両面アンカー式補強土壁の補強メカニズム

Reinforcement Mechanism of Multi-Anchor Wall with Double Wall Facing

鈴木恒太1,小林睦1,三浦均也2,小浪岳治3,林豪人3

- 1 豊田工業高等専門学校 環境都市工学科 makotok@toyota-ct.ac.jp
- 2 豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系
- 3 岡三リビック株式会社・ジオテクノ本部

概 要

近年の地震時被害調査では、橋台とその取り付け部の両面補強土壁との間に段差が生じ、緊急輸送路とし て機能していないことが指摘されている。このような両面補強土壁の地震時挙動は明確になっていないの が現状である。そこで本研究では、水平方向に変形を拘束されるような地盤おいて、アーチ作用によって 鉛直土圧が小さくなる事に着目し、両面補強土壁だけでなく水平方向に移動しない壁面での土圧特性を調 べるための一連の遠心模型実験を行った。その結果、水平方向の移動量が少ない両面壁では、地盤内にア ーチ作用が生じており、補強材がある場合は、補強領域内にさらに強いアーチ作用が生じている事が確認 できた。

キーワード: 補強土壁, 遠心模型実験, 振動台実験

1. はじめに

一般に、補強土構造物は耐震性が高いことが知られて いる^{1),2)}。そこで、この種の構造物の地震時性能を明ら かにするために、補強土構造物の地震時挙動に関する研 究事例は少なくない³⁾。一方で、東日本大震災では、補 強土壁と隣接する構造物との間に段差が生じたと報告 されている⁴⁾。柔軟な構造である補強土壁が、マッシブ な構造物と隣接する部分において地震時に変形すると、 道路平面の連続性が保たれなくなり、ときに緊急輸送路 として機能しなくなる可能性がある。そこで主要な道路 では、橋台アプローチ部およびボックスカルバート隣接 部においては、道路の安全性や供用性に影響する重要な 部分であるために連続性を確保する構造でなければな らないと定められた⁵⁾。

アンカー式補強土工法は,壁面のコンクリートパネル に緊結されたタイバーにアンカープレートを設置し,そ のアンカープレートによる引抜抵抗力によって壁面に 作用する土圧に抵抗する補強土工法である。支圧版埋設 位置は,補強領域の内的安定照査のによって決定される。 ところが,図1に示す両面補強土壁の補強材設置状況の ように,道路幅員によっては,(c)嵌合式のようにアンカ ープレートが他方の補強領域内に設置することになり, 補強領域がラップするケースがある。補強土壁の内的安 定については,従来の設計手法で検証できるものの,地 震時挙動においては,補強領域相互が及ぼす影響は未知 である。そこで,筆者らは,補強材設置位置が地震時挙 動に及ぼす影響を調べるために,一連の遠心模型実験を 実施してきた。その結果,独立式に比べて嵌合式のケー スにおける地震時変形量が小さいことが分かった⁷⁾。ま た,地下水の影響を受けるアンカー式補強土壁の地震時 挙動に関する研究においては,補強領域が一体となって 滑動することが明らかにされている⁸⁾。これらのことか ら,アンカー式補強土壁の補強メカニズムを改めて検証 する必要があると考えられる。

本研究では、両面アンカー式補強土壁の補強メカニズ ムを明確にするために、補強領域に生じる拘束効果を検 証する。そこで、補強材設置位置の影響や固定壁により 挟まれた地盤の常時および地震時の鉛直土圧特性に着 目した一連の遠心模型実験を行った。



2.1 模型地盤作成

実験条件を表1に示し、図2に模型地盤概要を示す。 模型縮尺は 1/50 であり, 壁高は実規模換算で 6m になる ように壁面パネルを6段積みとした。鉛直土圧を測定す るために,模型地盤底面の壁面側と中央に小型圧力計 (EPv1, EPv2)を設置した。F775のケースでは,図2(a) のように模型地盤の高さを 12cm, 幅を 15.5cm で壁を固 定した。F1250 は高さを 12cm, 壁の幅を 25cm で固定し た。水平土圧を測定するため固定壁の下から 3cm, 7cm に小型圧力計を張り付けた。F775 と C425 では, アーチ 作用を確認するため,基盤から高さ 3cm に圧力計を設置 し鉛直土圧を測定するケースも作製し、実験コードを FU775 と CU425 とした。ケース C425 では、アンカープ レートの交差長さが 15mm になるように補強材を設置 している。LO425 は補強領域単独での一体化を検証する ために、図2(c)のように片面のみ補強材を用いて作製し た。また、補強材有りのケースでは、下端から2,4段 目の補強材設置層の水平方向の土圧の挙動を観察する ために、壁面パネルおよびアンカープレートに小型圧力 計(EP, PR)を設置した。裏込め地盤は、タイバー設置 層毎に乾燥させた豊浦砂を相対密度 Dr が 95~100%に

なるように振動締固め法によって作製した。

2.2 遠心力場加振実験

作成した模型地盤を遠心力載荷装置に搭載し,50Gの 遠心加速度を付与させたのちに実規模換算で加速度 振幅 2.0m/s²,周波数 1Hz の地震波を 20 波与えた。

3. 実験結果

3.1 遠心載荷中の鉛直土圧

表2に50G 到達時の鉛直土圧を示し、遠心載荷中の 鉛直土圧の時刻歴を図2に示す。基盤で土圧を測定した ケースはすべて鉛直土圧の値が計算値96.7kPaより小さ い値となり、すべてのケースにおいて、壁面近傍で測定 した土圧が中央よりも大きいことが確認できる。これは 盛土内に働くアーチ作用によって中央部の土被り圧が 見かけ上小さくなり壁面側に土圧が伝わったと考えら れる。

まず,アーチ作用の影響を検証する。表2より,固定 した壁面の間隔を広くした F1250 においては F775 に比 べて,壁面側中央ともに鉛直土圧が大きくなった。F1250 においては,壁面近傍の圧力計を壁から 6.8cm 離れたと ころに設置したことによってアーチ作用による壁面側



への鉛直土圧の増分が小さくなり、中央の土圧との差が 小さくなったと考えられる。F775 より鉛直土圧が大き くなったのは、壁の間隔が広くなったことによってアー チ作用の影響が小さくなったためだと考えられる。補強 領域とアーチ作用の相互の影響を検証してみると、片面 のLO425 においては中央の土圧が F775 と同程度である ことから、補強領域が疑似壁体となっていると推察され る。パネル近傍の土圧が F775 と大きく違わないため、 補強領域内でアーチ作用が生じるほどの強い拘束効果 はないと推察できる。しかし、補強領域が交差した C425

表 2	50G 到達時の鉛直土圧(kPa)
-----	---------------	------

実験コード	EPv1(壁面側)	EPv2(中央)
F775	37.7	21.4
F1250	42.8	33.8
LO425	42.2	22.7
C425	41.3	24.2
L375	34.3	12.5
CU425	80.5	36.8
FU775	85.0	54.8









を見てみると、パネル近傍、中央の土圧が F775 とおお よそ同じ値であることが確認できる。このことから、補 強領域内にも拘束効果によるアーチ作用が生じている と推察できる。また、L375 においては C425 より中央 の土圧が小さい値を示していることが確認できる。これ は、補強領域が疑似壁体をなしていることで、その壁体 間にアーチ作用が生じ、土圧が軽減されたと考えられる。

これらのことから,補強領域内にも,拘束効果による アーチ作用が生じていることで補強領域が疑似壁体と なって挙動していると考えられる。

一方,基盤から高さ3cmで土圧を測定した二つのケースでは,壁面近傍の土圧が,計算値72.5kPaより大きく



図3 遠心力載荷中の鉛直土圧

なった。これは、アーチ作用の影響による土圧の増分で あると考えられる。CU425 と FU775 は壁面近傍の土圧 は同程度であるが中央の土圧は CU425 のほうが小さい ことが確認できた。これは、補強材の拘束効果によるア ーチ効果によって土圧が軽減されたと考えられる。

3.2 遠心力場加振実験

図 3 は L375 における加振前後の様子を示したもので ある。L375 と LO375 の両壁面の倒れが 2.25%だったの に対して, C425 では 0.9%と変形が小さいことが確認さ



(a)加振前(b)加振後図3 L375 における加振前後の様子











(c)LO425図 4 加振中の土圧,引抜き抵抗力

れた。

加振時の水平土圧の時刻歴を図4に示す。加振中の水 平土圧をみてみると、すべてのケースにおいて、引抜抵 抗力が許容値に達していないことから、引抜きには至っ ていないことが確認できる。このことから多数アンカー 式補強土壁の耐震性能の高さがうかがえる.一方、C425 では、L375 に比べ壁面にかかる水平土圧が小さくなっ た.これは、構造物全体が一体となって振動したことで、 地盤の縦横比が小さくなったことによるものと考えら れる.図4(b)より、C425の引抜き抵抗力が、L375より 大きいことから、滑動しようとする一方の補強領域を他 方のアンカープレートが抵抗している様子がうかがえ る。

これらのことから, C425 ではL375 に比べて補強材に よる拘束効果が大きいと考えられる。このことからL375 において鉛直土圧の増加が抑えられたのは,補強材の拘 束効果によるものではなく,補強領域が疑似壁体をなし て挙動している事によって,その壁体間に生じたアーチ 作用によって鉛直土圧が抑制されたと考えられる。 LO375 において土圧が大きくなったのは,補強領域背後 の地盤の影響であると考えられる。

4. まとめ

補強領域が独立した L375, LO375 においては,補強 領域が一体となって挙動することが確認できた。しかし, 引抜には至っていないが2つの補強領域が別々で挙動し てしまうため,加振時に滑動し,変形が生じてしまった と考えられる。一方,補強領域が交差する C425 におい ては,水平土圧が小さくなることが確認でき,変形が抑 制されることがわかった。このことから,両面アンカー 式補強土壁において補強材を交差させることで安定性 が向上することがわかった。

参考文献

- F. Tatsuoka, M. Tateyama and J. Koseki : Performance of soil retaining walls for railway embankments, Soils and Foundations, Special Issue of Soils and Foundations, pp.311-324, 1996.
- J. Koseki, R.J. Bathurst, E. Güler, J. kuwano and M. Maugeri : Seismic stability of reinforced soil walls, Proceedings of the 8th international conference on geosynthetics, pp.51-77, 2006.
- 辻慎一郎,竜田尚希,王宗健,久保哲也,荒井克彦:二十 壁構造を有するジオテキスタイル補強土壁の耐震性能: 動的遠心模型実験,ジオシンセティックス論文集,第26 巻,pp47-54,2011
- 多数アンカー式補強土壁協会:多数アンカー式補強土壁
 工法 東日本大震災被災度調査報告書,2011
- 5. 日本道路協会:道路橋示方書・同解説, I 共通編IV下部構 造編, pp.261-264, 2012

- 5. 土木研究センター:多数アンカー式補強土壁工法設計・ 施工マニュアル,2002
- M. Kobayashi, K. Miura, T. Konami, T. Hayashi and K. Suzuki : Seismic performance of multi-anchor wall with doouble-wall facing, Japanese Geotechnical Society Special Publication, Vol.4, No.2, pp.9-12, 2016.
- M. Kobayashi, K. Miura, T. Konami and T. Hayashi : Seismic performance of multi-anchor wall with high ground water level, Geotechnics for sustainable infrastructure development, pp.871-876, 2016