

SD490 級梁主筋を機械式継手により柱梁接合部内で接合する プレキャスト化工法の開発

技術本部 技術部 新石雅文
技術本部 技術部 渡邊一弘

1. はじめに

RC 造建物のプレキャスト（以下 PCa）化工法は主に超高層物件で採用されてきたが、今後は中高層建物でも積極的に活用していく必要があると考える。

本工法は柱および梁を単材で PCa 化し、柱梁接合部において梁主筋を機械式継手により接合して現場打ちコンクリートにより一体化する工法である。柱梁接合部内の機械式継手の付着力に関しては十分な設計資料がないのが現状であり、機械式継手の使用にあたっては柱梁接合部内での応力伝達を実験により確認する必要がある。昨年行った実験では梁主筋に SD390 の普通強度鉄筋を使用し、柱梁接合部内に継手を設けた試験体の付着性状および履歴性状が通し配筋と同等であることを確認した。本年度は梁主筋に SD490 の高強度鉄筋を使用し、同様の構造性能を有するかを確認するための実験を行った。コンクリートの設計基準強度は中高層建物で一般的に使用されている 36N/mm^2 とした。

2. 試験体

試験体一覧、および試験体形状をそれぞれ、表-1 および図-1 に示す。また、試験体に使用した材料の特性を表-2 に示す。

試験体は十字形柱梁接合部の部分架構形式とし、スケールは実物の 1/2 とした。試験体の種類は柱梁接合部内における継手の有無および継手の種類をパラメータとした 3 種類（RCH-N, RCH-CS, RCH-CF）とした。RCH-N は柱梁接合部内の梁主筋を通し配筋とし、継手を設けない標準試験体である。RCH-CS は上端の梁主筋に C 継手（継手長さ 110mm, 継手径 32.6mm のネジ式継手）を、下端の梁主筋に S 継手（継手長さ 260mm, 継手径 38mm のモルタル充填式スリーブ継手）を設けた試験体である。RCH-CF は上端の梁主筋に C 継手を、下端の梁主筋に F 継手（継手長さ 180mm, 継手径 32.6mm）を設けた試験体である。試験体の部材寸法は全試験体共通とし、柱断面は $450 \times 450\text{mm}$ 、梁断面は $360 \times 450\text{mm}$ 、梁支点距離は 1500mm, 柱支点間距離は 1500mm とした。

柱梁接合部内の梁主筋の付着強度 τ_u は参考文献 1) を参考に算出し、付着強度 τ_u が設計付着応力度 τ_j の 0.8 倍程度となるように付着条件の厳しい設計を行った。

3. 実験方法

試験体の柱脚部はピン支持、梁両端はローラー支持とし、一定軸力 ($0.1b \cdot D \cdot F_c$) を加えた状態で柱頭部分に水平力を載荷した。加力は層間変形角 R で制御し、正負交番繰り返し漸増載荷で、層間変形角が 0.25% を 1 回、0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 3.0%, および 4.0% を各 2 回、5.0% を 1 回載荷した。

表-1 試験体諸元

| 項目 | 試験体 | RCH-N | RCH-CS | RCH-CF |
|--------------|--------------|---------------------------------|------------------|----------|
| コンクリート設計基準強度 | | $F_c = 36\text{N/mm}^2$ | | |
| 柱 | cB × cD (mm) | 450 × 450 | | |
| | 主筋 | 14-D19 (SD390) pg = 1.98% | | |
| | 帯筋 | 4-D6 @50 (SD295A) Pw=0.56% | | |
| 梁 | bB × bD (mm) | 360 × 450 | | |
| | 主筋 | 上端筋 | 4/2-D19 (SD490) | |
| | | 下端筋 | 4/2-D19 (SD490) | |
| | 引張鉄筋比 | pt = 1.22% | | |
| | あばら筋 | 4-D6 @50 (SD295A) pw=0.70% | | |
| 継手 | 上端筋 | 通し配筋 | ネジ式継手(C) 2箇所 | ネジ式継手(C) |
| | 下端筋 | 通し配筋 | モルタル充填式スリーブ継手(S) | ネジ式継手(F) |
| 接合部 | 横補強筋 | 4-D6 × 3段 (SD295A) pjw=0.23% | | |
| 破壊形式 | | 梁曲げ降伏型 | | |

表-2 材料試験結果

| コンクリート | 圧縮強度 | ヤング係数 | 鉄筋 | 降伏強度 | ヤング係数 |
|----------------|-------------------|--------------------|------------|-------------------|--------------------|
| | N/mm ² | N/mm ² | | N/mm ² | N/mm ² |
| 下部柱・梁 柱梁接合部 | 43.6 | 3.03×10^4 | D6(SD295A) | 457 | 2.00×10^5 |
| | | | D19(SD390) | 432 | 1.98×10^5 |
| 上部柱 | 46.5 | 3.08×10^4 | D19(SD490) | 540 | 1.91×10^5 |

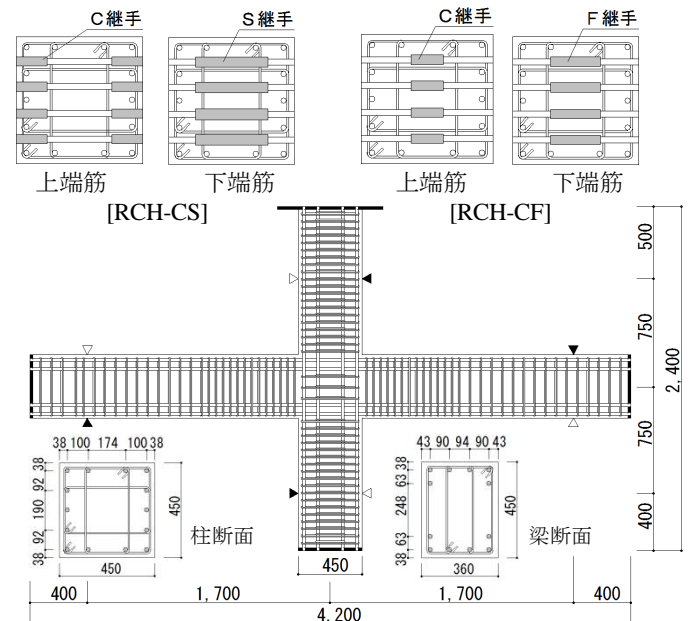


図-1 試験体配筋図(RCH-N) (mm)

4. 実験方法

4.1 破壊性状

写真-1 に変形角 R が 2.0% 時のひび割れ状況を示す。

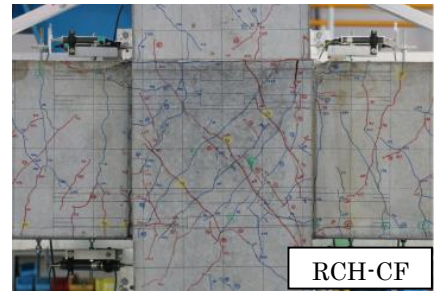
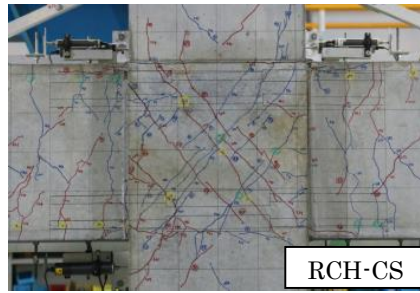
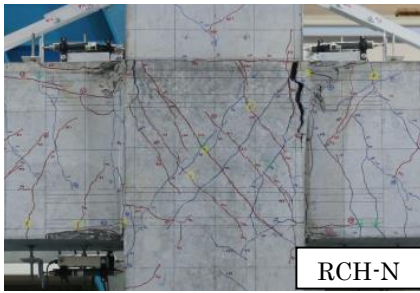


写真-1 ひび割れ状況 (R=2.0%)

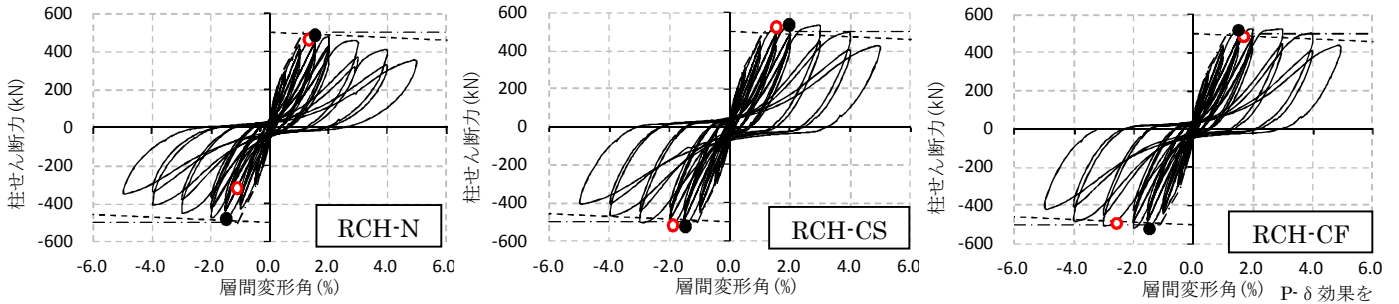


図-2 荷重変形関係 ○ 梁主筋降伏 ● 最大荷重 - - 計算値 - · - P-δ効果を考慮した計算値

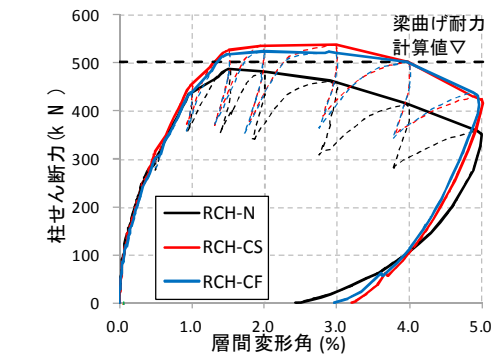


図-3 荷重包絡線 (正載荷時)

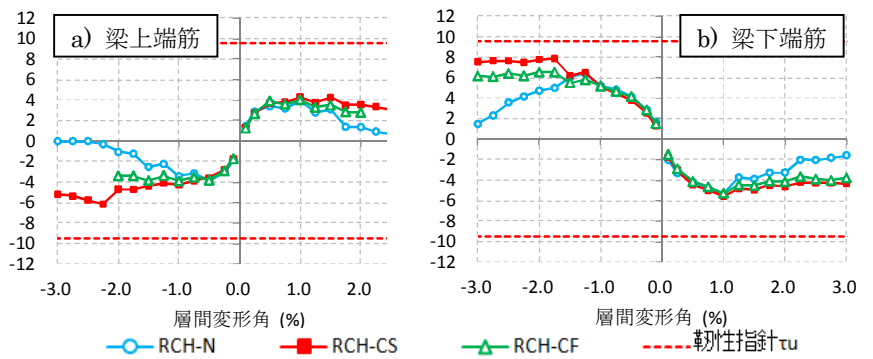


図-4 接合部内平均付着応力の推移

RCH-Nは梁曲げひび割れ発生後Rが1.5%のサイクルで梁下端筋が降伏し最大荷重となった。梁主筋の降伏後は梁端部のコンクリートの圧壊が顕著となった。RCH-CSは柱梁接合部のせん断ひび割れが発生した後、Rが1.5%で梁主筋と柱梁接合部のせん断補強筋が降伏した。その後接合部のせん断ひび割れが増加した。RCH-CFも接合部のせん断ひび割れ発生後、接合部にひび割れが集中したが、RCH-CSに比べ損傷の程度は小さかった。

4.2 荷重-変形関係

図-2に柱せん断力Qと層間変形角Rの関係を、図-3に正側の包絡線を示す。RCH-Nの最大荷重は487kNでほぼ梁曲げ耐力の計算値と同程度であったが、Rが2.0%以降、荷重が低下し梁の曲げ耐力を下回った。一方RCH-CSおよびRCH-CFの最大荷重はそれぞれ537kN、519kNでありRCH-Nに対して7~10%大きく、Rが4.0%まで梁曲げ耐力の計算値を上回った。また、継手の違いが荷重と変形の関係におよぼす影響は認められなかった。

4.3 柱梁接合部内の梁主筋の付着応力度

図-4に柱梁接合部内における梁主筋の付着応力度の推移を示す。柱梁接合部全区間の平均付着応力度を比較するとRが1.0%までは全試験体とも同程度の値を示したがそれ以降は継

手を設けた試験体の方が付着応力が大きく、付着応力の著しい低下は生じなかった。

5. まとめ

梁主筋を柱梁接合部内で機械式継手により接合した十字形部分架構の実験を行い、継手を含む梁主筋の付着応力度(鉄筋付着応力度に換算)を検討した。

柱梁接合部内に梁主筋継手がある試験体は通し配筋の試験体に比べて鉄筋換算付着応力度は同等か大きくなった。また、荷重変位関係においても最大耐力到達後の耐力低下の割合が小さく、通し配筋の試験体と同等以上の変形性能を有することが確認できた。

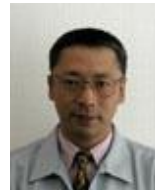
[参考文献]

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造の靱性保証型耐震設計指針・同解説 2009

Key Words：柱梁接合部，高強度鉄筋，機械式継手，付着



新石雅文



渡邊一弘