

鋼コンクリートサンドイッチ部材の補強に関する検討

鉄建建設（株） 正会員 ○土井 至朗
 鉄建建設（株） 正会員 安保 知紀
 （株）ジェイテック 正会員 栗栖 基彰
 （株）ジェイテック フェロー 桑原 清

1. はじめに

鉄道や道路の下に非開削でボックスカルバート等の構造物を構築する工法として JES 工法が開発された¹⁾。この工法では図-1に示すように鋼製エレメントを噛み合わせ継手で繋ぎ合わせ、エレメント内にコンクリートを充填して部材を構築する。この工法に用いられる鋼製エレメントにはシアコネクタ等のずれ止めは無く、鋼製エレメントとコンクリートの境界面ではすべりが発生することが確認されている²⁾。近年、地下構造物の大型化や大深度化に伴い部材耐力の向上が求められていることを受け、JES 工法で構築される部材（以下 JES 部材）断面内に補強鋼材を配置し、その補強効果を確認する目的で曲げ載荷試験を行った。

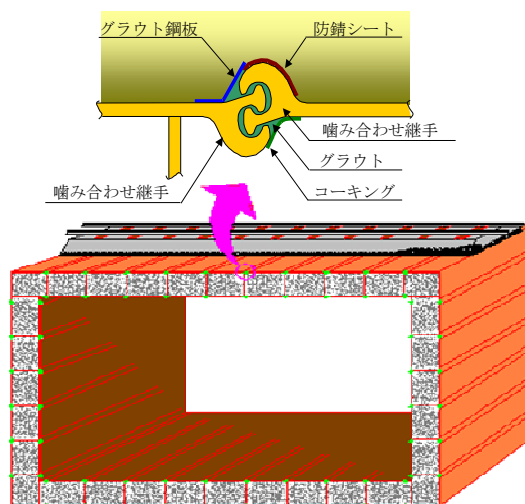


図-1 JES 構造物

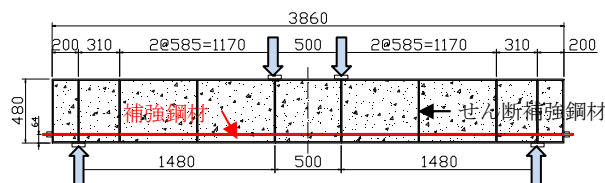


図-2 試験概要

表-1 試験ケース

No.	補強鋼材	本数
1	-	-
2	D16 SD345	5
3		3
4		1

3. 試験結果

載荷試験から得られた載荷荷重と載荷点変位（平均値）の関係を図-3に示す。図中に■で示した点は下側鋼板が降伏した点を表し、●で示した点は補強鋼材が降伏した点を表している。いずれの試験体も下側の鋼板が降伏した後、補強鋼材が降伏し、最終的には試験体上部コンクリートの圧壊で載荷を終了した。補強鋼材を配置していないケース（No. 1）では変形が進むに連れてせん断補強鋼板とコンクリート間に目開きが生じ、コンクリートに目立ったひび割れが発生しないまま鋼板が降伏した。補強鋼材を3本配置したケース（No. 3）では、5本配置したケース（No. 2）と同様に下側鋼板の降伏直後、補強鋼材が降伏した。その後、圧縮側鋼板のはらみ出しが顕著になり最大荷重に到達した後も荷重をほぼ維持したまま変形が進み、斜めひび割れ発生後、急激に荷重が落ちた。荷重-変位関係はNo. 2と同様となったが、降伏までの曲げ剛性はNo. 2よりも高くなった。これは、No. 3に使用した材料は、表-2に示すように鋼材の降伏強度、弾性係数ともに高かったことが考え

キーワード 鋼コンクリートサンドイッチ部材、補強、曲げ耐力

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設株式会社 建設技術総合センター TEL 0476-36-2334

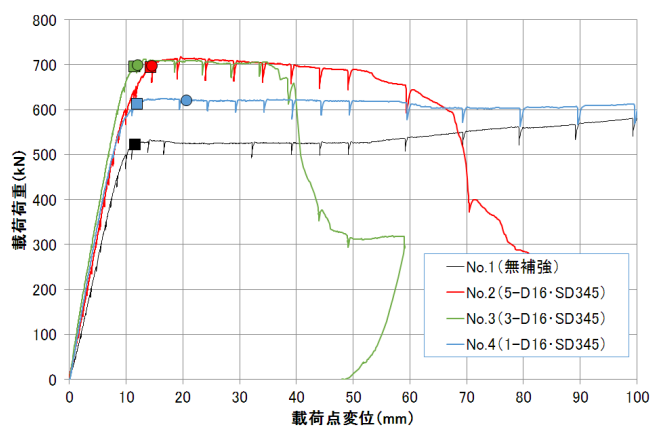


図-3 荷重－変位曲線

られる．最大荷重到達後は変位 40mm 付近と早い段階で急激に荷重が落ちたが，これは何らかの理由で荷重が片側に偏芯したためと考えられる．補強鋼材を 1 本配置したケース（No. 4）では試験体の初期段階の損傷状況は No. 1 のように，コンクリートに目立った損傷がないまま下側の鋼板が降伏した．その後もしばらく荷重を保持したまま変形が進み，変位 130mm 付近で斜めひび割れが発生し荷重が落ちた．写真-1 に各試験体の載荷点変位 50mm 付近の損傷状況を示す．

表-3 に下側鋼板の降伏荷重，補強鋼材の降伏荷重，最大荷重の試験値と計算値との比較を示す．計算値は平面保持の仮定のもと，圧縮側の鋼板も考慮して算出した．最大荷重の計算値は圧縮縁のひずみが 0.0035 に達した時点とした．各試験体とも，下側鋼板の降伏荷重は，試験値が計算値を若干上回っているが，補強鋼材の降伏荷重と最大荷重は，補強鋼材を配置していないケース（No. 1）以外では計算値を下回る結果となった．

4. まとめ

補強鋼材を部材断面内に配置することにより，曲げ耐力および初期の曲げ剛性の向上が認められた．平面保持を仮定した計算では下側鋼板降伏までは比較的精度良く荷重を算出することが出来たが，補強鋼材を配置したケースでは降伏荷重と最大荷重については，補強鋼材の効果を若干過大に評価する結果となった．圧縮側鋼板のはらみ出しを適切に評価する必要があると思われる．

参考文献

- 1) 森山ら：鋼製エレメントを用いた新しい線路下横断工法の開発，第 4 回複合構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp. 263-268，1999．
- 2) 安保ら：JES 構造の曲げ特性に関する実験的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol. 36，No. 2，2014．
- 3) 安保ら：鋼とコンクリートの合成度が低いサンドイッチ部材の補強に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 39，No. 2，2017．

表-2 材料強度一覧

	コンクリート			鋼板		補強鋼材	
	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	降伏強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
No.1	27.1	24.1	2.56	306	199	—	—
No.2	26.5	26.6	2.56			383	184
No.3	31.8	25.3	2.72	350	214	396	189
No.4	33.1	25.8	3.08				

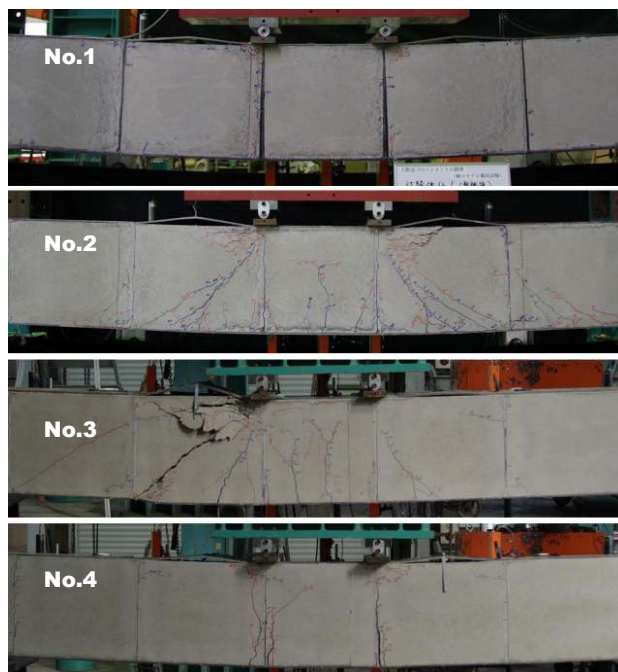


写真-1 ひび割れ状況（変位 50mm）

表-3 試験値と計算値の比較

	下側鋼板 降伏荷重		補強鋼材 降伏荷重		最大荷重	
	上段 試験値 (下段 計算値)	比率 (試験値/計算値)	上段 試験値 (下段 計算値)	比率 (試験値/計算値)	上段 試験値 (下段 計算値)	比率 (試験値/計算値)
No.1	523kN (516kN)	1.01	— —	—	587kN (543kN)	1.08
No.2	695kN (625kN)	1.11	698kN (718kN)	0.97	718kN (741kN)	0.97
No.3	697kN (661kN)	1.05	700kN (718kN)	0.97	713kN (750kN)	0.95
No.4	614kN (613kN)	1.00	621kN (638kN)	0.97	624kN (665kN)	0.94