

岩ズリの地震時沈下特性に関する振動実験の再現解析

(株)ニュージェック 正会員 ○瀬戸口修造, 楠謙吾
 (独)港湾空港技術研究所 正会員 小濱英司, 菅野高弘

1 はじめに

岩ズリ材料は砂質土と比べ粒径が大きく透水性が高い材料であるため、液状化対策として埋立材料として用いられることがある。埋立地盤の造成方法によっては、埋立地盤は緩詰め状態である場合がある。従って、岩ズリ材料による埋立地盤は、地震時の繰り返しせん断により液状化は発生しなくても、大規模なゆすり込みによる沈下が発生する可能性がある。小濱ら¹⁾は、岩ズリ材料を用いてせん断土槽による 1G 場の振動実験を実施し、地震時の沈下・変形特性について調査した。この実験結果をもとに二次元有効応力解析 FLIP^{2),3)}(Ver.7.2.2)による再現解析を実施した。

2 解析条件・手順

実験では、せん断土槽を用いて岩ズリ材料の振動実験を行っている。実験断面を図 1 に示す。せん断土槽を用いた実験であることから、実験での境界条件の影響は小さいと考えられるため、一次元状態での解析とした。また、岩ズリの揺すり込み沈下を表現するため、ダイレイタンシーが考慮されるカクテルグラス要素を適用した。

材料パラメータを表 1 に示す。また、カクテルグラス要素の各種材料パラメータについては以下の様に設定した。 $q_1=1.0, q_2=0.0$ とし、液状化の進行を表現する状態変数 S_0^* による負のダイレイタンシー補正係数 r_{S0} を常に 1.00 となるようにした。体積弾性係数に関するパラメータは通常の砂と同様とし、 $r_k''=0.0, r_k=0.0, l_k=2.0, r_f=0.5$ とした。負のダイレイタンシーの終局値 ϵ_d^{cm} は e_{min} まで体積圧縮すると考え $\epsilon_d^{cm}=0.15$ とし、正負の両ダイレイタンシーを制御するパラメータ r_{ad} は一般値として $r_{ad}=0.2$ とした。透水係数はクレーガーによる一般的な土の D20 と透水係数の関係より $k=1.75 \times 10^{-1}m/s$ (岩ズリの D20 は 7mm 程度) とした。以上のパラメータで、負のダイレイタンシー増分の係数である r_{ad}^c を変化させ沈下量が整合するようにパラメータスタディを行った。解析ケースを表 2 に示す。

3 解析結果

模型実験により計測されている位置での鉛直・水平方向変位、加速度応答および過剰間隙水圧の時刻歴変化の比較を行った (ただし case1 は非常に近い値を示しているため割愛する)。図 2 に Dv01 での鉛直方向変位時刻歴の比較を示す。case1, case2 は過剰な変位量となったが、 r_{ad}^c を小さくしてい

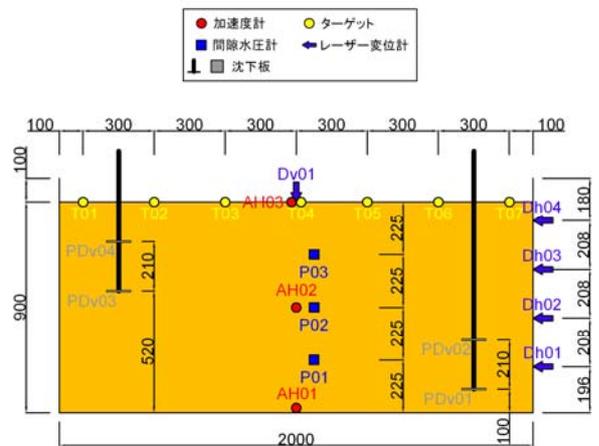


図 1 実験断面図

表 1 岩ズリの材料パラメータ

パラメータ	単位	備考
基準拘束圧	σ_{ma} 3.53 kPa	上載圧より
せん断弾性係数	G_{ma} 2782 kPa	ハルス加振結果より
体積弾性係数	K_{ma} 7254 kPa	G_{ma}, ν より
ポアソン比	ν 0.33	一般値
密度	ρ_t 1.69 g/cm ³	密度管理より
飽和密度	ρ_{sat} 2.04 g/cm ³	
間隙率	n 0.38	密度管理より
最大減衰定数	h_{max} 0.24	一般値
内部摩擦角	ϕ 38 °	Drより秋田外港砂
拘束圧依存パラメータ	m_G, m_K 0.5	一般値

表 2 解析ケース

ケース名	r_{ad}^c
case1	2.00
case2	1.00
case3	0.90
case4	0.75
case5	0.40

キーワード：岩ズリ, 有効応力解析, 振動実験

Eiji KOHAMA, Takahiro SUGANO (Port and Airport Research Institute)
 Shuzo SETOGUCHI, Kengo KUSUNOKI (NEWJEC)

く中で実験値に近づき, case4 ではほぼ整合した値を示すことができた. 図 3 に Dh02~Dh04 での水平方向変位時刻歴の比較結果を示す (Dh01 は Dh02 と似た傾向を示しているため割愛する). 水平方向変位は, 実験での計測ノイズが大きいため判断が難しいが, 下層部から中層部 Dh01~Dh03 までは比較的整合しているように思われる. 上層部 Dh04 は, 解析結果の方が大きい値を示した. これは実験に使用した岩ズリ材料の粒径が大きい (最大粒径 $\phi=106\text{mm}$), 実験時の表層部の拘束圧が解析の場合に比べて大きかったのではないかと考えられる. 図 4 に加速度応答時刻歴の比較を示す. AH03 位置における加速度応答時刻歴は, case1 のように r_{ad} が大きい値の時は, 実験値に比べ小さい値を示したが, r_{ad} を小さくすると次第に実験値に近づき, case4 では比較的整合している. AH01, AH02 位置では, 全てのケースにおいて比較的整合した. 図 5 に過剰間隙水圧時刻歴の比較を示す. r_{ad} が小さい値になるにつれて沈下量 (体積収縮) が減少するため過剰間隙水圧も小さくなったと考えられる. 実験での計測ノイズが大きいため判断が難しいが, 液状化は発生しておらず, 実験に整合した結果となった.

4 おわりに

・負のダイレイタンス増分の係数である r_{ad} を変化させ模型実験の変位, 応答加速度および過剰間隙水圧を再現することができた.

参考文献

- 1) 小濱英司,山崎浩之,菅野高弘,高橋英紀,立花祐二,楠謙吾,岸壁背後に用いられた岩ズリの地震時沈下特性,第67回土木学会年次学術講演,2012
- 2) Iai,S. and Ozutsumi,O. : Yield and cyclic behavior of a strain space multiple mechanism model for granular materials International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics 35 (3), pp360-692, 2005
- 3) Iai,S. Matsunaga,Y. and Kameoka,T. : Strain, space plasticity model for cyclic mobility, Soils and Foundations, Vol32, No.2, pp1-15, 1992

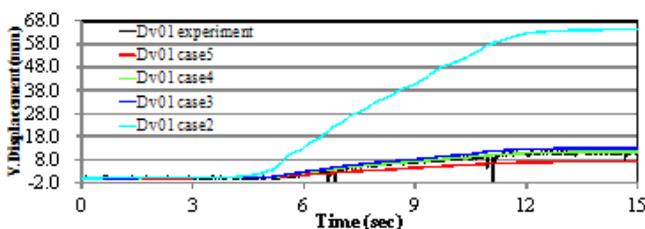


図 2 鉛直方向変位の比較

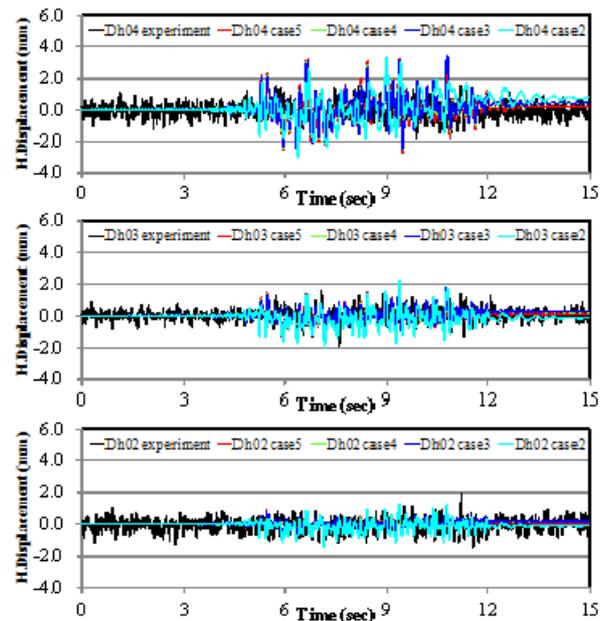


図 3 水平方向変位の比較

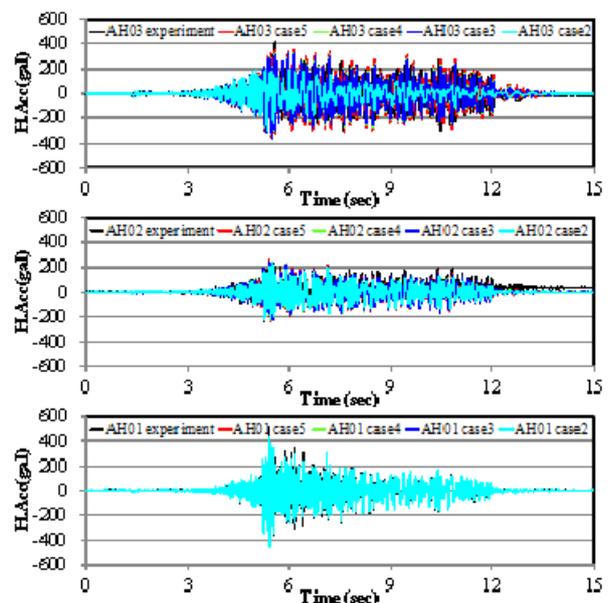


図 4 加速度応答の比較

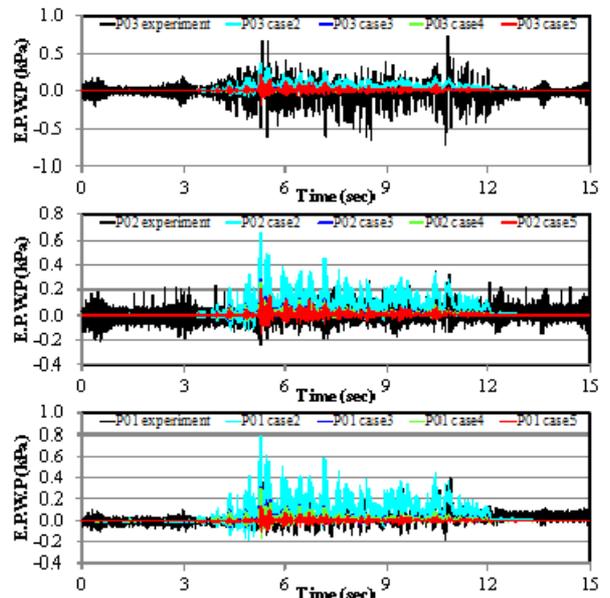


図 5 過剰間隙水圧の比較