

フィレットおよびスカラップを有する鋼製橋脚隅角部の疲労検討

首都高速道路公団 正会員 山本泰幹 正会員 斉藤 亮
 (社)日本橋梁建設協会 正会員○瀧脇洋志 正会員 岩崎初美 正会員 清川昇悟 加藤永護

1. はじめに

鋼製橋脚隅角部の溶接品質の確保を目的とした3溶接線交差部をスカラップ化した構造について、溶接作業性及びUT検査性の観点から形状を検討した結果、従来にない大きなスカラップが必要になる。一方で、隅角部にフィレット構造を適用した場合、3溶接線交差部付近の局部応力が低減されるため¹⁾、スカラップによる断面欠損や応力集中による橋脚の疲労耐久性に対する影響は小さいと推測される。そこで、本研究ではフィレットおよびスカラップ構造が新設橋脚の疲労へ及ぼす影響について検討した結果について報告する。

2. 疲労検討の概要

首都高速道路で最近建設された標準的な門型橋脚を対象として(図-1)、橋脚全体を対象とした線形FEM解析で検討した。解析には汎用FEM解析プログラムのMSC/NASTRANを用いている。解析ケースは、フィレットおよびスカラップの有り・無しにより、表-1に示す3ケースとした。

門型橋脚は、対称性から1/2形状をシェル要素にてモデル化し、3溶接線交差部近傍の応力集中が十分に把握できるように、隅角部は25mm、スカラップ周辺は10mm以下のメッシュで要素分割した。図-2に示すように、境界条件は柱基部を完全固定とし、活荷重によるフィレットおよびスカラップ周辺の応力振幅量を比較するため、上部工位置にT荷重(200kN)を载荷した。

各ケースの応力集中度とその発生箇所の傾向について、図-3に示すように、板厚および溶接脚長を考慮して、柱フランジと梁フランジの交差線から50mm離れた位置において比較検討した。

3. 検討結果

解析結果を図-4～図-7に示す。

図-5に示すように、横梁下フランジの十字継手部(着目部①)における、フィレットの有無による最小主応力の違い(ケース1とケース2)は23%であった。また、スカラップの有無による最小主応力の違い(ケース2とケース3)は50%であった。

着目部①は鋼構造物の疲労設計指針²⁾に定められた荷重伝達型の十字溶接継手(完全溶込み溶接、仕上げ継手、D等級)に比較的近い継手である。板曲げの影響や柱フランジの応力を考慮すると、疲労設計指針に示す強度等級をそのまま適用することはできないが、ここでは概算比較した。照査は簡便な方法³⁾でおこない、最大荷重単位

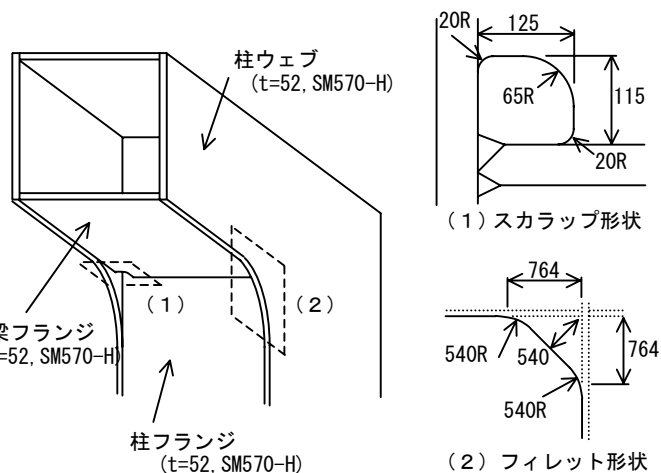


図-1 スカラップ構造の隅角部の検討形状

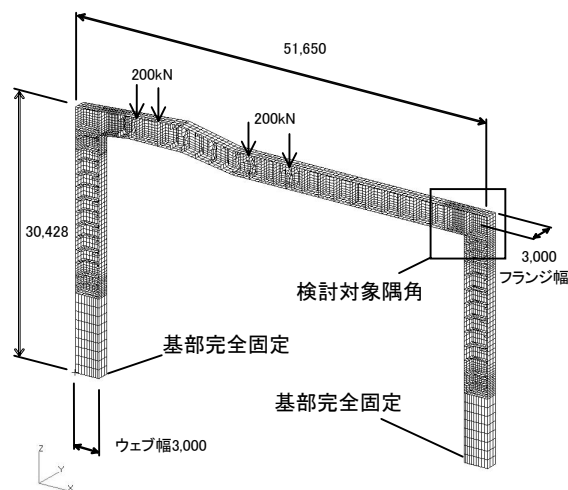


図-2 解析モデル概略図

表-1 解析ケース

	フィレット	スカラップ
ケース1	無し	無し
ケース2	有り	無し
ケース3	有り	有り

キーワード：鋼製橋脚、隅角部、スカラップ、フィレット、疲労、FEM解析

連絡先：〒100-8930 東京都千代田区霞が関1-4-1 首都高速道路公団 工務部 設計技術課

TEL 03-3539-9463 FAX 03-3502-2411

(T-60) の荷重による応力振幅は、T 荷重(200kN)により求めた解析結果を3倍した。スカラップ部の最小主応力分布を図-7に示す。解析の結果、スカラップ付近の発生応力振幅は最大でも $5.4 \times 3 = 16.2$ MPaで、打ち切り限界値(D等級: 84MPa)に対しては十分に小さいことがわかった。

次に、着目部②の柱ウェブと柱下フランジの角溶接部のスカラップ部における最小主応力の最大値を比較すると、ケース2はケース1に対して22%であった(図-4)。これはフィレットの剛性が影響していること、およびウェブのせん断応力度がフィレットにより

低下し、フランジに作用するシアラグの影響も低下するためと考えられる。ケース3の場合、最小主応力はフィレット端部近傍で最大値となるが、同箇所でのスカラップの無いケース2とは、おおよそ同じ値であることがわかる。

最大応力が生じるフィレット先端部近傍の発生応力振幅は、前述と同様にして、 $3.07 \times 3 = 9.21$ MPaとなる。溶接部の応力方向は梁軸方向とは必ずしも一致しないため、疲労強度が異なる可能性もあるが、継手形状が類似する縦方向溶接継手(完全溶込み溶接、D等級)の打ち切り限界値(D等級: 84MPa)に対しては十分に小さいことがわかった。

4. まとめ

鋼製橋脚隅角部のスカラップ化した構造の疲労の影響について検討したが、フィレットにより最大発生応力が大幅に低下するため、スカラップに起因する応力分布の変化はあるものの、その応力は十分に小さく特異的な影響も確認されなかった。

参考文献: 1)時田, 並川, 溝口他: 新設鋼製橋脚隅角部におけるフィレット構の応力低減効果(その1)~(その3), 土木学会第58回年次学術講演会, I-424~426, 2003.9

2) (社) 日本道路協会: 鋼道路橋の疲労設計指針, 2005.3

3) (社) 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

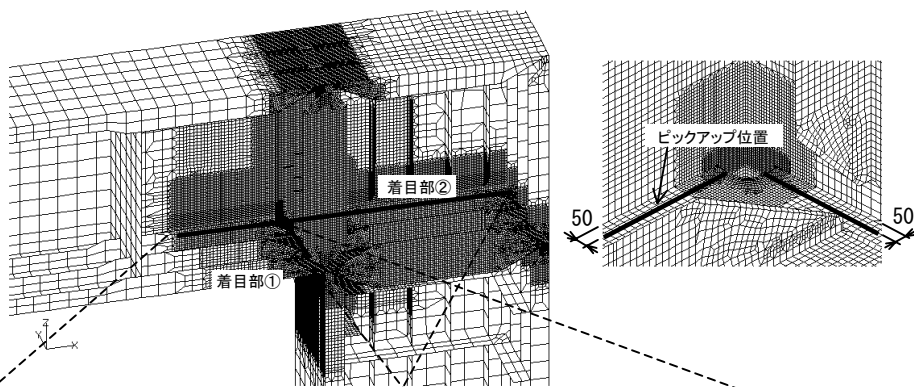


図-3 応力ピックアップ位置

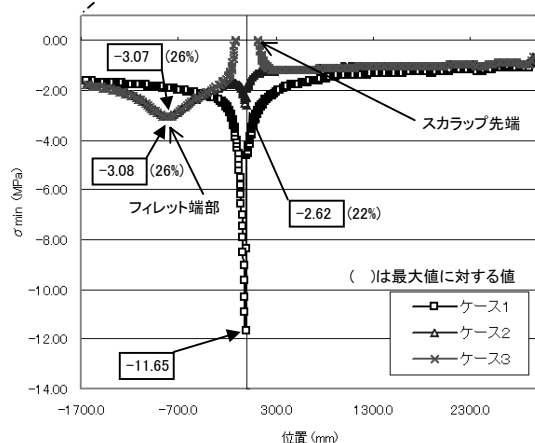


図-4 着目部②の最小主応力分布
(梁フランジ下面: 梁軸方向)

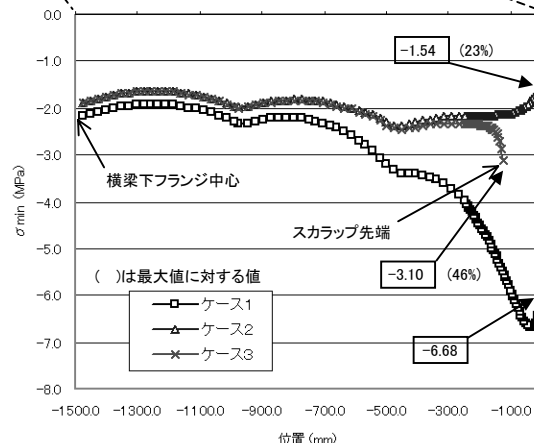


図-5 着目部①の最小主応力分布
(梁フランジ下面: 梁軸直角方向)

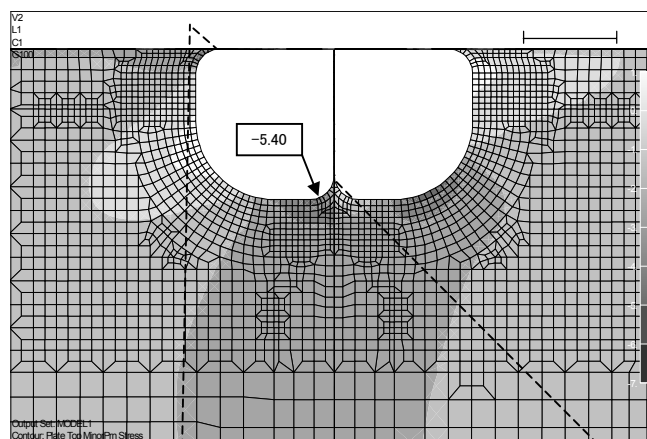


図-6 最小主応力コンター図

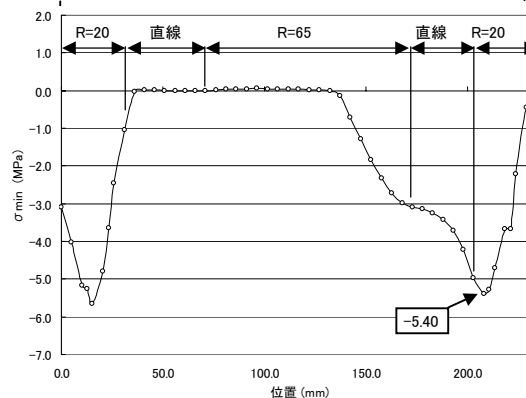


図-7 スカラップ表面の最小主応力分布
(梁フランジ下面: 梁側スカラップ周長方向)