

高浜発電所 1 号炉、2 号炉、3 号炉及び 4 号炉

蒸気発生器取替え、蒸気発生器保管庫設置及び  
保修点検建屋設置に係る設置許可基準規則の関  
係性について

2023年11月

関西電力株式会社

緑字は前回からの変更箇所を示す。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することは出来ません。
---------------------------------

## 参考資料目次

- 参考資料 1 設置許可基準規則第 3 条（設計基準対象施設の地盤）への適合性について
- 参考資料 2 設置許可基準規則第 4 条（地震による損傷の防止）への適合性について
- 参考資料 3 設置許可基準規則第 5 条（津波による損傷の防止）への適合性について
- 参考資料 4 設置許可基準規則第 7 条（発電用原子炉施設への人の不法な侵入等の防止）への適合性について
- 参考資料 5 設置許可基準規則第 8 条（火災による損傷の防止）への適合性について
- 参考資料 6 設置許可基準規則第 9 条（溢水による損傷の防止等）への適合性について
- 参考資料 7 設置許可基準規則第 10 条（誤操作の防止）への適合性について
- 参考資料 8 設置許可基準規則第 11 条（安全避難通路等）への適合性について
- 参考資料 9 設置許可基準規則第 12 条（安全施設）への適合性について
- 参考資料 10 設置許可基準規則第 15 条（炉心等）への適合性について
- 参考資料 11 設置許可基準規則第 21 条（残留熱を除去することができる設備）への適合性について
- 参考資料 12 設置許可基準規則第 22 条（最終ヒートシンクへ熱を輸送することができる設備）への適合性について
- 参考資料 13 設置許可基準規則第 23 条（計測制御系統施設）への適合性について
- 参考資料 14 設置許可基準規則第 25 条（反応度制御系統及び原子炉停止系統）への適合性について
- 参考資料 15 設置許可基準規則第 35 条（通信連絡設備）への適合性について
- 参考資料 16 設置許可基準規則第 38 条（重大事故等対処施設の地盤）への適合性について
- 参考資料 17 設置許可基準規則第 39 条（地震による損傷の防止）への適合性について
- 参考資料 18 設置許可基準規則第 40 条（津波による損傷の防止）への適合性について
- 参考資料 19 設置許可基準規則第 41 条（火災による損傷の防止）への適合

性について

参考資料 2 0 設置許可基準規則第 5 8 条（計装設備）への適合性について

「本申請の適用条文であるが、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もの」に関する適合性について

1. 3条 設計基準対象施設の地盤に係る既許可の設置許可申請書の記載

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>本文</p> <p>五、発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備</p> <p>イ、発電用原子炉施設の位置</p> <p>発電用原子炉施設の位置の記述を以下のとおり変更する。</p> <p>3号炉及び4号炉</p> <p>(1)敷地の面積及び形状</p> <p style="text-align: center;">〈中略〉</p> <p>地震の発生によって生じ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施設（以下「耐震重要施設」という。）は、その供用中に大きな影響を及ぼすおそれがある地震動（以下「基準地震動」という。）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。</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>（補足） 蒸気発生器の取替えに伴い原子炉施設が設置された地盤に変更はないことから、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され</p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p><u>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。</u></p> <p>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。</p> <p><u>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。</u></p> <p><u>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。</u></p> <p>耐震重要施設については、基準地震動による地震力によって生じるおそれがある周辺の斜面の崩壊に対して、その安全機能が損なわれるおそれがない場所に設置する。</p> <p style="text-align: center;">〈中略〉</p>	<p><u>た点に変更はない。</u></p> <p><u>同様に、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された点に変更はない。</u></p> <p>（補足）</p> <p><u>蒸気発生器の取替えに伴い原子炉施設が設置された地盤に変更はないことから、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される点に変更はない。</u></p> <p><u>同様に、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される点に変更はない。</u></p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>添付書類六</p> <p>3. 地盤</p> <p>3.5 原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造及び地盤</p> <p>3.5.2 調査結果</p> <p>(2) 地質構造</p> <p>原子炉設置位置には、3, 4号炉試掘坑調査で認められた4条の音海流紋岩中の断層（F-A、F-B、F-C、F-D）がある。</p> <p style="text-align: center;">〈中略〉</p> <p>以上より、音海流紋岩中の4条の断層のうち、F-B及びF-Dについては規模の小さい破砕帯であること、F-AとF-Cについては現在の応力場と運動センスが整合しないこと、高温又は地下深部で晶出した粘土鉱物が破砕されていないことから、<u>これらの4条の断層は将来活動する可能性のある断層等ではないと評価する。</u></p> <p style="text-align: center;">〈中略〉</p> <p>3.6 地質・地質構造及び地盤の調査結果の評価</p> <p>3.6.1 基礎地盤の安定性評価</p> <p>3.6.1.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価</p> <p>(1) 解析条件</p>	<p>(補足)</p> <p><u>蒸気発生器の取替えに伴い原子炉施設が設置された地盤に変更はないことから、原子炉施設設置位置付近で認められた断層が将来活動する可能性のある断層等ではないと評価した点に変更はない。</u></p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p style="text-align: center;">〈中略〉</p> <p>b. 解析モデル及び境界条件</p> <p>ボーリング調査、試掘坑調査等の結果に基づいて作成した地質断面図を工学的見地にたって検討を行い、第 3.6.2 図～第 3.6.6 図に示す解析用要素分割図を作成した。</p> <p><u>原子炉建屋、原子炉補助建屋及びタービン建屋の解析用モデルは、質点系モデルを基に振動特性を一致させるように有限要素モデルを作成した。</u></p> <p>静的解析における境界条件は、モデル下端を固定境界、側方を鉛直ローラ境界とした。また、動的解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とした。境界条件を第 3.6.7 図に示す</p> <p style="text-align: center;">〈中略〉</p> <p>(2) 解析内容</p> <p>基準地震動 <math>S_s</math> に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法により行った。地震応答解析は周波数応答解析手法を用い、等価線形化法によりせん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を必要に応じて考慮した。</p> <p>地震時の応力は、静的解析による常時応力と、地震応答解析による動的応力を重ね合わせるにより求めた。常時応力は地盤の自重計算により</p>	<p style="text-align: center;">(補足)</p> <p><u>解析モデルにおいては原子炉建屋全体をモデル化しており、蒸気発生器の取替えに伴い有限要素モデルに変更はない。</u></p> <p style="text-align: center;">(補足)</p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>求まる初期応力、<u>建物基礎掘削に伴う解放力及び建屋・埋戻土の荷重を考慮し、動的応力は水平地震動及び鉛直地震動による応答の同時性を考慮して求めた。</u></p> <p>これらの手法により、基礎地盤の支持力、すべり及び基礎底面の傾斜に対する安全性を検討した。</p> <p>(3) 解析結果</p> <p>a. 支持力に対する安全性</p> <p>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。</p> <p><u>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3.4N/mm<sup>2</sup>、4号炉が4.2N/mm<sup>2</sup>である。</u>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4.0N/mm<sup>2</sup>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1.9N/mm<sup>2</sup>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。</p> <p>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〔C<sub>H</sub>〕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、〔C<sub>H</sub>〕級の極限支持力は20.8N/mm<sup>2</sup>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。</p> <p>以上のことから、基礎地盤は十分な支持力を有している。</p>	<p><u>蒸気発生器の取替えに伴い建屋重量は増加するものの、増加する重量は建屋全体の重量の約0.1%以下である。</u></p> <p>(補足)</p> <p><u>蒸気発生器の取替えに伴い建屋重量は増加するものの、増加する重量は建屋全体の重量の約0.1%以下であり、地震時接地圧に与える影響は無視できるほど小さい。</u></p>



既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p>b. すべりに対する安全性</p> <p>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。</p> <p><u>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。</u></p> <p>また、地盤物性のばらつきを考慮し、地盤物性のうちせん断強度について「<math>\text{平均値} - 1.0 \times \text{標準偏差} (\sigma)</math>」とした場合の安定解析結果についても、最小すべり安全率は評価基準値1.5を上回っている。すべり安全率一覧表を第3.6.7表～第3.6.11表に示す。</p> <p>以上のことから、基礎地盤はすべりに対して十分な安全性を有している。</p> <p>c. 基礎底面の傾斜に対する安全性</p> <p>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。<u>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 <math>1/21,000</math>、4号炉側で</u></p>	<p>(補足)</p> <p><u>蒸気発生器の取替えに伴い建屋重量は増加するものの、増加する重量は建屋全体の重量の約0.1%以下であり、すべり安全率に与える影響は無視できるほど小さい。</u></p> <p>(補足)</p> <p><u>蒸気発生器の取替えに伴い建屋重量は増加するものの、増加する重量は建屋全体の重量の約</u></p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p data-bbox="427 284 1267 608"> <u>1/22,600</u> である。<u>原子炉補助建屋基礎底面の傾斜は 1/14,000</u> である。また、緊急時対策所基礎底面の最大傾斜は <u>1/29,600</u> 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 <u>1/2,000</u> を下回っていることから、重要な機器・系統の安全機能に支障を与えるものではない。</p> <p data-bbox="427 624 1267 703">           以上のことから、基礎地盤は傾斜に対して十分な安全性を有している。</p> <p data-bbox="712 767 792 799" style="text-align: center;">〈中略〉</p> <p data-bbox="271 868 878 900">3.6.1.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価</p> <p data-bbox="349 916 1267 1139">           耐震重要施設（放水口側防潮堤を除く。）及び常設重大事故等対処施設については、<u>岩盤に支持されていることから、揺すり込み沈下や液状化による不等沈下の影響を受けるおそれはない。</u>また、放水口側防潮堤については、周辺地盤の液状化を考慮した設計としており、不等沈下の影響を受けるおそれはない。</p> <p data-bbox="271 1203 907 1235">3.6.1.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価</p> <p data-bbox="349 1251 1267 1331">           敷地内及び敷地近傍には、将来活動する可能性のある断層等が分布しないことを確認していることから、敷地において地殻の広域的な変形によ</p>	<p data-bbox="1294 284 1883 368"> <u>0.1%以下であり、基礎底面の傾斜に与える影響は無視できるほど小さい。</u></p> <p data-bbox="1308 916 1391 948">（補足）</p> <p data-bbox="1294 963 1883 1187"> <u>蒸気発生器の取替えに伴い原子炉施設が設置された地盤に変更はないことから、揺すり込み沈下や液状化による不等沈下の影響を受けるおそれはない岩盤に支持されている点に変更はない。</u></p> <p data-bbox="1308 1203 1391 1235">（補足）</p> <p data-bbox="1294 1251 1883 1331"> <u>蒸気発生器の取替えに伴い原子炉施設が設置された地盤に変更はないことから、将来活動する</u></p>

既許可の設置許可申請書（抜粋）	適合性の説明
<p> <u>る著しい地盤の傾斜が生じることはないが、敷地に比較的近く規模が大きいF O - A ~ F O - B ~ 熊川断層の活動に伴い生じる地盤の傾斜について評価を実施した。地殻変動量は Okada(1992) <sup>(157)</sup>の手法により算出した。その結果、地盤の最大傾斜は 1/29,600 であり、地震動による傾斜との重畳を考慮した場合においても、基礎底面の最大傾斜は 3 号炉原子炉建屋で 1/12,200、4 号炉原子炉建屋で 1/12,700、緊急時対策所で 1/14,800 であり、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・系統の安全機能に支障を与えるものではない。</u> </p>	<p> <u>可能性のある断層等が分布しない点に変更はない。</u> </p>

(別紙)

## 蒸気発生器の取替えに伴う建屋重量の増加による基礎地盤の安定性評価への影響について

### 1. 蒸気発生器取替えに伴う建屋重量の増加について

原子炉建屋の総重量は約 20 万トンであり、蒸気発生器の取替えに伴い、蒸気発生器の重量が約 77 トン増加するが、これは原子炉建屋の総重量に対して約 0.04%の増加割合である。

### 2. 既許可における基礎地盤の安定性評価に対する影響について

既許可における基礎地盤の安定性評価では、地盤の支持性能の評価として「支持力」「すべり」「基礎底面の傾斜」の評価を実施している。

#### 1) 支持力

原子炉建屋基礎底面における地震時接地圧が基礎地盤の大部分を占める岩盤の極限支持力を下回ることを確認している。原子炉建屋の重量増加が接地圧に与える影響は小さいと考えられることに加え、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  $3.4\text{N/mm}^2$ 、4号炉が  $4.2\text{N/mm}^2$  であり、極限支持力  $20.8\text{N/mm}^2$  を十分に下回っている。なお、概略検討として約 0.04%の重量増加率を地震時最大接地圧に加味した場合でも、表 1 に記載の地震時最大接地圧に変更は生じないことを確認している。

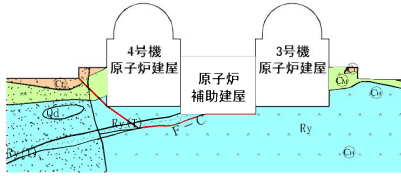
表 1. 既許可における支持力の評価結果

対象建屋	地震時最大接地圧 ( $\text{N/mm}^2$ )	極限支持力 ( $\text{N/mm}^2$ )
3号炉原子炉建屋	3.4	20.8
4号炉原子炉建屋	4.2	

2) すべり

原子炉建屋基礎地盤のすべり安全率が評価基準値を上回ることを確認している。原子炉建屋の重量増加がすべり安全率に与える影響は小さいと考えられることに加え、4号炉原子炉建屋基礎地盤のすべり安全率評価のうち、最も安全率が低い断面におけるすべり安全率は5.3であり、評価基準値1.5を十分に上回っている。なお、概略検討として約0.04%の重量増加率を滑動力に加味した場合でも、表2に記載の最小すべり安全率に変更は生じないことを確認している。

表 2. 既許可におけるすべりの評価結果

すべり線位置図	滑動力 (t)	抵抗力 (t)	最小 すべり 安全率	評価 基準値
	4,890	26,205	5.3	1.5

3) 基礎底面の傾斜

原子炉建屋基礎底面両端の鉛直方向の相対変位から求まる傾斜が評価基準値の目安を下回ることを確認している。原子炉建屋の重量増加が鉛直方向の相対変位に与える影響は小さいと考えられることに加え、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であり、評価基準値の目安である1/2,000を十分に下回っている。なお、概略検討として約0.04%の重量増加率を最大相対変位に加味した場合でも、表3に記載の最大傾斜に変更は生じないことを確認している。

表 3. 既許可における基礎底面の傾斜の評価結果

対象建屋	最大相対変位 (cm)	最大傾斜	評価基準値 の目安
3号炉原子炉建屋	0.29	1/21,000	1/2,000
4号炉原子炉建屋	0.27	1/22,600	