

長支間(8m) I 形鋼格子床版の疲労耐久性検討

新日本製鐵(株) 正会員 坂田豊，肥後野孝倫
(株)ダイクレ 正会員 高田裕
(株)宮地鐵工所 正会員 生駒元

1. はじめに

I 形鋼格子床版は、主部材と称する I 形鋼とそれに直交する配力鉄筋、コンクリート打設時の型枠の役割を担う底板（標準は厚さ 1.6mm の垂鉛めっき鋼板）によって構成された合成床版で（図 1）、工期短縮・安全施工等の特長から多くの橋梁に使用されている。近年は、床版支間が大きい少数主桁橋梁への適用も増えており、床版支間 8m の橋梁にも使用されている。

本橋は国道を跨ぐことから I 形鋼格子床版が採用されたもので、主桁間隔が 4.241m から 7.973m に変化している（最大主桁間隔部の断面図を図 2 に示す）。床版の設計は、土木学会の指針¹⁾に基づいて行ったが、同時に FEM 解析によって疲労耐久性の検討も行った。本文は、この疲労耐久性検討について報告するものである。

2. 検討概要

I 形鋼格子床版の疲労耐久性については多くの実験研究が行われ、疲労設計法が提案されている²⁾。長支間についても、6m 支間での実物大輪荷重走行試験によって疲労耐久性が確認されている³⁾。今回の 8m への適用に際しては、FEM 解析によって検討を行った。

2.1 検討方法 I 形鋼格子床版の疲労は、配力鉄筋を通すために I 形鋼のウェブにあげた孔（パンチ孔と呼ぶ）の隅角部からの疲労亀裂によって生じる。この隅角部の発生応力は、曲げモーメントによる軸方向応力とせん断力による二次曲げ応力の合成応力として、式(1)で表せる²⁾（各記号の定義は文献 2）参照）。

疲労寿命曲線としては、JSSC：鋼構造物の疲労設計指針に示された B 等級が適用できる²⁾。したがって、FEM による直交異方性板解析によって断面力（曲げモーメント M，せん断力 Q）を求め、式(1)によって I 形鋼パンチ孔隅角部の発生応力を算出し、JSSC の B 等級の疲労寿命曲線と比較することによって疲労耐久性を評価した。

2.2 検討条件 検討条件を表 1，表 2 示す。

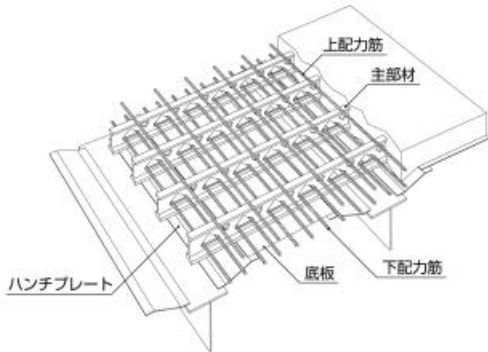


図 1 I 形鋼格子床版

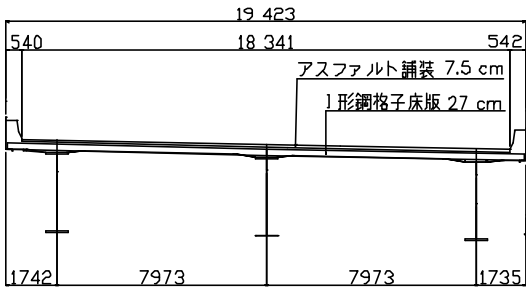


図 2 適用橋梁断面図

$$s_x = \alpha \frac{Y_w M}{I_v} + \beta \frac{Y_w}{I_t} \frac{A_s}{\left(B \frac{X_n}{n} + A_s\right)} \frac{I_d}{\left(I_d + I_w\right)} l l Q$$

式(1)



表 1 検討条件(対象床版)

床版寸法	支間 8m(単純版) × 長さ 40m
床版厚さ	27cm
床版断面	I 形 鋼: I-200@20cm 配力鉄筋: 上側 D19@20cm 下側 D19@10cm
有効断面	底板と引張側コンクリートは無視
ヤング係数比	鋼とコンクリートとの比 n=10

表 2 検討条件(荷重条件)

活荷重	T 荷重 1 組(10tf × 2 輪)
接地面積	20 × 50cm が床版厚の 1/2 まで 45 度分布， 47 × 77cm
衝撃係数	道路橋示方書の 1/2 i=20/(50+8) × 1/2=0.172
検討ケース	3 ケース(図 3 参照)

I 形鋼パンチ孔隅角部の応力は、曲げモーメントとせん断力の組合せによって変化するため、検討ケースは 3 に示す 3 ケースとした。

キーワード：I 形鋼格子床版，疲労耐久性

連絡先：〒100-8071 東京都千代田区大手町 2-6-3 TEL:03-3275-7766 FAX:03-3275-5636

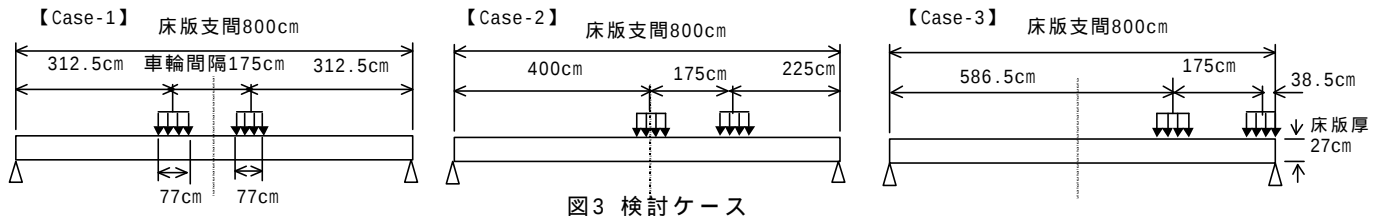


図3 検討ケース

Case-1 は T 荷重を支間中央部に載荷，Case-2 は T 荷重の片輪が支間中央にくるように載荷，Case-3 は T 荷重を端部に載荷したケースである。

3. 検討結果

FEM 解析で求めた断面力 (M , Q) と、式 (1) による応力計算結果の抜粋を図 4 に示す（橋軸方向中央位置）。I 形鋼パンチ孔隅角部に発生する応力の最大値（図 4 の表中*印）は，Case-1：76.2MPa，Case-2：75.3MPa，Case-3：66.8MPa である。いずれも JSSC の疲労 B 等級の一定振幅応力に対する打ち切り限界 $\sigma_{ce} = 155\text{MPa}$ よりはるかに小さい値となっており，疲労照査を行う必要がない応力範囲である。

以上の検討は T 荷重 1 組を対象にしたものであるが，実際には発生頻度は小さいものの，T 荷重 2 組が橋軸直角方向の同一線上に並ぶケースも生じる。また，過積載荷重も想定されるが，実用的にはタンデム荷重 (2 軸) で 40tf 程度が最大であると考えられる³⁾。これらを考慮して T 荷重を 2 倍にして計算すると，I 形鋼パンチ孔隅角部に発生する最大応力は， $76.2 \times 2 = 152\text{MPa}$ となる。この場合も，打ち切り限界 $\sigma_{ce} = 155\text{MPa}$ より小さい値となっており，疲労照査を行う必要がない応力範囲である。

また，参考として，同一条件での床版支間 6m での発生最大曲げモーメントを求めて比較したところ，6m に対して 8m の場合は Case-1, 2 とともに約 1.17 倍であり，設計曲げモーメント（約 1.30 倍）ほどには大きな値は発生していなかった。

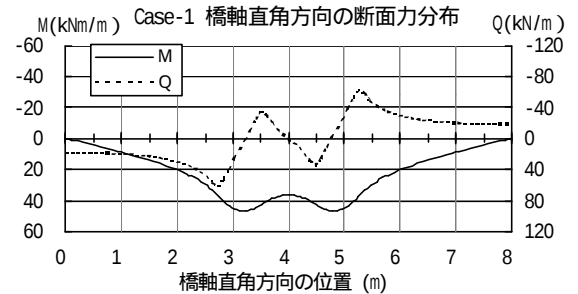
なお，今回の検討は，底板を非強度部材として計算しているが，実際には床版の断面剛性に寄与しており，安全側の検討になっている。

4. まとめ

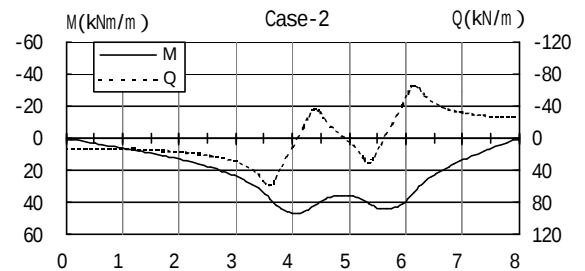
床版支間 8m の橋梁に I 形鋼格子床版を適用するに当たり，疲労耐久性の解析検討を行った。その結果，T 荷重を 2 倍にして計算しても，I 形鋼パンチ孔隅角部に発生する最大応力は，JSSC B 等級の打ち切り限界より小さい値となっており，疲労照査を行う必要がない応力範囲である。したがって，I 形鋼格子床版は十分な疲労耐久性を有していると言える。

【参考文献】1) 土木学会：鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物 [平成 9 年版]，1997.9. 2) 藤井，森，高木，松井：輪荷重走行試験における

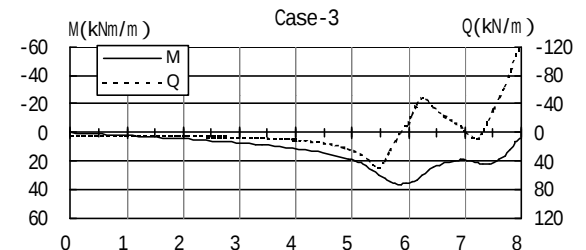
I 形鋼格子床版の疲労耐久性評価手法の検討，土木学会第二回道路橋床版シンポジウム講演論文集，2000.10. 3) 高木，水口，檜作，藤井，松井：鋼少数主桁に適用する I 形鋼格子床版の疲労耐久性，土木学会第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集，1998.11.



橋軸直角方向位置(m)	2.0	2.7	3.0	4.0	5.0
曲げモーメント M(kNm/m)	20.1	37.3	45.2	36.7	45.2
せん断力 Q(kN/m)	29.6	61.5	25.2	0.0	25.2
σ_M (MPa)	23.8	44.1	53.4	43.3	53.4
σ_Q (MPa)	15.4	32.1	13.2	0.0	13.2
$\sigma = \sigma_M + \sigma_Q$ (MPa)	39.2	* 76.2	66.6	43.3	66.6



橋軸直角方向位置(m)	3.0	3.6	4.0	5.0	6.0
曲げモーメント M(kNm/m)	23.1	37.9	46.1	35.4	37.8
せん断力 Q(kN/m)	28.5	58.4	10.4	2.7	56.1
σ_M (MPa)	27.3	44.8	54.5	41.9	44.6
σ_Q (MPa)	14.9	30.5	5.4	1.4	29.3
$\sigma = \sigma_M + \sigma_Q$ (MPa)	42.2	* 75.3	59.9	43.3	73.9



橋軸直角方向位置(m)	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0
曲げモーメント M(kNm/m)	11.1	19.8	35.8	19.4	3.9
せん断力 Q(kN/m)	10.5	26.1	11.8	1.6	119.1
σ_M (MPa)	13.1	23.4	42.4	22.9	4.6
σ_Q (MPa)	5.5	13.7	6.2	8.0	62.2
$\sigma = \sigma_M + \sigma_Q$ (MPa)	18.5	37.1	48.5	23.7	* 66.8

図4 検討結果