

連続合成2主I桁橋中間支点部近傍の座屈防止構造

JFE 技研（株） 正会員 岡田 淳

1. はじめに

長支間連続合成2主I桁橋においては、中間支点部付近で大きな負曲げが生じるため、設計上、圧縮フランジの局部座屈や横座屈の発生により、鋼材性能を十分に活用できない場合がある。そこで、このような座屈を防止するための構造コンセプトを提案した。適用例を図-1に示す。本案は、中間支点部近傍の圧縮フランジ（下フランジ）、ウェブ、鉛直補剛材に囲まれるスペースにプレキャスト床版などを設置し、圧縮フランジとプレキャスト床版を一体化させることにより、局部座屈を防ぎ、横座屈強度を向上させることを特徴とする。

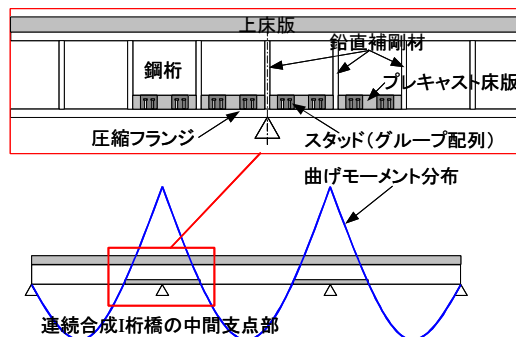


図-1 座屈防止構造の概念図

2. 実験供試体

実験供試体の形状を図-2に示す。供試体は全長4500 mm、幅600 mm、高さ600 mmの補剛I桁断面である。供試体は2体あり、C1供試体は、鋼断面のみのタイプ、C2供試体は、中央部の圧縮フランジ上（ウェブを挟んだ両側）にプレキャスト床版を設置し、スタッド（ $d19 \times 110$ ）を介して、無収縮モルタルにより一体化させたものである。ミルシートから得られた鋼材（SM400）の

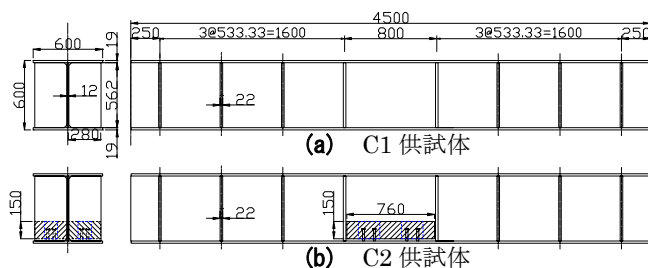


図-2 実験供試体

降伏強度は 286 N/mm^2 、円柱供試体の圧縮試験から得られたプレキャスト床版および無収縮モルタルの圧縮強度はそれぞれ、 53.4 N/mm^2 、 46.1 N/mm^2 である。供試体の断面諸元の決定において、C1供試体では道示Ⅱ鋼橋編の式（解 4.2.1）による圧縮フランジ（自由突出板）の局部座屈が1420 kNで発生することを想定している。また、道示Ⅱ鋼橋編の式（解 3.2.2）による桁の横倒れ座屈が2400 kNで発生することを想定している。一方、C2供試体では、プレキャスト床版の設置より、圧縮フランジの局部座屈および桁の横倒れ座屈を防止できることを想定している。

3. 実験概要

実験概要（C2 供試体の場合）および主要な計測位置を図-3に示す。支点の境界条件は、ピンローラー・ピンローラー（ただし変位制限装置付き）とした。負曲げ載荷を行うため、供試体は圧縮フランジが上になるように天地を逆にしてセッティングした。載荷は、載荷梁および載荷点支承を介し、800 mm 間隔で鉛直補剛材直上に行った。

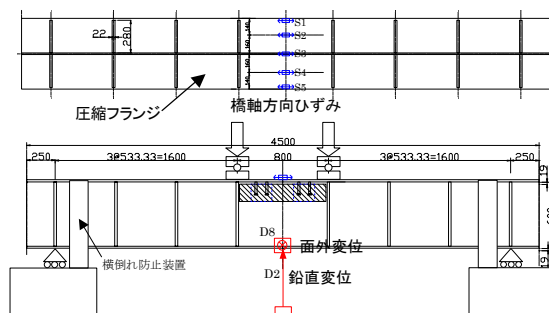


図-3 実験概要および主要な計測位置

4. 実験結果および考察

C1 供試体と C2 供試体の支間中央部鉛直変位 D2（ただし支点沈下分を補正）の比較を図-4に示す。荷重－相対変位関係のピークが確認されるまで載荷を行うことを想定したが、載荷位置の少し外側の圧縮フランジの局部座屈が顕著となり、C1 供試体、C2 供試体とも荷重－変位関係が漸増し続けたため、載荷荷重 2300 kN で載荷を終了し、除荷を行った。図-4より、荷重－変位関係は、

キーワード 連続合成2主I桁橋、中間支点部、座屈防止

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1-1

約 1800 kN から勾配が小さくなり、約 2000 kN で勾配がほぼ水平となった後も漸増し続ける挙動を呈していることが分かる。また、C1 供試体と C2 供試体の支間中央鉛直変位はほぼ同じ挙動を示しており、プレキャスト床版の有無による違いはほとんど見られない。C1 供試体と C2 供試体で差が生じなかった理由は、両供試体とも載荷位置の少し外側の圧縮フランジの局部座屈が顕著となったためと推測される。

C1 供試体と C2 供試体の支間中央部面外変位 D8 の比較を図-5 に示す。C1 供試体は、2000 kN を越えたあたりから急激に面外変位が大きくなっており、横座屈の傾向を示している。これは、横倒れ座屈強度の計算値から換算した 2400 kN より若干小さい値である。それに対し、C2 供試体は、2000 kN を越えた後も、面外変位は小さいままである。この理由は、C1 供試体が鋼断面のみであるのに対し、C2 供試体は圧縮フランジにプレキャスト床版を設置していることにより、ねじれ剛性が高いためと考えられる。

C1 供試体と C2 供試体の圧縮フランジの橋軸方向ひずみ S1～S5 の比較を図-6 に示す。ここでひずみは、圧縮をマイナスとして表示している。図-6 より C1 供試体の圧縮フランジの橋軸方向ひずみは、1500 kN 程度までは概ね線形であるが、それ以降は、急激な非線形挙動を生じている。この理由は、圧縮フランジに局部座屈が発生したためと推測され、道示Ⅱ鋼橋編の式（解 4.2.1）による圧縮フランジの局部座屈荷重の計算値（1420 kN）とほぼ整合する結果となっている。また、最大で S1 と S3 が -1700μ 程度、S5 が -2000μ 程度の圧縮ひずみを生じており、降伏ひずみを上回っている。1500 kN 以降で S1～S5 のひずみの値がばらついてきているのは、圧縮フランジの局部座屈の発生による曲げの影響が加味されたためと推測される。一方、C2 供試体は、1300 kN あたりからゆるやかな非線形挙動がみられるもの、急激な非線形挙動を生じていないことから、プレキャスト床版の設置による圧縮フランジの座屈防止効果が寄与していると判断できる。ひずみの最大値は S5 で 1417μ の降伏レベルであり、S1～S4 は降伏レベル以下となっている。

5. まとめ

圧縮フランジの座屈防止構造の実現可能性を確認できた。ただし今回は、載荷位置の少し外側の圧縮フランジの局部座屈の発生により、対象とした等曲げ区間で鋼断面のみのタイプの局部座屈が顕著とならなかったこと、降伏を十分に超えるレベルまでプレキャスト床版の設置による座屈防止効果を確認できなかったことが課題である。また、普通鋼の SM400 を用いて上床版なしで実験を行っており、実機適用を考える上で、実構造により近い構造（高強度鋼を用いた上床版付きの供試体）での検証が必要であると考えられる。

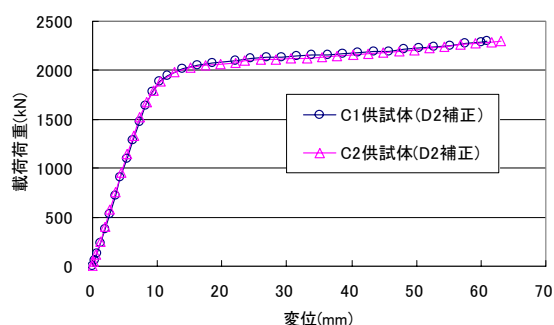


図-4 荷重－鉛直変位関係

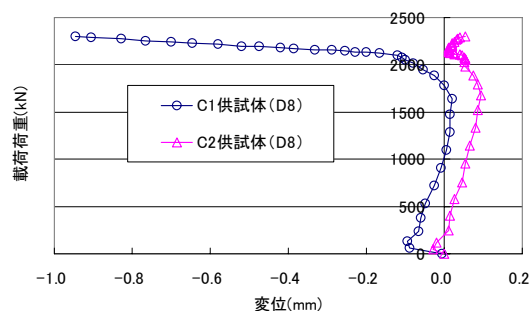
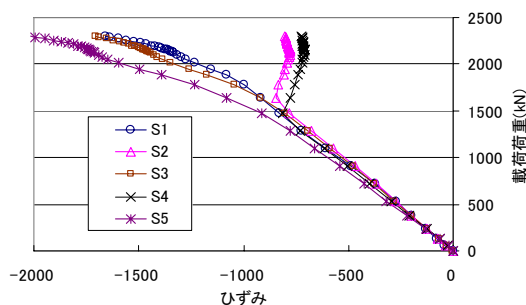
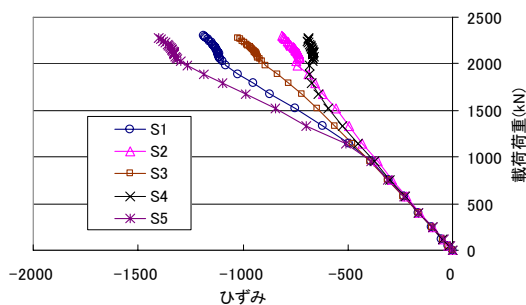


図-5 荷重－面外変位関係



(a) C1 供試体



(b) C2 供試体

図-6 荷重－圧縮フランジの橋軸方向ひずみ関係