

展張筋を用いて接着剤塗布型PCM補強したボックスカルバートの耐荷力性能および実用性の評価

日本大学大学院 学生会員 ○新田裕之

日本大学 フェロー会員 阿部忠

正会員 水口和彦

JFE シビル(株) 正会員 塩田啓介

正会員 吉岡泰邦

1. はじめに

本研究は、道路橋のカルバートの補強対策として、展張格子筋（展張筋）¹⁾を配置し、補強界面との付着性を高めるためにエポキシ系接着剤を塗布してポリマーセメントモルタル（PCM）吹付けする補強²⁾を施したボックスカルバートの耐荷力性能を評価する。実験供試体にはモデル化したカルバートを用いて静荷重実験を行い、同一寸法の無補強カルバートの最大耐荷力を基準に、補強したカルバートの最大耐荷力から補強効果および実用性を検証した。

2. 使用材料および供試体寸法

(1) カルバートの使用材料 カルバートのコンクリートには、普通ポルトランドセメントを用いた。また、骨材には 5mm ～ 20mm の碎石および 5mm 以下の砕砂を用いた。次に、使用鉄筋は SD295A、D13 および D10 を用いた。ここで、コンクリートおよび鉄筋の材料特性値を表-1 に示す。

(2) 展張筋 展張筋には、SS400 材、厚さ 9mm の鋼板を用いる。ここで、展張筋の材料特性値を表-2 に示す。次に、カルバートの補強に用いる展張筋の寸法を図-1 に示す。展張筋は、格子間寸法を 100×100mm とし、主筋断面の寸法は 9.0×8.0mm（断面積 72.0mm²）とした。また、配力筋断面の寸法は 9.0×7.0mm（断面積 63.0mm²）とした。なお、展張時には主筋と配力筋との角度を 60 度となるよう設定した。さらに、展張筋には格子間 100mm の間に 7mm 間隔ごとに 6.5mm の突起を主筋は 2 ヲ所、配力筋は 3 ヲ所設けることで、付着力を高める構造とした。

(3) PCM カルバートの増厚補強に用いる PCM は、一般的に吹き付け工法に用いられているビニロン繊維を配合した市販のポリマーセメント材料を用いた。

(4) 高耐久型エポキシ系樹脂接着剤 展張筋を配置し、既設コンクリートと PCM 吹付けによる増厚補強材との付着性を高めるために削り面、すなわち増厚界面に高耐久型エポキシ系樹脂接着剤（接着剤）を用いる。コンクリートとの付着強度は 3.7N/mm² が確保されている。

(5) 供試体寸法 供試体寸法は実寸法の 3/5 モデルとした。ここで、供試体の寸法および鉄筋配置を図-1 に併記する。なお、カルバート供試体は、無補強供試体を A タイプ、補強用供試体を B タイプとする。

A タイプの供試体の寸法は、図-1 に示すように幅

表-1 コンクリートおよび鉄筋の材料特性値

コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)		鉄筋 (SD295)			
Aタイプ	Bタイプ	使用 鉄筋	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
52.8	47.1	D13	360	496	200
		D10	363	494	

表-2 展張筋の材料特性値

断面	格子間寸法 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
主筋	100×100	299	461	200
配力筋				

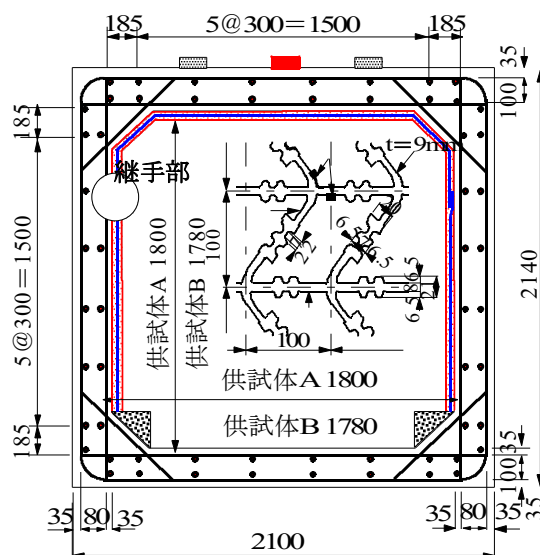


図-1 展張筋の寸法、カルバートの寸法・鉄筋配置

2,100mm、全長 2,080mm、高さ 2,140mm とし、厚さは頂版を 170mm、側壁を 150mm とした。側壁の鉄筋配置は引張側には D10 を 120mm 間隔、圧縮側には D13 と D10 を 120mm 間隔で交互に配置し、配力筋は頂版同様に D10 を 300mm 間隔で配置した。主筋のかぶり は 35mm である。次に、頂版の鉄筋の配置は、引張側には D13 を 120mm 間隔で配置した。圧縮側には主筋には D13 と D10 を交互に 120mm 間隔で配置し、配力筋には D10 を 300mm 間隔で配置した。主筋のかぶり は 35mm である。

B タイプの供試体は、無補強供試体の内側のかぶりを 10mm 程度切削することを考慮して供試体製作時にかぶりを 25mm とした。よって、頂版および側壁の厚さはそれぞれ 160mm、140mm である。補強筋には材

キーワード：カルバート、展張格子筋、接着剤、ポリマーセメントモルタル、耐荷力

連絡先：〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

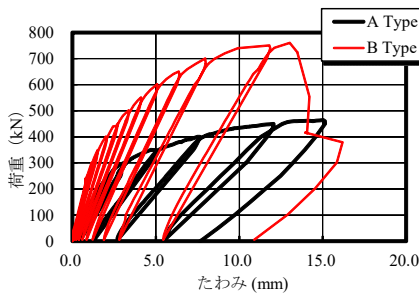


図-2 荷重とたわみの関係

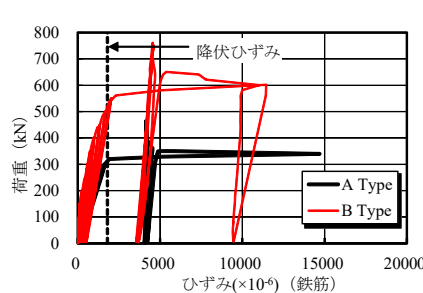


図-3 荷重と鉄筋ひずみの関係

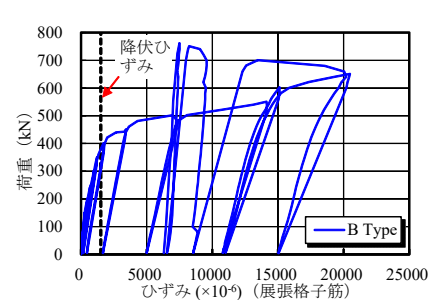


図-4 荷重と展張筋ひずみの関係

質 SS400, 板厚 9mm の鋼板を加工した展張筋を用い, 主筋と配力筋の格子間はそれぞれ 100mm である。展張筋は厚さが 9.0mm であり, 界面から 10.0mm の隙間を考慮して配置する。また, 継手部は重ね継手とする。補強 PCM の厚さはカルバート界面から 40mm とし, 展張筋のかぶり厚は 21mm である。

3. 静荷重実験

本供試体は道路橋のカルバートを想定して 3/5 モデルとした試験体であることから, 荷重載荷板は道路橋示方書・同解説(道示)³⁾の基準に準拠した荷重状態とした。道示が規定する輪荷重の載荷面は幅 500mm, 奥行き 200mm であり, これをモデル化して本実験での載荷板は 300×120mm の載荷板を設けた。実験はタンデム式の中軸・後軸間を想定した 2 点載荷と中央 1 点載荷による実験を行った。

4. 結果および考察

(1) 最大耐荷力 無補強 A タイプ供試体の最大耐荷力は 456.6kN であり, 破壊は軸方向に発生したひび割れが進展し, 曲げ破壊に至っている。一方, 補強した B タイプ供試体の最大耐荷力は 760.7kN で, 無補強 A タイプ供試体に比して 1.64 倍に耐荷力が向上する結果となった。よって, 本提案の展張筋を配置し, 30mm 増厚することで大幅な耐荷力の向上が図られる。

(2) 荷重とたわみの関係 無補強の A タイプ供試体の荷重直下の荷重とたわみの関係は図-2 に示すように荷重 300kN までは線形的に増加している。その後の荷重増加ではたわみの増加が大きくなるものの, 最大荷重付近まで線形的に増加している。最大荷重 456.6kN 時のたわみは 15.1mm である。

一方, 補強した B タイプ供試体は, 荷重 400kN までは線形的に増加している。その後の荷重増加においては荷重 700kN まで徐々にたわみが増加している。A タイプの最大耐荷力付近の荷重 460kN のたわみは 3.2mm であり, A タイプの 20%程度である。荷重 700kN からたわみの増加が著しくなり, 最大耐荷力 760.6kN 時のたわみは 13.3mm である。

(3) 荷重と鉄筋ひずみの関係 A タイプ供試体の荷重直下に配置した鉄筋の荷重とひずみの関係は図-3 より, 荷重 300kN までは線形的に増加している。本供

試体の鉄筋の降伏ひずみは表-1 に示した材料特性値より算定すると 1800×10^{-6} であり, この時点では降伏に至っていない。その後の荷重増加において荷重 330kN 載荷後ひずみが急激に増加し, 荷重 340kN 載荷時のひずみは 14690×10^{-6} である。

一方, 補強した B タイプ供試体の鉄筋ひずみは荷重 500kN までは線形的に増加している。この時点のひずみは 1716×10^{-6} であり, 降伏に至っていない。降伏付近の荷重で比較すると無補強供試体の 1.67 倍の補強効果が得られている。荷重 560kN 載荷後ひずみは急激に増加し, 荷重 600kN 載荷時のひずみは 11450×10^{-6} である。

(4) 荷重と展張筋ひずみの関係 展張筋の主筋の荷重とひずみ関係を図-4 に示す。展張筋のひずみも鉄筋同様に, 荷重 400kN 付近まで線形的に増加し, ひずみは 1700×10^{-6} である。なお, 展張筋の主筋の降伏ひずみは表-2 に示す材料特性値より 1495×10^{-6} である。荷重 400kN を超えた付近からひずみの増加が著しくなり, 荷重 640kN 載荷時にひずみは 20480×10^{-6} である。その後の荷重増加からひずみが減少しはじめている。

5. まとめ

- (1) 無補強カルバートの最大荷重は 456.6kN, 補強カルバートは 760.7kN であり, 補強を施すことで耐荷力が 1.64 倍向上した。
- (2) 展張筋は工場で加工されることからボックスカルバートの補強材として配置する場合, 直接ボルトでの設置が可能であり鉄筋の組み立てに比して大幅な時間の短縮が図られる。また, 一面加工であるため増厚 40mm での補強が可能であり, 内空断面の確保にも貢献できる補強法である。

参考文献

- 1) 阿部忠ほか: 2 タイプの鋼板格子筋を用いた RC はりの PCM 増厚補強における補強効果の検証, セメントコンクリート論文集 Vol.69, pp.634-641, 2015
- 2) RC 構造物のポリマーセメントモルタル吹付け補修・補強工法協会: ポリマーセメントモルタル吹付け工法によるコンクリート構造物の補修補強設計・施工マニュアル(案), 2011.7
- 3) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I, II, 1994.2