

フォームサポート工法により補強された橋梁の1G場振動台による耐震性評価

茨城大学大学院 学生会員 ○池澤 雄之介 茨城大学 正会員 榎本 忠夫
 茨城大学 フェロー会員 安原 一哉 株式会社 JSP 小暮 直親
 株式会社 JSP 田中 富智夫 株式会社 JSP 北相模 剛

1. はじめに

近年、我が国で起こる災害は大規模化の様相を呈すると共に、インフラの老朽化と技術者不足が加速し、インフラの維持に関する対策が早急に求められている。インフラの中でも橋梁に関するこれら問題の解決策として、橋梁の長寿命化を図るフォームサポート工法¹⁾が提案されている。本工法は、橋梁の桁下の空間を発泡スチロールブロック、発泡ウレタン等の材料で中詰めし、橋を土工構造物化させる工法である。この工法に使用される発泡スチロールブロック、発泡ウレタンの圧縮強度等の力学的特性は各設計基準書・施工基準書^{2) 3)}によって明らかにされている。しかし、本工法の耐震性能は明らかにされていない。そこで、本研究の目的は1G場振動台を用いてフォームサポート工法により補強された橋梁の耐震性能を評価することである。本研究では、本工法による補強が背面盛土の沈下や橋台の側方変位に与える影響を、橋梁模型を用いて調査した。

2. 実験概要

2.1 実験装置の概要

図-1に実験で使用した土槽内部の概要を示す。鉄筋コンクリート製を想定した橋梁模型には、単位体積重量がコンクリートに近いアルミニウムを用いた。橋梁模型の縮尺は、土槽の大きさを考慮して1/20とした。橋台模型の底面・背面には、地盤の間との摩擦を再現するためサンドペーパーを貼り付けた。土槽に橋台模型を設置した際に、土槽と橋台側面からの砂の漏出を防ぐため、橋台の両側面にスポンジテープを貼り付けた。橋台と橋桁を繋ぐ支承部は、一方が回転支承、もう一方が移動支承の機能を有する。桁下空間は、発泡スチロールブロックと発泡ウレタンの2種類を用いて充填されている。通常、本工法は複数桁で桁下空間の利用がない箇所を充填させるものである。しかし、本研究は中詰めの有用性を検討する為に、基礎研究として単純桁の桁下空間を充填させたものである。

2.2 実験手順

表-1に行った実験ケースを示す。本実験では豊浦砂を乾燥状態で使用した。基礎地盤・背面盛土は相対密度が40%になるように、締固め法によって作製した。また、基礎地盤・背面地盤共に敷き詰める過程で土の挙動を側面から把握することができるように色砂層を一定の間隔で埋設した。基礎地盤・背面盛土を作製し、橋脚模型を設置した後に図-1に示す位置に各種計測器を設置し、加振を行った。入力波には4Hz、30波の正弦波を用いた。30波の振動を加えた際に、沈下量や側方変位量の値の変化が微小であった為、上記手順を計5回行った。本実験で加えた振動は、頻繁に起こり得る強さの地震を想定し、L1地震動(200 cm/s²)程度と

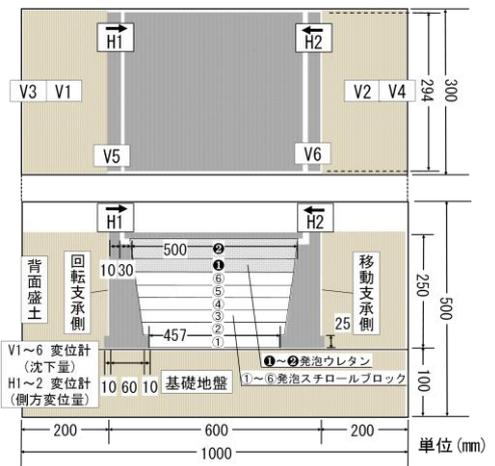


図-1 橋梁模型の概要

(上図：平面図，下図：側面図)

表-1 実験ケース

CASE名	中詰めの状態
CASE1	補強なし
CASE2	補強あり (発泡スチロールブロック+ウレタン)
CASE3	補強あり (発泡スチロールブロック量 1/3)
CASE4	補強あり (発泡スチロールブロック量 2/3)
CASE5	補強あり (発泡スチロールブロック量 3/3)

キーワード 土質力学, 地盤工学, 橋梁模型, 振動台実験, EPS

連絡先 〒316-0036 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学院理工学研究科都市システム工学専攻防災・環境地盤工学研究室

TEL : 0294-38-5004 E-mail : 20nm803s@vc.ibaraki.ac.jp

した。中詰めの状態を変化させ、計5つのケースを行った。CASE1は無補強、CASE2は図-1に示すように発泡スチロールブロック6枚と、発泡ウレタン2枚を用いてフォームサポート工法の補強方法を模擬したケースである。CASE3~5は発泡スチロールブロックのみを用いて補強を行い、発泡スチロールブロックの枚数を2枚、4枚、6枚と3段階分けて補強量を変化させたケースである。

3. 実験結果

図-2に橋台及び背面盛土の沈下量と経過時間の関係を示す。また、図-3に橋台の側方変位量と経過時間の関係を示す。本実験は30波の振動を5回加えた為、これらグラフ上にそれぞれを繋ぎ合わせて示したうえで、区切り線を記載した。両側の橋台で同様の挙動を示した為、本論文には代表して回転支承側の橋台及び背面盛土の沈下量・側方変位量を示した。図-2、図-3より、橋梁に補強を行うことで、背面盛土の沈下量・側方変位量がそれぞれ抑制される結果が確認できた。

特に図-2左図中に示すように変位計V1と橋台の間に生じる相対沈下が抑制されている。図-2右図、図-3右図よりCASE3~CASE5における補強量を変化させた場合の橋台・背面盛土の沈下量・側方変位量は、補強量と比例して抑制される傾向が確認できる。図-4に土槽側面の写真を示す。図-4に示した加振後は、150波(30波×5回)の加振終了後である。L1地震動(200cm/s²)程度では、大規模な崩壊は起こらなかった。CASE1では橋台が背面盛土の土圧によって押されるように変位したが、CASE2では変位が抑制されている。さらに、CASE1と比較して、CASE2では色砂層の変形が抑制されている。図-5に補強量と背面盛土沈下量・側方変位量の関係をまとめる。図-5の背面盛土沈下量・側方変位量は、それぞれ150波(30波×5回)の加振終了時の累積値である。図より、補強量と背面盛土沈下量・側方変位量の抑制効果には高い相関が確認できる。

4. 結論

背面盛土を有する橋梁模型にフォームサポート工法による補強を行うことにより以下の効果が確認できた。①背面盛土・橋台の沈下量を抑制することが確認できた。②橋台の側方変位量を抑制することが確認できた。③補強量と沈下量・側方変位量には高い相関がみられた。

参考文献

1) 株式会社 JSP, 発泡プラスチックを用いた橋梁の中詰め工法 フォームサポート工法 <https://www.co-jsp.co.jp/product/pdf/formsupport.pdf> (2021年1月4日 閲覧) 2) 発泡スチロール土木工法開発機構 (EDO) : EDO-EPS 工法設計・施工基準書 第2回改訂版 2014年11月) 3) 現場発泡ウレタン超軽量盛土工法 設計・施工マニュアル <https://www.achilles.jp/product/construction/insulation/airlon-r/> (2020年1月22日 閲覧)

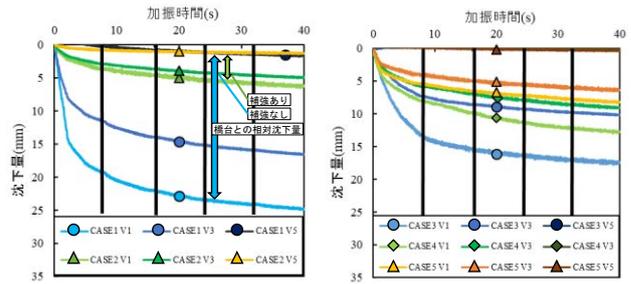


図-2 橋台及び背面盛土の沈下量と経過時間の関係 (左図：CASE1~2, 右図：CASE3~5)

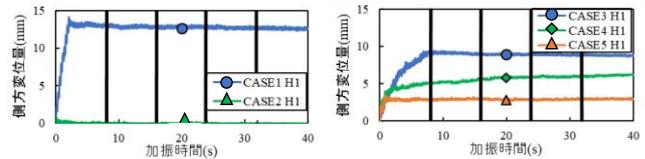


図-3 橋台の側方変位量と経過時間の関係 (左図：CASE1~2, 右図：CASE3~5)

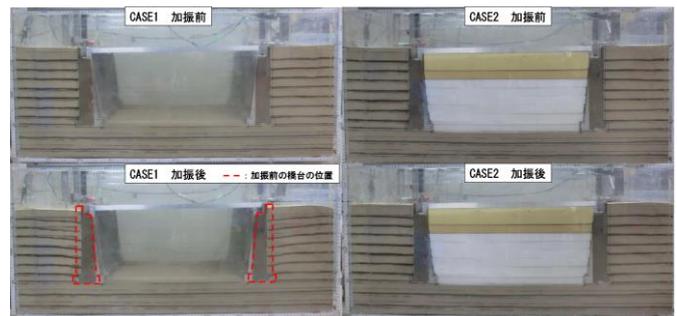


図-4 土槽側面の写真 (左写真：CASE1, 右写真：CASE2)

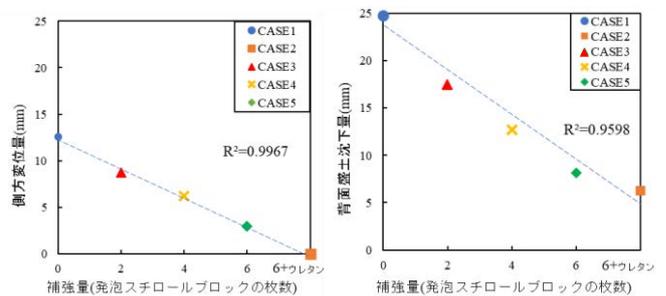


図-5 補強量と背面盛土沈下量・側方変位量の関係 (左図：V1の計測値, 右図：H1の計測値)