

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。そこで本研究では、合理化箱桁に偏心荷重が作用した際に、断面変形荷重による疲労強度の影響について実験により調べた。

2. 試験概要

2-1. 試験体

構造系の対称性を利用して、合理化形式の箱桁の対象断面を4分割した試験体を用いた。合理化箱桁の断面及び試験体図を図-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、補剛材端部には廻し溶接を用いた。断面変形荷重は、角溶接部が開くパターンを採用した。試験体に用いた鋼材はSM490で、今回着目点であるウェブと垂直補剛材及びフランジと横リブは実構造物と同じ隅肉溶接とし、着目点以外の溶接は完全溶け込み溶接とした。試験体は5体製作し、応力範囲を変えて試験を行う。

2-2. 試験方法

偏心載荷疲労試験は、油圧サーボ式ハイドロパルス疲労試験機を用い、試験体の一端を上から吊るし、もう一端を治具で支え、その治具を押すことによって、偏心荷重を作用させた。応力変化はsin波による完全片振りであり、各試験体のフランジと横リブの廻し溶接止端部から一番近いところの応力範囲におけるひずみ振幅範囲を表-1に示す。

3. 試験結果

試験を行った結果、フランジと横リブの廻し溶接止端部より亀裂が発生した。その亀裂発生箇所を図-2、亀裂発生回数を表-2に示す。また、目視による亀裂検知時の亀裂長さは、約1mmである。

表-1 ひずみ振幅範囲

	ひずみ振幅範囲 ($\times 10^{-6}$)
試験体1,2	1500
試験体3	2300
試験体4	3600
試験体5	2000

表-2 亀裂発生回数

	亀裂発生回数 (万回)
試験体1	220
試験体2	250
試験体3	20
試験体4	9
試験体5	16.5

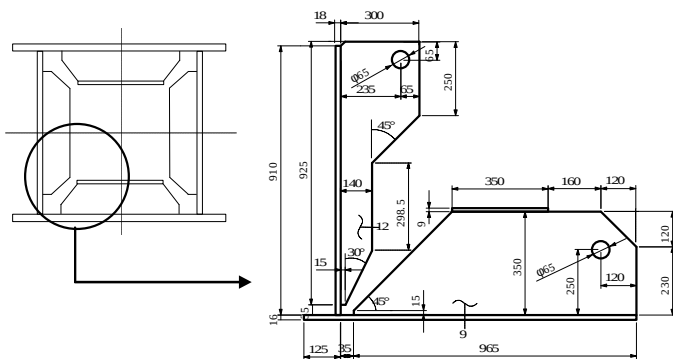


図-1 合理化箱桁断面及び試験体図 (mm)



図-2 亀裂発生箇所

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

4. 疲労強度評価

ここでは疲労強度の評価に、偏心荷重を作用させた場合、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ホットスポット応力の概念を用いる。ホットスポット応力とは、図-3に示す溶接止端からの距離 ℓ_1 - ℓ_2 上の点 a と点 b を直線で結び、その外挿延長上の溶接止端位置の仮想的な応力と定義される。表-3に示すように ℓ_1 - ℓ_2 の決定において A ~ F 法の6通りが検討されている。そこで、この A ~ F 法を用いて本試験結果におけるホットスポット応力を表-4にまとめた。また、表-2と表-4から本試験結果の S-N 曲線を図-4に示した。その結果、D 法が最も安全側な評価であることが分かり、次に F 法が安全側な評価であることが分かる。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」⁴⁾において、図-5に示すような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。本報告による疲労亀裂発生箇所の応力状態は、図-5におけるブラケット先端の応力状態に類似している。そこで、本試験結果とブラケットモデルの疲労試験結果を比較するため、文献⁴⁾より定められた F 法の S-N 曲線に本試験結果をプロットしてそれを図-6に示した。本試験結果は、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-6の S-N 曲線は、本構造形式の疲労強度評価法として用いることができる。

5. まとめ

- (1) 着目点であるフランジと横リブの廻し溶接止端部より亀裂が発生した。
- (2) 既存のホットスポット応力による疲労強度評価は有効である。
- (3) 本試験及び過去の研究結果より、提案した合理化箱桁形式は従来の箱桁形式と変わらない供用期間を有していると類推される。

6. 参考文献

- 1) 小野沢直，他：土木学会第57回年次学術講演会（平成14年9月）
- 2) 村井秀仁，他：土木学会第57回年次学術講演会（平成14年9月）
- 3) 小森谷伸也，他：土木学会第58回年次学術講演会（平成15年9月）
- 4) 社団法人日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，技報堂出版1993.4
- 5) 八木順吉，他：日本造船学会春季講演会（平成3年5月）

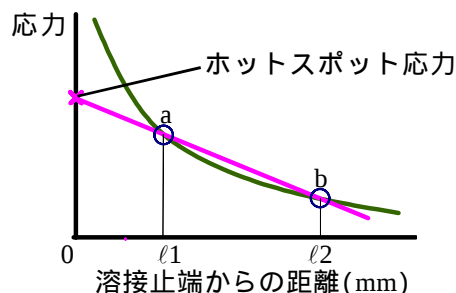


図-3 ホットスポット応力の定義

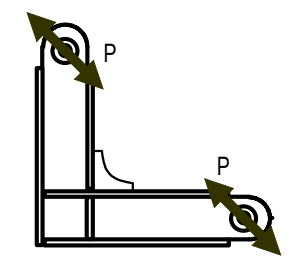


図-5 ブラケットモデル

	ℓ_1	ℓ_2
A法	0.5T	1.0T
B法	0.5T	1.5T
C法	0.4T	2.0T
D法	1.0T	3.0T
E法	4.0mm	10.0mm
F法	$1.57\sqrt[4]{T^3}$	$4.9\sqrt[4]{T^3}$

T: 板厚

表-4 A ~ F 法によるホットスポット応力

	ホットスポット応力 (kgf/mm ²)				
	試験体1	試験体2	試験体3	試験体4	試験体5
A法	22.94	18.34	34.51	43.98	27.89
B法	20.32	16.45	31.64	40.04	26.12
C法	21.29	17.06	32.31	41.08	26.39
D法	8.38	7.47	16.92	20.35	16.18
E法	30.38	23.36	53.65	53.65	31.71
F法	12.18	10.44	22.10	27.15	19.88

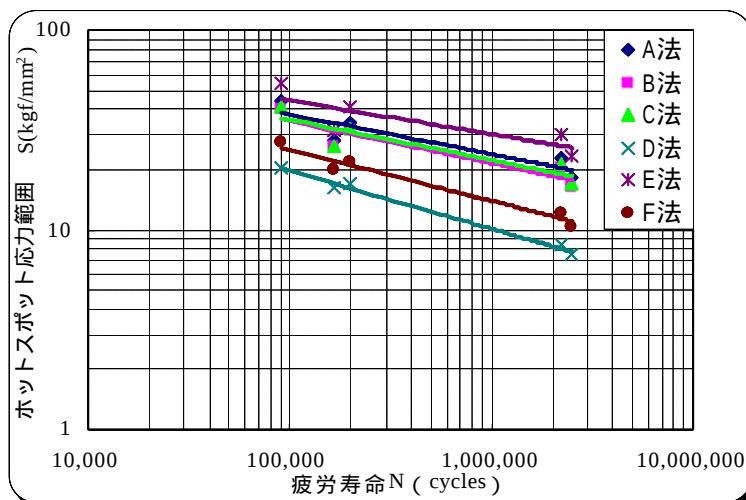


図-4 ホットスポット応力 A ~ F 法による S-N 曲線

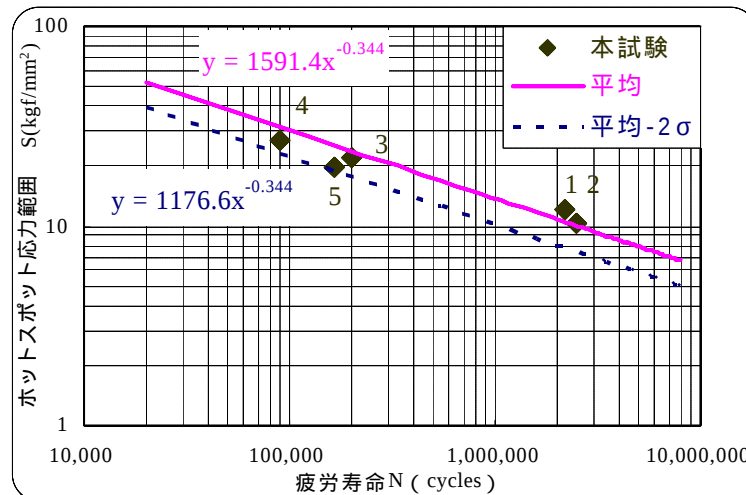


図-6 ホットスポット応力 F 法による S-N 曲線