

合成桁の負曲げ領域におけるコンクリート床版内鉄筋のひずみ挙動

宇都宮大学 学生員 ○坂口淳一，藤本大輔 正会員 中島章典

1. はじめに

負曲げを受ける合成桁の設計において，引張力を受け持つコンクリート床版の応力分担効果などを評価するためには，ひび割れが発生した RC 床版内の鉄筋のひずみ分布を正確に把握する必要がある．本研究では，RC 床版のひび割れの進展と鉄筋のひずみ分布の関係を検討するために，単純支持した合成桁の中央集中荷重による負曲げ載荷試験を行い，RC 床版内の鉄筋ひずみ及びひび割れ幅を測定した．

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 体ずつ製作した．

試験体配筋図を図-2 に示す．橋軸方向鉄筋にはひずみゲージを密な間隔で貼り付けるため，D16 溝切り鉄筋¹⁾を使用し，2 段 3 列に計 6 本配置した．その端部は鋼板に溶接することで定着させた．このとき，RC 床版断面の鉄筋比 ρ は 2.0% である．なお，上段の中央の鉄筋にひずみゲージを集中的に貼り付けた．

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，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，25mm 間隔でひずみゲージを着目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配置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 区間にわたり 7 台設置し，ひび割れ幅を測定した．試験体中央たわみは，ダイヤルゲージを用いて測定した．

なお，D16 溝切り鉄筋の弾性係数は 202kN/mm^2 ，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，弾性係数はそれぞれ 39.2N/mm^2 ， 3.1N/mm^2 ， 30.5kN/mm^2 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

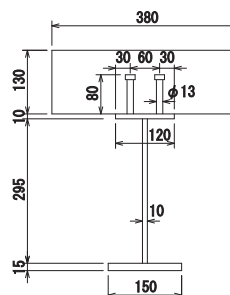


図-1 試験体断面図 (単位 mm)

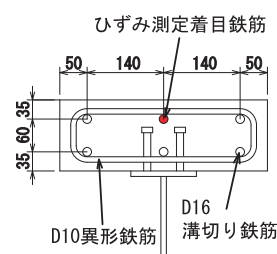


図-2 配筋図 (単位 mm)

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していることがわかる．このことから，載荷荷重とひび割れの進展に伴う断面剛性の低下の関係に，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 に試験体ごとに得られた荷重 50，100，150，200，250，300kN 時での橋軸方向の鉄筋ひずみ分布を示す．図では，鉄筋ひずみを縦軸に，試験体中央からの距離を横軸に示している．また，図中には試験体中央位置を破線で示した．一般にひび割れが発生すると，その位置のコンクリートの引張負担力はなくなるため，鉄筋ひずみは大きくなる．そのため，鉄筋ひずみ分布の凸な形状付近のコンクリート床版には，ひび割れが発生していることになる．

図-8 ~ 図-10 に試験体ごとに得られた荷重 50，100，150，200，250，300kN 時のひび割れ幅と試験体のひび割れ発生位置の関係を示す．この図にはひび割れ幅を縦軸に，試験体中央からの距離を横軸に示す．ここで，試験体 CG10-10 の中央付近に取り付けた 2 つのパイ型変位計では，パイ型変位計の標点位置にひび割れが発生してしまったため，正確な測定ができなくなってしまった．そのため，試験体 CG10-10 中央付近位置でのひび割れ幅の考察は詳しくできない．

図-5 ~ 図-10 から，鉄筋ひずみが大きくなっている位置とひび割れ幅が大きくなっている位置が一致していることがわかる．また，すべての試験体でひび割れは，

Key Words: 合成桁，負曲げモーメント，RC 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 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

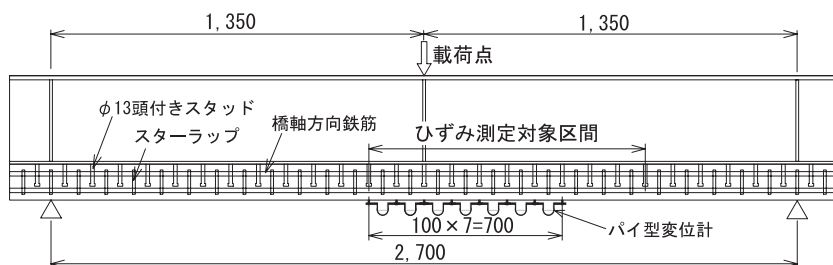


図-3 合成桁試験体 CG10-10 (単位 mm)

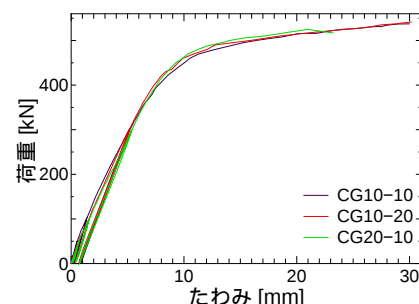


図-4 荷重 - 中央たわみ関係

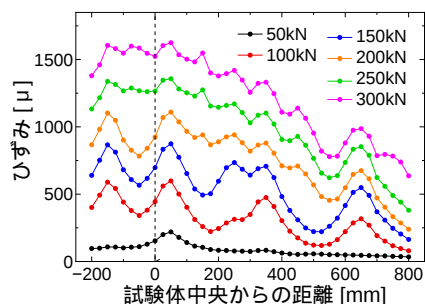


図-5 鉄筋ひずみ分布 CG10-10

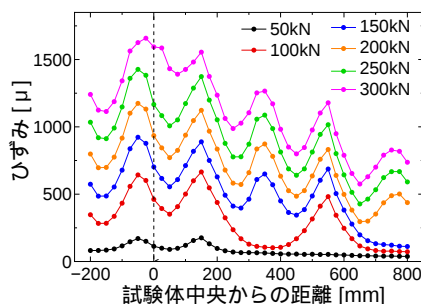


図-6 鉄筋ひずみ分布 CG10-20

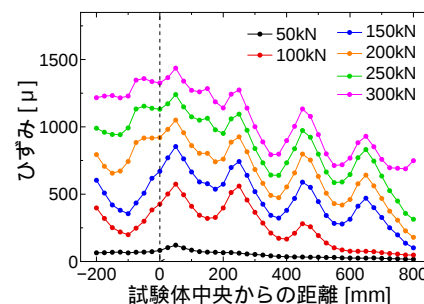


図-7 鉄筋ひずみ分布 CG20-10

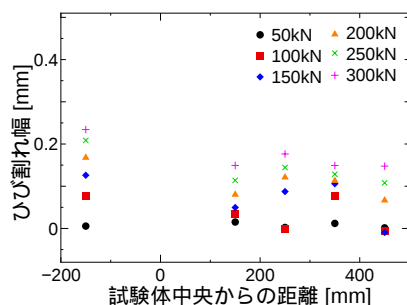


図-8 ひび割れ幅 (CG10-10)

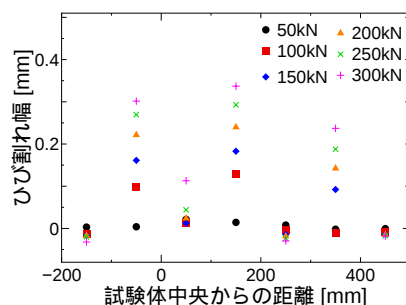


図-9 ひび割れ幅 (CG10-20)

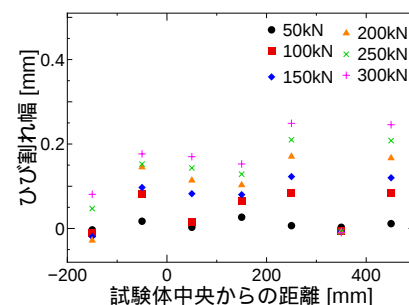


図-10 ひび割れ幅 (CG20-10)

荷重 50kN 付近で発生し始めた。ひび割れ間隔に着目すると、試験体 CG10-10、CG20-10 では、約 100mm おきに、試験体 CG10-20 では約 200mm おきにひび割れが発生していることが確認できる。このことから、各試験体ともにひび割れはスターラップ配置位置またはその近傍に発生する傾向が強いと言える。これは中本らの実験的研究²⁾と同様の結果となった。ひび割れ幅に着目すると、試験体 CG10-20 のひび割れ幅は、他の試験体よりもひび割れ間隔が大きいいため、試験体 CG10-10、CG20-10 よりも大きい値となっている。

図-5～図-7に示す、各試験体の鉄筋ひずみ分布を比較、考察する。試験体 CG10-10 の鉄筋ひずみ分布は荷重が小さい段階ではひび割れ間隔が大きいいため、鉄筋ひずみの変動が大きい。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、鉄筋ひずみの変動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いため鉄筋ひずみの変動が大きい。つまり、ひび割れが分散するとひび割れ間で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と考えられる。また、試験体 CG20-10 の鉄筋ひずみ分布は他の試験体と比べて小さい値となっている。試験

体 CG20-10 は、スタッド配置間隔が広いいため、他の試験体に比べて合成度が低い。一般に合成度が低いと床版に作用する引張軸力は小さくなるので、他の試験体に比べて、鉄筋ひずみが小さい値になったと考えられる。また、引張軸力が小さい分、各荷重段階でのひび割れ本数も試験体 CG10-10 より少なく、ひび割れ間でのコンクリートの分担応力は試験体 CG10-10 よりも大きくなっていると考えられる。

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、ひび割れ幅及び橋軸方向鉄筋のひずみを詳細に測定した。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、ひび割れ間でのコンクリートの応力分担効果は小さくなり、ひび割れ間隔が大きいとコンクリートの応力分担効果は大きくなることを確認した。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 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.