

コンクリート充填I形鋼格子床版の疲労強度に関する2,3の考察

大阪大学工学部 正会員 前田幸雄

大阪大学工学部 正会員 松井繁之

大阪大学工学部 学生員 鈴木宏彰

1. まえがき コンクリート充填I形鋼格子床版がますます多用される傾向にある。筆者らは一連の疲労実験を重ね、本床版の疲労強度を考慮した設計法を確立すべく研究を続けており、すでにI形鋼単体の疲労特性を明らかにした。今回、I形鋼の疲労特性がウェブパンチ穴の形状・位置に左右されるとの考えから、パンチ穴の高さを変えた供試体の疲労実験を行ない、疲労強度向上の有無およびその程度を調べた。さらにコンクリート充填梁におけるコンクリートの影響を明確にするため、および、すでに得た床版のS-N曲線の信頼性を高める目的で、従来型のI形鋼を用いたコンクリート充填梁・床版の実験も行った。そして最後に、これらの実験結果をもとに更交通荷重に対する本床版の疲労安全性の検討を行なった。

2. I形鋼単体の疲労実験 既往のI形鋼は図1のようにパンチ穴の水平辺がフランジから33mmのもので、現在使用されている標準タイプ(H33)である。パンチ穴配置により図2に示すSタイプ(H33-S)とWタイプ(H33-W)がある。今回、パンチ穴の水平辺がフランジから50mmのH50という供試体を準備し、疲労実験を行なった。

疲労実験結果を図3,4のS-N図で示した。縦軸はキレツ発生点のF.E.M.解析によって求めた応力である。ただし、このF.E.M.結果と実測応力はほぼ一致することを確認した。この応力に関して曲げとせん断による二次曲げとの応力が相乗するものとして次式のように簡略式を得た(α , β は応力集中係数であり、表1にその値を示した。)

$$\sigma_x = \alpha \frac{M}{I_s} y + \beta \frac{\tau}{I_r} \frac{I_{\tau}}{I_{\tau} + I_{\tau}} \cdot b \cdot Q \quad \text{表1 応力集中係数}$$

図中に△印で記入したのは標準タイプのものである。H50の結果は標準タイプの結果と一致し、両者を総括して求めたのが図中のS-N曲線である。

このS-N図から両者は同じ疲労強度を有していると思われるが、同じ応力が発生しても作用する曲げモーメントとせん断力は異なることに注目しなければならない。図5は200万

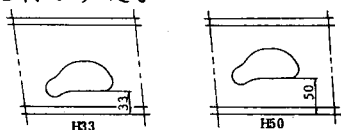


図1 パンチ穴の違い

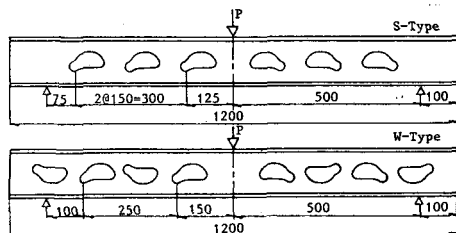


図2 H50の単体供試体

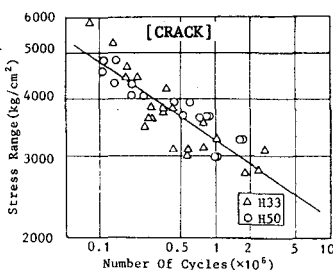


図3 H50-SのS-N結果

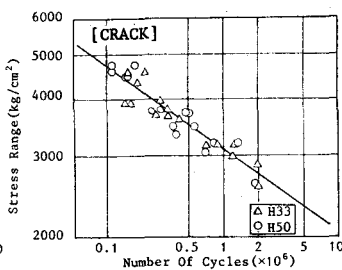


図4 H50-WのS-N結果

回疲労強度を(1)式に代入し、M、Qの相関を求めたものである。これよりH50の疲労強度はH33より大きく向上していることが認められるであろう。

3. コンクリート充填梁および床版供試体の疲労強度

コンクリート充填梁供試体を図6に示す。これに用いたI形鋼はH33である。この梁の荷重とキレツ発生点の応力の関係は、(1)式と同様に次式で与えられることを確認した。

$$\sigma_x = \alpha \frac{M}{I_v} y + \beta \frac{d_f}{I_r} \left(\frac{A_s}{\frac{Bx}{n} + A_s} \times \frac{I_{rL}}{I_{rL} + I_{rL}} \right) \cdot b \cdot Q \cdots (2)$$

すなわち、曲げモーメントに対しては引張側コンクリートを無視した合成断面で抵抗し、二次曲げに対しては、I形鋼の断面積と圧縮側コンクリートの換算断面積の比でせん断力が分配される。

この応力を使ってデータを整理したS-N図が図7である。図中のS-N曲線はI形鋼単体のものであり、○印は充填梁のS-Nデータである。これらのプロットした点はS-N曲線によくのっており、コンクリートの影響の評価が妥当であることがわかる。実床版についても同様の手順で表わした結果が図8である。この場合断面力は、板解析によって求めたMとQを使った。その結果、個々のデータはI形鋼単体のものによくのっており、床版の疲労強度はI形鋼単体の疲労強度で説明できる。

4. 疲労に対する安全性の評価

得られたS-N曲線と直線累積被害則を用いて、実交通荷重に対する疲労安全性が考察できる。すなわち、設計寿命中の全荷重の繰返し回数をS-N曲線から設計荷重に換算した等価繰返し回数 N_{eq} を求め、その時間強度(σ_f)と設計応力(σ_a)との比、すなわち σ_f/σ_a （ここで簡単のため安全率と呼ぶ）によって、疲労の安全性が論じられる。使用した実交通荷重条件として、国道と都市高速道路で実測された輪荷重頻度分布、通行位置頻度分布を用いた。この結果の一例が図9、10である。図9は標準タイプのI形鋼の日交通量2万台、国道の頻度分布を適用した結果である。その結果、Wタイプは現行のもので安全であるが、Sタイプの支間長3.0m以下では安全率が1.0を下回る結果となった。H50の場合はSタイプでも安全率が1.0を上回り、疲労強度が向上することがわかった。

○和井・前田：鋼橋床版I形鋼の疲労特性に関する研究第44回講 I-48

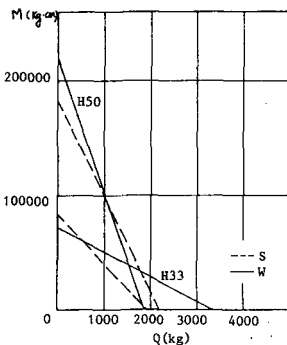


図5 M-Q相関図

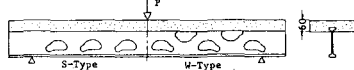


図6 コンクリート充填梁供試体

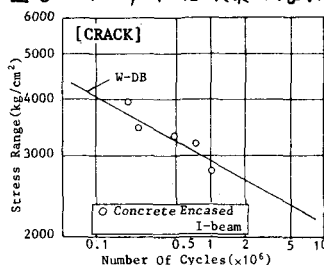


図7 コンクリート充填梁のS-N結果

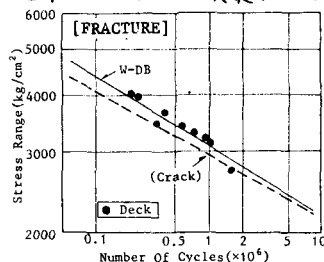


図8 床版供試体のS-N結果

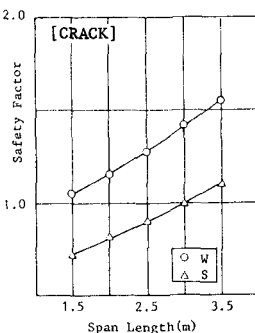


図9 H33の安全率

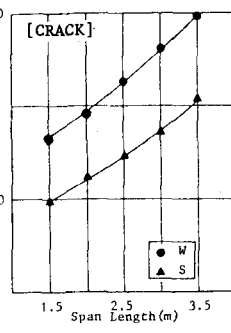


図10 H50の安全率