

氏 名	こむろ つとむ 小室 努
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論工博第 3975 号
学位授与の日付	平成 19 年 11 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文題目	超高強度コンクリートを用いた鉄筋コンクリート柱の圧縮特性に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 渡邊史夫 教授 田中仁史 准教授 西山峰広

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、圧縮強度が100~180MPaの超高強度コンクリート (UHSCと略記) を用いた鉄筋コンクリート (RCと略記) 柱の、短期及び長期荷重のもとでの圧縮特性を明らかにしたもので、RC建物の長期使用状態下及び短期地震荷重下での構造安全性確保に欠かすことの出来ない基礎力学特性を明らかにしたものである。

第1章においては、UHSCの実建物への適用状況について解説すると共に、その物性の故に生じる復元力特性における1次ピークと2次ピークの解析的予測、長期供用状況下での柱クリープ変形の予測の2つが、短期及び長期荷重下での建物構造安全性確保の上で重要であることを示し、本論文における主たる研究項目に取り上げている。

第2章においては、柱断面形状 (正方形及び円形)、横拘束鉄筋量及びコンクリート圧縮強度 (100~180MPa) をパラメーターとしたUHSCを用いたRC柱の中心圧縮試験 (単調及び一部繰返し) を行っている。実験の結果、高強度異形PC鋼棒による適切な横補強がUHSCに靱性を付与すること、圧縮強度の3分の2の応力下では繰返し载荷に対して弾性状態を保持すること、繰返し载荷における応力ひずみ曲線の包絡線は単調載荷曲線と一致すること等を明らかにした。また、得られた実験結果を用いて、既往の拘束コンクリートに対する応力ひずみモデルを修正し実験結果との良い対応を得ている。さらに、このモデルを用いて、地震水平力を受ける柱の荷重たわみ関係を解析的に求め、柱復元力特性における1次ピークと2次ピークの存在を示すと共に、荷重たわみ関係を精度よく予測している。

第3章においては、UHSC (100~180MPa) を用いた縮小RC柱の一定軸力下での長期圧縮試験を行っている。その結果、時間の経過と共に、コンクリートの圧縮力が軸鉄筋に移行し、その割合は、低強度のものほど大きいこと、クリープ係数は高強度のものほど小さい結果を得ている。また、クリープ係数の予測式としては、CEBクリープ予測式における圧縮強度影響係数を、実験で得られた結果の回帰分析に基づいて修正している。修正されたクリープ係数予測式で解析的に求めた長期圧縮応力下でのRC柱軸ひずみ変化は、試験結果とよく対応した。また、強度発現を促進するために蒸気養生を施したものでは、強度促進の結果がコンクリート材齢の増加につながり、クリープひずみが極めて小さいことを示した。

第4章においては、RC柱の長期クリープ性状に及ぼす载荷時期及び部材寸法の影響を明らかにするために、UHSCを用いた縮小RC柱及び無筋コンクリートシリンダーの段階的軸力载荷試験を行っている。試験より、圧縮強度150MPa級の超高強度コンクリートのクリープ係数 (2~3年) が0.5程度と極めて小さいこと、断面寸法が大きいほどクリープ係数が小さいことが明らかとなった。また、第3章で提案したクリープ予測式を用いて、段階的に軸力が増加していく場合のRC柱軸ひずみ予測法を提案している。この予測法による解析的な軸ひずみ変化は、実験結果とよく一致している。

第5章においては、第3章及び第4章で提案したRC柱クリープ予測法を、超高強度コンクリートを用いた超高層建築物の長期性状解析に適用している。その結果、コンクリートの自己収縮及びクリープ変形により、建物下層階柱の軸鉄筋の応力負担が増え続け、建物設計時に設定した長期許容圧縮応力度を上回る可能性が高いこと、ならびに、中小地震であっても、柱に入力する曲げモーメントにより柱軸鉄筋が早期に圧縮降伏することが合わせて示された。これを回避するためには、

降伏点が685MPa以上の高強度鉄筋を用いなければならないと結論付けている。一方、軸力の柱軸耐力に対する比率が0.33の下層階柱での長期軸ひずみは、弾性軸ひずみが0.001、クリープひずみが0.0004に達し、柱の鉛直方向変位は中間層で約80mmとなることが明らかとなった。この結果より、柱の軸力が異なる柱が隣接している場合には、柱の長期鉛直方向変位が異なるため、試算では0.002ラジアン程度の傾斜が梁に生じることが指摘されている。

第6章においては、本論文で得られた成果が要約されている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、圧縮強度が100～180MPaの超高強度コンクリート（UHSCと略記）を用いた鉄筋コンクリート（RCと略記）柱の、短期及び長期荷重のもとでの圧縮特性を明らかにしたもので、RC造建物の構造安全性確保に欠かすことの出来ない基礎力学特性を明らかにしたものである。得られた成果は以下のように要約される。

1. 横拘束鉄筋量をパラメータとしたUHSCを用いたRC柱の中心圧縮実験を行い、既往の拘束コンクリートに対する応力ひずみモデルに修正を加えた。実験結果との照査の結果、修正モデルは十分な精度を有していることが示された。
2. UHSCを用いたRC柱が、地震荷重下で曲げせん断応力を受けた場合、被りコンクリート剥離時と、更なる変形を受け拘束されたコアコンクリートが最大抵抗を示す時の2箇所での復元力特性にピークが表れることを実験により示した。また、先に述べた拘束コンクリートに対する修正応力ひずみモデルを用いた解析によってこの現象を十分な精度で予測できることが示された。
3. UHSCの時間依存性変形を予測するために、無筋コンクリート柱及びRC柱試験体に対する長期軸力載荷試験を行い、UHSCの乾燥収縮ひずみが極めて小さいこと及びクリープ係数が普通コンクリートに比べ小さく0.4～0.5であることを示した。この結果を用いて、既往のCEBクリープ予測式をUHSCに適用できるよう修正拡張した。また、施工段階に応じて時々刻々変化する軸力変動を考慮したクリープ解析法を新たに提案した。
4. 実建物柱における長期クリープ変形を上記解析法によって行い、UHSCを用いたRC柱において、軸鉄筋の早期降伏を防ぐためには少なくとも降伏強度が685MPa以上の高強度鉄筋の使用が必要であることを示した。

以上のように、本論文は、超高強度コンクリートを用いた柱の圧縮基礎特性を明らかにしたもので、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19年10月15日、論文内容とそれに関連した事項について口頭試問を行った結果、合格と認めた。