

既設プレキャストアーチカルバートの縦断方向挙動対策に用いる炭素繊維シートの補強効果

株式会社 エイト日本技術開発 正会員 ○佐伯 宗大, 眞野 基大, 呂 佩哲
株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 中村 洋丈, 中澤 正典

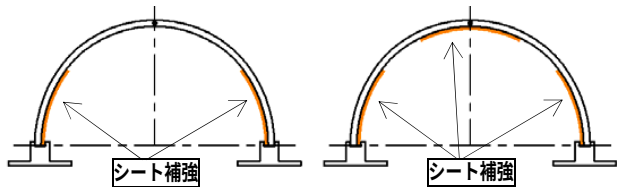
1. はじめに

平成 23 年東日本大震災などで被災・損傷が発生した 3 ヒンジ式プレキャストアーチカルバート（以下、「3 ヒンジアーチ」）について、これまでの検討により、その損傷原因がカルバートの縦断方向挙動にあることが判明してきている¹⁾。本研究は、動的遠心模型実験を用い、既設 3 ヒンジアーチの地震時縦断方向挙動対策としての炭素繊維シートの補強効果の有効性について検討したものである。

2. 実験内容

(1) 実験対象・実験ケース

本研究では、盛土内に設置された 3 ヒンジアーチの模型に炭素繊維シートによる補強を行った上で、剛土槽内に設置し、遠心力 50G 場での動的遠心模型実験により、その補強効果の有効性を確認した。実験模型のサイズ等の基本条件は、関連論文²⁾に示すとおりである。補強パターンは、図 1 に示す 2 ケースとし、いずれのケースも、アーチ部材間のずれ挙動を抑える目的から、部材間目地に対して斜め 45° 方向に貼り付けている。なお、補強に用いた炭素繊維シートは、地震時の繰り返し挙動を抑える目的での補強であるため、お互いに直行する、斜め 45° 方向の 2 方向の補強となるよう、直交する 2 方向に対して有効なシートを用いている（写真 1）。



【脚部を補強したケース】 【頂部・脚部を補強したケース】
図 1 実験対象とした補強パターン

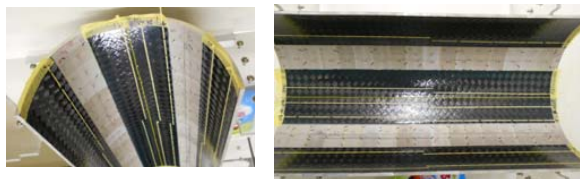


写真 1 炭素繊維シートの貼り付け状況写真
（頂部・脚部を補強したケースのもの）

(2) 計測箇所

盛土及び 3 ヒンジアーチ躯体には、加速度計を設置するとともに、補強土擁壁を模したアクリル板には変位計を、また、炭素繊維シートにはひずみゲージを張り付けて計測（図 2）を行い、比較することで、両ケースでの挙動の違いを把握した。

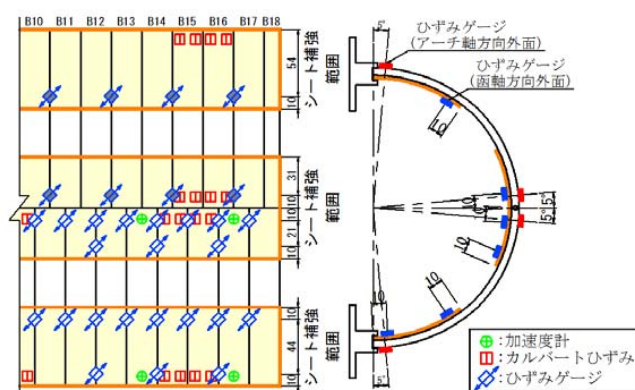


図 2 炭素繊維シートのひずみゲージ貼付け位置の概要
（頂部・脚部を補強したケースのもの）

(3) 加振条件

加振は、1Hz、20 周期分の正弦波を、100gal から 1 ステップごとに 50gal ずつ漸増させ 600gal（ステップ 11）まで行った。

3. 実験結果

(1) 実験後の 3 ヒンジアーチの状態

両ケースの実験ともに、入力加速度を漸増させていくと、壁面材が前方へ動き出し、盛土にクラックが生じ始め、最終的には壁面材とアーチ部材との間からアーチ内に盛土材が漏れ出すような形となった。

写真 2 には、最終的な盛土の状態とともに、盛土から掘り出した 3 ヒンジアーチの状態写真を示す。目視する限り、3 ヒンジアーチに変状は見られず、炭素繊維シートによる補強の有効性が確認された。

(2) 坑口部壁面変位

坑口部の壁面変位に着目すると、いずれのケースでも、ステップ 5～6 あたりから変位が漸増しはじめた、脚部のみ補強したケースのほうが変位の漸増傾向が大きい傾向が確認された。また、ステップ 9～10

キーワード 既設プレキャストアーチカルバート、縦断方向対策、炭素繊維シート、補強
連絡先（〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11 株式会社 エイト日本技術開発 東京支社 防災保全部
TEL 03-5341-5161 FAX 03-5385-8530）

程度から変位が急増する傾向も見られ、頂部・脚部を補強したケースのほうが、3 ヒンジアーチを含めた盛土全体の変形が抑制されている傾向が確認された。



写真2 実験終了後の状況写真
(頂部・脚部を補強したケースのもの)

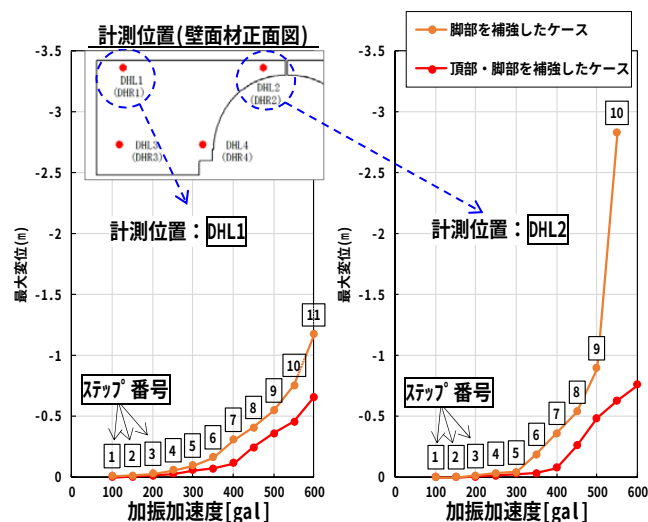


図3 ステップごとの最大変位 (坑口壁面位置)

(3) 炭素繊維シートの発生ひずみ

両ケースで、炭素繊維シートに発生したひずみの最大値分布を図4に示す。同図には、対比のため、脚部シートの上部のひずみ分布のみを示している。同図にあるように、頂部・脚部を補強したケースのほうが、全体に発生ひずみが小さく、アーチ部材の倒れ込み傾向が小さくなっていることがわかる。図5には、発生ひずみの大きい目地位置における、頂部・脚部それぞれのシートのひずみの最大値を示した。同図のひずみ分布にあるように、脚部のみを補強したケースでは、アーチ部材の倒れ込みを補強シートにより抑えている傾向が確認されるのに対し、頂部・脚部を補強したケースでは、全体の倒れ込み傾向が抑制され、補強シート全体で作用荷重に抵抗し、高い変形抑制効果が得られているものと考えられる結果が得られた。

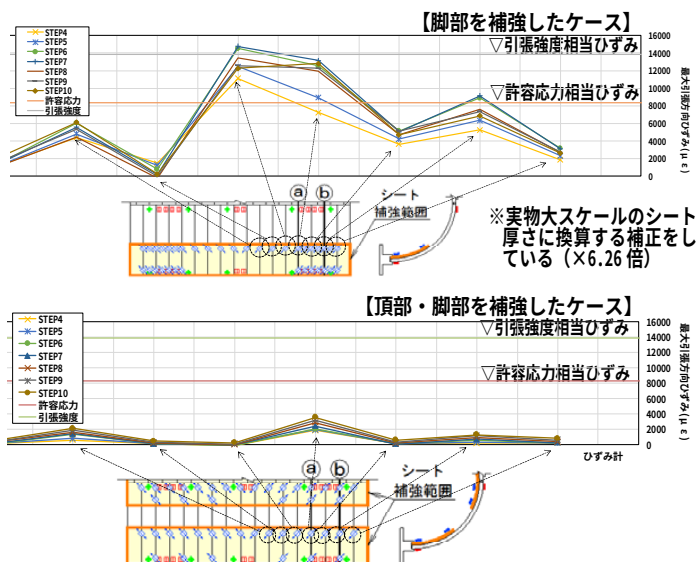


図4 補強シートの最大ひずみ分布 (脚部シート)

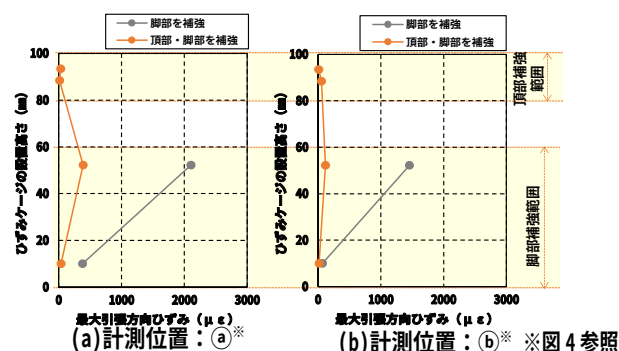


図5 補強シートの最大ひずみ分布 (両ケース対比)
5. まとめ

以上示した通り、動的遠心模型実験により、3 ヒンジアーチの縦断方向挙動対策としての炭素繊維シート補強の効果を確認した。特に、頂部・脚部の両方を補強したケースのほうが高い補強効果が得られ、補強材の発生ひずみも抑制されていることから、より合理的な補強が行える可能性があるものと考えられることを確認した。

なお、本研究は、平成27年度から実施している国立研究開発法人土木研究所、株式会社 高速道路総合技術研究所、国立大学法人 京都大学工学研究科による『プレキャスト部材を用いた既設カルバートの耐震性能評価と補強方法に関する共同研究』の成果の一部である。

参考文献

- 1) 中村ら：既設プレキャストアーチカルバートの縦断方向対策の設計法検討, 土木学会第73回年次学術講演概要集, III-575, pp. 1149-1150, 2018
- 2) 山崎ら：動的遠心実験による3 ヒンジ式プレキャストアーチカルバートの補強方法の提案, 土木学会第74回年次学術講演概要集 (投稿中), 2019