

氏 名	ローランド V. シティンディ Rowland V. Shitindi
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1861 号
学位授与の日付	平成 11 年 7 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 工 学 専 攻
学位論文題目	IMPROVEMENT OF DUCTILITY IN FRP-CONCRETE FLEXURAL MEMBERS (コンクリートと FRP 複合部材の曲げ変形性能向上に関する研究)

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

本論文は炭素繊維などの新素材を用いた繊維強化プラスチック (FRP) が鉄筋や PC 鋼材よりも秀れた強度特性を持っており、軽量でかつ対腐食性にも秀れていることに着目し、これをコンクリート部材に適用してコンクリート部材の強度の向上を目指したものである。

FRP はダクティリティに欠けるという欠点を有しているが本研究では特殊なひずみ吸収装置を開発して FRP コンクリート部材の脆性破壊回避に成功している。本論文は 6 章から構成されている。

第 1 章は序論であり研究の目的、研究の目指すターゲットについて述べている。

第 2 章は土木工学分野に於ける FRP の重要性を指摘すると共にコンクリート構造物の補修、補強や新しいタイプの構造物への適用に着いて言及している。また、実構造物への適用例についても紹介している。

第 3 章では土木構造物に於けるじん性の重要性について言及し、構造物にじん性を持たせる様々な方法についてまとめている。また、これらの方法がどの程度構造物のじん性改善に有効であるかを解析的に検討しており、FRP テンドンをプレストレスを導入しない鉄筋として用いる場合には FRP で破断する確率が極めて少ないためコンクリート曲げ部材のじん性を改善する必要はないが、FRP にプレストレスを導入するコンクリート曲げ部材では、FRP で破断する確率が高まるためじん性の改善が必要であると指摘している。

第 4 章では長方形断面のコンクリート柱をシートやスパイラル状の FRP で周方向に拘束し、一軸圧縮試験を実施した結果、2%程度のスパイラル拘束でコンクリート柱のひずみ能力を 1.5 倍程度向上できることを確認している。また、FRP で拘束されたコンクリートの一軸圧縮応力下における応力-ひずみ曲線も得ている。

第 5 章では FRP コンクリート部材の曲げ挙動やじん性についてエネルギー法や FEM をベースとした方法によって解析的に検討している。この検討では FRP テンドン、鉄筋、FRP 拘束、コンクリート強度、導入プレストレス、緊張材の付着、ひずみ吸収装置などの要因がコンクリート梁の曲げ変形やじん性にいかに影響するかについて照査している。その結果、効果的なひずみ吸収装置を装備すれば緊張材として FRP を用いた FRP コンクリート曲げ部材をアンダーレインフォースメントで設計が可能であり、高強度コンクリートを用い FRP 拘束を与えることによってより大きく合理的なプレストレスを導入することができるため部材の曲げ強度とじん性の向上が可能であることを示している。

第 6 章では第 5 章で検討したひずみ吸収装置を実際に開発して、これを FRP アンカー部に設置した梁の曲げ試験を行ない強度とじん性の向上を実験的に検証している。この結果、コンクリートを充填した薄肉鋼管のシリンドertype と鉄筋をトラス状に組んだパーティタイプの 2 種類のひずみ吸収装置のうちパーティタイプのひずみ吸収装置が梁の変形性能改善により効果的であり、このタイプを用いることによって曲げ変形性能は 1.5 倍、じん性は 7.0 程度にまで向上でき脆性破壊を防止できることを確認している。また、第 5 章で開発した解析的手法はひずみ吸収装置を設置した FRP コンクリート部材の曲げ挙動

を十分なる精度でシュミレーションできることを確認しており、このような複合部材の設計手法の確立に寄与している。

論文審査の結果の要旨

本論文は炭素繊維などの新素材を用いた繊維強化プラスチック（FRP）が高強度で軽量かつ対腐食性に秀れている点に着目し、これを鉄筋やPC鋼材の代わりに用いてコンクリート部材の曲げ強度と耐久性の向上を計るために実施した研究であり得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 高強度コンクリートと共にPC緊張材としてFRPテンドンを用いることにより通常の2倍程度のプレストレスが導入でき結果としてPC曲げ部材の強度を40%程度向上できることを確認した。

2. FRPが脆性破壊をするためFRPテントンを用いたPC曲げ部材も脆性破壊する危険性があるが、申請者は特殊なひずみ吸収装置を開発しこれをPC梁に装着することによって曲げ変形性能は1.5倍、じん性は7.0程度にまで向上できることを実験的に確認し、脆性破壊の危険性を回避する方法を提案した。

3. ひずみ吸収装置を装着したFRP・PC梁の曲げ挙動を表現する方法として、申請者はエネルギー法と有限要素法を基にした解析的手法を提案し、この方法が実験結果を十分なる精度でシュミレーションできることを確認した。

以上要するに、本論文は新たに開発したひずみ吸収装置を併用することによってFRPをコンクリート部材へ効率的に適用できることを示し、かつ、このような複合構造の力学的挙動を表現できる解析的手法を開発して実設計への道をも開いており、学術上、實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11年6月17日、論文内容とそれに関連した試問を行なった結果、合格と認めた。