

氏 名	白 濱 昭 二
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 1914 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 工 学 専 攻
学位論文題目	高性能緊張材を用いたプレストレストコンクリート部材に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 宮 川 豊 章 教 授 小 野 紘 一 教 授 渡 邊 史 夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高性能緊張材を実構造物に適用するために必要となる基礎的な諸特性を把握すると共に、実際の PC 部材としての挙動について検討したものである。このことによって、高性能緊張材の必要性や位置付け、あるいは高性能緊張材を使用することによる、従来とは異なる現象の発現などを把握することを目的としたものであり、全 6 章で構成されている。

第 1 章は序論であり、現在までのプレストレストコンクリート (PC) の発展の歴史、および現在の PC 技術について述べている。その中で、新しく登場した従来の緊張材とは異なる特性をもつ高性能緊張材の特徴に関して述べ、高性能緊張材を、従来の緊張材が持つ問題点を克服し、コンクリート構造物に要求される性能を満足させる目的で使用される緊張材であると位置付けている。

第 2 章は、プレグラウト PC 鋼材の研究に関して述べた章である。PC 鋼材に充てん材として常温硬化型のエポキシ樹脂を塗布し、さらにポリエチレン樹脂で被覆したプレグラウト PC 鋼材は、施工性はアンボンド工法と同様に容易であり、充てん材硬化後は、通常のセメントグラウトを行ったボンド部材と同等な力学的な部材特性を実現できるというものである。このプレグラウト PC 鋼材の充てん材であるエポキシ樹脂の硬化過程や硬化後の特性、硬化過程において温度変動や応力変動を受けた場合の硬化樹脂の特性、またコンクリート中での耐火特性や付着性状および PC 桁に適用した場合の部材特性に関して検討している。その結果、充てん材として使用しているエポキシ樹脂はグラウト材として十分な性能を有しているという結論を得ている。また、プレグラウト PC 鋼材を使用した PC 桁の載荷試験を行い、セメントグラウト PC 鋼材を用いたものと同等の耐荷力、変形状態およびひび割れ性状等の性質を有しているという結果を示している。

第 3 章は、2 相ステンレス PC 鋼材の研究に関して述べた章である。フェライト-オーステナイト (α/γ) 系 2 相ステンレス鋼に、緊張材として必要な特性を持たせるために、焼鈍後、冷間伸線加工および時効処理を施すことによって得られた 2 相ステンレス PC 鋼材の機械的性質や疲労特性、リラクセーション特性、耐食性などの諸特性を検討し、得られた結果を金属組織学的な観点から考察し、優れた疲労特性や耐食性等とそのメカニズムを解明している。さらに、コンクリートとの付着特性や、PC 桁に適用した場合の部材の挙動についても検討している。PC 桁の載荷試験では、破断時の伸びが小さいために、終局モードが緊張材破断型になる場合があることを予想し、その優れた耐食性と合わせて、内ケーブルに比べて緊張材の終局時の応力増加が比較的少ない外ケーブルへの適用を提案している。

第 4 章は、通常の PC 鋼材の 2 割以上の引張強度を持つ高強度 PC 鋼材に関する研究に関して述べた章である。100 MPa 級の高強度コンクリートを含む 3 種類の強度を持つコンクリートに高強度 PC 鋼材を適用した場合の PC 桁の載荷試験を行い、さらに、ファイバーモデル法による数値解析を行っている。その結果、合理的な設計を行うために、高強度コンクリートには高強度 PC 鋼材を使用することを提唱している。

第 5 章は、連続繊維緊張材の研究に関する章である。連続繊維緊張材は非金属製であるため、従来の緊張材とは大きく異なる性質を持つ。この章では、連続繊維緊張材として組み紐状アラミド繊維緊張材を採り上げ、強度特性、リラクセーション特性およびクリープ破断特性などについて検討している。その結果、リラクセーション値は通常の PC 鋼材に比べて非常

に大きく、初期荷重の違いはリラクセーション値にあまり大きな影響を与えないことや、PC鋼材と同じく試験温度が高いほどリラクセーション値も高い傾向があることなどを見出している。引張強度やクリープ破断強度は、その測定結果にばらつきが多いため、さらにデータを蓄積し、確率・統計的な処理を行う必要性を唱えている。また、定着構造を含めたマルチタイプケーブルに関する検討を行っており、実用化を実現している。

第6章は本論文の結論であり、各章の結論の要約および今後の課題と将来の展望について論じている。

論文審査の結果の要旨

本論文は近年登場した、従来の緊張材とは異なる性能を有する高性能緊張材として、プレグラウト PC 鋼材、2 相ステンレス PC 鋼材、高強度 PC 鋼材および組み紐状アラミド連続繊維緊張材を採り上げ、実用化に向けた諸特性の解明と、その適用手法に関してまとめている。得られた主な研究成果は以下のとおりである。

1. プレグラウト PC 鋼材に充てん材として用いられているエポキシ樹脂の、硬化までの期間を予測する手法を確立し、硬化過程中に応力変動があった場合および硬化後に温度変動があった場合の充てん材の諸特性について検討した結果、これらの条件が硬化後の充てん材の特性に大きな影響を与えないことを明らかにした。さらに、プレグラウト PC 鋼材を配置したコンクリートブロックの耐火試験を行い、緊張材としての特性が低下する条件を示した。また、プレグラウト PC 鋼材を PC 桁に適用した場合の曲げ挙動は、通常のセメントグラウトを施したものと同等の耐荷力、変形状、ひび割れ性状を有することを示した。

2. 一般に、ステンレス系の材料は炭素鋼に比べて疲労強度がかなり劣ることが知られているが、2 相ステンレス PC 鋼材は、通常の高炭素鋼 PC 鋼材と同等の疲労強度を有することを示し、その理由を金属組織学的な面から解明した。さらに、応力腐食、特に水素脆性に関して従来材に比べて優れた抵抗性を有することを示した。また、PC 梁の載荷試験を行い、その結果を踏まえ、従来材に比べて破断時の伸びが小さいため、その優れた耐食性を生かし、緊張材の応力変動が比較的小さい外ケーブルへの適用が有効であることを提案した。

3. 高強度な金属材料は、応力腐食という問題点を有しているが、本研究で用いられた高強度 PC 鋼材は、実用上応力腐食に関して安全であるということを示した。また、合理的な設計をするために、高強度コンクリートと高強度 PC 鋼材の併用を提案し、さらに、一般にコンクリート断面に比べて緊張材の断面は無視できる程度に小さく、高強度コンクリートはヤング係数も大きいため、同じプレストレスを導入する場合、高強度 PC 鋼材を用いることによる鋼材断面の減少による部材剛性の低下はほとんど無いことを示した。

4. 組み紐状アラミド連続繊維緊張材は、従来材に比べてリラクセーション値が非常に大きい事を示し、その温度依存性は通常の PC 鋼材と同じ傾向を示すが、初期荷重はリラクセーション値にはほとんど影響を与えないことを明らかにした。また、クリープ破断の現象を確認したが、測定値にばらつきが大きく、試験条件も偏っているため、より広範囲で多くのデータを蓄積する必要性を示した。さらに、定着体を含めたマルチタイプケーブルシステムを開発し、外ケーブルとして使用する事を想定した、偏向部での曲げ引張強度特性を明らかにし、その実用化を可能にした。

以上、本論文は、高性能緊張材の諸特性を明らかにし、従来の緊張材が有する種々の問題点を解決し、設計手法が仕様規定から性能規定に移行しつつある現在、PC 構造物へ要求される性能を満足させるために使用される緊張材として、高性能緊張材を位置付け、その適用手法を提案し、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 12 年 2 月 18 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。