

連続合成桁の中間支点部におけるひび割れ幅算定に関する検討 （その1：中立軸移動について）

早稲田大学 学生員 酒井 貴司 JR東日本（出向） 正会員 谷口 望
 東京鐵骨橋梁 フェロー 入部 孝夫 東京鐵骨橋梁 正会員 碓山 晴久
 早稲田大学 学生員 富岡 佐和子 早稲田大学 フェロー 依田 照彦

1. はじめに

連続合成桁は経済性や合理性に優れている点から、数多く建設される橋梁の一つの形式となっている。連続合成桁には負曲げを受ける中間支点部が存在するため、設計計算においてひび割れを考える必要がある。そこで、本研究では、負曲げが生じる連続合成桁の中間支点部をモデル化した載荷実験の結果を元に中立軸移動について検討し、連続合成桁のひび割れ幅をより正確に把握することを目的とした¹⁾。

2. 実験概要

供試体は図 2.1, 図 2.2 に示すようにスパン 4m, 床版幅 0.8m で、実橋における中間支点部を意識し、鋼桁の中央部を載荷点とした3点曲げの試験体である。ジベル詳細を図 2.3, 図 2.4 に示す。鉄筋比は 2%, コンクリートは普通コンクリートを使用し、呼び強度は 27N/mm² とした。

荷重が180kN, 380kN, 680kN, 1300kNに到達した時点で一旦0kNまで除荷をし、その後鋼桁の上下フランジとウェブに降伏が確認されるまで載荷を行った。

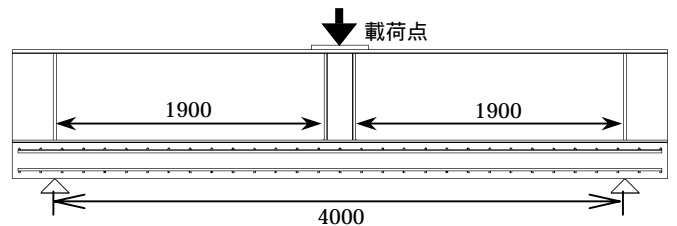


図 2.1 供試体図 (単位: mm)

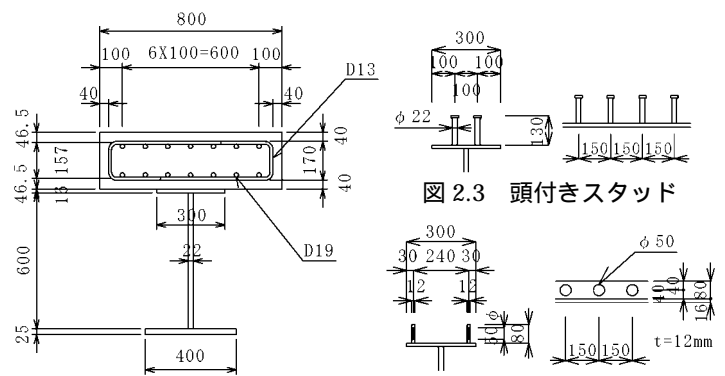


図 2.2 試験体断面

図 2.4 PBL

表 2.1 供試体概要

	供試体名称	ジベル形式	コンクリート
	スタッド	頭付きスタッド	普通
	PBL	PBL	普通
	鋼繊維スタッド	頭付きスタッド	鋼繊維 + 膨張材
	鋼繊維PBL	PBL	鋼繊維 + 膨張材

3. 理論

a) 鉄筋および鋼フランジのひずみ

図 3.1 に鉄筋のひずみ計算線概略図を、図 3.2 に鋼フランジのひずみ計算線概略図を示す。いずれの図においても、 s_2 , s_m は、Hanswille の理論に基づく最大ひずみと平均ひずみの計算式から算出した値であり、'鋼桁 + 鉄筋' はコンクリートを無視した剛性における計算値である。乾燥収縮ひずみとしては、通常的设计で用いられている値として $s_h = 150(\mu)$ を設定した。計算手法及び計算式においては、文献 1), 2), を参考にしている。

b) 中立軸移動

図 3.2 の鋼フランジのひずみ計算線を使用し、初期ひび割れ発生後の平均ひずみ s_{m+} より合成断面ひずみを差し引いた値を a, 鋼桁 + 鉄筋断面ひずみより合成断面ひずみを差し引いた値を b とし、その比率 (a/b) をとり、その比率を合成断面の中立軸と鋼桁 + 鉄筋断面の中立軸との間の距離に乗じることにより、中立軸の移動を考えることとする。

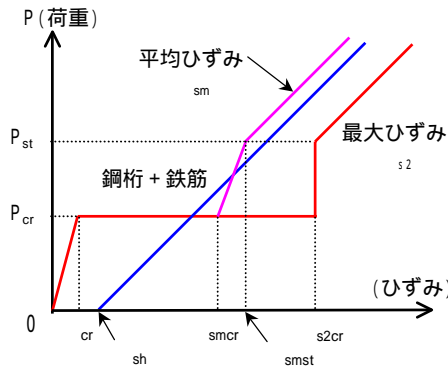


図 3.1 鉄筋のひずみ計算線概要

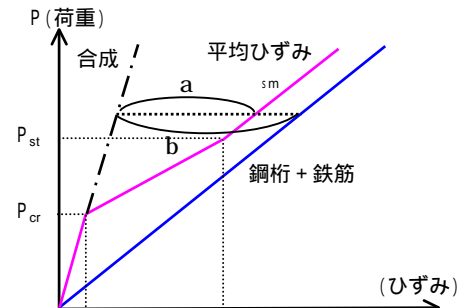


図 3.2 鋼フランジのひずみ計算線概要

キーワード 連続合成桁, 負曲げ, 中立軸

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部依田研究室 TEL 03-5286-3399

4. 実験結果

図4.1に、試験体 ~ の中立軸移動曲線を示す。図は、鋼桁高さ方向7箇所に設置したひずみゲージにより測定された実験結果を使用し、各荷重値における測定値を最小二乗法を用い中立軸の位置を求め中立軸移動曲線を描いている。図の縦軸は桁の高さを表わしており、原点は鋼下フランジの下面となっている。

図中の中立軸移動計算線については前項の考え方に基づいて算出した曲線であり、FEM線は汎用有限要素システムDIANAを用いて解析した試験体の中立軸曲線である³⁾。また、合成断面、鋼桁+鉄筋断面、鋼桁断面における中立軸の位置も同時に掲載する。なお、図中のA断面、B断面、C断面はそれぞれ供試体中央部から、0mm、200mm、600mmの位置の断面である。

普通コンクリートを使用した供試体、では、計算値よりも早めにひび割れが発生したため、中立軸移動が計算線よりも早めの段階で起こっており、鋼繊維+膨張材コンクリートを使用した供試体、では、ひび割れ発生が荷重が計算値とほぼ同じであったため、中立軸移動開始も概ね等しくなっている。どの供試体の実験結果においても、中立軸移動曲線の概形は計算値に似ている。しかしどのグラフでも、計算値よりも解析値・実験値で中立軸がやや低めに描かれていることが見て取れる。この理由としては、下フランジ直下（試験中は供試体の上下を逆さまに荷重を行っているため、直上となる。）に鋼桁よりも剛性の強い載荷板が設置されていたためにその影響を受けたこと、局所的なひずみ値を計測しているためにひび割れの影響を受けたこと等が原因であると推察される。このようなことから、3.理論で述べた、鋼フランジの計算線を用いた中立軸移動の考え方は、概ね妥当ではないかと考えられる。

また、荷重載荷初期において、中立軸が極端に低い値となる実験値が見られる。これは載荷初期では微小なひずみ値から算出するため、計測誤差による影響が顕著に出てしまい、このような結果になったと考えられる。

5. まとめ

- ウェブ高さが低いモデルに関しては荷重による中立軸の低下が顕著に現れるため、中立軸の移動を考えることにより、ひび割れ挙動をより厳密に把握できる。

謝辞

本研究は国土交通省からの委託を受けて実施した「鉄道技術基準整備のための調査研究」の一環として行われたものである。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 谷口望, 池田学, 碓山晴久, 入部孝夫, 小野沢直, 依田照彦: 負曲げを受ける鉄道用合成桁のひび割れに関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol.51A, 土木学会, pp.1459-1469, 2005.
- 2) Roik, K., Hanswille, G. (著), 伊藤紘一, 平城弘一 (訳): 合成桁におけるひび割れ幅の制限, 橋梁と基礎, 93-2, pp.33-40, 1993.
- 3) 酒井貴司, 谷口望, 入部孝夫, 碓山晴久, 神谷崇, 依田照彦: 連続合成桁の中間支点部におけるひび割れ挙動に関する解析的研究, 土木学会年次学術講演会, 2005.

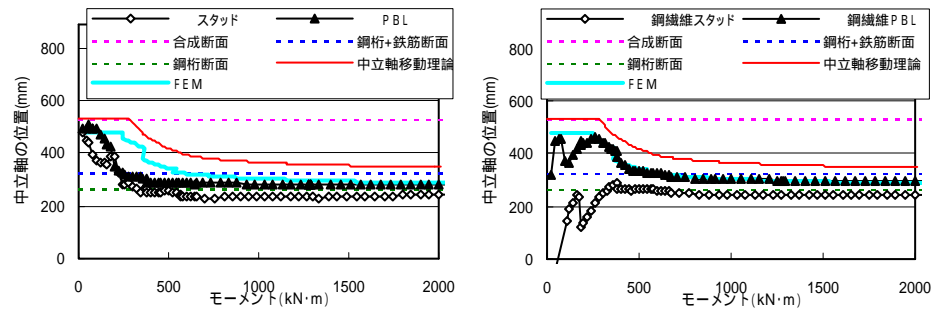


図 4.1 A 断面中立軸推移

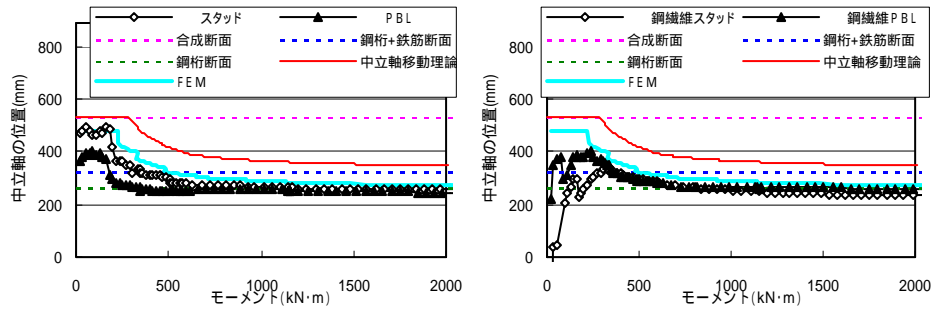


図 4.2 B 断面中立軸推移

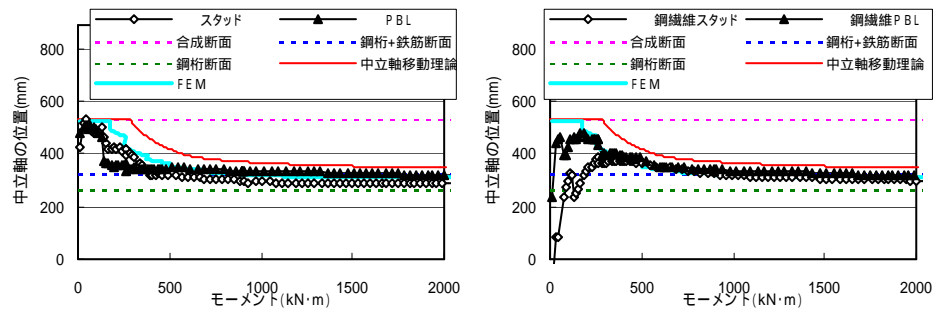


図 4.3 C 断面中立軸推移