

I-401

鋼床版横リブのスリットの疲労強度

建設省土木研究所 正員 藤原 稔
同 正員 村越 潤
同 正員 ○田中 良樹

1. まえがき

道路橋の鋼床版は、一般に活荷重応力の占める割合が高く、かつ载荷頻度も比較的多いことから疲労に対する検討が必要とされている。鋼床版の縦リブにはU字型の閉断面リブが用いられる事例が多いが、この場合に横リブのウェブを貫通させるために設けられるスリット(切欠き)のR部周辺に応力集中が生じることが知られている。これまでにスリットR部の疲労損傷事例は見られていないが、縦リブ(Uリブ)との交差部を有する横リブの大型供試体(1m(B)×3.3m(L))の疲労試験では、横リブ高360mm、荷重8tonf、载荷回数33万回でスリットR部にクラックが見られた¹⁾。その疲労試験の結果、①スリットR部の直応力度 σ_s でスリットのS-N図を整理できるので、今後データを充実させて、かつ σ_s の推定ができれば疲労照査が可能であること、②横リブの桁高を大きくすると σ_s が小さくなり、疲労寿命が長くなること、さらに、静的载荷試験の結果、③ σ_s とその周辺の横リブウェブのせん断応力度 τ_e (実験値)との間に相関があることなどが報告された¹⁾。しかし、 τ_e はスリットから40~80mm離れたウェブで測定した値であったため測定位置の影響が明確でなく、 σ_s を推定するための指標として不十分な点があった。今回、これらの点を踏まえて、横リブのスリットR部の直応力度 σ_s とせん断応力度との関係に着目して、小型の供試体を用いた疲労試験を行った。以下にその疲労試験の結果について述べる。

2. 試験方法

図-1、表-1に供試体の形状寸法及び数量を示す。使用した縦リブ及びスリットの形状は図-1に示したTypeA、TypeBの2種類であり、これらの形状は一般的なものである。供試体の材質は全てSS41材、ウェブの下降伏点は2970kgf/cm²である。供試体A-1-1,2-1,3-1、B-1,2,3の6体に対しては、疲労試験を行う前に静的载荷試験を行い、各供試体に2つあるうちの片側のスリット及びウェブのひずみを測定した。各供試体共に荷重と σ_s の関係は1回目の载荷では必ずしも線形ではないが、2回目以降の载荷では1回目の载荷荷重以下で概ね線形であるので、静的载荷は2回行った。以下で示す σ_s は2回目の载荷時に測定したものである。また塑性履歴によって疲労強度が変動する²⁾場合があると考えられるので、TypeA-1、A-2、A-3それぞれの同一形状の3体については、1回目の静的载荷で表-1に示す初期荷重を予め载荷して、ウェブのスリットR部に概ね同一の塑性履歴を与えた。TypeAの同一形状の供試体については、それぞれ荷重範囲の大きさを変えて疲労試験を行った。疲労試験中はスリット周辺のウェブの応力頻度を測定することにより、クラックの発生回数を監視した。

表-1 供試体の形状寸法、数量及び初期荷重 (mm)

供試体番号	L	H	H1	b1	b2	数量	初期荷重(tf)
A-1-1~3		400				3	23.1
A-2-1~3	1400	600	220	300	150	3	44.1
A-3-1~3		800				3	44.0
B-1		400				1	23.1
B-2	1480	600	240	320	160	1	44.1
B-3		800				1	44.1

注) L, H, H1, b1, b2は図-1 参照

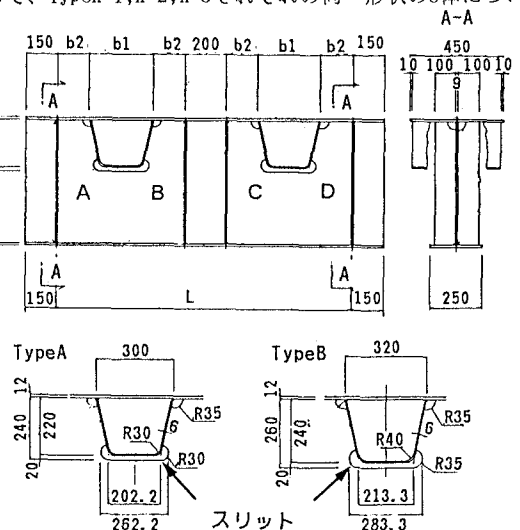


図-1 供試体の形状寸法

3. 静的挙動

図-2にTypeA, Bの σ_s とスリットを考慮した平均せん断応力度 τ_n (せん断力/スリットの断面欠損部のウェブ断面積)及びスリットを考慮しない平均せん断応力度 τ_g (せん断力/ウェブ断面積)の関係を示す。ここに示した σ_s はスリットR部に分布する直応力度のうちの最大値を示す。図中にはTypeAと同じスリットを有する大型供試体の結果も示している¹⁾。これらのデータは支間、桁高、Uリブ寸法、スリットR部の径、載荷荷重などの条件が種々異なるが、 σ_s と τ_n の相関が強い(相関係数0.987)。一方、 σ_s と τ_g の関係は明確でない。

4. 疲労試験結果

疲労によるクラックは全てスリットR部に発生しており、それ以外の横リブウェブと縦リブの溶接部などには発生しなかった。図-1に示すA~D部の4箇所のうち、供試体A-2~3を除いて全てA部(またはD部)の方がB部(またはC部)より先にクラックが発生している。また、B、C部に発生したクラックは10~20mm程度で進展が止まったが、A、D部に発生したクラックは下フランジまたは端垂直補剛材まで進展した。図-3にA、D部のクラックについて σ_s (実験値)で整理したS-N図を示す。図中には母材の疲労試験結果(表面仕上げ、非超過確率50%及び97.7%、傾き $m=3$ とした)を示す²⁾。スリットR部の疲労強度は母材の場合よりも低い傾向にある。

図-4にA、D部のクラックについて τ_n (計算値)で整理したS-N図を示す。図中にはクラックが発生していないデータを除いた相関式を示す。 $\log \tau_n$ と $\log N$ の相関が強い(相関係数0.975)。

5. まとめ

以上の結果より、スリットを考慮した平均せん断応力度 τ_n (計算値)とスリットR部の直応力度 σ_s (実験値)が直線関係にあること、またその τ_n で整理したS-N図が両対数軸上で直線関係にあることが明らかになった。これより、TypeA, Bのようなスリット形状を有する横リブについて、A、D部のスリットR部の疲労照査が比較的容易にできるものと考えられる。

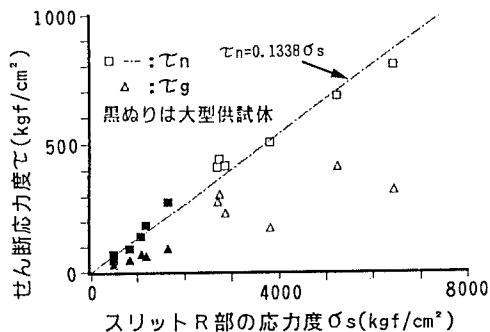
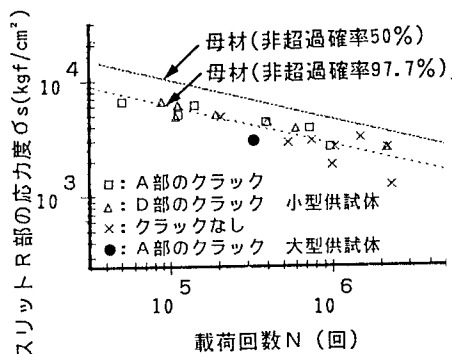
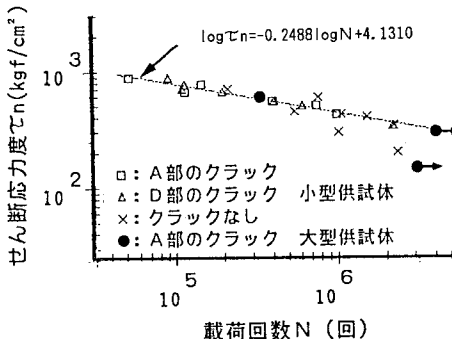
6. あとがき

今後、スリットの疲労強度については、縦リブやスリットの形状の影響、垂直補剛材の配置の影響等を検討する必要がある。また、横リブウェブと縦リブの溶接部の疲労強度については、今回の小型供試体ではクラックが発生しないことが分かったが、さらに詳細の検討を行う必要がある。

参考文献;1)鋼床版横リブの静的載荷試験および疲労試験、土研資料第2643号、建設省土木研究所橋梁研究室、昭和63年7月

2)後藤他;塑性履歴を受けた鋼切欠き部および2,3の溶接継手の疲労強度、構造工学論文集、Vol.32A、昭和61年3月

3)疲労設計指針(案)、JSSCレポートNo.14、日本鋼構造協会、平成元年11月

図-2 σ_s と τ_n の関係図-3 σ_s で整理したスリットR部のS-N図図-4 τ_n で整理したスリットR部のS-N図