

既設プレキャストアーチカルバートの縦断方向挙動に対する対策工の検討

株式会社 エイト日本技術開発 正会員 ○眞野 基大, 佐伯 宗大
株式会社 高速道路総合技術研究所 正会員 中村 洋丈, 細田 寿臣, 藤岡 一頼
国立研究開発法人 土木研究所 正会員 吉田 英二, 山崎 旬也, 石田雅博

1. はじめに

東日本大震災などで3 ヒンジプレキャストアーチカルバート（以下、「カルバート」という）において、クラウン部のコンクリート破壊や剥落損傷等が生じている。この被害は、盛土からの縦断方向荷重(周面せん断力)によりカルバートが縦断方向に変形したことが原因と推定されている¹⁾。本稿では、3 次元 FEM によりカルバート躯体とこの挙動に有効となり得る対策工をモデル化した解析モデルを構築し、これに縦断方向荷重を作用させて対策工の効果を検討した。

2. 解析方法および対策工の考え方

図-1 に解析モデルを示す。本カルバートは、クラウン部および脚部にヒンジを有する構造となっている。アーチ部材は幅 1.25m(部材厚は 0.30m)で、これを横断方向に千鳥に配置してカルバートを形成している。図に示すように、アーチ部材をソリッド要素でモデル化し、各アーチ部材の目地部、底面部、脚部およびクラウンヒンジ部に非線形ばねを付与した。

アーチ部材の縦断方向挙動を抑制する対策として、
[1] アーチ部材脚部に RC 部材を縦断方向に連続的に構築する脚部連結工や、[2] 繊維シートを縦断方向に貼付ける繊維シート工が考えられる。[1] は、アーチ部材との一体化にアンカーを用いることになるが、部材厚が薄いため、基本的にアンカー設置が難しいと考へ、[2] を対策工として選定した。

図-2 に示すように、アーチ部材に縦断方向荷重が作用すると、部材が縦断方向に倒れ込んだり、鉛直軸まわりに回転変形する状態となり、アーチ部材側面部やクラウンヒンジ部においては、部材間目地でせん断ずれが生じる。これらのずれ挙動を抑制するために、アーチ部材側面部および頂部に目地を跨がせて繊維シートを貼り付ける。ただし、繊維シートは方向性を有する材料であることを考慮し、目地に対し斜め方向(45 度方向)を貼付け方向とした。

図-3 に繊維シート工の補強材のモデル化方法を示

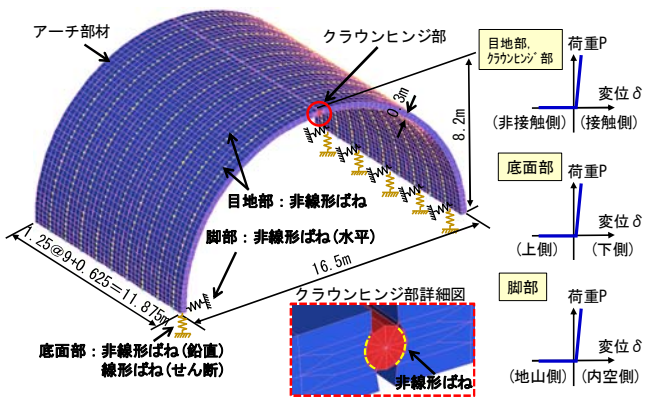


図-1 解析モデル

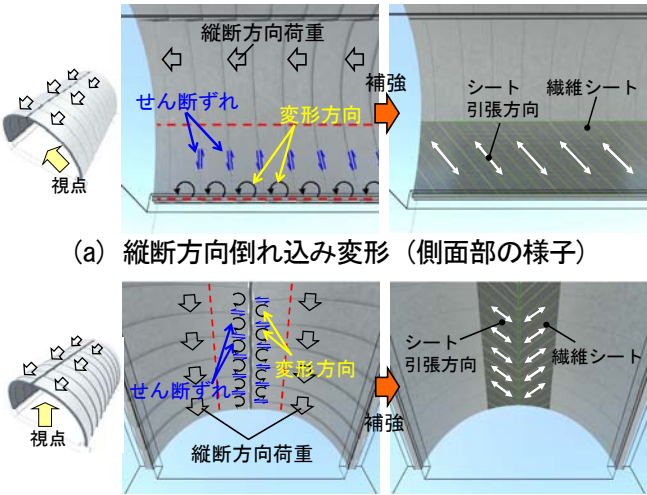


図-2 各変形モードに対する対策実施イメージ

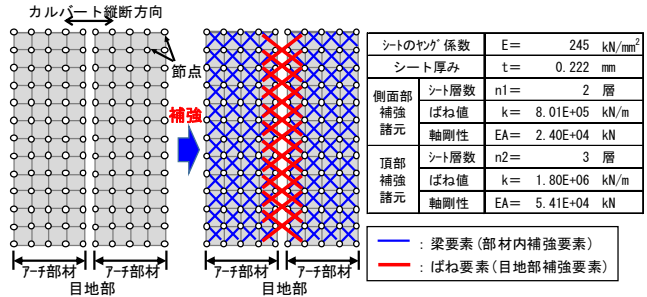


図-3 繊維シート補強のモデル化のイメージ

す。部材内の補強材は、軸剛性(引張剛性)のみ考慮した梁要素、目地間の補強材は非線形のばね要素(引張側のみ有効)によりモデル化した。

本モデルに作用させる荷重は、別途で実施した、カ

ルバート躯体と盛土を一体で3次元FEMによりモデル化した解析²⁾より、躯体外周面に作用する3方向(縦断・円周・法線方向)の荷重を抽出し、それらを図-4に示すように漸増载荷で与えた。ただしこの荷重は、躯体縦断剛性を大きく評価したモデルでの結果を使用しており、荷重規模としては実際よりも2倍程度大きいものとなっている。なお、対策工の効果を確認するために、無対策時と合わせて同様の解析を実施した。

3. 繊維シート工による対策効果

図-5に無対策時および対策時の解析結果を示す。図に示すように、無対策時には、縦断方向にアーチ部材が大きく倒れ込み(1.2m)、坑口部付近ではアーチ部材同士が上下方向に2.3mm程度せん断ずれを生じている。アーチ部材の脚部では、脚部に付与したばね(アーチ部材の内空側変位に抵抗するばね)に反力が生じており、アーチ部材の縦断方向の倒れ込みや鉛直軸まわりに回転するモードを再現できていることが確認できる。また、クラウンヒンジ部で 42.7N/mm^2 のせん断応力度(鉛直方向)が発生し、許容押し抜きせん断応力度

$\tau_{a3}=1.05\text{N/mm}^2$ を大きく超過しているため、コンクリートがせん断破壊する状態に達していると推測される。

対策時には、無対策時と比較しアーチ部材の縦断方向への倒れ込み変形が大きく抑制され(9mm)、上下方向の部材のずれはほぼ生じていない。これによりクラウンヒンジ部における応力集中も緩和され、発生せん断応力度は無対策時と比較し、大幅に(1/25程度に)低減している。脚部のばね反力も1/10程度まで低減しており、対策工により各変形モードを抑制できていることが確認できた。したがって、この繊維シート工は、この構造を有するカルバートに対して有効な対策となることがわかった。

4. まとめ

本稿のまとめは以下の通り。

- [1]カルバートの側面部および頂部に繊維シートを目地に対し斜め方向に貼り付けることで、カルバート縦断方向挙動に対し有効な対策となり得ることを確認した。
- [2]今後、模型実験等を実施し、繊維シート補強の有効性について検証していく予定である。

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損傷を引き起こす縦断方向作用荷重の検討,土木学会第73回年次学術講演会(投稿中)

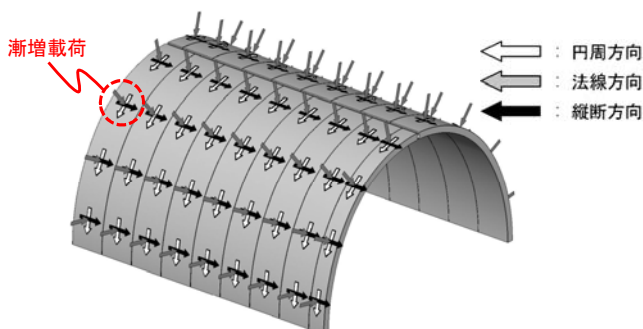


図-4 荷重载荷イメージ

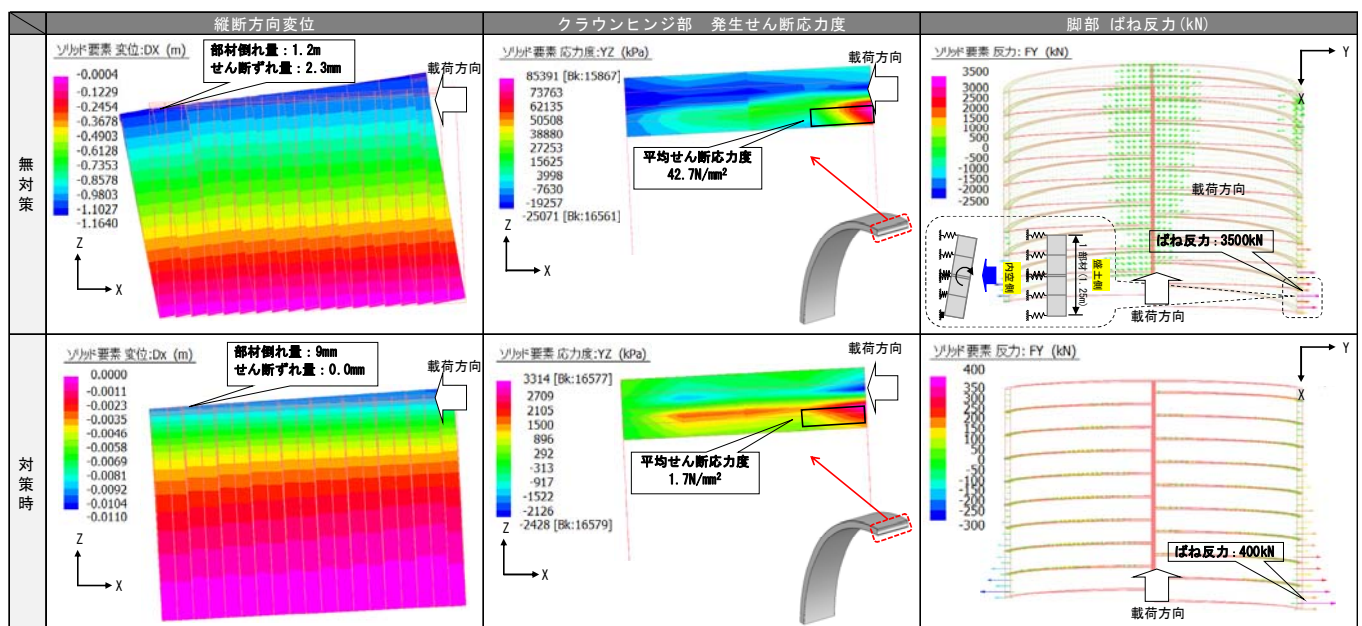


図-5 無対策時と対策時の比較