

6.14 杭-地盤相互作用バネの設定について

地盤と杭の接合面に杭-地盤相互作用ばねを設けることにより，強震時の地盤と杭の接合面における相互作用の3次元効果を2次元モデルで適切に考慮する。

杭-地盤相互作用ばねの杭軸方向については，地盤と杭の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が発生した場合，せん断剛性をゼロとし，すべりを考慮する。せん断強度 τ_f は次式の Mohr-Coulomb 式により規定される。 c ， ϕ は周辺地盤の c ， ϕ とする。

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi$$

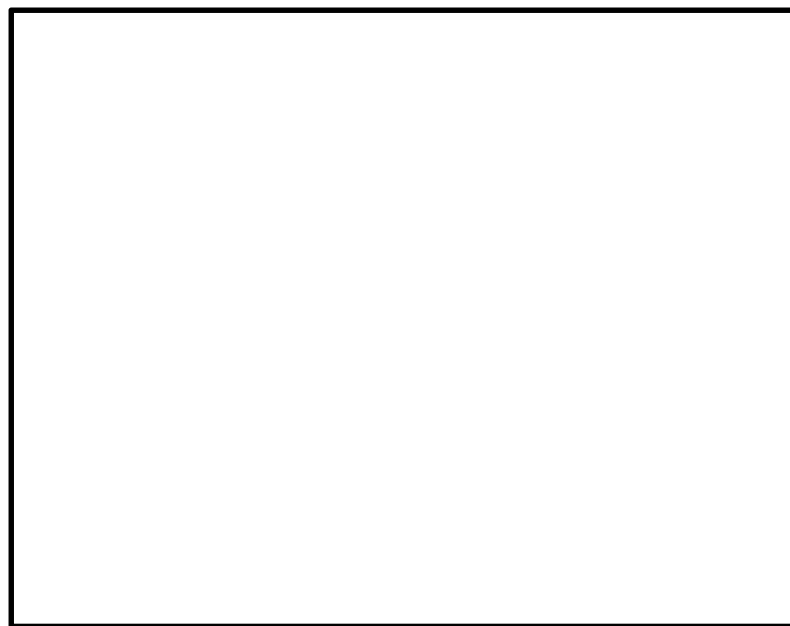
ここで，

τ_f : せん断強度

c : 付着力

ϕ : 内部摩擦角

図 6.14-1 に杭-地盤相互作用バネの考え方を示す。



鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁 断面③

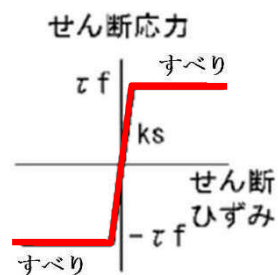


図 6.14-1 杭-地盤相互作用バネ（杭軸方向）の考え方

杭―地盤相互作用バネの杭軸方向のバネ定数は、数値解析上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値として、表 6.14-1 のとおり設定する。

また、杭―地盤相互作用バネの杭軸直角方向のバネ定数については、杭径及び杭間隔より設定される[※]。 ※ FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ「理論編」

表 6.14-1 杭―地盤相互作用バネのバネ定数

	せん断剛性 k_s (kN/m^3)
杭軸方向	1.0×10^6

本資料においては、表 6.14-1 の通り設定している杭―地盤相互作用バネのバネ定数が数値計算上不安定な挙動を起こさず、かつ、地盤から杭への荷重が確実に伝達され得る適切な設定値であることを確認する。

6.14.1 評価方法

表 6.14-1 の通り設定している杭―地盤相互作用バネのバネ定数は、数値計算上不安定な挙動を起こさず、かつ、地盤から杭への荷重が確実に伝達され得る適切な設定値であるか確認するため、杭―地盤相互作用バネのバネ定数についてケーススタディを実施する。具体的には、この度の工事計画認可申請にて設定している杭―地盤相互作用バネのバネ定数に対して、バネ定数の値を 1/100 倍、1/10 倍、1 倍、10 倍、100 倍とした場合の解析を実施し、構造物の照査値の比較を行う。

評価対象施設は、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁とし、対象断面を断面③とする。

地盤物性値には、原地盤に基づく液状化強度特性を用いた解析ケース(基本ケース)の解析用物性値を用いる。

地震動には、幅広い周期帯で比較的応答加速度が大きい S_s-D1 を用いる。

その他の解析条件は、この度の工事計画認可申請における耐震計算書と同じである。

表 6.14-2 に杭―地盤相互作用バネのバネ定数に係るケーススタディの検討ケース、図 6.14-2 に鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び評価断面(断面③)の位置、図 6.14-3 に解析モデルをそれぞれ示す。

表 6.14-2 検討ケース

検討ケース	杭―地盤相互作用バネ(杭軸方向)の バネ定数 (kN/m^3)
①	$k_s = 1.0 \times 10^4$
②	$k_s = 1.0 \times 10^5$
③	$k_s = 1.0 \times 10^6$
④	$k_s = 1.0 \times 10^7$
⑤	$k_s = 1.0 \times 10^8$

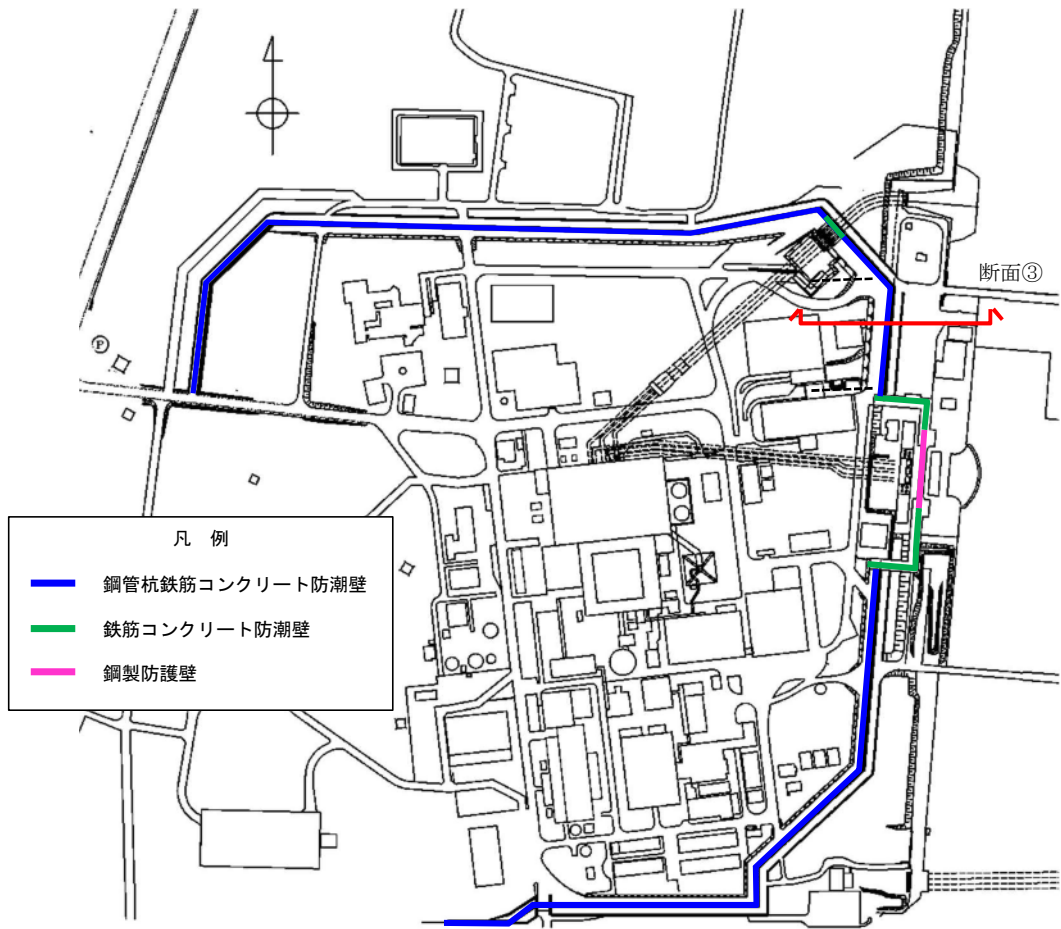


図 6.14-2 鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁及び評価断面の位置

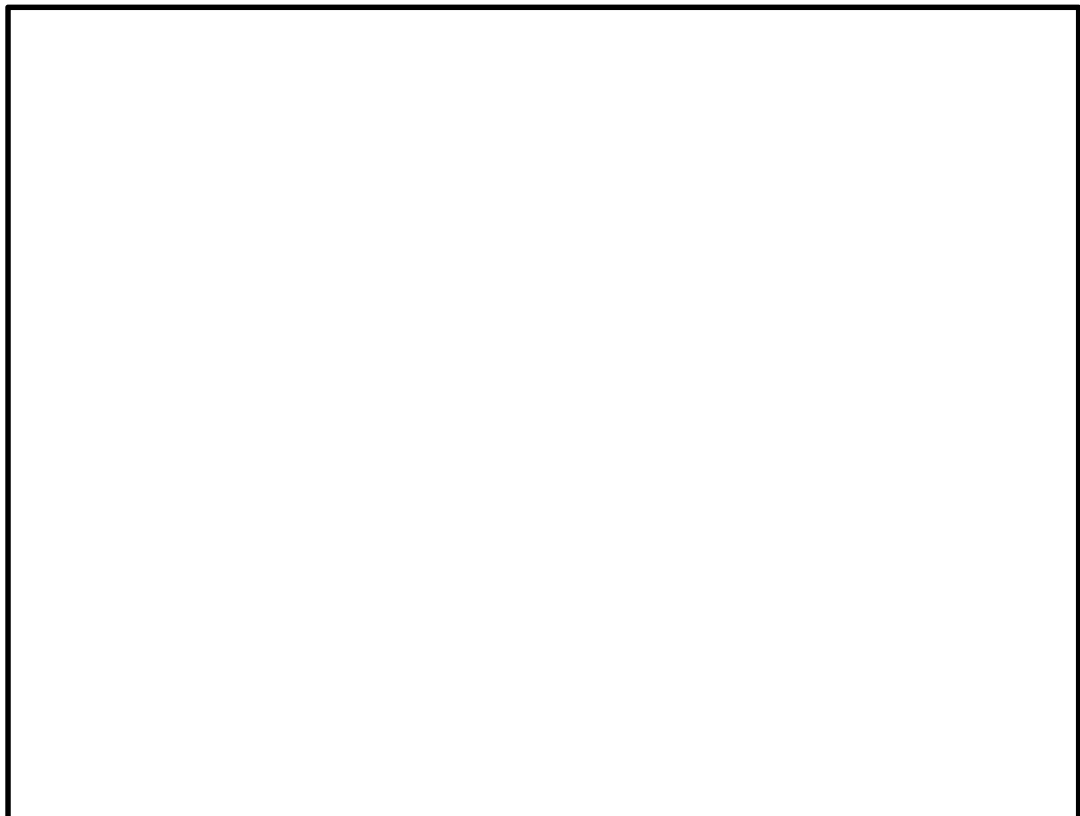


図 6.14-3 解析モデル

6.14.2 評価結果

杭―地盤相互作用バネのバネ定数に係るケーススタディの解析による構造物の照査値の比較結果を図 6.14-4 に示す。杭―地盤相互作用バネのバネ定数の設定値と、鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の鋼管杭の曲げ軸力に対する照査値及びせん断力に対する照査値との関係に着目して整理した。

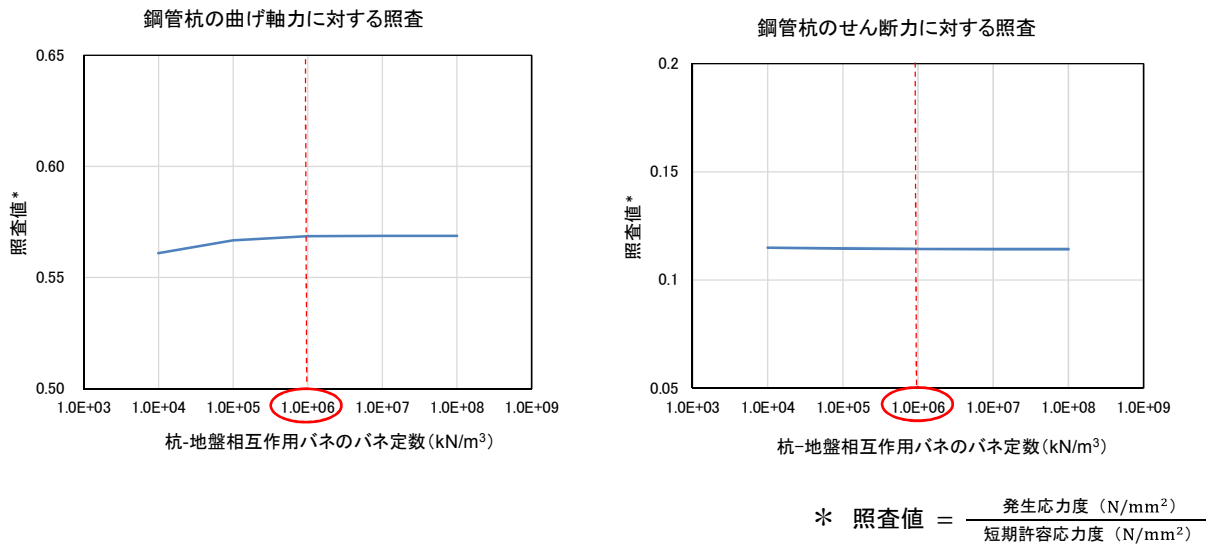


図 6.14-4 鋼管杭の曲げ軸力及びせん断力に対する照査結果
(原地盤に基づく液状化強度特性, S_s-D1)

図 6.14-4 に示す結果より、鋼管杭の曲げ軸力照査における照査値は、杭―地盤相互作用バネのバネ定数が $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$ (kN/m³) の設定値の範囲において、わずかにばらついているものの、 1.0×10^6 (kN/m³) 以上の設定値の範囲においては安定し、ほぼ一定の照査値に収束している。また、せん断力照査における照査値は、杭―地盤相互作用バネのバネ定数が $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$ (kN/m³) の設定値の範囲においてもばらつきがなく、 1.0×10^6 (kN/m³) 以上の設定値の範囲において安定し、ほぼ一定の照査値に収束している。

よって、表 6.14-1 の通り設定している杭―地盤相互作用バネのバネ定数は、数値計算上不安定な挙動を起こさない程度に十分大きい値となっており、杭―地盤相互作用バネを介しての地盤から杭への荷重が確実に伝達され得る適切な設定値であることを確認した。