

本資料のうち、枠囲みの内容は、営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

TK-1-1949 改1  
平成30年9月13日  
日本原子力発電株式会社

本資料は、建物・構築物の耐震計算についての補足説明資料 補足-370-15【サービス建屋の耐震性評価に関する補足説明】に含める説明内容を記載したものである。

## サービス建屋の杭の検討について

### 1. 杭の不等沈下の検討

#### (1) はじめに

本検討では、サービス建屋の杭の支持力について検討することにより、サービス建屋が不等沈下を起こさないことを確認する。

#### (2) 評価方法

建屋の総重量 (37379 kN) から算出した長期軸力に、地震時の転倒モーメントによる杭の変動軸力を考慮し、地盤の支持力から定まる極限支持力以下となっていることを確認する。

ここで、杭の長期軸力は建屋の総重量を軸断面積の比で分配する。

また、地震時の変動軸力は、杭全体の図心まわりに算定した断面二次モーメントに基づき評価する。

杭の配置及び評価する杭を図1に、地震時の転倒モーメントを表1に、杭の極限支持力を表2に示す。

なお、杭の許容支持力は、原設計時の長期許容支持力に基づき算定した。

#### (3) 杭の極限支持力に対する評価結果

表3に杭の極限支持力に対する評価結果を示す。

杭に生じる最大軸力は、いずれの杭も極限支持力以下となっている。

以上の結果より、サービス建屋が地震時に不等沈下を起こさないことを確認した。

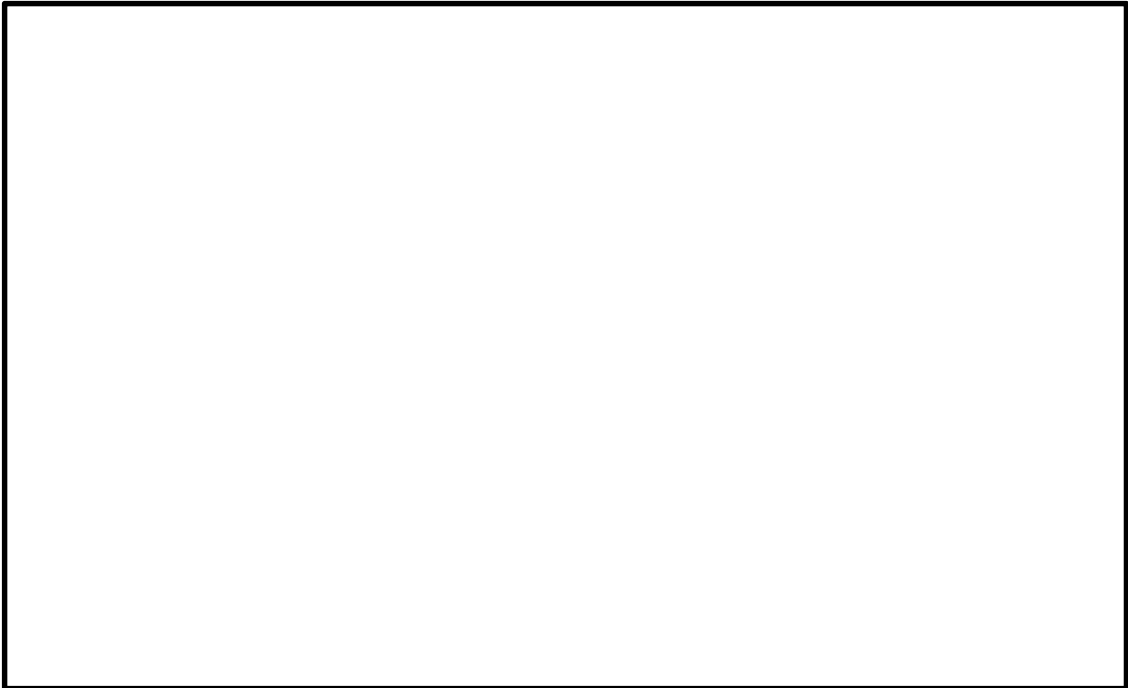


図1 杭の配置および評価する杭

表1 地震時の転倒モーメント

ケース	地震波	転倒モーメント (kN・m)
標準	Ss-D1	460020
	Ss-11	196160
	Ss-12	164420
	Ss-13	165260
	Ss-14	159980
	Ss-21	290200
	Ss-22	419180
	Ss-31	473020
+σ	Ss-D1	460580
	Ss-21	298260
	Ss-22	430680
	Ss-31	470980
-σ	Ss-D1	455060
	Ss-21	280080
	Ss-22	388500
	Ss-31	469000

表2 杭の極限支持力

杭径	極限支持力 (kN)
1.2m	6450
1.5m	10290

表3 杭の極限支持力に対する評価結果

杭径	φ 1.2 m	φ 1.5 m
建屋総重量 (kN)	37370	
転倒モーメント (kN・m)	473020	
杭の長期軸力 (kN)	1847	2886
杭の変動軸力 (kN)	3462	3839
杭の最大軸力 (kN)	5309	6725
極限支持力 (kN)	6450	10290
検定比	0.83	0.66
判定	可	可

注記：軸力は圧縮を正（+）とする。

(4) 杭体の軸力に対する評価

図2に設計当時の構造計算書における杭の材料の許容応力度と耐力の記載を示す。

杭の材料の許容応力度からの耐力は、図2に示す長期許容応力度から終局限界状態を計算すると、

$$\phi-1200 : (\text{長期}) 508 \text{ (t/本)} \Rightarrow \text{終局耐力} : 508 \text{ (t)} \times 3 = 1524 \text{ (t/本)} \\ \simeq 14945 \text{ (kN/本)}$$

$$\phi-1500 : (\text{長期}) 794 \text{ (t/本)} \Rightarrow \text{終局耐力} : 794 \text{ (t)} \times 3 = 2382 \text{ (t/本)} \\ \simeq 23359 \text{ (kN/本)}$$

※AIJ基礎指針2001(表6.7.1)では、終局限界状態における杭の材料強度の限界値として、設計基準強度の3/4と記載。

表3に軸力に対する杭体の評価結果を示す。表3より、Ss発生時の杭に発生する最大軸力と杭の軸耐力(終局耐力)を比較すると、発生する最大軸力に対して、軸耐力(終局耐力)は約2.8倍以上の余裕があり、Ss地震時においても、軸力に対しては、杭体が長期許容応力度に達する程度の損傷レベルにある状態であることが確認できる。

1.3 使用材料 材料の許容応力度					2. 杭の耐力	
コンクリート	普通コンクリート $F_c = 180 \text{ kg/cm}^2$				1. 材料の許容応力度からの耐力	
鉄筋	SD30				$F_t = 180 \text{ kg/cm}^2$	
場所打ち	$\phi-1.500$ 350 t/本 L=22.5 m				$\phi-1200$	
プレキャスト	$\phi-1.200$ 220 t/本 L=22.5 m				$R_n = \frac{1}{4} \times F_c \times A = \frac{1}{4} \times 180 \times \frac{1}{4} \times 120^2 \times 3.14 = 509,000 \text{ kg}$ 509 t	
					$\phi-1500$	
					$R_n = \frac{1}{4} \times F_c \times A = \frac{1}{4} \times 180 \times \frac{1}{4} \times 150^2 \times 3.14 = 779,000 \text{ kg}$ 779 t	
					2. 地盤の許容支持力からの耐力	
					$\phi-1200$	
					$R_n = q_a \times A = 200 \times \frac{1}{4} \times 120^2 \times 3.14 = 226 \text{ t}$	
					$\phi-1500$	
					$R_n = q_a \times A = 200 \times \frac{1}{4} \times 150^2 \times 3.14 = 353 \text{ t}$	
					杭の耐力	
					$\phi-1200 \rightarrow 220 \text{ t/本}$	
					$\phi-1500 \rightarrow 350 \text{ t/本}$	

図2 設計当時の構造計算書における杭の材料の許容応力度と耐力の記載

表 3 軸力に対する杭体の評価結果

杭 径	φ 1. 2m	φ 1. 5m
建屋の総重量 (kN)	37370	
転倒モーメント (kN・m)	473020	
杭の長期軸力 (kN)	1847	2886
杭の変動軸力 (kN)	3462	3839
杭の最大軸力 (kN)	5309	6725
杭の軸耐力 (kN) (終局耐力)	14945	23359

以上のことから、サービス建屋の基礎は、杭を介して砂質泥岩である久米層に支持されている。杭体に局部的な損傷が生じる可能性はあるものの、S s 地震時の杭に生じる最大軸力は極限支持力以下であり、基礎構造全体としては、支持性能を保持しており、不等沈下による原子炉建屋への波及的影響はない。

## 2. S s 地震時の液状化を踏まえた被害想定

図 3 に、サービス建屋及び原子炉建屋の断面図を示す。

S s 地震時の杭基礎は、軸力に対しては余裕があるものの、地盤の液状化を考慮すると、地震時の側方流動に伴い、杭の損傷が拡大する可能性がある。

しかし、これらの想定は、サービス建屋単独で地震時に対する評価を行った場合であるため、ここで、実際のサービス建屋及び原子炉建屋の配置関係、地下の地盤・構造の状態より、被害想定を行う。

図 5 の断面図に示すように、サービス建屋の杭は砂質泥岩に支持され、原子炉建屋は人工岩盤を介して砂質泥岩に支持されている。地盤の液状化を踏まえて、サービス建屋直下の砂質泥岩以浅の地震時の表層地盤の変形挙動を建屋構造躯体等の断面形状から推定すると、サービス建屋の東側の地下には、強固な原子炉建屋地下外壁と人工岩盤が存在するため、S s 地震時の液状化が発生した際には、明らかに東側（原子炉建屋側）への側方流動が抑制され、むしろ西側へ流動が顕著に発生することが推定される。

これらの建屋立地状態での地盤変形の挙動を踏まえると、西側に地盤変形が増大する場合は、杭の損傷が増大し、東側（原子炉建屋側）に地盤が変形する場合は、原子炉建屋の地下構造により、杭の損傷は進展しないことが考えられる。

以上のことから、S s 地震時のサービス建屋近傍の液状化を想定した場合、原子炉建屋が存在することにより、原子炉建屋側への側方流動は抑えられ、サービス建屋は原子炉建屋から離れる方向への変形が大きくなるため、原子炉建屋への波及的影響はない。

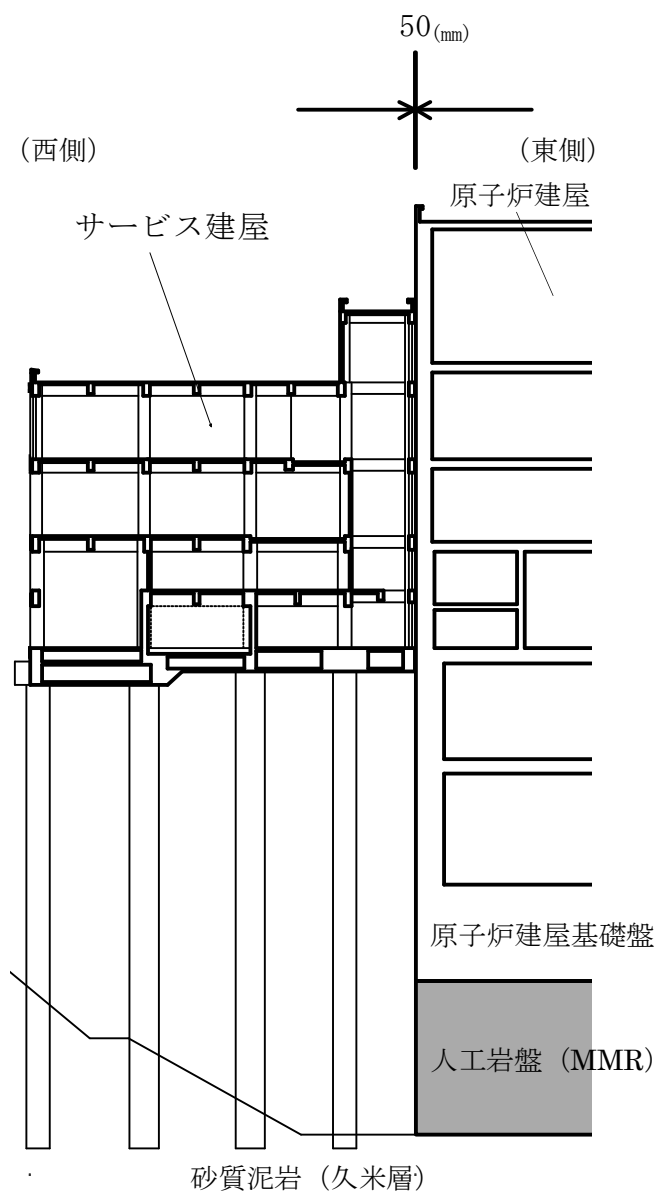


図3 サービス建屋及び原子炉建屋の断面図