

基礎地盤に係わる検討に伴う建屋傾斜 による機器への影響評価について

平成21年1月22日
東京電力株式会社



東京電力

建屋傾斜による機器への影響について

- 新潟県中越沖地震では地震に伴う地盤変動が生じ、柏崎刈羽原子力発電所敷地内においても最大10cm程度の隆起が認められた。この地盤変動に伴い、機器・配管系の健全性に影響を与えるものではなかったものの、原子炉建屋等重要施設に最大1/4000程度の傾きが生じた。そこで、今後さらなる地震が生じた場合の地盤変動による建屋傾斜を評価し、施設の安全機能が損なわれることがないことを確認する。
- 活断層の変位に伴う基礎地盤の変形による原子炉建屋等の傾斜について評価し、第23回及び第26回合同WGにて御説明を実施。
- この建屋の傾斜量検討結果に対して、第26回合同WGにて建屋内に設置されている機器に対する影響について構造WGで検討するようコメントを頂いた。本コメントを受けて今回御説明を行う。

建屋傾斜についての検討結果 (第23回、第26回合同WG説明事項)

F-B断層モデル

評価位置	#7R/B	#7T/B	C/B
1~2	1/2400	1/5200	1/1500
2~3	1/2100	1/3700	1/2600
3~4	1/2700	1/3900	1/1600
4~1	1/2300	1/2900	1/2400
1~3	1/3700	1/6100	1/2200
2~4	1/2600	1/4300	1/3100

長岡平野西縁断層帯モデル(傾斜角50°)

評価位置	#7R/B	#7T/B	C/B
1~2	1/2400	1/4900	1/1500
2~3	1/2000	1/3300	1/2400
3~4	1/2700	1/3700	1/1600
4~1	1/2200	1/2600	1/2300
1~3	1/3300	1/5100	1/2000
2~4	1/2600	1/4100	1/3000

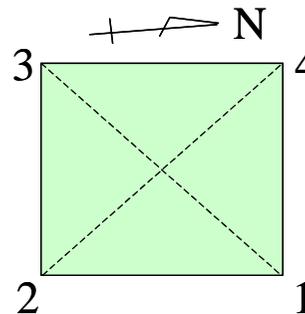
長岡平野西縁断層帯モデル(傾斜角35°)

評価位置	#7R/B	#7T/B	C/B
1~2	1/2400	1/4800	1/1500
2~3	1/2000	1/3300	1/2400
3~4	1/2600	1/3700	1/1600
4~1	1/2200	1/2600	1/2300
1~3	1/3300	1/4900	1/2000
2~4	1/2600	1/4100	1/2900

F-B断層モデル(断層幅24km)

評価位置	#7R/B	#7T/B	C/B
1~2	1/2400	1/5100	1/1500
2~3	1/2100	1/3700	1/2600
3~4	1/2700	1/3800	1/1600
4~1	1/2300	1/2900	1/2400
1~3	1/3700	1/6100	1/2200
2~4	1/2600	1/4200	1/3100

評価位置図



長岡平野西縁断層帯モデル(傾斜角50°,断層幅20km)

評価位置	#7R/B	#7T/B	C/B
1~2	1/2400	1/4800	1/1500
2~3	1/1900	1/3000	1/2200
3~4	1/2600	1/3600	1/1600
4~1	1/2000	1/2400	1/2100
1~3	1/3000	1/4500	1/1900
2~4	1/2400	1/3800	1/2700

新潟県中越沖地震国土地理院拡張モデル

評価位置	#7R/B	#7T/B	C/B
1~2	1/2100	1/3900	1/1400
2~3	1/2000	1/3400	1/2400
3~4	1/2400	1/3200	1/1500
4~1	1/2200	1/2700	1/2300
1~3	1/3600	1/5500	1/2200
2~4	1/2300	1/3400	1/2600

建屋の基礎底面の傾斜は1/1000
~ 1/2000程度である。

建屋傾斜による機器への影響について [構造WG12-1-4, 5頁目]

建屋が傾斜することにより、建屋内に設置されている機器について、どのような影響が生じる可能性があるかについて、評価を行った。

・配管および弁

流路の変化および支持部の荷重条件の変化

・タービン（長尺機器）

軸受けの荷重条件の変化

・制御棒挿入性

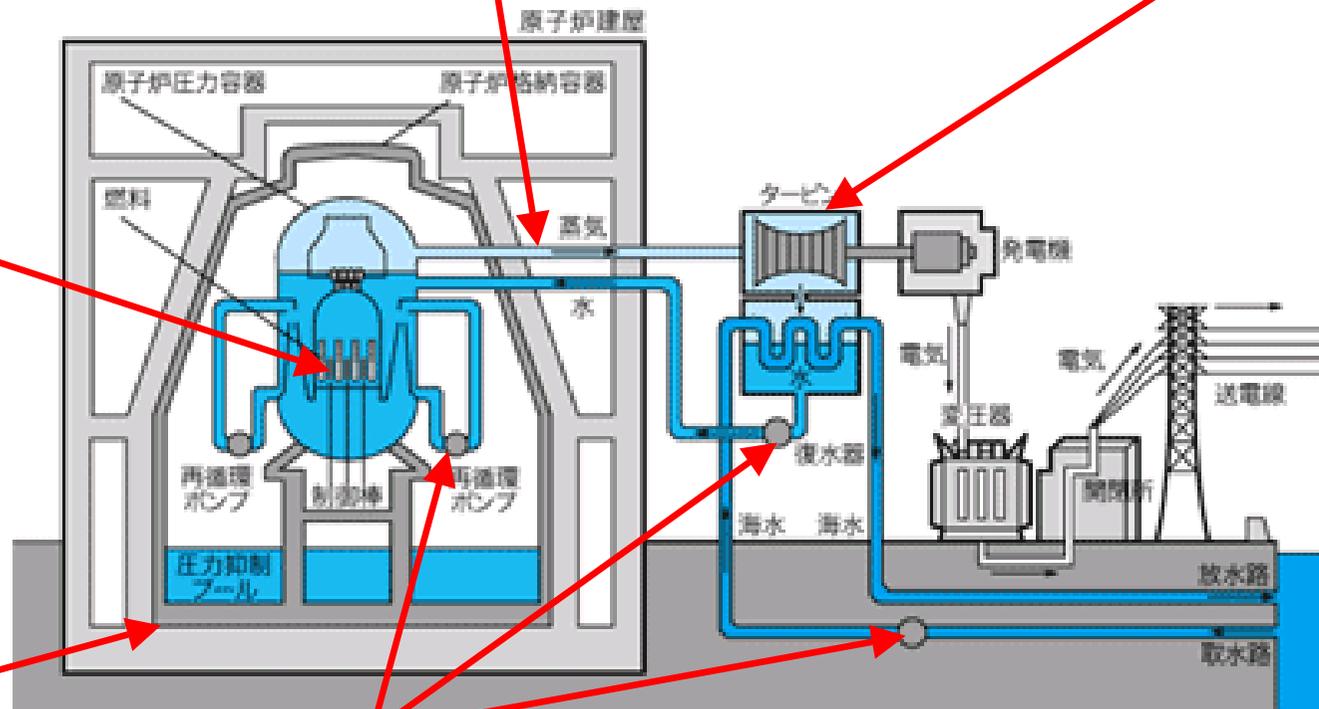
制御棒の挿入経路への影響

・容器基礎

基礎部（支持部）の荷重条件の変化

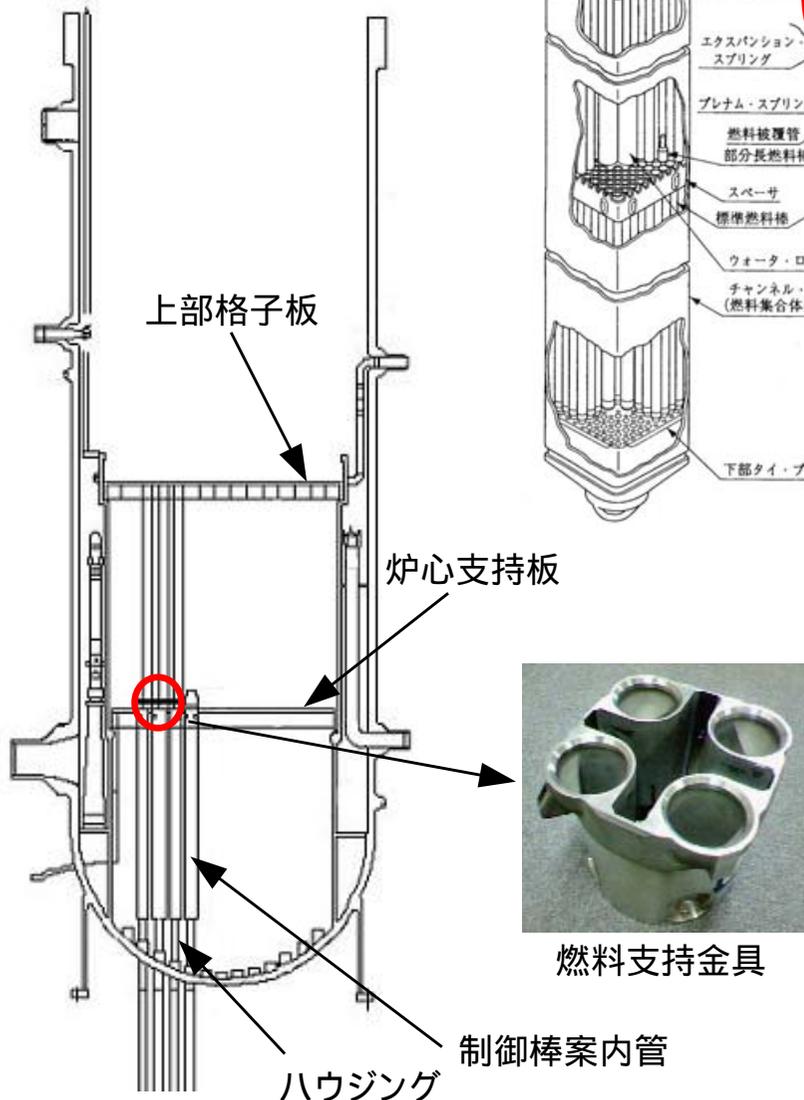
・ポンプ

基礎部（支持部）および軸受けの荷重条件の変化
シール性能の変化



制御棒挿入性（制御棒挿入経路） [構造WG12-1-4, 6頁目]

制御棒が挿入される経路が維持されるかどうかについて評価を行う



チャンネルファスナ(燃料集合体の間隔を維持するための金具)

燃料集合体は、燃料支持金具上に設置されている

燃料支持金具は、制御棒案内管上に設置されている

制御棒案内管と制御棒はハウジングを介して原子炉圧力容器に接続されている

圧力容器に支持される

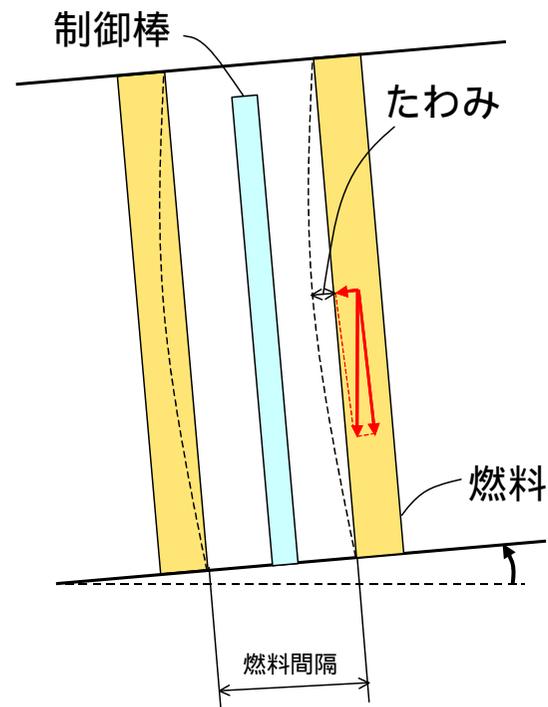
建屋が傾斜した場合でも、燃料集合体と制御棒の傾斜量は同じと評価できる

制御棒の挿入経路は確保される

常時における建屋傾斜の影響 (傾斜 1 / 1000 を仮定)

	傾斜無し	傾斜あり
燃料間隔	14.9mm	14.9mm

建屋傾斜1/1000の時の燃料のたわみ
0.02mm



地震時の燃料集合体の相対変位

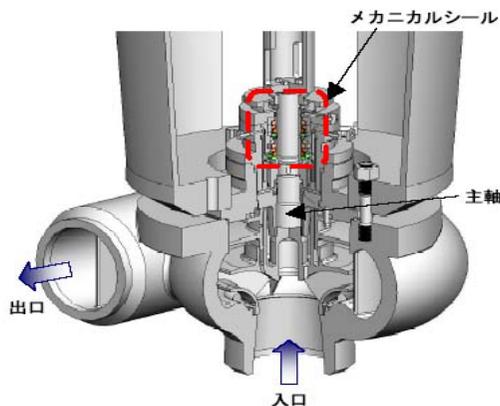
評価対象設備	燃料集合体の相対変位 (mm)		確認済相対変位 (mm)
	基準地震動Ss	(参考) 中越沖地震	
制御棒 (地震時の挿入性)	15.9 <small>* 耐震BCにおける検討結果</small>	7.1 <small>* 前回WG提示</small>	40.0

確認済相対変位：加振時の挿入性試験により，規定時間内に制御棒が挿入されたことが確認された燃料変位

傾斜によって「たわみ」が生じた場合においても、挿入性に問題はないものと評価できる

メカニカルシールが傾斜した場合に、漏えいの発生の可能性について評価する

【PLRポンプの例】

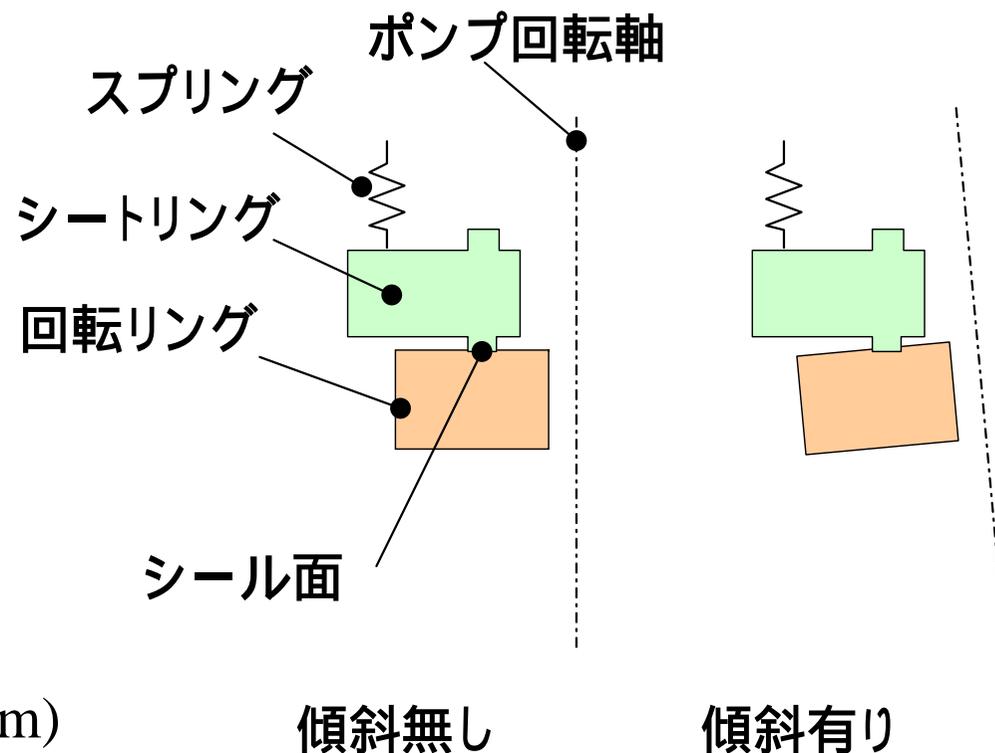


【評価点】メカニカルシール

↓
建屋傾斜によりシール面の開口が発生（リークが生じる）

【評価】スプリング長さの変化量(0.27mm)は通常のスプリング圧縮量(約25mm)に比べ十分小さく、回転リングに対するシートリング追従性は保たれる

《建屋傾斜1/1000を仮定》

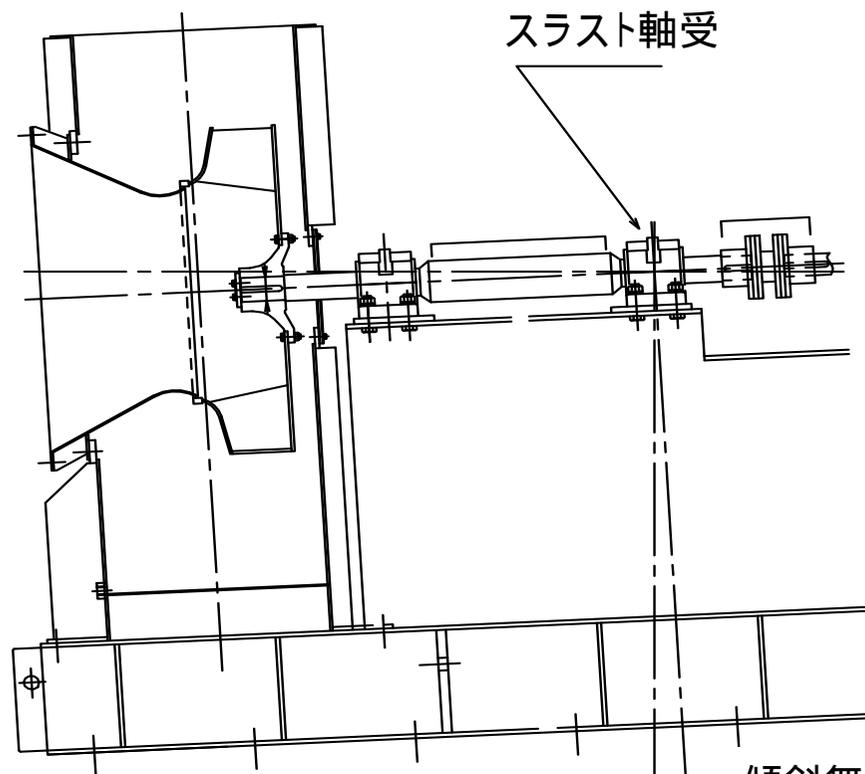


シール性に対して影響はない

回転機器（軸受の荷重影響）

スラスト軸受の荷重の変化量を評価する

【中央制御室送風機の例】



【評価点】
送風機軸受の
スラスト荷重

建屋傾斜により
スラスト軸受
荷重増加

《建屋傾斜1/1000と仮定》

	傾斜 無し	傾斜 有り	許容値
スラスト 軸受荷重	3920N	3928N	6580N

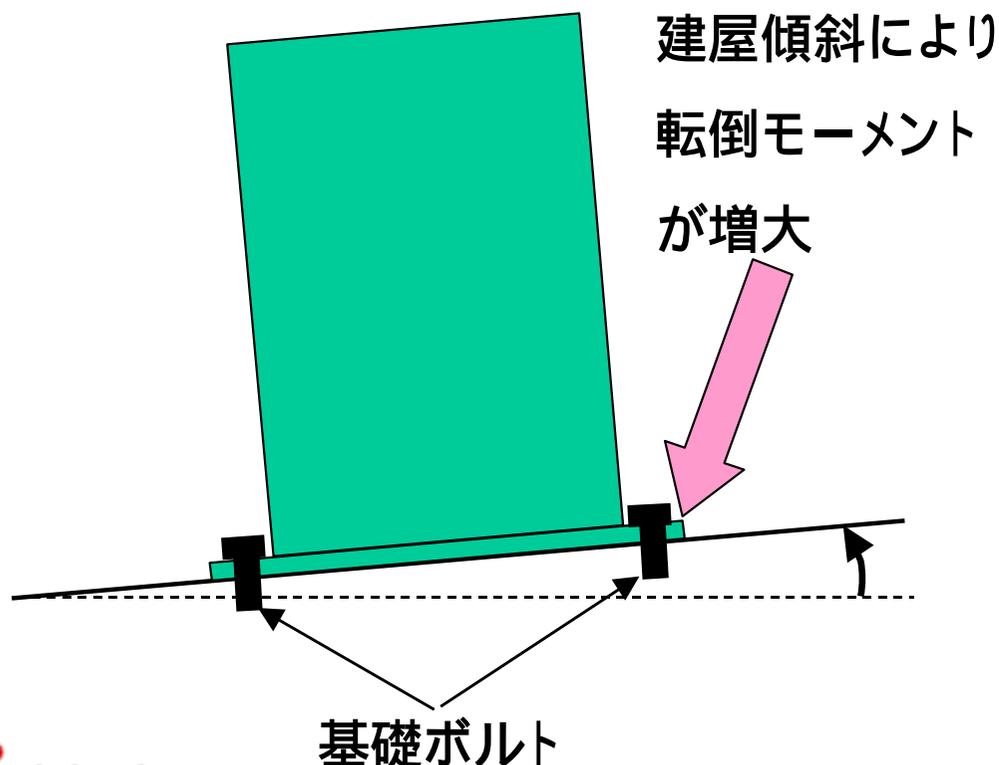
スラスト軸受けの荷重が増加した場合に
おいても、その影響は無視できる程度である

傾斜無し時 3500N
傾斜によるスラスト
荷重増分 8N

タンク基礎部の荷重の変化量を評価する

【評価点】

地震時に基礎ボルトに発生するせん断応力・引張応力



【ほう酸水注入系貯蔵タンクの例】

《建屋傾斜1/1000を仮定》

	傾斜 無し	傾斜 あり	許容値 (kg/mm ²)
せん断 応力	2.6 (2.5549)	2.6 (2.5585)	13.6
引張 応力	2.8 (2.7764)	2.8 (2.7854)	17.7

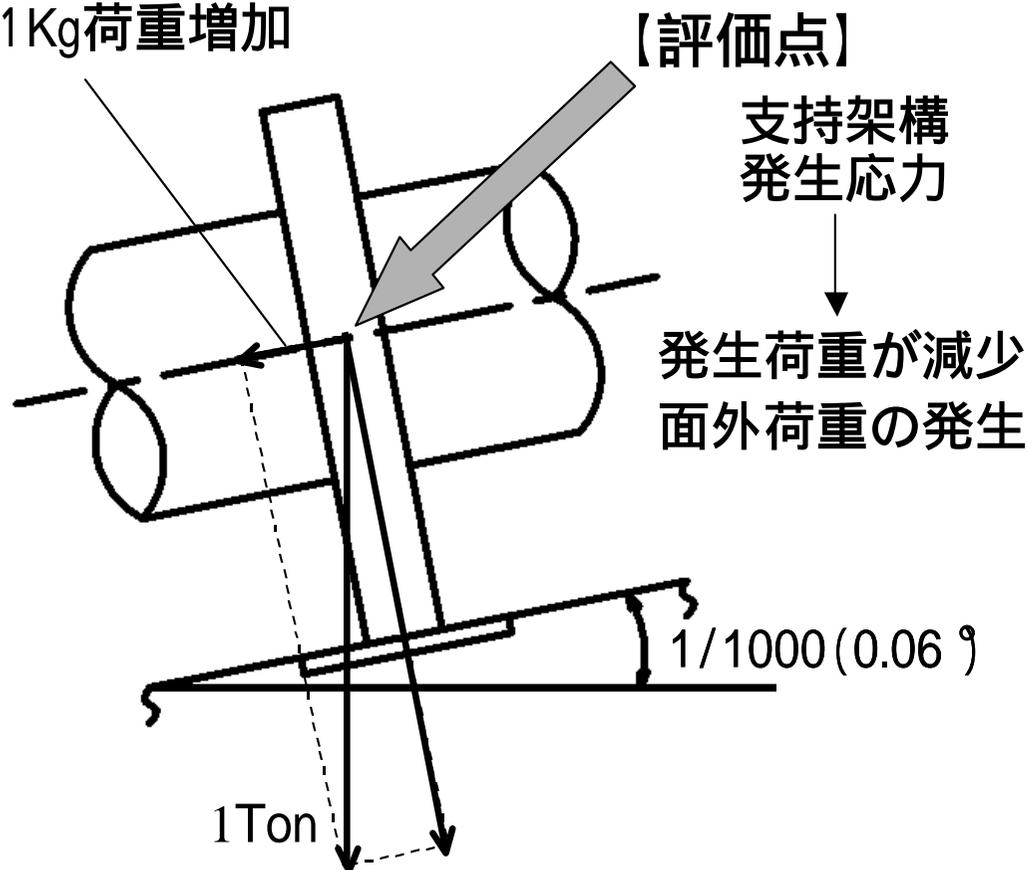
応力の変化量は、許容値に比べて小さく、影響は無視できる

配管・弁は、従来から様々な方向に設置されており、傾斜による流路への影響はない

支持部の荷重の変化量を評価する

【単位荷重 (1 ton) による荷重変化量を評価】
支持装置横方向に

1Kg荷重増加

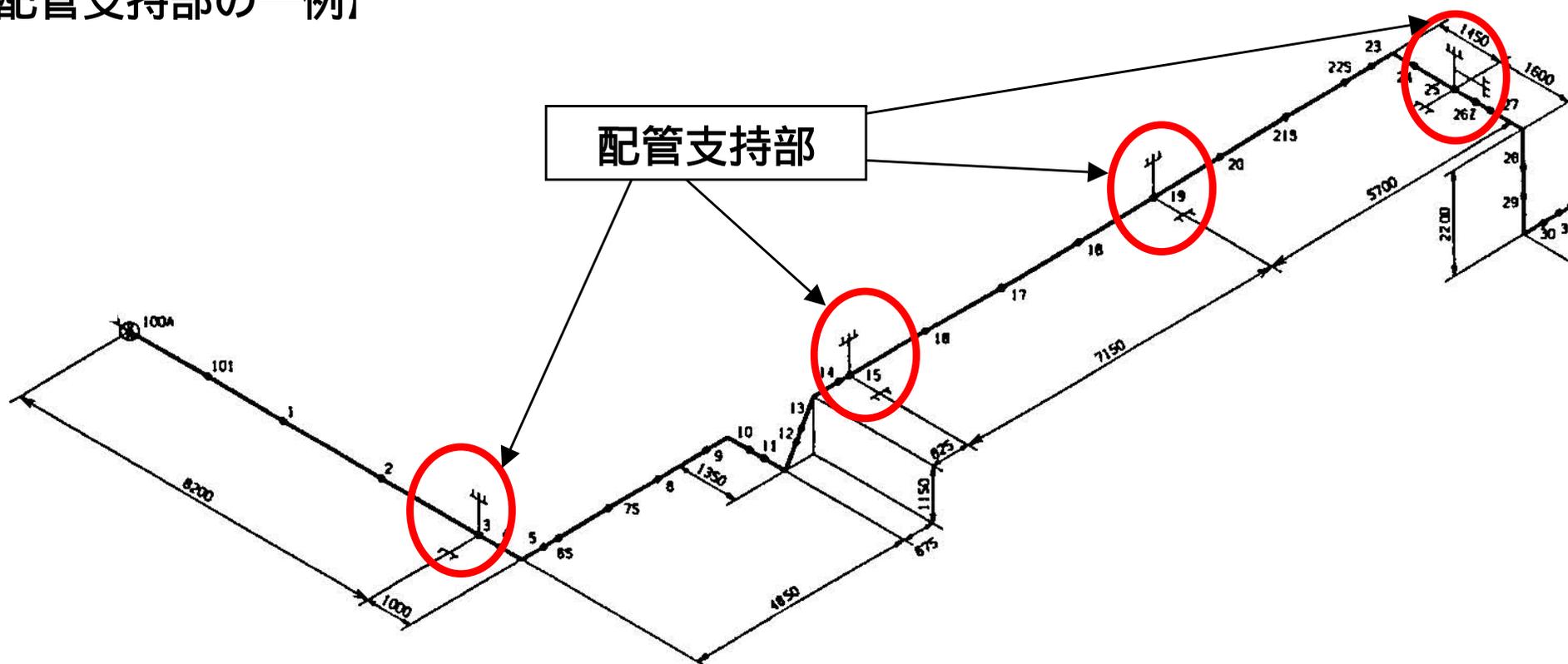


《建屋傾斜1/1000を仮定》

自重荷重が 1Tonの場合	傾斜 無し	傾斜 あり
面外荷重	無し	約1Kg 荷重増加
自重荷重	1Ton	0.55g 荷重減少

サポートの荷重の変化は
無視出来る程小さい

【配管支持部の一例】

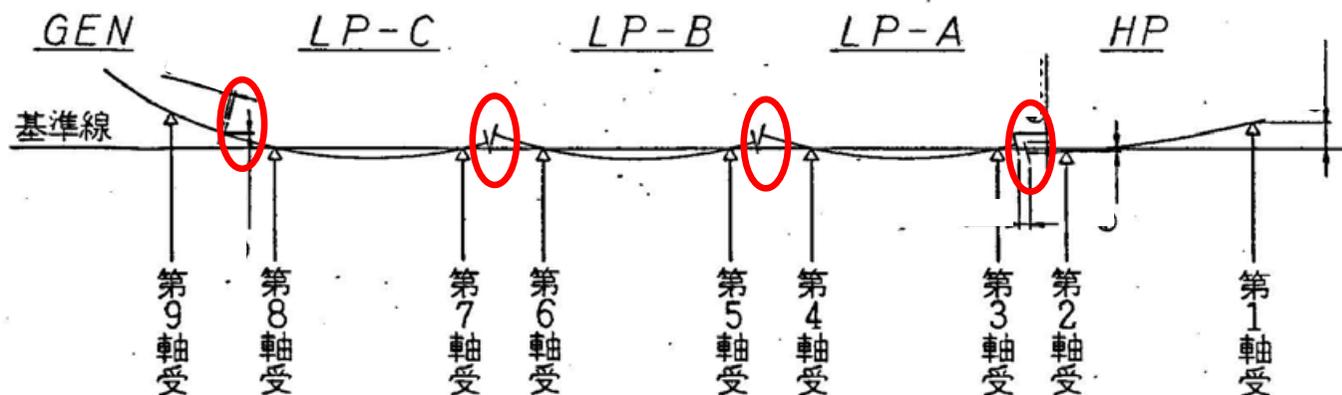


配管は、従来からさまざまな方向に設置されているとともに、発生応力に応じた支持部が設けられている。傾斜による支持部への応力の影響は小さく、無視できる程度である。

タービンのアライメント調整について

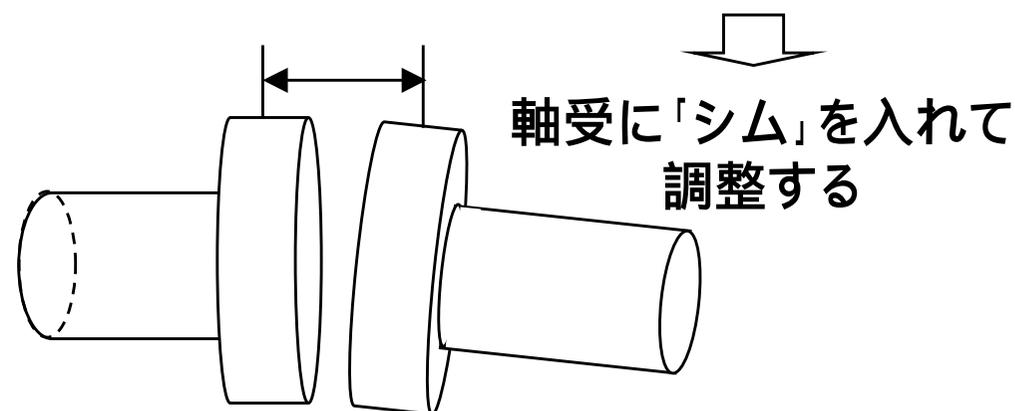
主タービン発電機アライメント（計画値）

○：フランジ面



タービンは、定期事業者検査において各ロータ（高圧タービン・低圧タービン・発電機）フランジ面の開き具合を確認（アライメント調整）することにより、水平度の確認を行っている。

開き具合が変化する



タービンについては、定期事業者検査ごとにアライメント調整を実施しており、機器単体での水平度を確認した上で運転を行っている。

制御盤（電気計装器具への影響）

制御盤内には、制御基板、電源装置、補助リレー、操作スイッチ等の電気計装器具類が、各器具毎に操作性や保守性等を考慮して設置されている。

これらの電気計装器具類は、以下のとおり建屋傾斜によって電氣的機能（演算機能、変換機能等）に影響を及ぼすことはない。

制御基板や電源装置等の静的機器における演算機能や変換機能等は、傾斜の影響を受けない。

補助リレーや操作スイッチ類の可動接点部を有する器具は、従来から様々な方向に設置されており、傾斜の影響を受けない。

建屋傾斜による機器への影響について

・配管および弁

従来から、弁・配管は様々な方向に設置されており傾斜の影響はない。

・制御棒挿入性

制御棒と燃料集合体は同一方向に傾斜するとともに、当該の傾斜量では燃料集合体の相対変位が生じないため、挿入性への影響はない。

・容器基礎

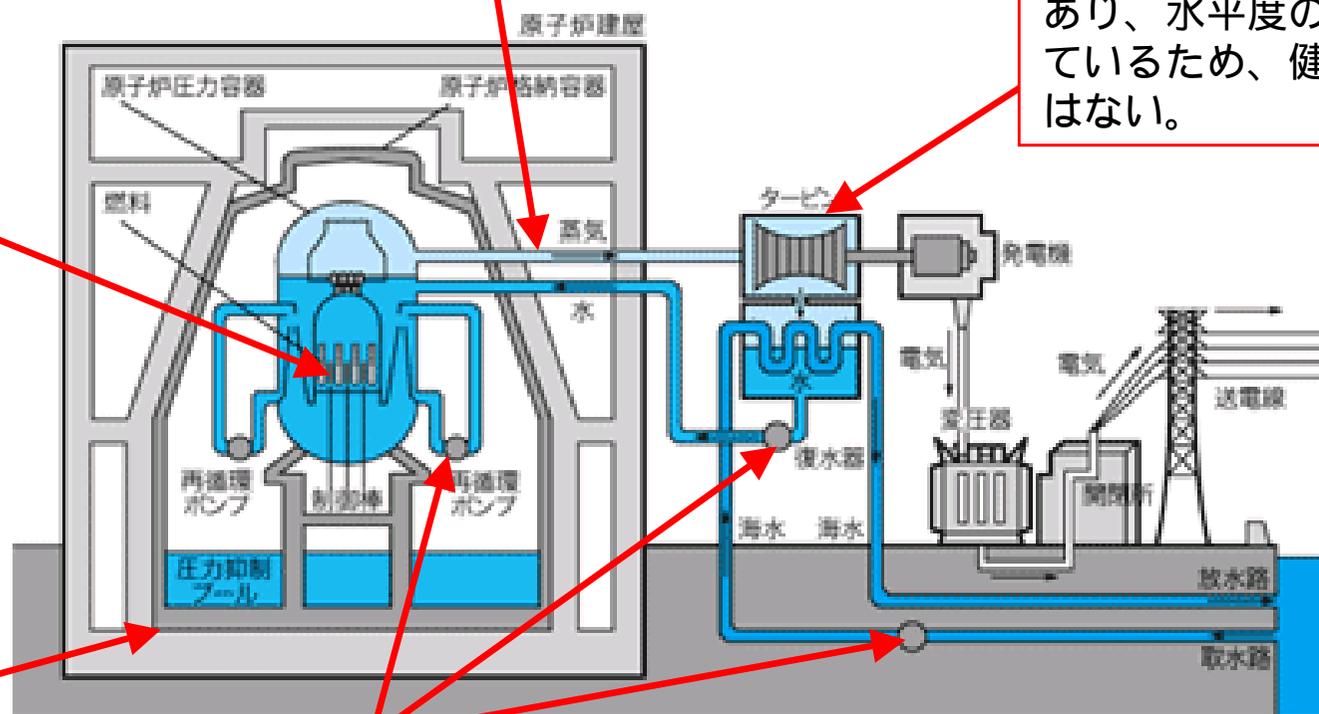
基礎部の荷重の変化は無視できるほど小さい。

・ポンプ

基礎部への影響は無視できるとともに、軸受荷重への影響も無視できる。

・タービン（長尺機器）

アライメント調整が可能であり、水平度の確認を行っているため、健全性に影響はない。



建屋傾斜（1/1000 ~ 1/2000）の範囲では、荷重の変化等は0.1%程度あり、機器・配管系の健全性は確保できる