

杭の応力解析に用いる水平地盤反力係数について

1. 概要

杭の応力解析に用いる原地盤の水平地盤反力係数は、建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会、2001）に基づき、水平載荷試験等に基づき評価した値を用いている。地盤物性のばらつきを考慮した地盤のせん断波速度を用いて水平地盤反力係数を評価し、現状の水平地盤反力係数と比較することで、現状の値の方が小さく、地盤物性のばらつきを考慮した結果よりも、杭の評価として保守的な設定になっていることを確認する。

2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋

使用済燃料乾式貯蔵建屋の原地盤の水平地盤反力係数は、「補足-370-13 使用済燃料乾式貯蔵建屋の耐震性評価に関する補足説明」に示すとおり、水平載荷試験結果に基づき評価した値を用いている。地盤物性のばらつきを考慮した地盤のせん断波速度を用いて水平地盤反力係数を評価し、現状の水平地盤反力係数と比較する。

地盤のせん断波速度を用いた水平地盤反力係数の評価方法を下記に示す。

水平方向の自由地盤の応答解析結果より得られるせん断波速度 V_s の収束値より以下の方法より評価する。

$$G = \rho \times V_s^2$$

$$E = 2 \times (1 + \nu) \times G$$

$$k_h = \alpha \times \xi \times E \times B^{-3/4}$$

ここで、 G : せん断弾性係数 (kN/m²)

ρ : 密度 (t/m³)

V_s : せん断波速度 (m/s)

E : 変形係数 (kN/m²)

ν : ポアソン比

k_h : 水平地盤反力係数 (kN/m³)

α : 評価法による定数 (m⁻¹)

ξ : 群杭係数

B : 無次元化杭径 (杭径を cm で表した無次元数値)

算定結果を以下に示す。

ここでは、地盤変位が最大となる自由地盤の応答解析結果 ($S_s - 31, -\sigma$) における収束値を用いて評価する。

表1 自由地盤の応答解析結果における収束値 ($S_s - 31, -\sigma$)

地層	V_s (m/s)	ρ (t/m ³)	ν
du	154	1.98	0.493
Ag2	153	2.01	0.491
D2c-3	149	1.77	0.488
D2g-3	299	2.15	0.462
Km	403	1.72	0.461

表2 水平地盤反力係数の比較

地層	水平地盤反力係数 k_h (kN/m ³)	
	現使用値	V_s のばらつき考慮 ($S_s - 31, -\sigma$)
du	1.67×10^4	41.6×10^4
Ag2	5.00×10^4	41.6×10^4
D2c-3	2.94×10^4	34.7×10^4
D2g-3	5.00×10^4	167×10^4
Km	6.96×10^4	242×10^4

注 : 表中の値は, 群杭係数 ξ を考慮する前の値を示す。

3. 緊急時対策所建屋

緊急時対策所建屋の原地盤の水平地盤反力係数は、「補足-370-18 緊急時対策所建屋の耐震性評価に関する補足説明」に示すとおり、ボーリング試験から得られたN値に基づき評価した値を用いている。地盤物性のばらつきを考慮した地盤のせん断波速度を用いて水平地盤反力係数を評価し、現状の水平地盤反力係数と比較する。

地盤のせん断波速度を用いた水平地盤反力係数の評価方法は「2. 使用済燃料乾式貯蔵建屋」と同様である。

算定結果を以下に示す。

ここでは、地盤変位が最大となる自由地盤の応答解析結果 ($S_s - 31, -\sigma$) における収束値を用いて評価する。

表3 自由地盤の応答解析結果における収束値 ($S_s - 31, -\sigma$)

標高 EL. (m)	地層	V_s (m/s)	ρ (t/m ³)	ν
13.6~7.2	D2g-3	329	2.15	0.477
7.2~1.0	D2c-3	132	1.77	0.496
1.0~-5.5	D2s-3	211	1.92	0.486
-5.5~-15.2	D2g-3	279	2.15	0.483
-15.2~-20.0	Km	360	1.72	0.469

表4 水平地盤反力係数の比較

標高 EL. (m)	地層	水平地盤反力係数 k_h (kN/m ³)	
		現使用値	V_s のばらつき考慮 ($S_s - 31, -\sigma$)
13.6~7.2	D2g-3	6.66×10^4	385×10^4
7.2~1.0	D2c-3	3.23×10^4	38.7×10^4
1.0~-5.5	D2s-3	8.62×10^4	142×10^4
-5.5~-15.2	D2g-3	18.0×10^4	277×10^4
-15.2~-20.0	Km	10.9×10^4	275×10^4

4. まとめ

使用済燃料乾式貯蔵建屋、緊急時対策所建屋を対象に、杭の応力解析に用いる原地盤の水平地盤反力係数について、地盤物性のばらつきを考慮した地盤のせん断波速度（地盤変位が最大となる自由地盤の応答解析結果における収束値）を用いて水平地盤反力係数を評価し、現状の水平地盤反力係数と比較した。使用済燃料乾式貯蔵建屋、緊急時対策所建屋とも、現状の水平地盤反力係数の方が地盤物性のばらつきを考慮した水平地盤反力係数よりも小さく、杭の評価として保守的な設定になっていることを確認した。