

付属柱基部の補剛リブ溶接継手部疲労き裂周辺における応力振幅比

岩手大学 学生会員 ○浅野 雄斗 岩手大学 正会員 大西 弘志
 岩手大学 正会員 杉本 悠真 岩手大学大学院 学生会員 齊田 涼

1. はじめに

現在、道路標識柱や照明柱（以下、付属柱）の疲労の損傷点検は目視や打検により行われており¹⁾、必要に応じて非破壊検査を行い安全確保している。ただし、一般的に行われてる非破壊検査では適用範囲、検出精度、検査費用に様々な問題がある。

先行研究として柿崎ら²⁾が岩手大学で行った研究では、面外ガセット溶接継手を用いた振動疲労試験及びFEM解析を行った。試験体概要とひずみゲージ貼り付け位置をそれぞれ図1と図2に示し、長手(X軸)方向と長手直角(Y軸)方向の応力振幅の比である応力振幅比（Y軸方向の応力振幅/X軸方向の応力振幅）と繰り返しの関係に着目したグラフを図3に示す。

図3より、G3ゲージ位置での応力振幅比が増加する傾向が見られた。しかし、そのほかのゲージ位置においてはほとんど変動しなかった。これにより、応力振幅比に着目することで、溶接止端部に発生したき裂の近傍では応力振幅比が増加し、遠方では明確な変化は見られないことが分かる。

本研究では、柿崎氏の先行研究を参考に曲面を有する付属物基部補剛リブ溶接継手に生じた疲労き裂に加え、長手直角方向に標識版が受ける風の影響を想定したねじりモーメント追加した場合の応力振幅比を用いたき裂検出手法が有効かどうかを検討するため、付属物基部を対象としたFEM解析を行い、溶接部近傍の応力振幅比を確認し、き裂検出に使用する定量的な指標として用いることができるかどうか検討を行った。

2. 解析概要

3次元FEM汎用解析ソフト(abaqus)を用いたFE解析を行い、き裂周辺の応力状態を確認した。

解析モデルの材料特性は、ヤング率 $E=210\text{kN/mm}^2$ 、ポアソン比 $\nu=0.3$ と設定した。

解析モデルは、図3に示すように付属物基部の部分モデルとし、解析対象部をソリッド要素、その他支柱や周りのリブはシェル要素、そして対象部から上の支柱部分のはり要素でモデル化を行った。解析対象部およびき裂周辺の要素サイズは1mmとし解析対象部とそれを囲むシェル要素および支柱のシェル要素は結合とした。同様に、支柱と解析対象部をソリッド要素で作成したリブを結合した。また、支柱の上端部にMPC拘束を

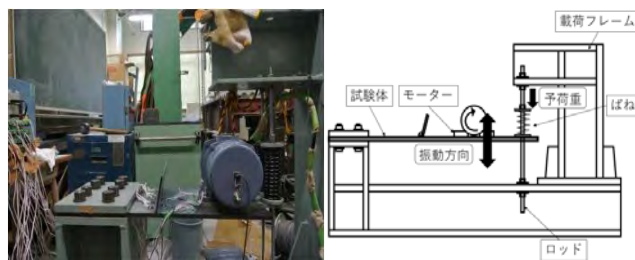


図1 振動疲労試験機概要

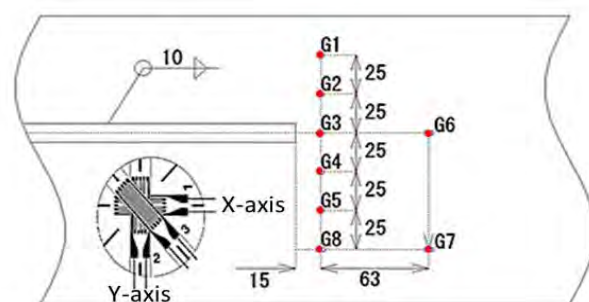


図2 ひずみゲージ貼り付け

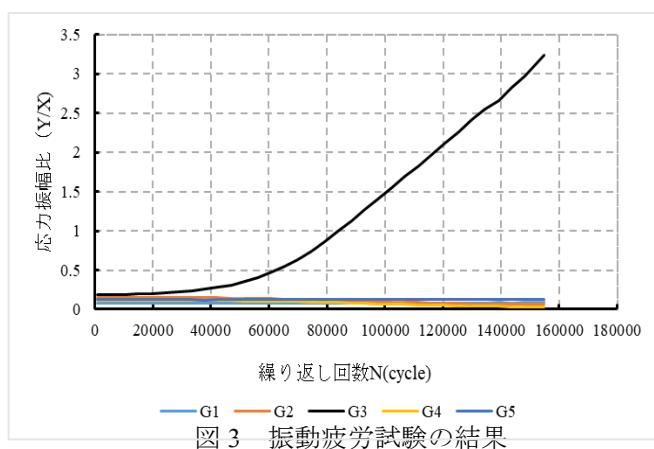


図3 振動疲労試験の結果

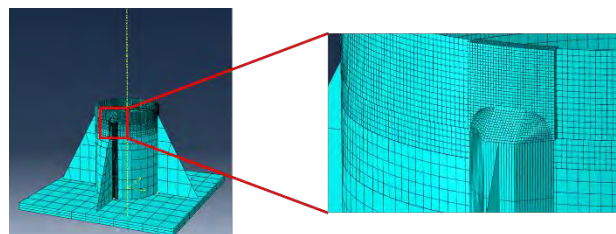


図4 FEM解析モデル

2) 柿崎捷吾, 大西弘志, 斉田涼：鋼構造物疲労亀裂

利用して、はり要素で部分モデル上部を作成した。境界条件としてベースプレート下面に完全拘束を与えた。寸法は、ベースプレート 500mm×500mm, 支柱の直径 216.33mm, 高さ 700mm, リブ厚さ 12mm, 高さ 250mm とした。

き裂は、補剛リブ溶接継手上端部からき裂が進展する過程を想定し、き裂長さを無き裂, 0mm, 4mm, 6mm, 8mm, 12mm, とした。き裂長の詳細を図5に示すが本論文では 6mm, 8mm, 12mm のモデルのみを示している。き裂深さについてはき裂深さを(き裂深さ/き裂長=1/2~1/3)³⁾程度と仮定しモデルを作成した。測定位置はき裂から X 軸方向に 5mm の位置を対象とし、その要素位置を MainPoint(MP)とする。また、右に 5mm, 左に 5mm をそれぞれ R5, L5 とし、MP から 10mm 離れた点を R10, L10 とする。

3. 解析結果

図6で示した各測定位置での応力振幅比の変動についての得られた結果を図7に示す。

全ての測定位置においてき裂長 8mm までの応力振幅比は 0.3~0.4 の間で収まり、ほぼ同じ値を示した。また、き裂長が 8mm の場合では、MP の位置で応力振幅比の増加が確認され、き裂長 12mm の場合では、応力振幅比は同様に増加し、応力振幅比の値は 0.8 まで増加した。ほかの位置ではこれほどの増加傾向は見られなかった。このように MP の位置において応力振幅比が増加する傾向を示した理由は、無き裂状態での主応力方向は長手方向(X軸)を向いているが、き裂の発生・進展に伴い支柱の表面を伝達している主応力がき裂を避けるような向きとなる。そのため、長手方向(X軸)の応力振幅比が減少し、応力振幅比(X/Y)が増加したと考えられる。

以上より、曲面に接する補剛リブを有する付属柱基部において、溶接止端部の近傍で応力振幅比の変動を確認した場合でも、き裂の有無の判定が可能であると考えられる。

4. 考察

本検討から得られた知見を以下に示す。

(1) き裂の発生・進展に伴う各軸方向の応力振幅の変動により、き裂発生の影響範囲において、ねじりモーメントや曲面の条件を加えた場合も、応力振幅比が増加することが分かった。

(2) 補剛リブを有する付属物基部において、曲面であっても補剛リブのまわし溶接部の上端の垂直上約 5mm にある MP の応力振幅比を確認した場合、き裂の有無の判定が可能である。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局：付属物（標識、照明施設等）点検要領 2019.3

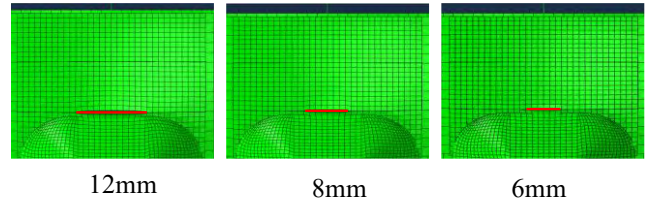


図5 き裂長詳細(mm)

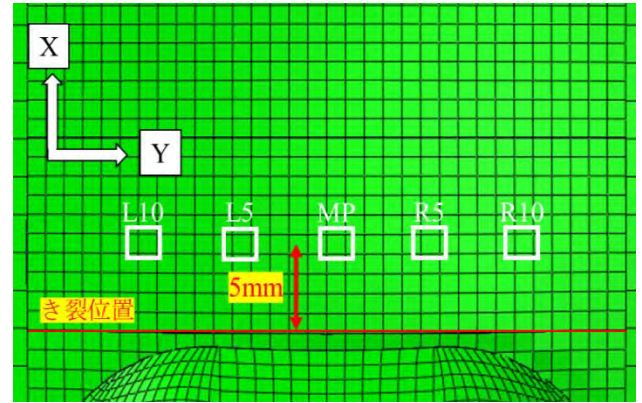
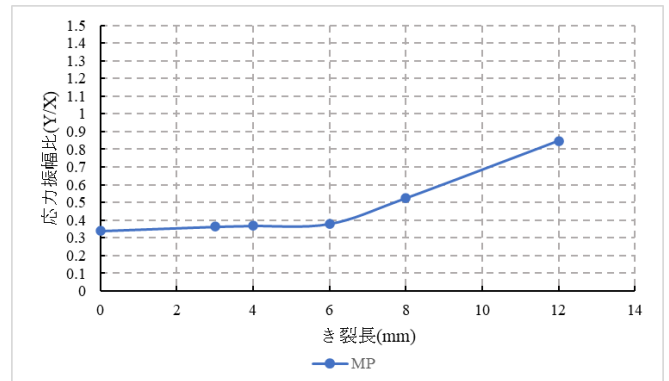
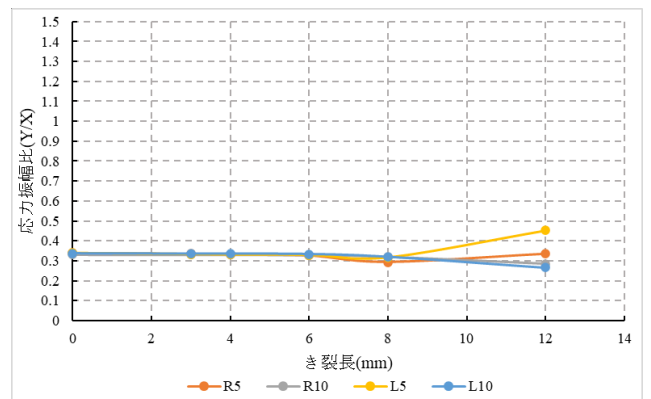


図6 解析対象部



(a) MP の応力振幅比



(a) その他の応力振幅比

図7 応力振幅比(X/Y)

発生・進展による応力振幅比の変動に関する解析的検討 材料学会 2022

- 3) 坂野昌弘, 新井正樹：面外ガセット溶接継手の疲労強度に及ぼす板厚の影響 2004.7.