

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 ○辻誠治
新日本製鐵(株) 正員 高木優任 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検討されているが、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。そこで本研究では、実橋梁におけるI型鋼格子床版の疲労特性を究明し疲労を考慮した設計法の確立を目的として、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床版供試体の疲労試験を行った。

2. I型鋼単体の疲労特性

2.1 供試体 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本並立している。

2.2 試験概要 スパン1500mmの供試体の中央に幅100mmで荷重した。荷重荷重は上限6tf下限1tfに設定し、荷重速度4Hzで200万回まで繰り返し荷重を行った。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荷重を行い、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 I形鋼単体の疲労現象 図-2にパンチ孔隅角部下の応力分布を示す。分布形状はジグザグとなり支点側で大きくなり、疲労亀裂もこの位置で発生した。これは、図-3に示すように曲げモーメントによる応力(σ_M)とせん断による2次曲げ応力(σ_Q)が重なりあい、更に孔形状による応力集中が加わるためと考えられる。

2.4 S-N 曲線 図-8に応力範囲を疲労亀裂発生点のものとし、繰り返し回数を亀裂発生回数としたS-N曲線を示す。応力範囲は σ_M と σ_Q に分離して表現した応力算定式

¹⁾を用い計算した。

$$\sigma_X = \alpha \frac{M}{I_V} Y_W + \beta \frac{Y_W}{I_T} \cdot \frac{I_{TL}}{I_{TL} + I_{TU}} l_1 Q$$

このように表現すると、応力範囲と繰り返し回数には強い相関があることが分かる。

3. 床版供試体の疲労特性

3.1 供試体 供試体は3体用意し配筋の溶接を行った部材が異なる以外は同様である。IS-1Aは基本となる供試体であり、IS-1B,1Cはそれぞれ、走行時における応力状態の把握、疲労データの収集と破壊性状の確認を目的とした。表-1に供試体の特徴を、図-4に供試体の概要図を示す。

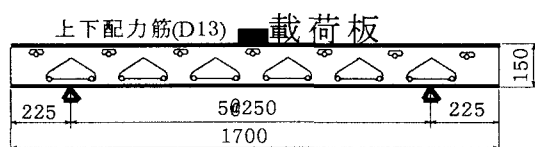


図-1 I型鋼単体供試体

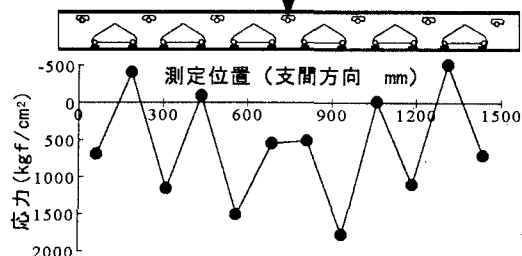


図-2 パンチ孔隅角部下の応力分布



図-3 パンチ孔隅角部の応力状態

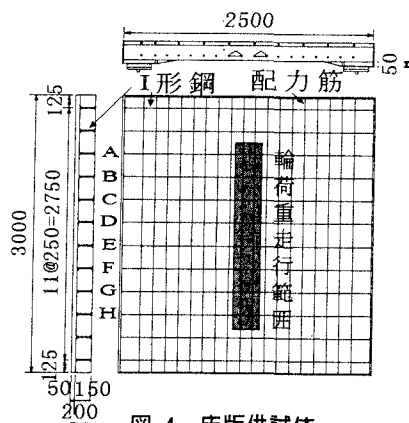


図-4 床版供試体

3.2 試験概要 図-4 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 辺を横桁による弾性支持とした。表-1 に各供試体の載荷走行状況を示す。

表-1 供試体の特徴と載荷走行状況

供試体	溶接部材	載荷荷重	走行回数(万往復)
IS-1A	D	15t	50
IS-1B	C,E	15t	40
IS-1C	全部材	15t→18t	50→18

3.3 床版供試体の疲労現象 図-5 に IS-1A 内部にある I 形鋼のパンチ孔隅角部下の応力分布を示す。I 形鋼単体の場合と同様に分布形状はジグザグで支点側で大きくなり、疲労亀裂もこの位置に発生した。また IS-1C では、パンチ孔隅角部に発生した亀裂が進展し下フランジが破断に至った。これより、本床版の疲労現象は I 形鋼単体と一致することが分かった。

3.4 床版供試体内部にある I 形鋼の疲労強度 床版供試体内部にある I 形鋼の疲労強度を把握するために、コンクリートの影響を考慮した応力算定式¹⁾を用いて以下に示す補正を行い、パンチ孔隅角部に作用する応力の評価を試みた。

まず応力算定式の仮定通りせん断力が分担されているか確認するために、図-6 に示すように下フランジ部応力の実測値と応力算定式の値を比較した。実測値の方がジグザグの変動量が大きく、 σ_Q の影響が大きい。そこで、両者の比をとり、次式に示すように σ_Q の補正を行った。

$$\sigma_X = \alpha \frac{M}{I_V} Y_W + \beta \frac{Y_W}{I_T} \cdot \gamma \frac{A_S}{\frac{B \cdot X}{n} + A_S} \cdot \frac{I_{TL}}{I_{TL} + I_{TU}} l_1 Q$$

γ : σ_Q の補正係数 (=2.63)

次に輪荷重走行の影響を走行時と静的載荷時のひずみの変化より定量的に評価した。図-7 より、走行時に発生する応力は、静的時の 1.2 倍程度であるので、応力範囲を 1.2 倍し床版供試体のデータをプロットすると、図-8 に示すように I 形鋼単体の S-N 曲線と一致した。

これより、床版内部にある I 形鋼の疲労強度は、応力算定式から計算される応力を用いると単体の S-N 曲線から推定できることが分かった。

4. まとめ

一連の疲労試験結果、以下の項目が明らかとなった。

- ① I 形鋼単体と床版供試体の疲労現象は一致し、パンチ孔隅角部に発生した亀裂の進展による下フランジ部の破断である。
- ② I 形鋼格子床版内部にある I 形鋼の疲労強度は板理論による曲げモーメント、せん断力及び応力算定式から計算される応力を用いると I 形鋼単体の S-N 曲線から推定できる。

<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

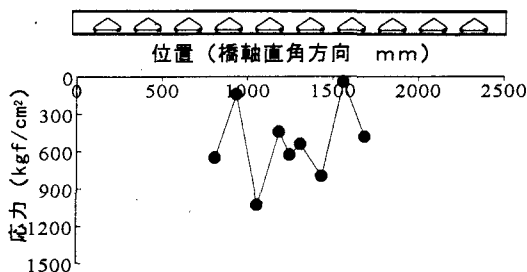


図-5 パンチ孔隅角部下の応力分布

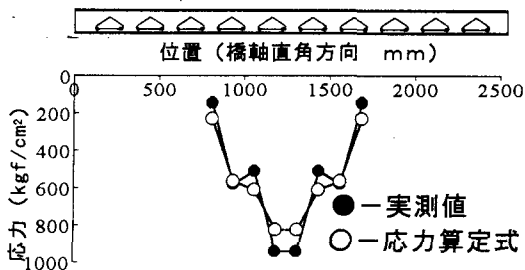


図-6 下フランジ部の応力分布

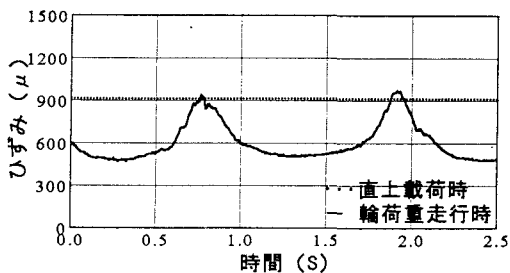


図-7 輪荷重走行時と静的載荷時のひずみの比較

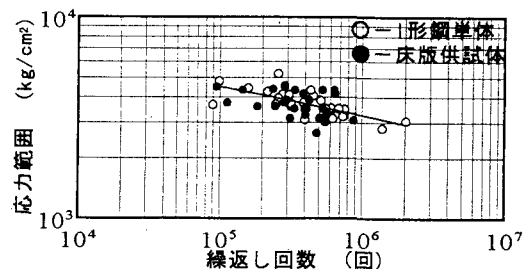


図-8 疲労亀裂発生に関する S-N 曲線