

接合部降伏による強度低下率に着目した高強度RC造柱梁接合部の実験的研究



Experimental study on high-strength RC column-beam joints with a focus on reduction in strength decrease rate due to joint yielding

古谷祐希 Yuuki KOYA*1・田畑 卓 Taku TABATA*1

研究の目的

鉄筋コンクリート造建物の設計では、柱や梁が曲げ耐力を發揮する前に、柱梁接合部にせん断破壊を生じさせないこととしている。一方で、柱梁接合部のせん断破壊に対する設計を満足していても、柱や梁の曲げ終局耐力が發揮されないことが指摘されている。この破壊モードは、接合部降伏破壊と呼ばれ、曲げ終局耐力が發揮されないだけでなく、履歴性状がスリップ化し、エネルギー吸収能力が低下する。この場合、接合部降伏破壊を生じた特定層に層間変形が集中し、最大層間変形角が著しく大きくなるといった問題がある。これに対し、鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準・同解説では、接合部降伏の発生や良好な梁曲げ降伏ヒンジが形成されるかどうかを接合部降伏による強度低下率 β_j によって判定している。しかし、柱梁接合部の F_c が 60N/mm^2 を超える範囲においては、 β_j を適用できることが十分に検討されていない。本報では、柱梁接合部に $F_c60 \sim 120\text{N/mm}^2$ の高強度コンクリートを用いた構造実験を行い、 F_c が 60N/mm^2 を超える範囲における β_j の妥当性を検証した。

研究の概要

本実験の試験体は、実建物の1/3程度の縮尺で設計された十字形試験体が4体であり、いずれも梁曲げ降伏先行型として計画された。主な実験変数は、柱および柱梁接合部の F_c 、梁曲げ終局耐力に対する柱梁接合部の終局せん断耐力の比（以下、せん断余裕度）とした。基準試験体であるNo.2は、柱梁接合部に梁を一体化したプレキャスト部材とプレキャスト柱で構成される架構を想定し、柱および柱梁接合部の F_c を 60N/mm^2 、梁の F_c を 48N/mm^2 、せん断余裕度を1.0程度とした。基準試験体に対し、No.3は柱および柱梁接合部の F_c を 120N/mm^2 、No.4はせん断余裕度を1.1程度に変え、No.1は在来工法を想定した試験体とした。

β_j は、梁曲げ終局耐力に対する柱曲げ終局耐力の比（以下、柱梁曲げ耐力比）や柱梁接合部の横補強筋量によりその大きさが左右される。また、 β_j が1.0を超えれば梁曲げ終局耐力が發揮されるものの、ただちに履歴性状のスリップ形が改善されるわけではなく、梁端に良好な降伏ヒンジを形成させるには β_j が1.5程度必要とされている。本実験では、実際の建物の設計を鑑みて柱梁曲げ耐力比を1.3程度、 β_j を1.1程度とした。

実験の結果、いずれの試験体も層間変形角 $R=30 \times 10^{-3}\text{rad}$ で最大耐力に達し、 $R=50 \times 10^{-3}\text{rad}$ まで安定した履歴性状を示した。破壊形式は、梁主筋のひずみ、耐力低下の状況や柱梁接合部の損傷状況から、梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊と判断した。梁曲げ終局耐力に対する最大耐力の比は、1.01～1.05であった。

既往の実験データ（柱梁接合部のコンクリート圧縮強度が $60.3 \sim 170\text{N/mm}^2$ 、柱梁接合部のせん断余裕度が1.00～2.24、梁曲げ破壊型または梁曲げ降伏後の接合部せん断破壊型）を含めた検討を行った。その結果、 β_j が1.0以上であれば最大耐力（実験値）/梁曲げ終局耐力（計算値）の値が1.0を超えることを確認できたが、梁の曲げ耐力を十分發揮させるためには、 β_j を1.4以上確保することが望ましいと考えられる。

結論

$F_c60 \sim 120\text{N/mm}^2$ のコンクリートを用いた柱梁接合部の構造性能について、 β_j に着目して構造実験を行った。その結果、 $\beta_j=1.1$ 程度の条件下で梁曲げ終局耐力が發揮され、 $R=50 \times 10^{-3}\text{rad}$ まで安定した履歴性状を示すことを確認した。また、既往の実験データを含めた検討から、梁の曲げ耐力を十分發揮させるためには、 β_j を1.4以上確保することが望ましいと考えられる。

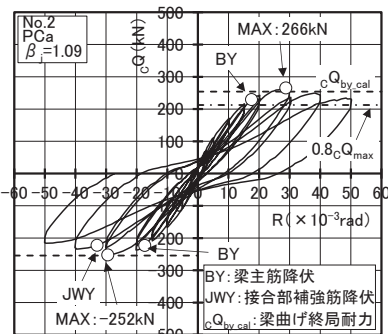
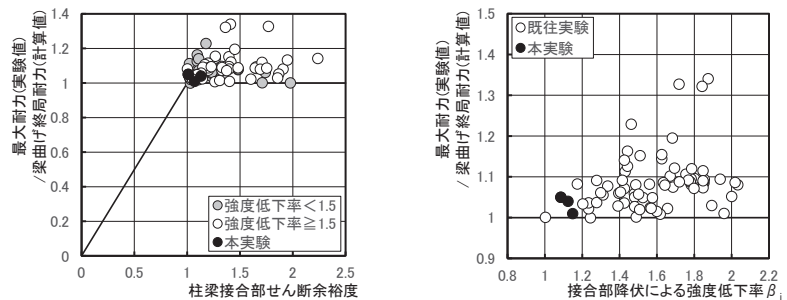


図-1 層せん断力-層間変形角関係



a) 柱梁接合部せん断余裕度

b) 接合部降伏による強度低下率

図-2 最大耐力 / 梁曲げ終局耐力に対する各要因の影響

*1 構造・材料研究部