

日本鉄道建設公団 正会員 谷相理嗣

三井造船 株式会社 酒井正和

" " 宮崎晴之

1 はじめに

鋼鉄道橋においては、近年、列車走行時に発生する騒音値の小さい合成桁の適用が増加している。鋼箱桁の圧縮フランジに直接コンクリートを打設した合成桁では、コンクリートによる圧縮フランジの局部座屈の防止が期待される。また、局部座屈の防止が可能であれば大きな幅厚比の鋼材を使用できることとなり、経済的に有利な設計が可能となる。しかし、現状においては、コンクリートが寄与する局部座屈の適切な評価方法が不明確であるため、一様圧縮の単純支持板とした鋼床版箱桁と同様の方法で設計されている。

本報告は、合成桁上フランジをモデル化した3体の模型試験体を製作し、実験により各種の拘束条件を与えた場合の座屈強度および座屈モードを計測するとともに、実験結果を数値解析でトレースした結果を報告するものである。

図-1 試験体概要図

2 試験概要

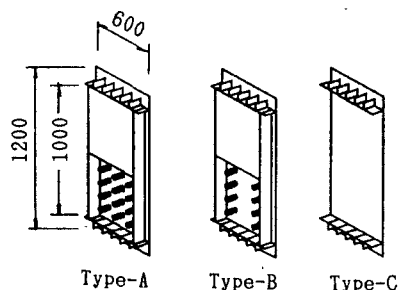
圧縮耐荷力試験は、スタッドジベルによる合成効果を比較するため、図-1に示す内容で3種類の模型試験体を準備し、荷重載荷は試験体の上下縁を拘束した状態で、上方から250t用ロードセルにより試験体に降伏域が発生するまで約10tピッチで段階的に載荷・除荷を繰り返して行った。試験体の計測は、応力度を鋼板・スタッドジベル・鉄筋・コンクリートに貼付したひずみゲージにより、変位量をダイヤルゲージにより、各載荷段階ごとに行った。

試験結果から得られた変形モードを図-2に示す。合成構造となっている試験体-A・Bは、試験体の中央部が面外方向に最大3mm程度反り出したモードを示し、鋼構造となっている試験体-Cは、S字形の変形モードを示し最大変形量は31mm程度となっていた。

今回計測された鋼板の応力度の一例を図-3に示す。試験体-A・Bでは、載荷荷重を200tまで懸けたが鋼板は降伏応力度に至っていない。一方、試験体-Cでは、載荷荷重140t付近で鋼板は降伏しており、両者の圧縮耐荷力に顕著な差が見られる。

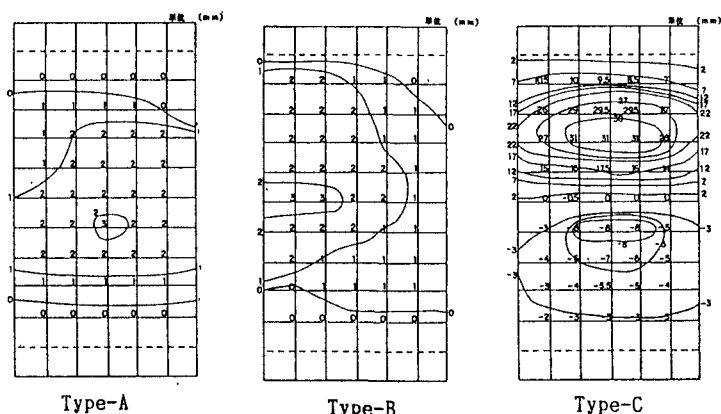
また、図-4にコンクリート及び鉄筋の応力度の計測結果を示す。

試験体-Aは、載荷荷重150t付近においてコンクリートが降伏し、鉄筋応力度が急増している。試験体-Bにおいても載荷荷重50t付近で同様の傾向を示しており、スタッドジベルを密に配置した試験体-Aが合成構造系として大きい耐荷力を有することが確認できた。



試験体	スタッド配列	コンクリート厚
A	3列	100mm
B	2列	100mm
C	2列	なし

図-2 試験体の最終変形モード（等変位線）図



3 数値解析

試験結果から得られた座屈モードを検証するため、コンクリート・鋼板を3次元ソリッド・板要素としてモデル化した弾塑性座屈解析を、汎用解析ソフト(COSMOS/M: 楠横河技術情報)を用いて行った。解析にあたり、スタッドジベルはコンクリートと鋼板の要素節点を一致させることでモデル化し、鋼板全体に降伏応力度の1/3の残留応力度と、初期変形は試験結果から得られた1/250~1/500を考慮した。

図-5は、初期不整の影響を同等の条件として数値解析して得られた面外変形量と載荷荷重の相関を示したものである。

変形量は、タイプA<タイプB<タイプCの順で大きくなり、

タイプAではタイプB・Cの1/6程度の値となっている。これは、圧縮力が平均的に分散した結果を反映したものだと判断され、座屈制御機構として中央部に配置したスタッドジベルの効果が得られたものといえる。

図-3 荷重-鋼板応力の相関図

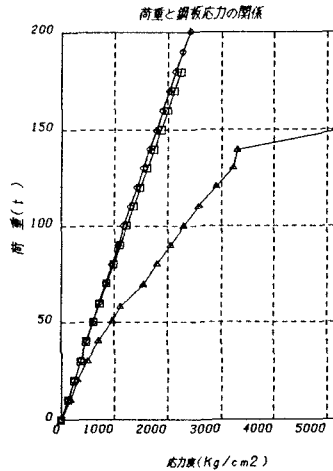


図-4 荷重-鉄筋・コンクリート応力の相関図

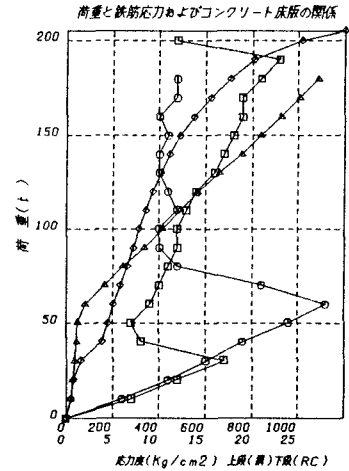
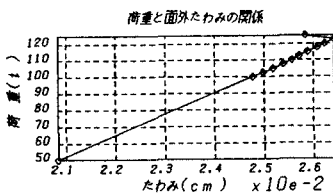
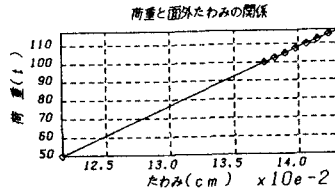


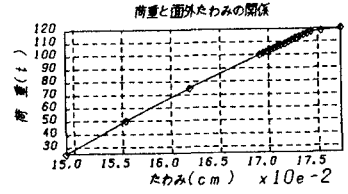
図-5 荷重-面外変形の相関図(解析結果)



Type-A



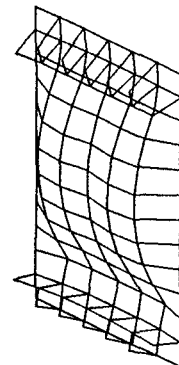
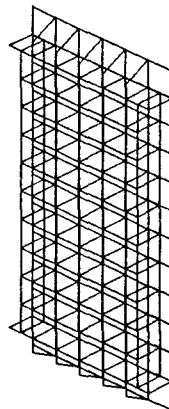
Type-B



Type-C

図-6 解析モデル図

図-7 変形モード図(解析結果)



4 まとめ

今回、合成桁の上フランジに着目し、圧縮耐荷力に寄与するコンクリートの補剛効果を稲葉設計室長(日本鉄道建設公団)の指導のもとに模型実験及び数値解析により検討した結果、スタッドジベルを適設に配置することにより鋼板の局部座屈抑制効果・合成効果が得られることが確認できた。

これらの結果から、設計上の座屈長を変更する等、より経済的な合成桁の設計を図ることは可能であると思われる。