

補剛材端部を省力化した合理化箱桁の疲労特性

東京電機大学大学院 学生会員 佐藤 康正*
 三菱重工業株式会社 正会員 山田 潤 **
 三菱重工業株式会社 正会員 水ノ上 俊雄**
 東京電機大学 正会員 井浦 雅司*

1. はじめに

現在、公共投資については厳しい見方が強く、橋梁業界においてもそれは例外ではない。橋梁価格の低減は必須事項となり、鋼橋における部材数低減による構造の省略化や複合構造橋梁の開発など、合理化に関して様々な検討が行われている。中でも製作コストの削減が重要であり、製作工程の段階から考慮する必要がある。箱桁形式の橋梁については、文献¹⁾²⁾にあるように、箱桁内部の補剛材形状に着目し、箱内構造を簡略化、箱内溶接作業を最小限とするような合理化構造が提案されている。これらの研究によれば、座屈耐荷力及び橋軸方向の疲労強度については、従来形式及び合理化形式間に顕著な差異は見られない。これまで著者らは、断面変形荷重が作用した際に、横リブ廻し溶接部が引張荷重となるような荷重下で疲労試験を行った。本報告では、横リブ廻し溶接部が圧縮荷重となるような荷重下で疲労試験を行い、疲労強度の影響について調べた。

2. 試験概要

構造系の対称性を利用して、合理化箱桁の対象断面を4分割した供試体を用いた。合理化箱桁の断面及び供試体図を図-1に示す。補剛材端部を斜めにカットする事により、母材との接地部分を伸ばし、母材と補剛材間の距離を実構造物の自動溶接施工限界である35mmとした。用意した供試体は全部で4体であり、そのうち2体はフランジと横リブ及びウェブと垂直補剛材は隅肉溶接とし、フランジとウェブは完全溶け込み溶接とした。残りの2体は、従来の橋梁と同じようにフランジとウェブの接合にも隅肉溶接を用いた。本疲労試験は、油圧サーボ式ハイドロパルス疲労試験機を用い、図-2に示すように供試体の一端を下に設置し、もう一端を治具で支え、その治具を押すことによって、断面変形荷重を作用させた。応力変化はsin波による完全片振りとし、変位制御により繰り返し载荷を行った。表-1は、変位振幅及びフランジとウェブの溶接状態を示しており今回行った供試体はNo.6～No.9である。供試体No.1～No.5は、これまで著者らが行った疲労試験結果であり比較のため示した。また、供試体No.8において、変位12.1mmを与えた時の、横リブ及び垂直補剛材廻し溶接止端部近傍におけるひずみの値を図-3に示す。図-3より、横リブ及び垂直補剛材廻し溶接止端部近傍におけるひずみの最大値はそれぞれ2000 μ 、1300 μ 程度生じていることがわかる。

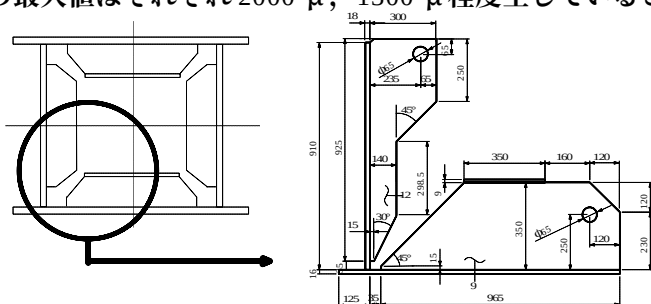


図-1 合理化箱桁断面及び供試体図 (mm)

表-1 変位振幅及びフランジとウェブの溶接状態

	変位振幅(mm)	フランジとウェブの溶接
No.1	7.5	完全溶け込み溶接
No.2	7.5	
No.3	17.7	
No.4	20.6	
No.5	12.8	
No.6	27.7	隅肉溶接
No.7	7.6	
No.8	12.1	完全溶け込み溶接
No.9	10	

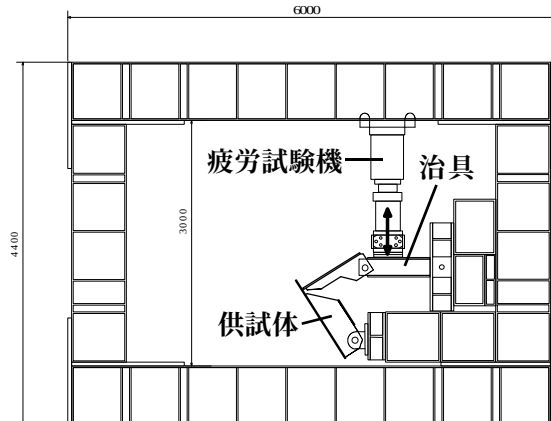


図-2 試験概要図 (mm)

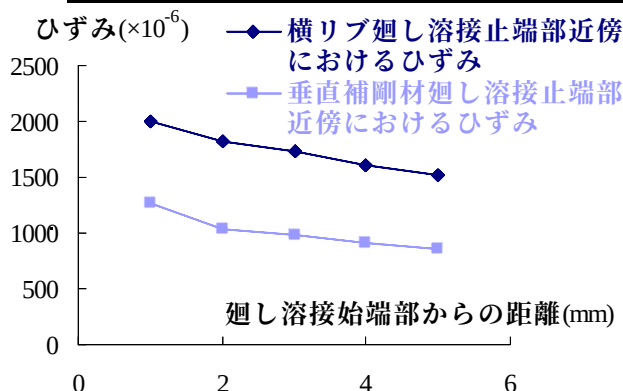


図-3 供試体 No.8 の廻し溶接止端部近傍のひずみ

キーワード：合理化箱桁、疲労、廻し溶接

*〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 **〒231-8715 横浜市中区錦町12番地

3. 試験結果

供試体 No.6,8,9 においては、フランジと横リブ廻し溶接止端部より亀裂が発生し、供試体 No.7 においてはフランジとウェブの首溶接止端部より亀裂が発生した。供試体 No.8 における亀裂発生箇所を図-4(a)、供試体 No.7 においては図-4(b)に示し、亀裂発生回数を表-2に示す。供試体 No.6,8,9 においては、亀裂検知時の亀裂長さは約1mm程度であり、供試体 No.7 においては約5mm程度であり、首溶接止端部からフランジ側に2箇所、ウェブ側に2箇所亀裂が進展していた。

4. 疲労強度評価

断面変形荷重を作用させた場合、フランジと横リブ廻し溶接止端部には、JSSC による疲労強度の規定が明記されていない局部曲げが生じるため、供試体 No.6,8,9 における疲労強度評価は、著者らの疲労強度評価方法と同様にホットスポット応力の概念を用いた。文献³⁾より日本造船研究協会第202部会「海洋構造物の疲労設計法と溶接部の品質に関する研究」において、平板構造の模型による疲労試験結果から、ホットスポット応力基準による平板構造の疲労強度検討の方法としてF法が推奨されている。平板構造の模型による疲労試験結果から、定められたホットスポット応力F法のS-N曲線に本試験結果をプロットしてそれを図-5に示した。本試験結果は、著者らが行った過去の疲労試験結果と同様に、平板構造の模型による疲労試験結果の平均直線に近い位置にプロットされた。これより、図-5のS-N曲線は、横リブ廻し溶接部が圧縮荷重となるような荷重下の疲労試験においても、本合理化形式の疲労強度評価法として用いることができる。また、供試体 No.7 における、疲労亀裂発生箇所におけるフランジとウェブの首溶接止端部は、図-6に示すような曲げが生じ、ここではJSSCによる疲労強度の規定を参考にG等級と仮定した。そこで本試験結果を、JSSCの設計S-N曲線にプロットしそれを図-7に示す。本試験結果は、図-7よりG等級よりもむしろF等級曲線に近い位置にプロットされていることがわかる。これより、本合理化形式においてフランジとウェブの首溶接止端部での疲労亀裂は、F等級曲線が用いられるものと考えられる。

5. まとめ

- (1) 供試体 No.6,8,9 においては、フランジと横リブ廻し溶接止端部より亀裂が発生し、供試体 No.7 においてはフランジとウェブの首溶接止端部より亀裂が発生した。
- (2) 横リブ廻し溶接部が圧縮荷重となるような荷重下においても、横リブ廻し溶接部が引張荷重となるような荷重下における疲労強度と同等な強度が得られた。

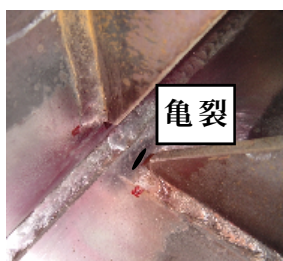


図-4(a) 供試体 No.8 における亀裂発生箇所

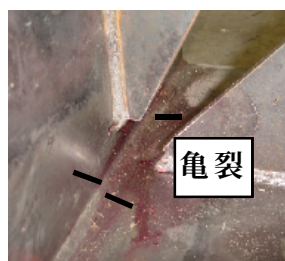


図-4(b) 供試体 No.7 における亀裂発生箇所

表-2 亀裂発生回数

回数 (万回)	
No.1	220
No.2	250
No.3	20
No.4	9
No.5	16.5
No.6	2.2
No.7	204
No.8	15.5
No.9	28.2

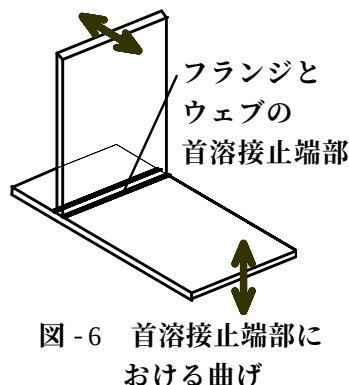


図-6 首溶接止端部における曲げ

[参考文献]

- 1) 小野沢直，他：土木学会第57回年次学術講演会
- 2) 小森谷伸也，他：土木学会第58回年次学術講演会
- 3) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版1993.4

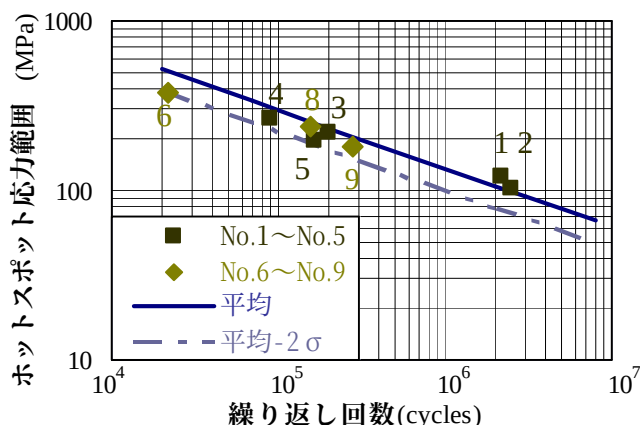


図-5 ホットスポット応力F法によるS-N曲線

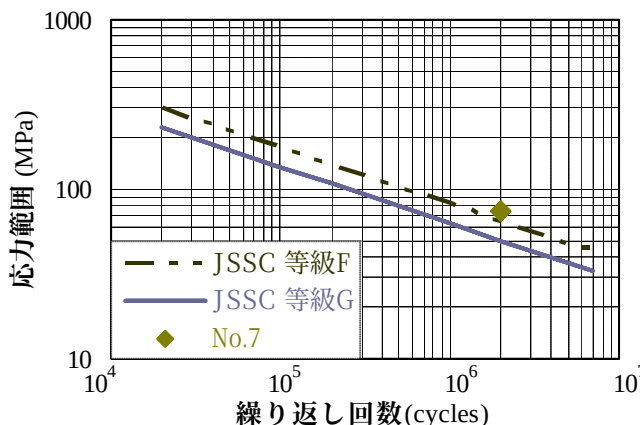


図-7 JSSCの規定による設計S-N曲線