

グラウンドアンカーによる耐震補強効果の検討

早稲田大学 学生会員 ○矢野 良尚
早稲田大学 フェロー 清宮 理
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 佐藤 成

1. はじめに

岸壁付近は埋立地などの軟弱地盤にあることが多く、地震時及び地震後に慣性力や地盤の液状化により移動することが予想される。この移動量によっては岸壁及び背後施設に大きな影響を及ぼす。そこでこの地震による移動量を許容値内に抑えるように護岸構造を考える必要がある。本研究では、ケーソン式の護岸構造物への影響を軽減させ、移動量を許容値内に抑えるためにグラウンドアンカーを設定した。グラウンドアンカーの設置角度、設置位置、本数、断面積の条件を変えることで最適な設置方法を検討することを目的としている。

2. 検討条件及びモデル図

解析は2次元有効応力法地震応答解析プログラム FLIP¹⁾を使用した。

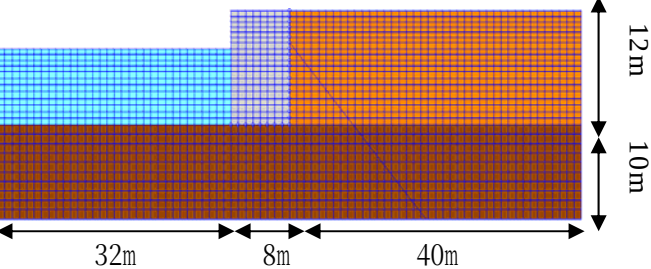


図 1 case3(45°)

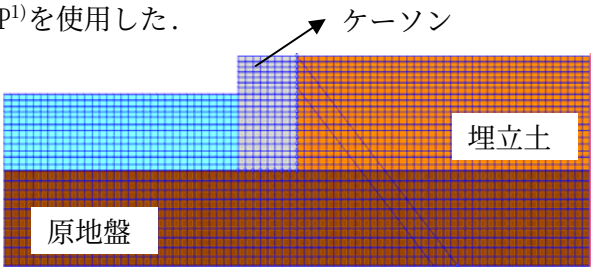


図 2 case8(45°) 2本

図 1、図 2 にメッシュ図を示す。分割は埋立土 0.50~0.70m、原地盤 1m を目安とした。また、埋立土は液状化し、原地盤は非液状化層とした。地下水位はケーソン前面 LWL=0.0m、背面 RWL=0.7m、地震動はポートアイランド観測波形(1995 兵庫県南部地震-32m)の NS 水平動と鉛直動の同時加振とした。

表 1 2次元地震応答解析パラメータ

名称	単位体積重量(湿) γ_t (kN/m^3)	有効単位体積重 γ'_t (kN/m^3)	N値 N	有効上載圧 σ_v' (kN/m^2)	細粒分含有率 F_c (%)	初期せん断波速度 V_s (m/s)	基準となる平均有効 σ_{v0} (kN/m^2)	基準となる初期せん断 G_{s0} (kN/m^2)	基準となる初期体積剛 K_{s0} (kN/m^2)	粘着力 C (kN/m^2)	内部摩擦角 ϕ (度)	パラメータ mG, mK	ポアソン比 v	間隙率 n	最大減衰 hmax
埋立土	18.0	18.0	5.0	65.0	—	174.4	98.0	55852	145653	0.0	38.49	0.500	0.330	0.450	0.240
埋立土(液状化層)	20.0	10.0	5.0	65.0	0.0	165.4	98.0	55852	145653	0.0	38.49	0.500	0.330	0.450	0.240
原地盤	20.0	10.0	25.0	65.0	—	272.8	98.0	151847	395993	0.0	42.08	0.500	0.330	0.450	0.240

名称	ポアソン比 v	せん断剛性 E (kN/m^2)	質量密度 ρ (t)
ケーソン	0.170	2.2E+07	2.10

名称	液状化パラメータ					
	PHIP	S1	W1	P1	P2	C1
埋立土(液状化層)	28.000	0.005	1.194	0.500	1.113	1.609

3. 検討ケース及びパラメータ

次の 4 項目をパラメータとしてケーソン式護岸の地震時変位特性を検討した。表 2 に検討ケースを示す。

- ①アンカー設置角度 30°,45°,60°と変化させた。
- ②アンカー設置位置ケーソン背面の地下水位である RWL=0.7m、ケーソン最上部に設置する。
- ③アンカー断面 $5.2 \times 10^{-4}(\text{m}^2/\text{m})$ と $1.04 \times 10^{-3}(\text{m}^2/\text{m})$
- ④アンカー設置本数

case1~7 は 1 本, case8 は 2 本

	設置角度	設置位置	断面積A(m^2/m)	本数
case1				0
case2	30°	地下水位	0.00052	1
case3	45°	地下水位	0.00052	1
case4	60°	地下水位	0.00052	1
case5	45°	最上部	0.00052	1
case6	45°	地下水位	0.00104	1
case7	45°	最上部	0.00104	1
case8	45°	西方	0.00052	2

表 2 検討ケース一覧

キーワード グラウンドアンカー、ケーソン式護岸、耐震補強

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学研究科清宮研究室 TEL 03-5286-3852

4. 護岸天端における変位

ケーソン天端における残留変位を比較し結果を図 3 に示す. CASE1(アンカーなし)のケーソン天端における残留変位は 2.376m であった. CASE2~4 を比べると, 設置角度 45°である CASE3 の残留変位が 1.45m と最も抑えられている. CASE5, CASE6, CASE7 は CASE3 のアンカー設置位置, 断面積, 本数を変えたものであるが, ほぼ残留変位 1.0m 程度である. なお, CASE8 の断面積を 2 倍にすることで残留変位が 0.77m となることを確認した.

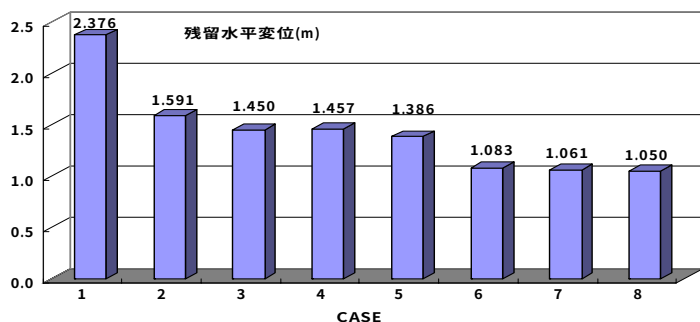


図 3 各検討ケースでの残留水平変位

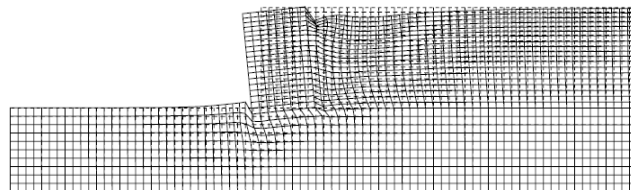


図 4 残留変形図(CASE1)

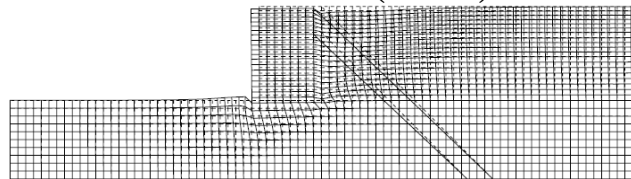


図 5 残留変形図(CASE8)

5. グランドアンカーの軸力

図 8 にアンカー軸力の時刻歴を示す. また, 図 6, 7 に CASE8 におけるケーソン天端水平変位および埋立土の過剰間隙水圧比の時刻歴を示す. 4sec 付近で埋立土の過剰間隙水圧比が上昇し, ケーソンの水平変位が発生しており, 水平変位が増大する際にアンカー軸力が急増しており, 変位を抑制する効果が発揮されている.

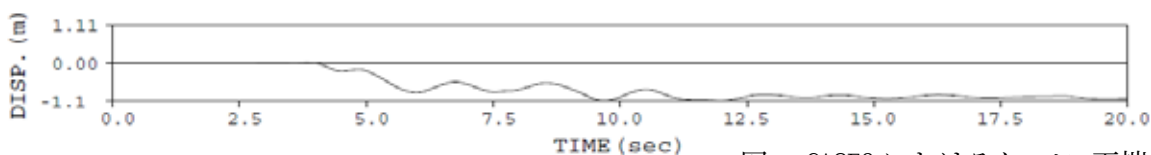


図 6 CASE8 におけるケーソン天端水平変位

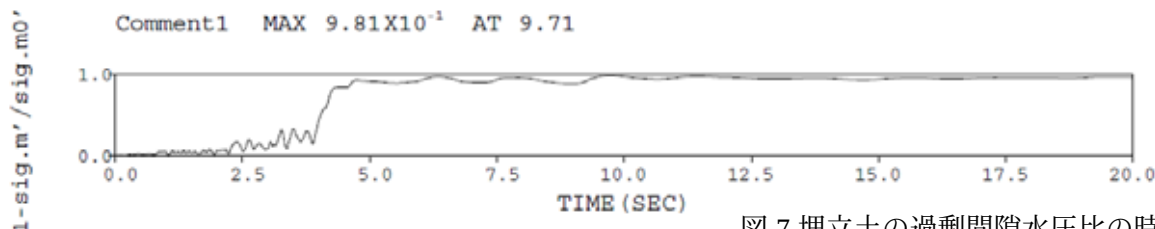


図 7 埋立土の過剰間隙水圧比の時刻歴

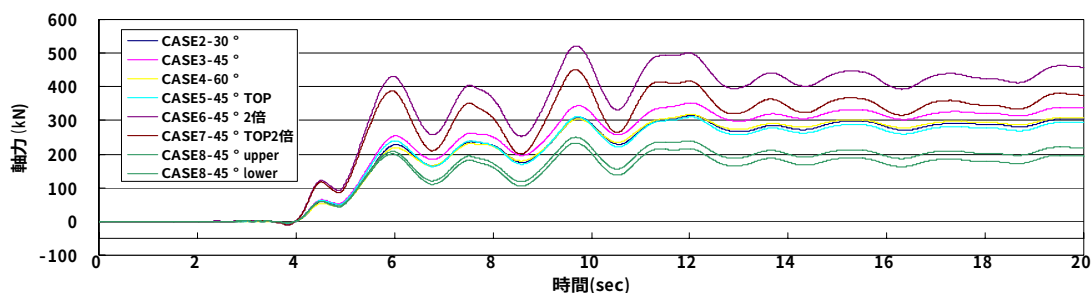


図 8 アンカー軸力の時刻歴

6. まとめ

本検討では支持地盤が堅固であったため, 設置角度や設置位置の違いがあまり生じなかったが, 適切な諸元を与えることにより, 重力式岸壁に対しても十分な耐震補強効果が得られることが明らかとなった. 今後, 根入を有する構造物や支持地盤条件などを変化させ, 適用性を確認していく予定である.

参考文献 1) Iai, S., Matsunaga, Y. and Kameoka, T.: Strain space plasticity model for cyclic mobility, Report of Port and Harbour Research Institute, Vol.29, No.4, pp.27-56, 1990