

I 形鋼格子床版に用いる I 形鋼の疲労強度

新日本製鐵 正員 高木優任 ダイクレ 福田 晃
ダイクレ ○正員 鈴木 清 ダイクレ 三浦隆男

1. まえがき

I 形鋼格子床版は、図-1 に示すように通常の R C 床版における主鉄筋の代わりに I 形鋼を用いたプレハブ床版であり、急速施工、安全性、軽量化などの特長を有する。近年、橋梁の耐久性という観点から、橋梁部材の中で最も疲労破壊しやすい床版の耐久性向上が求められている。また、過去の実験結果などから、I 形鋼格子床版の終局状態は I 形鋼の疲労破壊によって起こることが確認されている。本研究では、I 形鋼格子床版の疲労強度を支配する I 形鋼の基本的な疲労強度特性を明らかにする目的でコンクリートを打設しない I 形鋼について実験及び解析の両面から検討した。

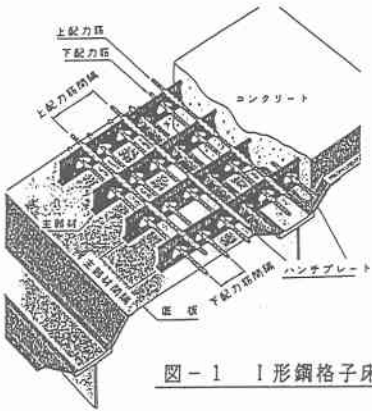


図-1 I 形鋼格子床版

2. 試験内容

2-1. 供試体 I 形鋼のサイズならびにパンチ孔形状に着目し、図-2 に示す 3 種類の供試体を用意した。なお、I 形格子床版はプレハブ床版であるため、鋼の骨組みを工場で製作し現地に輸送するが、輸送中ならびに架設の際の剛性確保のため I 形鋼と配力筋を数カ所点溶接している。従来研究より、この配力筋との点溶接部が疲労上弱点になることが指摘されており、この影響を評価するため配力筋溶接の有無の 2 種類について試験した。供試体には、I 形鋼の応力分布を把握するため、上下フランジ及びウェブにあげられたパンチ孔周辺にひずみゲージを貼付した。

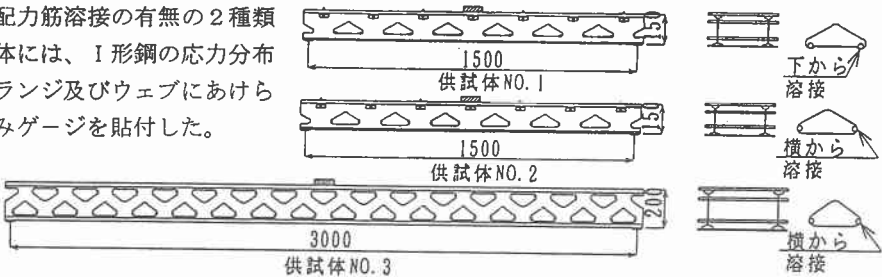


図-2 供試体図

2-2. 試験方法 載荷試験は、電気油圧式構造物疲労試験機（最大能力 30 tf）を用い、支間中央部に幅 100mm の治具による部分集中荷重を載荷した。載荷要領を表-1 に示す。

ひずみの測定は、疲労試験開始前、および継続中も定期的に試験機を停止させ、静的載荷を実施した。

表-1 載荷要領

			NO. 1	NO. 2	NO. 3
I 形鋼のサイズ			I-150		I-200
載荷荷重	静的荷重		5 tf	7 tf	6 tf
	動的荷重	上限	6 tf	8 tf	7 tf
		下限	1 tf	1 tf	1 tf
載荷速度			4 H z		
支 間			1.5m	1.5m	3.0m

疲労亀裂の確認は目視で行い、疲労亀裂が確認された場合は、亀裂の発生点を直径の大きいワッシャーで挟み、高力ボルトで締め付けて疲労亀裂の進展を停止させ、1つの供試体から多数の疲労データを得るようにした。なお、亀裂進展防止のための高力ボルト締め付けによる他のパンチ孔の応力レベルの変化は実験的にないことを確認している。また、載荷実験と同一のモデルについて F E M 解析を実施し、I 形鋼内部の応力分布を把握した。

3. 試験結果

3-1. 静的挙動 供試体NO.1について、図-3に上下フランジ縁端、図-4にウェブのパンチ孔の下8mmの点での応力分布を示す。I形鋼の上下フランジおよびウェブの応力値は、実験値とFEM解析値とがよく一致しており、本構造ではFEM解析によりI形鋼内部の応力分布を評価することができる。

ウェブに開口を有するI形鋼の応力は、図-5に示すよう曲げモーメントによる応力とせん断力による二次的な曲げ応力が重ね合わされたものであり、フランジおよびウェブに見られるジグザグ状の応力分布は、ウェブのパンチ孔開口部でせん断により誘発された二次曲げによる影響が大きいことを示している。

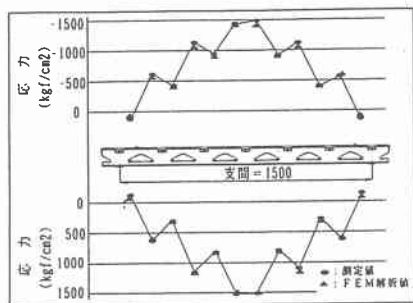


図-3 NO.1上下フランジ応力分布図

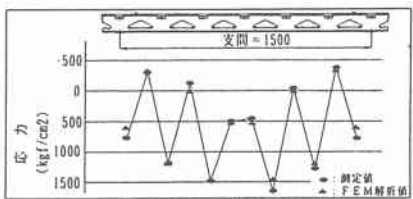


図-4 NO.1ウェブ応力分布図

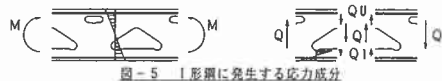


図-5 I形鋼に発生する応力成分

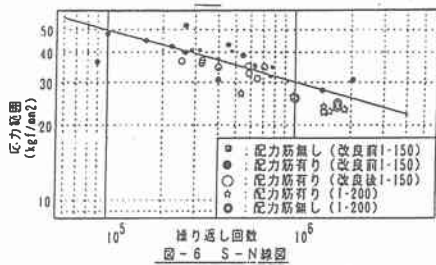


図-6 S-N線図

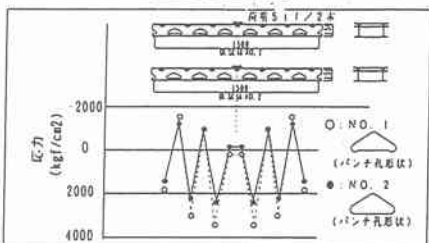


図-7 パンチ孔部FEM解析結果

NO.1は配筋筋の溶接を応力集中の最も大きいパンチ孔底に行っているため、溶接部近傍の応力集中が大きくなっており、FEM解析結果では溶接のない場合に比べて約40%応力集中が大きくなっている。これに対しNO.2、NO.3では溶接をパンチ孔横から行っており、パンチ孔底の応力集中は溶接のない場合に比べほとんど変化していない。このように、I形鋼の疲労寿命がパンチ孔周辺の応力集中に支配されることを考慮すれば、配筋筋の溶接は応力集中部を避けて行うことが望ましいことがわかる。

また、図-7はパンチ孔形状のみが異なる配筋筋を溶接していない供試体NO.1、NO.2のパンチ孔底での応力を比較したものであるが、NO.2の応力の最大値はNO.1のそれの約75%の値であり、応力集中はパンチ孔形状により大きく異なることがわかる。図-6に示すように疲労亀裂発生点の応力と疲労亀裂発生回数には強い相関があることからパンチ孔形状として応力集中の少ない形状を選択することによりパンチ孔周辺の応力集中を低減し、疲労強度の向上を図ることができる。

4. まとめ

I形鋼格子床版に用いるI形鋼を対象として、実験、解析によりその疲労強度特性について評価を行った。その結果以下のようなことが明らかになった。

- (1) I形鋼格子床版に用いるI形鋼の疲労強度は、I形鋼のサイズ及びパンチ孔形状の違いによらずパンチ孔底の応力で評価した1つのS-N線図で表現できるようである。
- (2) パンチ孔形状ならびに配筋筋の溶接位置を変えることによりパンチ孔周辺の応力集中が減少することから、I形鋼の疲労強度の向上が可能である。

最後に、本研究を行うにあたりご助言をいただきました大阪大学松井繁之教授に深く感謝の意を表します。

(参考文献) 1) 松井繁之：道路橋コンクリート系床版の疲労と設計法に関する研究，大阪大学学位論文，昭和59年11月