

鋼コンクリートサンドイッチ構造のせん断耐力に関する解析的検討

鉄建建設（株） 正会員 ○土井 至朗
鉄建建設（株） 正会員 栗栖 基彰
鉄建建設（株） 正会員 安保 知紀
鉄建建設（株） 正会員 西村 知晃

1. はじめに

線路下構造物を構築する構造として、噛み合わせ継手を用いて鋼製エレメント同士を連結し、エレメント内部にコンクリートを充填して構造体とする JES (Jointed Element Structure)工法が開発された¹⁾。本工法では鋼製エレメントにはずれ止め等は設けておらず、部材に変形が生じると鋼板とコンクリートの間にはずれが発生する。そのため、本検討では鋼板とコンクリートとの境界条件がせん断耐力に影響を及ぼすと考え載荷実験を実施し、鋼板とコンクリート間の境界条件をパラメータとした FEM 解析を実施したのでその結果について報告する。

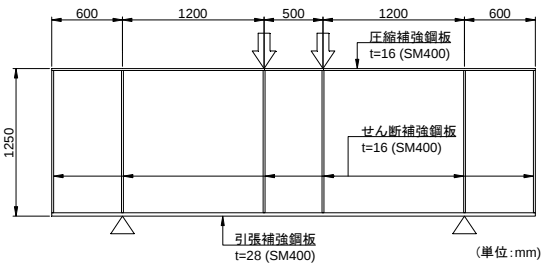
2. 載荷試験

試験体の諸元を表－1、試験体の概要を図－1に示す。試験体には噛み合わせ継手は設けず、鋼板同士の接合部は完全溶込み溶接とした。鋼製エレメントにはずれ止め等は設けておらず、部材に変形が生じると鋼板とコンクリートの間にはずれが発生する。せん断スパン比は約 1.0 とし、せん断破壊先行型となるよう引張側鋼板は厚さ 28mm (SM400)とした。載荷試験は 4 点曲げ載荷の単調載荷とした。

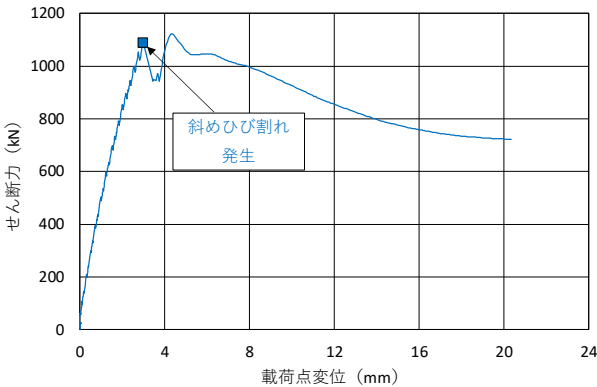
載荷試験結果のせん断力と載荷点変位の関係を図－2に示す。せん断力約 1100kN 時点で左スパンに斜めひび割れが発生すると、荷重が急激に低下し、続いて右スパンにも斜めひび割れが発生した。その後荷重は一旦増加し、最大せん断力約 1130kN に達すると再度荷重は低下し始め、斜めひび割れの幅が徐々に増加していくとともに、載荷板および支承付近の鋼板が局所的に変形していき、荷重は徐々に低下した。

表－1 試験体諸元

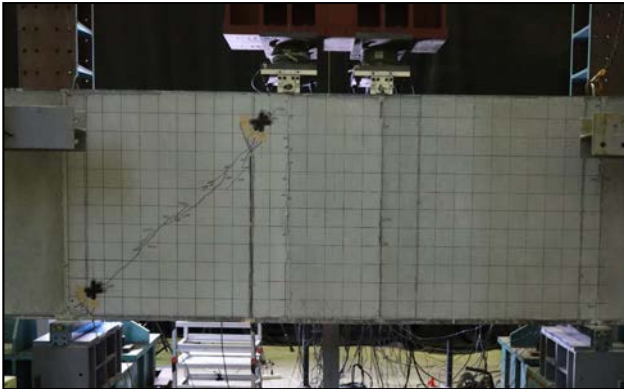
高さ (mm)	幅 (mm)	せん断 スパン (mm)	コン クリ ート 強度 (N/mm ²)	引張鋼板		圧縮・せん断 補強鋼板	
				厚さ (mm)	降伏 強度 (N/mm ²)	厚さ (mm)	降伏 強度 (N/mm ²)
1250	370	1200	21.3	28	272	16	276



図－1 試験体概要図



図－2 せん断力－載荷点変位関係



写真－1 斜めひび割れ発生状況

キーワード 鋼コンクリートサンドイッチ部材，せん断耐力，摩擦，すべり
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 研究開発センター

載荷点変位が約 20mm に達した時点で試験終了とした。斜めひび割れ発生時の状況を写真-1に示す。斜めひび割れは載荷点と支承を結ぶように一気に発生しており、本研究では、最大荷重ではなく斜めひび割れ発生荷重をこの試験体のせん断耐力と判断した。

3. FEM 解析

本検討で用いた試験体について、2次元 FEM 解析を実施した。モデルは図-3に示すように対称性を考慮した 1/2 モデルとした。鋼板とコンクリート間の摩擦や付着がせん断耐力や部材の変形に影響を及ぼすと考えられるが、鋼板とコンクリートの境界条件についての報告は少なく、本検討ではコンクリートは平面ひずみ要素、鋼板は梁要素とし、コンクリートと鋼板の間は圧縮力のみ伝達するトラス要素で繋いだ。鋼板の節点変位によるコンクリートの節点変位の拘束の有無をパラメータとし、解析は表-2に示す3ケースとした。各材料の強度は材料試験の結果を用い、コンクリートの構成則はコンクリート標準示方書²⁾の圧縮応力下における応力-ひずみ関係に従った。

解析結果と実験結果のせん断力-載荷点変位関係の比較を図-4に示す。同図には解析で斜めひび割れが発生し始めた点を○と矢印で示した。斜めひび割れ発生荷重は3ケースとも実験結果と比較的近い値となったが、コンクリートの周囲4辺の節点を鋼板の変位で拘束したケース①では、曲げ剛性が高く拘束のないケース③では曲げ剛性が低い結果となった。また、図中の○印付近の時点のひずみ分布を図-5に示すが、同図に示すようにケース①では実験では見られなかった載荷点直下の引張側に大きな引張りひずみが発生した。節点変位の拘束をせん断補強鋼板による拘束のみとしたケース②では実験結果に非常によく一致した。

4. まとめ

鋼板とコンクリート間の境界条件をパラメータとした解析を実施した。実際の摩擦や付着の挙動は不明ながら、圧縮・引張鋼板とコンクリートの間にはすべりが発生しており、せん断補強鋼板とコンクリートの間には摩擦や付着の影響があることが考えられる。これらを適切に評価することで、解析精度のさらなる向上が期待できると思われる。

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) 土木学会：コンクリート標準示方書[設計編]，pp.486-488, 2017

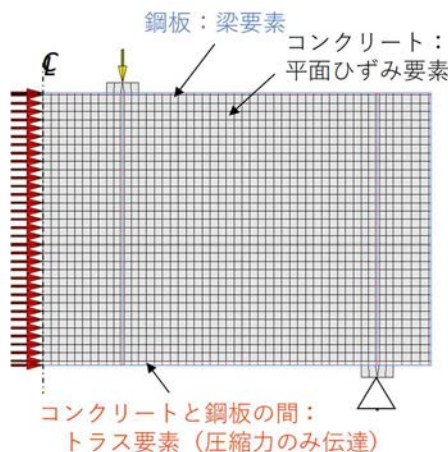


図-3 解析モデル

表-2 解析ケース

解析 ケース	鋼板とコンクリート の節点変位の拘束	
	圧縮・ 引張鋼板	せん断 補強鋼板
①	拘束あり	拘束あり
②	拘束なし	拘束あり
③	拘束なし	拘束なし

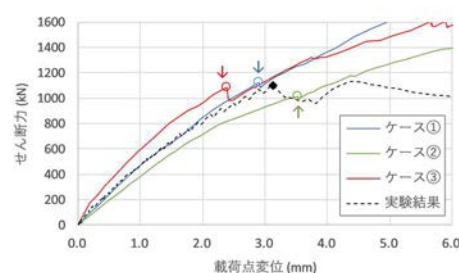


図-4 解析結果と実験結果の比較

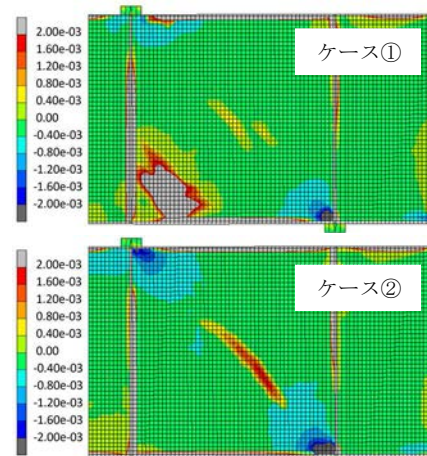


図-5 斜めひび割れ発生時の
ひずみ分布