

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（その3）

○(株)駒井ハルテック 正会員 平野穂菜美
芝浦工業大学 正会員 穴見健吾
名古屋高速道路公社 正会員 瀬谷千恵

(株)駒井ハルテック 正会員 橘肇
名古屋大学 正会員 判治剛
川田工業(株) 正会員 段下義典

1. はじめに

フィレットを有する鋼製橋脚隅角部の疲労耐久性について、従来鋼では既往実験¹⁾にて確認されているが、事例は少ない。本研究では、平成29年道路橋示方書より規定化された、SBHS500 鋼材を対象とする疲労実験を実施した。本稿では、既報²⁾で示した着目箇所³⁾に圧縮応力を作用させた疲労実験の続報と、隅角部のフィレットにきず等が生じた場合を想定した「きず補修試験体」による、着目箇所³⁾に引張応力を作用させた疲労実験の結果を報告する。

2. 疲労実験の概要および結果

2. 1 疲労実験概要

本研究では、計4体の試験体を用いて疲労実験を行った。実験概要を図1に、試験体概要を図2に示す。試験体の詳細な仕様については、既報²⁾のとおりである。

表1に実験条件および結果を示す。本稿では、No.1, 4試験体について報告する。No.0試験体は本研究で比較対象とした、既往実験¹⁾の条件を示している。また、No.2, 3試験体については別稿³⁾にて報告している。

2. 2 No.1 圧縮試験体

No.1試験体は、図2の応力参照点における応力範囲が、圧縮領域で70N/mm²となるよう载荷した。本条件で200万回载荷すると、試験体に与える疲労ダメージ³⁾は既往実験¹⁾と同等になる。本試験体は、600万回载荷時点でも、着目箇所³⁾に疲労き裂は確認されず、载荷を終了した。

2. 3 No.4 きず補修試験体

別稿³⁾にて報告するNo.2引張1試験体は、図2の応力参照点における応力範囲が、引張領域で70N/mm²となるよう载荷し、160万回载荷時点でフィレットの付け根部に疲労き裂が確認された。また、鋼橋に用いられる一般的な鋼材（切板）は、表面に欠点が認められた場合、JIS G 3193：2019によりグラインダ切削や溶接補修を行うことがある。溶接補修をした場合、補修箇所には、引張の残留応力が生じることによる疲労耐久性への影響が懸念される。そこで、No.2試験体で疲労き裂が確認されたフィレット部を対象に、溶接補修が疲労耐久性に与える影響を確認することとした。具体的には、試験体をモデル化したFEM解析³⁾にて応力集中が確認されたフィレット付け根付近において、製作時に表面きず等が発生し、それを補修したケースを想定した。試験体は、切削によるきずの除去を行う場合も考慮し、図3のように、右フィレットに溶接補修、左フィレットに切削を施した。载荷は、No.2と同

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：〒293-0011 千葉県富津市新富 33-10 株式会社駒井ハルテック（TEL）0439-87-7470

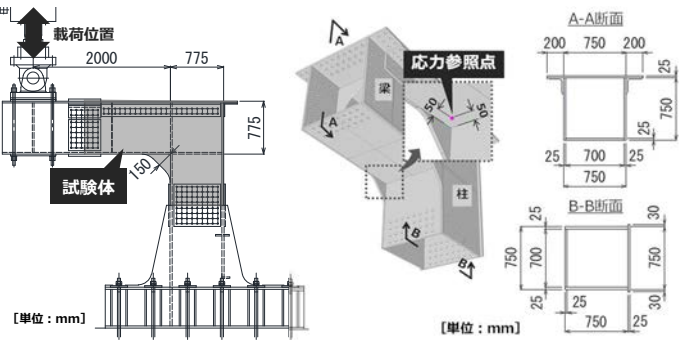


図1 実験概要図

図2 試験体概要図

表1 実験条件および結果

試験体 No.	名称	鋼種	载荷条件		備考
			载荷方向	応力範囲（結果：载荷回数）	
0	既往実験	SM490	圧縮 (鉛直下方向)	1) 40 N/mm ² (200万回) 2) 64 N/mm ² (200万回)	比較対象
1	圧縮	SBHS500	圧縮 (鉛直下方向)	1) 70 N/mm ² (600万回)	本稿にて報告
2	引張1	SBHS500	引張 (鉛直上方向)	1) 70 N/mm ² (178万回)	別途報告
3	引張2	SBHS500	引張 (鉛直上方向)	1) 50 N/mm ² (628万回) 2) 70 N/mm ² (98万回)	別途報告
4	きず補修	SBHS500	引張 (鉛直上方向)	1) 70 N/mm ² (385.8万回)	本稿にて報告

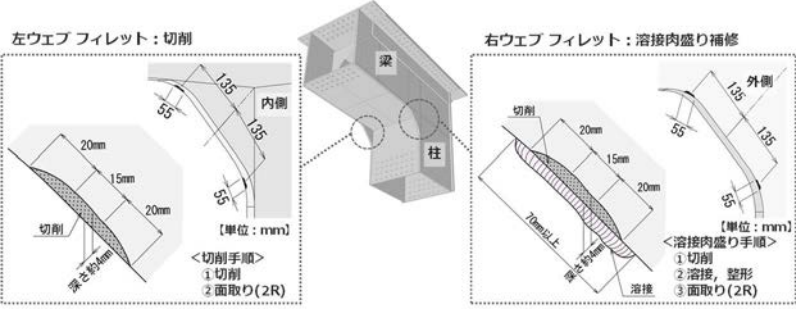


図3 フィレット部の補修要領

様に図2の応力参照点における応力範囲が、引張領域で70N/mm²となるようにした。No.4試験体は、No.2にてき裂が確認された载荷回数の2倍以上である385.8万回载荷時点においても、溶接補修部や切削部を含め、着目箇所にて疲労き裂は確認されず、载荷を終了した。

3. 载荷終了後の調査

3.1 調査概要

実験終了後、No.1, 4試験体ともに上フランジを撤去し、隅角部の内面側を含め、超音波探傷試験および磁粉探傷試験（以下、MT）によるき裂の調査を実施した。なお、試験体の上フランジは、ボルトにて開閉可能な構造としていた。

MTにより、No.1, 4試験体で各1箇所、隅角部内面側の溶接ビード部にき裂が確認された。なお、き裂が発生した溶接ビードは、試験体製作時に仕上げを施していない。き裂の起点等、詳細を分析するため、破面調査を実施した。試験体からき裂部を切り出し、液体窒素に浸漬後、三点曲げ载荷によりき裂部を破断させ、目視により破面観察した。

3.2 No.1 圧縮試験体

図4にNo.1試験体のき裂発生箇所を示す。き裂は、载荷により引張応力が生じる、試験体の背面側で確認された。図5にき裂および破面の状況を示す。MTで確認できた表面き裂は、溶接ビードの交差部に発生しており、鉛直方向の溶接ビードには凹凸も見られた。き裂の全長は、約40mmであった。破面には溶接欠陥等は見られず、複数のラチェットマークが確認できた。疲労き裂の進展深さは、約14mmであった。最も明瞭なラチェットマークは、溶接ビードの形状が急変している箇所に見られ、この付近に応力集中が生じ、き裂の起点となった可能性が考えられる。

3.3 No.4 きず補修試験体

図6にNo.4試験体のき裂発生箇所を示す。き裂は、载荷により引張応力が生じる、試験体の前面側で確認された。図7にき裂および破面の状況を示す。MTで確認できた表面き裂は、溶接ビード止端部から溶接ビード内にかけて発生し、貫通していた。き裂の全長は、内面側で約64mm、外面側は約43mmであった。破面には溶接欠陥等は見られず、複数のラチェットマークが確認できた。最も明瞭なラチェットマークは、溶接ビード止端部に見られ、この付近に応力集中が生じ、き裂の起点となった可能性が考えられる。

4. まとめ

隅角部を模した試験体による疲労実験を実施し、本稿ではNo.1, 4試験体の結果を報告した。従来鋼による既往実験¹⁾に比べ、No.1で3.2倍、No.4で2.0倍の疲労ダメージ³⁾を与えたが、着目箇所であるフィレット部に疲労き裂は確認されなかった。またNo.4は、160万回载荷時点で疲労き裂が確認されたNo.2と比べ、2.2倍の疲労ダメージ³⁾を与えたが、溶接補修部および切削部に疲労き裂は確認されなかった。その後の調査で、隅角部内面側の溶接ビード非仕上げ部に疲労き裂が確認された。き裂は、溶接ビードの形状変化部や止端部付近から発生したと推測される。よって、供用下の活荷重による応力範囲が大きい隅角部は、箱内面側も含め、製作時に溶接ビードの仕上げレベルを検討する必要がある。

参考文献

- 1)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
- 2)瀬谷ら：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，土木学会第77回年次学術講演会，I-81，2022.9
- 3)井口ら：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（その2），土木学会第78回年次学術講演会，2023

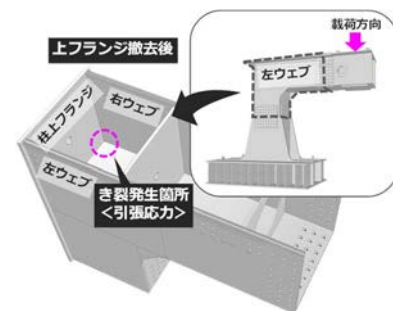


図4 き裂発生箇所（No.1試験体）

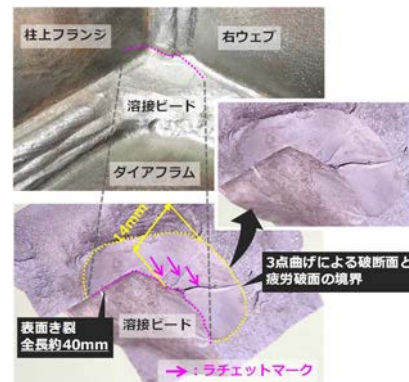


図5 き裂および破面（No.1試験体）

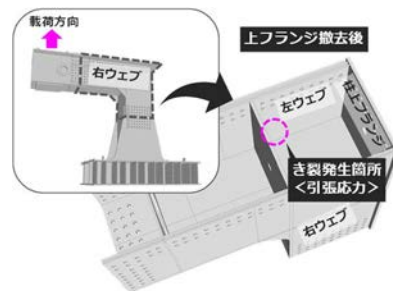


図6 き裂発生箇所（No.4試験体）

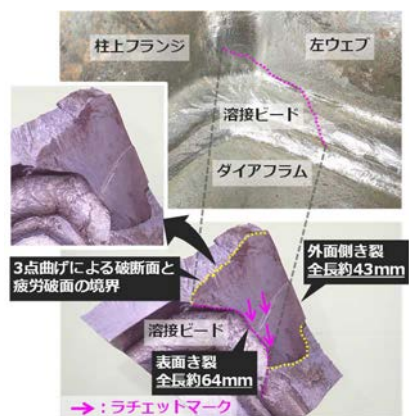


図7 き裂および破面（No.4試験体）