

合成床版連続合成桁のひび割れ幅制御設計における底鋼板の取扱い

横河住金ブリッジ 正会員○上條崇* 同左 正会員 利根川太郎 同左 正会員 湯川雅之
横河住金ブリッジ 正会員 中川敏之 長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣

1. 目的

合成床版連続合成桁のひび割れ幅制御設計において、合成床版の底鋼板をどのように扱うのが適当か明確でない。合成床版連続合成桁の負曲げ域の設計では、底鋼板を力学的に連続させず、合成床版に下面配力鉄筋を配置して橋軸方向は RC 床版と同様として設計する方法と、底鋼板をボルト継手などで橋軸方向に連続させ、底鋼板を床版の下面鉄筋として利用する方法がある¹⁾。本報告では、施工性が良い後者の方法を取り上げ、著者らが実施した合成床版合成桁の負曲げ実験^{2), 3)}の結果に基づき、ひび割れ幅制御設計における底鋼板の取扱いを提案する。

2. 合成床版合成桁の負曲げ実験

(1) 供試体および実験方法 供試体形状を図 1 に、材料強度をまとめて表 1 に示す。主桁作用によって床版の配力鉄筋に生じる引張応力度が $\sigma_r=90\text{N/mm}^2$ となる荷重を供試体の設計荷重とし、この荷重に対して鋼桁のスタッドならびに合成床版底鋼板のボルト継手(一面摩擦接合)を許容応力度設計法で設計した。載荷方法は合成桁の中間支点付近を再現した 3 点曲げとした。

(2) 実験結果 荷重点の荷重－変位関係を図 2 に示す．同図には，弾性ははりモデルによる状態Ⅰ（コンクリート＋鉄筋＋底鋼板＋鋼桁）と状態Ⅱ（鉄筋＋底鋼板＋鋼桁）の計算結果ならびに，コンクリートのテンションスティフニング特性と鋼材の材料非線形性を考慮した立体 FEA の結果も併せて示した．同図から，荷重が 400kN 以下では，実験と FEA のいずれも状態Ⅰと状態Ⅱの間にあり，状態Ⅱに近い経路を辿っていた．荷重が 400kN を超えると実験結果は状態Ⅱに比べて剛性が低下した．これは，継手のすべりによって底鋼板が負担する応力が減少したことや，ひび割れ進展に伴ってコンクリートと底鋼板の合成度が低下したことが理由と考えられる．これらのことから，ひび割れ幅を照査する荷重レベルでは底鋼板の継手のすべりの影響は考える必要がなく，底鋼板の全厚を合成桁断面に参入可能である．但し，荷重が設計荷重を大きく超える範囲では，合成桁の曲げ剛性に底鋼板の継手のすべりの影響が現れるので，破壊に対する安全性の照査では底鋼板継手の非線形な挙動を考慮する必要がある．

表 1 材料強度 (N/mm²)

コンクリート 圧縮強度	H 形鋼 降伏点	底鋼板 降伏点	鉄筋 降伏点
35.8	406	300	378

3. ひび割れ幅制御設計における底鋼板の取扱い

実験結果に基づき、合成床版の底鋼板の取扱いとして以下を提案する。

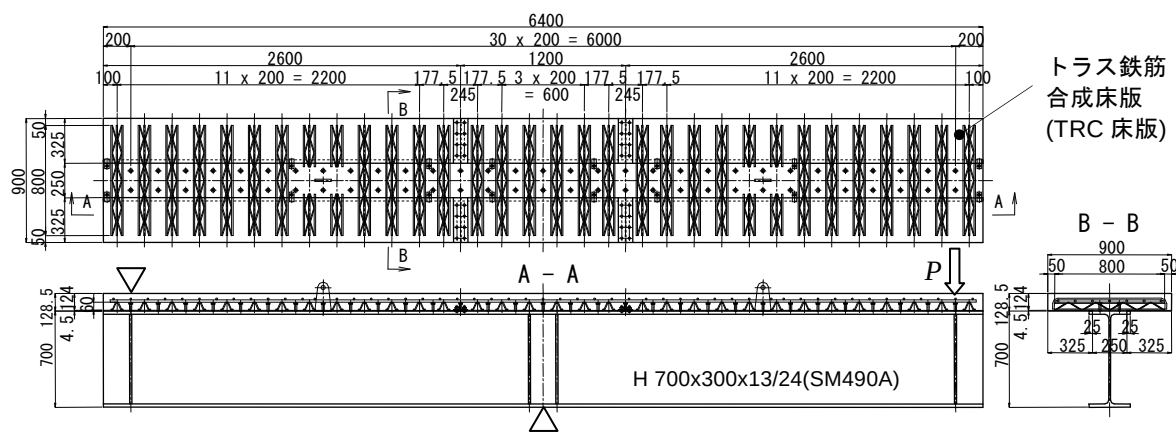


図 1 負曲げ実験供試体

キーワード：合成床版，連続合成桁，ひび割れ幅制御

* 連絡先 〒550-0004 大阪市西区靱本町 1-4-12 (株)横河住金ブリッジ 設計センター, TEL:06-7637-1013

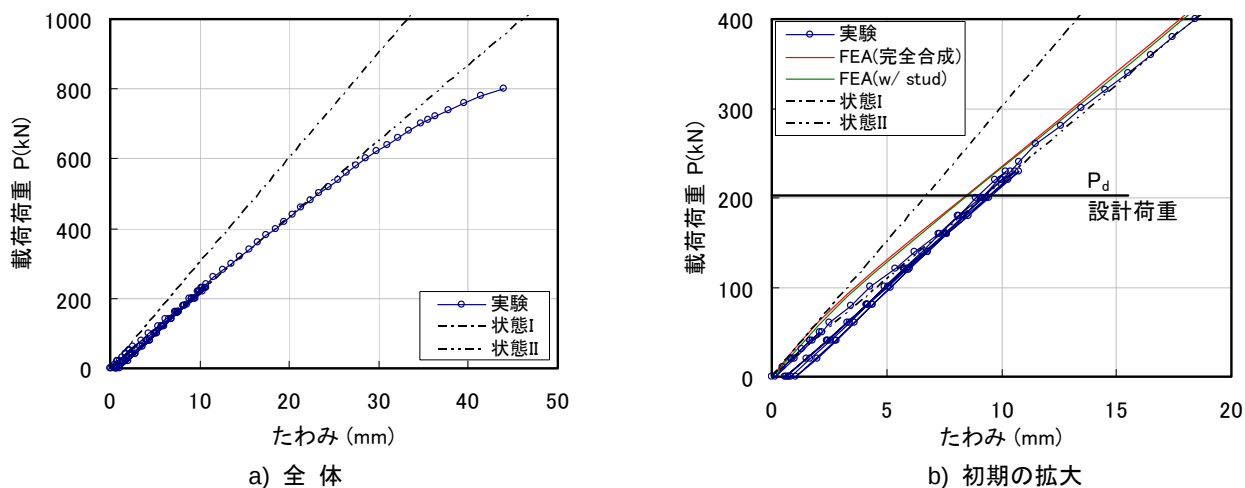


図2 荷重－たわみ関係

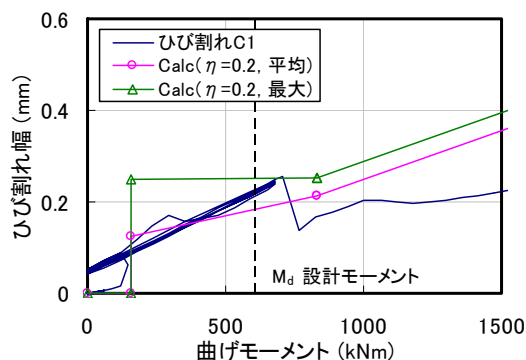


図3 ひび割れ幅

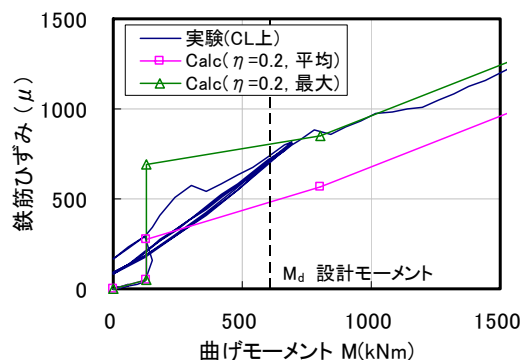


図4 鉄筋ひずみ

- 1) 合成床版の底鋼板は鋼桁，コンクリート，鉄筋と一体となって曲げ荷重に抵抗すると考える。
- 2) ひび割れ幅，鉄筋応力の計算において，底鋼板は床版の配力鉄筋の一部，または，鋼桁の上フランジの一部に換算する．具体的には，式(1)に示すように底鋼板を床版の配力鉄筋として働く部分と，鋼桁の上フランジとして働く部分に分けて考えるための係数 η を導入する． η により底鋼板の断面積を按分し，これらを鉄筋の断面積と鋼桁上フランジの断面積に加算して文献 4)の流れで計算を進める。

$$\begin{cases} \text{鉄筋寄与分:} & \eta A_f \\ \text{上フランジ寄与分:} & (1-\eta)A_f \end{cases} \quad (1)$$

ここに， A_f : 底鋼板の全断面積

2.の実験結果と FEA との比較検討から，実験で用いた形状・寸法のトラス鉄筋合成床版（TRC 床版）について， $\eta=0.2\sim 0.4$ を同定した． $\eta=0.2$ で計算したひび割れ幅の推移を実験値とともに図 3 に，同様に鉄筋ひずみを図 4 に示す．これらの図から明らかなように，提案した計算法でひび割れ幅，鉄筋応力を精度良く求めることができる。

4. まとめ

- (1) 合成床版の底鋼板を継手で連続させる場合，底鋼板はその全厚を桁作用の抵抗断面に算入可能である。
- (2) ひび割れ幅制御設計における底鋼板の取扱いを提案し，実験結果との比較からその妥当性を確認した。
- (3) 合成床版のずれ止め形式や配置によって η を変化させることで，提案した計算法はさまざまな形式の合成床版に適用可能である。

【参考文献】 1) 水越ら：合成床版を有する連続合成桁の中間支点部に関する実験，構造工学論文集 Vol.55A, pp. 1442-1455, 2009. 2) 工藤ら：合成床版合成桁のひび割れ性状に関する実験，土木学会第 66 回年次学術講演会，I-019, pp.37-38, 2011. 3) 上條ら：合成床版合成桁の負曲げ部ひび割れ幅に関する実験と解析，構造工学論文集 Vol. 58A, pp.1098-1111, 2012. 4) 長井ら：連続合成桁の初期ひび割れ状態を考慮したひび割れ幅，鉄筋応力算定法の一提案，土木学会論文集，No.759/I-67, pp.283-292, 2004.