

I-190

鋼床版横リブの開リブ用スリット周辺部の疲労について

本州四国連絡橋公団 正員 奥川 淳志
 建設省土木研究所 正員 西川 和廣
 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、かつ荷重頻度も多いことから疲労に対する検討が必要とされており、従来、縦リブやデッキプレートの溶接部の疲労について多くの実験的検討が行われている。横リブについては、縦リブ(開リブ)を貫通させるために設けられるスリット(切欠き)の周辺部での疲労損傷が報告されている¹⁾が、その発生原因や疲労強度は必ずしも明らかにされていない。これらの点を早急に明らかにして、スリットを有する横リブの疲労について設計上考慮すべき点を整理する必要がある。これまでに、面内曲げを受ける横リブのUリブ用スリット周辺部の疲労強度について検討を行っている²⁾。さらに今回、面内曲げを受ける横リブの開リブ用スリット周辺部の疲労性状について実験的検討を行った。

2. 試験方法

図-1に供試体の形状寸法及び荷重方法を示す。供試体は1体のみである。スリットのヘリはガス切断したままであり、スリットのまわり溶接止端部も特に仕上げを行っていない。疲労試験を行う前に静的荷重を行い、左右のスリットのヘリのひずみを、R部には

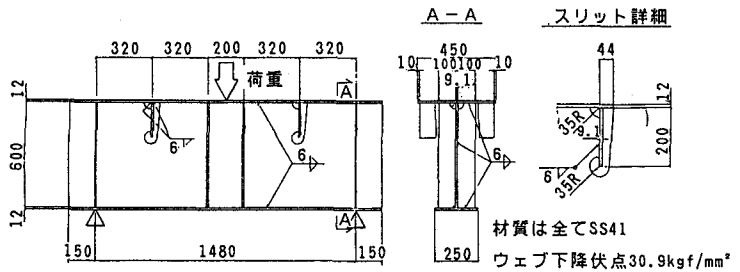


図-1 供試体の形状寸法及び荷重方法

2mmゲージを3~5mm間隔に、直線部には5mmゲージを14mm間隔にそれぞれ貼付けて測定した。疲労試験は、上限1tf、下限61tfの一定荷重範囲で、繰返し数987000回まで行った。疲労試験中はスリット周辺部のひずみの繰返し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。

3. スリット周辺部の応力分布と応力集中度

Uリブの場合、スリット周辺部の実測応力度 σ_s とスリットの断面欠損を考慮した平均せん断応力度 τ_n との傾きは、スリット形状が同じであれば、ウェブ高にかかわらず一定であり、このことから、その傾きを一種の応力集中度 $\alpha_s (= \sigma_s / \tau_n)$ として扱っている²⁾。今回はウェブ高が種類だけなので、この点について確認できないが、ウェブ高600mmの場合の結果として、図-2にスリット周辺部で測定した応力分布を示し、その応力分布の最大値を τ_n を基準応力とした応力集中度 α_s で示す。スリット周辺部の応力分布はせん断力の向きによって引張、圧縮が逆転しており、このことからスリット周辺部の応力集中がウェブのせん断変形に起因していることが

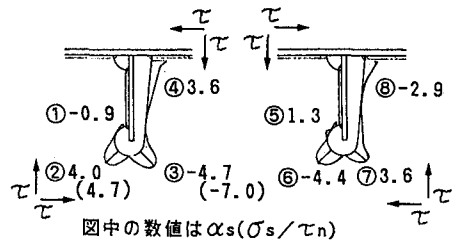


図-2 スリット周辺部の応力分布(実験値)

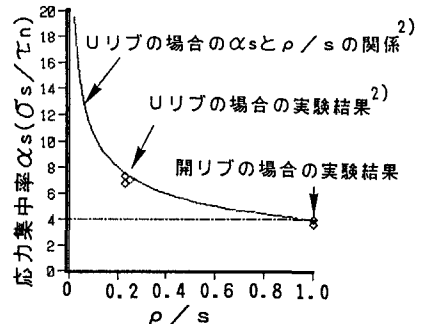


図-3 応力集中度とスリット形状の関係

理解される。引張側の応力集中の最大値はスリットR部支点側のR中心からみて水平から45°の位置に生じており、その大きさは $\alpha s = 3.6 \sim 4.0$ であった。また、デッキプレートとの溶接止端部（止端から9mmの位置）にも比較的大きい応力集中が生じており、その大きさは $\alpha s = 3.6$ であった。

なお、図-3に今回の開リブの場合の結果を、Uリブ用スリットの引張側R部の αs とスリット形状を表わす ρ/s （ ρ :R部の半径、 s :スリットの幅の1/2）の関係（実線）²⁾と合わせて示す。開リブの場合の結果は、Uリブの場合の αs と ρ/s の関係と概ね一致している。

4. クラック発生状況と各クラックの疲労強度

図-4にクラック発生状況と各クラックの発生までの繰返し数を示す。最初にデッキプレートとの溶接止端部にクラックが発生しており、疲労試験終了時にはデッキプレート上面まで進展していた。既設橋においてもこの箇所に疲労損傷が発生していることが報告されており¹⁾、今回の結果から、その疲労損傷の原因の一つにウェブのせん断変形に伴う応力集中の影響も含まれていると考えられる。この図に示した3箇所以外にクラックは見られなかった。

図-5に各クラックの発生位置付近の実測応力 σ_s で整理したS-N図を示す。図中には、前面すみ肉溶接の疲労強度²⁾及びUリブ用スリットのR部（引張側、ガス切断縁）の疲労強度²⁾を示す。また、図-2に（ ）内に示すように、溶接止端部のクラック発生後、R部の応力集中率が増加していたので、図-5では、溶接止端部のクラック発生前後のR部の疲労試験結果をそれぞれ白ぬき及び黒ぬりの記号で示す。

溶接止端部の疲労強度は前面すみ肉溶接の疲労強度と同等である。また、スリットの引張側R部の疲労強度は、溶接止端部のクラック発生後の σ_s で整理した場合（黒ぬり）に、Uリブの場合の疲労強度と同等である。これより、スリット周辺部の疲労強度を表わす際には、ウェブのせん断変形に伴う応力集中だけでなく、溶接止端部の有無やスリットのヘリの仕上げ程度（一般にはガス切断縁）も考慮する必要がある。

5. まとめ

- (1) 開リブ用スリットを有する横リブに面内曲げが繰返し作用すると、最初に、スリットのデッキプレートとの溶接止端部にクラックが発生する。この溶接止端部のクラックはデッキプレートに進展する可能性がある。
 - (2) そのデッキプレートとの溶接止端部の応力集中は曲げによる横リブウェブのせん断変形に起因している。
- このことから図-4に示したようなクラックを防止するには、ウェブ高を大きくすることなどによって、作用するせん断応力度にある程度以下に抑えておく必要があることが理解される。

6. あとがき

横リブの開リブ用スリット周辺部の疲労については、さらにデータを充実させてデッキプレートとの溶接止端部の応力集中率及び疲労強度をより明確にする必要がある。また、横リブのスリット周辺部の疲労損傷の一因である応力集中を小さくするには、横リブウェブのせん断応力度を小さくすることが効果的であるが、そのせん断応力度をどの程度に抑えておくのがよいのか、他の疲労の要因も踏まえて検討する必要がある。

参考文献：1) 岩崎雅紀、名取暢、深沢誠、寺田博昌；鋼橋の疲労損傷事例と補修・補強対策、横河橋梁技報、No.18、1989.1

2) 藤原稔、村越潤、田中良樹；鋼床版横リブのスリット周辺部の疲労強度、構造工学論文集、Vol.37A、1991.3、pp.1151-1162

3) 国広哲男、藤原稔、武田亘弘；鋼床版隅肉溶接部の疲労試験結果、土木技術資料、1974.2、pp.40-44

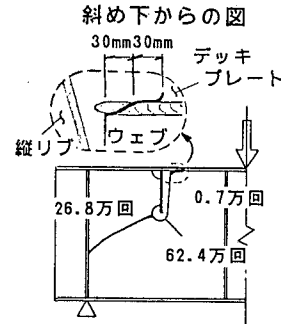


図-4 クラック発生状況

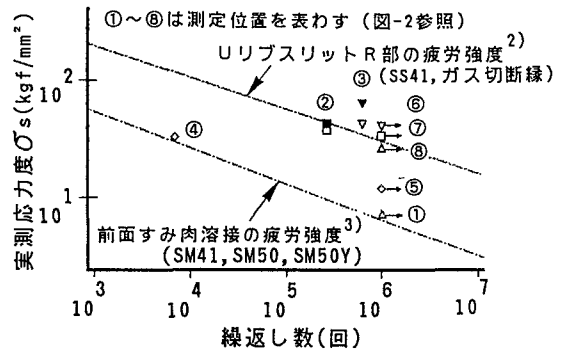


図-5 各クラックの疲労強度