

フォームサポート工法により補強された橋梁の1G場振動台実験

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
 (一社) 地域国土強靱化研究所 (LRRI) フェロー会員 安原 一哉 株式会社 JSP 半根 隆巳
 株式会社 JSP 田中 富智夫 株式会社 JSP 北相模 剛

1. はじめに

背面盛土の沈下被害への対策の一つとして、フォームサポート工法が開発されている¹⁾。これまで著者らは、単純桁橋梁模型と多径間橋梁模型の模型実験におけるフォームサポート工法によって補強された橋梁の耐震性を検討してきた^{2) 3)}。しかし、これらの研究では、多径間のうちの一径間をすべて補強材で充填しており、補強を行った径間の空間利用を想定していない。そこで本研究では、フォームサポート工法によって補強した径間の桁下空間にボックスカルバートを設けることで、空間利用を想定した模型実験を行った。また、既往研究^{2) 3)}では水平な基礎地盤上に橋梁模型を設置して実験を行っており、桁下高の異なる橋梁を対象としていない。そこで本研究では、基礎地盤に傾斜を加えることで橋台と橋脚の桁下高が異なる橋梁を想定し、模型実験を行った。

2. 実験概要

表-1 に実験ケースを示す。ケース 1~3 (パターン a) は、ボックスカルバートを設け、フォームサポート工法により補強を行ったケースと、無補強のケースの比較である。ケース 4~5 (パターン b) は、地盤に傾斜を加え、フォームサポート工法によって補強を行ったケースと、無補強のケースの比較である。図-1 にパターン a の模型の概要を、図-2 にパターン b の模型の概要を示す。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、1/20 である。橋台・橋脚の底面・背面には、地盤との摩擦を再現するためサンドペーパーを貼り付けた。橋台の支承部には、回転のみを許容する回転支承を設置した。橋脚の支承部には、水平方向の移動のみを許容する移動支承を設置した。フォームサポート工法による補強を行うケースの径間の桁下空間は、EPS と発泡ウレタンの 2 種類の補強材料を用いて充填されている。これらの補強材料の寸法は、縮尺率を調整し、それぞれ一枚の厚さが 25 mm, 75 mm である。ボックスカルバートの模型についても、鉄筋コンクリート製を模擬しアルミニウムを用いた。ボックスカルバート (小) の外寸は、高さ 130 mm×幅 90 mm、ボックスカルバート (大) の外寸は高さ 130 mm×幅 215 mm、いずれも厚さ 20 mm である。

本実験の地盤材料には、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 60% になるように、締固め法によって作製したものである。背面盛土上部には、盛土の残留沈下量を計測する為、図-1, 図-2 に示すように接触変位計を設置した。また、橋台模型には加速度応答を計測する為、図-1, 図-2 に示すように加速度計を設置した。図-3 に入力した波形を示す。入力した波形は、周波数 4 Hz の正弦波 30 波である。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) 程度とした。

表-1 実験ケース

	基礎地盤補強		構造物
	a	ケース1 ケース2 ケース3	平面 無し 有り
b	ケース4 ケース5	傾斜 無し 有り	無し

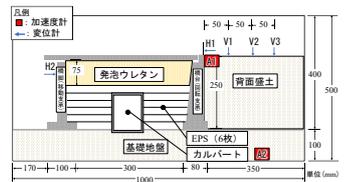


図-1 実験に使用した模型の概要 (パターン a)

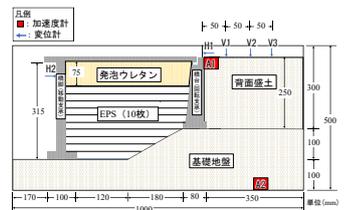


図-2 実験に使用した模型の概要 (パターン b)

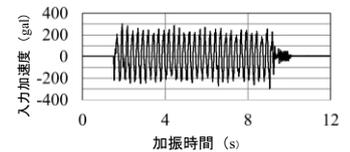


図-3 入力波形 (A2)

キーワード フォームサポート工法, 振動台実験, 耐震性評価, EPS, ボックスカルバート

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学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

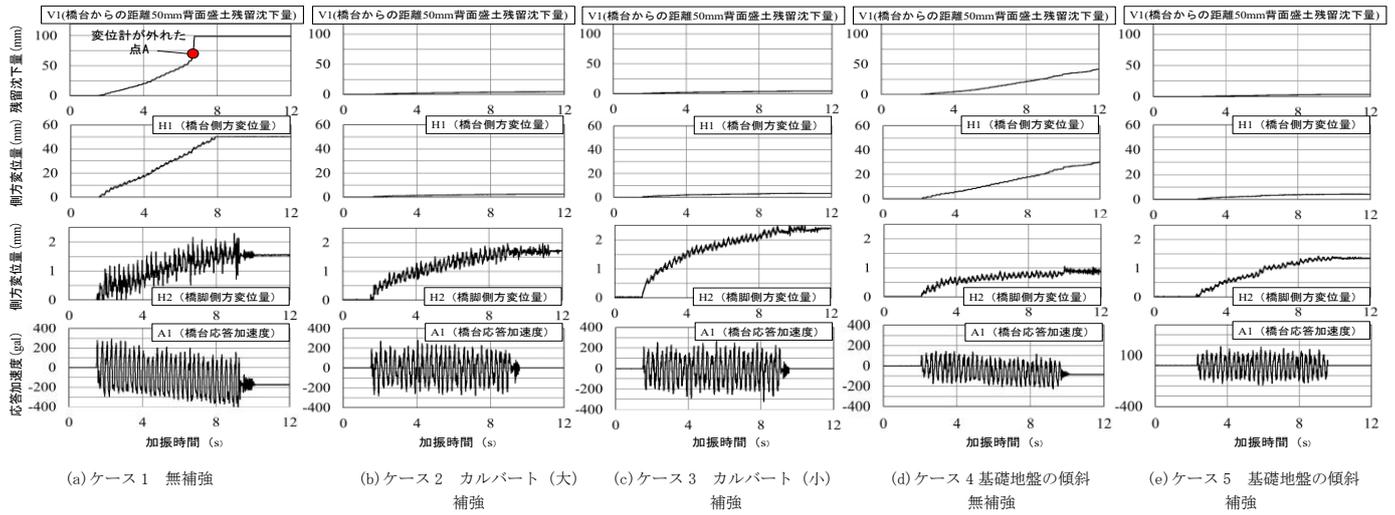


図-4 各計測器の測定結果

3. 実験結果

図-4に各計測器の測定結果を示す。図中の一段目は、背面盛土の残留沈下量を示している。背面盛土に設置した変位計のうち、残留沈下量が最大である橋台から50mm離れた位置の変位計V1の結果を用いた。ケース1の加振時間約6秒時点で残留沈下量が急増しているのは、橋台の傾斜に伴って背面盛土が大きく沈下し接触変位計が外れた為である。ボックスカルバートを設け、フォームサポート工法による補強を行ったケースの加振終了時点における背面盛土の残留沈下量は、無補強のケース1(図-4a中の点Aに示した接触変位計が外れた時点)と比較してケース2, ケース3ともに93%抑制された。また、ケース5の加振終了時点における背面盛土の沈下量は、無補強のケース4と比較して92%抑制された。図中の2段目は、橋台の側方変位量を示している。ケース1の加振時間約8秒時点で変位計が計測可能範囲を超過した。ボックスカルバートを設け、フォームサポート工法による補強を行ったケースの加振終了時点における橋台の側方変位量は、無補強のケース1(計測可能範囲を超過した時点)と比較してケース2では96%抑制され、ケース3では、94%抑制された。また、ケース5の橋台の側方変位量は、無補強のケース4と比較して86%抑制された。図中の3段目は、橋脚の側方変位量を示している。ボックスカルバートを設け、フォームサポート工法による補強を行った橋脚の加振終了時点における側方変位量は、無補強のケース1と比較してケース2では9%増加し、ケース3では56%増加した。これは、フォームサポート工法によって補強したことでわずかにEPS等の補強材料が橋脚を押し出したものと考えられる。ケース4~5についても同様に無補強のケースよりも補強したケースの橋脚の側方変位量がわずかに大きく、EPS等の補強材料が橋脚を押し出したものと考えられる。図中の4段目は、橋台の応答加速度を示している。無補強のケース1, ケース4では橋台が傾斜することで重力加速度の影響を受け、加振直前では0 cm/s²であったのに対し、加振終了時以降は-174 cm/s²を計測している。補強を行ったケース2~3, ケース5については、加振直前に0 cm/s², 加振終了時以降は-5~-10 cm/s²程度を計測し、わずかな変化に留まったことから、橋台の傾斜の抑制が確認された。補強をすることによって応答加速度の増幅傾向などは見られなかった。

4. 結論

これら実験の結果より、次のことが明らかになった。単純桁の橋台間や、多径間のうち一径間をすべてフォームサポート工法によって補強した際^{2) 3)}と同様に、ボックスカルバートを設けフォームサポート工法による補強した場合でも、背面盛土の残留沈下量、橋台の側方変位量が抑制された。また、異なる用途の空間利用を想定し、2種類のボックスカルバートを用いて実験を行ったが、いずれにおいても耐震性が向上することが確認できた。橋台直下の地盤に傾斜を加えた実験についても背面盛土の残留沈下量、橋台の側方変位量が抑制された。これらより、空間利用のある径間に対して、及び桁下高の異なる橋梁に対してフォームサポート工法の適用可能性を示した。

参考文献

1) 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, 株式会社 JSP, 2019. 2) 池澤雄之介, 榎本忠夫, 安原一哉, 小暮直親, 田中富智夫, 北相模剛: 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, 第48回土木学会関東支部研究発表会/III-18, 2021. 3) 池澤雄之介, 榎本忠夫, 安原一哉, 半根隆巳, 小暮直親, 田中富智夫, 北相模剛: フォームサポート工法により補強された橋梁の1G場振動台実験による耐震性評価, 第41回地震工学研究発表会, 2021.9