

機関番号：57102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2010

課題番号：19560589

研究課題名（和文） 緊張PC鋼棒によるRC造柱梁接合部の耐震補強法に関する研究

研究課題名（英文） Behavior of RC Beam-Column Joints Retrofitted by PC Bar Prestressing

研究代表者

上原 修一（UEHARA SHUICHI）

有明工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号：60151825

研究成果の概要（和文）：本研究は、鉄筋コンクリート骨組みの、柱と梁の接合部の耐震補強工法（耐震的に弱い既存建物の補強）の開発に関する研究である。柱梁接合部は、兵庫県南部地震で被害を受けたが、耐震補強工法の開発は遅れている。本研究では、課題名に示す緊張 PC 鋼棒による補強と鋼製ハンチ（方づえ状のもの）などを使った工法を提案し、補強効果があることを実験的に示した。

研究成果の概要（英文）：This paper shows the retrofitting technique of beam-column joints of reinforced concrete structures. The technique proposed here is used for existing structures with weak joints. Joints in some buildings failed in Hyogoken-Nanbu earthquake disaster. However, no effective technique had been proposed to retrofit the joints. The author proposed two methods of the retrofit. The one method uses PC bar prestressing, and the other uses steel haunches and steel plates. Both methods are proved to be effective by experiments.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学，建築構造・材料

キーワード：コンクリート構造，耐震補強

1. 研究開始当初の背景

鉄筋コンクリート構造は、高剛性で振動問題が少ないことおよび遮音性が高いことなどから集合住宅を初め、多様な構造物に用いられる構造形式である。しかしながら、兵庫県南部地震では、新耐震設計法に基づき設計されたRC造集合住宅などの柱梁接合部に大きな被害が見られ、取り壊されたものも多い。

新築の構造物については、1999年版のRC規準書に示された方法で設計すれば、ほぼ安全な構造物とすることができるが、これまでに建設された既存の構造物の柱梁接合部には補強の必要があるものも多いといわれている。現在、柱や梁などの耐震補強方法が数多く提案されているが、柱梁接合部については、多数の梁や柱および床スラブが交わる部

位であることから、実用的で適用範囲が広い耐震補強工法は、諸外国の状況をみてもない状態であった。

このようなことから、簡単に施工でき、実用的で適用範囲が広い柱梁接合部の耐震補強法の開発が、世界的にも待たれている状況であった。

2. 研究の目的

背景に示したように、実用性のある柱梁接合部の耐震補強工法が求められている。そのため、研究代表者である上原は、共同研究者である山川が提案し、柱のせん断補強で効果を確認しているPC鋼棒で接合部を締め付けて、接合部の耐震補強効果を確認する。また、その他の補強工法として、鋼製のハンチなどを用いた方法についても検討し、有用な接合部耐震補強法を提案することを目的とする。

3. 研究の方法

研究の内容は、大きく、次の2つに分けられる。ともに、1/3程度の十字形縮小試験体を用いた実験的研究である。それぞれについて記す。

(1) 緊張PC鋼棒を用いた耐震補強工法について

接合部周りに緊張PC鋼棒を配し、締め付けることにより、補強する工法を図-1に示す。このように、柱コーナーに定着ブロックを用

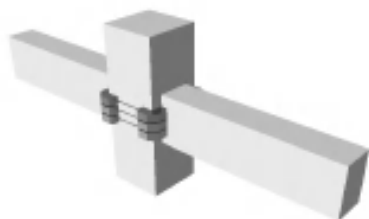


図-1 接合部回りを緊張PC鋼棒で補強

いて、緊張する。梁腹部には、PC鋼棒用の穴を開けることになる。実験変数は、主に緊張力、梁の偏心がある場合、ない場合などとした。

(2) 鋼製のハンチなどを用いた補強工法について

接合部を、上下の鉛直鋼製ハンチ、偏心パネル面を鋼板で、非偏心側を水平ハンチで補強する工法を図-2に示す。この実験では、水平ハンチ、鉛直ハンチ、偏心パネル面鋼板の

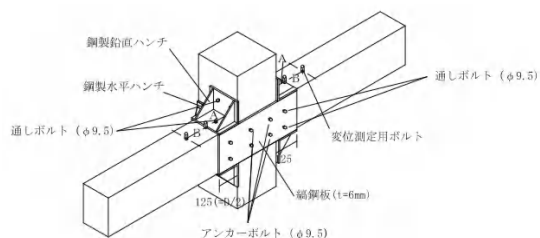


図-2 偏心接合部回りを鋼製ハンチ等で補強

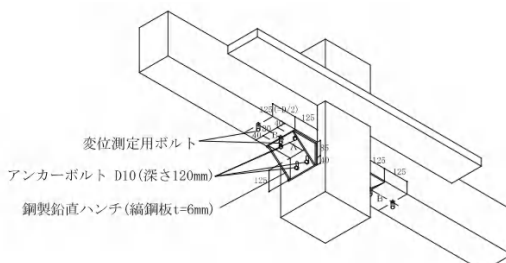


図-3 スラブ付接合部を鋼製鉛直ハンチで

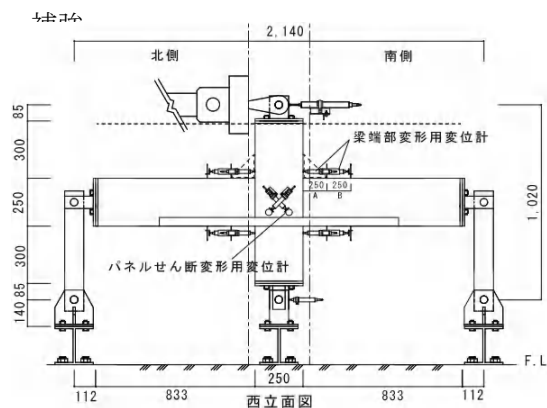


図-4 加力装置

効果を、調べた。

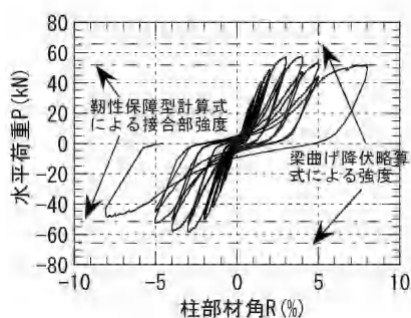
図-3は、スラブ付接合部を鋼製鉛直ハンチで補強した試験体を示す。図-2の実験で、鉛直鋼製ハンチが有効ということがわかったことから、ここでは、実際の施工を考えて、梁下のみハンチおよびスラブ付とし、アンカーもあと施工アンカーとした。

試験体の加力装置を図-4に示す。梁端部をローラー支持、柱脚をピン支持として、柱頭に水平力を加えた。軸力は加えていない。

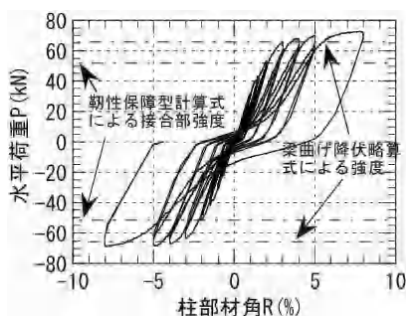
4. 研究成果

(1) 緊張PC鋼棒を用いた耐震補強工法について

図-5に、図-1に示す緊張PC鋼棒で補強した試験体と無補強の試験体の荷重部材角関係を示す。この実験から以下のことがわかった。



(a) 補強なし試験体



(b) 緊張PC鋼棒補強試験体(500 μ 緊張)

図-5 補強なし試験体と緊張PC補強試験体の比較

①緊張PC鋼棒による接合部補強効果が認められ、緊張力が大きいと接合部損傷が、より少なくなる。

②プレストレス力による横拘束効果を評価する拘束係数kは、柱で用いられている係数よりかなり大きくなる

③図-5に示すように、接合部破壊先行試験体を梁端部曲げ降伏先行試験体に移行できるが、性状はスリップ型であり、付着性状の改善はできない。

このほか、偏心した試験体について緊張PC鋼棒による補強効果を調べたところ、偏心側の補強効果が劣ることを確認した。そのため、偏心側は、鋼板をあてることを提案し、効果があることを確認した。

(2) 鋼製のハンチなどを用いた補強工法について

図-6に、図-2に示す緊張PC鋼棒で補強した試験体と補強なし試験体の荷重層間変形角関係を示す。この実験から以下のことがわかった。

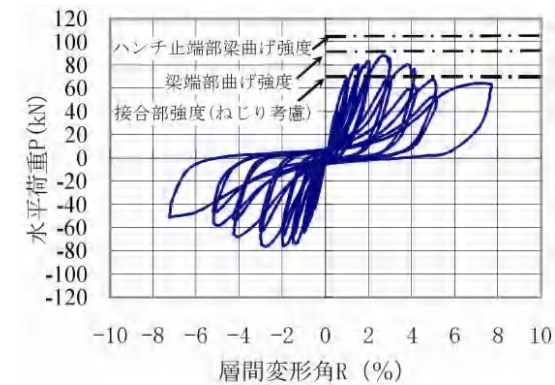
①提案する鉛直ハンチは、接合部入力せん断力が小さくなるため、接合部補強に有効である。

②接合部パネル部鋼板は、パネル部コアコンクリートへ、アンカーボルトで固定すると優れた補強効果を示す。

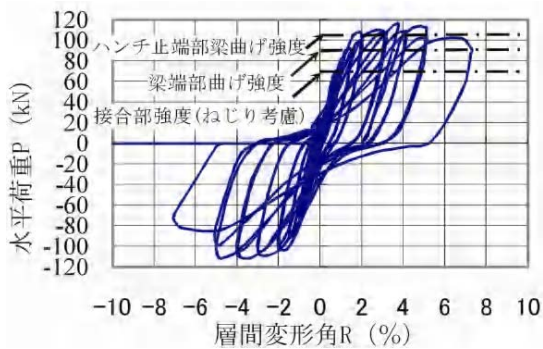
③本補強工法によれば、著しい損傷が考えられる接合部であっても、その損傷を防ぐことができ、ハンチ止端部での梁降伏を保持できる可能性がある。

図-7に、図-3に示すスラブ付試験体で偏心のない試験体について、鋼製鉛直ハンチで補強した試験体と補強なし試験体の荷重層間変形角関係を示す。

この実験から、以下のことがわかった。



(a) 補強なし試験体



(b) 偏心接合部回りを鋼製ハンチ等で補強した試験体

図-6 補強なし試験体と鋼製ハンチ等で補強した試験体（偏心あり）の比較

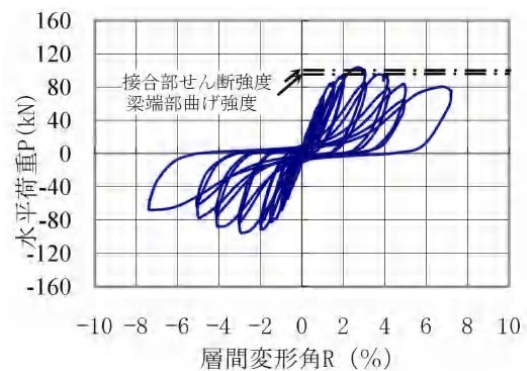
- ①鋼製ハンチを用いアンカー2本で梁下のみ補強すると、 $R=4\%$ くらいまでは接合部の損傷を抑制することができる。
- ② $R=4\%$ 以降も安定した補強を得るためには、ハンチの定着を剛経にするなどの対策が必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

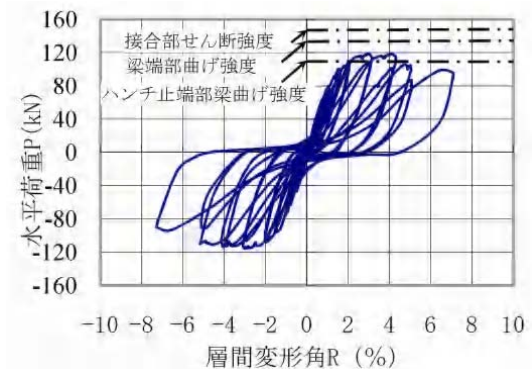
（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

- ①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，vol. 32，No. 3，2010.7.8，pp. 277-282，査読有



(a) スラブ付接合部補強なし試験体



(b) スラブ付接合部鉛直鋼製ハンチ補強試験体

図-7 補強なし試験体と鉛直鋼製ハンチで補強した試験体（スラブ付偏心なし）の比較

- ②上原修一，山川哲雄，緊張PC鋼棒で外部横補強したRC造柱梁十字形接合部の補強効果に関する研究，コンクリート工学年次論文集，vol. 29，No. 3，2007.7.12，pp. 253-258，査読有

〔学会発表〕（計4件）

- ①上原修一，砥綿祐太，山川哲雄，RC造柱梁接合部の耐震補強法に関する研究-床スラブのある十字形接合部梁下端を鋼製ハンチで補強した場合-，日本建築学会九州支部研究報告第50号の1，2011.3.6，鹿児島大学（鹿児島県）
- ②上原修一，砥綿祐太，山川哲雄，RC造柱

梁十字形接合部を鋼板と鋼製ハンチにより補強した場合の耐震補強性能，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）2010.9.11 富山大学（富山県）

③砥綿祐太、上原修一、山川哲雄，RC造柱梁接合部の履歴性状の改善に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（北陸）2010.9.11 富山大学（富山県）

④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的研究日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）C-2 IV，2009.8.26，東北学院大学（宮城県）

⑤砥綿祐太、上原修一、山川哲雄，緊張PC鋼棒によるRC造柱梁接合部の耐震補強法に関する研究-偏心した十字形接合部に対する補強性能について-日本建築学会大会学術講演梗概集（東北）C-2 IV，2009.8.26，東北学院大学（宮城県）

⑥副島裕介，上原修一，山川哲雄，RC造柱梁接合部の耐震補強法に関する研究-偏心した十字形接合部に対する補強方法について-，日本建築学会九州支部研究報告第47号1構造系2009.3.8 琉球大学（沖縄県）

⑦原可南子，上原修一，山川哲雄，緊張PC鋼棒による偏心したRC造十字形柱梁接合部の耐震補強に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（中国）C-2 IV，2008.9.18 広島大学（広島県）

⑧村上裕介，上原修一，山川哲雄，緊張PC

鋼棒で外部横補強したRC造柱梁十字形接合部の補強効果に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集（九州）C-2 IV，2007.8.29，福岡大学（福岡県）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

上原 修一 (UEHARA SHUICHI)

有明工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号：60151825

(2) 研究分担者

山川哲雄 (YAMAKAWA TETSUO)

琉球大学・工学部・教授

研究者番号：50142352