

氏 名	にし やま みね ひろ 西 山 峰 広
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	論 工 博 第 2789 号
学位授与の日付	平 成 6 年 1 月 24 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	Seismic Response and Seismic Design of Prestressed Concrete Building Structures (プレストレストコンクリート建築構造物の地震応答と耐震設計)
論文調査委員	(主 査) 教 授 六 車 熙 教 授 森 田 司 郎 教 授 藤 原 悌 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、プレストレストコンクリート（以下 PC と略記）建築骨組構造の耐震性状について、部材から構造骨組までの一連の研究成果をまとめ、これに基づく PC 建築骨組構造の合理的耐震設計法を提案したもので、序論、結論を含め10章から成る。

第1章は序論で、本論文の目的及び内容の概要を述べている。

第2章では、我が国の PC 建築構造物耐震設計用地震荷重とニュージーランド荷重基準におけるそれとの比較、および、これら両国の設計用地震荷重を適用した PC 構造および鉄筋コンクリート（以下 RC と略記）構造4層モデル架構の試設計結果の比較を行い、我が国における現行の PC 構造耐震設計法の問題点を指摘した。

第3章では、PC 部材、パーシャルプレストレストコンクリート（以下 PPC と略記）部材及び RC 部材のモーメント-曲率関係の比較から、プレストレス力の大きさなどの要因のモーメント-曲率関係に及ぼす影響を論じ、コンクリート、鉄筋及び PC 鋼材の応力-歪関係に基づくこれら各部材のモーメント-曲率関係解析の手法を提示している。

第4章では、PC 梁・RC 外柱接合部を含む単位骨組に対する2シリーズの繰り返し載荷試験を行い、PC 骨組の履歴復元力特性は、RC 骨組と比べて弾性的ではあるが、普通鉄筋の配置と、プレストレス力導入量を制御することにより、履歴エネルギー吸収能力の大きな履歴曲線が得られること、梁柱接合部コアは柱軸力とプレストレス力による二軸圧縮状態となり、RC の場合と比べてひびわれもほとんど発生せず剛性が保持されること、実験から得られた梁塑性ヒンジ域におけるモーメント-曲率関係は、第3章で提示した解析手法によりこれを追跡できることを明らかにした。さらに、プレストレス導入効果を考慮に入れた梁柱接合部コアのせん断設計式を提案した。

第5章では、第4章において抽出したモーメント-曲率関係及び過去に Thompson らによって提案されたモデルに基づいて、新たに PC-PPC-RC の一連のコンクリート系部材に適用できるモーメント-曲率関係モデルを提案した。

第6章では、第5章で提案されたモデルが1自由度系の荷重-変形関係を表わすものとし、様々なパラメータについて、実地震記録を用いた時刻歴応答解析を行った。この結果、従来指摘されているようにPC型の履歴復元力特性を持つ系ではRC型の特性を持つ系と比較して最大応答変位は平均して大きくなることが確認された。さらに、これらの計算結果に Substitute damping の手法を適用してPC型の特性を持つ系の最大応答を弾性応答から予測する方法を提案している。

第7章では、第5章において提案されたモーメント-曲率関係モデルを、梁塑性ヒンジ域に適用し、4、8及び16層のモデル架構の時刻歴応答解析を行った。この結果、PC骨組の最大応答層間変形角は、RC骨組と比べて平均して約10%大きくなることを示した。また、せん断質点系を用いた解析結果との比較から、従来行われてきたせん断質点系を用いた解析では、PC骨組の応答が過大評価されることを指摘した。

第8章では、以上の研究成果に基づいて、骨組の崩壊型を梁降伏型、柱降伏型、壁降伏型、強度抵抗型の4つに分類し、PC-PPC-RCのすべてを含むコンクリート系建築構造骨組の耐震設計法を提案している。特に、PC骨組については、モデル骨組の試設計結果から、従来理想崩壊型とされている梁降伏型の耐震設計への適用には困難が伴ない、柱降伏型の崩壊型を適用せざるを得ないことを明らかにした。さらに、柱降伏型を具現するためには、柱の曲げ靱性確保が必須となるが、柱の曲げせん断実験から、圧縮強度が100MPa級の高強度コンクリートを用いた場合でも、高強度横拘束補強筋の使用により柱の曲げ靱性を著しく改善できることを示して、柱降伏型の耐震設計が可能であることを明らかにしている。

第9章は、プレキャストPC建築骨組における問題点である梁柱圧着接合部の履歴復元力特性についての研究をまとめたものである。梁・外柱圧着接合部骨組試験体の繰り返し載荷試験を行い、PC鋼材の配置位置、グラウトの有無が圧着接合部の履歴復元力特性に著しい影響を及ぼすことを明らかにするとともに、プレストレス導入による圧着接合部の履歴復元力特性の改善が可能であることを示している。

第10章では、本研究で得られた結果を要約するとともに、PC構造の耐震設計に関する今後の研究の方向付けを行っている。

論文審査の結果の要旨

本研究は、PC建築骨組構造における部材の塑性ヒンジ域でのモーメント-曲率関係（以下M- ϕ 関係と略記）をモデル化し、これを実構造骨組に適用して時刻歴地震応答解析を行って、PC建築骨組構造の耐震特性を明らかにし、さらに、これら一連の研究成果をまとめてPC構造に対する合理的耐震設計法を提案したもので、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. PC梁・RC外柱接合部を含む単位骨組の繰り返し載荷実験の結果から、PC骨組はRC骨組と比べて履歴エネルギー吸収能力と変形能力に劣るという従来からの指摘を覆し、プレストレス導入力の大きさが過大でなければ、RC骨組と比べて履歴エネルギー吸収の大きいすぐれた履歴復元力特性を示すことを明らかにした。併せて、プレストレス導入力の効果を考慮したPC梁柱接合部コアのせん断設計式を提案した。

2. 上記の実験結果に基づいて、PC部材からRC部材までを連続して扱えるM- ϕ 関係モデルを新たに提案した。これを用いて、1自由度系の時刻歴応答解析を行い、PC型の履歴復元力特性を持つ系では

RC 型の特性を持つ系と比較して最大応答変位は一般に大きくなることを確認した。さらに、PC 建築構造骨組の時刻歴応答解析を行い、これを RC 骨組の解析結果と比較することにより、PC 骨組の最大応答層間変形角は、RC 骨組と比べて平均値で10%程度大きくなることを示した。

3. 骨組の崩壊型を梁降伏型、柱降伏型、壁降伏型、強度抵抗型の4つに分類し、上記の研究結果に基づいて、それぞれの分類に対応する PC 骨組の耐震設計法を提案した。

4. PC 骨組の崩壊型は PC 部材の特性から柱降伏型となることが多いことを指摘し、100MPa 級の圧縮強度のコンクリートを用いた柱についても、高強度横拘束補強筋を用いることにより、曲げ靱性を著しく改善できることを示して、柱降伏型架構の実現の可能性を示した。

5. プレキャストプレストレストコンクリート圧着接合骨組の履歴復元力特性を履歴エネルギー吸収能力の大きなものに改善する方策を提案した。

以上のように本論文は、PC 構造をコンクリート系構造物のひとつとして捉え、その耐震設計法を実験的・解析的に考究したもので、学術上、実際上寄与する所が大きい。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5年11月10日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。