OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	円形断面の充填鋼管コンクリート構造における鋼管とコンクリートの相互作用に関する研究
Author(s)	佐藤, 孝典
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39616
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 98 】

氏名	佐藤孝典
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 12212 号
学位授与年月日	平成8年1月12日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	円形断面の充填鋼管コンクリート構造における鋼管とコンクリートの相互作用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 鈴木 計夫 教授 井上 豊　教授 橘 英三郎　教授 脇山 廣三

論文内容の要旨

本論文は，阪神大震災でも柱部材として強靱な構造性能が確認された円形断面の充填鋼管コンクリート（以下，CFTと略す）構造に関するもので，鋼管とコンクリートの相互作用を考慮した合理的な柱部材の設計法の確立を目的とするものである。本論文は，第1章～第7章で構成されている。

第1章では，円形断面のCFT構造の柱部材における鋼管とコンクリートの相互作用を研究する意義について述べている。

第2章では，本論文の概要について述べている。

第3章では，本論文の位置付けおよびCFT 構造に関する諸外国と我国の設計規準の比較，既往の実験結果と現行の鉄骨鉄筋コンクリート（以下SRCと略す）構造計算規準の計算値との比較検討を行っている。

第4章では，CFT構造において最も顕著であるコンファインド効果に着目した中心圧縮実験について述べている。すなわち，独自の試験体と独自の計測方法を考案して，その破壊メカニズムを解明している。まず，円形鋼管をコンファインド効果に100％寄与するアンボンド型の中心圧縮実験を行い，拘束係数（k）とすべり面の角度（θ）の因果関係を Mohr－Coulomb の破壊基準を用いて解明している。また，通常の加力点間の全体変形だけではなく，試験体を高さ方向に分けた区間変形を計測して，破壊部分と非破壊部分の最大耐力以降の挙動について考察している。そして，Mohr－Coulomb の破壊基準を最大耐力点だけではなく，それ以降の耐力下降域への適用を試みている。次に，ボンド型（通常のCFT構造）の中心圧縮実験を行い，鋼管の円周方向応力（$_s\sigma_\theta$）でアンボンド型と関連付け，CFT構造のモデルを提案している。

第5章では約1／2縮小モデルのCFT構造柱の一定軸力下における曲げせん断実験について述べている。試験体のパラメータは，実用的かつ進歩的（高強度材料）な観点から選定している。地震時を想定した繰り返し加力を与え，CFT構造柱の基本的な力学的性状を調べている。荷重－変形関係において，初期剛性（K），降伏耐力点（Ry，My），部材角R＝1％時耐力（$M_{0.01}$），最大耐力（M_U）を定式化し，現行の設計基準値と照らし合わせながら検証している。そして，Masingモデルを適用した復元力特性のモデルを提案している。実験終了後に鋼管を切開し，コンクリートのひび割れ

状況を観察して，局部座屈と崩壊に必要なヒンジ長さ（Lx）の関係を考察している。

第6章では，独自に開発した「レーザー変位計による多点計測方法」によって，鋼管の局部座屈と曲率分布を精密に計測し，崩壊に必要なヒンジ長さ（Lx）を求め，真の破壊断面を定めている。そして，その断面位置で耐力を評価することによって，載荷方法による耐力の違いを説明している。CFTとそれを構成する鋼管，コンクリートの3種類の柱試験体で，CFTで得られた変形経路（軸変位δ n，回転角θ）と全く同じものを鋼管とコンクリートで再現させ，そこに発生した力を参考にして，それぞれの分担力（軸力N，モーメントM）を求めている（「変形経路再現加力実験」）。その結果，相互作用を考慮した鋼管およびコンクリートの材料定数に関する提案をしている。

第7章では，第3章～第6章の総括を述べるとともに，CFT構造の今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

建築構造物の倒壊や層崩壊を避けるためには，阪神大震災でも実証されたように，柱部材の耐力と靱性を上げることが重要課題の一つである。鋼材とコンクリートを単独の材料として利用するのではなく，両者の相互作用を巧妙に利用した構造部材であるCFT構造に対し，現行の設計規準では相互作用から生じる優れた力学的特性がほとんど考慮されていない。その理由は，その優れた力学的特性を説明するための，物理現象に基づいた理論的裏付けが十分なされていないからである。本論文は，独自に考案開発した実験装置および測定方法による実験手法によってその現象を的確に解明し，その効果を考慮できる設計法を提示している。得られた成果を要約すれば，以下のとおりである。

(1) コンクリートの応力度－ひずみ度関係のモデル化に際し，最大耐力時以降の破壊の局所化とそれに伴う応力度－ひずみ度関係の物理的意味の限界について述べ，Mohr－Coulomb の破壊基準による最大耐力，その後の耐力下降域をすべり面での摩擦係数（μ）の低下とした剛塑性モデルを提案している。

(2)「ボンド型」と「アンボンド型」の違いを鋼管の応力状態として考察し，鋼管とコンクリートの一つの相互作用である，「コンファインド効果」に着目して，コンクリートの剛塑性モデルと鋼管の von Mises の降伏条件よりCFT構造柱の荷重－変形関係をモデル化している。

(3) 円形断面のCFT構造柱は，鋼管とコンクリートの相互作用である「コンファインド効果」と「局部座屈阻止効果」が起因して，現行の設計規準よりはるかに高い耐力と靱性が発揮されることを実験的に実証するとともに，設計上不可欠な荷重－変形関係について実験結果を正確に追跡できる Tri－Linear 型のモデルを定量的に提案している。

(4) 地震時挙動を解析する際に不可欠な復元力特性について，数値解析上容易な分数関数と指数関数を用いた修正Masingモデルで実験結果を高精度に表現できるようにしている。

(5) 独自に開発した「レーザー変位計による多点変位計測方法」により部材全体の精密な曲率分布を測定し，崩壊が成立するヒンジ長さを軸力比に関する簡単な式で提案している。また実験終了後に鋼管を切開して，すべり破壊の長さとして検証している。この種の現象は，一般的な線材理論が基本仮定としている「一断面の破壊」では説明不可能である。この崩壊が成立するヒンジ長さは，CFT構造に限らず広く鉄筋コンクリート（RC）系構造にも通じるものである。

(6) CFT構造柱とそれを構成している鋼管単体柱，コンクリート単体柱の3種類の試験体を用いて「変形経路再現加力実験」を行い，CFT試験体における鋼管，コンクリートの分担力（軸力，モーメント）を全履歴にわたって実験的に確認し，鋼管とコンクリートの相互作用を独自の理論展開によって精度良く追跡できることを示している。

以上のように，本論文は円形断面のCFT 構造における鋼管とコンクリートの相互作用に起因する優れた構造特性を設計式に考慮するための理論的裏付けとなる重要な知見を数多く与えており，今後の建築構造工学に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。