

液状化解析プログラム FLIP のカクテルグラスモデル簡易パラ メタ設定法（暫定版）を用いた事例解析－矢板式岸壁 その2－

有限会社日本解析センター 正会員 ○湯浅 明
京都大学防災研究所 正会員 上田 恭平
応用地質株式会社 正会員 植村 一瑛

1. はじめに

本来、有限要素解析の地盤材料パラメタは対象地盤における原位置試験・室内土質試験を基に設定することが望ましいが、実務においては十分な試験が実施されていないことも多いのが現状である。有効応力解析プログラム FLIP ROSE¹⁾²⁾では簡易的にパラメタを設定する手法（簡易パラメタ設定法³⁾）が研究・開発され用いられている。この設定法は、 N 値、細粒分含有率 F_c 、有効上載圧 σ'_v から材料パラメタを算出する。今回は近年開発されたカクテルグラスモデル（以下、CGM）に対する簡易パラメタ設定法（暫定版）⁴⁾の2次元断面適用性の確認を行うことを目的として、既往地震により被災が確認された矢板式係船岸を対象に解析を行った結果について報告する。なお、検討に際しては FLIP ver. 7.4.4 を用いた。

2. 検討対象と解析パラメタ

本検討で用いた秋田港大浜2号岸壁（矢板式係船岸）⁵⁾の解析モデル断面と入力地震動は図1、

2の通りである。本断面では矢板の被災として残留杭頭水平変位1.0~1.8mが観測された。解析条件の詳細は既往文献⁵⁾を参照されたい。本検討では、地盤全層をCGMでモデル化し、液状化対象層であるLayer1とLayer2については、パラメタを簡易パラメタ設定法（暫定版）で設定した。一方、その他の地層のパラメタは文献⁵⁾と同様とした。なお、解析は排水条件で実施し、透水係数は土質に応じた一般値を用いた。地盤のパラメタ一覧は表1に示し、

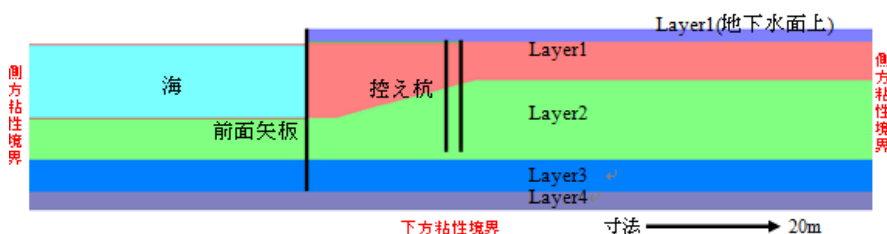


図1 解析モデル⁵⁾

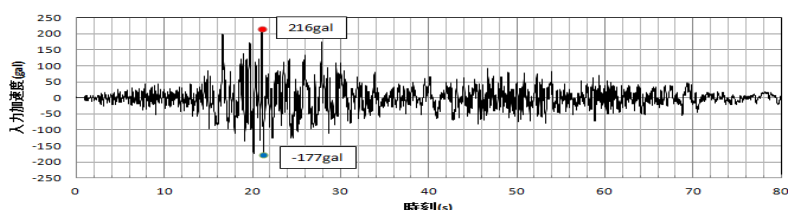


図2 入力地震動⁵⁾

図3 液状化強度比の比較

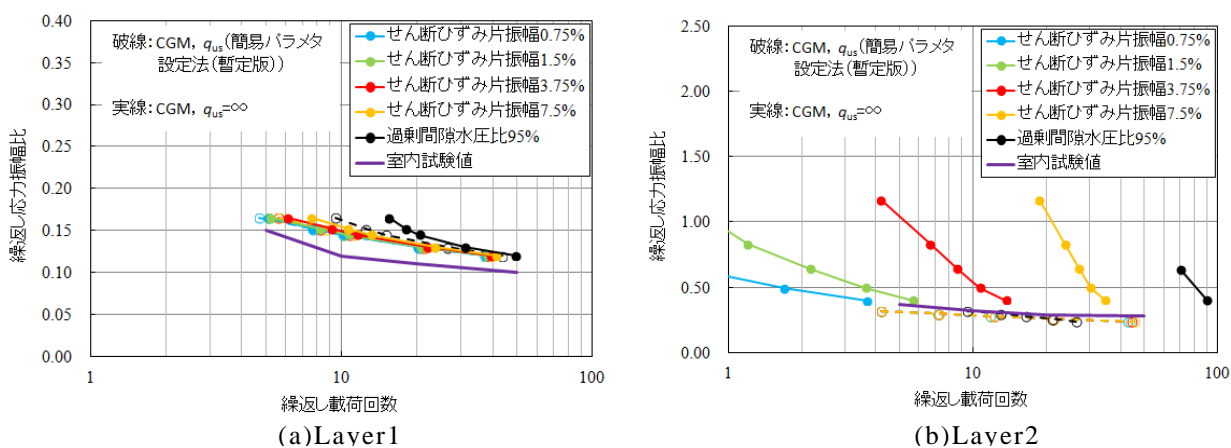


図3 液状化強度比の比較

キーワード 有効応力解析 簡易設定法 排水解析 矢板式係船岸

連絡先 〒277-0945 千葉県柏市しいの木台 3-20-16 (有)日本解析センター TEL047-387-4123

図3に液状化対象層である Layer1, Layer2 の液状化強度比を示す。ここで、 q_{us} は定常状態 (Steady state) における非排水せん断強度で、 $q_{us} = \infty$ の場合は定常状態 (Steady state) が発揮しない条件である。Layer1 は q_{us} を簡易パラメタ設定法 (暫定版) で設定した場合、 $q_{us} = \infty$ のいずれでも試験値に比べてやや大きな液状化強度となった。一方、Layer2 は $q_{us} = \infty$ で試験値と比べて大きな液状化強度となり、 q_{us} が簡易パラメタ設定法 (暫定版) の場合、試験値と概ね液状化強度は一致した。なお、Layer1, Layer2 ともに試験の液状化強度は N 値、 F_c 、 σ'_v から時松・吉見の方法 (簡易パラメタ設定法 (暫定版) で目標とする液状化強度) から求めた値より小さいものであったことには注意が必要である。なお、2次元解析は q_{us} を簡易パラメタ設定法 (暫定版) と $q_{us} = \infty$ の2ケース実施した。

3. 検討結果

図4に残留変形図を示す。矢板頭部の残留変位は q_{us} (簡易パラメタ設定法 (暫定版)) で 4.62m、 $q_{us} = \infty$ で 1.60m となり $q_{us} = \infty$ の方が被災値 (1.0~1.8m) に近い値になった。これより、解析では q_{us} 値を適切に設定することが重要であると考えられる。

4. まとめ

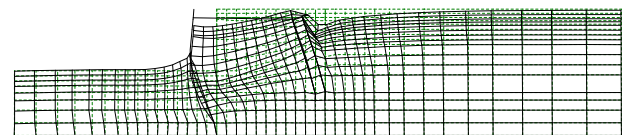
矢板式係船岸を対象に液状化対象層の N 値、有効拘束圧 σ'_v 、細粒分含有率 F_c から CGM のパラメタを簡易パラメタ設定法 (暫定版) により推定し、2次元動的有効応力解析を行い、矢板の変位量の比較を行った。その結果、 $q_{us} = \infty$ で被災状況を再現するものの q_{us} 値を適切に評価・設定することが重要であることが分かった。

謝辞：本検討は一般社団法人 FLIP コンソーシアムの研究活動の一環として実施したものである。ここに記し、関係者に謝意を表す。

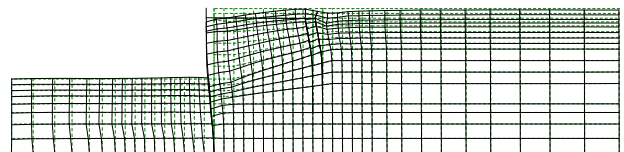
参考文献：1) Iai, S., Matsuhaga, Y. and Kameoka, T.: Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility Model, Port and Harbour Research Institute, Vol. 29, No. 4, pp. 27-56, 1990. 2) Iai, S., Tobita, T., Ozutsumi, O. and Ueda, K.: Dilatancy of Granular Materials in a Strain Space Multiple Mechanism Model, International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol. 35(3), pp. 360-392, 2011. 3) 森田年一, 井合進, Hanlong Liu, 一井康二, 佐藤幸博: 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法, 港湾技研資料 No. 869, 1997. 4) 植村一瑛, 一井康二, 井合進: 液状化解析プログラム FLIP のカクテルグラスモデル簡易パラメタ設定法 (暫定版), 第 57 回地盤工学研究発表会, 2022 (投稿中). 5) 財団法人沿岸技術研究センター: 液状化解析プログラム FLIP による動的解析の実務, FLIP 研究会の 14 年の研究成果【事例編】, pp. 3-1-25, 2011.

表1 パラメタ一覧

対象層	Layer1	Layer2	Layer3	Layer4
N値	5.5	15.3	-	-
細粒分含有率 F_c (%)	0.0	10.0	-	-
有効拘束圧 σ'_v (kPa)	65.0	65.0	-	-
質量密度 ρ (t/m^3)	2.092	2.049	1.500	2.000
間隙率 n	0.480	0.448	0.550	0.450
平均有効拘束圧 P_a (kPa)	48.75	48.75	153.00	170.00
初期せん断剛性 G_0 (kPa)	36,663	77,816	72,600	168,200
体積弾性係数 K_{vs} , K_{us} (kPa)	95,611	202,933	189,300	438,600
$m_{G,nc}$	0.5	0.5	0.5	0.5
ポアソン比 ν	-	-	-	-
最大減衰定数 H_{max}	0.24	0.24	0.20	0.24
間隙水の体積弾性係数 K_r (kPa)	2.20E+06	2.20E+06	2.20E+06	2.20E+06
内部摩擦角 ϕ_r (°)	34.8	39.7	30.0	44.0
変相角 ϕ_p (°)	28.0	28.0	-	28.0
E_{dc}	0.750	0.520	-	0.132
f_{dc}	8.425	1.133	-	1.000
f_{sd}	1.100	0.459	-	0.660
q_1	1,000	1,000	-	1,000
q_2	2,000	2,000	-	0.500
f_k	0.135	0.242	-	0.380
f_k''	0.135	0.242	-	0.380
lk	2.00	2.00	-	2.00
q_4	1.00	1.00	-	1.00
I865SW	0.00	0.00	-	0.00
S_1	0.005	0.005	-	0.005
c_1	1.593	2.335	-	2.000
f_1	0.1	0.1	-	0.1
f_{minp}	0.5	0.5	-	0.5
q_{us} (kPa)	234.2	28.01	-	∞
透水係数 (m/s)	2.20E-04	1.75E-05	1.75E-05	1.75E-05



(a) q_{us} (簡易パラメタ設定法 (暫定版))



(b) $q_{us} = \infty$

図4 残留変形図