

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1 実験概要

RC 造架構 残存耐震性能評価 曲げ終局モーメント
梁損傷 2層 F型試験体

正会員 ○パウル デヴジョティ*¹ 同 権 淳日*¹
同 崔 琥*² 同 松川 和人*²
同 中埜 良昭*³

1. はじめに

国内では「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針」^[1]に基づき、地震により被災した RC 造建物の残存耐震性能を評価しているが、この指針では柱および壁などの鉛直部材の損傷のみから建物の残存耐震性能を評価しており、現在の構造設計の主流である梁降伏型 RC 造建物の残存耐震性能評価に適用することが難しい。そこで、筆者らは梁降伏型 RC 造建物にも適用可能な全架構残存耐震性能評価手法を提案し、既実施した 1 層架構の静的載荷実験結果を用いて、本手法の妥当性の検証を行ってきた^[2]。

しかしながら、本手法の適用性および妥当性を確立するためには、多層架構への展開が不可欠であるため、本研究では柱・梁の曲げ終局モーメント比および垂れ壁の有無をパラメータとした梁降伏型 RC 造 2 層 F 型試験体を 3 体製作し、静的載荷実験を実施した。本報(その 1)では、試験体の設計、加力計画および計測計画を、その 2 では実験結果を、その 3 では実験結果を用いた多層架構における全架構残存耐震性能評価手法の適用性の検討をそれぞれ述べる。

2. 試験体の設計

2.1 設計方針

試験体は以下の方針に基づき設計した。

- ① 全架構残存耐震性能評価手法の多層架構への適用性を検討するため、試験体は 2 層架構とする。
- ② 全架構残存耐震性能評価手法の多層架構への適用性を検討する際、各部材のエネルギー消費量を算定する必要があり、梁のせん断力計測用のロードセルを設けるため、試験体の形状は梁の反曲点まで切り出した F 型架構とする。
- ③ 文献[2]で提案した残存耐震性能評価手法では、部材(崩壊メカニズム時の各ヒンジ位置)に生じた損傷をそれぞれの曲げ終局モーメント比で重み付けしている。また、架構の最大耐力を記録する部材角の大小が後述する特徴区間に影響を与えることが分かっており^[2]、垂れ壁を柱に接触させ意図的にその部材角をコントロールするためのスリット付垂れ壁の有無および各部材の曲げ終局モーメント比をパラメータとし、計 3 体(純 RC 造架構 2 体: F1 および F2 試験体, 垂れ壁付 RC 造架構 1 体: FW 試験体)を製作する。
- ④ 現行の「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針」^[1]では、検証試験体である幅 300mm×せい 450mm の梁試験体の断面サイズを実大とほぼ等しいと

表 1 試験体における部材の寸法

試験体	柱 (mm)			梁 (mm)		
	幅	せい	内法高さ	幅	せい	反曲点長さ
実大試験体	700	700	2050	500	700	2300
本試験体	350	350	1050	250	350	1150

表 2 試験体における部材の諸元 (コンクリート: Fc21)

試験体名	柱 (1層=2層)		2層梁		3層梁	
	主筋	帯筋	主筋 (上=下)	あばら筋	主筋 (上=下)	あばら筋
F1 試験体			5-D13 (SD345)	4-D6@50 (SD295)	5-D13 (SD345)	4-D6@50 (SD295)
F2 試験体	12-D13 (SD345)	4-D4@50 (SD295)	4-D16+1-D13 (SD345)	4-D6@30 (SD295)	4-D13 (SD345)	4-D6@50 (SD295)
FW 試験体			5-D13 (SD345)	4-D6@50 (SD295)	5-D13 (SD345)	4-D6@50 (SD295)

注: FW 試験体の垂れ壁の諸元は図 1 を参照されたい。

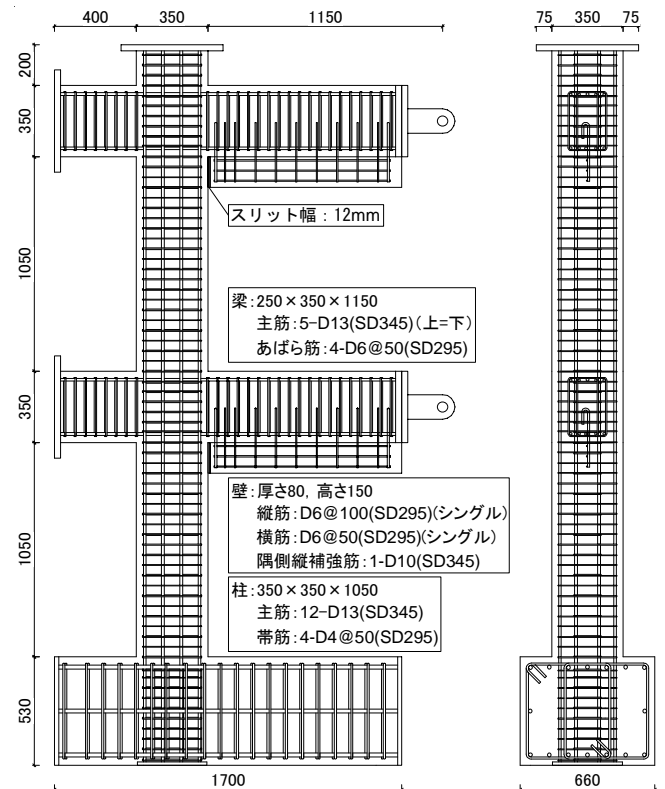


図 1 FW 試験体の詳細 (単位: mm)

考え、損傷量と損傷度の関係を求めている。そこで本研究では、損傷量に及ぼす断面サイズの影響および実験設備のキャパシティを考え、本試験体における部材の断面サイズは既実施した実大試験体^[3]の 1/2 (柱: 幅 350mm×せい 350mm, 梁: 幅 250mm×せい 350mm) とする (表 1)。

表3 試験体における部材の強度およびせん断余裕度

試験体名	柱 (1層=2層)				2層梁				3層梁			
	曲げ終局 モーメント M_u (kN・m)	曲げ終局時 せん断力 Q_{Mu} (kN)	せん断 終局強度 $Q_{Su,mean}$ (kN)	せん断 余裕度 ($Q_{Su,mean}/Q_{Mu}$)	曲げ終局 モーメント M_u (kN・m)	曲げ終局時 せん断力 Q_{Mu} (kN)	せん断 終局強度 $Q_{Su,mean}$ (kN)	$M_{u,梁}/M_{u,柱}$	曲げ終局 モーメント M_u (kN・m)	曲げ終局時 せん断力 Q_{Mu} (kN)	せん断 終局強度 $Q_{Su,mean}$ (kN)	$M_{u,梁}/M_{u,柱}$
F1 試験体	96.4	183.6	239.3	1.30	67.4	58.6	175.3(2.99)	0.70	67.4	58.6	175.3(2.99)	0.70
F2 試験体					98.0	85.2	213.4(2.50)	1.02	53.9	46.9	172.0(3.67)	0.56
FW 試験体					[214.2]	[259.7]	[1.21]	67.4	58.6	175.3(2.99)	0.70	67.4

注：[]は垂れ壁が柱と接触した後柱の有効高さの変化(1050-150=900mm)を考慮し計算したものである。また、()は梁のせん断余裕度である。

⑤ 各部材の配筋は、実験パラメータおよび実大試験体とのスケール関係に基づき設定する。

以上の方針に従い計画した試験体の諸元を表2に、FW試験体の詳細を図1にそれぞれ示す。

2.2 部材の強度およびせん断余裕度

予備検討として文献[4]の曲げ終局モーメントを求める略算式と荒川 mean 式を用い、試験体における部材の強度とせん断余裕度を算定し、その結果を表3に示す。ここで、鉄筋の降伏強度は規格降伏強度を49MPa増加^[4]、コンクリート圧縮強度は設計基準強度(21MPa)を30%増加させた値を用いた。表3より、本実験のパラメータの一つである1層柱に対する各層梁の曲げ終局モーメントの比を確認できる。また、いずれの試験体も曲げ降伏が先行し、最終的にせん断破壊するものと予想される。

3. 実験計画

3.1 加力計画

図2にFW試験体の加力システムを示す。実験では、試験体の1層と2層へ同時に水平力を加え、2層の水平力が1層の2倍となる逆三角形分布の正負漸増静的繰返し加力を行った。その際、スタブから2層梁の梁芯高さ($h_1=1225\text{mm}$)で計測した1層の層間水平変位と h_1 の比(1層の層間変形角)を制御変形角 R_1 とし、 $R_1=0.0625, 0.125, 0.25\%$ では各1サイクルずつ、 $R_1=0.5, 1.0, 1.5, 2.0\%$ では2サイクルずつ加力することとした。その後、 $R_1=3.0\%$ で1サイクルを加力し、試験体の状況を観察しながら最終的に $R_1=5.0\%$ まで1方向単調加力を行った。軸方向では、2層柱の柱頭部から250kN(軸応力度:2.0MPa)の一定軸力を導入した。

3.2 計測計画

本実験では、全てのジャッキおよび両梁の反曲点位置に設けたロードセルより各構造部材のせん断力を計測した。また、架構の各層の水平層間変形、両柱の伸縮変形、両柱

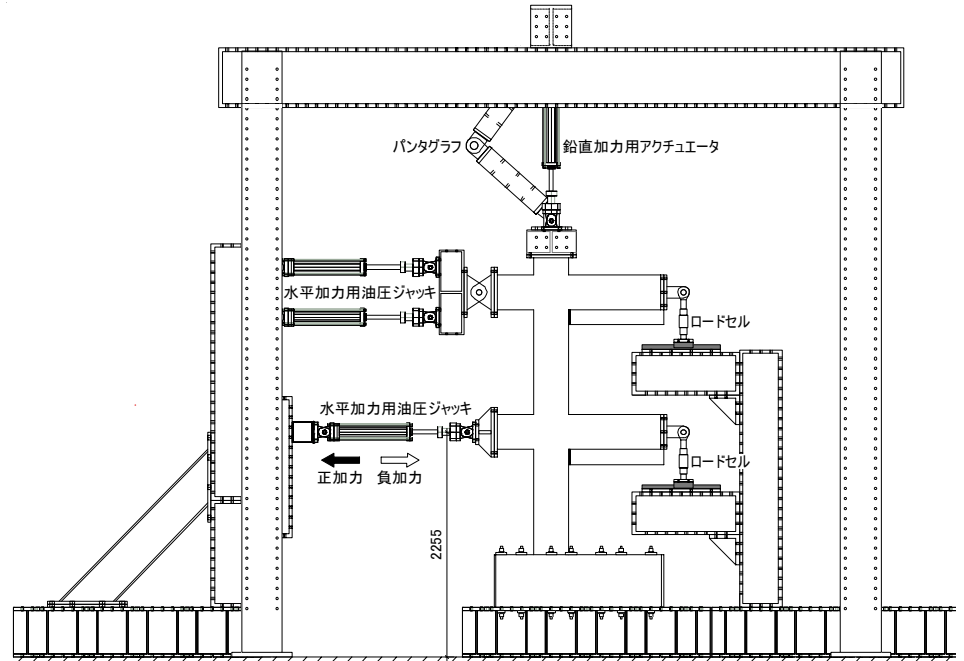


図2 加力システム (FW 試験体)

と両梁の曲率およびせん断変形を計測した。更に、危険断面位置を含む各部材の主要な箇所へ歪ゲージを貼り付け、主筋およびせん断補強筋の歪を計測した。一方、各制御変形角に応じる加力サイクルにおいて、ピーク時および除荷時の損傷量(ひび割れ幅、ひび割れ長さおよび剥落面積)を計測し、部材の損傷の進展状況を把握することとした。

4. まとめ

本報ではRC造2層F型架構試験体の設計および計測計画について述べた。実験結果やその考察については続編(その2とその3)で報告する。

【謝辞】

本研究の実験は、一般社団法人日本損害保険協会の受託研究「地震保険損害認定基準(鉄筋コンクリート造)の見直し・検証」(研究代表者:中埜良昭)の助成の下に実施しました。ここに謝意を表します。

【参考文献】

- [1]日本建築防災協会:震災建築物の被災区分判定基準および復旧技術指針, 2001.9
- [2]権淳日, 高橋典之, 崔琬, 中埜良昭: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
- [3]建築研究所:災害後の建築物の機能維持・早期回復を目指した構造性能評価システムの開発成果報告書, 2011.1
- [4]日本建築防災協会:既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説, 2001.10

*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.