

氏名	朴 海 均
学位(専攻分野)	博士 (工学)
学位記番号	工博第1920号
学位授与の日付	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科土木システム工学専攻
学位論文題目	MECHANICAL BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE SLAB RETRO-FITTED WITH CARBON FIBER SHEET (炭素繊維シート補強RC床版の力学的挙動に関する研究)

論文調査委員 (主査) 教授 小野 紘一 教授 田村 武 教授 宮川 豊章

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、コンクリートと炭素繊維シート (Carbon Fiber Sheet, 以下CFS) からなる複合構造の力学的特性を把握し、この新しいタイプの複合構造を道路橋鉄筋コンクリート床版 (以下RC床版) の安全性と耐久性の向上を図る補強工法として広く適用するために行った研究成果をまとめたものであり、エポキシ樹脂によって接合されたRC床版とCFSの複合構造の静的曲げ試験および疲労試験の実験的成果をまとめるとともに、CFSとコンクリート間の付着特性に関し実験的および解析的な検討を行って、その結果に基づくRC床版とCFS複合構造の曲げ耐力算定方法も提案している。炭素繊維シートという新材料とコンクリートとの新しいタイプの複合構造の力学的挙動について実施した本研究の結果、CFSによるRC床版の補強は、道路橋の安全性と耐久性の向上に有効であると結論付けている。

得られた研究成果は以下のように7章にまとめられている。

第1章は序論であり、本研究の背景および研究目的について記述している。

第2章はFRP (Fiber Reinforced Plastic) 補強などに関する文献考察を行ったものである。主に、連続繊維補強材 (シートまたは棒材) で補強したRC構造物の力学的特性や道路橋RC橋脚の耐震補強に関して紹介している。前半部では、連続繊維補強材による曲げ補強、せん断補強、拘束効果、耐久性、補強シートとコンクリートの付着特性、適用事例などに関する既往の研究成果を紹介している。さらに、後半部では、地震による道路橋RC橋脚の破壊状況や曲げやせん断による損傷度判定の尺度、新たな耐震補強方法および免震構造に関して簡略に紹介している。

第3章では、RC構造物の補強のためにコンクリートに接着したCFSの付着挙動を明らかにするために、シートの目付量と弾性係数を変化させながら実施した付着試験結果を整理している。付着強度を求める方法として一軸引張によるせん断付着試験方法を提案し、測定したシートのひずみ分布から求めた付着強度との比較を行っている。ここで得られたCFSとコンクリートの付着強度は、第6章で紹介されているCFSとコンクリート間の付着に着目した補強RC床版の曲げ耐力算定方法に用いられる。また、2次元有限要素解析によりCFSとコンクリート間の付着挙動も検討している。

第4章では、CFS補強道路橋RC床版の力学的挙動およびその補強効果を確認するために、静的曲げ載荷試験を実施し、その結果を検討している。床版供試体は実際の道路橋RC床版をもとに厚さを180 mm、幅370 mm、長さ2000 mmの梁モデルを採用している。また、断面解析や材料非線形を考慮した2次元有限要素解析を行い、静的試験結果との比較・検討を行っている。静的載荷試験の結果、CFS2層の補強によって、RC床版の曲げ耐力を2.4倍程度増加させることを検証している。また、補強床版の曲げ耐力はCFSの種類や補強量によって支配されるが、シートとコンクリート間の付着が最も支配的な因子であることを明らかにしている。

第5章は、CFS補強RC床版の曲げ疲労特性を明らかにするために実施した実験結果をまとめている。疲労供試体は静的実験と同様のもので、CFSの弾性係数、供試体の乾燥・湿潤状態および補強前損傷の有無、端部定着方法をパラメータ

として計 18 体の床版供試体の疲労試験を実施している。疲労試験は実橋における過積載車を考慮して設計曲げモーメントの 3.0 倍、4.5 倍、6.0 倍の高レベル繰り返し荷重下で実施している。また、赤外線サーモグラフィ法の CFS の付着状況の確認への適用性も検討している。疲労試験により、CFS 2 層の補強でも RC 床版の寿命は、設計曲げモーメントの 3.0 倍の繰り返し荷重下において、湿潤状態で 5 倍程度、乾燥状態で 10 倍程度延伸させることができることを確認している。

第 6 章では、CFS とコンクリート間の付着強度を用いて補強 RC 床版の曲げ耐力算定方法を提案している。第 3 章で得られている付着強度を用いて補強床版の曲げ耐力を理論的に算定し、これを静的試験結果と比較して提案した耐荷力算定方法の妥当性を検討している。

第 7 章は結論であり、本論文で得られた成果を要約しており、CFS 補強工法が道路橋 RC 床版の安全性と耐久性向上のために有効に適用できることを提言している。

論文審査の結果の要旨

近年交通量の増加および過積載車の増加により、道路橋 RC 床版に設計値以上の荷重が載荷されており、これによる床版の損傷は著しく放置すると道路そのものの寿命を縮める状態となっている。最近、軽量かつ高強度で良好な耐久性も有している炭素繊維シートとコンクリート構造物補強への適用が注目され始めており、施工も容易なため炭素繊維シート補強工法が床版補強にも広く適用できるものと期待される。しかしながら、炭素繊維シートで補強した RC 床版のとくに曲げ疲労特性に関する研究はほとんどなく、この補強によって床版の寿命をどの程度伸ばせうかは不明である。本論文は、道路橋 RC 床版の炭素繊維シートによる補強効果を明らかにするために実施した床版の静的曲げ試験および疲労試験の実験的成果をまとめたものであり、炭素繊維シートとコンクリート間の付着に着目した補強床版の曲げ耐力算定方法も提案している。本研究によって得られた主な成果は次の通りである。

- (1) 炭素繊維シートで補強された RC 床版の曲げ耐力を支配する重要な因子はシートとコンクリート間の付着である。
- (2) 炭素繊維シート 2 層程度の補強でも、RC 床版の曲げ耐力を 2 倍以上に増大させることができる。
- (3) 炭素繊維シートとコンクリート間の付着強度に基づく曲げ耐力算定式により、補強床版の曲げ耐力を十分なる精度で推定することが可能である。
- (4) 損傷がかなり進んだ床版でも接着剤の耐久性が十分あれば、炭素繊維シート 2 層の補強によって、その寿命を十分に延伸させることができる。
- (5) 炭素繊維シート補強工法は道路橋 RC 床版補強に有効に適用でき、道路の安全性と耐久性を向上させることができる。

以上、要するに本論文はコンクリート床版と炭素繊維シートからなる複合構造の力学的特性を明らかにし、炭素繊維シート補強工法が道路橋 RC 床版の補強に有効に適用できることを示したものであって、得られた研究成果は学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成 12 年 2 月 21 日、論文内容とそれに関連する試問を行った結果、合格と認めた。