

2層RC造架構実験に基づく梁降伏型全体崩壊形建物の残存耐震性能評価

その2 実験結果

RC造架構	残存耐震性能評価	静的载荷実験	正会員	○ミハイロヴ	イスクレン* ¹	同	権	淳日* ¹
梁損傷	2層F型試験体	崩壊メカニズム		同	崔	琥* ²	同	松川
							同	中埜
								良昭* ³

1. はじめに

本報(その2)では、材料特性とF1試験体、F2試験体およびFW試験体の実験結果について考察する。

2. 材料試験結果

コンクリートおよび鉄筋の材料試験結果を表1および表2にそれぞれ示す。コンクリートの設計基準強度は21MPaとしたが、材料試験結果はそれを約45%程度上回った。鉄筋の降伏強度も規格降伏強度を約10~15%程度上回っており、引張強度は降伏強度の約1.5倍程度となった。

3. 破壊経過および最大残留ひび割れ幅

3.1 破壊経過

各試験体の損傷量測定終了時(1層の経験最大層間変形角3%時)の損傷状況を図1に示す。

(1) F1試験体

1層の経験層間変形角(以下、 R_1) +0.06%から1層柱の柱脚および2層梁と3層梁の端部に曲げひび割れが発生した。 $R_1=-0.25%$ では1層柱と2層柱の柱頭に曲げひび割れが生じ、 $R_1=+0.5%$ では2層柱の柱脚に曲げひび割れが、1層柱の柱脚、2層梁および3層梁にせん断ひび割れが観察された。 $R_1=+1.5%$ では1層柱の柱脚にコンクリートの剥落が生じて、 $R_1=2.0%$ からは2層梁と3層梁にもコンクリートの剥落が生じ始めた。それ以降 $R_1=3.0%$ までは特に1層柱の柱脚部、2層梁および3層梁の端部のひび割れが激しく進展し損傷が集中した。

(2) F2試験体

F1試験体と同様に、 $R_1=+0.06%$ から1層柱の柱脚および2層梁と3層梁の端部に曲げひび割れが発生したが、より早い段階の $R_1=-0.06%$ で2層柱の柱脚および柱頭に曲げひび割れが生じた。 $R_1=-0.125%$ では1層柱の柱頭部に曲げひび割れが生じ、 $R_1=0.5%$ から1層柱、2層梁および3層梁にせん断ひび割れが観察された。以降、F1試験体と同様に1層柱の柱脚、2層梁および3層梁の端部の損傷が進展した。 $R_1=1.5%$ では1層柱の柱脚、2層梁および3層梁の端部に微小なコンクリートの剥落が生じ、 $R_1=3.0%$ では1層の接合部に僅かなひび割れが観察された。

(3) FW試験体

本試験体では、構造部材である柱と梁の曲げおよびせん断ひび割れの発生時期や進展状況がF1試験体とほぼ同様であった。垂れ壁においては、 $R_1=-0.25%$ で曲げひび割れが、 $R_1=-0.5%$ でせん断ひび割れが生じた。また、 $R_1=+1.0%$ 以降から柱と接触しており、 $R_1=+1.5%$ では接触部分でのコンクリートの

表1 コンクリート(Fc21)の材料試験結果

圧縮強度(MPa)	引張強度(MPa)	ヤング係数($\times 10^4$ MPa)
30.6	1.9	2.1

表2 鉄筋の材料試験結果

直径	規格	降伏強度(MPa)	引張強度(MPa)	ヤング係数($\times 10^5$ MPa)
D4	SD295	342	525	1.9
D6	SD295	348	517	1.9
D10	SD345	386	524	2.0
D13	SD345	385	553	2.1
D16	SD345	379	545	2.1

剥落が観察され、 R_1 の増加と共にひび割れの進展やコンクリートの剥落がより激しくなった。

3.2 最大残留ひび割れ幅の推移

各試験体における構造部材の最大残留ひび割れ幅と R_1 の関係を図2に示す。 R_1 の増加に伴い、各部材の最大残留ひび割れ幅も増加した。また、各試験体の2層梁と3層梁の最大残留ひび割れ幅の推移が概ね同様であるものの、柱部材の最大残留ひび割れ幅よりやや大きい値を示している。2層柱は主筋が降伏しなかったため、最大残留ひび割れ幅の変化はほとんど見られなかった。

4. 荷重-変形関係および被災度を表す特徴区間

4.1 荷重-変形関係

試験体の荷重-変形関係を図3に示す。

(1) F1試験体

$R_1=+0.53%$ で1層柱の主筋が降伏した後、2層梁および3層梁の主筋がほぼ同時に降伏し、崩壊メカニズム形成に至った。そして、 $R_1=+1.0%$ で最大耐力124.4kNを記録し、それ以降から耐力が徐々に低下し、 $R_1=+3.3%$ では最大耐力の80%となった。

(2) F2試験体

F1試験体と同様に、 $R_1=+0.59%$ で1層柱の主筋が最初に降伏し、 $R_1=+0.71%$ および $+0.80%$ で2層梁および3層梁の主筋がそれぞれ降伏した。崩壊メカニズムを形成した直後、 $R_1=+1.0%$ で最大耐力136.8kNに至り、そこから耐力低下が開始され、 $R_1=+3.3%$ で最大耐力の80%となった。

(3) FW試験体

本試験体では、上記の2体の試験体と同様に1層柱、2層梁および3層梁の順に主筋が降伏し崩壊メカニズム形成となった。その後、垂れ壁と柱の接触により $R_1=+1.5%$ まで耐力が増加し、最大耐力126.9kNを記録した。そして、 $R_1=+3.5%$ まで緩やかに耐力低下し、最大耐力の80%に至った。

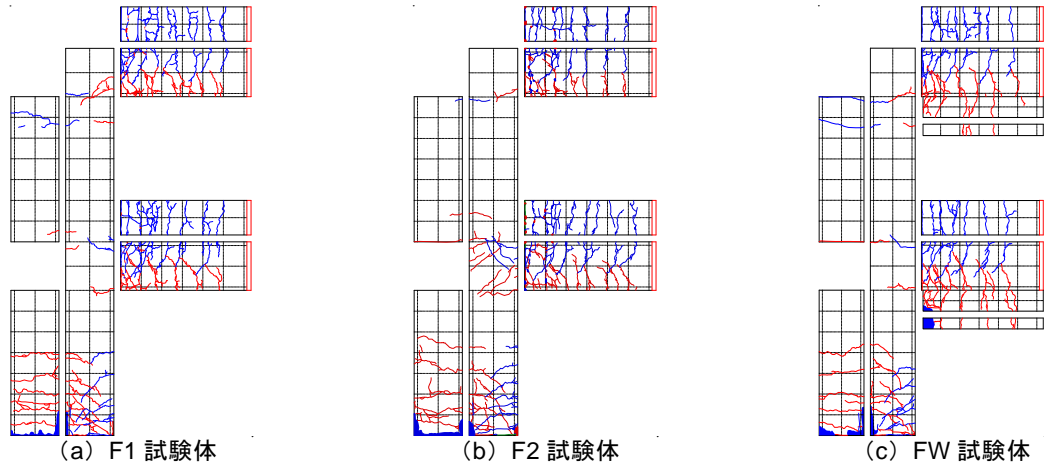


図1 損傷量測定終了時の損傷状況 ($R_1=3\%$ の時)

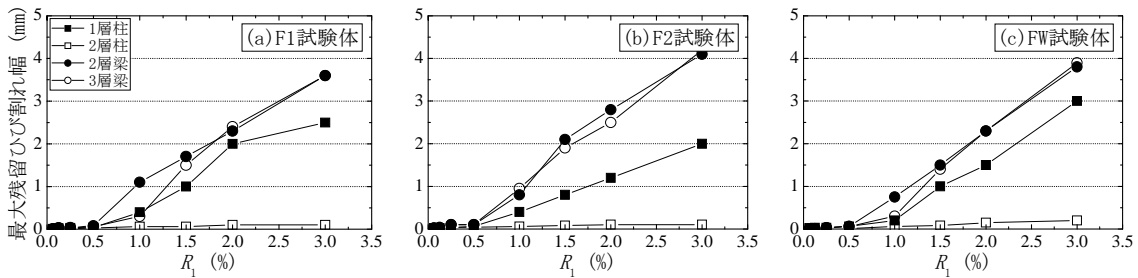


図2 構造部材の最大残留ひび割れ幅と R_1 の関係

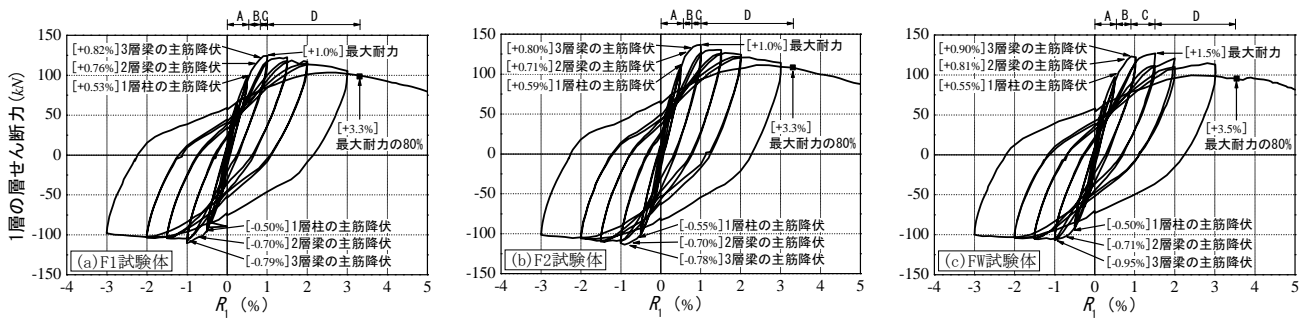


図3 荷重と R_1 の関係

4.2 被災度を表す特徴区間

文献[1]では、梁降伏型 RC 造架構を対象として工學量に基づき被災度と対応する「特徴区間」と称する区間を定義している。即ち、図4のように架構の骨格曲線においてひび割れ点を越えた部材発生から降伏点を越える部材発生までをA区間、降伏ヒンジが架構内の各所に進展しメカニズム形成に至るまでをB区間、最大耐力までをC区間、水平耐力が最大耐力の80%に低下するまでをD区間、それ以降をE区間として被災度の進展を表す特徴区間と定めている。

上記の定義に従い区分した各試験体の特徴区間を図3に併記する。F1試験体とF2試験体は、降伏点を越える部材の発生、架構のメカニズム形成、最大耐力および最大耐力の80%低下時に応じる R_1 が両者の間でほぼ同じであるため、各区間の変形量が両者の間でほぼ等しくなっている。FW試験体の場合は設計方針の通り、架構のメカニズム形成に至るまではF1試験体とほぼ同様の傾向であったが、 $R_1=+1.0\%$ 以降垂れ壁と柱の接触により耐力が増加したため、C区間がF1試験体と比べ広い間隔となっている。しかし、ほぼ同

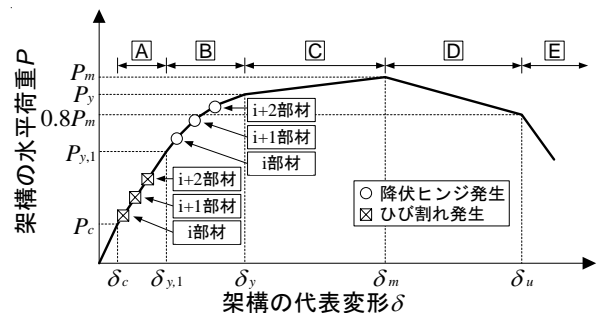


図4 架構の特徴区間の定義

じ R_1 で水平耐力が最大耐力の80%に低下したため、D区間の変形量が逆に小さくなった。

5. まとめ

本報(その2)では、RC造2層F型架構の静的加力実験結果に基づき、その破壊経過や荷重-変形関係について検討を行い、損傷量進展および被災度を把握した。

【参考文献】

[1]権淳日, 高橋典之, 崔璇, 中植良昭: 梁降伏型 RC 造架構のエネルギー吸収能力に基づく全架構残存耐震性能評価, 日本建築学会構造系論文集, Vol.78, No.693, pp.1931-1938, 2013.11

*1 東京大学 工学系研究科 大学院生
*2 東京大学 生産技術研究所 助教・博士(工学)
*3 東京大学 生産技術研究所 教授・工博

Graduate Student, Graduate School of Eng., The Univ. of Tokyo.
Research Associate, Institute of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, Ph.D.
Professor, Institute of Industrial Science, The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.