

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14949 号
------	---------------

氏 名 丹羽 雄一郎

論 文 題 目

鋼橋支承部ソールプレート溶接部の疲労き裂に対する予防保全型維持管理手法に関する研究

(A study on preventive maintenance management against fatigue cracks around sole plates welded to steel bridge girders)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	館石 和雄
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	判治 剛
委員	名古屋大学	工学研究科	准教授	三浦 泰人
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	加藤 準治
委員	芝浦工業大学	工学部	教授	穴見 健吾

論文審査の結果の要旨

丹羽雄一郎君提出の論文「鋼橋支承部ソールプレート溶接部の疲労き裂に対する予防保全型維持管理手法に関する研究」は、鋼橋に生じる代表的な疲労き裂の一つであるソールプレート溶接部の疲労き裂を対象として、比較的簡易な防止技術を開発し、それと既往の対策技術を組み合わせることで、予防保全型の維持管理手法の提案を行ったものであり、以下の7章からなっている。

第1章「序論」では研究の背景と本研究の位置づけを述べている。ソールプレートとは、支承が鋼桁を受ける箇所において、桁の下面に取り付けられる補強鋼板である。ソールプレートが溶接で取り付けられている場合、その溶接部周辺に疲労き裂が発生することがある。本章では、ソールプレート溶接部周辺の疲労き裂の発生事例について概説するとともに、既往研究を整理した。その上で、このき裂に対しては予防保全型の維持管理が有効であることを述べ、そのための課題を示すとともに、本研究の位置づけを明らかにした。

第2章「実橋調査によるき裂発生傾向の分析および応力性状の評価」では、ソールプレート溶接部周辺の疲労き裂の発生状況および傾向を把握するため、実橋のき裂調査および応力計測を行った。調査の結果、大多数のき裂はソールプレートと主桁下フランジの溶接部に発生していることが明らかとなった。また、ソールプレート溶接部近傍の下フランジには、支承の可動機能低下により、圧縮の面内応力に加えて圧縮の面外曲げ応力が発生することが明らかとなった。

第3章「ソールプレート溶接部周辺の疲労き裂の予防保全対策に関する検討」では、ソールプレート溶接部周辺に発生する疲労き裂の防止技術として、止端から生じるき裂に対してはピーニング処理、ルートから生じるき裂に対してはタップボルトによりソールプレートと下フランジの隙間変位を抑制する方法（タップボルト工法）の適用を試み、それらの効果を有限要素解析および桁試験体に対する疲労試験により検討した。その結果、止端き裂に対しては、ピーニング処理によって疲労寿命が少なくとも2倍程度に改善されることを示した。一方、ルートき裂に対しては、タップボルト工法を適用することでルートの隙間変位を低減でき、それにより疲労寿命を延伸できることを明らかにした。

第4章「タップボルト継手の疲労強度および材間相対変位に関する検討」では、タップボルト継手の疲労強度および主板間の相対変位を疲労試験および有限要素解析により明らかにした。タップボルトに繰返し引張軸力が作用する場合、その疲労強度は通常の高力ボルトのものと同等であった。また、ねじ部に樹脂コーティングを施した場合、疲労強度は変わらないが、載荷時の主板間の隙間量を抑制できることが明らかとなった。タップボルトに繰返し圧縮軸力が作用する場合には疲労破壊は発生しなかった。タップボルトに繰返しせん断力が作用する場合には、タップボルトの疲労破壊は主板と添接板の境界面付近において発生するが、疲労強度は従来鋼のものよりも大幅に高いことがわかった。これらの試験結果と、実橋モデルの有限要素解析で求めたタップボルトの応力を比較した結果、実橋における条件下では、タップボルト継手に疲労破壊が発生する可能性は低いことを明らかにした。

第5章「ソールプレート溶接部の発生応力推定に関する検討」では、対策優先順位のスクリーニングの重要性の観点から、ソールプレート溶接部近傍の発生応力に影響する因子を調べ、簡易に発生応力を推定する方法を検討した。有限要素解析の結果、ソールプレート溶接止端部近傍の応力は、ソールプレートに接する下フランジとその近傍のウェブからなる局所的な領域の断面積と、支承部に作用する水平反力との相関が強いことがわかった。これを踏まえ、水平反力と局所断面積による応力範囲の簡易推定式を提案した。さらに、ソールプレート溶接止端部近傍の応力と、それ以外のき裂発生箇所の応力とに相関があることを示し、ソールプレート溶接部周辺に発生する各種のき裂に対して、予防保全対策の実施優先順位検討等のスクリーニングが可能であることを示した。

第6章「ソールプレート溶接部の疲労き裂に対する予防保全型維持管理手法の提案」では、第2章から第5章の成果を踏まえ、ソールプレート溶接部周辺の疲労き裂に対する予防保全対策の具体的な方法として、ピーニング処理およびタップボルト工法に用いる機器、材料、施工法等の標準仕様を整理して示し、実橋における施工例と対策効果を示した。さらに、予防保全対策法をベースとした予防保全型維持管理手法を提案した。

第7章「結論」では、本論文の成果を総括するとともに、今後の課題と展望を述べた。

以上のように、本研究では、比較的発生事例の多いソールプレート溶接部周辺の疲労き裂を対象として、新たな防止方法を提案するとともに、それに基づいた予防保全型の維持管理手法を提案している。これらは鋼橋の信頼性向上や、合理的で経済的な維持管理策の構築につながるものであり、工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文の提出者である丹羽雄一郎君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。