

鉄筋コンクリート造建物とプレストレストコンクリート造建物に関する実験概要
E-Defense を用いたコンクリート系建物実験 2010 / その1

正会員 ○松森泰造^{*1}, 長江拓也^{*2}, 田原健一^{*3}, 福山國夫^{*4}
塩原等^{*5}, 壁谷澤寿海^{*6}, 河野進^{*7}, 西山峰広^{*8}, 西山功^{*9}

フレーム構造 耐震壁 振動台実験

1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震では、新耐震設計法が適用された建物に関しても安全性に関わる被害が見られたほか、損傷によって継続使用できない問題、補修費用が高額になる問題等が指摘され今後の課題とされた。

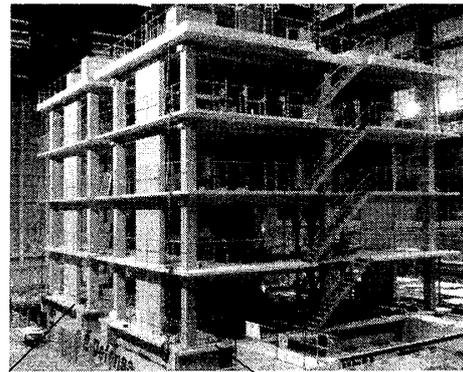
過去に、実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）を用いて1981年以前に設計された鉄筋コンクリート造建物に関する実験が実施され^{1), 2)}、1階において層崩壊する場合の資料が得られている。本研究では、現行の規定に従う鉄筋コンクリート造（RC）建物と、プレストレストコンクリート造（PC）建物に関する大型振動実験を行うこととした。本実験の目標は、(1) 建物および構成部材の強度・変形能力、および破壊モードに関わる各種評価式の精度を検証すること、(2) 建物および構成部材の地震応答性状を適切に表現する数値解析モデルを同定すること、(3) 修復性に関わる損傷評価資料を取得すること、によって社会におけるコンクリート系建物の信頼性の向上に資することである。大地震における建物の変形を効率的に制御するためには、骨組の降伏機構を明快に計画することが重要である。本研究ではさらに、フレーム構造における降伏機構を考察するとともに、PC建物に関する実験では、(4) 新構造要素の優位性を実証し、高耐震かつ生産性・改修性の高い構造形式を提案する。

2. 実験計画

Figure 1 に試験体のセットアップ状況を示す。実験では、RC 試験体と PC 試験体を同時に加振する手法をとった。

試験体の長辺方向を振動台の短辺方向とし、振動台の長辺方向に2体の試験体を並べた。基礎は振動台にPC鋼棒で圧着され、実験時にすべりや浮き上がりが生じないように十分固定した。

2体の試験体はほぼ形状が等しい4層骨組で、各層の階高は3m、軒高は12mである。平面寸法はX方向（長辺方向）が長さ14.4m、Y方向（短辺方向）が長さ7.2mである。Figure 2とFigure 3にRC試験体の平面図と軸組図を示す。RC試験体の柱は500mm角、PC試験体の柱は450mm角である。X方向は2スパンの純フレーム構造で、RC試験体の梁せいは600mm、PC試験体の梁せいは500mmである。Y方向は、いずれの試験体も外構面の中央に



Reinforced concrete specimen
Prestressed concrete specimen

Figure 1 Setup of two specimens

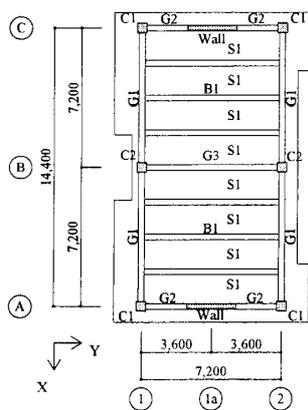


Figure 2 Plan of 2nd to 4th floor (Unit: mm)

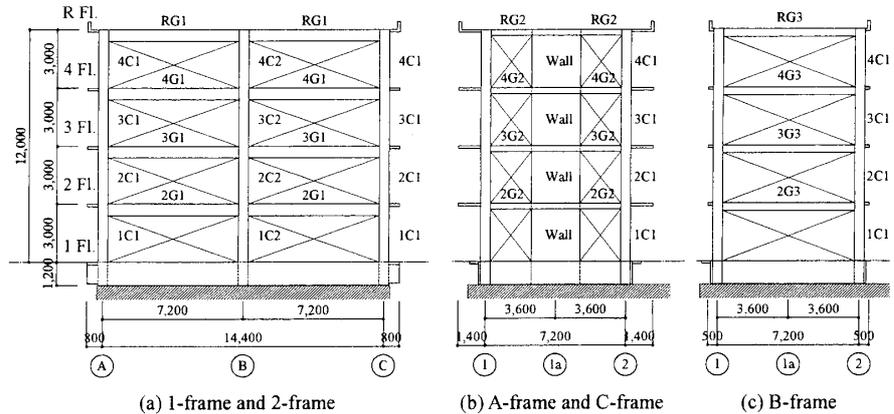


Figure 3 Elevations

Test plan on a reinforced concrete building and a prestressed concrete building

The 2010 E-Defense test on concrete buildings / Part. 1

Taizo MATSUMORI, Takuya NAGAE, Kenichi TAHARA, Kunio FUKUYAMA
Hitoshi SHIOHARA, Toshimi KABEYASAWA, Susumu KONO, Minehiro NISHIYAMA, Isao NISHIYAMA

250 mm x 2500 mm の連層耐震壁を有する。境界梁の梁せいは 300 mm である。スラブ厚は 130 mm である。

試験体の重量は、躯体に加え、床に固定された倒壊防止用鋼製フレーム、計測用鋼製治具類、設備機器類（機能評価実験）から評価した。RC 試験体の全重量は 5903 kN、各階の重量は 934 kN (R Fl.), 894 kN (4 Fl.), 872 kN (3 Fl.), 867 kN (2 Fl.)となった。PC 試験体の全重量は 5600 kN、各階の重量は 996 kN (R Fl.), 840 kN (4 Fl.), 806 kN (3 Fl.), 804 kN (2 Fl.)となった。実験前のホワイトノイズ加振で得られた RC 試験体の 1 次固有周期は、X 方向において 0.43 秒、Y 方向において 0.31 秒であった。PC 試験体の 1 次固有周期は、X 方向において 0.45 秒、Y 方向において 0.29 秒であった。

3. 計測概要

全体で計 679 ch を計測した。床加速度、層間変位、鉄筋歪を主な計測内容とした。部材の変形についても、柱脚と梁端の回転変形、柱梁接合部のせん断変形、連層壁における壁脚回転変形、水平変形、および局所的な鉛直変形を計測した。層間変形角は、床上に固定された鋼製フレームと、上階の床スラブの下面に固定された鋼製治具の相対変位を計測した。データのサンプリング周波数は 200 Hz とした。そのほか、柱脚、梁端部、柱梁接合部、壁脚等の損傷状況をビデオ収録した。

4. 加振計画と入力地震動

入力地震動は、1995 年の兵庫県南部地震で記録された気象庁神戸海洋気象台観測波（JMA-Kobe 波）および JR 鷹取駅記録波（JR-Takatori 波）である。いずれも水平 2 方向と鉛直方向の 3 方向同時加振とした。試験体の損傷を段階的に大きくすることを意図し、JMA-Kobe 波の振幅倍率を 10 %、25 %、50 %、100 % と上げていった。その後、大変形を繰り返し受ける状況を確認する目的で JR-Takatori 波を用い、振幅倍率を 40 %、60 % とする加振を行った。JMA-Kobe 波における実験では、最大加速度の大きい NS 成分を Y 方向（耐震壁方向）に入力した。Figure 4 に JMA-Kobe 波の 100 % 加振および JR-Takatori 波の 60 % 加振における入力加速度を示す。また、Table 1 に実験に記録された振動台の最大加速度を示す。Figure 5 には、試験体の基礎において記録された加速度波形から求めた加速度応答スペクトルを示す。JMA-Kobe 波の 100 % 加振および JR-Takatori 波の 60 % 加振の目標波も合わせて示すが、実験結果とよい対応を示した。

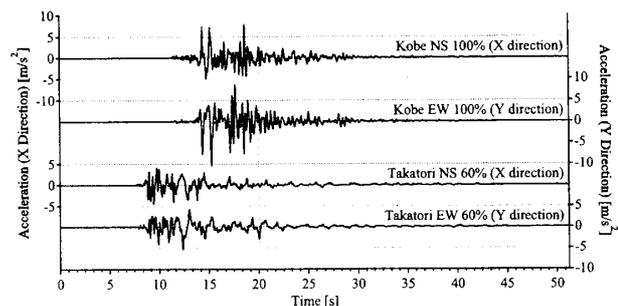


Figure 4 Time history of input ground motion

Table 1 Schedule and max acc. recorded in shake table

| No. | Input wave | Acc _{max} [m/s ²] | | |
|-----|------------------|--|-------|------|
| | | X | Y | Z |
| 1 | JMA-Kobe 10 % | 0.69 | 0.98 | 0.35 |
| 2 | JMA-Kobe 25 % | 1.66 | 2.69 | 0.96 |
| 3 | JMA-Kobe 50 % | 3.49 | 4.66 | 1.98 |
| 4 | JMA-Kobe 100 % | 7.88 | 10.67 | 4.15 |
| 5 | JR-Takatori 40 % | 3.05 | 3.34 | 1.69 |
| 6 | JR-Takatori 60 % | 4.54 | 5.46 | 1.69 |

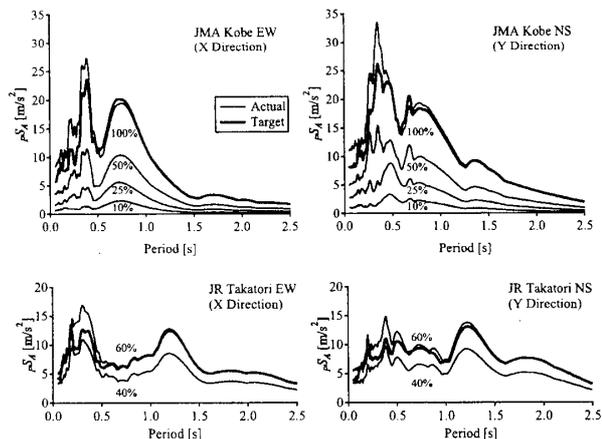


Figure 5 Input motions recorded in shaking table

謝辞

本研究において、カリフォルニア大学バークレー校 J. Moehle 教授、カリフォルニア大学ロサンゼルス校 J. Wallace 教授、リーハイ大学 R. Saucier 教授、テキサス大学オースティン校 W. Ghannoum 助教授にご協力いただきました。

参考文献

- 1) 松森泰造, 白井和貴, 壁谷澤寿海: 大型振動台による鉄筋コンクリート耐震壁フレーム構造の耐震性に関する研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 614 号, pp.85-90, 2007.4
- 2) 壁谷澤寿海, 松森泰造, 壁谷澤寿成, 金裕錫: 実大 3 層鉄筋コンクリート建物の振動実験, 日本建築学会構造系論文集, 第 632 号, pp.1833-1840, 2008.10

- *1 独立行政法人防災科学技術研究所 主任研究員・博士 (工学)
- *2 独立行政法人防災科学技術研究所 主任研究員・博士 (工学)
- *3 独立行政法人防災科学技術研究所 研究員・博士 (工学)
- *4 独立行政法人防災科学技術研究所 客員研究員
- *5 東京大学大学院工学系研究科 准教授・工博
- *6 東京大学地震研究所 教授・工博
- *7 京都大学大学院工学研究科 准教授・Ph.D.
- *8 京都大学大学院工学研究科 教授・工博
- *9 国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部長・工博

- Senior Researcher, NIED, Dr. Eng.
- Senior Researcher, NIED, Dr. Eng.
- Researcher, NIED, Dr. Eng.
- Visiting Researcher, NIED
- Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, University of Tokyo, Dr. Eng.
- Prof., ERI, University of Tokyo, Dr. Eng.
- Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto University, Ph.D.
- Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.
- Director of Building Department, NI LIM, Dr. Eng.