

東海第二発電所

鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁の構造成立性について

第520回審査会合(平成29年10月17日)時の
指摘事項に対する回答

平成29年10月20日

日本原子力発電株式会社

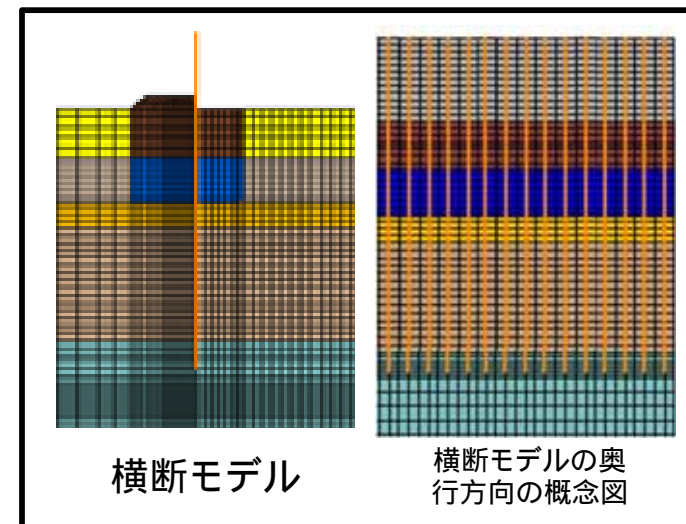
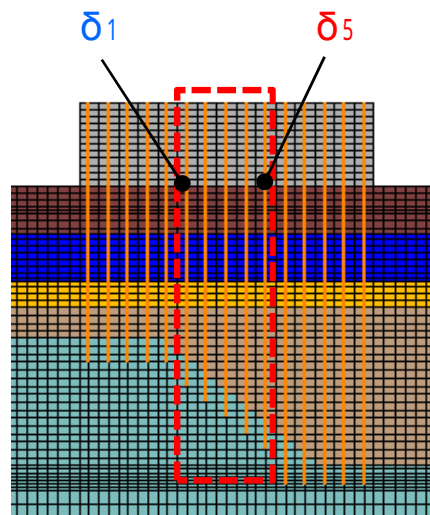
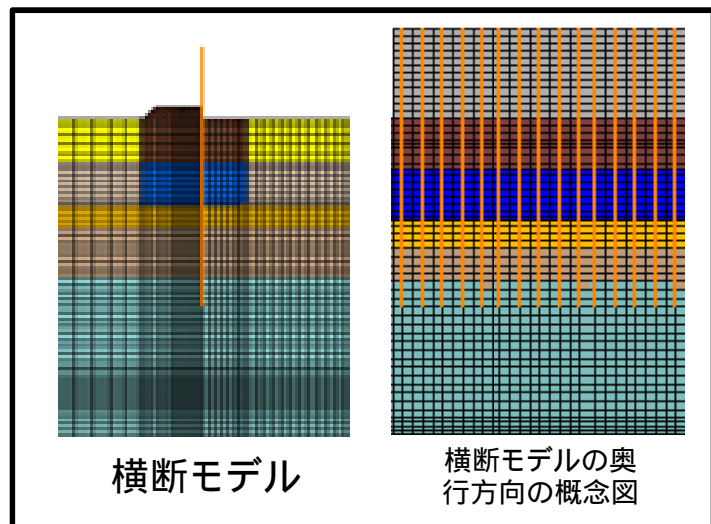
	指摘事項	説明頁
33	FLIPの相対変位を強制変位として用いる構造成立性評価の方法を説明し、実施結果を示すこと。	1 ~ 4
34	FLIPによる二次元動的解析結果の杭の断面力とFLIP及びSHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力を比較すること。	5 ~ 10
35	豊浦標準砂による強制的な液状化を仮定した場合の岩盤傾斜部の相対変位量を示すこと。	11 ~ 12

【指摘事項】第520回審査会合(H29.10.17)

FLIPの相対変位を強制変位として用いる構造成立性評価の方法を説明し,実施結果を示すこと。

【回答概要】

- 岩盤傾斜部(横断モデル)における1ユニット両端杭位置の二次元有効応力解析(FLIP)による時刻歴変位差の絶対値の最大値発生時刻における変位を強制変位として,二次元梁バネモデルに作用させる。
- 二次元梁バネモデルによる評価の結果,許容限界値以下であることを確認した。



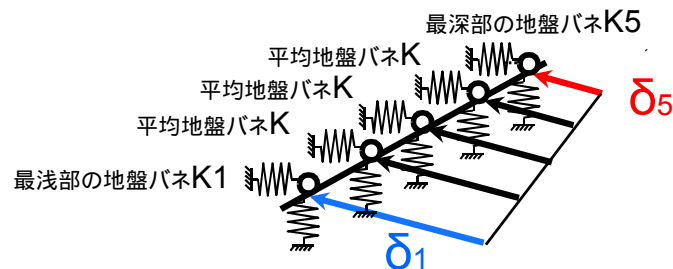
変位 δ_1 の時刻歴
(横断モデルの地表面変位)

$$\delta_d = |\delta_5 - \delta_1|$$

の時刻歴最大値発生時点における
両端杭位置の δ_1 と δ_5 を強制変位入力する。

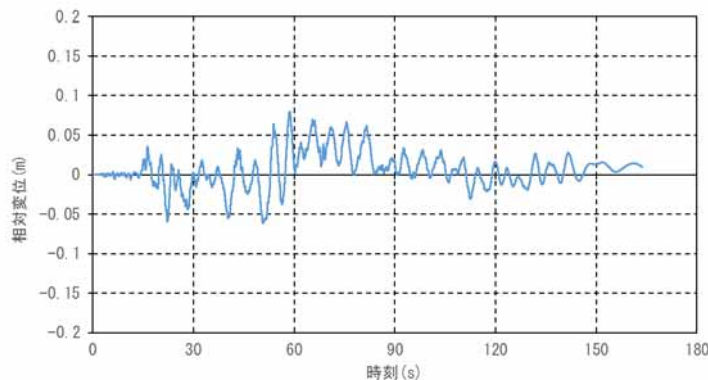
変位 δ_5 の時刻歴
(横断モデルの地表面変位)

二次元梁バネモデルへ
応答変位の入力

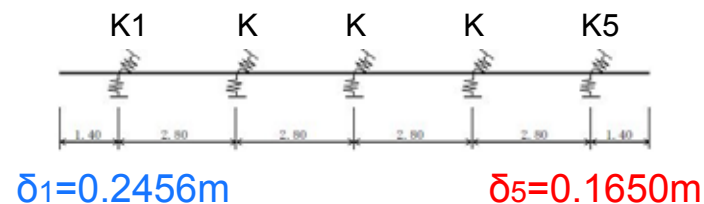


地表面の両端変位差時刻歴

岩盤傾斜部(地点 , 豊浦標準砂)
最浅部と最深部の両端変位差時刻歴



時間 (s)	両端変位差時刻歴の絶対値の最大値(m)	1 (m)	5 (m)
58.7	0.0806	0.2456	0.1650



1ユニット両端杭位置の変位差時刻歴が最大値となる豊浦標準砂による強制的な液状化を仮定した地盤の「岩盤傾斜部」に対する変位を二次元梁バネモデル両端に入力した検討を行う。

二次元梁バネモデルによる地震時の検討

(二次元有効応力解析の変位差時刻歴を入力したケース(岩盤傾斜部, 豊浦標準砂))



二次元有効応力解析より抽出した相対変位量を用いて二次元梁バネモデルで解析を実施した結果, 一般部及び岩盤傾斜部の両方で十分な安全率を有していることを確認した。

圧縮に対する照査

	発生応力度 $c(N/mm^2)$	許容応力度 $ca(N/mm^2)$ ($ck=40N/mm^2$)	安全率 $ca /$	判定
地震時 (岩盤傾斜部, 二次元有効応力解析, 豊浦標準砂を仮定した地盤)	4.95	21	4.24	OK

引張に対する照査

	発生応力度 $s(N/mm^2)$	許容応力度 $sa(N/mm^2)$ (SD490)	安全率 $sa /$	判定
地震時 (岩盤傾斜部, 二次元有効応力解析, 豊浦標準砂を仮定した地盤)	94.0	435	4.63	OK

せん断に対する照査

	発生応力度 $c(N/mm^2)$	許容応力度 $ca(N/mm^2)$ ($ck=40N/mm^2$)	安全率 $ca /$	判定
地震時 (岩盤傾斜部, 二次元有効応力解析, 豊浦標準砂を仮定した地盤)	0.25	0.83	3.32	OK

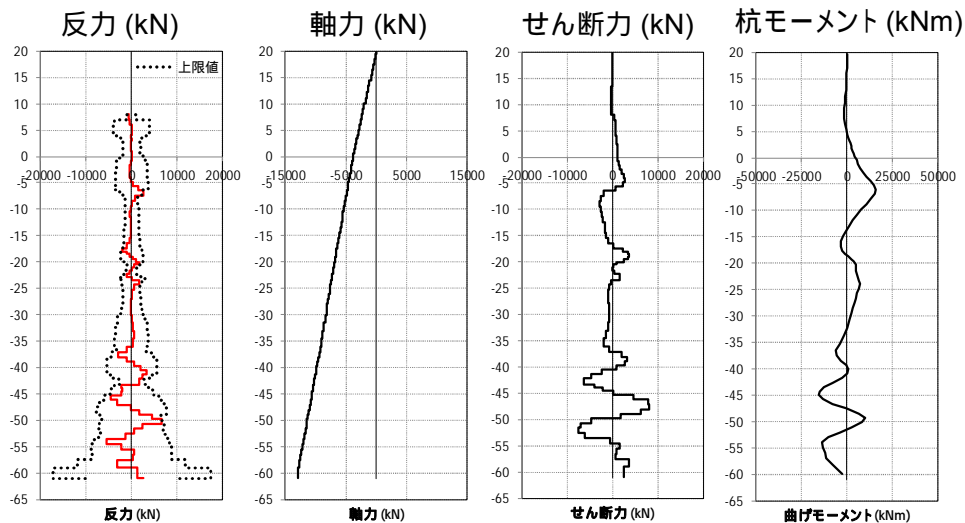
【指摘事項】第520回審査会合(H29.10.17)

FLIPによる二次元動的解析結果の杭の断面力とFLIP及びSHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力を比較すること。

【回答概要】

- SHAKEを用いた応答変位法による杭の発生断面力及びFLIPを用いた応答変位法による杭の発生断面力並びに地盤と杭の連成解析FLIPにより直接得られる杭の断面力を比較した結果、二次元有効応力解析により抽出した杭の断面力が最も大きいことを確認した。

SHAKEを用いた応答変位法により得られた杭の断面力は以下のとおり
 【バネ値その1(バネ定数:初期剛性, バネ上限値:ピーク強度(平均値))】



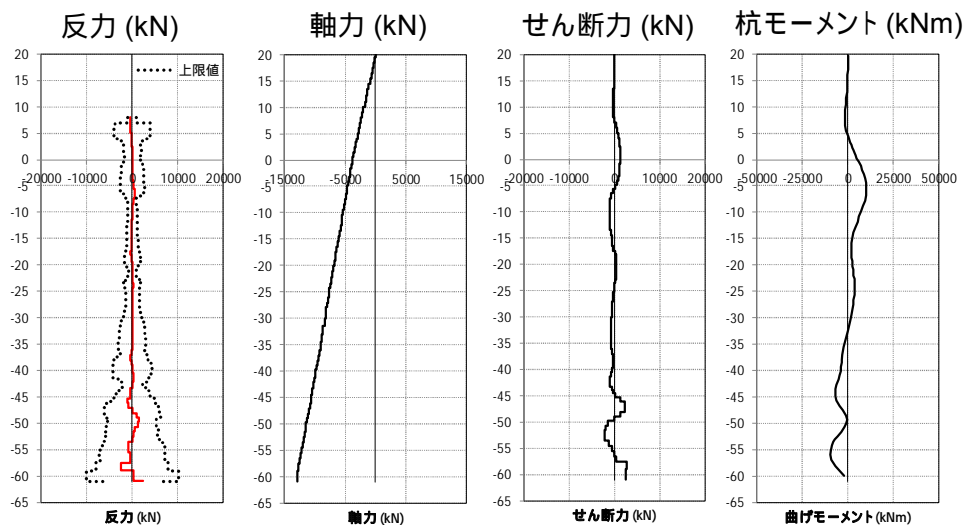
曲げ・軸力に対する照査(バネ値その1の場合)

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時	137.9	382.5	2.77	OK

せん断に対する照査(バネ値その1の場合)

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時	30.4	217.5	7.15	OK

SHAKEを用いた応答変位法により得られた杭の断面力は以下のとおり
 【バネ値その2(バネ定数:静弾性係数, バネ上限値:残留強度(-1 低減値))】



曲げ・軸力に対する照査(バネ値その2の場合)

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時	106.3	382.5	3.60	OK

せん断に対する照査(バネ値その2の場合)

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時	10.6	217.5	20.57	OK

FLIPを用いた応答変位法により得られた杭の断面力は以下のとおり

軸力 (kN) せん断力 (kN) 杭モーメント (kNm)

--	--	--

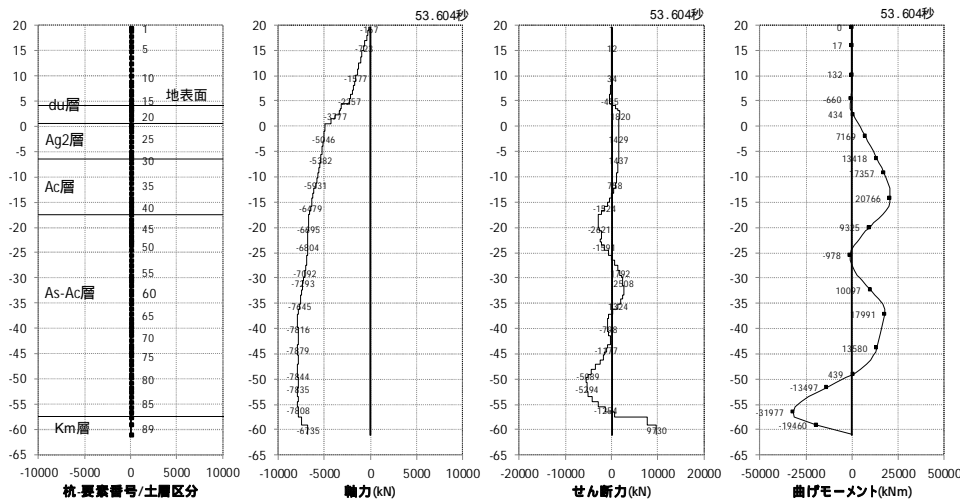
曲げ・軸力に対する照査(バネ値その1の場合)

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時		382.5		

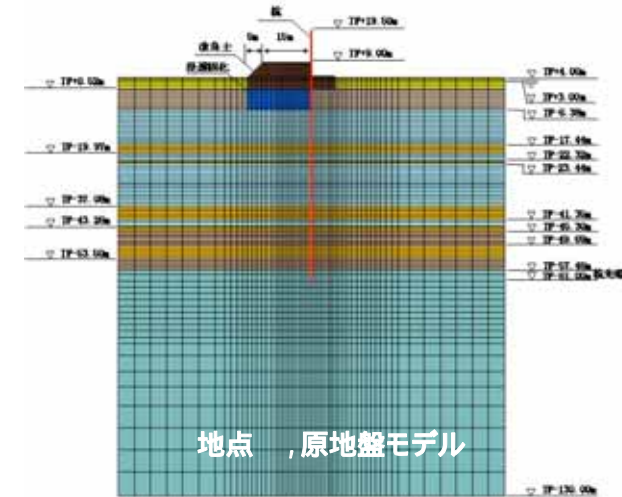
せん断に対する照査(バネ値その1の場合)

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時		217.5		

二次元有効応力解析 (FLIP) により得られた鋼管杭の断面力分布図と照査結果を以下に示す。



ケース1: 原地盤モデル 曲げ軸力照査時刻



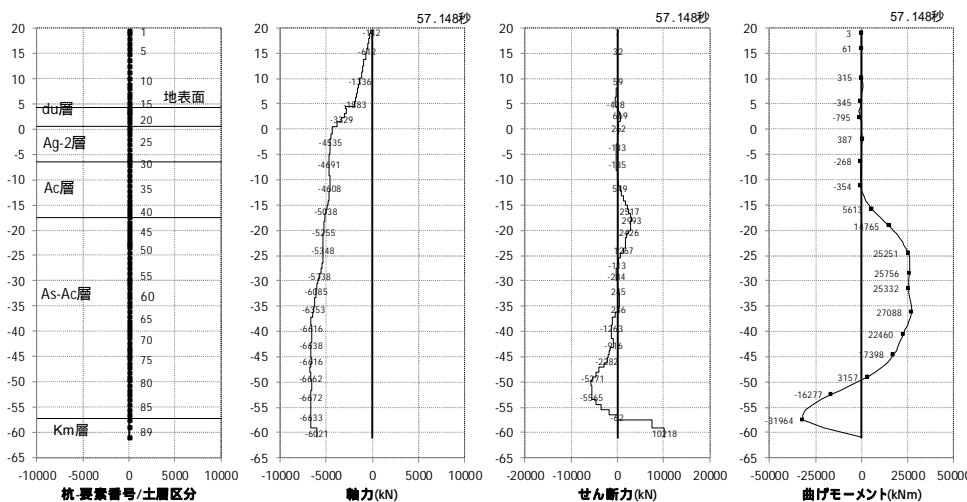
地点 , 原地盤モデル

曲げ・軸力に対する照査

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時	229.58	382.5	1.67	OK

せん断に対する照査

	発生応力度 (N / mm ²)	許容応力度 sa(N / mm ²) (SM570)	安全率 sa /	判定
地震時	38.82	217.5	5.60	OK



ケース1: 原地盤モデル せん断照査時刻

- 二次元有効応力解析FLIPが、鋼管杭にとって最も厳しい条件となることを確認した。

曲げ・軸力に対する照査

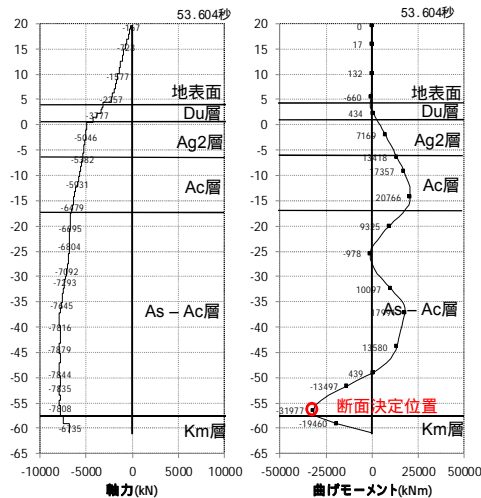
	発生応力度 (N/mm ²)	許容応力度 sa(N/mm ²) (SM570)	安全率 sa/	判定
SHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力(バネ1)	137.9	382.5	2.77	OK
SHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力(バネ2)	106.3	382.5	3.60	OK
FLIPを用いた応答変位法による杭の断面力		382.5		
地盤と杭の連成解析FLIPにより直接得られる杭の断面力	229.6	382.5	1.67	OK

せん断に対する照査

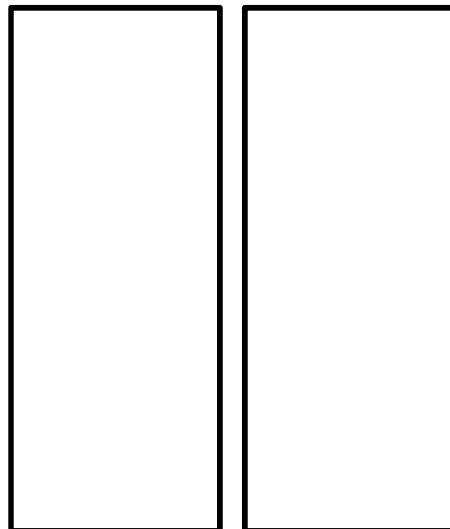
	発生応力度 (N/mm ²)	許容応力度 sa(N/mm ²) (SM570)	安全率 sa/	判定
SHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力(バネ1)	30.4	217.5	7.15	OK
SHAKEを用いた応答変位法による杭の断面力(バネ2)	10.6	217.5	20.57	OK
FLIPを用いた応答変位法による杭の断面力		217.5		
地盤と杭の連成解析FLIPにより直接得られる杭の断面力	38.8	217.5	5.60	OK

【曲げモーメント図の比較】

- 杭体の断面は、曲げ及び軸力によって発生する曲げ軸力によって決定していることから、曲げモーメント及び軸力分布図を比較した。
- 二次元有効応力解析 (FLIP) で、曲げモーメントが最大となることを確認した。

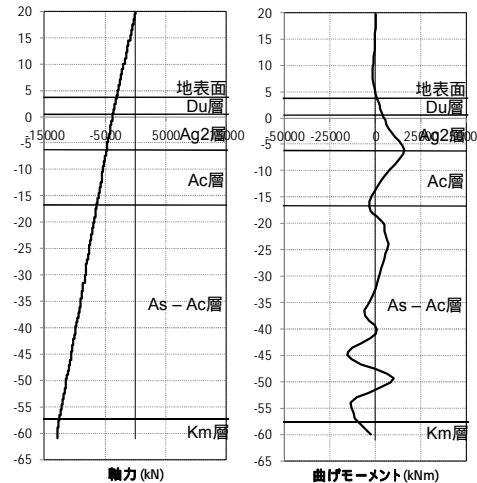


二次元有効応力解析 (FLIP)



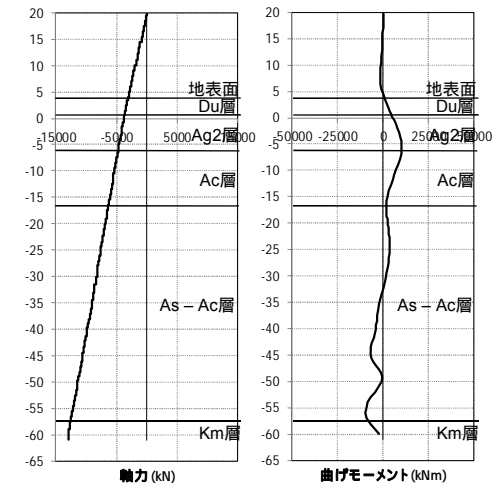
応答変位法解析結果

・入力変位: 二次元有効応力解析 (FLIP)



応答変位法解析結果

・入力変位: 一次元応答解析 (SHAKE)
 ・バネ定数: 初期剛性,
 ・バネ上限値: ピーク強度 (平均値)



応答変位法解析結果

・入力変位: 一次元応答解析 (SHAKE)
 ・バネ定数: 静弾性係数,
 ・バネ上限値: 残留強度 (-1σ低減値)

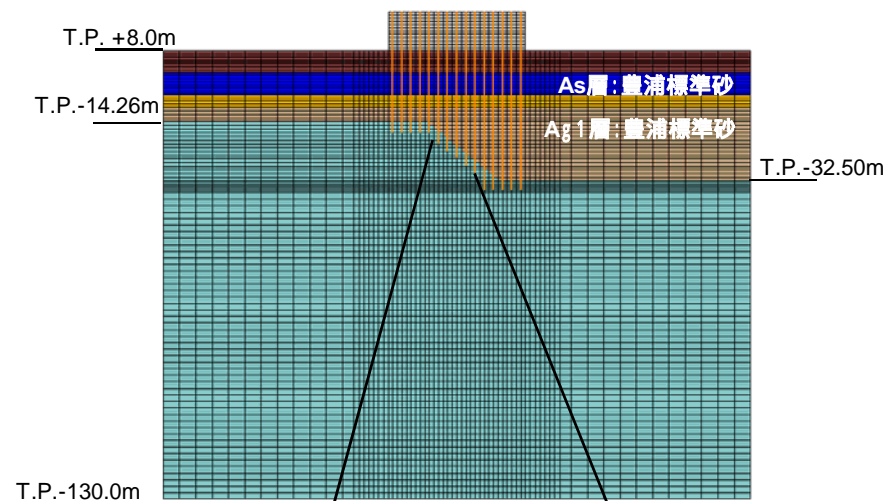
【指摘事項】第520回審査会合(H29.10.17)

豊浦標準砂による強制的な液状化を仮定した場合の岩盤傾斜部の相対変位量を示すこと。

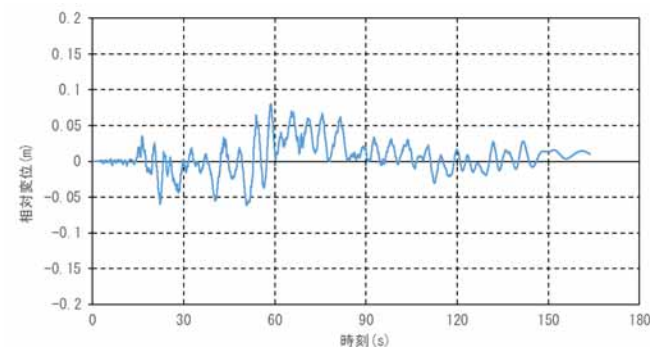
【回答概要】

- 豊浦標準砂による強制的な液状化を仮定した岩盤傾斜部の有効応力解析(FLIP)結果から、1ユニット両端杭位置の相対変位量を抽出した。

地表面の両端杭位置の変位差時刻歴

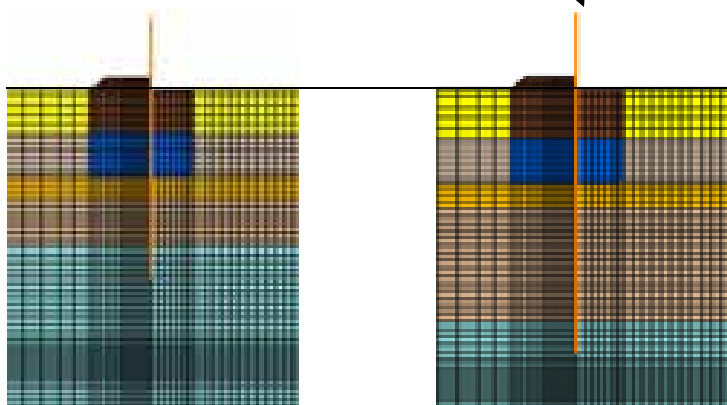


岩盤傾斜部(地点, 豊浦標準砂)
最浅部杭と最深部杭位置の地表面変位差時刻歴



時間(s)	両端変位差時刻歴の絶対値の最大値(m)	1(m)	5(m)
58.7	0.0806	0.2456	0.1650

変位差時刻歴抽出位置(地表面)



岩盤浅部横断面
(1ユニット端部杭)

岩盤深部横断面
(1ユニット端部杭)