

連層耐震壁を有するRC造4層建物縮小試験体の振動台実験による被災度評価と応答予測

その2 実験結果概要

残存耐震性能	振動台実験	連層耐震壁	正会員	○Alex Shegay*1	正会員	藤田 起章*2
荷重増分解析	損傷度評価	終局変形	正会員	田畑 佑*3	正会員	三浦 耕太*4
			正会員	前田 匡樹*5	正会員	Hamood Alwashali*6
			正会員	関 松太郎*7		

1. はじめに

その2では、その1で紹介した振動台実験の実験結果を報告する。各加振後の応答と主な観測結果について説明し、部材の損傷状態を示すとともに、被災度区分判定基準¹⁾を使用して各部材の損傷度評価を行った。

2. 実験結果

2.1 破壊経過

試験体の動的応答は、すべてのRunで主に1次モードであった。XとY方向の加振の主要動がほぼ同時刻に発生するため、試験体の損傷は、上記の時刻において圧縮側の変動軸力を受ける方向(X3Y1の方向)に集中した。Run1(X:20%; Y:20%)及びRun2(X:80%; Y:60%)では、試験体の応答は概ね弾性範囲内であった。Run3(X:160%; Y:100%)では、各階の部材で曲げひび割れ、あるいは、せん断ひび割れが確認され、Run4において、各階梁と1階柱、及び壁の脚部で主筋が降伏した。Run5(X:260%; Y:170%)では、応答変形が大幅に増加し、1階の柱と壁でコンクリートの剥落が確認された。Run5以降、両方向で試験体の残留変形が顕著となり、加振と共に徐々に増加した。

部材の損傷は、Run6ではほとんど進展しなかったが、Run7でより顕著となりほぼ終局限界状態に達した。Run7ではY方向残留変形が1.1%に達したため、この方向の加振を終了した。Run9の後、1階壁及び柱の脚部のコンクリート剥離が進展し、X方向1階の壁脚では、主筋の座屈が見られた。また、梁にも大きなひび割れ(残留幅3.5mm以下)が見られた。X方向では、柱(C1;図1c)、梁(G1;図1d)、壁(CW1;図1a)で降伏ヒンジの形成が確認できた。Y方向では、柱(C1;図1c)及び梁(G2、G3)は降伏ヒンジを形成したが、壁(CW2;図1b)は設計時の想定と異なり、せん断破壊した。最終加振(Run.9)終了後の試験体の損傷状況を図1に示す。

2.2 層せん断力-層間変形角関係

層せん断力-層間変形角関係を図2、3に示す。同図には、フレームモデルの静的荷重増分解析結果を合わせて示している。架構の応答と破壊挙動の主要な結果を表1にまとめた。X、Y方向共に、実験における試験体の最大耐力は、解析結果よりも大きかった。これは、スラブの有効幅が、解析モデルの想定(スパン長の50%)よりも大きく、梁の曲げ耐力が増大したためと考えられる。また、X方向においては、架構の終局変形角は事前解析による値を大きく上回り、最終加振まで、架構の耐力低下はほとんど見られなかった。なお、解析モデルの詳細については、その3を参照されたい。

2.3 部材の損傷度分布

Run3-5の加振後において、被災度区分判定基準に従って各部材の損傷度¹⁾(I:軽微~V:破壊)を判定した結果を図4(X方向)と図5(Y方向)に示す。X方向ではRun4以前における部材の損傷度は概ねII以下と小さく、Run5において損傷が大きく進展したことがわかる。一方、Y方向では、X2通りの耐震壁につながる境界梁を中心にRun4以前における損傷度がX方向と比較すると大きい。これは、純ラーメンのX1、X3通りと比較して、X2通りの剛性が高く応力負担が大きかったためと考えられる。

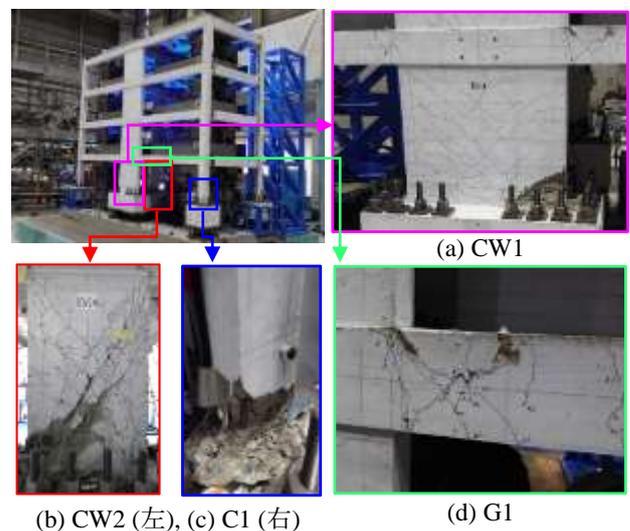


図1 最終加振終了後の試験体損傷状況

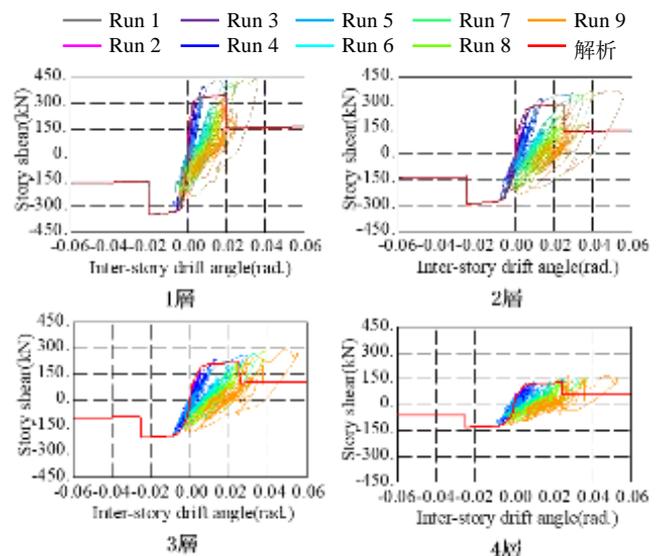


図2 X方向層せん断力-層間変形角関係

Shake-table testing of a 4-storey RC structure to develop methods for damage evaluation and seismic response prediction of structures
Part 2 Summary of experimental results

Alex SHEGAY, FUJITA Kisho, TABATA Yu, MIURA Kota, MAEDA Masaki, Hamood ALWASHALI and SEKI Matsutaro

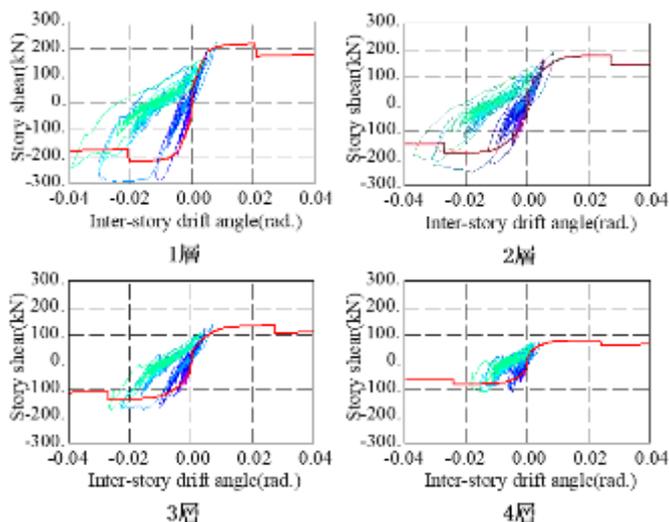


図3 Y方向 層せん断力-層間変形角関係

3. まとめ

被災建物の残存耐震性能評価法の妥当性検証と応答予測法の開発を目的として、RC造4層建物縮小試験体の振動台試験を行った。試験体はX方向、Y方向共に曲げ降伏型の耐震壁付ラーメン架構とし、X方向は壁の破壊が支配的、Y方向は柱梁の破壊が支配的となるような設計とした。実験の結果、X方向は、壁の損傷が柱梁よりも先行したものの、曲げ壁の変形性能が設計時の想定よりも大きく、明確な壁破壊支配型の挙動にはならなかった。一方、Y方向では、1階の壁がまずせん断破壊し、架構の耐力低下が生じるが、その後、柱梁の応力負担率が高いため、架構全体はより大きな変形まで、一定の耐震性を維持した。試験体の破壊形式については、その3で詳細な検討を行う。試験体の最大耐力も終局変形角も、X、Y方向共に、フレームモデルの解析結果よりも大きかった。

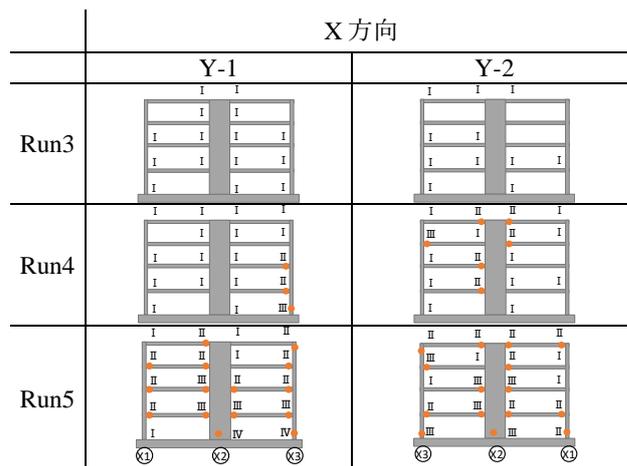


図4 加振後のX方向の各部材の損傷度

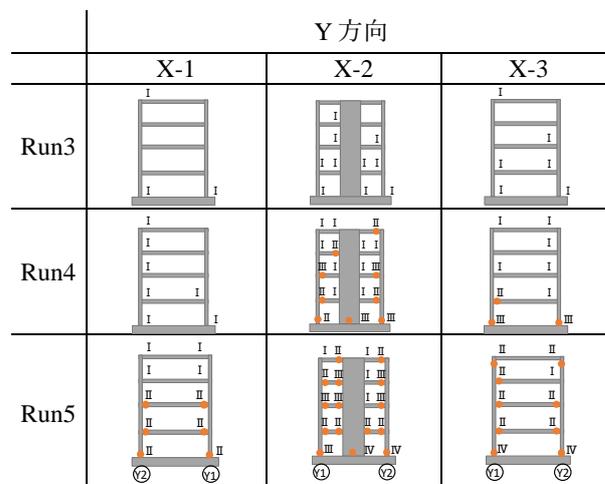


図5 加振後のY方向の各部材の損傷度

表1 各加振後の最大ベースシア、層間変形角、および主要な損傷特性。

Run	X方向			Y方向			破壊挙動
	倍率	Q _{1max} (kN)	R _{max} (rad.) [層]	倍率	Q _{1max} (kN)	R _{max} (rad.) [層]	
1	20%	51.2	1/1384[2 nd]	20%	48.6	1/1475[2 nd]	ひび割れ発生
2	80%	167.0	1/320[2 nd]	60%	128.0	1/447[1 st]	
3	160%	292.4	1/154[2 nd]	100%	195.1	1/210[2 nd]	1階柱と壁脚の降伏
4	240%	402.9	1/73[3 rd]	150%	290.2	1/77[2 nd]	全体崩壊メカニズム形成
5	260%	437.8	1/34[2 nd]	170%	292.2	1/32[2 nd]	1階壁(両方向)被りコンクリート剥離
6	130%	290.1	1/45[3 rd]	100%	248.6	1/33[1 st]	損傷の進展なし(残存耐震性能の評価のための小加振)
7	220%	406.7	1/29[2 nd]	120%	243.1	1/25[1 st]	1階のY方向壁終局(せん断破壊)
8	220%	427.8	1/25[2 nd]	-	-	-	
9	260%	444.2	1/18[2 nd]	-	-	-	1階のX方向壁終局(曲げ破壊)

*1 東北大学大学院工学研究科 学術研究員・Ph.D.

*2 東北大学大学院工学研究科 博士課程前期

*3 久米設計

*4 大林組 技術研究所

*5 東北大学大学院工学研究科 教授・博士(工学)

*6 東北大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

*7 建築研究所 工学博士

*1 Research Fellow, Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Ph.D.

*2 Graduate Student, Graduate School of Eng., Tohoku Univ.

*3 KUME SEKKEI Co., Ltd.

*4 Technical Research Institute, Obayashi Corporation

*5 Prof., Graduate School of Eng., Tohoku Univ., Ph.D.

*6 Assistant Prof., Graduate School of Eng., Tohoku Univ. Ph.D.

*7 Building Research Institute, Dr.Eng.