

長周期地震動を受ける超高層 RC 造建物の柱梁接合部の部材性能に関する研究
(その 2 実験結果)

Study on Structural of Beam-Column Joints in RC High-Rise Buildings under Long-Period Earthquake Ground Motion
(Part 2. Experimental Result)

○斎藤 純毅¹, 古谷 章², 北嶋 圭二³, 楠 浩一⁴, 田才 晃⁵, 中西 三和³, 安達 洋⁶

*Jyunki Saito¹, Akira Furuya², Keiji Kitajima³, Koichi Kusunoki⁴, Akira Tasai⁵, Mitsukazu Nakanishi³, Hiromi Adachi⁶

The purpose of this study is to investigate the response and performance of beam-column Joints in RC high-rise buildings under a long-period earthquake. The static and dynamic tests RC beam-column Joints are performed in this study. In this paper, the outline of test is presented.

1. はじめに

超高層 RC の十字型柱梁接合部を対象に、多数回繰り返し載荷実験を静的および動的に行った。本報(その 2)では実験結果について述べる。

2. 実験結果

2. 1 節点モーメント - 部材角関係

各試験体の節点モーメント - 部材角関係を Fig.1, 最終破壊状況を Photo.1 に示す。なお、本実験における節点モーメントは、梁端ロードセルで測定した梁せん断力から算出した左右の梁の柱梁節点位置のモーメントの和であり、正側加力時のモーメントを正と定義した。また主筋降伏は、材料試験結果より最も早く引張ないし圧縮の降伏歪に到達した点と定義した。

18S・18D 試験体

18S 試験体は、R=1/500 の 1 回目(1C)で接合部フェイスに近い梁端部で曲げひび割れが発生し、その後曲げひび割れが進展した。そして、R=1/100 の 1 回目(21C)で接合部パネルゾーンに斜めひび割れが発生した。最大節点モーメントは、両試験体共に R=1/50 の 1 回目(41C)で経験し、18S 試験体は 104.1kN・m、18D 試験体は 103.0kN・m であり、その後繰り返しにより徐々に耐力が低下した。最終破壊状況は、両試験体共に梁端部でのコンクリートの圧壊である。

24S・24D 試験体

24S 試験体は、R=1/500 の 1 回目(1C)で接合部フェイスに近い梁端部で曲げひび割れが発生し、その後曲げひび割れが進展した。そして、R=1/100 の 1 回目(21C)で接合部パネルゾーンに斜めひび割れが発生した。最大節点モーメントは、両試験体共に R=1/50 の 1 回目(±41C)で経験し、24S 試験体は-85.9kN・m、24D 試験体は 91.6kN・

m であり、その後繰り返しにより徐々に耐力が低下した。最終破壊状況は、両試験体共に梁端部でのコンクリートの圧壊であり、24S 試験体では接合部内にもひび割れが進行した。

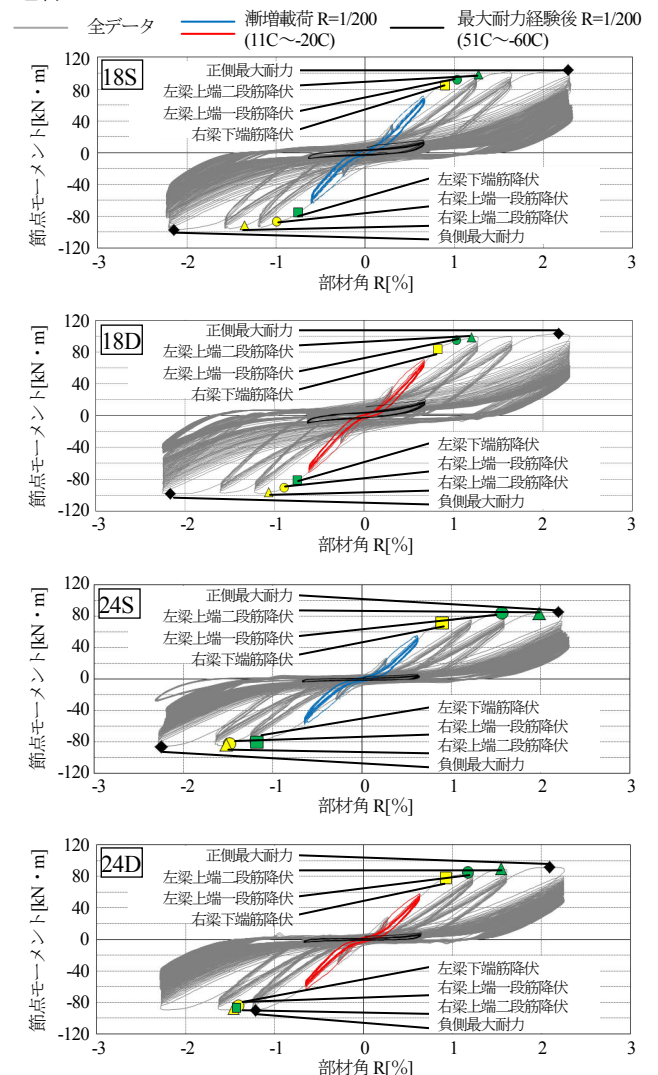


Fig.1 Nodal Moment-Rotation angle

1 : 日大理工・学部・海建 Student, Nihon Univ.
2 : 日本 ERI 株式会社 JAPAN ERI, CO.,LTD.
3 : 日大理工・教員・海建 Prof. Nihon Univ. Dr. Eng.

4 : 東京大地震研究所・教員 Prof. Univ Tokyo. Dr. Eng.
5 : 横浜国大・教員・建築 Prof. Yokohama National Univ. Dr. Eng.
6 : 日大理工・名誉教授・海建 Emeritus Prof. Nihon Univ.,Dr. Eng.

18S・18D 試験体と 24S・24D 試験体の比較

最初の R=1/200 の 1 回目(11C)と最大耐力経験後の R=1/200 の 1 回目(51C)の履歴を比較すると、18S・18D 試験体では、耐力が約 9 割、剛性が約 8 割低下し、24S・24D 試験体では、耐力・剛性共に約 9 割低下し、全ての試験体でスリップ現象が進行した。

2. 2 繰り返し載荷による節点モーメントの推移

各試験体の 1C~110C までの繰り返し載荷による水平荷重の推移を Fig.2 に示す。Fig.2 の縦軸は各試験体の各サイクルの正負最大節点モーメントを静的載荷時の正負の最大節点モーメントで除した繰り返しによる耐力低下の比率を表したものである。

18S・18D 試験体

部材角が大きくなるにつれ繰り返しによる耐力低下も大きくなる傾向があり、R=1/200~1/75 では 7~13%耐力が低下し、最大耐力を経験した R=1/50 では 21%耐力が低下している。最大耐力経験後の R=1/200, 1/50 を 1set とした繰り返し載荷では、R=1/200 では繰り返しによる耐力低下が見られなかったのに対し、R=1/50 では約 8%の耐力低下がみられた。この傾向は、静的載荷と動的載荷で差異は見られなかった。

24S・24D 試験体

18S・18D 試験体と同様、部材角が大きくなるにつれ繰り返しによる耐力低下も大きくなる傾向があり、R=1/200~1/75 では 10~16%耐力が低下し、最大耐力を経験した R=1/50 では 24%耐力が低下している。最大耐力経験後の R=1/200, 1/50 を 1set とした繰り返し載荷では、R=1/200 では繰り返しによる耐力低下が見られなかったのに対し、R=1/50 では約 5%の耐力低下がみられた。この傾向は、静的載荷と動的載荷で差異は見られなかった。

2. 3 梁主筋の歪履歴

24S・24D 試験体の最大節点モーメントを経験した R=1/50 までの節点モーメント - 歪関係を Fig.3 に示す。静的および動的載荷ともに R=1/100 で下端筋が降伏し、その後 R=1/75 で上端一段筋および上端二段筋が降伏した。接合部内の主筋は、静的および動的載荷ともに最大節点モーメントを経験するまで降伏しなかった。また、動的載荷の方が静的載荷に比べて残留歪が大きかった。

3. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- ・最大節点モーメントは、18S・18D 試験体が柱梁曲げ耐力比の小さい 24S・24D 試験体を上回ったが、静的載荷と動的載荷に大きな違いは見られなかった。
- ・最初の R=1/200 の 1 回目(11C)と最大耐力経験後の R=1/200 の 1 回目(51C)の履歴を比較すると、全ての試験

体で耐力・剛性共に約 8 割~9 割の低下がみられた。その後の R=1/200, R=1/50 を 1set とした繰り返し載荷では、R=1/200 繰り返しによる耐力低下が見られなかったのに対し、R=1/50 では耐力低下がみられた。

【謝辞】

本研究にあたり、大型構造物試験棟の菊池靖彦技手に多大なご協力を賜りました。また、貴重な助言とご指導を頂いた、横浜国立大学の田才晃教授、東京大学地震研究所の楠浩一准教授、日本 ERI の古谷章氏に深く感謝の意を表します。また、本研究室の皆様のご協力を得ました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 伊藤浩, 瑞慶覧長尚, 佐々木成紀, 古谷章, 北嶋圭二, 楠浩一, 田才晃, 中西三和, 安道洋: 長周期地震動を受ける超高層 RC 建造物の柱梁接合部の性能に関する実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 23219~23221, 2014
- 2) (財)日本建築センター: ビルディングレター, 2001 年 3 月号~2011 年 11 月号
- 3) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説 2010,2010
- 4) 日本建築学会: 鉄筋コンクリート建造物の靱性保障型耐震設計指針・同解説, 2006

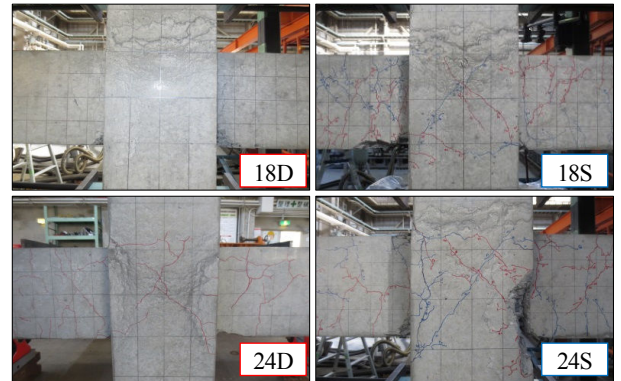


Photo.1 Destruction Figure after Horizontal

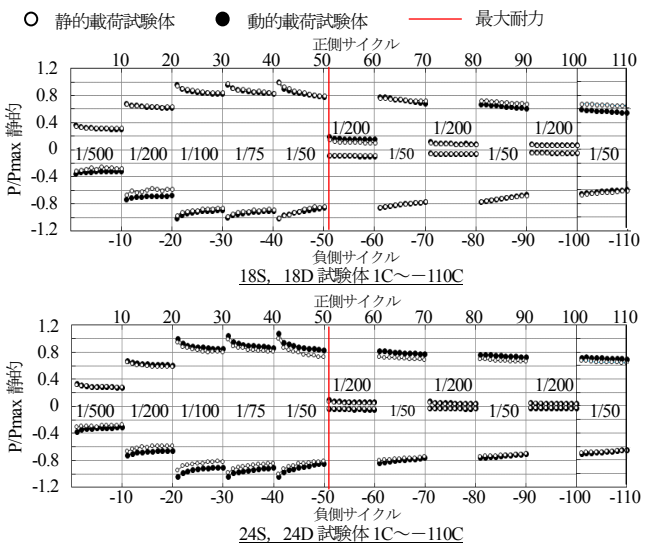


Fig.2 Horizontal Load Change by Cyclic Loading

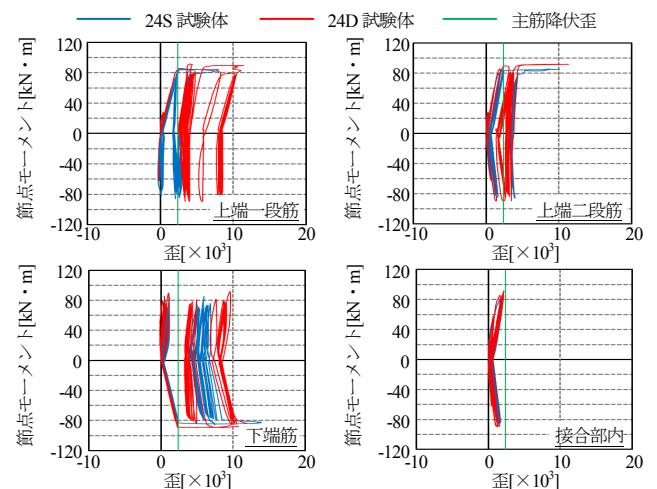


Fig.3 Strain of Main Reinforcement- Rotation Angle