

泊発電所 2 号炉 審査資料	
資料番号	HTN2-PLM30(冷停)-耐震 改 3
提出年月日	令和 2 年 8 月 27 日

泊発電所 2 号炉 高経年化技術評価
(耐震安全性評価)

補足説明資料

令和 2 年 8 月 27 日
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

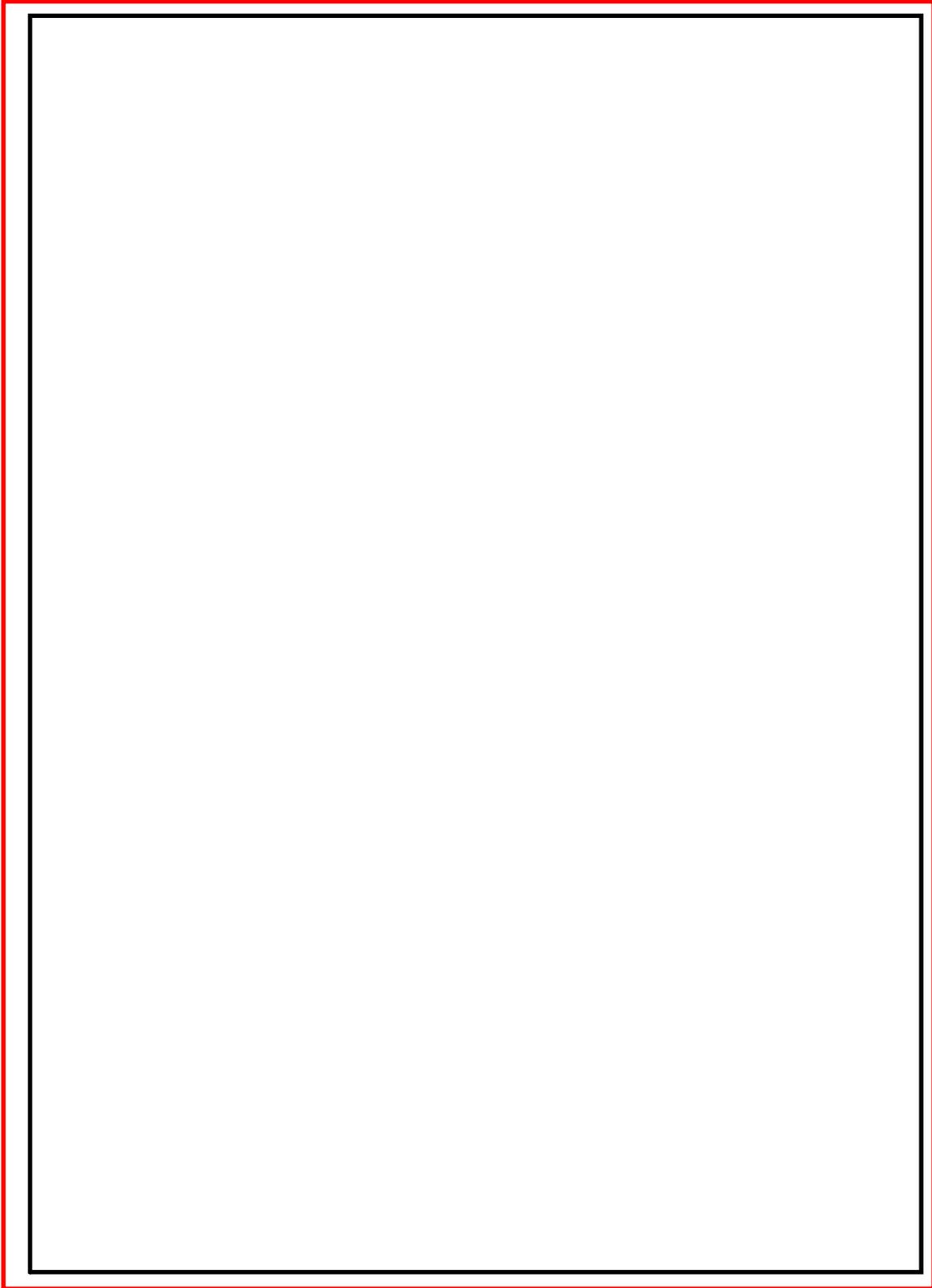
目次

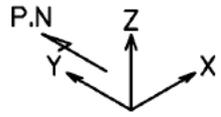
1.	概要	1
2.	基本方針	1
3.	評価対象と評価手法	4
3.1	評価対象	4
3.1.1	耐震安全性評価対象機器	4
3.1.2	耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出	4
3.2	評価手法	7
3.2.1	主な適用規格	7
3.2.2	冷温停止状態が維持されることを前提とした評価における劣化評価期間	7
3.2.3	耐震安全性評価の評価手法	9
3.3	評価用地震力	13
3.4	評価用地震動	14
3.5	代表の選定	17
4.	代表の耐震安全性評価	19
4.1	耐震安全性評価	19
4.1.1	低サイクル疲労	19
4.1.2	高サイクル熱疲労	20
4.1.3	中性子照射脆化	20
4.1.4	熱時効	21
4.1.5	中性子照射による靱性低下	21
4.1.6	中性子及び γ 線照射脆化	22
4.1.7	応力腐食割れ	22
4.1.8	摩耗	23
4.1.9	流れ加速型腐食	24
4.1.10	全面腐食	25
4.1.11	動的機能維持に係る耐震安全性評価	26
4.1.12	照射誘起型応力腐食割れ	28
4.2	現状保全	29
4.3	総合評価	29
5.	まとめ	30
5.1	審査ガイド適合性	30
5.2	保守管理に関する方針として策定する事項	34

別紙 1.	建設後の耐震補強の実績について……………	1-1
別紙 2.	耐震安全性評価に用いる現行の JEAG4601 以外の値を適用した ケースについて……………	2-1
別紙 3.	冷温停止状態における耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の 発生・進展について……………	3-1
別紙 4.	機器・配管に係る，比率で示された耐震安全性評価結果 (疲労累積係数を除く) について……………	4-1
別紙 5.	主給水管他の伸縮継手の疲労割れに対する耐震安全性評価について…………	5-1
別紙 6.	アンカーサポート取付部 (余熱除去系統配管) の疲労割れに対する 耐震安全性評価について……………	6-1
別紙 7.	余熱除去系統配管の高サイクル熱疲労割れに対する耐震安全性評価 について……………	7-1
別紙 8.	原子炉容器の中性子照射脆化に対する耐震安全性評価について……………	8-1
別紙 9.	炉心そうの中性子照射による靱性低下に対する耐震安全性評価について…………	9-1
別紙 10.	原子炉容器サポート (サポートブラケット (サポートリブ)) の 中性子及び γ 線照射脆化に対する耐震安全性評価について……………	10-1
別紙 11.	低水質廃液蒸発装置 (蒸発器胴板) の応力腐食割れに対する 耐震安全性評価について……………	11-1
別紙 12.	蒸気発生器支持脚 (ヒンジ摺動部) の摩耗に対する耐震安全性評価 について……………	12-1
別紙 13.	主蒸気系統配管他の内面からの腐食 (流れ加速型腐食) に対する 耐震安全性評価について……………	13-1
別紙 14.	ディーゼル機関空気冷却器伝熱管他の内面腐食 (流れ加速型腐食) に対する耐震安全性評価について……………	14-1
別紙 15.	制御用空気だめ他の腐食 (全面腐食) に対する耐震安全性評価について…………	15-1
別紙 16.	バッフルフォーマボルトの照射誘起型応力腐食割れが抽出されない理由 について……………	16-1

タイトル	主蒸気系統配管他の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価について										
説明	<p>1. 評価対象ラインの抽出について</p> <p>泊2号炉の高経年化技術評価における「母管の内面からの腐食(流れ加速型腐食)」に対する耐震安全性評価は、日本機械学会「加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NG1-2006）」（以下「技術規格」という。）等を反映した社内規程「泊発電所配管肉厚管理要則」で定める「流れ加速型腐食」の対象系統のうち、冷温停止状態の維持に必要なラインを抽出した。</p> <p>なお、耐震重要度が高く、配管の腐食（流れ加速型腐食）による配管減肉を考慮した耐震安全性評価の結果、発生応力と許容応力の比が最大となる主蒸気系統の炭素鋼配管を代表とし、以下に評価の詳細を示す。また、主蒸気系統以外の系統の配管（主給水系統、補助蒸気系統、蒸気発生器ブローダウン系統）の評価を添付－4、5に示す。</p> <p>2. 評価仕様</p> <p>主蒸気系統配管の評価仕様を表13-1に示す。</p> <p style="text-align: center;">表13-1 評価仕様</p> <table border="1" data-bbox="448 1133 1329 1285"> <thead> <tr> <th>評価対象配管</th> <th>ライン数</th> <th>種別</th> <th>技術規格との対応※</th> <th>減肉条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>主蒸気系統配管</td> <td>4</td> <td>FAC</td> <td>なし (知見拡充箇所)</td> <td>必要最小肉厚 (周軸方向一様減肉)</td> </tr> </tbody> </table> <p>※（ ）内の記載は社内規程「泊発電所配管肉厚管理要則」に基づく管理区分を示す。</p> <p>3. 解析モデル</p> <p>(1) 解析手法</p> <p>はりモデル解析</p> <p>なお、スペクトルモーダル解析に用いた床応答スペクトルは、谷埋め・ピーク保持を実施している。谷埋め・ピーク保持実施前後の床応答スペクトルの一例を添付－1に示す。</p> <p>(2) 解析モデル図</p> <p>評価対象ラインのうち、高経年化技術評価書に代表で記載した応力比の厳しい箇所を含む範囲の解析モデル図を添付－2に示す。</p> <p>4. 評価結果</p> <p>評価結果を添付－3に示す。</p> <p style="text-align: right;">以上</p>	評価対象配管	ライン数	種別	技術規格との対応※	減肉条件	主蒸気系統配管	4	FAC	なし (知見拡充箇所)	必要最小肉厚 (周軸方向一様減肉)
評価対象配管	ライン数	種別	技術規格との対応※	減肉条件							
主蒸気系統配管	4	FAC	なし (知見拡充箇所)	必要最小肉厚 (周軸方向一様減肉)							

スペクトルモーダル解析に用いた床応答スペクトルの例（原子炉建屋 EL. 36.9m）
S s 地震動 水平方向（X方向）（減衰3%）

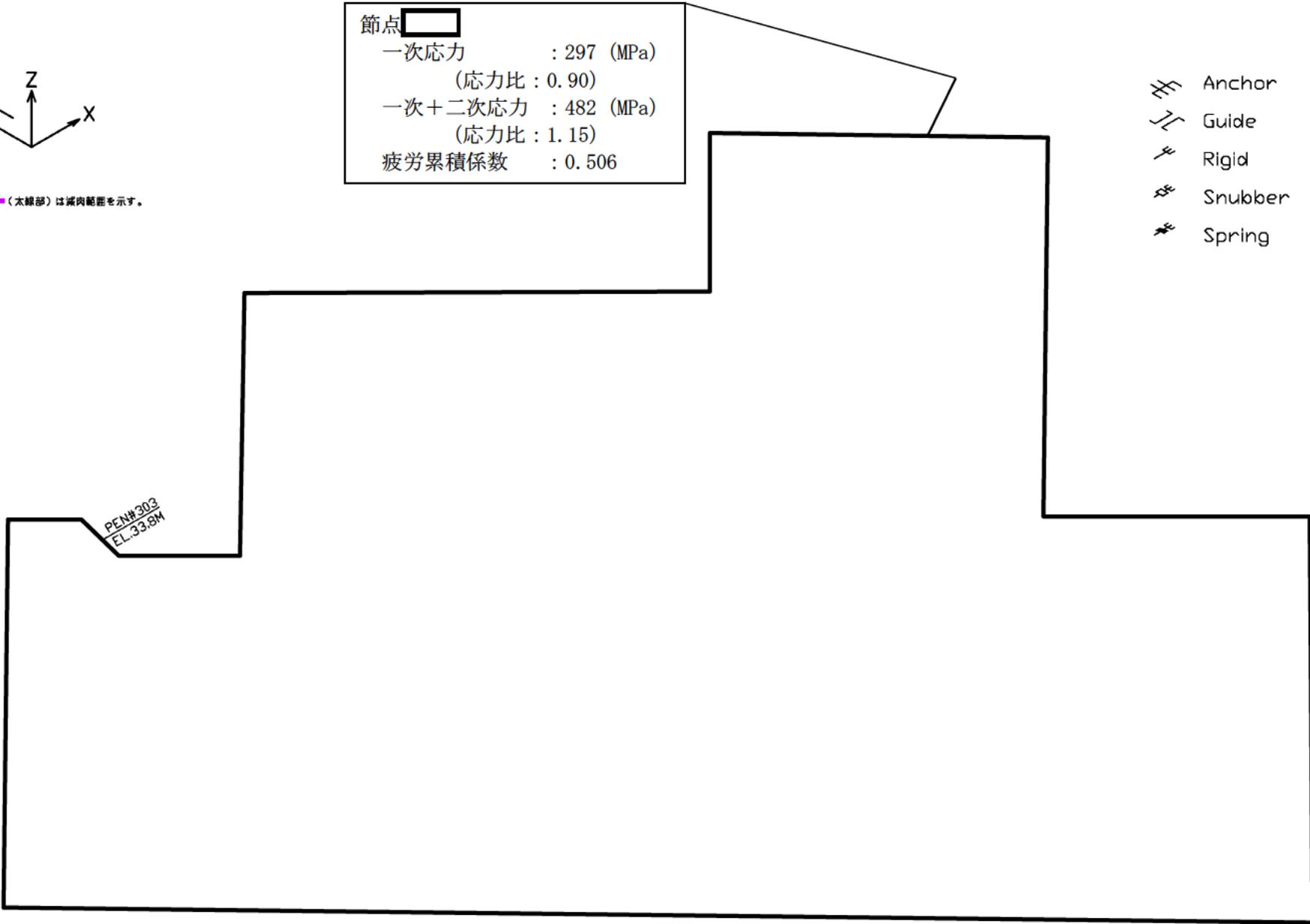




(注) 太線部は減肉範囲を示す。

節点
 一次応力 : 297 (MPa)
 (応力比 : 0.90)
 一次+二次応力 : 482 (MPa)
 (応力比 : 1.15)
 疲労累積係数 : 0.506

- Anchor
- Guide
- Rigid
- Snubber
- Spring

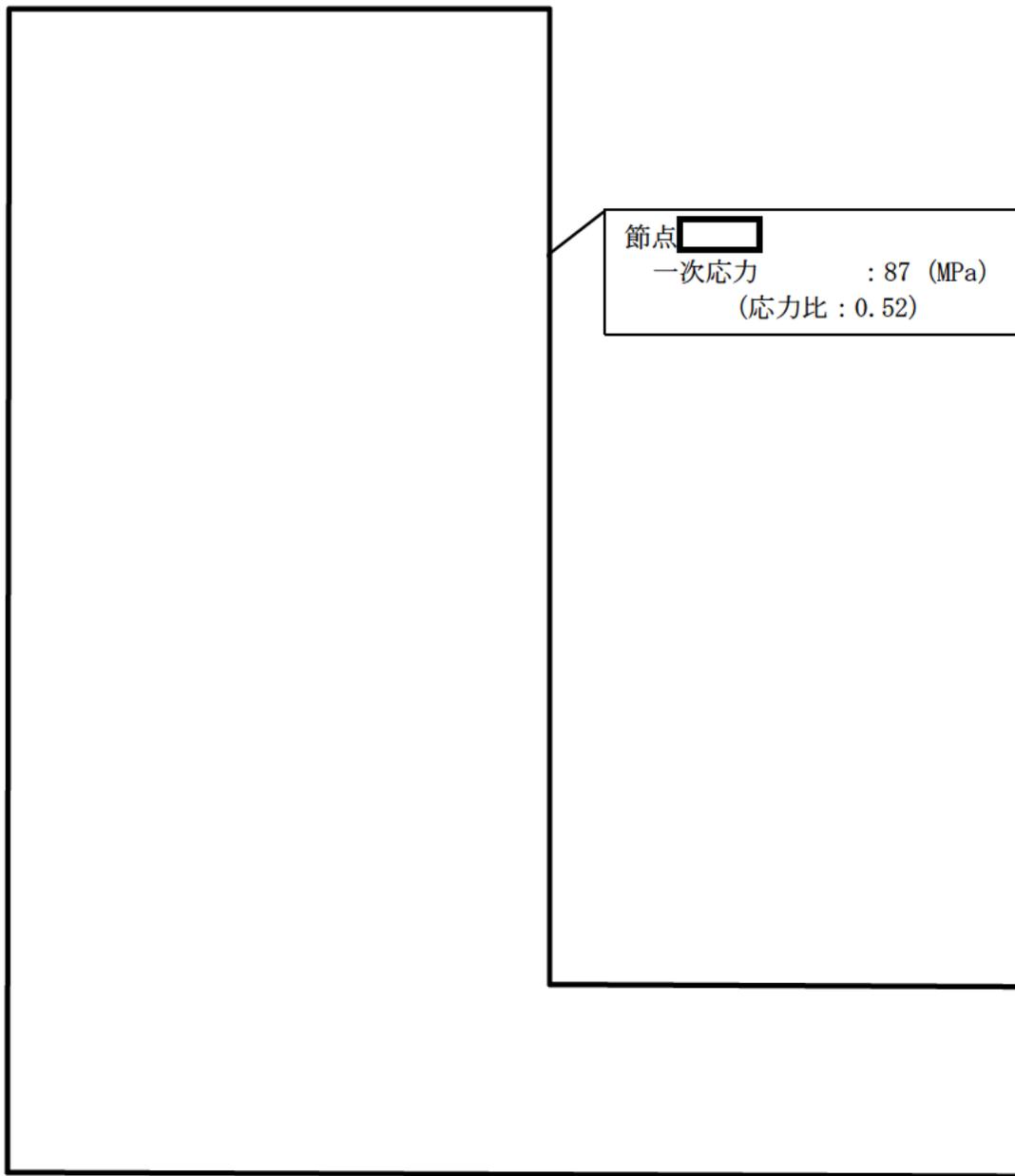
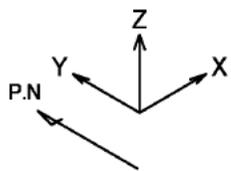


PEN#303
 EL.33.8M

-13-3-

添付-2 (1/3)

主蒸気系統配管 B-主蒸気配管 (CV外) 【Ss地震】

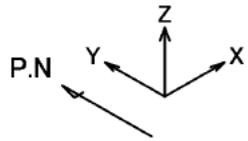


-  Anchor
-  Guide
-  Rigid
-  Snubber
-  Spring

注: (太線部)は減肉範囲を示す。

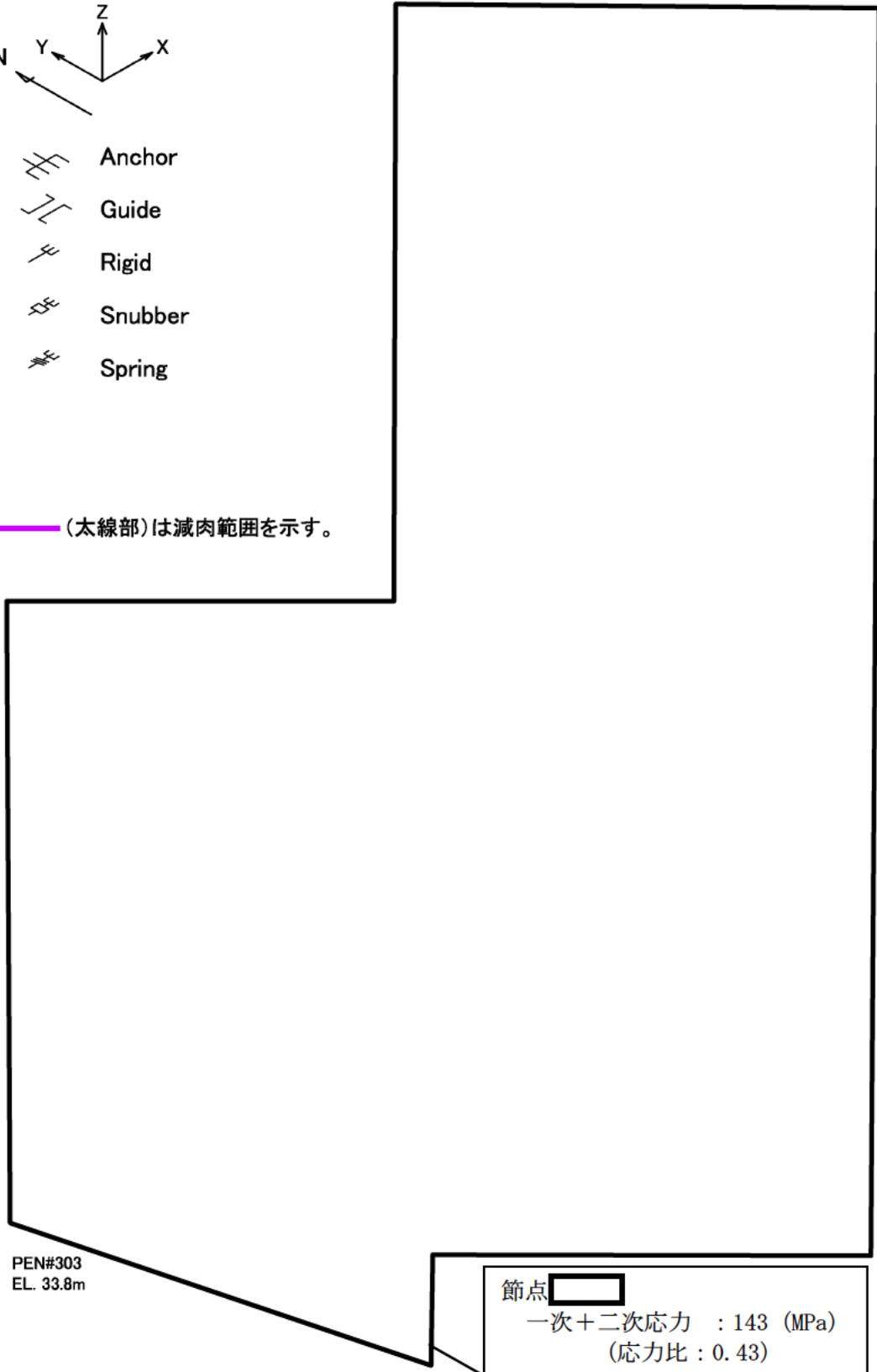
PEN#301
EL. 29.0m

主蒸気系統配管 A-主蒸気配管 (CV内) 【S₁地震】



-  Anchor
-  Guide
-  Rigid
-  Snubber
-  Spring

注:  (太線部)は減肉範囲を示す。



主蒸気系統配管 B-主蒸気配管 (CV内) 【S₁地震】

泊2号炉 主蒸気系統配管の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する
耐震安全性評価結果一覧

系統分類	配管名称	耐震 重要度		応力種別	全箇所必要最小肉厚条件モデル		
					はりモデル評価		
					発生応力/ 許容応力※	応力比	評価
主蒸気系統	A-主蒸気配管 (CV内)	S	S _s	一次	99/324	0.31	○
				一次+二次	76/336	0.23	○
			S ₁	一次	87/168	0.52	○
				一次+二次	93/336	0.28	○
	B-主蒸気配管 (CV内)	S	S _s	一次	109/324	0.34	○
				一次+二次	95/336	0.28	○
			S ₁	一次	87/168	0.52	○
				一次+二次	143/336	0.43	○
	A-主蒸気配管 (CV外)	S	S _s	一次	130/329	0.40	○
				一次+二次	151/418	0.36	○
			S ₁	一次	71/209	0.34	○
				一次+二次	52/440	0.12	○
	B-主蒸気配管 (CV外)	S	S _s	一次	297/329	0.90	○
				一次+二次	482/418	1.15	×
			疲労累積係数：0.506				○
			S ₁	一次	84/209	0.40	○
一次+二次	104/440	0.24		○			

※ 発生応力及び許容応力の単位はMPa

■ 評価書に記載した評価結果

主蒸気系統配管以外の内面からの腐食（流れ加速型腐食）
に対する耐震安全性評価について

1. 評価仕様

主蒸気系統配管以外の評価仕様を表13-4-1に示す。

表13-4-1 評価仕様

評価対象配管	ライン数	種別	技術規格との対応※	減肉条件
主給水系統配管	4	FAC	あり (主要箇所)	必要最小肉厚 (周軸方向一様減肉)
補助蒸気系統配管	1	FAC	なし (知見拡充箇所)	必要最小肉厚 (周軸方向一様減肉)
蒸気発生器ブロー ダウン系統配管	2	FAC	なし (主要箇所)	必要最小肉厚 (周軸方向一様減肉)

※ () 内の記載は社内規程「泊発電所配管肉厚管理要則」に基づく管理区分を示す。

2. 解析モデル

(1) 解析手法

はりモデル解析

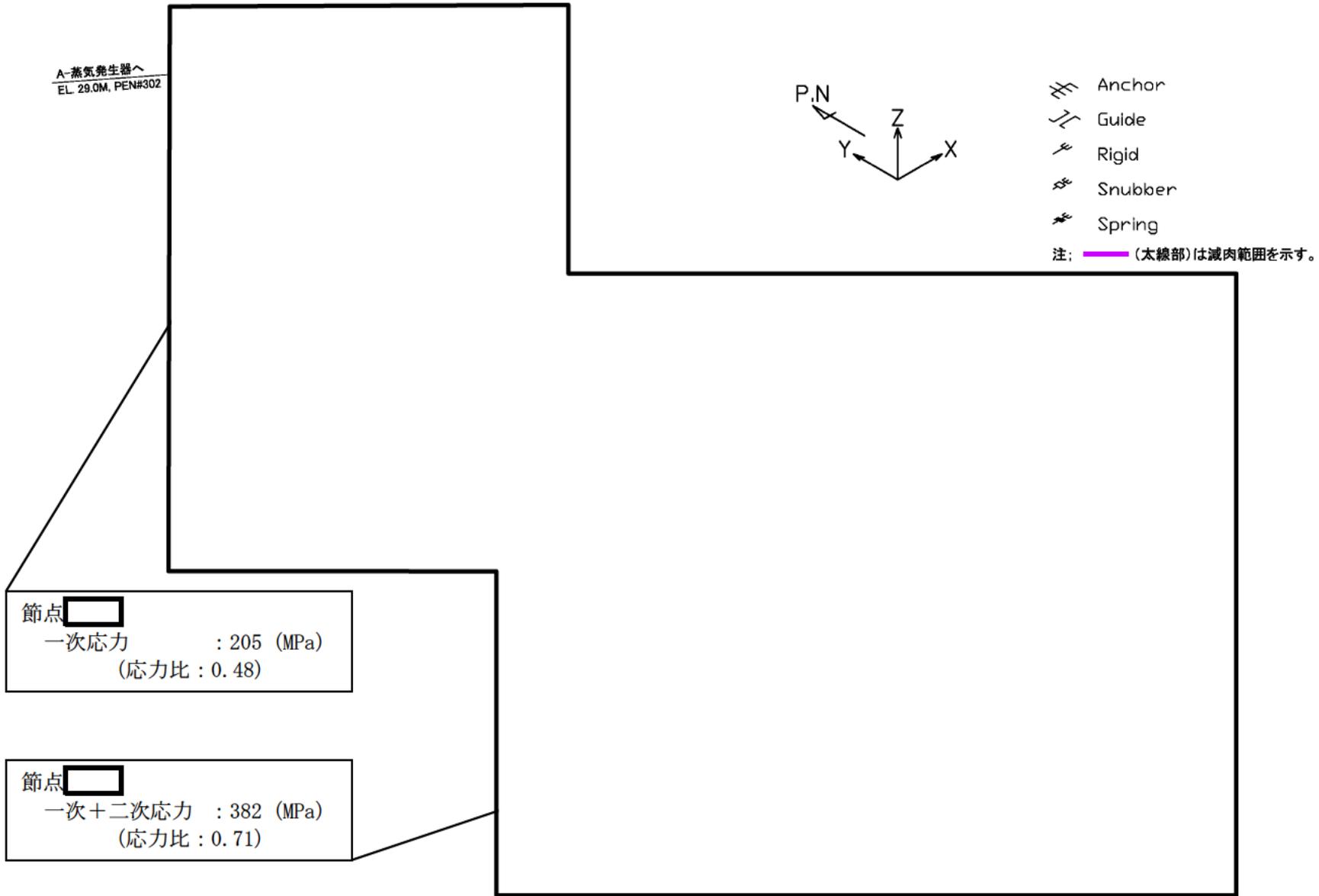
なお、スペクトルモーダル解析に用いた床応答スペクトルは、谷埋め・ピーク保持を実施している。

(2) 解析モデル図

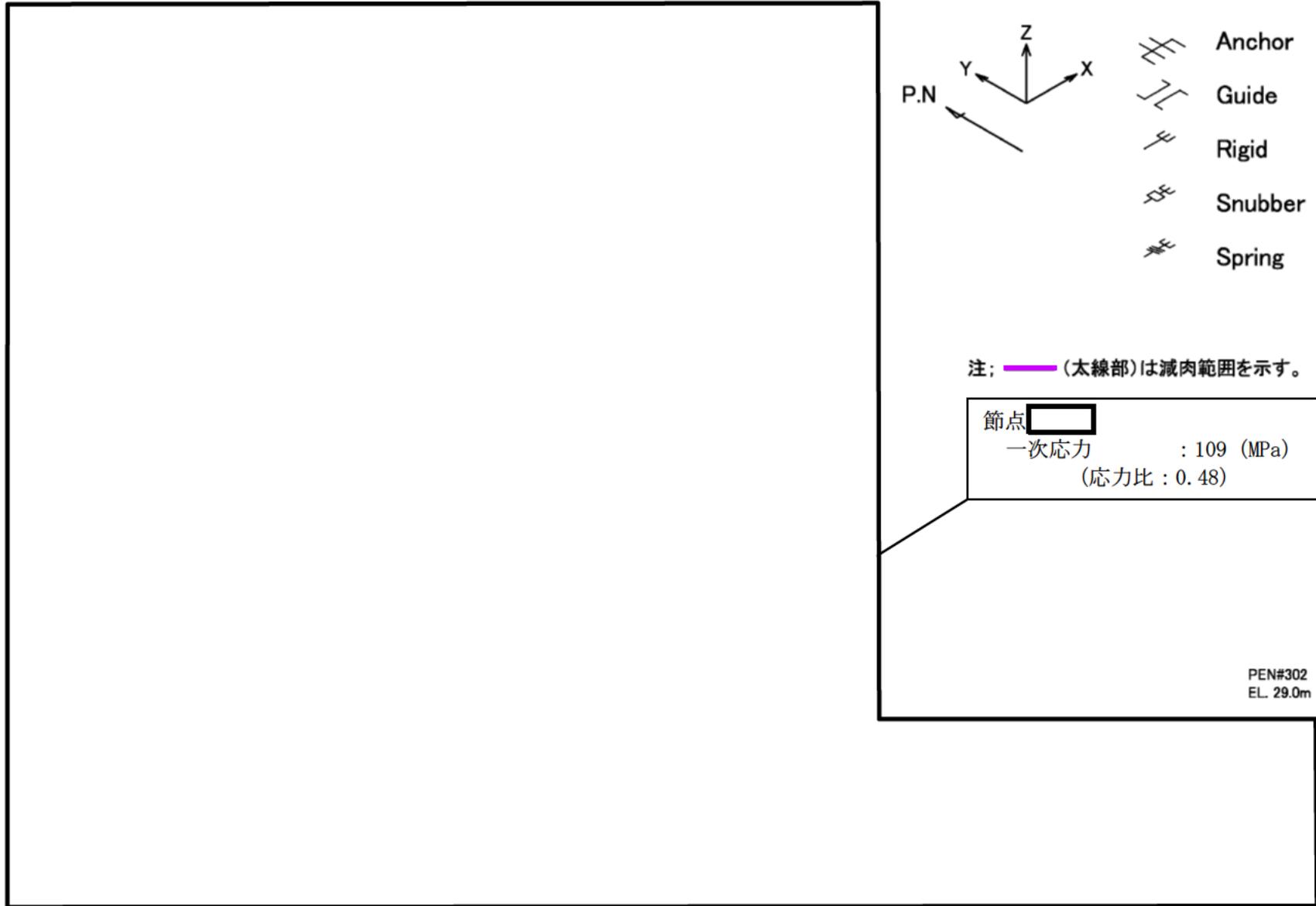
評価対象ラインのうち、高経年化技術評価書に代表で記載した応力比の厳しい箇所を含む範囲の解析モデル図を次頁以降に示す。（補助蒸気系統配管は定ピッチスパン法による評価のため除く）

3. 評価結果

評価結果を添付－ 5 に示す。

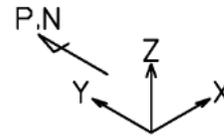


主給水系統配管 A-主給水配管 (CV外) 【Ss地震】



主給水系統配管 A-主給水配管 (CV内) 【S₁地震】

A-蒸気発生器へ
EL. 29.0M, PEN#302

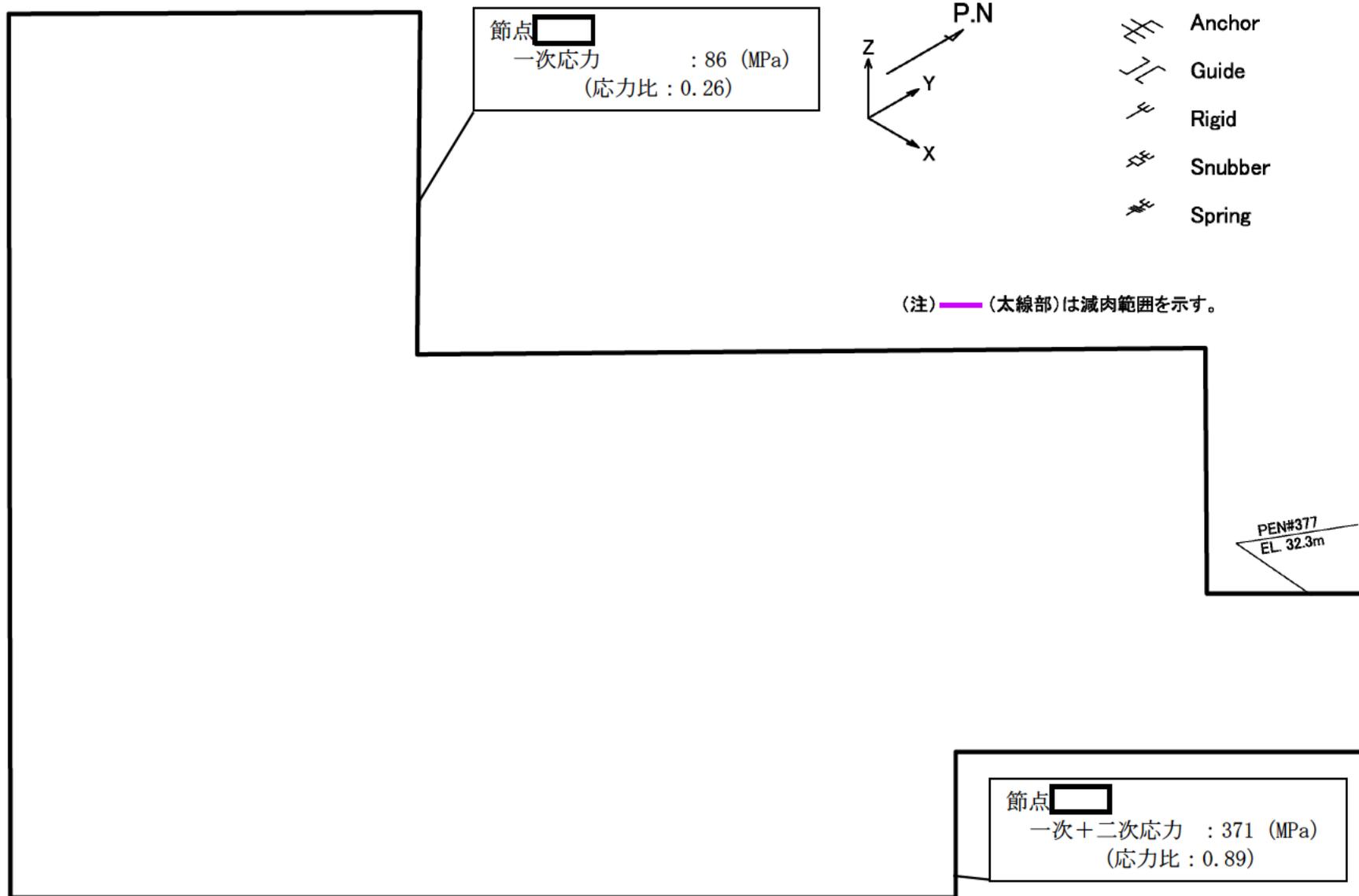


- Anchor
- Guide
- Rigid
- Snubber
- Spring

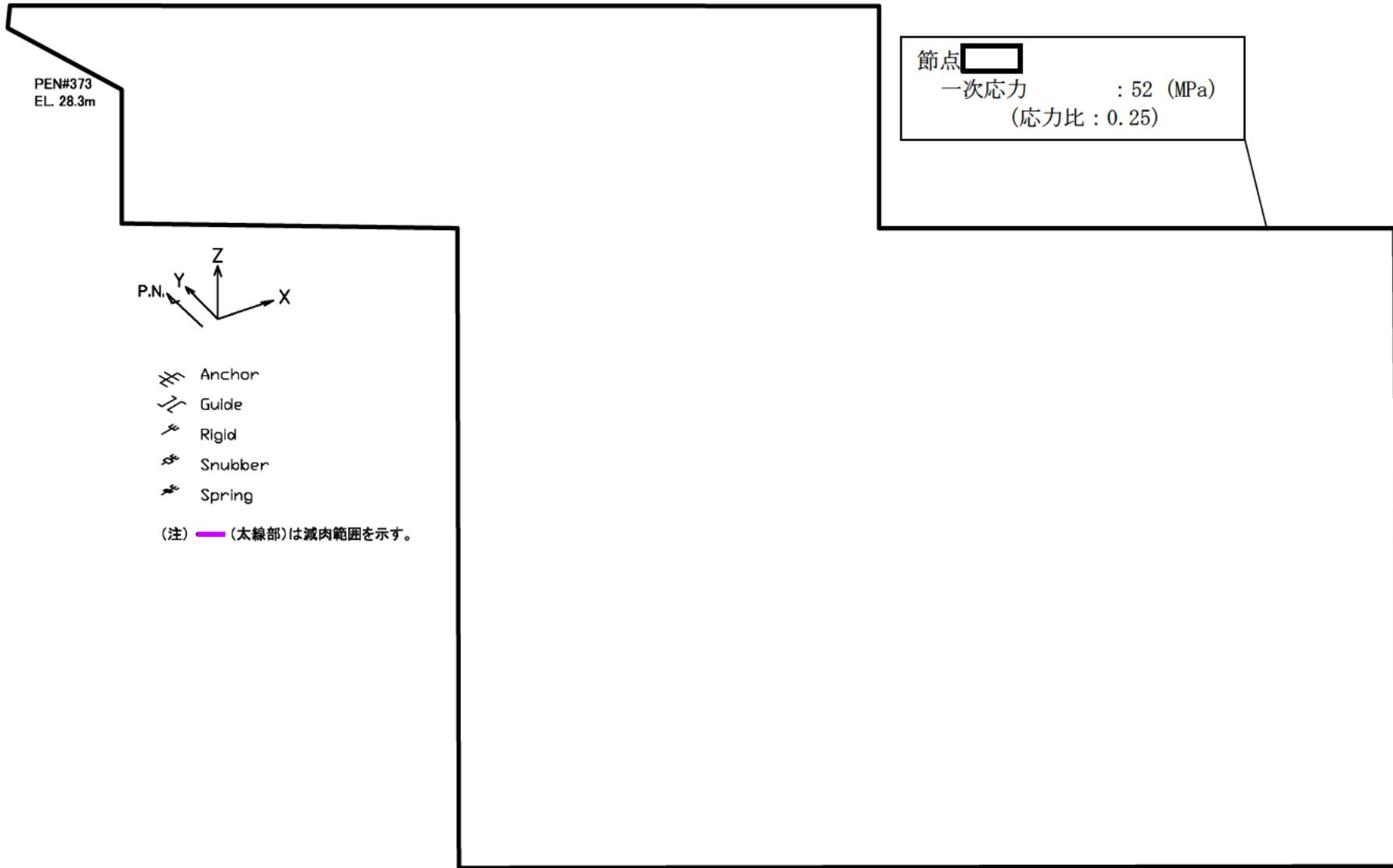
注: (太線部)は減肉範囲を示す。

節点
一次+二次応力 : 145 (MPa)
(応力比 : 0.27)

主給水系統配管 A-主給水配管 (CV外) 【S₁地震】



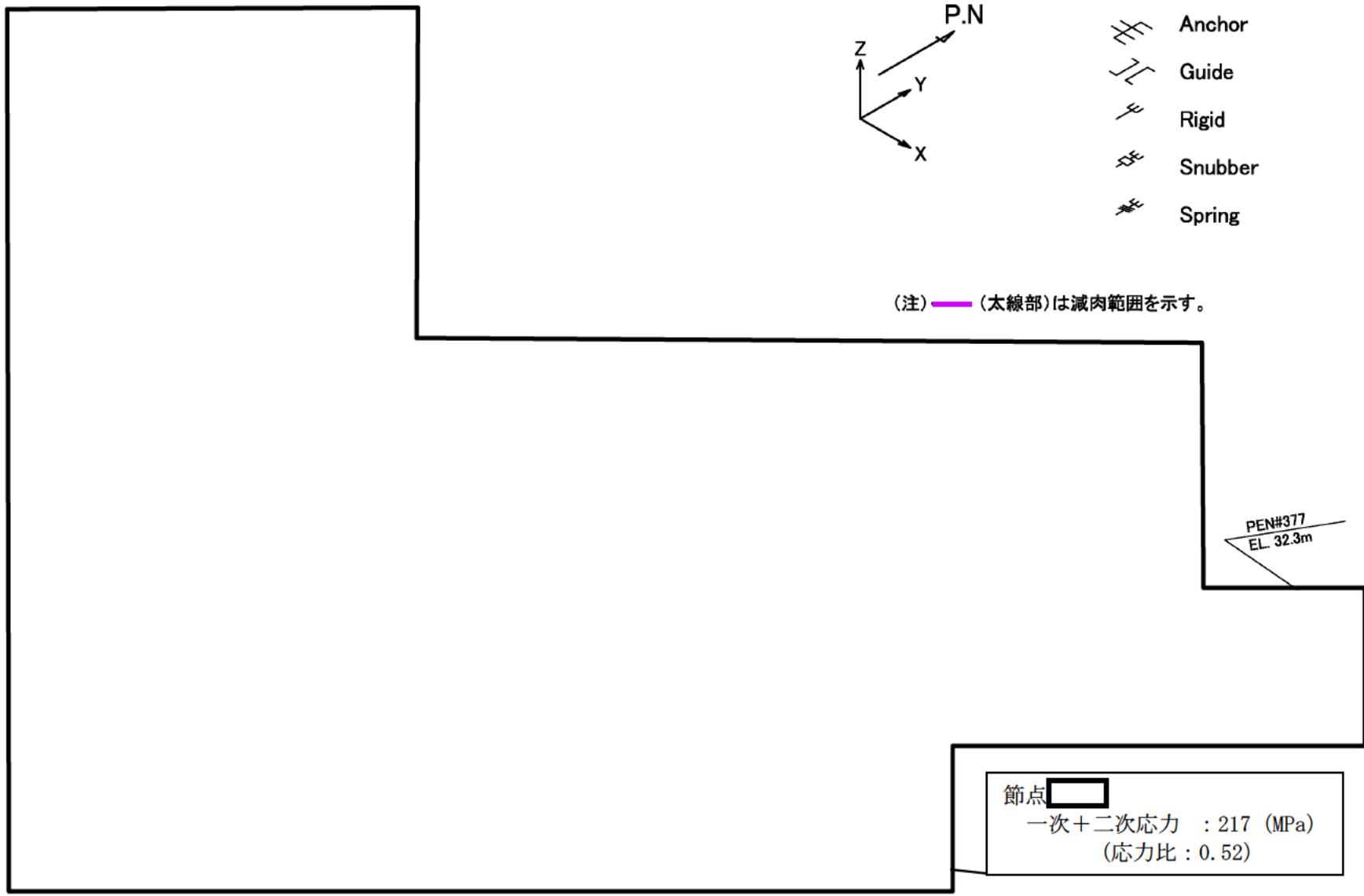
蒸気発生器ブローダウン系統配管 B-SGBD配管 (CV外) 【Ss地震】



蒸気発生器ブローダウン系統配管

A-SGBD配管 (CV外)

【S₁地震】



蒸気発生器ブローダウン系統配管 B-SGBD配管 (CV外) 【S₁地震】

泊2号炉 主蒸気系統配管以外の内面からの腐食（流れ加速型腐食）に対する
耐震安全性評価結果一覧

系統分類	配管名称	耐震 重要度		応力種別	全箇所必要最小肉厚条件モデル		
					はりモデル評価		
					発生応力/ 許容応力※	応力比	評価
主給水系統	A-主給水配管 (CV内)	S	S _s	一次	133/380	0.35	○
				一次+二次	121/456	0.27	○
			S ₁	一次	109/228	0.48	○
				一次+二次	114/456	0.25	○
	B-主給水配管 (CV内)	S	S _s	一次	142/380	0.37	○
				一次+二次	165/456	0.36	○
			S ₁	一次	96/228	0.42	○
				一次+二次	94/456	0.21	○
	A-主給水配管 (CV外)	S	S _s	一次	205/426	0.48	○
				一次+二次	382/540	0.71	○
			S ₁	一次	91/270	0.34	○
				一次+二次	145/540	0.27	○
	B-主給水配管 (CV外)	S	S _s	一次	87/426	0.20	○
				一次+二次	146/540	0.27	○
			S ₁	一次	41/270	0.15	○
				一次+二次	58/540	0.11	○
補助蒸気系統	補助蒸気配管 (1次系)	C	C	133/179	0.74	○	
蒸気発生器 ブローダウン 系統	A-SGBD配管 (CV外) CVBD内	S	S _s	一次	63/329	0.19	○
				一次+二次	261/418	0.62	○
			S ₁	一次	52/209	0.25	○
				一次+二次	145/418	0.35	○
	B-SGBD配管 (CV外) CVBD内	S	S _s	一次	86/329	0.26	○
				一次+二次	371/418	0.89	○
			S ₁	一次	41/209	0.20	○
				一次+二次	217/418	0.52	○

※ 発生応力及び許容応力の単位はMPa

■ 評価書に記載した評価結果