

亀裂の当て板補修における荷重分担に関する解析的検討

長崎大学 正会員 ○中村聖三, 奥松俊博, 西川貴文
同上 学生会員 川添優人, 藤田啓輔

1. はじめに

近年, 高度経済成長期に建設された橋の老朽化による疲労き裂が顕著に表れており, 構造物の維持管理が重要になってきている. 疲労き裂に対する補修方法として, 当て板補修があげられるが, 使用する当て板のサイズや板厚, ボルトの本数の明確な設計法が確立されていない. そこで, 本研究では有限要素解析を用いて, 当て板モデルの応力分布を検討するとともに, き裂に対する当て板の板厚とき裂の大きさのパターンから当て板補修・補強に及ぼす影響について検討する.

2. 解析モデル

既往研究¹⁾で行われた, 摩擦接合接手の引張試験の結果より境界条件を参考とした. 図1で示す解析モデルは対称性を考慮した1/4モデルとし, 境界条件は図2に示すように母材及び当て板の側面をZ軸方向, 当て板の側面をX軸方向, 母材のチャック範囲を100mmとしてZ軸方向に固定した. 使用鋼材については表1に示す値に設定した.

3. 解析方法

解析ソルバーは, MSC Nastran2019であり, 境界非線形性(接触)を考慮した静的弾塑性有限変位解析を行った. ボルト軸力の平均値165kNをボルト頭部への強制変位によって与えた. 次に, 当て板の端部を固定し, 母材の端部に引張の強制変位を与えることで, 引張試験時の状態を再現した. 接触面及び接触する可能性のある面には試験で得られている滑り係数0.68を導入した. 座金と母材の摩擦係数は母材と当て板の滑りに影響しないように0.005とした.

4. 解析モデルの妥当性の検討

既往研究¹⁾で行われた, 荷重-開口変位関係との実験結果と, 解析結果との比較を図3に示す. 解析では動摩擦係数を静止摩擦係数と同じとしているため, すべり後の大きな荷重低下は再現できていない. 解析におけるすべり耐力を荷重-開口変位関係の傾きが変化

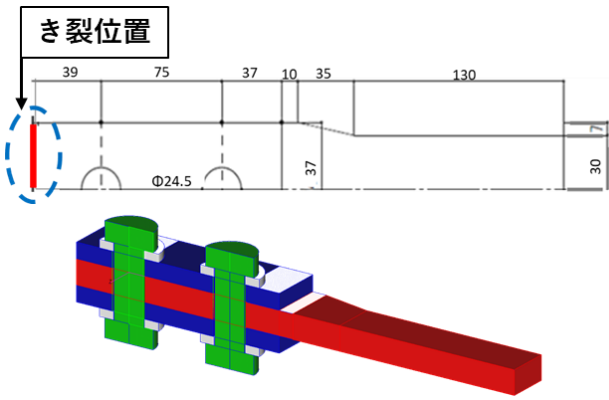


図1 当て板モデル

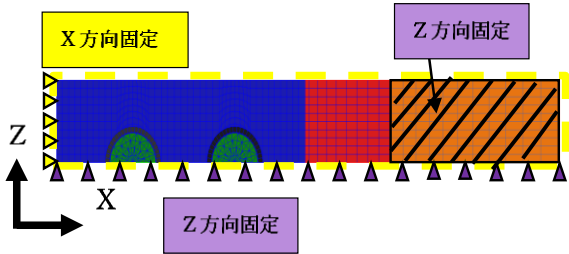


図2 境界条件

表1 降伏応力, 引張強度

	応力(N/mm ²)	
	降伏	引張
鋼材(SS400)母材	281	439
鋼材(SS400)当て板	281	429
ボルト F10T相当	900	1000

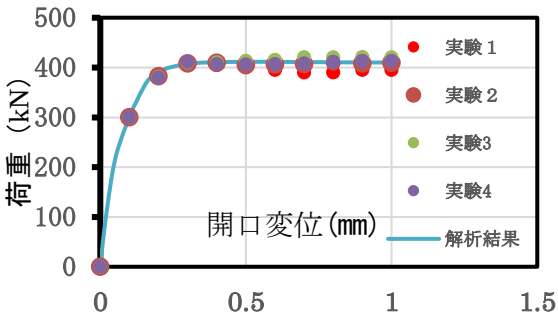


図3 荷重変位曲線

キーワード 当て板補修 疲労亀裂 FEM 解析

連絡先 長崎大学工学研究科社会環境デザインコース(〒852-8521 長崎市文教町 1-14)

したときの荷重と考えると、引張試験の結果と解析結果はほとんど同じ荷重ですべりが起きていることがわかる、これにより境界条件及びモデルは妥当であると判断し、これらの条件を用いて、当て板補修のパラメトリック解析を行うこととした。

5. パラメトリック解析

5.1 解析パラメーターと解析方法

当て板の板厚 (6, 9, 12mm)、き裂長さ (55.5, 37, 18.5mm) を組み合わせ、9 種類のモデルを作成し、摩擦接合接手と同様の境界条件及び物性値を用いて解析を行った。

5.2 解析結果

各厚さの当て板に対してき裂の長さを変えたときに当て板で伝達される荷重の割合 (ここでは当て板伝達率と呼ぶ) の変化を図 4 に示す。当て板の板厚によらず、き裂長さが増加するにつれて、当て板の荷重伝達割合は増加している、これは母材の断面積がき裂によって減少していることが原因だと考えられる。また、同じき裂長さに対しては、当て板の厚さが薄いほど、当て板伝達率が低下している。当て板 6mm は当て板に荷重が約 15%しか伝達しておらず、母材に高い割合で荷重がかかっている。このことから 6mm の当て板は十分な補修効果が得られていないものと考え、原因として、母材よりも当て板のほうの方が薄いため、荷重が上手く伝達しなかったことが考え

れる。また、図 5 に示す母材応力分布図より、当て板の板厚が減少するほどき裂先端部分に応力が集中していることがわかる。図 6 に示す変形図をみると、当て板 6mm は 12mm よりも変形が大きくなっており、き裂先端部で応力集中が高くなることが理解できる。

6. まとめ

本研究により得られた知見を以下に示す。

- ・き裂が長さは当て板の伝達率に影響し、亀裂が長くなるにつれ荷重の当て板伝達率は高くなる。
- ・当て板の板厚が厚くなるにつれて荷重の当て板伝達率は高くなり、き裂に対して影響も少なくなる。
- ・当て板が 6mm 以下もしくは母材よりも薄くなると当て板に伝達する割合がかなり小さくなりき裂に対してもかなり影響が出てくる。

参考文献

(1) 網谷岳夫ら：摩擦接合重ね継手のすべり耐力と降伏耐力に関する解析的検討，鋼構造論文集 第 24 巻第 96 号，2017.12

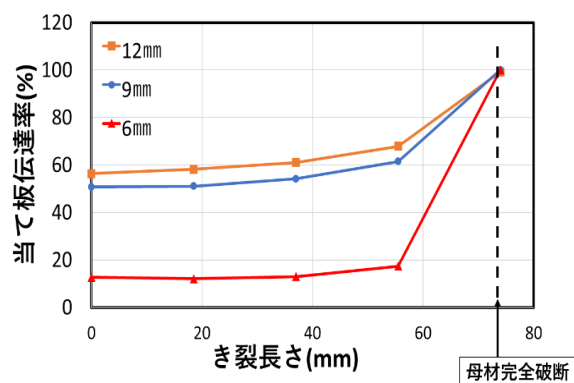


図 4 当て板応力伝達率

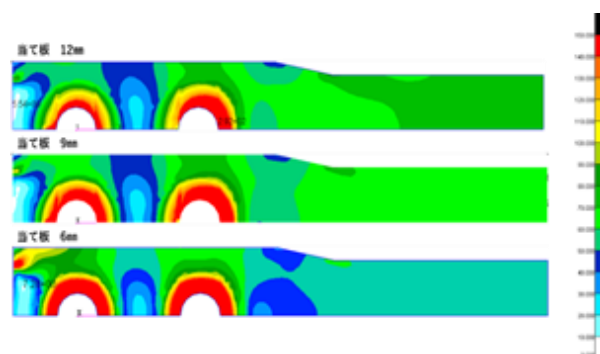


図 5 応力分布図

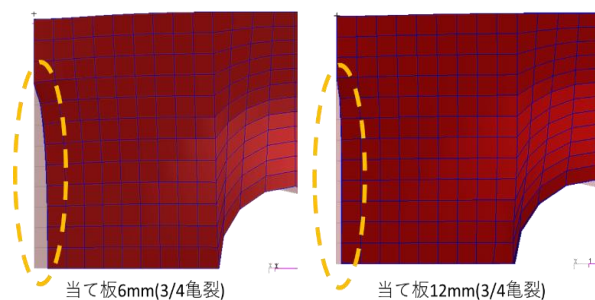


図 6 母材亀裂部の変形挙動図(50 倍)