

鋼コンクリート合成サンドイッチ梁の実験及び3次元非線形FEM解析

ショーボンド建設(株) 正会員 ○山下幸生 小嶋悟 佐野正
長崎大学工学部 正会員 松田 浩 崎山 毅

1 はじめに

コスト縮減，工期短縮，高剛性，汎用性を目的として鋼合成サンドイッチ床版が開発され実用に供されている．本研究では，鋼板とコンクリートとのずれせん断力をボルトで支持するために上下鋼板をボルトで接合された鋼合成サンドイッチ床版の構造特性について実験および解析的に検討したものである．鋼合成サンドイッチ床版を構成するボルトの間隔，締付力，鋼板厚およびコンクリート強度が，力学的挙動特性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした載荷実験を行うとともに，その結果を3次元非線形FEM解析によりシミュレーションした結果について報告する．

2 実験概要

図1に各供試体の形状寸法，ひずみゲージおよび変位計取り付け位置を示す．供試体は，まずボルト間隔および鋼板厚の異なる長さ1800mm，幅600mm，高さ162mmおよび168mmのパネルを作り，上下鋼板を高力高ナットと高力ボルト（図2）で接合した後，コンクリートを側面から打設して製作した．鋼板とコンクリートの付着はないものとし，鋼板とコンクリートとのずれせん断力はボルトのみで支持する構造とする．

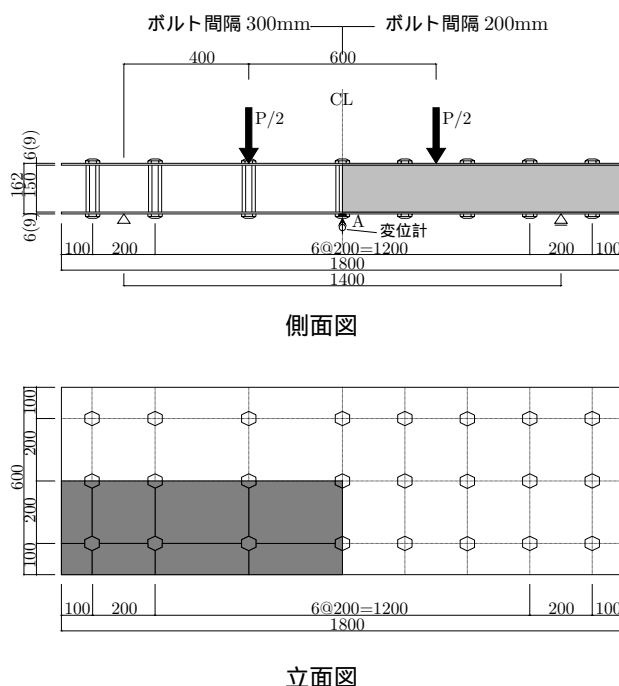


図1 供試体形状寸法

そのため，鋼板と高力高ナットに離型剤を塗布した後，コンクリートを打設した．鋼板と高力ボルトと高力高ナットの物性値を表1に示す．コンクリートの圧縮強度は 53N/mm^2 である．載荷方法は，図1に示すように，支点間隔1400mmで単純支持とし，長さ600mm，幅100mm，厚さ12mmの載荷板を介して2点載荷を行った．

3 解析概要

解析は汎用有限要素解析コード(MARC)を用いた．ボルト形状および配置間隔を考慮して作成した解析モデルの一例を図3に示す．解析モデルは，供試体の対称性を考慮して，スパン方向1/2，幅方向1/2の1/4モデルとした．また，鋼板とコンクリートおよびボルトとコンクリートの付着切れを考慮して，各要素間には接触機能(CONTACT オプション)を用いた．

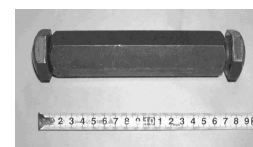
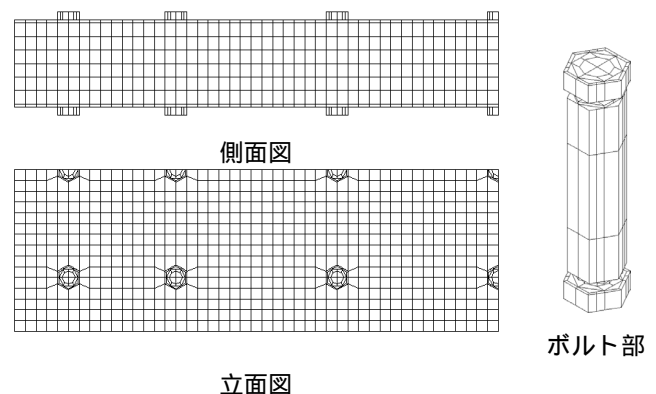


図2 高力高ナットおよび高力ボルト

表1 使用材料の物性値

使用材料	降伏点 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (MPa)
鋼板 (SS400)	344	398	2.03×10^5
高力ボルト *	900	—	2.0×10^5
高力高ナット *	900	—	2.0×10^5

* F10T 相当品の規格値



立面図

図3 解析モデル

キーワード：鋼合成サンドイッチ床版，合成構造，3次元非線形FEM解析

〒305-0003 茨城県つくば市桜 1-17 TEL 0298-57-8101 FAX 0298-57-8120

鋼板の構成則を図4に示す。これは、鋼板材料の引張試験結果に基づくものである。ボルトは表1に示す物性値を用い、弾性係数は線形で破壊しないものとした。また、コンクリートの構成則は図5に示すように与えた。圧縮軟化域のモデル化が、終局耐力や変形に与える影響が大きいので、Hognestadによる圧縮軟化域モデルと道路橋示方書の圧縮軟化域モデルに基づく構成則を用いて予め解析した結果を踏まえて、今回の実験結果の解析に適した圧縮軟化の構成則を用いた。

4 実験および解析結果の比較

4.1 ボルト間隔の影響

荷重と中央点たわみの関係を図6に、荷重とひずみの関係を図7に示す。実験では、ボルト間隔が小さければ剛性が大きくなっている。接触機能を用いない解析ではボルト間隔の影響が全く現れなかった。一方、接触機能を用いた解析ではボルト間隔の影響が顕著に現れ、解析結果は実験結果とほぼ一致した。

ボルト間隔 300mm での実験および解析におけるひび割れ状況を図8に示す。実験ではせん断スパン内にひび割れが発生している。解析においては、接触機能を用いない場合、支点位置および高力高ナット位置にひび割れは発生せず、スパン中央部にのみひび割れが

集中して発生する結果となった。一方、接触機能を用いた場合には、せん断スパン内の高力高ナット位置にひび割れが確認された。

4.2 鋼板厚の影響

荷重とスパン中央のたわみの関係を図9に示す。実験および解析ともに、鋼板厚が力学的挙動に大きく影響しており、鋼板厚が力学的特性に影響を及ぼすことが確認された。図9に示すように、載荷荷重が 200kN までは鋼板厚による影響は小さいが、200kN 付近から鋼板厚 6mm 試験体が鋼板厚 9mm 試験体に比べ、剛性が小さくなっている。また、最大耐力も鋼板厚 9mm 試験体が鋼板厚 6mm 試験体に比べ大きくなった。

5 まとめ

鋼合成サンドイッチ梁の載荷実験を行い、3次元非線形 FEM 解析により実験結果のシミュレーションを実施した。鋼板、ボルトおよびコンクリートの接触を考慮したモデル化により、実験結果をほぼシミュレートできることがわかった。今後、ボルトの種類、間隔、鋼板厚、コンクリート圧縮強度などの諸要因を変化させたパラメトリック解析を行うことにより、より合理的な鋼合成サンドイッチ構造の設計が可能になるものと考えられる。

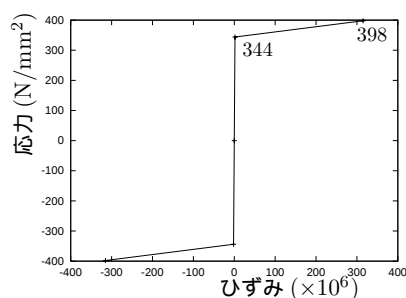


図4 鋼板の構成則

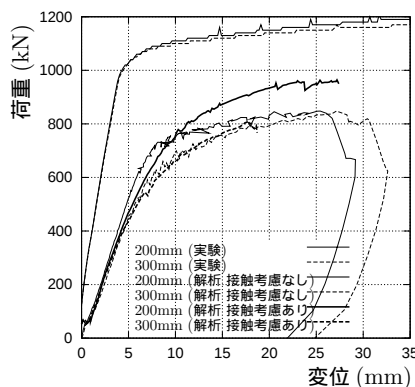


図6 荷重 - 変位 関係

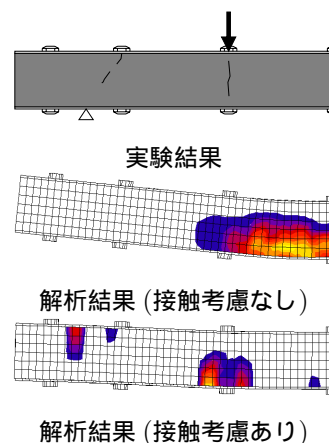


図8 ひび割れ状況

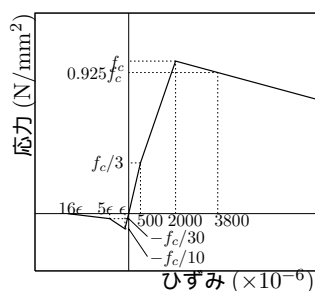


図5 コンクリートの構成則

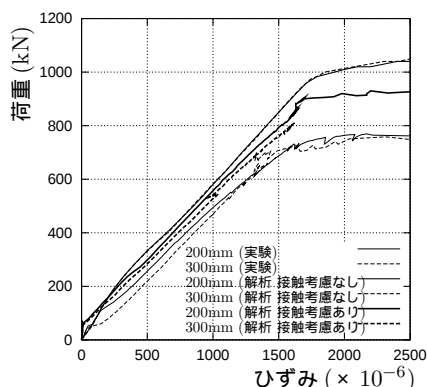


図7 荷重 - ひずみ 関係

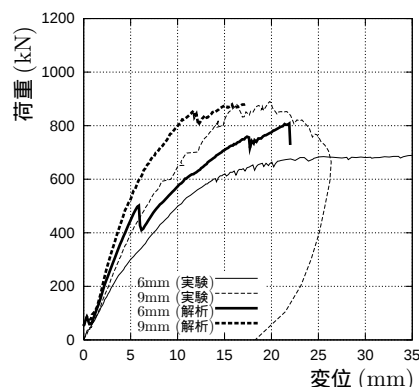


図9 荷重 - 変位 関係