

部分的に高強度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8 十字形柱梁部分架構の実験結果)

正会員 ○村上 研 1* 同 道正 壮晴 2*
同 蛭田 駿 3* 同 岸田 慎司 4*
同 北山 和宏 5* 同 村田 義行 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7に続き、十字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状況

図1に各試験体の層せん断力(Q)-層間変形角(R)関係を表1に実験結果一覧を示す。また、各試験体の層間変形角(R)が4%時正載荷1サイクル目の破壊状況を写真1に示す。図中には、梁の曲げひび割れ、接合部斜めひび割れ、鉄筋のひずみの値から判断した接合部横補強筋及び梁主筋の強度境界位置での降伏、最大耐力、平面保持の仮定から断面解析¹⁾した強度境界位置での主筋が降伏する時の梁曲げ終局時の層せん断力を示す。

基準試験体 MA-5 は、接合部横補強筋が R=約 0.8%、梁主筋が強度境界位置で R=約 1.3% で降伏した。R=約 3.0% で最大耐力に達し、R=5.0% 時の最大耐力後の耐力低下率は、約 21% であった。また、R=4% 時における梁の強度境界位置より接合部の損傷が顕著であった。接合部横補強筋を高強度鉄筋とした試験体 MA-9、プレキャスト工法試験体 MA-12 は、梁主筋が R=約 1.1% から 1.4% で強度境界位置降伏し、R=約 4% で最大耐力に達した。最大耐力後の耐力低下は、MA-9 が約 8%、MA-12 が約 1% になり、基準試験体より減少し、また最大耐力より前に接合部横補強筋が降伏しなかった。さらに、梁の強度境界位置での損傷が顕著となった。梁を二段配筋とした試験体 MA-10、MA-11 では、基準試験体と同様に接合部横補強筋が R=約 0.8%、梁主筋は、全主筋が強度境界位置で R=約 1.3% から 1.5% で降伏した。MA-10 が R=4% 時、MA-11 が R=5% 時に最大耐力に達した。最大耐力後の耐力低下は、両試験体とも約 1% と基準試験体より減少した。破壊状況

表1 実験結果一覧

試験体	梁曲げひび割れ				接合部斜めひび割れ				最大耐力			
	正		負		正		負		正		負	
	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)
MA-5	26.0	0.12	-20.4	-0.12	64.5	0.69	-62.0	-0.68	124.0	2.94	-123.6	-3.01
MA-9	-18.0	-0.09	31.3	0.18	54.8	0.50	-50.6	-0.47	131.2	3.89	-128.8	-3.94
MA-10	35.7	0.18	-29.8	-0.17	75.7	0.71	-84.8	-0.85	139.5	3.87	-138.2	-4.00
MA-11	28.7	0.12	-20.8	-0.18	58.4	0.50	-50.1	-0.50	121.8	4.84	-122.4	-3.92
MA-12	22.4	0.13	-17.8	-0.10	73.3	0.75	-68.6	-0.61	137.4	3.89	-137.9	-3.86

試験体	梁主筋降伏(普通強度)				接合部横補強筋降伏				最大耐力			
	正		負		正		負		正		負	
	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)	Q(kN)	R(%)
MA-5	96.7	1.26	-100.4	-1.35	71.2	0.76	正載荷から降伏		124.0	2.94	-123.6	-3.01
MA-9	101.0	1.36	-104.8	-1.41	116.5	4.30	未降伏		131.2	3.89	-128.8	-3.94
MA-10	115.2	1.51	-116.7	-1.45	82.8	0.80	-87.9	-0.89	139.5	3.87	-138.2	-4.00
MA-11	101.1	1.33	-101.8	-1.43	74.2	0.78	正載荷から降伏		121.8	4.84	-122.4	-3.92
MA-12	106.5	1.30	-96.5	-1.09	未降伏		未降伏		137.4	3.89	-137.9	-3.86

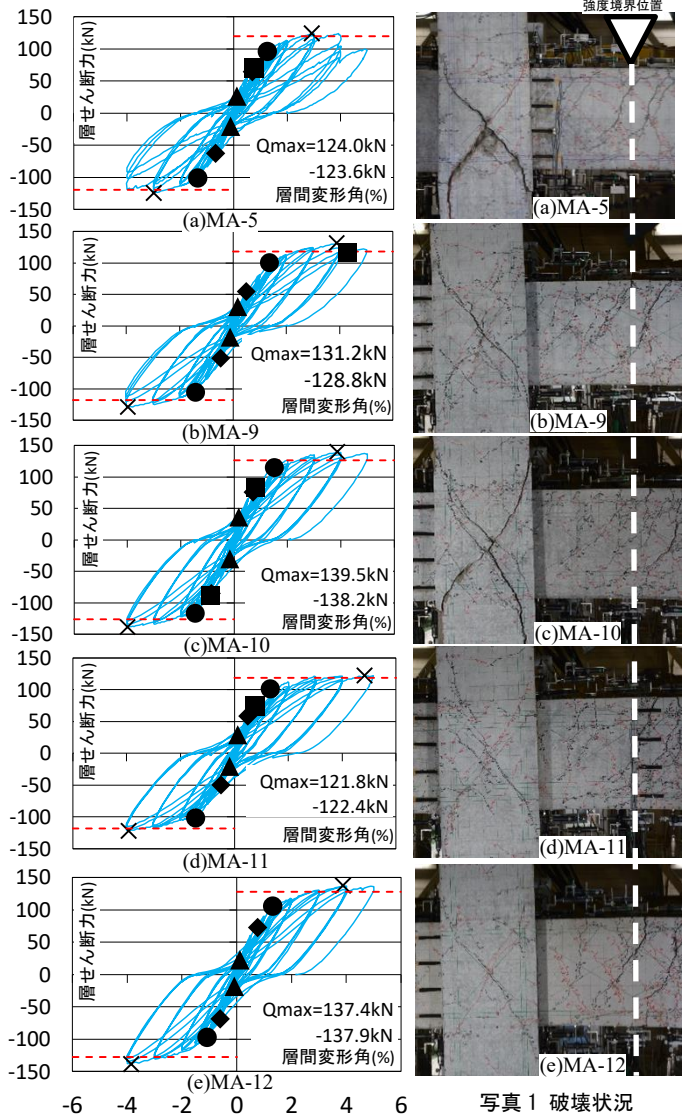


図1 層せん断力-層間変形角関係

写真1 破壊状況

Seismic Performance Evaluation of Reinforced Concrete Beam-Column Subassembly with Partially High-Strengthened Reinforcing Bar (Part8: Test Results for Interior Beam-Column Subassemblages)

*1 MURAKAMI Ken *2 DOSHO Masaharu
*3 HIRUTA Syun *4 KISHIDA Shinji
*5 KITAYAMA Kazuhiro *6 MURATA Yoshiyuki

も試験体 MA-9, MA-12 と同様に梁の強度境界位置での損傷が顕著となっていた。今年度試験体の履歴性状においてスリップ性状や著しい耐力低下は、見られなかった。また、全試験体の柱主筋は、降伏しなかった。

3. 各部材の変形成分

各試験体の正載荷ピーク時の層間変形に占める柱、梁及び柱梁接合部の変形成分を図2に示す。破線は直接計測した層間変形である。基準試験体 MA-5 は、最大耐力に達した $R=3\%$ 時では、梁の変形量が全体変形量の約 60% を占めていたが、 $R=4\%$ 時には、接合部の変形量が約 50% を占めており、梁の変形量を上回った。基準試験体 MA-5 と接合部横補強筋を高強度鉄筋にした試験体 MA-9, プレキャスト工法試験体 MA-12 を比較すると、 $R=3\%$ 時では、梁の変形量は同等であったが、 $R=4\%$ 時の MA-9 と MA-12 では、梁の変形量が増大した。また基準試験体 MA-5 と梁を二段配筋とした試験体 MA-10, MA-11 を比較しても、 $R=4\%$ 時に MA-10, MA-11 では、梁の変形量が増大した。

以上より、今年度実施した試験体 MA-9 から MA-12 の4体では、梁に明瞭なヒンジリロケーションが発現したことによって柱梁接合部の損傷が抑制され、最大耐力後の耐力低下がわずかであったと考える。

4. ひずみ分布

基準試験体と MA-9 の梁主筋、また二段配筋試験体 MA-

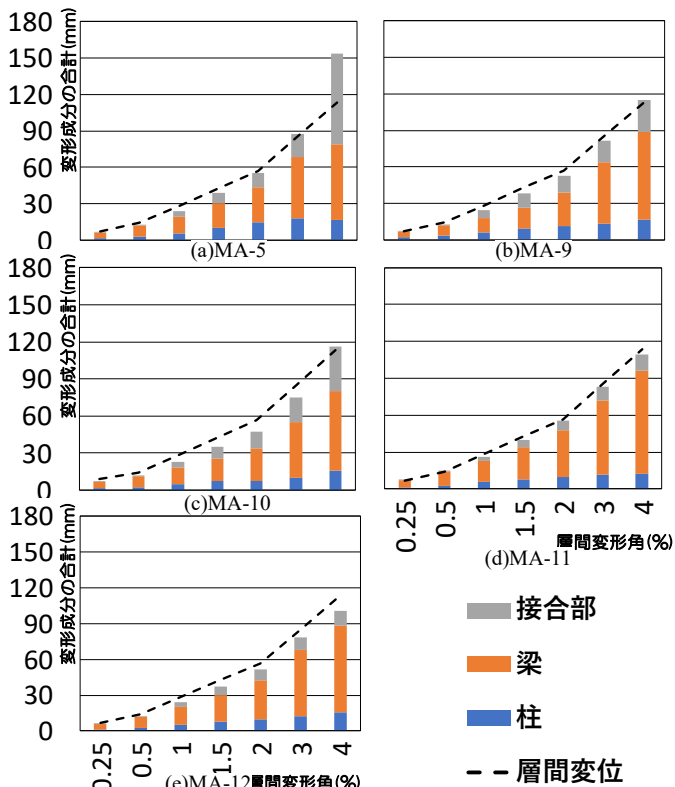


図2 各部材の変形成分

11の二段目主筋のひずみ分布を図3に示す。図中には、各層間変形角正載荷時1回目の加力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 MA-5 と接合部横補強筋を高強度鉄筋に変更した試験体 MA-9 を比較すると両試験体とも強度境界位置で降伏した。 $R=3\%$ 以降は強度境界位置だけでなく、普通強度部分でも降伏している。高強度範囲内や接合部内でのひずみの値は、大きな差異がなかった。一段目の梁主筋である MA-5, MA-9 と二段目の梁主筋である MA-11 を比較すると、 $R=1\%$ 時に圧縮側の柱面(番号13)位置の引張ひずみの値が大きかった。

5. まとめ

基準試験体より接合部横補強筋を高強度鉄筋とした試験体 MA-9 は、接合部横補強筋が降伏せず、梁の強度境界位置でヒンジの形成に至った。梁主筋を二段配筋とした試験体 MA-10, MA-11 では、基準試験体と同様に接合部横補強筋が降伏したが、最大耐力に至った層間変形角が $R=4\%$ 以降となり、梁の変形が顕著となった。以上の結果より今年度試験体は強度境界位置における梁曲げ降伏破壊であったと考える。またプレキャスト工法試験体 MA-12 は、一体打ち試験体と同等の性能が確認できた。

参考文献

1) University of Toronto : Response-2000, Response Version 1.0.5, 2000

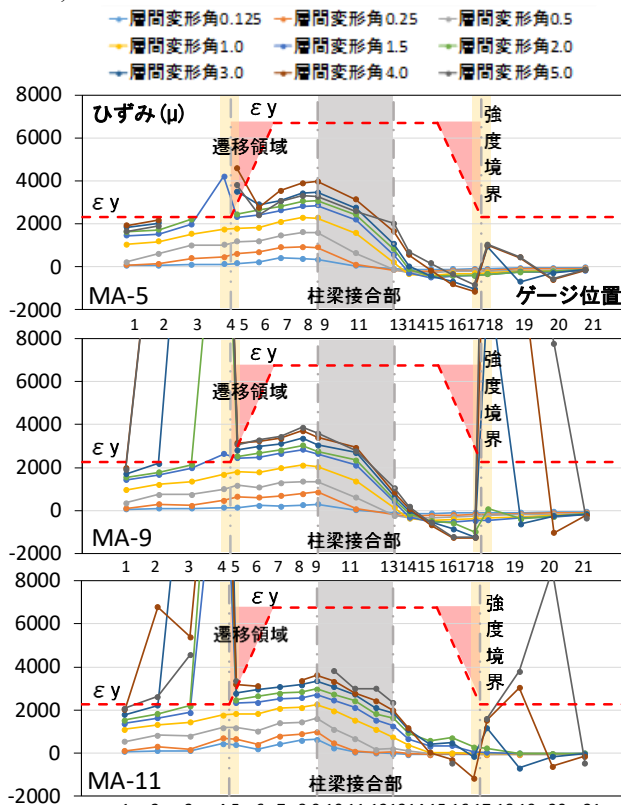


図3 梁主筋のひずみ分布

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

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