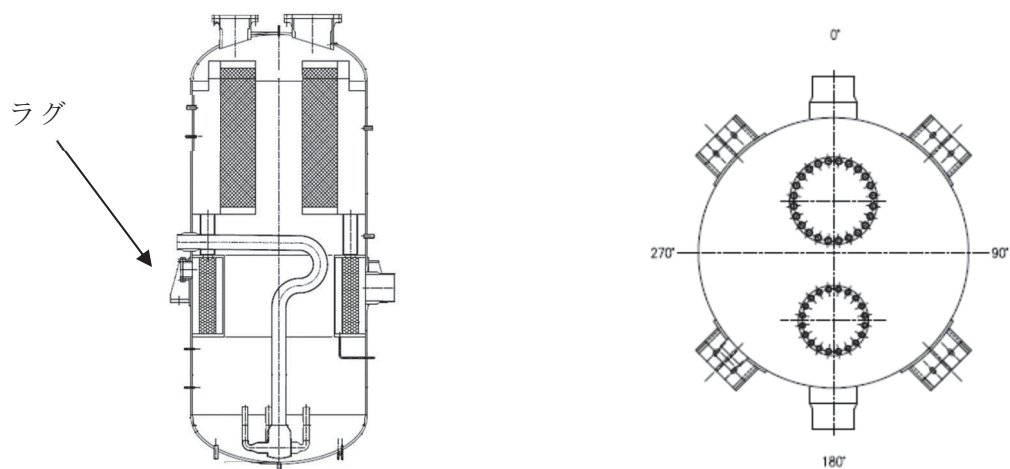


##### b. ラグによる支持

下図の様に機器本体に取り付けられたラグにより支持する形式のものである。この形式は機器本体の半径方向の熱膨張を自由にし、円周方向及び鉛直方向のラグ剛性で支持するものとする。

この型式の支持構造物は熱膨張を拘束しない機器に採用する。

(代表例) 原子炉格納容器フィルタベント系フィルタ装置

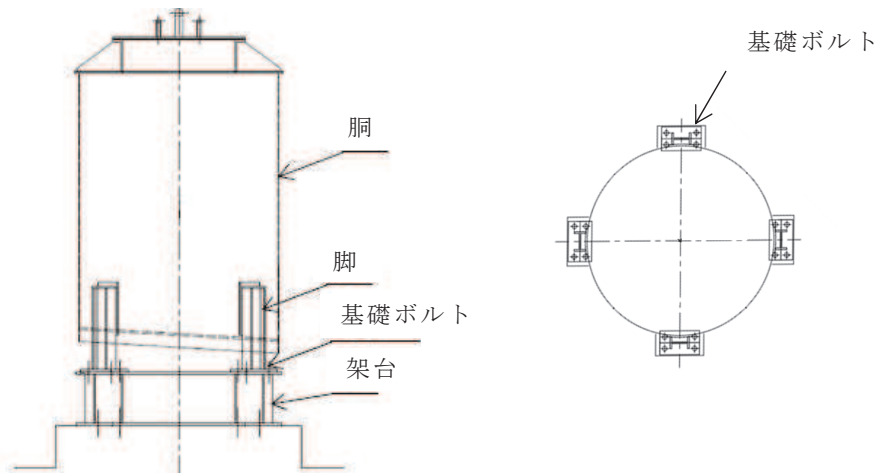


c. 支持脚による支持

下図のとおり，形鋼を胴周囲対角線上の4箇所に取り付けベースプレート  
を基礎ボルト又は溶接により基礎に固定する。脚剛性，基礎ボルトサイズは，  
容器重量及び地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設  
計とする。

この型式の支持構造は比較的軽中量のタンク等に採用する。

(代表例) ほう酸水注入系テストタンク

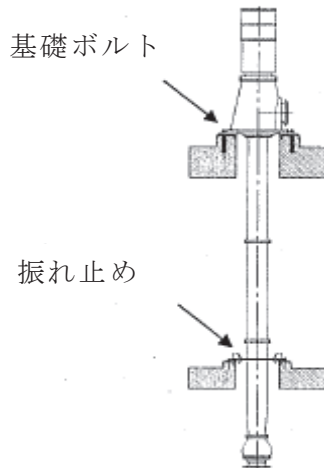


d. 振れ止めによる支持

下図の様にケーシングの長いたて形ポンプは，上部基礎だけでなく，中間  
部等にも振れ止めを設ける設計とする。振れ止めは，振れ止め部の地震荷重  
に対し，十分な強度を有する設計とする。

この形式の支持構造はたて形ポンプに採用する。

(代表例) 原子炉補機冷却海水ポンプ

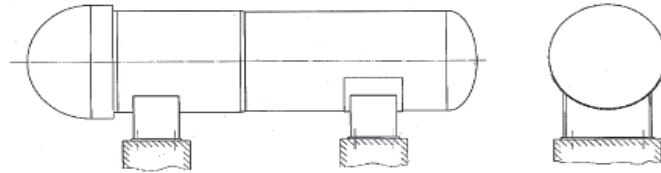


(2) 横置の機器

a. 支持脚による支持

支持脚は鋼板製の溶接構造とし、多数の基礎ボルトで基礎に固定する。支持脚は十分な剛性及び強度を持たせ、基礎ボルトは、地震力による転倒モーメント等に対し十分な強度を有する設計とする。

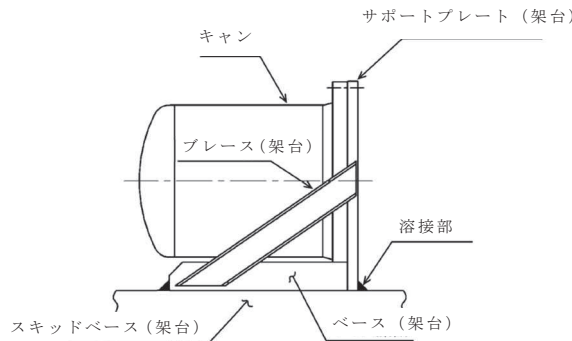
この形式の支持構造は容量の大きい横置の熱交換器、タンク類に採用する。  
(代表例) 残留熱除去系熱交換器



b. 架台支持

架台は鋼板または形鋼を組合せた溶接構造とし、機器は取付ボルトで架台に固定する。架台は十分な剛性及び強度を持たせる設計とする。

この形式の支持構造はポンプ、ブロワ等に採用する。  
(代表例) 可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ



(3) 内部構造物

a. 原子炉本体

原子炉圧力容器内にある構造物は、燃料集合体を直接支持又は拘束する炉心支持構造物と、それ以外の炉内構造物に大別できる。

炉心支持構造物は炉心シュラウド、炉心シュラウド支持ロッド、シュラウドサポート、上部格子板、炉心支持板、燃料支持金具及び制御棒案内管から構成され、炉内構造物は蒸気乾燥器、気水分離器及びスタンドパイプ、シュラウドヘッド、スパージャ、ジェットポンプ及び内部配管等から構成される。

燃料集合体上部の水平方向は上部格子板で支持し、下部の水平方向は燃料支持金具及び制御棒案内管を介して炉心支持板で支持される。燃料集合体の鉛直方向の荷重は燃料支持金具を介して制御棒案内管で支持し、制御棒案内管は原子炉圧力容器下部鏡板に取付けられた制御棒駆動機構ハウジングで



支持される。

上部格子板は炉心シュラウドの中間部リング上に設置し，炉心支持板は炉心シュラウドの下部リング上にボルトにより固定される。炉心シュラウドは下端をシュラウドサポートに溶接され，シュラウドサポートは原子炉压力容器下部鏡板に溶接される。

気水分離器及びスタンドパイプはシュラウドヘッドに溶接され，シュラウドヘッドは炉心シュラウド上にボルトによりフランジ接続される。

蒸気乾燥器，スパージャ及び内部配管は，原子炉压力容器内部に取り付けられたブラケット等により支持される。

b. 熱交換器

熱交換器には，伝熱管がU字管式のものと直管式のものとがあり，いずれもじゃま板によって伝熱管を剛に支持し，地震及び流体による振動を防止する。

c. タンク類

タンク類でその内部にスプレイノズル，スパージャ，ヒータ等が設けられるものについては，それらを機器本体からのサポートにより取り付ける。

### 3. 電気計測制御装置

#### 3.1 基本原則

電気計測制御装置の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 電気計測制御装置は取付ボルト等により支持構造物に固定される。支持構造物は、剛な床、壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め十分剛構造とすることで建屋との共振を防止する。
- (3) 剛性を十分に確保できない場合は、振動特性に応じた地震応答解析により、応力評価に必要な荷重等を算定し、その荷重等に耐える設計とする。
- (4) 地震時に要求される電氣的機能を喪失しない構造とする。電気計測制御装置の電氣的機能維持の設計方針を別紙に示す。

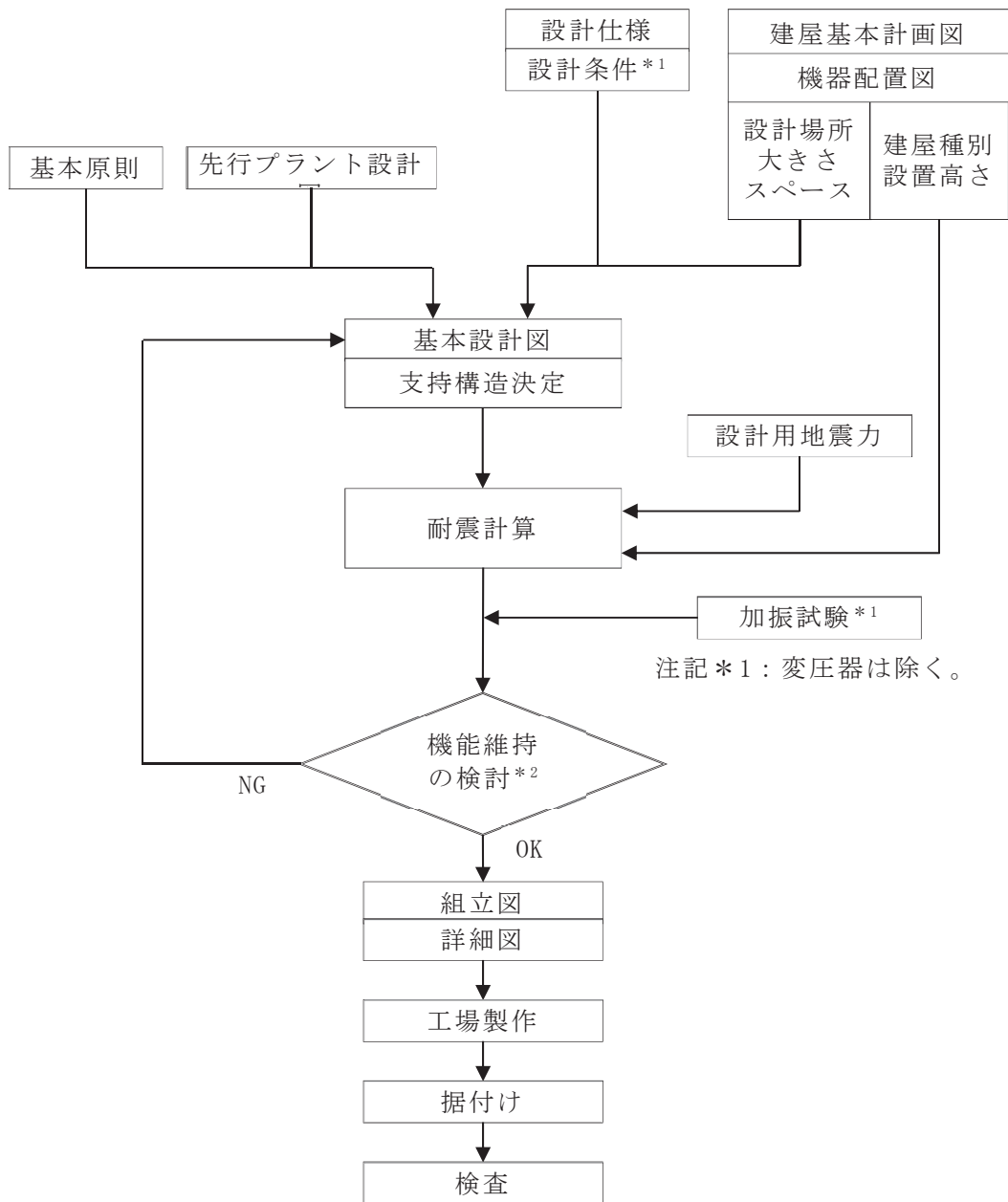
#### 3.2 支持構造物の設計

##### 3.2.1 設計手順

電気計測制御装置の配置，構造計画に際しては，設置場所の環境条件，現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い，電気計測制御装置類の特性，運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等についての配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

設計手順を図 3-1 に示す。

支持構造物の設計は，建屋基本計画及び電気計測制御装置の基本設計条件等から配置設計を行い，耐震解析，機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し，詳細設計を行う。



注記\*1：環境条件，現地施工性及び運転操作・保守点検時の配慮含む。  
 \*2：判断基準については添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」参照。

図 3-1 電気計測制御装置の支持構造物設計フロー

### 3.2.2 支持構造物及び埋込金物の設計

#### (1) 盤の設計

##### a 設計方針

盤に実装される器具は取付ボルトにより盤に固定する。

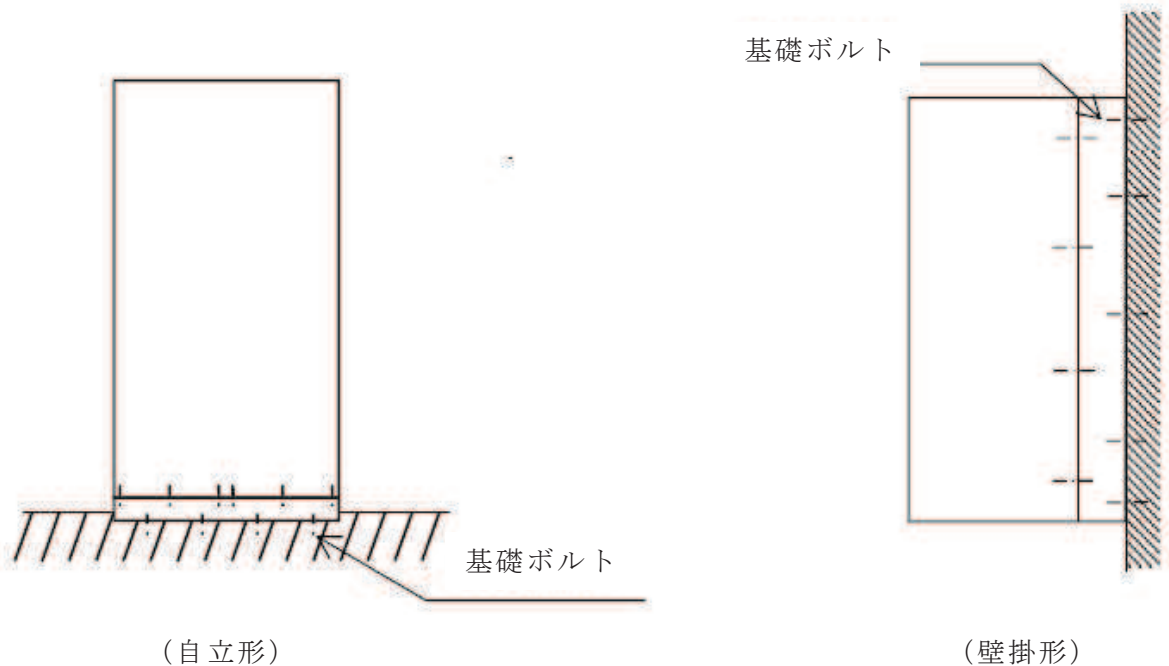
盤には自立形と壁掛形があり，鋼材及び鋼板を組み合わせたフレーム及び筐体で構成される箱型構造とする。

自立形の盤は基礎ボルトにより，あるいは床面に埋め込まれた埋込金物に溶接することにより自重及び地震荷重に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

壁掛形の盤は基礎ボルトにより，あるいは埋込金物に溶接することにより自重及び地震荷重に対し，有効な支持機能を有するよう設計する。

##### b. 荷重条件

荷重の種類及び組合せについては，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。



(2) 架台の設計

a. 設計方針

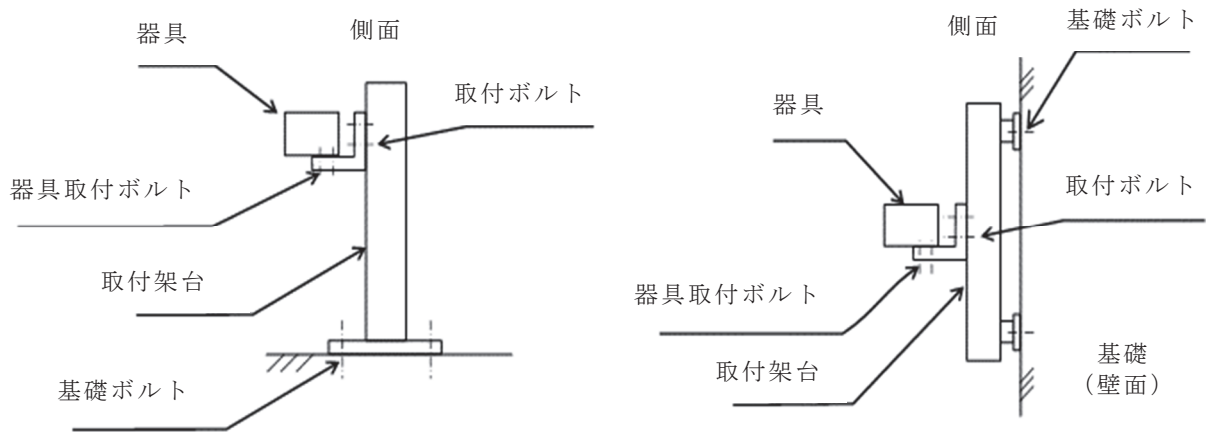
架台に実装される器具は取付ボルトにより架台に固定する。

架台は鋼材を組み合わせた溶接構造又はボルト締結構造とし、自重及び地震荷重に対し、機能低下を起こすような変形をおこさないよう設計する。

架台は基礎ボルトにより、あるいは埋込金物に固定することにより自重及び地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。

b. 荷重条件

荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。



(3) 埋込金物の設計

a. 設計方針

埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

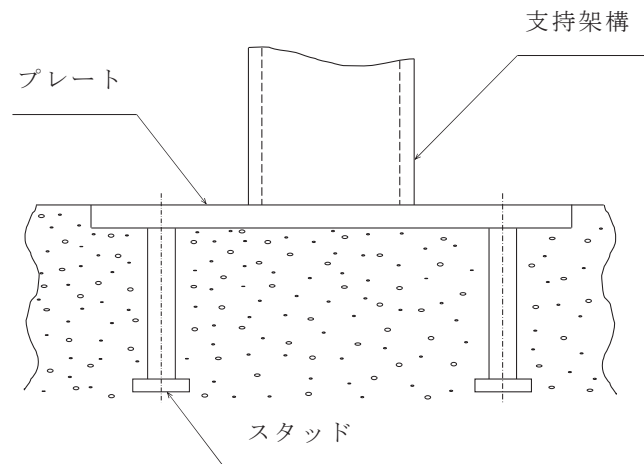
荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

c. 種類及び選定

埋込金物には下記の種類があり、それぞれの使用用途にあわせて選定する。

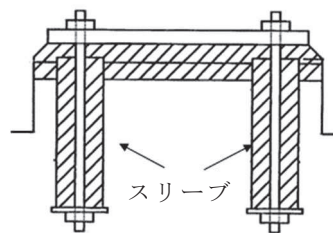
(a) 埋込金物形式

機器の配置計画時に基礎との取合い形状が確定できない場合に使用する。



(b) 基礎ボルト形式

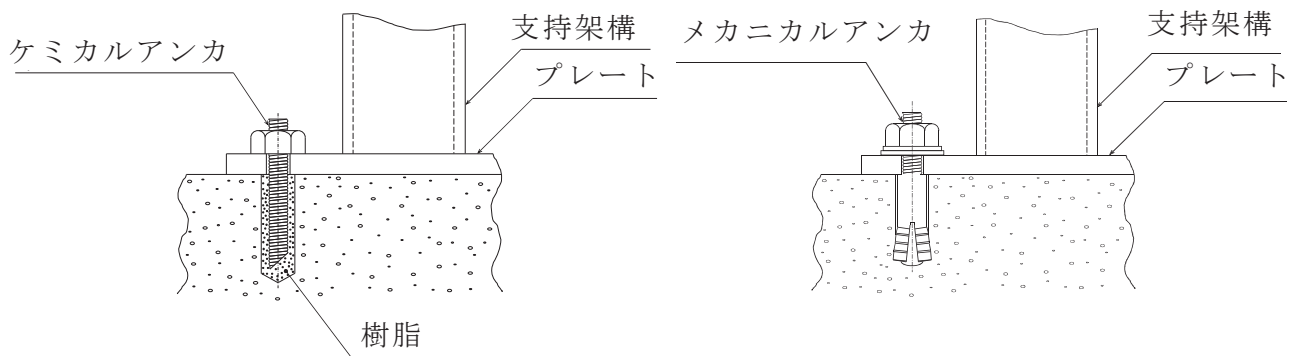
機器の配置計画時に基礎との取合い形状が確定できる場合に使用する。



(c) 後打ちアンカ

打設後のコンクリートに穿孔機で孔をあけて設置するもので、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを使用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件で使用する。また、メカニカルアンカは振動が大きい箇所に使用しない。

後打ちアンカの設計は、J E A G 4 6 0 1・補-1984 又は「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会，2010年改定）に基づき設計する。また、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。



(4) 基礎の設計

a. 設計方針

電気計測制御装置の基礎は、支持構造物から加わる自重、地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、電気計測制御装置の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

基礎の設計は、電気計測制御装置から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

#### 4. 配管の支持構造物

支持装置，支持架構及び埋込金物から構成される支持構造物の基本原則，設計方針及び機能による種別の選定方法を示す。また，配管系及びその支持構造物について耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項は，添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」に定める。

##### 4.1 基本原則

配管及び弁の耐震支持方針は下記によるものとする。

- (1) 支持構造物は，剛な床，壁面等から支持することとする。
- (2) 支持構造物を含め建屋との共振を防止する。
- (3) 支持構造物は，拘束方向の支持点荷重に対して十分な強度があり，かつ剛性を有するものを選定する。
- (4) 機器管台に接続される配管については，機器管台の許容荷重を超えないように支持構造物の設計を行う。
- (5) 高温となる配管については，熱膨張変位を過度に拘束しない設計とする。
- (6) 熱膨張変位を過度に拘束しないために，配管系の剛性を十分に確保できない場合は，配管系の振動特性に応じた地震応答解析により，応力評価に必要な荷重等を算定し，その荷重等に耐える設計とする。
- (7) 地震時の建屋間相対変位を考慮する場所については，その変位に対して十分耐える設計とする。
- (8) 水撃現象が生じる可能性のある場所については，その荷重に十分耐える設計とする。

##### 4.2 支持構造物の設計

###### 4.2.1 設計手順

配管の配置，構造計画に際しては，建築・構築物，取合い機器類との関連，設置場所の環境条件，現地施工性等の関連を十分考慮して総合的な調整を行い，運転操作及び保守点検の際に支障とならないこと等について配慮を十分加味した耐震設計を行うよう考慮する。

設計手順を図 4-1 に示す。

支持構造物の設計は，建屋基本計画及び配管の基本設計条件等から配置設計を行い，熱応力計算（自重，機械的荷重，事故時荷重による強度計算を含む），耐震解析，機能維持の検討により強度及び支持機能を確認し，詳細設計を行う。このとき，高温となる配管については，熱膨張変位を過度に拘束しない設計とするよう配慮する。支持装置は，標準化された製品の中から，配管から受ける荷重に対し十分な強度があるものを選定する。



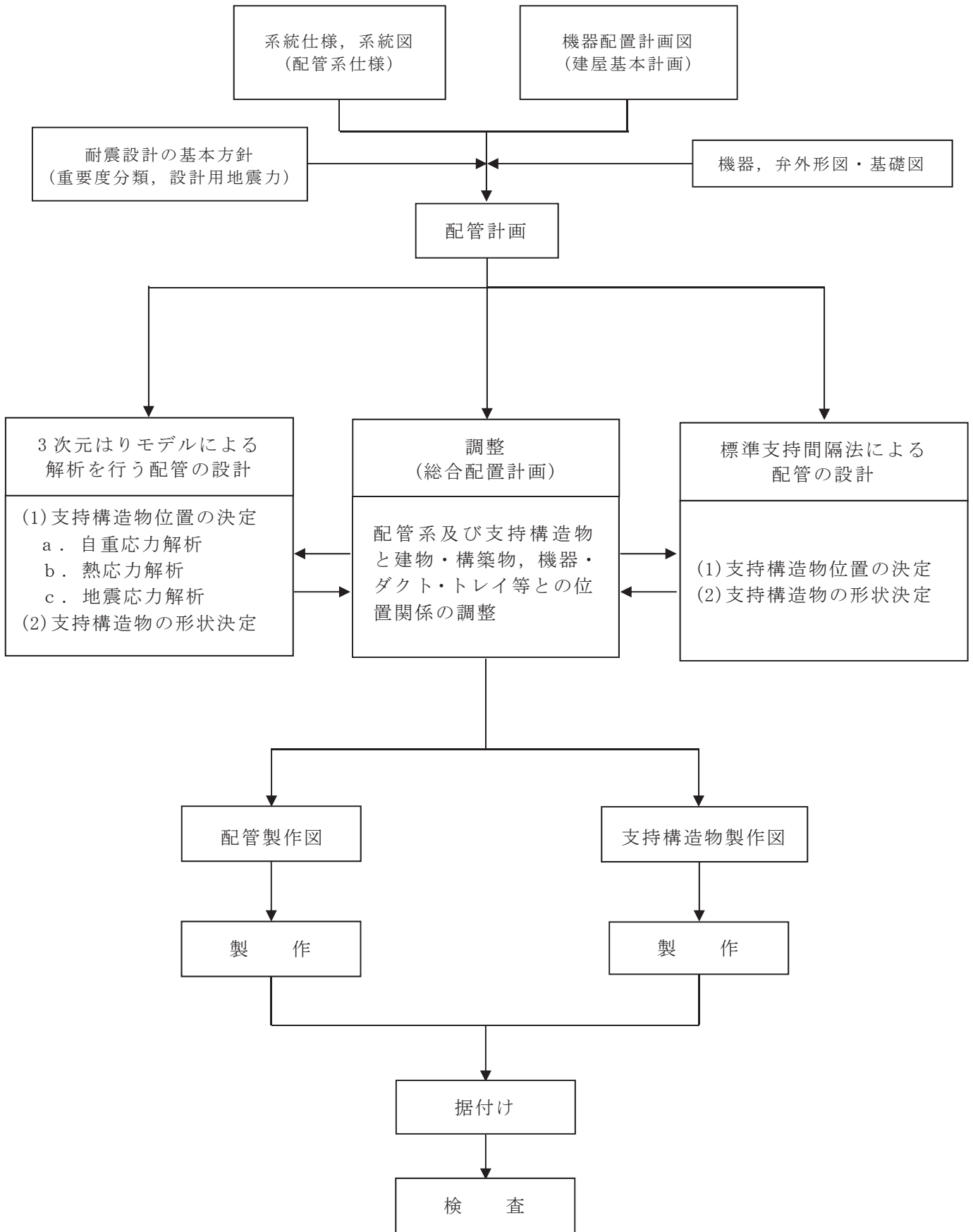


図 4-1 配管支持構造物設計フロー

#### 4.2.2 支持装置，支持架構及び埋込金物の設計

##### (1) 支持装置の設計

###### a. 設計方針

支持装置にはアンカ，レストレイント，スナッパ，ハンガがあり，物量が多いことから標準化が図られている。標準化された製品の中から使用条件に適合するものを選定する。これらの支持装置は，定格荷重又は最大使用荷重に対して十分な強度があり，かつ多くの使用実績を有している。支持装置の機能と用途について，表 4-1「支持装置の機能と用途（例）」に示す。

###### b. 荷重条件

支持装置の設計は，配管から伝わる荷重に対し，その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

表 4-1 支持装置の機能と用途 (例) (1/2)

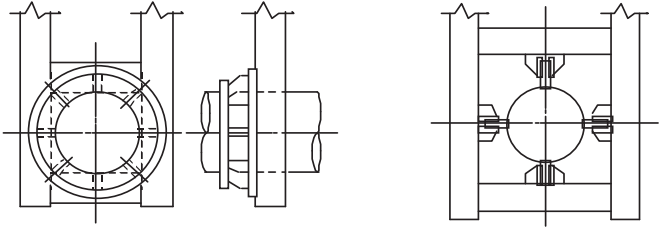
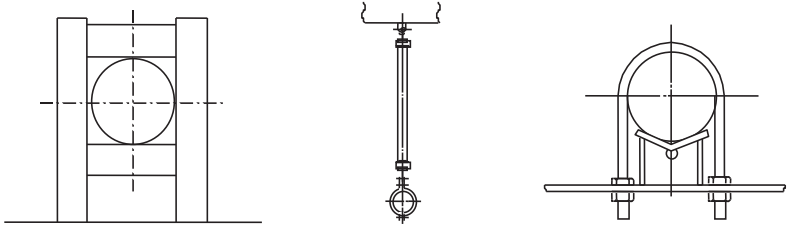


支持構造物名称	概 略 図	機 能	用 途
アンカ (アンカサポート) (ガイドサポート)	 <p style="text-align: center;">アンカサポート                      ガイドサポート</p>	地震及び熱による変位、軸まわりの回転を完全に拘束する。 ガイドサポートは、一定方向の移動を許すが軸まわりの回転を拘束する。	固定用サポートとして使用する。また、配管応力解析上の解析モデルの境界として使用する。
レストレイント (架構式レストレイント) (ロッドレストレイント) (Uボルト)	 <p style="text-align: center;">架構式レストレイント      ロッドレストレイント              Uボルト</p>	地震及び熱による一定方向の変位を拘束する。	配管の回転を許すが変位を防ぐ場合に使用する。
スナツバ (オイルスナツバ) (メカニカルスナツバ)	 <p style="text-align: center;">オイルスナツバ                      メカニカルスナツバ</p>	配管の熱膨張のような緩やかな移動に対しては拘束せず、地震時のような急激な荷重発生時に拘束する。	地震等の急激な荷重により生じる応力の低減を目的として使用する。

表 4-1 支持装置の機能と用途 (例) (2/2)

支持構造物名称	概 略 図	機 能	用 途
ハンガ (スプリングハンガ) (コンスタントハンガ)	 <p style="text-align: center;"> <span style="margin-right: 150px;">スプリングハンガ</span> <span>コンスタントハンガ</span> </p>	配管の自重を支持する 目的で使用する。なお、地 震荷重に対する拘束効果 は無く、耐震支持機能は有 していない。	耐震支持機能を有して いないことから、地震応力 解析上は考慮されない。

c. 種類及び選定

支持装置の機能別選定要領を，図 4-2「支持構造物の選定フロー」に示す。

(a) アンカ

アンカサポートは，配管に直接溶接されるラグ又は配管固定用クランプと架構部分から構成され，周囲の構造物との関係や支持点荷重を基に選定する。

なお，アンカサポートと同様な構造及び機能であるが，一定の方向だけ熱変位を許容する場合は，ガイドサポートを選定する。

(b) レストレイント

レストレイントは，配管軸直角方向又は配管にラグを設置して配管軸方向の拘束に使用する。架構式レストレイント又はUボルトにおいて，支持点荷重がUボルトの最大使用荷重を超える場合は架構式レストレイントを，支持点荷重がUボルトの最大使用荷重以下の場合はUボルトを選定する。ロッドレストレイントの場合は，定格荷重が支持点荷重を下回らない範囲で，支持点荷重に近い定格荷重のロッドレストレイントを選定する。

なお，周囲の構造物との関係にもよるが，支持点と床，壁等が接近している場合は架構式レストレイント又はUボルトを使用し，支持点から床，壁等までの距離が離れている場合はロッドレストレイントを使用する。

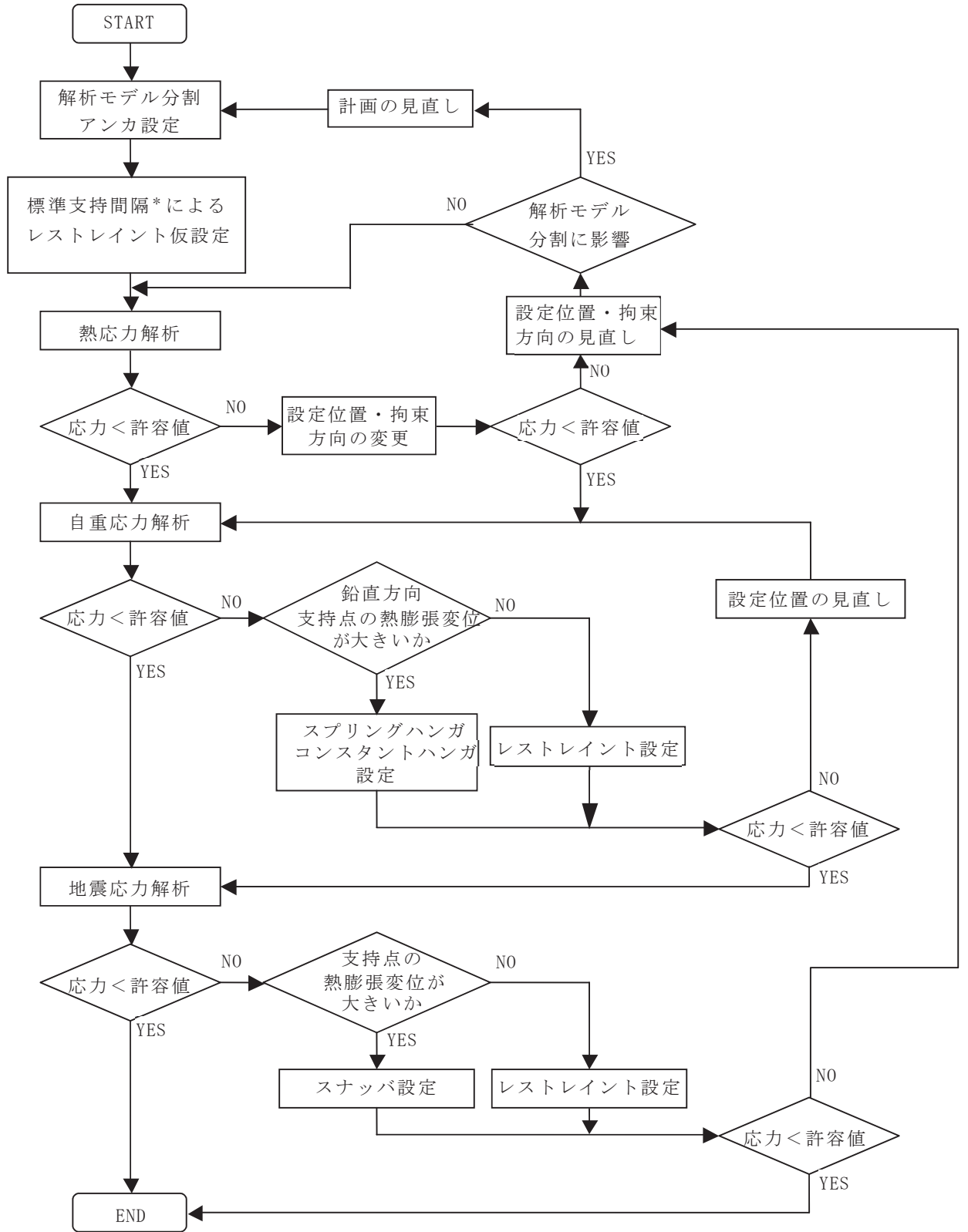
(c) スナップ

定格荷重が支持点荷重を下回らない範囲で，支持点荷重に近い定格荷重のスナップを選定する。

(d) ハンガ

支持点荷重及び熱膨張による変位から，必要なストロークを有し，かつ定格荷重が支持点荷重を下回らない範囲で，支持点荷重に近い定格荷重のハンガを選定する。

通常はスプリングハンガを使用するが，配管の熱膨張によって生じる支持点の変位が大きい場合はコンスタントハンガを，極めて小さい場合はレストレイントを使用する。



\* : 配管の自重応力が 39.2MPa となる支持間隔を目安に軸直角 2 方向レストレイントを仮設定

図 4-2 支持構造物の選定フロー

## (2) 支持架構の設計

### a. 設計方針

配管及び弁の支持架構は、非常に物量が多いことから、図 4-3「支持架構の基本形状例」に示す基本形状ごとに、以下の要領で鋼材選定の標準化を図って設計に適用する。

- (a) 配管系の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価，又は，最大使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。
- (b) 支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い，発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材（山形鋼，溝形鋼，H形鋼，角形鋼，鋼管等）を決定する。

### b. 荷重条件

支持架構の設計は，配管から伝わる荷重に対し，その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては，添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

### c. 種類及び選定

支持架構の選定要領を，図 4-4「支持架構の設計フロー」に示す。

#### (a) 支持条件の設定

配管の支持点と床，壁面等からの距離並びに周囲の設備配置状況から，図 4-3「支持架構の基本形状例」に示す支持架構の基本形状の中から適用タイプを選定する。

支持点荷重は，地震時や各運転状態で生じる荷重又は直管部標準支持間隔における地震時の荷重を用いる。また，支持点荷重を低減する必要がある場合は，実支持間隔による荷重を適用する。

#### (b) 支持点荷重に基づいた応力評価による鋼材選定

地震時の支持点荷重により鋼材を選定する。

#### (c) 鋼材と諸設備間との配置調整

決定した鋼材が，他の配管及び周囲の設備との干渉がないか確認する。干渉がある場合は，支持架構の形状寸法又は基本形状の見直しを行って，再度鋼材選定を行う。

配管の支持架構の例を，図 4-5「支持架構の例」に示す。

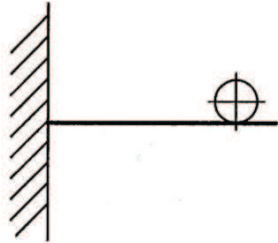
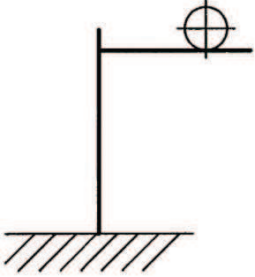
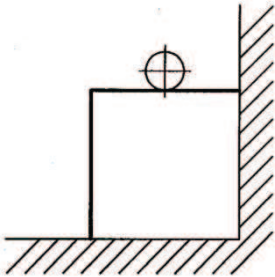
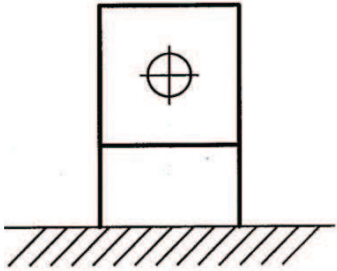
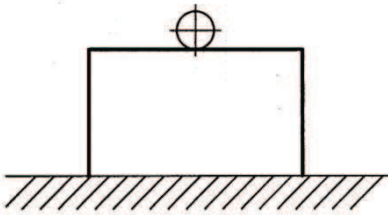
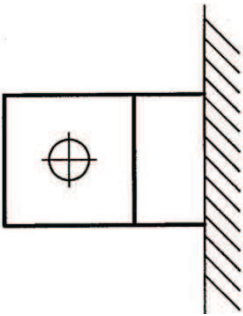
タイプ-1	タイプ-4
	
タイプ-2	タイプ-5
	
タイプ-3	タイプ-6
	

図 4-3 支持架構の基本形状例



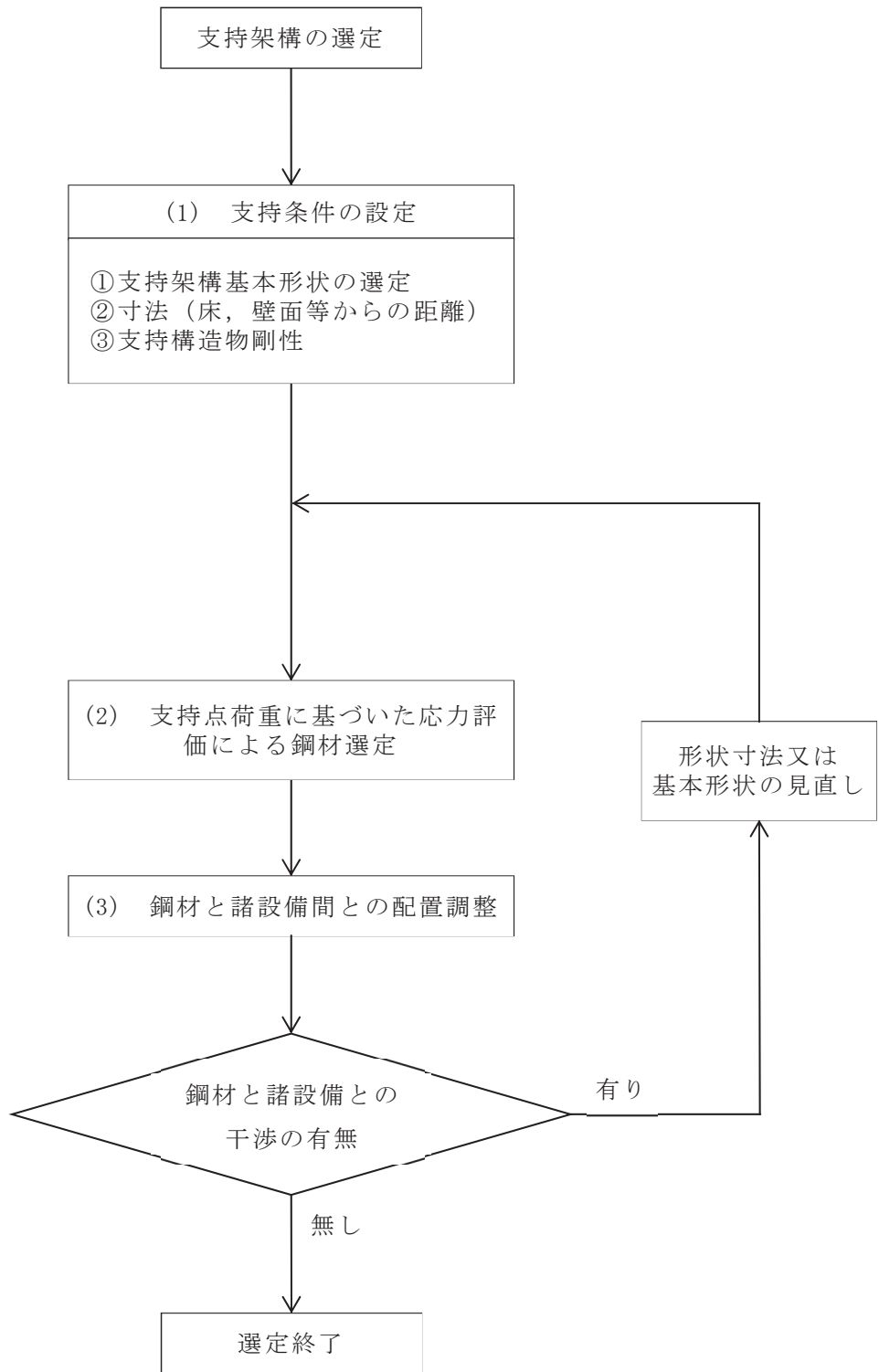


図 4-4 支持架構の設計フロー

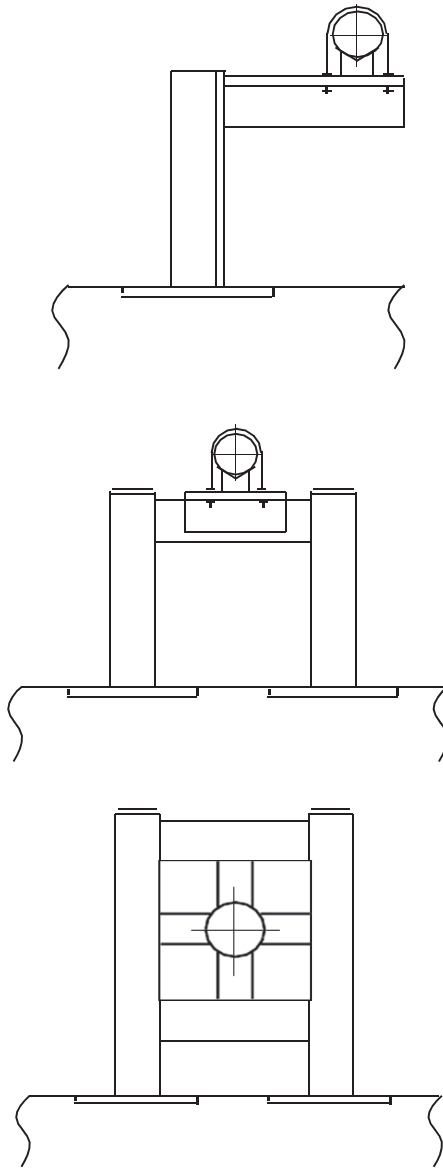


図 4-5 支持架構の例

### (3) 埋込金物の設計

#### a. 設計方針

埋込金物は、支持構造物から加わる荷重を基礎に伝え、支持構造物と一体となって支持機能を満たすように設計する。埋込金物の選定は、支持荷重及び配置を考慮して行う。

#### b. 荷重条件

埋込金物の設計は、配管から伝わる荷重に対し、その荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

#### c. 種類及び選定

埋込金物は、コンクリート打設前に設置し、そのまま埋め込まれるものと、コンクリート打設後に後打ちアンカにより取り付けられるものとの分類され、施工時期に応じて適用する。

いずれの場合も支持装置又は支持架構を溶接により剛に建屋側に取り付けることができる。

コンクリート打設前に設置する埋込金物は、鋼板（以下「ベースプレート」という。）にスタッドジベルを溶接した埋込板、基礎ボルトで、用途及び荷重により数種類の型式に分類される。コンクリート打設後に支持装置及び支持架構の取付けが必要な場合は、ケミカルアンカ又はメカニカルアンカを使用する。ただし、ケミカルアンカは、要求される支持機能が維持できる温度条件下で使用する。また、メカニカルアンカは振動が大きい箇所には使用しない。後打ちアンカの設計は、J E A G 4 6 0 1・補-1984 又は「各種合成構造設計指針・同解説」（日本建築学会，2010 年改定）に基づき設計を行い、アンカメーカーが定める施工要領に従い設置する。

埋込金物の形状の代表例を、図 4-6「埋込金物の例」に示す。

各種埋込金物の中から、地震時に生じる設計荷重に対して十分な耐震性を有するものを選定する。

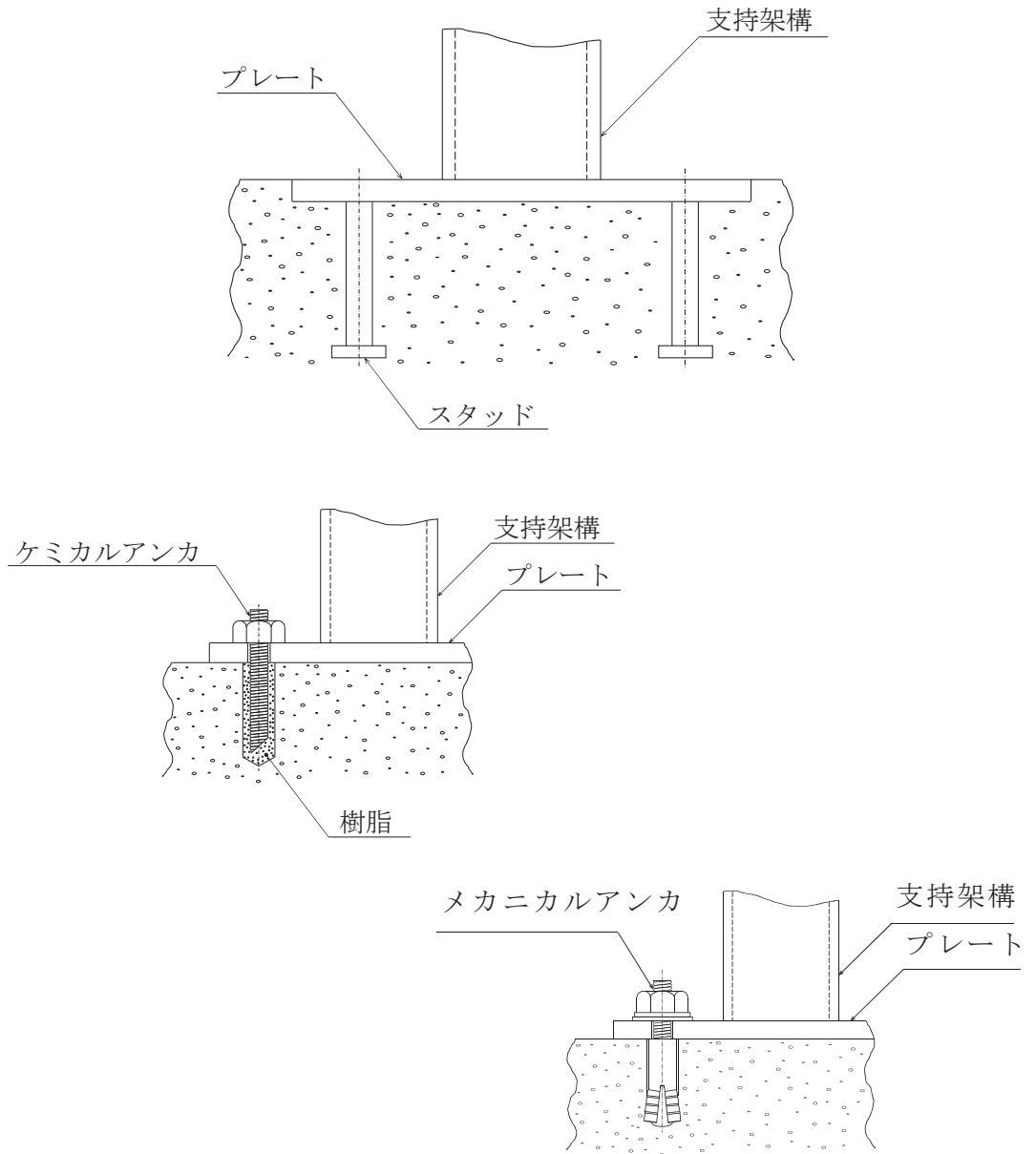


図 4-6 埋込金物の例

(4) 基礎の設計

a. 設計方針

配管の基礎は、支持構造物から加わる自重、地震荷重に対し、有効な支持機能を有するよう設計する。基礎の選定は、配管の支持方法、支持荷重及び配置を考慮して行う。

b. 荷重条件

基礎の設計は、配管から伝わる荷重に対し、荷重成分の組合せを考慮して行う。荷重の種類及び組合せについては、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に従う。

## 5. その他特に考慮すべき事項

### (1) 機器と配管の相対変位に対する考慮

機器と配管との相対変位に対しては、配管側のフレキシビリティでできる限り変位を吸収することとし、機器側管台部又は支持構造物に過大な反力を生じさせないよう配管側のサポート設計において考慮する。

### (2) 動的機器の支持に対する考慮

ポンプ、ファン等の動的機器に対しては地震力の他に機器の振動を考慮して支持構造物の強度設計を行う。

また、振動による軸芯のずれを起こさないよう、据付台の基礎へのグラウト固定、取付ボルトの回り止め等の処置を行う。

### (3) 建屋・構築物との共振の防止

支持に当たっては据付場所に応じ、建屋・構築物の共振領域からできるだけ外れた固有振動数を持つよう考慮する。また、共振領域近くで設計する場合は地震応答に対して十分な強度余裕を持つようにする。

### (4) 波及的影響の防止

耐震重要度分類における下位クラスの機器の破損によって上位クラスの機器に波及的影響を及ぼすことがないように配置等を考慮して設計するが、波及的影響が考えられる場合には、下位クラス機器の支持構造物は上位クラスに適用される地震動に対して設計する。

### (5) 隣接する設備

配管が他の配管又は諸設備と接近して設置される場合は、地震、自重、熱膨張及び機械的荷重による変位があっても干渉しないようにする。保温材を施工する配管については、保温材の厚みを含めても干渉しないようにする。

### (6) 材料の選定

材料選定に当たっては、使用条件下における強度に配慮し、十分な使用実績があり、材料特性が把握された安全上信頼性の高いものを使用する。

また、添付書類「VI-2-1-10 ダクティリティに対する設計方針」の材料の選択方針に基づき、ダクティリティを持つよう配慮する。

## 別紙 1 電気計測制御装置等の耐震設計方針

## 1. 概要

本方針は、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設の電気計測制御装置（以下「電気計装品」という。）の耐震設計の基本方針を示すものである。

## 2. 耐震設計の範囲

電気計装品の区分及び適用範囲を表 2-1 に示すとおりとし、設計基準対象施設のうち耐震設計上の重要度分類 S クラスの電気計装品及び重大事故等対処施設のうち常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）に該当する電気計装品（以下「上位クラスの電気計装品」という。）を耐震設計の対象とする。

なお、上位クラスの電気計装品が下位クラスの機器による波及的影響によって、それぞれの安全機能及び重大事故等に対処するために必要な機能を損なわないように設計する。



表 2-1 電気計装品の区分及び適用範囲

区 分	定 義	適 用 範 囲	対 象
1. 盤	電気計装品の一部で、鋼材、鋼板等によって作られた構造物で器具、ケーブル等を含み、電気系、計装系の信号の処理、制御及び操作系の保護、開閉並びに電力の変換等の機能をもっているものをいう。	盤本体の他にチャンネルベース、盤とチャンネルベース取付ボルト及び基礎ボルトまで含む。	中央制御盤類、閉鎖配電盤、パワーセンタ、コントロールセンタ、計装ラック、現場操作盤、静止形インバータ、蓄電池用充電器等
2. 装置	電力の変換、あるいはエネルギーの変換を目的とした電気計装品の一部をいう。	ディーゼル発電機は発電機本体及び基礎ボルトを含む。 蓄電池は接続導体、架台及び基礎ボルトまで含む。	変圧器、ディーゼル発電機、補機用電動機、電動発電機、蓄電池等
3. 器具	電気計装品において取り扱われる信号又は電力に対し、検出、変換、演算、制御等の操作を行い、電気系、計装系の機能を作り出す要素をいう。これらは盤類に取り付けられ、あるいは所定の取付場所に設置される。	発信器、検出器等のように計装配管に取り付けられたり、現場に支持金物で据え付けられるものはその取付金物まで含む。	各種検出器、発信器、保護継電器、制御継電器、演算器、スイッチ、遮断器、指示計、計器用変成器、変流器等
4. 電路類	電線、ケーブル、導体等の形で電流が通じている回路が、鋼板その他の材料で構成された支持及び保護の役目をする構造物に収納されている場合、その構造物及び電気回路を含めて電路類という。	ケーブルトレイ、バスダクト、電線管等の支持構造物及び埋込金物を含む。 計装配管は止め弁以降の計装配管、支持構造物及び埋込金物を含む。	ケーブルトレイ、バスダクト、電線管、ケーブルペネトレーション、計装配管等

### 3. 耐震設計の手順

具体的な手順は、構造上及び機能上の性質により異なるので、電気計装品を盤、装置、器具及び電路類の4種類に大別し、以下各々についてその手順を示す。

#### 3.1 盤の耐震設計手順（図3-1参照）

盤は、多種多様の器具を収納する集合体であるので、構造的、機能的に設計地震力に対して健全でなければならない。

解析モデル化が可能で解析が容易である場合は「振動特性解析による方法」を採用し、解析モデル化が不可能な場合若しくは解析モデル化が可能であっても実験によって耐震性を検定するのが容易な場合は、「振動特性試験による方法」を採用する。

振動特性解析又は振動特性試験によって剛構造かどうかを判定し、剛構造であれば静的解析により構造的及び機能的健全性を確認する。剛構造でない場合は、応答解析又は応答試験を実施する。

応答試験による場合は、取り付けられる器具を実装して行うことが容易な場合には、実装集合体応答試験により構造的及び機能的健全性を確認する。また、器具を実装して行うことが困難な場合には物理的、構造的に実物を模擬したものを取り付けした模擬集合体応答試験を行い構造的健全性を確認するとともに、模擬器具取付点の応答を測定し、器具の単体で検定された検定スペクトルと比較することにより機能的健全性を確認する。

応答解析による場合は、解析により構造的健全性を確認するとともに器具の取付点の応答と器具単体で得られた検定スペクトルとを比較することにより、機能的健全性を確認する。

#### 3.2 装置の耐震設計手順（図3-2参照）

装置は、一般に剛な構造であり、その機能は、構造的健全性が保たれている限り失われることはない。したがって、耐震性の検討は、静的解析を行って構造的健全性を確かめる。ただし、剛構造でない場合は、盤と同様に応答解析又は応答試験によって構造的健全性を確認する。

#### 3.3 器具の耐震設計手順（図3-3参照）

器具の耐震性の検討は、構造、機能の両面について行う。器具は、機能的及び構造的健全性を保持し得る限界入力又は許容入力値を求める一般検定試験（又は限界性能試験）を行い、検定スペクトルを求め、これと取付け位置の応答とを比較することにより耐震性を判定する。一般検定試験を行えない場合は、器具取付け位置の動的入力によって応答試験を行うことにより耐震性を判定する。

器具の中で、計器用変成器等のように剛体と見なせるものであって構造的に健全で

あれば、その機能が維持されるものについては装置と同様に静的解析を行って構造的健全性を確認する。

#### 3.4 電路類の耐震設計手順（図3-4参照）

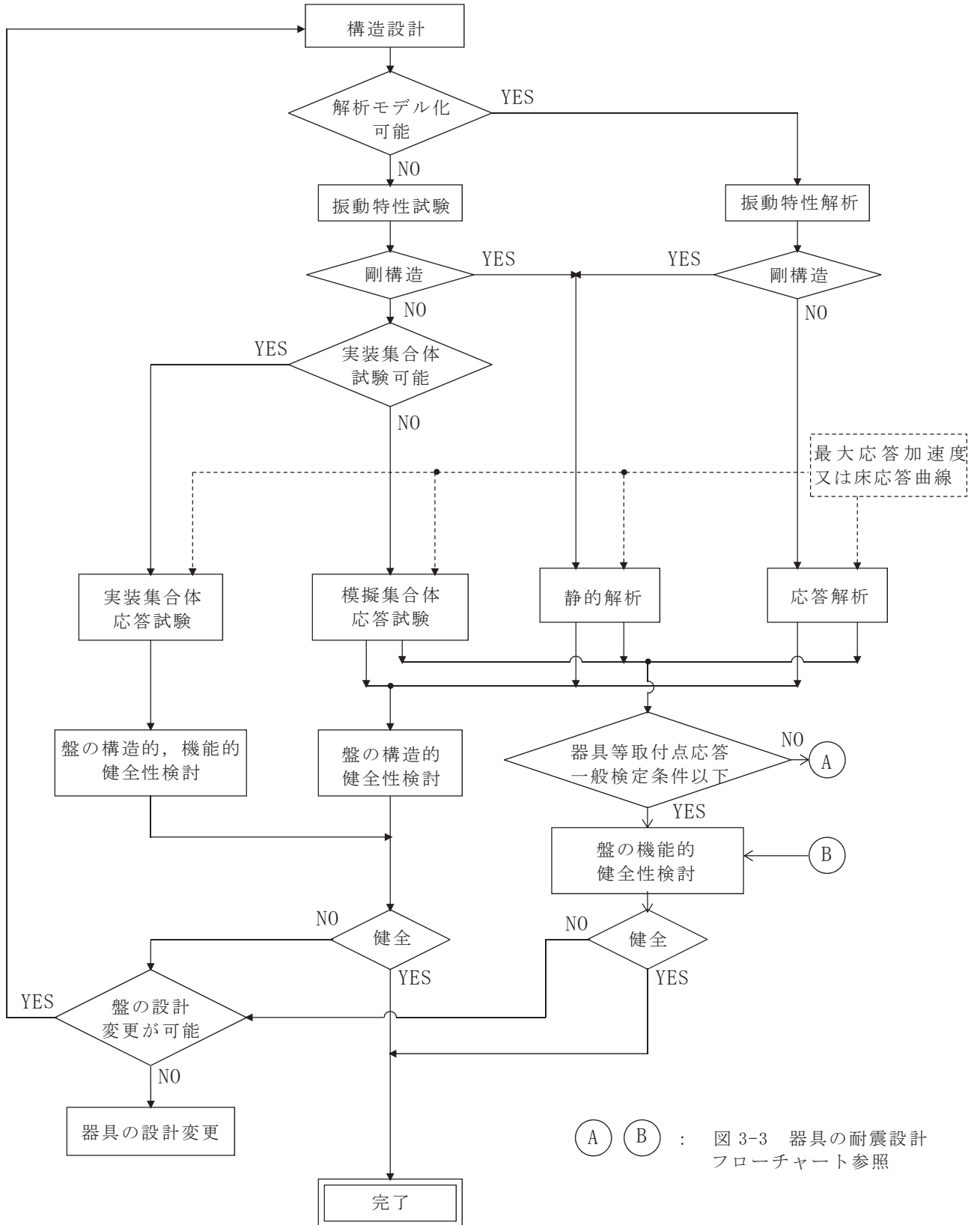
電路類は、構造的に健全ならば機能が維持されるので構造的検討のみを行う。この際には3次元はりモデルによる解析又は標準支持間隔法を用いる。3次元はりモデルによる解析の場合は、固有振動数に応じて応答解析による方法又は静的解析による方法を用いて構造的健全性を確認する方針とする。また、標準支持間隔法を用いる場合は、振動数基準又は応力基準による標準支持間隔法を基本として標準支持間隔を設定し、標準支持間隔以内で支持することにより耐震性を確保する。

また、各建屋間、建屋と建屋外地盤とにまたがって設置されるものについては、それらの地震時の相対変位を吸収できる構造とする。

熱膨張等を考慮しなければならないものについては、その荷重に対して構造的健全性を確認する方針とする。

#### 3.5 既存資料の利用による耐震設計

電気計装品の耐震設計は、既に振動実験若しくは解析が行われており、かつ、その電気計装品が本原子力発電所に使用されるものと同等又は類似と判断される場合には、その実験データ若しくは解析値を利用して耐震設計を行う。



(A) (B) : 図 3-3 器具の耐震設計フローチャート参照

図 3-1 盤の耐震設計フローチャート

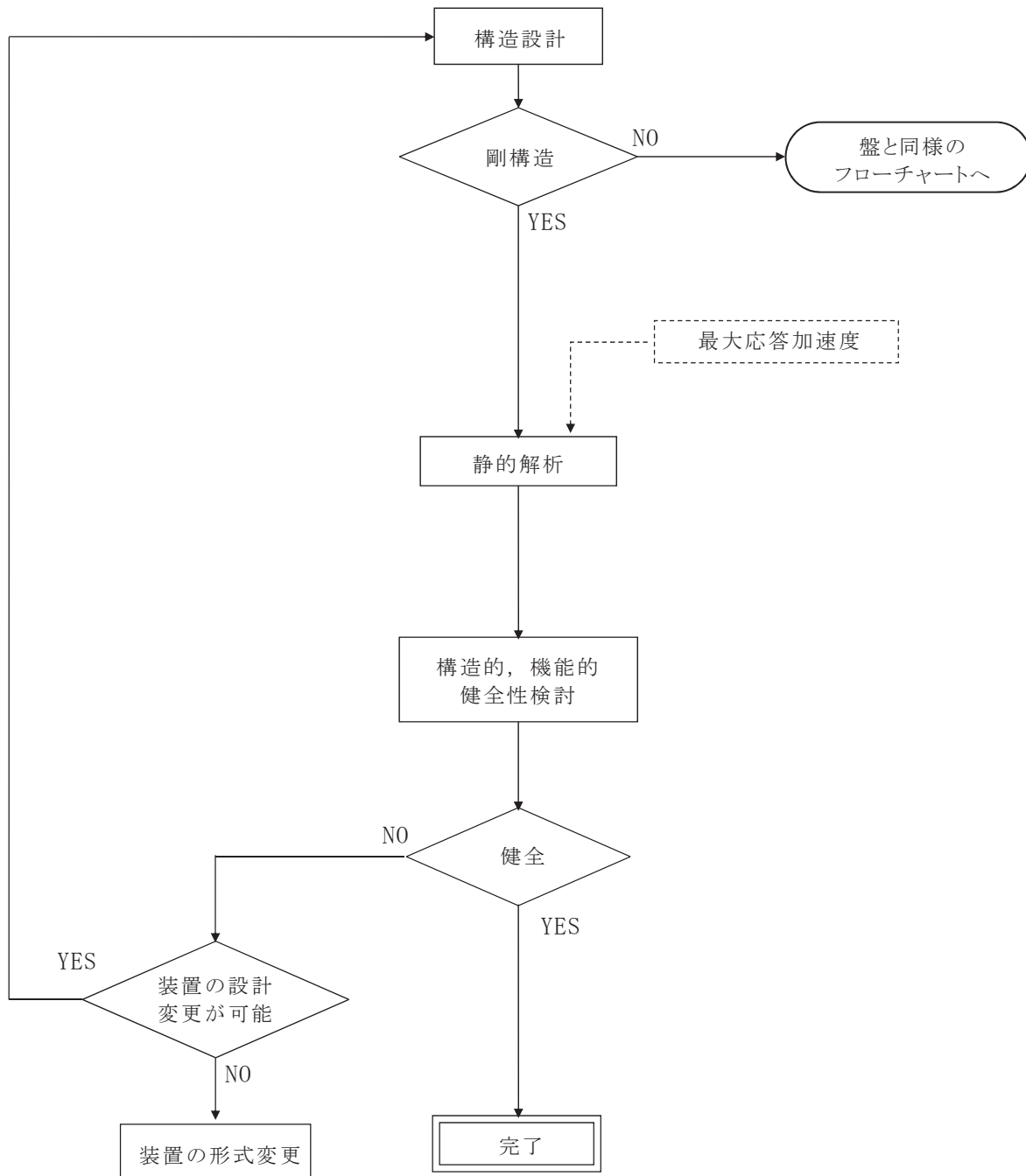


図 3-2 装置の耐震設計フローチャート

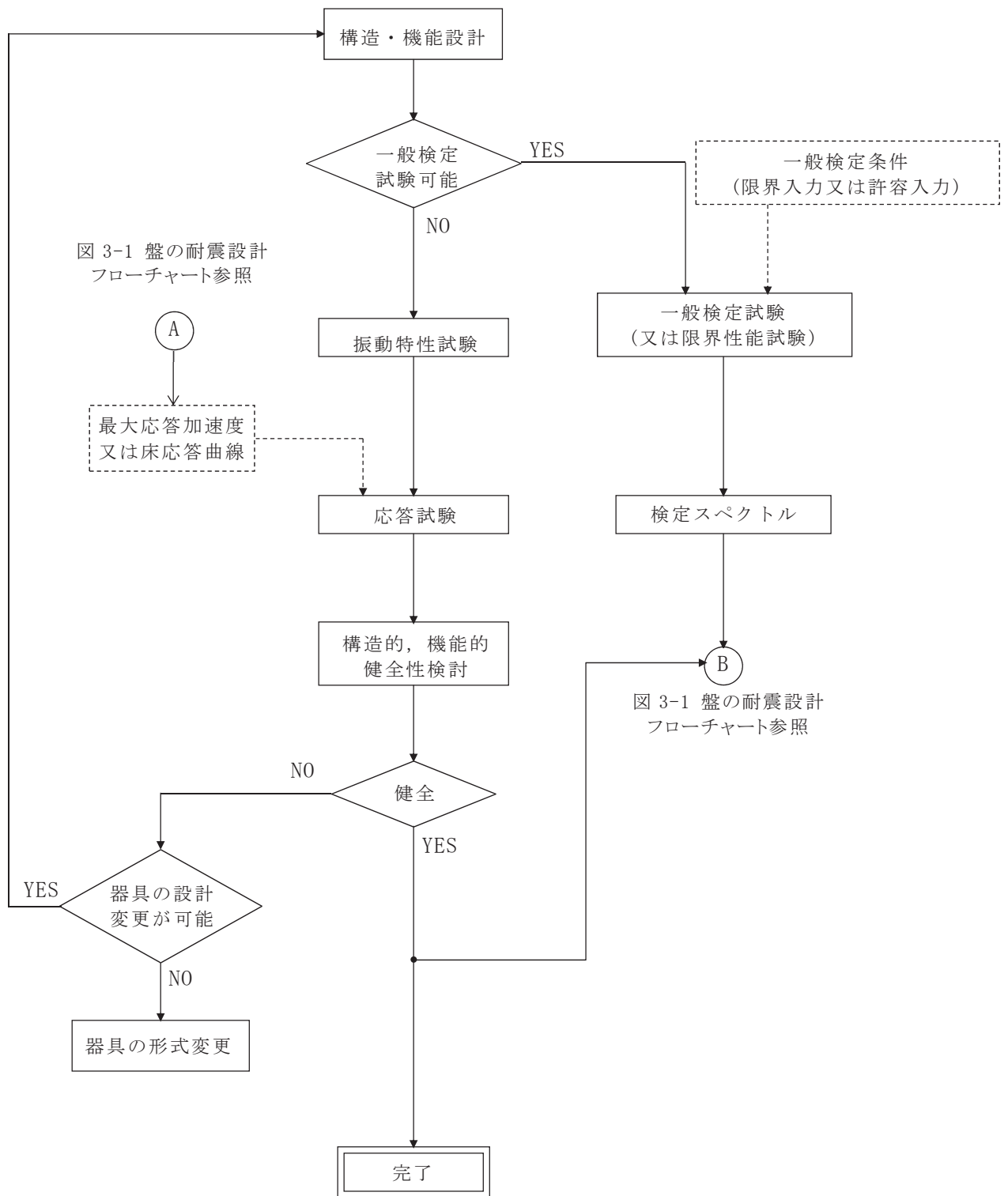


図 3-3 器具の耐震設計フローチャート

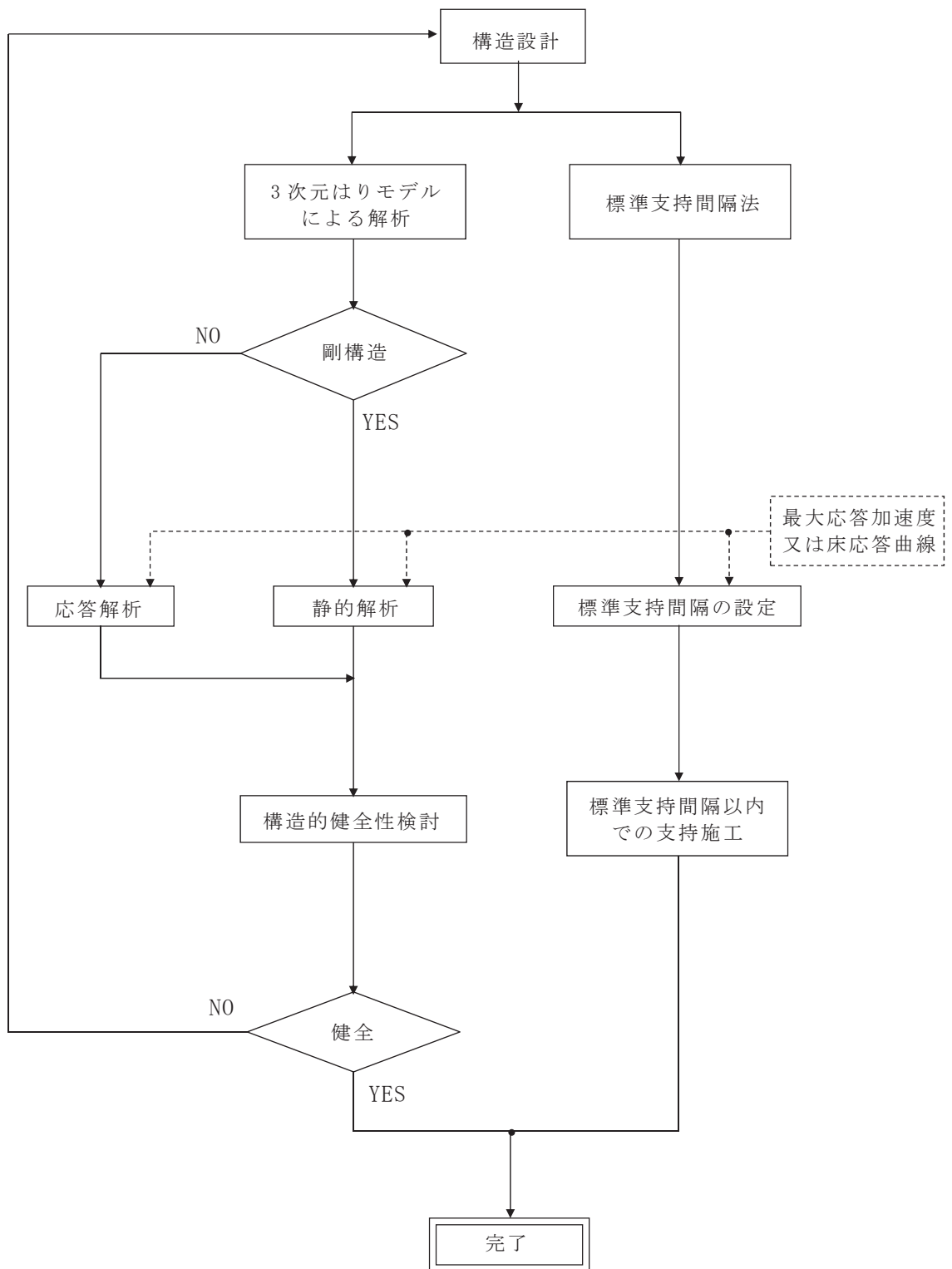


図 3-4 電路類の耐震設計フローチャート

VI-2-1-12 配管及び支持構造物の耐震計算について



## 目 次

- VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について
- VI-2-1-12-2 ダクト及び支持構造物の耐震計算について

VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について

## 目 次

1. 概要	1
2. 配管系及び支持構造物の設計手順	1
3. 配管系の設計	2
3.1 基本方針	2
3.1.1 重要度別による設計方針	2
3.1.2 配管系の設計において考慮すべき事項	3
3.2 3次元はりモデルによる解析	3
3.3 標準支持間隔法	4
3.3.1 応力を基準とした標準支持間隔法	4
3.3.2 振動数を基準とした標準支持間隔法	6
4. 支持構造物の設計	7
4.1 概要	7
4.2 基本原則	7
4.2.1 支持構造物の設計において考慮すべき事項	7
4.2.2 支持構造物の設計荷重	7
4.3 支持装置の設計	8
4.3.1 概要	8
4.3.2 支持装置の選定	8
4.3.3 支持装置の使用材料	17
4.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法	17
4.4 支持架構及び付属部品の設計	80
4.4.1 概要	80
4.4.2 支持架構及び付属部品の選定	82
4.4.3 支持架構及び付属部品の使用材料	85
4.4.4 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法	85
4.5 埋込金物の設計	93
4.5.1 概要	93
4.5.2 埋込金物の選定	94
4.5.3 埋込金物の強度及び耐震評価方法	96
5. 耐震評価結果	100
5.1 支持構造物の耐震評価結果	100
5.1.1 概要	100
5.1.2 支持構造物の耐震評価結果	100
5.2 代表的な支持構造物の耐震計算例	163
5.2.1 支持構造物の耐震計算例	163
5.2.2 個別の処置方法	163
別紙 1 メカニカルスナッパの詳細評価	

## 1. 概要

本方針は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」及び添付書類「VI-2-1-11 機器・配管の耐震支持設計方針」に基づき、配管系及びその支持構造物について、耐震設計上十分安全であるように考慮すべき事項を定めたものである。

## 2. 配管系及び支持構造物の設計手順

配管経路は建屋形状、機器配置計画とともに系統の運転条件、機器等への接近性、保守点検性の確保を考慮した上、配管系の熱による変位の吸収、耐震設計上の重要度分類に応じた耐震性の確保に関し最適設計となるよう配置を決定する。また、この際、配管内にドレンが溜まったり、エアポケットが生じたりしないようにするとともに、水撃現象の生じる可能性のあるものについては十分に配慮するものとする。地震による建屋間等相対変位を考慮する必要がある場所に配置されるものについては、その変位による変形に対して十分耐えられるようにし、また、ポンプ、容器等のノズルに対する配管反力が過大とならないよう併せて考慮する。

以上を考慮の上決定された配管経路について、多質点系モデル（3次元はりモデル）による解析又は標準支持間隔法により配管系及び支持構造物の設計を行う。

### 3. 配管系の設計

#### 3.1 基本方針

##### 3.1.1 重要度別による設計方針

配管系は耐震重要度分類，呼び径及び通常運転温度により，表 3-1 のように分類して設計を行う。ただし，表 3-1 以外の確認方法についても，その妥当性が確認できる範囲において採用するものとする。

表 3-1 配管の耐震重要度分類別による解析法

耐震重要度分類	分類		3次元はりモデルによる解析 <sup>*1</sup>			標準支持間隔法 <sup>*3</sup>
	呼び径	通常運転温度	地震	自重	熱	
S <sup>*4</sup>	65A 以上	121℃以上	○	○	○	—
		121℃未満	○	○	○	—
	50A 以下	121℃以上	○ <sup>*2</sup>	○ <sup>*2</sup>	○ <sup>*2</sup>	—
		121℃未満	—	—	—	○
B <sup>*5</sup>	65A 以上	121℃以上	○	○	○	—
		121℃未満	—	—	—	○
	50A 以下	121℃以上	○ <sup>*2</sup>	○ <sup>*2</sup>	○ <sup>*2</sup>	—
		121℃未満	—	—	—	○
C	65A 以上	121℃以上	○	○	○	—
		121℃未満	—	—	—	○
	50A 以下	121℃以上	○ <sup>*2</sup>	○ <sup>*2</sup>	○ <sup>*2</sup>	—
		121℃未満	—	—	—	○

注記\*1：耐震重要度分類が S 及び B クラスの配管で 3次元はりモデルによる解析を行い，配管系の 1次固有周期が 0.05 秒を超えた場合は，動的解析及び静的解析を実施する。

\*2：複数の配管が近接して配置され，配管の仕様条件が同等の場合には，代表計算にて確認を行うことができる。

\*3：標準支持間隔法は，3次元はりモデルによる解析にて代行することができる。

\*4：常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備，常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）を含む。

\*5：重大事故等時に耐震重要度分類が B クラスの設備の機能を代替する常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が B クラスのもの）を含む。

### 3.1.2 配管系の設計において考慮すべき事項

#### (1) 配管の分岐部

大口径配管からの分岐管については、なるべく大口径配管の近傍を支持するようにする。ただし、大口径配管の熱及び地震による変位が大きい場合には、分岐部及び分岐管に過大な応力を発生させないようにフレキシビリティを持たせた支持をする。

#### (2) 配管と機器の接続部

機器管台に加わる配管からの反力が許容反力以内となるように配管経路及び支持方法を決定する。

#### (3) 異なる建屋，構築物間を結ぶ配管系

異なる建屋，構築物間を結ぶ配管系については、建屋，構築物間の相対変位を吸収できるように、配管にフレキシビリティを持たせた構造とするか又はフレキシブルジョイントを設けるなどの配慮を行い、過大な応力を発生させないようにする。

#### (4) 弁

配管の途中に弁等の集中質量がかかる部分については、この集中質量部にできる限り近い部分を支持し、特に駆動装置付きの弁は偏心質量を考慮して、必要に応じて弁本体を支持することにより過大な応力が生じないようにする。弁は、配管よりも厚肉構造であり、発生応力は配管より小さくなる。

#### (5) 屋外配管

主要な配管は岩盤で支持したダクト構造内に配置され、建屋内配管と同様の耐震設計をする。

#### (6) 振動

配管系の支持方法及び支持点は、回転機器等の振動又は内部流体の乱れによる配管振動を生じないように考慮して決定する。

### 3.2 3次元はりモデルによる解析

3次元はりモデルによる解析では、原則として固定点から固定点までを独立した1つのブロックとして、地震荷重，自重，熱荷重等により配管に生じる応力が許容応力以下となるように配管経路及び支持方法を定める。

その具体例を示すと以下のようなになる。

まず、仮のアンカ，レストレイント位置を定めて熱応力解析を行い、必要に応じてアンカ，レストレイント位置，個数等の変更又は配管経路の見直しを行い、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。加えて、自重応力解析を行い、ハンガを追加することにより配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。次に、地震応力解析を行い、必要に応じてレストレイント位置，個数等の変更又はスナップの追加により、配管に生じる応力が許容応力以下となるようにする。

### 3.3 標準支持間隔法

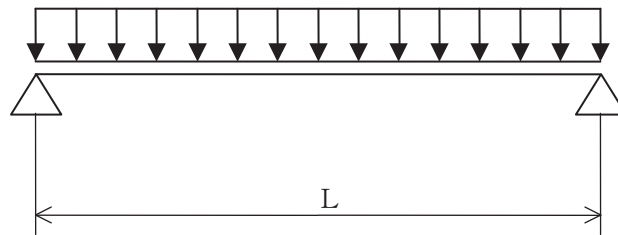
標準支持間隔法では、配管系を直管部、曲がり部、集中質量部及び分岐部に分け、それぞれに定められた支持間隔内に支持点を設定する。

#### 3.3.1 応力を基準とした標準支持間隔法

直管部の最大支持間隔については、自重によるたわみを制限する目的として基本的に自重による応力が 39.2MPa 以下になるよう支持間隔を設定する。更に直管部をモデル化し、地震荷重、自重及び内圧を考慮した応力解析を行い、配管に生じる応力が許容応力を超える場合は支持間隔を調整し、許容応力以内に収まるような最大支持間隔を求める。直管部以外の配管要素は、各要素の地震荷重による曲げモーメントが、最大支持間隔とした直管部の曲げモーメントを超えないような最大支持間隔を求める。

##### a. 直管部の最大支持間隔の算出

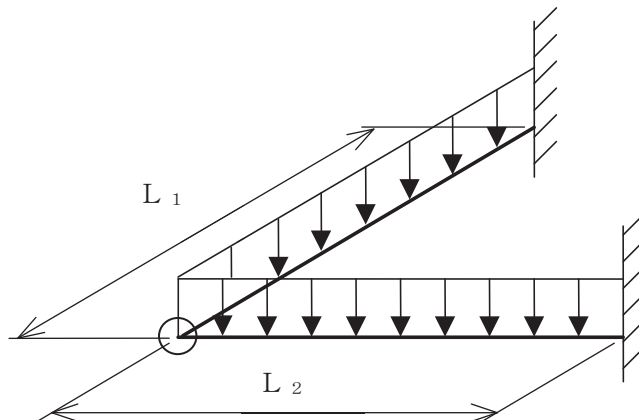
各種配管を下図のように、支持間隔  $L$  の両端単純支持でモデル化し、静的解析により最大支持間隔を求め、これ以内になるよう支持する。



このモデルを用いて地震荷重、自重及び内圧を考慮した応力解析を行い、配管に生じる応力が許容応力以下となるような最大支持間隔を求める。

##### b. 曲がり部の最大支持間隔の算出

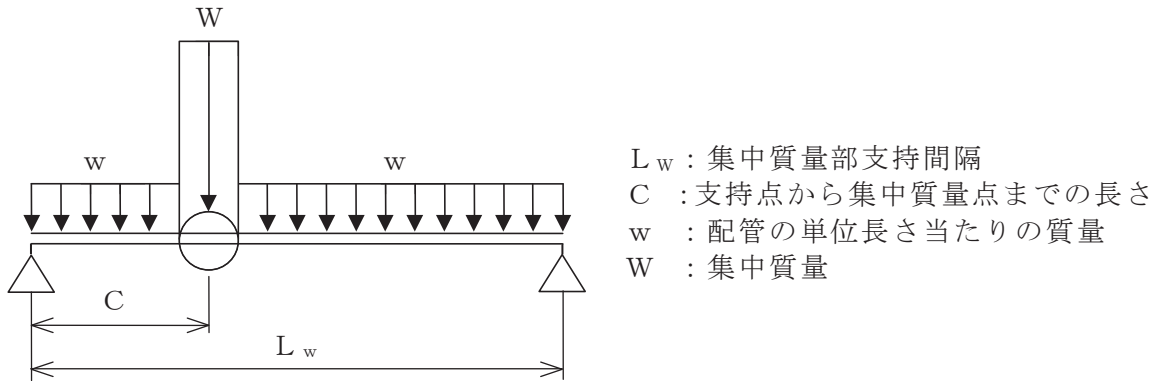
配管の曲がり部は下図のように、ピン結合両端固定の等分布質量はりにモデル化する。



$L_1 + L_2 = L_E$ とした場合、 $L_E$ は $L_1$ 、 $L_2$ を任意の値として求めた地震荷重による曲げモーメントが、直管部最大支持間隔の地震荷重による曲げモーメント以下となるように設定する。

c. 集中質量部の最大支持間隔の算出

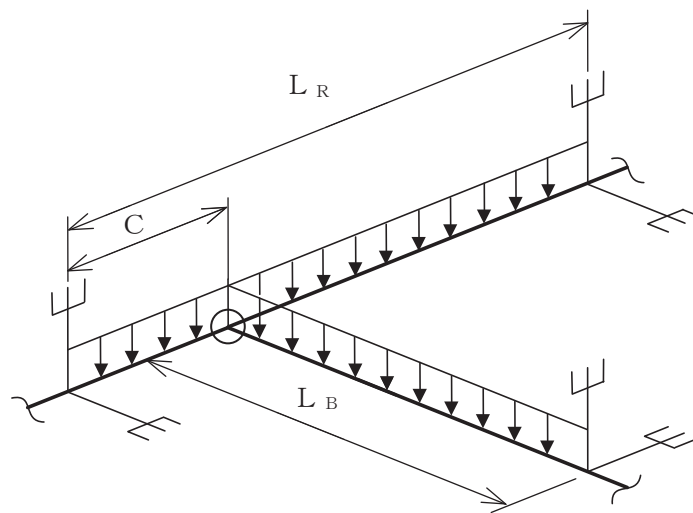
配管に弁等の集中質量がかかる場合、下図のように任意の位置に集中質量を有する両端支持のほりにモデル化する。



また、 $L_w$ は $C$ を任意の値として求めた地震荷重がかかった場合の集中荷重及び等分布荷重による合計曲げモーメントが、直管部最大支持間隔の曲げモーメントより小さくなるようにする。

d. 分岐部の最大支持間隔の算出

配管の分岐部は、下図のように、T字分岐部をピン結合とした、三つの支持端を有する単純支持ほりにモデル化する。



$L_R$  : T字部母管長さ  
 $C$  : 母管支持点から分岐管取付け点長さ  
 $L_B$  : 分岐管長さ



また、 $L_R$ 、 $L_B$ は $C$ を任意の値として求めた地震荷重による曲げモーメントが、直管部最大支持間隔の曲げモーメントより小さくなるようにする。

### 3.3.2 振動数を基準とした標準支持間隔法

配管系を剛(20Hz以上)にし、地震による過度の振動がないようにするために、配管系の各支持区間について、あらかじめ基準振動数をベースに定められた基準区間長以下となるように支持する。

#### (1) 直管部分

##### a. 配管軸直角方向の支持

両端単純支持と仮定した場合の配管径と長さの関係を1次固有振動数が基準振動数となるように定めておく。

##### b. 配管軸方向の支持

直管部分が長く、配管軸方向の動きが拘束されていない場合は軸方向の支持を行う。

#### (2) 曲り部分

曲り部分は曲り面と直角な方向(面外方向:曲り部分前後の直管部分により構成される平面に垂直な方向)の振動数が低下する。このため曲り部分の近くで面外振動を抑えるよう支持を行い、支持区間の長さを直管部分の基準長さより縮小した値とし、曲げ部分についても1次固有振動数が基準振動数を下回ることはないようにする。

#### (3) 集中質量部

配管に弁等の集中質量がかかる場合、直管部と比較して1次固有振動数が低下する。このため、原則として集中質量部自体又は近傍を支持するものとする。

#### (4) 分岐部

配管の分岐部の主管側は主管に分岐管の質量が加わるため、直管部と比較して1次固有振動数が低下する。このため、分岐管側の質量の影響を受けないよう支持を行う。

## 4. 支持構造物の設計

### 4.1 概要

支持構造物は、配管系の施設区分及び耐震重要度分類に応じた地震荷重（以下、「地震荷重」という。）、自重、熱荷重等に対して十分な強度を持たせる必要がある。

支持構造物の設計に当たっては、支持構造物の型式ごとの定格荷重、使用荷重と配管系の支持点荷重を比較する荷重評価、又は配管系の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力を比較する応力評価を行う。

本章では、支持装置、支持架構及び付属部品から構成される支持構造物並びに埋込金物の設計の基本原則、選定方針、強度及び耐震評価の方法等を示す。

### 4.2 基本原則

#### 4.2.1 支持構造物の設計において考慮すべき事項

支持構造物は、以下の点を考慮して設計する。

- (1) 支持装置及び付属部品は、配管系の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重が、使用される支持装置の定格荷重又は付属部品の使用荷重以下となるよう選定する。
- (2) 支持架構は、配管系の地震荷重、自重、熱荷重等による支持点荷重から求まる支持架構に生じる応力が、許容応力以下となるよう構造を決定する。
- (3) アンカ及びレストレイントとなる支持構造物は、建屋と共振しないように十分な剛性を持たせるものとする。
- (4) 支持構造物は点検の容易な構造とする。
- (5) 原則として、支持構造物は、埋込金物より建屋側へ荷重を伝える構造とする。
- (6) 支持構造物の設計に当たっては、J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格（以下「設計・建設規格」という。）に従い熱荷重、自重等に対して十分な強度を持たせるとともに、原子力発電所耐震設計技術指針（重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1・補-1984, J E A G 4 6 0 1-1987 及び J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）（以下「J E A G 4 6 0 1」という。）に従い、地震荷重に対して十分な強度を持たせるものとする。

#### 4.2.2 支持構造物の設計荷重

支持構造物の設計に用いる支持点荷重は、耐震設計上の重要度分類に基づく設計用地震力を条件とした配管系の3次元はりモデルによる解析又は標準支持間隔法により得られる支持点荷重を支持構造物の種別に応じて適切に組み合わせて求める。

支持構造物の設計に当たり荷重評価を行う場合は、配管系の支持点荷重と定格荷

重又は使用荷重との比較を行う。

#### 4.3 支持装置の設計

##### 4.3.1 概要

支持装置は，型式ごとに基本形状が決まっており，配管系の地震荷重，自重，熱荷重等による支持点荷重と型式ごとに設定される定格荷重の比較による荷重評価によって選定できる。

##### 4.3.2 支持装置の選定

支持装置は，以下の条件により選定する。

(1) ロッドレストレイント

支持点荷重に基づき，定格荷重で選定する。

(2) オイルスナッパ及びメカニカルスナッパ

支持点荷重及び熱膨張変位に基づき，定格荷重で選定する。

なお，メカニカルスナッパについて，許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>における支持点荷重が定格荷重を超過する場合，又は許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>における支持点荷重が定格荷重×1.5を超過する場合は，メカニカルスナッパの詳細評価を行う（詳細は別紙1に示す）。

(3) スプリングハンガ及びコンスタントハンガ

支持点荷重及び熱膨張変位に基づき，定格荷重で選定する。

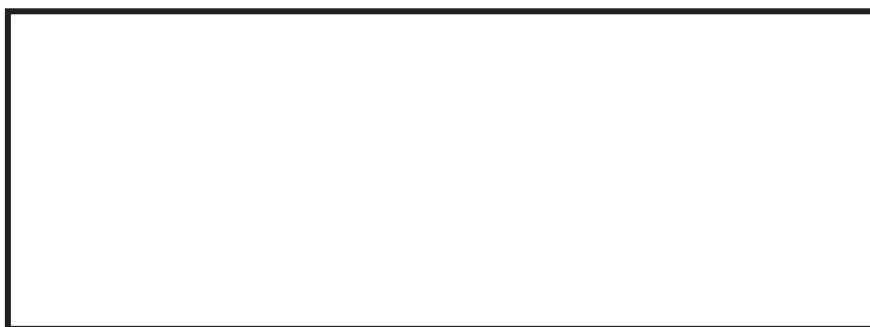
各支持装置の定格荷重及び主要寸法を表4-1～表4-5に示す。

なお，本表に示す型式及び定格荷重は代表的な支持装置を示したものであり，記載のない型式であっても，同様に設定されている定格荷重により選定を行う。

表 4-1 ロッドレストレイントの定格荷重及び主要寸法

本体 型式	定格 荷重* (kN)	主要寸法 (mm)		
		L		D
		最小	最大	
S2	6.6			
1	18.2			
2	42.6			
3	82.1			
4	107			
5	182			
6	274			

注記\*：定格荷重は、各型式における最小値を示す。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-2 オイルスナップの定格荷重及び主要寸法

本体 型式	定格 荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)		
			L	D	d
3	30				

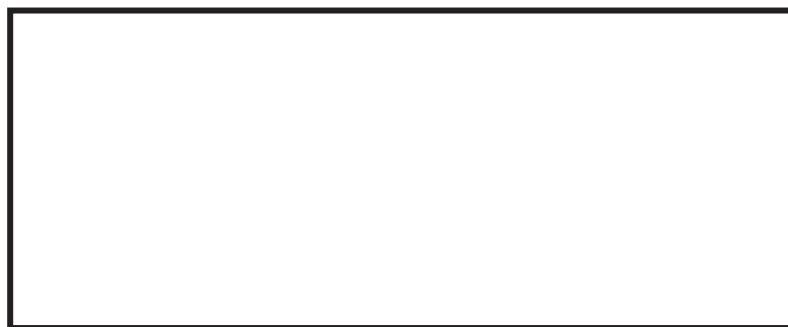


○ 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-3 メカニカルスナップの定格荷重及び主要寸法

本体 型式	定格 荷重 (kN)	ストローク (mm)	主要寸法 (mm)	
			L	D
06	6			
1	10			
3	30			
6	60			
10	100			
16	160			
25	250			



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-4-1 スプリングハンガの定格荷重

本体 型式	荷重範囲 (kN)				
	トラベルシリーズ				
	30	60	120	80	160
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

○ 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-4-2(1/2) スプリングハンガの主要寸法(吊り型)

本体 型式	主要寸法(mm)					C
	A	B				
		トラベルシリーズ				
		30	60	120	80	
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

○ 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。





枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-4-2(2/2) スプリングハンガの主要寸法(置き型)

本体 型式	主要寸法(mm)					
	A	B				C
		トラベルシリーズ				
		30	60	120	80	
01						
02						
03						
04						
05						
06						
07						
08						
09						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						

○ 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

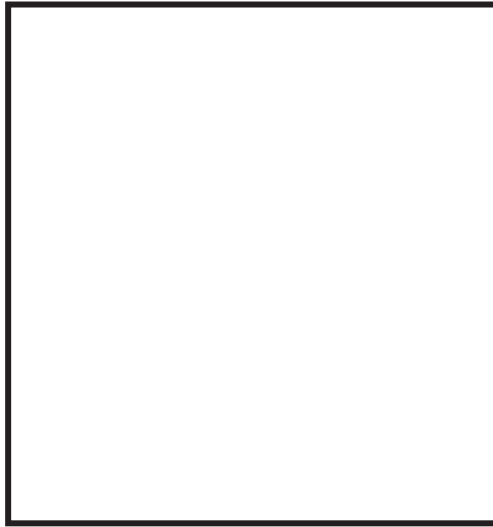


表 4-5 コンスタントハンガの定格荷重及び主要寸法

本体 型式	荷重範囲 (kN)	主要寸法 (mm)		
		A	B	C
01	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
02				
03				
04				
05				
06				



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.3.3 支持装置の使用材料

設計・建設規格の適用を受ける箇所に使用する材料は、設計・建設規格 付録材料図表 Part1 に従うものとする。

#### 4.3.4 支持装置の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

##### (1) 定格荷重

支持装置の定格荷重は、設計・建設規格及び J E A G 4 6 0 1 を満足するよう設定されたものであり、支持点荷重を上回る定格荷重が設定されている支持装置を選定することで、十分な強度及び耐震性が確保される。

##### (2) 支持装置の強度計算式

###### a. 記号の定義

支持装置の強度計算式に使用する記号は、下記のとおりとする。

###### (a) ロッドレストレイント

記号	定義	単位
$A_c$	圧縮応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$A_p$	支圧応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$A_t$	引張応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
B	クランプせん断断面寸法	mm
D	ピン径	mm
$D_1$	メインコラム外径	mm
$D_2$	メインコラム内径	mm
$D_H$	アイプレート穴径	mm
	クレビス穴径	
$D_O$	メインコラム外径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
$F_b$	曲げ応力	MPa
$F_c$	圧縮応力	MPa
$F_m$	組合せ応力	MPa
$F_p$	支圧応力	MPa
$F_s$	せん断応力	MPa
$F_t$	引張応力	MPa

記号	定義	単位
$f_c$	許容圧縮応力	MPa
H	クランプ引張断面寸法	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
i	断面二次半径	mm
L	ピン間寸法	mm
	クレビス高さ	
$l_k$	座屈長さ	mm
P	定格荷重	N
R	アイプレート半径	mm
	クレビスせん断断面寸法	
S	クレビス幅	mm
T	アイプレート板厚	mm
	クレビス板厚	
	クランプ板厚	
$T_B$	球面軸受幅	mm
W	すみ肉溶接部脚長	mm
$Z_x$	クレビス断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_y$	クレビス断面係数	mm <sup>3</sup>
$\theta$	クレビス荷重角度	deg
$\Lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—

(b) オイルスナップ

記号	定義	単位
$A_c$	圧縮応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_p$	支圧応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_t$	引張応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
B	イーヤ穴部せん断断面寸法	mm
	クランプ穴部せん断断面寸法	
	ブラケット穴部せん断断面寸法	
	ロッドエンド穴部せん断断面寸法	

記号	定義	単位
C	イーヤ引張断面寸法	mm
	クランプ引張断面寸法	
	ブラケット引張断面寸法	
	ロッドエンド引張断面寸法	
D	イーヤ穴径	mm
	クランプ穴径	
	ブラケット穴径	
	ロッドエンド穴径	
	シリンダカバー内径	
	コネクティングパイプ外径	
	ピストンロッド外径	
D <sub>1</sub>	アダプタ外径	mm
D <sub>2</sub>	アダプタ内径	mm
d	ピン径	mm
	ピストンロッド最小断面部の径	
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F <sub>c</sub>	圧縮応力	MPa
F <sub>p</sub>	支圧応力	MPa
F <sub>s</sub>	せん断応力	MPa
F <sub>t</sub>	引張応力	MPa
	内圧による引張応力	
f <sub>c</sub>	許容圧縮応力	MPa
h	すみ肉溶接部脚長	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
i	断面二次半径	mm
K	シリンダチューブ内圧	MPa
L	コネクティングパイプ長さ	mm
ℓ <sub>k</sub>	座屈長さ	mm
M	六角ボルトの呼び径	mm
	タイロッドのねじ部呼び径	
n	六角ボルトの本数	本
	タイロッドの本数	

記号	定義	単位
P	定格荷重	N
$r_1$	シリンダチューブの内半径	mm
$r_2$	シリンダチューブの外半径	mm
T	クランプ板厚	mm
	イーヤ板厚	
	ブラケット板厚	
	ロッドエンドイーヤ板厚	
t	イーヤ穴部板厚	mm
	シリンダカバー板厚	
	コネクティングパイプ板厚	
$\Lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—

(c) メカニカルスナッパ

記号	定義	単位
$A_c$	圧縮応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_p$	支圧応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_t$	引張応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
B	イーヤせん断断面寸法	mm
	ブラケット穴部せん断断面寸法	
	クランプ穴部せん断断面寸法	
	コネクティングチューブイーヤ部せん断断面寸法	
	ユニバーサルブラケット穴部せん断断面寸法	
	ユニバーサルボックス穴部せん断断面寸法	
C	イーヤ引張断面寸法	mm
	ブラケット引張断面寸法	
	クランプ引張断面寸法	
	コネクティングチューブイーヤ部引張断面寸法	
	ユニバーサルブラケット引張断面寸法	
$C_1$	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm
$C_2$	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm

記号	定義	単位
D	イーヤ穴径	mm
	ブラケット穴径	
	クランプ穴径	
	コネクティングチューブイーヤ部穴径	
	ユニバーサルブラケット穴径	
	コネクティングチューブ外径	
	ユニバーサルボックス穴径	
D <sub>1</sub>	ジャンクションコラムアダプタ外径	mm
	ロードコラム外径	
	ケースの支圧強度面内径	
	ベアリング押えの支圧強度面内径	
D <sub>2</sub>	ジャンクションコラムアダプタ内径	mm
	ロードコラム内径	
	ケースのせん断強度面の径	
	ケースの支圧強度面外径	
	ベアリング押えのせん断強度面の径	
	ベアリング押えの支圧強度面外径	
D <sub>3</sub>	ケースの引張強度面内径	mm
D <sub>4</sub>	ケースの引張強度面外径	mm
d	ピン径	mm
	イーヤ穴部の軸径	
	ユニバーサルボックス穴部の軸径	
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F <sub>c</sub>	圧縮応力	MPa
F <sub>p</sub>	支圧応力	MPa
F <sub>s</sub>	せん断応力	MPa
F <sub>t</sub>	引張応力	MPa
f <sub>c</sub>	許容圧縮応力	MPa
h	すみ肉溶接部脚長	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>



記 号	定 義	単 位
i	断面二次半径	mm
L	コネクティングチューブの長さ	mm
$l_k$	座屈長さ	mm
M	六角ボルトの呼び径	mm
n	六角ボルトの本数	本
P	定格荷重	N
T	ブラケット板厚	mm
	クランプ板厚	
	コネクティングチューブイーヤ部板厚	
	ユニバーサルブラケット板厚	
t	コネクティングチューブ板厚	mm
	イーヤ板厚	
	ケースのせん断強度面板厚	
	ベアリング押え板厚	
$t_1$	ユニバーサルボックス板厚	mm
$t_2$	ユニバーサルボックス板厚	mm
W	ユニバーサルボックス引張強度面寸法	mm
$\Lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—

(d) スプリングハンガ

記 号	定 義	単 位
$A_c$	圧縮応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_p$	支圧応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_t$	引張応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
a	上部カバー円板外径	mm
	下部カバー円板外径	
B	イーヤせん断断面寸法	mm
	クレビス穴部せん断断面寸法	
b	上部カバーイーヤ円面積変換径	mm
	下部カバー円板内径	

記 号	定 義	単 位
C	イーヤ断面寸法	mm
	クレビス引張断面寸法	
D	イーヤ穴径	mm
	ケース内径	
	クレビス穴径	
D <sub>1</sub>	ばね平均径	mm
	ロードコラム外径	
D <sub>2</sub>	ばね座外輪内径	mm
	ロードコラム内径	
D <sub>3</sub>	ばね座内輪外径	mm
d	ピン径	mm
E	ターンバックルの厚さ	mm
	縦弾性係数	MPa
F	ターンバックル外径	mm
	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
F <sub>b</sub>	曲げ応力	MPa
F <sub>c</sub>	圧縮応力	MPa
F <sub>m</sub>	組合せ応力	MPa
F <sub>p</sub>	支圧応力	MPa
F <sub>s</sub>	せん断応力	MPa
F <sub>t</sub>	引張応力	MPa
f <sub>c</sub>	許容圧縮応力	MPa
G	ターンバックルの内幅	mm
h	すみ肉溶接部脚長	mm
h <sub>1</sub>	すみ肉溶接部脚長	mm
h <sub>2</sub>	すみ肉溶接部脚長	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
i	断面二次半径	mm
J	ケース切り欠き部の幅	mm
L	ロードコラムからばね座までの距離	mm
	クレビスの板と板の距離	
ℓ <sub>k</sub>	座屈長さ	mm

記号	定義	単位
M	ハンガロッドのねじ部呼び径	mm
	ロッドのねじ部呼び径	
$M_0$	作用モーメント	N・mm
P	定格荷重	N
T	イーヤ板厚	mm
	ケース板厚	
	下部カバー板厚	
	クレビス板厚	
$T_1$	上部カバー板厚	mm
	ばね座外輪板厚	
$T_2$	ばね座内輪板厚	mm
$T_3$	ばね座板厚	mm
$T_4$	ばね座板厚	mm
Z	断面係数	mm <sup>3</sup>
$\Lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—
$\beta_8$	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図82による)	—
$\beta_9$	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図84による)	—
$\beta_{10}$	応力係数(機械工学便覧 材料力学第5章図84による)	—
$\theta$	ターンバックル断面角度	deg

(e) コンスタントハンガ

記号	定義	単位
$A_1$	ばね平均径	mm
	イーヤ寸法	
$A_p$	支圧応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
$A_t$	引張応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>

記 号	定 義	単 位
B	テンションロッドピン曲げ部寸法	mm
	フレームの板と板の距離	
	ラグプレート板厚	
	リンクプレート穴部せん断断面寸法	
C	ばね座の穴径	mm
	アッパープレートの寸法	
D	テンションロッドのねじの呼び径	mm
	ピン径	
	テンションロッド穴径	
	ハンガロッドのねじの呼び径	
	リンクプレート穴径	
D <sub>1</sub>	ロードブロックピン径	mm
	メインピン径	
D <sub>2</sub>	ターンアーム穴径	mm
D <sub>3</sub>	テンションロッドピン径	mm
D <sub>H</sub>	イーヤ穴径	mm
	フレーム穴径	
d	ピン径	mm
E	ターンバックルの厚さ	mm
F	ターンバックル外径	mm
	ばね荷重	N
F <sub>A</sub>	ばね座にかかる荷重	N
F <sub>b</sub>	曲げ応力	MPa
F <sub>m</sub>	組合せ応力	MPa
F <sub>p</sub>	支圧応力	MPa
F <sub>s</sub>	せん断応力	MPa
F <sub>t</sub>	引張応力	MPa
G	ターンバックルの内幅	mm
H	溶接部のど厚	mm
H <sub>1</sub>	フレーム穴部半径	mm

記 号	定 義	単 位
L	イーヤの板と板の距離	mm
	テンションロッド溶接長さ	
	リンクプレートの板と板の距離	
$M_0$	作用モーメント	$N \cdot mm$
P	定格荷重	N
P F	メインピンにかかる荷重	N
R	リンクプレート半径	mm
	テンションロッド穴部半径	
$R_2$	ターンアーム穴部半径	mm
S	テンションロッドピンの板と板の距離	mm
	ターンアームの板と板の距離	
	ロードブロックの寸法	
$S_1$	フレームの板と板の距離	mm
$S_2$	ターンアームの板と板の距離	mm
T	リンクプレート板厚	mm
	テンションロッドプレートの板厚	
	イーヤ板厚	
$T_A$	アッパープレート板厚	mm
$T_1$	フレーム板厚	mm
$T_2$	ばね座板厚	mm
	ターンアーム板厚	
W	イーヤ溶接部脚長	mm
$W_1$	アッパープレート溶接部脚長	mm
$W_2$	アッパープレート溶接部脚長	mm
Z	断面係数	$mm^3$
$\beta_9$	応力係数(機械工学便覧 材料力学第 5 章図 84 に よる)	—
$\theta$	ターンバックル断面角度	deg

b. 強度計算式

支持装置の強度計算式を以下に示す。

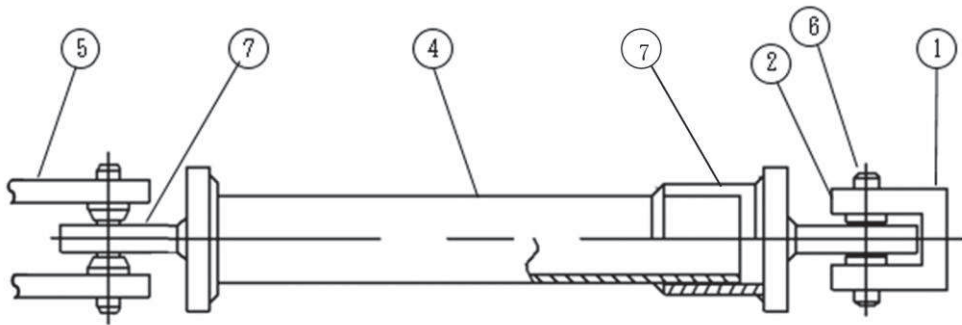
なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算できる。

(a) ロッドレストレイント

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生する引張応力（又は圧縮応力）、せん断応力及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①クレビス（本体）、②クレビス（イーヤ）、③アッセンブリ（全長）、
- ④メインコラム、⑤クランプ、⑥ピン、⑦アイプレート



③ ④および⑦のアッセンブリ（全長）

ロ. 各部材の計算式

(イ) クレビス (本体) (①)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

iv 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ロ) クレビス (イーヤ) (②)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(ハ) アッセンブリ (全長) (③)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。

許容圧縮応力

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ニ) メインコラム(④)

i せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(ホ) クランプ(⑤)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(へ) ピン(⑥)

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ト) アイプレート(⑦)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

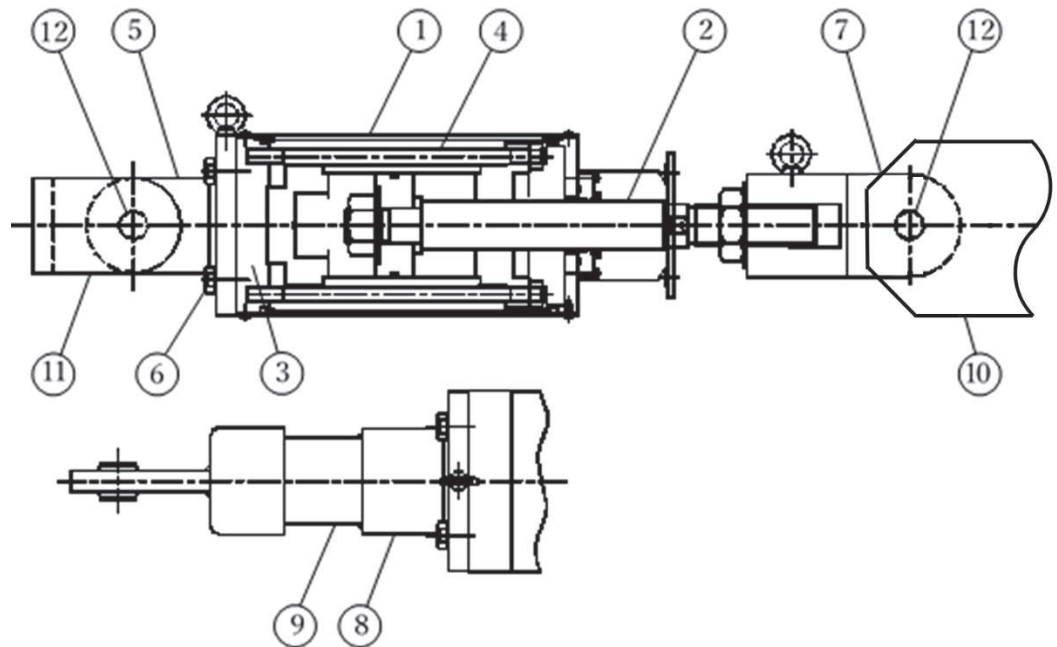
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(b) オイルスナップ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ① シリンダチューブ, ② ピストンロッド, ③ シリンダカバー,
- ④ タイロッド, ⑤ イーヤ, ⑥ 六角ボルト, ⑦ ロッドエンド, ⑧ アダプタ,
- ⑨ コネクティングパイプ, ⑩ クランプ, ⑪ ブラケット, ⑫ ピン



ロ. 各部材の計算式

(イ) シリンダチューブ(①)

i 引張応力評価

内圧により生ずる引張応力を算出し、許容応力以下であることを確認する。

(ロ) ピストンロッド(②)

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ハ) シリンダカバー(③)

i せん断応力評価

内圧により生ずるせん断応力を算出し、許容せん断応力以下であることを確認する。


(ニ) タイロッド(④)

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。


枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(ホ) イーヤ(⑤)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(へ) 六角ボルト(⑥)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ト) ロッドエンド(⑦)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(チ) アダプタ(⑧)

i 本体

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(リ) コネクティングパイプ(⑨)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。

許容圧縮応力

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ヌ) クランプ(⑩)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ル) ブラケット (㉑)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

(ヲ) ピン (㉒)

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

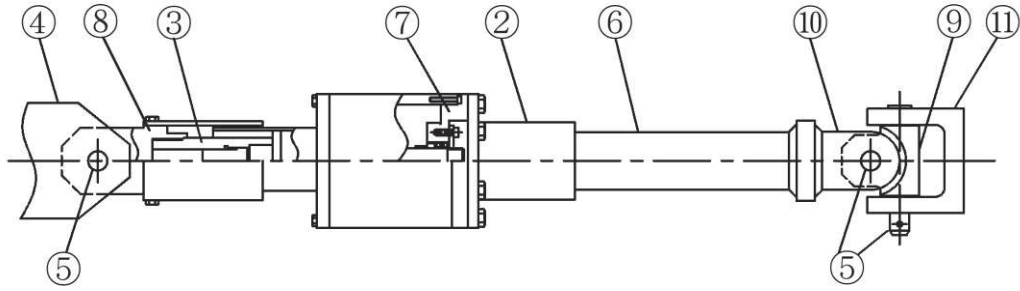
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(c) メカニカルスナッパ

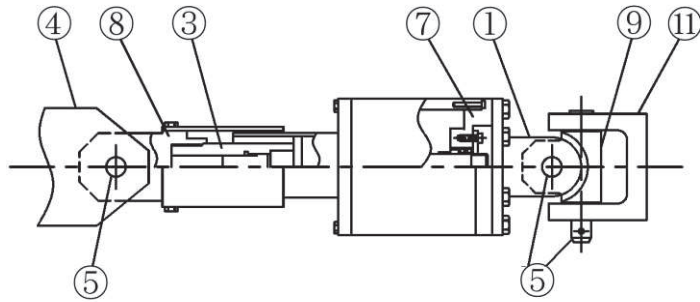
応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力（又は圧縮応力）及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①ダイレクトアタッチブラケット，
- ②ジャンクションコラムアダプタ，
- ③ロードコラム，
- ④クランプ，
- ⑤ピン，
- ⑥コネクティングチューブ，
- ⑦ケース，
- ベアリング押え及び六角ボルト，
- ⑧イーヤ，
- ⑨ユニバーサルボックス，
- ⑩コネクティングチューブイーヤ部，
- ⑪ユニバーサルブラケット



Aタイプ



Bタイプ

ロ. 各部材の計算式

(イ) ダイレクトアタッチブラケット(①), クランプ(④), コネクティングチューブイーヤ部(⑩)及びユニバーサルブラケット(⑪)

i 引張応力評価

引張応力が, 許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が, 許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が, 許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(ロ) ジャンクションコラムアダプタ(②)

i 六角ボルト

(i) 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価 (型式 06 及び 1)

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

(ii) 引張応力評価 (型式 3~25)

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

(ハ) ロードコラム(③)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ニ) ピン(⑤)

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ホ) コネクティングチューブ (⑥)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。

許容圧縮応力

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(へ) ケース，ベアリング押え及び六角ボルト(⑦)

i ケース

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

ii ベアリング押え

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(ii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

iii 六角ボルト

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ト) イーヤ(⑧)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(チ) ユニバーサルボックス(⑨)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

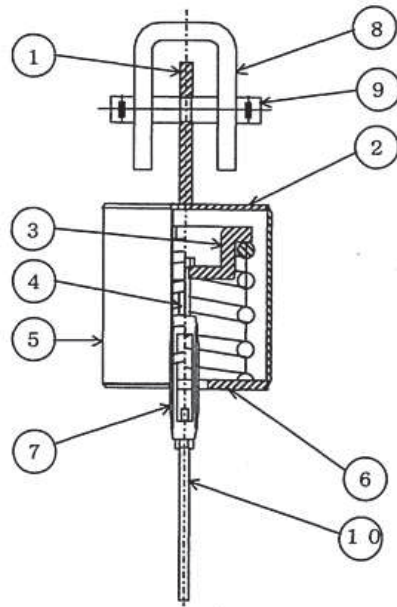
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(d) スプリングハンガ

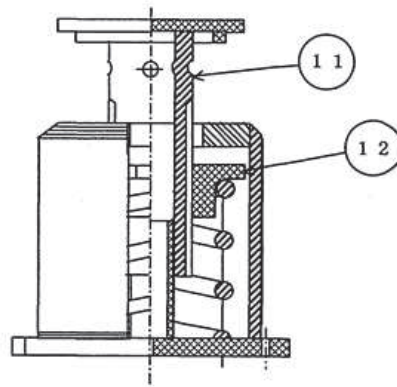
応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①イーヤ, ②上部カバー, ③ばね座 (吊り型),
- ④ハンガロッド, ⑤スプリングケース, ⑥下部カバー,
- ⑦ターンバックル, ⑧クレビス, ⑨ピン,
- ⑩ロッド, ⑪ロードコラム, ⑫ばね座 (置き型)



吊り型



置き型



ロ. 各部材の評価式

(イ) イーヤ(①)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(ロ) 上部カバー(②)

i 本体

(i) 曲げ応力評価

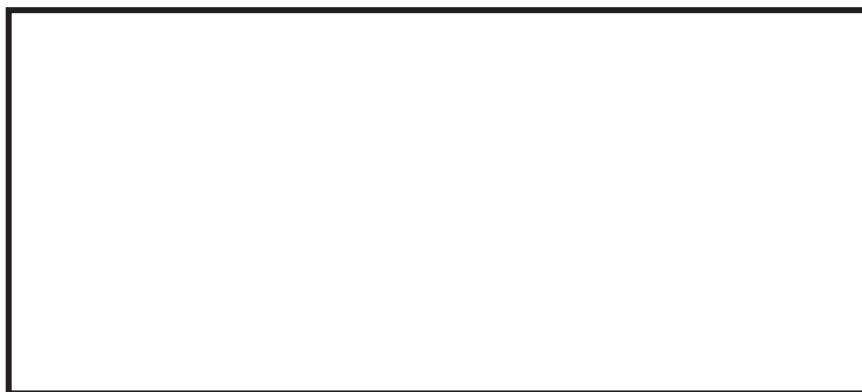
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ハ) ばね座（吊り型）(③)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ニ) ハンガロッド(④)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ホ) スプリングケース(⑤)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(へ) 下部カバー(⑥)

i 本体

(i) 曲げ応力評価

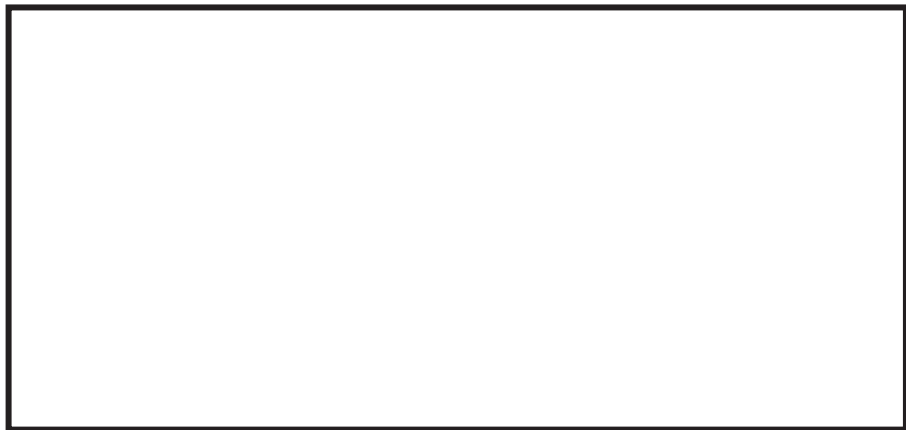
曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ト) ターンバックル(⑦)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(チ) クレビス(⑧)

i 本体

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(リ) ピン(⑨)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

(ヌ) ロッド(⑩)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(ル) ロードコラム(Ⅱ)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。

許容圧縮応力

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(フ) ばね座 (置き型) (12)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

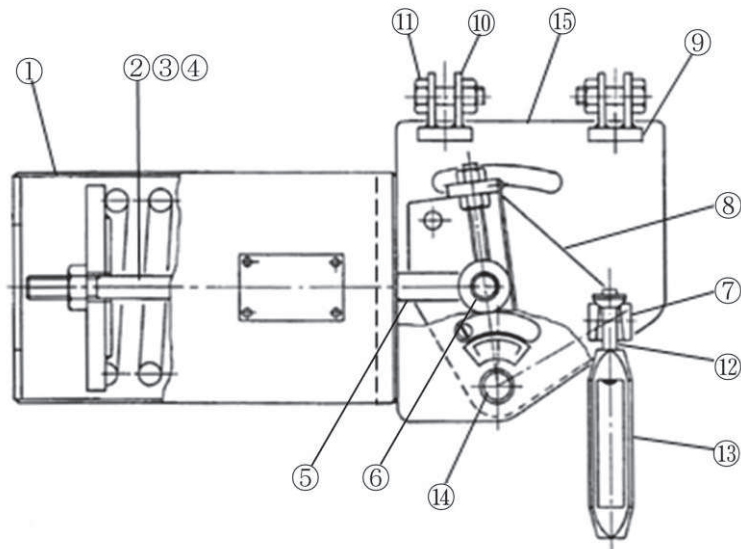
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(e) コンスタントハンガ

応力評価は、次の強度部材の最弱部に発生するせん断応力、引張応力(又は圧縮応力)及び支圧応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

イ. 強度部材

- ①ばね座, ②テンションロッド (ロッド),
- ③テンションロッド (プレート), ④テンションロッドピン,
- ⑤リンクプレート, ⑥アジャストピン, ⑦ロードブロックピン,
- ⑧ターンアーム, ⑨アッパープレート, ⑩イーヤ, ⑪ピン,
- ⑫ハンガロッド, ⑬ターンバックル, ⑭メインピン, ⑮フレーム



ロ. 各部材の評価式

(イ) ばね座(①)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が、許容曲げ応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ロ) テンションロッド (ロッド) (②)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ハ) テンションロッド (プレート) (③)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(二) テンションロッドピン(④)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ホ) リンクプレート(⑤)

i テンションロッド側穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii アジャストピン側穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(へ) アジャストピン(⑥)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ト) ロードブロックピン(⑦)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(チ) ターンアーム (⑧)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(リ) アッププレート(⑨)

i 本体

(i) 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ヌ) イーヤ(⑩)

i 穴部

(i) 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

(ii) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

(iii) 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

ii 溶接部

(i) せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ル) ピン(⑩)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

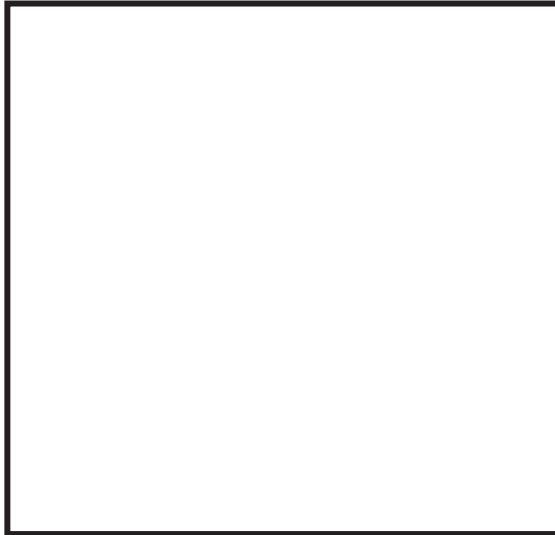
組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ヲ) ハンガロッド(⑫)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ワ) ターンバックル(⑬)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



○ 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(カ) メインピン(⑭)

i 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 組合せ応力評価

組合せ応力が，許容組合せ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(ヨ) フレーム(⑬)

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.4 支持架構及び付属部品の設計

##### 4.4.1 概要

配管系の支持架構及び付属部品(ラグ, Uボルト等)は, 配管系の支持点荷重から求まる支持構造物に生じる応力と使用材料により定まる許容応力の比較による応力評価又は使用荷重と支持点荷重の比較による荷重評価により設計する。

支持架構は, 上記応力評価によるほか, 特に機器配置, 保守点検上の配慮などを考慮して設計する必要があるため, その形状は多種多様である。支持架構の代表構造例を図 4-1 に示す。

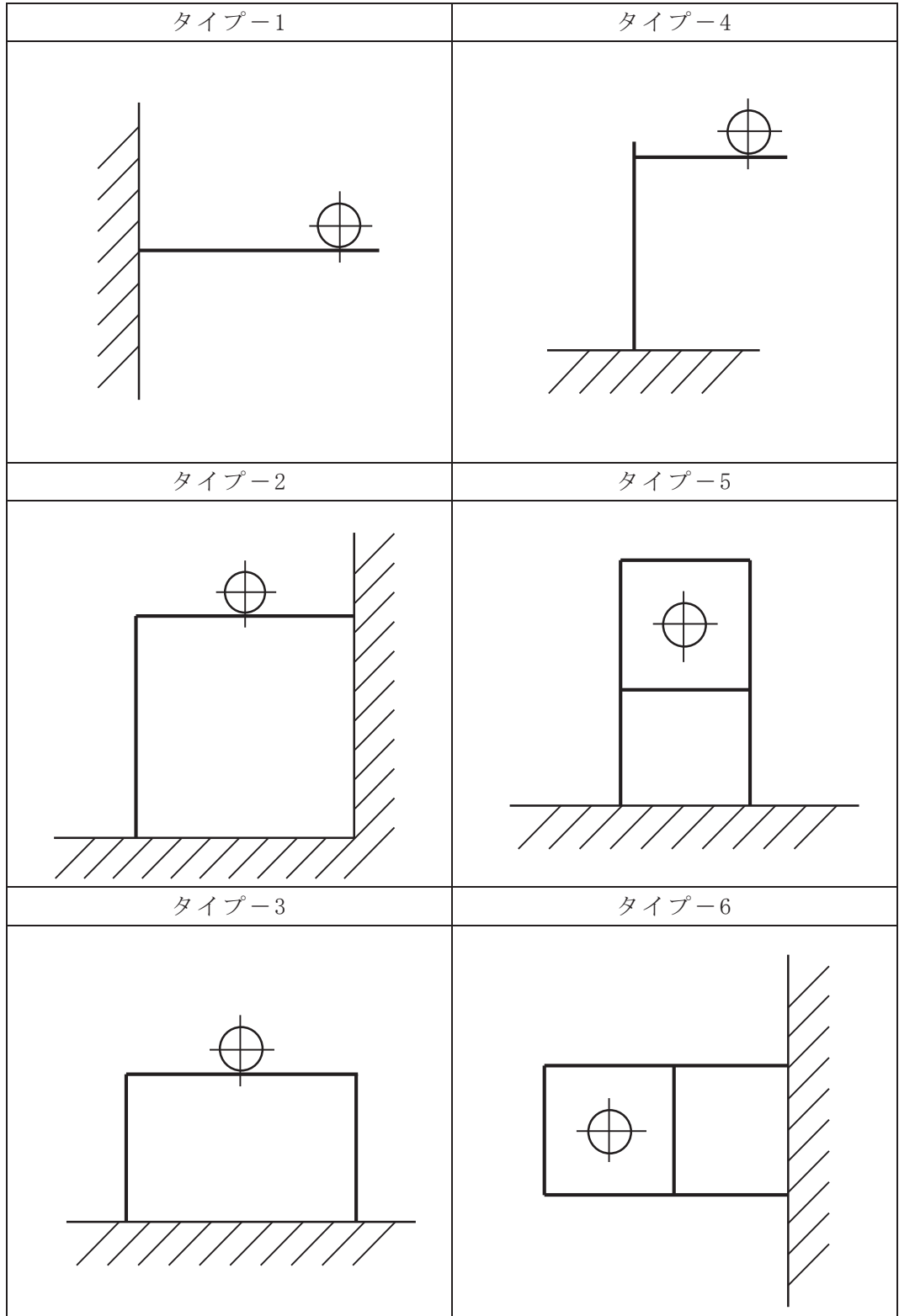


図 4-1 支持架構の代表構造例

#### 4.4.2 支持架構及び付属部品の選定

支持架構については、支持点荷重を条件とした強度及び耐震評価を行い、発生応力が許容応力を超えないように使用する鋼材(山形鋼, 溝形鋼, H形鋼, 角形鋼, 鋼管等)を決定する。

付属部品については、支持点荷重が使用荷重を超えないように使用する付属部品を選定する。

標準的に使用する鋼材及び付属部品の仕様を表 4-6～表 4-9 に示す。

なお、付属部品については、使用荷重を超える場合であっても個別の評価により健全性の確認を行うことが可能である。

表 4-6 支持架構の標準鋼材仕様

鋼材名称	材 質	鋼材サイズ
山形鋼		
溝形鋼		
H形鋼		
角形鋼		
鋼管		

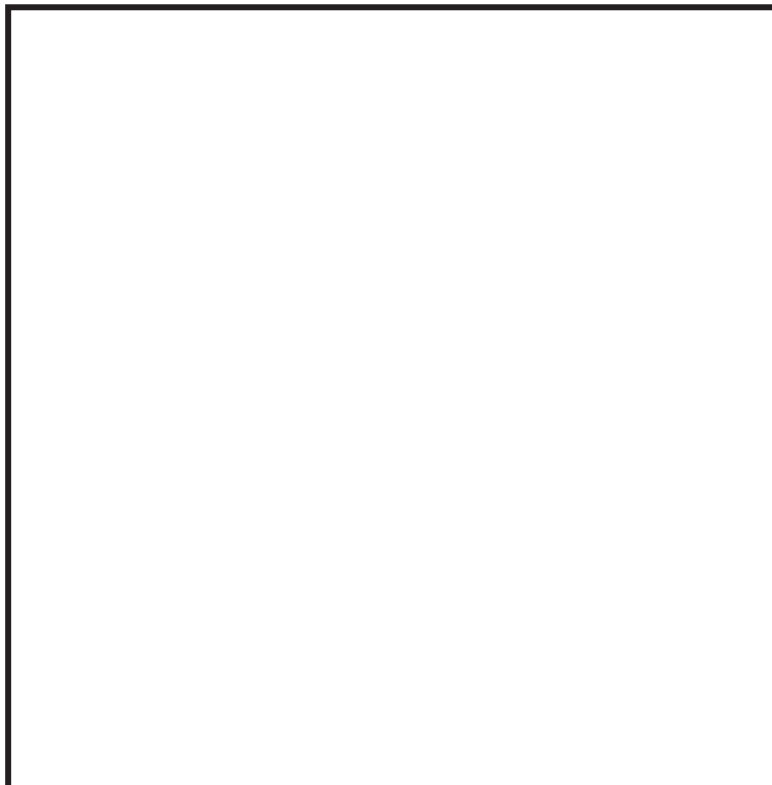
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-7 標準ラグの主要寸法 (mm)

型式番号	材質	$\phi$	$h_1$	t
H32-1				
H32-2				
H32-3				
H32-4				
H32-5				
H32-6				
H32-7				

表 4-8 標準ラグの溶接部主要寸法 (mm)

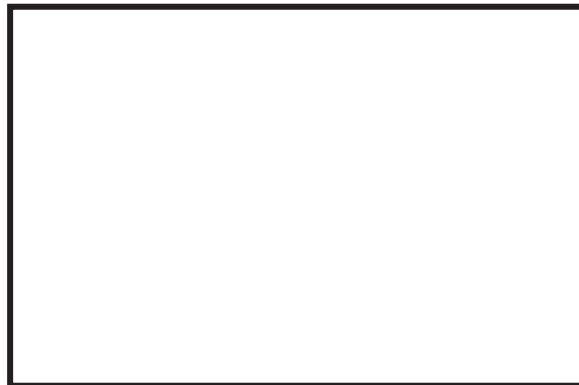
型式番号	材質	w b <sub>1</sub>	w b <sub>2</sub>	a
H32-1				
H32-2				
H32-3				
H32-4				
H32-5				
H32-6				
H32-7				



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 4-9 標準Uボルト主要寸法 (mm)

型式番号	材質	D <sub>o</sub>
U-BOLT*15A		
U-BOLT*20A		
U-BOLT*25A		
U-BOLT*32A		
U-BOLT*40A		
U-BOLT*50A		
U-BOLT*65A		
U-BOLT*80A		
U-BOLT*100A		
U-BOLT*125A		
U-BOLT*150A		



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

4.4.3 支持架構及び付属部品の使用材料

設計・建設規格の適用を受ける箇所に使用する材料は、設計・建設規格 付録材料図表 Part1 に従うものとする。ただし、ラグの材料は当該配管に適用する材料とする。

4.4.4 支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価方法

支持架構及び付属部品の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

(1) 許容応力

許容応力は、設計・建設規格及び J E A G 4 6 0 1 に基づくものとする。

許容応力状態に対する許容応力を表 4-10 に示す。

表 4-10 各許容応力状態の許容応力\*7 \*8

許容応力 状態	一次応力						一次+二次応力				
	引張	せん断	圧縮	曲げ	支圧	組合せ <sup>*5</sup>	引張 圧縮	せん断	曲げ	支圧	座屈
I <sub>A</sub> , II <sub>A</sub>	$f_t$	$f_s$	$f_c$	$f_b$	$f_p$	$f_t$	$3 \cdot f_t$	$3 \cdot f_s$ <sup>*1</sup>	$3 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$ <sup>*3</sup>	$1.5 \cdot f_s$ <sup>*3</sup> 又は $1.5 \cdot f_c$
III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_c$	$1.5 \cdot f_b$	$1.5 \cdot f_p$	$1.5 \cdot f_t$	$3 \cdot f_t$ <sup>*6</sup>	$3 \cdot f_s$ <sup>*1, *6</sup>	$3 \cdot f_b$ <sup>*2, *6</sup>	$1.5 \cdot f_p$ <sup>*4</sup>	$1.5 \cdot f_b$ <sup>*2, *4</sup> $1.5 \cdot f_s$ 又は $1.5 \cdot f_c$
IV <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_c^*$	$1.5 \cdot f_b^*$	$1.5 \cdot f_p^*$	$1.5 \cdot f_t^*$				$1.5 \cdot f_p^*$ <sup>*4</sup>	

注記\*1 : すみ肉溶接部にあつては、最大応力に対して  $1.5 \cdot f_s$  とする。

\*2 : 設計・建設規格 SSB-3121.1(4)a. により求めた  $f_b$  とする。

\*3 : 応力の最大圧縮値について評価する。

\*4 : 自重、熱等により常時作用する荷重に、地震による荷重を重ね合わせて得られる応力の圧縮最大値について評価する。

\*5 : 組合せ応力の許容応力は、設計・建設規格に基づく値とする。

\*6 : 地震動のみによる応力振幅について評価する。



- \*7 : 材料の許容応力を決定する場合の基準値  $F$  は、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値又は表 9 に定める値の 0.7 倍のいずれか小さい方の値とする。ただし、使用温度が 40 度を超えるオーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては、設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値の 1.35 倍の値、表 9 に定める 0.7 倍の値又は室温における表 8 に定める値のいずれか小さい値とする。
- \*8 :  $f_t^*$ ,  $f_s^*$ ,  $f_c^*$ ,  $f_b^*$ ,  $f_p^*$  は、 $f_t$ ,  $f_s$ ,  $f_c$ ,  $f_b$ ,  $f_p$  の値を算出する際に設計・建設規格 SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表 8 に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて計算した値とする。

#### 記号の説明

$f_t$ : 許容引張応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(1)により規定される値 ボルト等に対しては設計・建設規格 SSB-3131(1)により規定される値
$f_s$ : 許容せん断応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(2)により規定される値 ボルト等に対しては設計・建設規格 SSB-3131(2)により規定される値
$f_c$ : 許容圧縮応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(3)により規定される値
$f_b$ : 許容曲げ応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(4)により規定される値
$f_p$ : 許容支圧応力	支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(5)により規定される値

(2) 支持架構及び付属部品の強度計算式

a. 記号の定義

支持架構及び付属部品の強度計算に使用する記号は，下記のとおりとする。

(a) 支持架構

記号	定義	単位
$f_t$	許容引張応力	MPa
$\sigma_t$	引張(圧縮)応力	MPa
$\sigma_b$	曲げ応力	MPa
$\tau$	せん断応力	MPa
$\sigma$	組合せ応力	MPa
$A$	引張(圧縮)に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$Z$	曲げ応力計算に用いる断面係数	$\text{mm}^3$
$N$	引張(圧縮)方向荷重	N
$Q$	せん断方向荷重	N
$M_o$	曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$

(b) ラグ

記号	定義	単位
$f_t$	許容引張応力	MPa
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$a$	ラグ溶接部のど厚	mm
$F_a$	組合せ応力	MPa
$F_b$	曲げ応力	MPa
$F_s$	せん断応力	MPa
$h_1$	ラグの高さ	mm
$\ell$	ラグの長さ	mm
$M_o$	ラグに作用する曲げモーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$P_1$	ラグに作用する荷重	N
$w b_1$	ラグ溶接部寸法	mm
$w b_2$	ラグ溶接部寸法	mm
$Z$	曲げ応力計算に用いる断面係数	$\text{mm}^3$
$t$	ラグの板厚	mm

## (c) Uボルト

記号	定義	単位
$A_s$	せん断応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$A_t$	引張応力計算に用いる断面積	$\text{mm}^2$
$D_0$	Uボルトの径	mm
$F_a$	組合せ応力	MPa
$F_s$	せん断応力	MPa
$F_t$	引張応力	MPa
$f_t$	許容引張応力	MPa
$P_2, P_3$	Uボルトに作用する荷重	N

b. 強度計算式

支持架構及び付属部品の強度計算式を以下に示す。

なお、以下に示す強度及び耐震計算式は代表的な形状に対するものであり、記載のない形状についても、同様の計算式で計算できる。また、許容応力は、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sにおける一次応力評価(組合せ)を例として記載したものであり、許容応力状態及び応力種別に応じて適切な許容応力を用いる。

(a) 支持架構

支持架構の引張(圧縮)・せん断・曲げ応力を生じる構造部分の応力は、次の計算式で計算できる。



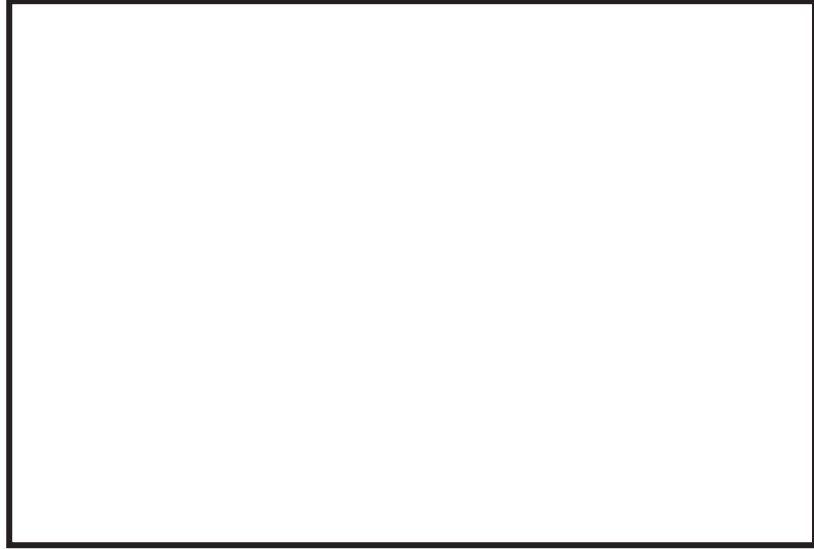
したがって、



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(b) ラグ

ラグ本体のせん断・曲げ・組合せ応力を算出し，算出結果が許容応力以内であることを確認する。



ラグ本体に発生する応力は，



したがって，



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

配管—ラグ溶接部のせん断・曲げ・組合せ応力を算出し，算出結果が許容  
応力以内であることを確認する。



配管—ラグ溶接部に発生する応力は，



したがって，



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(c) Uボルト

Uボルトの引張・せん断・組合せ応力を算出し、算出結果が許容応力以内であることを確認する。



Uボルトに発生する応力は、



又は、



したがって、



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 4.5 埋込金物の設計

### 4.5.1 概要

埋込金物は、支持装置又は支持架構を建屋側に取り付けるためのもので、コンクリート打設前に埋め込まれるものとコンクリート打設後に設置されるものがある。

埋込金物の概略図、埋込金物の代表形状を図 4-2 及び図 4-3 に示す。

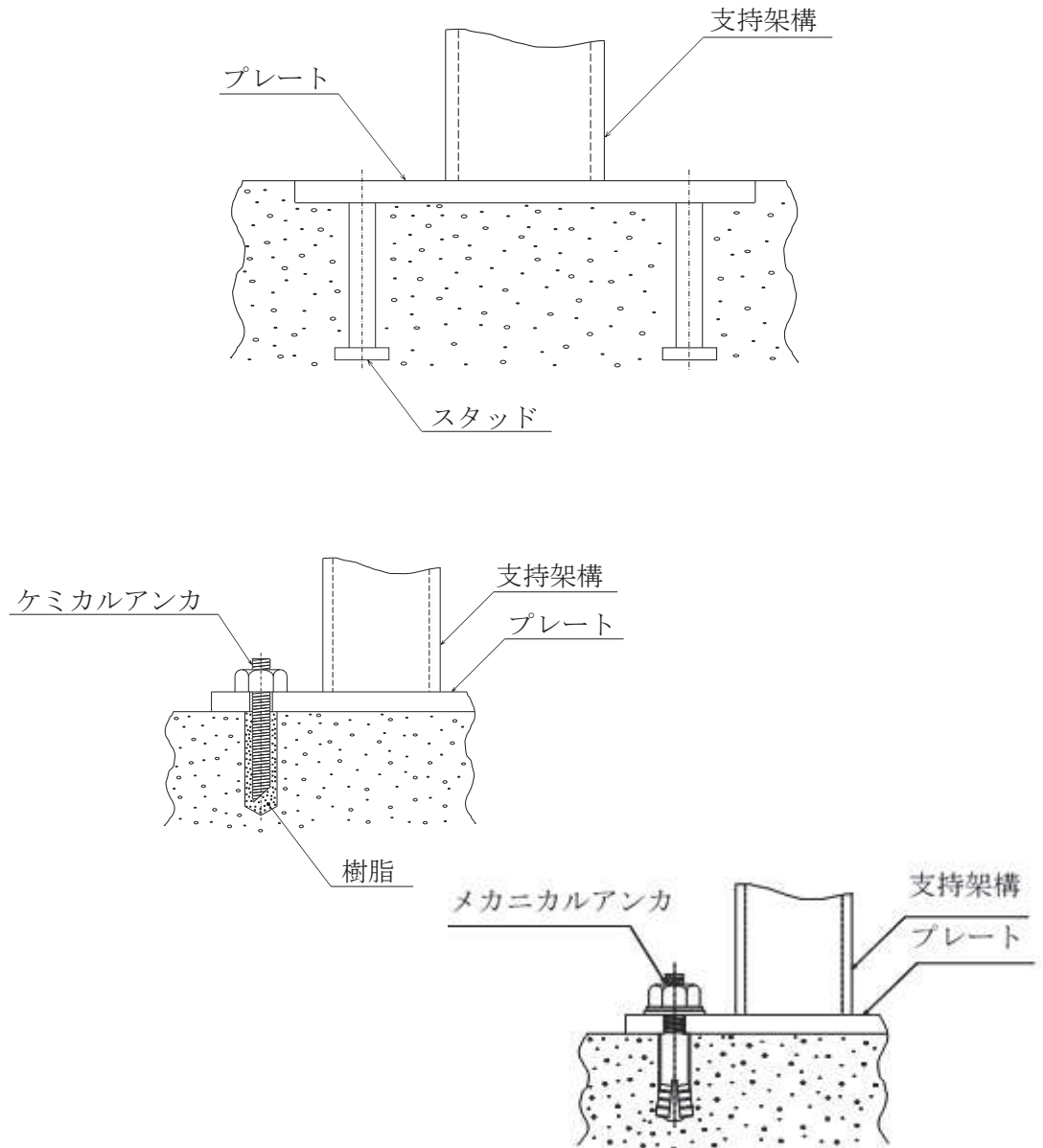
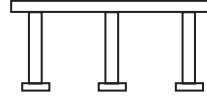
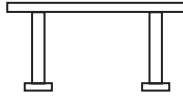
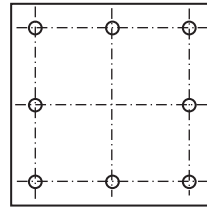
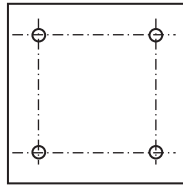


図 4-2 埋込金物の概略図





形状タイプ A

形状タイプ F

図 4-3 埋込金物の代表形状

#### 4.5.2 埋込金物の選定

埋込金物は、発生する荷重に基づき、タイプごとに定められた使用荷重を超えない範囲でタイプを選定する。

なお、使用荷重を超える場合であっても発生する荷重の作用状態による個別の強度評価により健全性の確認を行うことが可能である。

標準的な埋込金物の使用荷重及び主要寸法を表 4-11、表 4-12 に示す。

また、ケミカルアンカ及びメカニカルアンカを用いる場合には、使用箇所に発生する荷重を許容できるものをカタログから選定する。

表 4-11 標準埋込金物の使用荷重

タイプ	使用荷重 (kN)	
	引張荷重	せん断荷重
A		
B		
C		
D		
E		
F		

表 4-12 標準埋込金物の主要寸法

タイプ *	プレート			スタッド				
	長辺側 の長さ B (mm)	短辺側 の長さ W (mm)	板厚 t (mm)	外径		長さ L (mm)	本数 N	スタッドの間隔 c 長辺方向 (mm) × 短辺方向 (mm)
				d (mm)	D (mm)			
A								
B								
C								
D								
E								
F								

注記\* : 材料は,  (プレート),   
(スタッド)を使用

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

#### 4.5.3 埋込金物の強度及び耐震評価方法

埋込金物の強度及び耐震評価の方法を以下に示す。

##### (1) 許容応力及び許容荷重

許容応力及び許容荷重は、J E A G 4 6 0 1に基づくものとする。

埋込金物における各許容応力状態に対する許容応力及び許容荷重を表 4-13 に示す。

表 4-13 埋込金物における各許容応力状態の許容応力及び許容荷重

許容応力 状態	プレート	スタッド		コンクリート		
	曲げ・ せん断 共存の応力	引張 応力	せん断 応力	引張荷重		せん断荷重
				シアコーン	支圧	
I <sub>A</sub> , II <sub>A</sub>	$f_t$	$2/3 \cdot S_y$	$2/3 \cdot S_y/3^{1/2}$	$(0.31 \cdot 0.3 \cdot A_c \cdot F_c^{1/2})$	$(1/3 \cdot \alpha \cdot A_o \cdot F_c)$	$(0.4 \cdot 0.5 \cdot A_b \cdot (E_c \cdot F_c)^{1/2})$
III <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t$	$S_y$	$S_y/3^{1/2}$	$(0.31 \cdot 0.45 \cdot A_c \cdot F_c^{1/2})$	$(2/3 \cdot \alpha \cdot A_o \cdot F_c)$	$(0.6 \cdot 0.5 \cdot A_b \cdot (E_c \cdot F_c)^{1/2})$
IV <sub>A</sub> S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.2 \cdot S_y$	$1.2 \cdot S_y/3^{1/2}$	$(0.31 \cdot 0.6 \cdot A_c \cdot F_c^{1/2})$	$(0.75 \cdot \alpha \cdot A_o \cdot F_c)$	$(0.8 \cdot 0.5 \cdot A_b \cdot (E_c \cdot F_c)^{1/2})$

注 1：コンクリートの圧縮応力が支配的の場合は圧縮応力について評価する。

注 2：コンクリートの許容荷重は単位系の換算係数を用いて評価する。

注 3：許容値を算出する設計温度は常温を使用するものとする。

注 4：埋込金物の使用荷重は、プレート、スタッド及びコンクリートの評価のうち最も厳しい部位で決定する。

注 5： $f_t^*$ は、 $f_t$ の値を算出する際に設計・建設規格 SSB-3121.1(1)本文中「付録材料図表 Part5 表 8 に定める値」とあるのを「付録材料図表 Part5 表 8 に定める値の 1.2 倍の値」と読み替えて計算した値とする。

注 6：シアコーンの評価において、工学単位系から SI 単位系への換算係数 0.31 を用いて評価する。

注 7：シアコーンの許容応力状態 IV<sub>A</sub>S での引張荷重において、建屋の面内せん断ひずみ度に応じた低減係数を考慮し、J E A G 4 6 0 1 に基づく設計とする。

記号の説明

$f_t$ ：許容引張応力 支持構造物（ボルト等を除く）に対して設計・建設規格 SSB-3121.1(1)により規定される値

$S_y$  : 設計降伏点 設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定される値  
 $F_c$ ,  $A_c$ ,  $\alpha$ ,  $A_o$ ,  $E_c$ ,  $A_b$  : (2) 項の記号の定義による

(2) 強度計算式

a. 記号の定義

埋込金物の強度計算に使用する記号は，下記のとおりとする。

記号	定義	単位
P	引張荷重	N
Q	せん断荷重	N
b	プレート幅	mm
t	プレート厚さ	mm
A	プレート断面積	mm <sup>2</sup>
Z	プレートの断面係数	mm <sup>3</sup>
c	スタッドの間隔	mm
$\sigma$	プレートの曲げ・せん断共存時の応力	MPa
$f_t$	許容引張応力	MPa
N	スタッドの本数	本
d	スタッド軸部の径	mm
$A_b$	スタッド軸部の断面積	mm <sup>2</sup>
$\sigma_t$	スタッドの引張応力	MPa
$S_y$	スタッド鋼材の降伏点	MPa
q a	スタッドとスタッド周辺のコンクリートが圧壊（複合破壊）する場合の埋込金物 1 枚当たりの許容せん断荷重	N
$E_c$	コンクリートのヤング係数	MPa
$\gamma$	コンクリートの気乾単位体積重量	kN/m <sup>3</sup>
$F_c$	コンクリートの設計基準強度	MPa
p a <sub>1</sub>	コンクリートの躯体がコーン破壊する場合の埋込金物 1 枚当たりの許容引張荷重	N
$A_c$	コンクリートのコーン状破壊面の有効投影面積	mm <sup>2</sup>
p a <sub>2</sub>	スタッド頭部のコンクリート部が支圧破壊する場合の埋込金物 1 枚当たりの許容引張荷重	N
D	スタッド頭部の径	mm
$A_o$	スタッド頭部の支圧面積	mm <sup>2</sup>
$\alpha$	支圧面積と有効投影面積から定まる係数	—

b. 強度計算式

埋込金物の強度計算式を以下に示す。

なお、以下に示す許容応力及び許容荷重は、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sにおける評価を例として記載したものであり、各評価部位の許容応力状態に応じて適切な許容応力及び許容荷重を用いる。



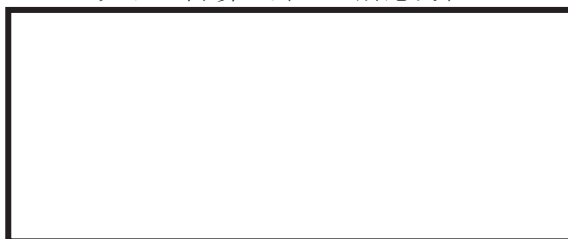
(a) プレーートの計算式



(b) スタッドの計算式(引張応力)



(c) スタッドの計算式(せん断応力)



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(d) コンクリートの計算式(せん断荷重)

ただし、 $(E_c \cdot F_c)^{1/2}$ の値は、 $500\text{N/mm}^2$ 以上、 $880\text{N/mm}^2$ 以下とする。また、 $880\text{N/mm}^2$ を超える場合は、 $(E_c \cdot F_c)^{1/2} = 880\text{N/mm}^2$ として計算する。

(e) コンクリートの計算式(引張荷重を受ける場合のシアユーン)

(f) コンクリートの計算式(引張荷重を受ける場合の支圧)

5. 耐震評価結果

5.1 支持構造物の耐震評価結果

5.1.1 概要

各支持構造物について、定められた評価荷重に対して十分な耐震強度を有することを確認した結果を以下に示す。

5.1.2 支持構造物の耐震評価結果

支持構造物における評価結果を表 5-1 に示す。

表 5-1 支持構造物の評価結果

No.	種 別		評価荷重	許容応力状態	設計温度	評価結果の表番号
1	ロッドレストレイント		定格荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-2
2	オイルスナッパ		定格荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-3
3	メカニカルスナッパ		定格荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-4
4	スプリングハンガ		定格荷重	I <sub>A</sub> , II <sub>A</sub>		表 5-5
5	コンスタントハンガ		定格荷重	I <sub>A</sub> , II <sub>A</sub>		表 5-6
6	レスト レイント	ラグ	使用荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-7-1～表 5-7-2
7		Uボルト	使用荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-8
8		支持架構	使用荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-9-1～表 5-9-14
9		埋込金物	使用荷重	Ⅲ <sub>A</sub> S		表 5-10-1～表 5-10-3

注：各評価において定格荷重又は使用荷重を超えた場合でも実際に使用される当該温度による個別の評価により、健全性の確認を行うことが可能である。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-2(1/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：①クレビス（本体）（材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		曲げ応力		組合せ応力		評価
									発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
		P (kN)	S (mm)	T (mm)	$\theta$ (deg)	L (mm)	$A_t$ (mm <sup>2</sup> )	$Z_x$ (mm <sup>3</sup> )	$Z_y$ (mm <sup>3</sup> )	$F_t$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	$F_s$ (MPa)	$f_s$ (MPa)	$F_b$ (MPa)	$f_b$ (MPa)	$F_m$ (MPa)	
S2	6.6								9	156	9	90	66	180	77	156	○
1	18.2								14	156	14	90	93	180	110	156	○
2	42.6								16	150	16	86	101	173	121	150	○
3	82.1								16	150	17	86	107	173	127	150	○
4	107								11	150	12	86	65	173	79	150	○
5	182								13	150	13	86	82	158	98	150	○
6	274								13	137	14	79	83	158	99	137	○

強度部材：②クレビス（イーヤ）（材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
									発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
		P (kN)	S (mm)	R (mm)	$D_H$ (mm)	T (mm)	$A_t$ (mm <sup>2</sup> )	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$A_p$ (mm <sup>2</sup> )	$F_t$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	$F_s$ (MPa)	$f_s$ (MPa)	$F_p$ (MPa)	
S2	6.6								15	156	15	90	24	213	○
1	18.2								20	156	37	90	47	213	○
2	42.6								21	150	39	86	70	204	○
3	82.1								22	150	39	86	66	204	○
4	107								16	150	26	86	43	204	○
5	182								18	150	34	86	55	204	○
6	274								18	137	40	79	54	187	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表5-2(2/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：③アッセンブリ (全長) (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				圧縮応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	L (mm)	A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)	
S2	6.6					24	24	○
1	18.2					32	39	○
2	42.6					45	57	○
3	82.1					54	66	○
4	107					53	85	○
5	182					52	96	○
6	274					52	102	○

強度部材：④メインコラム (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D <sub>o</sub> (mm)	W (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
S2	6.6				25	73	○
1	18.2				36	73	○
2	42.6				50	73	○
3	82.1				66	73	○
4	107				59	73	○
5	182				61	73	○
6	274				63	73	○

102

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-2(3/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：⑤クランプ (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
									発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	H (mm)	D (mm)	T (mm)	B (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
S2	6.6								8	234	7	135	23	319	○
1	18.2								22	234	19	135	51	319	○
2	42.6								18	234	30	135	105	319	○
3	82.1								28	234	43	135	137	319	○
4	107								29	234	34	135	96	319	○
5	182								36	234	37	135	120	319	○
6	274								37	234	37	135	110	319	○

強度部材：⑥ピン (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		せん断応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
S2	6.6			30	233	○
1	18.2			52	233	○
2	42.6			94	233	○
3	82.1			84	233	○
4	107			56	233	○
5	182			73	233	○
6	274			70	233	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-2(4/4) ロッドレストレイント 強度評価結果

強度部材：⑦アイプレート (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		R (mm)	D <sub>H</sub> (mm)	T (mm)	T <sub>B</sub> (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)								
S2	6.6								40	156	40	90	26	213	○
1	18.2								65	156	65	90	51	213	○
2	42.6								68	150	68	86	76	204	○
3	82.1								58	150	58	86	70	204	○
4	107								60	150	60	86	62	204	○
5	182								53	150	53	86	90	204	○
6	274								56	137	56	79	77	187	○

表 5-3(1/5) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：①シリンダチューブ (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				引張応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D (mm)	r <sub>1</sub> (mm)	r <sub>2</sub> (mm)	K (MPa)	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>				70	126	○

強度部材：②ピストンロッド (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>		128	301	○

強度部材：③シリンダカバー (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D (mm)	t (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>			6	79	○

105

表5-3(2/5) オイルスナック 強度評価結果

強度部材：④タイロッド (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生応力	許容応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>			96	303	○

強度部材：⑤イーヤ  
穴部 (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	d (mm)	t (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>								70	156	38	90	57	213	○

溶接部 (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生応力	許容応力	
	P (kN)	C (mm)	T (mm)	h (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>				53	90	○

906

表 5-3(3/5) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑥六角ボルト (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>			96	303	○

強度部材：⑦ロッドエンド (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	d (mm)	T (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>								80	137	42	79	56	187	○

107

表 5-3(4/5) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑧アダプタ

本体（材料：）

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>			26	126	○

溶接部（材料：）

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			せん断応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	h (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>			47	73	○

強度部材：⑨コネクティングパイプ（材料：）

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様						圧縮応力		評価
								発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D (mm)	t (mm)	L (mm)	A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	F (MPa)	F <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)	
3	30	<input type="text"/>						32	61	○

801

表 5-3(5/5) オイルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑩クランプ (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	
3	30									16	156	18	90	74	213	○

強度部材：⑪ブラケット (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	
3	30									25	169	20	97	63	230	○

強度部材：⑫ピン (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様		せん断応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
		P (kN)	d (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	
3	30			67	174	○

109



表5-4(1/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：①ダイレクトアタッチブラケット (材料 )

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6									18	169	14	97	36	230	○
1	10									12	169	9	97	28	230	○
3	30									25	169	20	97	63	230	○
6	60									30	169	22	97	60	230	○
10	100									33	169	24	97	66	230	○
16	160									37	169	26	97	65	230	○
25	250									35	169	25	97	66	230	○

110

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-4(2/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：②ジャンクションコラムアダプタ (1/2)

六角ボルト(材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
06	6				36	303	○
1	10				34	303	○
3	30				64	303	○
6	60				89	303	○
10	100				83	303	○
16	160				85	303	○
25	250				93	303	○

111

表5-4(3/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：②ジャンクションコラムアダプタ (2/2)

溶接部(材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様					引張応力		せん断応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	h (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
06	6						—	—	11	73	○
1	10						—	—	15	73	○
3	30						12	126	—	—	○
6	60						16	126	—	—	○
10	100						21	126	—	—	○
16	160						23	126	—	—	○
25	250						26	126	—	—	○

表5-4(4/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：③ロードコラム (型式01～6 材料：  型式10～25 材料： )

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様 D <sub>1</sub> (mm) D <sub>2</sub> (mm) A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )			引張応力		評価
					発生 応力 F <sub>t</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>t</sub> (MPa)	
06	6				35	301	○
1	10				17	220	○
3	30				49	220	○
6	60				69	220	○
10	100				82	406	○
16	160				89	406	○
25	250				83	406	○

強度部材：④クランプ (材料： )

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様 B (mm) C (mm) D (mm) T (mm) d (mm) A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> ) A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> ) A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力 F <sub>t</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>t</sub> (MPa)	発生 応力 F <sub>s</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>s</sub> (MPa)	発生 応力 F <sub>p</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6									15	156	13	90	42	213	○
1	10									12	156	12	90	37	213	○
3	30									16	156	18	90	74	213	○
6	60									24	156	24	90	75	213	○
10	100									26	150	27	86	88	204	○
16	160									19	150	21	86	63	204	○
25	250									19	150	21	86	63	204	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-4(5/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑤ピン (材料：)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 d (mm)    A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )		せん断応力		評価
				発生応力 F <sub>s</sub> (MPa)	許容応力 f <sub>s</sub> (MPa)	
06	6			27	174	○
1	10			29	174	○
3	30			67	174	○
6	60			62	174	○
10	100			71	174	○
16	160			64	127	○
25	250			64	127	○

114

強度部材：⑥コネクティングチューブ(型式06~6 材料： 型式10~25 材料：)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様 D (mm)    t (mm)    L (mm)    A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> )    E (MPa)    F (MPa)						圧縮応力		評価
								発生応力 F <sub>c</sub> (MPa)	許容応力 f <sub>c</sub> (MPa)	
06	6							15	41	○
1	10							18	34	○
3	30							32	63	○
6	60							40	63	○
10	100							37	62	○
16	160							38	71	○
25	250							41	88	○

表5-4(6/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑦ケース、ベアリング押え及び六角ボルト (1/2)

ケース (材料：)

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	D <sub>4</sub> (mm)	t (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6									2	301	14	174	24	411	○
1	10									2	220	11	127	21	300	○
3	30									4	220	32	127	63	300	○
6	60									5	220	38	127	83	300	○
10	100									9	220	36	127	117	300	○
16	160									8	220	40	127	120	300	○
25	250									11	220	41	127	101	300	○

115

ベアリング押え (材料：)

本体 型式	定格 荷重 P (kN)	強度部材仕様					せん断応力		支圧応力		評価
		D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	t (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
							F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6						16	174	24	411	○
1	10						10	174	21	411	○
3	30						29	174	63	411	○
6	60						35	174	83	411	○
10	100						37	174	117	411	○
16	160						41	174	120	411	○
25	250						42	174	101	411	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-4(7/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑦ケース、ベアリング押え及び六角ボルト (2/2)

六角ボルト (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様			引張応力		評価
					発生応力	許容応力	
	P (kN)	M (mm)	n (本)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
06	6				72	303	○
1	10				60	303	○
3	30				133	303	○
6	60				150	303	○
10	100				111	303	○
16	160				133	303	○
25	250				139	303	○

強度部材：⑧イーヤ (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
									発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	d (mm)	t (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	
06	6								23	220	14	127	26	300	○
1	10								19	220	14	127	25	300	○
3	30								52	220	31	127	56	300	○
6	60								80	220	37	127	69	300	○
10	100								114	220	48	127	89	300	○
16	160								103	220	54	127	93	300	○
25	250								104	220	43	127	77	300	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-4(8/9) メカニカルスナツバ 強度評価結果

強度部材：⑨ユニバーサルボックス (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様											引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
													発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	B (mm)	C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	D (mm)	d (mm)	t <sub>1</sub> (mm)	t <sub>2</sub> (mm)	W (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6												16	150	10	86	24	204	○
1	10												16	150	10	86	27	204	○
3	30												31	150	18	86	59	204	○
6	60												54	150	26	86	73	204	○
10	100												75	137	30	79	90	187	○
16	160												54	137	29	79	87	187	○
25	250												54	137	27	79	75	187	○

強度部材：⑩コネクティングチューブイーヤ部 (材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6									18	169	14	97	36	230	○
1	10									12	169	9	97	28	230	○
3	30									25	169	20	97	63	230	○
6	60									30	169	22	97	60	230	○
10	100									33	169	24	97	66	230	○
16	160									37	169	26	97	65	230	○
25	250									35	169	25	97	66	230	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表5-4(9/9) メカニカルスナッパ 強度評価結果

強度部材：⑪ユニバーサルブラケット (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
06	6									21	169	16	97	42	230	○
1	10									16	169	12	97	37	230	○
3	30									29	169	23	97	74	230	○
6	60									38	169	27	97	75	230	○
10	100									29	169	22	97	67	230	○
16	160									30	169	22	97	67	230	○
25	250									32	169	23	97	63	230	○

118

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(1/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ (1/2)

穴部 (材料：)

本体 型式	定格 荷重  P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		C (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	B (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
1	0.381									2	156	2	90	4	213	○
2	0.541									3	156	3	90	6	213	○
3	0.701									4	156	4	90	8	213	○
4	0.906									5	156	5	90	10	213	○
5	1.230									7	156	7	90	13	213	○
6	1.640									9	156	9	90	17	213	○
7	2.190									13	156	13	90	19	213	○
8	2.920									18	156	18	90	25	213	○
9	3.920									24	156	24	90	33	213	○
10	5.230									16	156	16	90	25	213	○
11	6.780									20	156	20	90	32	213	○
12	8.770									13	156	13	90	25	213	○
13	11.69									18	156	18	90	33	213	○
14	15.78									27	156	27	90	37	213	○
15	20.75									35	156	35	90	48	213	○
16	28.05									47	156	47	90	65	213	○
17	39.16									39	156	39	90	59	213	○
18	52.31									59	156	59	90	69	213	○
19	69.55									59	150	59	86	66	204	○
20	92.06									53	150	53	86	66	204	○
21	122.74									49	150	49	86	71	204	○
22	163.65									40	150	40	86	57	204	○
23	216.26									41	150	41	86	67	204	○

619

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(2/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：①イーヤ (2/2)

溶接部 (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生 応力	許容* 応力	
	P (kN)	C (mm)	T (mm)	h (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
1	0.381					2	40	○
2	0.541					2	40	○
3	0.701					3	40	○
4	0.906					3	40	○
5	1.230					4	40	○
6	1.640					6	40	○
7	2.190					7	40	○
8	2.920					10	40	○
9	3.920					13	40	○
10	5.230					10	40	○
11	6.780					13	40	○
12	8.770					13	40	○
13	11.69					17	40	○
14	15.78					22	40	○
15	20.75					29	40	○
16	28.05					28	40	○
17	39.16					28	40	○
18	52.31					30	40	○
19	69.55					29	39	○
20	92.06					30	39	○
21	122.74					29	39	○
22	163.65					29	39	○
23	216.26					30	39	○

注記\*：非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格 SSB-3121.1(1)b を適用する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(3/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：②上部カバー

本体（材料：）

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様							曲げ応力		評価
									発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	T <sub>1</sub> (mm)	a (mm)	T (mm)	C (mm)	b (mm)	b/a	β <sub>s</sub>	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	
1	0.381								7	180	○
2	0.541								10	180	○
3	0.701								13	180	○
4	0.906								22	180	○
5	1.230								30	180	○
6	1.640								40	180	○
7	2.190								53	180	○
8	2.920								70	180	○
9	3.920								94	180	○
10	5.230								49	180	○
11	6.780								64	180	○
12	8.770								46	180	○
13	11.69								61	180	○
14	15.78								83	180	○
15	20.75								108	180	○
16	28.05								97	180	○
17	39.16								112	180	○
18	52.31								150	180	○
19	69.55								108	173	○
20	92.06								124	173	○
21	122.74								110	173	○
22	163.65								103	173	○
23	216.26								122	173	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(4/17) スプリングハンガ 強度評価結果

溶接部 (材料: )

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生 応力	許容* 応力	
	P (kN)	J (mm)	a (mm)	h (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
1	0.381					1	40	○
2	0.541					1	40	○
3	0.701					2	40	○
4	0.906					1	40	○
5	1.230					2	40	○
6	1.640					2	40	○
7	2.190					3	40	○
8	2.920					4	40	○
9	3.920					5	40	○
10	5.230					6	40	○
11	6.780					7	40	○
12	8.770					7	40	○
13	11.69					10	40	○
14	15.78					13	40	○
15	20.75					17	40	○
16	28.05					18	40	○
17	39.16					25	40	○
18	52.31					30	40	○
19	69.55					26	39	○
20	92.06					32	39	○
21	122.74					28	39	○
22	163.65					35	39	○
23	216.26					35	39	○

注記\* : 非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格 SSB-3121.1(1)b を適用する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(5/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：③ばね座（吊り型）（本体型式01～18 材料： 本体型式19～23 プレート材料： パイプ材料：

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様												
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	D <sub>4</sub> (mm)	T <sub>1</sub> (mm)	T <sub>2</sub> (mm)	T <sub>3</sub> (mm)	T <sub>4</sub> (mm)	外輪 β9	内輪 β9	外輪 A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	内輪 A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )
1	0.381													
2	0.541													
3	0.701													
4	0.906													
5	1.230													
6	1.640													
7	2.190													
8	2.920													
9	3.920													
10	5.230													
11	6.780													
12	8.770													
13	11.69													
14	15.78													
15	20.75													
16	28.05													
17	39.16													
18	52.31													
19	69.55													
20	92.06													
21	122.74													
22	163.65													
23	216.26													

表5-5(6/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：③ばね座（吊り型）（本体型式01～18 材料： 本体型式19～23 プレート材料： パイプ材料：

本体型式	定格荷重	外輪曲げ応力		内輪曲げ応力		外輪せん断応力		内輪せん断応力		引張応力		評価
		発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
		P (kN)	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>t</sub> (MPa)	
1	0.381	12	195	19	195	-	-	-	-	-	-	○
2	0.541	17	195	27	195	-	-	-	-	-	-	○
3	0.701	22	195	35	195	-	-	-	-	-	-	○
4	0.906	21	195	29	195	-	-	-	-	-	-	○
5	1.230	29	195	39	195	-	-	-	-	-	-	○
6	1.640	40	195	52	195	-	-	-	-	-	-	○
7	2.190	54	195	61	195	-	-	-	-	-	-	○
8	2.920	72	195	81	195	-	-	-	-	-	-	○
9	3.920	93	195	108	195	-	-	-	-	-	-	○
10	5.230	73	195	91	195	-	-	-	-	-	-	○
11	6.780	94	195	118	195	-	-	-	-	-	-	○
12	8.770	48	195	58	195	-	-	-	-	-	-	○
13	11.69	65	195	77	195	-	-	-	-	-	-	○
14	15.78	88	195	92	195	-	-	-	-	-	-	○
15	20.75	117	195	121	195	-	-	-	-	-	-	○
16	28.05	64	195	78	195	-	-	-	-	-	-	○
17	39.16	90	195	98	195	-	-	-	-	-	-	○
18	52.31	121	195	121	195	-	-	-	-	-	-	○
19	69.55	106	173	143	173	18	73	17	73	19	126	○
20	92.06	108	173	138	173	24	73	22	73	26	126	○
21	122.74	116	173	136	173	32	73	29	73	34	126	○
22	163.65	101	158	111	158	34	73	26	73	45	126	○
23	216.26	109	158	112	158	45	73	34	73	60	126	○

枠組みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(7/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：④ハンガロッド (材料：)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評価
		M (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力 F <sub>t</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>t</sub> (MPa)	
1	0.381			4	117	○
2	0.541			5	117	○
3	0.701			7	117	○
4	0.906			8	117	○
5	1.230			11	117	○
6	1.640			15	117	○
7	2.190			11	117	○
8	2.920			15	117	○
9	3.920			20	117	○
10	5.230			17	112	○
11	6.780			22	112	○
12	8.770			20	112	○
13	11.69			26	112	○
14	15.78			23	112	○
15	20.75			30	112	○
16	28.05			40	112	○
17	39.16			39	112	○
18	52.31			38	103	○
19	69.55			39	103	○
20	92.06			38	103	○
21	122.74			39	103	○
22	163.65			41	103	○
23	216.26			43	103	○

125

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表5-5(8/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑤スプリングケース（材料：）

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				引張応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	T (mm)	D (mm)	J (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
1	0.381					1	156	○
2	0.541					1	156	○
3	0.701					1	156	○
4	0.906					1	156	○
5	1.230					1	156	○
6	1.640					2	156	○
7	2.190					2	156	○
8	2.920					3	156	○
9	3.920					3	156	○
10	5.230					4	156	○
11	6.780					5	156	○
12	8.770					5	156	○
13	11.69					6	156	○
14	15.78					8	156	○
15	20.75					11	156	○
16	28.05					12	156	○
17	39.16					16	156	○
18	52.31					21	156	○
19	69.55					17	156	○
20	92.06					23	156	○
21	122.74					20	156	○
22	163.65					25	156	○
23	216.26					25	156	○

126

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(9/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑥下部カバー

本体（材料：）

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様					曲げ応力		評価
							発生応力 F <sub>b</sub> (MPa)	許容応力 f <sub>b</sub> (MPa)	
		a (mm)	b (mm)	T (mm)	b/a	β <sub>10</sub>			
1	0.381						2	180	○
2	0.541						3	180	○
3	0.701						4	180	○
4	0.906						5	180	○
5	1.230						9	180	○
6	1.640						9	180	○
7	2.190						11	180	○
8	2.920						14	180	○
9	3.920						23	180	○
10	5.230						32	180	○
11	6.780						42	180	○
12	8.770						26	180	○
13	11.69						34	180	○
14	15.78						43	180	○
15	20.75						54	180	○
16	28.05						49	180	○
17	39.16						66	180	○
18	52.31						84	180	○
19	69.55						74	180	○
20	92.06						94	180	○
21	122.74						120	180	○
22	163.65						141	173	○
23	216.26						130	173	○

127

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(10/17) スプリングハンガ 強度評価結果

溶接部 (材料: )

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生 応力	許容* 応力	
	P (kN)	J (mm)	a (mm)	h (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
1	0.381					1	40	○
2	0.541					1	40	○
3	0.701					2	40	○
4	0.906					1	40	○
5	1.230					2	40	○
6	1.640					2	40	○
7	2.190					3	40	○
8	2.920					4	40	○
9	3.920					5	40	○
10	5.230					6	40	○
11	6.780					7	40	○
12	8.770					7	40	○
13	11.69					10	40	○
14	15.78					13	40	○
15	20.75					17	40	○
16	28.05					18	40	○
17	39.16					25	40	○
18	52.31					30	40	○
19	69.55					26	40	○
20	92.06					32	40	○
21	122.74					28	40	○
22	163.65					35	39	○
23	216.26					35	39	○

注記\* : 非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格 SSB-3121.1(1)b を適用する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(11/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑦ターンバックル(型式01~17 材料： 本体型式18~23 材料：)

本体 型式	定格 荷重  P (kN)	強度部材仕様					引張応力		評価
							発生 応力 F <sub>t</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>t</sub> (MPa)	
		E (mm)	F (mm)	G (mm)	θ (deg)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )			
1	0.381						2	169	○
2	0.541						2	169	○
3	0.701						2	169	○
4	0.906						3	169	○
5	1.230						4	169	○
6	1.640						5	169	○
7	2.190						4	169	○
8	2.920						5	169	○
9	3.920						6	169	○
10	5.230						8	169	○
11	6.780						10	169	○
12	8.770						9	169	○
13	11.69						12	169	○
14	15.78						10	169	○
15	20.75						13	169	○
16	28.05						18	169	○
17	39.16						21	169	○
18	52.31						25	137	○
19	69.55						26	137	○
20	92.06						33	137	○
21	122.74						41	137	○
22	163.65						52	137	○
23	216.26						43	137	○

129

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(12/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑧クレビス

本体（材料：）

本体 型式	定格 荷重  P (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		C (mm)	D (mm)	T (mm)	B (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
1	0.381									1	156	1	90	2	213	○
2	0.541									2	156	2	90	3	213	○
3	0.701									2	156	2	90	4	213	○
4	0.906									3	156	3	90	5	213	○
5	1.230									4	156	4	90	7	213	○
6	1.640									5	156	5	90	9	213	○
7	2.190									7	156	7	90	10	213	○
8	2.920									9	156	9	90	13	213	○
9	3.920									12	156	12	90	17	213	○
10	5.230									8	156	9	90	13	213	○
11	6.780									10	156	12	90	16	213	○
12	8.770									9	156	8	90	13	213	○
13	11.69									12	156	11	90	17	213	○
14	15.78									9	156	9	90	14	213	○
15	20.75									11	156	11	90	18	213	○
16	28.05									15	156	15	90	25	213	○
17	39.16									14	150	13	86	25	204	○
18	52.31									20	150	16	86	29	204	○
19	69.55									20	150	19	86	33	204	○
20	92.06									29	150	22	86	38	204	○
21	122.74									43	150	30	86	43	204	○
22	163.65									75	156	45	90	64	213	○
23	216.26									76	156	62	90	80	213	○

130

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(13/17) スプリングハンガ 強度評価結果

溶接部 (材料: )

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生 応力	許容* 応力	
	P (kN)	C (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
22	163.65					22	40	○
23	216.26					25	40	○

注記\* : 非破壊検査を実施しないため、設計・建設規格 SSB-3121.1(1)b を適用する。

表5-5(14/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑨ピン (材料：)

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様					曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	d (mm)	L (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	M <sub>o</sub> (kN・mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>m</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
1	0.381						8	213	1	90	9	156	○
2	0.541						10	213	2	90	11	156	○
3	0.701						13	213	2	90	14	156	○
4	0.906						17	213	3	90	18	156	○
5	1.230						23	213	3	90	24	156	○
6	1.640						31	213	4	90	32	156	○
7	2.190						21	204	4	86	23	150	○
8	2.920						28	204	5	86	30	150	○
9	3.920						38	204	7	86	40	150	○
10	5.230						44	204	6	86	46	150	○
11	6.780						57	204	8	86	59	150	○
12	8.770						46	204	7	86	48	150	○
13	11.69						61	204	9	86	63	150	○
14	15.78						56	204	8	86	58	150	○
15	20.75						74	204	11	86	77	150	○
16	28.05						100	204	14	86	103	150	○
17	39.16						101	187	15	79	105	137	○
18	52.31						115	187	15	79	118	137	○
19	69.55						96	187	15	79	100	137	○
20	92.06						90	187	15	79	94	137	○
21	122.74						86	187	14	79	90	137	○
22	163.65						82	187	17	79	88	137	○
23	216.26						90	187	19	79	96	137	○

132

表5-5(15/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩ロッド (材料：)

本体型式	定格荷重 P (kN)	強度部材仕様		引張応力		評価
		M (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力 F <sub>t</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>t</sub> (MPa)	
1	0.381			4	117	○
2	0.541			5	117	○
3	0.701			7	117	○
4	0.906			8	117	○
5	1.230			11	117	○
6	1.640			15	117	○
7	2.190			11	117	○
8	2.920			15	117	○
9	3.920			20	117	○
10	5.230			17	112	○
11	6.780			22	112	○
12	8.770			20	112	○
13	11.69			26	112	○
14	15.78			23	112	○
15	20.75			30	112	○
16	28.05			40	112	○
17	39.16			39	112	○
18	52.31			38	103	○
19	69.55			39	103	○
20	92.06			38	103	○
21	122.74			39	103	○
22	163.65			41	103	○
23	216.26			43	103	○

133

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表5-5(16/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑪ロードコラム (型式01～18 材料：) 本体型式19～23 材料：)

本体型式	定格荷重	強度部材仕様						圧縮応力		評価
								発生応力	許容応力	
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	L (mm)	A <sub>c</sub> (mm <sup>2</sup> )	E (MPa)	F (MPa)	F <sub>c</sub> (MPa)	f <sub>c</sub> (MPa)	
1	0.381							1	122	○
2	0.541							2	122	○
3	0.701							2	122	○
4	0.906							2	124	○
5	1.230							2	124	○
6	1.640							3	124	○
7	2.190							4	124	○
8	2.920							5	124	○
9	3.920							6	124	○
10	5.230							6	124	○
11	6.780							7	124	○
12	8.770							6	125	○
13	11.69							8	125	○
14	15.78							10	125	○
15	20.75							13	125	○
16	28.05							21	125	○
17	39.16							29	125	○
18	52.31							39	125	○
19	69.55							25	125	○
20	92.06							33	125	○
21	122.74							43	125	○
22	163.65							58	125	○
23	216.26							76	125	○

134

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-5(17/17) スプリングハンガ 強度評価結果

強度部材：⑫ばね座（置き型）（型式01～18 材料： 本体型式19～23 プレート材料： パイプ材料：

本体 型式	定格 荷重	強度部材仕様					曲げ応力		せん断応力		評価
							発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	T <sub>1</sub> (mm)	T <sub>2</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	β <sub>9</sub>	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
1	0.381						12	194	-	-	○
2	0.541						17	194	-	-	○
3	0.701						22	194	-	-	○
4	0.906						22	194	-	-	○
5	1.230						29	194	-	-	○
6	1.640						40	194	-	-	○
7	2.190						54	194	-	-	○
8	2.920						72	194	-	-	○
9	3.920						93	194	-	-	○
10	5.230						73	194	-	-	○
11	6.780						94	194	-	-	○
12	8.770						48	194	-	-	○
13	11.69						65	194	-	-	○
14	15.78						88	194	-	-	○
15	20.75						117	194	-	-	○
16	28.05						64	194	-	-	○
17	39.16						90	194	-	-	○
18	52.31						121	194	-	-	○
19	69.55						106	173	18	72	○
20	92.06						108	173	24	72	○
21	122.74						116	173	32	72	○
22	163.65						101	158	34	72	○
23	216.26						109	158	45	72	○

135

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-6(1/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：①ばね座 (材料: )

本体 型式	ばね座 にかかる 荷重	強度部材仕様				曲げ応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
	F A (kN)	A <sub>1</sub> (mm)	C (mm)	T <sub>2</sub> (mm)	$\beta_9$	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	
01	0.617					51	180	○
02	0.835					69	180	○
03	1.121					92	180	○
04	1.556					59	180	○
05	2.127					80	180	○
06	2.875					108	180	○

強度部材：②テンションロッド (ロッド) (材料: )

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
	F (kN)	D (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
01	0.617			6	156	○
02	0.835			8	156	○
03	1.121			10	156	○
04	1.556			14	156	○
05	2.127			19	156	○
06	2.875			26	156	○

136

表5-6(2/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：③テンションロッド (プレート)

穴部 (材料：)

本体 型式	ばね 荷重  F (kN)	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		R (mm)	D (mm)	T (mm)	d (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
									F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
01	0.617								4	156	4	90	11	213	○
02	0.835								5	156	5	90	14	213	○
03	1.121								6	156	6	90	19	213	○
04	1.556								10	156	10	90	17	213	○
05	2.127								13	156	13	90	23	213	○
06	2.875								18	156	18	90	30	213	○

溶接部 (材料：)

本体 型式	ばね 荷重  F (kN)	強度部材仕様			せん断応力		評価
		H (mm)	L (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	
					F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
01	0.617				3	40	○
02	0.835				4	40	○
03	1.121				5	40	○
04	1.556				6	40	○
05	2.127				8	40	○
06	2.875				11	40	○

137

表5-6(3/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：④テンションロッドピン (材料：)

本体 型式	ばね 荷重  F (kN)	強度部材仕様						曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
		S (mm)	B (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	M <sub>o</sub> (kN・mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
								F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>m</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
01	0.617							60	213	4	90	61	156	○
02	0.835							81	213	6	90	82	156	○
03	1.121							109	213	8	90	110	156	○
04	1.556							37	213	4	90	38	156	○
05	2.127							51	213	6	90	52	156	○
06	2.875							68	213	8	90	70	156	○

138

強度部材：⑤リンクプレート (材料：) (1/2)

テンションロッド側穴部

本体 型式	ばね 荷重  F (kN)	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		R (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	B (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
										F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
01	0.617									4	156	5	90	6	213	○
02	0.835									6	156	6	90	7	213	○
03	1.121									7	156	8	90	10	213	○
04	1.556									10	156	11	90	9	213	○
05	2.127									14	156	15	90	11	213	○
06	2.875									18	156	20	90	15	213	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-6(4/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑤リンクプレート (材料： (2/2)

アジャストピン側穴部

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様								引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		F (kN)	R (mm)	T (mm)	d (mm)	D (mm)	B (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	
01	0.617									6	156	6	90	5	213	○
02	0.835									7	156	7	90	6	213	○
03	1.121									10	156	10	90	8	213	○
04	1.556									11	156	11	90	9	213	○
05	2.127									15	156	15	90	11	213	○
06	2.875									20	156	20	90	15	213	○

強度部材：⑥アジャストピン (材料：)

本体 型式	ばね 荷重	強度部材仕様							曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
									発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
		F (kN)	S (mm)	L (mm)	T (mm)	d (mm)	M <sub>o</sub> (kN・ mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>m</sub> (MPa)	
01	0.617								8	204	3	86	10	150	○
02	0.835								10	204	4	86	13	150	○
03	1.121								14	204	5	86	17	150	○
04	1.556								8	204	4	86	11	150	○
05	2.127								11	204	6	86	16	150	○
06	2.875								15	204	8	86	21	150	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-6(5/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑦ロードブロックピン (材料：)

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様						曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
								発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	D <sub>1</sub> (mm)	S <sub>2</sub> (mm)	S (mm)	M <sub>0</sub> (kN・mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>m</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
01	0.641							4	213	2	90	6	156	○
02	0.868							6	213	3	90	8	156	○
03	1.165							8	213	3	90	10	156	○
04	1.617							10	213	4	90	13	156	○
05	2.211							14	213	6	90	18	156	○
06	2.988							19	213	8	90	24	156	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

強度部材：⑧ターンアーム (材料：)

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
									発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	R <sub>2</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	T <sub>2</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
01	0.641								2	156	2	90	4	213	○
02	0.868								3	156	3	90	5	213	○
03	1.165								3	156	3	90	6	213	○
04	1.617								5	156	5	90	9	213	○
05	2.211								6	156	6	90	12	213	○
06	2.988								8	156	8	90	16	213	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

表 5-6(6/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑨アッパープレート

本体（材料：）

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様						曲げ応力		評価
		B (mm)	A <sub>1</sub> (mm)	C (mm)	T <sub>A</sub> (mm)	M <sub>o</sub> (kN・mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	発生 応力 F <sub>b</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>b</sub> (MPa)	
01	0.641							20	180	○
02	0.868							26	180	○
03	1.165							35	180	○
04	1.617							49	180	○
05	2.211							67	180	○
06	2.988							90	180	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

溶接部（材料：）

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様				せん断応力		評価
		W <sub>1</sub> (mm)	W <sub>2</sub> (mm)	C (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力 F <sub>s</sub> (MPa)	許容 応力 f <sub>s</sub> (MPa)	
01	0.641					3	40	○
02	0.868					3	40	○
03	1.165					5	40	○
04	1.617					6	40	○
05	2.211					8	40	○
06	2.988					11	40	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 5-6(7/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑩イーヤ

穴部（材料：）

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様							引張応力		せん断応力		支圧応力		評価
		A <sub>1</sub> (mm)	D <sub>H</sub> (mm)	T (mm)	D (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>p</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
									F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>p</sub> (MPa)	f <sub>p</sub> (MPa)	
01	0.641								2	156	2	90	4	213	○
02	0.868								3	156	3	90	5	213	○
03	1.165								3	156	3	90	6	213	○
04	1.617								5	156	5	90	9	213	○
05	2.211								6	156	6	90	12	213	○
06	2.988								8	156	8	90	16	213	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

溶接部（材料：）

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様				せん断応力		評価
		A <sub>1</sub> (mm)	T (mm)	W (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	発生 応力	許容 応力	
						F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	
01	0.641					1	40	○
02	0.868					2	40	○
03	1.165					2	40	○
04	1.617					3	40	○
05	2.211					4	40	○
06	2.988					5	40	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-6(8/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑪ピン (材料：)

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様						曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
								発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	L (mm)	B (mm)	D (mm)	M <sub>o</sub> (kN・mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>b</sub> (MPa)	f <sub>b</sub> (MPa)	F <sub>s</sub> (MPa)	f <sub>s</sub> (MPa)	F <sub>m</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)	
01	0.641							3	656	2	277	5	481	○
02	0.868							4	656	3	277	7	481	○
03	1.165							5	656	3	277	8	481	○
04	1.617							6	656	4	277	10	481	○
05	2.211							9	656	6	277	14	481	○
06	2.988							12	656	8	277	19	481	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

強度部材：⑫ハンガロッド (材料：)

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様		引張応力		評価
				発生 応力	許容 応力	
P (kN)	D (mm)	A <sub>t</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>t</sub> (MPa)	f <sub>t</sub> (MPa)		
01	0.641			6	117	○
02	0.868			8	117	○
03	1.165			11	117	○
04	1.617			15	117	○
05	2.211			20	117	○
06	2.988			27	117	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

表 5-6(9/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑬ターンバックル (材料：)

本体 型式	定格 荷重*	強度部材仕様					引張応力		評価
							発生 応力	許容 応力	
	P (kN)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	$\theta$ (deg)	$A_t$ (mm <sup>2</sup> )	$F_t$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	
01	0.641						2	169	○
02	0.868						3	169	○
03	1.165						4	169	○
04	1.617						5	169	○
05	2.211						7	169	○
06	2.988						9	169	○

注記\*：荷重調整範囲の最大値として、定格荷重を 1.1 倍した値を使用。

強度部材：⑭メインピン (材料：)

本体 型式	メイン ピンに かかる 荷重	強度部材仕様								曲げ応力		せん断応力		組合せ応力		評価
										発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	発生 応力	許容 応力	
	P F (kN)	$D_1$ (mm)	$S_1$ (mm)	$S_2$ (mm)	$T_1$ (mm)	$T_2$ (mm)	$M_o$ (kN・mm)	Z (mm <sup>3</sup> )	$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$F_b$ (MPa)	$f_b$ (MPa)	$F_s$ (MPa)	$f_s$ (MPa)	$F_m$ (MPa)	$f_t$ (MPa)	
01	0.827									30	213	6	90	32	156	○
02	1.119									40	213	8	90	43	156	○
03	1.502									54	213	10	90	57	156	○
04	2.084									44	213	10	90	48	156	○
05	2.849									59	213	13	90	64	156	○
06	3.851									80	213	17	90	86	156	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表5-6(10/10) コンスタントハンガ 強度評価結果

強度部材：⑮フレーム (材料：)

本体 型式	メイン ピンに かかる 荷重	強度部材仕様				せん断応力		評価
						発生 応力	許容 応力	
		P F (kN)	H <sub>1</sub> (mm)	D <sub>H</sub> (mm)	T <sub>1</sub> (mm)	A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	F <sub>s</sub> (MPa)	
01	0.827					1	90	○
02	1.119					2	90	○
03	1.502					2	90	○
04	2.084					3	90	○
05	2.849					4	90	○
06	3.851					5	90	○

表 5-7-1 標準ラグの耐震計算結果（ラグ本体）

型式番号	使用荷重 (N)	組合せ応力 (MPa)		評 価
	P <sub>1</sub>	発生応力	許容応力	
H32-1		132	166	○
H32-2		150	166	○
H32-3		150	166	○
H32-4		150	166	○
H32-5		150	166	○
H32-6		150	166	○
H32-7		150	166	○

表 5-7-2 標準ラグの耐震計算結果（配管ーラグ溶接部）

型式番号	使用荷重 (N)	組合せ応力 (MPa)		評 価
	P <sub>1</sub>	発生応力	許容応力	
H32-1		115	127	○
H32-2		95	127	○
H32-3		101	127	○
H32-4		104	127	○
H32-5		72	127	○
H32-6		82	127	○
H32-7		96	127	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

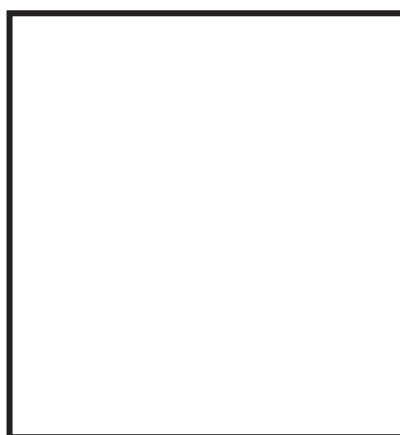
表 5-8 標準Uボルトの耐震計算結果

型式番号	使用荷重 (N)		組合せ応力 (MPa)		評価
	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	発生 応力	許容 応力	
U-BOLT*15A			194	215	○
U-BOLT*20A			194	215	○
U-BOLT*25A			194	215	○
U-BOLT*32A			194	215	○
U-BOLT*40A			194	215	○
U-BOLT*50A			194	215	○
U-BOLT*65A			194	215	○
U-BOLT*80A			194	215	○
U-BOLT*100A			194	215	○
U-BOLT*125A			194	215	○
U-BOLT*150A			194	215	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-1 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	88	234
				L-100×100×10	65	234
				L-100×100×10	130	234
				□125×125×6	105	216
				□175×175×6	112	216
				L-50×50×6	145	234
				L-100×100×10	106	234
				□100×100×6	87	216
				□150×150×6	111	216
				□200×200×9	89	216
				L-65×65×6	113	234
				L-100×100×10	147	234
				□100×100×6	118	216
				□175×175×6	109	216
				□200×200×9	118	216



基本形状：タイプ-1

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-2 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	17	234
				L-50×50×6	84	234
				L-50×50×6	167	234
				L-100×100×10	86	234
				L-100×100×10	171	234
				L-50×50×6	25	234
				L-50×50×6	124	234
				L-65×65×6	143	234
				L-100×100×10	119	234
				□100×100×6	118	216
				L-50×50×6	33	234
				L-50×50×6	163	234
				L-75×75×6	140	234
				L-100×100×10	152	234
				□125×125×6	94	216



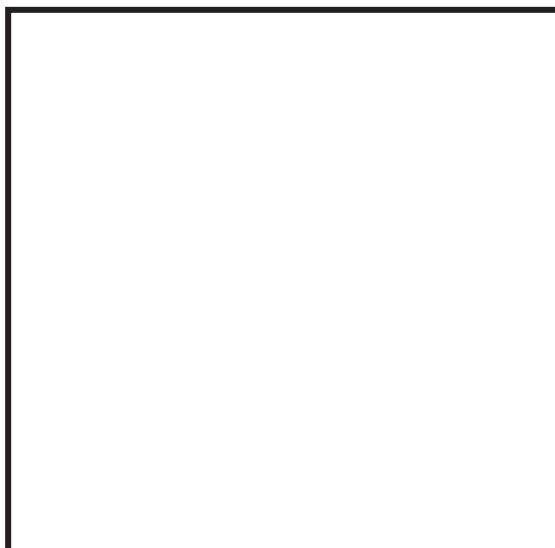
基本形状：タイプ-2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 5-9-3 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	18	234
				L-50×50×6	86	234
				L-50×50×6	172	234
				L-100×100×10	89	234
				L-100×100×10	177	234
				L-50×50×6	26	234
				L-50×50×6	128	234
				L-65×65×6	147	234
				L-100×100×10	123	234
				□100×100×6	121	216
				L-50×50×6	34	234
				L-50×50×6	169	234
				L-75×75×6	145	234
				L-100×100×10	157	234
				□125×125×6	97	216

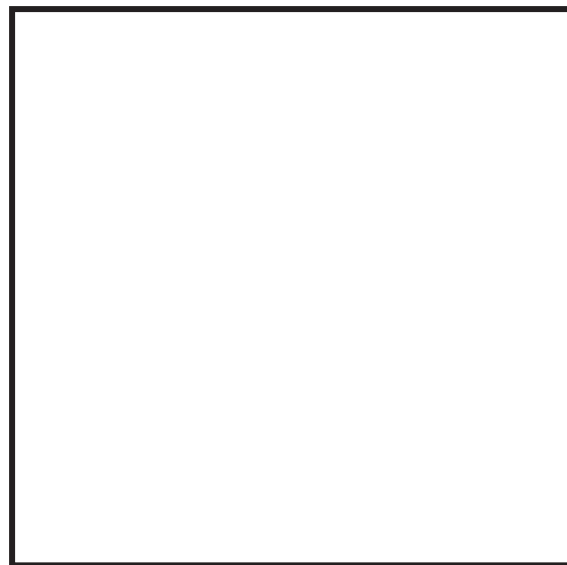


基本形状：タイプ-2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-4 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	18	234
				L-50×50×6	89	234
				L-50×50×6	177	234
				L-100×100×10	92	234
				□100×100×6	104	216
				L-50×50×6	27	234
				L-50×50×6	132	234
				L-65×65×6	152	234
				L-100×100×10	127	234
				□100×100×6	126	216
				L-50×50×6	35	234
				L-50×50×6	174	234
				L-75×75×6	150	234
				L-100×100×10	162	234
				□125×125×6	100	216



基本形状：タイプ-2

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-5 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	45	234
				L-65×65×6	128	234
				□75×75×4.5	70	216
				□100×100×6	95	216
				□150×150×6	91	216
				L-50×50×6	49	234
				L-65×65×6	137	234
				L-100×100×10	73	234
				□100×100×6	96	216
				□125×125×6	123	216
				L-50×50×6	60	234
				L-65×65×6	166	234
				L-100×100×10	86	234
				□100×100×6	108	216
				□150×150×6	93	216



基本形状：タイプ-3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-6 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	60	234
				L-75×75×6	128	234
				L-100×100×10	93	234
				□125×125×6	82	216
				□150×150×6	118	216
				L-50×50×6	63	234
				L-75×75×6	133	234
				L-100×100×10	95	234
				□100×100×6	123	216
				□150×150×6	112	216
				L-50×50×6	74	234
				L-75×75×6	154	234
				L-100×100×10	108	234
				□125×125×6	84	216
□150×150×6	117	216				



基本形状：タイプ-3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-7 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-50×50×6	82	234
				L-100×100×10	64	234
				L-100×100×10	127	234
				□125×125×6	110	216
				□175×175×6	121	216
				L-50×50×6	85	234
				L-100×100×10	64	234
				L-100×100×10	127	234
				□125×125×6	104	216
				□175×175×6	111	216
				L-50×50×6	96	234
				L-100×100×10	70	234
				L-100×100×10	140	234
				□125×125×6	108	216
				□175×175×6	111	216



基本形状：タイプ-3

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-8 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-65×65×6	50	234
				□100×100×6	28	216
				□125×125×6	35	216
				□175×175×6	56	216
				□200×200×9	62	216
				L-65×65×6	81	234
				□100×100×6	43	216
				□125×125×6	54	216
				□200×200×9	45	216
				□250×250×12	46	216
				L-75×75×6	84	234
				□100×100×6	59	216
				□125×125×6	73	216
				□200×200×9	59	216
				□250×250×12	60	216

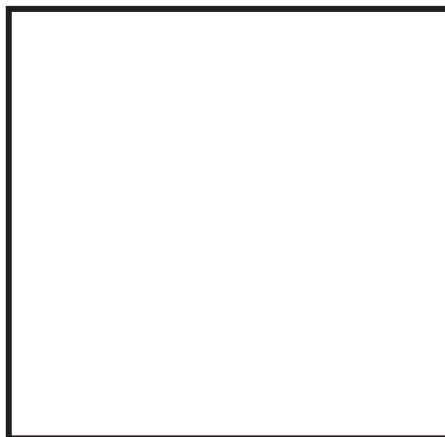


基本形状：タイプ-4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-9 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-65×65×6	65	234
				□100×100×6	36	216
				□125×125×6	44	216
				□200×200×9	38	216
				□250×250×12	39	216
				L-75×75×6	60	234
				□100×100×6	43	216
				□125×125×6	54	216
				□200×200×9	45	216
				□250×250×12	46	216
				L-75×75×6	84	234
				□100×100×6	59	216
				□150×150×6	50	216
				□200×200×9	59	216
				□250×250×12	60	216

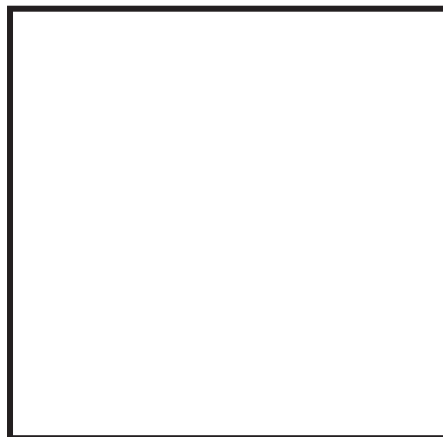


基本形状：タイプ-4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-10 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				L-75×75×6	84	234
				□100×100×6	59	216
				□150×150×6	50	216
				□200×200×9	59	216
				□250×250×12	60	216
				L-100×100×10	21	234
				□100×100×6	43	216
				□150×150×6	37	216
				□200×200×9	45	216
				□250×250×12	46	216
				L-100×100×10	30	234
				□125×125×6	37	216
				□150×150×6	50	216
				□200×200×9	59	216
				□300×300×12	42	216



基本形状：タイプ-4

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 5-9-11 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				□75×75×4.5	6	216
				□75×75×4.5	30	216
				□75×75×4.5	59	216
				□100×100×6	84	216
				□125×125×6	114	216
				□75×75×4.5	12	216
				□75×75×4.5	57	216
				□100×100×6	53	216
				□125×125×6	105	216
				□175×175×6	118	216
				□75×75×4.5	17	216
				□75×75×4.5	85	216
				□100×100×6	78	216
				□150×150×6	111	216
				□200×200×9	95	216



基本形状：タイプ-5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-12 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				□75×75×4.5	6	216
				□75×75×4.5	28	216
				□75×75×4.5	56	216
				□100×100×6	80	216
				□125×125×6	108	216
				□75×75×4.5	11	216
				□75×75×4.5	55	216
				□100×100×6	50	216
				□125×125×6	100	216
				□175×175×6	112	216
				□75×75×4.5	17	216
				□75×75×4.5	82	216
				□100×100×6	75	216
				□150×150×6	106	216
				□200×200×9	90	216

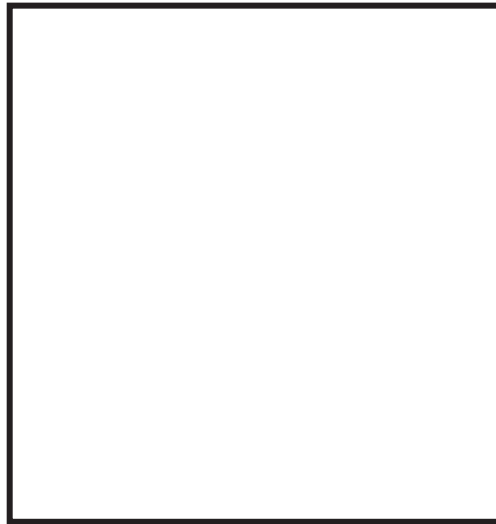


基本形状：タイプ-5

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-13 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				□75×75×4.5	6	216
				□75×75×4.5	30	216
				□75×75×4.5	59	216
				□100×100×6	84	216
				□125×125×6	114	216
				□75×75×4.5	12	216
				□75×75×4.5	57	216
				□100×100×6	53	216
				□125×125×6	105	216
				□175×175×6	118	216
				□75×75×4.5	17	216
				□75×75×4.5	85	216
				□100×100×6	78	216
				□150×150×6	111	216
				□200×200×9	95	216

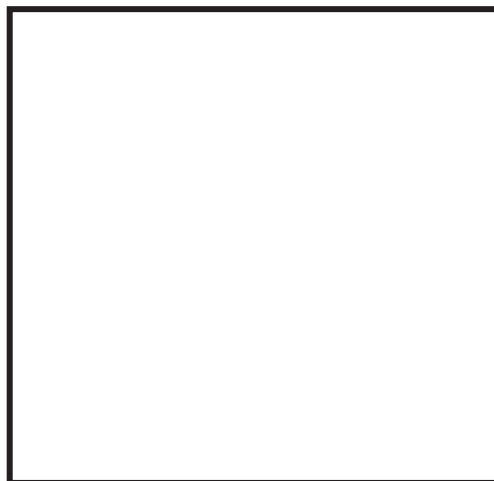


基本形状：タイプ-6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-9-14 支持架構の耐震計算結果

支持架構寸法		荷重 (kN)		鋼材サイズ	組合せ応力 (MPa)	
H (mm)	L (mm)	水平	鉛直		発生応力	許容応力
				□75×75×4.5	6	216
				□75×75×4.5	28	216
				□75×75×4.5	56	216
				□100×100×6	80	216
				□125×125×6	108	216
				□75×75×4.5	11	216
				□75×75×4.5	55	216
				□100×100×6	50	216
				□125×125×6	100	216
				□175×175×6	112	216
				□75×75×4.5	17	216
				□75×75×4.5	82	216
				□100×100×6	75	216
				□150×150×6	106	216
				□200×200×9	90	216



基本形状：タイプ-6

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-10-1 埋込金物の耐震計算結果(プレート)

タイプ	使用荷重 (kN)		曲げ・せん断 共存時の応力 (MPa)		評価
	引張荷重	せん断荷重	発生応力	許容応力	
A			211	245	○
B			231	245	○
C			186	245	○
D			215	235	○
E			209	235	○
F			233	235	○

表 5-10-2 埋込金物の耐震計算結果(スタッド)

タイプ	使用荷重 (kN)		引張応力 (MPa)		せん断応力 (MPa)		評価
	引張荷重	せん断荷重	発生応力	許容応力	発生応力	許容応力	
A			100	235	83	135	○
B			162	235	100	135	○
C			131	235	75	135	○
D			175	235	97	135	○
E			177	235	100	135	○
F			139	235	90	135	○

表 5-10-3 埋込金物の耐震計算結果(コンクリート)

タイプ	使用荷重 (kN)		引張荷重 (kN)				せん断荷重 (kN)		評価
			シアコーン		支圧				
	引張荷重	せん断荷重	発生荷重	許容荷重	発生荷重	許容荷重	発生荷重	許容荷重	
A			80	136.3	80	383.4	50	212.3	○
B			130	172.1	130	396.5	60	212.3	○
C			105	121.4	105	361.7	45	212.3	○
D			265	297.3	265	502.2	110	401.4	○
E			200	227.5	200	449.3	85	299.4	○
F			420	590.9	420	1004.4	205	802.8	○

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 5.2 代表的な支持構造物の耐震計算例

### 5.2.1 支持構造物の耐震計算例

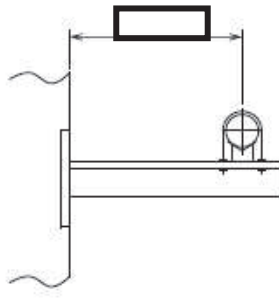
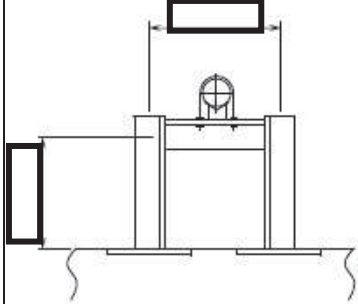
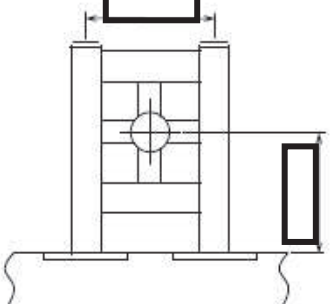
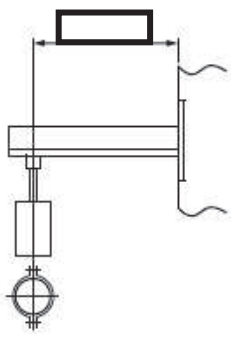
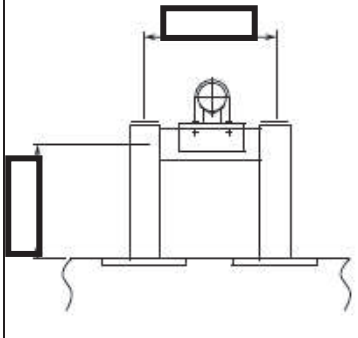
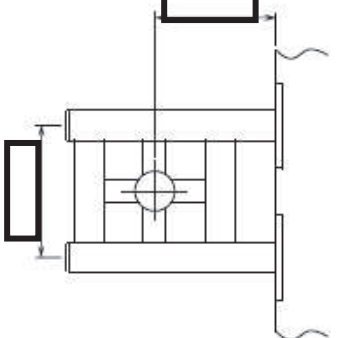
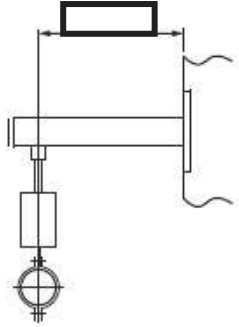
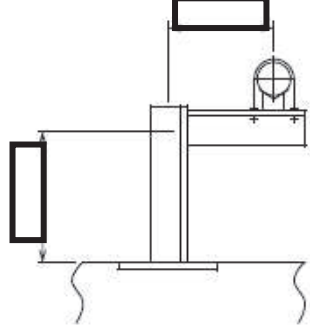
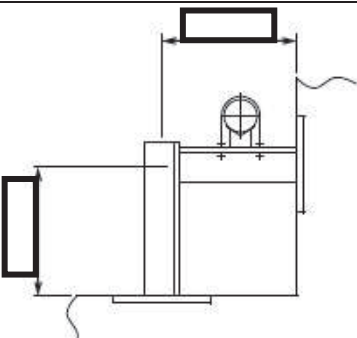
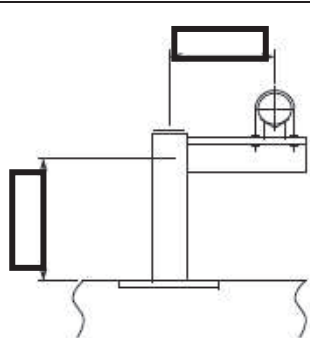
代表的な支持構造物を表 5-11 に，耐震計算例を表 5-12-1～表 5-12-10 に示す。

なお，本項における耐震計算結果は，代表的な支持構造物の例を示したものであり，本項に記載のない支持構造物についても同様な評価を行う。

### 5.2.2 個別の処置方法

支持構造物の評価において，支持点荷重が定格荷重又は使用荷重を超えた場合には，標準支持間隔法であれば支持間隔の短縮化等による支持点荷重低減，3次元はりモデル解析であれば使用鋼材又は構造の見直し等により強度向上を図るものとする。

表 5-11 代表的な支持構造物

タイプ-1-1	タイプ-3-1	タイプ-5
		
タイプ-1-2	タイプ-3-2	タイプ-6
		
タイプ-1-3	タイプ-4-1	
		
タイプ-2	タイプ-4-2	
		

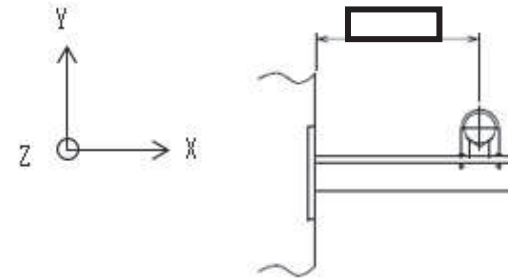
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12-1 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-1-1)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
5000	5000	—



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	106	234

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	U-BOLT*100A	5000	5000		

② 評価結果

評 価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 5-12-1 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
38334	5000

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	38334	5000		

③ 評価結果

評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-2 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

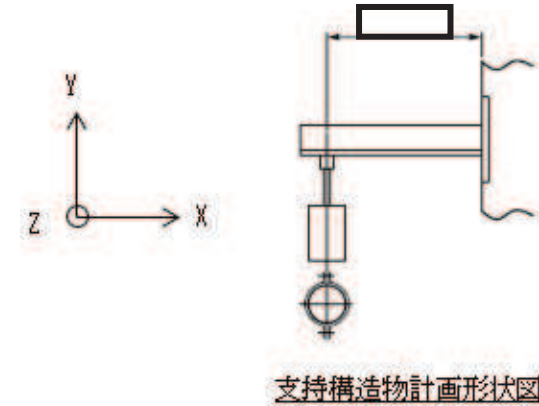
支持構造物評価(タイプ-1-2)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
—	5000	—

(2) 支持装置

支持装置名称	型式番号	定格荷重(kN)
オイルスナップ	3	30



評価	以上より、当該オイルスナップに作用する支持点荷重は、定格荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

(3) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力(MPa)	許容応力(MPa)
	103	234

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12-2 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
33334	5000

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	33334	5000		

③ 評価結果

評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-3 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

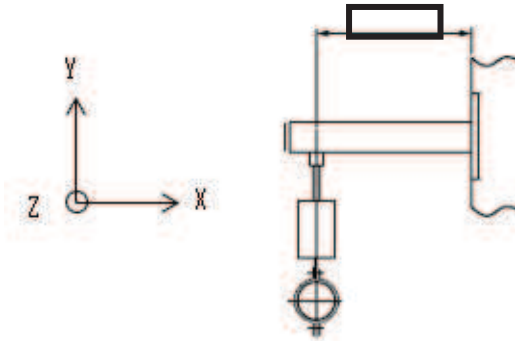
支持構造物評価(タイプ-1-3)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
—	10000	—

(2) 支持装置

支持装置名称	型式番号	定格荷重(kN)
メカニカルスナッパ	1	15



支持構造物計画形状図

評価	以上より、当該メカニカルスナッパに作用する支持点荷重は、定格荷重以下であり健全性を確認した。
----	--

(3) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力(MPa)	許容応力(MPa)
	82	216

② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

表 5-12-3 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
50001	10000

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
D	50001	10000		

③ 評価結果

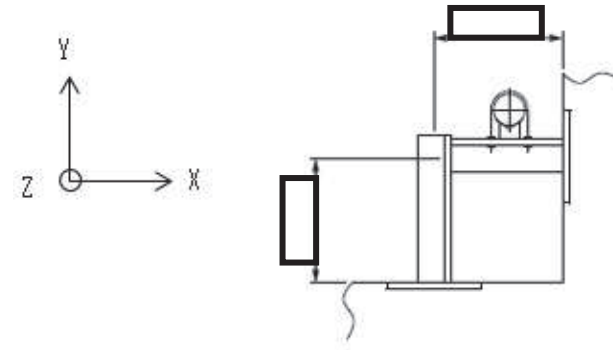
評 価	以上より，当該埋込金物に作用する発生荷重は，選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-4 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-2)

(1) 支持点荷重 (N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
10000	10000	—



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	150	234

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重 (N)		使用荷重 (N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	U-BOLT*100A	10000	10000		

② 評価結果

評 価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12-4 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
24944	6463

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	24944	6463		

③ 評価結果

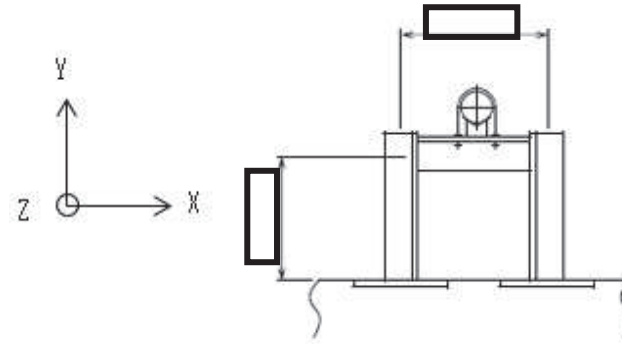
評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-5 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-3-1)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
10000	10000	—



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	140	234

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	U-BOLT*100A	10000	10000		

② 評価結果

評 価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 5-12-5 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
52876	6214

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	52876	6214		

③ 評価結果

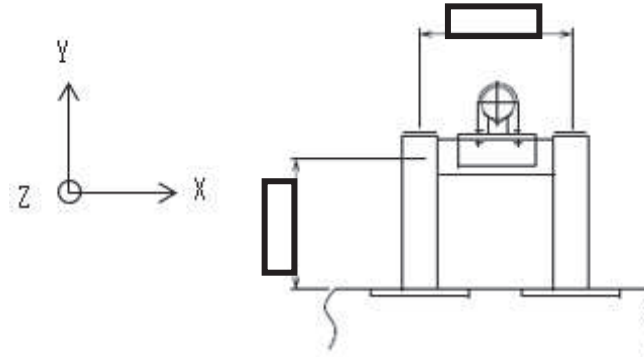
評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-6 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-3-2)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
10000	10000	-



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	36	216

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	U-BOLT*100A	10000	10000		

② 評価結果

評 価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12-6 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
41904	6165

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
D	41904	6165		

③ 評価結果

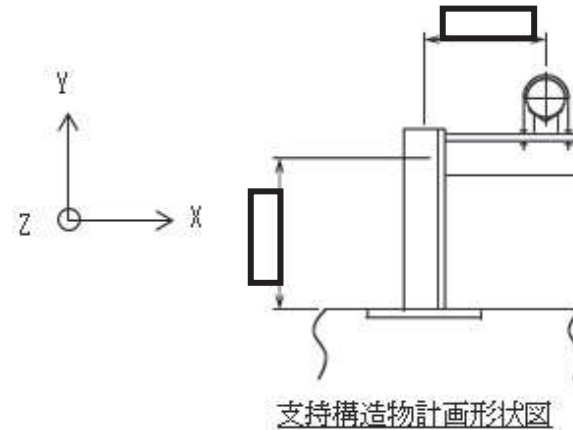
評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-7 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-4-1)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
1000	1000	—



(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	30	234

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	U-BOLT*100A	1000	1000		

② 評価結果

評 価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12-7 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
5000	1000

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	5000	1000		

③ 評価結果

評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-8 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-4-2)

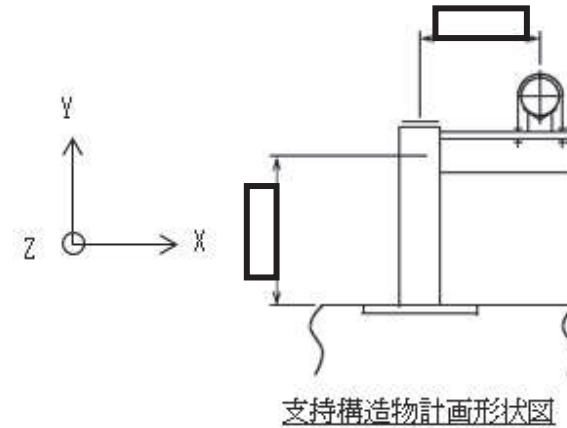
(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
5000	5000	—

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	59	216



② 評価結果

評価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)		使用荷重(N)	
		引張荷重方向	せん断荷重方向	引張荷重方向	せん断荷重方向
Uボルト	U-BOLT*100A	5000	5000		

② 評価結果

評価	以上より、当該Uボルトに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表 5-12-8 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
40001	5000

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
D	40001	5000		

③ 評価結果

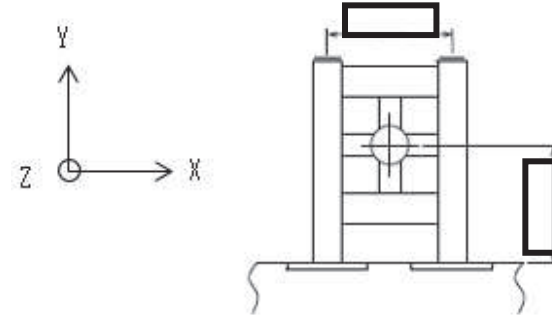
評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-9 支持構造物の強度及び耐震計算結果(1/2)

支持構造物評価(タイプ-5)

(1) 支持点荷重(N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
5000	5000	5000



支持構造物計画形状図

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	150	216

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重(N)	使用荷重(N)
ラグ	H32-1	1250	

② 評価結果

評 価	以上より、当該ラグに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



表 5-12-9 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
59974	3609

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	59974	3609		

③ 評価結果

評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

表 5-12-10 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (1/2)

支持構造物評価(タイプ-6)

(1) 支持点荷重 (N)

$F_x$	$F_y$	$F_z$
5000	5000	5000

(2) 支持架構

① 最大発生応力及び許容応力

鋼材サイズ	最大発生応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
	150	216

② 評価結果

評 価	以上より、選定した鋼材サイズの最大発生応力は、許容応力以下であり健全性を確認した。
-----	---

(3) 付属部品

① 支持点荷重及び使用荷重

付属部品名称	型式番号	支持点荷重 (N)	使用荷重 (N)
ラグ	H32-1	1250	

② 評価結果

評 価	以上より、当該ラグに作用する支持点荷重は、使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	---

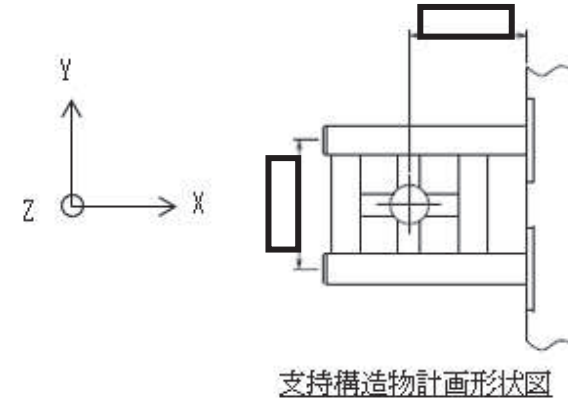


表 5-12-10 支持構造物の強度及び耐震計算結果 (2/2)

(4) 埋込金物

① 発生荷重

引張り (N)	せん断 (N)
59974	3609

② 発生荷重及び使用荷重

タイプ	発生荷重 (N)		使用荷重 (N)	
	引張り	せん断	引張り	せん断
B	59974	3609		

③ 評価結果

評 価	以上より、当該埋込金物に作用する発生荷重は、選定したタイプの使用荷重以下であり健全性を確認した。
-----	--

メカニカルスナッパの詳細評価

1. 詳細評価対象のメカニカルスナッパ

メカニカルスナッパのうち、許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>Sにおける配管反力が定格荷重を超過するもの、又は許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>Sにおける配管反力が定格荷重×1.5を超過するものについては詳細評価を行い、評価を満足するか確認する。

2. メカニカルスナッパの詳細評価荷重

今回工認の詳細評価では、メカニカルスナッパごとに構造部材の強度評価（応力評価）及び機能部品を含む機能確認（荷重評価）を行う。メカニカルスナッパの評価手順を図1に示す。

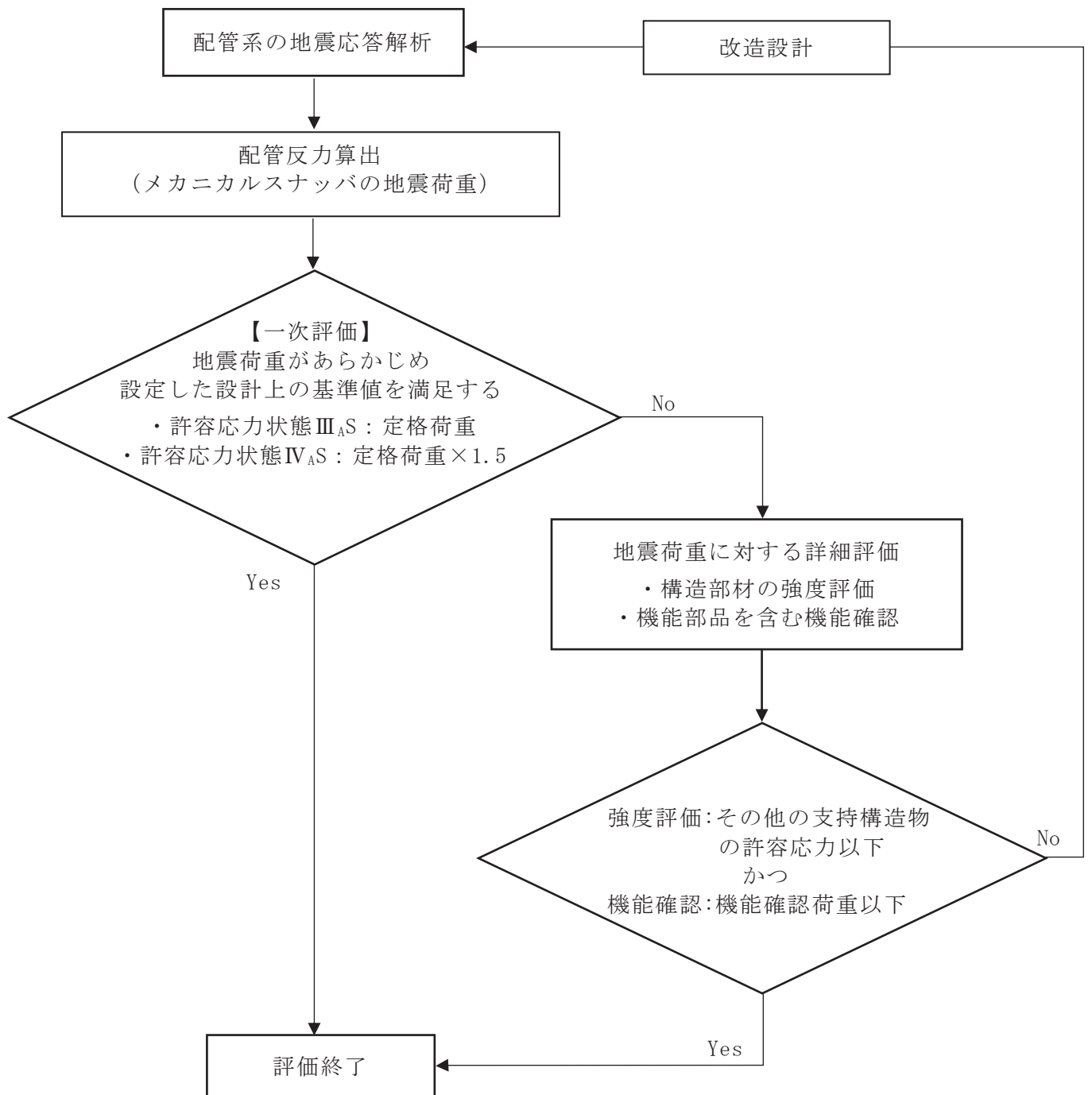


図1 メカニカルスナップの評価手順

3. メカニカルスナップの詳細評価方法

メカニカルスナップの詳細評価方法を以下に示す。

(1) 構造部材の強度評価（応力評価）

メカニカルスナップの地震荷重に対して各構造部材の強度評価を行い，J E A G 4 6 0 1 に規定されるその他の支持構造物の許容応力以下であることを確認する。

メカニカルスナップの詳細評価における強度計算式

a. 記号の定義

メカニカルスナップの詳細評価における強度計算式に使用する記号は，次のとおりとする。

## (a) SMS 型

記号	定義	単位
A	ダイレクトアタッチブラケット溶接部寸法	mm
A <sub>c</sub>	圧縮応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>p</sub>	支圧応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	せん断応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>t</sub>	引張応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
B	イーヤせん断断面寸法	mm
	ブラケット穴部せん断断面寸法	
C	イーヤ引張断面寸法	mm
	ブラケット引張断面寸法	
	ユニバーサルブラケット引張断面寸法	
C <sub>1</sub>	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm
C <sub>2</sub>	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm
C <sub>3</sub>	ユニバーサルボックス引張断面寸法	mm
C <sub>4</sub>	ユニバーサルボックスせん断断面寸法	mm
D	イーヤ穴径	mm
	ブラケット穴径	
	コネクティングチューブ外径	
D <sub>1</sub>	ジャンクションコラムアダプタ外径	mm
	ロードコラム外径	
	ベアリング押えの支圧強度面内径	
D <sub>2</sub>	ジャンクションコラムアダプタ内径	mm
	ロードコラム内径	
	ベアリング押えの支圧強度面外径	
D <sub>3</sub>	ケースの引張強度面内径	mm
D <sub>4</sub>	ケースの引張強度面外径	mm
d	ピン径	mm
d <sub>1</sub>	ユニバーサルボックス穴径	mm
d <sub>2</sub>	ユニバーサルボックス穴径	mm
E	縦弾性係数	MPa
e <sub>1</sub>	ユニバーサルボックスせん断断面寸法	mm
e <sub>2</sub>	ユニバーサルボックスせん断断面寸法	mm
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa



記号	定義	単位
$F_b$	曲げ応力	MPa
$F_c$	圧縮応力	MPa
$F_p$	支圧応力	MPa
$F_s$	せん断応力	MPa
$F_t$	引張応力	MPa
$f_c$	許容圧縮応力	MPa
H	ベアリングナット高さ	mm
h	すみ肉溶接部脚長	mm
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
i	断面二次半径	mm
k	ねじ部せん断係数	—
L	ベアリングナット高さ	mm
	コネクティングチューブ圧縮長さ	
	ボールネジのキー溝部弧長	
$l_k$	座屈長さ	mm
M	六角ボルトの呼び径	mm
	ベアリングナット穴径	
n	六角ボルトの本数	本
P	発生荷重	N
T	ねじ部穴径	mm
t	コネクティングチューブ板厚	mm
	イーヤ板厚	
	ケースのせん断強度面板厚	
	ベアリング押え板厚	
	ユニバーサルブラケット板厚	

記号	定義	単位
$t_1$	ユニバーサルボックス板厚	mm
	コネクティングチューブ板厚	
$t_2$	ユニバーサルボックス板厚	mm
	コネクティングチューブ板厚	
$T_e$	コネクティングチューブ溶接部寸法	mm
$\beta'_{10}$	ベアリング押え曲げ応力係数（「機械工学便覧 A 4 材料力学」による）	—
$\Lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—
A 1, A 2, A 3, a, b, c, d, h, $\alpha$	ボールネジ引張断面寸法	mm
a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, m, I 1, I 2, I 3, I 4, I 5, I 6, L 1, L 2, L 3, L 4, L 5, L 6,	座屈計算に用いる寸法	mm

## (b) NMB 型

記 号	定 義	単 位
A	応力計算に用いる断面積	mm <sup>2</sup>
A w	応力計算に用いる溶接部断面積	mm <sup>2</sup>
a	イーヤ加工部径	mm
b	イーヤ加工部深さ	mm
B B P I N	連結部板厚	mm
D	ピン径	mm
D 0	パイプ外径	mm
	シリンダ外径	
D 0 B B	おねじ谷径	mm
D 0 B S	ベアリングシート引張部外径又は有効径	mm
D 0 C A	ケース外径	mm
D 0 C L	カラー外径	mm
D 0 E P	おねじの谷径	mm
D 0 E X K	パイプ外径	mm
D 0 L C	ロードシリンダ外径	mm
D 0 S L	スリーブ支持板外径	mm
D 0 T B	ターンバックル外径	mm
D 1	パイプ内径	mm
	シリンダ内径	
D 1 B B	軸受外径	mm
D 1 B S	ベアリングシート引張部内径	mm
D 1 C A	ケースねじ部の谷径	mm
D 1 E P	ボールネジ逃がし穴内径	mm
D 1 E X K	延長パイプ外径	mm
D 1 L C	ねじ逃げ溝部内径	mm
D 1 S B	ボルト呼び径	mm
D 1 T B	ねじ逃げ溝内径	mm
D 2 C A	ケース外径	mm
D 2 E X K	差し込み代確認用穴径	mm
D 3 C A	ケース内径	mm
D B	軸受寸法	mm

記号	定義	単位
DBAL	ねじ谷径	mm
DBBB	軸受外径	mm
DBCL	ベアリング内径	mm
DBSL	スリーブ外径	mm
DEPB	パイプ外径	mm
DH	球面軸受外径	mm
	ピン穴径	
DHBB	穴部直径	mm
DHBS	ベアリングシート開口部径	mm
DHCL	穴部内径	mm
DHEP	球面軸受用穴径	mm
DHEXB	球面軸受外径	mm
DHTB	ターンバックル内径	mm
DMCL	ボールネジ外径	mm
DMTB	おねじ部谷径	mm
DPIN	ピン径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F	材料の許容応力を決定する場合の基準値	MPa
FB	曲げ応力	MPa
FBX		
FBY		
FC	圧縮応力	MPa
FP	支圧応力	MPa
FR	組合せ応力	MPa
FT	引張応力	MPa
FT1		
FT2		
FV	せん断応力	MPa
FW	溶接部せん断応力	MPa
fc	許容圧縮応力	MPa
hE	イーヤ溶接部溶け込み長さ	mm

記号	定義	単位
I	断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
i	断面二次半径	mm
L	全長	mm
$l_k$	座屈長さ	mm
M	曲げモーメント	N・mm
N	セットボルトの本数	本
P	発生荷重	N
RE	球面軸受中心から端部までの距離	mm
REP	球面軸受穴中心から端部までの距離	mm
REXB	軸受中心から端部までの距離	mm
SE	イーヤ幅	mm
SEP	エンドプラグ幅	mm
SEXB	イーヤ幅	mm
SF	ボルト穴の中心同士の距離	mm
T1BB	荷重伝達部肉厚	mm
T1BS	ベアリングシート穴部の板厚	mm
T1CL	カラー板厚	mm
T1SL	スリーブ支持板厚	mm
T2BS	ベアリングシート下部の板厚	mm
TB	球面軸受部の幅	mm
TBEP	球面軸受の外輪幅	mm
TBEXB	球面軸受の外輪幅	mm
TE	イーヤ板厚	mm
TEP	エンドプラグ板厚	mm
TEXB	イーヤ板厚	mm
TF	フランジ部板厚	mm

記号	定義	単位
W O C A	溶接脚長	mm
W 1 C A		
W E		
W E P B		
W E X K		
Z	断面係数	mm <sup>3</sup>
$\Lambda$	限界細長比	—
$\lambda$	有効細長比	—

b. 強度計算式

詳細評価は、各強度評価部位の最弱部に発生する各応力を次の計算式により算出し、許容応力以下であることを確認する。

なお、適用型式を明記している評価項目以外は評価部位及び評価式について、型式ごとの違いはない。

(a) SMS 型

① ダイレクトアタッチブラケット

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

- iv 溶接部せん断応力評価（適用：SMS-06～25）

溶接部のせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

- v 溶接部せん断応力評価（適用：SMS-40）

溶接部のせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



② ジャンクションコラムアダプタ

i 六角ボルト引張応力評価

六角ボルトの引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii 溶接部せん断応力評価(適用：SMS-06～1)

溶接部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 溶接部引張応力評価(適用：SMS-3～40)

溶接部引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

iv コラム部引張応力評価

コラム部引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

③ ロードコラム

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



ii ねじ部せん断応力評価（部品全体の評価）

ねじ部のせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii ねじ部せん断応力評価（ねじ山のせん断の評価）

ねじ部のせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

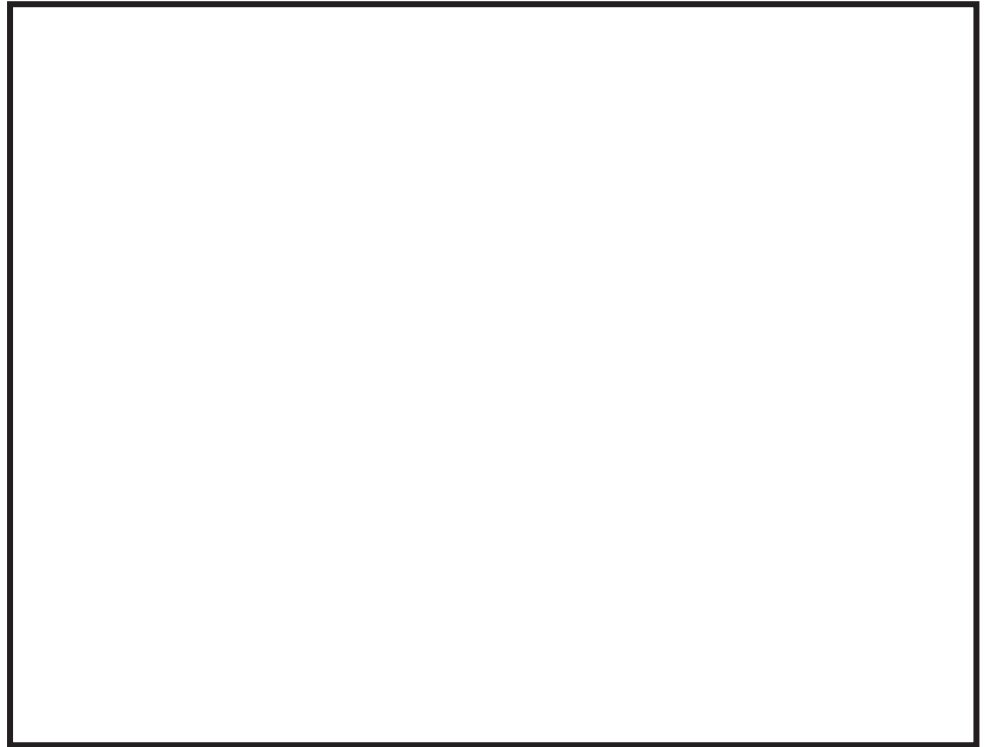


枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑤ ピン

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

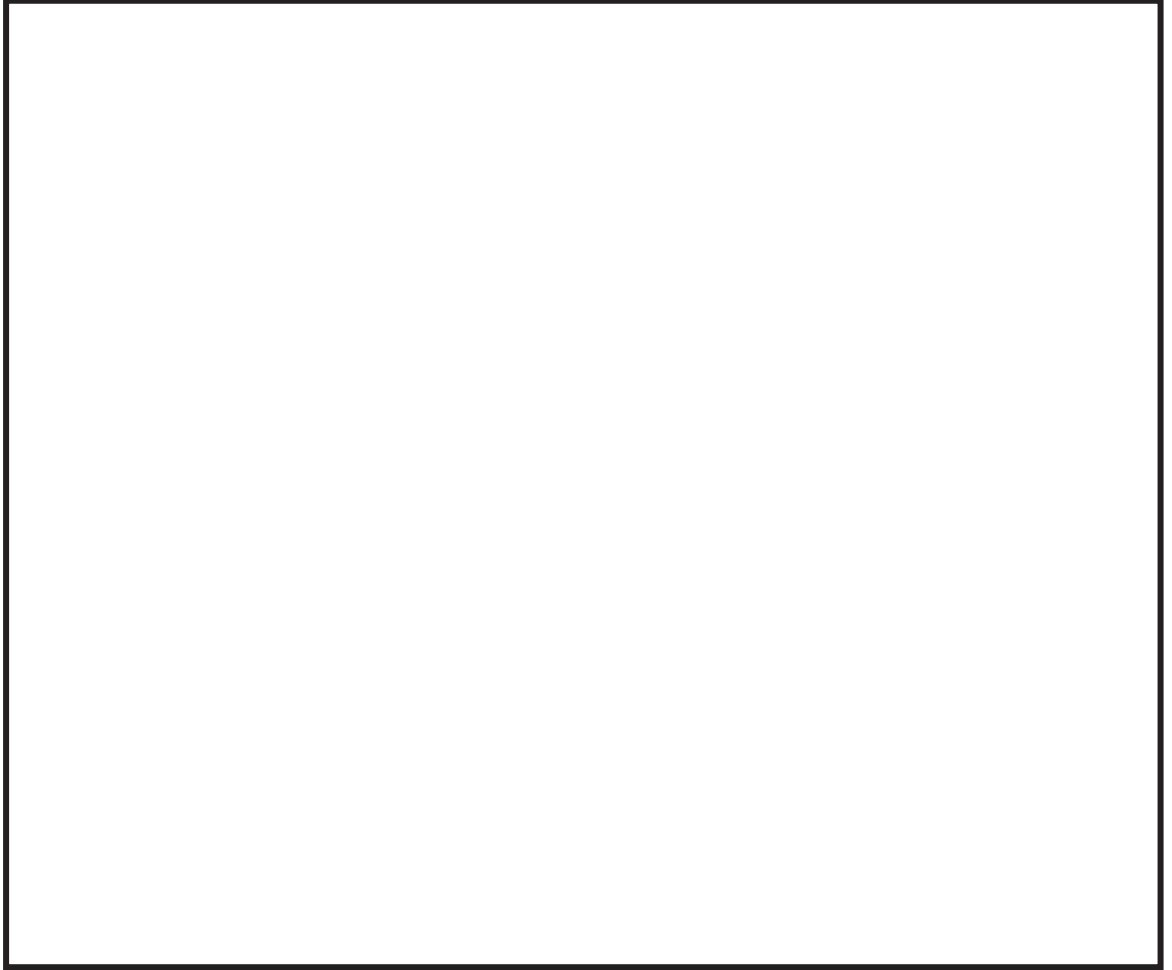


枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑥ コネクティングチューブ（延長棒付きの A タイプのみ）

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。



O 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

ii チューブ引張応力評価（適用：SMS-06～25）

チューブ引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

iii 溶接部せん断応力評価（適用：SMS-06～1）

溶接部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iv 溶接部引張応力評価（適用：SMS-3～25）

溶接部引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

v チューブ引張応力評価（適用：SMS-40）

チューブ引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

vi 溶接部せん断応力評価（適用：SMS-40）

溶接部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



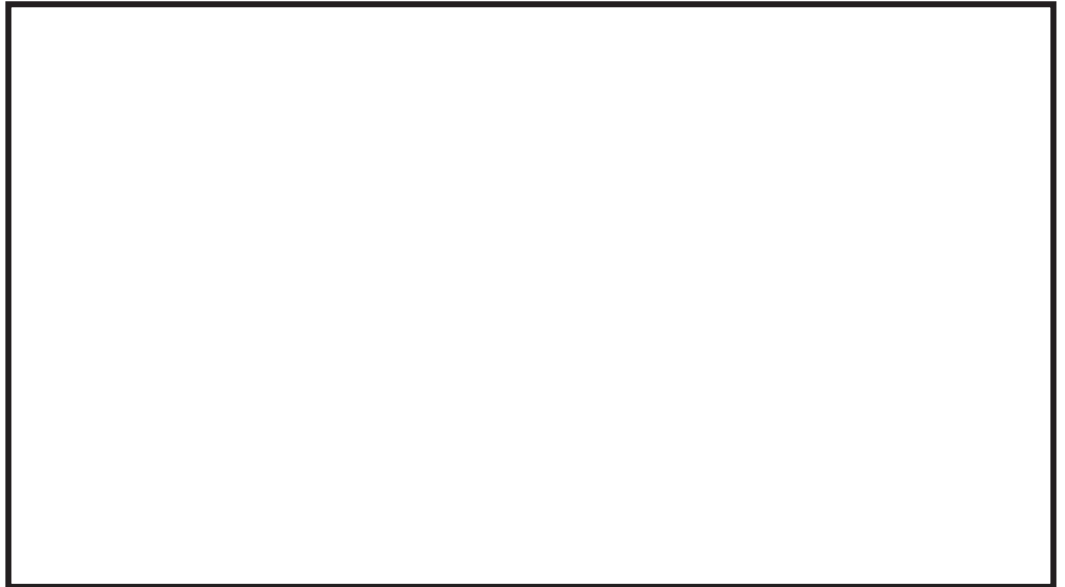
vii 現地溶接部せん断応力評価（適用：SMS-06～3）

現地溶接部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



viii 現地溶接部せん断応力評価（適用：SMS-6～25）

現地溶接部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

ix 現地溶接部せん断応力評価（適用：SMS-40）

現地溶接部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



O 2 ⑥ VI-2-1-12-1 R 7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑦-1 ベアリングケース

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。



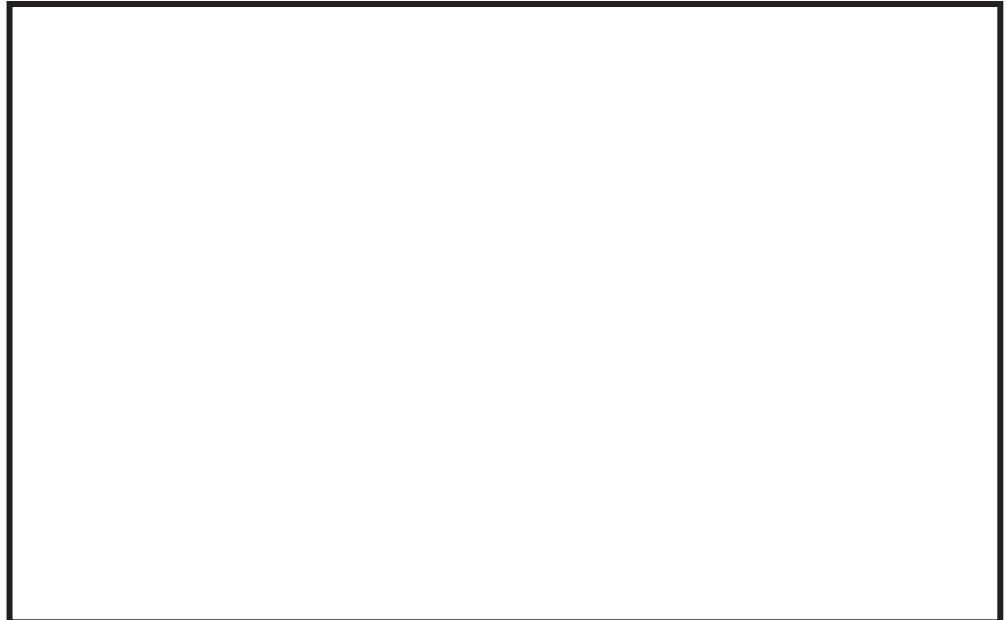
ii せん断応力評価

せん断応力が、許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 支圧応力評価

支圧応力が、許容支圧応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



⑦-2 ベアリング押え

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

ii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

iii 曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑦-3 六角ボルト(ベアリング押え用)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑧ イーヤ

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

iv ねじ部引張応力

ねじ部引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



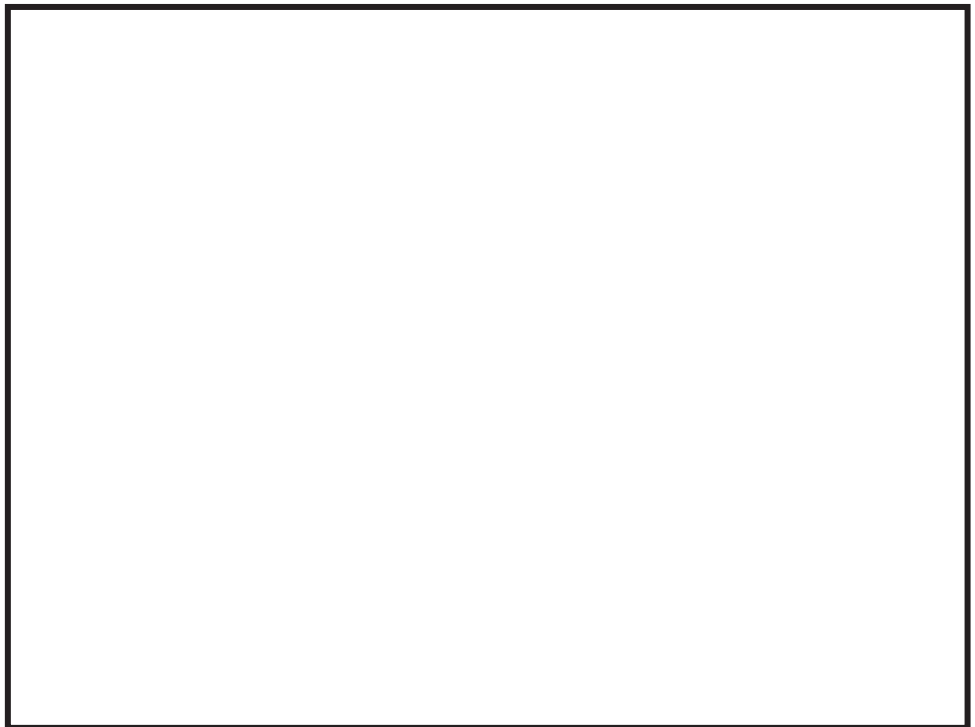
v ねじ部せん断応力評価（部品全体の評価）

ねじ部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



vi ねじ部せん断応力評価（ねじ山のせん断の評価）

ねじ部のせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑨ ユニバーサルボックス

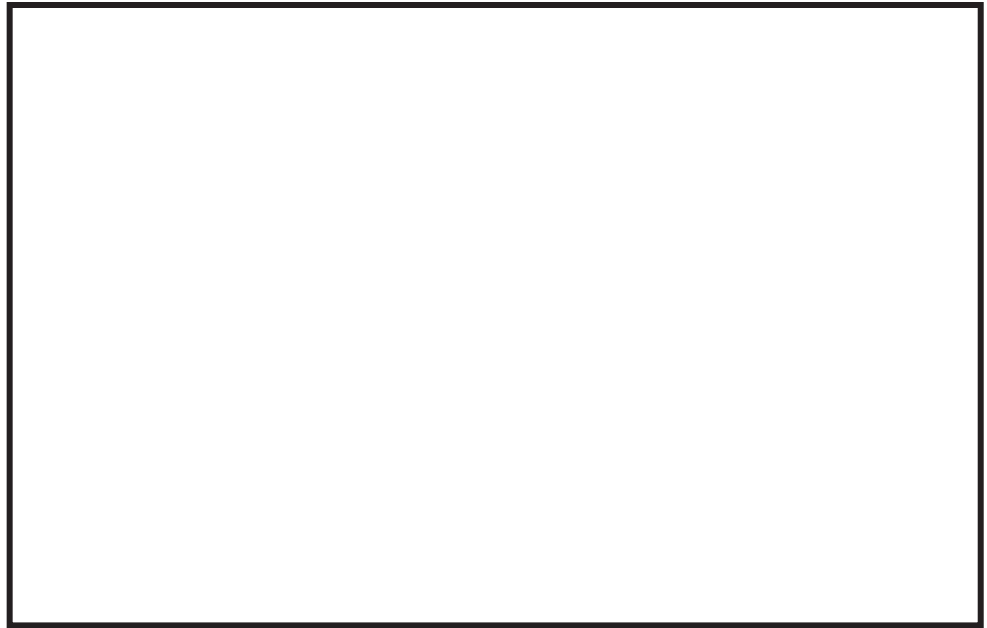
i 引張応力評価（適用：SMS-06～25）

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



ii せん断応力評価（適用：SMS-06～25）

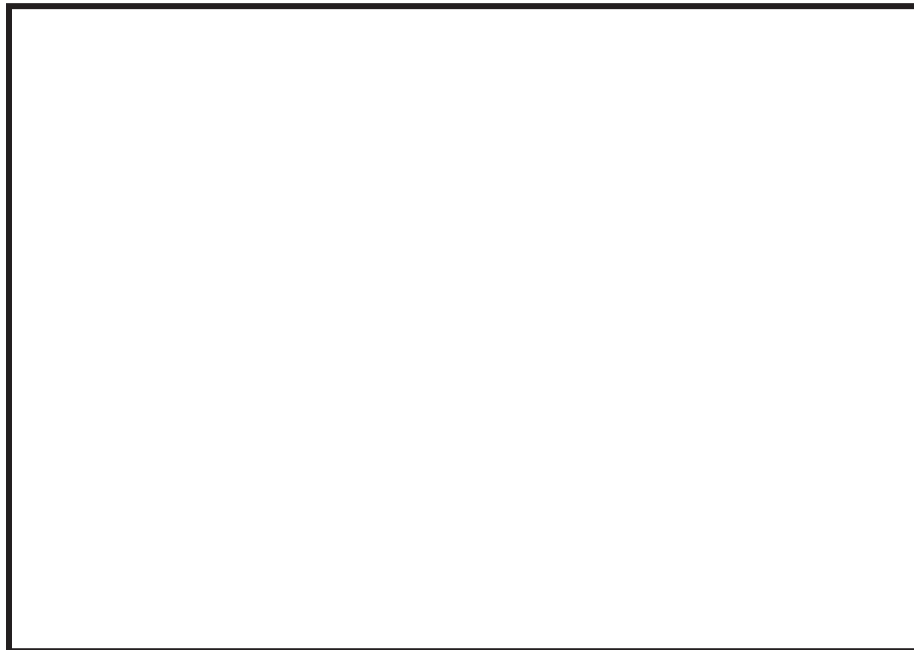
せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

iii 支圧応力評価（適用：SMS-06～25）

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



iv 引張応力評価（適用：SMS-40）

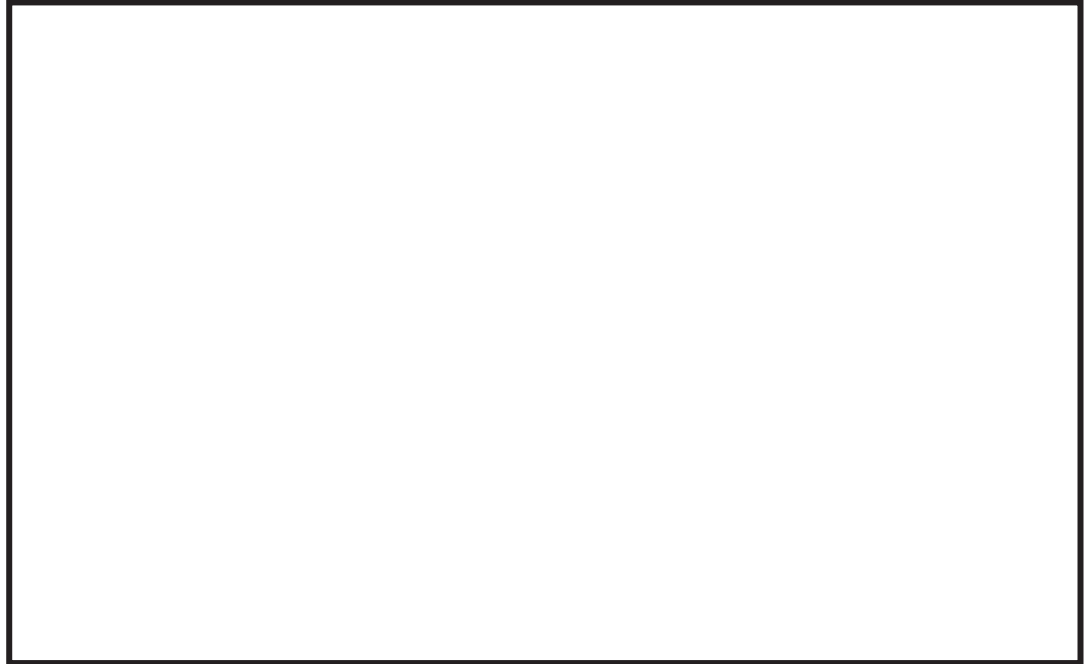
引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

v せん断応力評価（適用：SMS-40）

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



vi 支圧応力評価（適用：SMS-40）

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑪ ユニバーサルブラケット

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



⑫ ベ어링ナット

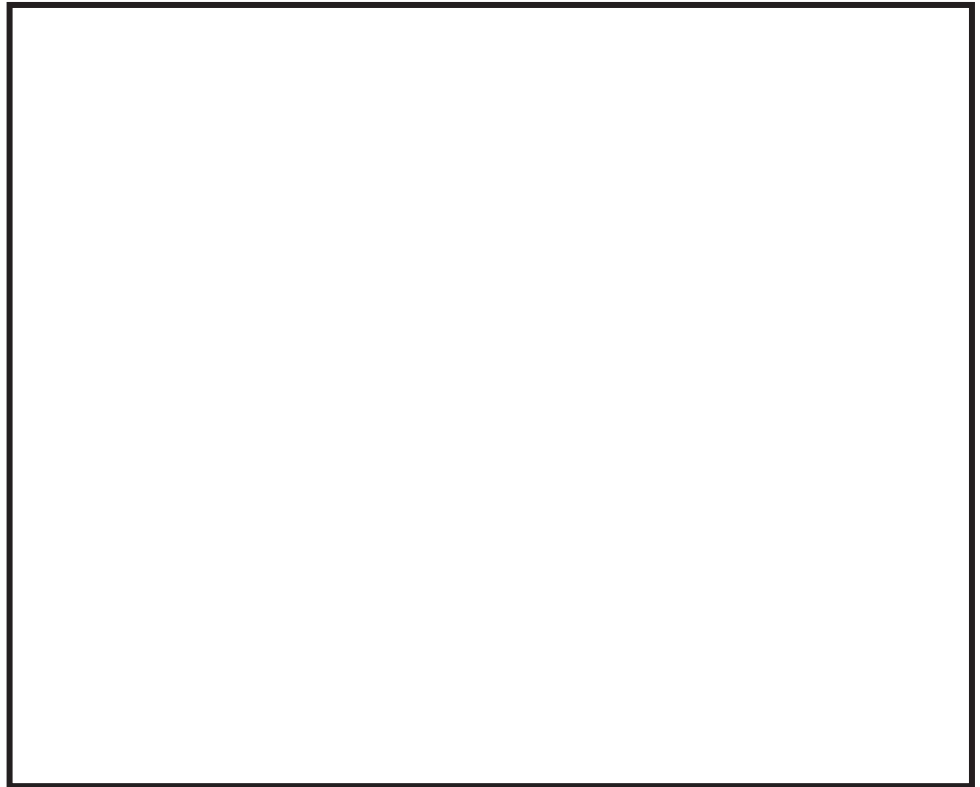
i ねじ部せん断応力評価（部品全体の評価）

ねじ部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



ii ねじ部せん断応力評価（ねじ山のせん断の評価）

ねじ部のせん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

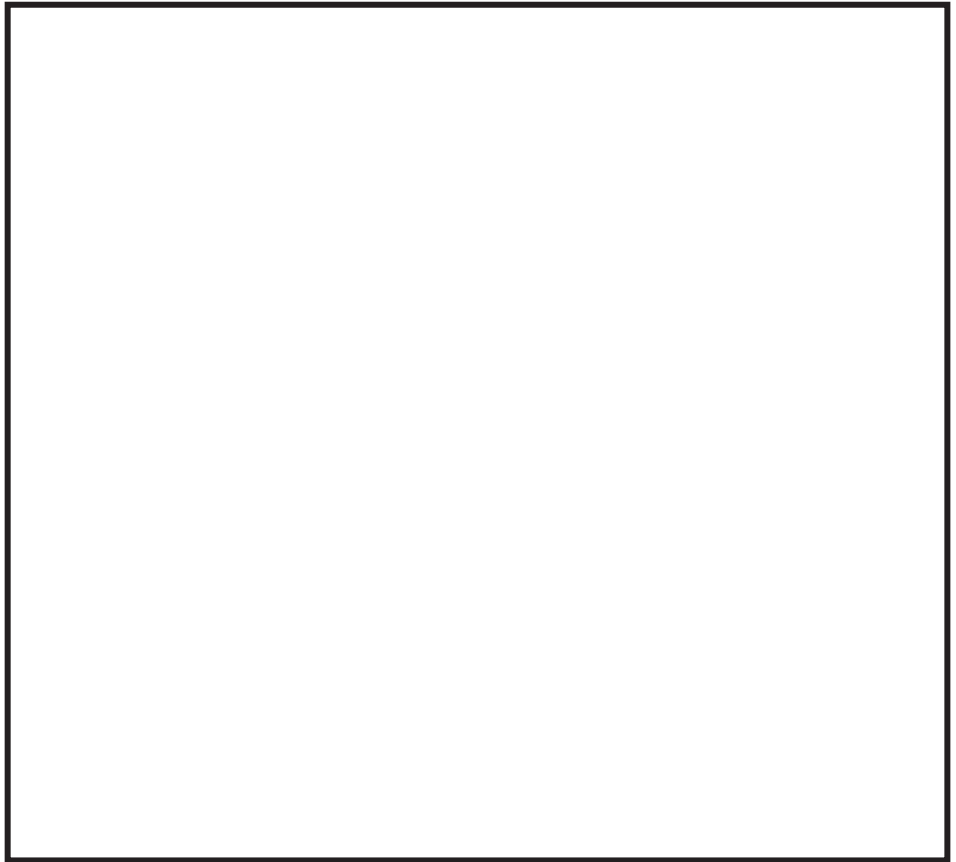


枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑬ ボールネジ

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

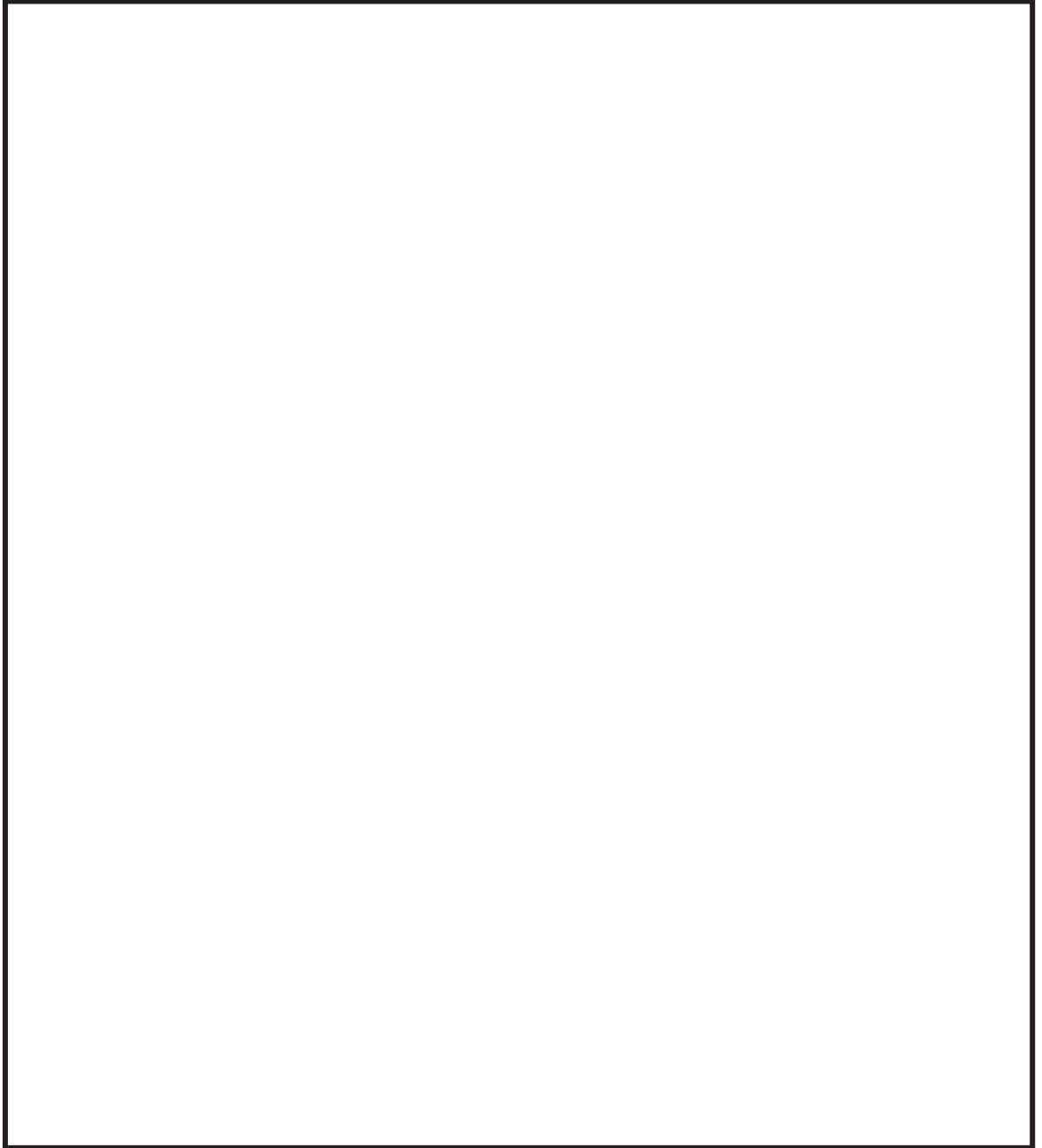


枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

### 座屈評価

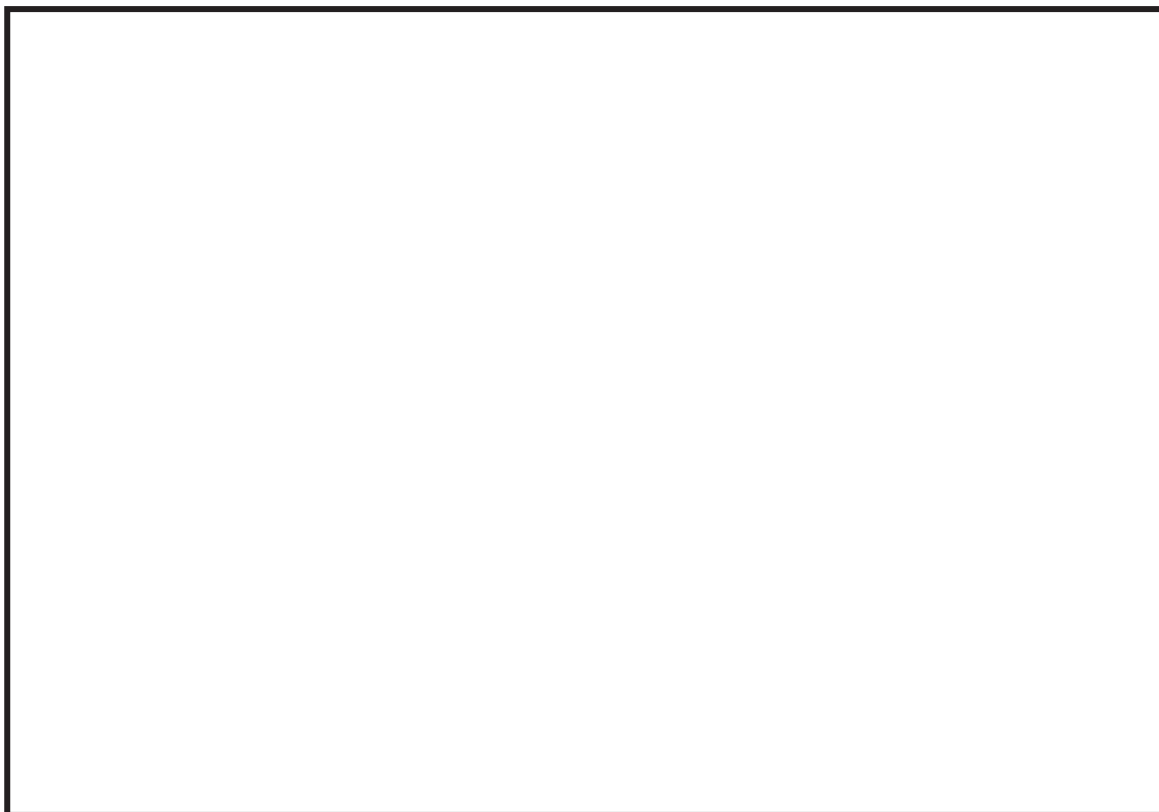
座屈評価は、電共研の研究成果から、計算にて算出した座屈耐力に係数を乗じた値を限界耐力として評価を行う。

以下、座屈評価方法を示す。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

O 2 ⑥ VI-2-1-1-12-1 R 7



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(b) NMB 型

① リアブラケット

i 穴部引張応力評価

穴部引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii 穴部せん断応力評価

穴部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 穴部支圧応力評価

穴部支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



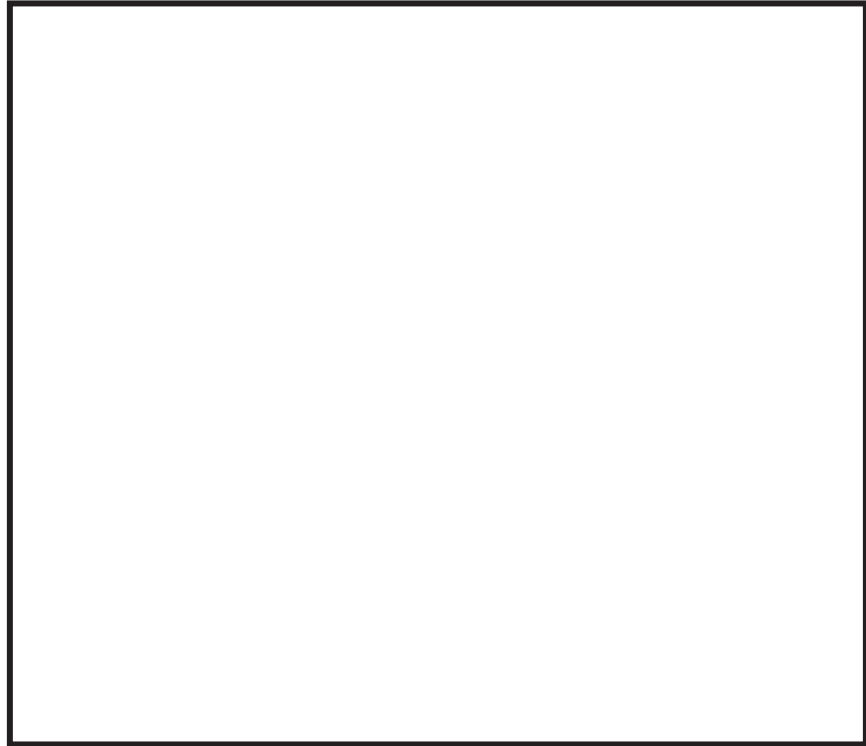
iv 溶接部せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



v フランジ部曲げ応力評価

曲げ応力が，許容曲げ応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

② セットボルト

i ボルト引張応力評価

ボルト引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



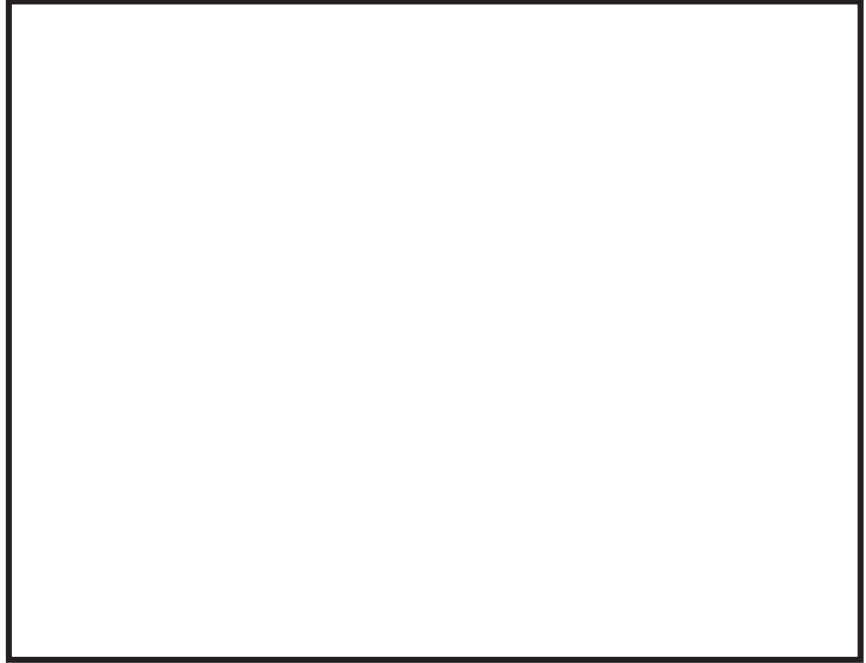
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



③ ケース

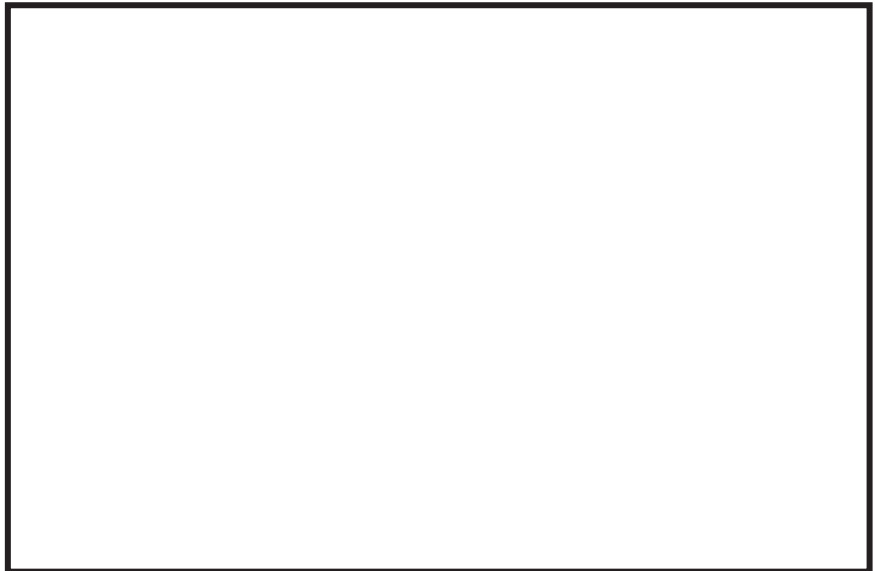
i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



ii 溶接部せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

④ ベ어링シート

i 穴部引張応力

穴部引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii 穴部せん断応力

穴部せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

iii 穴部支圧応力

穴部支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

⑤ ベアリングボックス

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

ii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑥ スリーブ

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

ii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑦ カラー

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

ii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑧ ロードシリンダ

i 引張応力評価

引張応力が、許容引張応力以下であることを確認する。

ii 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑨ ターンバックル

i ロッド引張応力評価

ロッド引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑩ エンドプラグ

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



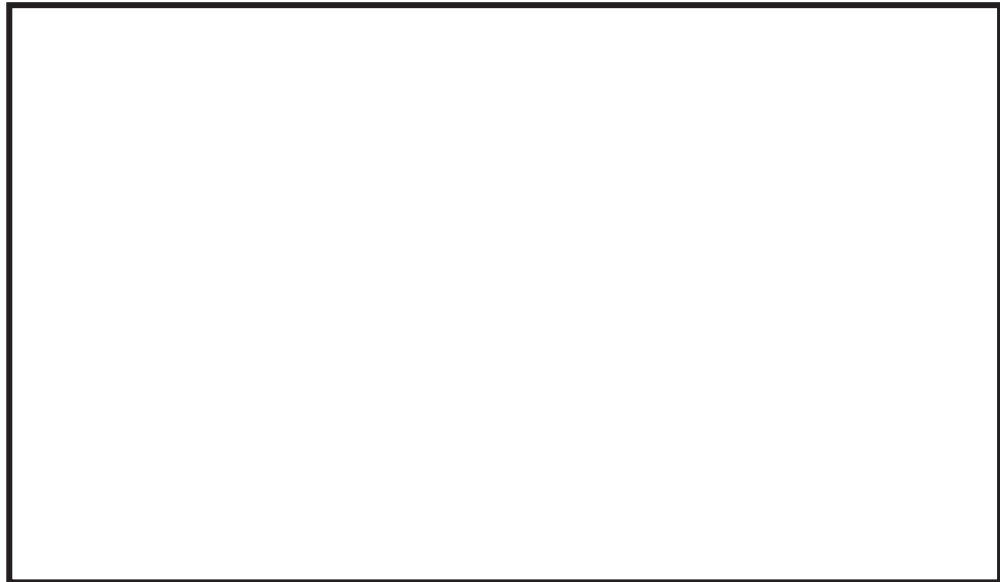
ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



iii 支圧応力

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



⑪ 延長パイプキット及び溶接部



i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑫ 延長パイプブラケット(イーヤ穴部)

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

ii せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

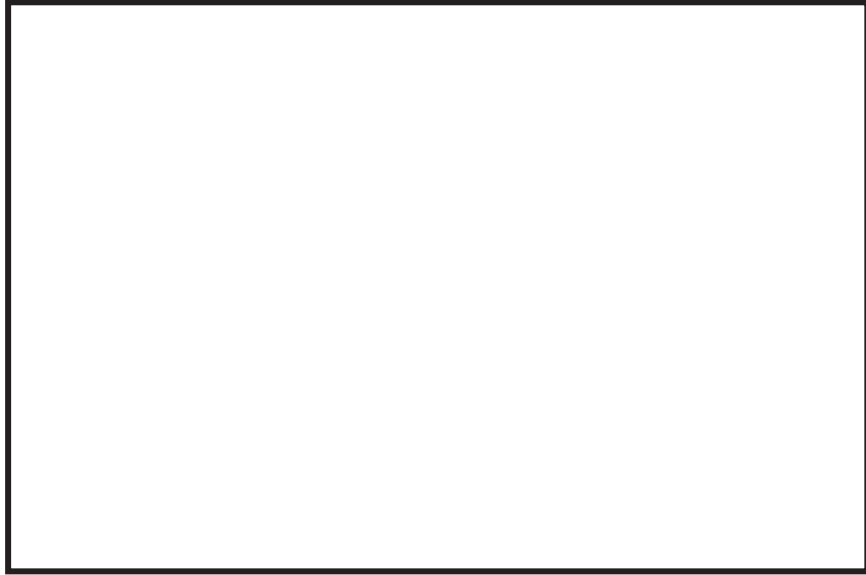
iii 支圧応力評価

支圧応力が，許容支圧応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

iv 溶接部せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。



v 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

⑮ ピン

i せん断応力評価

せん断応力が，許容せん断応力以下であることを確認する。

ii 曲げ応力評価

⑯ ボールねじ

i 引張応力評価

引張応力が，許容引張応力以下であることを確認する。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

全長座屈(ストローク 125mm 考慮)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が、許容圧縮応力以下であることを確認する。

・許容圧縮応力

02 ⑥ VI-2-1-12-1 R7

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

全長座屈(ストローク 250mm 考慮)

i 圧縮応力評価

圧縮応力が，許容圧縮応力以下であることを確認する。

・許容圧縮応力

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 機能部品を含む機能確認（荷重評価）

機能部品を含むメカニカルスナッパの機能確認に対する荷重評価として、メカニカルスナッパの地震荷重が表 1 に示す機能確認荷重以下であることを確認する。

表 1 各型式における機能確認荷重

型式	機能確認荷重[kN]
SMS-06	16.8
SMS-1	53.9
SMS-3	70.1
SMS-6	170.6
SMS-7.5	170.6
SMS-10	219.1
SMS-16	344.2
SMS-25	490.3
SMS-40	941.4
NMB-030	67.4
NMB-075	169.7

VI-2-1-12-2 ダクト及び支持構造物の耐震計算について



## 目 次

1. 概要.....	1
2. 耐震設計の原則.....	1
3. ダクト及び支持構造物の設計手順.....	1
4. ダクト設計の基本方針.....	3
4.1 重要度別による設計方針.....	3
4.2 荷重の組合せ.....	3
4.3 設計用地震力.....	4
4.4 ダクト支持点の設計方法.....	4
4.4.1 支持間隔算定法.....	4
4.5 耐震支持間隔.....	6
4.5.1 矩形ダクトの固有振動数.....	6
4.5.2 円形ダクトの固有振動数.....	7
4.5.3 矩形ダクトの座屈評価.....	9
4.5.4 円形ダクトの座屈評価.....	10
4.6 支持方法.....	12
4.7 ダクトの構造.....	12
4.8 伸縮継手の使用.....	13
5. 支持構造物の構造及び種類.....	14

## 1. 概要

本方針は、換気空調系ダクトに適用し、ダクト及び支持構造物について耐震設計上十分安全であるように考慮すべき項目を定めたものである。

## 2. 耐震設計の原則

- (1) ダクト及びその支持構造物は、耐震重要度分類に応じた地震力に対して十分な強度を有するように設計する。
- (2) ダクトが建屋又は構築物相互間を通過する場合は、建屋又は構築物の相対変位を考慮し、これに対して支障ない構造とする。

## 3. ダクト及び支持構造物の設計手順

ダクトの経路は、建屋の形状、機器の配置、配管、ケーブルトレイ等の経路を考慮し、耐震性を加味して決定する。また、建物及び構築物間の相対変位に十分耐えられるようにする。

以上を考慮して決定されたダクト経路について支持方法を定めて、ダクトが十分な耐震強度を有するように支持点を決定する。

ダクト支持構造物の設計、製作、据付までの作業の流れを概念的に図 3-1 に示す。

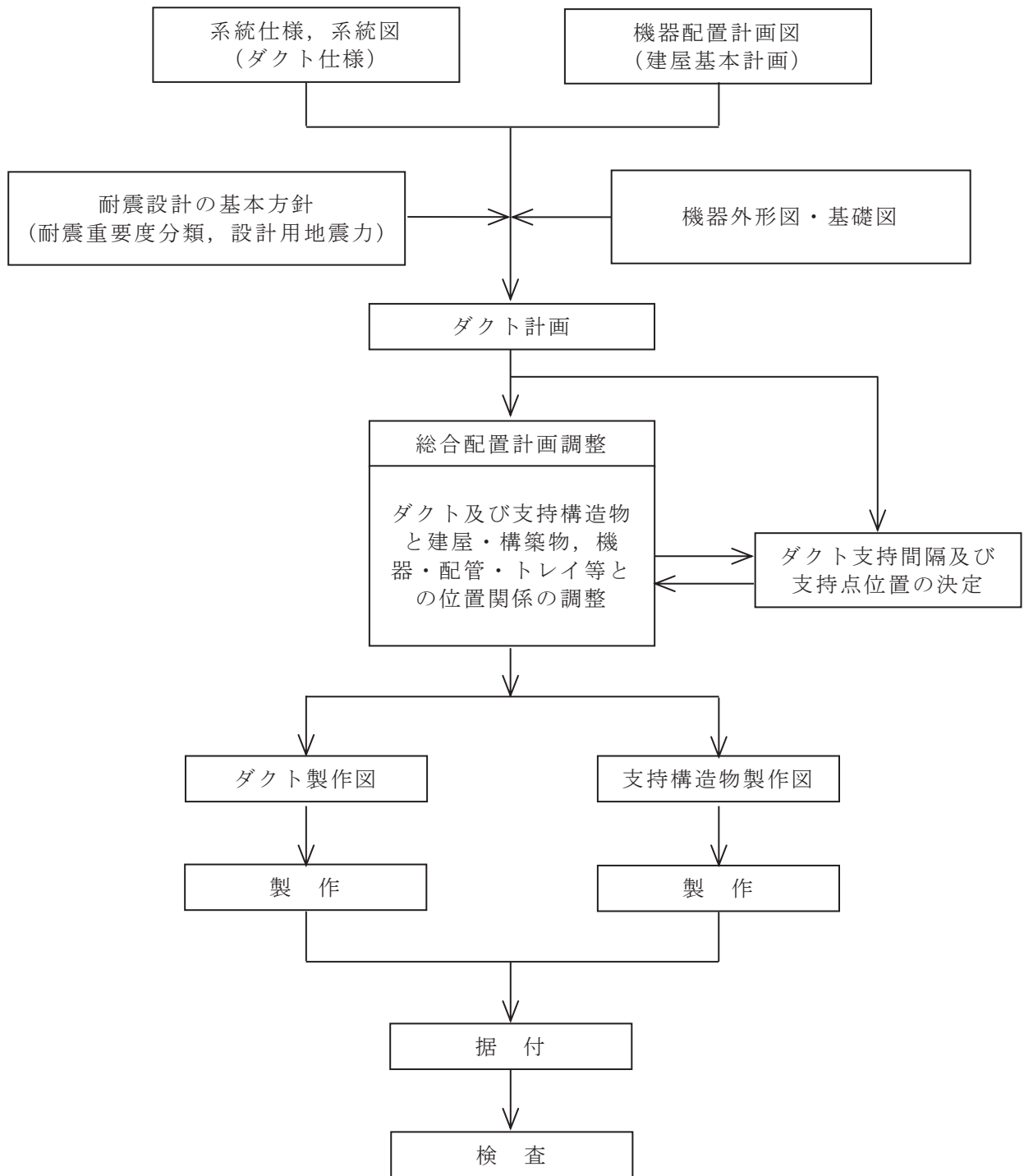


図 3-1 ダクト及び支持構造物の設計作業手順

4. ダクト設計の基本方針

4.1 重要度別による設計方針

ダクトは、耐震重要度分類に応じてクラス分類し、表 4-1 に示す設計方針とする。

表 4-1 耐震重要度分類と設計方針

分類	耐震重要度分類	機器等の区分	設計方針
設計基準対象施設	Sクラス	—	地震時の加速度に対し機能が保たれるようサポートのスペン長を最大許容ピッチ以下に確保すること。(最大許容ピッチは式(4.10)から(4.13)及び(4.16)から(4.21)に基づき座屈限界曲げモーメントより算出する。)
	Cクラス	—	
重大事故等対処設備	—	重大事故等クラス2管	

4.2 荷重の組合せ

$$D + P_D + M_D + S_s \dots\dots\dots (4.1) \text{ *3}$$

$$D + P_D + M_D + S_d^* \dots\dots\dots (4.2)$$

$$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s \dots\dots\dots (4.3)$$

ここで、

D : 死荷重 \*1

P<sub>D</sub> : 最高使用圧力による機械的荷重

M<sub>D</sub> : 設計上定められた機械的荷重

S<sub>s</sub> : 基準地震動 S<sub>s</sub> より定まる地震力 \*1

S<sub>d</sub>\* : 弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> より定まる地震力又は静的地震力 \*2

P<sub>SAD</sub> : S A 時における設計上定められた設計圧力による荷重

M<sub>SAD</sub> : S A 時における設計上定められた機械的荷重

注記 \*1: ダクトは座屈評価のため、死荷重(D)、地震荷重(S<sub>s</sub>)を考慮して評価を行う。

\*2: ダクトの耐震支持間隔の算出においては、許容値となる許容座屈曲げモーメントの算出にあたり、評価手法上、ダクト材の降伏点又は弾性座屈応力を使用するため、S<sub>s</sub>に対する評価とS<sub>d</sub>\*に対する評価に用いる係数、許容値に差異はない。また、発生曲げモーメントの算出にあたっては、表 4-2 に示すとおり、S<sub>d</sub>\*はS<sub>s</sub>に包絡されるため、S<sub>d</sub>\*に対する評価は省略する。なお、緊急時対策所換気空調系のダクトについては、設計基準対象設備「—(設計基準対象施設として使用しないもの)」であり、重大事故等クラス2管であることからS<sub>s</sub>の評価を行う。

\*3: (4.1)式「D + P<sub>D</sub> + M<sub>D</sub> + S<sub>s</sub>」が(4.3)式「D + P<sub>SAD</sub> + M<sub>SAD</sub> + S<sub>s</sub>」の評価に包絡される場合は、(4.1)式「D + P<sub>D</sub> + M<sub>D</sub> + S<sub>s</sub>」による評価を省

略する。

表 4-2 「基準地震動 S<sub>s</sub>」と「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的地震力」との比較例

建物・構築物	設計用地震力	O. P. (m)	震度	
			静的震度及び 1.2ZPA*	
			水平	鉛直
制御建屋	基準地震動 S <sub>s</sub>	1.5 ~29.15	4.05	2.29
	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的地震力*		2.43	1.22

注記\*：静的震度，1.2ZPA のうち大きな値を示す。

(1.2ZPA：基準床の設計用最大応答加速度の 1.2 倍の値)

#### 4.3 設計用地震力

ダクトについては、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」のうち「4. 設計用地震力」を用いて評価を行う。

なお、「4.4 ダクト支持点の設計方法」のとおり、ダクトの設計手法としては、ダクトの固有振動数が十分剛(20Hz 以上)となる領域で設計することから、表 4-2 に示す静的震度及び 1.2ZPA を使用する。

#### 4.4 ダクト支持点の設計方法

ダクト及びその支持構造物は適切な剛性を有するとともに、許容座屈曲げモーメントを満足する支持間隔とすることにより耐震性を確保する。支持間隔の算定は、ダクトの固有振動数( $f_d$ )が十分剛(20Hz 以上)となるよう算定する。

支持間隔算出手順を図 4-1 に示す。

##### 4.4.1 支持間隔算定法

ダクトの固有振動数が 20Hz 以上となる支持間隔と静的震度及び 1.2ZPA によりダクトに生じる曲げモーメントが許容座屈曲げモーメント以下となる支持間隔を算定し、いずれか小さい方を支持間隔とする。

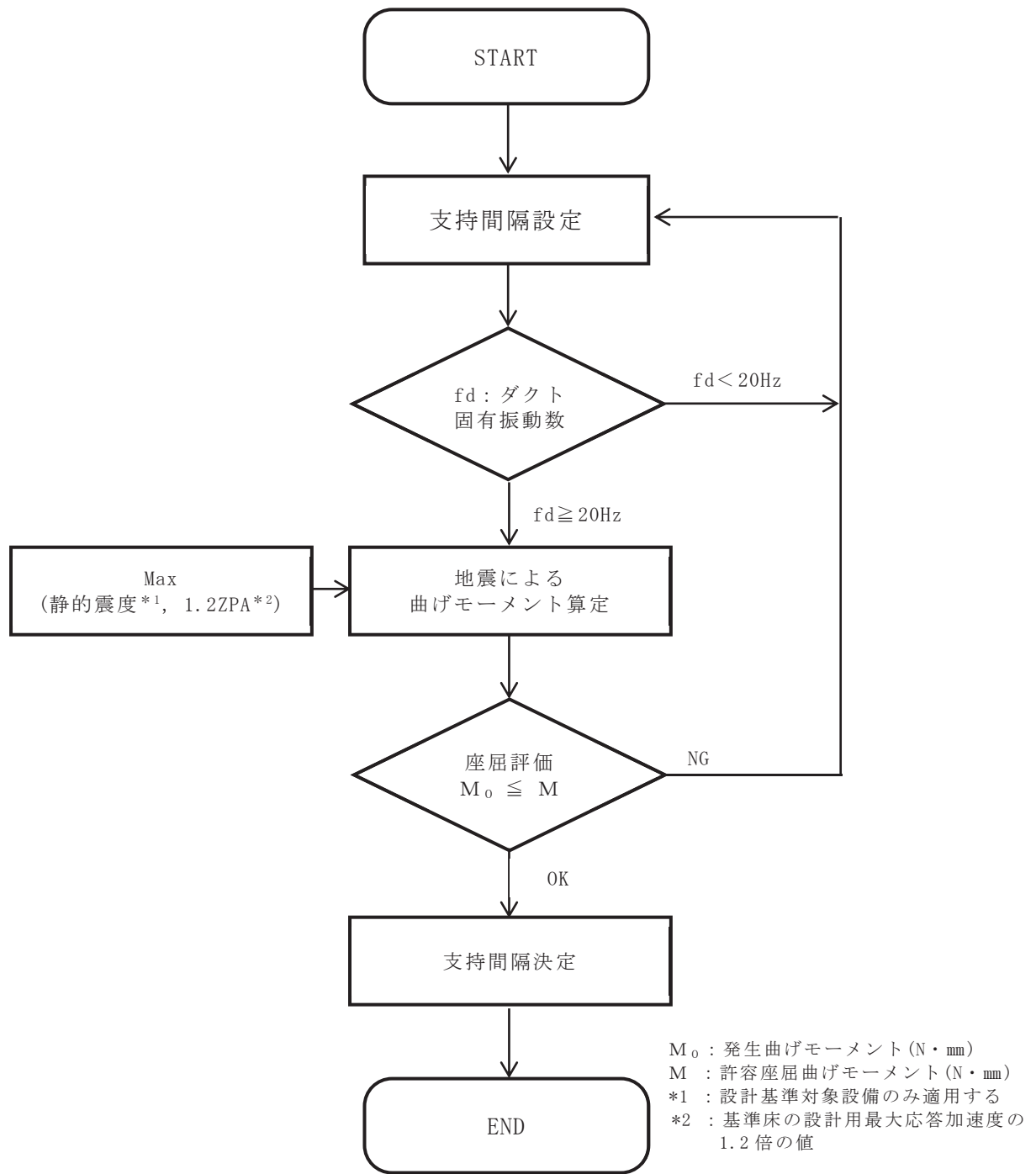


図 4-1 ダクト支持間隔算出手順

#### 4.5 耐震支持間隔

ダクトの耐震支持間隔は、ダクトが薄板構造であることを考慮した剛性評価及び座屈強度に基づき定める。

##### 4.5.1 矩形ダクトの固有振動数

両端単純支持された矩形ダクトの固有振動数は、次式で与えられる。

$$f = \frac{\pi}{2 \cdot \varrho^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{W}} \dots \dots \dots (4.4)$$

ここで、図 4-2 に示す矩形ダクトの断面二次モーメントは、

$$I = \left( \frac{t \cdot b \cdot e^3}{6} + a \cdot e \cdot t \cdot \frac{b \cdot e^2}{2} \right) \cdot \beta \dots \dots \dots (4.5)$$

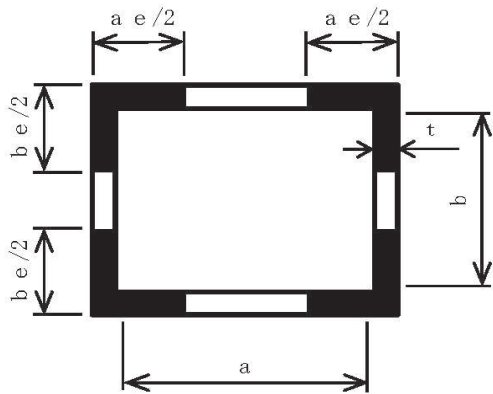
(4.4)及び(4.5)式の出典：共同研究報告書「機器配管系の合理的な耐震設計手法の確立に関する研究(S60～S61)」

ここで、

- f : 固有振動数 (Hz)
  - π : 円周率 (—)
  - ϑ : 両端単純支持間隔 (mm)
  - E : 縦弾性係数 (MPa)
  - I : 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)
  - g : 重力加速度 (mm/s<sup>2</sup>)
  - W : ダクト単位長さ重量 (N/mm)
  - β : 断面二次モーメントの安全係数\* (—)
- (幅厚比  $b/t \leq 600 \dots \beta = 0.75$ ,  $b/t > 600 \dots \beta = 0.6$ )

注記\*：出典 共同研究報告書「機器配管系の合理的な耐震設計手法の確立に関する研究(S60～S61)」より、理論値と実験値の比率から定まる係数を用いる。

R 4  
VI-2-1-12-2  
©  
O 2



- a : ダクト長辺寸法 (mm)
- b : ダクト短辺寸法 (mm)
- ae : ダクトフランジの有効幅 (mm)
- be : ダクトウェブの有効幅 (mm)
- t : ダクト板厚 (mm)

図 4-2 矩形ダクトの断面図

#### 4.5.2 円形ダクトの固有振動数

両端単純支持された円形ダクトの固有振動数は、次式で与えられる。

$$f = \frac{\pi}{2 \cdot \varrho^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I \cdot g}{W}} \dots \dots \dots (4.6)$$

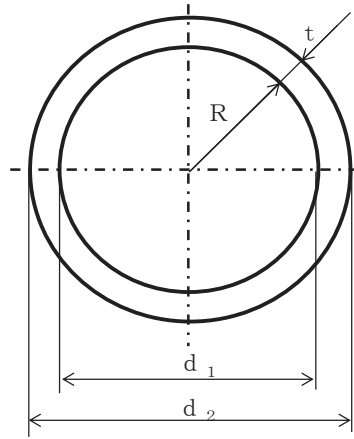
ここで、図 4-3 に示す円形ダクトの断面二次モーメントは、

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_2^4 - d_1^4) \dots \dots \dots (4.7)$$

ここで、

- f : 固有振動数 (Hz)
- $\pi$  : 円周率 (—)
- $\varrho$  : 両端単純支持間隔 (mm)
- E : 縦弾性係数 (MPa)
- I : 断面二次モーメント (mm<sup>4</sup>)
- g : 重力加速度 (mm/s<sup>2</sup>)
- W : ダクト単位長さ重量 (N/mm)





- $d_1$  : ダクト内径寸法 (mm)
- $d_2$  : ダクト外径寸法 (mm)
- $R$  : ダクト内半径寸法 (mm)
- $t$  : ダクト板厚 (mm)

図 4-3 円形ダクトの断面図

4.5.3 矩形ダクトの座屈評価

地震時、両端単純支持された矩形ダクトに生じる曲げモーメントは次式で与えられる。

$$M_0 = \frac{\alpha \cdot W \cdot \ell^2}{8} \dots \dots \dots (4.8)$$

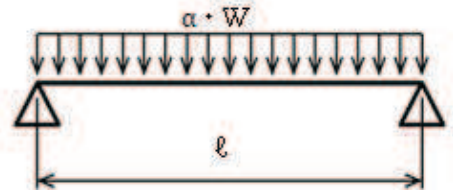


図 4-4 両端単純支持ばり

ここで、設計震度  $\alpha$  は水平震度又は鉛直震度の大きい方をダクト短辺寸法に考慮する。なお、鉛直震度の評価では自重も考慮する。また、矩形ダクトの座屈による大変形を防ぐために矩形ダクトに生じる曲げモーメントが許容座屈曲げモーメント以下となるようにする。

$$M_0 \leq M \dots \dots \dots (4.9)$$

(4.8)、(4.9)式より許容座屈曲げモーメントから定まる支持間隔は次式で与えられる。

$$\ell = \sqrt{\frac{8 \cdot M}{W \cdot \alpha}} \dots \dots \dots (4.10)$$

ここで、

$$M = S \cdot M_T \dots \dots \dots (4.11)$$

$$M_T = \lambda \cdot \frac{\pi \cdot t \cdot I}{\sqrt{1 - \nu^2} \cdot b^2} \cdot \sqrt{E \cdot \sigma_y} \cdot \gamma \dots \dots \dots (4.12)$$

$$I = \frac{t \cdot b^3}{6} + a \cdot e \cdot t \cdot \frac{b^2}{2} \dots \dots \dots (4.13)$$

(4.9)～(4.13)式の出典：共同研究報告書「機器配管系の合理的な耐震設計手法の確立に関する研究(S60～S61)」

ここで、

$M_0$	: 発生曲げモーメント	(N・mm)
$\alpha$	: 設計震度	(-)
$W$	: ダクト単位長さ重量	(N/mm)
$\ell$	: 両端単純支持間隔	(mm)
$M$	: 許容座屈曲げモーメント	(N・mm)
$S$	: 許容座屈曲げモーメントの安全係数 (=0.7)	(-)
$M_T$	: 座屈限界曲げモーメント	(N・mm)
$\lambda$	: 座屈限界曲げモーメントの補正係数*	(-)
$t$	: ダクト板厚	(mm)
$I$	: 断面二次モーメント	(mm <sup>4</sup> )
$E$	: 縦弾性係数	(MPa)
$\nu$	: ポアソン比 (=0.3)	(-)
$b$	: ダクト短辺寸法	(mm)
$\sigma_y$	: 降伏点	(MPa)
$\gamma$	: 座屈限界曲げモーメントの安全係数 (=0.6)*	(-)
$a_e$	: ダクトフランジの有効幅	(mm)

注記\* : 出典 共同研究報告書「機器配管系の合理的な耐震設計手法の確立に関する研究(S60～S61)」より、理論値と実験値の比率から定まる係数を用いる。

#### 4.5.4 円形ダクトの座屈評価

地震時、両端単純支持された円形ダクトに生じる曲げモーメントは次式で与えられる。

$$M_0 = \frac{\alpha \cdot W \cdot \ell^2}{8} \dots \dots \dots (4.14)$$

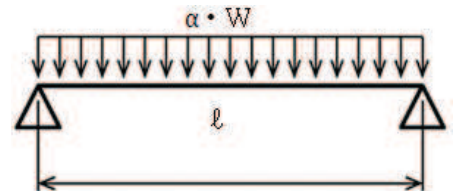


図 4-5 両端単純支持ばり

ここで、設計震度  $\alpha$  は水平震度と鉛直震度をベクトル和で組合せ、自重も考慮する。また、円形ダクトの座屈による大変形を防ぐために円形ダクトに生じる曲げモーメントが許容座屈曲げモーメント以下となるようにする。

$$M_0 \leq M \dots \dots \dots (4.15)$$

(4.14), (4.15)式より許容座屈曲げモーメントから定まる支持間隔は次式で与えられる。

$$\ell = \sqrt{\frac{8 \cdot M}{W \cdot \alpha}} \dots \dots \dots (4.16)$$

ここで,

$$M = S \cdot M_T \dots \dots \dots (4.17)$$

$$M_T = \min(\sigma_{c r}, \sigma_y) \cdot Z \dots \dots \dots (4.18)$$

$$\sigma_{c r} = \frac{M_{c r}}{Z} \dots \dots \dots (4.19)$$

$$M_{c r} = \frac{C \cdot E \cdot R \cdot t^2}{(1 - \nu^2)} \dots \dots \dots (4.20)$$

$$Z = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d_2^4 - d_1^4}{d_2} \dots \dots \dots (4.21)$$

ここで,

- $M_0$  : 発生曲げモーメント (N・mm)
- $\alpha$  : 設計震度 (水平震度及び鉛直震度のベクトル和) (—)
- $W$  : ダクト単位長さ重量 (N/mm)
- $\ell$  : 両端単純支持間隔 (mm)
- $M$  : 許容座屈曲げモーメント (N・mm)
- $S$  : 許容座屈曲げモーメントの安全係数 (=0.7) (—)
- $M_T$  : 座屈限界曲げモーメント (N・mm)
- $\sigma_{c r}$  : 弾性座屈応力 (MPa)
- $\sigma_y$  : 降伏点 (MPa)
- $Z$  : 断面係数 (mm<sup>3</sup>)
- $M_{c r}$  : 弾性座屈曲げモーメント (N・mm)
- $C$  : 弾性座屈曲げモーメントの補正係数 (=0.72) (—)
- $E$  : 縦弾性係数 (MPa)
- $R$  : ダクト内半径寸法 (mm)
- $t$  : ダクト板厚 (mm)
- $\nu$  : ポアソン比 (=0.3) (—)
- $\pi$  : 円周率 (—)
- $d_1$  : ダクト内径寸法 (mm)
- $d_2$  : ダクト外径寸法 (mm)

#### 4.6 支持方法

##### (1) 直管部

ダクトの直管部は、4.5項で求まる支持間隔以下で支持するものとする。また、直管部が長い箇所には軸方向を拘束する支持構造物を設けるものとする。

##### (2) 曲管部及び分岐部

曲管部及び分岐部は、直管部に比べ剛性、及び強度が低下するが、4.5項で求まる支持間隔に縮小率を乗じた支持間隔を用いて支持点を設計する。

##### (3) 重量物の取付部

ダクトに自動ダンパ、弁等の重量物を取り付く場合は、重量物自体又は近傍を支持するものとする。なお、近傍を支持する場合には、4.5項で求まる支持間隔と、当該重量物を考慮した支持間隔を用いて、支持点を設計する。

##### (4) 伸縮継手部

ダクトに伸縮継手がある場合は、双方接続部の近傍を支持するものとする。

##### (5) ダクトの支持構造物は、原則として建屋の壁、天井等に埋め込まれた埋込金物より支持するものとする。

#### 4.7 ダクトの構造

換気空調系ダクトは、構造上、溶接型、はぜ折り型に大別され、また、その断面形状から矩形及び円形ダクトがある。ダクト構造の代表例を図 4-6 に示す。

(1) 溶接ダクトは、四隅又は面を溶接継手とする。補強は、定ピッチで全周を形鋼で囲い、ダクトに溶接する。

(2) はぜ折ダクトの補強は、定ピッチで全周を形鋼で囲いダクトにリベット止めをする。

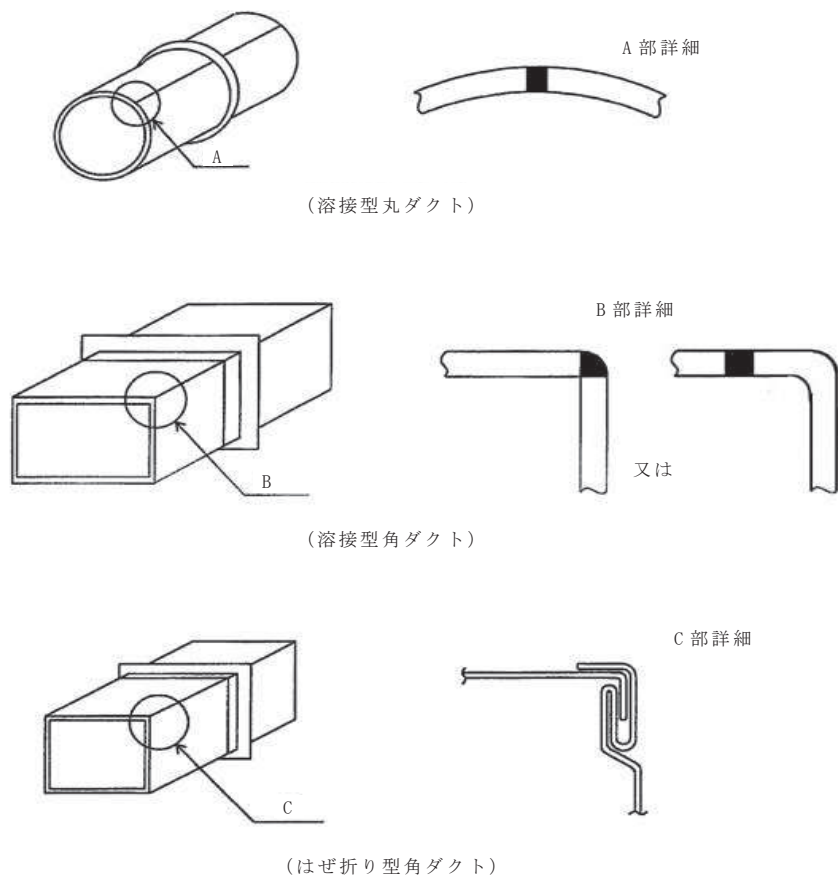


図 4-6 ダクト構造の代表例

#### 4.8 伸縮継手の使用

ダクトが建屋又は構築物相互間を通過する場合、または他の機器類に接続する場合は、必要に応じて相互作用を吸収できるフレクターを設ける。

フレクターの代表例を図 4-7 に示す。

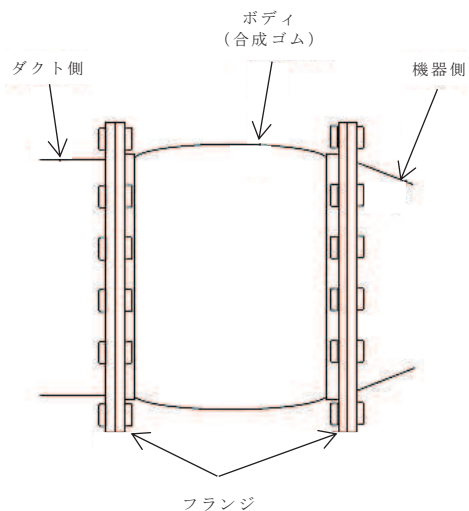


図 4-7 フレクターの代表例

5. 支持構造物の構造及び種類

(1) 支持構造物は、形鋼及び角形鋼管を組み合わせた溶接構造を原則とし、その用途に応じて以下に大別する。

- (a) ダクト軸直角の2方向を拘束するもの
- (b) ダクト軸方向及び軸直角の3方向を拘束するもの
- (c) ダクトのすべての方向を拘束するもの（アンカ）

図 5-1～5-4 に支持構造物の代表例を示す。

(2) ダクト支持構造物の固有振動数は、拘束方向に対して剛となるように設計する。

(3) 支持構造物の構造は、ダクトより作用する地震荷重に対し十分な強度を有する構造とする。なお、ダクトの荷重は、隣接する支持構造物の距離により定まる荷重の負担割合(ダクト長さ)から求めたダクト重量（ダクトに取付くダンパ等の重量物も考慮する）に地震力（震度）を乗じて算出する。

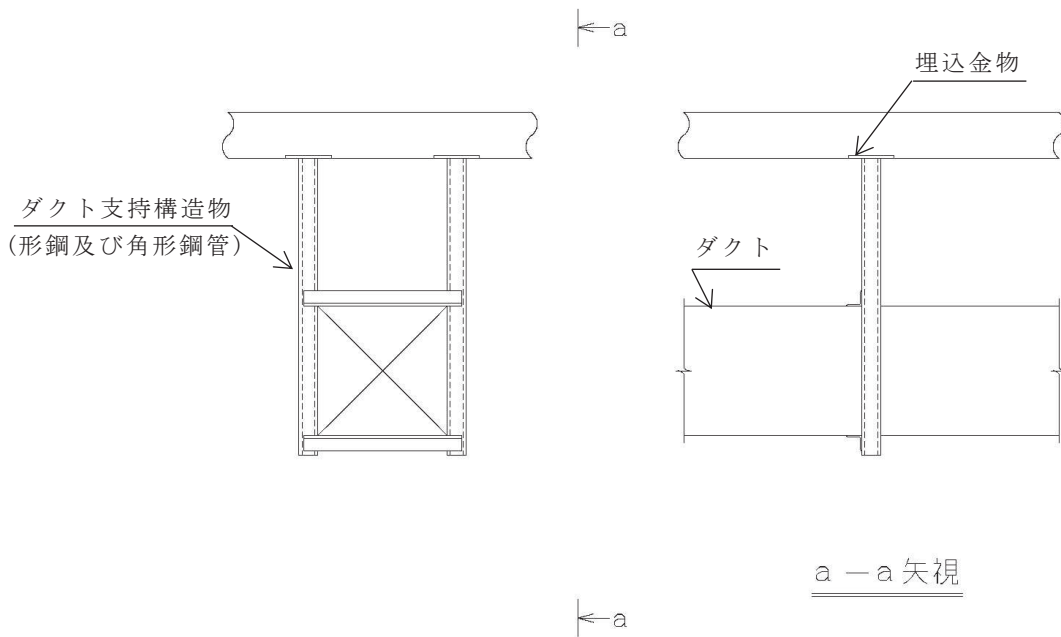


図 5-1 2 方向(軸直角方向)拘束の代表例

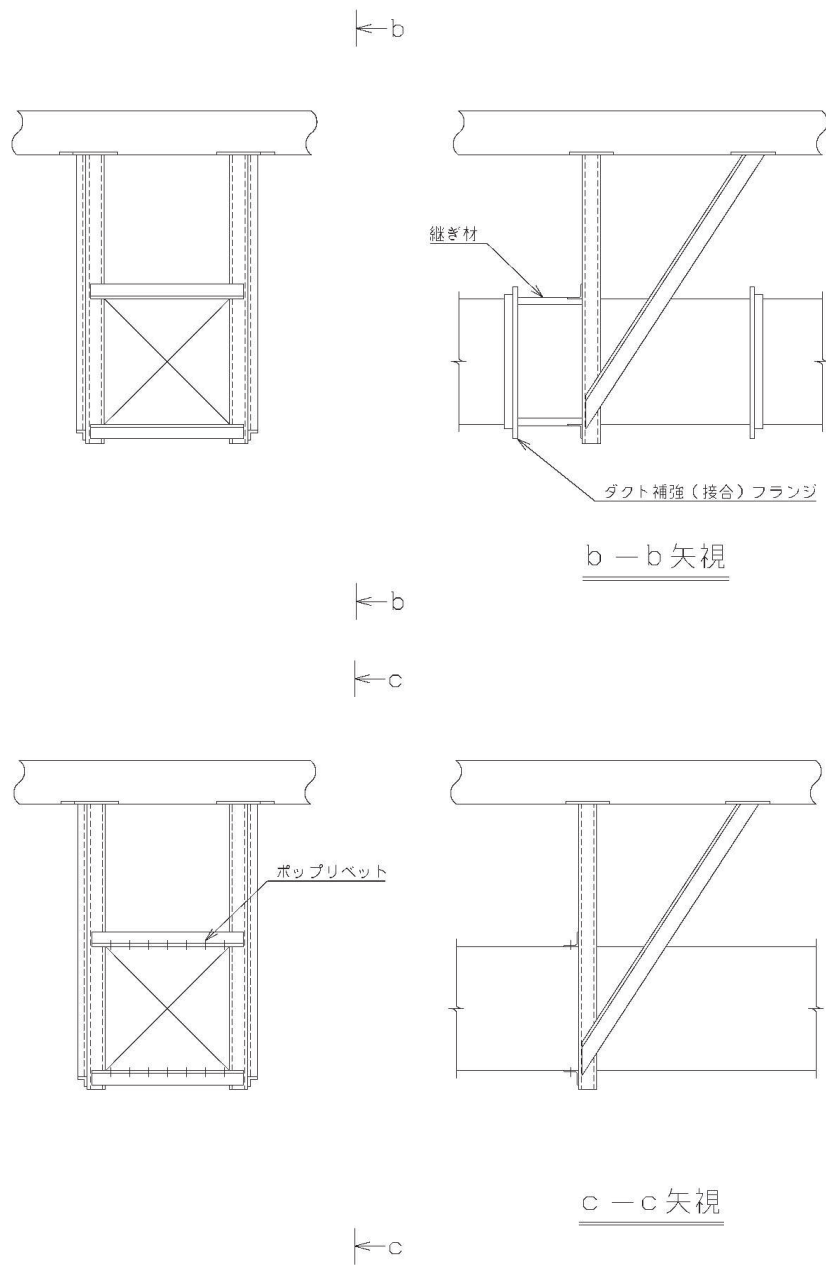


図 5-2 3 方向（軸方向及び軸直角方向）拘束の代表例



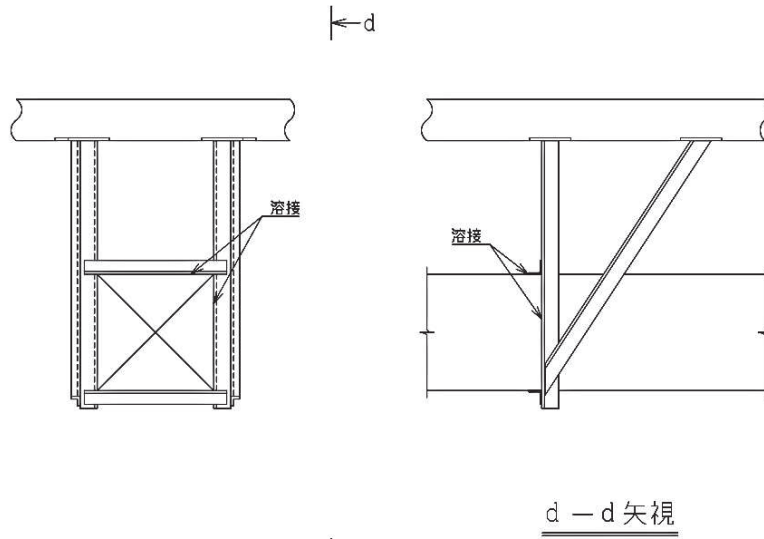


図 5-3 3 方向（軸方向及び軸直角方向）並びにモーメント拘束の代表例

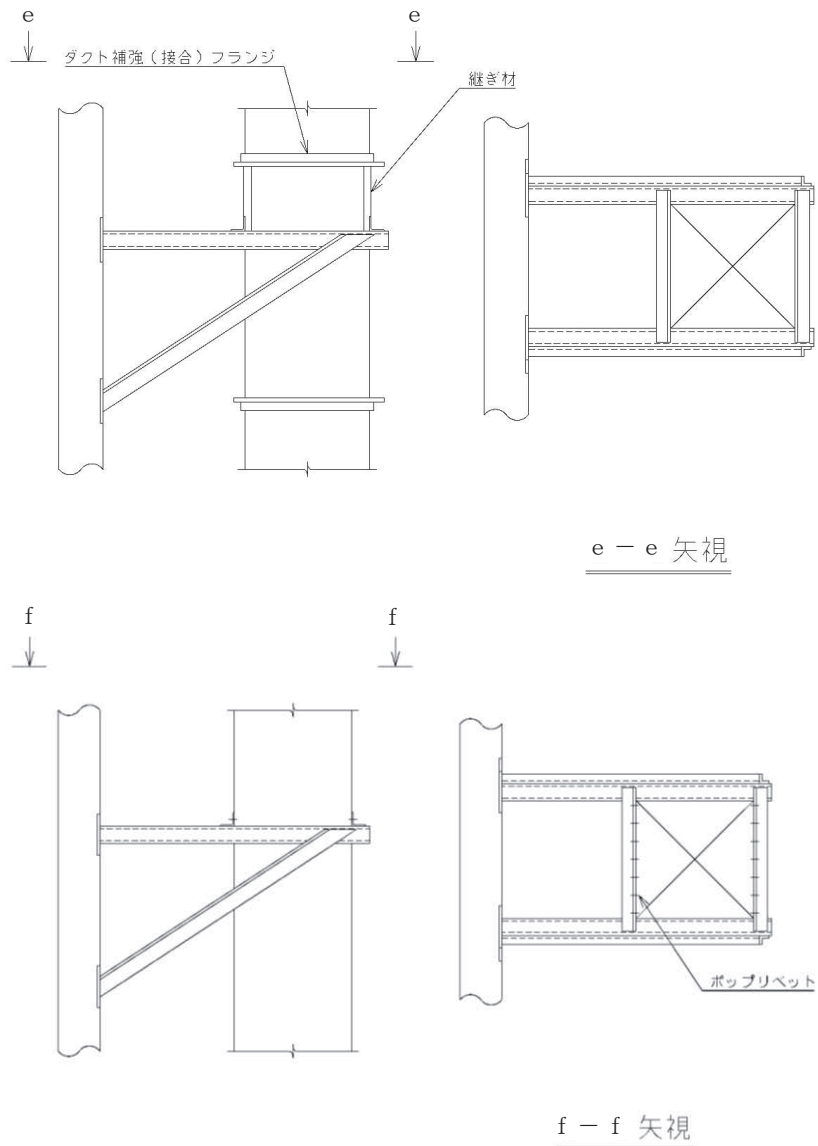


図 5-4 垂直ダクトの支持の代表例

## VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法

## 目 次

- VI-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-7 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-8 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針
- VI-2-1-13-9 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針

VI-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震性についての  
計算書作成の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 一般事項 .....	2
2.1 評価方針 .....	2
2.2 適用規格・基準等 .....	2
2.3 記号の説明 .....	3
2.4 計算精度と数値の丸め方 .....	6
3. 評価部位 .....	7
4. 固有周期 .....	8
4.1 固有周期の計算方法 .....	8
5. 構造強度評価 .....	12
5.1 構造強度評価方法 .....	12
5.2 設計用地震力 .....	12
5.3 計算方法 .....	12
5.3.1 応力の計算方法 .....	12
5.4 応力の評価 .....	20
5.4.1 胴の応力評価 .....	20
5.4.2 スカートの応力評価 .....	21
5.4.3 基礎ボルトの応力評価 .....	23
6. 耐震計算書のフォーマット .....	24

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震性に関する説明書が求められているスカート支持たて置円筒形容器（耐震重要度分類 S クラス又は S s 機能維持の計算を行うもの）が、十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし、本基本方針が適用できないスカート支持たて置円筒形容器にあっては、個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

## 2. 一般事項

### 2.1 評価方針

スカート支持たて置円筒形容器の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」にて示す。

スカート支持たて置円筒形容器の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

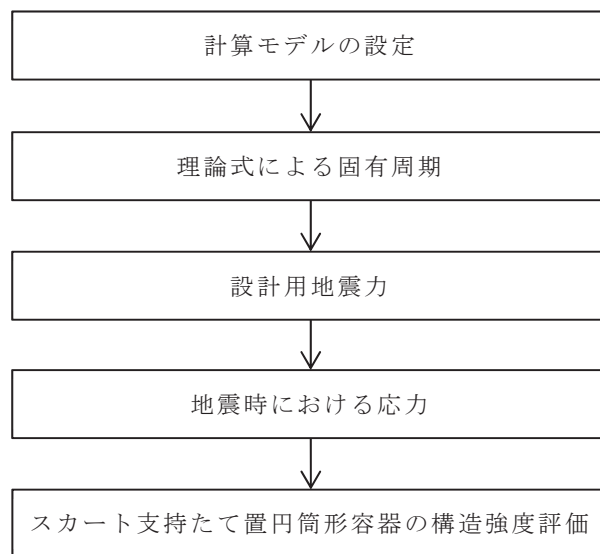


図 2-1 スカート支持たて置円筒形容器の耐震評価フロー

### 2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1・補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (以下「設計・建設規格」という。)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>e</sub>	胴の有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s</sub>	スカートの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>s e</sub>	スカートの有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>c</sub>	基礎ボルト計算における係数	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>t</sub>	基礎ボルト計算における係数	—
C <sub>v</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>b i</sub>	ベースプレートの内径	mm
D <sub>b o</sub>	ベースプレートの外径	mm
D <sub>c</sub>	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
D <sub>j</sub>	スカートに設けられた各開口部の穴径 (j = 1, 2, 3… j <sub>1</sub> )	mm
D <sub>s</sub>	スカートの内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
E <sub>s</sub>	スカートの縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F <sub>c</sub>	基礎に作用する圧縮力	N
F <sub>t</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
f <sub>b</sub>	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f <sub>c</sub>	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f <sub>s b</sub>	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f <sub>t</sub>	スカートの許容引張応力	MPa
f <sub>t o</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f <sub>t s</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
G <sub>s</sub>	スカートのせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>



記号	記号の説明	単位
$I_s$	スカート断面二次モーメント	$\text{mm}^4$
$j_1$	スカートに設けられた開口部の穴の個数	—
$K_H$	水平方向ばね定数	$\text{N/m}$
$K_V$	鉛直方向ばね定数	$\text{N/m}$
$k$	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
$l$	胴のスカート接合点から重心までの距離	$\text{mm}$
$l_1, l_2$	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離 (図5-2に示す距離)	$\text{mm}$
$l_r$	容器の重心から上端支持部までの距離	$\text{mm}$
$l_s$	スカートの長さ	$\text{mm}$
$M_s$	スカートに作用する転倒モーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$M_{s1}$	スカートの上端部に作用する転倒モーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$M_{s2}$	スカートの下端部に作用する転倒モーメント	$\text{N}\cdot\text{mm}$
$m_0$	容器の運転時質量	$\text{kg}$
$m_e$	容器のスカート接合部から上部の空質量	$\text{kg}$
$n$	基礎ボルトの本数	—
$P_r$	最高使用圧力	$\text{MPa}$
$Q$	重心に作用する任意の水平力	$\text{N}$
$Q'$	$Q$ により上端の支持部に作用する反力	$\text{N}$
$S$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	$\text{MPa}$
$S_a$	胴の許容応力	$\text{MPa}$
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	$\text{MPa}$
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	$\text{MPa}$
$S_{y(RT)}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	$\text{MPa}$
$s$	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_H$	水平方向固有周期	$\text{s}$
$T_V$	鉛直方向固有周期	$\text{s}$
$t$	胴板の厚さ	$\text{mm}$
$t_1$	基礎ボルト面積相当板幅	$\text{mm}$
$t_2$	圧縮側基礎相当幅	$\text{mm}$
$t_s$	スカートの厚さ	$\text{mm}$
$Y$	スカート開口部の水平断面における最大円周長さ	$\text{mm}$
$z$	基礎ボルト計算における係数	—
$\alpha$	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	$\text{rad}$

記号	記号の説明	単位
$\delta$	荷重Qによる容器の上端での変位量	mm
$\delta'$	荷重Q'による容器の上端での変位量	mm
$\delta_0$	荷重Q, Q'による容器の重心での変位量	mm
$\eta$	座屈応力に対する安全率	—
$\pi$	円周率	—
$\rho'$	液体の密度 (=比重 $\times 10^{-6}$ )	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_0$	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0c}$	胴の組合せ圧縮応力	MPa
$\sigma_{0t}$	胴の組合せ引張応力	MPa
$\sigma_2$	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2\phi}$	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c}$	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値 (圧縮側)	MPa
$\sigma_{2t}$	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値 (引張側)	MPa
$\sigma_{2xc}$	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和 (圧縮側)	MPa
$\sigma_{2xt}$	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和 (引張側)	MPa
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_c$	基礎に生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_s$	スカートの組合せ応力	MPa
$\sigma_{s1}$	スカートの運転時質量による軸方向応力	MPa
$\sigma_{s2}$	水平方向地震によりスカートに生じる曲げモーメントによる 軸方向応力	MPa
$\sigma_{s3}$	スカートの鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
$\sigma_{x1}, \sigma_{\phi 1}$	静水頭又は内圧により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
$\sigma_{x2}$	胴の運転時質量による軸方向引張応力	MPa
$\sigma_{x3}$	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
$\sigma_{x4}$	水平方向地震により胴に生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
$\sigma_{x5}$	胴の鉛直方向地震による軸方向引張応力	MPa
$\sigma_{x6}$	胴の鉛直方向地震による軸方向圧縮応力	MPa
$\sigma_{xc}$	胴の軸方向応力の和 (圧縮側)	MPa
$\sigma_{xt}$	胴の軸方向応力の和 (引張側)	MPa
$\sigma_{\phi}$	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
$\tau$	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\tau_s$	地震によりスカートに生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

#### 2.4 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
	スカートの厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
モーメント		N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 <sup>*2</sup>
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位 <sup>*3</sup>

注記 \*1：設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

スカート支持たて置円筒形容器の耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、スカート及び基礎ボルトについて評価を実施する。

#### 4. 固有周期

##### 4.1 固有周期の計算方法

スカート支持たて置円筒形容器の固有周期の計算方法を以下に示す。

##### (1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。
- b. 容器はスカートで支持され，スカート下端のベースプレートをも円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。
- c. 胴とスカートをはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. スカート部材において，マンホール等の開口部があつて補強をしていない場合は，欠損の影響を考慮する。
- e. 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

本容器は，前記の条件より図 4-1 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルあるいは下端固定上端支持の 1 質点系振動モデルとして考える。

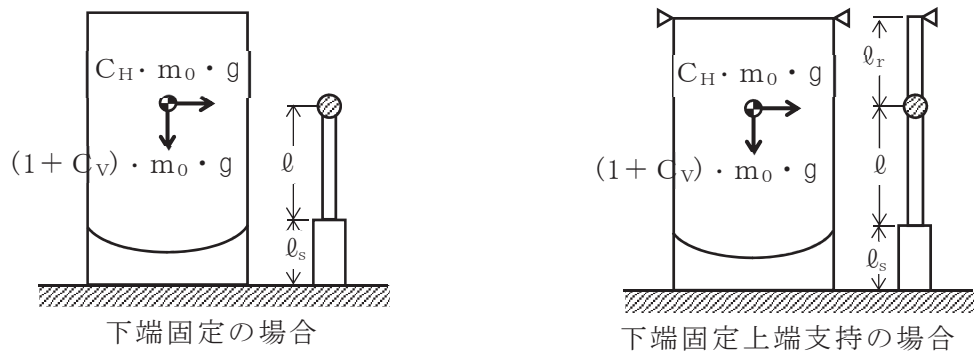


図 4-1 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

a. 下端固定の場合

曲げ及びせん断変形によるばね定数 $K_H$ は次式で求める。

$$K_H = 1000 \left\{ \frac{\ell^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{1}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot (3 \cdot \ell^2 \cdot \ell_s + 3 \cdot \ell \cdot \ell_s^2 + \ell_s^3) \right. \\
 \left. + \frac{\ell}{G \cdot A_e} + \frac{\ell_s}{G_s \cdot A_{s_e}} \right\} \dots\dots\dots (4.1.1)$$

ここで、スカート開口部（図 4-2 参照）による影響を考慮し、胴及びスカート  
の断面性能は次のように求める。

胴の断面性能は次式で求める。

$$I = \frac{\pi}{8} \cdot (D_i + t)^3 \cdot t \dots\dots\dots (4.1.2)$$

$$A_e = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots\dots\dots (4.1.3)$$

スカートの断面性能は次式で求める。

$$I_s = \frac{\pi}{8} \cdot (D_s + t_s)^3 \cdot t_s - \frac{1}{4} \cdot (D_s + t_s)^2 \cdot t_s \cdot Y \dots\dots (4.1.4)$$

スカート開口部の水平断面における最大円周長さは次式で求める。

(図 4-2 及び図 4-3 参照)

$$Y = \sum_{j=1}^{j1} (D_s + t_s) \cdot \sin^{-1} \left( \frac{D_j}{D_s + t_s} \right) \dots\dots\dots (4.1.5)$$

$$A_{s_e} = \frac{2}{3} \cdot \left\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \right\} \cdot t_s \dots\dots\dots (4.1.6)$$

したがって、固有周期 $T_H$ は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \dots\dots\dots (4.1.7)$$

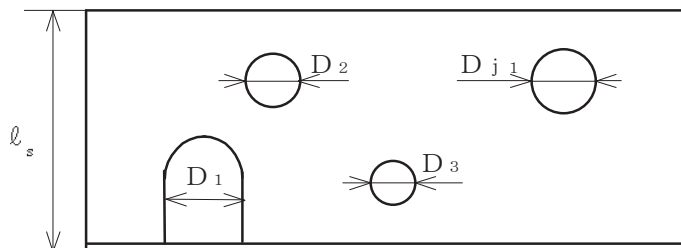


図 4-2 スカート開口部の形状

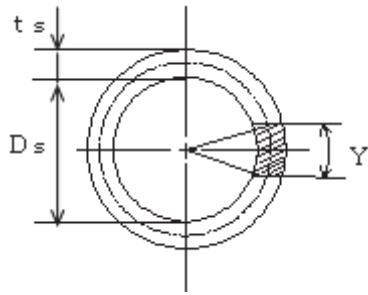


図 4-3 スカート開口部の水平断面における最大円周長さ

b. 下端固定上端支持の場合

重心の位置に水平方向の荷重  $Q$  が作用したときに上端の支持部に生じる反力  $Q'$  は, 図 4-4 に示すように荷重  $Q$  及び反力  $Q'$  による上端の変位量  $\delta$  と  $\delta'$  が等しいとして求める。

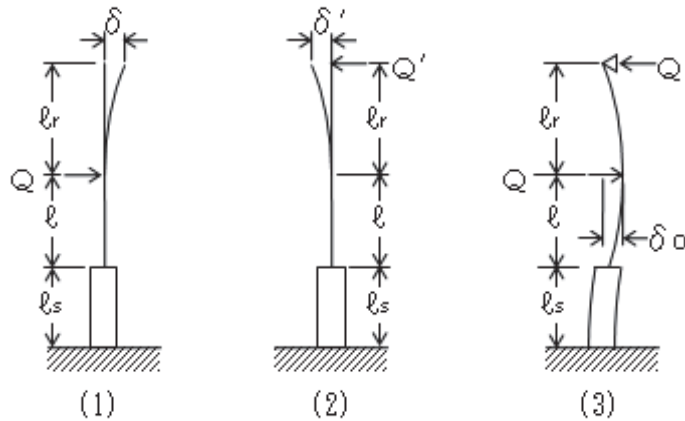


図 4-4 下端固定上端支持の場合の変形モデル

図 4-4 の (1) の場合

$$\delta = \frac{Q \cdot l^2}{6 \cdot E \cdot I} \cdot (2 \cdot l + 3 \cdot l_r) + \frac{Q}{6 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot \{2 \cdot l_s^3 + 3 \cdot l_s^2 \cdot l_r + 6 \cdot l_s \cdot l \cdot (l_s + l + l_r)\} + \frac{Q \cdot l}{G \cdot A_e} + \frac{Q \cdot l_s}{G_s \cdot A_{s_e}} \dots \dots \dots (4.1.8)$$

図 4-4 の (2) の場合

$$\delta' = \frac{Q' \cdot (l + l_r)^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{Q'}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \cdot \{3 \cdot (l + l_r)^2 \cdot l_s + 3 \cdot (l + l_r) \cdot l_s^2 + l_s^3\} + \frac{Q' \cdot (l + l_r)}{G \cdot A_e} + \frac{Q' \cdot l_s}{G_s \cdot A_{s_e}} \dots \dots \dots (4.1.9)$$

(4.1.8)式と(4.1.9)式を等しく置くことにより

$$\begin{aligned}
 Q' = Q \cdot & \left\{ \frac{\ell^2 \cdot (2 \cdot \ell + 3 \cdot \ell_r)}{6 \cdot E \cdot I} \right. \\
 & + \frac{2 \cdot \ell_s^3 + 3 \cdot \ell_s^2 \cdot \ell_r + 6 \cdot \ell_s \cdot \ell \cdot (\ell_s + \ell + \ell_r)}{6 \cdot E_s \cdot I_s} \\
 & + \left. \frac{\ell}{G \cdot A_e} + \frac{\ell_s}{G_s \cdot A_{se}} \right\} \cdot \left\{ \frac{(\ell + \ell_r)^3}{3 \cdot E \cdot I} \right. \\
 & + \frac{3 \cdot (\ell + \ell_r)^2 \cdot \ell_s + 3 \cdot (\ell + \ell_r) \cdot \ell_s^2 + \ell_s^3}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \\
 & + \left. \frac{\ell + \ell_r}{G \cdot A_e} + \frac{\ell_s}{G_s \cdot A_{se}} \right\} \dots \dots \dots (4.1.10)
 \end{aligned}$$

したがって、図 4-4 の(3)に示す重心位置での変位量  $\delta_0$  は図 4-4 の(1)及び(2)の重心位置での変位量の重ね合せから求めることができ、ばね定数  $K_H$  は次式で求める。

$$\begin{aligned}
 K_H = \frac{Q}{\delta_0} = 1000 / & \left\{ \frac{\ell^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{3 \cdot \ell^2 \cdot \ell_s + 3 \cdot \ell \cdot \ell_s^2 + \ell_s^3}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \right. \\
 & + \left( 1 - \frac{Q'}{Q} \right) \cdot \left( \frac{\ell}{G \cdot A_e} + \frac{\ell_s}{G_s \cdot A_{se}} \right) - \frac{Q'}{Q} \cdot \left( \frac{2 \cdot \ell^3 + 3 \cdot \ell^2 \cdot \ell_r}{6 \cdot E \cdot I} \right. \\
 & + \left. \left. \frac{3 \cdot \ell_s^2 \cdot \ell + \ell_s^3 + 3 \cdot \ell_s \cdot \ell^2 + 3 \cdot \ell_s \cdot \ell \cdot \ell_r + \frac{3}{2} \cdot \ell_s^2 \cdot \ell_r}{3 \cdot E_s \cdot I_s} \right) \right\} \\
 & \dots \dots \dots (4.1.11)
 \end{aligned}$$

固有周期は(4.1.7)式により求める。

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数  $K_V$  は次式で求める。

$$K_V = 1000 / \left( \frac{\ell}{E \cdot A} + \frac{\ell_s}{E_s \cdot A_s} \right) \dots \dots \dots (4.1.12)$$

$$A = \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots \dots \dots (4.1.13)$$

$$A_s = \{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \} \cdot t_s \dots \dots \dots (4.1.14)$$

したがって、固有周期  $T_V$  は次式で求める。

$$T_V = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_V}} \dots \dots \dots (4.1.15)$$



5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項 a.～e.のほか、次の条件で計算する。概要図を図 5-1 に示す。

(1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

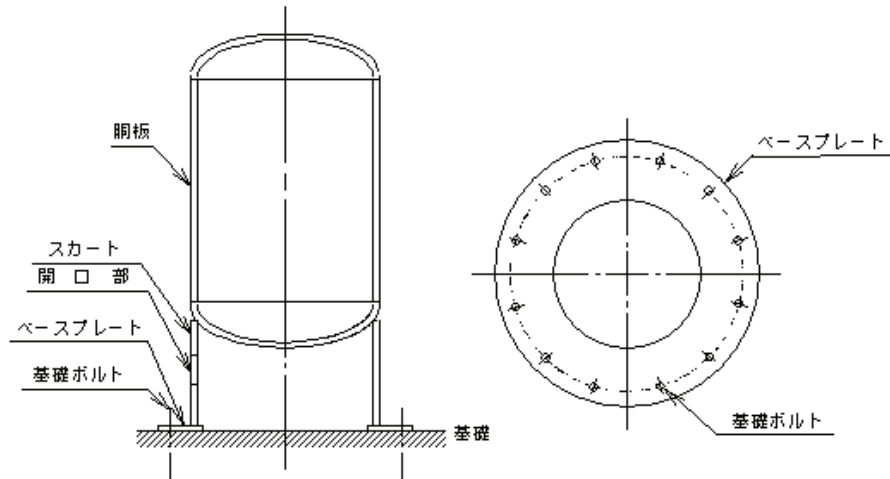


図5-1 概要図

5.2 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

5.3 計算方法

5.3.1 応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて、静的地震力を用いる場合は絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は、絶対値和又は SRSS 法を用いる。

5.3.1.1 胴の計算方法

(1) 静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \dots \quad (5.3.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_V}{2 \cdot t} \quad \dots \quad (5.3.1.1.2)$$

$$\sigma_{x 1} = 0 \quad \dots \quad (5.3.1.1.3)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.4)$$

$$\sigma_{\phi 2} = 0 \dots\dots\dots (5.3.1.1.5)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.6)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がスカートと接合する点を境界として、上部には胴自身の質量による圧縮応力が、下部には下部の胴自身の質量と内容物の質量による引張応力が生じる。

下部の胴について

$$\sigma_{x 2} = \frac{(m_0 - m_e) \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.7)$$

$$\sigma_{x 5} = \frac{(m_0 - m_e) \cdot g \cdot C_V}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.8)$$

上部の胴について

$$\sigma_{x 3} = \frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.9)$$

$$\sigma_{x 6} = \frac{m_e \cdot g \cdot C_V}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.10)$$

(3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はスカート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

a. 下端固定の場合

$$\sigma_{x 4} = \frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \ell}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.11)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.12)$$

b. 下端固定上端支持の場合

$$\sigma_{x4} = \frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left| \ell - \frac{Q'}{Q} \cdot (\ell + \ell_r) \right|}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.13)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left( 1 - \frac{Q'}{Q} \right)}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.14)$$

(4) 組合せ応力

(1)～(3)によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_\phi = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.15)$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \dots\dots\dots (5.3.1.1.16)$$

ここで、

【絶対値和】

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x4} + \sigma_{x5} \dots\dots\dots (5.3.1.1.17)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{xt} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x4}^2 + \sigma_{x5}^2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.18)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_\phi = -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.19)$$

$\sigma_{xc}$ が正の値（圧縮側）のとき、次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{0c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{xc} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \dots\dots\dots (5.3.1.1.20)$$

ここで、

**【絶対値和】**

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sigma_{x4} + \sigma_{x6} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.21)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{xc} = -\sigma_{x1} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x4}^2 + \sigma_{x6}^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.22)$$

したがって、胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は、絶対値和、SRSS 法それぞれに対して、

$$\sigma_0 = \text{Max} \left[ \text{組合せ引張応力} (\sigma_{0t}), \text{組合せ圧縮応力} (\sigma_{0c}) \right] \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.23)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じ値になるので省略する。

b. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{2\phi} = \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.24)$$

$$\sigma_{2t} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xt} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.25)$$

ここで、

**【絶対値和】**

$$\sigma_{2xt} = \sigma_{x4} + \sigma_{x5} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.26)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{2xt} = \sqrt{\sigma_{x4}^2 + \sigma_{x5}^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.27)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.28)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.29)$$

ここで、

【絶対値和】

$$\sigma_{2xc} = \sigma_{x4} + \sigma_{x6} \dots\dots\dots (5.3.1.1.30)$$

【SRSS 法】

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x4}^2 + \sigma_{x6}^2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.31)$$

したがって、胴の地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は、絶対値和、SRSS 法それぞれに対して、

$$\sigma_2 = \text{Max} \left[ \text{組合せ引張応力} (\sigma_{2t}), \text{組合せ圧縮応力} (\sigma_{2c}) \right] \dots\dots\dots (5.3.1.1.32)$$

とする。

#### 5.3.1.2 スカートの計算方法

##### (1) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

スカート底部に生じる運転時質量及び鉛直方向地震による圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s1} = \frac{m_0 \cdot g}{\left\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \right\} \cdot t_s} \dots\dots\dots (5.3.1.2.1)$$

$$\sigma_{s3} = \frac{m_0 \cdot g \cdot C_V}{\left\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \right\} \cdot t_s} \dots\dots\dots (5.3.1.2.2)$$

##### (2) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力によりスカートに作用する曲げモーメントにより生じる軸方向応力及び水平方向地震力によるせん断応力は次のように求める。

###### a. 下端固定の場合

$$\sigma_{s2} = \frac{M_s}{(D_s + t_s) \cdot t_s \cdot \left\{ \frac{\pi}{4} \cdot (D_s + t_s) - \frac{Y}{2} \right\}} \dots\dots\dots (5.3.1.2.3)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\left\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \right\} \cdot t_s} \dots\dots\dots (5.3.1.2.4)$$

ここで、

$$M_s = C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot (\ell_s + \ell) \dots\dots\dots (5.3.1.2.5)$$

b. 下端固定上端支持の場合

軸方向応力は(5.3.1.2.3)式で表されるが、曲げモーメント $M_s$ は次の $M_{s1}$ 又は $M_{s2}$ のいずれか大きい方の値とする。

$$M_{s1} = C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left| \ell - \frac{Q'}{Q} \cdot (\ell + \ell_r) \right| \dots \dots \dots (5.3.1.2.6)$$

$$M_{s2} = C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left| \ell_s + \ell - \frac{Q'}{Q} \cdot (\ell_s + \ell + \ell_r) \right| \dots \dots \dots (5.3.1.2.7)$$

$$\tau_s = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left(1 - \frac{Q'}{Q}\right)}{\left\{ \pi \cdot (D_s + t_s) - Y \right\} \cdot t_s} \dots \dots \dots (5.3.1.2.8)$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力は次式で求める。

【絶対値和】

$$\sigma_s = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s3})^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \dots \dots \dots (5.3.1.2.9)$$

【SRSS法】

$$\sigma_s = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s3}^2}\right)^2 + 3 \cdot \tau_s^2} \dots \dots \dots (5.3.1.2.10)$$

### 5.3.1.3 基礎ボルトの計算応力

(1) 引張応力

基礎に作用する転倒モーメント $M_s$ は、下端固定の場合、(5.3.1.2.5)式を、下端固定上端支持の場合は(5.3.1.2.6)式又は(5.3.1.2.7)式のいずれか大きい方を用いる。

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める(図5-2参照)。

以下にその手順を示す。

a.  $\sigma_b$ 及び $\sigma_c$ を仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数 $k$ を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}} \dots \dots \dots (5.3.1.3.1)$$

- b. 基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度  $\alpha$  を求める。  
 $\alpha = \cos^{-1} (1 - 2 \cdot k) \dots\dots\dots (5.3.1.3.2)$

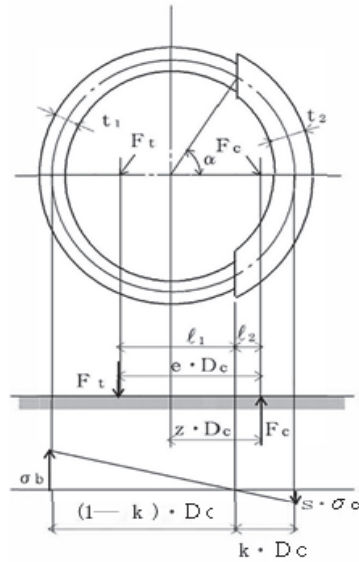


図 5-2 基礎の荷重説明図

- c. 各定数  $e$ ,  $z$ ,  $C_t$  及び  $C_c$  を求める。

$$e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \cdot (\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\} \dots (5.3.1.3.3)$$

$$z = \frac{1}{2} \cdot \left( \cos \alpha + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right) \dots\dots\dots (5.3.1.3.4)$$

$$C_t = \frac{2 \cdot \{ (\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha \}}{1 + \cos \alpha} \dots\dots\dots (5.3.1.3.5)$$

$$C_c = \frac{2 \cdot (\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} \dots\dots\dots (5.3.1.3.6)$$

- d. 各定数を用いて  $F_t$  及び  $F_c$  を求める。

【絶対値和】

$$F_t = \frac{M_s - (1 - C_v) \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c} \dots\dots (5.3.1.3.7)$$

$$F_c = F_t + (1 - C_v) \cdot m_0 \cdot g \dots\dots\dots (5.3.1.3.8)$$

【SRSS 法】

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_V \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z}{e} \cdot m_0 \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.9)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_V \cdot m_0 \cdot g \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + \left(1 - \frac{z}{e}\right) \cdot m_0 \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.10)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 $\alpha$  が  $\pi$  に等しくなったときであり、(5.3.1.3.3) 式及び (5.3.1.3.4) 式において  $\alpha$  を  $\pi$  に近づけた場合の値  $e = 0.75$  及び  $z = 0.25$  を (5.3.1.3.7) 式又は (5.3.1.3.9) 式に代入し、得られる  $F_t$  の値によって引張力の有無を次のように判定する。

$F_t \leq 0$  ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$  ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.  $\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  を求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.11)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.12)$$

ここで、

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.13)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{bo} - D_{bi}) - t_1 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.14)$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.15)$$

$\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  が a 項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合の  $\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  を基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。



(2) せん断応力

a. 下端固定の場合

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.3.1.3.16)$$

b. 下端固定上端支持の場合

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \left(1 - \frac{Q'}{Q}\right)}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.3.1.3.17)$$

5.4 応力の評価

5.4.1 胴の応力評価

5.3.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$	
	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点 $S_y$ と設計引張強さ $S_u$ の0.6倍のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては許容引張応力 $S$ の1.2倍の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	設計引張強さ $S_u$ の0.6倍。
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点 $S_y$ の2倍以下であれば、疲労解析は不要とする。	

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

5.4.2 スカートの応力評価

- (1) 5.3.1.2項で求めたスカートの組合せ応力が許容引張応力  $f_t$  以下であること。ただし、 $f_t$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_t$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

- (2) 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。

（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1 \dots\dots\dots (5.4.2.1)$$

ここで、 $f_c$  は次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \dots\dots\dots (5.4.2.2)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[ 1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left( \frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left( \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right] \dots\dots\dots (5.4.2.3)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \phi_1 \left( \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \right) \dots\dots\dots (5.4.2.4)$$

ただし、 $\phi_1(x)$  は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E_s}{x} \cdot \left[ 1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp \left( -\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right] \dots\dots\dots (5.4.2.5)$$

また、 $f_b$ は次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \quad \dots\dots\dots (5.4.2.6)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{9600 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \cdot \left[ 1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2 \left( \frac{9600 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left( \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\dots\dots\dots (5.4.2.7)$$

$$\frac{9600 \cdot g}{F} \leq \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_b = \phi_2 \left( \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.2.8)$$

ただし、 $\phi_2(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E_s}{x} \cdot \left[ 1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp \left( -\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

$$\dots\dots\dots (5.4.2.9)$$

$\eta$ は安全率で次による。

$$\frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 \quad \dots\dots\dots (5.4.2.10)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left( \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right)$$

$$\dots\dots\dots (5.4.2.11)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_s + 2 \cdot t_s}{2 \cdot t_s} \quad \text{のとき}$$

$$\eta = 1.5 \quad \dots\dots\dots (5.4.2.12)$$

### 5.4.3 基礎ボルトの応力評価

5.3.1.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし  $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min} \left[ 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to} \right] \quad \dots\dots\dots (5.4.3.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。ただし、 $f_{sb}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 Sd 又は静的震度による荷 重との組合せの場合	基準地震動 Ss による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 6. 耐震計算書のフォーマット

スカート支持たて置円筒形容器の耐震計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

[設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合]

フォーマットⅠ 設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果

[重大事故等対処設備単独の場合]

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果\*

注記\*：重大事故等対処設備単独の場合は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし、評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマット I 設計基準対象施設としての評価結果】

【○○○○容器的耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 O.P. *			C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =			

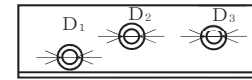
注記\*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	D <sub>s</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)
						*1	*2	*1	*2

ℓ (mm)	ℓ <sub>s</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	s	n	D <sub>c</sub> (mm)	D <sub>bo</sub> (mm)

D <sub>bi</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	M <sub>s</sub> (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
	(M)				



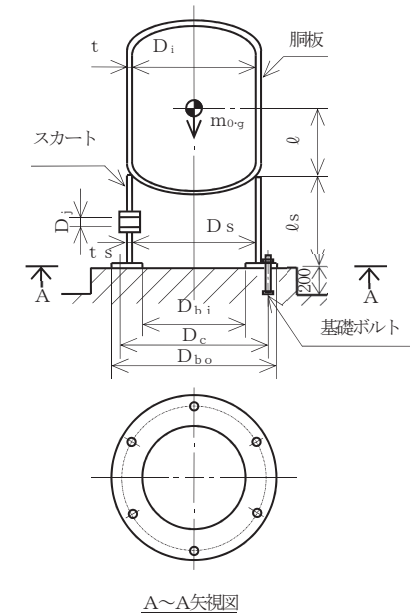
スカート開口部の形状を示す。

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S(胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (スカート) (MPa)	S <sub>u</sub> (スカート) (MPa)	F(スカート) (MPa)	F*(スカート) (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2		

S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F(基礎ボルト) (MPa)	F*(基礎ボルト) (MPa)
*2	*2		

注記 \*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出



A~A矢視図

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
静水頭又は内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	—	
運転時質量による引張応力	—	$\sigma_{x 2} =$	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	
鉛直方向地震による引張応力	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x 5} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x 5} =$	—	
空質量による圧縮応力	—	$\sigma_{x 3} =$	—	—	$\sigma_{x 3} =$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	$\sigma_{x 6} =$	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x 4} =$	$\tau =$	—	$\sigma_{x 4} =$	$\tau =$	
応力の和	引張側	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x t} =$	—	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x t} =$	
	圧縮側	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x c} =$	—	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x c} =$	
組合せ応力	引張り	$\sigma_{0 t} =$			$\sigma_{0 t} =$		
	圧縮	—			—		

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
鉛直方向地震による引張応力	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x 5} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x 5} =$	—	
鉛直方向地震による圧縮応力	—	$\sigma_{x 6} =$	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	
水平方向地震による応力	—	$\sigma_{x 4} =$	$\tau =$	—	$\sigma_{x 4} =$	$\tau =$	
応力の和	引張側	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	—	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	
	圧縮側	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xc} =$	—	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xc} =$	
組合せ応力 (変動値)	引張り	$\sigma_{2t} =$			$\sigma_{2t} =$		
	圧縮	$\sigma_{2c} =$			$\sigma_{2c} =$		

1.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		
	応力	組合せ応力	応力	組合せ応力	
運転時質量による応力	$\sigma_{s 1} =$	$\sigma_s =$	$\sigma_{s 1} =$	$\sigma_s =$	
鉛直方向地震による応力	$\sigma_{s 3} =$		$\sigma_{s 3} =$		
水平方向地震による応力	曲げ		$\sigma_{s 2} =$		$\sigma_{s 2} =$
	せん断		$\tau_s =$		$\tau_s =$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動S <sub>s</sub>
引張応力	$\sigma_b =$	$\sigma_b =$
せん断応力	$\tau_b =$	$\tau_b =$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_V =$

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d 又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	$\sigma_0 =$	$S_a =$	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次+二次	$\sigma_2 =$	$S_a =$	$\sigma_2 =$	$S_a =$
スカート		組合せ	$\sigma_s =$	$f_t =$	$\sigma_s =$	$f_t =$
		圧縮と曲げ の組合せ (座屈の評価)	$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$	
			(無次元)		(無次元)	
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	$\tau_b =$	$f_{sb} =$	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{td}]$

すべて許容応力以下である。



【〇〇〇容器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

【静水頭の場合】

(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度				
		建屋 O.P. *			$C_H =$	$C_V =$	$C_H =$	$C_V =$	静水頭			

注記\*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

$m_0$ (kg)	$m_e$ (kg)	$D_i$ (mm)	$t$ (mm)	$D_s$ (mm)	$t_s$ (mm)	E (MPa)	$E_s$ (MPa)	G (MPa)	$G_s$ (MPa)
						*1	*2	*1	*2

$\varnothing$ (mm)	$\varnothing_s$ (mm)	$D_1$ (mm)	$D_2$ (mm)	$D_3$ (mm)	H (mm)	s	n	$D_c$ (mm)	$D_{b.o}$ (mm)

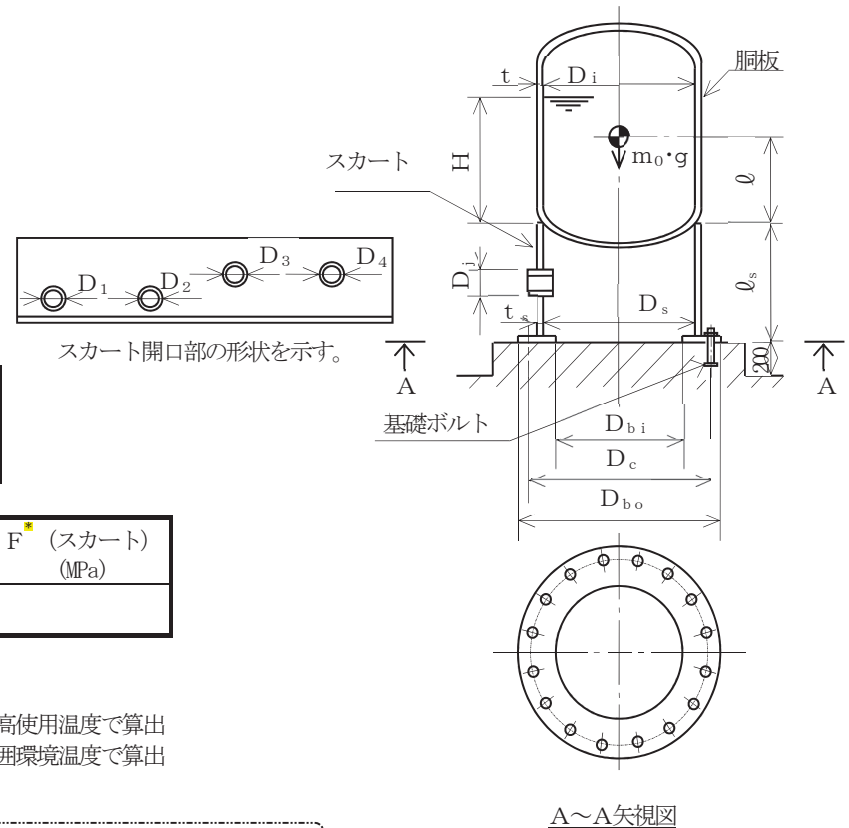
$D_{b.i}$ (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	$M_s$ (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
	(M)				

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (スカート) (MPa)	$S_u$ (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	$F^*$ (スカート) (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2		

$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
*2	*2		

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出



A~A矢視図

本記載例は、最高使用圧力が静水頭の容器を示したものである。

【フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果】

【○○○○容器の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

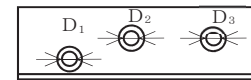
機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 O.P. *			—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =			

2.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	D <sub>s</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)
						*1	*2	*1	*2

ℓ (mm)	ℓ <sub>s</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	s	n	D <sub>c</sub> (mm)	D <sub>bo</sub> (mm)

D <sub>bi</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	M <sub>s</sub> (N・mm)	
				弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
	(M)			—	



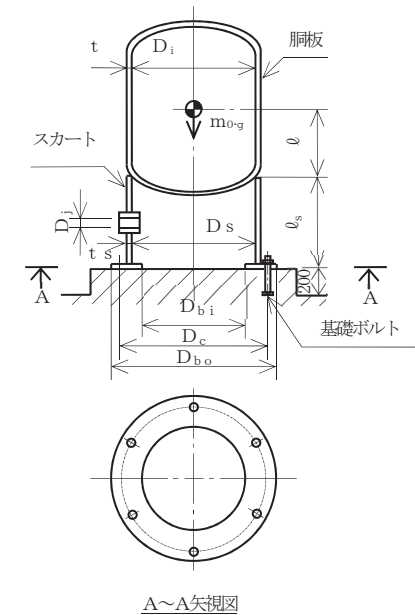
スカート開口部の形状を示す。

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (スカート) (MPa)	S <sub>u</sub> (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	F* (スカート) (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2	—	

S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*2	*2	—	

注記 \*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出



2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧による応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	—
運転時質量による引張応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x 5} =$	—
空質量による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 3} =$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 4} =$	$\tau =$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x t} =$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x c} =$	—
組合せ応力	引張り	—	—	$\sigma_{0 t} =$	—	
	圧縮	—	—	—		

(2) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による引張応力	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x 5} =$	—
鉛直方向地震による圧縮応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—
水平方向地震による応力	—	—	—	—	$\sigma_{x 4} =$	$\tau =$
応力の和	引張側	—	—	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	—
	圧縮側	—	—	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xc} =$	—
組合せ応力 (変動値)	引張り	—	—	$\sigma_{2t} =$	—	
	圧縮	—	—	$\sigma_{2c} =$	—	

2.3.2 スカートに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	応力	組合せ応力	応力	組合せ応力
運転時質量による応力	—	—	$\sigma_{s 1} =$	$\sigma_s =$
鉛直方向地震による応力	—		$\sigma_{s 3} =$	
水平方向地震による応力	曲げ		$\sigma_{s 2} =$	
	せん断		$\tau_s =$	

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
引張応力	—	$\sigma_b =$
せん断応力	—	$\tau_b =$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_V =$

2.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 =$	$S_a =$
スカート		組合せ	—	—	$\sigma_s =$	$f_t =$
		圧縮と曲げ の組合せ (座屈の評価)	—		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{s1} + \sigma_{s3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{s2}}{f_b} \leq 1$ (無次元)	
基礎ボルト		引張り	—	—	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	—	—	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

注記 \* :  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{td}]$

すべて許容応力以下である。

【○○○容器の耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

【静水頭の場合】  
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所 及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比 重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
		建屋 O.P. *			—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

注記\*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

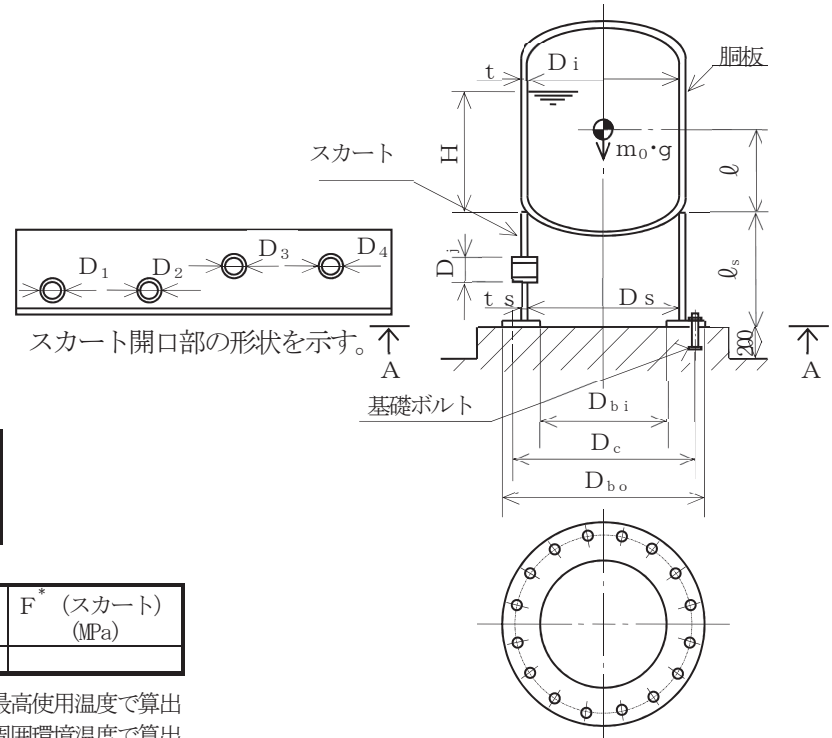
m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	D <sub>s</sub> (mm)	t <sub>s</sub> (mm)	E (MPa)	E <sub>s</sub> (MPa)	G (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)
						*1	*2	*1	*2

ℓ (mm)	ℓ <sub>s</sub> (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> (mm)	D <sub>3</sub> (mm)	H (mm)	s	n	D <sub>c</sub> (mm)	D <sub>b<sub>o</sub></sub> (mm)

D <sub>b<sub>i</sub></sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	Y (mm)	M <sub>s</sub> (N・mm)	
				弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動S <sub>s</sub>
	(M)			—	

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (スカート) (MPa)	S <sub>u</sub> (スカート) (MPa)	F (スカート) (MPa)	F* (スカート) (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2	—	

S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*2	*2	—	



スカート開口部の形状を示す。

A~A矢視図

本記載例は、最高使用圧力が静水頭の容器を示したものである。

VI-2-1-13-2 横置一胴円筒形容器の耐震性についての計算書作成の基本方針

## 目 次

1.	概要	1
2.	一般事項	2
2.1	評価方針	2
2.2	適用規格・基準等	2
2.3	記号の説明	3
2.4	計算精度と数値の丸め方	9
3.	評価部位	10
4.	固有周期	11
4.1	固有周期の計算方法	11
4.1.1	2脚支持横置一胴円筒形容器の場合	11
4.1.2	3脚支持横置一胴円筒形容器の場合	14
4.1.3	4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合	17
5.	構造強度評価	21
5.1	構造強度評価方法	21
5.1.1	2脚支持横置一胴円筒形容器の場合	21
5.1.2	3脚支持横置一胴円筒形容器の場合	21
5.1.3	4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合	21
5.2	設計用地震力	22
5.3	計算方法	22
5.3.1	応力の計算方法	22
5.4	応力の評価	40
5.4.1	胴の応力評価	40
5.4.2	脚の応力評価	40
5.4.3	基礎ボルトの応力評価	41
6.	耐震計算書のフォーマット	42
7.	引用文献	42

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震性に関する説明書が求められている横置一胴円筒形容器（耐震重要度分類 S クラス又は S s 機能維持の計算を行うもの）が、十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし、本基本方針が適用できない横置一胴円筒形容器にあつては、個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。



## 2. 一般事項

### 2.1 評価方針

横置一胴円筒形容器の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

横置一胴円筒形容器の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

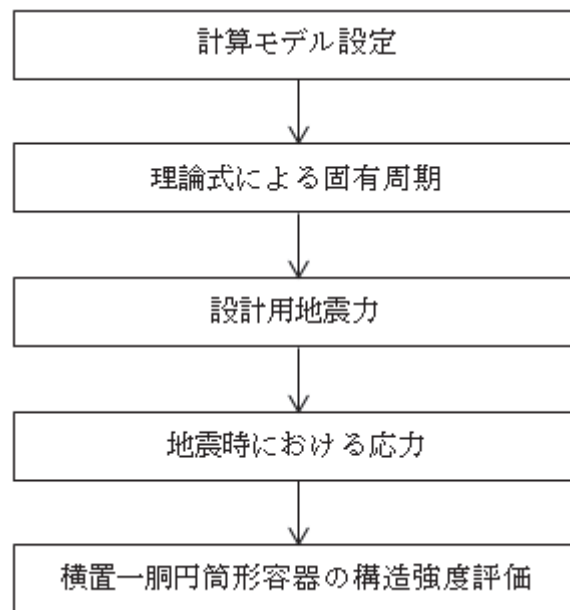


図 2-1 横置一胴円筒形容器の耐震評価フロー

### 2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1・補-1984)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1987)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (以下「設計・建設規格」という。)

## 2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_b$	基礎ボルトの軸断面積	$\text{mm}^2$
$A_s$	脚の断面積	$\text{mm}^2$
$A_{s1}$	脚の長手方向に対する有効せん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{s2}$	脚の横方向に対する有効せん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{s3}$	脚の長手方向に対するせん断断面積	$\text{mm}^2$
$A_{s4}$	脚の横手方向に対するせん断断面積	$\text{mm}^2$
a	脚底板の長手方向幅	mm
b	脚底板の横方向幅	mm
$C_1$	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の 2 分の 1 (胴の横方向)	mm
$C_2$	脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の 2 分の 1 (胴の長手方向)	mm
$C_{cj}$	周方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) ( $j=1$ : 周方向応力, $j=2$ : 軸方向応力)	—
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_{\ell j}$	軸方向モーメントによる応力の補正係数 (引用文献(2)より得られる値) ( $j=1$ : 周方向応力, $j=2$ : 軸方向応力)	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$D_i$	胴の内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
$d_1$	脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
$d_2$	脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
$d_3$	脚底板端面から基礎ボルト (内側) 中心までの横方向の距離	mm
$E_s$	脚の縦弾性係数	MPa
e	脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
$F^*$	設計・建設規格 SSB-3121.3 又は SSB-3133 に定める値	MPa
$F_b$	基礎ボルトに作用する引張力	N
$f_{sb}$	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_t$	脚の許容引張応力	MPa
$f_{t0}$	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ts}$	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
$G_s$	脚のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	$\text{m/s}^2$

記号	記号の説明	単位
H	水頭	mm
$h_1$	基礎から脚の胴付け根部までの高さ	mm
$h_2$	基礎から胴の中心までの高さ	mm
$I_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
$I_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
$j_1$	2脚支持横置一胴円筒形容器における荷重分布で分割する荷重の数	—
$j_2$	2脚支持横置一胴円筒形容器における第1脚より第2脚と反対の方向に作用する荷重の数（第1脚上の荷重は含まない。）	—
$j_3$	2脚支持横置一胴円筒形容器における第2脚より第1脚と反対の方向に作用する荷重の数（第2脚上の荷重は含まない。）	—
$K_{1j}, K_{2j}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j=1$ : 周方向応力, $j=2$ : 軸方向応力)	—
$K_c$	脚のばね定数（胴の横方向に水平力が作用する場合）	N/m
$K_l$	脚のばね定数（胴の長手方向に水平力が作用する場合）	N/m
$K_v$	脚のばね定数（胴に鉛直力が作用する場合）	N/m
$K_{cj}, K_{lj}$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータの補正係数 ( $j=1$ : 周方向応力, $j=2$ : 軸方向応力)	—
$l$	両端の脚の中心から鏡板重心までの距離	mm
$l_H$	鏡板の端から鏡板の丸みの始まる箇所までの長さ	mm
$l_i$	2脚支持横置一胴円筒形容器における第1脚より各部質量までの距離 ( $i=1, 2, 3, \dots, j_1$ )	mm
$l_L$	鏡板の丸みの始まる箇所間の長さ	mm
$l_0$	脚中心間距離	mm
$l_0'$	4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間非等間隔）における脚中心間距離 ( $l_0' \neq l_0$ )	mm
$l_w$	当板における脚の取り付けられない部分の長手方向長さ	mm
M	脚底板に作用するモーメント	N・mm
$M_i$	各脚つけ根部における胴の運転時質量によるモーメント ( $i=1$ : 第1脚, $i=2$ : 第2脚, $i=3$ : 第3脚, $i=4$ : 第4脚)	N・mm
$M_c$	横方向地震により胴の脚つけ根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{c1}$	横方向地震により脚底面に作用するモーメント	N・mm
$M_l$	長手方向地震による胴の脚つけ根部のモーメント	N・mm
$M_{l1}$	長手方向地震により脚底面に働くモーメント	N・mm

記号	記号の説明	単位
$M_x$	胴に生じる軸方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$M_\phi$	胴に生じる周方向の曲げモーメント	N・mm/mm
$m_0$	容器の運転時質量	kg
$m_i$	容器各部の質量 ( $i = 1, 2, 3, \dots, j_1$ )	kg
$m_{s i}$	2脚支持横置一胴円筒形容器における脚の質量 ( $i = 1$ : 第1脚, $i = 2$ : 第2脚)	kg
$m_{s t}$	3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒形容器における脚1本当たりの質量	kg
$N_x$	胴に生じる軸方向の膜力	N/mm
$N_\phi$	胴に生じる周方向の膜力	N/mm
$n$	脚1個当たりの基礎ボルトの本数	—
$n_1$	長手方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
$n_2$	横方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
$P$	運転時質量により胴の脚つけ根部に作用する反力	N
$P_e$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に作用する反力	N
$P_\ell$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に作用する鉛直荷重	N
$P_s$	長手方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直荷重	N
$P_{s 1}$	横方向及び鉛直方向地震により脚底部に作用する鉛直荷重	N
$R_i$	各脚の受ける荷重 ( $i = 1$ : 第1脚, $i = 2$ : 第2脚, $i = 3$ : 第3脚, $i = 4$ : 第4脚)	N
$r_m$	脚つけ根部における胴の平均半径	mm
$r_0$	脚つけ根部における胴の外半径	mm
$S$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
$S_a$	胴の許容応力	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa

記号	記号の説明	単位
$S_{y(RT)}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値	MPa
$s$	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_1$	長手方向固有周期	s
$T_2$	横方向固有周期	s
$T_3$	鉛直方向固有周期	s
$t$	脚側胴板の厚さ	mm
$t_e$	脚つけ根部における胴の有効板厚	mm
$w$	胴部自重による等分布荷重	N/mm
$X_n$	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
$Z$	引用文献(1)による胴の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sx}$	脚の長手方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_{sy}$	脚の横方向軸に対する断面係数	mm <sup>3</sup>
$\beta, \beta_1, \beta_2$	引用文献(2)によるアタッチメントパラメータ	—
$\gamma$	引用文献(2)によるシェルパラメータ	—
$\theta$	引用文献(1)による胴の有効範囲角の 2 分の 1	rad
$\theta_0$	胴の脚端部より鉛直軸までの角度	rad
$\theta_w$	胴の脚端部より当板端部までの角度	rad
$\pi$	円周率	—
$\rho'$	液体の密度 (= 比重 $\times 10^{-6}$ )	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_0$	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
$\sigma_{0lx}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_1$	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{1c}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1cx}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1\theta}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
$\sigma_{1\theta x}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1\theta\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
$\sigma_2$	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
$\sigma_{2c}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2cx}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\theta}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\theta x}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2\theta\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
$\sigma_{b1}$	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_{b2}$	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_s$	脚の組合せ応力の最大値	MPa
$\sigma_{sc}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{s\theta}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の脚の組合せ応力	MPa
$\sigma_{s1}$	運転時質量により脚に生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_{s2}$	長手方向地震により脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{s3}$	横方向地震により脚に生じる曲げ応力	MPa
$\sigma_{s4}$	鉛直方向地震により脚に生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_{x1}$	静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x2}$	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x3}$	運転時質量により胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x413}$	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x6}$	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}, \sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}, \sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}, \sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の脚つけ根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
$\tau_{b1}$	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\tau_{b2}$	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\tau_c$	横方向地震により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_l$	長手方向地震により胴の脚つけ根部に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s2}$	長手方向地震により脚に生じるせん断応力	MPa
$\tau_{s3}$	横方向地震により脚に生じるせん断応力	MPa

#### 2.4 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度		—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第 2 位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第 1 位
面積		mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント		N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力		N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
角度		rad	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
算出応力		MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力		MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*3</sup>

注記\*1：設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降状点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。



### 3. 評価部位

横置一胴円筒形容器の耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚及び基礎ボルトについて評価を実施する。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

4.1.1 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は中心軸に集中するものとする。
- b. 容器の胴は2個の脚で支持され、脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- c. 胴は剛とし、脚をはりと考え、変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 脚が長手方向に変形する場合、脚を基礎に取り付ける基礎ボルトが、脚の変形方向に直角な方向より見て脚1個につき1列の場合は下端を単純支持とする。その他の場合は固定とする。
- e. 第2脚は長手方向にスライドできるものとし、その方向の力は全て第1脚で受けるものとする。
- f. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図4-1～図4-4に示す。

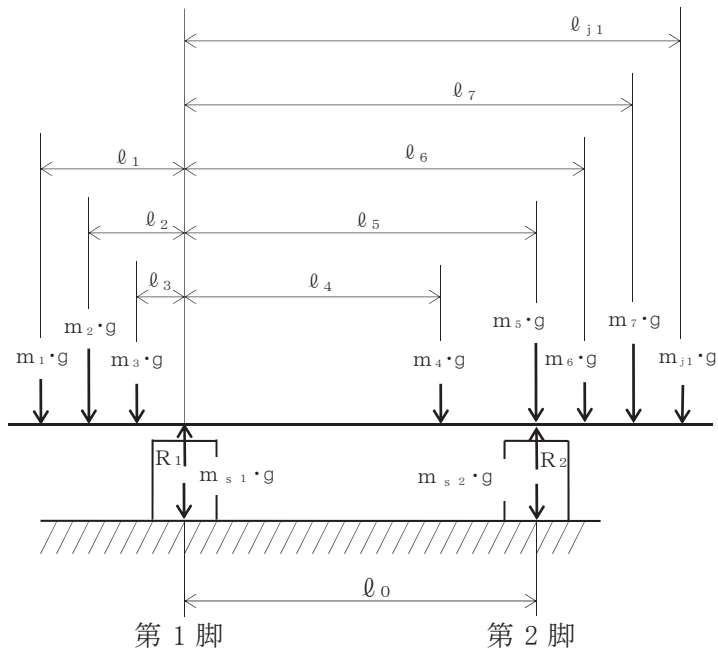


図4-1 荷重状態

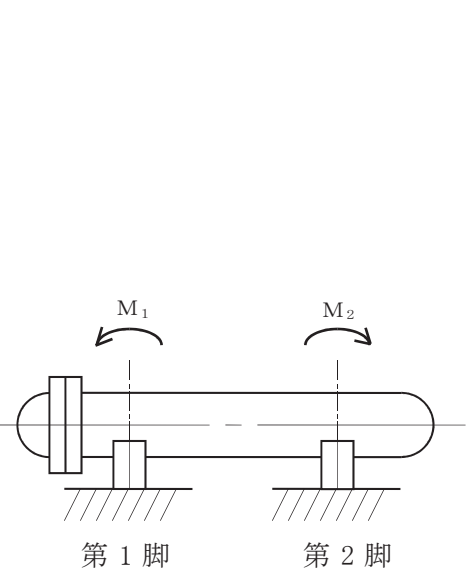


図4-2 脚の位置での曲げモーメント

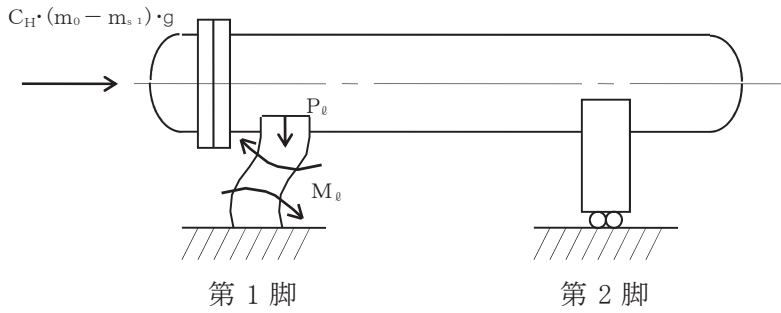


図 4-3 長手方向荷重による胴の第 1 脚つけ根部のモーメント及び鉛直荷重

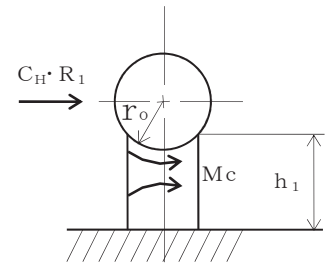


図 4-4 横方向荷重による胴の第 1 脚つけ根部のモーメント

本容器は、前記の条件より図 4-5, 図 4-6 及び図 4-7 のような 1 質点系振動モデルとして考える。

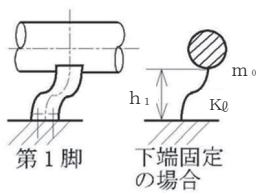


図 4-5 長手方向の固有周期計算モデル

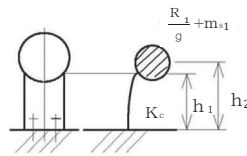


図 4-6 横方向の固有周期計算モデル

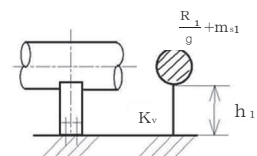


図 4-7 鉛直方向の固有周期計算モデル

(2) 脚の受ける荷重

脚の受ける荷重はモーメントの釣合いより求める。図 4-1 において第 1 脚回りのモーメントの釣合いは次式で求める。

$$\sum_{i=1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot \ell_i - R_2 \cdot \ell_0 = 0 \quad \dots \dots \dots (4.1.1.1)$$

したがって、脚の受ける荷重は次式で求める。

$$R_2 = \sum_{i=1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot \ell_i / \ell_0 \quad \dots \dots \dots (4.1.1.2)$$

$$R_1 = \sum_{i=1}^{j_1} m_i \cdot g - R_2 \quad \dots \dots \dots (4.1.1.3)$$

(3) 長手方向の固有周期

図 4-5 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_{\ell} = \frac{1000}{\frac{h_1^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{s_y}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s_1}}} \dots\dots\dots (4.1.1.4)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_{\ell}}} \dots\dots\dots (4.1.1.5)$$

(4) 横方向の固有周期

図 4-6 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c = \frac{1000}{\frac{h_1^2 \cdot (3 \cdot h_2 - h_1)}{6 \cdot E_s \cdot I_{s_x}} + \frac{(h_2 - h_1) \cdot h_1 \cdot (h_2 - h_1/2)}{E_s \cdot I_{s_x}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s_2}}} \dots\dots\dots (4.1.1.6)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_{s_1}}{K_c}} \dots\dots\dots (4.1.1.7)$$

ただし、脚の受ける荷重が  $R_2 > R_1$  となる場合は、 $R_1$  を  $R_2$  に置き換える。

(5) 鉛直方向の固有周期

図 4-7 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{h_1}{A_s \cdot E_s}} \dots\dots\dots (4.1.1.8)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_{s_1}}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.1.9)$$

ただし、脚の受ける荷重が  $R_2 > R_1$  となる場合は、 $R_1$  を  $R_2$  に置き換える。

4.1.2 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は中心軸に集中するものとする。
- b. 3脚支持横置一胴円筒形容器は3個の脚で支持され、脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されているため、固定端とする。
- c. 胴は剛とし、脚をはりと考え、変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図4-8～図4-11に示す。

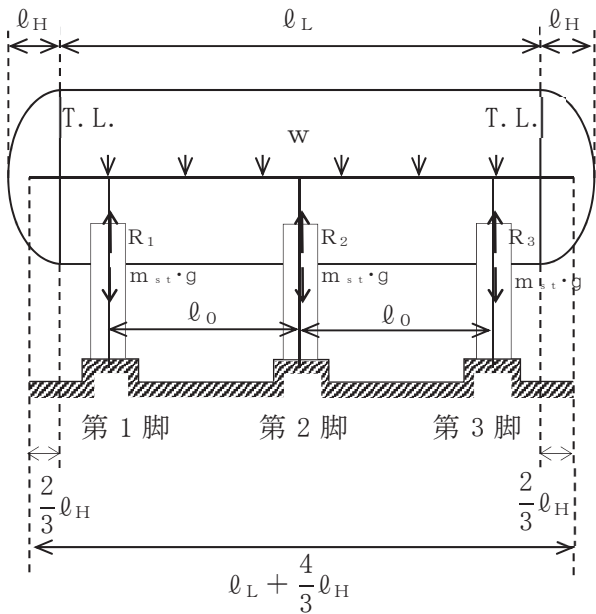


図4-8 荷重状態

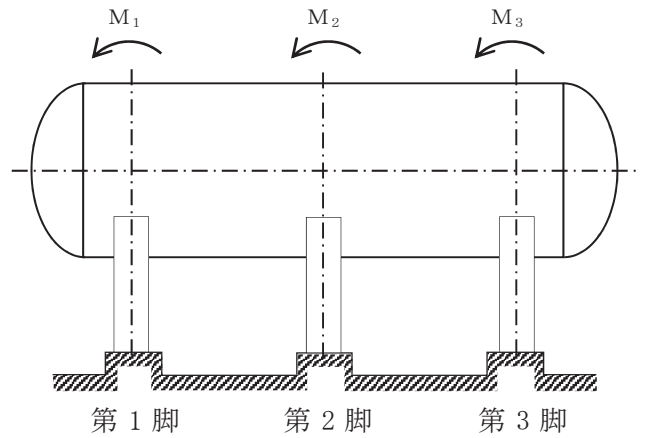


図4-9 脚の位置での曲げモーメント

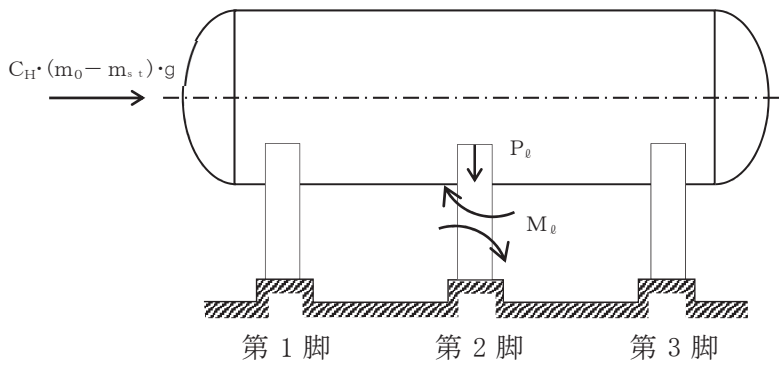


図 4-10 長手方向荷重による胴の脚つけ根部のモーメント及び鉛直荷重

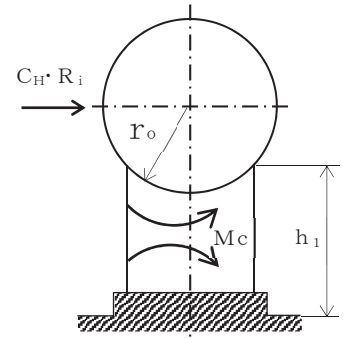


図 4-11 横方向荷重による胴の脚つけ根部のモーメント

本容器は、前記の条件より図 4-12、図 4-13 及び図 4-14 のような 1 質点系振動モデルとして考える。

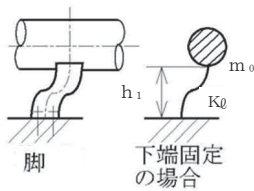


図 4-12 長手方向の固有周期計算モデル

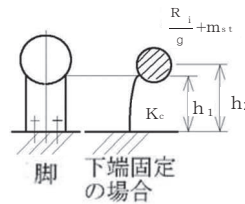


図 4-13 横方向の固有周期計算モデル

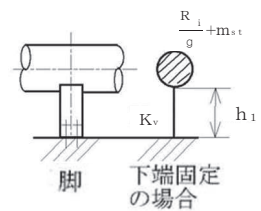


図 4-14 鉛直方向の固有周期計算モデル

(2) 脚の受ける荷重

第 1 脚及び第 3 脚に作用する荷重

曲げモーメントは、5.3.1.1 項で算出した曲げモーメントを使用する。

ここで、モデルの幾何学的な対称性より  $R_1 = R_3$ ,  $M_1 = M_3$  とする

$$R_1 = R_3 = \frac{(m_0 - 3 \cdot m_{st}) \cdot g - R_2}{2} \dots\dots\dots (4.1.2.1)$$

第 2 脚に作用する荷重

$$R_2 = \frac{5 \cdot w \cdot \ell_0}{4} - \frac{3 \cdot M_1}{\ell_0} \dots\dots\dots (4.1.2.2)$$

(3) 長手方向の固有周期

図 4-12 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_{\ell} = \frac{3 \times 1000}{\frac{h_1^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{sy}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s1}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.2.3)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_{\ell}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.2.4)$$

(4) 横方向の固有周期

図 4-13 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c = \frac{1000}{\frac{h_1^2 \cdot (3 \cdot h_2 - h_1)}{6 \cdot E_s \cdot I_{sx}} + \frac{(h_2 - h_1) \cdot h_1 \cdot (h_2 - h_1 / 2)}{E_s \cdot I_{sx}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s2}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.2.5)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_i}{g} + m_{st}}{K_c}} \quad \dots\dots\dots (4.1.2.6)$$

ただし、 $R_i$  は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。

(5) 鉛直方向の固有周期

図 4-14 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{h_1}{A_s \cdot E_s}} \quad \dots\dots\dots (4.1.2.7)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_i}{g} + m_{st}}{K_v}} \quad \dots\dots\dots (4.1.2.8)$$

ただし、 $R_i$  は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。

4.1.3 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合  
 (1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は中心軸に集中するものとする。
- b. 4脚支持横置一胴円筒形容器は4個の脚で支持され、脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されているため、固定端とする。
- c. 胴は剛とし、脚をはりと考え、変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図4-15～図4-19に示す。

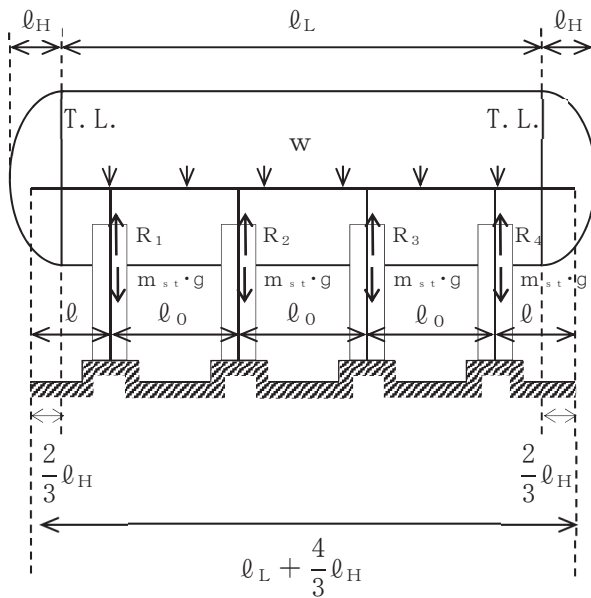


図4-15 荷重状態（脚間等間隔）

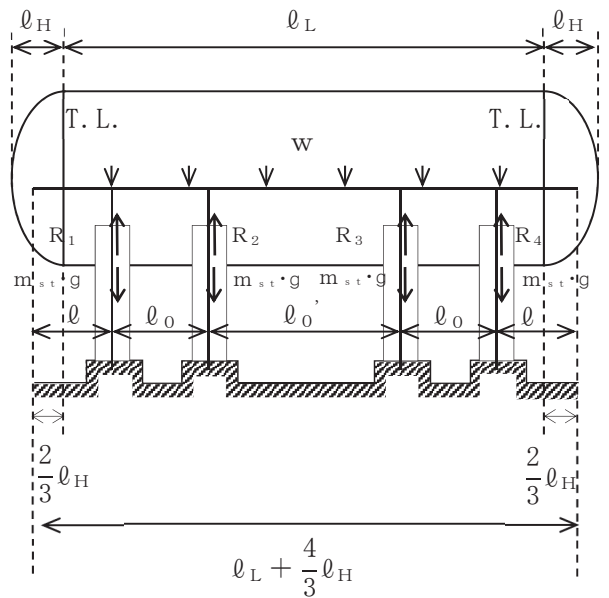


図4-16 荷重状態（脚間非等間隔）

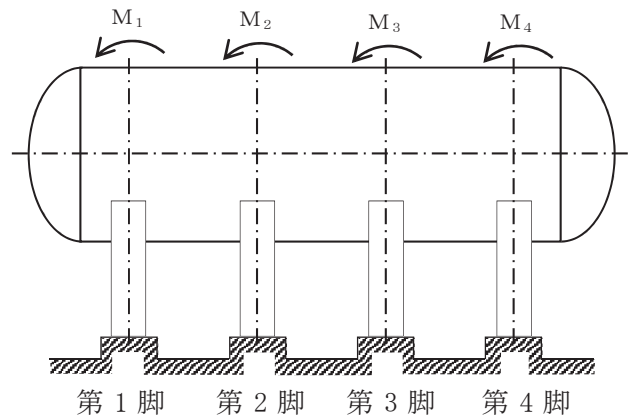


図4-17 脚の位置での曲げモーメント



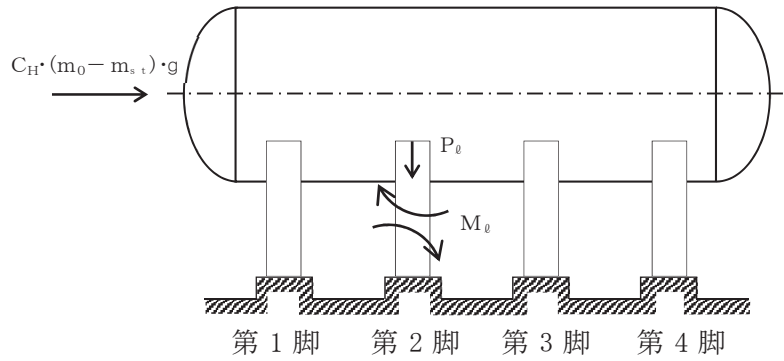


図 4-18 長手方向荷重による胴の脚つけ根部のモーメント及び鉛直荷重

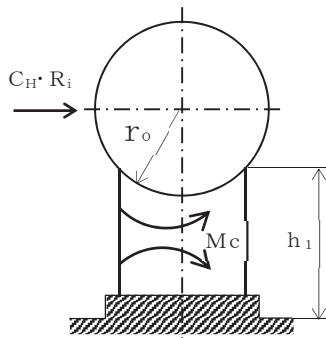


図 4-19 横方向荷重による胴の脚つけ根部のモーメント

本容器は、前記の条件より図 4-20、図 4-21 及び図 4-22 のような 1 質点系振動モデルとして考える。

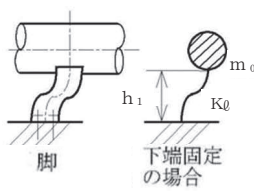


図 4-20 長手方向の固有周期  
計算モデル

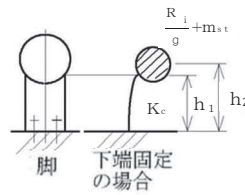


図 4-21 横方向の固有周期  
計算モデル

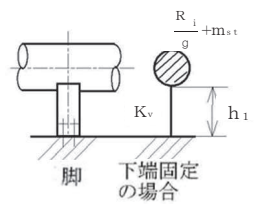


図 4-22 鉛直方向の固有周期  
計算モデル

(2) 脚の受ける荷重

a. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔）の場合

曲げモーメントは、5.3.1.1項で算出した曲げモーメントを使用する。

ここで、モデルの幾何学的な対称性より  $R_1 = R_4$ ,  $R_2 = R_3$ ,  $M_1 = M_4$ ,  $M_2 = M_3$  とする。

第1脚及び第4脚に作用する荷重

$$R_1 = R_4 = w \cdot \ell + \frac{w}{2} \cdot \ell_0 - \frac{M_2 - M_1}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (4.1.3.1)$$

第2脚及び第3脚に作用する荷重

$$R_2 = R_3 = \frac{w \cdot \ell_0}{2} + \frac{w \cdot \ell_0}{2} - \frac{M_1 - M_2}{\ell_0} - \frac{M_3 - M_2}{\ell_0} = w \cdot \ell_0 - \frac{M_1 - M_2}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (4.1.3.2)$$

b. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間非等間隔）の場合

曲げモーメントは、5.3.1.1項で算出した曲げモーメントを使用する。

ここで、モデルの幾何学的な対称性より  $R_1 = R_4$ ,  $R_2 = R_3$ ,  $M_1 = M_4$ ,  $M_2 = M_3$  とする。

第1脚及び第4脚に作用する荷重

$$R_1 = R_4 = w \cdot \ell + \frac{w}{2} \cdot \ell_0 - \frac{M_2 - M_1}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (4.1.3.3)$$

第2脚及び第3脚に作用する荷重

$$R_2 = R_3 = \frac{w}{2} \cdot \ell_0 + \frac{w}{2} \cdot \ell_0' - \frac{M_1 - M_2}{\ell_0} - \frac{M_3 - M_2}{\ell_0'} \\ = \frac{w}{2} \cdot (\ell_0 + \ell_0') - \frac{M_1 - M_2}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (4.1.3.4)$$

(3) 長手方向の固有周期

図4-20におけるばね定数は次式で求める。

$$K_\ell = \frac{4 \times 1000}{\frac{h_1^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{sy}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s1}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.3.5)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_\ell}} \quad \dots\dots\dots (4.1.3.6)$$

(4) 横方向の固有周期

図 4-21 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c = \frac{1000}{\frac{h_1^2 \cdot (3 \cdot h_2 - h_1)}{6 \cdot E_s \cdot I_{sx}} + \frac{(h_2 - h_1) \cdot h_1 \cdot (h_2 - h_1/2)}{E_s \cdot I_{sx}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s2}}} \dots\dots\dots (4.1.3.7)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_i}{g} + m_{st}}{K_c}} \dots\dots\dots (4.1.3.8)$$

ただし、 $R_i$ は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。

(5) 鉛直方向の固有周期

図 4-22 におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{h_1}{A_s \cdot E_s}} \dots\dots\dots (4.1.3.9)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_i}{g} + m_{st}}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.3.10)$$

ただし、 $R_i$ は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

#### 5.1.1 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

4.1.1(1)項 a.～f.のほか、次の条件で計算する。概要図を図5-1に示す。

- (1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。ここで、水平方向地震は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。
- (2) 第1脚と第2脚は同形状であり、受ける荷重の大きい方の脚についての評価を計算書に記載する。

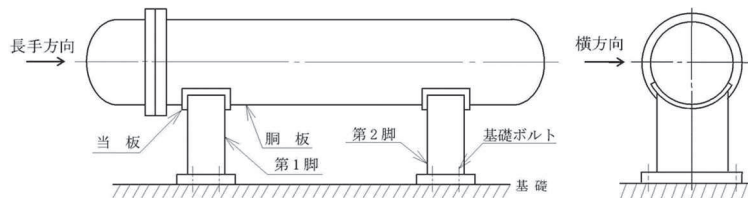


図 5-1 概要図

#### 5.1.2 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

4.1.2(1)項の a.～d.のほか、次の条件で計算する。

- (1) 5.1.1(1)項と同様に地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。ここで、水平方向地震は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。
- (2) 5.1.1(2)項と同様に全脚は同形状であり、受ける荷重が最大の脚についての評価を計算書に記載する。

#### 5.1.3 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合

4.1.3(1)項の a.～d.のほか、次の条件で計算する。

- (1) 5.1.1(1)項と同様に地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向に作用するものとする。ここで、水平方向地震は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。
- (2) 5.1.1(2)項と同様に全脚は同形状であり、受ける荷重が最大の脚についての評価を計算書に記載する。

5.2 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

5.3 計算方法

5.3.1 応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて、静的地震力を用いる場合は絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は、絶対値和又は SRSS 法を用いる。

5.3.1.1 胴の計算方法

(1) 曲げモーメント

a. 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

図 4-1 に示すように胴を集中荷重を受けるはりとして考える。

図 4-2 において脚つけ根部における第 1 脚に作用する曲げモーメント M<sub>1</sub> 及び第 2 脚に作用する曲げモーメント M<sub>2</sub> は次式で求める。

$$M_1 = \sum_{i=1}^{j2} m_i \cdot g \cdot |\ell_i| \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.1)$$

$$M_2 = \sum_{i=j1-j3+1}^{j1} m_i \cdot g \cdot |\ell_i - \ell_0| \quad \dots\dots (5.3.1.1.2)$$

b. 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

$$w = \frac{(m_0 - 3 \cdot m_{st}) \cdot g}{\ell_L + \frac{4}{3} \cdot \ell_H} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.3)$$

第 1 脚及び第 3 脚に作用する曲げモーメント

$$M_1 = M_3 = \frac{1}{2} \cdot w \cdot \left( \frac{2}{3} \cdot \ell_H + \frac{\ell_L - 2 \cdot \ell_0}{2} \right)^2 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.4)$$

第 2 脚に作用する曲げモーメント

$$M_2 = \frac{w \cdot \ell_0^2}{8} - \frac{M_1}{2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.5)$$

c. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔）の場合

$$w = \frac{(m_0 - 4 \cdot m_{st}) \cdot g}{\ell_L + \frac{4}{3} \cdot \ell_H} \dots\dots\dots (5.3.1.1.6)$$

第1脚及び第4脚に作用する曲げモーメント

$$M_1 = M_4 = \frac{1}{2} \cdot w \cdot \ell^2 \dots\dots\dots (5.3.1.1.7)$$

第2脚及び第3脚に作用する曲げモーメント

$$M_2 = M_3 = \frac{w}{10} \cdot (\ell_0^2 - \ell^2) \dots\dots\dots (5.3.1.1.8)$$

d. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間非等間隔）の場合

$$w = \frac{(m_0 - 4 \cdot m_{st}) \cdot g}{\ell_L + \frac{4}{3} \cdot \ell_H} \dots\dots\dots (5.3.1.1.9)$$

第1脚及び第4脚に作用する曲げモーメント

$$M_1 = M_4 = \frac{1}{2} \cdot w \cdot \ell^2 \dots\dots\dots (5.3.1.1.10)$$

第2脚及び第3脚に作用する曲げモーメント

$$M_2 = M_3 = \frac{1}{4} \cdot w \cdot \left\{ \frac{(\ell_0^3 + \ell_0'^3) - 2 \cdot \ell^2 \cdot \ell_0}{2 \cdot \ell_0 + 3 \cdot \ell_0'} \right\} \dots\dots\dots (5.3.1.1.11)$$

(2) 静水頭又は内圧による応力

静水頭による場合（鉛直方向地震時を含む。）

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.12)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_V}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.13)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.14)$$

内圧による場合

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.15)$$

$$\sigma_{\phi 2} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.16)$$

$$\sigma_{x1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.17)$$

(3) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

(1)で求めた曲げモーメントにより胴の脚つけ根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメントは胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚つけ根部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上  $\theta_0 / 6$  の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図 5-2 に  $2 \cdot \theta$  で示される円殻である。

したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x2} = \frac{M_i}{Z} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.18)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x6} = \frac{M_i}{Z} \cdot C_v \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.19)$$

ただし、 $M_i$  は各脚に作用する曲げモーメントのうち、最大のものとする。

ここで、

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.20)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \quad (5.3.1.1.21)$$

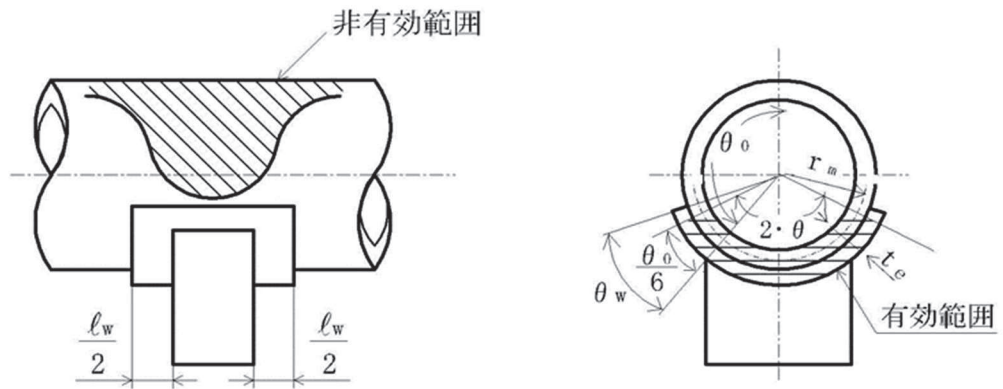


図 5-2 脚つけ根部の有効範囲

胴の脚つけ根部に取り付く当板の大きさが

$$\text{周方向範囲} \quad \theta_w \geq \frac{\theta_0}{6} \quad \dots \dots \dots \quad (5.3.1.1.22) \quad *1$$

$$\text{長手方向範囲} \quad l_w \geq 1.56 \cdot \sqrt{\left(\frac{D_i + t}{2}\right) \cdot t} \quad \dots \dots \quad (5.3.1.1.23) \quad *2$$

である場合、脚つけ根部における胴の有効板厚  $t_e$  は胴板の厚さと当板の厚さの合計とする。また、当板が上記の範囲を満たさない場合、 $t_e$  は胴板の厚さとする。

注記\*1：引用文献(1)より引用

\*2：引用文献(3)より引用

(4) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚つけ根部の応力

脚の受ける荷重  $R_i$  は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。胴の脚つけ根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の脚つけ根部に作用する反力は次式で求める。

運転時質量による反力は、

$$P = R_i \quad \dots \dots \dots \quad (5.3.1.1.24)$$

鉛直方向地震による反力は、

$$P_e = C_v \cdot R_i \quad \dots \dots \dots \quad (5.3.1.1.25)$$



この反力  $P$  及び  $P_0$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、引用文献(2)により次のように求める。

脚が胴に及ぼす力の関係を図 5-3 に示す。

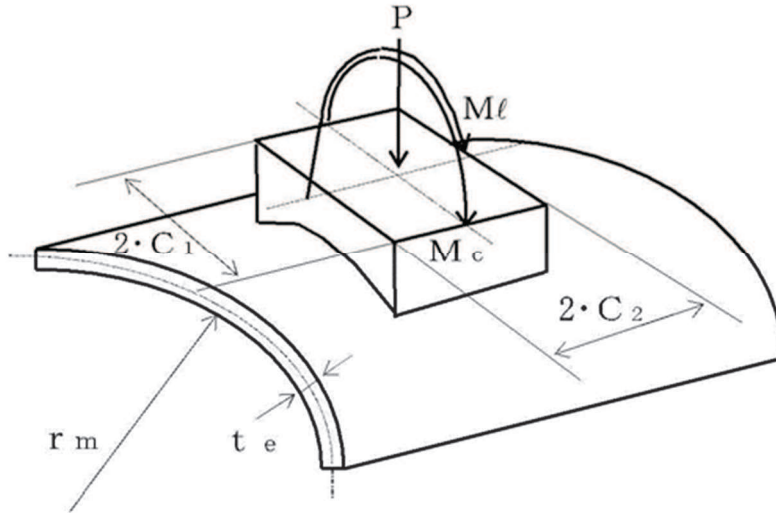


図 5-3 脚が胴に及ぼす力の関係

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  は以下のように定義する。

$$\gamma = r_m / t_e \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.26)$$

$$\beta_1 = C_1 / r_m \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.27)$$

$$\beta_2 = C_2 / r_m \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.28)$$

$4 \geq \beta_1 / \beta_2 \geq 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{1}{3} \cdot (\beta_1 / \beta_2 - 1) \cdot (1 - K_{1j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.29)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

$\frac{1}{4} \leq \beta_1 / \beta_2 < 1$  のとき

$$\beta = \left\{ 1 - \frac{4}{3} \cdot (1 - \beta_1 / \beta_2) \cdot (1 - K_{2j}) \right\} \cdot \sqrt{\beta_1 \cdot \beta_2} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.30)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値(以下\*を付記するもの)を求めることにより応力は次式で求める。

反力 P による応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 3} = \left( \frac{N_{\phi}}{P / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.31)$$

$$\sigma_{x3} = \left( \frac{N_x}{P / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.32)$$

反力 P<sub>e</sub> による応力は、

一次応力

$$\sigma_{\phi 71} = \left( \frac{N_{\phi}}{P_e / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.33)$$

$$\sigma_{x71} = \left( \frac{N_x}{P_e / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_e}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.34)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 72} = \left( \frac{M_{\phi}}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.35)$$

$$\sigma_{x72} = \left( \frac{M_x}{P_e} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_e}{t_e^2} \right) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.36)$$

(5) 長手方向地震による脚つけ根部の応力

a. 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

第2脚は長手方向に自由にスライドできるので第1脚は図4-3のように変形し、脚つけ根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{2} \cdot C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.37)$$

$$P_{\ell} = C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g \cdot \frac{h_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.38)$$

b. 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

全脚固定であり、脚つけ根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{6} \cdot C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.39)$$

$$P_{\ell} = C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g \cdot \frac{h_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1}{2 \cdot \ell_0} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.40)$$

c. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔）の場合

全脚固定であり，脚つけ根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{8} \cdot C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g \cdot h_1 \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.41)$$

$$P_{\ell} = C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g \cdot \frac{h_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1}{3 \cdot \ell_0} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.42)$$

d. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間非等間隔）の場合

全脚固定であり，脚つけ根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{8} \cdot C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g \cdot h_1 \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.43)$$

$$P_{\ell} = C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g \cdot \frac{h_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1}{2 \cdot \ell_0 + \ell_0'} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.44)$$

曲げモーメント $M_{\ell}$ と鉛直荷重 $P_{\ell}$ により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は，シェルパラメータ $\gamma$ 及びアタッチメントパラメータ $\beta$ によって引用文献(2)の図より値(以下\*を付記するもの)を求めることより(5.3.1.1.46)式～(5.3.1.1.53)式で求める。

ここで，シェルパラメータ $\gamma$ 及び $P_{\ell}$ の場合のアタッチメントパラメータ $\beta$ は(4)と同じであるが， $M_{\ell}$ の場合のアタッチメントパラメータ $\beta$ は次式による。

ただし，二次応力を求める場合は更に $K_{\ell j}$ を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1 \cdot \beta_2^2} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.45)$$

ただし， $\beta \leq 0.5$

曲げモーメント $M_{\ell}$ により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 411} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_{\ell} / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_{\ell}}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 1} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.46)$$

$$\sigma_{x 411} = \left\{ \frac{N_x}{M_{\ell} / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_{\ell}}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{\ell 2} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.47)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 421} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_{\ell} / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_{\ell}}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots \quad (5.3.1.1.48)$$

$$\sigma_{x421} = \left\{ \frac{M_x}{M_{\ell} / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_{\ell}}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \quad \dots \quad (5.3.1.1.49)$$

鉛直荷重  $P_{\ell}$  により生じる応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 412} = \left( \frac{N_{\phi}}{P_{\ell} / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_{\ell}}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.50)$$

$$\sigma_{x412} = \left( \frac{N_x}{P_{\ell} / r_m} \right)^* \cdot \left( \frac{P_{\ell}}{r_m \cdot t_e} \right) \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.51)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 422} = \left( \frac{M_{\phi}}{P_{\ell}} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_{\ell}}{t_e^2} \right) \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.52)$$

$$\sigma_{x422} = \left( \frac{M_x}{P_{\ell}} \right)^* \cdot \left( \frac{6 \cdot P_{\ell}}{t_e^2} \right) \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.53)$$

また、水平方向荷重により胴には、次式で求める引張応力が生じる。

$$\sigma_{x413} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.54)$$

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒容器の場合は、上式における  $m_{s1}$  を  $m_{st}$  と読み替える。

したがって、曲げモーメント  $M_{\ell}$ 、鉛直荷重  $P_{\ell}$  及び水平方向荷重により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \sigma_{\phi 411} + \sigma_{\phi 412} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.55)$$

$$\sigma_{x41} = \sigma_{x411} + \sigma_{x412} + \sigma_{x413} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.56)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 42} = \sigma_{\phi 421} + \sigma_{\phi 422} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.57)$$

$$\sigma_{x42} = \sigma_{x421} + \sigma_{x422} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.1.58)$$

e. 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

また、長手方向地震が作用した場合、第1脚つけ根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\theta} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g}{4 \cdot C_2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.59)$$

f. 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

また、長手方向地震が作用した場合、脚つけ根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\theta} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g}{12 \cdot C_2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.60)$$

g. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合

また、長手方向地震が作用した場合、脚つけ根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\theta} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{st}) \cdot g}{16 \cdot C_2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.61)$$

(6) 横方向地震による脚つけ根部の応力

脚の受ける荷重  $R_i$  は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。横方向地震が作用した場合生じる曲げモーメント  $M_c$  は次式で求める。

$$M_c = C_H \cdot R_i \cdot r_0 \dots\dots\dots (5.3.1.1.62)$$

$$r_0 = \frac{D_i}{2} + t_e \dots\dots\dots (5.3.1.1.63)$$

この曲げモーメント  $M_c$  により生じる胴の周方向応力及び軸方向応力は、シェルパラメータ  $\gamma$  及びアタッチメントパラメータ  $\beta$  によって引用文献(2)の図より値（以下\*を付記するもの）を求めることにより（5.3.1.1.65）式～（5.3.1.1.68）式で求める。

ここで、シェルパラメータ  $\gamma$  は(4)と同じであるが、アタッチメントパラメータ  $\beta$  は次式による。ただし、二次応力を求める場合は更に  $K_{c_j}$  を乗じた値とする。

$$\beta = \sqrt[3]{\beta_1^2 \cdot \beta_2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.64)$$

ただし、 $\beta \leq 0.5$

したがって、応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 51} = \left\{ \frac{N_{\phi}}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c1} \dots \dots \dots (5.3.1.1.65)$$

$$\sigma_{x51} = \left\{ \frac{N_x}{M_c / (r_m^2 \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{M_c}{r_m^2 \cdot \beta \cdot t_e} \right) \cdot C_{c2} \dots \dots \dots (5.3.1.1.66)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 52} = \left\{ \frac{M_{\phi}}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots \dots \dots (5.3.1.1.67)$$

$$\sigma_{x52} = \left\{ \frac{M_x}{M_c / (r_m \cdot \beta)} \right\}^* \cdot \left( \frac{6 \cdot M_c}{r_m \cdot \beta \cdot t_e^2} \right) \dots \dots \dots (5.3.1.1.68)$$

また、横方向地震が作用した場合生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{C_H \cdot R_i}{4 \cdot C_1 \cdot t} \dots \dots \dots (5.3.1.1.69)$$

(7) 組合せ応力

(2)～(6)によって求めた脚つけ根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0l} = \text{Max}\{\text{周方向応力}(\sigma_{0l\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{0lx})\} \dots \dots \dots (5.3.1.1.70)$$

ここで、

$$\sigma_{0l\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots \dots \dots (5.3.1.1.71)$$

【絶対値和】

$$\sigma_{0lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} + \sigma_{x413} \dots \dots \dots (5.3.1.1.72)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{0lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x6}^2 + \sigma_{x413}^2} \dots \dots \dots (5.3.1.1.73)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{0c} = \text{Max}\{\text{周方向応力}(\sigma_{0c\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{0cx})\} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.74)$$

ここで

$$\sigma_{0c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.75)$$

【絶対値和】

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.76)$$

【SRSS 法】

$$\sigma_{0cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.77)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、絶対値和、SRSS 法、それぞれに対して、

$$\sigma_0 = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{0l}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{0c})\} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.78)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1l} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{1l\phi} + \sigma_{1lx} + \sqrt{(\sigma_{1l\phi} - \sigma_{1lx})^2 + 4 \cdot \tau_l^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.79)$$

ここで、

【絶対値和】

$$\sigma_{1l\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 71} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.80)$$

$$\sigma_{1lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x41} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.81)$$

【SRSS 法】

$$\sigma_{1l\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 41}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.82)$$

$$\sigma_{1lx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x41}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71})^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.83)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2} \right\} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.84)$$

ここで,

**【絶対値和】**

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 3} + \sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 71} \dots \quad (5.3.1.1.85)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sigma_{x51} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} \dots \quad (5.3.1.1.86)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 51}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \dots \quad (5.3.1.1.87)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x3} + \sqrt{\sigma_{x51}^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71})^2} \dots \quad (5.3.1.1.88)$$

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は、絶対値和、SRSS 法、それぞれに対して、

$$\sigma_1 = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\theta}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c})\} \dots \quad (5.3.1.1.89)$$

とする。

- c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値  
鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2\theta} = (\sigma_{2\theta\phi} + \sigma_{2\theta x}) + \sqrt{(\sigma_{2\theta\phi} - \sigma_{2\theta x})^2 + 4 \cdot \tau_{\theta}^2} \dots \quad (5.3.1.1.90)$$

ここで,

**【絶対値和】**

$$\sigma_{2\theta\phi} = \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72} \dots \quad (5.3.1.1.91)$$

$$\sigma_{2\theta x} = \sigma_{x41} + \sigma_{x42} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72} \dots \quad (5.3.1.1.92)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{2\theta\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42})^2} \dots \quad (5.3.1.1.93)$$

$$\sigma_{2\theta x} = \sqrt{(\sigma_{x41} + \sigma_{x42})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2} \dots \quad (5.3.1.1.94)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2} \dots \quad (5.3.1.1.95)$$



ここで,

**【絶対値和】**

$$\sigma_{2c\phi} = \sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 52} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72} \quad \cdots \quad (5.3.1.1.96)$$

$$\sigma_{2cx} = \sigma_{x51} + \sigma_{x52} + \sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72} \quad \cdots \quad (5.3.1.1.97)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 52})^2} \quad \cdots \quad (5.3.1.1.98)$$

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x51} + \sigma_{x52})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2} \quad \cdots \quad (5.3.1.1.99)$$

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は、絶対値和、SRSS 法、それぞれに対して、

$$\sigma_2 = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c})\} \quad \cdots \quad (5.3.1.1.100)$$

とする。

5.3.1.2 脚の計算方法

脚の受ける荷重  $R_i$  は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。

- (1) 運転時質量による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R_i + m_{s1} \cdot g}{A_s} \quad \cdots \quad (5.3.1.2.1)$$

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒容器の場合は、上式における  $m_{s1}$  を  $m_{st}$  と読み替える。

- (2) 鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{s4} = \frac{R_i + m_{s1} \cdot g}{A_s} \cdot C_V \quad \cdots \quad (5.3.1.2.2)$$

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒容器の場合は、上式における  $m_{s1}$  を  $m_{st}$  と読み替える。

- (3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell 1}}{Z_{sy}} + \frac{P_{\ell}}{A_s} \quad \cdots \quad (5.3.1.2.3)$$

ここで,

a. 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

$$M_{01} = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.4)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{A_{s3}} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.5)$$

b. 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

$$M_{01} = \frac{1}{6} \cdot m_0 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.6)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{3 \cdot A_{s3}} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.7)$$

c. 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合

$$M_{01} = \frac{1}{8} \cdot m_0 \cdot C_H \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.8)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{4 \cdot A_{s3}} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.9)$$

(4) 横方向地震による応力

曲げ応力は次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g) \cdot h_2}{Z_{sx}} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.10)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g)}{A_{s4}} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.11)$$

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒形容器の場合は、上式における $m_{s1}$ を $m_{st}$ と読み替える。

(5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

【絶対値和】

$$\sigma_{s0} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s2} + \sigma_{s4})^2 + 3 \cdot \tau_{s2}^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.2.12)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3 \cdot \tau_{s2}^2} \quad \cdot \quad (5.3.1.2.13)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

**【絶対値和】**

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sigma_{s3} + \sigma_{s4})^2 + 3 \cdot \tau_{s3}^2} \quad \cdots \quad (5.3.1.2.14)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{sc} = \sqrt{\left(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2}\right)^2 + 3 \cdot \tau_{s3}^2} \quad \cdots \quad (5.3.1.2.15)$$

したがって、脚に生じる最大応力は、絶対値和，SRSS 法，それぞれに対して、

$$\sigma_s = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{sc})\} \quad \cdots \quad (5.3.1.2.16)$$

とする。

5.3.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは次式で求める。

$$M = M_{\ell 1} \quad \cdots \quad (5.3.1.3.1)$$

鉛直荷重は

**【絶対値和】**

$$P_s = (1 - C_v) \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g) - P_\ell \quad \cdots \quad (5.3.1.3.2)$$

**【SRSS 法】**

$$P_s = R_i + m_{s1} \cdot g - \sqrt{\{C_v \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g)\}^2 + P_\ell^2} \quad \cdots \quad (5.3.1.3.3)$$

である。

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒容器の場合は、上式における  $m_{s1}$  を  $m_{st}$  と読み替える。

ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \cdots \quad (5.3.1.3.4)$$

とする。

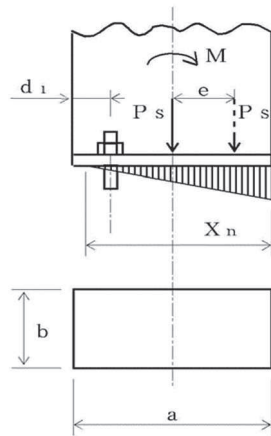


図 5-4 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 1)

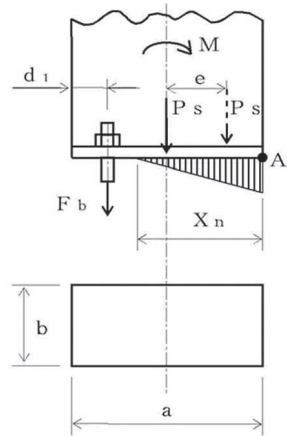


図 5-5 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その 2)

図 5-4 のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図 5-5 のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.5)$$

のとき、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図 5-8 において、鉛直荷重の釣合い、A 点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置  $X_n$  は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left( e - \frac{a}{2} \right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left( e + \frac{a}{2} - d_1 \right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.6)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left( e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3} \right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.7)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.8)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積  $A_b$  は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.9)$$

b. せん断応力

(a) 2脚支持横置一胴円筒形容器の場合

$$\tau_{b1} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.10)$$

(b) 3脚支持横置一胴円筒形容器の場合

$$\tau_{b1} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{3 \cdot n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.11)$$

(c) 4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔及び脚間非等間隔）の場合

$$\tau_{b1} = \frac{m_0 \cdot C_H \cdot g}{4 \cdot n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.12)$$

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

脚の受ける荷重  $R_i$  は各脚に作用する荷重のうち、最大のものとする。

a. 引張応力

(a) 長手方向から見て図5-6のように応力を2列の基礎ボルトで受ける場合

鉛直方向と横方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは

$$M_{c1} = C_H \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g) \cdot h_2 \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.13)$$

鉛直荷重は

$$P_{s1} = (1 - C_V) \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g) \quad \dots\dots\dots (5.3.1.3.14)$$

で求める。

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒形容器の場合は、上式における  $m_{s1}$  を  $m_{st}$  と読み替える。

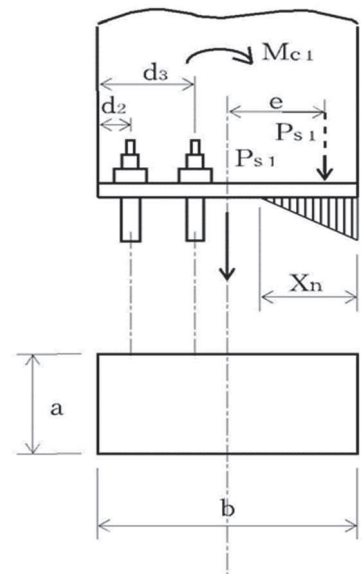


図 5-6 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係（その3）

(1)と同様にして中立軸の位置  $X_n$  を

$$\begin{aligned}
 X_n^3 + 3 \cdot \left( e - \frac{b}{2} \right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_2}{a} \\
 \cdot \left\{ \left( e + \frac{b}{2} - d_2 \right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left( e + \frac{b}{2} - d_3 \right) \cdot (b - X_n - d_3) \right\} = 0
 \end{aligned}
 \tag{5.3.1.3.15}$$

ただし

$$e = M_{c1} / P_{s1} \tag{5.3.1.3.16}$$

より求めると、基礎ボルトに生じる引張力は

$$\begin{aligned}
 F_b = \frac{P_{s1} \cdot \left( e - \frac{b}{2} + \frac{X_n}{3} \right) \cdot (b - X_n - d_2)}{\left( b - d_2 - \frac{X_n}{3} \right) \cdot (b - X_n - d_2) + \left( b - d_3 - \frac{X_n}{3} \right) \cdot (b - X_n - d_3)}
 \end{aligned}
 \tag{5.3.1.3.17}$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b2} = \frac{F_b}{n_2 \cdot A_b} \tag{5.3.1.3.18}$$

(b) 長手方向から見て応力を 1 列の基礎ボルトで受ける場合

(1)と同様にして引張応力は求められるが、 $M$ を $M_{c1}$ 、 $P_s$ を $P_{s1}$ 、 $d_1$ を $d_2$ 、 $a$ を $b$ 、 $b$ を $a$ 及び $n_1$ を $n_2$ に置き換え、得られた基礎ボルトの応力を $\sigma_{b2}$ とする。

b. せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{C_H \cdot (R_i + m_{s1} \cdot g)}{n \cdot A_b} \tag{5.3.1.3.19}$$

ただし、3脚支持及び4脚支持横置一胴円筒容器の場合は、上式における $m_{s1}$ を $m_{st}$ と読み替える。

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを $\sigma_b$ 及び $\tau_b$ とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2})\} \tag{5.3.1.3.20}$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

$$\tau_b = \text{Max}\{\text{長手方向地震時応力}(\tau_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\tau_{b2})\} \tag{5.3.1.3.21}$$

## 5.4 応力の評価

### 5.4.1 胴の応力評価

5.3.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$	
	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点 $S_y$ と設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては許容引張応力 $S$ の 1.2 倍の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍
一次応力	上記の 1.5 倍の値	上記の 1.5 倍の値
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点 $S_y$ の 2 倍以下であれば、疲労解析は不要とする。	

### 5.4.2 脚の応力評価

5.3.1.2 項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力  $f_t$  以下であること。ただし、 $f_t$  は下表による。

	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_t$	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

### 5.4.3 基礎ボルトの応力評価

5.3.1.3 項で求めた基礎ボルトの引張応力  $\sigma_b$  は次式により求めた許容引張応力  $f_{ts}$  以下であること。ただし、 $f_{to}$  は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.4.3.1)$$

せん断応力  $\tau_b$  はせん断力のみ受ける基礎ボルトの許容せん断応力  $f_{sb}$  以下であること。ただし、 $f_{sb}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$



## 6. 耐震計算書のフォーマット

横置一胴円筒形容器の耐震計算書のフォーマットは、2脚支持横置一胴円筒形容器、3脚支持横置一胴円筒形容器、4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔）、4脚支持横置一胴円筒形容器（脚間非等間隔）について、以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ 設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果\*

注記\*：重大事故等対処設備単独の場合は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし、評価結果表に記載の章番を「2. 」から「1. 」とする。

## 7. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.
- (2) Wichman, K.R. et al. :Local Stresses in Spherical and Cylindrical Shells due to External Loadings, Welding Research Council bulletin, March 1979 revision of WRC bulletin 107 / August 1965.
- (3) 日本産業規格 J I S B 8 2 7 8 (2003)「サドル支持の横置圧力容器」

【フォーマット I 設計基準対象施設としての評価結果】

【2 脚支持横置一胴円筒形容器】

【○○○○熱交換器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 O.P. *			C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =			

注記\*：基準床レベルを示す。

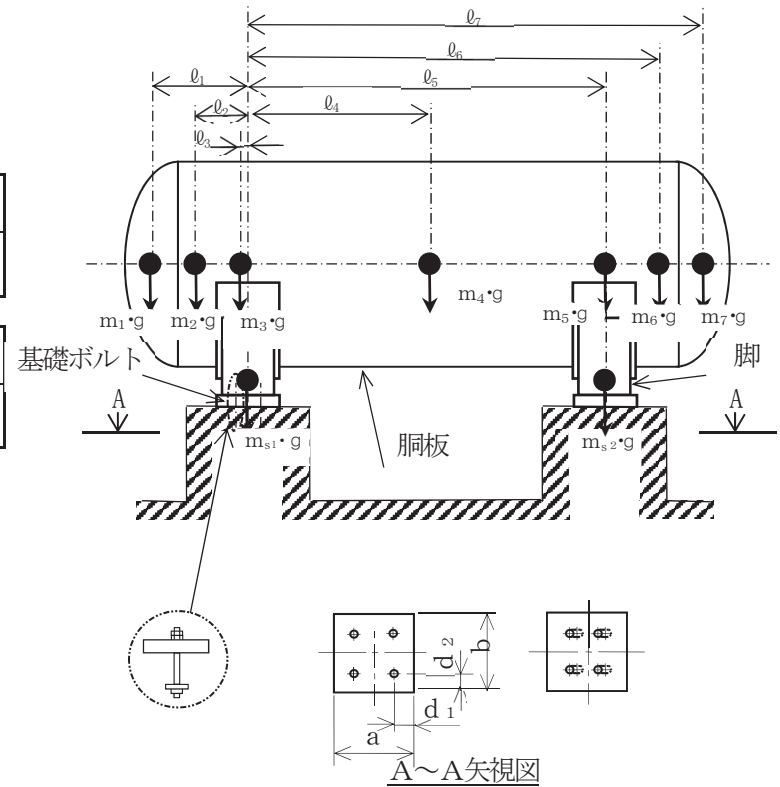
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
					*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



A <sub>s</sub> (mm <sup>2</sup> )	E <sub>s</sub> (MPa)	G <sub>s</sub> (MPa)	A <sub>s1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s2</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s3</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>s4</sub> (mm <sup>2</sup> )

K <sub>11</sub> <sup>*2</sup>	K <sub>12</sub> <sup>*2</sup>	K <sub>21</sub> <sup>*2</sup>	K <sub>22</sub> <sup>*2</sup>	K <sub>01</sub>	K <sub>02</sub>	K <sub>c1</sub>	K <sub>c2</sub>	C <sub>01</sub>	C <sub>02</sub>	C <sub>c1</sub>	C <sub>c2</sub>

s	n	n <sub>1</sub>	n <sub>2</sub>	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	d <sub>1</sub> (mm)	d <sub>2</sub> (mm)
						( M )			

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (脚) (MPa)	S <sub>u</sub> (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4			*4	*4		

注記：\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

44

胴板と当板の材料が異なる場合  
当板のS<sub>y</sub>、S<sub>u</sub>及びS値を記載する。

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*3 ( *5)	*3 ( *5)	*3 ( *5)	

注記 \*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

\*5：当板の材料を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{0 \ell} =$		$\sigma_{0 c} =$		$\sigma_{0 \ell} =$		$\sigma_{0 c} =$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
内圧による応力	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{\phi 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$			$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
		$\sigma_{\phi 4 1} =$	$\sigma_{x 4 1} =$			$\sigma_{\phi 4 1} =$	$\sigma_{x 4 1} =$		
せん断		$\tau_{\ell} =$		$\tau_{c} =$		$\tau_{\ell} =$		$\tau_{c} =$	
組合せ応力	$\sigma_{1 \ell} =$		$\sigma_{1 c} =$		$\sigma_{1 \ell} =$		$\sigma_{1 c} =$		

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		$\sigma_{\phi 421} =$	$\sigma_{x421} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$	$\sigma_{\phi 421} =$	$\sigma_{x421} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
		$\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x422} =$			$\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x422} =$		
	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$			$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$			
せん断	$\tau_{\theta} =$		$\tau_c =$	$\tau_{\theta} =$		$\tau_c =$			
組合せ応力		$\sigma_{2\theta} =$		$\sigma_{2c} =$		$\sigma_{2\theta} =$		$\sigma_{2c} =$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮 $\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮 $\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ $\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断 $\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力	$\sigma_{s\theta} =$	$\sigma_{sc} =$	$\sigma_{s\theta} =$	$\sigma_{sc} =$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り $\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断 $\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直方向	$T_3 =$

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	$\sigma_0 =$	$S_a =$	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	$\sigma_1 =$	$S_a =$	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	$\sigma_2 =$	$S_a =$	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	$\sigma_s =$	$f_t =$	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	$\tau_b =$	$f_{sb} =$	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

胴板と当板の材料が異なる場合、当板の材料名及び許容応力を記載する。

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	許容応力
胴 板	(*1)	$S_a =$ (*1)
		$S_a =$ (*1)
脚		$f_t =$
基礎ボルト		$f_{ts} = *2$
		$f_{sb} =$

注記 \*1: 当板の材料を示す。

\*2:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【○○○○○熱交換器の耐震性についての計算結果】

【静水頭の場合】  
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

1. 設計基準対象施設  
1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比 重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
		建屋 O.P. *			C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

注記\* : 基準床レベルを示す。

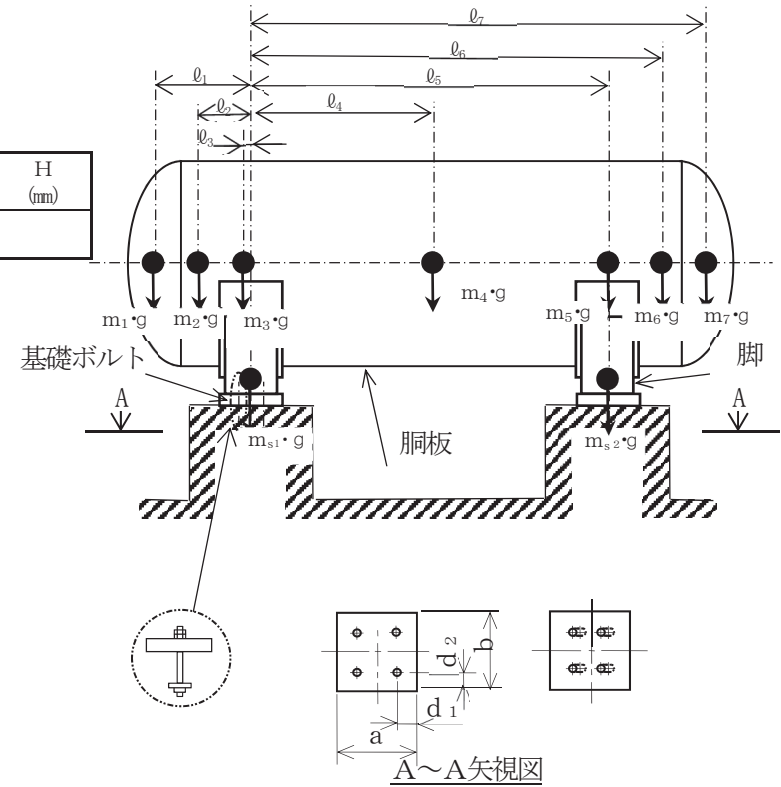
1.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
					*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 413} =$	—	—	—	$\sigma_{x 413} =$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{0 \ell} =$		$\sigma_{0 c} =$		$\sigma_{0 \ell} =$		$\sigma_{0 c} =$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71} =$	$\sigma_{x 71} =$	$\sigma_{\phi 71} =$	$\sigma_{x 71} =$	$\sigma_{\phi 71} =$	$\sigma_{x 71} =$	$\sigma_{\phi 71} =$	$\sigma_{x 71} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 411} =$	$\sigma_{x 411} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x 51} =$	$\sigma_{\phi 411} =$	$\sigma_{x 411} =$	$\sigma_{x 51} =$	$\sigma_{x 51} =$
		$\sigma_{\phi 412} =$	$\sigma_{x 412} =$			$\sigma_{\phi 412} =$	$\sigma_{x 412} =$		
		$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x 41} =$			$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x 41} =$		
せん断		$\tau_{\ell} =$		$\tau_{c} =$		$\tau_{\ell} =$		$\tau_{c} =$	
組合せ応力	$\sigma_{1 \ell} =$		$\sigma_{1 c} =$		$\sigma_{1 \ell} =$		$\sigma_{1 c} =$		



(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
	水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$
$\sigma_{\phi 421} =$			$\sigma_{x421} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$	$\sigma_{\phi 421} =$	$\sigma_{x421} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
$\sigma_{\phi 422} =$			$\sigma_{x422} =$			$\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x422} =$		
せん断	$\tau_{\theta} =$		$\tau_c =$		$\tau_{\theta} =$		$\tau_c =$		
組合せ応力		$\sigma_{2\theta} =$		$\sigma_{2c} =$		$\sigma_{2\theta} =$		$\sigma_{2c} =$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
		運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		$\sigma_{s\theta} =$	$\sigma_{sc} =$	$\sigma_{s\theta} =$	$\sigma_{sc} =$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
		鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

【フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及びしり面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 O.P. *			—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =			

注記\*：基準レベルを示す。

2.2 機器要目

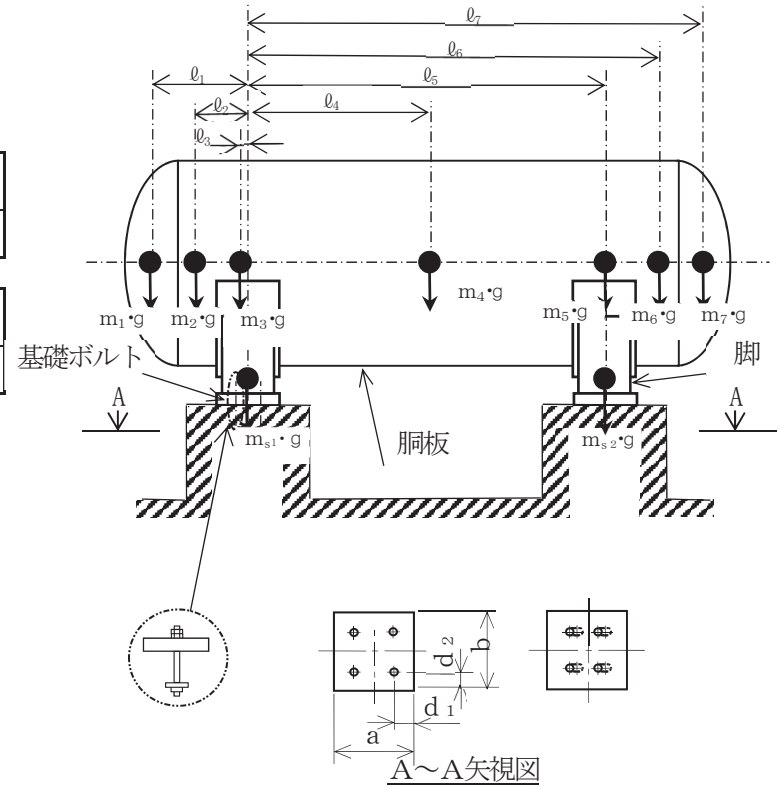
m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

l <sub>1</sub> (mm)	l <sub>2</sub> (mm)	l <sub>3</sub> (mm)	l <sub>4</sub> (mm)	l <sub>5</sub> (mm)	l <sub>6</sub> (mm)	l <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N·mm)	M <sub>2</sub> (N·mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	l <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	l <sub>w</sub> (mm)
					*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)

51



$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s3}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\ell 1}$	$K_{\ell 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\ell 1}$	$C_{\ell 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
						(M)			

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記：\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

52

胴板と当板の材料が異なる場合  
当板の $S_y$ 、 $S_u$ 及びS値を記載する。

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
(*3 ( *5)	(*3 ( *5)	(*3 ( *5)	

注記 \*1：本計算においては当板を有効とした。  
\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。  
\*3：最高使用温度で算出  
\*4：周囲環境温度で算出  
\*5：当板の材料を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{0 \ell} =$	—	$\sigma_{0 c} =$	—

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
内圧による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
	せん断	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1} =$	$\sigma_{x 4 1} =$	$\tau_c =$	$\tau_c =$
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{1 \ell} =$	—	$\sigma_{1 c} =$	—	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位: MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} =$ $\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x421} =$ $\sigma_{x422} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$	—	—
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\theta} =$	—	$\tau_c =$	—
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\theta} =$	—	$\sigma_{2c} =$	—

2.3.2 脚に生じる応力

(単位: MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
連転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	—	—	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\theta} =$	$\sigma_{sc} =$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位: MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	—	—	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直方向	$T_3 =$

2.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	—	—	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	—	—	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	—	—	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	—	—	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

胴板と当板の材料が異なる場合、当板の材料名及び許容応力を記載する。

2.4.2 応力 (単位: MPa)

部材	材料	許容応力
胴板	(*1)	$S_a =$ ( *1)
		$S_a =$ ( *1)
脚		$f_t =$
基礎ボルト		$f_{ts} = *2$
		$f_{sb} =$

注記 \*1: 当板の材料を示す。

\*2:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【静水頭の場合】  
(圧力容器と様式が異なるページのみ掲載)

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
		建屋 O.P. *			—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

注記\* : 基準床レベルを示す。

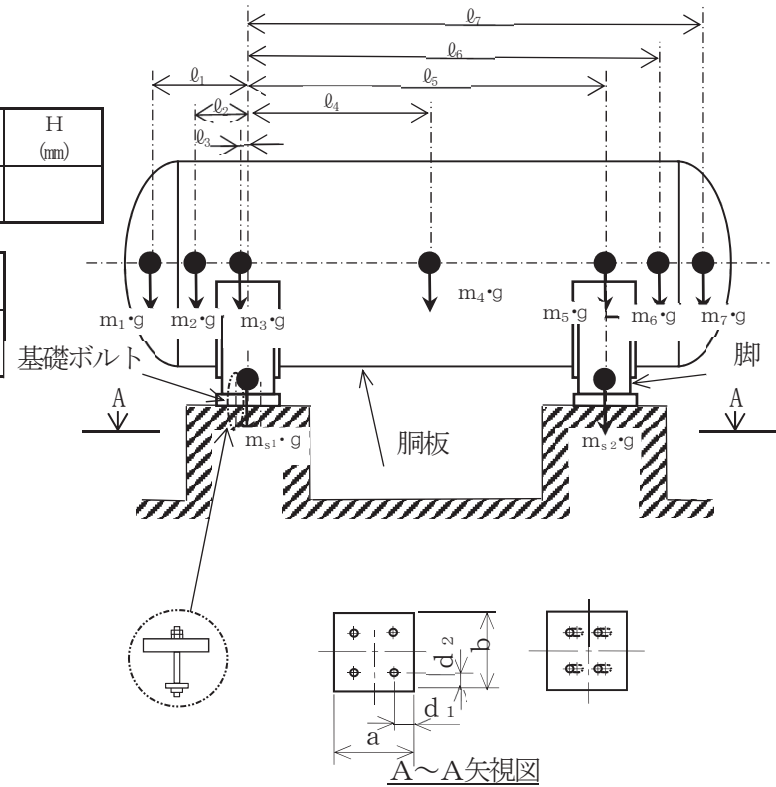
2.2 機器要目

m <sub>1</sub> (kg)	m <sub>2</sub> (kg)	m <sub>3</sub> (kg)	m <sub>4</sub> (kg)	m <sub>5</sub> (kg)	m <sub>6</sub> (kg)	m <sub>7</sub> (kg)

ℓ <sub>1</sub> (mm)	ℓ <sub>2</sub> (mm)	ℓ <sub>3</sub> (mm)	ℓ <sub>4</sub> (mm)	ℓ <sub>5</sub> (mm)	ℓ <sub>6</sub> (mm)	ℓ <sub>7</sub> (mm)	M <sub>1</sub> (N·mm)	M <sub>2</sub> (N·mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s1</sub> (kg)	m <sub>s2</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
					*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>sx</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>sy</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>sx</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>sy</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{0 \ell} =$	—	$\sigma_{0 c} =$	—

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
	せん断	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1} =$	$\sigma_{x 4 1} =$	$\tau_{\ell} =$	$\tau_{c} =$
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{1 \ell} =$	—	$\sigma_{1 c} =$	—



(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} =$ $\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x421} =$ $\sigma_{x422} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$	—	—
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\theta} =$	—	$\tau_c =$	—
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\theta} =$	—	$\sigma_{2c} =$	—

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
連軸時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	—	—	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\theta} =$	$\sigma_{sc} =$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	—	—	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

【3 脚支持横置一胴円筒形容器】

【○○○○○タンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
					—*2	—*2	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

注記\*1：基準床レベルを示す。

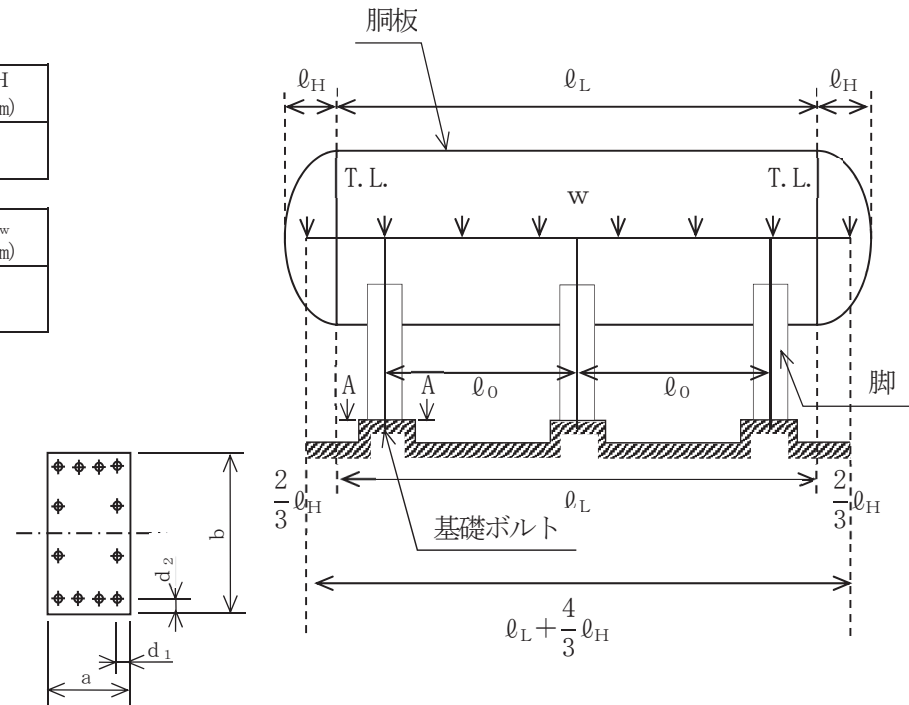
\*2：III<sub>1</sub>Sについては、基準地震動 S<sub>s</sub> で評価する。

1.2 機器要目

ℓ <sub>H</sub> (mm)	ℓ <sub>L</sub> (mm)	w (N/mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	M <sub>3</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R <sub>3</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s t</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
				*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s x</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s y</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>s x</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s y</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



A-A 矢視図

$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s3}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\theta 1}$	$K_{\theta 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\theta 1}$	$C_{\theta 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
						(M )			

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般剪応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x2} = -^*$	—	$\sigma_{x2} = -^*$	—	$\sigma_{x2} =$	—	$\sigma_{x2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x6} = -^*$	—	$\sigma_{x6} = -^*$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x413} = -^*$	—	—	—	$\sigma_{x413} =$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{00} = -^*$	—	$\sigma_{0c} = -^*$	—	$\sigma_{00} =$	—	$\sigma_{0c} =$	—

注記\*：Ⅲ,Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x1} =$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x2} = -^*$	—	$\sigma_{x2} = -^*$	—	$\sigma_{x2} =$	—	$\sigma_{x2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x6} = -^*$	—	$\sigma_{x6} = -^*$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3} = -^*$	$\sigma_{x3} = -^*$	$\sigma_{\phi 3} = -^*$	$\sigma_{x3} = -^*$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 71} = -^*$	$\sigma_{x71} = -^*$	$\sigma_{\phi 71} = -^*$	$\sigma_{x71} = -^*$	$\sigma_{\phi 71} =$	$\sigma_{x71} =$	$\sigma_{\phi 71} =$	$\sigma_{x71} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 411} = -^*$	$\sigma_{x411} = -^*$	$\sigma_{\phi 51} = -^*$	$\sigma_{x51} = -^*$	$\sigma_{\phi 411} =$	$\sigma_{x411} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		$\sigma_{\phi 412} = -^*$	$\sigma_{x412} = -^*$			$\sigma_{\phi 412} =$	$\sigma_{x412} =$		
		$\sigma_{\phi 413} = -^*$	$\sigma_{x413} = -^*$			$\sigma_{\phi 413} =$	$\sigma_{x413} =$		
		$\sigma_{\phi 41} = -^*$	$\sigma_{x41} = -^*$			$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$		
	せん断	$\tau_{\ell} = -^*$	—	$\tau_c = -^*$	—	$\tau_{\ell} =$	—	$\tau_c =$	—
組合せ応力		$\sigma_{10} = -^*$	—	$\sigma_{1c} = -^*$	—	$\sigma_{10} =$	—	$\sigma_{1c} =$	—

注記\*：Ⅲ,Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動S d又は静的震度				基準地震動S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} = -*$	—	$\sigma_{\phi 2} = -*$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} = -*$	—	$\sigma_{x6} = -*$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} = -*$ $\sigma_{\phi 72} = -*$	$\sigma_{x71} = -*$ $\sigma_{x72} = -*$	$\sigma_{\phi 71} = -*$ $\sigma_{\phi 72} = -*$	$\sigma_{x71} = -*$ $\sigma_{x72} = -*$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 41} = -*$	$\sigma_{x41} = -*$	$\sigma_{\phi 51} = -*$	$\sigma_{x51} = -*$	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		$\sigma_{\phi 421} = -*$	$\sigma_{x421} = -*$	$\sigma_{\phi 52} = -*$	$\sigma_{x52} = -*$	$\sigma_{\phi 421} =$	$\sigma_{x421} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
		$\sigma_{\phi 422} = -*$	$\sigma_{x422} = -*$			$\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x422} =$		
	$\sigma_{\phi 42} = -*$	$\sigma_{x42} = -*$	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$					
せん断	$\tau_{\phi} = -*$	—	$\tau_c = -*$	—	$\tau_{\phi} =$	—	$\tau_c =$	—	
組合せ応力		$\sigma_{2\theta} = -*$	—	$\sigma_{2c} = -*$	—	$\sigma_{2\theta} =$	—	$\sigma_{2c} =$	—

注記\*：Ⅲ<sub>s</sub>Sについては、基準地震動S sで評価する。

62

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	地震の種類	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1} = -*$	$\sigma_{s1} = -*$	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4} = -*$	$\sigma_{s4} = -*$	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2} = -*$	$\sigma_{s3} = -*$	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	$\tau_{s2} = -*$	$\tau_{s3} = -*$	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell} = -*$	$\sigma_{sc} = -*$	$\sigma_{s\ell} =$	$\sigma_{sc} =$

注記\*：Ⅲ<sub>s</sub>Sについては、基準地震動S sで評価する。

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	地震の種類	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{b1} = -*$	$\sigma_{b2} = -*$	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	$\tau_{b1} = -*$	$\tau_{b2} = -*$	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

注記\*：Ⅲ<sub>s</sub>Sについては、基準地震動S sで評価する。

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直	$T_3 =$

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	$\sigma_0 =^{*2}$	$S_a =^{*2}$	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	$\sigma_1 =^{*2}$	$S_a =^{*2}$	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	$\sigma_2 =^{*2}$	$S_a =^{*2}$	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	$\sigma_s =^{*2}$	$f_t =^{*2}$	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =^{*2}$	$f_{ts} =^{*1}$	$\sigma_b =$	$f_{ts} =^{*1}$
		せん断	$\tau_b =^{*2}$	$f_{sb} =^{*2}$	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。

注記\*1:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ より算出

\*2: 基準地震動S sによる算出値

2. 重大事故等対応設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
					—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

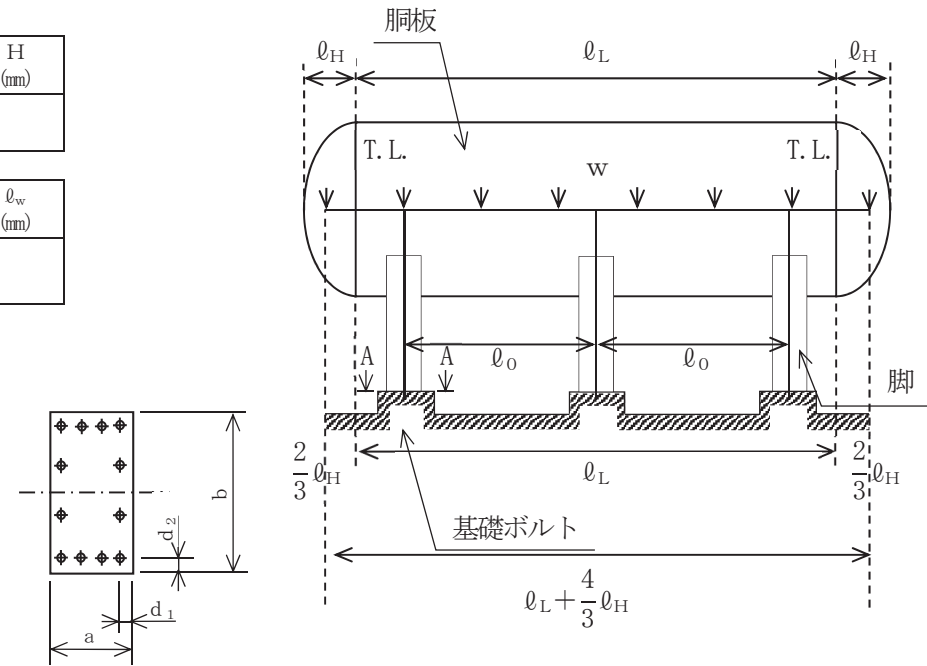
注記\*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

ℓ <sub>H</sub> (mm)	ℓ <sub>L</sub> (mm)	w (N/mm)	M <sub>1</sub> (N·mm)	M <sub>2</sub> (N·mm)	M <sub>3</sub> (N·mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R <sub>3</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s t</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
				*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s x</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s y</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>s x</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s y</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



A-A 矢視図

$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\theta 1}$	$K_{\theta 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\theta 1}$	$C_{\theta 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
						(M )			

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出



2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
回転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{00} =$	—	$\sigma_{0c} =$	—

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
回転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
回転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{\phi 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 3} =$	$\sigma_{x 4 1 3} =$		
せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} =$	—	$\tau_c =$	—	
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{10} =$	—	$\sigma_{1c} =$	—	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動 S <sub>s</sub>			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} =$ $\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x421} =$ $\sigma_{x422} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$		
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} =$		$\tau_c =$	
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} =$		$\sigma_{2c} =$	

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	—	—	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell} =$	$\sigma_{sc} =$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	—	—	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直	$T_3 =$

2.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	—	—	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	—	—	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	—	—	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	—	—	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ より算出

【4 脚支持横置一胴円筒形容器（脚間等間隔）】  
 【○○○○○タンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
					—*2	—*2	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

注記\*1：基準床レベルを示す。

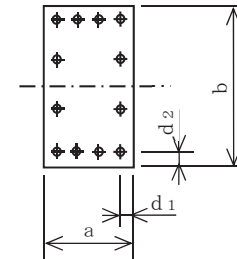
\*2：III<sub>1</sub>Sについては、基準地震動 S s で評価する。

1.2 機器要目

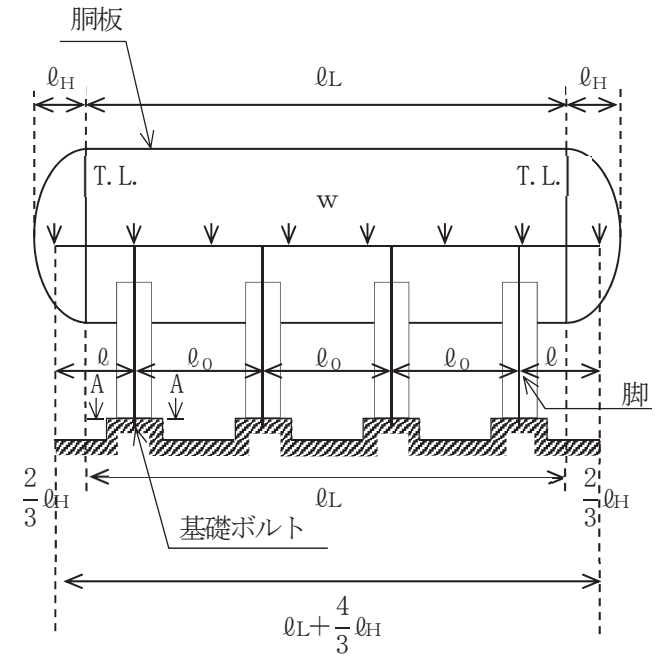
ℓ (mm)	ℓ <sub>H</sub> (mm)	ℓ <sub>L</sub> (mm)	w (N/mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	M <sub>3</sub> (N・mm)	M <sub>4</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R <sub>3</sub> (N)	R <sub>4</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s t</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	τ (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
				*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s x</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s y</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>s x</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s y</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



A-A 矢視図



$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s3}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\theta 1}$	$K_{\theta 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\theta 1}$	$C_{\theta 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
						(M)			

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2} = -^*$	—	$\sigma_{x 2} = -^*$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} = -^*$	—	$\sigma_{x 6} = -^*$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	$\sigma_{x 4 1 3} = -^*$	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	$\sigma_{0 \phi} = -^*$	—	$\sigma_{0 c} = -^*$	—	$\sigma_{0 \phi} =$	—	$\sigma_{0 c} =$	—

注記\*：Ⅲ、Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} = -^*$	$\sigma_{x 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 2} = -^*$	—	$\sigma_{x 2} = -^*$	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	$\sigma_{x 6} = -^*$	—	$\sigma_{x 6} = -^*$	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 3} = -^*$	$\sigma_{x 3} = -^*$	$\sigma_{\phi 3} = -^*$	$\sigma_{x 3} = -^*$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	$\sigma_{\phi 7 1} = -^*$	$\sigma_{x 7 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 7 1} = -^*$	$\sigma_{x 7 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 4 1 1} = -^*$	$\sigma_{x 4 1 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 5 1} = -^*$	$\sigma_{x 5 1} = -^*$	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{\phi 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		$\sigma_{\phi 4 1 2} = -^*$	$\sigma_{x 4 1 2} = -^*$			$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
		$\sigma_{x 4 1 3} = -^*$				$\sigma_{x 4 1 3} =$			
	せん断	$\sigma_{\phi 4 1} = -^*$	$\sigma_{x 4 1} = -^*$			$\sigma_{\phi 4 1} =$	$\sigma_{x 4 1} =$		
組合せ応力		$\tau_{\ell} = -^*$		$\tau_c = -^*$		$\tau_{\ell} =$		$\tau_c =$	
		$\sigma_{1 \phi} = -^*$		$\sigma_{1 c} = -^*$		$\sigma_{1 \phi} =$		$\sigma_{1 c} =$	

注記\*：Ⅲ、Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} = -^*$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6} = -^*$	—	$\sigma_{x6} = -^*$	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71} = -^*$ $\sigma_{\phi 72} = -^*$	$\sigma_{x71} = -^*$ $\sigma_{x72} = -^*$	$\sigma_{\phi 71} = -^*$ $\sigma_{\phi 72} = -^*$	$\sigma_{x71} = -^*$ $\sigma_{x72} = -^*$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	$\sigma_{\phi 41} = -^*$	$\sigma_{x41} = -^*$	$\sigma_{\phi 51} = -^*$	$\sigma_{x51} = -^*$	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		$\sigma_{\phi 421} = -^*$	$\sigma_{x421} = -^*$	$\sigma_{\phi 52} = -^*$	$\sigma_{x52} = -^*$	$\sigma_{\phi 421} =$	$\sigma_{x421} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
		$\sigma_{\phi 422} = -^*$	$\sigma_{x422} = -^*$			$\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x422} =$		
	$\sigma_{\phi 42} = -^*$	$\sigma_{x42} = -^*$	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x42} =$					
せん断	$\tau_{\phi} = -^*$	—	$\tau_c = -^*$	—	$\tau_{\phi} =$	—	$\tau_c =$	—	
組合せ応力		$\sigma_{2\phi} = -^*$	—	$\sigma_{2c} = -^*$	—	$\sigma_{2\phi} =$	—	$\sigma_{2c} =$	—

注記\*：Ⅲ<sub>s</sub>Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

72

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1} = -^*$	$\sigma_{s1} = -^*$	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4} = -^*$	$\sigma_{s4} = -^*$	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2} = -^*$	$\sigma_{s3} = -^*$	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	$\tau_{s2} = -^*$	$\tau_{s3} = -^*$	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell} = -^*$	$\sigma_{sc} = -^*$	$\sigma_{s\ell} =$	$\sigma_{sc} =$

注記\*：Ⅲ<sub>s</sub>Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	$\sigma_{b1} = -^*$	$\sigma_{b2} = -^*$	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	$\tau_{b1} = -^*$	$\tau_{b2} = -^*$	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

注記\*：Ⅲ<sub>s</sub>Sについては、基準地震動S<sub>s</sub>で評価する。

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直	$T_3 =$

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	$\sigma_0 =^{*2}$	$S_a =^{*2}$	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	$\sigma_1 =^{*2}$	$S_a =^{*2}$	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	$\sigma_2 =^{*2}$	$S_a =^{*2}$	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	$\sigma_s =^{*2}$	$f_t =^{*2}$	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =^{*2}$	$f_{ts} =^{*1}$	$\sigma_b =$	$f_{ts} =^{*1}$
		せん断	$\tau_b =^{*2}$	$f_{sb} =^{*2}$	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。

注記\*1:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ より算出

\*2: 基準地震動S<sub>s</sub>による算出値



2. 重大事故等対応設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
					—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

注記\*：基準床レベルを示す。

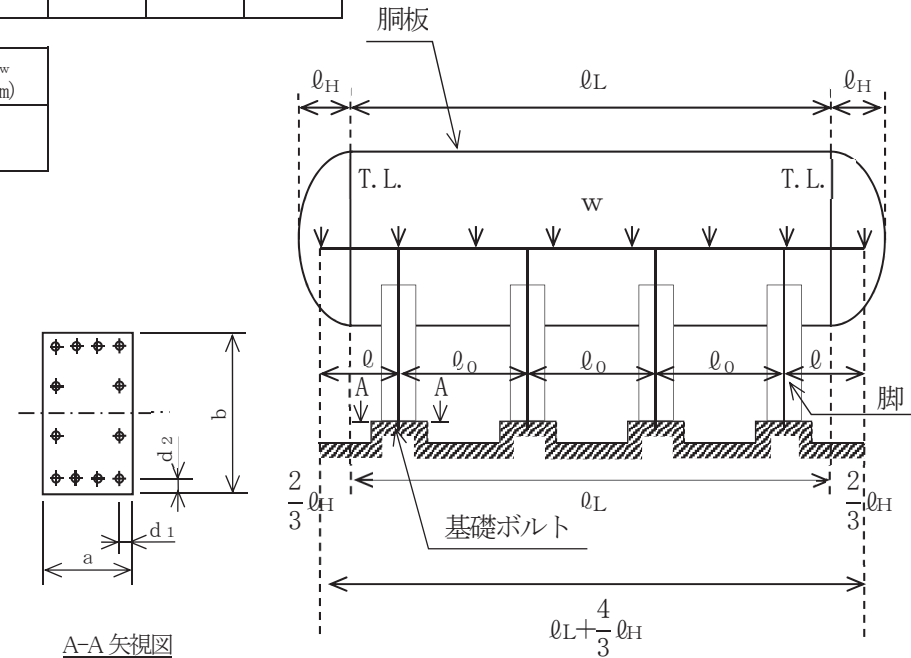
2.2 機器要目

ℓ (mm)	ℓ <sub>H</sub> (mm)	ℓ <sub>L</sub> (mm)	w (N/mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	M <sub>3</sub> (N・mm)	M <sub>4</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R <sub>3</sub> (N)	R <sub>4</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s t</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
				*1					

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s x</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s y</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>s x</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s y</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)

74



$A_s$ (mm <sup>2</sup> )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s2}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s3}$ (mm <sup>2</sup> )	$A_{s4}$ (mm <sup>2</sup> )

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\theta 1}$	$K_{\theta 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\theta 1}$	$C_{\theta 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ (mm <sup>2</sup> )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
						(M)			

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F* (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{0 \ell} =$	—	$\sigma_{0 c} =$	—

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{\phi 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 3} =$	$\sigma_{x 4 1 3} =$		
せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} =$	—	$\tau_c =$	—	
組合せ応力	—	—	—	—	$\sigma_{1 \ell} =$	—	$\sigma_{1 c} =$	—	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度				基準地震動 S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6} =$	—	$\sigma_{x6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x71} =$ $\sigma_{x72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x51} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} =$ $\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x421} =$ $\sigma_{x422} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x52} =$
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell} =$	—	$\tau_c =$	—
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\ell} =$	—	$\sigma_{2c} =$	—

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	—	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	—	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		—	$\sigma_{s\ell} =$	$\sigma_{sc} =$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	—	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	—	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直	$T_3 =$

2.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	—	—	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	—	—	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	—	—	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	—	—	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ より算出

【4 脚支持横置一胴円筒形容器（脚間非等間隔）】

【○○○○○タンクの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び末端高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
					—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	静水頭			

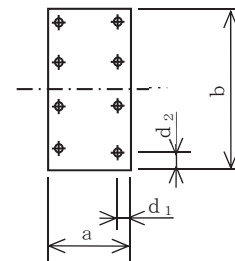
注記\*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

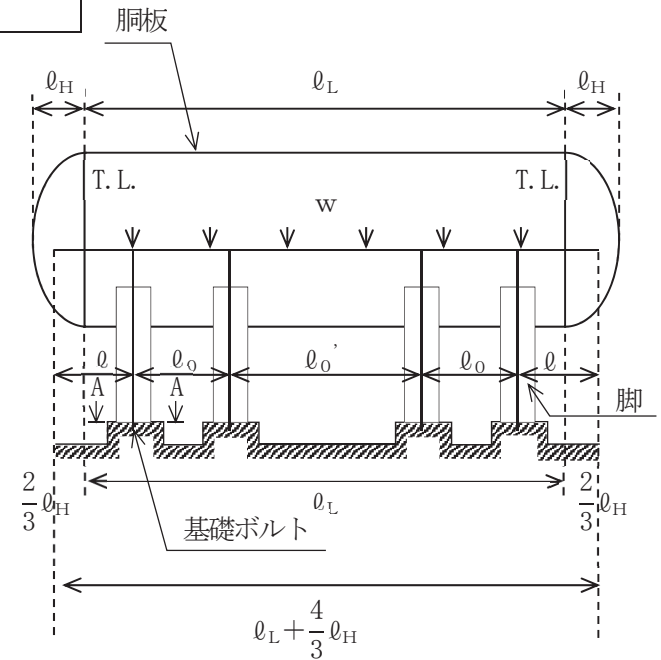
ℓ (mm)	ℓ <sub>H</sub> (mm)	ℓ <sub>L</sub> (mm)	w (N/mm)	M <sub>1</sub> (N・mm)	M <sub>2</sub> (N・mm)	M <sub>3</sub> (N・mm)	M <sub>4</sub> (N・mm)	R <sub>1</sub> (N)	R <sub>2</sub> (N)	R <sub>3</sub> (N)	R <sub>4</sub> (N)	H (mm)

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>s t</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	t <sub>e</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> (mm)	ℓ <sub>0</sub> ' (mm)	h <sub>1</sub> (mm)	h <sub>2</sub> (mm)	θ <sub>w</sub> (rad)	ℓ <sub>w</sub> (mm)
				*1						

C <sub>1</sub> (mm)	C <sub>2</sub> (mm)	I <sub>s x</sub> (mm <sup>4</sup> )	I <sub>s y</sub> (mm <sup>4</sup> )	Z <sub>s x</sub> (mm <sup>3</sup> )	Z <sub>s y</sub> (mm <sup>3</sup> )	θ <sub>0</sub> (rad)	θ (rad)



A-A 矢視図



$A_s$ ( $\text{mm}^2$ )	$E_s$ (MPa)	$G_s$ (MPa)	$A_{s1}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s2}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s3}$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_{s4}$ ( $\text{mm}^2$ )

$K_{11}^{*2}$	$K_{12}^{*2}$	$K_{21}^{*2}$	$K_{22}^{*2}$	$K_{\theta 1}$	$K_{\theta 2}$	$K_{c1}$	$K_{c2}$	$C_{\theta 1}$	$C_{\theta 2}$	$C_{c1}$	$C_{c2}$

s	n	$n_1$	$n_2$	a (mm)	b (mm)	d (mm)	$A_b$ ( $\text{mm}^2$ )	$d_1$ (mm)	$d_2$ (mm)
						(M )			

$S_y$ (胴板) (MPa)	$S_u$ (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	$S_y$ (脚) (MPa)	$S_u$ (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	$F^*$ (脚) (MPa)	$S_y$ (基礎ボルト) (MPa)	$S_u$ (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	$F^*$ (基礎ボルト) (MPa)
*3	*3	*3	*4	*4	—		*4	*4	—	

注記\*1：本計算においては当板を有効とした。

\*2：表中で上段は一次応力，下段は二次応力の係数とする。

\*3：最高使用温度で算出

\*4：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>			
	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3} =$	—	—
組合せ応力	—		—		$\sigma_{00} =$		$\sigma_{0c} =$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度				基準地震動S <sub>s</sub>				
	長手方向		横方向		長手方向		横方向		
	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	
静水頭による応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2} =$	—	$\sigma_{x 2} =$	
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$	
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	$\sigma_{\phi 3} =$	$\sigma_{x 3} =$	
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	$\sigma_{\phi 7 1} =$	$\sigma_{x 7 1} =$	
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 1} =$	$\sigma_{x 4 1 1} =$	$\sigma_{\phi 5 1} =$	$\sigma_{x 5 1} =$
		—	—			$\sigma_{\phi 4 1 2} =$	$\sigma_{x 4 1 2} =$		
		—	—			$\sigma_{\phi 4 1 3} =$	$\sigma_{x 4 1 3} =$		
せん断	—		—		$\tau_{\ell} =$		$\tau_c =$		
組合せ応力	—		—		$\sigma_{10} =$		$\sigma_{1c} =$		



(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向 応力の方向		弾性設計用地震動S d又は静的震度				基準地震動S s			
		長手方向		横方向		長手方向		横方向	
		周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
静水頭による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6} =$	—	$\sigma_{x 6} =$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x 71} =$ $\sigma_{x 72} =$	$\sigma_{\phi 71} =$ $\sigma_{\phi 72} =$	$\sigma_{x 71} =$ $\sigma_{x 72} =$
水平方向地震 による応力	引張り	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41} =$	$\sigma_{x 41} =$	$\sigma_{\phi 51} =$	$\sigma_{x 51} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421} =$ $\sigma_{\phi 422} =$	$\sigma_{x 421} =$ $\sigma_{x 422} =$	$\sigma_{\phi 52} =$	$\sigma_{x 52} =$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42} =$	$\sigma_{x 42} =$		
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\theta} =$		$\tau_{c} =$	
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\theta} =$		$\sigma_{2c} =$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1} =$	$\sigma_{s1} =$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4} =$	$\sigma_{s4} =$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$
	せん断	—	—	$\tau_{s2} =$	$\tau_{s3} =$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell} =$	$\sigma_{sc} =$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

地震の種類 地震の方向		弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
		長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び 水平方向地震による応力	引張り	—	—	$\sigma_{b1} =$	$\sigma_{b2} =$
水平方向地震による応力	せん断	—	—	$\tau_{b1} =$	$\tau_{b2} =$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直	$T_3 =$

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	$\sigma_0 =$	$S_a =$
		一次	—	—	$\sigma_1 =$	$S_a =$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 =$	$S_a =$
脚		組合せ	—	—	$\sigma_s =$	$f_t =$
基礎ボルト		引張り	—	—	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	—	—	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。 注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

VI-2-1-13-3 平底たて置円筒形容器の耐震性についての  
計算書作成の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 一般事項 .....	2
2.1 評価方針 .....	2
2.2 適用規格・基準等 .....	2
2.3 記号の説明 .....	3
2.4 計算精度と数値の丸め方 .....	6
3. 評価部位 .....	7
4. 固有周期 .....	8
4.1 固有周期の計算方法 .....	8
5. 構造強度評価 .....	10
5.1 構造強度評価方法 .....	10
5.2 設計用地震力 .....	10
5.3 計算方法 .....	10
5.3.1 応力の計算方法 .....	10
5.4 応力の評価 .....	16
5.4.1 胴の応力評価 .....	16
5.4.2 基礎ボルトの応力評価 .....	18
6. 耐震計算書のフォーマット .....	19

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震性に関する説明書が求められている平底たて置円筒形容器（耐震重要度分類 S クラス又は S s 機能維持の計算を行うもの）が、十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし、本基本方針が適用されない平底たて置円筒形容器にあつては、個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

## 2. 一般事項

### 2.1 評価方針

平底たて置円筒形容器の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

平底たて置円筒形容器の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

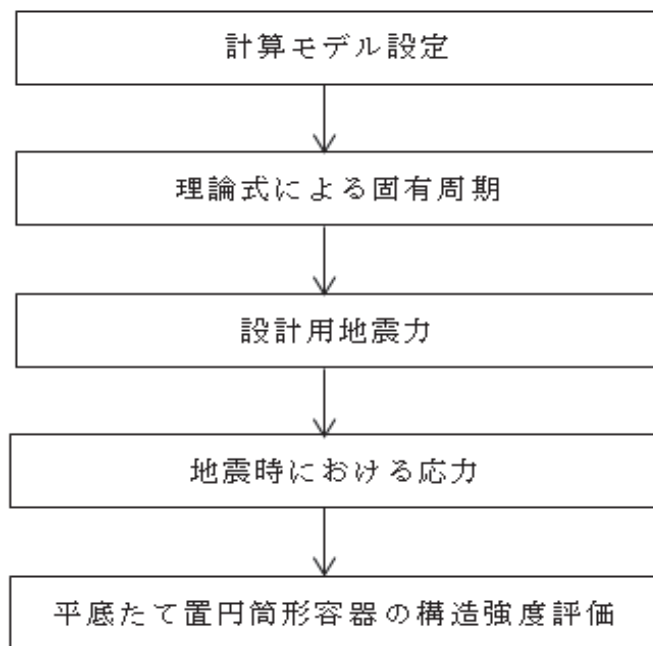


図 2-1 平底たて置円筒形容器の耐震評価フロー

### 2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1・補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (以下「設計・建設規格」という。)

2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	胴の軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>b</sub>	基礎ボルトの軸断面積	mm <sup>2</sup>
A <sub>e</sub>	胴の有効せん断断面積	mm <sup>2</sup>
C <sub>c</sub>	基礎ボルト計算における係数	—
C <sub>H</sub>	水平方向設計震度	—
C <sub>t</sub>	基礎ボルト計算における係数	—
C <sub>v</sub>	鉛直方向設計震度	—
D <sub>b i</sub>	ベースプレートの内径	mm
D <sub>b o</sub>	ベースプレートの外径	mm
D <sub>c</sub>	基礎ボルトのピッチ円直径	mm
D <sub>i</sub>	胴の内径	mm
d	ボルトの呼び径	mm
E	胴の縦弾性係数	MPa
e	基礎ボルト計算における係数	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F <sub>c</sub>	基礎に作用する圧縮力	N
F <sub>t</sub>	基礎ボルトに作用する引張力	N
f <sub>b</sub>	曲げモーメントに対する許容座屈応力	MPa
f <sub>c</sub>	軸圧縮荷重に対する許容座屈応力	MPa
f <sub>s b</sub>	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f <sub>t o</sub>	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f <sub>t s</sub>	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
G	胴のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
H	水頭	mm
I	胴の断面二次モーメント	mm <sup>4</sup>
K <sub>H</sub>	水平方向ばね定数	N/m
K <sub>v</sub>	鉛直方向ばね定数	N/m
k	基礎ボルト計算における中立軸の荷重係数	—
ℓ <sub>1</sub> , ℓ <sub>2</sub>	基礎ボルト計算における中立軸から荷重作用点までの距離 (図 5-2 に示す距離)	mm
ℓ <sub>g</sub>	基礎から容器重心までの距離	mm

記号	記号の説明	単位
$M_s$	基礎に作用する転倒モーメント	N・mm
$m_0$	容器の運転時質量	kg
$m_e$	容器の空質量	kg
$n$	基礎ボルトの本数	—
$S$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に定める値	MPa
$S_a$	胴の許容応力	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa
$S_{y(RT)}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料 の 40°Cにおける値	MPa
$s$	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
$T_H$	水平方向固有周期	s
$T_V$	鉛直方向固有周期	s
$t$	胴板の厚さ	mm
$t_1$	基礎ボルト面積相当板幅	mm
$t_2$	圧縮側基礎相当幅	mm
$z$	基礎ボルト計算における係数	—
$\alpha$	基礎ボルト計算における中立軸を定める角度	rad
$\eta$	座屈応力に対する安全率	—
$\pi$	円周率	—
$\rho'$	液体の密度 (= 比重 $\times 10^{-6}$ )	kg/mm <sup>3</sup>
$\sigma_0$	胴の一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{0c}$	胴の組合せ圧縮応力	MPa
$\sigma_{0t}$	胴の組合せ引張応力	MPa
$\sigma_2$	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値の 最大値	MPa
$\sigma_{2\phi}$	地震動のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c}$	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値 (圧縮側)	MPa
$\sigma_{2t}$	地震動のみによる胴の一次応力と二次応力の和の変動値 (引張側)	MPa
$\sigma_{2xc}$	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和 (圧縮側)	MPa



記号	記号の説明	単位
$\sigma_{2xt}$	地震動のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和 (引張側)	MPa
$\sigma_b$	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
$\sigma_c$	基礎に生じる圧縮応力	MPa
$\sigma_{x1},$ $\sigma_{\phi 1}$	静水頭により胴に生じる軸方向及び周方向応力	MPa
$\sigma_{x2}$	胴の空質量による軸方向圧縮応力	MPa
$\sigma_{x3}$	胴の鉛直方向地震による軸方向応力	MPa
$\sigma_{x4}$	水平方向地震により胴に生じる曲げモーメントによる軸方向応力	MPa
$\sigma_{xc}$	胴の軸方向応力の和(圧縮側)	MPa
$\sigma_{xt}$	胴の軸方向応力の和(引張側)	MPa
$\sigma_{\phi}$	胴の周方向応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直方向地震が加わり胴に生じる周方向応力	MPa
$\tau$	地震により胴に生じるせん断応力	MPa
$\tau_b$	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
$\phi_1(x)$	圧縮荷重に対する許容座屈応力の関数	MPa
$\phi_2(x)$	曲げモーメントに対する許容座屈応力の関数	MPa

## 2.4 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	℃	—	—	整数位
比重	—	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	整数位 <sup>*1</sup>
	胴板の厚さ	mm	—	小数点以下第 1 位
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*3</sup>

注記 \*1：設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下表示とする。

\*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

平底たて置円筒形容器の耐震評価は「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴及び基礎ボルトについて評価を実施する。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は重心に集中するものとする。
- b. 容器は胴下端のベースプレートを円周上等ピッチの多数の基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。
- c. 胴をはりと考え，変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。

本容器は，前記の条件より図 4-1 に示すような下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

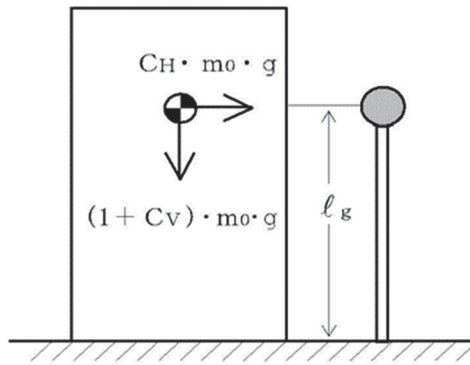


図 4-1 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数  $K_H$  は次式で求める。

$$K_H = \frac{1000}{\frac{l_g^3}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{l_g}{G \cdot A_e}} \dots\dots\dots (4.1.1)$$

ここで，胴の断面性能は次のように求める。

$$I = \frac{\pi}{8} \cdot (D_i + t)^3 \cdot t \dots\dots\dots (4.1.2)$$

$$A_e = \frac{2}{3} \cdot \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots\dots\dots (4.1.3)$$

したがって，固有周期  $T_H$  は次式で求める。

$$T_H = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_H}} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数 $K_v$ は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{l_g}{A \cdot E}} \dots\dots\dots (4.1.5)$$

ここで、胴の断面性能は次のように求める。

$$A = \pi \cdot (D_i + t) \cdot t \dots\dots\dots (4.1.6)$$

したがって、固有周期 $T_v$ は次式で求める。

$$T_v = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_e}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.7)$$

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項 a.～d.のほか、次の条件で計算する。概要図を図 5-1 に示す。

(1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

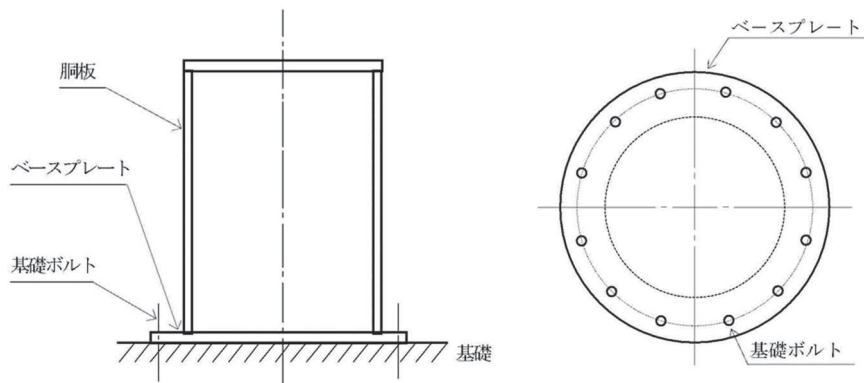


図 5-1 概要図

5.2 設計用地震力

「弾性設計用地震動 S<sub>d</sub> 又は静的震度」及び「基準地震動 S<sub>s</sub>」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

5.3 計算方法

5.3.1 応力の計算方法

応力計算における水平方向と鉛直方向の組合せについて、静的地震力を用いる場合は、絶対値和を用いる。動的地震力を用いる場合は、絶対値和又は SRSS 法を用いる。

5.3.1.1 胴の計算方法

(1) 静水頭及び鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i}{2 \cdot t} \quad \dots \quad (5.3.1.1.1)$$

$$\sigma_{\phi 2} = \frac{\rho' \cdot g \cdot H \cdot D_i \cdot C_v}{2 \cdot t} \quad \dots \quad (5.3.1.1.2)$$

$$\sigma_{X 1} = 0 \quad \dots \quad (5.3.1.1.3)$$

(2) 運転時質量及び鉛直方向地震による応力

胴がベースプレートと接合する点には、胴自身の質量による圧縮応力と鉛直方向地震による軸方向応力が生じる。

$$\sigma_{X2} = \frac{m_e \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.4)$$

$$\sigma_{X3} = \frac{m_e \cdot g \cdot C_v}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.5)$$

(3) 水平方向地震による応力

水平方向の地震力により胴はベースプレート接合部で最大となる曲げモーメントを受ける。この曲げモーメントによる軸方向応力と地震力によるせん断応力は次のように求める。

$$\sigma_{X4} = \frac{4 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \ell_g}{\pi \cdot (D_i + t)^2 \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.6)$$

$$\tau = \frac{2 \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \dots\dots\dots (5.3.1.1.7)$$

(4) 組合せ応力

(1) ~ (3) によって求めた胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_\phi = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.8)$$

$$\sigma_{0t} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_\phi + \sigma_{Xt} + \sqrt{(\sigma_\phi - \sigma_{Xt})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \dots\dots\dots (5.3.1.1.9)$$

ここで、

【絶対値和】

$$\sigma_{Xt} = \sigma_{X1} - \sigma_{X2} + \sigma_{X3} + \sigma_{X4} \dots\dots (5.3.1.1.10)$$

【SRSS法】

$$\sigma_{Xt} = \sigma_{X1} - \sigma_{X2} + \sqrt{\sigma_{X3}^2 + \sigma_{X4}^2} \dots\dots (5.3.1.1.11)$$

(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{\phi} = -\sigma_{\phi 1} - \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.12)$$

$\sigma_{x c}$  が正の値（圧縮側）のとき，次の組合せ圧縮応力を求める。

$$\sigma_{0 c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \sigma_{\phi} + \sigma_{x c} + \sqrt{(\sigma_{\phi} - \sigma_{x c})^2 + 4 \cdot \tau^2} \right\} \dots\dots\dots (5.3.1.1.13)$$

ここで，

**【絶対値和】**

$$\sigma_{x c} = -\sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} \quad \dots (5.3.1.1.14)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{x c} = -\sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 3}^2 + \sigma_{x 4}^2} \quad (5.3.1.1.15)$$

したがって，胴の組合せ一次一般膜応力の最大値は，絶対値和，SRSS 法それぞれに対して，

$$\sigma_0 = \text{Max} \left\{ \text{組合せ引張応力} (\sigma_{0 t}), \text{組合せ圧縮応力} (\sigma_{0 c}) \right\} \dots\dots\dots (5.3.1.1.16)$$

とする。

一次応力は一次一般膜応力と同じ値になるので省略する。

b. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(a) 組合せ引張応力

$$\sigma_{2 \phi} = \sigma_{\phi 2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.17)$$

$$\sigma_{2 t} = \sigma_{2 \phi} + \sigma_{2 x t} + \sqrt{(\sigma_{2 \phi} - \sigma_{2 x t})^2 + 4 \cdot \tau^2} \dots\dots\dots (5.3.1.1.18)$$

ここで，

**【絶対値和】**

$$\sigma_{2 x t} = \sigma_{x 3} + \sigma_{x 4} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.19)$$

**【SRSS 法】**

$$\sigma_{2 x t} = \sqrt{\sigma_{x 3}^2 + \sigma_{x 4}^2} \quad \dots\dots\dots (5.3.1.1.20)$$



(b) 組合せ圧縮応力

$$\sigma_{2\phi} = -\sigma_{\phi 2} \quad \dots \quad (5.3.1.1.21)$$

$$\sigma_{2c} = \sigma_{2\phi} + \sigma_{2xc} + \sqrt{(\sigma_{2\phi} - \sigma_{2xc})^2 + 4 \cdot \tau^2} \quad \dots \quad (5.3.1.1.22)$$

ここで、

**【絶対値和】**

$$\sigma_{2xc} = \sigma_{x3} + \sigma_{x4} \quad \dots \quad (5.3.1.1.23)$$

**【SRSS法】**

$$\sigma_{2xc} = \sqrt{\sigma_{x3}^2 + \sigma_{x4}^2} \quad \dots \quad (5.3.1.1.24)$$

したがって、胴の地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は、絶対値和、SRSS法それぞれに対して、

$$\sigma_2 = \text{Max} \left\{ \text{組合せ引張応力} \left( \sigma_{2t} \right), \text{組合せ圧縮応力} \left( \sigma_{2c} \right) \right\} \quad \dots \quad (5.3.1.1.25)$$

とする。

### 5.3.1.2 基礎ボルトの計算方法

#### (1) 引張応力

転倒モーメントが作用した場合に生じる基礎ボルトの引張荷重と基礎部の圧縮荷重については、荷重と変位量の釣合い条件を考慮することにより求める（図 5-2 参照）。

以下にその手順を示す。

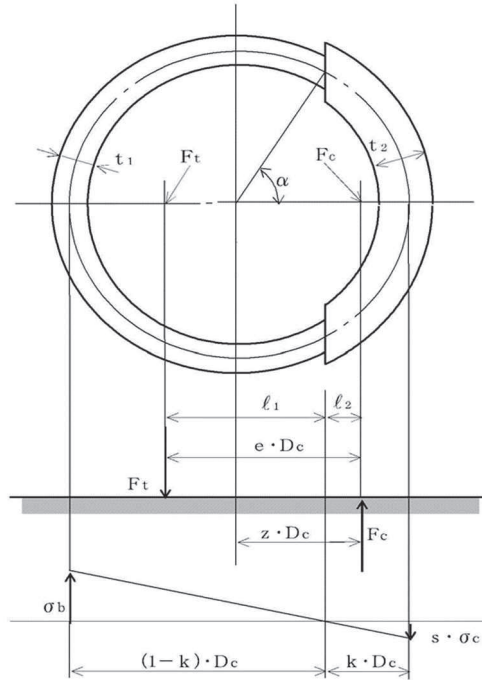


図 5-2 基礎の荷重説明図

- a.  $\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  を仮定して基礎ボルトの応力計算における中立軸の荷重係数  $k$  を求める。

$$k = \frac{1}{1 + \frac{\sigma_b}{s \cdot \sigma_c}} \quad \dots \dots \dots (5.3.1.2.1)$$

- b. 基礎ボルトの応力計算における中立軸を定める角度  $\alpha$  を求める。

$$\alpha = \cos^{-1}(1 - 2 \cdot k) \quad \dots \dots \dots (5.3.1.2.2)$$

c. 各定数  $e$ ,  $z$ ,  $C_t$  及び  $C_c$  を求める。

$$e = \frac{1}{2} \cdot \left\{ \frac{(\pi - \alpha) \cdot \cos^2 \alpha + \frac{1}{2} \cdot (\pi - \alpha) + \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right\} \dots \dots (5.3.1.2.3)$$

$$z = \frac{1}{2} \cdot \left( \cos \alpha + \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha - \frac{3}{2} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \alpha \cdot \cos^2 \alpha}{\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha} \right) \dots \dots (5.3.1.2.4)$$

$$C_t = \frac{2 \cdot \{(\pi - \alpha) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha\}}{1 + \cos \alpha} \dots \dots (5.3.1.2.5)$$

$$C_c = \frac{2 \cdot (\sin \alpha - \alpha \cdot \cos \alpha)}{1 - \cos \alpha} \dots \dots (5.3.1.2.6)$$

d. 各定数を用いて  $F_t$  及び  $F_c$  を求める。

【絶対値和】

$$F_t = \frac{M_s - (1 - C_v) \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c}{e \cdot D_c} \dots \dots (5.3.1.2.7)$$

$$F_c = F_t + (1 - C_v) \cdot m_0 \cdot g \dots \dots (5.3.1.2.8)$$

【SRSS 法】

$$F_t = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v \cdot m_0 \cdot g \cdot z \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} - \frac{z}{e} \cdot m_0 \cdot g \dots \dots (5.3.1.2.9)$$

$$F_c = \frac{\sqrt{M_s^2 + (C_v \cdot m_0 \cdot g \cdot (z - e) \cdot D_c)^2}}{e \cdot D_c} + \left(1 - \frac{z}{e}\right) \cdot m_0 \cdot g \dots \dots (5.3.1.2.10)$$

ここで,

$$M_s = C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot \ell_g \dots \dots (5.3.1.2.11)$$

基礎ボルトに引張力が作用しないのは、 $\alpha$  が  $\pi$  に等しくなったときであり、(5.3.1.2.3) 式及び (5.3.1.2.4) 式において  $\alpha$  を  $\pi$  に近づけた場合の値  $e = 0.75$  及び  $z = 0.25$  を (5.3.1.2.7) 式又は (5.3.1.2.9) 式に代入し、得られる  $F_t$  の値によって引張力の有無を次のように判定する。

$F_t \leq 0$  ならば引張力は作用しない。

$F_t > 0$  ならば引張力が作用しているので次の計算を行う。

e.  $\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  を求める。

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot F_t}{t_1 \cdot D_c \cdot C_t} \dots\dots\dots (5.3.1.2.12)$$

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot F_c}{(t_2 + s \cdot t_1) \cdot D_c \cdot C_c} \dots\dots\dots (5.3.1.2.13)$$

ここで,

$$t_1 = \frac{n \cdot A_b}{\pi \cdot D_c} \dots\dots\dots (5.3.1.2.14)$$

$$t_2 = \frac{1}{2} \cdot (D_{b0} - D_{bi}) - t_1 \dots\dots\dots (5.3.1.2.15)$$

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.3.1.2.16)$$

$\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  が a 項にて仮定した値と十分に近似していることを確認する。この場合の  $\sigma_b$  及び  $\sigma_c$  を基礎ボルトと基礎に生じる応力とする。

(2) せん断応力

$$\tau_b = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.3.1.2.17)$$

5.4 応力の評価

5.4.1 胴の応力評価

(1) 5.3.1.1 項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力  $S_a$  以下であること。ただし、 $S_a$  は下表による。

応力の種類	許容応力 $S_a$	
	弾性設計用地震動 $S_d$ 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 $S_s$ による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点 $S_y$ と設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力 $S$ の 1.2 倍の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	設計引張強さ $S_u$ の 0.6 倍
一次応力と二次応力の和	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が設計降伏点 $S_y$ の 2 倍以下であれば、疲労解析は不要とする。	

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

(2) 圧縮膜応力（圧縮応力と曲げによる圧縮側応力の組合せ）は次式を満足すること。

（座屈の評価）

$$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1)$$

ここで、 $f_c$  は次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \quad \dots\dots\dots (5.4.1.2)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{8000 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_c = F \cdot \left[ 1 - \frac{1}{6800 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_1 \left( \frac{8000 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left( \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\dots\dots\dots (5.4.1.3)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq 800 \quad \text{のとき}$$

$$f_c = \phi_1 \left( \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \right) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.4)$$

ただし、 $\phi_1(x)$  は次の関数とする。

$$\phi_1(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[ 1 - 0.901 \cdot \left\{ 1 - \exp \left( -\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x} \right) \right\} \right]$$

$$\dots\dots\dots (5.4.1.5)$$

また、 $f_b$  は次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \quad \dots\dots\dots (5.4.1.6)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{9600 \cdot g}{F} \quad \text{のとき}$$

$$f_b = F \cdot \left[ 1 - \frac{1}{8400 \cdot g} \cdot \left\{ F - \phi_2 \left( \frac{9600 \cdot g}{F} \right) \right\} \cdot \left( \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \right]$$

$$\dots\dots\dots (5.4.1.7)$$

$$\frac{9600 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq 800 \text{ のとき}$$

$$f_b = \phi_2 \left( \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.8)$$

ただし、 $\phi_2(x)$ は次の関数とする。

$$\phi_2(x) = 0.6 \cdot \frac{E}{x} \cdot \left[ 1 - 0.731 \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{1}{16} \cdot \sqrt{x}\right) \right\} \right] \dots\dots\dots (5.4.1.9)$$

$\eta$  は安全率で次による。

$$\frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \leq \frac{1200 \cdot g}{F} \text{ のとき}$$

$$\eta = 1 \dots\dots\dots (5.4.1.10)$$

$$\frac{1200 \cdot g}{F} < \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} < \frac{8000 \cdot g}{F} \text{ のとき}$$

$$\eta = 1 + \frac{0.5 \cdot F}{6800 \cdot g} \cdot \left( \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} - \frac{1200 \cdot g}{F} \right) \dots\dots\dots (5.4.1.11)$$

$$\frac{8000 \cdot g}{F} \leq \frac{D_i + 2 \cdot t}{2 \cdot t} \text{ のとき}$$

$$\eta = 1.5 \dots\dots\dots (5.4.1.12)$$

#### 5.4.2 基礎ボルトの応力評価

5.3.1.2項で求めた基礎ボルトの引張応力 $\sigma_b$ は次式より求めた許容引張応力 $f_{ts}$ 以下であること。ただし、 $f_{to}$ は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min} \left[ 1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to} \right] \dots\dots (5.4.2.1)$$

せん断応力 $\tau_b$ はせん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力 $f_{sb}$ 以下であること。ただし、 $f_{sb}$ は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{to}$	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{sb}$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 耐震計算書のフォーマット

平底たて置円筒形容器の耐震計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ 設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果\*

注記\*：重大事故等対処設備単独の場合は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし、評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマット I 設計基準対象施設としての評価結果】  
 【○○○タンクの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設  
 1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
		建屋 Q.P. *			C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =				

注記\*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	E (MPa)	G (MPa)	ℓ <sub>g</sub> (mm)	H (mm)	s	n
				*1	*1				

D <sub>c</sub> (mm)	D <sub>b0</sub> (mm)	D <sub>bi</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	M <sub>s</sub> (N・mm)	
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
			(M )			

S <sub>y</sub> (銅板) (MPa)	S <sub>u</sub> (銅板) (MPa)	S (銅板) (MPa)	S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2		

注記\*1：最高使用温度で算出  
 \*2：周囲環境温度で算出

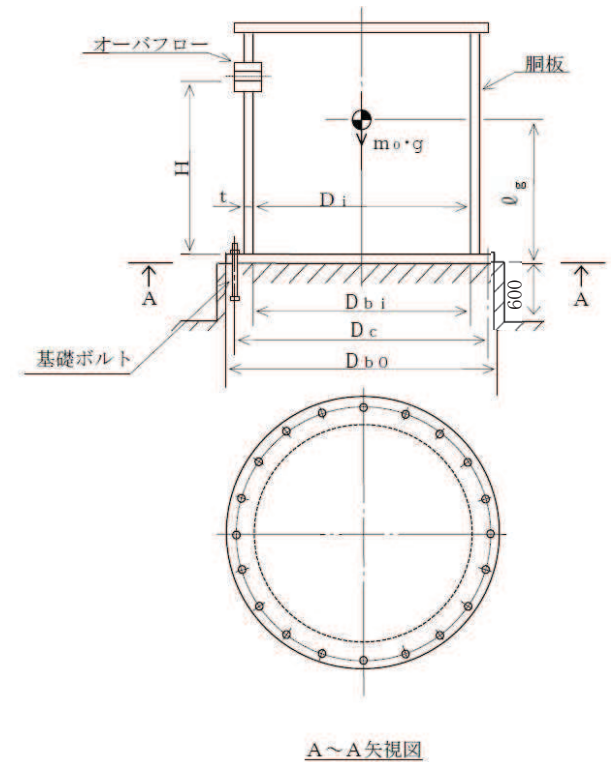
1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般機応力

(単位:MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>			
	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
静水頭による応力	σ <sub>φ1</sub> =	—	—	σ <sub>φ1</sub> =	—	—	
鉛直方向地震による引張応力	σ <sub>φ2</sub> =	—	—	σ <sub>φ2</sub> =	—	—	
空質量による圧縮応力	—	σ <sub>x2</sub> =	—	—	σ <sub>x2</sub> =	—	
鉛直方向地震による軸方向応力	—	σ <sub>x3</sub> =	—	—	σ <sub>x3</sub> =	—	
水平方向地震による圧縮応力	—	σ <sub>x4</sub> =	τ=	—	σ <sub>x4</sub> =	τ=	
応力の和	引張側	σ <sub>φ</sub> =	σ <sub>x1</sub> =	—	σ <sub>φ</sub> =	σ <sub>x1</sub> =	
	圧縮側	σ <sub>φ</sub> =	σ <sub>x4</sub> =	—	σ <sub>φ</sub> =	σ <sub>x4</sub> =	
組合せ応力	引張り	σ <sub>0t</sub> =			σ <sub>0t</sub> =		
	圧縮	σ <sub>0c</sub> =			σ <sub>0c</sub> =		



A~A 矢視図



(2) 地震動のみによって生じる一次応力と二次応力の和の変動値 (単位: MPa)

		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度			基準地震動 S <sub>s</sub>		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による応力		$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x3} =$	—	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x3} =$	—
水平方向地震による圧縮応力		—	$\sigma_{x4} =$	$\tau =$	—	$\sigma_{x4} =$	$\tau =$
応力の和	引張側	$\sigma_{z\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	—	$\sigma_{z\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	—
	圧縮側	$\sigma_{z\phi} =$	$\sigma_{2xc} =$	—	$\sigma_{z\phi} =$	$\sigma_{2xc} =$	—
組合せ応力 (変動値)	引張り	$\sigma_{z1} =$			$\sigma_{z1} =$		
	圧縮	$\sigma_{z2c} =$			$\sigma_{z2c} =$		

1.3.2 基礎ボルトに生じる応力 (単位: MPa)

	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
引張応力	$\sigma_b =$	$\sigma_b =$
せん断応力	$\tau_b =$	$\tau_b =$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_V =$

1.4.2 応力

(単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	$\sigma_o =$	$S_o =$	$\sigma_o =$	$S_o =$
		一次十二次	$\sigma_2 =$	$S_o =$	$\sigma_2 =$	$S_o =$
		圧縮と曲げの 組合せ (座屈の評価)	$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$ (無次元)		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$ (無次元)	
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	$\tau_b =$	$f_{sb} =$	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果】

【○○○タンクの耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)	比 重
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				
		建屋 O.P. *			—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =				

注記\*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

m <sub>0</sub> (kg)	m <sub>e</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	t (mm)	E (MPa)	G (MPa)	ℓ <sub>g</sub> (mm)	H (mm)	s	n
				*1	*1				

D <sub>c</sub> (mm)	D <sub>b0</sub> (mm)	D <sub>bi</sub> (mm)	d (mm)	A <sub>b</sub> (mm <sup>2</sup> )	M <sub>s</sub> (N・mm)	
					弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
			(M )		—	—

S <sub>y</sub> (胴板) (MPa)	S <sub>u</sub> (胴板) (MPa)	S (胴板) (MPa)	S <sub>y</sub> (基礎ボルト) (MPa)	S <sub>u</sub> (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F* (基礎ボルト) (MPa)
*1	*1	*1	*2	*2		

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出

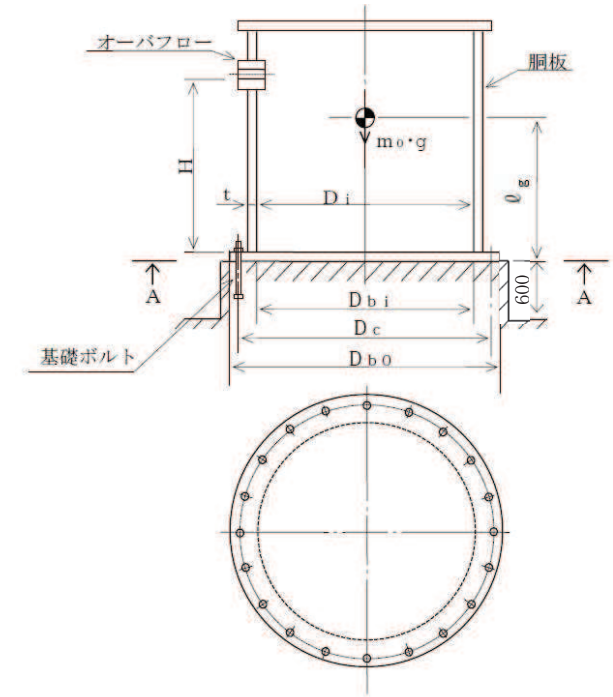
2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位:MPa)

		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭による応力		—	—	—	σ <sub>φ1</sub> =	—	—
鉛直方向地震による引張応力		—	—	—	σ <sub>φ2</sub> =	—	—
空質量による圧縮応力		—	—	—	—	σ <sub>x2</sub> =	—
鉛直方向地震による軸方向応力		—	—	—	—	σ <sub>x3</sub> =	—
水平方向地震による圧縮応力		—	—	—	—	σ <sub>x4</sub> =	τ=
応力の和	引張側	—	—	—	σ <sub>φ</sub> =	σ <sub>x1</sub> =	—
	圧縮側	—	—	—	σ <sub>φ</sub> =	σ <sub>xc</sub> =	—
組合せ応力	引張り					σ <sub>0t</sub> =	
	圧縮					σ <sub>0c</sub> =	



A～A矢视图

(2) 地震動のみによって生じる一次応力と二次応力の和の変動値 (単位: MPa)

		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度			基準地震動 S s		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震による応力		—	—	—	$\sigma_{s2} =$	$\sigma_{s3} =$	—
水平方向地震による圧縮応力		—	—	—	—	$\sigma_{s4} =$	$\tau =$
応力の和	引張側	—	—	—	$\sigma_{2s} =$	$\sigma_{2s1} =$	—
	圧縮側	—	—	—	$\sigma_{2s} =$	$\sigma_{2sc} =$	—
組合せ応力 (変動値)	引張り	—			$\sigma_{21} =$		
	圧縮	—			$\sigma_{2c} =$		

2.3.2 基礎ボルトに生じる応力 (単位: MPa)

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
引張応力	—	$\sigma_b =$
せん断応力	—	$\tau_b =$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方 向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_V =$

2.4.2 応力

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	—	—	$\sigma_o =$	$S_o =$
		一次十二次	—	—	$\sigma_2 =$	$S_o =$
		圧縮と曲げの 組合せ (座屈の評価)	—		$\frac{\eta \cdot (\sigma_{x2} + \sigma_{x3})}{f_c} + \frac{\eta \cdot \sigma_{x4}}{f_b} \leq 1$	
			(無次元)			
基礎ボルト		引張り	—	—	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *$
		せん断	—	—	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

注記\*:  $f_{ts} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

すべて許容応力以下である。

VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 一般事項 .....	1
2.1 評価方針 .....	1
2.2 適用規格・基準等 .....	2
2.3 記号の説明 .....	3
2.4 計算精度と数値の丸め方 .....	5
3. 評価部位 .....	5
4. 構造強度評価 .....	6
4.1 構造強度評価方法 .....	6
4.2 設計用地震力 .....	7
4.3 計算方法 .....	7
4.3.1 応力の計算方法 .....	7
4.4 応力の評価 .....	13
4.4.1 ボルトの応力評価 .....	13
5. 機能維持評価 .....	14
5.1 動的機能維持評価方法 .....	14
6. 耐震計算書のフォーマット .....	14

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震性に関する説明書が求められている横軸ポンプ(耐震重要度分類 S クラス又は S s 機能維持の計算を行うもの)が、十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

なお、本基本方針は横軸ブロワ及びファンにも適用する(その場合は、ポンプをブロワ又はファンと読み替える。)

ただし、本基本方針が適用できない横軸ポンプにあつては、個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

## 2. 一般事項

### 2.1 評価方針

横軸ポンプの応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所に作用する設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、横軸ポンプの機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」にて示す。

横軸ポンプの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

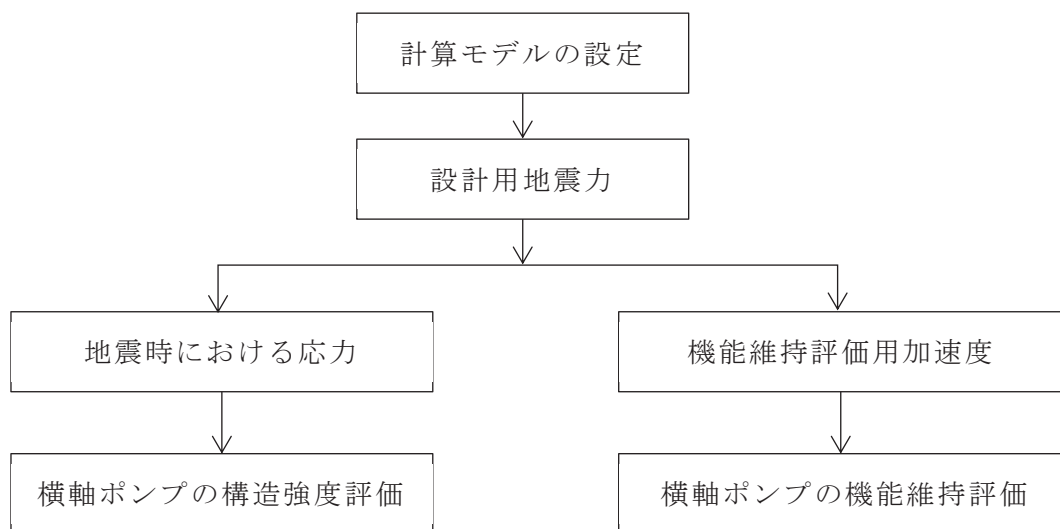


図 2-1 横軸ポンプの耐震評価フロー

## 2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1・補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格  
(以下「設計・建設規格」という。)

### 2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_{bi}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_p$	ポンプ振動による震度	—
$C_v$	鉛直方向設計震度	—
$d_i$	ボルトの呼び径* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{bi}$	ボルトに作用する引張力(1本当たり)* <sup>1</sup>	N
$f_{sbi}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{toi}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{tsi}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度(=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$H_p$	予想最大両振幅	μm
$h_i$	据付面又は取付面から重心までの距離* <sup>2</sup>	mm
$l_{1i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$l_{2i}$	重心とボルト間の水平方向距離* <sup>1, *3</sup>	mm
$M_p$	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
$m_i$	運転時質量* <sup>2</sup>	kg
$N$	回転速度(原動機の同期回転速度)	rpm
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{fi}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$P$	原動機出力	kW
$Q_{bi}$	ボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値* <sup>1</sup>	MPa
$\pi$	円周率	—
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}$ ,  $d_i$ ,  $F_i$ ,  $F_i^*$ ,  $F_{bi}$ ,  $f_{sbi}$ ,  $f_{toi}$ ,  $f_{tsi}$ ,  $l_{1i}$ ,  $l_{2i}$ ,  $n_i$ ,  $n_{fi}$ ,  $Q_{bi}$ ,  $S_{ui}$ ,  $S_{yi}$ ,  $S_{yi}(RT)$ ,  $\sigma_{bi}$ 及び $\tau_{bi}$ の添字*i*の意味は、以下のとおりとする。

- $i = 1$ : 基礎ボルト
- $i = 2$ : ポンプ取付ボルト
- $i = 3$ : 原動機取付ボルト



なお，ポンプと原動機間に減速機がある場合は，次のように定義する。

$i = 4$  : 減速機取付ボルト

\*2 :  $h_i$  及び  $m_i$  の添字  $i$  の意味は，以下のとおりとする。

$i = 1$  : 据付面

$i = 2$  : ポンプ取付面

$i = 3$  : 原動機取付面

なお，ポンプと原動機間に減速機がある場合は，次のように定義する。

$i = 4$  : 減速機取付面

\*3 :  $\ell_{1i} \leq \ell_{2i}$

## 2.4 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*3</sup>

注記 \*1：設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下表示とする。

\*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

## 3. 評価部位

横軸ポンプの耐震評価は「4.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト及び取付ボルトについて評価を実施する。

#### 4. 構造強度評価

##### 4.1 構造強度評価方法

(1) 横軸ポンプは構造的に 1 個の大きなブロック状をしており、重心の位置がブロック状のほぼ中心にあり、かつ、下面が基礎ボルトにて固定されている。

したがって、全体的に一つの剛体と見なせるため、固有周期は十分に小さく、固有周期の計算は省略する。

(2) ポンプ及び内容物の質量は重心に集中するものとする。

(3) 地震力はポンプに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。

(4) ポンプは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。

(5) 転倒方向は図 4-1 概要図における軸直角方向及び軸方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方(許容値/発生値の小さい方をいう。)を記載する。

(6) 設計用地震力は添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

なお、横軸ポンプは剛として扱うため、設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の値を用いて評価する。

(7) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

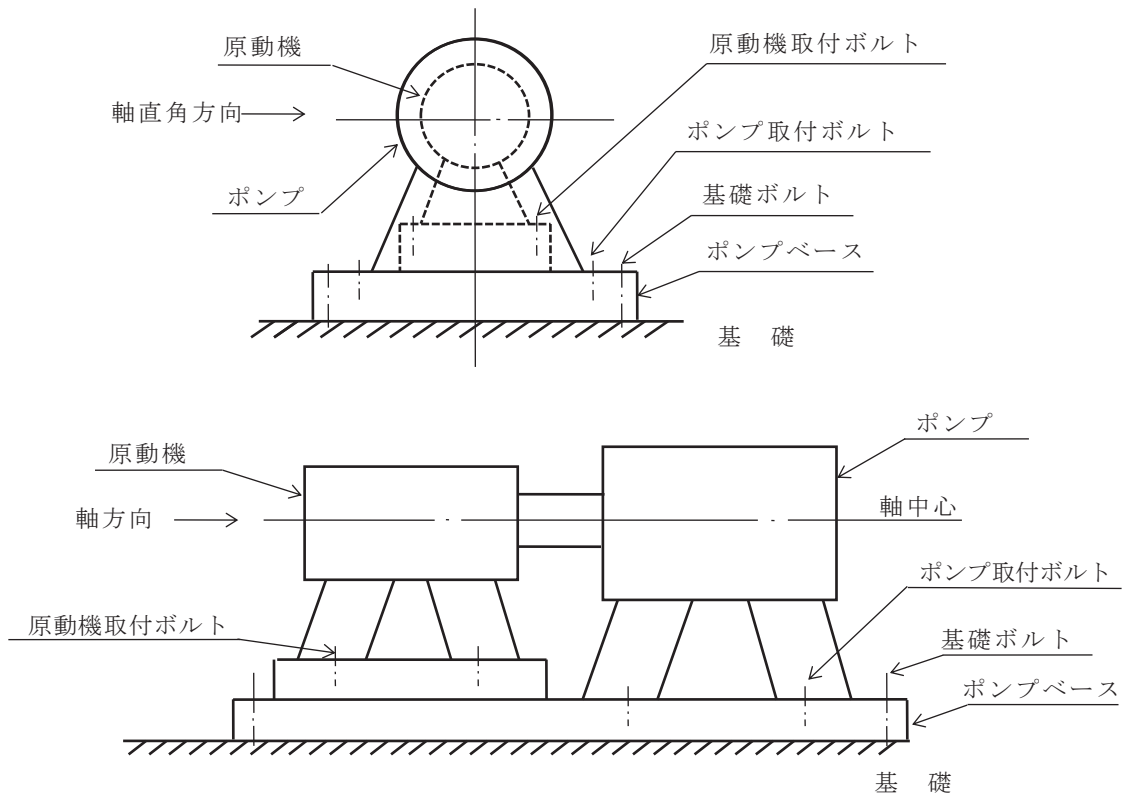


図 4-1 概要図

## 4.2 設計用地震力

「弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的震度」及び「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

## 4.3 計算方法

### 4.3.1 応力の計算方法

#### 4.3.1.1 ボルトの計算方法

ボルトの応力は地震による震度，ポンプ振動による震度及びポンプ回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

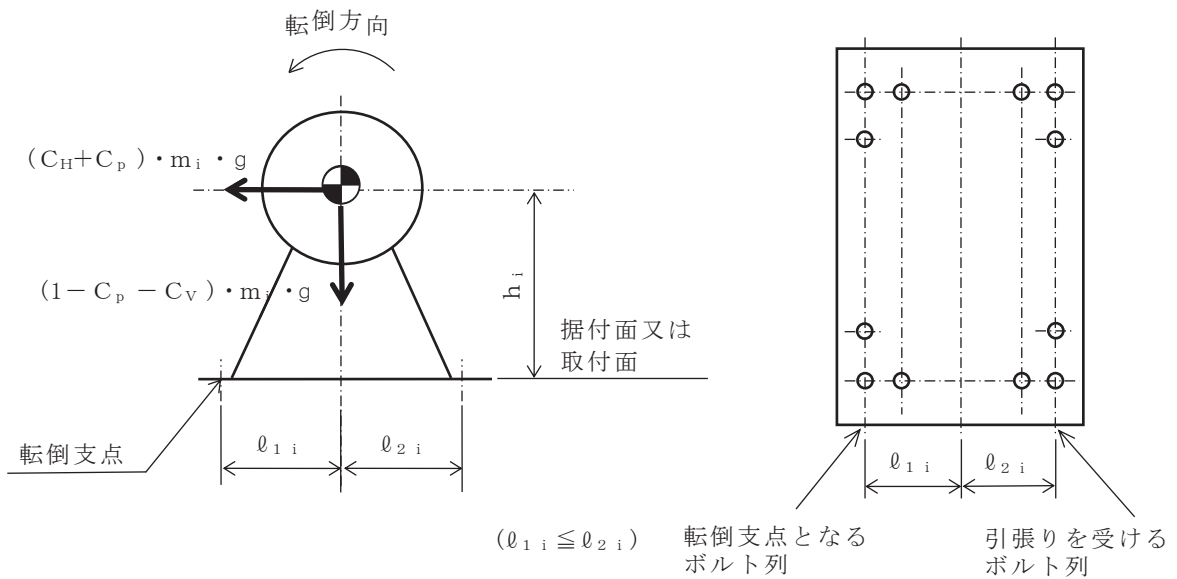


図 4-2(1) 計算モデル

(軸直角方向転倒-1  $(1 - C_p - C_v) \geq 0$  の場合)

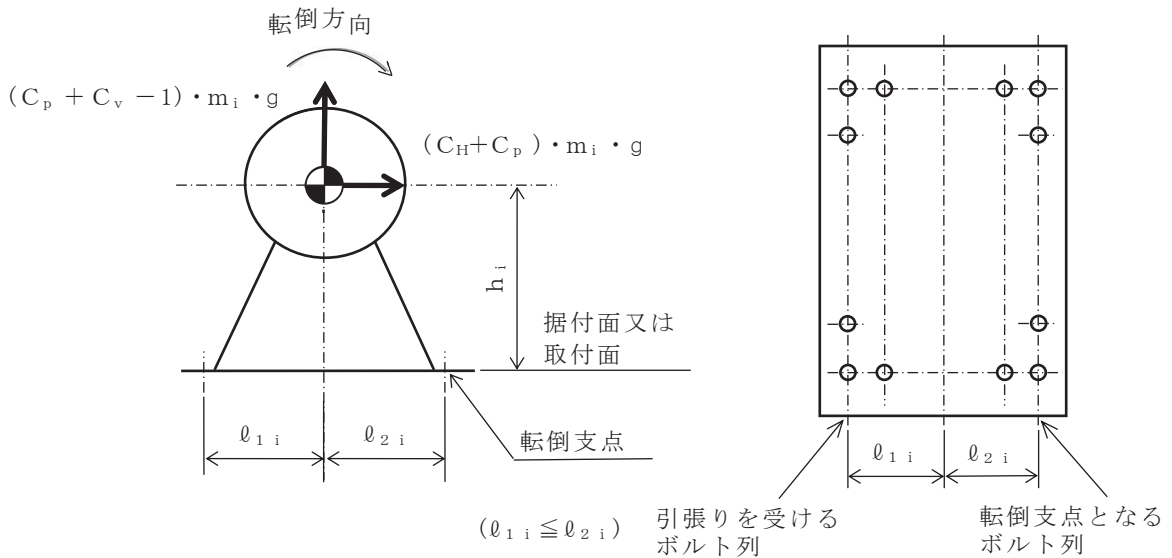


図 4-2(2) 計算モデル

(軸直角方向転倒-2  $(1 - C_p - C_v) < 0$  の場合)

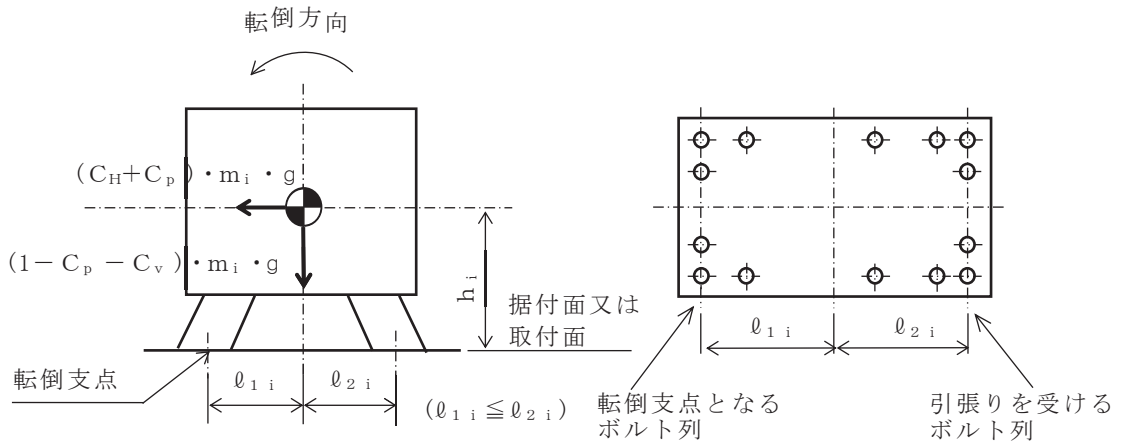


図 4-3(1) 計算モデル  
 (軸方向転倒-1  $(1 - C_p - C_v) \geq 0$  の場合)

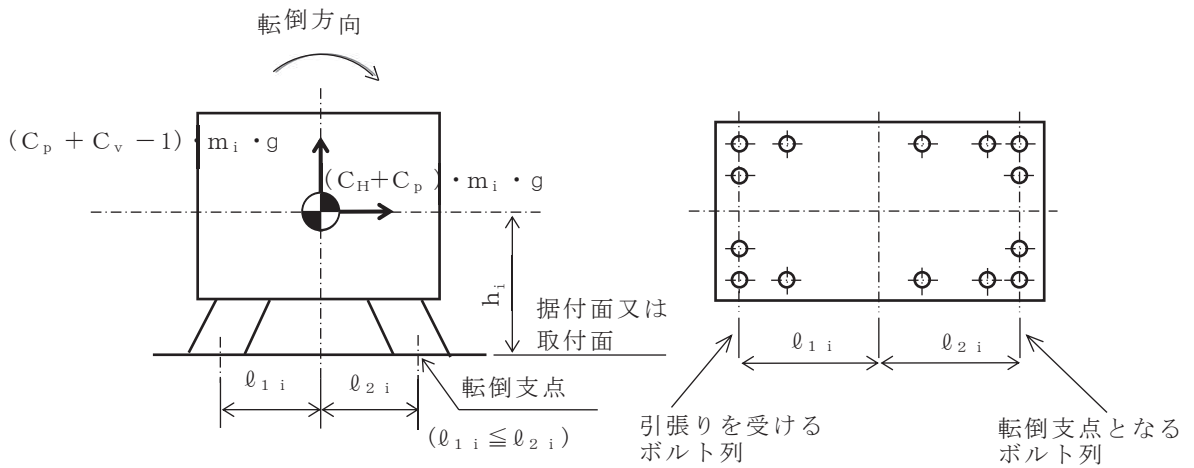


図 4-3(2) 計算モデル  
 (軸方向転倒-2  $(1 - C_p - C_v) < 0$  の場合)

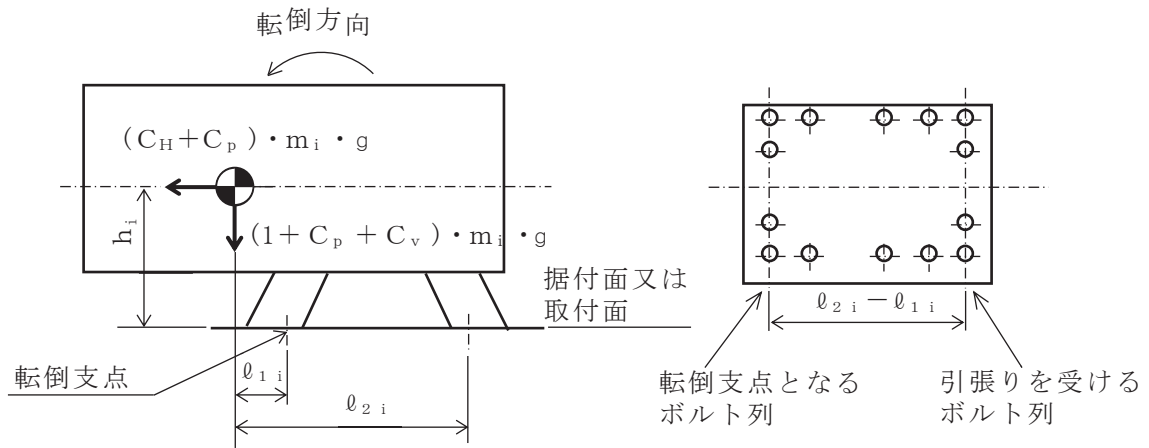


図 4-3(3) 計算モデル

(軸方向転倒-3 軸方向の重心位置が、両端のボルトの間でない場合で  
 $(l_{2i} + l_{1i}) / (l_{2i} - l_{1i}) \geq (C_v + C_p)$  の場合)

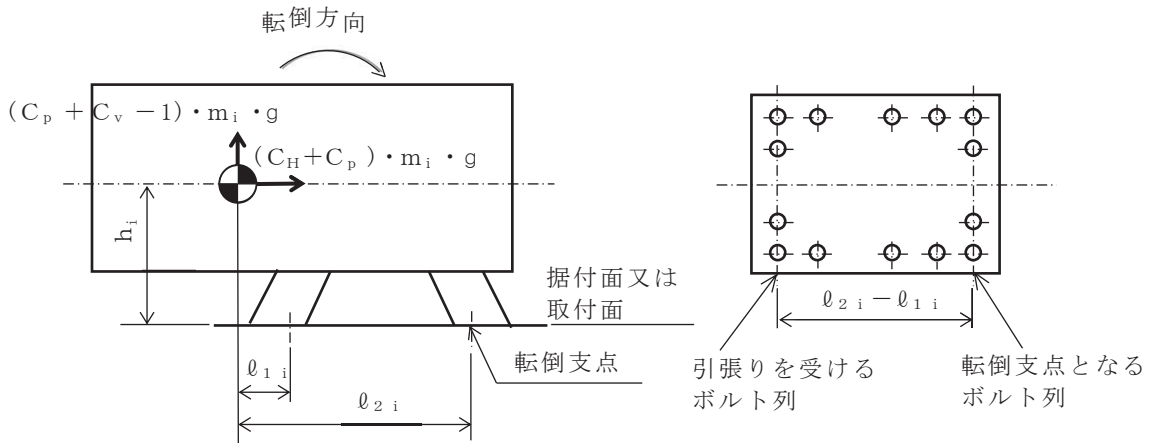


図 4-3(4) 計算モデル

(軸方向転倒-4 軸方向の重心位置が、両端のボルトの間でない場合で  
 $(l_{2i} + l_{1i}) / (l_{2i} - l_{1i}) < (C_v + C_p)$  の場合)

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 4-2 及び図 4-3 で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列のボルトで受けるものとして計算する。

なお、ポンプと原動機のベースが共通である場合の基礎ボルト (i=1) 及び計算モデル図 4-3 の場合のボルト (i=1~4) については、ポンプ回転によるモーメントは作用しない。

引張力

計算モデル図 4-2(1) 及び 4-3(1) の場合の引張力

【絶対値和】

$$\begin{aligned}
 F_{b\ i} &= \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H + C_p) \cdot h_i + M_p - m_i \cdot g \cdot (1 - C_p - C_v) \cdot \ell_{1\ i}}{n_{f\ i} \cdot (\ell_{1\ i} + \ell_{2\ i})} \\
 &= \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H \cdot h_i + C_v \cdot \ell_{1\ i}) + m_i \cdot C_p \cdot g \cdot (h_i + \ell_{1\ i}) + M_p - m_i \cdot g \cdot \ell_{1\ i}}{n_{f\ i} \cdot (\ell_{1\ i} + \ell_{2\ i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.1)
 \end{aligned}$$

【SRSS法】

$$F_{b\ i} = \frac{m_i \cdot g \cdot \sqrt{(C_H \cdot h_i)^2 + (C_v \cdot \ell_{1\ i})^2} + m_i \cdot C_p \cdot g \cdot (h_i + \ell_{1\ i}) + M_p - m_i \cdot g \cdot \ell_{1\ i}}{n_{f\ i} \cdot (\ell_{1\ i} + \ell_{2\ i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.2)$$

計算モデル図 4-2(2) 及び 4-3(2) の場合の引張力

【絶対値和】

$$\begin{aligned}
 F_{b\ i} &= \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H + C_p) \cdot h_i + M_p - m_i \cdot g \cdot (1 - C_p - C_v) \cdot \ell_{2\ i}}{n_{f\ i} \cdot (\ell_{1\ i} + \ell_{2\ i})} \\
 &= \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H \cdot h_i + C_v \cdot \ell_{2\ i}) + m_i \cdot C_p \cdot g \cdot (h_i + \ell_{2\ i}) + M_p - m_i \cdot g \cdot \ell_{2\ i}}{n_{f\ i} \cdot (\ell_{1\ i} + \ell_{2\ i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.3)
 \end{aligned}$$

【SRSS法】

$$F_{bi} = \frac{m_i \cdot g \cdot \sqrt{(C_H \cdot h_i)^2 + (C_V \cdot \ell_{2i})^2} + m_i \cdot g \cdot C_p \cdot (h_i + \ell_{2i}) + M_p - m_i \cdot g \cdot \ell_{2i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{1i} + \ell_{2i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.4)$$

計算モデル図 4-3(3) の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{bi} = \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H + C_p) \cdot h_i + M_p + m_i \cdot g \cdot (1 + C_p + C_V) \cdot \ell_{1i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{2i} - \ell_{1i})}$$

$$= \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H \cdot h_i + C_V \cdot \ell_{1i}) + m_i \cdot C_p \cdot g \cdot (h_i + \ell_{1i}) + M_p + m_i \cdot g \cdot \ell_{1i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{2i} - \ell_{1i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.5)$$

【SRSS法】

$$F_{bi} = \frac{m_i \cdot g \cdot \sqrt{(C_H \cdot h_i)^2 + (C_V \cdot \ell_{1i})^2} + m_i \cdot g \cdot C_p \cdot (h_i + \ell_{1i}) + M_p + m_i \cdot g \cdot \ell_{1i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{2i} - \ell_{1i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.6)$$

計算モデル図 4-3(4) の場合の引張力

【絶対値和】

$$F_{bi} = \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H + C_p) \cdot h_i + M_p + m_i \cdot g \cdot (C_p + C_V - 1) \cdot \ell_{2i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{2i} - \ell_{1i})}$$

$$= \frac{m_i \cdot g \cdot (C_H \cdot h_i + C_V \cdot \ell_{2i}) + m_i \cdot C_p \cdot g \cdot (h_i + \ell_{2i}) + M_p - m_i \cdot g \cdot \ell_{2i}}{n_{fi} \cdot (\ell_{2i} - \ell_{1i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.7)$$



【S R S S 法】

$$F_{b i} = \frac{m_i \cdot g \cdot \sqrt{(C_H \cdot h_i)^2 + (C_V \cdot \ell_{2 i})^2} + m_i \cdot g \cdot C_p \cdot (h_i + \ell_{2 i}) + M_p - m_i \cdot g \cdot \ell_{2 i}}{n_{f i} \cdot (\ell_{2 i} - \ell_{1 i})} \dots\dots\dots (4.3.1.1.8)$$

ここで、ポンプ回転速度により作用するモーメント $M_p$ は次式で求める。

$$M_p = \left( \frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N} \right) \cdot 10^6 \cdot P \dots\dots\dots (4.3.1.1.9)$$

(1kW = 10<sup>6</sup>N・mm/s)

ただし、ベースが共通でポンプと原動機間に減速機がある場合、ポンプ及び減速機取付ボルト(i=2及び4)における(4.3.1.1.9)式中のNはポンプ回転速度とする。

また、 $C_p$ はポンプ振動による振幅及び原動機の同期回転速度を考慮して定める値で、次式で求める。

$$C_p = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{H_p}{1000} \cdot \left( 2 \cdot \pi \cdot \frac{N}{60} \right)^2}{g \cdot 1000} \dots\dots\dots (4.3.1.1.10)$$

引張応力

$$\sigma_{b i} = \frac{F_{b i}}{A_{b i}} \dots\dots\dots (4.3.1.1.11)$$

ここで、ボルトの軸断面積 $A_{b i}$ は次式により求める。

$$A_{b i} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (4.3.1.1.12)$$

ただし、 $F_{b i}$ が負のときボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b i} = (C_H + C_p) \cdot m_i \cdot g \dots\dots\dots (4.3.1.1.13)$$

せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i}}{n_i \cdot A_{b i}} \dots\dots\dots (4.3.1.1.14)$$

#### 4.4 応力の評価

##### 4.4.1 ボルトの応力評価

4.3.1.1項で求めたボルトの引張応力  $\sigma_{b i}$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{t s i}$  以下であること。

ただし、 $f_{t o i}$  は下表による。

$$f_{t s i} = \text{Min} \left[ 1.4 \cdot f_{t o i} - 1.6 \cdot \tau_{b i}, f_{t o i} \right] \quad \dots\dots\dots (4.4.1.1)$$

せん断応力  $\tau_{b i}$  はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{s b i}$  以下であること。

ただし、 $f_{s b i}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの 場合
許容引張応力 $f_{t o i}$	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{s b i}$	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

## 5. 機能維持評価

### 5.1 動的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により、地震時又は地震後の動的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる応答加速度を設定する。

機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」による。

なお、この適用形式を外れる場合は、加振試験等に基づき確認した加速度を用いることとし、個別計算書にその旨を記載する。

## 6. 耐震計算書のフォーマット

横軸ポンプの耐震計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

[設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合]

フォーマットⅠ 設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果

[重大事故等対処設備単独の場合]

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果\*

注記\*：重大事故等対処設備単独の場合は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし、評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマット I 設計基準対象施設としての評価結果】

【○○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 O.P. *1	—*2	—*2	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>p</sub> =		

注記 \*1 : 基準床レベルを示す。

\*2 : 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2 機器要目

部 材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *3 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *3 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b,i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>f,i</sub> *3
基礎ボルト (i=1)					(M )			
ポンプ取付ボルト (i=2)					(M )			
原動機取付ボルト (i=3)					(M )			
減速機取付ボルト (i=4)					(M )			

部 材	S <sub>y,i</sub> (MPa)	S <sub>u,i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	*2	*2					
ポンプ取付ボルト (i=2)	*1	*1					
原動機取付ボルト (i=3)	*2	*2					
減速機取付ボルト (i=4)	*2	*2					

H <sub>p</sub> (μm)	N (rpm)

注記 \*1 : 最高使用温度で算出

\*2 : 周囲環境温度で算出

\*3 : 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部 材	F <sub>b i</sub>		Q <sub>b i</sub>	
	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)				
ポンプ取付ボルト (i=2)				
原動機取付ボルト (i=3)				
減速機取付ボルト (i=4)				

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)		引張り	$\sigma_{b1} =$	$f_{ts1} = *$	$\sigma_{b1} =$	$f_{ts1} = *$
		せん断	$\tau_{b1} =$	$f_{sb1} =$	$\tau_{b1} =$	$f_{sb1} =$
ポンプ取付ボルト (i=2)		引張り	$\sigma_{b2} =$	$f_{ts2} = *$	$\sigma_{b2} =$	$f_{ts2} = *$
		せん断	$\tau_{b2} =$	$f_{sb2} =$	$\tau_{b2} =$	$f_{sb2} =$
原動機取付ボルト (i=3)		引張り	$\sigma_{b3} =$	$f_{ts3} = *$	$\sigma_{b3} =$	$f_{ts3} = *$
		せん断	$\tau_{b3} =$	$f_{sb3} =$	$\tau_{b3} =$	$f_{sb3} =$
減速機取付ボルト (i=4)		引張り	$\sigma_{b4} =$	$f_{ts4} = *$	$\sigma_{b4} =$	$f_{ts4} = *$
		せん断	$\tau_{b4} =$	$f_{sb4} =$	$\tau_{b4} =$	$f_{sb4} =$

すべて許容応力以下である。

注記 \* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

1.4.2 動的機能の評価結果

(×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記 \* : 基準地震動S<sub>s</sub>により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)は、すべて機能確認済加速度以下である。

【フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果】

【○○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>		ポンプ振動による震度	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
		建屋 O.P. *1	—*2	—*2	—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>p</sub> =		

注記 \*1: 基準床レベルを示す。

\*2: 固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

2.2 機器要目

部 材	m <sub>i</sub> (kg)	h <sub>i</sub> (mm)	ℓ <sub>1i</sub> *3 (mm)	ℓ <sub>2i</sub> *3 (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b,i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>f,i</sub> *3
基礎ボルト (i=1)					(M)			
ポンプ取付ボルト (i=2)					(M)			
原動機取付ボルト (i=3)					(M)			
減速機取付ボルト (i=4)					(M)			

部 材	S <sub>y,i</sub> (MPa)	S <sub>u,i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)	転倒方向		M <sub>p</sub> (N・mm)
					弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	
基礎ボルト (i=1)	*2	*2	—		—		
ポンプ取付ボルト (i=2)	*1	*1	—		—		
原動機取付ボルト (i=3)	*2	*2	—		—		
減速機取付ボルト (i=4)	*2	*2	—		—		

H <sub>p</sub> (μm)	N (rpm)

注記 \*1: 最高使用温度で算出

\*2: 周囲環境温度で算出

\*3: 各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部 材	F <sub>bi</sub>		Q <sub>bi</sub>	
	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)	—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—	
原動機取付ボルト (i=3)	—		—	
減速機取付ボルト (i=4)	—		—	

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)		引張り	—	—	$\sigma_{b1} =$	$f_{ts1} = *$
		せん断	—	—	$\tau_{b1} =$	$f_{sb1} =$
ポンプ取付ボルト (i=2)		引張り	—	—	$\sigma_{b2} =$	$f_{ts2} = *$
		せん断	—	—	$\tau_{b2} =$	$f_{sb2} =$
原動機取付ボルト (i=3)		引張り	—	—	$\sigma_{b3} =$	$f_{ts3} = *$
		せん断	—	—	$\tau_{b3} =$	$f_{sb3} =$
減速機取付ボルト (i=4)		引張り	—	—	$\sigma_{b4} =$	$f_{ts4} = *$
		せん断	—	—	$\tau_{b4} =$	$f_{sb4} =$

すべて許容応力以下である。

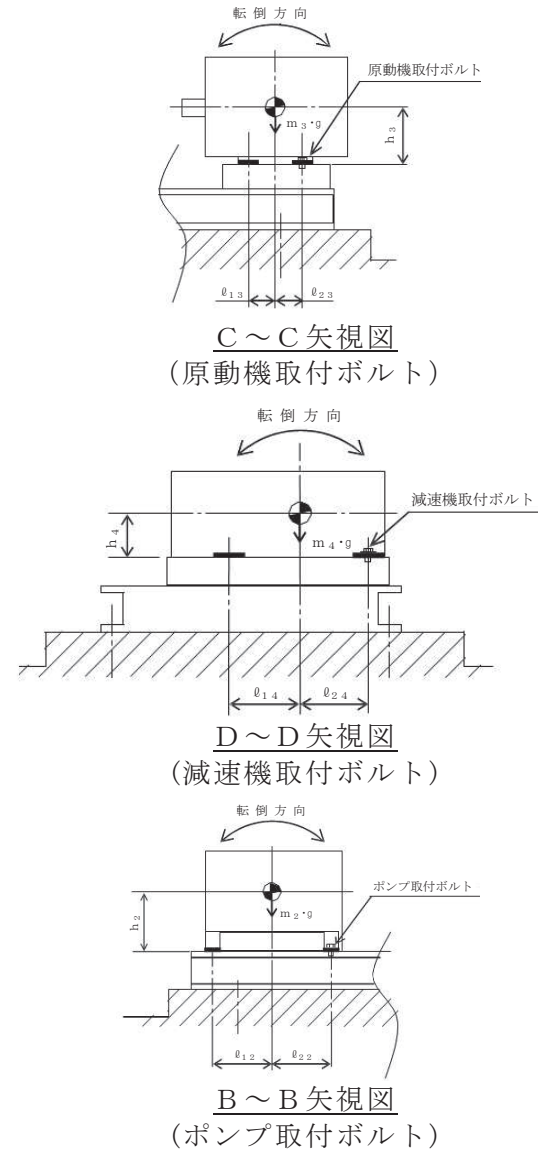
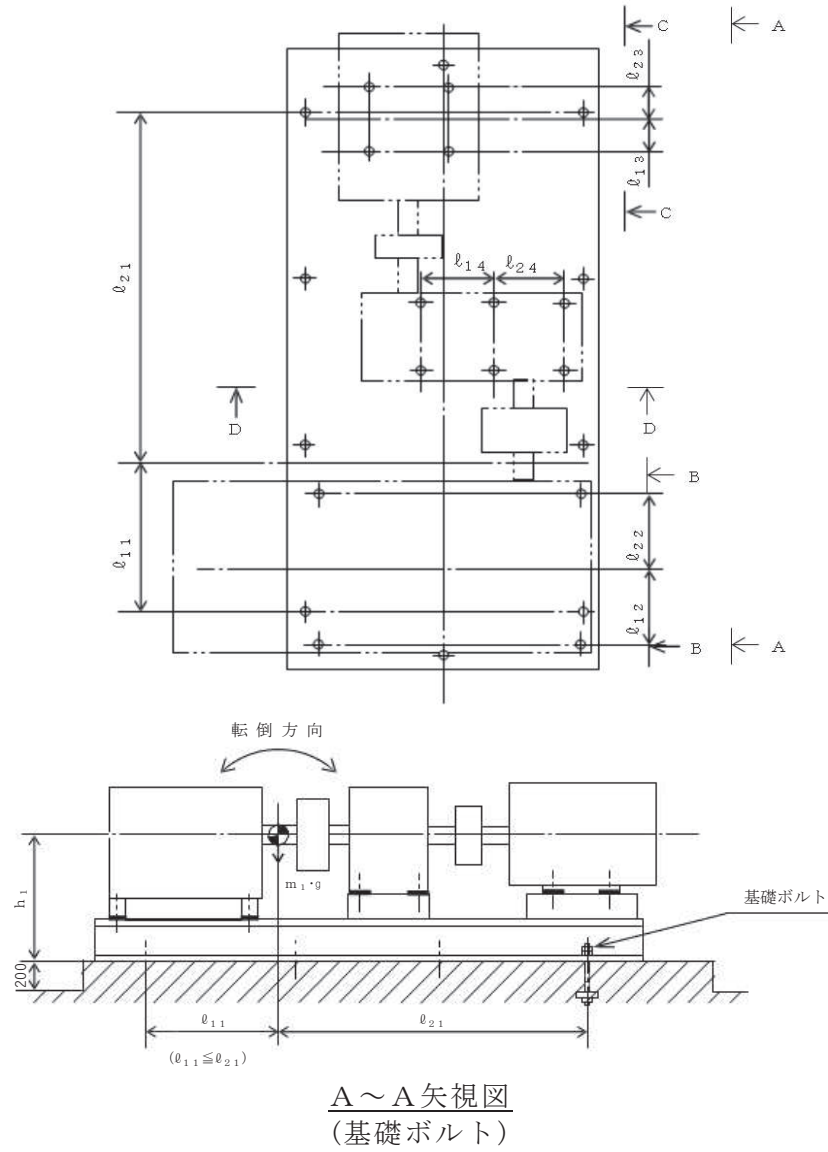
注記 \* :  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

2.4.2 動的機能の評価結果 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記 \* : 基準地震動S<sub>s</sub>により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)は、すべて機能確認済加速度以下である。





VI-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 一般事項 .....	1
2.1 評価方針 .....	1
2.2 適用規格・基準等 .....	2
2.3 記号の説明 .....	3
2.4 計算精度と数値の丸め方 .....	5
3. 評価部位 .....	5
4. 固有値解析及び構造強度評価 .....	6
4.1 固有値解析及び構造強度評価方法 .....	6
4.2 固有周期 .....	7
4.3 設計用地震力 .....	7
4.4 計算方法 .....	7
4.4.1 応力の計算方法 .....	7
4.5 応力の評価 .....	11
4.5.1 ボルトの応力評価 .....	11
4.5.2 バレルケーシング及びコラムパイプの応力評価 .....	11
5. 機能維持評価 .....	12
5.1 動的機能維持評価方法 .....	12
6. 耐震計算書のフォーマット .....	12

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震性に関する説明書が求められているたて軸ポンプ(耐震重要度分類 S クラス又は S s 機能維持の計算を行うもの)が、十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

ただし、本基本方針が適用できないたて軸ポンプにあつては、個別耐震計算書にその耐震計算方法を含めて記載する。

## 2. 一般事項

### 2.1 評価方針

たて軸ポンプの応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.2 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 固有値解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、たて軸ポンプの機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「5. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

たて軸ポンプの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

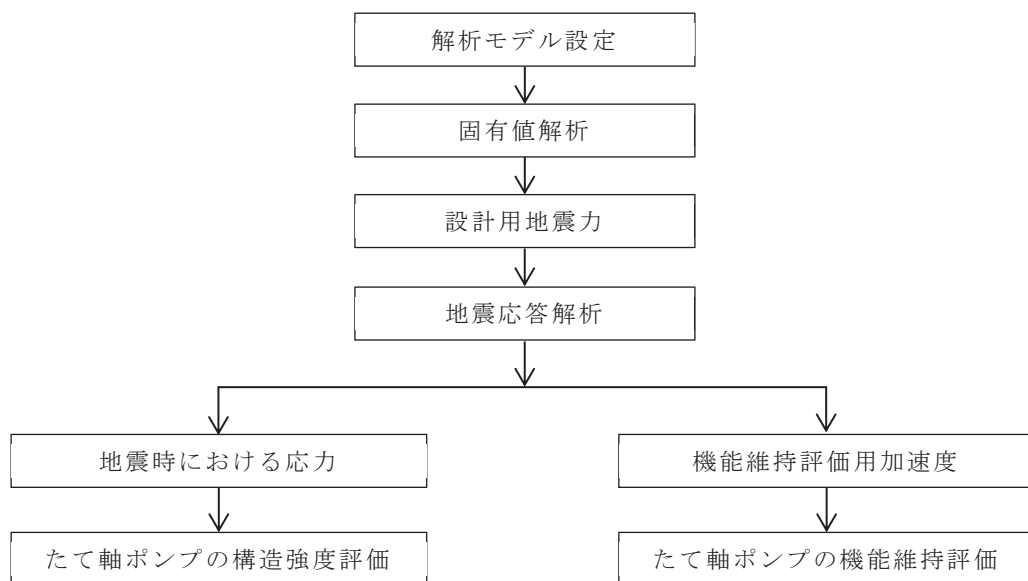


図 2-1 たて軸ポンプの耐震評価フロー

## 2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1 ・  
補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格  
(以下「設計・建設規格」という。)

### 2.3 記号の説明

記号	記号の説明	単位
$A_{b i}$	ボルトの軸断面積* <sup>1</sup>	mm <sup>2</sup>
$A_C$	バレルケーシング又はコラムパイプの断面積	mm <sup>2</sup>
$C_H$	水平方向設計震度	—
$C_p$	ポンプ振動による震度	—
$C_V$	鉛直方向設計震度	—
$D_C$	バレルケーシング又はコラムパイプの内径	mm
$D_i$	ボルトのピッチ円直径* <sup>1</sup>	mm
$d_i$	ボルトの呼び径* <sup>1</sup>	mm
$F_i$	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_i^*$	設計・建設規格 SSB-3133に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$F_{b i}$	ボルトに作用する引張力(1本当たり)* <sup>1</sup>	N
$f_{s b i}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{t o i}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$f_{t s i}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$g$	重力加速度(=9.80665)	m/s <sup>2</sup>
$H_p$	予想最大両振幅	μm
$M$	図4-2計算モデルによる多質点解析により求められるモーメント	N・mm
$M_i$	図4-2計算モデルの㊷, ㊸, ㊹及び㊺を支点とする地震及び水平方向のポンプ振動による転倒モーメント* <sup>2</sup>	N・mm
$M_p$	ポンプ回転により作用するモーメント	N・mm
$m$	バレルケーシング付根部に対しては, ポンプ床下部質量 コラムパイプ付根部に対しては, コラムパイプ総質量	kg
$m_i$	運転時質量* <sup>3</sup>	kg
$N$	回転速度(原動機の同期回転速度)	rpm
$n_i$	ボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$n_{f i}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数* <sup>1</sup>	—
$P$	原動機出力	kW
$P_C$	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧	MPa
$Q_{b i}$	図4-2計算モデルの㊷, ㊸, ㊹及び㊺における地震及び水平方向のポンプ振動によりボルトに作用するせん断力* <sup>1</sup>	N
$S$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa

記号	記号の説明	単位
$S_a$	バレルケーシング又はコラムパイプの許容応力	MPa
$S_u, S_{ui}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_y, S_{yi}$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値* <sup>1</sup>	MPa
$S_{yi}(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める材料の 40℃における値* <sup>1</sup>	MPa
$T_i$	固有周期* <sup>4</sup>	s
$t$	バレルケーシング又はコラムパイプの厚さ	mm
$Z$	バレルケーシング又はコラムパイプの断面係数	mm <sup>3</sup>
$\pi$	円周率	—
$\sigma$	バレルケーシング又はコラムパイプの一次一般膜応力の最大値	MPa
$\sigma_{bi}$	ボルトに生じる引張応力* <sup>1</sup>	MPa
$\sigma_{CH}$	水平方向地震によりバレルケーシング又はコラムパイプに生じる応力	MPa
$\sigma_{CV}$	鉛直方向地震によりバレルケーシング又はコラムパイプに生じる応力	MPa
$\sigma_{zp}$	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧による軸方向応力	MPa
$\sigma_{\theta p}$	バレルケーシング又はコラムパイプの内圧による周方向応力	MPa
$\tau_{bi}$	ボルトに生じるせん断応力* <sup>1</sup>	MPa

注記\*1:  $A_{bi}, D_i, d_i, F_i, F_i^*, F_{bi}, f_{sbi}, f_{toi}, f_{tsi}, n_i, n_{fi}, Q_{bi}, S_{ui}, S_{yi}, S_{yi}(RT), \sigma_{bi}$ , 及び  $\tau_{bi}$  の添字  $i$  の意味は、以下のとおりとする。

- $i = 1$ : 基礎ボルト
- $i = 2$ : ポンプ取付ボルト
- $i = 3$ : 原動機台取付ボルト
- $i = 4$ : 原動機取付ボルト

\*2:  $M_i$  の添字  $i$  の意味は、以下のとおりとする。

- $i = 1$ : ㊶
- $i = 2$ : ㊷
- $i = 3$ : ㊸
- $i = 4$ : ㊹

\*3:  $m_i$  の添字  $i$  の意味は以下のとおりとする。

- $i = 1$ : 据付面
- $i = 2$ : ポンプ取付面
- $i = 3$ : 原動機台取付面
- $i = 4$ : 原動機取付面

\*4:  $T_i$  の添字  $i$  の意味は、固有周期の次数を示す。

#### 2.4 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
温度	°C	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 <sup>*1</sup>
面積	mm <sup>2</sup>	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 <sup>*2</sup>
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*3</sup>

注記 \*1: 設計上定める値が小数点以下の場合は、小数点以下表示とする。

\*2: 絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

\*3: 設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

#### 3. 評価部位

たて軸ポンプの耐震評価は「4.1 固有値解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる基礎ボルト、取付ボルト並びにバレルケーシング及びコラムパイプについて評価を実施する。また、海水ポンプのように、コラムパイプ端部を支持部で水平方向の支持をする場合には、支持部取付用基礎ボルトについて評価を実施する。

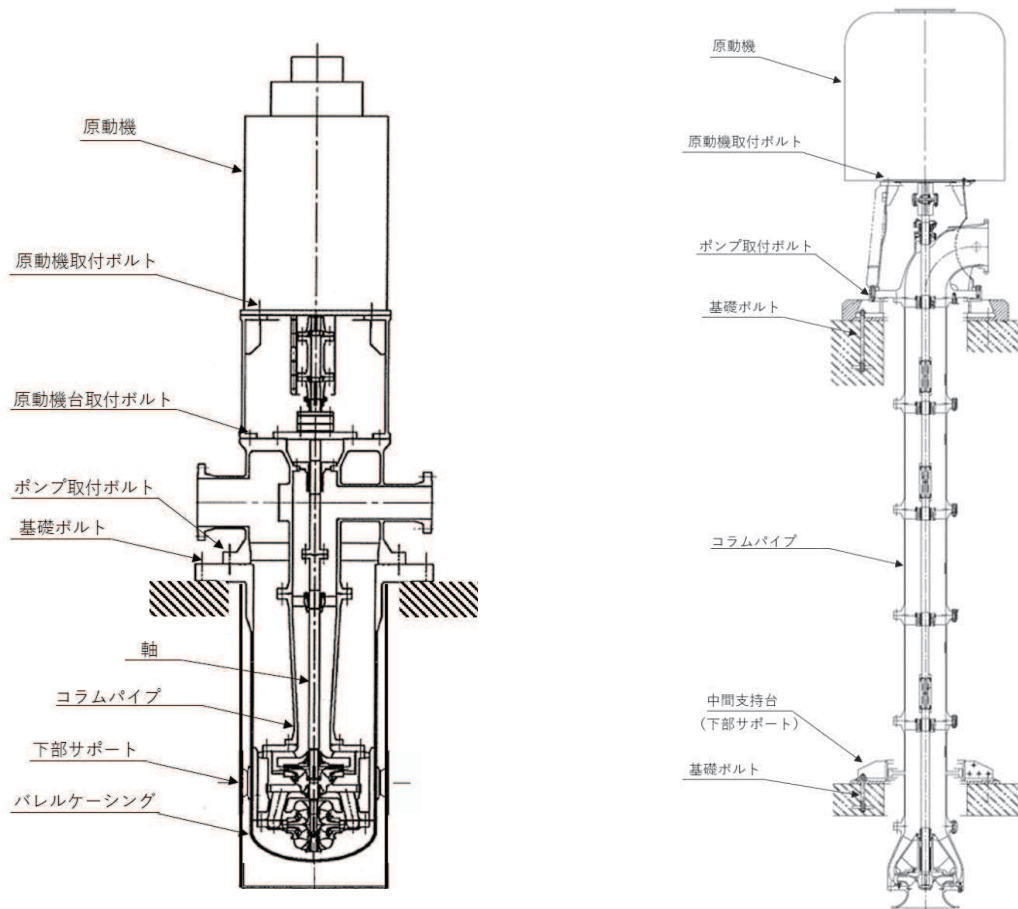
#### 4. 固有値解析及び構造強度評価

##### 4.1 固有値解析及び構造強度評価方法

たて軸ポンプの固有値解析及び構造評価に用いる解析モデルの作成条件を以下に示す。

- (1) ポンプは基礎ボルトで基礎に固定されており，固定端とする。
- (2) 基礎ボルト等の固定部について，フランジの剛性を回転ばねとして考慮する。
- (3) ポンプは原動機も含めて多質点モデルにてモデル化し，軸とケーシングとを分け軸受部をばねで接続した複列式多質点モデルとする。
- (4) モデル化に際しては，原動機，ポンプ及び内容物の質量は各質点に集中するものとする。
- (5) 下部サポートは鉛直方向にスライドできるものとし，水平方向の地震力を受けるものとする。
- (6) ポンプの鉛直方向については十分に剛であると判断できることから，固有値解析は水平方向のみ行うものとする。
- (7) 水平方向の地震応答解析にはスペクトルモーダル解析を用いる。
- (8) 地震力はポンプに対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
- (9) 耐震計算に用いる寸法は，公称値を使用する。
- (10) 固有値解析及び地震応答解析に用いる解析コードは「MSC NASTRAN」とする。





【ピットパレル形たて軸ポンプ】

【ターボ形たて軸ポンプ (海水ポンプ)】

図 4-1 概要図

#### 4.2 固有周期

たて軸ポンプの固有周期について、「4.1 固有値解析及び構造強度評価方法」に基づき作成した解析モデルにより計算する。

#### 4.3 設計用地震力

「弾性設計用地震動  $S_d$  又は静的震度」及び「基準地震動  $S_s$ 」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

#### 4.4 計算方法

##### 4.4.1 応力の計算方法

##### 4.4.1.1 ボルトの計算方法

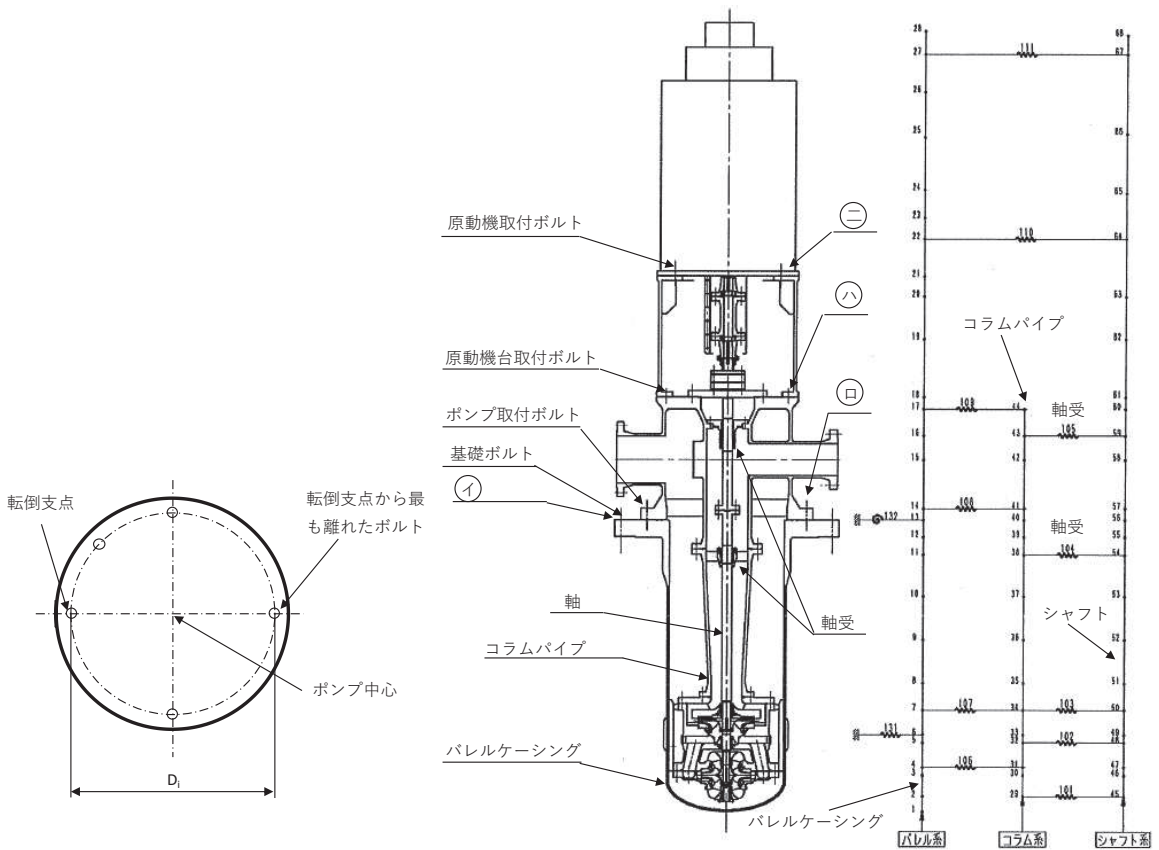


図 4-2 計算モデル

ボルトの応力は地震による震度，ポンプ振動による震度及びポンプ回転により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

なお，転倒モーメント及びせん断力は，水平方向には設計震度とポンプ振動による震度の合計を考慮し，鉛直方向には，設計震度と自重を考慮した地震応答解析により算出する。

(1) 引張応力

ボルトに対する引張力は転倒支点から正比例した力が作用するものとし，最も厳しい条件として転倒支点から最も離れたボルトについて計算する。

引張力

$$F_{bi} = \frac{M_i - (1 - C_p - C_v) \cdot m_i \cdot g \cdot \frac{D_i}{2}}{\frac{3}{8} \cdot n_{fi} \cdot D_i} \dots\dots\dots (4.4.1.1.1)$$

ここで， $M_i$  は地震応答解析より求める。

また， $C_p$  はポンプ振動による振幅及び原動機の同期回転速度を考慮して定める値で，次式で求める。

$$C_p = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{H_p}{1000} \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{N}{60}\right)^2}{g \cdot 1000} \dots\dots\dots (4.4.1.1.2)$$

引張応力

$$\sigma_{b i} = \frac{F_{b i}}{A_{b i}} \dots\dots\dots (4.4.1.1.3)$$

ここで、ボルトの軸断面積  $A_{b i}$  は次式により求める。

$$A_{b i} = \frac{\pi}{4} \cdot d_i^2 \dots\dots\dots (4.4.1.1.4)$$

ただし、 $F_{b i}$  が負のときボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

ボルトに対するせん断力はボルト全本数で受けるものとして計算する。

なお、基礎ボルト ( $i = 1$ ) については、ポンプ回転によるモーメントは作用しない。

せん断力

せん断力は地震応答解析により求める  $Q_{b i}$  及びポンプ回転により作用するモーメント  $M_p$  を考慮して求める。

せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i} + 2 \cdot M_p / D_i}{n_i \cdot A_{b i}} \dots\dots\dots (4.4.1.1.5)$$

ここで、ポンプ回転により作用するモーメント  $M_p$  は次式で求める。

$$M_p = \left(\frac{60}{2 \cdot \pi \cdot N}\right) \cdot 10^6 \cdot P \dots\dots\dots (4.4.1.1.6)$$

(1kW =  $10^6$ N · mm/s)

4.4.1.2 バレルケーシング及びコラムパイプの計算方法

バレルケーシング及びコラムパイプの応力は次式により求める。

(1) 水平方向地震力による応力

多質点モデルを用いて応答計算を行い，得られた各部に働くモーメントにより，曲げ応力は以下のようなになる。

$$\sigma_{cH} = \frac{M}{Z} \dots\dots\dots (4.4.1.2.1)$$

(2) 鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{cV} = \frac{(1 + C_V + C_P) \cdot m \cdot g}{A_c} \dots\dots\dots (4.4.1.2.2)$$

(3) 内圧による応力

$$\sigma_{\theta P} = \frac{P_c \cdot D_c}{2 \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.2.3)$$

$$\sigma_{zP} = \frac{P_c \cdot D_c}{4 \cdot t} \dots\dots\dots (4.4.1.2.4)$$

以上の(1)～(3)の各応力から，一次一般膜応力は

$$\sigma = \text{Max}(\sigma_{cH} + \sigma_{cV} + \sigma_{zP}, \sigma_{\theta P}) \dots\dots\dots (4.4.1.2.5)$$

一次応力は一次一般膜応力と同じになるので省略する。

#### 4.5 応力の評価

##### 4.5.1 ボルトの応力評価

4.4.1.1項で求めたボルトの引張応力  $\sigma_{b i}$  は次式より求めた許容引張応力  $f_{t s i}$  以下であること。

ただし、 $f_{t o i}$  は下表による。

$$f_{t s i} = \text{Min} \left[ 1.4 \cdot f_{t o i} - 1.6 \cdot \tau_{b i}, f_{t o i} \right] \dots\dots\dots (4.5.1.1)$$

せん断応力  $\tau_{b i}$  はせん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力  $f_{s b i}$  以下であること。

ただし、 $f_{s b i}$  は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 $f_{t o i}$	$\frac{F_i}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{s b i}$	$\frac{F_i}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_i^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

##### 4.5.2 バレルケーシング及びコラムパイプの応力評価

4.4.1.2項で求めた応力が最高使用温度における許容応力 S a 以下であること。  
ただし、S a は下表による。

応力の種類	許容応力 S a	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	設計降伏点 S y と設計引張強さ S u の 0.6 倍のいずれか小さい方の値。 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあっては許容引張応力 S の 1.2 倍の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	設計引張強さ S u の 0.6 倍

一次応力の評価は算出応力が一次一般膜応力と同じ値であるので省略する。

## 5. 機能維持評価

### 5.1 動的機能維持評価方法

機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により、地震時又は地震後の動的機能維持を評価する。

機能維持評価用加速度は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動  $S_s$  により定まる応答加速度を設定する。なお、水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端（原動機にあっては軸受部）の応答加速度又は設計用最大応答加速度（ $1.0 \cdot ZPA$ ）のいずれか大きい方を、鉛直方向は設計用最大応答加速度（ $1.0 \cdot ZPA$ ）を設定する。

機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」による。

なお、この適用形式を外れる場合は、加振試験等に基づき確認した加速度を用いることとし、個別計算書にその旨を記載する。

## 6. 耐震計算書のフォーマット

たて軸ポンプの耐震計算書のフォーマットは、以下のとおりである。

〔設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の場合〕

フォーマットⅠ 設計基準対象施設としての評価結果

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果

〔重大事故等対処設備単独の場合〕

フォーマットⅡ 重大事故等対処設備としての評価結果\*

注記\*：重大事故等対処設備単独の場合は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に示すフォーマットⅡを使用するものとする。ただし、評価結果表に記載の章番を「2.」から「1.」とする。

【フォーマット I 設計基準対象施設としての評価結果】

【○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動 による震度	最高使用 温度 (°C)	周囲環境 温度 (°C)	最高使用圧力 (MPa)	
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				吸入側	吐出側
		建屋 O.P. *			C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>p</sub> =				

注記\*：基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

(1) ボルト

部 材	m <sub>i</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>f i</sub>	M <sub>p</sub> (N mm)	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)
基礎ボルト ( i =1)			( M )					*2	*2		
ポンプ取付ボルト ( i =2)			( M )					*1	*1		
原動機台取付ボルト ( i =3)			( M )					*1	*1		
原動機取付ボルト ( i =4)			( M )					*2	*2		

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出

(2) バレルケーシング, コラムパイプ

部 材	S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	D <sub>C</sub> (mm)	t (mm)
バレルケーシング	*	*	*		
コラムパイプ	*	*	*		

注記\*：最高使用温度で算出

H <sub>p</sub> (μm)	N (rpm)

1.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

(2) バレルケーシング, コラムパイプに作用する力  
(単位: N・mm)

部 材	M <sub>i</sub> (N・mm)		F <sub>bi</sub> (N)		Q <sub>bi</sub> (N)	
	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
基礎ボルト (i=1)						
ポンプ取付ボルト (i=2)						
原動機台取付ボルト (i=3)						
原動機取付ボルト (i=4)						

部 材	M	
	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	基準地震動 S <sub>s</sub>
バレルケーシング		
コラムパイプ		

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位: s)

モード	固有周期	卓越方向
1次		
2次		

1.4.2 ボルトの応力

(単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動S <sub>s</sub>	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)		引張り	$\sigma_{b1} =$	$f_{ts1} = *$	$\sigma_{b1} =$	$f_{ts1} = *$
		せん断	$\tau_{b1} =$	$f_{sb1} =$	$\tau_{b1} =$	$f_{sb1} =$
ポンプ取付ボルト (i=2)		引張り	$\sigma_{b2} =$	$f_{ts2} = *$	$\sigma_{b2} =$	$f_{ts2} = *$
		せん断	$\tau_{b2} =$	$f_{sb2} =$	$\tau_{b2} =$	$f_{sb2} =$
原動機台取付ボルト (i=3)		引張り	$\sigma_{b3} =$	$f_{ts3} = *$	$\sigma_{b3} =$	$f_{ts3} = *$
		せん断	$\tau_{b3} =$	$f_{sb3} =$	$\tau_{b3} =$	$f_{sb3} =$
原動機取付ボルト (i=4)		引張り	$\sigma_{b4} =$	$f_{ts4} = *$	$\sigma_{b4} =$	$f_{ts4} = *$
		せん断	$\tau_{b4} =$	$f_{sb4} =$	$\tau_{b4} =$	$f_{sb4} =$

1.4.3 バレルケーシング, コラムパイプの応力

(単位: MPa)

部 材	材 料	一次一般膜応力		
			算出応力	許容応力
バレルケーシング		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	$\sigma =$	S <sub>a</sub> =
		基準地震動S <sub>s</sub>	$\sigma =$	S <sub>a</sub> =
コラムパイプ		弾性設計用地震動S <sub>d</sub> 又は静的震度	$\sigma =$	S <sub>a</sub> =
		基準地震動S <sub>s</sub>	$\sigma =$	S <sub>a</sub> =

すべて許容応力以下である。

すべて許容応力以下である。

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出



1.4.4 動的機能の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記\*：基準地震動 $S_s$ により定まる応答加速度を設定する。なお、水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端（原動機にあっては軸受部）の  
 応答加速度又は設計用最大応答加速度（ $1.0 \cdot ZPA$ ）のいずれか大きい方を、鉛直方向は設計用最大応答加速度（ $1.0 \cdot ZPA$ ）を設定する。  
 機能維持評価用加速度は、すべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1) 節点データ

節点番号	節点座標 (mm)		
	x	y	z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

(2) 要素の断面性状

断面特性番号 (要素番号)	要素両端の節点 番号	材料 番号	断面積 (mm <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント (mm <sup>4</sup> )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

(3) ばね結合部の指定

ばねの両端の節点番号		ばね定数
1	15	(N/mm)
3	17	(N/mm)
6	20	(N/mm)
9	23	(N/mm)
12	38	(N/mm)
13	39	(N/mm)
17	27	(N/mm)
31	33	(N・mm/rad)

## (4) 節点の質量

節点番号	質量(kg)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

(5) 材料物性値

材料番号	温度 (°C)	縦弾性係数 (MPa)	質量密度 (kg/mm <sup>3</sup> )	ポアソン比 (-)	材質	部位
1						
2						
3						
4						
5						

【フォーマットII 重大事故等対処設備としての評価結果】

【○○○○ポンプの耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S <sub>d</sub> 又は静的震度		基準地震動 S <sub>s</sub>		ポンプ振動 による震度	最高使用 温度 (°C)	周囲環境 温度 (°C)	最高使用圧力 (MPa)	
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度				吸入側	吐出側
		建屋 O.P. *			—	—	C <sub>H</sub> =	C <sub>V</sub> =	C <sub>p</sub> =				

注記\*：基準床レベルを示す。

2.2 機器要目

(1) ボルト

部 材	m <sub>i</sub> (kg)	D <sub>i</sub> (mm)	d <sub>i</sub> (mm)	A <sub>b i</sub> (mm <sup>2</sup> )	n <sub>i</sub>	n <sub>f i</sub>	M <sub>p</sub> (N mm)	S <sub>y i</sub> (MPa)	S <sub>u i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> (MPa)	F <sub>i</sub> * (MPa)
基礎ボルト (i=1)			(M )					*2	*2	—	
ポンプ取付ボルト (i=2)			(M )					*1	*1	—	
原動機台取付ボルト (i=3)			(M )					*1	*1	—	
原動機取付ボルト (i=4)			(M )					*2	*2	—	

注記\*1：最高使用温度で算出

\*2：周囲環境温度で算出

(2) バレルケーシング, コラムパイプ

部 材	S (MPa)	S <sub>y</sub> (MPa)	S <sub>u</sub> (MPa)	D <sub>C</sub> (mm)	t (mm)
バレルケーシング	*	*	*		
コラムパイプ	*	*	*		

注記\*：最高使用温度で算出

H <sub>p</sub> (μm)	N (rpm)

2.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

(2) バレルケーシング, コラムパイプに作用する力

(単位: N・mm)

部 材	$M_i$ (N・mm)		$F_{bi}$ (N)		$Q_{bi}$ (N)	
	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	—		—		—	
ポンプ取付ボルト (i=2)	—		—		—	
原動機台取付ボルト (i=3)	—		—		—	
原動機取付ボルト (i=4)	—		—		—	

部 材	M	
	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s
バレルケーシング	—	
コラムパイプ	—	

2.4 結論

2.4.1 固有周期

(単位: s)

モード	固有周期	卓越方向
1次		
2次		

2.4.2 ボルトの応力

(単位: MPa)

部 材	材 料	応 力	弾性設計用地震動S d 又は静的震度		基準地震動S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
			基礎ボルト (i=1)	引張り	—	—
	せん断	—	—	$\tau_{b1} =$	$f_{sb1} =$	
ポンプ取付ボルト (i=2)	引張り	—	—	$\sigma_{b2} =$	$f_{ts2} = *$	
	せん断	—	—	$\tau_{b2} =$	$f_{sb2} =$	
原動機台取付ボルト (i=3)	引張り	—	—	$\sigma_{b3} =$	$f_{ts3} = *$	
	せん断	—	—	$\tau_{b3} =$	$f_{sb3} =$	
原動機取付ボルト (i=4)	引張り	—	—	$\sigma_{b4} =$	$f_{ts4} = *$	
	せん断	—	—	$\tau_{b4} =$	$f_{sb4} =$	

2.4.3 バレルケーシング, コラムパイプの応力

(単位: MPa)

部 材	材 料		一次一般膜応力	
			算出応力	許容応力
バレルケーシング		弾性設計用地震動S d 又は静的震度	—	—
		基準地震動S s	$\sigma =$	$S a =$
コラムパイプ		弾性設計用地震動S d 又は静的震度	—	—
		基準地震動S s	$\sigma =$	$S a =$

すべて許容応力以下である。

すべて許容応力以下である。

注記\*:  $f_{tsi} = \text{Min} [1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

2.4.4 動的機能の評価結果

( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
	鉛直方向		
原動機	水平方向		
	鉛直方向		

注記\*：基準地震動 $S_s$ により定まる応答加速度を設定する。なお、水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端（原動機にあっては軸受部）の  
 応答加速度又は設計用最大応答加速度（ $1.0 \cdot ZPA$ ）のいずれか大きい方を、鉛直方向は設計用最大応答加速度（ $1.0 \cdot ZPA$ ）を設定する。  
 機能維持評価用加速度は、すべて機能確認済加速度以下である。



2.5 その他の機器要目

(1) 節点データ

節点番号	節点座標 (mm)		
	x	y	z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

(2) 要素の断面性状

断面特性番号 (要素番号)	要素両端の節点 番号	材料 番号	断面積 (mm <sup>2</sup> )	断面二次 モーメント (mm <sup>4</sup> )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

(3) ばね結合部の指定

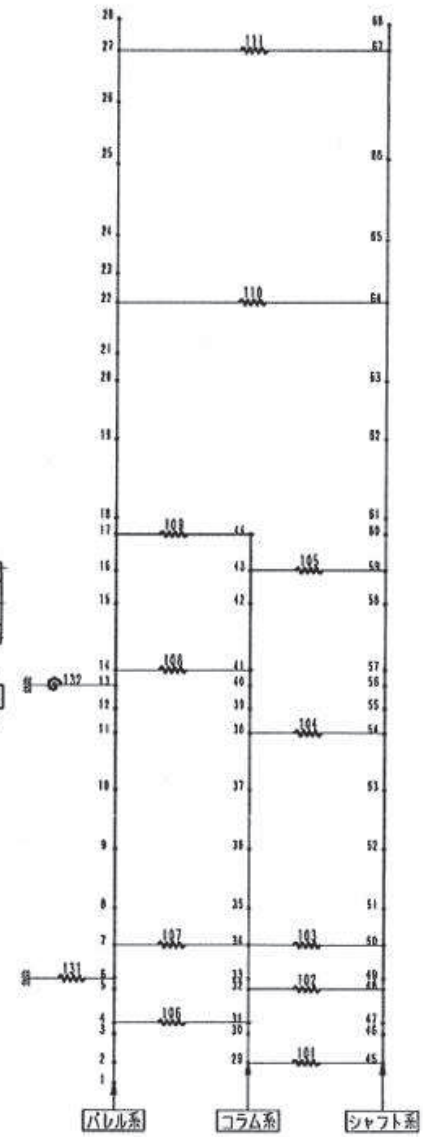
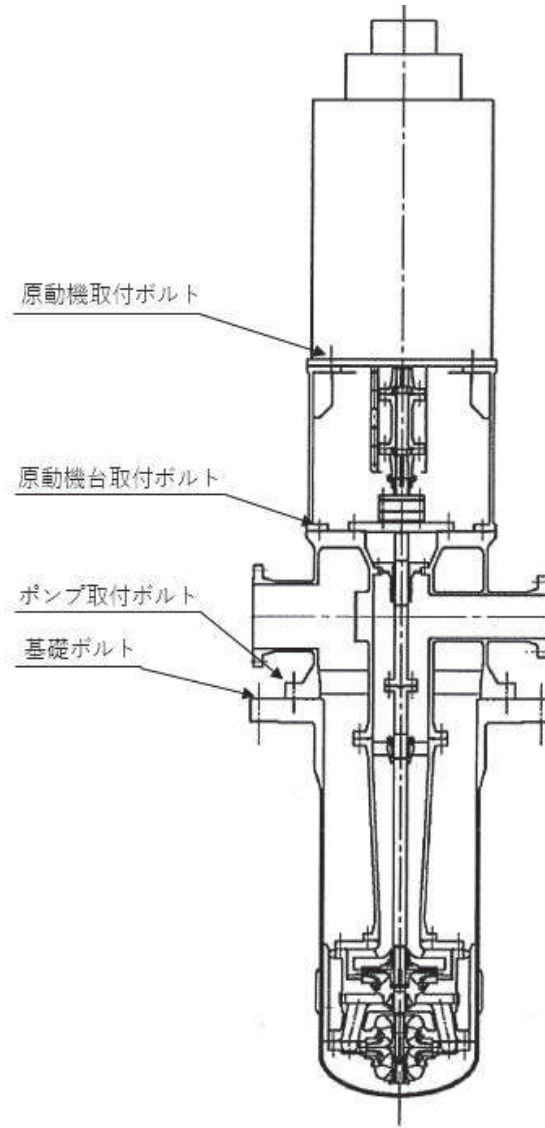
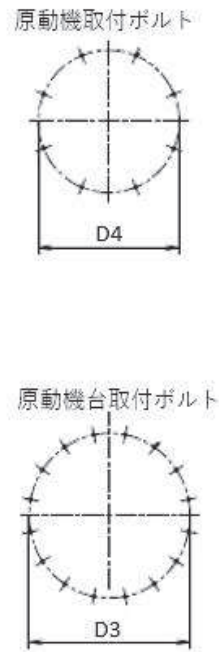
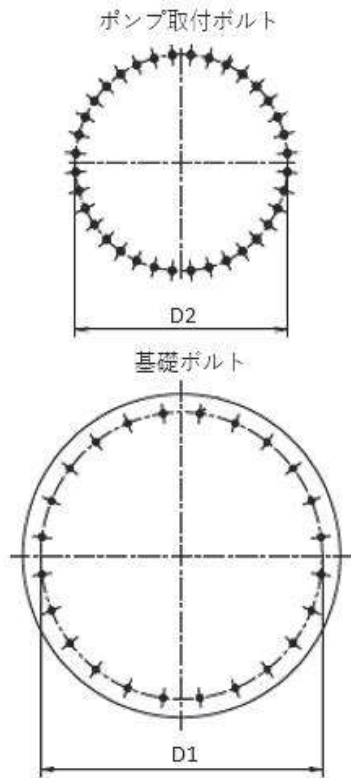
ばねの両端の節点番号		ばね定数
1	15	(N/mm)
3	17	(N/mm)
6	20	(N/mm)
9	23	(N/mm)
12	38	(N/mm)
13	39	(N/mm)
17	27	(N/mm)
31	33	(N・mm/rad)

## (4) 節点の質量

節点番号	質量(kg)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

(5) 材料物性値

材料番号	温度(°C)	縦弾性係数 (MPa)	質量密度 (kg/mm <sup>3</sup> )	ポアソン比(-)	材質	部位
1						
2						
3						
4						
5						



VI-2-1-13-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針

## 目次

1.	概要	1
2.	一般事項	1
2.1	評価方針	1
2.2	適用規格・基準等	2
2.3	記号の説明	3
2.4	計算精度と数値の丸め方	5
3.	評価部位	6
4.	固有周期	6
4.1	固有周期の計算方法	6
5.	構造強度評価	7
5.1	構造強度評価方法	7
5.2	荷重の組合せ及び許容応力	8
5.3	設計用地震力	11
5.4	計算方法	12
5.5	応力の評価	13
6.	機能維持評価	14
6.1	動的機能維持評価方法	14
7.	耐震計算書のフォーマット	14

1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、耐震性に関する説明書が求められている管(耐震重要度分類 S クラス又は S s 機能維持の計算を行うもの)、管に取り付く支持構造物及び管に取り付く弁が十分な耐震性を有していることを確認するための耐震計算の方法について記載したものである。

解析の方針及び減衰定数については、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に従うものとする。

2. 一般事項

2.1 評価方針

管及び管に取り付く支持構造物の応力評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。また、管に取り付く弁の機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した動的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを、「6. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。評価にあたっては、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮する。確認結果を「7. 耐震計算書のフォーマット」に示す。

管、管に取り付く支持構造物及び管に取り付く弁の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

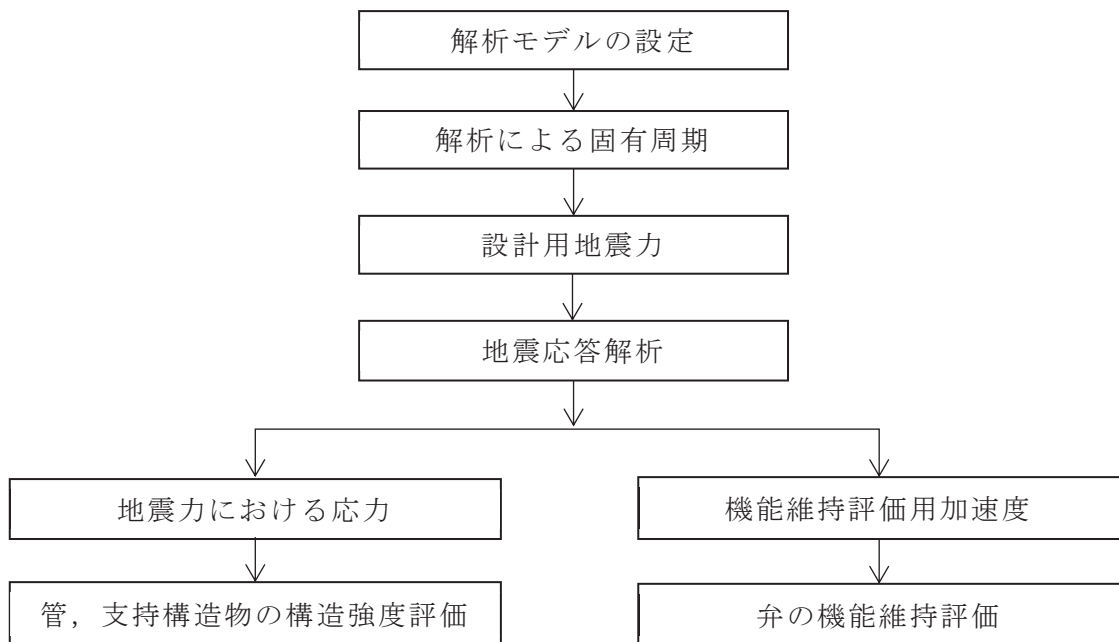


図 2-1 管、管に取り付く支持構造物及び管に取り付く弁の耐震評価フロー



## 2.2 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1 ・補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版)
- (4) J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (以下「設計・建設規格」という。)

### 2.3 記号の説明

記号	定義	単位
$B_1, B_2,$ $B_{2b}, B_{2r}$	設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数（一次応力の計算に使用するもの）	—
$C_2, C_{2b},$ $C_{2r}$	設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数（一次＋二次応力の計算に使用するもの）	—
$D_0$	管の外径	mm
$E$	設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表 1 に規定する縦弾性係数	MPa
$i_1$	応力係数で設計・建設規格 PPC-3810 に規定する値又は 1.33 のいずれか大きい方の値	—
$i_2$	応力係数で設計・建設規格 PPC-3810 に規定する値又は 1.0 のいずれか大きい方の値	—
$K_2, K_{2b},$ $K_{2r}$	設計・建設規格 PPB-3810 に規定する応力係数（ピーク応力の計算に使用するもの）	—
$M_a$	管の機械的荷重（自重その他の長期的荷重に限る）により生じるモーメント	N・mm
$M_b$	耐震性についての計算：管の機械的荷重（地震を含めた短期的荷重）により生じるモーメント	N・mm
$M_b^*$	地震による慣性力により生じるモーメントの全振幅	N・mm
$M_{bp}$	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の機械的荷重（地震による慣性力を含む）により生じるモーメント	N・mm
$M_{bs}$	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅	N・mm
$M_c$	耐震性についての計算：地震による相対変位により生じるモーメントの全振幅	N・mm
$M_{ip}$	耐震性についての計算：管の機械的荷重（地震による慣性力を含む）により生じるモーメント	N・mm
$M_{is}$	耐震性についての計算：管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅	N・mm
$M_{rp}$	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の機械的荷重（地震による慣性力を含む）により生じるモーメント	N・mm
$M_{rs}$	耐震性についての計算：管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の地震による慣性力と相対変位により生じるモーメントの全振幅	N・mm

記号	定義	単位
$n_i$	繰返し荷重 $i$ の実際の繰返し回数	回
$N_i$	繰返し荷重 $i$ に対し，設計・建設規格 PPB-3534 に従って算出された許容繰返し回数	回
$P$	耐震性についての計算：地震と組合せるべき運転状態における圧力	MPa
$S_h$	使用温度における設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に規定する材料の許容引張応力	MPa
$S_\ell$	繰返しピーク応力強さ	MPa
$S_m$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 に規定する材料の設計応力強さ	MPa
$S_n$	一次＋二次応力	MPa
$S_p$	ピーク応力	MPa
$S_{pr m}$	一次応力	MPa
$S_t$	ねじりによる応力	MPa
$S_t + S_b$	曲げとねじりによる応力	MPa
$S_y$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に規定する材料の設計降伏点	MPa
$S_u$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に規定する材料の設計引張強さ	MPa
$t$	管の厚さ	mm
$U$	運転状態 I，II における疲労累積係数	—
$U S_d$	$S_d$ 地震動のみによる疲労累積係数	—
$U S_s$	$S_s$ 地震動のみによる疲労累積係数	—
$Z, Z_i$	管の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_b$	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される分岐管の断面係数	mm <sup>3</sup>
$Z_r$	管台又は突合せ溶接式ティーに接続される主管の断面係数	mm <sup>3</sup>
$\varepsilon_e$	$S_p$ を求めたピーク応力強さのサイクルに対して，弾性解析により計算したときのひずみであり，次の計算式により計算した値 $\varepsilon_e = \bar{\sigma}^* / E$ $\bar{\sigma}^*$ ：弾性解析によるミーゼス相当応力	—
$\varepsilon_{ep}$	$S_p$ を求めたピーク応力強さのサイクルに対して，材料の応力－ひずみ関係として，降伏応力を $S_m$ の 1.5 倍の値とした弾完全塑性体とした弾塑性解析により計算したときのひずみであり，次の計算式により計算した値 $\varepsilon_{ep} = \bar{\sigma} / E + \bar{\varepsilon}_p$ $\bar{\sigma}$ ：弾塑性解析によるミーゼス相当応力 $\bar{\varepsilon}_p$ ：弾塑性解析によるミーゼス相当塑性ひずみ	—

## 2.4 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 表示する数値の丸め方

項目	数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
鳥瞰図	寸法	mm	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
	変位置量	mm	小数点第 2 位	四捨五入	小数点第 1 位
計算条件	圧力	MPa	小数点第 3 位	四捨五入	小数点第 2 位 <sup>*1</sup>
	温度	℃	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
	外径	mm	小数点第 2 位	四捨五入	小数点第 1 位
	厚さ	mm	小数点第 2 位	四捨五入	小数点第 1 位
	縦弾性係数	MPa	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
	質量	kg	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
	単位長さ質量	kg/m	小数点第 1 位	四捨五入	整数位
	ばね定数	N/mm	有効桁数 4 桁	四捨五入	有効桁数 3 桁
	回転ばね定数	N・mm/rad	有効桁数 4 桁	四捨五入	有効桁数 3 桁
	方向余弦	—	小数点第 5 位	四捨五入	小数点第 4 位
	許容応力	MPa	小数点第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*2</sup>
	減衰定数	%	—	—	小数点第 1 位
解析結果 及び評価	固有周期	s	小数点第 4 位	四捨五入	小数点第 3 位
	震度	—	小数点第 3 位	切上げ	小数点第 2 位
	刺激係数	—	小数点第 4 位	四捨五入	小数点第 3 位
	計算応力	MPa	小数点第 1 位	切上げ	整数位
	許容応力	MPa	小数点第 1 位	切捨て	整数位 <sup>*2</sup>
	計算荷重	kN	小数点第 1 位	切上げ	整数位
	許容荷重	kN	小数点第 1 位	切捨て	整数位
	疲労累積係数	—	小数点第 5 位	切上げ	小数点第 4 位
	機能維持評価用 加速度	×9.8m/s <sup>2</sup>	小数点第 2 位	切上げ	小数点第 1 位
	機能確認済加速度	×9.8m/s <sup>2</sup>	—	—	小数点第 1 位

注記\*1：必要に応じて小数点第 3 位表示とする。また、静水頭は「静水頭」と記載する。

\*2：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容応力は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

### 3. 評価部位

管の耐震評価については、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき一次応力評価、一次＋二次応力評価及び疲労評価を実施する。

管に取り付く支持構造物の耐震評価については、添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき、種類及び型式に区分して評価を実施する。

管に取り付く弁の耐震評価については、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき、動的機能維持要求弁に対する動的機能維持評価を実施し、計算により求めた機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを確認する。

### 4. 固有周期

#### 4.1 固有周期の計算方法

管の固有周期の計算は3次元多質点系はりモデルによる解析により実施する。配管系の解析モデル作成に当たっては、以下を考慮する。

- (1) 配管系は3次元多質点系はりモデルとし、曲げ、せん断、ねじり及び軸力に対する剛性を考慮する。
- (2) 弁等の偏心質量がある場合には、その影響を評価できるモデル化を行う。また、弁の剛性を考慮したモデル化を行う。
- (3) 同一モデルに含める範囲は、原則としてアンカ点からアンカ点までとする。
- (4) 分岐管がある場合には、その影響を考慮できるモデル化を行う。ただし、母管に対して分岐管の径が十分に小さく、分岐管の振動が母管に与える影響が小さい場合にはこの限りではない。
- (5) 質点は応力が高くなると考えられる点に設定するとともに、代表的な振動モードを十分に表現できるように、適切な間隔で設ける。
- (6) 配管の支持構造物は、以下の境界条件として扱うことを基本とする。
  - a. レストレイント：拘束方向の剛性を考慮する。
  - b. スナッパ：拘束方向の剛性を考慮する。
  - c. アンカ：6方向の剛性を考慮する。
  - d. ガイド：拘束方向及び回転拘束方向の剛性を考慮する。
- (7) 配管系の質量は、配管自体の質量の他に弁等の集中質量、保温材等の付加質量及び管内流体の質量を考慮するものとする。
- (8) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

## 5. 構造強度評価

### 5.1 構造強度評価方法

(1) 管の構造強度評価は、「4.1 固有周期の計算方法」に基づき作成した解析モデルによる地震応答解析を行い、得られたモーメント等から「5.4 計算方法」に記載した方法で構造強度評価を実施する。配管系の動的解析手法としては、スペクトルモーダル解析法を用いる。評価に当たっては、以下の荷重を考慮する。

- a. 内圧
- b. 機械的荷重（自重その他の長期的荷重）
- c. 機械的荷重（逃がし弁又は安全弁の吹出し反力及びその他の短期的荷重）
- d. 地震荷重（基準地震動  $S_s$ ，弾性設計用地震動  $S_d$  及び静的震度による慣性力及び相対変位）

(2) 管に取り付く支持構造物の構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき、以下に示す種類及び型式に区分して評価を実施する。

- a. オイルスナッパ
- b. メカニカルスナッパ
- c. ロッドレストレイント
- d. スプリングハンガ
- e. コンスタントハンガ
- f. レストレイント
- g. アンカ

上記の支持構造物のうち、a.～e.については、添付書類「VI-2-1-12 配管及び支持構造物の耐震計算について」において、種別及び型式単位に設定した許容荷重に対する応力評価を実施し、計算応力が許容応力以下であることを確認していることから、荷重確認による評価を実施し、計算荷重が許容荷重以下であることを確認する。なお、支持構造物は強度計算及び耐震性についての計算の基本式が同一であることから、強度計算を耐震性についての計算に含めて実施する。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

耐震性についての計算において考慮する荷重の組合せ及び許容応力を表 5-1～表 5-3 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ

施設分類*1	管クラス	荷重の組合せ*2		許容応力状態
設計基準対象施設	クラス 1 管	$I_L + S_d$	$(D + P + M + S_d^*)$	Ⅲ <sub>AS</sub>
		$II_L + S_d$		
		$IV_L(L) + S_d^{*3}$	$(D + P_L + M_L + S_d^*)$	Ⅳ <sub>AS</sub>
		$I_L + S_s$		
		$II_L + S_s$	$(D + P + M + S_s)$	Ⅳ <sub>AS</sub>
	$I_L + S_d$			
	クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 火力技術基準適用の管	$II_L + S_d$	$(D + P_D + M_D + S_d^*)$	Ⅲ <sub>AS</sub>
		$IV_L(L) + S_d^{*4}$		
		$I_L + S_s$	$(D + P_D + M_D + S_s)$	Ⅳ <sub>AS</sub>
		$II_L + S_s$		
重大事故等対処設備		重大事故等クラス 2 管 (クラス 1 管)	$IV_L(L) + S_d^{*3}$	$(D + P_L + M_L + S_d^*)$
	$I_L + S_s$			
	$II_L + S_s$		$(D + P + M + S_s)$	Ⅳ <sub>AS</sub>
	$V_L(L) + S_d^{*5}$			
	$V_L(LL) + S_s^{*5}$		$(D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s)$	Ⅴ <sub>AS</sub>
	重大事故等クラス 2 管 (クラス 2, 3, 4 管) 重大事故等クラス 3 管 火力技術基準適用の管	$I_L + S_s$	$(D + P_D + M_D + S_s)$	Ⅳ <sub>AS</sub> *6
		$II_L + S_s$		
		$V_L(L) + S_d^{*7, *8}$	$(D + P_{SAL} + M_{SAL} + S_d)^{*10}$	Ⅴ <sub>AS</sub>
		$V_L(LL) + S_s^{*8}$	$(D + P_{SALL} + M_{SALL} + S_s)$	
		$V_L + S_s^{*9}$	$(D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s)$	Ⅴ <sub>AS</sub>

注記\*1：設計基準対象施設と重大事故等対処設備の兼用範囲は設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の荷重の組合せを考慮する。

\*2：運転状態の添字 L は荷重，(L) は荷重が長期間作用している状態，(LL) は(L) より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。右の ( ) 付の欄は添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」の荷重の組合せを示し，計算書では記載を省略する。

\*3：ECCS 等（非常用炉心冷却系及びそれに関連する系統）に対しては，許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub> とする。

\*4：ECCS 等（非常用炉心冷却系及びそれに関連する系統）のみにて考慮する。

\*5：原子炉冷却材圧力バウンダリ範囲は重大事故等発生時の使用条件が設計条件（圧力・温度等）を超える時間が短期（10<sup>-2</sup>年未満）であるため，運転状態Ⅴにおいて S<sub>d</sub> 又は S<sub>s</sub> 地震力との組合せは考慮不要である。

- \*6 :  $IV_{AS}$  の評価を設計基準対象施設の計算書に記載する場合，又は $IV_{AS}$  の評価が $V_{AS}$  の評価に包絡される場合，重大事故等対処設備の計算書では $IV_{AS}$  の評価の記載を省略する。
- \*7 : 荷重の組合せ $V_L(L) + S_d$ は $V_L(LL) + S_s$ に包絡される場合，評価を省略する。
- \*8 : 原子炉格納容器バウンダリを構成する設備のみにおいて考慮し，重大事故等発生後の最高圧力及び最高温度を考慮する。なお， $V_L + S_s$ に包絡して評価してもよい。
- \*9 : 原子炉格納容器バウンダリを構成する設備以外において考慮する。
- \*10 : 重大事故等後の最高圧力，最高温度（最高圧力時の飽和温度）との組合せを考慮する。



表 5-2 許容応力（クラス 1 管及び重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管）

許容応力 状態	一次一般 膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力	一次+二次 +ピーク応力
Ⅲ <sub>AS</sub>	$1.5 S_m^{*2}$	$2.25 S_m$ ただし、ねじりによる応力が $0.55 S_m$ を超える場合は、曲げとねじりによる応力について $1.8 S_m$ とする。	$3 S_m^{*3}$ S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる応力振幅について評価する。	S <sub>d</sub> 又は S <sub>s</sub> 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態Ⅰ、Ⅱにおける疲労累積係数の和が 1.0 以下であること。
Ⅳ <sub>AS</sub> V <sub>AS</sub> <sup>*1</sup>	$2 S_m^{*2}$	$3 S_m$ ただし、ねじりによる応力が $0.73 S_m$ を超える場合は、曲げとねじりによる応力について $2.4 S_m$ とする。		

注記\*1：許容応力状態 V<sub>AS</sub> は許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub> の許容限界を使用し、許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub> として評価を実施する。

\*2：軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub> の一次一般膜応力の許容値 ( $1.5 S_m$ ) の 0.8 倍の値とする。

\*3： $3 S_m$  を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PVB-3300(同 PVB-3313 を除く) 又は PPB-3536(1), (2), (4) 及び(5) の簡易弾塑性解析を用いる。

表 5-3 許容応力（「クラス 1 管及び重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管」を除く管で耐震重要度分類 S クラス及び S<sub>s</sub> 機能維持対象）

許容応力状態	一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次 応力	一次+二次 +ピーク応力
Ⅲ <sub>AS</sub>	Min( $S_y, 0.6S_u$ )* <sup>2</sup> ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記の値と $1.2S_h$ のうち大きい方。	$S_y$ ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記の値と $1.2S_h$ のうち大きい方。	$S_d$ 又は $S_s$ 地震動のみによる疲労解析を行い疲労累積係数が 1.0 以下であること。ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が $2S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要である。* <sup>3</sup>	
Ⅳ <sub>AS</sub> Ⅴ <sub>AS</sub> * <sup>1</sup>	$0.6S_u$ * <sup>2</sup>	$0.9S_u$		

注記\*1：許容応力状態Ⅴ<sub>AS</sub>は許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>の許容限界を使用し、許容応力状態Ⅳ<sub>AS</sub>として評価を実施する。

\*2：軸力による全断面平均応力については、許容応力状態Ⅲ<sub>AS</sub>の一次一般膜応力の許容値の0.8倍の値とする。

\*3： $2S_y$ を超える場合は弾塑性解析を行う。この場合、設計・建設規格 PPB-3536(1)，(2)，(4)及び(5)（ただし、 $S_m$ は $2/3S_y$ と読み替える。）の簡易弾塑性解析を用いる。

### 5.3 設計用地震力

設計用地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定した設計用床応答曲線を用いる。また、減衰定数は添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

設計用床応答曲線は、配管系が設置されている位置を包絡する設計用床応答曲線を適用する。また、異なる建物・構築物を渡る配管系については、配管系が設置されている位置を包絡する設計用床応答曲線を適用する。ただし、設計用床応答曲線の運用において合理性が示される場合には、その方法を採用できるものとする。

5.4 計算方法

(1) クラス 1 管及び重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管

a. 一次応力

(a) 管台及び突合せ溶接式テーパー

$$S_{p r m} = B_1 \cdot P \cdot D_0 / (2 \cdot t) + B_{2 b} \cdot M_{b p} / Z_b + B_{2 r} \cdot M_{r p} / Z_r$$

(b) (a)以外の管

$$S_{p r m} = B_1 \cdot P \cdot D_0 / (2 \cdot t) + B_2 \cdot M_{i p} / Z_i$$

b. 一次+二次応力

(a) 管台及び突合せ溶接式テーパー

$$S_n = C_{2 b} \cdot M_{b s} / Z_b + C_{2 r} \cdot M_{r s} / Z_r$$

(b) (a)以外の管

$$S_n = C_2 \cdot M_{i s} / Z_i$$

c. ピーク応力

(a) 管台及び突合せ溶接式テーパー

$$S_p = K_{2 b} \cdot C_{2 b} \cdot M_{b s} / Z_b + K_{2 r} \cdot C_{2 r} \cdot M_{r s} / Z_r$$

(b) (a)以外の管

$$S_p = K_2 \cdot C_2 \cdot M_{i s} / Z_i$$

d. 繰返しピーク応力強さ

$$S_e = K_e \cdot S_p / 2$$

$K_e$  : 次の計算式により計算した値

イ.  $S_n < 3 \cdot S_m$  の場合

$$K_e = 1$$

ロ.  $S_n \geq 3 \cdot S_m$  場合

(イ)  $K < B_0$  の場合

$$i. S_n / (3 \cdot S_m) < [(q + A_0 / K - 1)$$

$$- \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0) \text{ の場合}$$

$$K_e = K_e^* = 1 + A_0 \cdot \{S_n / (3 \cdot S_m) - 1 / K\}$$

$$ii. S_n / (3 \cdot S_m) \geq [(q + A_0 / K - 1)$$

$$- \sqrt{\{(q + A_0 / K - 1)^2 - 4 \cdot A_0 \cdot (q - 1)\}}] / (2 \cdot A_0) \text{ の場合}$$

$$K_e = K_e' = 1 + (q - 1) (1 - 3 \cdot S_m / S_n)$$

(ロ)  $K \geq B_0$  の場合

$$i. S_n / (3 \cdot S_m) < [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1/K) \cdot (q - 1)\}}] / a \text{ の場合}$$

$$K_e = K_e^{**} = a \cdot S_n / (3 \cdot S_m) + A_0 \cdot (1 - 1/K) + 1 - a$$

ii.  $S_n / (3 \cdot S_m) \geq [(q - 1) - \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1/K) \cdot (q - 1)\}}] / a$  の場合

$$K_e = K_e' = 1 + (q - 1) \cdot (1 - 3 \cdot S_m / S_n)$$

ここで,

$$K = S_p / S_n,$$

$$a = A_0 \cdot (1 - 1/K) + (q - 1) - 2 \cdot \sqrt{\{A_0 \cdot (1 - 1/K) \cdot (q - 1)\}}$$

$q, A_0, B_0$ : 下表に掲げる材料の種類に応じ, それぞれの同表に掲げる値

材料の種類	q	A <sub>0</sub>	B <sub>0</sub>
低合金鋼	3.1	1.0	1.25
マルテンサイト系ステンレス鋼	3.1	1.0	1.25
炭素鋼	3.1	0.66	2.59
オーステナイト系ステンレス鋼	3.1	0.7	2.15
高ニッケル合金	3.1	0.7	2.15

$S_n \geq 3 \cdot S_m$  の場合, 5.4(1)d.ロ.に関わらず, 次の計算式により計算した値を用いてもよい。

$$K_e = \varepsilon_{ep} / \varepsilon_e$$

e. 疲労累積係数

$$\Sigma (n_i / N_i) \leq 1.0$$

(2) (1)を除く管

a. 一次応力

$$S_{prm} = P \cdot D_0 / 4 \cdot t + 0.75 i_1 \cdot (M_a + M_b) / Z$$

b. 一次+二次応力

$$S_n = (0.75 i_1 \cdot M_b^* + i_2 \cdot M_c) / Z$$

## 5.5 応力の評価

5.4項で求めた応力及び疲労累積係数が5.2項に示す許容値以下であることを確認する。

## 6. 機能維持評価

### 6.1 動的機能維持評価方法

管の地震応答解析から得られた弁の機能維持評価用加速度と機能確認済加速度との比較により、地震時又は地震後の動的機能維持を評価する。

機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

なお、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は構造強度評価を実施し、計算応力が許容応力以下であることを確認する。

## 7. 耐震計算書のフォーマット

耐震計算書は、設計基準対象施設の耐震計算書と重大事故等対処設備の耐震計算書とに分けて作成し、それぞれ以下の項目を記載する。

### (1) 概要

本基本方針及び添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の耐震計算について」に基づき、〇〇系の管、支持構造物及び弁の耐震性についての計算を実施した結果を示す旨を記載する。なお、支持構造物は強度計算及び耐震性についての計算の基本式が同一であることから、強度計算を耐震性についての計算に含めて実施している旨を記載する。

また、評価結果の記載方法は以下とする旨を記載する。

#### a. 管

工事計画記載範囲の管のうち、各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また、各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果についても記載する。

#### b. 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち、種類及び型式単位に支持点荷重が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。

#### c. 弁

評価結果を記載する対象弁は、工認主要弁かつ動的機能維持要求弁とし、機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として、弁型式別に評価結果を記載する。


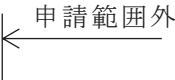
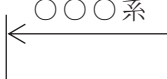
(2) 概略系統図及び鳥瞰図



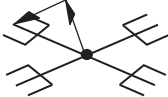
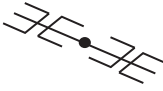
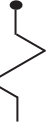
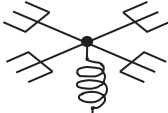
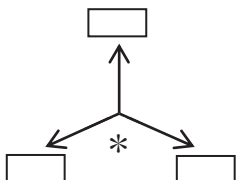
a. 概略系統図

工事計画記載範囲の系統の概略を示した図面を添付する。

b. 鳥瞰図

評価結果記載の解析モデルの解析モデル図を添付する。鳥瞰図に示す記号例を下表に示す。

記号例	内容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
	工事計画記載範囲外の管
	工事計画記載範囲の管のうち、他系統の管であって解析モデルとして本系統に記載する管

記号例	内容
	質点
	アンカ
	レストレイント (矢印は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	ガイド
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (* は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, □内に変位量を記載する。)

(3) 計算条件

本項目記載内容及び記載フォーマットを FORMAT 耐-1～耐-7 に示す。

(4) 解析結果及び評価

本項目記載内容及び記載フォーマットを FORMAT 耐-8～耐-13 に示す。

・FORMAT 耐-1 :

荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設 分類*1	設備 分類*2	機器等 の区分	耐震 重要度 分類	荷重の組合せ*3, 4	許容応力 状態*5

注記\*1 : DB は設計基準対象施設, SA は重大事故等対処設備を示す。

\*2 : 「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備, 「常設/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備, 「常設/防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張), 「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備, 「常設/緩和 (DB 拡張)」は常設重大事故緩和設備 (設計基準拡張) を示す。

\*3 : 運転状態の添字 L は荷重, (L) は荷重が長期間作用している状態, (LL) は (L) より更に長期的荷重が作用している状態を示す。

\*4 : 許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

\*5 : 許容応力状態  $V_{AS}$  は許容応力状態  $IV_{AS}$  の許容限界を使用し, 許容応力状態  $IV_{AS}$  として評価を実施する。



・FORMAT 耐-2 :

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥瞰図番号

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震重要 度分類	縦弾性係数 (MPa)

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥瞰図番号

管名称	対応する評価点

・FORMAT 耐-3 :

配管の質量 (付加質量含む)

鳥瞰図番号

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)

・FORMAT 耐-4 :

弁部の質量を下表に示す。

弁 1

評価点	質量(kg)

弁部の寸法を下表に示す。

弁 No	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
弁 1				

・FORMAT 耐-5 :

支持点及び貫通部ばね定数

鳥瞰図番号

支持点部のばね定数を下表に示す。

支持点番号	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z

\*\* 印は斜め拘束を示しばね定数を X に示す。下段は方向余弦を示す。

注 1 地震荷重及び地震荷重を除く短期的機械荷重の解析に使用するスナップのばね定数を示す。

注 2 自重解析にのみ使用するハンガのばね定数を示す。地震、地震を除く短期的機械荷重及び熱の解析においてはハンガのばね定数は考慮しない。

・FORMAT 耐-6 :

材料及び許容応力評価条件

使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

材料	最高使用温度 (℃)	S m (MPa)	S y (MPa)	S u (MPa)	S h (MPa)

・FORMAT 耐-7：

設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は、添付書類「VI-2-1-6 地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高(O.P. (m))	減衰定数(%)

・FORMAT 耐-8：

固有周期及び設計震度

鳥瞰図番号

適用する地震動等		S <sub>d</sub> 及び静的震度			S <sub>s</sub>		
モード	固有周期 (s)	応答水平震度* <sup>1</sup>		応答鉛直 震度* <sup>1</sup>	応答水平震度* <sup>1</sup>		応答鉛直 震度* <sup>1</sup>
		X 方向	Z 方向	Y 方向	X 方向	Z 方向	Y 方向
1 次							
2 次							
…							
8 次							
n 次							
n+1 次* <sup>2</sup>		—	—	—	—	—	—
動的震度* <sup>3</sup>							
静的震度* <sup>4</sup>					—	—	—

注記\*1：各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

\*2：固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

\*3：S<sub>d</sub> 又は S<sub>s</sub> 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

\*4：3.6C<sub>I</sub> 及び 1.2C<sub>v</sub> より定めた震度を示す。

・FORMAT 耐-9 :

各モードに対応する刺激係数

鳥瞰図番号

モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次				
2 次				
...				
8 次				
n 次				

注記\* : 刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

・FORMAT 耐-10-1 :

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス 1 管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労 評価
					一次応力	許容応力	ねじり 応力	許容 応力	一次+二次 応力	許容 応力	疲労累積係数
					$S_{p,rm}(S_d)$	$2.25 S_m$	$S_t(S_d)$	$0.55 S_m$	$S_n(S_d)$	$3 S_m$	
					$S_{p,rm}(S_s)$	$3 S_m$	$S_t(S_s)$	$0.73 S_m$	$S_n(S_s)$	$3 S_m$	$U+U S_s$
鳥瞰図 番号	III <sub>A</sub> S			$S_{p,rm}(S_d)$	Max	$2.25 S_m$	—	—	—	—	—
	III <sub>A</sub> S			$S_t(S_d)$	—	—	Max *	$0.55 S_m$	—	—	—
	III <sub>A</sub> S			$S_n(S_d)$	—	—	—	—	Max **	$3 S_m$	$U+U S_d$
	III <sub>A</sub> S			$U+U S_d$	—	—	—	—	—	—	Max
	IV <sub>A</sub> S			$S_{p,rm}(S_s)$	Max	$3 S_m$	—	—	—	—	—
	IV <sub>A</sub> S			$S_t(S_s)$	—	—	Max *	$0.73 S_m$	—	—	—
	IV <sub>A</sub> S			$S_n(S_s)$	—	—	—	—	Max **	$3 S_m$	$U+U S_s$
IV <sub>A</sub> S			$U+U S_s$	—	—	—	—	—	—	Max	

\* 印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

\*\* 印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が 1 以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態Ⅲ<sub>A</sub>S のとき  $0.55 S_m$ ，又は許容応力状態Ⅳ<sub>A</sub>S のとき  $0.73 S_m$  を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図番号

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力	許容応力	曲げとねじり応力	許容応力
	$S_t(S_d)$	$0.55 S_m$	$S_t + S_b(S_d)$	$1.8 S_m$
$S_t(S_s)$	$0.73 S_m$	$S_t + S_b(S_s)$	$2.4 S_m$	
	Max *	$0.55 S_m$	Max	$1.8 S_m$
	Max *	$0.73 S_m$	Max	$2.4 S_m$

・FORMAT 耐-10-2 :

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

クラス 2 以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
				$S_{prm}(S_d)$	$S_y^{*1}$	$S_n(S_d)$	$2 S_y$	U S d
$S_{prm}(S_s)$	$0.9 S_u$	$S_n(S_s)$	$2 S_y$	U S s				
鳥瞰図 番号	Ⅲ <sub>A</sub> S		$S_{prm}(S_d)$	Max	$S_y^{*1}$	—	—	—
	Ⅲ <sub>A</sub> S		$S_n(S_d)$	—	—	Max *	$2 S_y$	U S d
	Ⅳ <sub>A</sub> S		$S_{prm}(S_s)$	Max	$0.9 S_u$	—	—	—
	Ⅳ <sub>A</sub> S		$S_n(S_s)$	—	—	Max *	$2 S_y$	U S s

\*印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が 1 以下であり許容値を満足している。

注記\*1：オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については、 $S_y$  と  $1.2 \cdot S_h$  のうち大きい方とする。

・FORMAT 耐-10-3 :

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

鳥瞰図	許容 応力 状態	最大 応力 評価点	配管 要素 名称	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)				一次+二次応力評価 (MPa)		疲労 評価  疲労累積係数 U+U S s
					一次応力	許容応力	ねじり 応力	許容 応力	一次+二次 応力	許容 応力	
					$S_{p r m}(S s)$	$3 S_m$	$S_t(S s)$	$0.73 S_m$	$S_n(S s)$	$3 S_m$	
鳥瞰図 番号	V <sub>A</sub> S			$S_{p r m}(S s)$	Max	$3 S_m$	—	—	—	—	—
	V <sub>A</sub> S			$S_t(S s)$	—	—	Max *	$0.73 S_m$	—	—	—
	V <sub>A</sub> S			$S_n(S s)$	—	—	—	—	Max **	$3 S_m$	U+U S s
	V <sub>A</sub> S			U+U S s	—	—	—	—	—	—	Max

\* 印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

\*\* 印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態V<sub>A</sub>Sのとき0.73S<sub>m</sub>を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

評価点	一次応力評価 (MPa)			
	ねじり応力 $S_t(S s)$	許容応力 $0.73 S_m$	曲げとねじり応力 $S_t + S_b(S s)$	許容応力 $2.4 S_m$
	Max *	$0.73 S_m$	Max	$2.4 S_m$

・FORMAT 耐-10-4 :

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力 評価点	最大応力 区分	一次応力評価 (MPa)		一次+二次応力評価 (MPa)		疲労評価
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
				$S_{pr m}(S s)$	$0.9 S_u$	$S_n(S s)$	$2 S_y$	$U S s$
鳥瞰図	$V_A S$		$S_{pr m}(S s)$	Max	$0.9 S_u$	—	—	—
番号	$V_A S$		$S_n(S s)$	—	—	Max *	$2 S_y$	$U S s$

\*印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

・FORMAT 耐-11 :

支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果(荷重評価)

支持 構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果	
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
	メカニカルスナップ		添付書類「VI-2-1-12-1 配管及び支持構造物の 耐震計算について」参 照			
	オイルスナップ					
	ロッドレストレイント					
	スプリングハンガ					
	コンスタントハンガ					

支持構造物評価結果(応力評価)

支持 構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					$F_x$	$F_y$	$F_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$			
	レストレイント												
	アンカ												

・FORMAT 耐-12 :

弁の動的機能維持評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )		機能確認済加速度 ( $\times 9.8\text{m/s}^2$ )	
			水平	鉛直	水平	鉛直



・FORMAT 耐-13-1 :

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス\*範囲）

No	配管 モデル	許容応力状態 III <sub>AS</sub>					許容応力状態 IV <sub>AS</sub>												
		一次応力					一次応力					一次+二次応力*					疲労評価		
		評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価 点	疲労 累積 係数	代表

注記\* : III<sub>AS</sub> の一次+二次応力の許容値はIV<sub>AS</sub> と同様であることから、地震荷重が大きいIV<sub>AS</sub> の一次+二次応力裕度最小を代表とする。

・FORMAT 耐-13-2 :

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度が最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果（クラス\*範囲）

No	配管 モデル	許容応力状態 V <sub>AS</sub>												
		一次応力					一次+二次応力					疲労評価		
		評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価 点	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)	裕度	代表	評価 点	疲労 累積 係数	代表