

氏名(本籍)	菊 ^{きく} 田 ^た 繁 ^{しげ} 美 ^み (茨城県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第6094号
学位授与年月日	平成24年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	コンクリート充填鋼管柱の耐火性に関する研究

主査	筑波大学教授	工学博士	鈴木弘之
副査	筑波大学教授	工学博士	境有紀
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	金久保利之
副査	筑波大学助教	博士(工学)	八十島章
副査	東京理科大学教授	工学博士	河野守

論文の内容の要旨

本論文は、円形コンクリート充填鋼管柱(CFT柱)の火災時における軸圧縮耐力を理論的・解析的に明らかにした論考であって、5章より成る。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、耐火設計に際してCFT柱を無耐火被覆で使用できるようになった経緯、耐火設計実務におけるCFTの使用は、今日、実験結果に依拠した経験式のみを頼っているという設計上の現状、高温コンクリートには過渡歪を含む各種歪が複雑に発生して、これが本論の目的である火災加熱を受けるCFT柱の耐力評価を著しく困難にしているという研究上の現状を述べて、これを理論的に明らかにすることの必要性和重要性を指摘している。

第2章では、高温コンクリートの構成関係を既往の研究成果を収集整理して明確に定式化し、これを踏まえた有限要素解析によって、加熱されたCFT柱の終局時応力分布と崩壊形の詳細を明らかにしている。過渡歪が柱の高温外縁部の応力歪の成長を遅らせて、ここが破壊しないうちに低温芯部分が破壊することがあるというCFT柱特有の崩壊形を見出している。

第3章は前章を踏まえた理論解析である。解析は、柱が中心圧縮のみを受ける場合とそれに加えて漸増部材角をも同時に受ける場合を対象としている。まず、加熱されたCFT柱に発生する過渡歪を、前章の展開を踏まえて、簡明な形に定式化している。次に、高軸力を受ける高温CFT柱に対しては、柱全体は弾性を保ったままで柱の芯部分が脆く崩壊すると仮定し、一方、低軸力を受ける柱に対しては、全断面が塑性的な累加強度に達すると仮定して、柱の高温耐力数式解をそれぞれ導いている。導出耐力解の妥当性は、既往実験結果および有限要素解と比較することによって検証している。

第4章では、様々なコンクリート強度、柱の直径・径長さ比、および軸力の大きさ(軸力比)に対するパラメトリックスタディーを、前章で導出した高温耐力数式解と有限要素解に基づいて行い、CFT柱の耐火性能の全体像把握を試みている。火災時に曲げを伴うCFT柱では、高温となる圧縮縁端部の応力が、過渡歪が発生するために緩和されて、これが柱断面内の応力再配分を促し、当該柱の高温耐力を向上させることがあり、特に、部材角の漸増速度が小さい場合、径に比べて長い柱の場合、あるいは高強度コンクリートを

使用した場合に、そうでない場合に比べてこの効果が大きいことを明らかにしている。

第5章では、前章までの成果を総括すると共に、得た成果を踏まえて、当該問題に対する今後の課題を述べている。

審 査 の 結 果 の 要 旨

CFT 柱が加熱されると外縁の鋼管は早晩強度を失って、これは無筋コンクリートにほぼ等しくなる。一見単純に見えるこの無筋コンクリート柱の高温耐力を評価するには、しかし、柱内各点の高温化に伴って発生する様々な、しかも一様でない歪を的確に把握する必要があり、これは易しくない。CFT 柱の耐火設計が、現在、実験結果のみに頼って行われるのはこれが理由である。このような現状を踏まえ、本研究は高温コンクリートに発生する過渡歪に着目し、CFT 柱の高温耐力に及ぼす過渡歪の影響を理論的な数式解を提出することによって具体的に明らかにしている。従来、CFT 柱の耐火性能に及ぼす過渡歪の影響が理論的・具体的に検討されたことは殆どなく、本研究に示されているアプローチの新規性は極めて高い。すなわち、コンクリート柱に発生する過渡歪を簡明な形で定式化していること、これに続いて、CFT 柱のエキスプリシットな高温耐力数式解を導出し得ていることは方法論上・理論上の新知見である。高軸力を受ける CFT 柱の高温耐力がその累加強度から低下するのは過渡歪の発生が主要因であることを見出しており、これは構造学上・耐火設計上の新知見である。

以上の通り、本論文は、コンクリート系構造の耐火性能に対して新規で明確な認識をもたらしているばかりでなく、今日行われている CFT 構造の耐火設計に大きく寄与する知見をも含んでおり、工学的に極めて優れた研究であるといえる。

平 24 年 2 月 9 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。