

高強度鋼を用いた合成ハイブリッド細幅箱桁の正曲げ耐荷特性に関する実験的研究

京都大学工学部工学研究科 学生員 浦野友樹 住友金属工業（株） 正会員 利根川太郎
 京都大学大学院工学研究科 正会員 杉浦邦征 京都大学大学院工学研究科 正会員 大島義信
 京都大学大学院工学研究科 正会員 小野紘一 福山大学工学部建設環境工学科 正会員 中村雅樹

1. はじめに

現在、支間長 100m クラスの橋梁のコスト競争力において鋼橋は PC 橋に劣っていると考えるのが主流である。鋼橋の競争力を高めるためには、同スパンの鋼橋に一般的に適用される箱桁橋の合理化・省力化により、材料費や加工費などの低減が必要である。そこで本研究では材料面からのアプローチとして降伏強度 500MPa を有する溶接・加工性に優れた高強度鋼¹⁾を用い、構造面からのアプローチとして薄肉少補剛設計を施した合成ハイブリッド細幅箱桁橋を提案する。国内においてハイブリッド桁の実橋適用事例は少なく、また桁形状として無補剛細幅箱桁を用い、部材構成として合成ハイブリッド桁を用いた桁に対する耐荷特性評価は、これまでほとんど実施されていない。以上のことから降伏強度 500MPa 以上の鋼材を用い、薄肉少補剛設計を施した合成ハイブリッド細幅箱桁モデルを製作し、正曲げ耐荷特性を実験的に把握することを本研究の目的とする。

2. 実験概要

供試体の諸元は、検討対象橋梁の概ね 1/4 程度とした。図 1 に検討対象橋梁の断面図を示す。供試体の桁に関しては、残留応力に対する検討を省略する意味でウェブの鋼板厚は 6mm、ウェブ高さ 850mm、ウェブ間隔 300mm の細幅箱桁、桁長は 6200mm とし、その中央部にアスペクト比 = 3.0 (ダイヤフラム間隔 2550mm / ウェブ高さ 850mm) の無補剛箱形の試験パネルを持つ供試体を製作した。また RC 床版に関しては、実橋合成桁における塑性中立軸位置が縮小寸法での鋼桁内の同程度の高さになるように、床版断面 (厚さ 160mm、床版幅 700mm) を決定した。薄肉少補剛設計に関しては、別途行った解析の結果より、幅厚比 (b/t) は JSSC ハイブリッド桁指針規定 (b/t=109)²⁾ ならびに道路示方書規定 (b/t = 123) よりも大きな値 (b/t = 142) を採用し、アスペクト比 (= a/b) は道路示方書規定 (= 1.5) ならびに JSSC ハイブリッド桁指針規定 (= 2.0) を越える値 (= 3.0) とした。合成ハイブリッド桁に関しては、引張フランジのみに高強度の鋼材 (SM570-TMC) を使用し、圧縮フランジとウェブには低強度の鋼材 (SM490Y) を使用した。表 1 に供試体の諸元を示す。

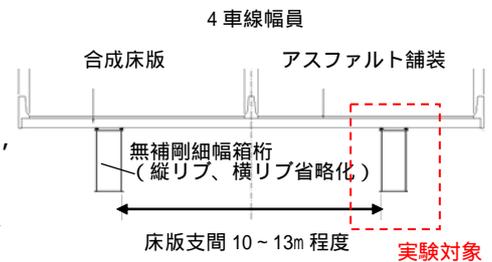
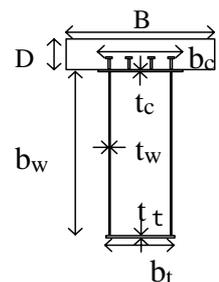


図 1 提案構造断面

表 1 供試体の諸元

圧縮フランジ (mm) $b_c \times t_c$	ウェブ (mm) $b_w \times t_w$	引張フランジ (mm) $b_t \times t_t$	RC 床版 (mm) $B \times D$	幅厚比 b_w/t_w	アスペクト比
SM490Y 400 × 9	SM490Y 850 × 6	SM570-TMC 325 × 12	700 × 160	142	3.0



ここでは試験区間支間長は 5000mm にて設置し、その両端に載荷桁を接合し、3000kN ジャッキ 2 台によって端部に鉛直荷重を載荷することで支点間に等曲げモーメントが発生するように実施した。弾性域での 2 回予備載荷を繰り返し、荷重-たわみ関係が安定した後に本載荷を行い終局状態まで荷重を漸増させた。実験装置の都合上、供試体は上下反転させて載荷装置にセットした。図 2 に載荷概要を、図 3 に供試体と載荷装置の様子を示す。

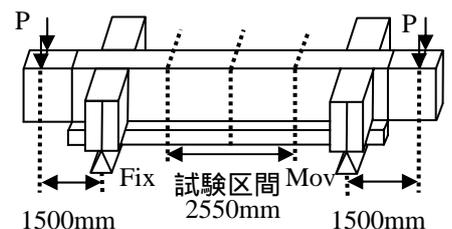


図 2 載荷概要

3. 実験結果と考察

(1)鉛直変位

キーワード：薄肉少補剛設計，合成ハイブリッド桁，細幅箱桁，高強度鋼，アスペクト比，幅厚比

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL：075-753-4791 FAX：075-753-3345

試験区間中央のたわみと作用荷重の関係を図4示す。まず低強度のウェブが降伏し、続いて引張フランジが降伏し、最大荷重を迎えた時点でコンクリート床版の圧壊が生じ、直後にウェブの座屈が発生し、急激に耐荷力が喪失した。降伏荷重を越えた後も、全塑性状態に至るまで荷重が増大し、安定な耐荷 - 変形が得られた。



図3 供試体と荷重装置

(2) ひずみ分布

供試体中央断面のウェブの曲げひずみ分布を図5に示す。弾性挙動時には平面保持が成り立っており、また終局時には鋼桁引張側の塑性領域が広がり、中立軸が床版との結合部付近に移動し、鋼桁のほぼ全域で引張ひずみが発生していることがわかる。

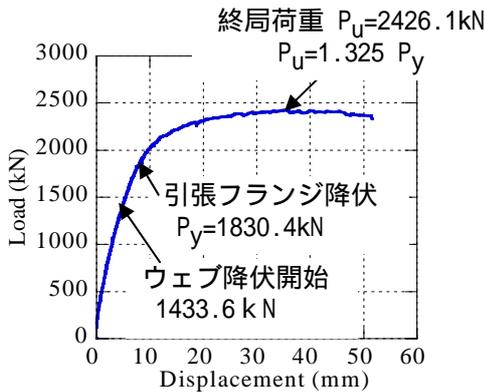


図4 荷重 変位曲線

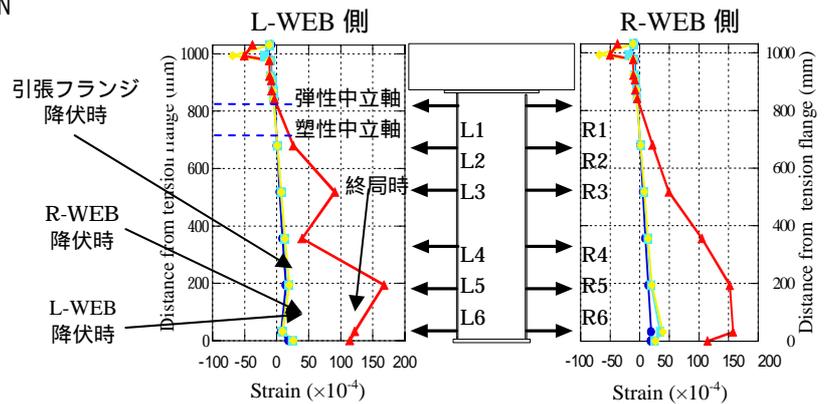


図5 ウェブの軸方向ひずみ分布

(3) ウェブの面外方向たわみ

図6からウェブの面外方向たわみは最大荷重時までは2mm程度の小さな値であり、ほとんど生じていないことがわかる。

(L_i, R_i は図5中の面外方向たわみを示す。)

(4) 曲げモーメントと曲率の関係

図7に曲げモーメントと曲率の関係を示す。曲げモーメントは載荷荷重の値から換算し、曲率は試験区間の桁上下面位置での軸伸び/縮みを用いて算出した。

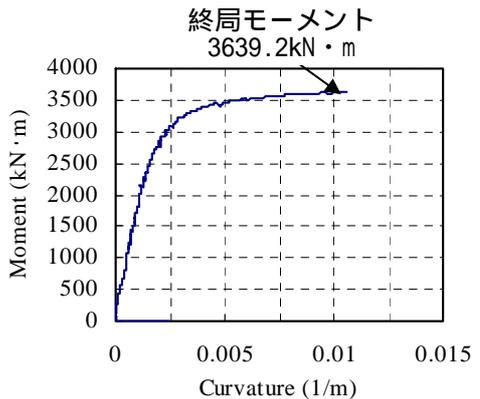


図7 M- グラフ

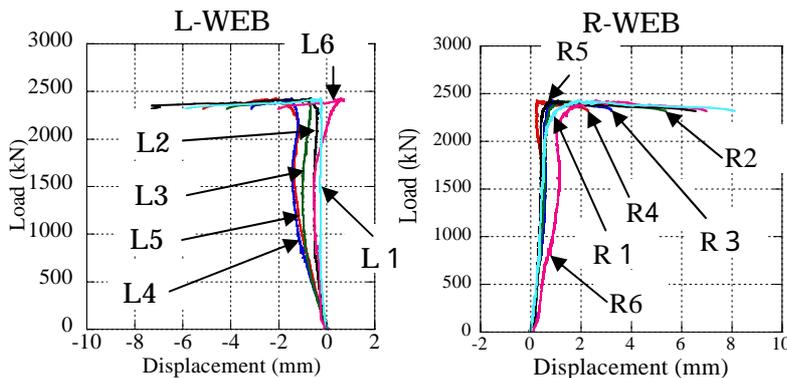


図6 ウェブの面外方向たわみ



図8 破壊状況

4. まとめ

(1) ウェブ及び引張側フランジが降伏しても曲げ耐力は低下せず、載荷荷重は終局時まで増加し続けた。

(2) 薄肉ウェブが先行して座屈することなく、コンクリート床版の圧壊後にウェブが座屈した(図8)。

以上より、今回、降伏強度 500MPa 程度の高強度鋼材を用いた合成ハイブリッド細幅箱桁に採用した薄肉少補剛設計($b/t=142, \alpha=3.0$)は実用上問題はなく、支間長 100m クラスの鋼橋の合理化に貢献できる。

謝辞 本実験は、福山大学ハイテクリサーチセンタ（福本教授，上野谷教授）にて実施致しました。協力いただきました関係各位に深く謝意を表します。

1) 三木千寿，市川篤司，楠隆，川端文丸：(招待論文) 橋梁用高性能鋼材（BHS500，BHS700）の提案，土木学会論文集，No.738 / I - 64，1-10，2003.07。

2) JSSC:限界状態設計法に基づいたハイブリッド桁の設計基準(案)，JSSC テクニカルレポート No-53，2002