

き裂に対する当て板補修設計法に関する基礎的研究

長崎大学 学生会員 ○藤田啓輔 長崎大学大学院 正会員 中村聖三
長崎大学大学院 正会員 奥松俊博 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建てら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、どの程度の大きさのき裂に対してどの当て板を使えばいいという明確な定義が得られておらず、過度な大きさの当て板による自重の増加などが問題になってきている。そこで、本研究では構造解析を用いて、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ことが本研究の目的である。

2. 解析モデルの検討

2-1 解析概要

解析では既往研究で行われた、摩擦接合接手の引張試験の結果より、当て板解析モデルの境界条件及びモデルの妥当性を検討し、それを元に亀裂を伴った当て板補強の解析を行い寸法による違いを検討する。

2-2 解析モデル

解析モデルの寸法、及び部材を図1に示す。モデルは対称性を考慮した1/4モデルで作成を行った。部材の降伏応力を表1に示し、弾性係数は200kN/mm²、ポアソン比は0.3とした。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軸方向に、当て板の側面をX軸方向に固定した。母材のチャック範囲を100mmとしてZ軸方向に固定した。実寸大と一致するように固定を行った。

2-3 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。はじめに、軸力を導入し、軸力は試験で測定された荷重載荷直前のボルト軸力の平均値165kNとした、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た。試験機のチャック範囲100mmは両面とも板厚方向の変位を拘束し、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滑



写真-1 疲労き裂の例

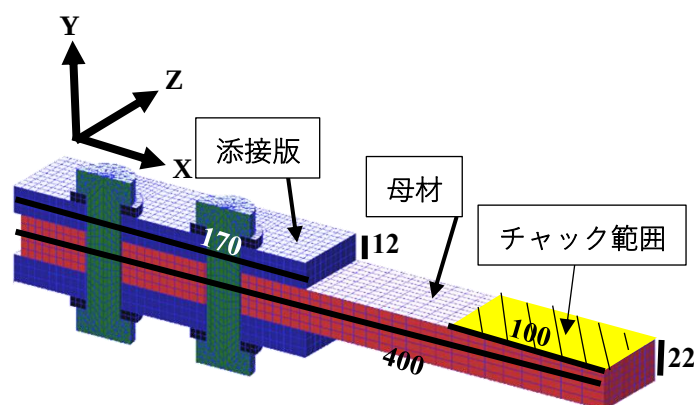


図1 解析モデル

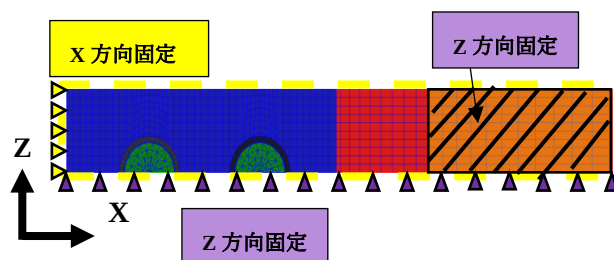


図2 境界条件

表1 解析で用いた応力

材料	応力 (N/mm ²)	
鋼材 (SS400)	降伏	281
	引張	439
鋼材 (SS400)	降伏	281
	引張	426
ボルト F10T相当	降伏	900
	引張	1,000

り係数 0.68 を導入する。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 0.05 とした。

2-4 解析結果

解析では動摩擦係数を静止摩擦係数と同じとしており、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は荷重－開口変位関係の傾きが変化したときの荷重とした。

開口変位と荷重を比較した解析結果を、図 3 に示す。図より既往研究の同寸法の試験体を用いた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こることが分かる。これにより境界条件及びモデルは妥当であることからこれらの条件を用いて、当て板補強の解析モデルへの応用を行う。

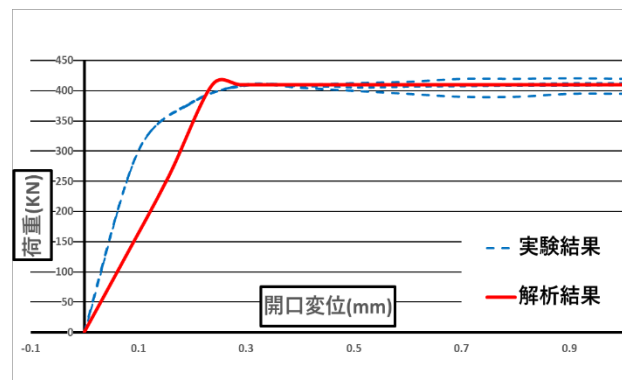


図 3 荷重変位曲線

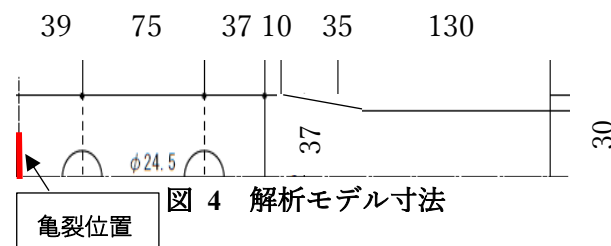


図 4 解析モデル寸法

3. パラメトリック解析

3-1 解析モデル

解析モデルを図 4、図 5 に示す。亀裂は図 4 に示す部分に入れる。当て板の板厚が 9mm と 12mm のモデルを扱い、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う。

3-2 解析方法

亀裂の長さを 55.5mm, 37mm, 18.5mm(表 2)変化させそれぞれの板厚で摩擦接合接手と同様の手順で解析を行う。母材がボルトに当たるまで荷重を加え、板厚がそれぞれの亀裂に対してどのような影響を及ぼすのかを解析的に検討を行う。

4. まとめ

本研究では、構造解析を用いて解析モデルの検討を行った。摩擦接合接手の実験結果及び解析結果より、境界条件及び解析方法は妥当であるといえる。

5. 今後の展望

- ・当て板補強の解析結果に関しては発表当日に報告する
- ・応力分布図及び変形挙動図を用いることによってすべり耐力が変化するメカニズムの検討を行う。
- ・解析結果より安全な当て板の寸法の評価を行う。

参考文献

HOAN BRIDGE FORENSIC INVESTIGATION FAILURE ANALYSIS FINAL REPORT

Wisconsin Department of Transportation and the Federal Highway Administration (写真 1)

鋼構造論文集第 24 巻第 96 号 (2017 年 12 月) 摩擦接合重ね継ぎ手の滑り耐力と降伏耐力に関する解析的検討

構造工学論文集 Vol.59A(2013 年 3 月) 当て板接着補修されたき裂を有する鋼板の応力拡大係数

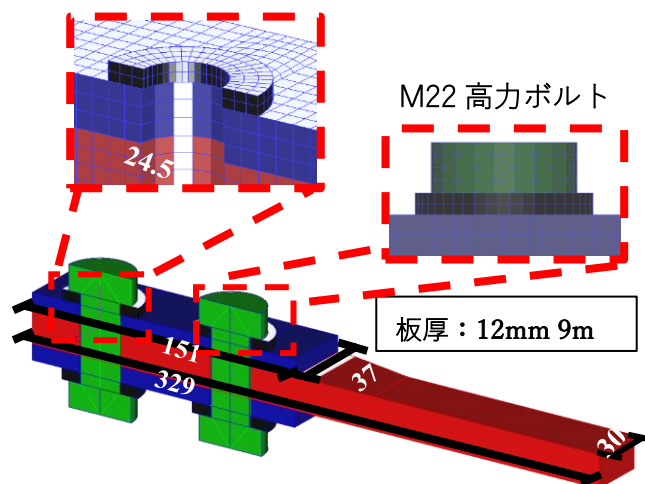


図 5 解析モデル

表 2 解析モデル一覧

	あて板板厚	
	9mm	12mm
	55.5mm(板幅3/4)	
	37mm(板幅1/2)	
	18.5mm(板幅 1/4)	