

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12504 号
------	---------------

氏 名 清川 昇悟

論 文 題 目

疲労き裂に対する当て板補修の設計方法に関する研究
(A Study on Design Methods of Doubler Plate Repair for Fatigue Cracks)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	舘石 和雄
委員	名古屋大学	教授	中村 光
委員	名古屋大学	准教授	判治 剛
委員	法政大学	客員教授	森 猛
委員	名古屋工業大学	准教授	永田 和寿

論文審査の結果の要旨

清川昇悟君提出の論文「疲労き裂に対する当て板補修の設計方法に関する研究」は、鋼橋の疲労損傷に対する補修工法として、ストップホールと鋼板当て板を併用する工法に着目し、その耐力や疲労耐久性を解明するとともに、設計法に関する提案を行ったものである。

1章「序論」では、長年に渡り供用されてきた膨大な量の社会基盤施設を、限られた予算と人材で維持管理していかなければならない現状を踏まえ、鋼橋を長寿命化させることの重要性を指摘し、そのための一方策として、疲労き裂に対する補修・補強工法の合理化と効率化が必要であることを述べた。その上で、ストップホール法および当て板補修に関する既往の知見を取りまとめるとともに、本研究の目的を示し、位置づけを明確にした。

2章「高力ボルト当て板補修の補修効果に関する検討」では、疲労き裂再発の起点となり得るストップホール部の応力集中が、高力ボルトによって添接した当て板によってどの程度低減するかを、実験および有限要素解析により明らかにした。また、応力集中低減効果が、断面増による発生応力の低減と、架橋効果によるストップホール変形の抑制によるものと仮定し、この二つの要因を考慮した高精度な応力集中の推定式を構築した。

3章「ストップホールにボルト締めされた当て板補修の補修効果に関する検討」では、ストップホールと当て板に加えて、ストップホールそのものにボルト締めを行う補修工法に着目し、それによるストップホール部の応力集中低減効果について明らかにするとともに、推定式を構築した。

4章「狭いボルト配置が摩擦接合継手の静的強度に与える影響」では、設計基準類に示される規定よりも狭い間隔でボルトを配置した場合の継手性能と補修効果について検討した。空間上の制約が厳しい補修工事においては、規定よりも狭い間隔でボルトを配置したいニーズがあり、ここでの検討はそれに応えたものである。摩擦接合継手を対象とした実験および解析により、ここで検討した範囲内では、狭配置としてもすべり係数への影響はないことを確認した。また、狭配置にするとすべり後の最大耐力は低下するが、板厚を増すことで回復できることを示した。これらの結果より、板厚や材料強度を適切に選定してすべり後耐力を確保すれば、狭配置としても標準配置の継手と同等の継手性能が得られることを明らかにした。

5章「狭いボルト配置が摩擦接合継手の疲労強度に与える影響」では狭配置の摩擦接合継手の疲労強度に関する検討を行った。疲労試験の結果、標準配置の継手に比べ、作用力方向のボルト配置を狭くしたケースでは疲労強度が低下することが明らかとなった。これらの結果を基に、有限要素解析の結果から得られた応力集中係数と、疲労試験から得られた疲労強度を用いて、摩擦接合継手の疲労強度を板厚で区分する方法を新たに提案した。

6章「高力ボルト当て板補修の合理的な設計法の提案」では、前章までの検討結果を踏まえ、当て板補修における当て板と主板の荷重分担割合を求め、当て板補修のすべり耐力を推定するための設計式を提案した。これにより、当て板補修におけるボルト本数の照査を行うことが可能となった。また、提案した当て板補修後のストップホール部の応力集中係数の推定式と、既往のストップホール部の疲労強度評価式を用いて、当て板補修後のストップホールから疲労き裂を再発させないための応力集中係数の上限値を示した。最後に、本研究で提案する当て板補修の設計法の流れを示した。

7章「当て板補修の効果確認法に関する検討」では、補修効果の簡易な確認方法として、当て板補修後のストップホール部のひずみを当て板上の参照ひずみから推定する方法について検討した。提案した推定式は、実験における参照ひずみからストップホールひずみを高精度に推定できることが明らかとなった。

8章「結論」では本研究の成果をとりまとめている。

以上のように、本研究の成果を活用すれば、ストップホール工法と当て板補修を併用する場合に、疲労耐久性に対する要求性能を満たした上で、高力ボルトや当て板の仕様を合理的に決定することが可能になる。また、補修後の効果確認も、従来に比べて簡易に実施することができる。これらの成果は、鋼橋の疲労き裂に対する補修工法の効果を確実なものとし、鋼橋の長寿命化や信頼性向上に大きく貢献するものであり、工学の発展に寄与するところが多い。よって、本論文の提出者である清川昇悟君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。