

鋼コンクリートサンドイッチ部材の補強に関する基礎的研究

鉄建建設（株） 正会員 ○安保 知紀
 鉄建建設（株） 正会員 栗栖 基彰
 鉄建建設（株） 正会員 土井 至朗
 （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(Joint Element Structure)工法が開発された¹⁾。この工法は、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、エレメント内をコンクリートで充填することで部材を構築する。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、部材軸直角方向にせん断補強鋼板が配置されているだけであり、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⁾。近年では、地下構造物の大型化や大深度化に伴い設計断面力が大きくなる傾向にあり、本研究では土被り等の上載荷重により図-2 に示すように上床版と中壁との接合部に発生する大きな断面力に対して、部材断面内に補強鋼材を配置して部材の曲げ耐力を向上させることを目的に載荷試験をおこない、試験値と計算値の比較により考察した。

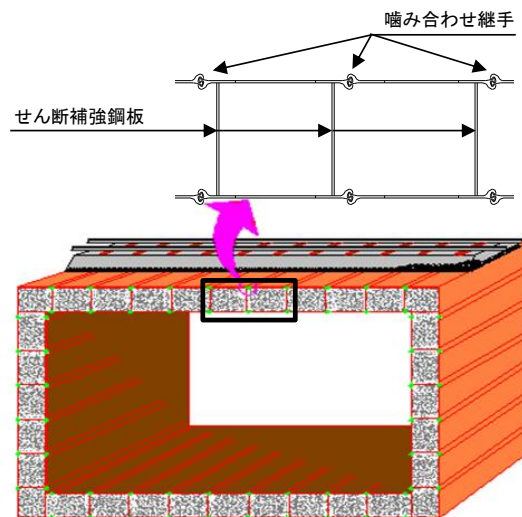


図-1 JES 工法の概要

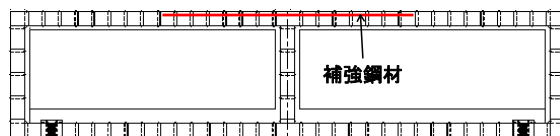


図-2 補強の概要

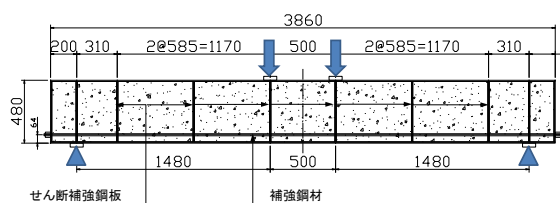


図-3 試験概要

表-1 試験ケース

ケース	補強鋼材
A	無し
B	5-φ19 SR235
C	5-φ19 C種1号

3. 試験結果

載荷試験から得られた載荷荷重とスパン中央変位の関係を図-4 に示す。図中の Y-a～Y-c 点は鋼製エレメントの下側（引張側）鋼板が降伏した時点を表わし、Y-B は補強鋼材が降伏した時点を表わしている。補強鋼材を配置していないケース A は、変形が進むに連れてせん断補強鋼板とコンクリートの接触面が開いていき、補強鋼材を配置した他のケースに比較して降伏程度までの荷重の増加傾向が小さく初期の曲げ剛性が小さくなった。これに対しケース B とケース C では補強鋼材が降伏するまでの初期の曲げ剛性にほとんど差が見ら

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）建設技術総合センター TEL 0476-36-2334

表-2 荷重の比較

ケース	試験値			計算値			試験値／計算値		
	下側鋼板 降伏荷重	補強鋼材 降伏荷重	最大荷重	下側鋼板 降伏荷重	補強鋼材 降伏荷重	最大荷重	下側鋼板 降伏荷重	補強鋼材 降伏荷重	最大荷重
A	523 kN	-	587 kN	516 kN	-	543 kN	1.01	-	1.08
B	662 kN	720 kN	737 kN	685 kN	740 kN	772 kN	0.97	0.97	0.96
C	682 kN	-	793 kN	679 kN	-	1051 kN	1.00	-	0.75

れなかった。

いずれのケースも下側鋼板が降伏したあたりから上側（圧縮側）鋼板にはらみ出しが見られた。ケース A では下側鋼板が降伏した時点で荷重の増加傾向は非常に緩やかになるが、載荷点直下のコンクリートに損傷が確認されても荷重を保持しながら約 160mm まで変形を続けた。これに対しケース B では、中央変位が約 16mm に達した時点で、写真-1 に示すように中央に隣接するブロックのコンクリートに載荷点に向かう斜めひび割れが 1 本発生すると同時に補強鋼材が降伏した（図中 Y-B 点）。この時点から載荷点直下のコンクリートに損傷が見られ荷重を保持した状態となったが、中央変位が約 44mm となった時点から急激に荷重が低下した。またケース C は、中央変位が約 16mm に達した時点でケース B と同様な斜めひび割れが確認されたが、補強鋼材は降伏せずに荷重は上昇し、中央変位が約 30mm となった時点で載荷点直下のコンクリートに圧縮破壊が確認され最大荷重となり、その後急激に荷重が低下した。

平面保持を仮定して算出した降伏耐力及び曲げ耐力から荷重に換算した値との比較を表-2 に示す。計算値における最大荷重は圧縮縁のひずみが 0.0035 に達した時点とし、さらに上側鋼板も圧縮材として計算した。載荷試験から得られた下側鋼板及び補強鋼材の降伏荷重は概ね計算値と同等であり、降伏程度までの曲げ耐力は平面保持を仮定して算出できている。これに対しケース A の最大荷重は計算値より大きく、ケース B 及び C の最大荷重は計算値より小さく、特にケース C の計算値はかなり過大評価となった。ケース A では上側のコンクリートが損傷を受けても荷重を保持する性能を有していると考えられ、これに対しケース B では補強鋼材が降伏した直後に最大荷重となり、上側鋼板のはらみ出しとともにコンクリートが圧縮破壊したと考えられる。またケース C では補強鋼材が降伏しないため載荷点直下に大きな圧縮力が発生し、上側鋼板のはらみ出しによりコンクリートが急激に圧縮破壊したと考えられる。

4. まとめ

JES 部材のような鋼コンクリートサンドイッチ部材に補強鋼材を配置すると補強効果は認められるが、比較的脆性的な破壊モードになる。特に補強量が多くなると補強鋼材が降伏する前にコンクリートが圧縮破壊するような非常に脆性的な破壊となるため、鉄筋コンクリート部材と同様に補強鋼材が降伏した後にコンクリートが圧縮破壊に至る破壊モードにすることが望ましいと考える。

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.

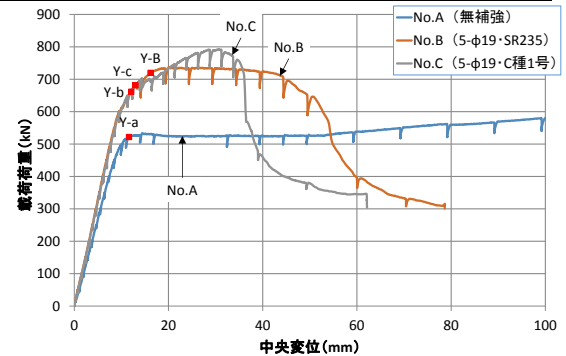


図-4 荷重と変形の関係

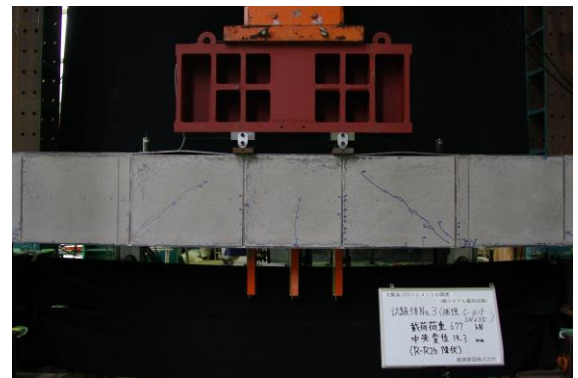


写真-1 補強鋼材降伏時の損傷状況 (No.B)