

小径ストップホールの径と位置が溶接部の応力集中に与える影響

岐阜大学 学生会員 ○鈴木元啓 正会員 木下幸治
 芝浦工業大学 正会員 穴見健吾 名古屋大学 正会員 判治剛
 三井造船鉄構エンジニアリング 正会員 内田大介

1. 背景

鋼構造物に生じた疲労き裂へのストップホール（以下，SH）の施工はき裂進展の遅延や停留などの効果が期待できる。溶接部にSHがかかる部位や、き裂先端にSHをあけることが出来ない狭隘部など、通常の孔径ではSHの施工が困難な箇所に疲労き裂が生じた場合には、小径のSHの適用が考えられる。しかし、小径のSH孔壁の応力集中が通常のSHよりも高いことから、溶接部にかかる場合には溶接部とSH孔壁の応力集中が重ならないように配慮する等、その施工法に関する検討が必要である。

本研究では、溶接部にかかる小径SHを対象として、小径SHの径と位置が溶接部の応力集中に与える影響について明らかにすることを目的として、小径SHの位置と直径をパラメータとした荷重非伝達型十字溶接継手の3次元FEM弾性解析を行った。

2. 解析方法

図-1に本研究で対象とした荷重非伝達型十字溶接継手を示し、図-2に継手の解析モデルを示す。板厚9mmのSM400とし、溶接部の脚長は8mmとした。ガセット高さは50mmとした。解析モデルの対称性から1/4モデルとし、解析では母材の片端側を完全固定として、反対側に強制変位を与えた。なお、本研究ではSHについての基礎的な検討を進めており、き裂のモデル化は今後行う解析で考慮する予定である。溶接止端と溶接ルート内に生じる局部応力を評価するために、国際溶接協会（IIW）において提示されているエフェクティブノッチストレスを用いることとし、小径SHを設けた側の溶接止端に半径1mmのノッチを設けた。最小メッシュサイズを0.05mmとして、ノッチと小径SH近傍を細かく分割した。また、後述するが、小径SHを移動させるに従って応力集中が溶接止端に沿って移動するため、応力集中の位置を正確に求めるた

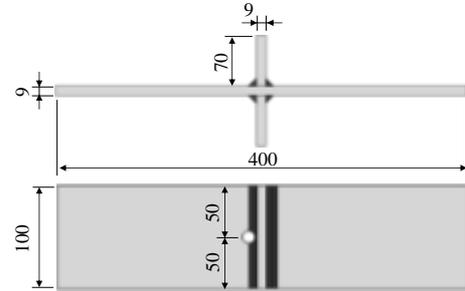


図-1 荷重非伝達型十字溶接継手

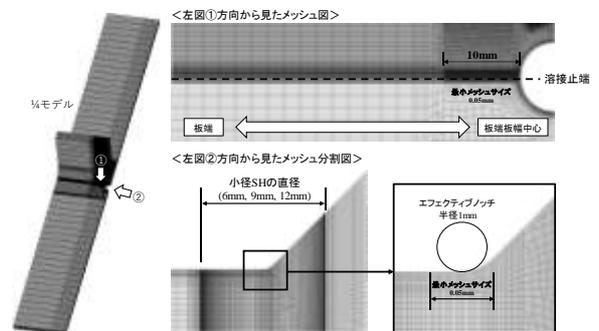
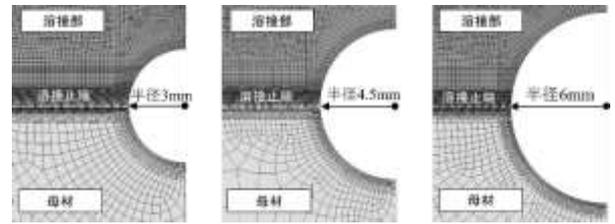
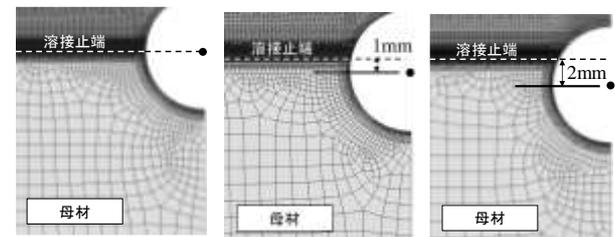


図-2 解析モデル



(a) 直径 6mm (b) 直径 9mm (c) 直径 12mm

図-3 小径SHの直径変更



(a) 移動量 0mm (b) 移動量 1mm (c) 移動量 2mm

図-4 小径SHの移動

めに溶接止端に沿って移動量により10mm~20mmの範囲を細かく分割した。

図-3に小径SHの直径を変化させた解析モデル、図

キーワード：小径ストップホール，FEM，疲労き裂

連絡先：岐阜大学工学部社会基盤工学科 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1番地1 tel :058-293-2424

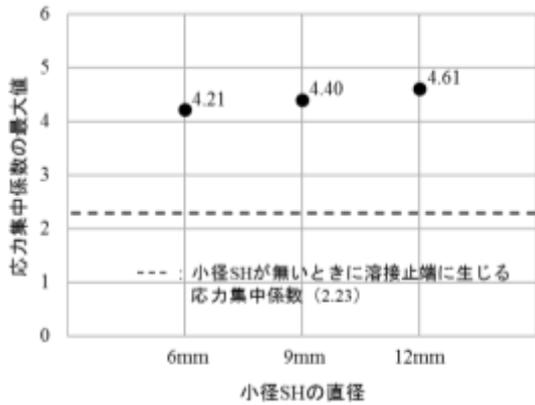


図-5 直径ごとの応力集中係数

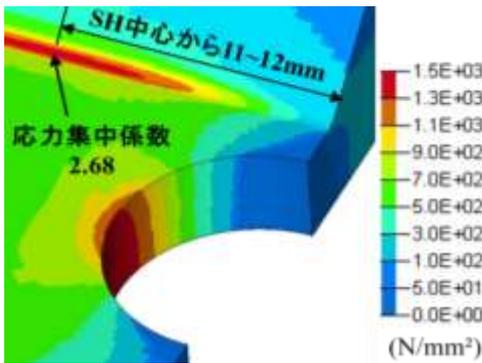


図-6 最大主応力分布(移動量 8mm, 直径 12mm)

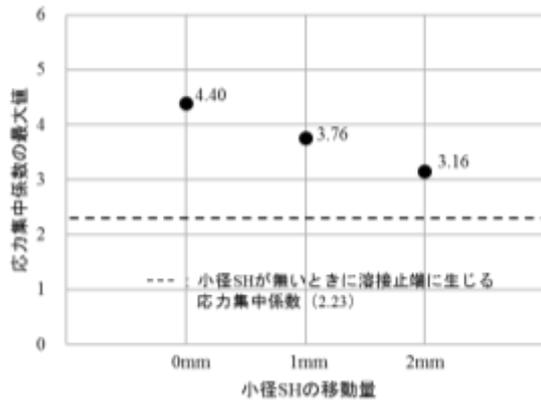


図-7 移動量ごとの応力集中係数(直径 9mm)

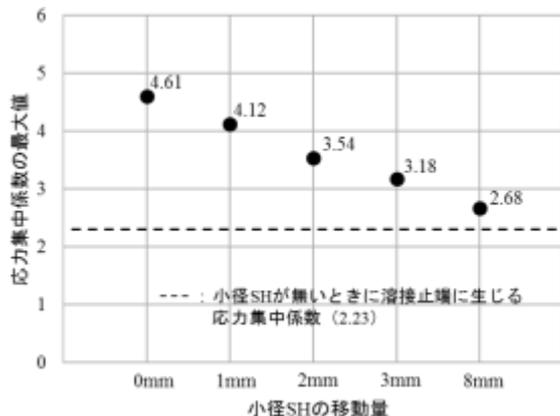


図-8 移動量ごとの応力集中係数(直径 12mm)

—4に小径SHを移動させた解析モデルの例を示す. 直径を変化させた解析ケースでは, 小径SHが無いモデルと小径SHの直径を6mm, 9mm, 12mmでかつ小径SHの中心が溶接止端と重なる位置とした3種類のモデルの応力集中係数を比較した. 一方, 小径SHを移動させた解析では直径9mmの小径SHの中心を溶接止端から1~2mm母材側(余盛の反対側)に移動させた場合の解析ケースと, 直径12mmの小径SHの中心を溶接止端から1~8mm移動させた場合の応力集中係数を比較した.

3. 解析結果と考察

図-5に解析より得られた各直径の応力集中係数を示す. 応力集中係数は溶接止端部と小径SHの交差部に生じた最大主応力の最大値から算出した. なお, 文献1)において板厚12mmの鋼板を用いた荷重非伝達型の十字継手(溶接脚長5mm)のモデルの溶接止端部のエフェクティブノッチに生じる応力集中係数は2.42であり, 本解析から得られた小径SHが無い時に溶接止端部に生じる応力集中係数は2.23であったことから, 概ね既往の研究と同様の結果が得られたと言える. 図-5より, 小径SHを有するケースでは, 応力集中係数が4.21~4.61と直径が大きくなるに従い若干応力集中係数が増加することが分かった.

図-6に直径12mmの小径SHを8mm移動させたときの小径SH周囲の応力分布を示す. 図-6より, 小径SH中心の位置が溶接止端より離れるに従い, 応力集中箇所が溶接止端に沿って移動していくことが分かった. これより, 移動した応力集中箇所の最大値により結果を整理することとした. 図-7, 図-8に小径SHの移動量ごとの応力集中係数の最大値を示す. 図-7, 図-8より, 小径SHの移動量が大きくなると, 応力集中係数の最大値は小さくなることが分かった. ただし, 小径SHが無いときに溶接止端に生じる応力集中係数は下回らなかったことから, 小径SH周辺の応力集中低減のための止端仕上げの効果などについて今後検討する.

謝辞: 本研究は日本鋼構造協会「鋼橋の強靱化・長寿命化研究委員会」

(委員長 館石和雄 名古屋大学教授)の「疲労強度研究部会」(部会長 穴見健吾)における活動の一部として実施しているものである. 関係各位に深く御礼申し上げます.

参考文献: 1) Wolfgang Fricke: Round-Robin Study on Stress Analysis for the Effective Notch Stress Approach, IIW document XIII-2129-06 / XV-1223-06.