

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1 実験概要)

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

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

鉄筋コンクリート (RC) 骨組において、柱と梁の曲げ終局耐力の比 (柱梁曲げ耐力比) が1に近い場合、柱梁接合部の降伏破壊により梁の曲げ耐力が十分に発揮されない場合がある<sup>1)</sup>。これを防ぐために柱梁曲げ耐力比を大きくすると、柱の配筋が過密になって施工が困難になる。そこで、熱処理により部分的に高強度化した鉄筋(以下、部分高強度化鉄筋)を柱主筋に用いることで、柱の主筋量を増やさずに柱梁接合部の損傷を低減できる。さらに、主筋を部分的に高強度化することで普通強度用の継手を使用できるので、コスト削減に寄与する。

一方で、柱の曲げ終局耐力の増大だけでは柱梁接合部の降伏破壊の抑制には不十分である。そこで部分高強度化鉄筋を梁主筋に用いることで、降伏ヒンジ位置を梁端部から高強度部分と普通強度部分の境界位置 (以下、強度境界位置) へ移動させて (ヒンジリロケーション)、柱梁接合部を弾性に保持すれば、その損傷を低減できる。既往の研究<sup>2)</sup>では部分高強度化鉄筋を用いて RC 柱梁部分架構のヒンジリロケーションを再現させた結果、柱梁接合部の損傷を低減できた。しかし、部分高強度化鉄筋を用いた本工法の実建物への適用性は検証されていない。実用化に向けて柱梁部材のプレキャスト化も必要となる。

そこで本研究では部分高強度化鉄筋を柱・梁主筋に用い、梁のヒンジリロケーションを意図した RC 部分架構に関して、第一に本工法の実物件への適用を見据えて、ス

表 1 ト形試験体諸元

試験体名	MB-1	MB-2	MB-3
試験体形状	ト形		
	一体打ち	プレキャスト	
梁	幅×せい(mm) 250×400		
	主筋 (普通強度, 高強度) 4-D16(SD345, SD700U※1), pt=0.90%		
	補強筋 2-D6@50(SD295A)		
	高強度化範囲(mm)※2 400		
柱	幅×せい(mm) 350×350		
	主筋 (普通強度, 高強度) 4-D16(SD345, SD700U※1), pg=0.65%		
	補強筋 2-D6@50(SD295A)		
	高強度化範囲(mm)※2 350		
接合部補強筋比 (%)	0.35 (梁主筋間6組)		
柱梁曲げ強度比 (上段:最大, 下段:最小)	1.46	2.32	1.46
	1.24	0.71	1.24
接合部せん断余裕度	1.71		
軸力比	0.05	0~0.15	0.05
入力軸力 (kN)	232	0~689	233

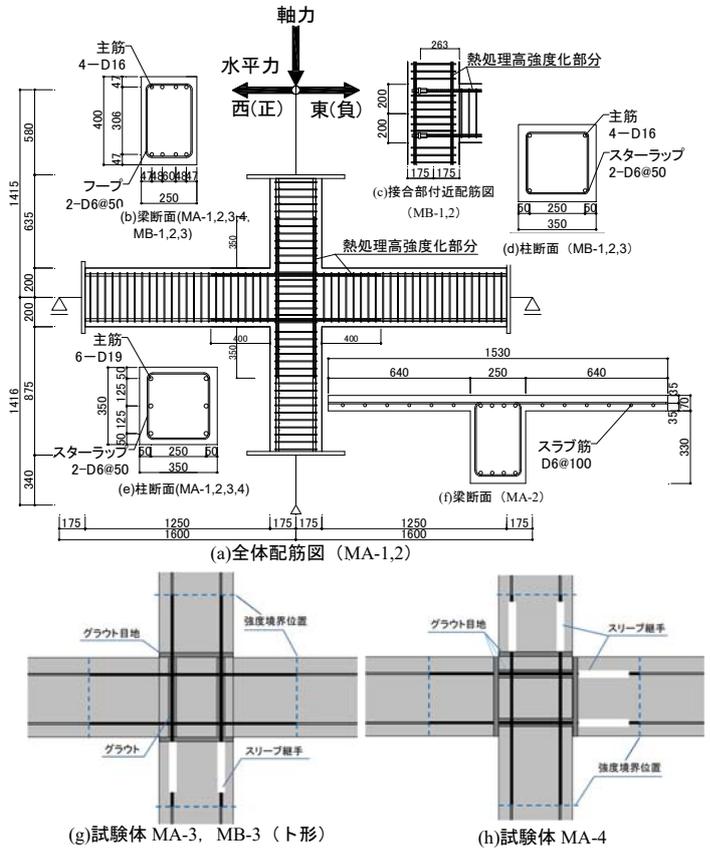


図 1 試験体概要(単位 mm)

表 2 十字形試験体諸元

試験体名	MA-1	MA-2	MA-3	MA-4
試験体形状	十字形			
	一体打ち		プレキャスト	
梁	幅×せい(mm) 250×400			
	主筋 (普通強度, 高強度) 4-D16(SD345, SD700U※1), pt=0.90%			
	補強筋 2-D6@50(SD295A)			
	高強度化範囲(mm)※2 400			
柱	幅×せい(mm) 350×350			
	主筋 (普通強度, 高強度) 6-D19(SD345, SD700U※1), pg=1.40%			
	補強筋 2-D6@50(SD295A)			
	高強度化範囲(mm)※2 350			
接合部補強筋比 (%)	0.35 (梁主筋間6組)			
柱梁曲げ強度比	1.59	1.27	1.52	1.53
接合部せん断余裕度	1.22	1.20	1.15	1.15
軸力比	0.1			
入力軸力 (kN)	469	454	422	429

※1 国土交通大臣の認定済み

※2 フェイス位置からの距離

スラブ(MA-2のみ)	
厚さ(mm)	70
幅(mm)	1530
スラブ筋	D6(SD295)

Seismic Performance Evaluation of Reinforced Concrete Beam-Column Subassembly with Partially High-Strengthened Reinforcing Bar (Part1: Outline of Tests)

\*1 KITAYAMA Kazuhiro, \*2 MURAKAMI Ken,  
\*3 KISHIDA Shinji, \*4 MURATA Yoshiyuki  
\*5 ODA Minoru

ラブおよび柱の軸力変動の影響に着目し、部分架構の構造特性を検証した。第二に、プレキャスト工法への展開を目指して、二種類の工法に対する構造特性を検証した。

## 2. 実験概要

### 2.1 試験体概要

図1に試験体概要を、表1、表2に試験体諸元、表3、表4および表5に鋼材、コンクリートおよびグラウトの材料特性を示す。試験体は縮尺1/2スケールの平面十字形4体(MAシリーズ)とト形3体(MBシリーズ)とし、梁断面を250mm×400mm、柱断面を350mm×350mm、柱芯から梁端部支持点までを1600mm、梁芯から上柱及び下柱支持点までを各々1415mmとした。十字形は、MA-1が一体打ちで本工法の基準試験体、MA-2が一体打ちでスラブのみを付けた試験体である。MA-3は梁と柱梁接合部が一体となった部材を用いたプレキャスト工法による試験体で、下柱の柱頭部に柱主筋の継手がある。MA-4は下柱と柱梁接合部が一体となった部材を用いたプレキャスト工法による試験体で、上柱の柱脚部の柱主筋および片側の梁主筋の両方に継手を有する。これらの継手は柱・梁主筋の高強度部を相互に接合し、通常は継手を設置しない部材端部に継手を設けたことが特徴である(図1(g),(h))。ト形のMB-1、MB-2は同一で、一体打ちの試験体である。MB-3はMA-3と同じプレキャスト工法を使用した。ト形試験体の梁主筋は、二つのナットで固定した鋼製円板を用いて柱梁接合部内に定着した(図1(c))。全ての試験体の柱・梁主筋には部分高強度化鉄筋を用い、柱主筋は梁面の上下から各々350mmを高強度化部分とし、梁主筋は柱面から400mmを高強度化部分とした。柱梁曲げ耐力比は1.2から1.6(変動軸力の試験体を除く)に設定した。

### 2.2 加力方法

加力装置を図2に示す。梁端部はローラー支持、下柱は

表3 鋼材の材料特性

鉄筋	降伏点 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	降伏ひずみ $\epsilon_y$ ( $\mu$ )	引張強さ (N/mm <sup>2</sup> )	弾性限界時ひずみ $\epsilon$ ( $\mu$ )
D6(スラブ筋:SD295A)①	384.7*	3868	521.6	1868
D6(補強筋:SD295A)②	419.5*	4140	548.5	2140
D16(SD345)	401.8	2063	571.5	-
D16(SD700U)	822.7*	6237	892.2	4237
D19(SD345)	411.3	2586	576.6	-
D19(SD700U)	892.9*	6560	964.4	4560

※0.2%オフセット耐力

表4 コンクリートの材料特性

	割裂強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	圧縮強度時ひずみ ( $\mu$ )	割線剛性 ( $\times 10^4$ N/mm <sup>2</sup> )
MA-1	2.5	37.8	1899	2.93
MA-2	2.8	37.1	1982	2.94
MA-3	2.9	35.0	1849	2.87
MA-4	2.4	35.0	1686	2.91
MB-1,2,3	2.6	37.8	1954	3.00

ピン支持とし、上柱の支持点にある鉛直、東西の各方向のジャッキにより载荷をした。加力は、MAシリーズおよびMB-1とMB-3では一定軸力(十字形:軸力比0.1,ト形:0.05)を、ト形のMB-2では変動軸力をそれぞれ载荷し、層間変位制御で繰り返し水平力を载荷した。層間変形角0.125%の加力を1回、層間変形角0.25%,0.5%,1%,1.5%,2%,3%,4%を各3回、その後、引き切りを5%まで行った。MB-2では、水平力に比例して軸力を変動させた(図3)。変位0時の軸力比を0.05とし、正载荷では、強度境界位置で梁主筋が降伏するときの梁せん断力80kN時に軸力比が圧縮0.15となるまで増加、負载荷では正载荷と同じ傾きで、梁せん断力が40kN時に軸力が0となるまで減少させ、それ以降はそれぞれ一定軸力とした。

### 3. まとめ

本報(その1)では、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に関する構造実験の概要を報告した。謝辞はその3に示す。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会:鉄筋コンクリート構造保有水平耐力計算規準(案)・同解説,2016
- 2) 岸田慎司ほか:部分的に高強度化した鉄筋を柱および梁主筋に用いたRC造十字形柱梁接合部の実験,コンクリート工学年次論文集,pp.277-282,Vol.37-2,2015

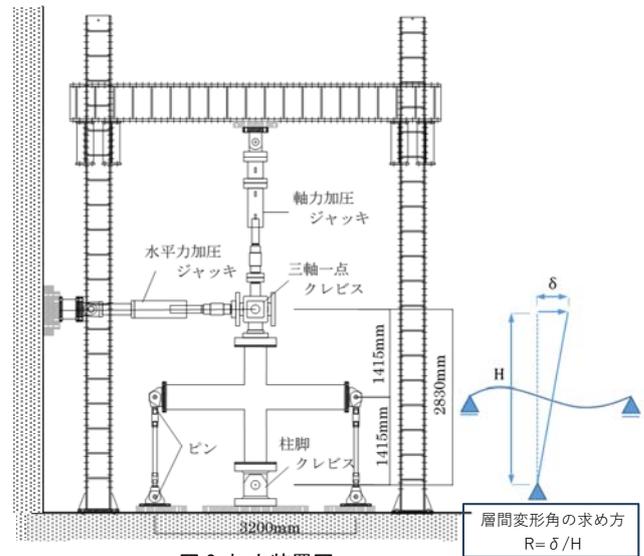


図2 加力装置図

表5 グラウト圧縮強度

	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
MA-3	132.5
MA-4	138.5
MB-3	125.2

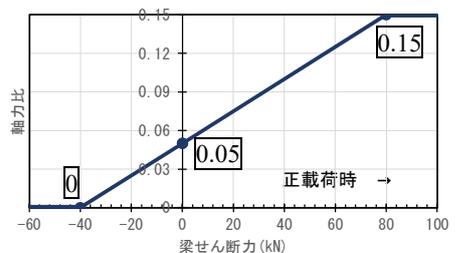


図3 変動軸力の载荷履歴(MB-2)

\*1 首都大学東京大学院 都市環境学研究所建築学域 教授 工博  
 \*2 芝浦工業大学 理工学研究科建設工学専攻 修士課程  
 \*3 芝浦工業大学建築学部建築学科 教授 博士(工学)  
 \*4 高周波熱錬株式会社 博士(工学)  
 \*5 三井住友建設株式会社

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