

負曲げを受ける合成桁のコンクリート床版内鉄筋ひずみ挙動

宇都宮大学大学院 学生員 坂口淳一，藤本大輔 正会員 中島章典

1. はじめに

合成桁が負曲げを受けた場合、コンクリート床版に引張力が作用するためコンクリート床版のひび割れ損傷が問題となる¹⁾。このとき、コンクリート床版に発生するひび割れの幅と床版内鉄筋のひずみ分布には密接な関係がある。そこで本研究は、ひび割れの進展やコンクリート床版内の鉄筋ひずみの詳細な挙動など、負曲げを受ける合成桁の挙動に関する基礎的データの収集を目的に、合成桁負曲げ載荷試験を行った。

2. 実験概要

本研究で用いた試験体は、図-1に示す断面形状をもつ全長3000mmの合成桁で、ずれ止めとして軸径13mm、全高80mmの頭付きスタッドを2列に配置した。試験体の種類は、表-1に示すように、スタッド及びスターラップの配置間隔の異なる3つのタイプであり、これら3タイプの試験体を1体ずつ制作した。

試験体配筋図を図-2に示す。橋軸方向鉄筋はひずみゲージを密な間隔で貼り付けるためにD16溝切り鉄筋²⁾を使用し2段3列に計6本配置し、その端部を鋼板に溶接することで定着させた。このとき、コンクリート床版断面の鉄筋比が2.0%となるように設計した。

載荷試験時の支点位置及び載荷点位置を図-3に示す。載荷時には、試験体を支点間距離が2700mmとなるように単純支持し、試験体中央部に集中荷重を載荷した。載荷方法は漸増繰返し載荷とし、それぞれのサイクルのピーク荷重を20kN、50kN、100kN、300kNとして載荷除荷を繰返した後、試験体中央たわみが30mmに到達するまで荷重を増加させた。

載荷試験では、橋軸方向鉄筋のひずみ、ひび割れ幅、試験体中央たわみなどを測定した。橋軸方向鉄筋のひずみは、特に上段の中央の鉄筋に着目して詳細に測定を行った。その測定対象区間は、図-3の試験体中央を基準に左側を-側、右側を+側と定義すると、-200mmから+800mmまでの計1000mm区間であり、その測定対象区間にひずみゲージを25mm間隔で鉄筋上下面に貼り付けた。図-3のように、標点距離100mmのパイ型変位計をその中心がスターラップの位置と一致するように、試験体中央を基準に-200mmから+500mmの計700mm区間に7台設置し、ひび割れ幅を測定した。また、試験体中央たわみは、ダイヤルゲージ型変位計を用いて測定した。

なお、D16溝切り鉄筋の弾性係数は201kN/mm²、載荷試験実施時のコンクリートの圧縮強度及び引張強度はそれぞれ39.2N/mm²、3.1N/mm²、また、静弾性係数は30.5kN/mm²である。

表-1 各試験体のスタッド・スターラップ配置間隔

試験体名	スタッド	スターラップ
CG10-10	100mm	100mm
CG10-20	100mm	200mm
CG20-10	200mm	100mm

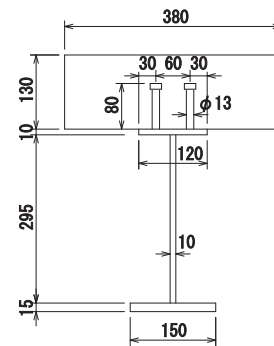


図-1 試験体断面図 (単位 mm)

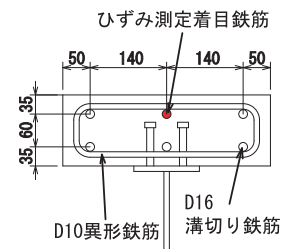


図-2 配筋図 (単位 mm)

3. 実験結果および考察

各試験体の荷重-たわみ関係を図-4に示す。図-4から、各試験体の荷重-たわみ関係はほぼ一致することがわかる。このことから、載荷荷重とひび割れの進展に伴う平均的な断面剛性の低下の關係に、試験体ごとの差はほとんどなかったと考えられる。

図-5～図-7に載荷荷重50、100、150、200、250、300kN時の橋軸方向の鉄筋ひずみ分布と、載荷試験終了時のコンクリート床版表面のひび割れ状況を描いたひび割れ図を試験体ごとに示す。鉄筋のひずみ分布図の、縦軸は鉄筋のひずみを、横軸は試験体中央からの距離を表している。また、ひび割れ図は、鉄筋のひずみ測定対象区間(試験体中央を基準に-200mmから+800mmの区間)のひび割れ状況を示している。

これらの図において、鉄筋ひずみ分布の凸となっている位置と、コンクリート床版ひび割れ図でひび割れが発生している位置は一致している。一般に、コンクリート床版にひび割れが発生すると、ひび割れ位置のコンクリートは引張軸力を伝達しなくなり鉄筋のみが引張軸力を負担するため、ひび割れ位置で鉄筋ひずみは大きくなる。一方、ひび割れとひび割れの間では、鉄筋とコンクリート間の付着作用によって応力が伝達されるため、鉄筋とコンクリートが共同して引張軸力を負担する。したがって、鉄筋のひずみ分布は、ひび割れ発生位置で極大値をとり、ひび割れ間で極小値をとるよう分布する。

図-5～図-7のコンクリート床版表面のひび割れ状況

Key Words: 合成桁, 負曲げモーメント, コンクリート床版, 鉄筋のひずみ挙動, ひび割れ

〒321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科情報制御システム科学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

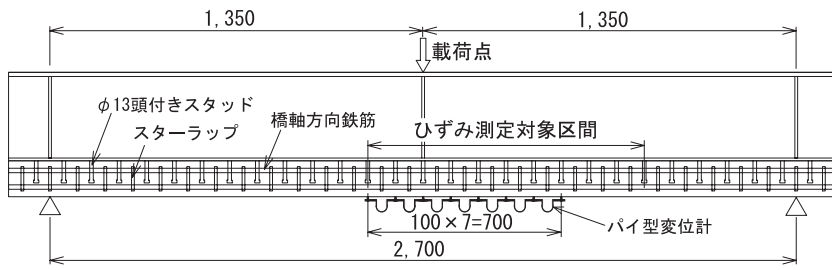


図-3 合成桁試験体 CG10-10 (単位 mm)

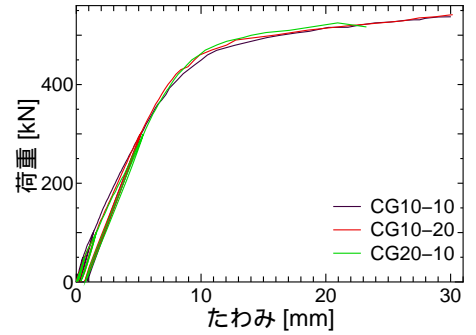


図-4 荷重 - 中央たわみ関係

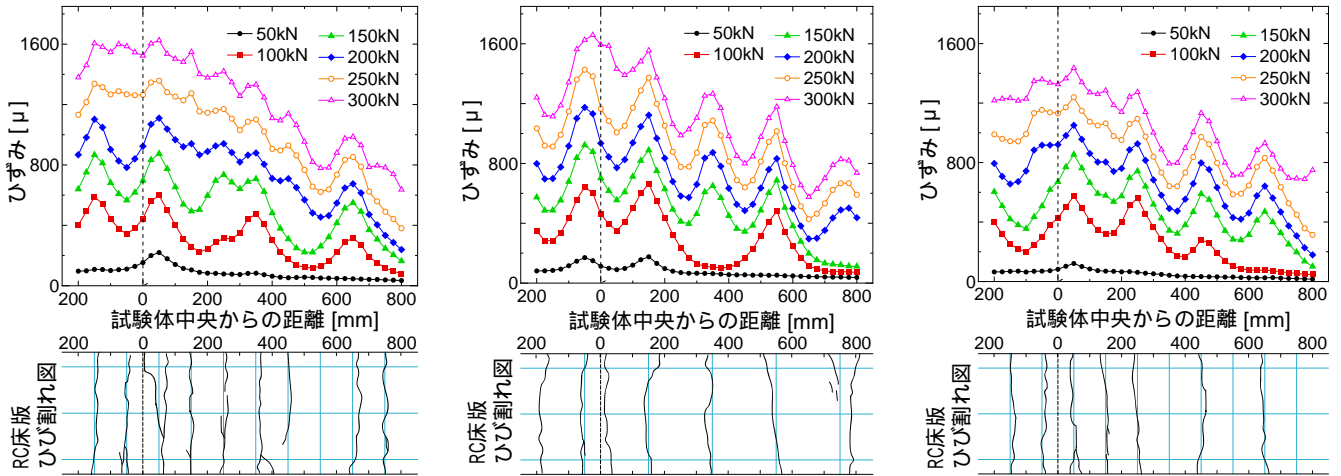


図-5 CG10-10 鉄筋ひずみ分布とひび割れ状況 図-6 CG10-20 鉄筋ひずみ分布とひび割れ状況 図-7 CG20-10 鉄筋ひずみ分布とひび割れ状況

を示した図から、ひび割れの発生間隔は試験体 CG10-10 で約 100mm 間隔に、試験体 CG10-20 で約 200mm 間隔に、試験体 CG20-10 で試験体中央部で約 100mm 間隔、試験体中央から離れると約 200mm 間隔にひび割れが発生しており、その発生位置は、スターラップ位置またはその近傍になっている。このように、ひび割れは橋軸直角方向に発生し、その発生位置がスターラップ位置の近傍となることは、中本らの実験的研究³⁾においても指摘されている。

次に、各試験体の鉄筋ひずみ分布を比較する。試験体 CG10-10 では、荷重が小さい段階でひび割れ間隔が大きく、鉄筋ひずみ分布の極大値と極小値の差が大きい。しかし、荷重が大きくなるにつれてひび割れ間隔が小さくなると、鉄筋ひずみ分布の極大値と極小値の差は小さくならなくなる。これに対して、試験体 CG10-20 では、300kN までひび割れ間隔が大きいため鉄筋ひずみ分布の極大値と極小値の差は大きい。このことから、ひび割れが分散するとひび割れ間のコンクリートの応力分担は小さくなり、ひび割れ間隔が大きいとコンクリートの応力分担は大きくなることわかる。

また、試験体 CG20-10 の鉄筋ひずみは他の試験体と比べて小さい値となっている。例えば、荷重 300kN 時のひずみ分布において、試験体 CG10-10 と CG10-20 のひずみの最大値は 1600 μ に達しているのに対して、試験体 CG20-10 の最大値は 1500 μ 程度である。試験体 CG20-10 はスタッドの配置間隔が広いため、他の試験

体と比べてコンクリート床版と鋼桁の合成度が低い。一般に、合成度が低いとコンクリート床版に作用する引張軸力は小さくなるということが知られている。このことから、試験体 CG20-10 は他の試験体に比べてコンクリート床版に作用する引張軸力が小さく、鉄筋ひずみが小さい値になったと考えられる。また、試験体 CG20-10 は引張軸力が小さいため、発生したひび割れの本数は、同じスターラップ配置間隔の CG10-10 より少なくなったと考えられる。

4. まとめ

本研究では、単純支持した合成桁の負曲げ載荷試験を行い、ひび割れの観察と、橋軸方向鉄筋のひずみの測定を行った。その結果、ひび割れ発生による鉄筋ひずみ挙動を詳細に確認することができた。ひび割れが分散するとひずみ分布の極大値と極小値の差は小さく、ひび割れ間隔が大きいとひずみ分布の極大値と極小値の差は大きくなることを確認した。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会 次世代土木鋼構造研究特別委員会 合理化桁の設計法小委員会：合理化桁に関するデザインマニュアル，社団法人 日本鋼構造協会，2000.3.
- 2) 井上淳，中島章典，斉木功，源寛輝，嘉無木昌之：複合構造内の RC 部材を遮断する鋼板がその力学性状に及ぼす影響，構造工学論文集，Vol.51A,2005.3.
- 3) 中本啓介，長井正嗣，奥井義昭，岩崎英治，細見雅生：負曲げを受ける合成桁のひび割れ挙動に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.49A,2003.3.