

氏 名 ウォルター オディアンボ オヤワ **Walter Odhiambo Oyawa**
 学位(専攻分野) 博 士 (工 学)
 学 位 記 番 号 工 博 第 1912 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 STRUCTURAL RESPONSE OF FILLED STEEL COMPOSITE MEMBERS
 (充填鋼複合部材の挙動特性)

論文調査委員 (主 査)
 教 授 渡 邊 英 一 教 授 小 野 紘 一 教 授 家 村 浩 和

論 文 内 容 の 要 旨

構造物の耐震設計技術の変遷・進歩は、技術者が大地震によって構造物が受けた被害からどれほど多くのことを学んできたかを表す歴史でもある。しかし、設計技術の進歩した現在においても、一度大地震が発生すると依然として多くの被害が報告され、構造材料・構造物の力学的挙動、構造設計において、一層の安全性向上のための研究開発が望まれていることを意味している。特に、6年前、米国で発生したノースリッジ地震、5年前の我が国の兵庫県南部地震、あるいは記憶にまだ新しい昨年のトルコ・コジャエリ地震、台湾・集集地震における被害からも新たな発見が繰り返され、構造物の安全性・信頼性に対しては更なる追求が永遠に続けられていくことは明らかである。

本論文ではコンクリート充填鋼管(CFT)に代表される、耐震構造として強度・変形能に優れた複合構造の充填鋼管(FST)構造をとりあげ、充填材の材料特性を考究したものであるが、典型的な充填材料であるセメント系コンクリートは低引張強度、低付着強度、低耐久性、高収縮性、高密度、そして化学反応性等の短所も少なくない。よって、本論文では特に、多様な樹脂系新鋼管充填材料の適用可能性に関する基礎的研究をおこなったものである。すなわち、本論文においては多方向の組み合わせ荷重下においてポリマー、ポリマーコンクリート、ポリマー含浸セメントモルタルなどの充填材を持った鋼管柱の適用性を主として実験により明らかにすることが試みられた。実験は、各種径厚比を有する鋼管柱に、セメントコンクリートおよびさまざまな材料特性を有する上記充填材を充填した供試体に対する単調圧縮実験、主として鋼管柱-内部充填材接触面における応力伝達特性を把握するための2層複合梁部材による単調曲げ試験、複合鋼管柱の曲げ-圧縮部材への適用を念頭においた内部充填鋼管梁の単調曲げ試験、さらには、地震時応答特性を把握するための、多方向載荷・繰り返し曲げ試験よりなる。

これら一連の実験の結果、ポリマーを基礎とした材料を用いれば、セメントコンクリートとは異なり、目的に応じてその成分を調整することにより強度や変形能の要求値を満たすことができることが判明した。また、あわせて材料の非線形特性、鋼材の局部座屈等の幾何学的非線形性、ならびに充填材と鋼管柱との接触面での応力伝達特性を考慮した非線形有限要素解析を実施し、実験的に得られた強度-変形特性が解析的にも非常によく再現できることを示した。ただし、多方向載荷のもとでの繰り返し曲げ挙動は必ずしも十分に再現できず、また、現状の各種提案式によっても、繰り返し載荷による強度の劣化挙動が危険側に評価されることもあり、多方向載荷を考慮したさらなる研究の必要性が指摘された。

本論文においては、得られた実験結果ならびに解析結果に基づき、ポリマー系材料が充填された充填鋼管柱においては、いわゆる累加強度則により、その圧縮強度が精度よく推定できることを示した。また、曲げ部材においては、いわゆる鋼管による拘束効果(コンファインド効果)を考慮した上で、鉄筋コンクリート部材と同様な断面設計式が有効に活用できることを示した。

また、修復を目標としたときには高変形能を有するポリマーベースの充填材、さらにはJRなどで要求されているように、軽量性が要求される場合は、軽量材料のセメントコンクリート材に代わる軽量充填ポリマーベースの材料設計ができ、しか

も、いずれも耐久性と化学反応に侵されにくいという特徴を活用できることが明らかになった。

最後に、米国、欧州、日本国内の既存の充填鋼管構造に対する設計思想を整理するとともに本研究で行ったエポキシ系樹脂を充填した鋼管構造への適用性と樹脂・産業廃棄物の再利用、低価格の骨材の活用などによる価格の低廉化のための実務に向けた方策を検討した。

以上のように、本論文はセメント系以外の多様性のあるポリマー系の充填材料を用いた鋼複合構造を用いて構造物の安全性・機能性の発展に大きく寄与できることを明らかにしたものである。

論文審査の結果の要旨

昨今トルコ、台湾と立て続けに巨大地震が襲っているが、構造物の設計技術の進歩した現在においても大地震の際の構造物の損傷被害は避けがたい現実となっている。構造物の安全性確保において、これまでの単独の構造材料は強度と変形能という面で必ずしも十分でない。本論文ではコンクリート充填鋼管（CFT）に代表される、耐震構造として強度・変形能に優れた複合構造の充填鋼管（FST）構造をとりあげ、充填材の材料特性を考究したが、典型的な充填材料であるセメント系コンクリートは低引張強度、低付着強度、低耐久性、高収縮性、高密度、そして化学反応性等の短所も少なくない。よって、本論文では特に、多様な樹脂系新鋼管充填材料の適用可能性に関する基礎的研究をとりまとめたものであって、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 多方向の組み合わせ荷重下においてポリマー、ポリマーコンクリート、ポリマー含浸セメントモルタルなどの充填鋼管柱への適用性があることが実験ならびに非線形有限要素解析により明らかになった。

2. ポリマーを基礎とした材料を用いれば、セメントコンクリートとは異なり、目的に応じてその成分を調整することにより強度や変形能の要求値を満たす設計の可能性が判明した。一方、強度を重要視した柱構造では強度を第一の重要目標としたコンクリート構造と同程度以上の高強度のポリマーをベースとした材料設計ができることも判明した。

3. 修復を目標としたときには高変形能を有するポリマーベースの充填材、さらにはJRなどで要求されているように、軽量が要求される場合は、軽量材料のセメントコンクリート材に代わる軽量充填ポリマーベースの材料設計ができ、しかも、いずれも耐久性と化学反応に侵されにくいという特徴を活用できることが明らかになった。

4. 最後に、米国、欧州、日本国内の既存の充填鋼管構造に対する設計思想を整理するとともに本研究で行ったエポキシ系樹脂を充填した鋼管構造への適用性と樹脂・産業廃棄物の再利用、低価格の骨材の活用などによる価格の低廉化のための実務に向けた方策を検討した。

以上のように、本論文はセメント系以外の多様性のあるポリマー系の充填材料を用いた鋼複合構造を用いて構造物の安全性・機能性の発展に大きく寄与できることを明らかにしたものであり、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日に論文内容とそれに関する試問を行った結果、合格と認めた。