

## ヒンジリロケーション梁を用いたRC柱梁接合部の構造性能に関する研究 A Study on Structural Performance of R/C Beam-Column Joints Using Hinge Relocation Method

○町田直輝<sup>1</sup>, 長沼一洋<sup>2</sup>, 田嶋和樹<sup>2</sup>  
Naoki Machida<sup>1</sup>, Kazuhiro Naganuma<sup>2</sup>, Kazuki Tajima<sup>2</sup>

Abstract: Nonlinear finite element analyses are conducted to evaluate the structural performance of R/C beam-column joints using hinge relocation method. The analysis results indicate the damage of beam-column joints is suppressed by relocating the hinge. It is also demonstrated that the hinge relocation method is effective for both cross-shaped and exterior joints.

### 1. はじめに

構造上の要所となる柱梁接合部の損傷を抑制する方法としてヒンジリロケーションが挙げられる。梁において、普通鉄筋と高強度鉄筋を機械式継手によって接合することで、梁のヒンジを柱面から梁中央側継手先端部へと移動させることが可能となる。

本研究では、十字型柱梁接合部においてヒンジリロケーションの有無による構造性能の変化およびト形柱梁接合部にヒンジリロケーションを適用した場合の構造性能を確認するために有限要素法(FEM)による三次元非線形解析を行う。

### 2. 解析対象試験体概要

小寺らの実験<sup>1)</sup>を対象とした解析を行う。試験体はFig.1に示す約1/2縮尺の十字型柱梁接合部である。本研究ではTB1試験体に加え、梁および柱梁接合部に高強度鉄筋を使用せず普通鉄筋同士を機械式継手によって接合し、ヒンジリロケーションさせないTB1-1及び試験体形状を十字形からト形に変更したTB1-2、ト形柱梁接合部においてTB1-1と同様にヒンジリロケーションさせない試験体としたTB1-3の計4体である。

解析では、柱頭、柱脚を単純支持し、柱に軸力を与え、梁両端に左右逆対称(十字形)および左梁端(ト形)にせん断力を正負交番繰り返し载荷で加力する。4つの試験体の材料諸元はTB1のものを使用している。試験体材料諸元をTable.1に示す。

### 3. 解析モデル

解析モデル図をFig.2に示す。解析モデルは試験体の対称性を考慮し、奥行方向の1/2をモデル化した。コンクリートと加力点の鉄板には六面体要素、鉄筋には線材要素を用い、コンクリートと鉄筋間の付着滑りを接合要素で表現した。機械式継手は実際にはスリーブ、無収縮モルタル、主筋の3つで構成されているが、無収縮モルタルをモデル化せず、スリーブと主筋の断面積を足し合わせた断面を有する鉄筋としてモデル化し

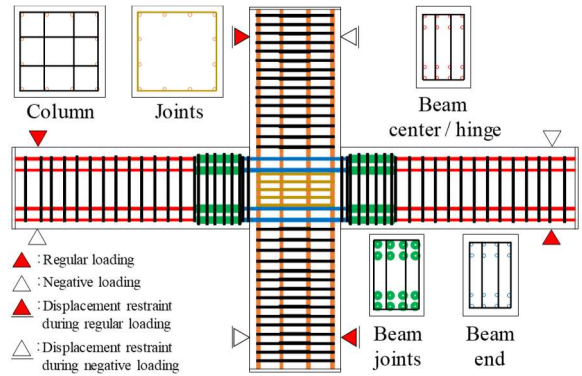


Fig.1 Details of specimens

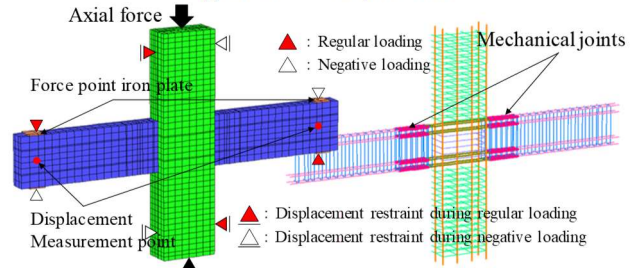


Fig.2 Finite element idealization

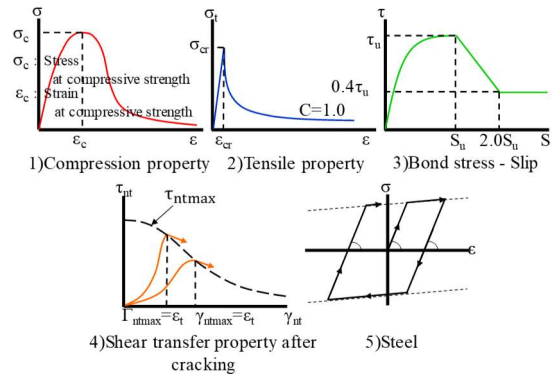


Fig.3 Material constitutive laws

Table.1 Material properties (TB1)

Concrete $\sigma_g$ (N/mm <sup>2</sup> )	Beam			
	Longitudinal bar (end)	Longitudinal bar (center / hinge)	Stirrup (end)	Stirrup (center / hinge)
41.1	8-D19(SD590) $\sigma_g=651.5$ (N/mm <sup>2</sup> )	8-D16(SD490) $\sigma_g=557.0$ (N/mm <sup>2</sup> )	4-S6@70(KSS785) $\sigma_g=868.7$ (N/mm <sup>2</sup> )	4-S6@50(KSS785) $\sigma_g=868.7$ (N/mm <sup>2</sup> )
Axial force ratio	Column			
	Concrete $\sigma_g$ (N/mm <sup>2</sup> )	Longitudinal bar	Hoop	Joints Shear reinforcement
0.1	58.7	12-D19(SD490) $\sigma_g=549.2$ (N/mm <sup>2</sup> )	4-S6@50(KSS785) $\sigma_g=868.7$ (N/mm <sup>2</sup> )	2-S6(five)(KSS785) $\sigma_g=868.7$ (N/mm <sup>2</sup> )

1 : 日大理工・院(前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

た。コンクリートと鉄筋の材料構成則を Fig.3 に示す。梁継手部のコンクリートと主筋は剛接合とした。

#### 4. 解析結果

4体の試験体の梁せん断力  $Q$  - 層間変形角  $R$  関係を Fig.4 に示す。十字形の TB1 と TB1-1 に関してはヒンジロケーションさせた TB1 の方が TB1-1 よりも最大耐力は約 1.14 倍高くなった。TB1-1 は最大耐力到達後、 $Q$  が大きく低下しており、脆性的な破壊を推測できる。ト形架構の TB1-2 と TB1-3 に関してはヒンジロケーションさせた TB1-2 の方が TB1-3 よりも最大耐力は約 1.20 倍高くなり、十字形と同様の傾向が確認できた。TB1-3 は最大耐力到達後も  $Q$  は低下せず曲げ破壊していると考えられる。

次いで各試験体のひび割れ性状を Fig.5 に示す。十字形の TB1 と TB1-1 を比較すると、TB1 は梁中央部側継手先端のひび割れが顕著に生じていることを確認できるが、TB1-1 は梁端部に大きなひび割れを確認でき、ヒンジロケーションによって破壊を柱梁接合部から離すことが可能であると言える。ト形の TB1-2 と TB1-3 も十字形と同様の傾向を確認できた。

各試験体の梁せん断力  $Q$  - 接合部せん断変形角  $\gamma$  関係を Fig.6 に示す。 $\gamma$  の最大値（絶対値、単位は  $\times 10^{-3}$  rad.）は TB1 が 24.92, TB1-1 が 30.29, TB1-2 が 2.67, TB1-3 が 4.03 となっている。十字形 (TB-1, TB1-1) では約 1.22 倍、ト形 (TB1-2, TB1-3) では約 1.51 倍の差があり、ヒンジロケーションさせることで接合部の損傷を抑制できるといえる。十字形架構の TB1-1 の大変形時では急激な梁せん断力の低下とせん断変形角の増大による接合部の損傷を確認できる。

最後に十字形 (TB1, TB1-1) の主筋ひずみ分布を Fig.7 に示す。 $20 \times 10^{-3}$  rad. サイクル時に TB1 では梁中央側継手先端部の主筋が降伏ひずみに到達している。TB1-1 では梁主筋はすべて普通鉄筋 (D16, SD490) であるため、梁端部の主筋が降伏ひずみに到達している。したがってヒンジロケーションによって柱梁接合部近傍の損傷抑制が可能であると言える。

#### 5. まとめ

十字形およびト形柱梁接合部の梁機械式継手部にヒンジロケーションを適用することで最大耐力の上昇および柱梁接合部の損傷抑制が期待できる。

#### 参考文献

- 1) 小寺直幸, 他: 梁端部を高強度鉄筋で補強したヒンジロケーション接合部に関する研究 (その7) 十字形骨組実験の概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.411-412, 2020.7

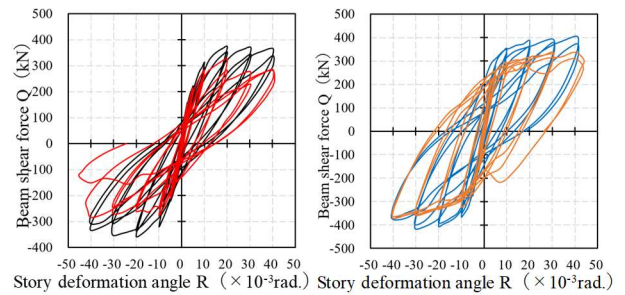


Fig.4 Beam shear force  $Q$  - Story deformation angle  $R$  relationships

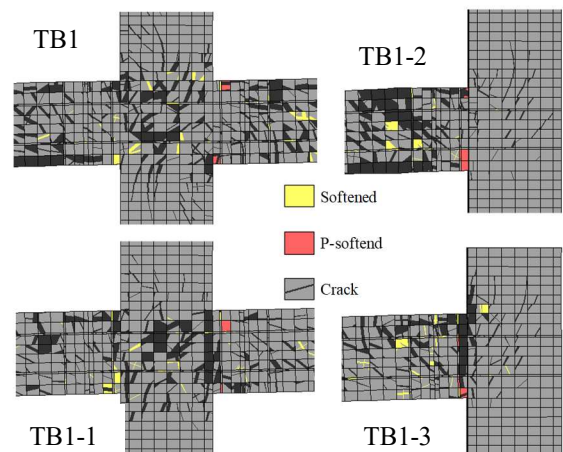


Fig.5 Crack patterns at  $20 \times 10^{-3}$  rad.

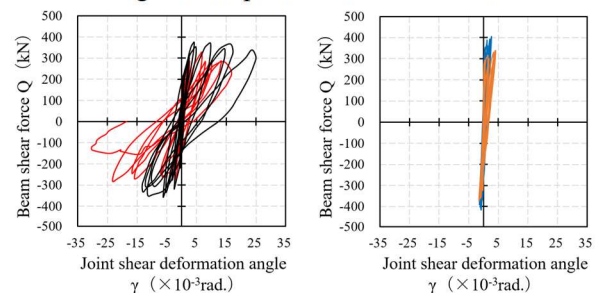


Fig.6 Beam shear force  $Q$  -

Joint shear deformation angle  $\gamma$  relationships

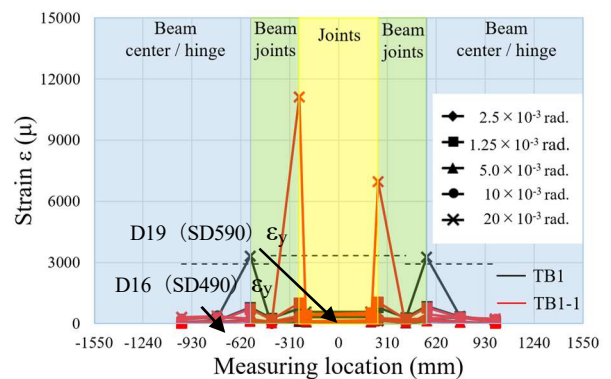


Fig.7 Strain of beam longitudinal bar distribution