

既設プレキャストアーチカルバートの炭素繊維シート補強の付着力評価

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

1. はじめに

平成 23 年の東日本大震災で被災・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」）は、ひび割れや頂部のコンクリート剥離等の損傷が生じた。この損傷についてはこれまでの検討から、カルバートのプレキャスト部材が縦断方向に挙動し、ばらばらに動いて部材間にずれが生じることが原因であると判明している¹⁾。また、縦断方向の挙動を防ぐためには、分割されたプレキャスト部材に炭素繊維シートを貼付け、縦断方向を連結することにより挙動に対する抵抗をさせる対策が有効であると判明している²⁾。

一般に、繊維シートは引張方向の耐力を期待し、コンクリート構造物に接着または巻き立てて使用する。一方、今回の対策では目地を超えてシートを斜め 45°に貼り、プレキャスト部材同士のずれ止めの効果を期待するため、貼りつけたシートがどのように機能するかが不明である。

シートが有効に機能するには、シートとコンクリートの付着が十分である必要があるため、本研究では、プレキャスト部材のずれを再現する 2 面せん断試験を実施し、3 ヒンジアーチの炭素繊維シート補強効果の付着力を評価した。

2. 試験内容

本研究では、図-1 に示す供試体を作製し 2 面せん断試験を行った。試験ケースを表-1 に示す。試験ケースは、シート剛性の違いによる挙動の差をみるため、シートの目付量と層数をケースごとに変える事とした。試験ではプレキャスト部材の変形を再現するため、供試体中央部材を可変とし、下方向に載荷する事で、固定した両側部材との間にずれを起こさせる。部材間の目地にはシートを表裏、右左の 4 面に張り付けて、載荷によって純せん断させる。ひずみゲージは表面に 3 測線、裏面には 1 測線、左右併せて 4 面分で合計 8 測線設置し、一定の載荷速度で順次載荷し、シートのひずみの測定した。

3. 試験結果

シートの鉛直荷重と変位の関係の 1 例を図-2 に示す。各ケースとも、変位 0.5mm 付近で変局点を迎えて変位は漸増し、その後シートが破壊している。繊維シートが弾性域から塑性域に変化したと推測される荷重時を変化点①、付着面の一部で剥離が始まったと推測される荷重時を

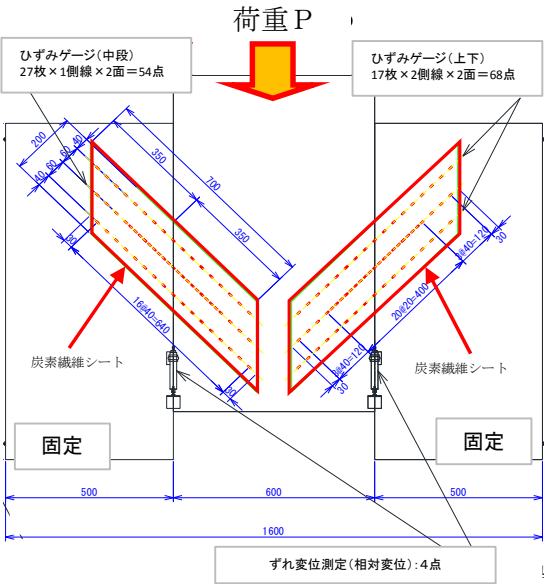


図-1 2 面せん断試験供試体

表-1 実験ケースとシート諸元

case	目付量 g/m ³	厚さ mm	弾性率 kN/mm ²	層数 層	下地
1	200	0.111	245	1	コンクリート 36[N/mm ²]
2	200	0.111		3	
3	600	0.333		3	

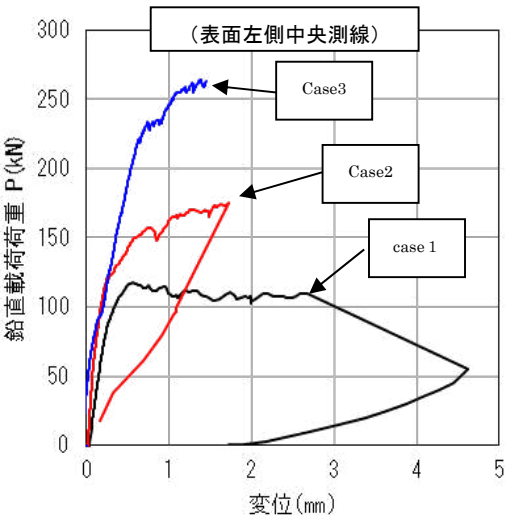


図-2 鉛直載荷荷重と変位の関係

キーワード プレキャストアーチカルバート, 耐震, 補強, 炭素繊維シート

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 株式会社高速道路総合技術研究所 道路研究部 土工研究室
TEL 042-791-1694 FAX 042-791-2380

変化点②とする。変化点①，付変化点②および最大荷重時の部材間の目地からの距離と繊維シート引張ひずみの関係の1例を図-3に示す。図-3より，荷重が大きくなると目地から離れた位置のシートにもひずみが発生する事がわかる。この事は目地に近い位置の補強材が大きな荷重を負担しており，目地から離れるほど補強材が分担する荷重が小さくなるという事を示しており，また荷重が大きくなるにつれて離れた位置の補強材が分担する荷重も大きくなっていくことを示している。このひずみの傾向は，シートの単純せん断試験のひずみ傾向と類似することも確認した。

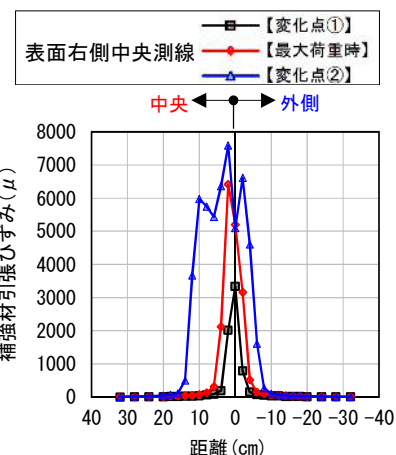


図-3 目地からの距離とひずみの関係

4. 試験結果の評価

繊維シートの付着強度は，耐震補強では定着部の付着応力が加力端からの距離によらず一律に発揮されるものとして算定している。また，実際に補強材が剥離し破壊にいたるまでの剥離破壊エネルギーを用いた判定方法も示されている³⁾。図-3のひずみ分布の3%の範囲を定着長とすると概ね250mmであった。部材ずれによるシート付着力は比較的局所的に発揮される。図-3の結果を文献³⁾に示される繊維シートの相対変位と局所せん断応力の関係に表したものを図-4に示す。剥離破壊エネルギー G_f は，局所せん断応力を積分し算出する。各ケースのひずみ側線ごとの剥離破壊エネルギーを図-5に示す。図-5より，剥離破壊エネルギー G_f はおおむね0.5 (N/mm) 以上となる事がわかる。

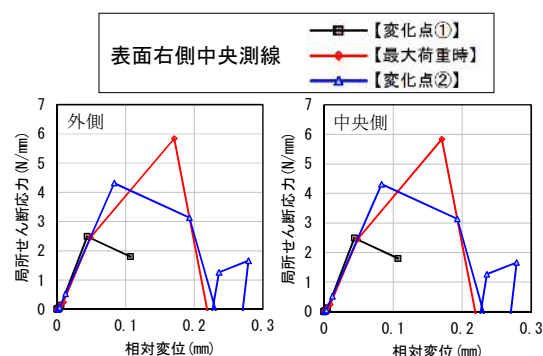


図-4 目地からの距離とせん断応力

5. まとめ

剥離破壊エネルギーを用いた判定法では，剥離破壊エネルギーについて「試験によらない場合は安全側の値として $G_f=0.5$ (N/mm) を用いて良い」としている。 G_f を求めるには一般的には JSCE-E543「連続繊維シートとコンクリートとの接着試験方法 (案)」のような単純引張試験が用いられるが，本研究のような2面せん断試験の剥離破壊エネルギーとも概ね一致することが分かった。求められた G_f より計算した各目付量の最大分担荷重を図-6に示すが，これによりシートの付着力設計が可能となる。今後は，試験結果が対象全体を評価する遠心載荷試験との関係を整理し，3ヒンジアーチの炭素繊維シート補強の設計手法の確立を目指したい。

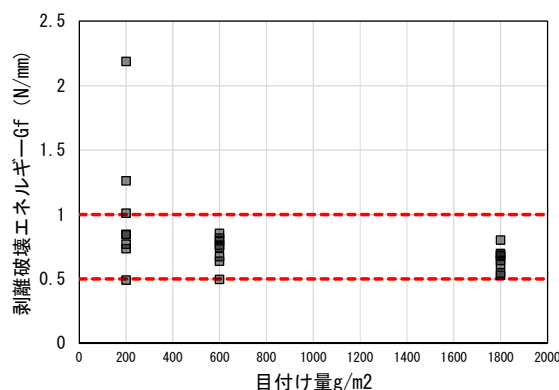


図-5 各ケースの剥離破壊エネルギー

参考文献

- 1) 中村ら：3ヒンジアーチカルバートの地震時縦断方向挙動と損傷に関する分析，土木学会第72回年次学術講演概要集，III-132，pp.263-264，2017
- 2) 佐伯ら：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（投稿中），2019
- 3) 土木学会：FRP 接着による構造物の補修・補強指針(案)，2018

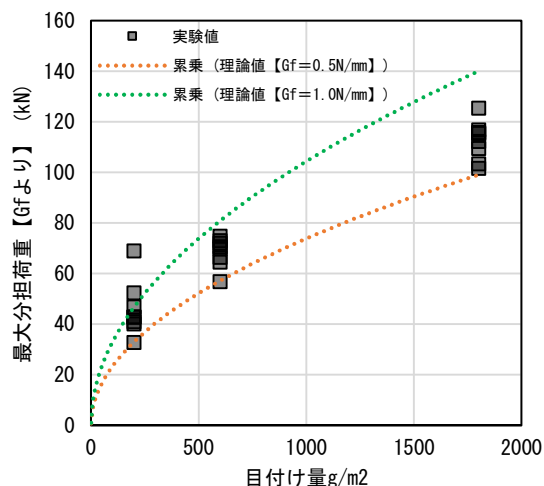


図-6 各目付量の最大分担荷重