

部分的に高強度化した鉄筋を用いた鉄筋コンクリート柱梁部分架構の耐震性能評価

(その9 ト形柱梁部分架構の実験結果)

正会員 ○道正 壮晴*1 同 村上 研*2
同 村田 義行*3 同 北山 和宏*4
同 岸田 慎司*5 同 小田 稔*6

鉄筋コンクリート 柱梁接合部 部分高強度化鉄筋
ヒンジリロケーション 柱梁曲げ耐力比 接合部降伏破壊

1. はじめに

その8に続き、ト形架構の実験結果について述べる。

2. 層せん断力—層間変形角関係及び破壊性状

各試験体の層せん断力(Q)—層間変形角(R)関係を図1に示す。各試験体の最大耐力時(R=4%)の破壊性状を写真1に示す。層せん断力は、実験で計測した梁せん断力を用いて力の釣り合いより求め。また、図中の赤破線は平面保持を仮定した断面解析による強度境界位置での梁曲げ終局モーメントにより求めた層せん断力の計算値である。基準試験体 MB-4¹⁾に対して接合部横補強筋を高強度鉄筋に変更した試験体 MB-9 及び試験体 MB-9 の柱に中段筋を配筋した試験体 MB-10 では、R=0.9%付近で梁主筋が強度境界位置で降伏し、接合部横補強筋の降伏はせずに、R=4%時に最大耐力となった。最大層せん断力は梁曲げ終局時層せん断力の計算値を試験体 MB-9, MB-10 とともに約17%上回る結果となった。基準試験体 MB-4 に対し最大耐力は10%大きかった。梁の配筋方法を二段配筋とした試験体 MB-11 では、R=1.0%時に梁主筋が強度境界位置で、R=1.5%時に接合部横補強筋が降伏した。R=4%時に最大耐力となった。最大層せん断力は梁曲げ終局時層せん断力の計算値を5%上回り、試験体 MB-4 と比較すると概ね一致した。試験体 MB-10 と同一配筋に軸力変動を载荷した試験体 MB-12 は、正载荷時 R=0.7%、負载荷時 R=0.9%に梁主筋が強度境界位置で降伏した後、正・負载荷ともに R=4%時で最大耐力に達した。载荷方向による最大耐力の差異は見られず、接合部横補強筋の降伏はしなかった。最大耐力後の耐力低下は基準試験体 MB-4 では14.7%であったが、試験体 MB-9 は1.5%とわずかであった。破壊性状は、基準試験体 MB-4 では梁の損傷はあるものの、接合部の損傷が顕著に表れていた。試験体 MB-4 から MB-12 の4体ともに接合部のひび割れは抑制され、梁の強度境界位置での損傷が顕著になった。また履歴形状でスリップ性状は見られず、安定した履歴となった。

3. 各部材の変形成分

各試験体のピーク時の層間変位を構成する柱、梁及び柱梁接合部の変形成分を図2に示す。図中の破線は直接測定した層間変位である。基準試験体 MB-4 では R=3%まで梁変形成分が接合部変形成分を上回ったが、R=4%時には接合部変形量が全体の32%と増大していた。接合部横補強

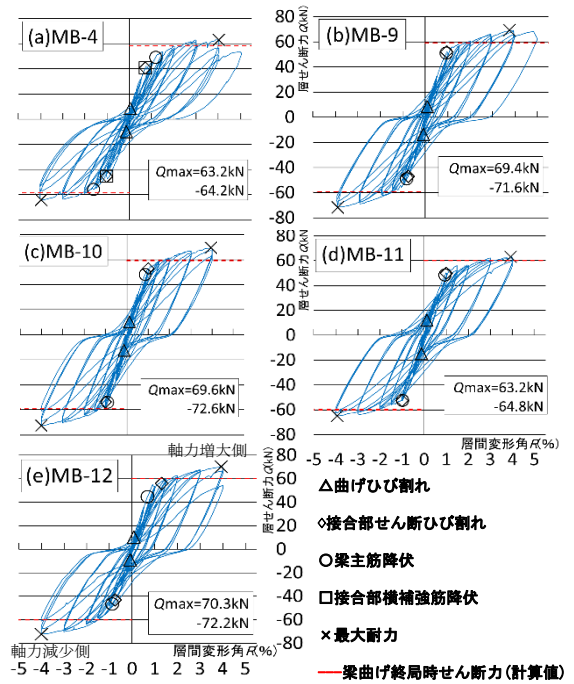


図1 層せん断力(Q)—層間変形角(R)関係

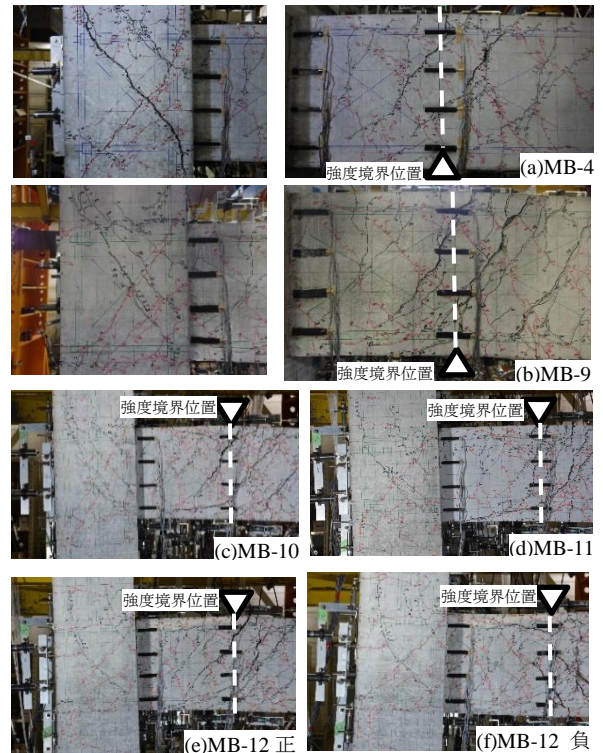


写真1 破壊性状 (R=4%)

筋に高強度鉄筋を用いた試験体 MB-9 では梁の変形量が常に増大し、 $R=4\%$ 時に接合部の変形量は全体の 12%であった。また柱に中段筋を加えた試験体 MB-10 においては接合部の変形量は全体の 5%となり、試験体 MB-9 に比べ 7%抑制された。梁主筋を二段配筋にした試験体 MB-11 では接合部の変形は最も小さく、接合部変形量の割合は 1%以下となった。また試験体 MB-10 と同様に、試験体 MB-12 では正・負荷荷ともに接合部の変形量は全体の 10%以下となり、梁の損傷が増大していた。試験体 MB-9 から MB-12 の 4 体で、接合部の変形量は梁の変形量を大きく下回った。

4. ひび割れ幅

各試験体の接合部斜めひび割れ、梁端部の曲げひび割れ、梁主筋の強度境界位置の曲げひび割れ幅の各層間変形のピーク時での推移を図 3 に示す。基準試験体 MB-4 は $R=4\%$ 時にすべてのひび割れが約 3.5~4.0mm まで大きくなった。今年度試験体 MB-10, MB-11 では $R=4\%$ 時で強度境界位置のひび割れが 5mm と顕著であり、接合部の斜めひび割れは 1mm 以下に抑制されていた。

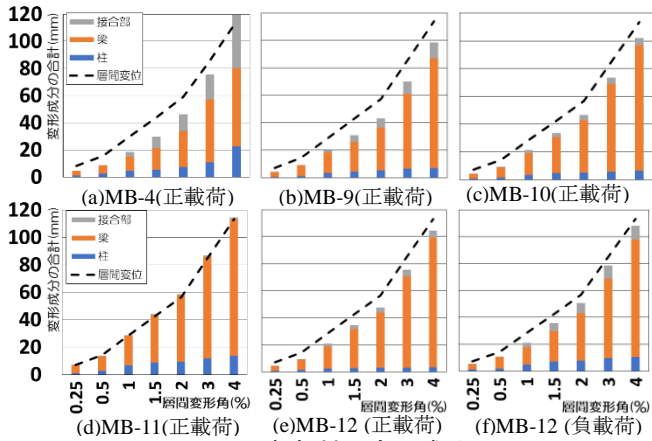


図 2 各部材の変形成分

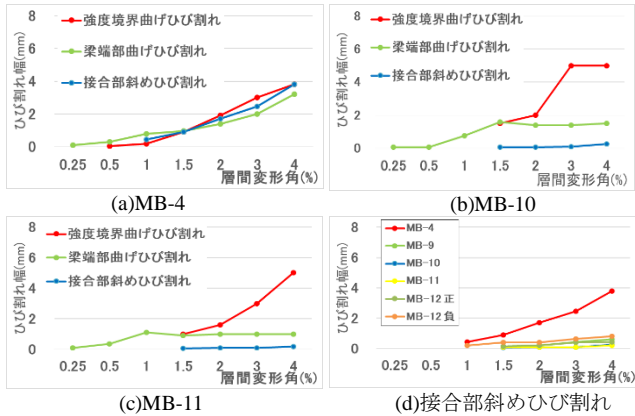


図 3 最大ひび割れ幅—層間変形角関係

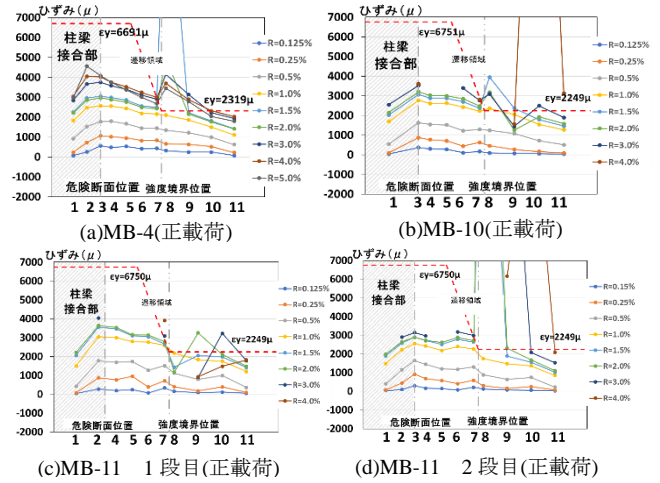


図 4 梁主筋のひずみ分布

5. 梁主筋のひずみ分布

試験体 MB-4, MB-10, MB-11(1 段目, 2 段目)の梁主筋のひずみ分布を図 4 に示す。図中には、正載荷時 1 回目のピーク時での梁主筋のひずみの値を図示した。基準試験体 MB-4 と試験体 MB-10, MB-11(1 段目)を比較すると、3 体とも $R=1.5\%$ 時の強度境界位置で降伏ひずみの値に達していることがわかる。高強度範囲内や接合部内のひずみの推移には、大きな差異はなかった。また試験体 MB-11 の 2 段目の鉄筋のひずみ分布も同様の結果になった。

6. まとめ

- 1) 接合部横補強筋に高強度鉄筋を用いて接合部横補強比を大きくすることでヒンジロケーションが良好に発現し、接合部の損傷が抑制された。
- 2) 柱に中段筋を配筋することにより、接合部内の変形を低減する性能を発揮した。
- 3) 梁主筋を二段配筋にすることで、接合部横補強筋に高強度鉄筋を用いることなく、接合部の損傷を抑制できた。
- 4) 変動軸力を受け、引張軸力が作用している場合においても、接合部横補強筋に高強度鉄筋を用いることで、接合部の損傷を抑制された。

参考文献

- 1) 岸田慎司ら:部分的に高強度化した鉄筋を用いた鉄筋コンクリート柱梁部分架構の耐震性能評価,AIJ 大会学術講演梗概集,pp135-138,2019

【謝辞】本研究は芝浦工業大学, 東京都立大学, 三井住友建設(株), 高周波熱錬(株), との共同で行ったものです。この実験は東京都立大学の大型構造物実験棟を使用させて頂きました。岸田研究室の榎下氏, 北山研究室の張氏を始め多くの方々から多大なご協力を得ました。ここに深く感謝の意を表します。

*1 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科建築学域 修士課程
 *2 芝浦工業大学大学院 理工学研究科地球環境システム専攻 博士課程
 *3 高周波熱錬株式会社 博士(工学)
 *4 東京都立大学大学院都市環境科学研究科建築学域 教授 工学博士
 *5 芝浦工業大学 建築学部建築学科 教授 博士(工学)
 *6 三井住友建設株式会社

*1 Graduate Student, Tokyo Metropolitan Univ.
 *2 Doctorate Student, Shibaura Institute of Technology
 *3 NETSUREN Company Limited, Dr. Eng.
 *4 Professor, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
 *5 Professor, Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng.
 *6 Sumitomo Mitsui Construction Co., Ltd.