

Title	IMPROVEMENT OF RC SLAB FATGUE DURABILITY BY FRP SHEET STRENGTHENING
Author(s)	蔡, 華堅
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46943">https://hdl.handle.net/11094/46943</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	蔡 華 堅
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20369 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科土木工学専攻
学位論文名	IMPROVEMENT OF RC SLAB FATIGUE DURABILITY BY FRP SHEET STRENGTHENING (FRP シート補強による RC 床版の疲労耐久性向上に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 松井 繁之  (副査) 教授 谷本 親伯    教授 中辻 啓二    教授 出口 一郎 教授 新田 保次    教授 常田 賢一    教授 奈良 敬 教授 金 裕哲    助教授 大倉 一郎

#### 論文内容の要旨

本論文は、道路橋鉄筋コンクリート床版（以下 RC 床版）の耐久性向上のために FRP シート（Fiber Reinforced Plastic Sheets）を接着する補強工法の効果に関する研究をまとめたものである。自動車の輪荷重が走行することを再現した輪荷重走行試験機を用い、多数の寸寸大床版疲労試験を行い、FRP シートの補強効果を評価し、床版の疲労寿命向上度を定性的・定量的に明らかにした。本論文の各章ごとの要約を以下に示す。

第 1 章では、本研究の背景となる RC 床版の疲労損傷および FRP 補強工法について紹介し、本研究の目的を述べた。

第 2 章では、損傷した RC 床版に対する補強工法に関する文献を調査し、最近の FRP による RC 床版の補強に関する研究および工法の発展を考察した。

第 3 章では、繰り返し走行輪荷重を与えて次章以下で補強する RC 床版の補強しない場合の疲労破壊メカニズムについて研究し、既往の研究成果と比較検討した。この成果は補強床版の基準値となる。

第 4 章では、施工効率を向上させるため 600 g/m<sup>2</sup> 高目付量炭素繊維（CFRP）シートによって補強することの信頼性を検証するための疲労実験研究を行った。従来の 2 枚を重ねる工法と比較して優るとも劣らない補強効果が検証できた。本研究から補強効果は CFRP シートの目付量と弾性係数で表現できる引張り剛性によって表現できることが判った。

第 5 章では、CFRP シートの織り方の違いについての研究を行った。すなわち、従来形式のラミネートタイプと経編みタイプの比較を行い、樹脂の含浸性が良い後者のシートの方が補強効率が上がることを定性的に示した。小規模はりによる静的載荷試験および疲労試験を行うとともに、有限要素解析（FEA）を用い、CFRP シートとコンクリートのボンド挙動および界面応力分布状態から評価した。

第 6 章では、FRP シートとしての CFRP シートおよびアラミド繊維（AFRP）シートを取り上げ、シート間をすこし空けて格子状に貼付する場合の補強効果について疲労実験を行い、評価した。両タイプのシートとも格子貼付を行っても全面貼りと同等の疲労耐久性向上が計れることを明らかにした。このような貼り方を採用することで、補強後の点検が目視でも出来るようになった。

第7章では、FRPシートによって補強されたRC床版の疲労寿命推定方法について2つの方法で検討した。その一つは、補強によって床版の押し抜きせん断力の増加、異方性の改善、およびシートによるコンクリートのひび割れの拘束の3つの効果を考へて、寿命延長率を算出した。他の一つは、補強によってコンクリートの見かけ上の最大せん断応力の増加、梁状化する床版有効幅の増加、および配力筋による剥離抵抗の発生を考慮するものである。既存の押し抜きせん断式におけるパラメーターを変更することによって実験値とのよい一致を得られることが検証できた。上記の両方法を考慮した耐荷力を用いると、補強後の疲労寿命は補強しないRC床版用のS-N曲線式で算出できることを結論としてまとめた。

第8章では、本論文の研究成果をまとめた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、道路橋鉄筋コンクリート床版(以下RC床版)の疲労耐久性向上のためにFRPシート(Fiber-Reinforced Plastic Sheets)を接着する補強工法の効果に関する研究をまとめたものである。走行する自動車輪荷重が作用することを再現した輪荷重走行試験機を用い、FRP補強無しの供試体を含む多数のFRP補強された実寸大床版の疲労試験を行い、FRPシートの補強効果を評価し、床版の疲労寿命向上度を定性的・定量的に明らかにし、今後の橋梁維持管理に対して貴重な知見を得ている。本論文で得られた主な研究結果は次のとおりである。

- (1) 施工効率を向上させるため、貼付け枚数を減らせられる高目付量炭素繊維シート(高目付シート)の補強効果の実験を行い、低目付量シート複数枚を同断面積になるように積層接着した従来方法によるものの結果に優るとも劣らない寿命向上効果を確認し、その合理性を明らかにしている。補強効果はシートの目付量と弾性係数で与えられる引張り剛性によって表現できることを示している。
- (2) 従来の炭素繊維フィラメントを一様に配置するラミネートタイプ炭素繊維シートと、ある量毎に束ね経糸で編んで製作する新形式の経編みタイプ炭素繊維シートの比較を行い、樹脂の含浸性がよい後者のシートの方が補強効率の上がることを輪荷重走行試験機による疲労実験で実証している。小規模はりによる静的載荷試験と疲労試験によるCFRPシートとコンクリートのポンド破壊強度からもこれを評価している。
- (3) 材料コストの縮減、床版内部での雨水の貯留を防止すること、補強後の目視点検ができるように、単位幅のFRPシートを10cm程度の間隔を空けて貼付する格子貼り工法の適用を考え、全面貼りとの比較を行っている。さらに、FRPシートとしての炭素繊維シートに加えアラミド繊維シートを取り上げて、両シートの疲労耐久性向上度を比較している。格子貼り工法の場合でも引張り剛性が同じであれば、全面貼りと同等の疲労耐久性向上が計られるとの知見を得ている。
- (4) 上記の実験的研究の成果を総括し、FRPシート補強したRC床版の疲労寿命推定法に対して2つの方法を提案している。その一つは、補強による床版の押し抜きせん断力の増加、異方性度の改善、およびシートによるコンクリートのひび割れの拘束の3つの効果に分解し、それぞれの分担効果を引張り剛性と線形関係にあることを見出し、3つの効果パラメータの積で寿命延長率を算出する方法である。他の一つは、補強によってコンクリートの最大せん断応力の増加、梁状化する床版有効幅の増加、および配力筋による剥離抵抗の増加等を考慮して、疲労強度を評価する押し抜きせん断耐荷力式を提案し、これらを用いて既往のRC床版のS-N曲線式で補強床版の疲労寿命を算定する方法である。これらの2つの疲労寿命推定法は今後の床版補強のための疲労設計に有用なツールとして活用できるものである。

以上のように、本論文は劣化した道路橋RC床版の維持管理対策において現在主流となっているFRP接着工法の効果を定性的かつ定量的に明らかにし、FRPを用いた床版の疲労設計を可能にするものであり、橋梁工学、構造物の維持管理工学に大きく貢献している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。