

論文審査の結果の要旨

報告番号	博（生）甲第288号	氏名	榎本 剛
学位審査委員	主査 副査 副査 副査	原 田 哲 夫 木 須 博 行 蔣 宇 静 玉 井 宏 章	
論文審査の結果の要旨			
<p>榎本 剛 氏は、2004年4月に長崎大学大学院生産科学研究科博士後期課程に社会人学生として入学し、現在に至っている。同氏は、生産科学研究科に入学以降、システム科学を専攻して所定の単位を修得するとともに、CFRPより線の材料特性とその土木構造物への適用に関する研究に従事し、その成果を2012年12月に主論文「CFRPより線の力学的特性に関する研究」として完成させ、参考論文として、学位論文の印刷公表論文5編（うち審査付き論文5編）、学位の基礎となる論文6編（うち審査付き論文5編）、その他の論文1編（うち審査付き論文0編）を付して、博士（工学）の学位の申請をした。長崎大学大学院生産科学研究科教授会は、2012年12月19日の定例教授会において論文内容等を検討し、本論文を受理して差し支えないものと認め、上記の審査委員を選定した。委員は主査を中心に論文内容について慎重に審議し、公開論文発表会を実施するとともに、最終試験を行い、論文審査および最終試験の結果を2013年2月20日の生産科学研究科教授会に報告した。</p> <p>CFRPより線などの連続繊維補強材は、高耐食性、高強度、軽量、非磁性という特長を有し、PC緊張材としての適用が最適と考えられ、維持管理の時代にあつて、PC鋼材の代替として補修・補強工法へ適用することや、温泉土壌の傾斜地におけるグラウンドアンカーへの適用および橋梁分野などで構造用ケーブルとして利用することの必要性が高まってきている。しかしながら、PC鋼材と同様に一般の設計に取り入れるだけの緊張材としての材料特性は、必ずしも明確にはなっていない。</p> <p>提出論文は、新設、既設を問わず、土木構造物全般において、CFRPより線を緊張材として適用することを目的に、著者らによる既往の研究も取り入れつつ、緊張材として重要な力学的特性に関して新たな実験結果や知見を積み重ね、設計に直接、適用できる耐荷力算定式を提案する等、より広い適用範囲をカバーする論文として取りまとめたものである。</p> <p>提出論文は全7章から構成されている。「第1章 序論」では、上記のような研究背景と研究目的および本論文の構成について述べている。「第2章 CFRPより線の定着方法」では、構造用ケ</p>			

ケーブルや緊張材として使用する際に必要となる端部の定着・固定の重要性と CFRP より線の定着の困難さを述べるとともに、CFRP より線に適した新たな定着方法の開発の経緯をまとめている。さらに、その中で最も安定した定着法として、本研究の基礎となる HEM 定着法の詳細について述べている。

第 3 章以降は、2 章で述べた HEM 定着法を主として用いた試験を実施し、CFRP より線の緊張材としての力学的特性のうち、重要な引張強度特性、リラクセーション特性、曲げ引張特性および疲労特性について述べている。「第 3 章 CFRP より線の静的引張特性」では、約 550 本の引張試験結果を整理し、それらを製品管理で一般的に用いられている正規分布として取り扱うことの妥当性を示している。また、静的引張強度特性は、他のすべての特性の基本になる重要な特性であり、設計に必要な保証破断荷重を示している。さらに、静的引張強度特性に及ぼす定着方法の影響についても検討している。「第 4 章 CFRP より線のリラクセーション特性」では、CFRP より線のリラクセーション挙動における初期荷重や温度履歴の影響について、従来の PC 鋼より線との比較・検討を行って、CFRP より線のリラクセーション挙動を明らかにしている。また、土木学会で提唱されている 100 万時間リラクセーション値の算出に、1,000 時間の試験結果を使用することの妥当性について、3 万時間の試験結果を用いて検討している。さらに、環境温度の異なるリラクセーション試験を実施し、各種条件下でのリラクセーション曲線を求め、設計に適用できることを提唱している。「第 5 章 CFRP より線の曲げ引張特性」では、曲げ引張試験を実施し、偏向部での曲げによる引張耐力低下に及ぼす要因と耐力低下のメカニズムを明らかにするとともに、曲げ角度と曲げ径比を変数とする曲げ引張耐力算定式を誘導している。この式を基に、CFRP より線を外ケーブルとして用いる場合の設計の考え方についても言及している。「第 6 章 CFRP より線の引張疲労特性」では、蓄積してきた引張疲労試験結果を整理し、CFRP より線の引張疲労特性が、従来の鋼ケーブルと比べてはるかに優れていること明らかにしている。また、CFRP より線の $S-N$ 関係を検討しながら、修正 Goodman の関係が成立することを明らかにするとともに、応力振幅と平均応力の関係式も導いている。さらに、エポキシ樹脂定着と HEM 定着において、定着法の違いが CFRP より線の疲労特性に及ぼす影響についても考察している。「第 7 章 結論」では、各章で得られた重要な知見を総括するとともに、今後の CFRP より線の実務への展開と展望について言及している。

以上のように本論文は、新設、既設を問わず、土木構造物全般において CFRP より線を緊張材として適用するために必要な材料特性、特に力学的な特性に関して明らかにし、極めて有益かつ新しい多くの知見を提示している。また、曲げ耐荷力算定式をはじめとする実務設計に適用可能な式を提案しており、実用面で多大の寄与をするものと評価できる。

学位審査委員会は、土木・建築の分野において極めて有益な成果を得るとともに、構造工学の進歩発展に貢献するところが大きく、博士（工学）の学位に値するものとして合格と判定した。

(注) 報告番号は、記入しないこと。