## 遠心模型実験による粘着力の大きさが地震時土圧発現に及ぼす影響比較

鉄道総合技術研究所	正会員	○尾﨑	匠, 中島	進,佐	名川	太亮,	伊吹	竜一
東京工業大学	正会員	高橋	章浩	非会員	Phadu	ungsak	Hong-ii	1

1. はじめに 現在鉄道分野では, 擁壁の大規模地震に対する耐震 対策が進められているが、その耐震診断・補強設計において、地震時 土圧の算定には主に内部摩擦角 φ のみを使用した修正物部岡部式 1)が 用いられている<sup>2)</sup>.一方,材料規定がない時代に造られた擁壁の背面 盛土は、細粒分を一定以上含み粘着力を有する場合が多い.このため、 粘着力を考慮できない現行の地震時土圧算定手法では,実際より地震 時土圧を過大評価する可能性が高い.

背面盛土の粘着力を考慮できれば地震時土圧をより適切に評価可 能だが,模型実験を通じて背面盛土の粘着力が地震時土圧に与える影 響を検討した事例は少ない<sup>例えば3)</sup>.以上を背景とし,以前の検討<sup>4)</sup>では 粘着力を有する現場発生土を用いた擁壁模型の加振を遠心場で行っ た.本検討では、使用する背面盛土の粘着力を変化させ、粘着力の大 きさが地震時土圧に与える影響を比較検討した.

実験には東京工業大学が所有する遠心実験装置を使 2. 模型概要 用した.図1に模型概要を示す.また、表1に各模型の地盤条件と三 軸圧縮試験(圧密排気排水条件)で得られた物性値を示す. なお三軸 圧縮試験の結果が既設鉄道盛土の調査で得られた内部摩擦角および 粘着力の範囲と整合することを確認している.また,表1中のCase1 は以前の検討4時の条件で、本検討ではこちらも併せて比較を行う.

3. 実験手順 遠心加速度 30G の下で水平加振を行った.入力波は 2Hz10 波の正弦波で(Casel のみ始めの5回は1Hz10波),1 試番ごと に目標最大加振加速度を100gal ずつ増大させて入力した.

4. 実験結果 各加振後における擁壁の水平変位を図 2,3 に示す. なお,水平変位については擁壁上下の水平変位より滑動・転倒に起因 する変位を計算し、それぞれ分けて記載している. 滑動由来の水平変 位は図2より粘着力が大きいケースほど小さい傾向であるとわかる. 転倒由来の水平変位ついても,図3より稲城砂の粘着力が大きい Case3 で稲城砂の粘着力が小さい Case4 に比べ若干大きな変位が生 じているものの,基本的な傾向は同様である.なお, Case3 では遠心 力上昇過程から上部水平変位が Case4 よりも大きい傾向にあり,別 途フーチング底面の地盤反力の計測値から,支持地盤の不陸等により 基礎の接地状況が他のケースと異なっていたことが分かっている.



□:加速度計(水平・鉛直)
□:加速度計(水平
□:加速度計(鉛直)
□:レーザー変位書

模型概要

使用した地盤材料の基本物性

Case2

地盤材料

地盤材料A Dc=95% 也盤材料A w=22.0%

45

擁 壁

模型

図1

Case1

単位は実物大換算値でm

表 1

支持地艇

背面地燈

レーザー変位計

背面盛土

支持地盤

稲城砂 Dc=98% 稲城砂 稲城砂 w=16.6% w=16.6

Case4

稲城砂

Case3

10.2



また, 擁壁背面に作用する水平力と鉛直力の計測値を元に地震時主 働土圧係数を計算し比較を行った.擁壁への作用力である擁壁慣性力および背面盛土から擁壁に作用する水平土圧 合力の和である、全水平力が前面方向にピークとなるタイミングが主働土圧状態であることを確認した上で、この

キーワード	地震時土日	E, 粘着力, 遠心模型実験,	擁壁		
連絡先	〒185-8540	東京都国分寺市光町 2-8-38	(公財)	鉄道総合技術研究所	TEL042-573-7261

タイミングでの地震時主働土圧係数をプロットしたものを図 4 に示 す.加振周波数が異なる箇所以外は,粘着力が大きいケースで地震時 主働土圧係数が小さい傾向が得られている.

## <u>5. 背面盛土の粘着力が地震時主働土圧に及ぼす影響要因</u>

背面盛土の粘着力が大きいケースで、粘着力が小さいケースより も、残留変位や地震時主働土圧係数が小さい要因を分析する.

擁壁背面盛土で自立領域が発生

図5に全水平力ピーク時の擁壁背面に作用する水平土圧分布を 示す.100gal目標加振程度までは土圧の上昇が限定的である部分 が確認できるが、それ以降では土圧の上昇が確認された.これは 100gal目標加振までは、粘着力により背面盛土の自立性が発揮さ れたためと考えられる.図6に示す、以前行った1G場の実験5 では上部に土圧非作用領域の形成が確認されたが、本検討では明 瞭には確認されなかった.

② 擁壁背面作用鉛直力の増加

見かけの壁面摩擦角  $\delta_w$  と擁壁上部変位  $d_{top}$  の時刻歴の一例を図 7 に示す.ここで見かけの壁面摩擦角  $\delta_w$ は計測で得られた擁壁背面に 作用する水平力と鉛直力より、その合力が水平となす角度として算 定した.図7より、見かけの壁面摩擦角  $\delta_w$ は 50~60°程度で、三軸 圧縮試験で評価した内部摩擦角よりも大幅に大きいとわかる.これ は次に述べるすべり面上のせん断強度増加に起因する水平土圧の減 少と、背面盛土の粘着力に起因する擁壁背面に作用する鉛直力の増 加が要因と考えられる.

③ すべり面上のせん断強度の増加

土のせん断強度が  $\tau = \sigma \tan \phi + c$  と示される通り, すべり面上の土 のせん断強度が粘着力により増加することが想定される. これによ り, すべり土塊の移動に対して抵抗する力が働き, 擁壁に作用する水 平土圧が低減されることが考えられる.

## <u>6. まとめ</u>

本検討により,粘着力が地震時土圧発現に及ぼす影響として, ①擁壁背面盛土で自立領域が発生

②擁壁背面作用鉛直力の増加

③すべり面上のせん断強度の増加

の3つが挙げられることを確認した(図8).ただし①に関しては,

1G場での試験と比べ明瞭には認められなかった.

参考文献 1)Koseki, J., Tatsuoka, F., Munaf, Y., Tateyama, M. and Kojima,K.(1997), "A modified procedure to evaluate active earth pressure at high seismic loads", Soils and Foundations, Special Issue, No.2,pp209-216 2)国土交通省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物等設計 標準・同解説 土留め構造物, 2012 3) 大原資生, 松田博:岸壁に作用する 地震時土圧の計算, 土木学会論文報告集, 第 358 号, pp.103-111, 1985 4) 中島進, 佐名川太亮, 中島卓哉, 尾崎匠:粘着力を有する背面地盤から擁壁 に作用する地震時土圧の発現特性, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019 5) 中島進, 佐名川太亮, 中島卓哉, 尾崎匠:粘着力を有する背面盛土から擁 壁に作用する地震時土圧の発現特性, 土木学会第 74 回年次学術講演会, 2019



図8 擁壁育面の粘着力による地震時エ 圧発現への影響