

## RC床版の一部を残置した急速取替え用鋼床版構造の終局載荷試験

日本製鉄㈱ ○富永 知徳, 北市 さゆり, 横関 耕一  
 (株)横河 NS エンジニアリング 利根川 太郎, 小林 洋一, 竹内 大輔  
 東海大学 中村 俊一

### 1. はじめに

工期短縮や夜間での工事実施が求められる床版取替え向けに、急速施工を実現する STEEL-C. A. P. 工法<sup>®</sup>を提案した。前報では、本工法の特徴であるせん断伝達部材による桁と鋼床版の合成効果に関する実験的検討により、せん断伝達部材の配置によって変わる合成化率を適切に評価できることを示した。本報では、構造全体系での終局状態にせん断伝達部材が与える影響を報告する。

### 2. せん断伝達部材の個数が桁の耐荷特性に与える影響の解析的検討

せん断伝達部材は、桁と鋼床版の橋軸方向のずれを拘束することで力を伝達し、鋼床版を桁作用に寄与させ、構造全体の剛性向上、桁の発生応力低減を可能にする。せん断伝達部材の個数を多くすれば、桁内の中立軸位置が上方に移動して上フランジの圧縮力を低減し、また、上フランジ近傍の拘束を増加させるため、圧縮フランジに座屈が生じにくくなる効果も得られる。せん断伝達部材の配置は目標とする合成化率等によって変わるため、これをパラメータとした3状態（設置しない、密に配置、疎に配置）を対象に、FEM解析（ソルバー：Abaqus2018）で構造全体系の終局状態を確認した。

本モデルでは構造全体をシェル要素で再現し、要素サイズはせん断伝達部材で25mm、それ以外で50

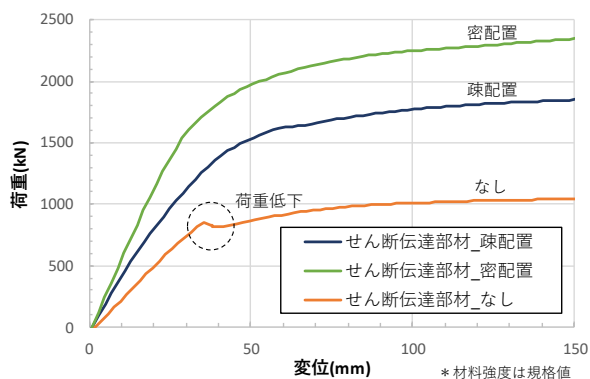


図-1 FEM解析結果(支間中央部桁下端位置の変位)

mm程度とした。各部材(鋼床版、せん断伝達部材、主桁)はAbaqusの結合機能によって一体化した。初期不整として形状不整および残留応力を導入した。形状不整は正弦波形状で道路橋示方書の製作精度許容値の上限を、残留応力は文献1)を参考に入力した。鋼材の降伏点/引張強さは規格値を用い、応力-ひずみ曲線は文献2)を参考に折れ線で設定した。

図-1にFEM解析結果、図-2に終了時の主桁変形図(倍率2倍、相当塑性ひずみコンター)を示す。せん断伝達部材がない場合、上フランジが座屈し明確な荷重低下が生じる。せん断伝達部材が密に配置された場合、上フランジの座屈は生じない。一方、せん断伝達部材を疎に配置した場合、上フランジの座屈は生じるが、せん断伝達部材があることで主桁の上フランジが負担していた荷重が鋼床版に伝わり荷重が再分配されるので荷重低下しないことを確認した。

### 3. 桁終局状態の確認試験

#### (1) 桁試験方法

せん断伝達部材が疎配置の場合、FEM解析では終局状態で主桁が座屈挙動を示し、また、せん断伝達部材の荷重分担が最も大きいと考えられるため、桁載荷試験で終局状態を確認した。3点曲げにより、桁中央で最大荷重に到達するか、桁下変位が150mmとなるまで押し切り荷重を実施した(詳細は前報に示す)。

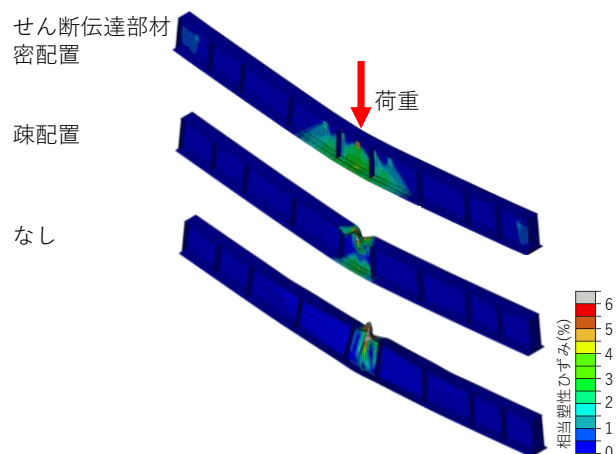


図-2 主桁変形図(倍率2, 相当塑性ひずみコンター)

キーワード 鋼床版, 取替, せん断, 終局状態

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 日本製鉄㈱ 鋼構造研究部 TEL 0439-80-2199

## (2) 荷重-変位関係

図-3に荷重-変位関係を示す。図中、試験体に生じる塑性化、不安定化のタイミングも併記する。540kNでせん断伝達部材が局所的に降伏し、1120kNで載荷点断面の桁上フランジが座屈し、1315kNで桁下フランジが降伏ひずみに達した。ここで座屈の判定は、表裏のひずみ差がその平均値の5割となる時点とした。主桁の座屈が顕著になった後も、FEM解析結果と同様に明確な荷重低下は生じず粘り強く抵抗した。

## (3) せん断伝達部材に生じるせん断力

図-4に支点から3つ目までのせん断伝達部材の水平面中央における橋軸から45度方向のひずみと載荷荷重の関係を示す。図-5に各せん断伝達部材の上記ひずみの載荷荷重ごとの分布を示す。約1600kN以下の弾性挙動範囲においては、これらの大小関係はせん断伝達部材の荷重分担の相対関係を示すと考えられる。

図-4より、約600kN～1600kNの範囲で支点到近いせん断伝達部材ほどひずみが大きく、約1670kN以降荷重増加につれて端から順にひずみが増大していくことがわかる。端のせん断伝達部材の塑性化が進行して変形が増大すると分担する荷重は頭打ちとなり、より内側の部材の荷重分担が増加していく。

図-5より500kN程度の各せん断伝達部材の荷重分担は、支間中央で最小のほぼ左右対称分布である。主桁座屈後の1300kNにおいて、座屈部最近傍のせん断伝達部材のひずみが隣接部の値より増し、1700kNでさらに増加する。これは、このせん断伝達部材が、座屈後に主桁から鋼床版へ荷重を伝達しているためと考えられる。1700kN以降は前述のとおり、ひずみの大きいせん断伝達部材の変形が増大して分担荷重が頭打ちとなり、順次他の部材へ荷重が分散され、ひずみが増加していく。

図-6に試験後の端から2つ目のせん断伝達部材、支間中央の上フランジの変形状況を示す。せん断伝達部材は水平面の支点側の辺が大きく面外変形した。

## 4. おわりに

せん断伝達部材により主桁と鋼床版を一体化する構造の載荷試験を実施し、主桁に座屈が生じる場合であっても、せん断伝達部材が鋼床版に荷重を伝達することで、構造は急激な耐力低下を生じず、粘り強い変形性能を有することを確認した。

【参考文献】1) Barth KE et al.:Assessment of AASHTO LRFD specifications for hybrid HPS 690W steel I-girders, Journal of Bridge Engineering, ASCE 12 (3): 380-388, 2007.  
2) Barth KE et al. :Finite element evaluation of pier moment-rotation characteristics in continuous-span I girders. Engineering Structures 20(8): 761-778, 1998.

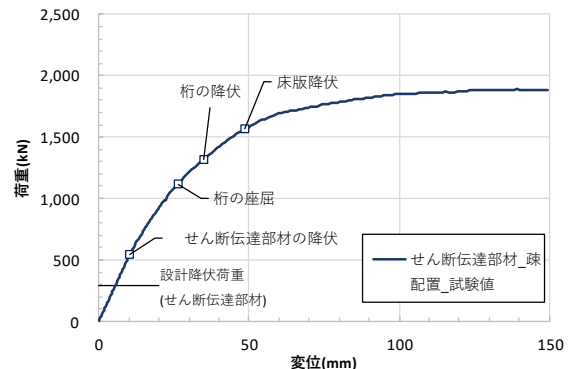


図-3 荷重 - 変位関係(支間中央部桁下端位置変位)

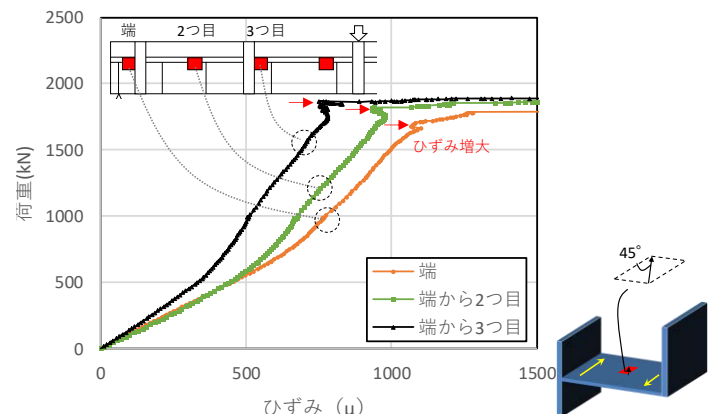


図-4 支点から3つ目までのせん断伝達部材の荷重-ひずみ関係

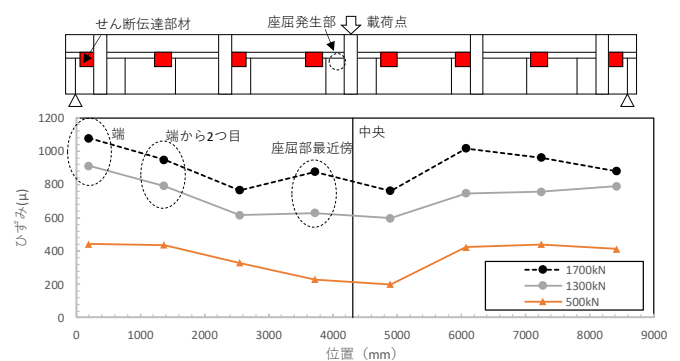


図-5 各せん断伝達部材の荷重分担状況



(a) 端から2つ目のせん断伝達部材



(b) 主桁上フランジ

図-6 試験後の状況