

リサイクル燃料貯蔵株式会社	
提出日	2022年4月12日
管理表 No.	0325-08 改訂 01

項目	コメント内容
耐震 (第7条)	<p>杭の機能維持検討に用いる応力分布について、地震応答解析結果に基づく杭の応力分布と比較して、妥当性及び保守性について説明すること。</p> <p><4/7 追加コメント></p> <ul style="list-style-type: none"> ・杭の応力として配筋量の少ない下部杭の耐力と応力の余裕度についても言及すること。 ・地震応答解析においても地盤～杭の連成系の地盤バネを用いていることを明記すること。

(回 答)

検討用地震力により生じる杭応力には、建屋の地震応答解析モデルにより求めた上部構造による地震力（建屋からのせん断力）と、地盤の地震応答解析（SHAKE）により算定した地盤の変形により生ずる応力を考慮している。なお、建屋の地震応答解析モデルの基礎底面ばね（水平および回転）は、群杭効果を考慮した地盤～杭連成系のばねと等価なばねを取り付けており、地盤及び杭の効果を含んだばねとなっている。

杭に作用する上部構造による地震力は、上部構造のせん断力をすべての杭が均等に負担することとして1本あたりのせん断力を算出している。

上部構造による地震力については、不確かさを含めたすべての基準地震動 S_s による地震力に余裕を見た検討用地震力とし、地盤の変形により生ずる応力を求める際に用いる地盤の変位は、すべての基準地震動 S_s に対する地盤の地震応答解析結果のうち、杭先端位置に対する地盤の相対変位の包絡値を採用している。

(図-2 参照)

計算にあたっては、図-1に示すように、杭1本あたりの建屋からのせん断力の最大値と地盤変形の最大値を重ね合わせて杭応力を求めており、建屋からのせん断力は貯蔵建屋の基礎版位置から作用させ、地盤変形は「乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程（J E A C 4 6 1 6 -2009）」に示される方法に基づき、群杭効果を考慮した地盤ばねを介して入力している。

上記のように、すべての地震応答解析結果の最大値をカバーした値に余裕をみた建屋からのせん断力と地盤変形を考慮しているため、実際の地震応答解析結果よりも大きな値を入力することになり、個々の基準地震動による応答とは一致しないが保守的な荷重（変位）設定となっている。

先述のように、地震応答解析モデルの底面ばねには、地盤～杭連成系の地盤ばねを取り付けており、杭支持構造物の特性を取り入れた解析を実施している。先行プラントでも、当社と同様に杭基礎を考慮した底面ばねを用いた例や、地盤を有限要素法でモデル化してその中に杭を取り込んだ例等があるが、いずれの例も当社と基本的考え方は同じであり、上部構造の地震力と地盤の変形を同時に考慮して杭の設計を行っている考え方についてもその考え方は当社と同じである。

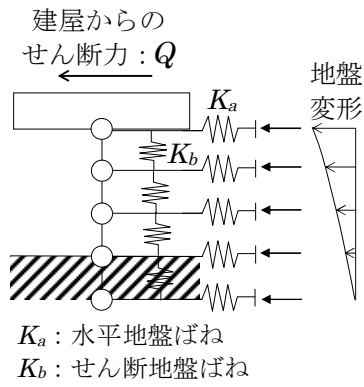


図-1 応答変位法による杭応力の算定方法 (概念図)

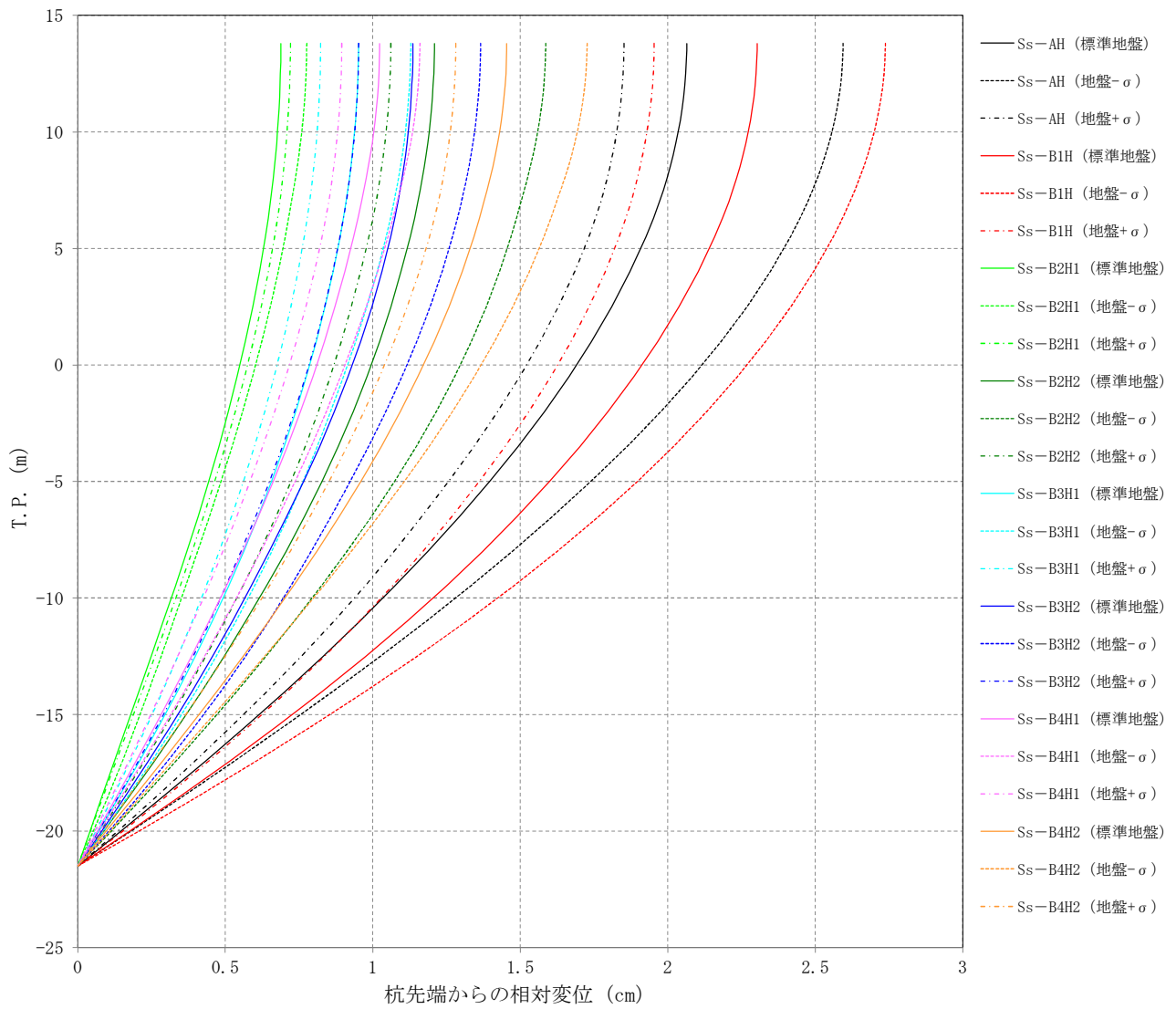
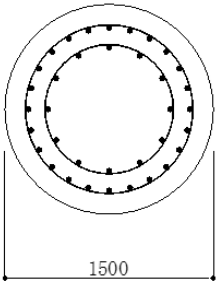
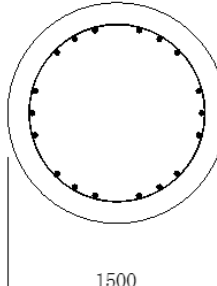


図-2 地盤応答解析による杭先端から相対変位の重ね書き (基準地震動 S s)

貯蔵建屋の杭に関する諸元は以下のとおりである。(添付 5-2-1 使用済燃料貯蔵建屋の耐震性に関する計算書 参照)

	上杭	下杭
配筋図		
杭深度(m)	T.P. 13.8 m ~ T.P. 6.3 m	T.P. 6.3 m ~ T.P. -20.0m
設計配筋	36-D38	18-D38
断面積	41040	20520
帯筋	2-D19@100	D19@100
Pw (%)	0.85	0.14

上記の杭に対して、短辺方向 (EW 方向) の応力解析結果が、「図 8.6-2 杭の応力解析結果 (EW 方向)」に示している。

この応力を用いて杭の断面検討を行った結果は以下のとおりである。

表 1.1-2 杭体の曲げモーメントと終局曲げ強度の比較 (EW 方向)

荷重ケース		位置	検討用地震力による 曲げモーメントM (kN・m/本)	終局曲げ強度 M _u (kN・m/本)	M _u /M
最大 軸力時	C	上杭	5932	9856	1.66
		下杭	715	7607	10.63
最小 軸力時	C'	上杭	4163	6866	1.64
		下杭	706	3724	5.27

表 1.1-3 杭体のせん断力と終局せん断強度の比較 (EW 方向)

荷重ケース		位置	検討用 せん断力 _D Q* (kN/本)	終局せん断強度 Q _u (kN/本)	Q _u / _D Q
最大 軸力時	C	上杭	4200	6304	1.50
		下杭	183	2884	15.75
最小 軸力時	C'	上杭	4972	6450	1.29
		下杭	195	2027	10.39

注記* : 検討用せん断力_DQは、検討用地震力によるせん断力Qの 1.25 倍 (荷重ケース C' の上杭についてはM_u/M=1.64 倍) として算定

表 1.1-4 杭体の曲率と鉄筋降伏時の曲率の比較 (EW 方向)

荷重ケース		位置	検討用地震力による 曲率 ϕ ($\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$)	鉄筋降伏時の 曲率 ϕ_y ($\times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$)	ϕ / ϕ_y
最大 軸力時	C	上杭	1.77	2.73	0.65
		下杭	0.12	2.68	0.05
最小 軸力時	C'	上杭	2.95	2.11	1.40
		下杭	0.11	1.92	0.06

検討用地震力により杭体に生じる曲げモーメント及びせん断力は、それぞれ終局強度以下となり、検討用地震力により杭体に生じる曲率 ϕ の鉄筋降伏時の曲率 ϕ_y に対する比は 2 以下となる。

以上