

トラス構造と PC 構造を軸方向に接合した梁部材の断面力と変形に関する一考察

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○大野又稔 大口亜希子 鈴木裕隆

1. はじめに

トラス構造と PC 構造を軸方向に接合した混合橋の設計においては、接合部付近の力の伝達機構および橋りょう全体の変形挙動を把握する必要がある¹⁾²⁾。そこで、トラス構造と PC 構造を軸方向に接合した構造（以下、混合構造）の梁部材を模擬した供試体の曲げ載荷実験を実施し、接合部付近の力の伝達機構および供試体全体の変形を実験的に把握した。さらに、実験結果をもとに、混合構造の梁部材の断面力および変形を算定可能なフレーム解析モデルを提案した。

2. 曲げ載荷実験の概要

図 1 に、供試体の全体図および計測概要を示す。H 鋼を溶接した平行弦ワーレントラス部材と矩形 PC 部材を、トラス鉛直材を介して軸方向に接合することで、混合構造の梁部材を模擬した。PC 部材は実験の範囲内で損傷しない鉄筋量およびコンクリート強度とし、トラス部材と PC 部材は、トラス鉛直材のフランジを定着板として、実験の範囲内で PC 部材が全圧縮となるように、8 本のアンボンド PC 鋼棒の緊張力（500kN/本）のみによって接合した。トラス部材のひずみの計測方向は、上弦材、下弦材、斜材では H 鋼ウェブ面の部材軸方向、鉛直材では H 鋼ウェブ、フランジ面の部材軸および部材軸直交方向とした。PC 部材のひずみの計測は、コンクリート表面で水平方向に計測した。また供試体の上下面に変位計を設置し、鉛直方向変位を計測した。

載荷は 2 点曲げ載荷とし、荷重が常に一致するよう制御しながら、合計 1000kN まで静的に漸増載荷した。なお、実験終了時点で、トラス部材と PC 部材は弾性変形の範囲内にあり、接合面に目開きは生じなかった。

3. 曲げ載荷実験の結果

図 2 に、載荷荷重の合計が 1000kN の時点における各部材のひずみの計測値を示す。また図 3 に、載荷荷重の合計が 200, 600, 1000kN の時点におけるトラス鉛直材のひずみ分布を示す。なお、各ひずみの値は、PC 鋼棒の緊張によりトラス部材と PC 部材を接合後の曲げ載荷実験開始時点をゼロとした。

図 2 より、供試体の曲げ載荷によって、上弦材①②③に軸圧縮ひずみ、下弦材①②③に軸引張ひずみ、支点と載荷点間の斜材④⑤⑥に軸圧縮または軸引張ひずみが生じ、載荷点と接合部間の斜材①②③に軸方向ひずみがほとんど生じなかったことがわかる。また、PC 部材①～⑤列では、上側に圧縮ひずみ、下側に引張ひずみが、概ね高さに比例して生じていることがわかる。以上より、供試体を曲げ載荷することにより鉛直材付近以外の部材に発生するひずみは、全トラスまたは全 PC 構造とした場合と同様の傾向にあることがわかった。

図 3 より、接合部であるトラス鉛直材には上弦材と接続された位置付近で水平方向の圧縮ひずみが生じ、下弦材および斜材と接続された位置付近で水平方向の引張ひずみが生じたものの、それ以外の位置では水平方向ひずみがほとんど生じていないことがわかる。また、鉛直材中央部では、H 鋼ウェブおよびフランジに鉛直方向のひずみがほとんど生じていないことから、曲げモーメントがほとんど発生していないことがわかる。以上より、トラス鉛直材は、部材軸直角方向断面に対する曲げの影響を受けず、上弦材、下弦材、斜材との接続位置付近で水平方向の力のみを伝達する部材であることがわかった。

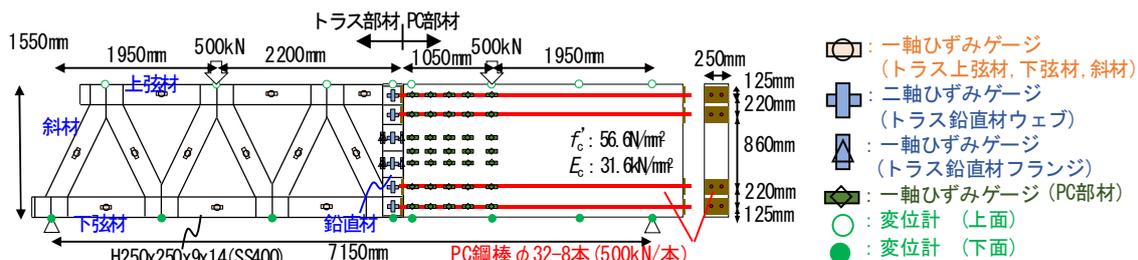


図 1 供試体全体図および計測概要

キーワード：混合構造、トラス部材、PC 部材、フレームモデル

連絡先：〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 東日本旅客鉄道株式会社 TEL03-3379-4353

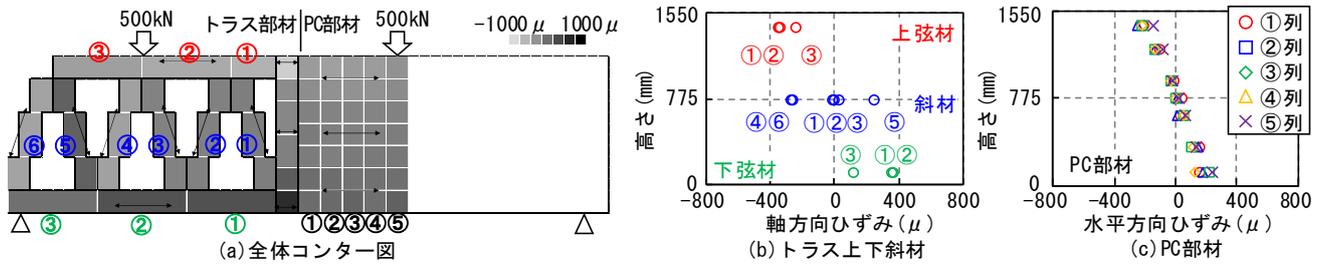


図2 図中矢印方向ひずみの計測結果 (1000kN 載荷時, 引張正)

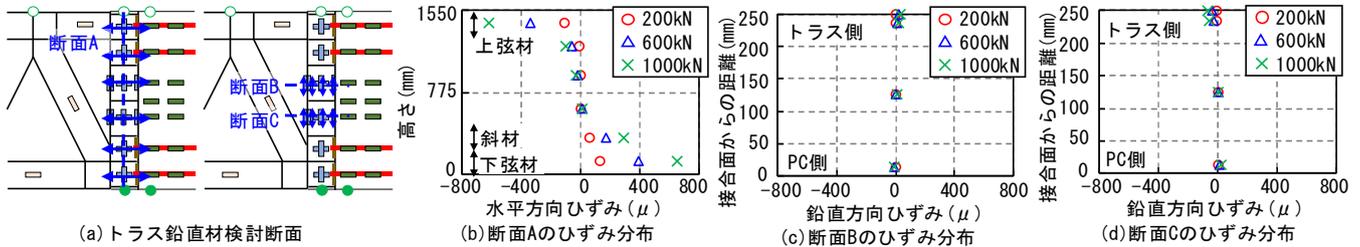


図3 トラス鉛直材のひずみ分布 (引張正)

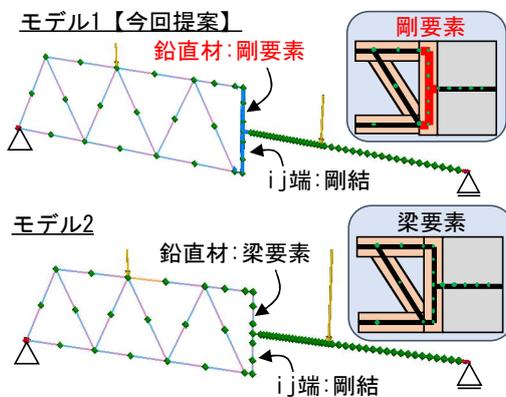


図4 フレーム解析モデル

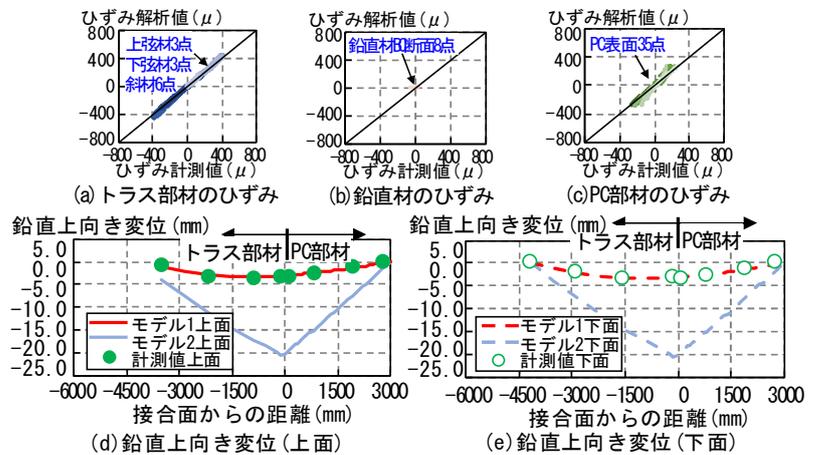


図5 解析値と計測値の比較

4. フレーム解析モデルの提案

図4に、混合構造の梁部材の断面力および変形を算定するためのフレーム解析モデルを示す。実験結果を踏まえて今回提案した解析モデル(モデル1)は、トラスの上弦材、下弦材、斜材を、図心位置を通るH鋼断面の梁要素とし、PC部材を、図心位置を通る1本の梁要素とした。接合部の鉛直材は、部材軸直角方向断面に対する曲げの影響を受けず、上弦材、下弦材、斜材位置の水平方向の力のみを伝達することを表現するため、剛要素とした。比較のため、鉛直材も梁要素とした解析モデル(モデル2)もあわせて示す。

図5に、部材ごとのひずみおよび供試体全体の変形について、モデル1による解析値と実験における計測値の比較を示す。図5(a)(b)(c)より、モデル1により、トラス部材およびPC部材に生じるひずみを精度良く算定できていることがわかる。図5(d)(e)より、鉛直材を梁要素としたモデルでなく、剛要素としたモデル1

により、供試体全体の変形を精度良く算定できていることがわかる。

5. おわりに

混合構造の梁部材を模擬した供試体の曲げ載荷実験により、接合部である鉛直材は、曲げの影響を受けず、上下部の水平方向の力のみを伝達する部材であることを実験的に確認した。同実験結果を踏まえ、接合部である鉛直材を剛要素とした解析モデルを提案し、混合構造の梁部材のひずみおよび全体の変形を、精度良く算定できることを確認した。

参考文献

- 1)土木学会：2017年制定コンクリート標準示方書〔設計編〕，2018.3
- 2)横峯正二，貴志友基，石倉昇，崎本繁治，中山元：鋼・コンクリート混合桁形式を採用した大牟田連続高架橋（仮称）の接合構造の設計，第6回複合構造の活用に関するシンポジウム