

厚肉下フランジを用いた合成補剛 I 桁に対する座屈防止構造の有効性の検証

JFE スチール (株) 正会員 岡田 淳
JFE エンジニアリング (株) 正会員 柄 一

1. はじめに

長支間連続合成 2 主 I 桁橋の中間支点部近傍においては、大きな負曲げが生じるため、設計上、下フランジ（圧縮フランジ）の局部座屈や桁断面の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、このような座屈の発生を防止し、鋼材本来の性能を有効活用するためのコンセプトを提案した。本案は、**図-1**に示すように、中間支点近傍の下フランジ、ウェブ、鉛直補剛材に囲まれるスペースに RC 部材などからなる座屈防止構造を設置し、グループ配列したスタッドで下フランジと座屈防止構造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。これにより、過大なフランジ厚とウェブ厚の低減、および水平補剛材の省略を図り、さらに、高強度鋼と塑性設計法の活用を加味することにより、曲げ耐荷力の増加を実現できるものである。

2007 年度は、高強度鋼を用い、座屈防止構造を適用した上床版付き合成補剛 I 桁の負曲げ実験を行い¹⁾、実構造により近い構造で座屈防止構造の有効性について検証した。その結果、下フランジのひずみが降伏ひずみを十分に超えるレベルまで座屈防止構造が有効に寄与し、鋼桁断面の塑性化が進展することが確認された。また、パラメータを適切に設定することにより、全塑性耐荷力に到達できることも確認された。

今回は、下フランジ厚を 2007 年度の検討の 19mm から 25mm に増加させ、板厚が大きい場合でも、下フランジが十分塑性化するまで、座屈防止構造による拘束効果が有効に寄与するかを調べることを目的とした検討を行なった。

2. 実験供試体

実験供試体は**図-2**に示すように、全長 8550 mm、全高 1300 mm、支点間隔 8000 mm、載荷点間隔 1500 mm の座屈防止構造を適用した合成補剛 I 桁であり、中央支間 80m～100m 程度の 3 径間連続合成 2 主 I 桁橋における中間支点部近傍の断面（負曲げ部）を想定している。以下、2007 年度の検討で用いた実験供試体と異なる点について記述する。

本検討では、下フランジ厚が大きい場合でも、座屈防止構造が有効に寄与するかを調べるために、下フランジ厚を 2007 年度の検討の 19mm から 25mm に増加させている。一般に、同一の幅に対して板厚を大きくすると、座屈しにくくなるので、局部座屈に対してはむしろ安全側となる。しかしながら、座屈防止構造による下フランジの拘束、すなわち、下フランジが十分塑性化するまで、座屈防止構造が下フランジを拘束できるかどうかは、板厚が大きい場合の方が厳しいと考えられる。なお、下フランジ厚を大きくすると塑性中立軸が下がるため、塑性中立軸位置が前回の供試体と同程度になるように、上フランジの板厚を 2007 年度の検討の 16mm から 25mm に増加させている。

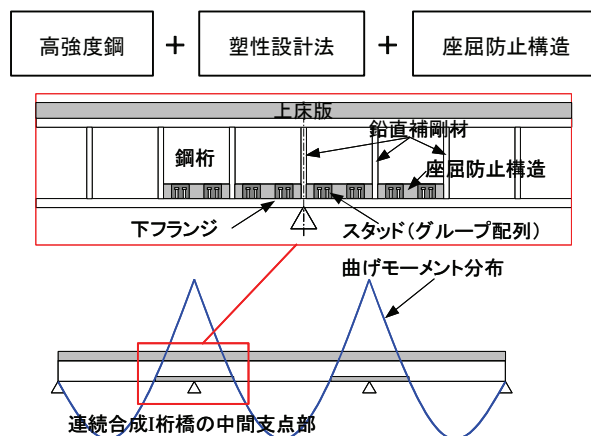


図-1 座屈防止構造のコンセプト

キーワード 連続合成 2 主 I 桁橋, 中間支点部, 座屈防止, 高強度鋼, 塑性設計

連絡先 〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町 1-1

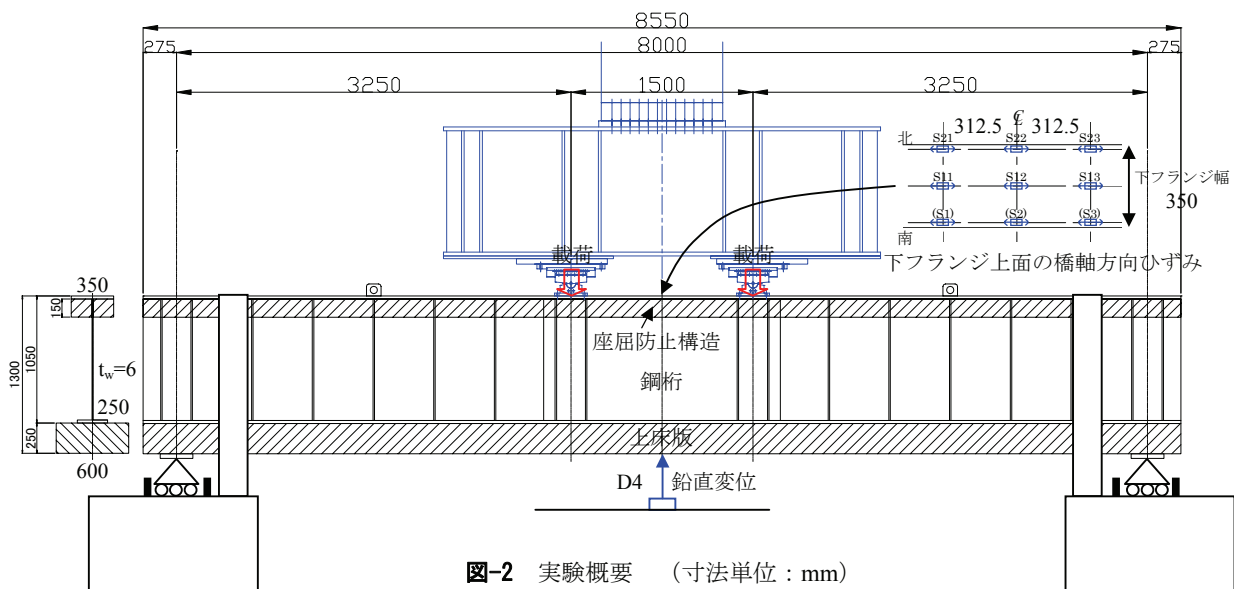


図-2 実験概要 (寸法単位: mm)

3. 実験結果および考察

下フランジが上になるように上下を逆にして供試体を設置して、4点曲げ載荷を行った。載荷荷重と支間中央部鉛直変位 D4 (ただし支点沈下分を補正) の関係を図-3 に示す。ここで、上床版の鉄筋の曲げ降伏荷重の実強度計算値 P_y は 2080 kN, 全塑性耐荷力の実強度計算値 P_p は 3500 kN であり、これらを図中に示している。載荷荷重-鉛直変位関係は、上床版の鉄筋の曲げ降伏荷重到達後わずかに勾配が小さくなるものの、ほぼ直線的に増加し、3000 kN 程度から勾配が水平に近い状態になり、全塑性耐荷力 P_p を超えた 3950 kN でピークとなり、座屈防止構造の圧壊により緩やかに低下した。最大荷重は全塑性耐荷力の実強度計算値の 1.13 倍となり、載荷荷重-鉛直変位関係は、最大荷重後も安定した挙動を示していることから、鋼桁断面の塑性化が十分に進展するまで、座屈防止構造が有効に寄与したと判断できる。

載荷荷重と等曲げ区間における下フランジ上面の橋軸方向ひずみの関係を図-4 に示す。ここでは、支間中央部、および支間中央部から 312.5 mm 位置のひずみの平均値をプロットしている。また、ひずみは引張をプラス、圧縮をマイナスとして表示している。なお、実強度から計算した下フランジの降伏ひずみは -2265μ である。図-4 より、下フランジ上面の載荷荷重-橋軸方向ひずみ関係は、安定的な挙動を示しており、最大荷重時におけるひずみ(矢印)は、 $-5200 \mu \sim -5800 \mu$ 程度となっている。この結果より、下フランジのひずみが降伏ひずみを十分に超えるレベルまで、座屈防止構造が有効に寄与することが確認された。

4. まとめ

下フランジ厚を 25 mm に増加させた場合でも、座屈防止構造が有効に寄与し、下フランジを含む鋼桁断面の塑性化が進展して全塑性耐荷力に到達できることが確認された。

参考文献

- 1) 岡田 淳: 座屈防止構造を適用した合成補剛 I 桁の負曲げ実験, 土木学会第 62 回年次学術講演会, CS2-004, pp. 29-30, 2007.9.

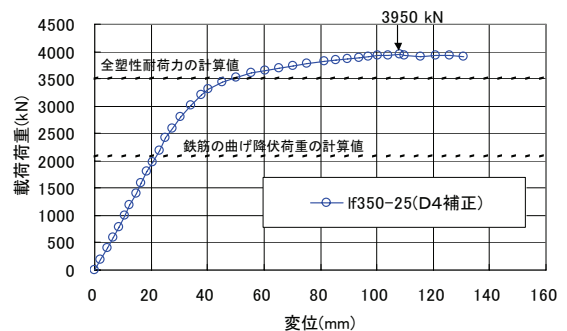


図-3 載荷荷重-鉛直変位関係

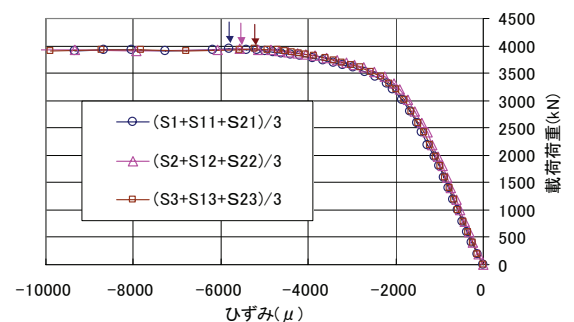


図-4 載荷荷重-橋軸方向ひずみ関係 (下フランジ上面)