

橋台取り付け部の両面アンカー式補強土壁の地震時挙動に関する研究

振動台実験 補強土工法 耐震設計

豊田工業高等専門学校 国際会員 ○小林 睦
豊田工業高等専門学校 正会員 小笠原 明信
岡三リビック 国際会員 小浪 岳治, 林 豪人
豊田工業高等専門学校 高橋 柊人, 杉本翼, 宮川直人

1. はじめに

これまでに筆者らは、アンカー式補強土壁の地震時性能評価に資する知見を得ることを目的として、地下水が高い状態における地震時挙動を明らかにする遠心模型実験を実施してきた。その結果、地震加速度が2m/s²程度の条件においては、壁面パネルと補強材で構成される補強領域が一体となって挙動することを指摘してきた¹⁾。さらに、壁面材と支圧板で挟まれた補強領域が背中合わせになった両面壁の動的遠心模型実験においても、裏込め地盤が乾燥砂で作製されているにもかかわらず、補強領域が一体化して挙動することが明らかになった²⁾。ところで、これまでの補強土壁に関する模型実験では、補強材敷設方向に地震動が作用し、地震時の土圧に対する補強材の補強効果を評価してきた。しかしながら、橋台取り付け部においては、地震時に剛なコンクリート構造物に補強領域が側面から衝突することになるため、設計では考慮されていない外力が作用することが考えられる。筆者らも、このことについて試行してきた³⁾ものの、模型実験の制約を受けて明確な知見を得ることができなかった。本研究では、橋台に隣接する両面アンカー式補強土壁に作用する地震動の入力方向が崩壊・変形挙動に与える影響を調べるために重力場振動台実験を実施した。

2. 重力場振動台実験

表 1 に本研究における実験条件を示し、図 1 に模型地盤の概要を示す。模型地盤の縮尺を 1/20 とし、壁高 6m の両面補強土壁模型を作製した。裏込め材には三河珪砂 6 号を用いて、空中落下法により相対密度が 70%になるように補強材設置層ごとに地盤を作製した。加振実験中の壁面土圧、補強材張力、応答加速度を測定するために図 1 に示すとおり設置している。タイバーに作用する張力を記録するために、圧力計 EPL1 を貼り付けた壁面パネルに緊結されたタイバーにひずみゲージを曲げキャンセルできるよう 2 面に貼付している。壁面パネルは 1000×1000×t100mm を想定してアクリル板で 50×50×t5mm とし、図 2 に示すようにタイバー模型を取り付けている。最下段の壁面材については、タイバーを 2 本ずつ下部から 18mm の位置に取り付けている。橋台模型は板厚 10mm のアクリル板を木枠で模型土槽に固定している。この橋台模型は補強土壁模型側には変位することができるようにしている。ただし、模型地盤に対して橋台模型の重量は小さく、この橋台模型が補強土壁を側面から押し込むことは想定していない。

図 3 に振動台に入力した地震波形を示す。加速度振幅 7m/s²、加振周波数 4Hz の波を 20 秒間与えた。実験中の模型地盤の様子は高速度カメラで撮影した。

3. 加振方向の違いが補強土壁の内部安定に与える影響

図 4 に加振中の補強領域の挙動を明らかにするために、両壁面における同一深度での土圧の相互関係を示す。なお、圧力計は模型地盤完成後、加振前にキャリブレーションしゼロ点調整を行っている。これより、補強材敷設方向に地震動が作用する D70-O について、ERP2、EPL2 の相互関係において、term2 までに上段の支圧板が引き抜けを起こして壁面パネルが脱落したために土圧が発生しなくなったことから term1 のみ記載している。EPR1、EPL1 の関係では、片方の壁面土圧が大きくなると他方の壁面土圧が小さくなっていることが指摘できる。これは、地震時慣性力によって裏込め地盤が振動し、それによって土圧が増減していることがうかがえ、補強領域にせん断変形が生じていることが分かる。これに対して、補強材敷設方向と直交する方向に地震動が作用する D70-P は、図 4 より、両壁面の土圧の相互関係が D70-O と異なり、地震時慣性力の影響は見られず、むしろ土圧が減少していることがうかがえる。また、図 5 に EPL1 を設置した壁面材に緊結したタイバーのひずみの時刻歴を示す。図 5 (b) より、D70-P では壁面に作用する土圧が減少しているにもかかわらず、タイバーには引張力が生じていることが分か

表 1 実験条件

実験コード	相対密度 (%)	加振方向
D70-P	70	補強材直交方向
D70-O	70	補強材敷設方向

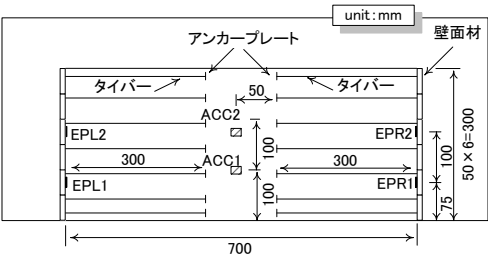


図 1 模型地盤概要



図 2 補強材模型

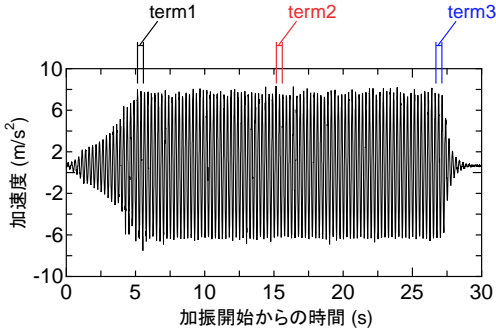
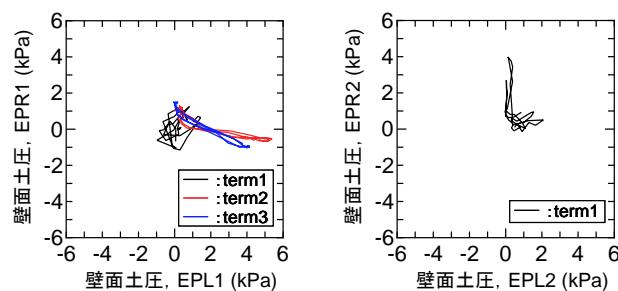


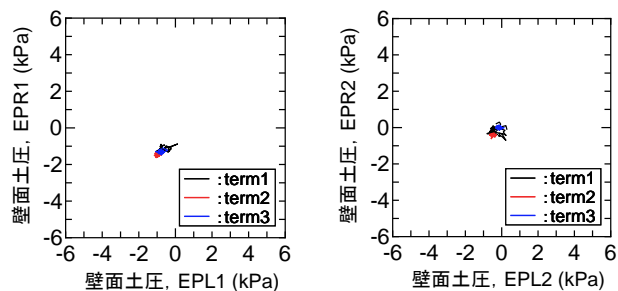
図 3 振動台応答加速度

Study on seismic deformation behavior of back to back anchored reinforced soil wall face to abutment.

Makoto KOBAYASHI, Akinobu OGASAWARA, Shuto TAKAHASHI, Tsubasa SUGIMOTO, Noto MIYAGAWA (National Institute of Technology, Toyota College) Takeharu KONAMI, Taketo HAYASHI(Okasan Livic Co., Ltd.)



(a) D70-O



(b) D70-P

図4 壁面土圧相互関係

る。このように、補強土壁が補強材敷設方向とは異なる方向に地震動を受ける場合は、従来の設計で想定している挙動とは異なっていることが分かった。

4. 両面補強土壁の地震時挙動に橋台が及ぼす影響

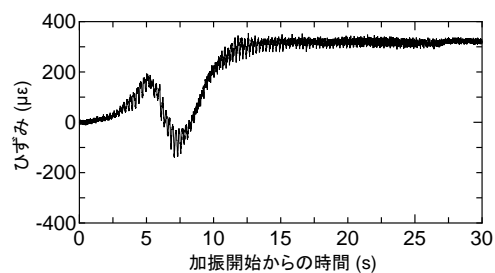
図6に両ケースの加振中の記録画像を示す。これより、先述のとおりD70-Oでは地震時土圧が支圧板の引き抜き抵抗力を上回ったために、引き抜けが生じていることが確認でき、D70-Pでは壁面パネルの接続部から裏込め地盤が漏れていることが確認できた。また、D70-Pでは、その後の模型地盤の状況から、加振によって模型地盤上層部が加振方向にせん断変形を生じたために、乾燥砂で作製された裏込め地盤が攪乱されて堆積状況に変化していることが確認できた。これらのことと、前章で考察した土圧の進展状況より、橋台に隣接する補強土壁の地震時影響を再現した今回の実験結果に対する以下のような仮説を立てた。すなわち、図7に示すように水平方向に接続する壁面パネルを一体化した壁面パネル体と考えると、橋台に衝突する方向で①地震動を受ける場合は、橋台があることによってこの壁面パネル体が②座屈変形を起こして強制的に変位し、それによって③補強材には地震時設計で考慮していない張力が作用することになるのである。本研究においては、壁面パネル体の座屈変形によって支圧板が引き抜け、破断を起こすには至っていないが、補強材自体の引張強度が大きい場合に壁面近傍で破断が生じると壁面材が脱落するようなことが生じると考えられる。

5. まとめ

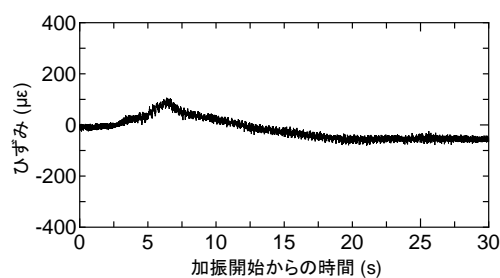
補強土壁の補強材敷設方向と直交する方向で加振実験を行ったところ、橋台のような剛な構造物が補強土壁側面を押し込むのではなく、補強土壁の壁面パネル同士が干渉しあって変位することで補強材には設計時に想定していない張力が作用する可能性があることが分かった。今後は、加振実験中の壁面パネルの挙動を詳細に観察し、仮説の検証を行う必要がある。

《参考文献》

1)小林睦ら：地下水が高い状態にあるアンカー式補強土壁の地震時被災メカニズムに関する研究，地盤工学ジャーナル，Vol.13，No.2，pp.123-134，2018. 2)小浪岳治ら：両面アンカー式補強土壁の地震時変形メカニズムに関する動的遠心模型実験，第73回土木学会年次学術講演会公講演要集，III-427，2018. 3)小林睦ら：橋台取り付け部の補強土壁の地震時土圧特性について：第76回土木学会年次学術講演会講演概要集，III-101，2021.

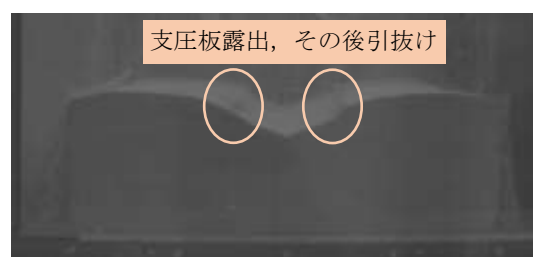


(a) D70-O



(b) D70-P

図5 タイバーに発生しているひずみの時刻歴



(a) D70-O (4sec)



(b) D70-P (15sec)

図6 加振中の模型地盤の様子

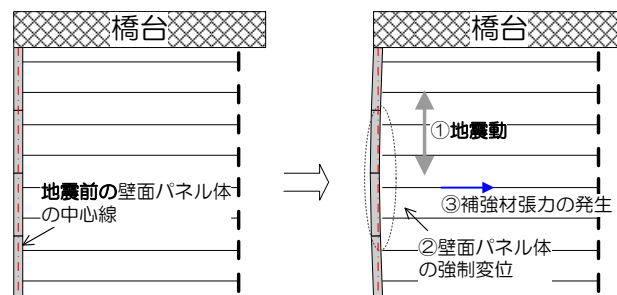


図7 橋台に衝突する方向の地震動の影響