

論文内容の要旨

氏名 奥山雄介

現在、我が国で使用されている道路、鉄道、上下水道、通信施設などの社会基盤設備の多くは、高度経済成長期に整備されたものであり、社会生活に欠かせないものとなっている。橋梁を例にすると、橋長が15mを超えるような道路橋はおよそ15.7万橋が供用されており、その多くは1960年～1980年代に建設されたものである。これらの橋梁がこのまま高齢化すると、2030年代には、建設後50年以上経過した橋梁が全体の約半数を占めることとなる。特に鋼橋に目を向けると、劣化要因の大半は腐食であり、供用期間の経過とともに劣化の進行が避けられない。また、近年の財政状況を鑑みるに、限られた財源の中で、橋梁をはじめとする社会基盤施設を整備していくためには、適切な補修や補強が欠かせないものであり、維持管理の重要性が広く認識されている。

本研究は、既設の鋼構造物を延命化させ、かつ、従来工法にくらべて効率的かつ経済的な補修・補強工法として、炭素繊維シート接着による補修・補強工法について検討したものである。これまでに検討されてきた事例では、引張や曲げを受ける部材を対象としたものが多い。しかしながら、実橋梁においては、桁端部での腐食損傷事例が多く見受けられ、これまでに桁端部への適用を検討した事例は少ない。そこで、本研究では、桁端部に発生した腐食損傷を対象として、炭素繊維シートを用いた補修・補強工法の適用性を明らかにするために種々の実験を実施した。本論文は、これらの試験の結果から、桁端部に生じた腐食損傷に対する炭素繊維シート接着工法の設計法、施工法についてまとめたものである。

第1章では、社会基盤設備としての鋼構造物を取り巻く現状から、従来工法に代わる新たな設計施工法の確立が重要な課題であることを説明し、本研究で対象とする炭素繊維シート接着工法の概要について述べるとともに、適用範囲を広げるための諸課題について示す。そして、これらの諸課題を解決するために設定した研究目的を明示する。

第2章では、桁端部に生じた腐食損傷を炭素繊維シートを用いて補修・補強する工法を確立することを目的として、その基礎検討として実施したFRP接着鋼板の一軸圧縮試験について述べる。ここでは、炭素繊維シートをはじめとする6種類の繊維材料を用いて一軸圧縮試験を行い、座屈変形に対して剥離することなく追従し、補修効果を発揮できるシートの選定を行う。本試験の結果から、大変形による剥離を防止し、かつ高い補修効果を発揮するための積層方法として、高弾性型の炭素繊維シートを補修材とし、鋼板とFRPの間に高伸度弾性パテ材を挿入する方法を用いるのがよいということを見出した。

第3章では、鋼橋桁端部の腹板を対象とした炭素繊維シートによる補修効果を検証するために実施した鋼桁のせん断座屈試験について述べる。第2章で提案した積層方法を用いることで、腹板の座屈変形に対しても剥離することなく、補修効果を発揮することを確認した。また、腹板の補修・補強方法として、断面欠損部に炭素繊維シートを部分的に貼り付ける「部分貼り工法」と腹板全面に貼り付ける「全面貼り工法」の2種類の工法を提案し、両工法とも十分な補修効果を有していることを確認した。

第4章では、支点部直上の垂直補剛材を対象とした炭素繊維シートによる補修効果を検討するために実施した十字断面柱の圧縮試験および鋼桁の支点部圧縮試験について述べる。まず、十字断面柱の圧縮試験により、軸圧縮力を受ける部材に対しても、炭素繊維シートの厚さを鋼換算することで十分な補修が可能となることを示した。炭素繊維シートの貼り付け方法として、下フランジへ定着を設ける場合と定着を設けない場合の2種類の方法を検討した。この結果いずれの方法でも、同等の補修効果を有することを確認した。したがって、施工性の観点から、下フランジとの定着は設ける必要がないということを見出した。さらに、支点部周辺の垂直補剛材および腹板が損傷した場合を想定した桁の圧縮試験を実施し、炭素繊維シートの貼り付け方法およびその補修効果について検討した。ここでは、欠損部位を適切に補修する方法と、いずれかの部位に分散して補修する方法の3種類の貼り付け方法を試みた。この結果、各部材に分散して貼り付ける方法を用いた場合でも、目標とする強度まで回復させることができることを示した。

第5章では、第4章までに得られた知見を基に、炭素繊維シートを用いた鋼橋桁端部の腐食部補修法について、具体的な設計手法および施工法を明示する。さらに、本手法の妥当性を検証するために実施した大型試験の内容について述べる。本試験の結果、本研究で提案する炭素繊維シート接着による補修工法は、実橋梁においても十分な効果があることを示した。