

I形鋼格子床版の輪荷重走行試験による疲労耐久性の再評価

JFEエンジニアリング(株) 正会員 ○山根 茂春 正会員 村上 和也
 正会員 高須賀丈広 正会員 熊野 拓志
 (一社) 日本橋梁建設協会 正会員 酒井 武志
 京都大学大学院 正会員 杉浦 邦征

1. はじめに

I形鋼格子床版は、主鉄筋として機能するI形鋼ウェブに開口（以下、パンチ孔と称す）を設け、パンチ孔とフランジ上面に配力鉄筋を配置した鋼格子骨組みとコンクリートを一体化した床版である（図-1 参照）。I形鋼と鉄筋は点付け溶接で固定し、パネル間を跨ぐ部分は現地で鉄筋を重ね継手で連続化する。また、底型枠は高耐久性めっき鋼板であり、I形鋼と点付け溶接で接合されており、コンクリート打ち込み時の型枠・支保工として機能する。本床版形式の疲労耐久性については、文献1) にて国土交通省が提案する階段状荷重漸増載荷による輪荷重走行試験を実施し検証されているが、試験終盤にI形鋼が降伏し、走行回数 45 万回・最大 373kN 時でI形鋼の疲労破壊にて走行を終了している。この試験ではI形鋼が降伏する荷重値 353kN以上を載荷しており、疲労耐久性を検証する荷重としては過大であったこと、実橋の活荷重はこれほど大きい荷重値ではないことを考慮すると、I形鋼が降伏しない荷重レベルで疲労耐久性の再評価が必要と考えられる。本稿では、I形鋼が降伏しない荷重レベルで実施した輪荷重走行試験によるI形鋼格子床版形式の疲労耐久性の評価結果について報告する。

2. 輪荷重走行試験の概要

2. 1 供試体の概要

供試体は、幅 2.8m、長さ 4.5m、床版厚 210mmとした（図-2 参照）。これは、床版支間 3.0mの連続版として設計された標準的なものである。試験では単純支持条件となるため、支間中央の曲げモーメントが設計値以上となるように床版支間を 2.5mとしている。I形鋼（高さ 150mm）は 220mm 間隔で配置し、上配力筋をD16@250mm、パンチ孔を貫通させる下配力筋をD16@125mmで配置した。なお、今回の供試体のI形鋼は、文献1)のパンチ孔形状と相違するが、断面諸元はほぼ同等のものを採用した。コンクリートの設計基準強度は本床版形式の近年の標準値 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ とし、配合は表-1 に示す通りとした。試験開始時の強度は 32.5N/mm^2 であった。

2. 2 試験方法

輪荷重走行試験は、国立研究開発法人土木研究所において実施した。荷重載荷方法は、I形鋼が降伏しない荷重レベルまでは国土交通省が提案する階段状荷重漸増載荷を採用することとした。具体的な載荷プログラムは図-3 に示す通り、初期値を 157kNとして、走行回数 4 万回毎に 19.6kNづつ増加させ、走行回数 36 万回以降は、I形鋼が降伏しない荷重 320kNで

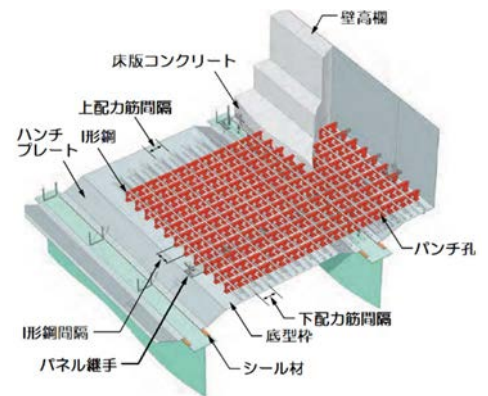


図-1 I形鋼格子床版

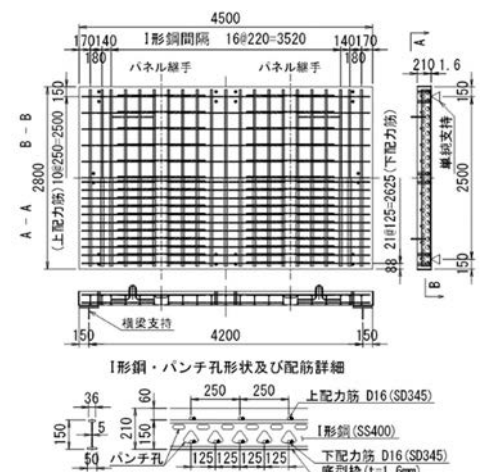


図-2 供試体概要図（寸法単位：mm）

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	空気量 (%)	混和材 [膨張材] (kg/m ³)
20	12	52	4.5	20

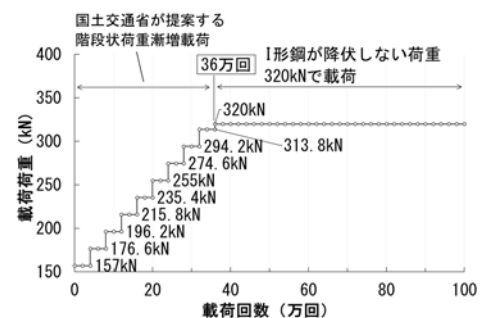


図-3 載荷プログラム

キーワード I形鋼格子床版, 疲労耐久性, 輪荷重走行試験

連絡先 〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1 JFEエンジニアリング(株) TEL: 045-505-7555

100万回まで載荷を繰り返すこととした。なお、本試験での走行回数は、平成8年道路橋示方書に準拠したRC床版（以下、RC8nと称す）の国土交通省での試験結果²⁾から157kN換算走行回数を算出し、それを上回るように設定したものである。供試体の支持条件は、図-2に示すとおり、長辺は単純支持し、短辺は一方向版の条件を再現するため、横梁による弾性支持とした。

3. 実験結果

3.1 変位と走行回数の関係

本試験は前述の通り国土交通省が提案する階段状荷重漸増載荷から載荷プログラムを変更している。そこで走行回数ごとの供試体中央の鉛直変位を初期載荷荷重157kNで換算し、RC8nと本供試体を比較した。その結果を図-4に示す。本図より、本供試体は試験終了まで変位量の急激な変化は生じず、安定した状態を保っていること、最終変位量がRC8nよりも小さいことが確認できる。このことから、RC8nと同等以上の疲労耐久性を有していると言える。

3.2 床版断面のひずみ分布と中立軸位置

供試体中央部近傍における走行回数に対する床版支間方向断面内の弾性ひずみ分布は、図-5に示す通りである。本図より、床版断面の中立軸位置は、試験終了時まで全断面有効とした合成断面中立軸位置と引張側コンクリートを無視した合成断面中立軸位置の間で収まっており、引張側コンクリートを無視する設計上の仮定の妥当性が確認できた。

3.3 ひび割れ状況

試験終了後に底型枠を撤去して確認した床版下面のひび割れ状況は図-6に示す通りである。本図より供試体中央付近では床版支間直角方向ひび割れが下配力筋に沿って生じていることがわかる。これは文献1)のひび割れ状況と合致する。また、ひび割れのうち、80%以上は0.03mm未満のヘアクラックであった。さらに、最大ひび割れ幅は0.08mmと小さく、ひび割れ密度も 2.6m^2 とRC床版の使用限界状態のひび割れ密度 10m^2 程度³⁾と比較しても小さい。床版上面にひび割れはなく押抜きせん断破壊の兆候も見られなかったことから、供試体の損傷度が低い状態で試験を終了しており、本床版形式が十分な疲労耐久性を有していることを確認した。

4. まとめ

I形鋼格子床版の疲労耐久性について、I形鋼が降伏しない荷重レベルで実施した輪荷重走行試験の結果より以下の知見が得られた。

- (1) 本床版は平成8年道路橋示方書に準拠したRC床版と同等以上の疲労耐久性を有する。
- (2) 本床版のひずみ分布から、RC床版と同様、引張側コンクリートを無視する設計法の妥当性が検証できた。

【参考文献】1) 藤井ら、輪荷重走行試験におけるI形鋼格子床版の疲労耐久性評価手法の検討、第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集P.207-212、2000年10月。2) 国土交通省国土技術政策総合研究所：道路橋床版の疲労耐久性に関する試験、国土技術政策総合研究所資料第28号、2002.3。3) 松井繁之・前田幸雄：道路橋RC床版の劣化度判定法の一提案、土木学会論文集、第374号、pp419-426、1986.10。

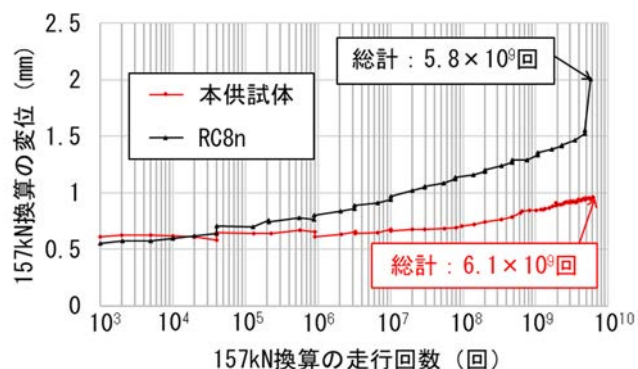


図-4 走行回数と供試体中央部の変位の関係

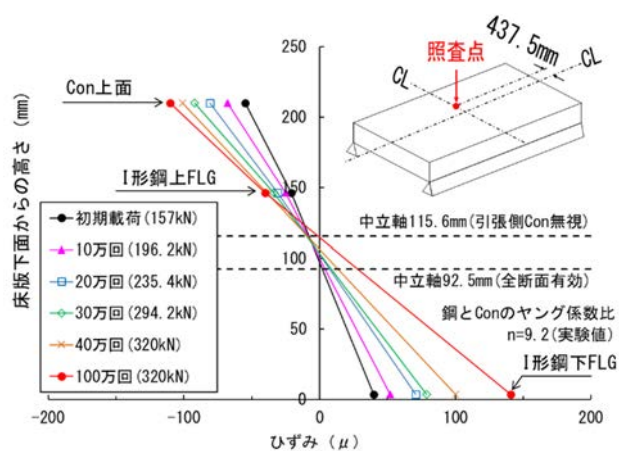


図-5 供試体中央部近傍における断面ひずみ分布

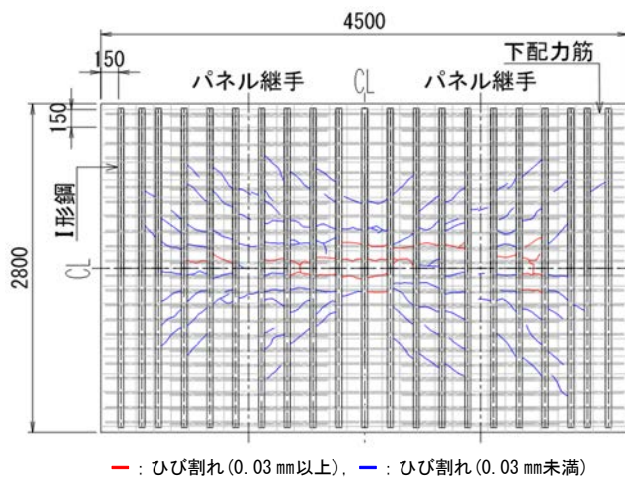


図-6 試験終了時の床版下面のひび割れ状況（寸法単位：mm）