

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 11 日現在

機関番号：18001

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2008～2012

課題番号：20246091

研究課題名（和文） 中低層 RC 造建物に対する震前・震後の簡便な耐震補強技術の研究開発

研究課題名（英文） Research and Development of Practical and Cost-effective Seismic Retrofit Techniques of Existing Low-rise to Mid-rise RC Buildings before/after Earthquake Attack

研究代表者

山川 哲雄（YAMAKAWA TETSUO）

琉球大学・工学部・教授

研究者番号：50142352

研究分野：建築構造学

科研費の分科・細目：建築学，建築構造・材料

キーワード：耐震補強，緊急補強，プレストレス，既存不適格，柱梁接合部，せん断強度，
付着強度，PC 鋼棒

1. 研究計画の概要

中低層 RC 造建物の耐震補強を目的に極脆性柱の靱性型補強から始めて、2 次壁（腰壁や袖壁など）付き柱や耐震壁の強度・靱性型補強、そしてピロティフレームや壁抜け層を対象に、極厚無筋壁（袖壁と無開口壁）による強度・靱性型補強法を提案してきた。これらの研究から、発泡スチロール等を用いて極厚無筋壁における壁厚のスリム化、あと施工アンカー無し（無開口壁では脚部のみ必要）で既存フレームとの一体化を可能にした極厚無筋壁の応用としてコンクリートブロック壁（CB 壁）の耐震補強、簡便な枠付き鉄骨ブレース補強などの新規課題を解決する。加えて、本研究の成果である緊張力導入による能動的横拘束効果を利用して、地震被災直後の中低層 RC 造建物を対象にした簡便な応急（緊急）補強法を提案する。本課題の解決すべき主な研究テーマは以下である。

(1) 研究代表者が提案した極厚無筋壁補強法の壁厚をスリム化すること。

(2) 枠付き鉄骨ブレースを既存 RC フレームに簡単に接合する方法を提案すること。

(3) 地震被災直後のせん断損傷 RC 柱への簡便・迅速・安価な応急（緊急）補強法を提案すること。

(4) 付着劣化させたキャンティレバー型の付着要素試験体を用いて応急補強前と後の付着性能を検証すること。

(5) せん断損傷した柱梁接合部の応急補強法の検証を行うこと。

本研究の目的は今までの研究成果の延長線上に中低層 RC 造建物を対象に緊張力導入による能動的横拘束効果と、壁やブレースにあっては既存フレームとの一体化を特色と

する震前・震後の簡便な耐震補強法を提案し、ほぼ 15 年間継続・発展させてきた一連の研究を完結させることにある。

2. 研究の進捗状況

主な研究結果を以下に列挙する。

(1) 極厚無筋壁の壁厚を低減するために CB 壁にあってはポリスチレンフォームを使用する、あるいは CB 壁の片側のみ増打ちする工法であっても、極厚無筋壁と同様に補強後骨組の耐力と靱性の同時向上が可能である。よって、CB 壁を壊して別途壁を増設するのではなく、CB 壁を下地兼型枠として合成無筋壁補強法を施すことで補強後の CB 壁を帳壁のみならず耐震要素として活用できる。この工法はピロティフレームへの合成無筋壁補強法においても同様な効果が得られる。

(2) あと施工アンカーの使用本数を大幅に減少可能で、かつ RC フレームの耐震補強を兼ねる補強合理性の高い枠付き鉄骨ブレースの合成接合法を提案した。鉄骨ブレースが座屈するように設計した補強試験体の加力実験の結果、合成接合法により既存 RC フレームのせん断破壊が防止され、耐力と靱性が大幅に向上することを確認した。

(3) 市販のラチェットバックルと低価格なポリプロピレンベルトによるラッシングベルトを開発し、型枠合板と組み合わせて使用する緊急補強法を提案した。緊急補強実験の結果、本工法はベルトが型枠合板に直接圧着しているため、受動的な横拘束効果が高く、軸ひずみの抑制に効果的であることを明らかにした。また、連続繊維ベルトに引張剛性の高いアラミド繊維を使用することで、せん断損傷後であっても主筋が引張降伏し、優れ

た履歴性状が得られることが分かった。

(4) 付着劣化させたキャンティレバー型の要素試験体に緊張 PC 鋼棒で応急補強を施した主筋引抜き試験の結果、コンクリート強度が高いと修復付着強度が高くなること、また、能動側圧が大きいと修復付着強度が高くなることを明らかにした。

(5) 柱梁接合部に損傷を与えた試験体に、緊張 PC 鋼棒と縞鋼板で応急補強を行うと、強度と靱性が増加するが、初期剛性の回復はできないことが分かった。また、偏心した RC 造柱梁接合部には、偏心面を縞鋼板、その他 3 面を緊張 PC 鋼棒で補強すれば、安定した履歴性状を示すことを明らかにした。

3. 現在までの達成度

①当初の計画以上に進展している。

(理由)

鉄骨ブレースの合成接合法を提案し、耐震性能を実験で確かめ、合成極厚無筋壁補強法の壁厚のスリム化については、ポリスチレンフォームでスリム化した補強試験体の耐震補強効果を確認し、これに代わる新たな壁厚の低減方法も提案している。緊急補強法においては型枠合板を工夫し、かつ取扱いやすいラッシングベルトでの補強法を提案してその補強効果も確認していることなどから、当初の計画以上に進展していると判断した。

4. 今後の研究の推進方策

本課題により基礎研究を終了して早期に実用化研究に移行し、日本建築防災協会や日本建築総合試験所の技術評定を受け、性能証明書の取得を急ぐ必要がある。

5. 代表的な研究成果

[雑誌論文] (計 26 件)

- ① 許勝雄, 菊池健児, 黒木正幸: 外部 PC 鋼棒により応急補強された RC 柱の主筋付着強度に関する実験的研究—損傷指標の検討—, 大分大学工学部研究報告, 査読無, 第 58 号, pp. 1-8, 2011
- ② Tetsuo YAMAKAWA, Pasha JAVADI, Koki MAEDA and Makoto KOBAYASHI: Capacity-based Analytical Evaluations of Retrofitted RC Frames - A new hybrid connection for installation of a steel braced frame inside a RC frame (part 2) -, 日本建築学会構造系論文集, 査読有, Vol. 75, No. 651, pp. 987-996, 2010. 5
- ③ 許田昇, 中田幸造, 山川哲雄, 原口貴臣: 緊張ラッシングベルトと型枠合板で緊急補強されたせん断損傷 RC 柱の実験的研究, コンクリート工学年次論文集, 査読有, Vol. 32, No. 2, pp. 1027-1032, 2010
- ④ 上原修一, 副島裕介, 砥綿祐太, 山川哲雄: 偏心した RC 造柱梁十字形接合部を鋼

板と鋼製ハンチで補強した場合の耐震補強性能, コンクリート工学年次論文集, 査読有, Vol. 32, No. 2, pp. 277-282, 2010

- ⑤ Tetsuo Yamakawa, Pasha JAVADI, Makoto Kobayashi: Cyclic Loading Tests on Retrofitted RC Frames -A New Hybrid Connection for Installation of a Steel Braced Frame inside a RC Frame-, 日本建築学会構造系論文集, 査読有, No. 642, pp. 1487-1494, 2009. 8

[学会発表] (計 60 件)

- ① 上江洲靖, 山川哲雄, 森下陽一: CB 壁に適用した極厚無筋壁補強法の耐震補強実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp. 293-294, 2010. 9. 11
- ② 黒木正幸, 菊池健児, 許勝雄: 外部 PC 鋼棒補強 RC 柱の付着割裂(せん断)強度に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp. 581-582, 2010. 9. 10
- ③ 原口貴臣, 中田幸造, 山川哲雄, 許田昇: 緊張ラッシングベルトと型枠合板を用いたせん断損傷 RC 柱の緊急補強実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸), pp. 693-694, 2010. 9. 9
- ④ 小林 慎, 山川哲雄, Pasha JAVADI: 1 スパン 1 層ピロティフレームに枠付き鉄骨ブレースを合成接合した加力実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp. 51-52, 2009. 8. 29
- ⑤ 上原修一, 副島裕介, 山川哲雄: RC 造柱梁接合部の地震被災後の補強に関する基礎研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp. 421-422, 2009. 8. 26

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称: コンクリート構造物の耐震補強構造
発明者: 山川哲雄
権利者: 琉球大学
種類: 特許
番号: 特願 2009-009281
出願年月日: 平成 21 年 1 月 19 日
国内外の別: 国内

○取得状況 (計 1 件)

名称: ピロティフレームを備えた建築物の耐震補強方法
発明者: 山川哲雄
権利者: 琉球大学
種類: 特許
番号: 特許第 4224589 号
取得年月日: 平成 20 年 12 月 5 日
国内外の別: 国内