

高浜発電所
蒸気発生器取替えに係る設置許可基準規則の適合性について

【第三条】

2023年12月4日
関西電力株式会社

- 蒸気発生器取替えに伴う原子炉建屋重量の増加を踏まえた基礎地盤の安定性評価結果について

既許可 添付書類六

3. 地盤 3.6 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価 3.6.1 基礎地盤の安定性評価

(3) 解析結果

a. 支持力に対する安全性

3・4号炉原子炉建屋、原子炉補助建屋及び緊急時対策所の基礎底面における地震時最大接地圧により評価を実施した。原子炉建屋の基礎底面における地震時最大接地圧は、**3号炉が $3.4\text{N}/\text{mm}^2$ 、4号炉が $4.2\text{N}/\text{mm}^2$** である。原子炉補助建屋の基礎底面における地震時最大接地圧は $4.0\text{N}/\text{mm}^2$ である。また、緊急時対策所の基礎底面部における地震時最大接地圧は $1.9\text{N}/\text{mm}^2$ である。基礎底面の支持力に対する解析結果を第3.6.2表～第3.6.6表に示す。

原子炉建屋、原子炉補助建屋及び緊急時対策所の基礎地盤の大部分は、堅硬、ち密な〔CH〕級以上の岩盤で構成されている。岩盤の支持力試験結果から、〔CH〕級の極限支持力は $20.8\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であると評価できるので、基礎地盤は十分な支持力を有している。

b. すべりに対する安全性

すべり安全率は、想定すべり面上の応力状態をもとに、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面上のせん断力の和で除して求めた。想定すべり面は建屋底面を通るすべり面、破砕帯沿いすべり面、及び局所安全係数やモビライズド面の向きを考慮したすべり面について検討した。

3・4号炉原子炉建屋基礎地盤の**最小すべり安全率は5.3**であり、**すべり安全率の評価基準値1.5**を上回っている。緊急時対策所基礎地盤の最小すべり安全率は5.9であり、評価基準値1.5を上回っている。

c. 基礎底面の傾斜に対する安全性

基礎底面の傾斜は、基礎底面両端の鉛直方向の相対変位を基礎底面幅で除して求めた。

地震時における原子炉建屋基礎底面の**最大傾斜は3号炉側で $1/21,000$ 、4号炉側で $1/22,600$** である。原子炉補助建屋基礎底面の傾斜は $1/14,000$ である。また、緊急時対策所基礎底面の最大傾斜は $1/29,600$ である。基礎底面両端の鉛直方向の最大相対変位・最大傾斜を第3.6.12表～第3.6.16表に示す。基礎底面に生じる傾斜は、**評価基準値の目安である $1/2,000$** を下回っていることから、重要な機器・システムの安全機能に支障を与えるものではない。

蒸気発生器取替えに伴う条件変化

- 原子炉建屋内の蒸気発生器取替えに伴い、蒸気発生器の重量が約77トン増加する。
- 原子炉建屋の総重量は約20.5万トンであり、蒸気発生器取替えに伴う重量増分比率は約0.04%である。

重量増加を考慮した基礎地盤の安定性評価

- 原子炉建屋重量の増加を考慮した基礎地盤の安定性評価を実施した。
- 原子炉建屋基礎地盤の安定性評価については、蒸気発生器取替えに伴う原子炉建屋重量増加が極僅かであること、及び既許可の評価値が十分な裕度※を有することを踏まえれば、その影響はほぼ無いものと考えられるが、念のため、既許可の評価値を基に、各評価項目において、保守的に重量増比率分のすべてが評価項目の値に加算されるものと仮定した評価を以下のとおり実施した。

※支持力については、極限支持力20.8N/mm²に対して、地震時最大接地圧は4.2N/mm²（4号炉）
 すべりについては、すべり安全率の評価基準値1.5に対して、最小すべり安全率は5.3
 傾斜については、評価基準値の目安である1/2,000に対して、最大傾斜は1/21,000（3号炉）

基礎地盤の安定性評価式

$$\text{接地圧} = \text{最大接地圧} \quad \text{すべり安全率} = \frac{\text{抵抗力}}{\text{滑動力}} \quad \text{傾斜} = \frac{\text{相対変位}}{\text{基礎底面幅}}$$

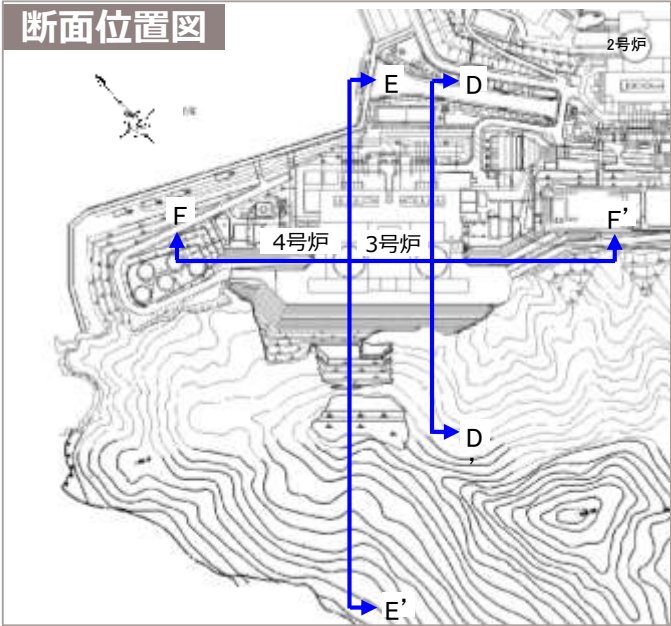
重量増加を考慮した基礎地盤の安定性評価

接地圧	=	最大接地圧	×重量増分比率 (100.04%)	<<極限支持力
すべり安全率	=	$\frac{\text{抵抗力}}{\text{滑動力}}$	×重量増分比率 (100.04%)	>> 1.5
傾斜	=	$\frac{\text{相対変位}}{\text{基礎底面幅}}$	×重量増分比率 (100.04%)	<<1/2,000

重量増加を考慮した基礎地盤の安定性評価

	断面		地震時接地圧 (N/mm ²)
			既許可
接地圧	D-D'断面	3号炉原子炉建屋	3.39
		4号炉原子炉建屋	4.18
	F-F'断面	3号炉原子炉建屋	2.13
		4号炉原子炉建屋	2.07

地震時接地圧 (N/mm ²)
SGR後
3.391
4.182
2.131
2.071



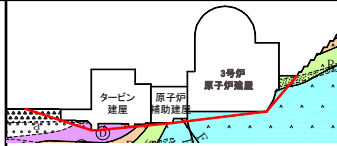
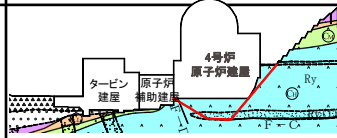
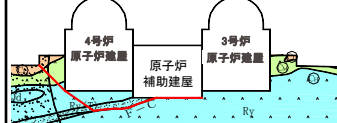
結果

	断面		地震時接地圧 (N/mm ²)
			既許可
接地圧	D-D'断面	3号炉原子炉建屋	3.4
		4号炉原子炉建屋	4.2
	F-F'断面	3号炉原子炉建屋	2.2
		4号炉原子炉建屋	2.1

地震時接地圧 (N/mm ²)
SGR後
3.4
4.2
2.2
2.1

■ 原子炉建屋重量の増加を考慮した場合においても、**接地圧は極限支持力である20.8N/mm²を十分に下回ることを確認した。**

重量増加を考慮した基礎地盤の安定性評価

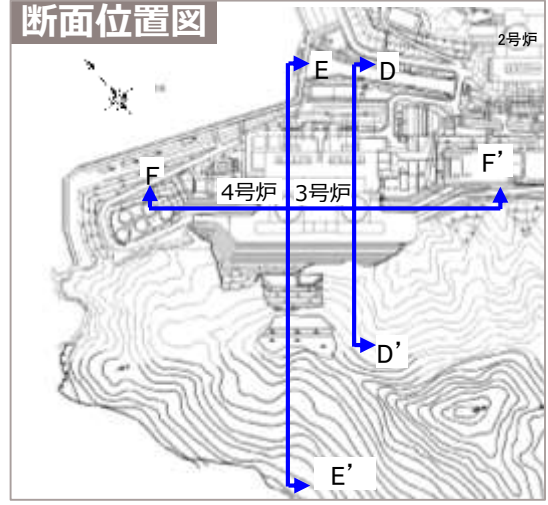
	断面	すべり線図	既許可		
			滑動力 (tf)	抵抗力 (tf)	すべり安全率
すべり	D-D' 断面 3号炉 原子炉建屋		4,242	36,569	8.62
	E-E' 断面 4号炉 原子炉建屋		1,719	10,990	6.39
	F-F' 断面		4,890	26,206	5.35



SGR後		
滑動力 (tf)	抵抗力 (tf)	すべり安全率
4,244	36,569	8.61
1,720	10,990	6.39
4,892	26,206	5.35

結果

	断面		既許可	SGR後
	すべり	D-D'断面	3号炉原子炉建屋	8.6
E-E'断面		4号炉原子炉建屋	6.3	6.3
F-F'断面		5.3	5.3	



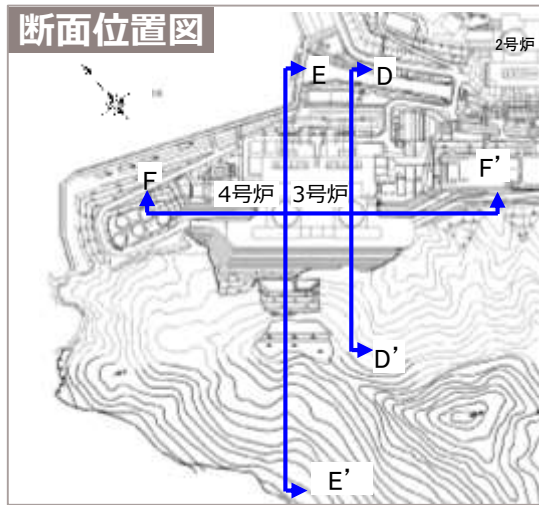
■ 原子炉建屋重量の増加を考慮した場合においても、すべり安全率は評価基準値である1.5を十分に上回ることを確認した。

重量増加を考慮した基礎地盤の安定性評価

	断面		既許可		SGR後	
			相対変位 (cm)	傾斜	相対変位 (cm)	傾斜
傾斜	D-D' 断面	3号炉 原子炉建屋	0.29	1/21,021	0.2901	1/21,012
		4号炉 原子炉建屋	0.27	1/22,578	0.2701	1/22,569
	F-F' 断面	3号炉原子炉建屋	0.12	1/48,333	0.1200	1/48,314
		4号炉原子炉建屋	0.12	1/48,333	0.1200	1/48,314

結果

	断面		既許可	SGR後
	傾斜	D-D'断面	3号炉原子炉建屋	1/21,000
E-E'断面		4号炉原子炉建屋	1/22,600	1/22,600
F-F'断面		3号炉原子炉建屋	1/48,300	1/48,300
		4号炉原子炉建屋	1/48,300	1/48,300



■ 原子炉建屋重量の増加を考慮した場合においても、傾斜は評価基準値の目安である1/2,000を十分に下回ることを確認した。

○設置許可基準規則第三条と適合のための設計方針

第三条 設計基準対象施設の地盤

- 1 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力（設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの（以下「耐震重要施設」という。）及び兼用キャスクにあっては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。）が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。ただし、兼用キャスクにあっては、地盤により十分に支持されなくてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。
- 2 耐震重要施設及び兼用キャスクは、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。
- 3 耐震重要施設及び兼用キャスクは、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。ただし、兼用キャスクにあっては、地盤に変位が生じてもその安全機能が損なわれない方法により設けることができるときは、この限りでない。

○蒸気発生器取替えに係る第三条（設計基準対象施設の地盤）の適合性は以下の通り。

条文	既許可の設計方針	本申請における設計方針（条文適合性の説明）	関係性
第三条	1項 耐震重要施設については、基準地震動による地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。 また、上記に加え、基準地震動による地震力が作用することによって弱面上のずれが発生しないことを含め、基準地震動による地震力に対する支持性能を有する地盤に設置する。 耐震重要施設以外の設計基準対象施設については、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。	本条文は設計基準対象施設全般に適用されるものであり、本申請において取替えを行う蒸気発生器にも適用される。ただし、原子炉格納容器内に設置される既設の蒸気発生器を含む耐震重要度分類Sクラス設備は、既許可の設計方針において、耐震重要度分類Sクラスに適用する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤※に設置する原子炉格納容器内に設置する設計としている。本申請において取替える蒸気発生器についても同様に既存の原子炉格納容器内に設置することから、既許可の設計方針にて申請対象設備の基準適合性が確認できる。	○
	2項 耐震重要施設は、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み並びに地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により、その安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設置する。		
	3項 耐震重要施設は、将来活動する可能性のある断層等の露頭がない地盤に設置する。		

※ 1項については、原子炉建屋の重量の増加が極僅かであること、及び既許可の評価値が十分な裕度を有することを踏まえ、既許可の評価値を基に重量増比率分を考慮する方法により、評価基準値を満足することを確認している。

- : 本申請の適用条文のうち、今回の申請の中で適合性を説明する必要がある条文（既許可の設計方針を取替・新設する設備に対して新たに適用するもの）
- : 本申請の適用条文のうち、既許可の設計方針にて申請対象設備の適合性を確認できる条文
- × : 本申請と関係性のない適用外の条文