

新形式鋼合成部材を利用したボックスカルバートの隅角部耐荷力評価

(株)砂子組 正会員 ○西村 友宏 正会員 古川 大輔
正会員 長谷川 雅樹 正会員 田尻 太郎 正会員 佐藤 昌志

1. はじめに

建設業における生産性向上の改善に向けた取組みとして、「新形式鋼合成プレキャスト部材を用いたボックスカルバートの開発」を、令和3年度から試みている。そのうち、本研究では側壁隅角部の耐荷力を検証するための実証実験を行った。本論文では、その実験結果及び考察について記述したものである。

2. 工法概要と過年度の供試体実験結果

2-1. 工法概要

本工法は、側壁および頂版を鋼板とコンクリートで一体化し、半プレキャスト部材に置き換えた「新形式鋼合成プレキャスト部材を用いたボックスカルバート」である。図-1のように3.0mの鋼板ユニットを工場製作し、現地搬入・接続後にコンクリートを打設する工法である。部材は、図-2のように鋼板に溶接したずれ止め筋とコンクリートの付着による鋼合成効果を利用した。また、内側に鋼板を配置することで断面性能が向上し、従来のRC断面に比べ、約2~3割の部材厚縮小を可能とする。

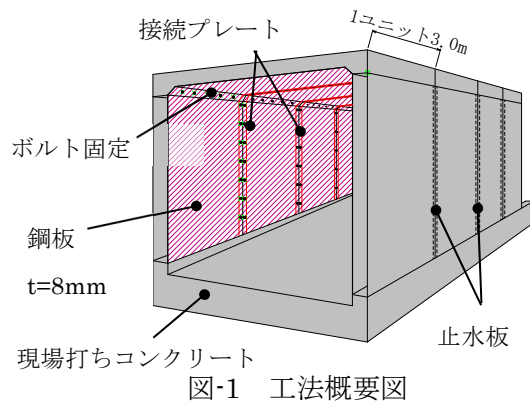


図-1 工法概要図

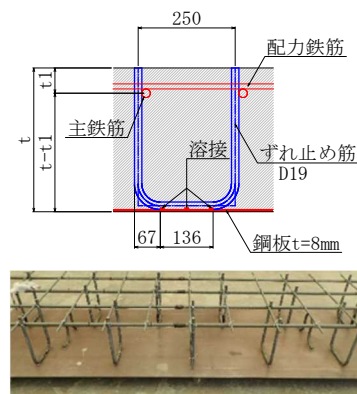


図-2 ずれ止め筋詳細

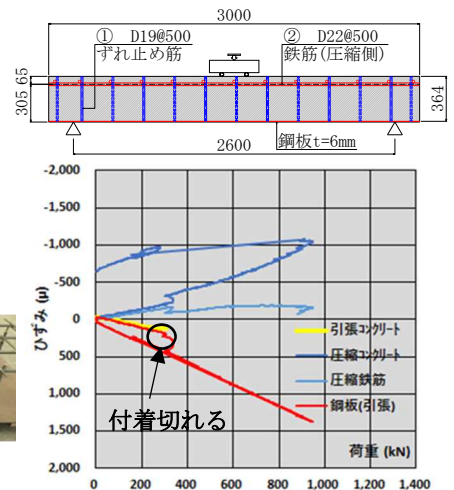


図-3 過年度の供試体実験結果

2-2. 過年度の供試体実験結果¹⁾

(1) 鋼合成効果の検証

図-3に示すとおり、引張コンクリートの歪み経過からは、引張作用の増加により載荷荷重350kNでコンクリートと鋼板の付着が切れて無効化し、400kNでRC断面状態に移行した。この時点でコンクリートと鋼材は弾性域にあり、荷重800kN以降で引張鋼板が降伏を開始、終局時にコンクリートはほぼ降伏、引張鋼板は降伏域にあり圧縮鉄筋は弾性域にあった。

(2) 鋼合成部材の断面性能評価

弾性域内の使用状態に関しては現状の供試体構造で確保され、剛性は従来のRC構造と類似する。また、ずれ止めの間隔は@500、鋼板との溶接は点溶接(アーク溶接)で十分であると評価した。

3. 隅角部耐荷力実験概要

次に、ボックスカルバート隅角部の耐荷力を検証するため、半断面となるコの字型の供試体を作成し、上方からジャッキの圧力で載荷する曲げ実験を行った。供試体はかぶり65mmで引張鉄筋D29を持ち、コンクリート厚は上述した過年度の供試体と同様の364mmとした。鋼板(t=6mm)は頂版と側壁の内側に配置し、U型に加工したずれ止め筋をスポット溶接し、@500の千鳥で配置した。荷重載荷位置は頂版先端から150mmとし、変位、引張鉄筋、鋼板のひずみ、圧縮、引張コンクリートを計測する(図-4)。

キーワード ボックスカルバート、生産性向上、鋼合成部材、隅角部、耐荷力、ハンチ

連絡先 〒079-0394 空知郡奈井江町字チャシュナイ 987 番地 10 (株)砂子組 TEL 0125-65-2326

4. 実験結果

4-1. 解析モデルの設定

実験に先立ち断面計算を行い、部材の弾性域や降伏荷重値の把握と適正な鉄筋配置を確認した。断面照査位置は上部隅角部の5断面(図-5_A~E)とする。解析の結果、部材の許容荷重(160kN)と降伏荷重(400kN)は、いずれも B-B 断面で決定される。応力形態は、頂版から側壁において外側引張、C 断面では中央部から内側にかけてコンクリート引張破壊の傾向があるため、ハンチ部に補強筋 D13 を追加した。

4-2. 実験結果

実験は、載荷荷重 200kN でハンチから頂版部にクラックが発生し、280kN で側壁と頂版鉄筋の定着部でコンクリートのかぶり部が鉄筋に押し出される形でせん断破壊した(写真-1~2)。この時、隅角部引張鉄筋継手部(図-4_V1 部)には図-6 より 1400 μ の歪値が確認された。また、図-5 に示す A・E 断面では、外側主鉄筋応力が降伏応力に近い 1700 μ 、内側鋼板部は 700 μ 、コンクリート圧縮部では 900 μ を計測し、解析モデル同様、外側引張状態となることを確認した。よって、部材の弾性域内では解析と実験の妥当性を確認できた。一方、せん断破壊の原因としては、かぶりコンクリートが喪失し鉄筋への負担が増加する中で、継手長が短く、そこが段落しのような弱点部になったと考えられる。このことから、隅角部に設けた頂版と側壁主鉄筋の定着方法が問題と推察し、定着位置・定着長の検討を行う。



写真-1~2 隅角部破壊状況と鉄筋露出状況

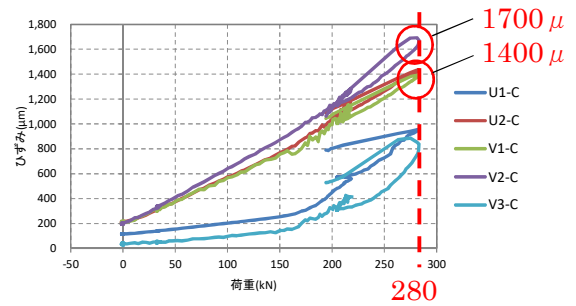


図-6 荷重-歪関係(鉄筋)

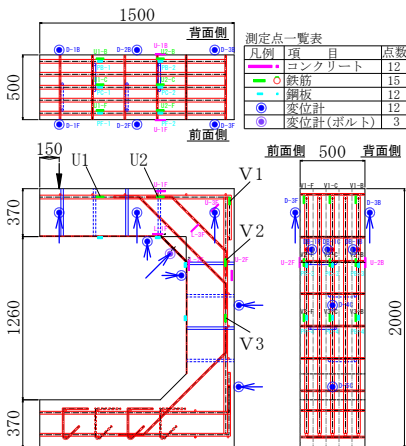


図-4 計測位置図

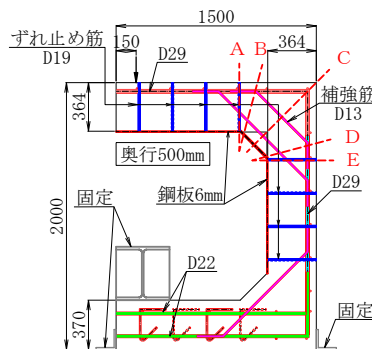


図-5 解析モデル

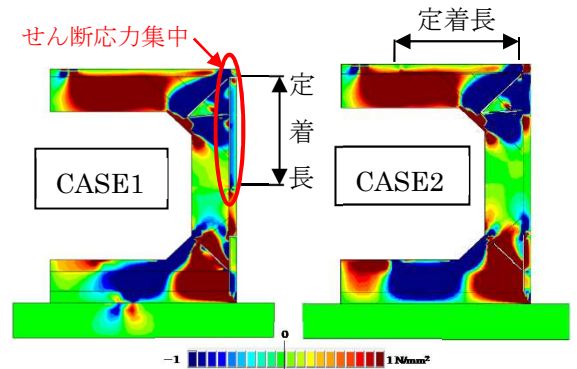


図-7 FEM 解析モデル(せん断応力)

5. 考察

隅角部主鉄筋の定着方法の見直しとして、2次元 FEM 解析(図-7)による検証を行った。定着方法は、『CASE1: 頂版直角フックを側壁側に定着』と、『CASE2: 側壁直角フックを頂版側に定着』の2案を検討した。CASE1 は側壁継手部のかぶりコンクリート範囲にせん断応力が集中し、本実験と同様に弱点部となる懸念があるが、CASE2 は RC 部材と同様の鉄筋状態(1本もの)となり、定着方法として望ましいと考える。

6. まとめ

本研究では2ヶ年の期間を経て、鋼合成部材の効果検証を行ってきた。今後は、ボックスカルバートの実スケールでのフィールド実験も視野に入れている。

参考文献

1) RC 版と新形式鋼合成プレキャスト版の剛性比較の検証実験

土木学会北海道支部論文報告集 2022