

第Ⅰ部門 Ⅰ型鋼格子床版の疲労耐久性に関する研究

大阪大学工学部 フェロー 松井繁之 大阪大学大学院 学生員 〇辻誠治
大阪大学工学部 学生員 池田良介 新日本製鐵（株） 正員 森寛司
ダイクレ（株） 正員 鈴木清

1. はじめに

Ⅰ型鋼格子床版はその構造上の特徴より床版厚の低減・現場施工の省力化が可能なので少数主桁橋への適用が期待されているが、床版は荷重を直接支持する部材であるため疲労耐久性確保が重要である。そこで実橋梁におけるⅠ型鋼格子床版の疲労特性を究明するため、Ⅰ型鋼格子床版の疲労強度を支配すると考えられるⅠ型鋼単体の疲労試験ならびに輪荷重走行試験機を用いた実物大床版の疲労試験を行った。

2. Ⅰ型鋼単体の疲労試験

2.1 供試体 供試体は図-1 に示すように、ウェブにパンチ孔加工をした高さ 150mm のⅠ型鋼を 2 本並立したものとし、パンチ孔のみのタイプ (I-1) とそれに配力筋を溶接したタイプ (I-2) の 2 種類とした。

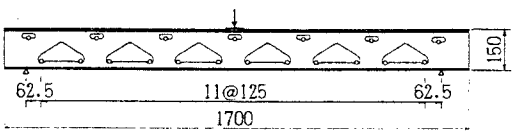


図-1 Ⅰ型鋼単体供試体

2.2 試験概要 スパン 1500mm の供試体の中央に幅 100mm で載荷した。載荷荷重は上限 6tf 下限 1tf に設定し、載荷速度 4Hz で 200 万回まで繰り返し載荷を行った。なお亀裂発生ごとに、その発生点を高力ボルトで締め付け亀裂の進展を停止させ引き続き載荷を行い、1 体の供試体で多数の疲労データが得られるようにした。

2.3 試験結果と考察 亀裂は応力が卓越する支点側のパンチ孔隅角部に発生した。この部位は曲げモーメントによる軸方向応力とせん断力による 2 次曲げ応力が重なり合い、応力振幅が大きくなるためである。図-5 に裂発生に関する S-N 線図を示す。

3. 実物大床版の疲労試験

3.1 供試体 供試体は IS-1 を基準とし、コンクリートの種類、主部材と配力筋の溶接、底板の有無、床版型式をパラメータとして 5 体製作した。表-1 に供試体の特徴を、図-2 に供試体の形状を示す。IS-3 以外は主部材と配力筋の点溶接は形状保持のための必要最小限とした。IS-3 は全交点を溶接し、溶接位置は図-3 に示すように床版支間中央より右側は他の供試体と同じく配力筋の下から、左側は配力筋の横からとした。また IS-5 は、プレキャストタイプの継手構造の疲労強度を確認するものである。

表-1 供試体の特徴

供試体名	床版形式	コンクリート	底板	配力筋の溶接
IS-1	現場打ち	普通	無	標準
IS-2	現場打ち	膨張	無	標準
IS-3	現場打ち	普通	無	全点
IS-4	現場打ち	普通	有	標準
IS-5	プレキャスト	普通	無	標準

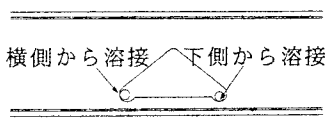
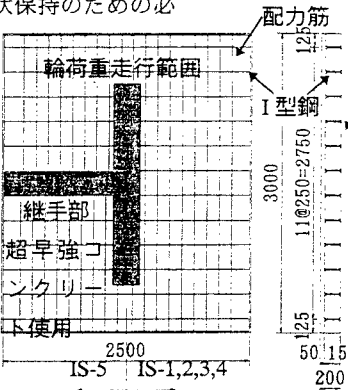


図-3 溶接位置

3.2 試験概要 図-2 に示す範囲に輪荷重を往復走行させ、供試体の長辺方向の 2 辺を単純支持 (床版支間 2.2m) 残る 2 辺を横桁に

表-2 載荷走行状況

載荷荷重	IS-1	IS-2	IS-3	IS-4	IS-5
15t	50	50	50	10	50
18t	—	—	18	—	—

図-2 床版供試体

よる弾性支持とした。表-2 に各供試体の載荷走行状況を示す。

3.3 試験結果と考察

破壊現象 各供試体とも、50 万往復終了時に破壊の兆候は見られなかった。IS-3 については、I 型鋼格子床版の破壊現象を確認するために荷重を 18tf に上げ載荷走行を続け、18 万往復の時点で支間中央部の I 型鋼の下フランジが破断した。

コンクリートの種類の違い 普通コンクリートを使用した IS-1,3,5 では、載荷当初から下面で I 型鋼とコンクリートの付着離れが見られたが、膨張コンクリートを用いた IS-2 ではこの種のひびわれは載荷初期にはほとんど見られず、最終段階でもわずかであった。また図-4 より床版中央のたわみを比較すると IS-2 は IS-1,3,5 供試体の 2/3 以下であった。これは膨張コンクリートを使用することでケミカルプレストレスが入り、I 型鋼とコンクリートの付着強度が確保され、橋軸方向に荷重が分配されたためである。

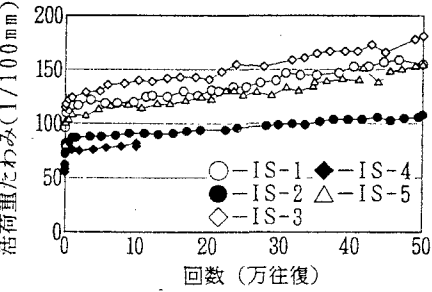


図-4 たわみの比較 (床版中央)

主部材と配力筋の溶接の違い パンチ孔隅角部下側の応力分布状態・亀裂発生点ともに I 型鋼単体の結果と同様であった。試験終了後にコンクリートをはつり、亀裂を観察したところ、IS-1,2,5 では配力筋を溶接した支点側のパンチ孔隅角部で亀裂がそれぞれ 4,1,8 箇所発生していた。IS-3 では配力筋を下から溶接したパンチ孔隅角部で 15 箇所、配力筋を横から溶接したものは 3 箇所のみ亀裂が発生していた。これは、配力筋の下で溶接するとパンチ孔隅角部の応力集中が大きくなるためである。

底板の有無 底板付きの IS-4 は、IS-2 と同様のたわみ量に減少し、底板の効果は大きい。

床版形式の違い プレキャストタイプの IS-5 は、IS-1 と同様のたわみ量で、継手部は十分な機能を発揮した。

4. 床版供試体内部にある I 型鋼の疲労強度

疲労試験の結果より、I 型鋼格子床版の疲労現象は I 型鋼と配力筋の点溶接部の疲労破壊であることが明らかになった。そこで床版供試体内部にある I 型鋼の疲労強度の評価を試みた。パンチ孔隅角部の応力評価は、松井が既往の研究で求めた次式⁹⁾を用いた。

(ただし孔形状は異なる。)

$$\sigma_x = \alpha \frac{M}{I_v} Y_w + \beta \frac{y_w}{I_r} \cdot \frac{A_s}{\frac{B \cdot X}{n} + A_s} \cdot \frac{I_{TL}}{I_{TL} + I_{TV}} l_1 Q$$

図-5 に示すように I 型鋼単体の S-N 線図にプロットすると、下方にプロットされた。この不一致の原因は、応力式の適用性の問題、床版供試体上面の凹凸による衝撃力の影響、輪荷重の移動により配力筋がウェブを面外に引張る力が働いた影響などが考えられる。

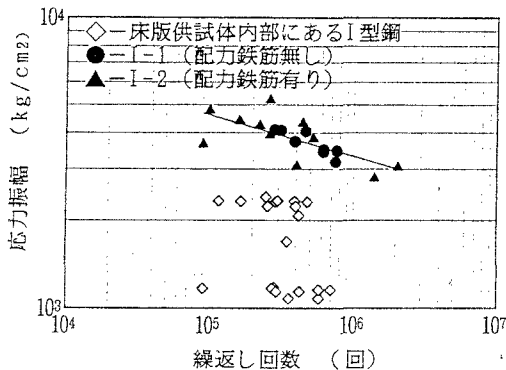


図-5 S-N 線図

5. まとめ

疲労試験の結果、以下のことが明らかとなった。① I 型鋼格子床版の疲労現象は、I 型鋼と配力筋との点溶接部の疲労破壊である。②溶接位置は配力筋の下側よりも、横側のほうが良い。③膨張コンクリートの使用は疲労強度を向上させる。④底板も疲労耐久性向上に寄与している。⑤プレキャスト床版の継手部は十分な機能を発揮する。

今後も、輪荷重走行試験機による疲労試験を積み重ねる予定であるが、測定項目の改良を行い、本床版の疲労強度特性を明らかにし、疲労設計法を確立したい。

<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, 昭和 59 年