

(様式第3号)

論文要旨

論文題目

緊張力を導入したPC鋼棒を用いた腰壁付きRC柱の耐震補強設計法

学校建築物によく見られるように低層のRC造建築物には、腰壁、垂れ壁や袖壁のような二次壁によって柱が短柱化し、このことが短柱にせん断力の過大入力と変形能力の低下を招き、1971年以前の設計であればさらにせん断補強筋の不足も加わり、脆性的なせん断破壊を容易に生じさせて、低層RC造建築物の耐震性能劣化をきたしていることは、今日よく知られた事実である。そのために、腰壁、垂れ壁や袖壁のような二次壁によって柱が短柱化したRC造建築物の耐震性能を、大幅に改善する補強法の研究開発が急がれている。

本論文では二次壁のなかで腰壁に限定し、腰壁付きRC柱試験体の耐震補強法に関する実験結果、及び解析結果をまとめたもので、次の8章より構成される。

第1章では序で、従来の研究の概要と本研究の目的を概説した。

第2章では、腰壁付きRC柱8体に加え、壁梁付きRC柱1体の計9体の試験体に関して、各試験体の形状、寸法、補強方法、材料の力学性質、変位計の取り付け、ひずみゲージの貼り付け位置及び載荷方法について述べた。

第3章では、緊張応力を導入したPC鋼棒を用いた腰壁付き、又は壁梁付きRC柱の耐震加力実験結果について述べた。その中に、腰壁部の壁厚が薄い方に属すると思われる腰壁付きRC柱の靱性タイプの耐震補強において、短柱化した単独柱部分のみの耐震補強では十分な耐震補強効果が期待できないことがわかった。靱性能を著しく増大させるためには、腰壁部分の柱にも同じようなPC鋼棒による耐震補強を施すことが必要である。腰壁部分の柱もPC鋼棒で横補強することにより、正負繰返し部材角の増大と共にPC鋼棒貫通孔間に生じたひび割れが連結し、柱と腰壁の境界にスリットが自動的に生じる。その結果、柱の有効せん断スパン比はスリットの形成と共に大きくなり、それに伴って水平耐力は少しずつ低下していくが、靱性は確保できることがわかった。一方、靱性・耐力両タイプの耐震補強として、柱と一体になった腰壁部分を局部的に剛強にした上で、内法高さ部分の柱にPC鋼棒によりプレストレスを導入して耐震補強すれば、耐力と靱性を共に改善できることを明らかにした。

第4章では、PC鋼棒によりプレストレスを導入したコンクリートの構成則、単独柱の曲げ強度算定法、単独柱のせん断信頼強度、腰壁が圧縮破壊する場合の腰壁付き柱のせん断耐力及び腰壁付き柱の終局せん断耐力について検討した。ただし、腰壁付き柱の終局せん断耐力の計算は壁部分の有効領域を考慮して、日本建築学会によるトラス・アーチ理論に基づいて検討した。

第5章では、腰壁付きRC柱の耐震補強法を検討するための一助として、非線形2次元有限要素法による解析を行った。本解析の対象とした試験体は、靱性タイプシリーズの試験体3体である。解析結果と実験結果との比較により、腰壁付きRC柱の弾塑性挙動を検証し、腰壁付きRC柱に対する本耐震補強法の有効性を検討した。また、腰壁に生じている分布ひび割れについても解析的に検討した。

第6章では、腰壁付きRC柱との耐震性能を比較検証するために、腰壁が付随していない場合の柱全高さ部分に相当する単独柱試験体1体、腰壁付きRC柱試験体の柱内法高さ部分に相当する単独柱試験体2体、腰壁の面外方向に地震力を受けた場合に相当する試験体1体を利用して、緊張PC鋼棒を配置して耐震補強した実験を行った。腰壁部分の柱を内法高さ部分の柱と同じように緊張PC鋼棒で耐震補強した試験体は、柱全高さ部分に相当する単独柱試験体とほぼ同じような弾塑性挙動を示した。また、腰壁部分を局部的に剛強に補強した試験体は、柱内法高さ部分に相当する単独柱試験体の弾塑性挙動に類似し、かつ面外方向の地震力に対しても安全であることを加力実験でも検証した。

第7章では、本補強法を腰壁付きRC柱の耐震補強に効果的に適用する場合の設計法(靱性タイプと靱性・耐力両タイプ)を提案した。

第8章では、結論として、緊張力を導入したPC鋼棒を用いた腰壁付きRC柱の耐震補強設計法本補強法をとりまとめた。

氏 名 李文聰

2005年 1月 31日

琉球大学大学院
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 山川 哲雄 

副査 氏名 伊良波 繁雄 

副査 氏名 江崎 文也 

学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 生産エネルギー 氏名 李文聰 学籍番号 XXXXXXXXXX		
指導教員名	山川 哲雄		
成績評価	学位論文 <u>合格</u> 不合格	最終試験 <u>合格</u> 不合格	
論文題目	緊張力を導入したPC鋼棒を用いた腰壁付きRC柱の耐震補強設計法		
審査要旨（2000字以内）			
<p>学校建築物によく見られるように低層のRC造建築物には、腰壁、垂れ壁や袖壁のような二次壁によって柱が短柱化し、このことが短柱にせん断力の過大入力と変形能力の低下を招き、1971年以前の設計であればさらにせん断補強筋の不足も加わり、脆性的なせん断破壊を容易に生じさせて、低層RC造建築物の耐震性能劣化をきたしていることは、今日よく知られた事実である。そのために、腰壁、垂れ壁や袖壁のような二次壁によって柱が短柱化され、耐震性能の劣化が心配されるRC造建築物の耐震性能を、大幅に改善する耐震補強法の研究開発が急がれている。</p> <p>本論文では二次壁のなかで腰壁に限定し、腰壁付きRC柱試験体の耐震補強法に関する実験結果、及び解析結果を整理し、かつその耐震補強設計法を著者は提案している。</p>			

著者は腰壁付きRC柱8体に加え、壁梁付きRC柱1体の計9体の試験体に関して、一定軸力下の正負繰り返し水平加力実験を行ない、緊張応力を導入したPC鋼棒を用いた腰壁付き、又は壁梁付きRC柱の耐震加力実験結果について整理している。その中に、腰壁部の壁厚が薄い方に属すると思われる腰壁付きRC柱の靱性タイプの耐震補強において、短柱化した単独柱部分のみの耐震補強では十分な耐震補強効果が期待できないことなどの知見を著者は明らかにしている。靱性能を著しく増大させるためには、腰壁部分の柱にも同じようなPC鋼棒による耐震補強を施すことが必要であることも、著者は指摘している。腰壁部分の柱もPC鋼棒で横補強することにより、正負繰り返し部材角の増大と共にPC鋼棒貫通孔間に生じたひび割れが連結し、柱と腰壁の境界にスリットが自動的に生じる。その結果、本試験体の有効せん断スパン比はスリットの形成と共に大きくなり、それに伴って水平耐力は少しずつ低下していくが、靱性は確保できる。このことは既知の事実であるが、著者は靱性・耐力両タイプの耐震補強法として、柱と一体になった腰壁部分を局部的に剛強にした上で、内法高さ部分の柱にPC鋼棒によりプレストレスを導入して耐震補強すれば、耐力と靱性を共に改善できることを初めて明らかにした。

次いで、著者はPC鋼棒によりプレストレスを導入したコンクリートの構成則、単独柱の曲げ強度算定法、単独柱のせん断信頼強度、腰壁が圧縮破壊する場合の腰壁付き柱のせん断耐力及び腰壁付き柱の終局せん断耐力について、解析的に検討した。ただし、腰壁付き柱の終局せん断耐力の計算は壁部分の有効領域を考慮して、日本建築学会によるトラス・アーチ理論に基づいて検討している。また、腰壁付きRC柱の耐震補強法を検討するための一助として、非線形2次元有限要素法による解析を著者は行った。本解析の対象とした試験体は、靱性タイプシリーズの試験体3体である。解析結果と実験結果との比較により、腰壁付きRC柱の弾塑性挙動を検証し、腰壁付きRC柱に対する本耐震補強法の有効性を検討した。

さらに、腰壁付きRC柱との耐震性能を比較検証するために、腰壁が付随していない場合の柱全高さ部分に相当する単独柱試験体1体、腰壁付きRC柱試験体の柱内法高さ部分に相当する単独柱試験体2体、腰壁の面外方向に地震力を受けた場合に相当する試験体1体を利用して、緊張PC鋼棒を配置して耐震補強した実験を著者は行った。腰壁部分の柱を内法高さ部分の柱と同じように緊張PC鋼棒で耐震補強した試験体は、柱全高さ部分に相当する単独柱試験体とほぼ同じような弾塑性挙動を示した。また、腰壁部分を局部的に剛強に補強した試験体は、柱内法高さ部分に相当する単独柱試験体の弾塑性挙動に類似し、かつ面外方向の地震力に対しても安全であることを加力実験でも著者は検証した。最後に著者は本補強法を腰壁付きRC柱の耐震補強に効果的に適用する場合の設計法（靱性タイプと靱性・耐力両タイプ）を提案している。

以上要するに、著者は緊張力を導入したPC鋼棒を用いた腰壁付きRC柱の耐震補強設計法に関して、実験と解析を行い、その耐震補強設計法を提案している。これらの研究成果は、腰壁を有するRC柱の耐震補強設計に大きく寄与するものである。

最終試験では、博士論文提出者による博士論文内容についての発表が行われた後、質疑応答が行われ、各質問に対する返答は適切であったと判断される。

以上により、学位論文審査委員一同は本論文は博士（工学）の学位論文として十分価値あるものと認め、本論文提出者・李文聡は最終試験に合格したものと認める。