

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7補足-015改9
提出年月日	2020年05月20日

工事計画に係る説明資料

(発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書)

2020年 5月

東京電力ホールディングス株式会社

補足説明資料目次

1. 溢水影響評価
 - 1.1 機能喪失高さについて
 - 1.2 防護すべき設備のうち溢水影響評価対象外とする設備について
2. 没水影響評価について
 - 2.1 溢水伝播経路概念図
 - 2.2 溢水伝播経路モデル図
 - 2.3 想定破損により生じる溢水に対する没水評価について
 - 2.4 想定破損により生じる溢水に対する没水影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 2.5 想定破損により生じる溢水に対する没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
 - 2.6 消火栓からの放水による没水影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 2.7 消火栓からの放水による没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
 - 2.8 地震に起因する溢水による没水影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 2.9 地震に起因する溢水による没水影響評価結果（重大事故等対処設備）
3. 被水影響評価について
 - 3.1 想定破損により生じる溢水に対する被水影響評価
 - 3.2 想定破損により生じる溢水に対する被水影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 3.3 想定破損により生じる溢水に対する被水影響評価結果（重大事故等対処設備）
 - 3.4 地震に起因する溢水による被水影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 3.5 地震に起因する溢水による被水影響評価結果（重大事故等対処設備）
4. 蒸気影響評価
 - 4.1 想定破損により生じる溢水に対する蒸気影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 4.2 想定破損により生じる溢水に対する蒸気影響評価結果（重大事故等対処設備）
 - 4.3 地震に伴い発生する溢水による蒸気影響評価結果（溢水防護対象設備）
 - 4.4 地震に伴い発生する溢水による蒸気影響評価結果（重大事故等対処設備）
5. 想定破損による溢水影響評価について
 - 5.1 想定破損により生じる溢水影響評価における溢水源リスト
 - 5.2 高エネルギー及び低エネルギー配管の分類について
 - 5.3 低エネルギー配管の応力評価について
 - 5.4 想定破損における減肉の考慮について
6. 消火水の放水による溢水影響評価について
 - 6.1 消火水の放水による溢水に対する評価の概要について
 - 6.2 消火水の放水による溢水に対する評価例
7. 地震起因による溢水影響評価について
 - 7.1 地震に起因する溢水源について
 - 7.2 耐震B,Cクラス機器の耐震工事の内容
 - 7.3 溢水防護に係る設備の耐震評価対象設備・部位の代表性及び網羅性について
 - 7.4 使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水量の算出

- 8. その他の溢水による溢水影響評価
 - 8.1 タービン建屋内で発生する溢水の溢水影響評価について
 - 8.2 屋外タンクからの溢水影響評価について
 - 8.3 地下水の溢水による影響について
 - 8.4 淡水貯水池の溢水による影響について
 - 8.5 その他漏えい事象に対する確認について

9. 全般

- 9.1 溢水防護区画毎における機能喪失高さ
- 9.2 ケーブル被水影響評価について
- 9.3 没水評価における床勾配について
- 9.4 貫通部止水処置に関する健全性について
- 9.5 浸水防護施設の止水性について
- 9.6 蒸気防護カバーの耐蒸気性能について
- 9.7 地下水排水設備について
- 9.8 放射性物質を含む液体の管理区域外漏えい防止評価について
- 9.9 床ドレンラインからの排水に期待する区画について
- 9.10 流下開口を考慮した没水高さについて
- 9.11 鉄筋コンクリート壁の水密性について
- 9.12 経年劣化事象と保全内容
- 9.13 エキスパンションジョイント止水板の性能について
- 9.14 溢水流量算出式における損失係数の妥当性について
- 9.15 水密扉の開閉状態の監視について
- 9.16 床ドレンラインの応力評価について

別紙（1）工認添付資料と設置許可まとめ資料との関係【溢水防護に関する施設】

別紙（2）添付V-1-1-9の各資料と工認補足説明資料との関係【溢水防護に関する施設】

: 今回提出範囲

9.11 鉄筋コンクリート壁の水密性について

原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋において，基準地震動 S_s による耐震壁等*1のひび割れの影響について確認する。

なお，基準地震動 S_s により建屋コンクリートに発生する可能性のあるひび割れのうち，曲げひび割れについては水平方向に発生するため地震後の残留ひび割れは自重により閉じる*2ことから，せん断ひび割れを対象とする。

注記 *1：天井に達する壁は，床及び天井と一体となった構造体であり，地震により生じるせん断変形は耐震壁と同様となるため，耐震壁同等にせん断変形による評価が可能とする。

注記 *2：「耐震安全解析コード改良試験 原子炉建屋の弾塑性試験 試験結果の評価に関する報告書（平成6年3月 財団法人 原子力発電技術機構）」

9.11.1 各建屋の応答解析結果

耐震壁のひび割れの可能性について

各建屋耐震壁の地震応答解析におけるせん断変形（ $\tau-\gamma$ 関係）が，第1折点に納まる場合，水密性に影響のあるせん断ひび割れは生じないと判断する。

地震応答解析結果より，せん断変形（ $\tau-\gamma$ 関係）は第9.11-1表～第9.11-5表及び第9.11-1図～第9.11-5図に示すとおり，第1折点を超えている結果があることから，残留ひび割れを考慮した評価を実施する。

第9.11-1表 原子炉建屋 基準地震動 S_s による地震応答解析結果一覧

評価部位		最大応答せん断ひずみ度（ $\times 10^{-3}$ ）			
階	T. M. S. L. (m)	NS	EW	第1折点	
				NS	EW
4F	38.2～31.7	0.182	0.120	0.199	0.195
3F	31.7～23.5	0.185	0.159	0.201	0.209
2F	23.5～18.1	0.404	0.249	0.213	0.206
1F	18.1～12.3	0.437	0.305	0.213	0.207
B1F	12.3～4.8	0.525	0.570	0.219	0.212
B2F	4.8～-1.7	0.679	0.554	0.226	0.216
B3F	-1.7～-8.2	0.278	0.390	0.224	0.215

第9.11-2表 RCCV 基準地震動 S_s による地震応答解析結果一覧

評価部位		最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)			
階	T. M. S. L. (m)	NS	EW	第1折点	
				NS	EW
3F	31.7~23.5	0.0633	0.0326	0.189	0.187
2F	23.5~18.1	0.145	0.103	0.194	0.191
1F	18.1~12.3	0.167	0.129	0.196	0.191
B1F	12.3~4.8	0.267	0.381	0.202	0.201
B2F	4.8~-1.7	0.475	0.390	0.206	0.201
B3F	-1.7~-8.2	0.213	0.327	0.205	0.206

第9.11-3表 タービン建屋 基準地震動 S_s による地震応答解析結果一覧

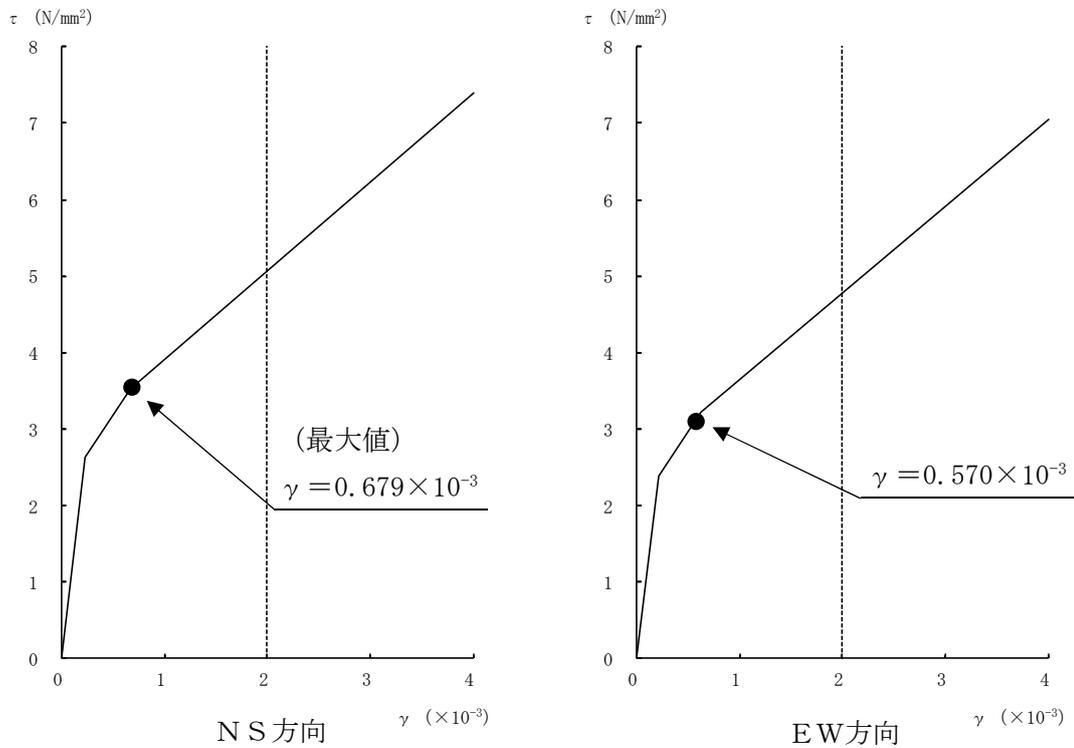
評価部位		最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)			
階	T. M. S. L. (m)	NS	EW	第1折点	
				NS	EW
2F	25.8~20.4	0.0745	0.263	0.183	0.184
1F	20.4~12.3	0.223	0.659	0.197	0.218
B1F	12.3~4.9	0.176	0.387	0.210	0.189
MB2F	4.9~-1.1	0.288	0.197	0.199	0.199
B2F	-1.1~-5.1	0.310	0.309	0.214	0.197

第9.11-4表 コントロール建屋 基準地震動 S_s による地震応答解析結果一覧

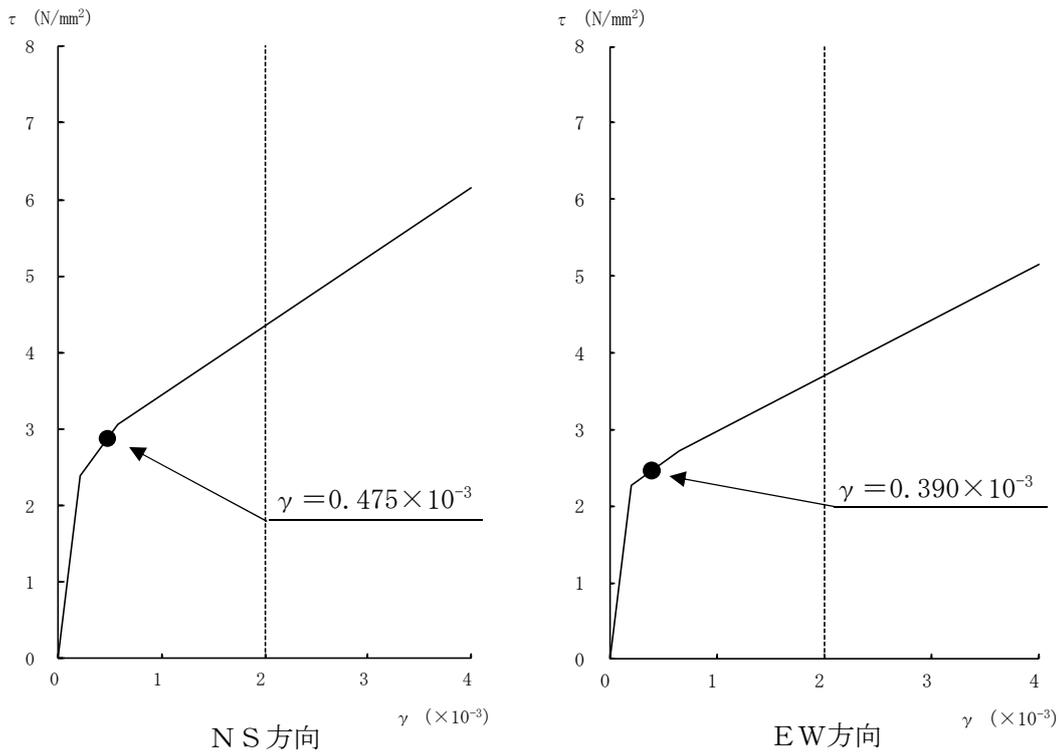
評価部位		最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)			
階	T. M. S. L. (m)	NS	EW	第1折点	
				NS	EW
1F	17.3~12.3	0.172	0.143	0.191	0.199
B1F	12.3~6.5	0.194	0.191	0.196	0.214
MB2F	6.5~1.0	0.472	0.198	0.220	0.207
B2F	1.0~-2.7	0.676	0.551	0.229	0.215

第 9.11-5 表 廃棄物処理建屋 基準地震動 S_s による地震応答解析結果一覧

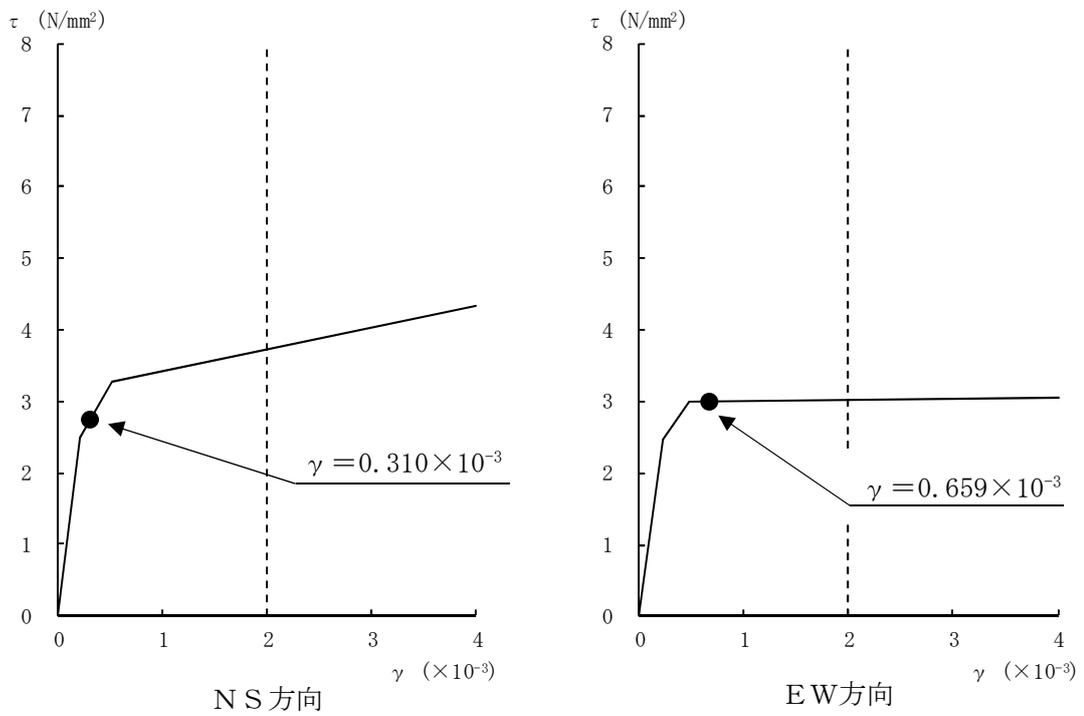
評価部位		最大応答せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)			
階	T. M. S. L. (m)	NS	EW	第 1 折点	
				NS	EW
1F	20.4~12.3	0.113	0.123	0.197	0.194
B1F	12.3~6.5	0.118	0.111	0.206	0.197
B2F	6.5~-1.1	0.140	0.135	0.215	0.204
B3F	-1.1~-6.1	0.178	0.163	0.236	0.216



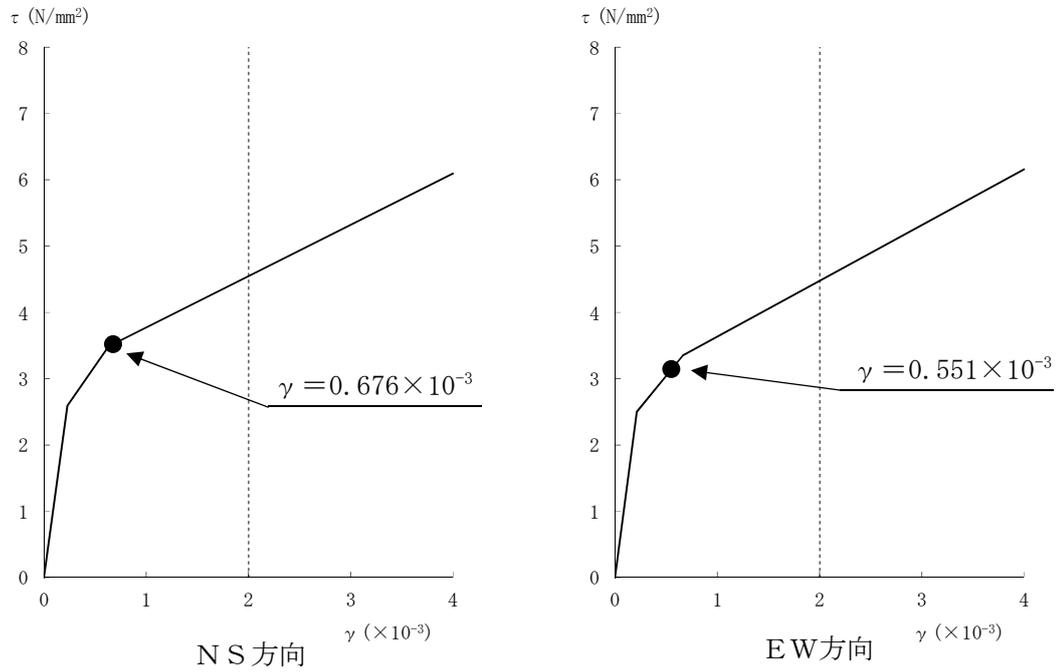
第 9.11-1 図 原子炉建屋せん断スケルトン曲線上の最大応答値



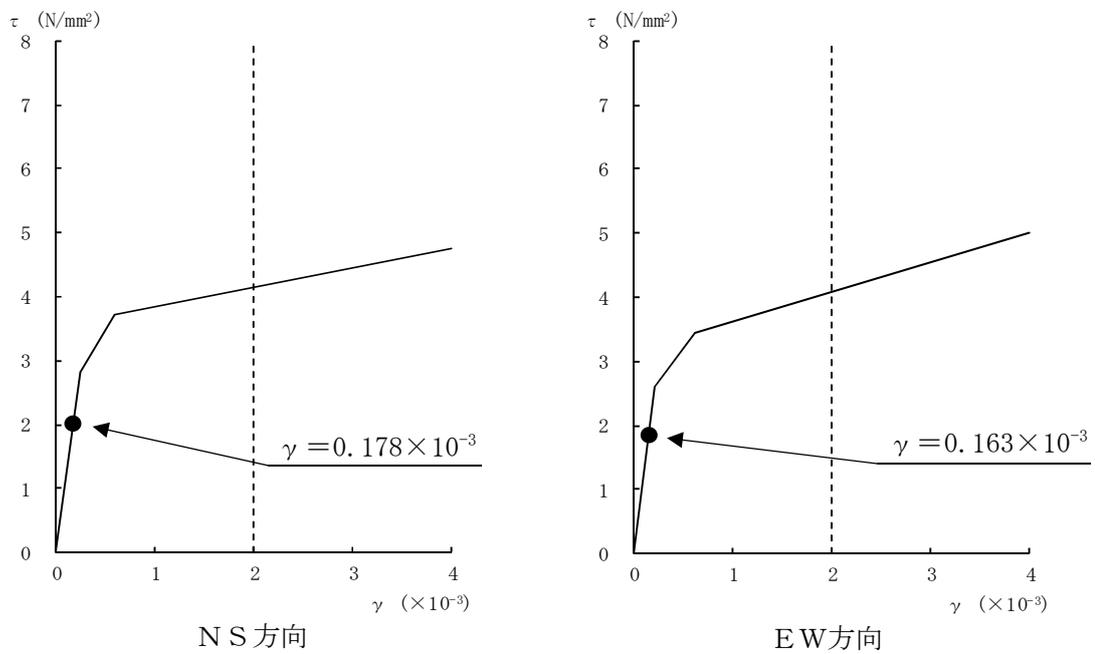
第 9.11-2 図 RCCV せん断スケルトン曲線上の最大応答値



第 9.11-3 図 タービン建屋せん断スケルトン曲線上の最大応答値



第 9.11-4 図 コントロール建屋せん断スケルトン曲線上の最大応答値



第 9.11-5 図 廃棄物処理建屋せん断スケルトン曲線上の最大応答値

9.11.2 原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋の水密性の考慮について

原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋地下部のコンクリート壁（以下「RC壁」という。）について，基準地震動 S_s における最大せん断ひずみに基づき残留ひび割れ幅を算定し，水密性（ひび割れからの漏えい）の観点からの評価基準値を超えないことを確認する。

9.11.3 検討方法

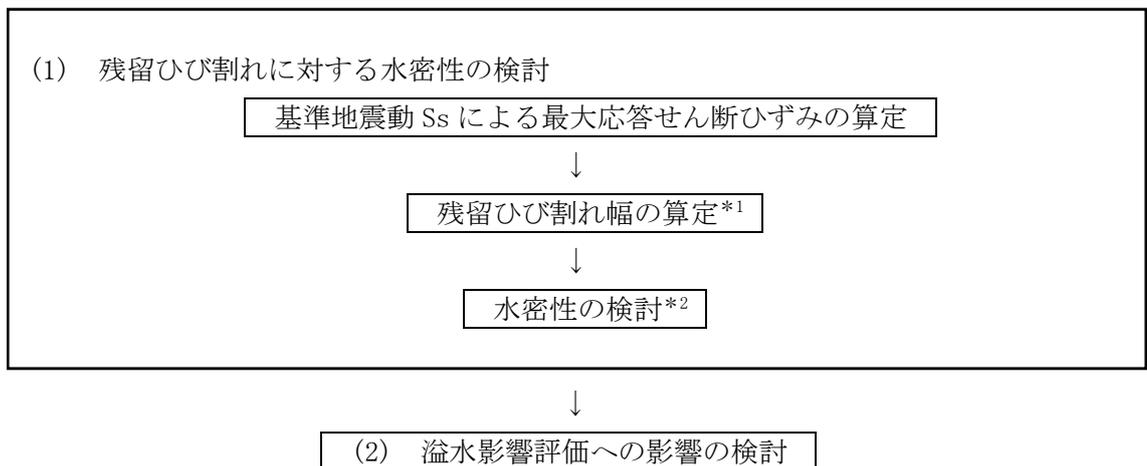
(1) 残留ひび割れに対する水密性の検討

（財）原子力工学試験センターでの原子炉建屋の耐震壁に関する試験結果をとりまとめた「鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひびわれ性状に関する検討（昭和 63 年コンクリート工学年次論文報告集）」における残留ひび割れの検討に基づき，基準地震動 S_s における最大応答せん断ひずみから，試験結果のばらつきを踏まえた残留ひび割れ幅を検討する。この検討結果が，「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説（日本建築学会）」における水密性の観点から補修の検討が必要となるひび割れ幅の評価基準値（0.2 mm）を超えないことを確認する。

(2) 溢水影響評価への影響の検討

残留ひび割れに対する水密性の検討を踏まえ，溢水影響評価に及ぼす影響について確認する。

上記で記載する検討フローを第 9.11-6 図に示す。



第 9.11-6 図 検討フロー

注記 *1：「鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひびわれ性状に関する検討」（昭和 63 年コンクリート工学年次論文報告集）

注記 *2：原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説（日本建築学会）

9.11.4 検討結果

(1) 耐震壁等のひび割れの可能性について

地震応答解析結果より、せん断変形（ $\tau - \gamma$ 関係）で、第1折点を超えていることから、残留ひび割れを考慮した評価を実施する。

(2) 残留ひび割れに対する水密性

残留ひび割れの算定結果を第9.11-7図及び第9.11-8図に示す。

(3) 残留ひび割れ幅の算定

地震応答解析によるせん断ひずみ度より「鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひびわれ性に関する検討（昭和63年コンクリート工学年次論文報告集）」に基づき、残留ひび割れ幅を算定し比較する。

a. 残留ひび割れ幅の算定

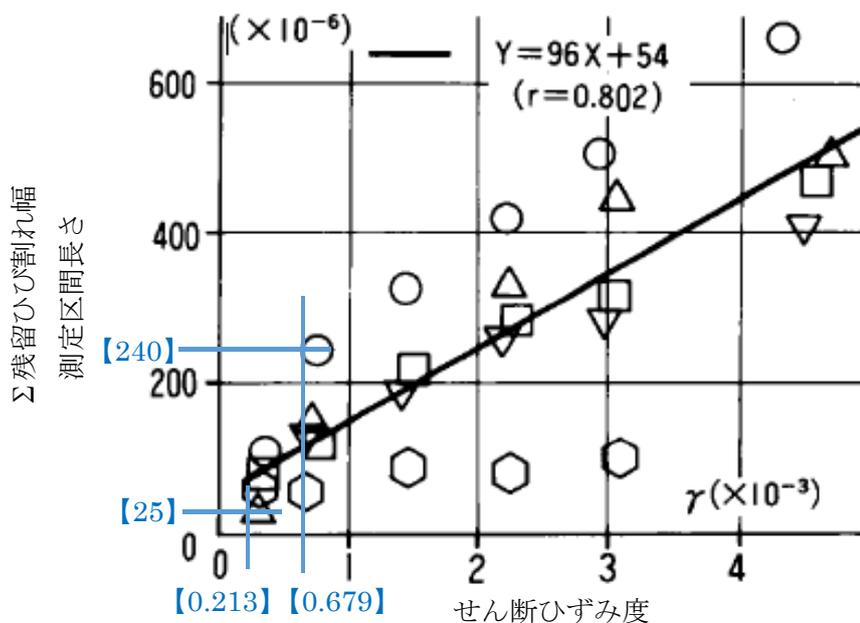
① 残留ひび割れ幅の総計

第9.11-7図より、最大せん断ひずみ（ X ）に対応する（ Y ）の値をグラフから読み取る。

$$Y = 25 \sim 240 \quad (\times 10^{-6})$$

ここで、 Y ：残留ひび割れ幅の総計

$$X$$
：せん断ひずみ度 ($0.213 \sim 0.679 \times 10^{-3}$)



第9.11-7図 残留ひび割れ幅の総計／測定区間長さ

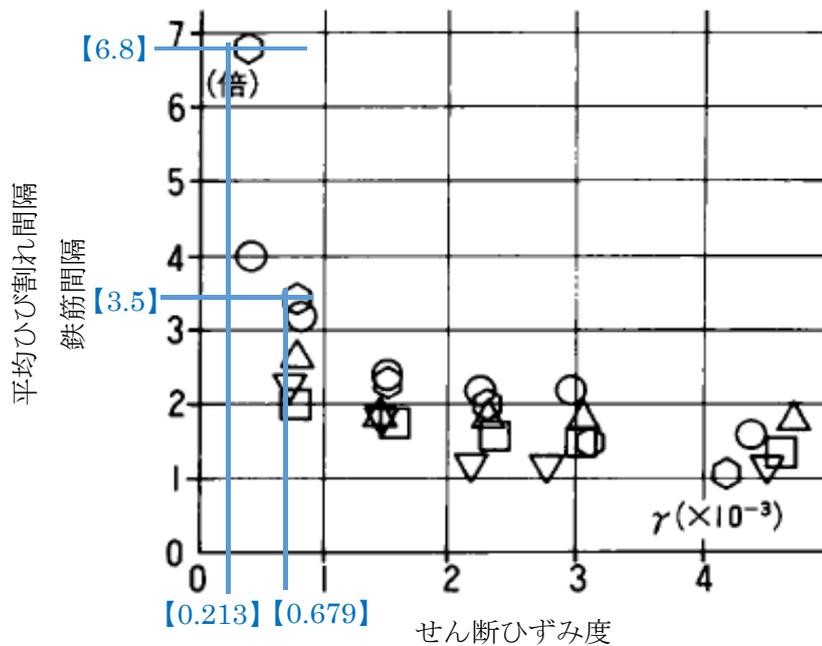
② 平均ひび割れ間隔の算定

$$A = B \times C = 200 \times 6.8 \sim 3.5 = 1360 \sim 700 \text{ (mm)}$$

ここで、A：平均ひび割れ間隔 (mm)

B：溢水区画の最大鉄筋間隔 (mm)

C：平均ひび割れ間隔／鉄筋間隔 (6.8～3.5)



第 9.11-8 図 平均ひび割れ間隔／鉄筋間隔

③ 残留ひび割れ幅の算定

①及び②の結果から、ひび割れ 1 本当たりの残留ひび割れ幅を下式で算定する。

ひび割れ 1 本当たりの残留ひび割れ幅

$$= \text{残留ひび割れ幅の総計} / \text{ひび割れ本数}$$

$$= \text{残留ひび割れ幅の総計} / (\text{測定区間長さ} / \text{平均ひび割れ間隔})$$

$$= Y \times A$$

$$= 25 \sim 240 (\times 10^{-6}) \times 1360 \sim 700 \text{ (mm)}$$

$$= 0.034 \sim 0.168 \text{ (mm)} \Rightarrow 0.03 \sim 0.17 \text{ (mm)}$$

(4) 残留ひび割れからの溢水評価への影響確認

算定した残留ひび割れ幅は、「原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説（日本建築学会）」に示される、コンクリート構造物の水密性に影響を与える評価基準である「0.2 mm」未満のため、ひび割れからの浸水影響はない。

9.11.5 耐震壁等のひび割れからの漏水による溢水影響

算定した残留ひび割れ幅は、評価基準「0.2 mm」未満であり、外壁からの漏水は発生しないと考えられるが、万が一、漏水が発生したと仮定した場合の溢水影響について検討する。

(1) 漏水量の評価方法

地下外壁からの漏水量は「コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2013-付：ひび割れの調査と補修・補強事例(社団法人日本コンクリート工学協会)」における漏水量の算定式に基づき、応答せん断ひずみ度，作用圧力(水圧)，壁厚，ひび割れ長さ等から求まる溢水する床面積を考慮した場合の水位上昇量を求める。算定箇所の概略図を第9.11-9図に示す。

(漏水量評価式)

$$Q = C_w \cdot L \cdot w^3 \cdot \Delta P / (12 \nu \cdot t)$$

ここに、

Q : 漏水量 (mm³/s)

C_w : 低減係数

L : ひび割れ長さ (mm)

w : ひび割れ幅 (mm)

ν : 水の粘性係数 [既工認での15.5℃を丸めた16℃での値1.11×10⁻⁹Ns/mm²とする]

ΔP : 作用圧力 (N/mm²)

t : 部材の厚さ(ひび割れ深さ) (mm)

(算定条件)

C_w : 壁厚さ1mの実験結果「沈埋トンネル側壁のひび割れからの漏水と自癒効果の確認実験」：コンクリート工学年次論文報告集 Vol.17 No.1 1995に基づく値0.01を採用

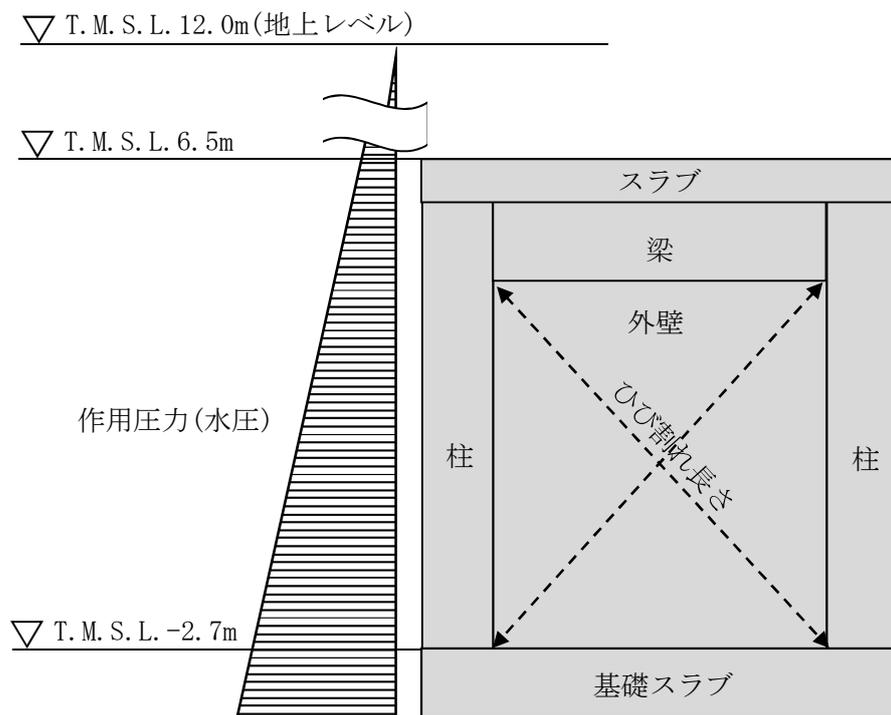
L : ひび割れ長さは、地震時のせん断ひび割れを対象としていることから、梁及び柱に囲われた外壁面の内側に対角上にひび割れが入ると想定し算出

w : 対象壁に生じると推定される残留ひび割れ幅の値

ΔP : 作用圧力は、地上レベルT.M.S.L.12.0mから該当階の床レベルまでの水の比重を1.0とした静水頭圧の値

(床面水位上昇量)

床面水位上昇量=漏水量/床面積



第 9.11-9 図 算定箇所概略図(コントロール建屋の例)

(2) 漏水量の評価結果

漏水量については、地震応答解析によるせん断ひずみ度より「鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひびわれ性状に関する検討(昭和63年コンクリート工学年次論文報告集)」に基づき算出した「9.11.4 検討結果」の評価結果から、各建屋各階の残留ひび割れ幅を求め、作用圧力(水圧)、壁厚、ひび割れ長さを考慮し算定する。各建屋における漏水量を第9.11-6表に示す。なお、コントロール建屋地下1階及び廃棄物処理建屋については、応答せん断ひずみ度が弾性範囲内にあるため除く。

第9.11-6表から、外壁1スパンの1時間あたりの漏水量の最大値は、コントロール建屋地下2階の36L/hである。また、外壁に面する部屋の床面積を考慮した床面水位の上昇量は、1mm/h未満であり、柄杓や拭き取り等による回収が十分可能なため、溢水影響はないと考えられる。また、ひび割れ幅が0.2mm未満であれば、自癒効果^{*1}により漏水量は時間の経過に伴って減少することから、さらに漏水影響は軽減される。

注記 *1: 水中の懸濁物質による目詰まりや、ひび割れ内部のコンクリートの水和反応による固形物質の析出等により時間の経過に伴って減少すること。

第 9.11-6 表 算定箇所 の 諸元 及び 漏水量 一覧表

選定箇所	せん断ひずみ度($\times 10^{-3}$)	ひび割れ幅(mm)	ひび割れ長さ(mm)	壁厚(mm)	作用圧力(N/mm ²)	漏水量(L/h)	床面積(m ²)	上昇量(mm/h)
R/B 地下 1 階	0.570	0.16	19600	1500	0.07	11	130	0.08
R/B 地下 2 階	0.679	0.17	18600	1600	0.14	22	1100	0.38
R/B 地下 3 階	0.390	0.12	18600	1700	0.20	11	330	0.57
C/B 地下 2 階	0.676	0.17	23200	1300	0.15	36	880	0.25
T/B 地下 1 階	0.387	0.12	21700	950	0.07	8	800	0.05
T/B 地下 2 階	0.310	0.09	26700	1100	0.17	9	660	0.12

参考1 残留ひび割れ幅算定式の適用性について

1. はじめに

内部溢水評価における、溢水範囲の境界壁である耐震壁等のひび割れ幅の許容値及び耐震壁として扱っていない壁について整理した。

2. 維持管理指針におけるひび割れ幅の許容値の適応性について

コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針－2013－付：ひび割れの調査と補修・補強事例（社団法人 日本コンクリート工学協会）においては、既往の研究結果から止水性に対する許容ひび割れ幅として記されているが、コンクリート厚さが薄い部材の試験結果であり、大断面である原子力発電所の構造物とは条件が異なる。

壁厚を考慮した坂本らの研究によると、漏水が生じるひび割れ幅は、壁厚 18 cm までは 0.1 mm 以上、壁厚 26 cm では 0.2 mm 以上とされている。

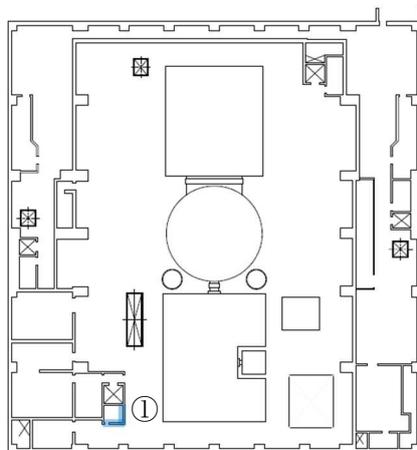
また、壁厚が厚い方が漏水に対して有利であることが示されていることから、溢水が長期間滞留する可能性があり、ひび割れからの漏水影響を考慮する必要のある区画の最低壁厚 30 cm を考慮すると、評価基準「0.2 mm 未満」は保守的と考える。

また、壱岐らの研究によれば、ひび割れ幅 0.2 mm までの場合、ひび割れ内部におけるコンクリートの水和反応により固形物が析出し、漏水量に経時的な減少効果を与えることが期待できることが確認されていることから、評価基準を「0.2 mm 未満」とすることで、漏水影響の低減が期待できる。

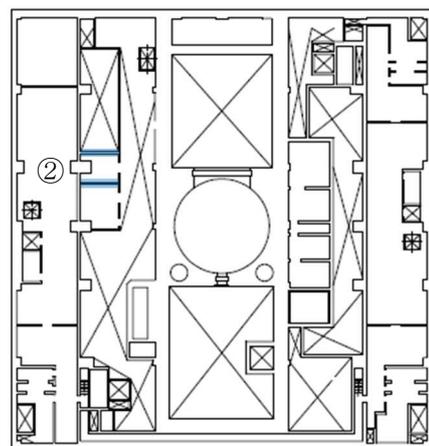
以上より、ひび割れ幅の許容値として、維持管理指針に示される評価基準「0.2 mm 未満」と設定することは問題ないと考える。

2.1 壁厚 26 cm 以下の壁に対する評価について

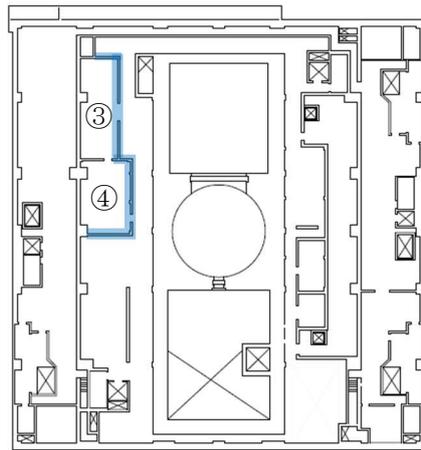
地震後において溢水の発生を想定しており、確認する必要がある壁厚が 26cm 以下となる壁を第 9.11-参-1 図に示す。またその結果を第 9.11-参-1 表に示す。



原子炉建屋 4階



原子炉建屋中 4階



原子炉建屋 3 階

第 9.11-参-1 図 壁厚 26cm 以下の壁配置図

第 9.11-参-1 表 壁厚 26 cm 以下のコンクリート壁の溢水影響確認

対象壁	壁厚	溢水影響確認結果
①②③④	25 cm	当該壁は溢水最終滞留区画ではなく、評価水位についても過渡的なものであることから、当該壁からの浸水は無いと考える。また、万一、浸水があった場合であっても有意な浸水では無いと想定されるため安全機能に影響はない。

3. 地震応答解析上耐震壁として扱っていない壁について

第 9.11-参-2 表のとおり「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 改訂) (以降「RC 規準」という)」における耐震壁と同等であることを確認する。なお、第 9.11-参-2 表 RC 基準への適合性確認結果において、壁板内法高さの 1/30 以上のみ該当しない壁 (第 9.11-参-1 図の③の壁) については、曲げに対する面外評価を行い、第 9.11-参-3 表に示す通り弾性範囲内の影響結果となったことから、耐震壁同等にせん断変形による評価が可能と判断する。

第 9.11-参-2 表 RC 規準への適合性確認結果

確認項目	要求事項	確認結果	判定
①壁厚	120 mm 以上かつ 壁板内法高さの 1/30 以上	最少壁厚 250 mm 最少内法寸法 1/26 以上*	適合*
②せん断補強筋比	直行する各方向 0.25% 以上	0.25% 以上	適合
③壁筋の複筋配置	壁厚 200 mm 以上は複筋配置	複筋配置	適合
④壁筋の径と間隔	D10 以上の異形鉄筋かつ 鉄筋間隔 300 mm 以下	D13 以上の異形鉄筋かつ 最大鉄筋間隔 200 mm 以下	適合

注記 * : 第 9.11-参-1 図の③の壁については除く。③の壁については、曲げに対する面外評価を行い、弾性範囲内の影響結果であることを確認した。

3.1 曲げに対する面外評価について

曲げに対する面外評価については、以下の算定式により梁モデルとして算定し、評価結果を第9.11-参-3表に示す。

(慣性力の算定式)

$$W = \gamma \times g \times (\alpha / g) \times t$$

ここで、

W : 慣性力 (kN/m²)

γ : 鉄筋コンクリートの単位体積重量 2.4 (t/m³)

g : 重力 9.80665 (m/s²)

α : 加速度 NS 方向 10.37 (m/s²), EW 方向 10.59 (m/s²)

t : コンクリート厚さ 0.25 (m)

(曲げモーメントの算定式)

$$M = W \times L^2 / 12$$

ここで、

M : 曲げモーメント (kNm/m)

L : コンクリート長さ 7.7 (m)

(せん断力の算定式)

$$Q = W \times L / 2$$

ここで、

Q : せん断力 (kN/m)

(許容値の算定式)

$$M_a = a_t \times f_t \times j$$

ここで、

M_a : 許容曲げモーメント (kNm/m)

a_t : 鉄筋断面積 127 (mm²) × 5 (本)

f_t : 鉄筋の許容引張応力度 345 (N/mm²)

j : 応力中心距離 7/8 d

d : 有効せい 179 (mm)

$$Q_a = f_s \times b \times j$$

ここで、

Q_a : 許容せん断力 (kN/m)

f_s : コンクリートの短期許容引張応力度 1.22 (N/mm²)

b : コンクリート幅 1000 (mm)

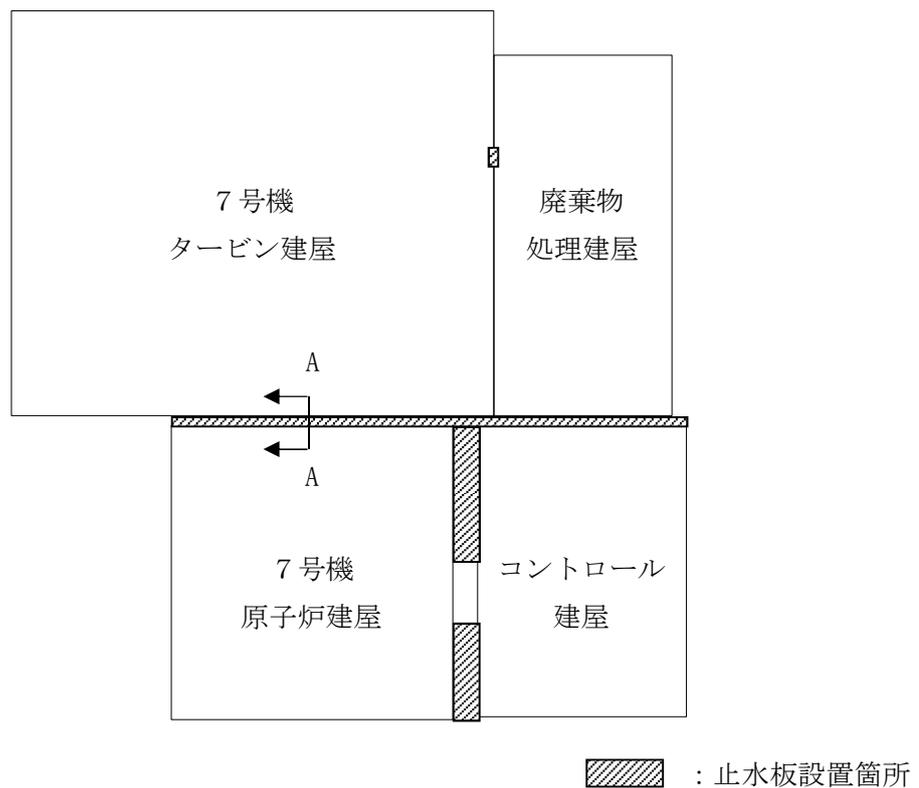
第 9.11-参-3 表 曲げに対する面外評価結果

方向	NS	EW
壁厚 t (mm) × 幅 b (mm)	250 × 1000	
配筋	D13@200	
加速度 (m/s ²)	10.37	10.59
慣性力 (kN/m ²)	6.22	6.35
曲げモーメント M (kNm/m)	30.74	31.38
せん断力 Q (kN/m)	23.95	24.45
許容値 Ma (kNm/m)	34.31	
許容値 Qa (kN/m)	191.08	
検定比 M/Ma	0.90	0.92
検定比 Q/Qa	0.13	0.13
判定	可	可

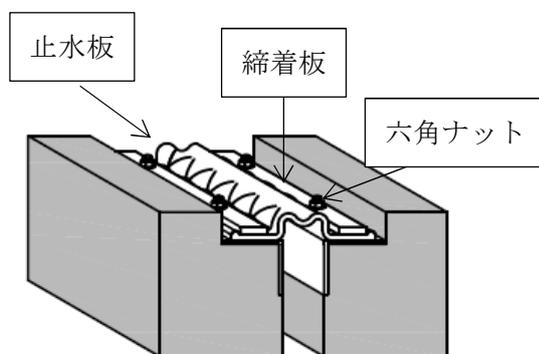
9.13 エキスパンションジョイント止水板の性能について

7号機の建屋間接合部には、エキスパンションジョイント止水板（以下「止水板」という。）を設置しており、止水板設置箇所の概要を第9.13-1図に示す。

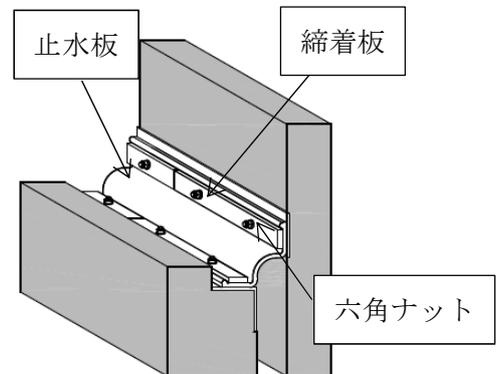
止水板には2種類の仕様があり、水平部に「M型止水板」、垂直部に「Ω型止水板」を用いており、製品の概要を第9.13-2図～第9.13-3図に、止水板設置概念図を第9.13-4図に示す。



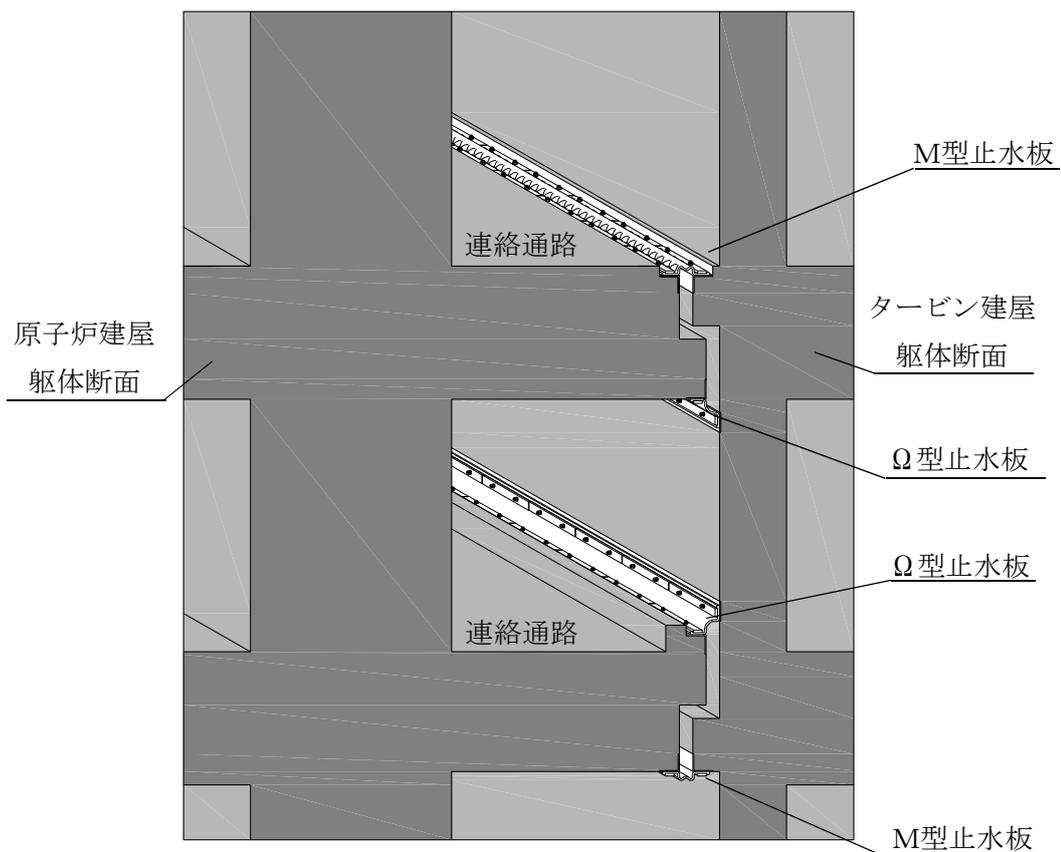
第9.13-1図 止水板設置箇所の概要図（平面図）



第9.13-2図 M型止水板製品図



第9.13-3図 Ω型止水板製品図



第 9.13-4 図 止水板設置概念図(A-A 断面)

9.13.1 水圧に対する止水性能

7号機建屋間の止水板設置箇所最深部に加わる溢水時の静水圧を考慮した止水性能を確認する。なお、屋外タンクからの溢水影響は過渡的であるため、想定水位として考慮する必要はないものとするが、止水性能試験においては安全側に設定し、屋外タンクの影響を考慮したグラウンドレベル+1.5mからの浸水深さを水圧条件として0.21MPaとする。止水性能試験における試験条件及び結果を第9.13-1表に示す。

以上より、止水板は浸水深さの水圧条件に対して止水性能を有すると判断する。

第 9.13-1 表 試験条件及び結果

試験体	試験トルク値 (N・m)	試験水圧 (MPa)	試験結果
M型止水板	60	0.21	漏水無し
Ω型止水板			漏水無し

9.13.2 建屋間の相対変位に対する止水性能

基準地震動 S_s による地震力において、材料特性の不確かさを考慮した 7 号機の隣接する建屋間の時刻歴における相対変位の最大値は 42 mm である。これは、M 型止水板 100 mm 及び Ω 型止水板 50 mm としているメーカー規定値の止水板許容伸縮量以内に収まることから、止水板は基準地震動 S_s に対する変形性能を有すると判断する。

9.13.3 締付けトルク管理

止水板の止水性能試験結果より、締付けトルク値 $60\text{N}\cdot\text{m}$ 以上とすることで、7 号機にある止水板のうち最深部に設置されているものに加わる静水圧 0.21MPa に対して止水性能を満足することが確認された。

なお、止水板は、定着板を介してボルトを六角ナットで締付けて設置されている。六角ナットは、20 年後の応力緩和による締め付けトルク値の低下を考慮し、現在 $200\text{N}\cdot\text{m}$ で締め付けており、中長期的に $120\text{N}\cdot\text{m}$ を基準値として維持管理する。

9.13.4 経年劣化管理

止水板の経年劣化事象としては、紫外線や放射線、酸素やオゾン、熱等に起因する材料の硬化やひび割れなどが考えられる。

これらに対して、平成 25 年 6 月に発生した漏水事象も踏まえ、定期点検として外観目視確認及び硬度確認を実施することとしている。なお、ひび割れ等の異常が確認された場合には適宜、補修や交換を実施する。

9.15 水密扉の開閉運用について

1. 水密扉の設置箇所数について

水密扉の開閉運用については、建屋内の溢水影響評価において期待する水密扉全てを対象とする。第9.15-1表～第9.15-5表に示す通り、各建屋に設置する水密扉は77箇所である。

第9.15-1表 タービン建屋の水密扉設置箇所数

設置 フロア	T. M. S. L.			
	-5100mm	-1100mm	4900mm	12300mm
箇所数	8箇所	5箇所	8箇所	6箇所

第9.15-2表 原子炉建屋の水密扉設置箇所数

設置 フロア	T. M. S. L.					
	-8200mm	-1700mm	4800mm	12300mm	18100mm	31700mm
箇所数	14箇所	2箇所	5箇所	9箇所	1箇所	2箇所

第9.15-3表 コントロール建屋の水密扉設置箇所数

設置 フロア	T. M. S. L.			
	-2700mm	1000mm	6500mm	12300mm
箇所数	1箇所	1箇所	3箇所	3箇所

第9.15-4表 廃棄物処理建屋の水密扉設置箇所数

設置 フロア	T. M. S. L.	T. M. S. L.	T. M. S. L.
	-6100mm	-1100mm	6500mm
箇所数	2箇所	1箇所	2箇所

第9.15-5表 屋外の水密扉設置箇所数

設置 フロア	T. M. S. L.
	12300mm
箇所数	4箇所

2. 水密扉の運用について

水密扉は、原則「常時閉止」としており、通行等に伴い開閉する場合においても、確実に閉止することを社員及び協力会社作業員に周知している。

また、運用の詳細については以下の内容にて徹底を図ることとしている。

- a. 水密扉は原則「常時閉止」とする。通行、作業等により一時的に開放した場合は、作業実施箇所等にて都度確実に閉止する。また、中央制御室で遠隔監視し、開放状態を検知した場合は閉止操作を実施する。
- b. 防護扉を兼用している水密扉及び屋外に設置されている水密扉は、施錠管理することとし、開放時は鍵の管理員が開閉操作することとする。また、開閉の都度中央制御室へ連絡する。
- c. 定期検査等の作業において、資機材運搬等で作業性の観点から長時間開放する必要がある場合は、申請手続きを実施し、注意事項に留意した上で、長時間開放を可とする。

3. 開放時の注意喚起

開放時の注意事項として、現場の水密扉自体に注意を促す掲示を実施する。また、水密扉（施錠管理とする水密扉を除く）は、開放時は水密扉に設置した注意喚起装置（開表示灯、ブザー告知装置）を鳴動させる。更に5分以上開放状態が継続した場合には、中央制御室に設置されている水密扉警報盤にブザー等の警報が発信するとともに速やかに閉止する運用を実施する。

4. 水密扉の運用の周知方法について

全所員に対して、水密扉設置の考え方等の運用管理に関する教育訓練を実施し、運用順守を徹底する。

水密扉監視設備の耐震設計について

1. はじめに

水密扉の運用を確実に実施するためには、設備の健全性が必要となり、水密扉本体においては地震時及び地震後において期待する水密扉は基準地震動 S_s による地震力に対して、それ以外の水密扉は要求される地震力に対して機能を損なうおそれのない設計としている。

また、電力自主設備として設置する水密扉監視設備についても、各水密扉に要求する地震力と同じ地震力に対して、要求される機能を損なうおそれのない設計とする。

水密扉は、カンヌキ又はエキセンが掛かることで完全閉止状態となるので、完全閉止状態となる位置に水密扉開閉状態検出器を取り付ける。

2. 対象設備について

図-1 に水密扉監視設備の構成図（例）を示す。また、図-2 に水密扉設置状況を示す。

3. 水密扉監視設備の耐震設計について

地震時及び地震後において期待する水密扉に設置する水密扉警報盤、水密扉開閉状態検出器、非常用電源設備等については、基準地震動 S_s による地震力に対して耐震健全性を確保する。

4. 水密扉及び水密扉付止水堰の配置

水密扉は水密扉付止水堰にも設置されていることから、水密扉及び水密扉付止水堰の配置および施錠管理または警報管理の区分、監視設備の S_s 機能維持の有無について図-3 及び図-4 の配置図に示し、凡例を以下に示す。

・ 図-3, 図-4 の凡例

施錠管理 : 施錠管理をしている水密扉に「○」

警報管理 : 解放状態が継続した場合に、中央制御室に設置されている水密扉警報盤にブザー等の警報が発信される水密扉に「○」

S_s 機能維持 : 地震起因の内部溢水に対し機能を期待する水密扉のうち、 S_s 機能維持をする監視設備がついているものに「○」

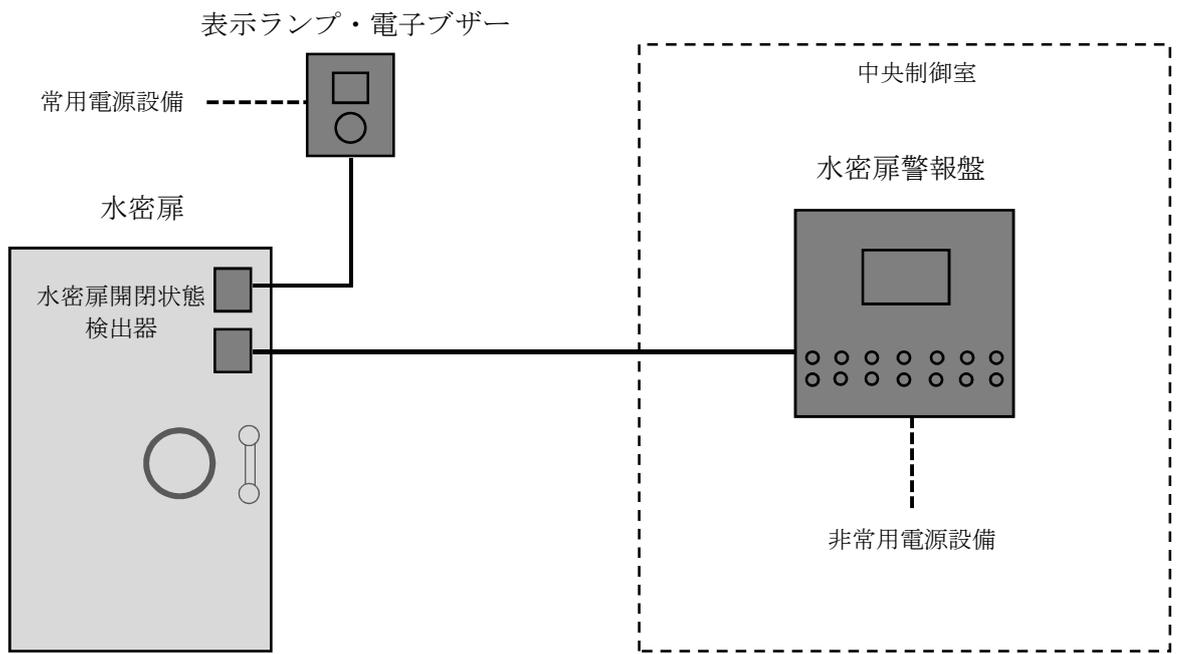
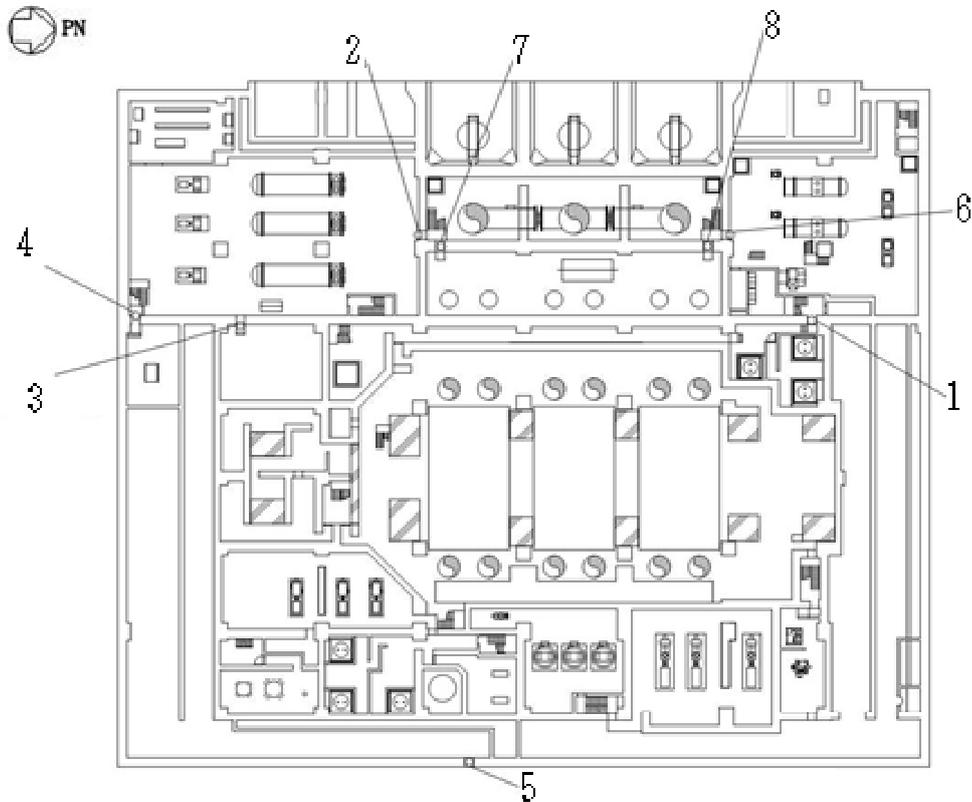


図-1 水密扉監視設備の構成図（例）



図-2 水密扉設置状況

配置図

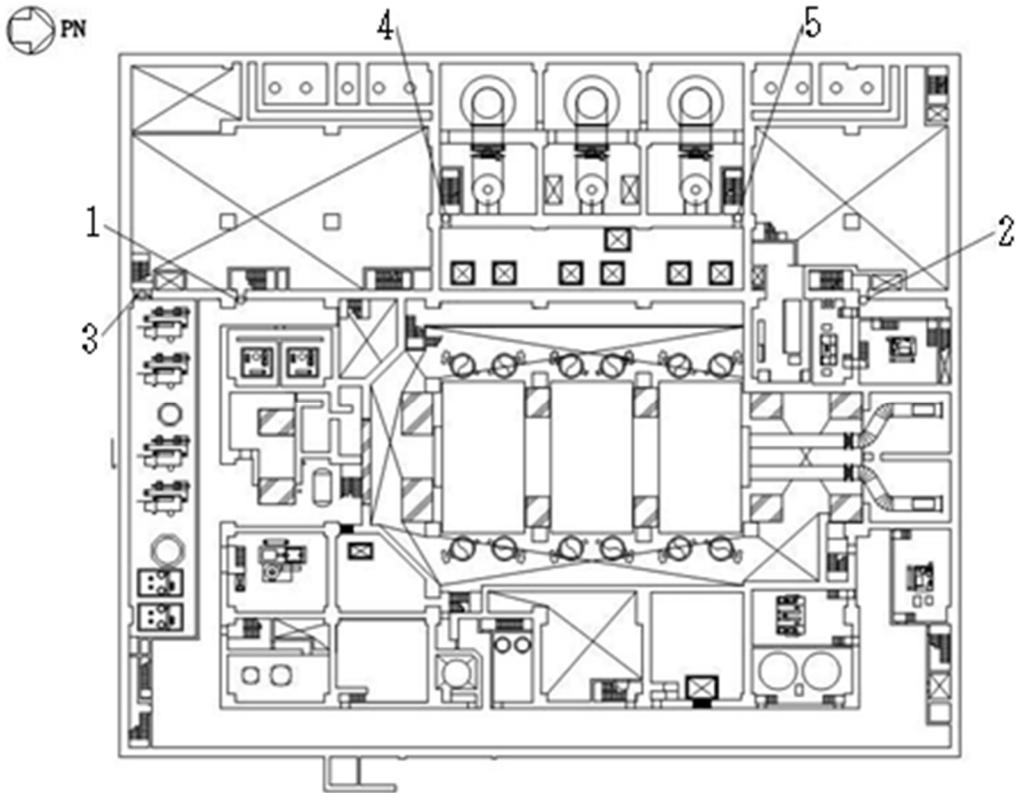


タービン建屋 T.M.S.L. -5100mm

No.	名称	施錠 管理	警報 管理	S s 機能維持
1	タービン建屋地下 2 階北西階段室 水密扉	-	○	○
2	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室 水密扉 1	-	○	○
3	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室 水密扉 2	-	○	○
4	タービン補機冷却水系熱交換器・ポンプ室 水密扉 3	-	○	○
5	建屋間連絡水密扉 (タービン建屋地下 2 階～配管トレンチ)	-	○	○
6	原子炉補機冷却水系 熱交換器・ポンプ室 水密扉	-	○	○
7	循環水配管, 電解鉄イオン供給装置室 水密扉 1	-	○	○
8	循環水配管, 電解鉄イオン供給装置室 水密扉 2	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (1/18)

配置図

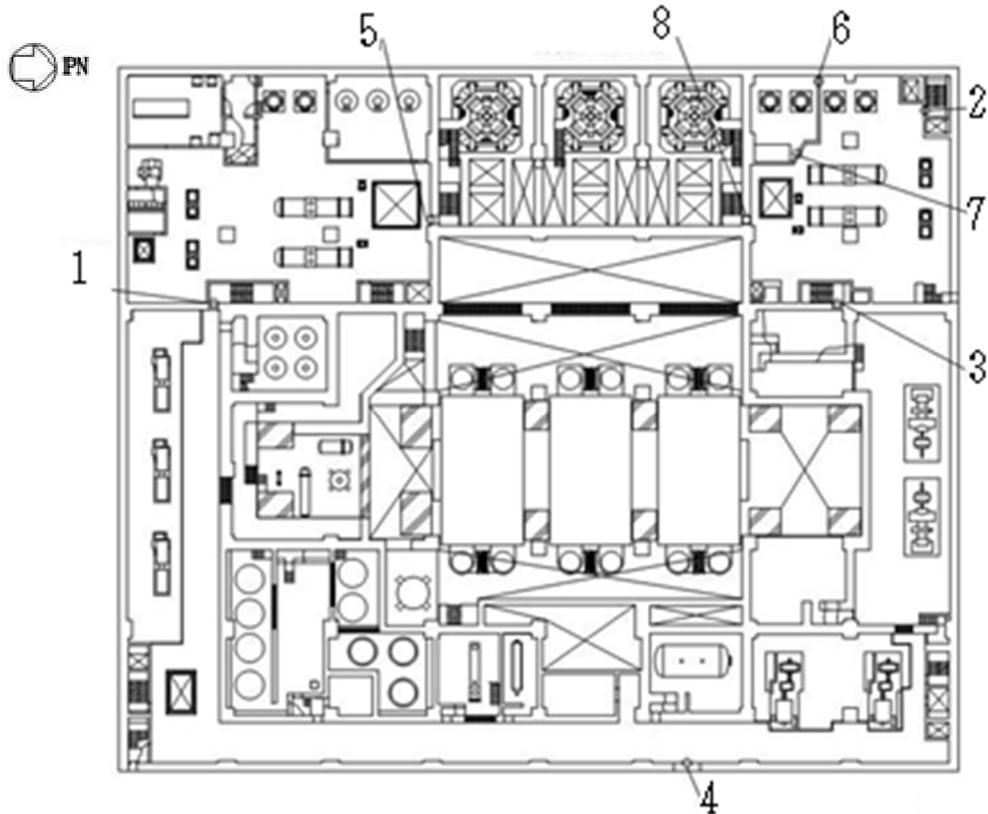


タービン建屋 T.M.S.L. -1100mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	タービン建屋地下中 2 階南西階段室 水密扉	-	○	○
2	タービン建屋地下中 2 階北西階段室 水密扉	-	○	○
3	計装用圧縮空気系・所内用圧縮空気系空気圧縮機室 水密扉	-	○	○
4	循環水配管メンテナンス室 水密扉 1	-	○	○
5	循環水配管メンテナンス室 水密扉 2	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (2/18)

配置図

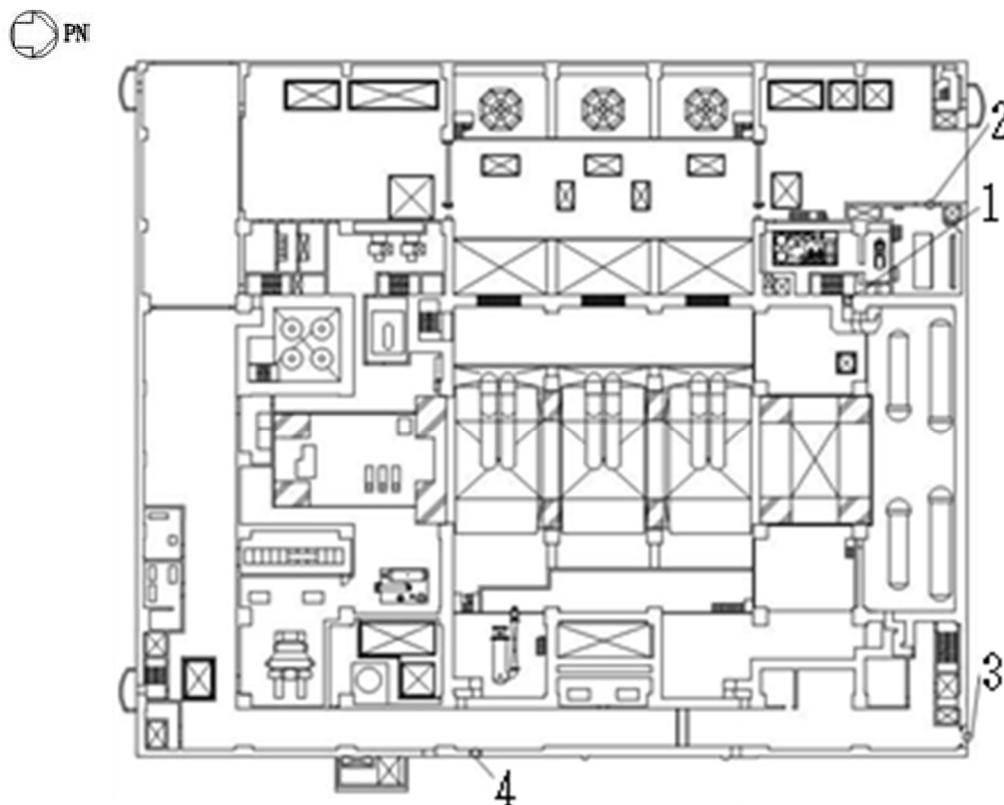


タービン建屋 T. M. S. L. 4900mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	タービン建屋地下1階南西階段室 水密扉	-	○	○
2	タービン建屋地下1階北西階段室 水密扉	-	○	-
3	タービン建屋地下1階北西階段室 水密扉	-	○	○
4	建屋間連絡水密扉 (原子炉建屋地下1階～タービン建屋地下1階)	-	○	○
5	原子炉補機冷却水系  熱交換器・ポンプ室 水密扉	-	○	○
6	原子炉補機冷却海水系  ポンプ室 水密扉1	-	○	-
7	原子炉補機冷却海水系  ポンプ室 水密扉2	-	○	-
8	原子炉補機冷却水系  熱交換器・ポンプ室 水密扉2	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (3/18)

配置図

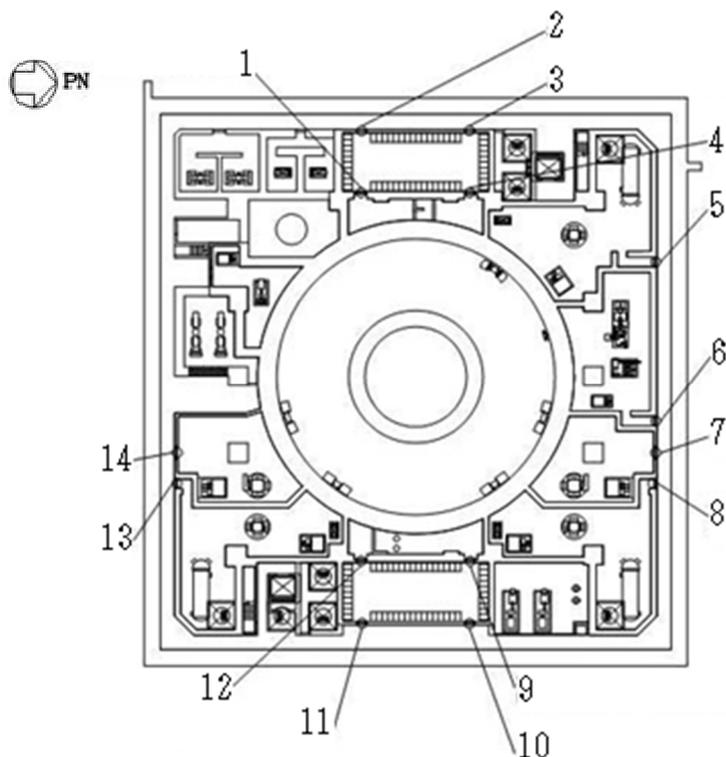


タービン建屋 T. M. S. L. 12300mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	タービン建屋 1 階北西階段室 水密扉	-	○	○
2	非常用電気品室 水密扉	-	○	○
3	建屋間連絡水密扉 (タービン建屋地上 1 階～廃棄物処理建屋地上 1 階)	-	○	○
4	建屋間連絡水密扉 (原子炉建屋地上 1 階～タービン建屋地上 1 階)	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (4/18)

配置図

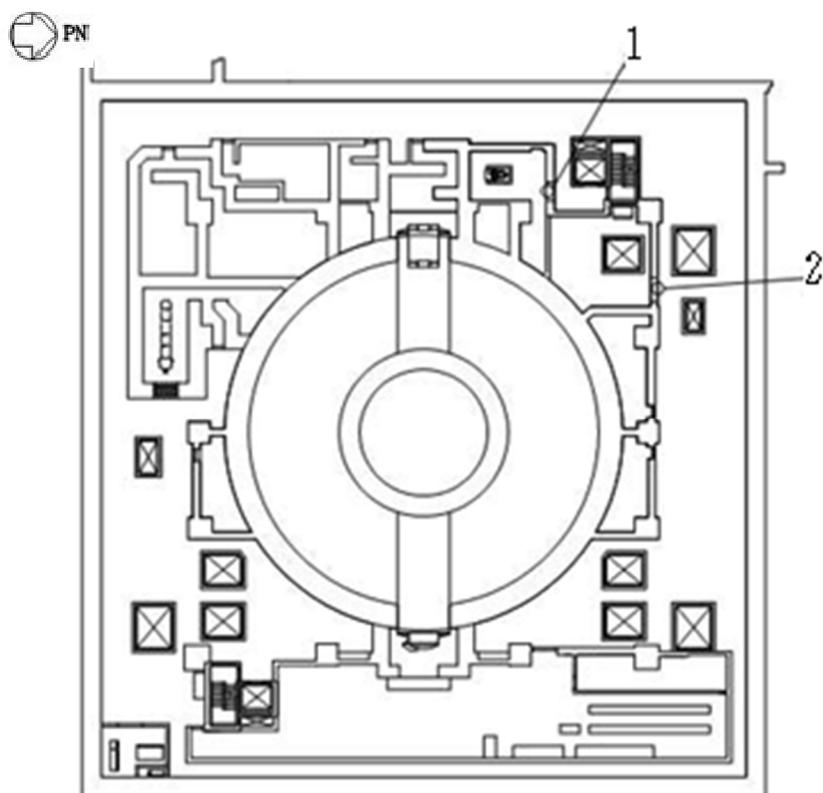


原子炉建屋 T.M.S.L. -8200mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	炉心流量 (DIV-IV) 計装ラック, 感震器(D)室 水密扉	-	○	-
2	水圧制御ユニット室, 計装ラック室 水密扉 1	-	○	○
3	水圧制御ユニット室, 計装ラック室 水密扉 2	-	○	○
4	炉心流量 (DIV-I) 計装ラック, 感震器(A)室 水密扉	-	○	-
5	残留熱除去系 <input type="checkbox"/> ポンプ・熱交換器室 水密扉	-	○	○
6	原子炉隔離時冷却系ポンプ・タービン室 水密扉	-	○	○
7	高圧炉心注水系(C)ポンプ室 水密扉	-	○	○
8	残留熱除去系 <input type="checkbox"/> ポンプ・熱交換器室 水密扉	-	○	○
9	炉心流量 (DIV-III) 計装ラック, 感震器(C), 制御棒駆動機構マスターコントロール室 水密扉	-	○	-
10	水圧制御ユニット室, 計装ラック, 制御棒駆動機構マスターコントロール室 水密扉 1	-	○	○
11	水圧制御ユニット室, 計装ラック, 制御棒駆動機構マスターコントロール室 水密扉 2	-	○	○
12	炉心流量 (DIV-II) 計装ラック, 感震器(B)室 水密扉	-	○	-
13	残留熱除去系 <input type="checkbox"/> ポンプ・熱交換器室 水密扉	-	○	○
14	高圧炉心注水系(B)ポンプ室 水密扉	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (5/18)

配置図

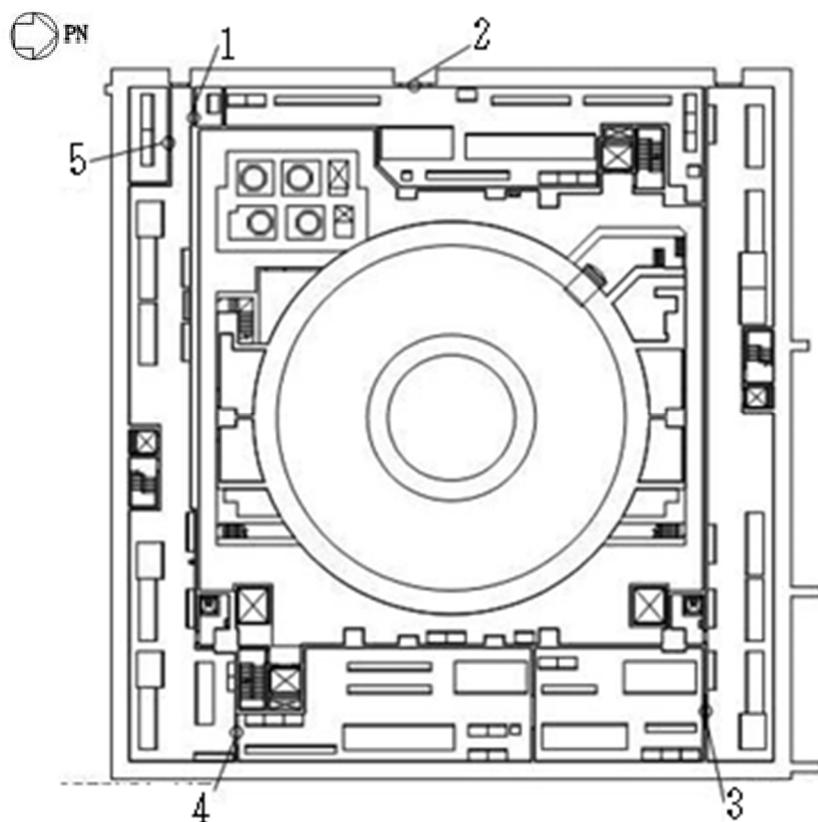


原子炉建屋 T.M.S.L. -1700mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	高圧代替注水系ポンプ室 水密扉	-	○	○
2	残留熱除去系ポンプハッチ室 水密扉	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (6/18)

配置図



原子炉建屋 T. M. S. L. 4800mm

No.	名称	施錠 管理	警報 管理	S s 機能維持
1	多重伝送盤室 水密扉	-	○	-
2	非常用電気品室 水密扉	-	○	-
3	非常用電気品室 水密扉	-	○	-
4	非常用電気品室 水密扉	-	○	-
5		-	○	-

図-3 水密扉の配置図 (7/18)

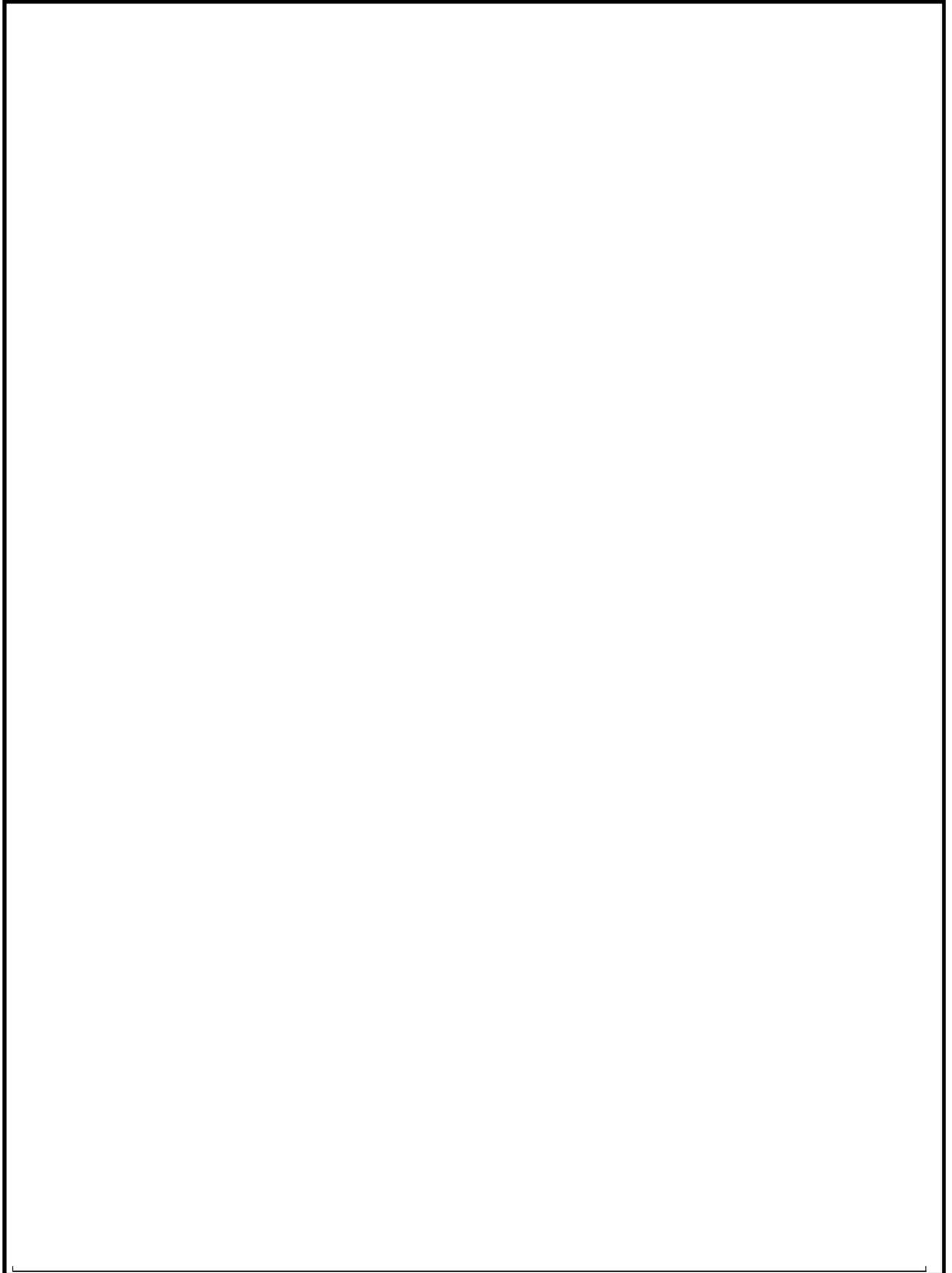
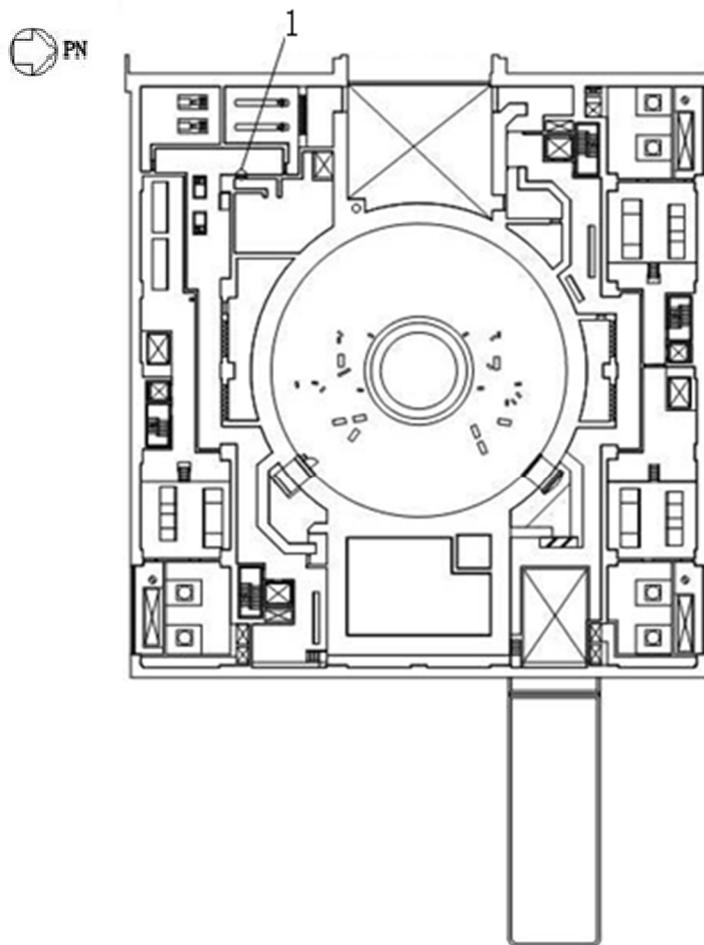


図-3 水密扉の配置図 (8/18)

配置図

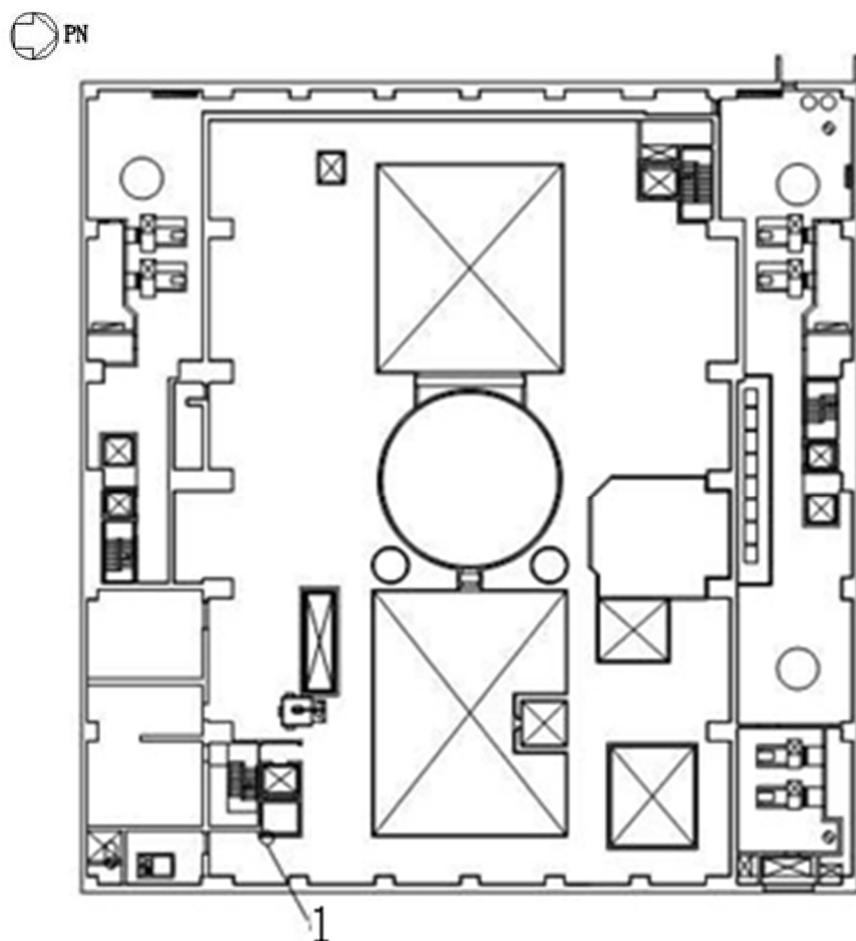


原子炉建屋 T.M.S.L. 18100mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	燃料プール冷却浄化系弁室 水密扉	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (9/18)

配置図

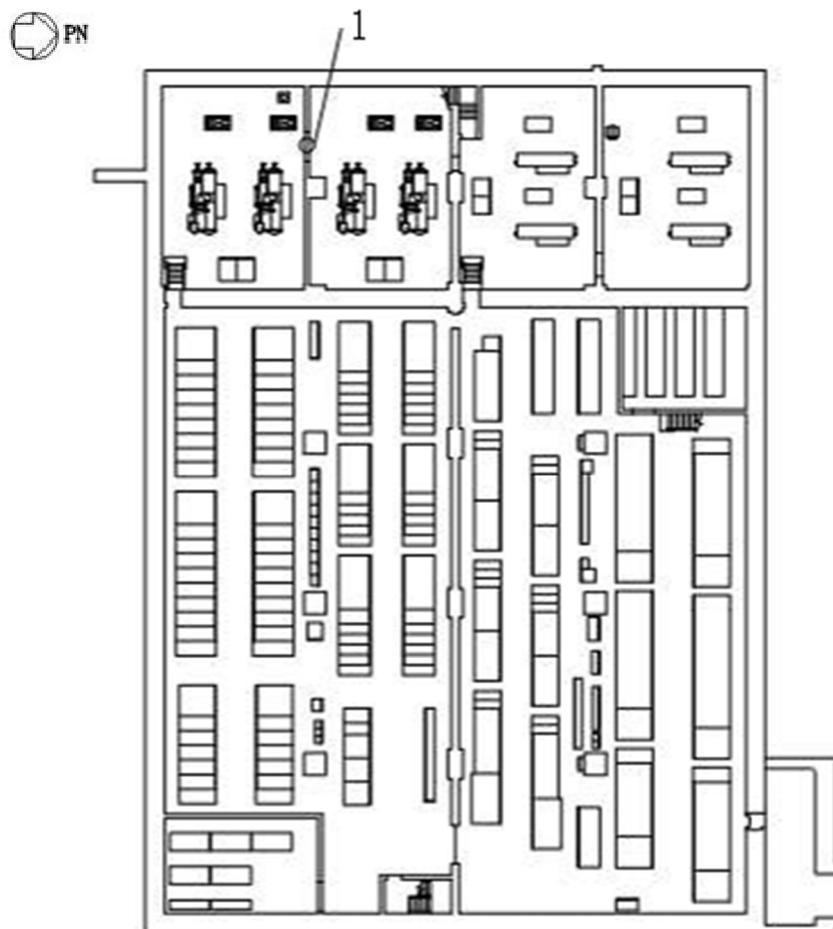


原子炉建屋 T.M.S.L. 31700mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	原子炉建屋地上4階トレイ室 水密扉	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (10/18)

配置図

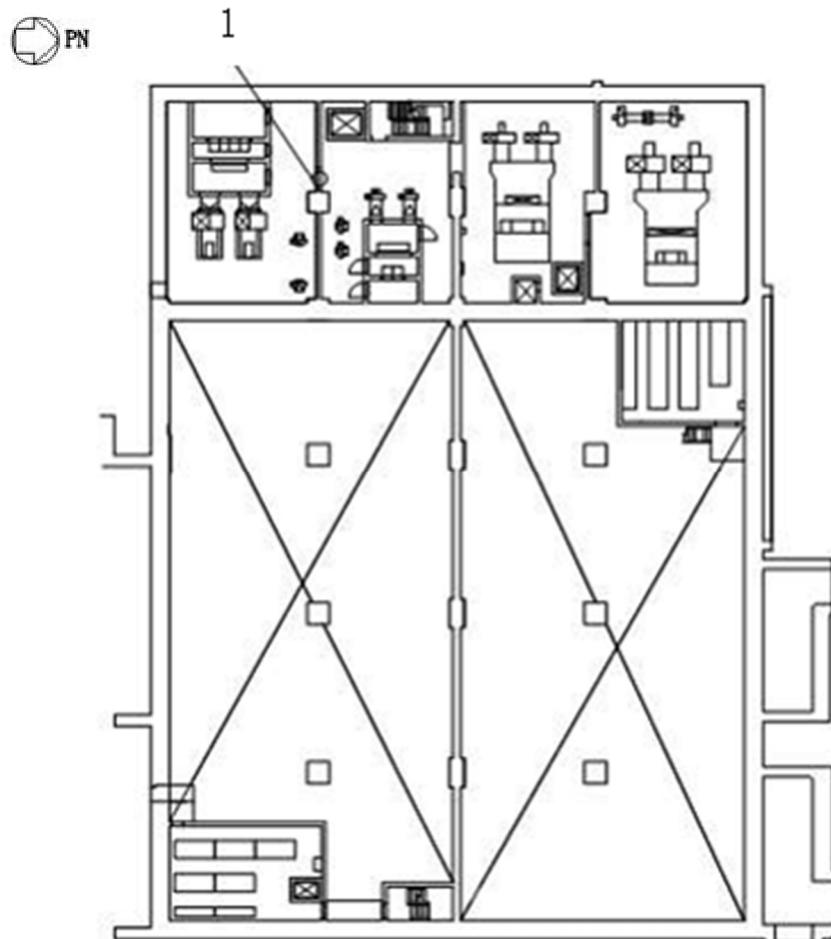


コントロール建屋 T. M. S. L. -2700mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	7号機換気空調補機非常用冷却水ポンプ・冷凍機 (B)(D)室 水密扉	-	○	-

図-3 水密扉の配置図 (11/18)

配置図

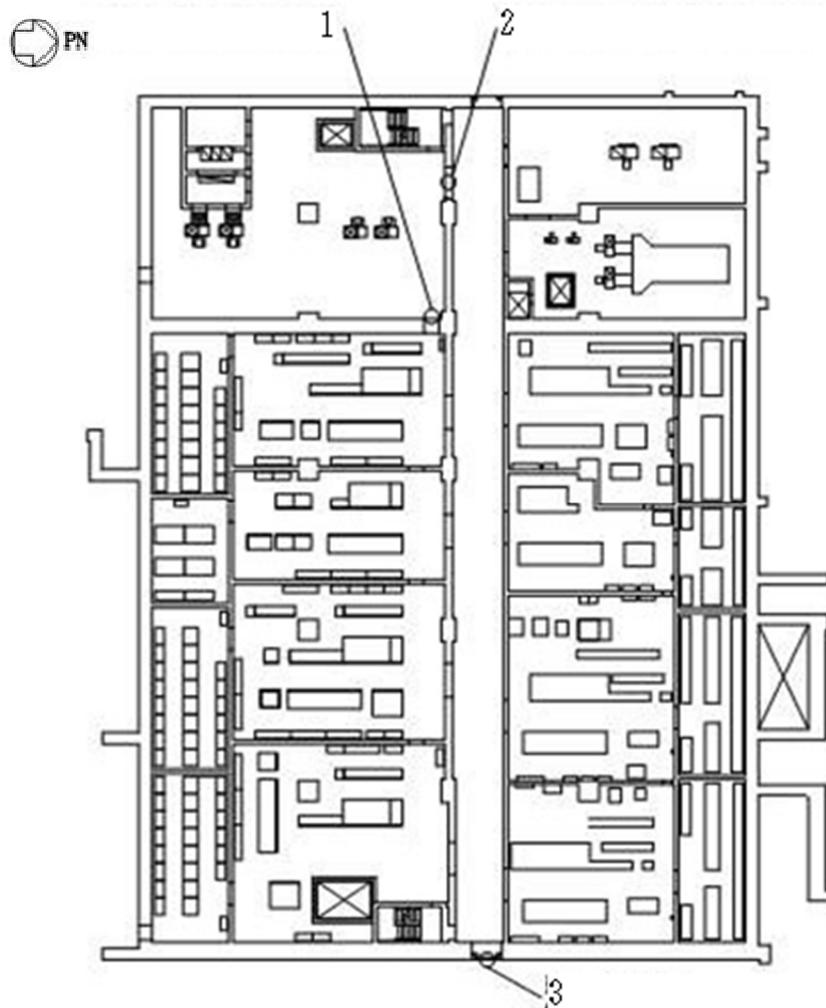


コントロール建屋 T. M. S. L. 1000mm

No.	名称	施錠 管理	警報 管理	S s 機能維持
1	7号機計測制御電源盤区域(A)送風機室 水密扉	-	○	-

図-3 水密扉の配置図 (12/18)

配置図



コントロール建屋 T.M.S.L. 6500mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	7号機区分I計測制御用電源盤室 水密扉	-	○	-
2	7号機計測制御電源盤区域(C)送・排風機室 水密扉1	-	○	-
3	建屋間連絡水密扉 (コントロール建屋地下1階～サービス建屋地下1階)	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (13/18)

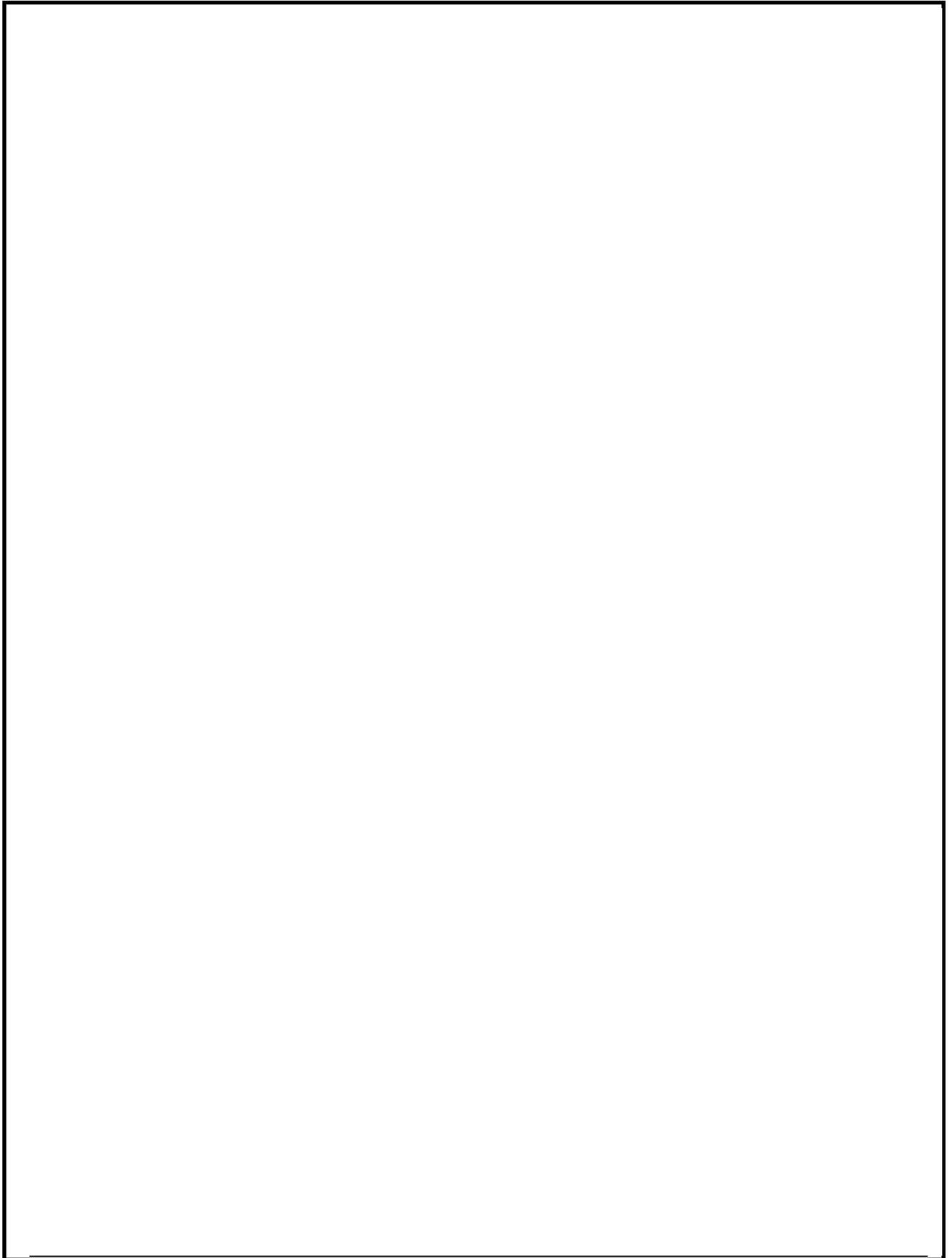
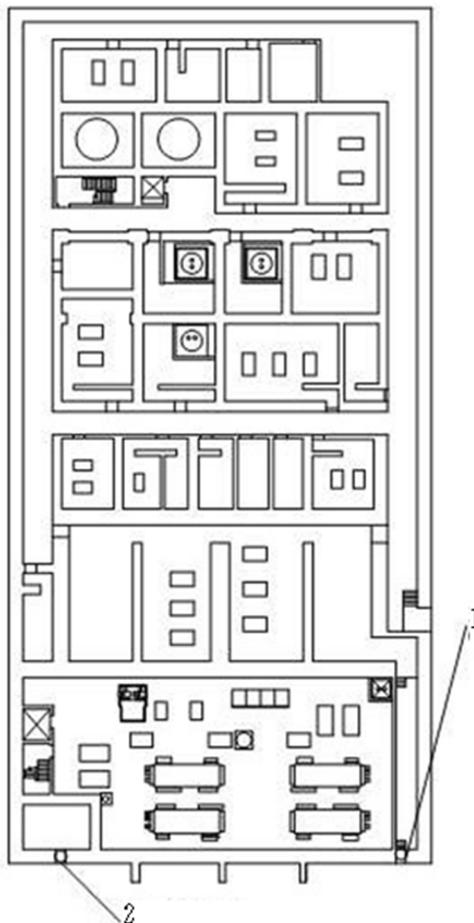


図-3 水密扉の配置図 (14/18)

配置図

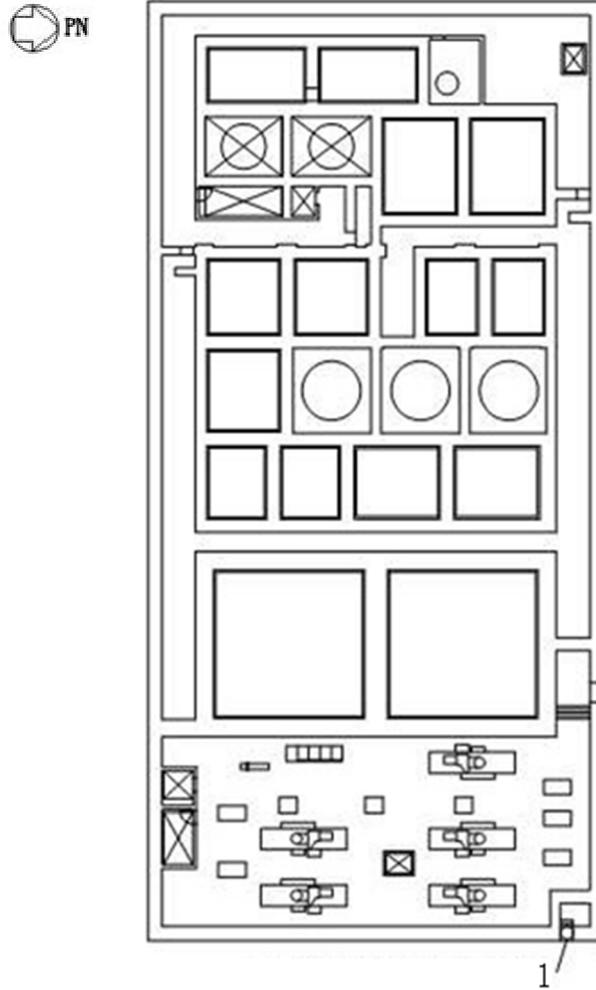


廃棄物処理建屋 T.M.S.L. -6100mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階）1（6,7号機共用）	-	○	○
2	建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下2階～廃棄物処理建屋地下3階）2（6,7号機共用）	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (15/18)

配置図

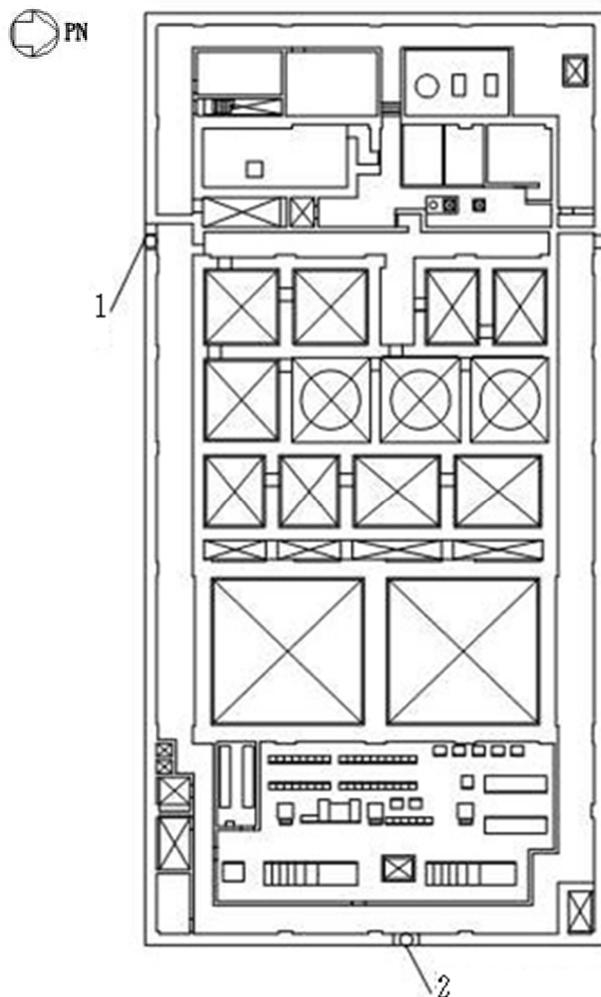


廃棄物処理建屋 T.M.S.L. -1100mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	建屋間連絡水密扉（廃棄物処理建屋地下2階～配管トレンチ）（6,7号機共用）	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (16/18)

配置図

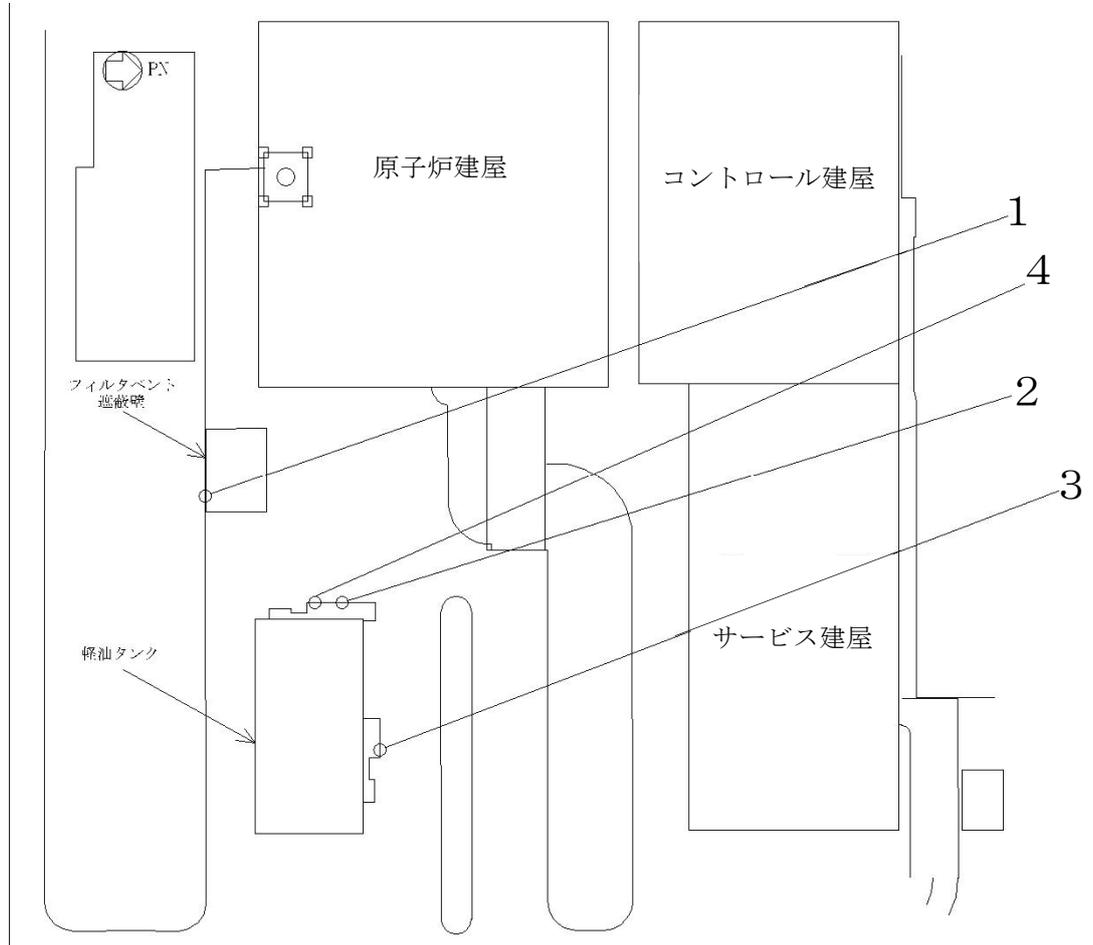


廃棄物処理建屋 T. M. S. L. 6500mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	原子炉補機冷却水系 熱交換器・ポンプ室 水密扉 1	-	○	○
2	建屋間連絡水密扉（コントロール建屋地下1階～廃棄物処理建屋地下1階）（6,7号機共用）	-	○	○

図-3 水密扉の配置図 (17/18)

配置図

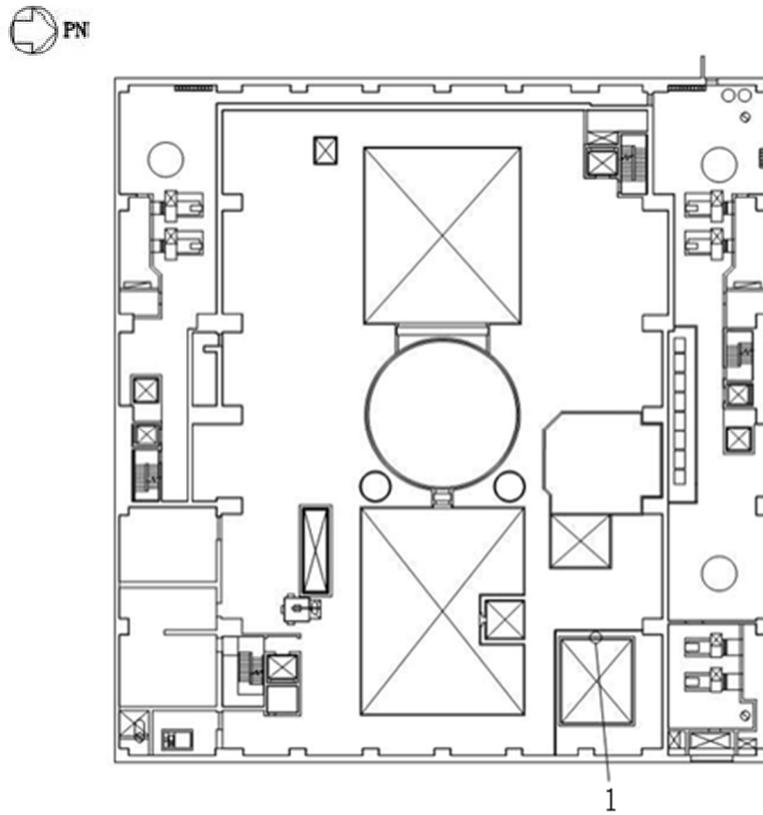


屋外 T. M. S. L. 12300mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	フィルタベントエリア 水密扉	○	-	-
2	燃料移送ポンプエリア (A系)水密扉	○	-	-
3	燃料移送ポンプエリア (B系)水密扉	○	-	-
4	燃料移送ポンプエリア (C系)水密扉	○	-	-

図-3 水密扉の配置図 (18/18)

配置図

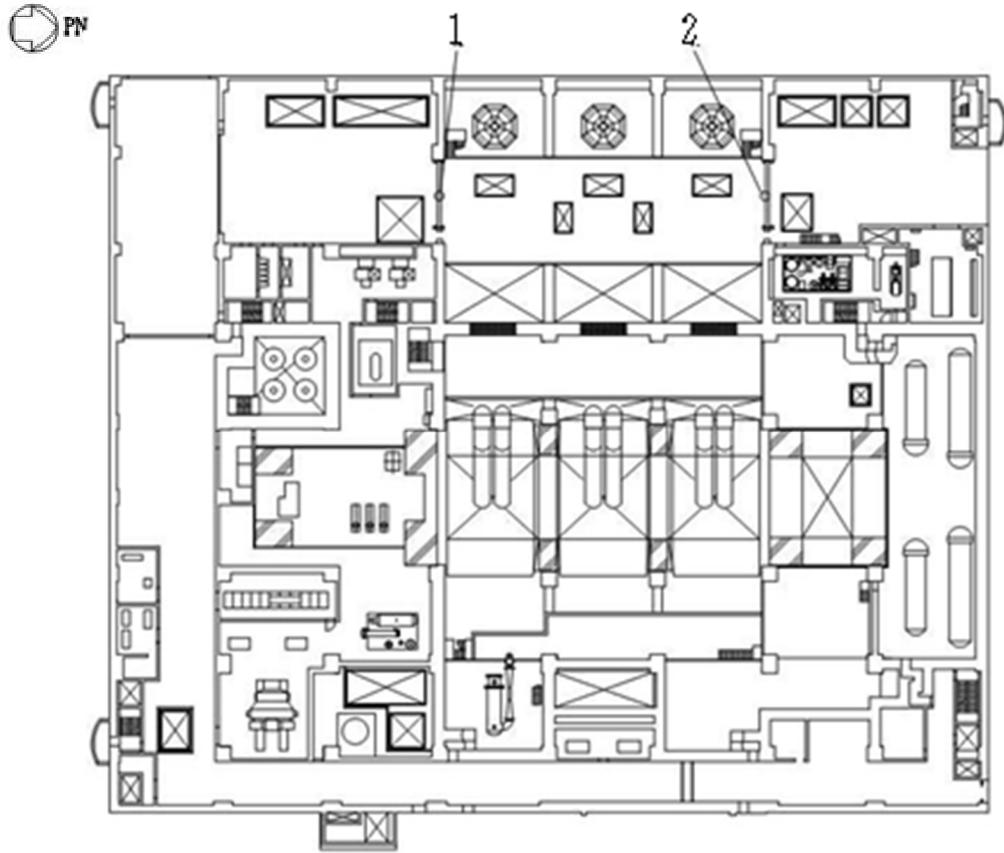


原子炉建屋 T.M.S.L. 31700mm

No.	名称	施錠管理	警報管理	S s 機能維持
1	原子炉建屋地上 4 階 (R5R6-RFRG) 水密扉付止水堰	-	○	○

図-4 水密扉付止水堰の配置図 (1/2)

配置図



タービン建屋 T. M. S. L. 12300mm

No.	名称	施設管理	警報管理	S s 機能維持
1	タービン建屋地上1階 (T4-TBTC) 水密扉付止水堰	-	○	○
2	タービン建屋地上1階 (T7-TBTC) 水密扉付止水堰	-	○	○

図-4 水密扉付止水堰の配置図 (2/2)