

縦置き I 形鋼格子床版を用いた連続合成桁の中間支点部負曲げ実験

新日本技研(株) 正会員 ○高 龍、 同左 正会員 梶田 順一
 大阪工業大学 フェロー 松井 繁之、(株)ダイクレ 非会員 高田 裕
 新日鉄エンジニアリング(株) 正会員 櫻井 信彰、 同左 正会員 七浦 恒康

連続合成桁においては中間支点上の床版のひび割れ幅制御が重要であり、これに関し RC 床版や合成床版を対象として幾つかの実験が報告されている^{1)~3)}。これらは何れも床版支間が主桁に直交する方向であるが、主桁方向を支間とする縦置き I 形鋼格子床版の連続桁への適用実績が近年とくに増加しており、設計実績は 20 橋を、竣工は 10 橋を超えている。この床版形式では、主体の I 形鋼のコンクリートとの付着性能が低いため、ひび割れ制御用に上面に縦・横に異形鉄筋を配置(図 - 1)している。その効果の確認のために実物大の床版模型を用いて合成桁の静的負曲げ実験を行った。この結果を、本稿では文献 1)の実験結果と比較して論じる。

1. 実験概要

1) 実験供試体：過去の合成床版の負曲げ実験¹⁾の供試体を参考に、本実験の供試体を次のよう作成した。縦置き I 形鋼格子床版(床版支間は橋軸方向で 4.0m 程度)を用いた連続合成桁の中間支点前後 10.0m に直目しモデル化した。床版の厚さ 240mm、幅 1200mm とし、桁高 1000mm の鋼桁とを頭付きスタッドにより結合した(図 - 1)。

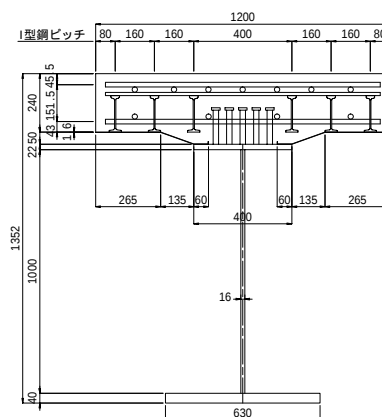


図 - 1 供試体断面図

2) 載荷荷重：連続桁の中間支点部に作用する負の曲げモーメント状態を再現するため、床版部が下になるよう供試体を反転し、供試体中央部に 1 点載荷する。載荷荷重ステップは、床版のひび割れ発生荷重【P=400kN】、許容ひび割れ幅($w_a=0.0035 \times \text{かぶり}$)相当の荷重【P=900kN】、床版鉄筋の許容応力度($\sigma_{sa}=140\text{N/mm}^2$)相当の荷重【P=1150kN】を上限として各荷重ステップあたり 5 サイクル繰り返し載荷し、各部のひずみ及びひび割れ幅等について計測した。

2. 実験結果

1) 合成桁としての挙動：縦置き I 形鋼格子床版と鋼桁との合成桁としての挙動を確認するため、支間中央の荷重 - 中央鉛直たわみの関係及び、支間中央付近断面のひずみ分布について計測した。その結果、床版のひび割れ発生後、I 形鋼が降伏点(SS400 、 $\sigma_{sy}=235\text{N/mm}^2$)に達する時の荷重【P=2400kN】までは、荷重 - 中央鉛直たわみの傾き及び、ひずみ分布の中立軸位置は、床版コンクリートの引張抵抗を無視した鋼断面の計算値と一致しているのが確認できた。本荷重レベルまでは、合成桁断面のひずみ分布は、平面保持の仮定が成立した直線分布であった。最大載荷荷重【P=3700kN】時、I 形鋼のひずみは、合成桁断面の直線的なひずみ分布より若干小さくなった。これは I 形鋼のウェブ孔の影響で、I 形鋼が上下 T 形断面での軸力分布形に変化したため、孔部の曲げ応力分布が乱れたものと推測する。

2) 床版のひび割れ発生状況：許容ひび割れ幅相当の荷重【P=900kN】が作用した場合の支間中央付近のひび割れ発生状況を図 - 2 に示す。平均ひび割れ間隔及び平均ひび割れ幅は、支間中央より $\pm 800\text{mm}$ 離れた位置までをひび割れ着目範囲とし調査した。着目範囲は、最大曲げモーメントの 84% 以上の曲げモーメントが作用した範囲に相当し、当範囲の π ゲージによるひび割れ幅計測結果は、支間中央での計測結果

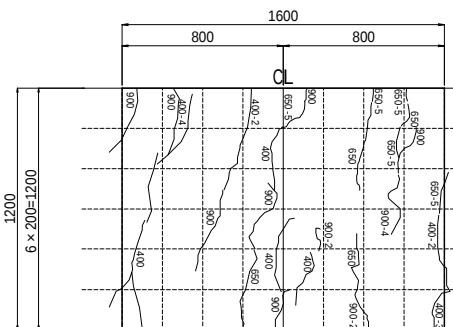


図 - 2 ひび割れ発生状況図

キーワード 縦置き I 形鋼格子床版、静的負曲げ載荷実験、ひび割れ制御

連絡先 〒733-0013 広島市西区横川新町 13-1 新日本技研株式会社 TEL 082-295-3181

と同程度であった。図 - 2 より平均ひび割れ間隔を求めると 256mm であり、コンクリート標準示方書による計算値（以下、“計算値”という）の 317mm と近い値を示した。平均ひび割れ幅は、計測値が計算値よりも 8%程度大きくなったが、本床版形式に対してもコンクリート標準示方書の算定式は、比較的精度良くひび割れ幅が推定できることが確認できた（表 - 1）。

表 - 1 ひび割れ幅の比較

	許容ひび割れ幅 相当の荷重
	P=900kN 載荷時
床版上面鉄筋応力度【計測値】	117 N/mm ²
平均ひび割れ幅の計測値	0.217 mm
ひび割れ幅の計算値	0.201 mm
ひび割れ幅の比率（ / ）	1.08

3 . 他の床版との比較

1) ひび割れ間隔の比較：既往の RC 床版・合成床版の負曲げ実験結果と本実験結果の平均ひび割れ間隔と鉄筋比の関係を図 - 3¹⁾に示す。縦置き I 形鋼格子床版は、他の合成床版等に比べて橋軸方向の鋼材量が多く、鉄筋比は 3.6%程度である。I 形鋼と鉄筋との比率は 1.66:1.0 で I 形鋼の鋼材量が多くなっている。床版鉄筋の許容応力度 ($\sigma_{sa}=140\text{N/mm}^2$) 相当の荷重【P=1150kN】が作用した場合のひび割れ間隔は 190mm であり、他の合成床版等よりもひび割れ間隔は小さくなる。これは、鋼材量の多い本床版では、コンクリートのひび割れに対する拘束効果が高いため、ひび割れ間隔が小さくなったものと推測する。

2) ひび割れ幅の比較：床版鉄筋の許容応力度 ($\sigma_{sa}=140\text{N/mm}^2$) 相当の荷重【P=1150kN】が作用した場合のひび割れ幅について、他の合成床版等と比較すると図 - 4¹⁾になる。縦置き I 形鋼格子床版のひび割れ幅は 0.266mm で、他の合成床版等の実験結果より、若干大きめの値となった。

合成床版設計・施工マニュアル⁴⁾に、床版上面の鉄筋応力度を 120N/mm^2 以下に抑え、ひび割れ幅は耐久性性状問題とならない幅の 0.2mm 程度以下に抑えることができることが示されている。その結果を示した図 - 5⁴⁾に本実験結果のひび割れ幅 0.217mm【P=900kN、 $\sigma_s=120\text{N/mm}^2$ 相当の計測結果】をプロットし比較する。結果、縦置き I 形鋼格子床版は、他の合成床版のひび割れ幅と顕著な差はないことが確認できた。

4 . まとめ

縦置き I 形鋼格子床版と他の合成床版とのひび割れ挙動を比較した結果、前者の方がひび割れ間隔は小さいが、ひび割れ幅は同程度であった。これは、橋軸方向の鋼材量が多い本床版の方が、ひび割れに対する拘束効果は高いが、I 形鋼の付着性能が異形鉄筋に比べ劣るため、ひび割れ幅はひび割れ間隔程小さくならなかったものと推察する。本床版のひび割れ幅は、RC 床版を基本に設定されたコンクリート標準示方書の算定式で比較的精度良く推定できることが判った。また、合成桁としての挙動は、I 形鋼が降伏点に達するまでは平面保持の仮定が成立しており、本床版が連続合成桁として有効に機能していることも確認できた。

参考文献

1) 村山・他：合成床版を有する合成桁の中間支点部負曲げ実験、土木学会第 56 回年次講演会、2001.10
2) 中本・他：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
3) 神谷・他：繰り返し荷重を受ける連続合成桁中間支点部のひび割れ挙動に関する実験的研究、土木学会論文集 A、Vol.63, No.1
4) 日本橋梁建設協会：合成床版設計・施工マニュアル、2003.2

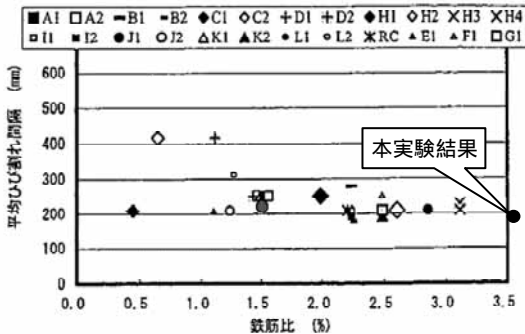


図 - 3 ひび割れ間隔の比較 ($\sigma_s=140\text{N/mm}^2$)

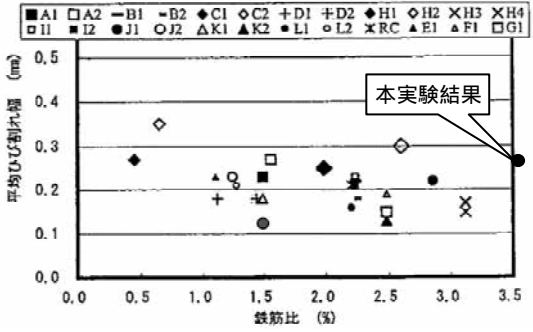


図 - 4 ひび割れ幅の比較 ($\sigma_s=140\text{N/mm}^2$)

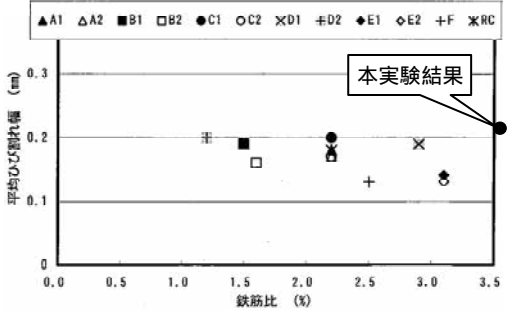


図 - 5 ひび割れ幅の比較 ($\sigma_s=120\text{N/mm}^2$)