

SBHS500 を用いた鋼製橋脚隅角部の疲労耐久性に関する実験的検討

○名古屋高速道路公社 正会員 瀬谷千恵 名古屋高速道路公社 正会員 阪野崇人
 芝浦工業大学 正会員 穴見健吾 名古屋大学 正会員 判治剛
 川田工業(株) 正会員 段下義典 (株)駒井ハルテック 正会員 平野穂菜美

1. はじめに

鋼製橋脚は、都市内における高架橋での採用事例が多い。梁と柱が接合する隅角部は応力伝達機構が非常に複雑となるため、応力による疲労照査ではなく、実験及び解析にて検証された構造ディテールにより、疲労設計がなされている。平成29年度道路橋示方書より規定化されたSBHS500の溶接継手は、既往の研究¹⁾にて従来鋼と同等の疲労強度が確認されているが、隅角部を模擬した試験体による検証事例がないため、今回実験を実施した。

本報告では、多くの鋼製橋脚でみられるような圧縮の繰返し応力下での疲労実験の結果を報告する。

2. 疲労実験の概要

従来鋼 SM490 にて実施された既往実験²⁾の条件を参考とし、SBHS500 を用いた試験体にて疲労実験し、これらの結果を比較する方針とした。

鋼種以外の試験条件は既往実験²⁾と同様とした。図1に示すとおり、梁及び柱の断面寸法は750mm×750mm、板厚はt=25mm、構造細目は、疲労耐久性が高いと考えられるフィレット構造とし、フィレット寸法は梁高の20%、梁・柱の板組は、隅角部の施工性と溶接品質確保の観点から望ましいとされる、フランジをウェブで挟む構造(WWタイプ)とした。溶接ビードの仕上げ形状や範囲は、鋼道路橋設計便覧³⁾の例示に従った。

本実験に用いた鋼材の機械的性質と化学成分を表1に示す。溶接材料はYM-60C(JIS Z 3312)、表層の仕上げにMX-60F(JIS Z 3313)を用い、実橋と同様の方法や手順にて溶接した。

応力参照点は、溶接ビードによる応力集中の影響がなく、且つ隅角特有のせん断遅れと板曲げ状態を再現できる位置として、既往実験²⁾と同じ、図2に示す柱フランジ外面から50mm、ウェブ内面から50mmの位置とした。

実験の概要を図1、写真1に示す。応力参照点にて圧縮で $\Delta\sigma=70\text{N/mm}^2$ となる荷重範囲(P=20~832kN)を設定し、速度1Hzで200万回を目標に載荷した。これは、実橋のフィレットがない鋼製橋脚にて計測された最大値⁴⁾66N/mm²よりも高い応力範囲であるが、隅角部の疲労強度が継手の疲労設計曲線の傾きm=3と仮定した場合に、既往実

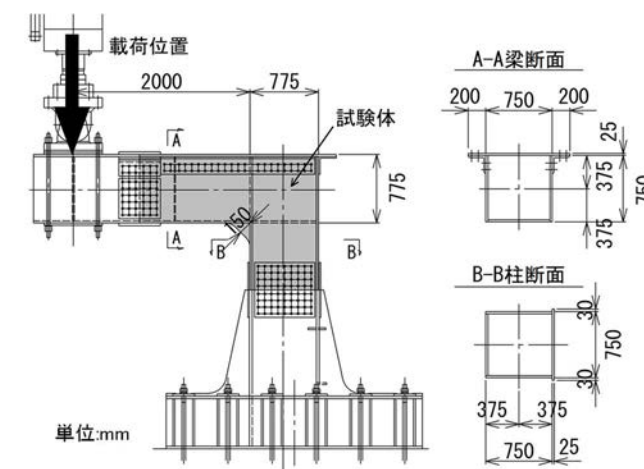


図1 実験概要図



写真1 実験状況

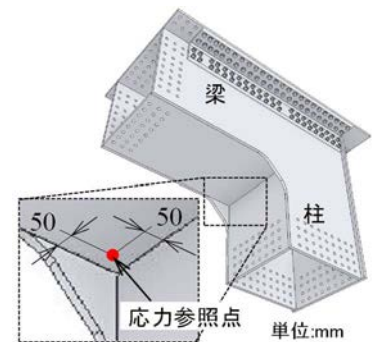


図2 応力参照位置

表1 試験体鋼材の機械的性質および化学成分

鋼種	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	化学成分(%)												
				C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	B	PCM	
SBHS500	550	648	50	0.08	0.33	1.51	0.004	0.001	0.01	0.01	0.03	0.02	0.08	0.0001	0.18	

キーワード：SBHS500、疲労耐久性、鋼製橋脚隅角部、フィレット、疲労実験

連絡先：〒453-0804 愛知県名古屋市中村区黄金7丁目28-1 名古屋高速道路公社 (TEL) 052-756-5967

験²⁾において、フィレットを有する試験体に与えた疲労ダメージと等価なダメージを200万回で負荷できるように設定したものである。

3. 静的載荷試験

試験体の応力性状確認のため静的載荷試験を実施するとともに、詳細な応力分布を確認するために試験体をモデル化したFEM解析を行った。隅角部周辺の最小メッシュサイズは5mmとし、要素にはソリッド要素を用いて溶接ビードまでモデル化した。境界条件・荷重条件は実験と同様である。

図3は応力参照点を含む梁下フランジ外面の応力分布を示しており、梁フランジ・柱フランジ・ウェブ3つの溶接線交差部において、フィレットによるせん断遅れ低減効果が確認できる。図4はフィレットコバ面板厚中心の応力分布を示しており、フィレット擦り付け部付近での応力集中がわかる。

4. 疲労実験結果と考察

応力参照点にて $\Delta\sigma=70\text{ N/mm}^2$ となる荷重範囲を繰り返した結果、既往実験²⁾と同等の疲労ダメージを与えたと想定される200万回に到達しても、疲労き裂の発生は確認されなかった。そこで同条件にて載荷を継続したが、600万回時点でも疲労き裂の発生は確認できなかった。このことから、SBHS500を用いた今回の隅角試験体は、従来鋼による既往実験²⁾と比べ、同等以上の疲労耐久性を有しているといえる。図5に、本実験と既往実験²⁾においてフィレットを有する試験体の結果を、応力参照点における応力範囲で整理し、S-N線図にプロットした。

5. まとめ

隅角部を模擬した試験体による圧縮の繰返し応力下での疲労実験を実施し、SBHS500を用いた隅角部の疲労耐久性を検証した。実験の結果、SBHS500を用いた隅角部は、従来鋼と同等以上の疲労耐久性を有することが確認できた。現在、引張の繰返し応力下での実験を進めており、これら結果についても取り纏め、今後報告する予定である。

参考文献

- 1) 判治ら：橋梁用高降伏点鋼板(SBHS)を用いた溶接継手の疲労特性，構造工学論文集，Vol.60A，pp.587-595，2014.3
- 2) 富田ら：鋼製橋脚隅角部の疲労強度向上策，橋梁と基礎，Vol.41，No.4，pp.40-48，2007.4
- 3) (社)日本道路協会：鋼道路橋設計便覧，p.565，2020.9
- 4) 森河ら：箱断面を有する鋼製橋脚に発生した疲労損傷の調査と応急対策，土木学会論文集，No.703/I-59，pp.177-183，2002.4

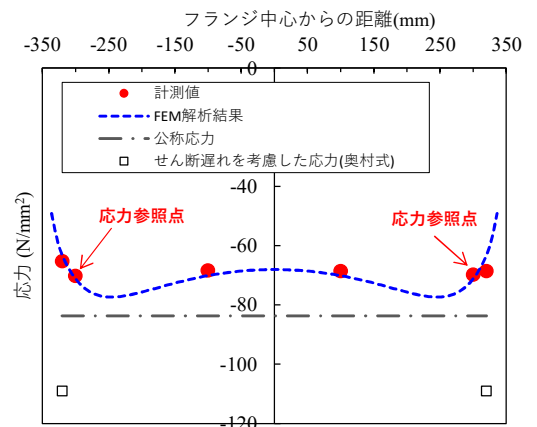


図3 梁下フランジ外面の応力分布

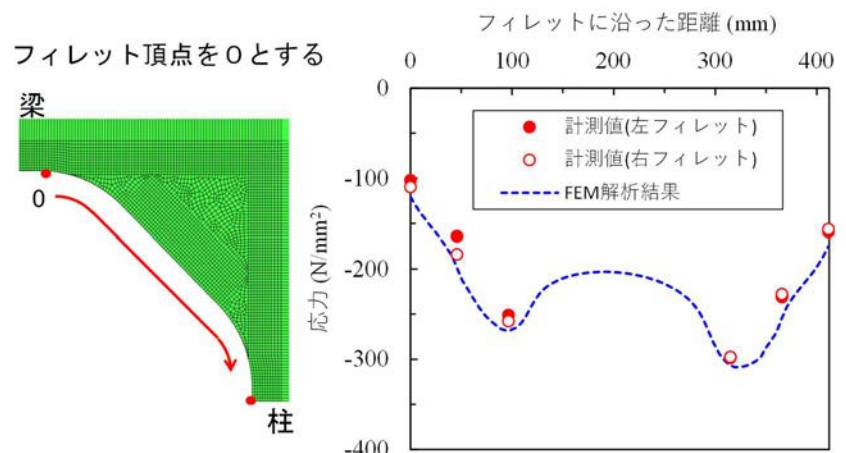


図4 フィレットコバ面の応力分布

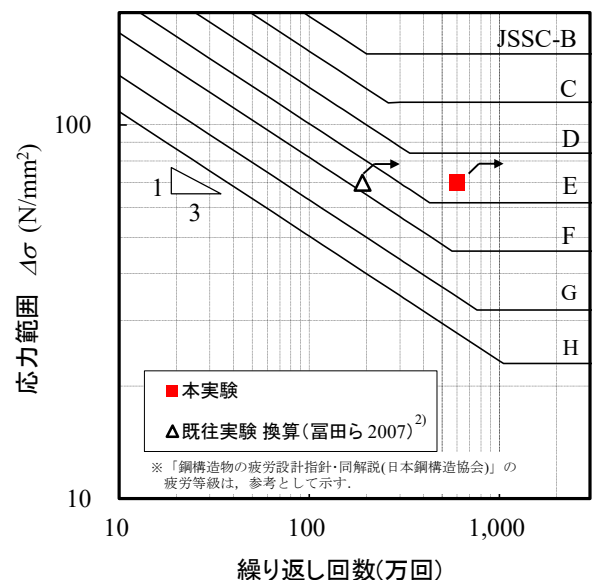


図5 S-N線図