

実大三次元震動破壊実験施設（E-Defense）を使用したRC建造物の破壊実験計画

防災科学技術研究所	大谷圭一
同 上	正会員 加藤 敦
科学技術振興事業団	正会員 岡本 晋
同 上	正会員 岡正治郎

1. はじめに 現在、独立行政法人防災科学技術研究所では、兵庫県南部地震後10年目に当たる平成17年完成を目指して、兵庫県三木市に実大三次元震動破壊実験施設（E-Defense）の建設を進めている。当施設は重量12MN(1200tonf)の試験体を兵庫県南部地震時に観測された地震動（たとえば、神戸海洋気象台観測波、最大818Gal）で揺ることが可能な、世界最大スペックの震動台を有する。

本報は、この震動台で実施予定の実大RC建造物の実験計画を事前に立案することにより、このような大きな試験体の製作・据付・加振にあたり問題となる点を抽出することを目的として実施した事前検討の結果をまとめたものである。

2. 実験対象試験体および支保工 図-1に計画した試験体模型の概要を示す。試験対象は震動台の大きさ(20m × 15m)、クレーンの揚程および震動台の許容転倒モーメントを考慮して高さ15m、重量約5MNの実大4階建て建造物とした。各階の床に0.75MNの錘を載せることにより、弾性一次固有周期は、長手方向0.23秒、短手方向0.20秒となった。なお、震動台には試験体の外側に図-2に示すH鋼からなる支保工を設置した。支保工は重量をできるだけ軽減しつつ、破壊した試験体の破片が加振システムに悪影響を及ぼすことを防ぐために震動台上に設置するもので、建造物の破壊実験を実施する際に極めて重要な役割を有する。なお、支保工の重量は約2MNとなり、試験体の重量と合わせて合計10MNの重量が震動台上に積載されることとなるが、この値は震動台の許容重量12MN以下に治まっている。

3. 実験ケース 実験は、建物の耐震設計基準の変遷に伴う建物の安全性の相違を確認することを目的として、以下に示す3種類の指針で設計した試験体を対象に実施する。なお、各試験体は適用指針の相違により、はりおよび柱の外径寸法は変化しないものとし、主鉄筋量および帯鉄筋量が異なるものとする。①試験体1：現行の耐震設計法による試験体、②試験体2：鉄筋コンクリート構造計算規準(1971)による試験体、③試験体3：鉄筋コンクリート構造計算規準(1971)以前の規準による試験体。鉄筋コンクリート構造計算規準(1971)は、1968年十勝沖地震でいくつかのRC建物が破壊した教訓を生かし、柱の帯筋間隔を厳しくし、曲げ破壊が先行するように設計するものである。また、現行の耐震設計法は1981年新耐震設計法（案）に基づいて2段階設計法や修正震度法を導入した設計法である。

4. 試験体の設置方法 試験体の設置方法として、クレーンの定格荷重(4MN)などを考慮して、表-1に示す5種類の方法を比較した。その結果、震動台占有期間を短くしつつ確実に試験体を設置するため、ケース4が最も適当と考えられた。すなわち、試験体を1・2階部分と3・4階部分に分けて屋外の試験体製作ヤードで作製し、コロなどを使用して実験棟内に運搬後、震動台に設置した後で基礎部分のコンクリートを打設する。なお、試験体は、材質S45C-QのM48ボルトで震動台へ取付けるものとする。取付けに必要なボルト本数は、試験体が塑性化し、応答加速度が低下することを見込んで、試験体の応答が重力加速度程度となることを想定して、柱1本当たり16本のボルトで固定することを考えた。

5. 計測方法 計器配置は本震動台が最大900チャンネルまで計測できることを考慮して、図-3に示すように全810成分を計画した。

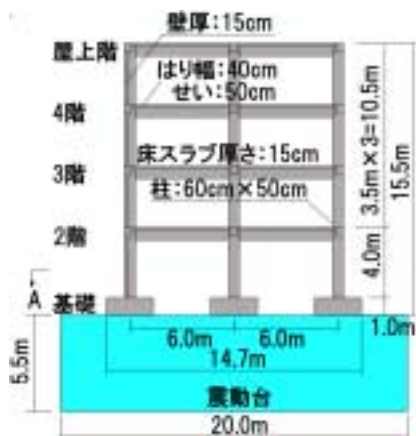
6. 入力地震波 入力地震波は、建造物に厳しい応答が生じることが予想される兵庫県南部地震時のJR鷹取にける観測波を想定した。本震動台ではこの地震波は十分再現できる。実験は小振幅のホワイトノイズ加振を間に入れて試験体の固有周期の変化を把握しながら小振幅の一次設計用地震動を入力した後で、大振幅の二次設計用地震動（JR鷹取の観測波）を入力し、最終的に試験体を破壊させる。

キーワード：E-Defense、振動実験、破壊実験、実大試験体、RC建造物

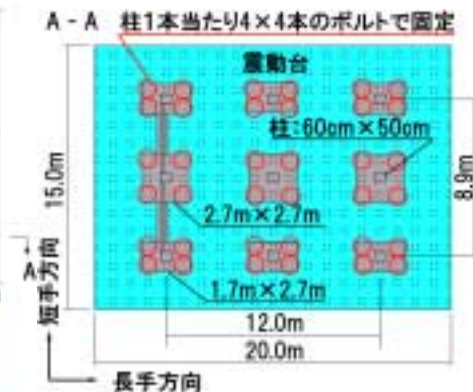
連絡先：茨城県つくば市天王台3-1 TEL:0298-51-1640 FAX:0298-51-1641

7. 工程 図-4に1ケースの実験に対する概略工程を示す。1ケースあたり6ヶ月かかることを想定しているが、震動台の占有期間は約3ヶ月で、3ケースで準備撤去を含めて約1年かかることになる。

8. まとめ 現在急ピッチで建設が進められている実大三次元震動破壊実験施設で震動破壊実験を実施する場合、具体的にどのような問題点があるのかを把握するため、実験計画の立案を試みた。解決しなければならない問題も残るが、現実的なレベルで実験が可能であることがわかった。今後、平成17年稼働開始時に良い精度の実験ができることを目指して、より詳細な実験計画を立案していきたい。



(a) 側面図



(b) 平面図

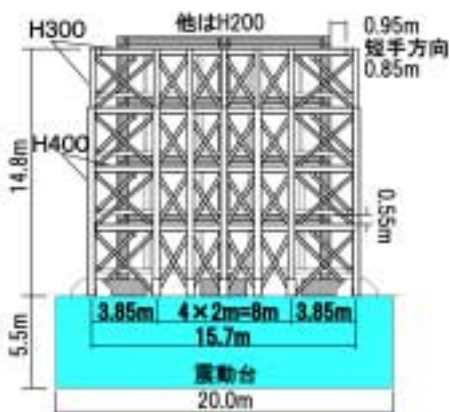


図-2 計画した支保工の概要

図-1 RC試験体の概要

表-1 試験体設置方法比較

ケース名	試験体分割	コンクリート打設位置	長所	短所
ケース1	一体で	台上で打設	施工が確実。	震動台占有期間が最も長い。
ケース2	施工	屋外打設	試験体間の接合(弱点)が不要。	運搬および台上への吊り込みに工夫が必要(重量約5MN)。
ケース3	1・2階と3・4階に分割	基礎屋外打設	震動台占有期間が短い。	クックを入れずに試験体を運搬することが困難(最大3.3MN程度)。吊り治具を0.7MN以下にする必要がある。
ケース4		基礎台上打設	試験体の吊り上げが容易な重量(約2.2MN)に分割可能。	震動台占有期間短縮のために工夫が必要。
ケース5	各階毎打設(4分割)	基礎台上打設	試験体の吊り上げが容易な重量(約2.2MN)に分割可能。試験体の運搬が比較的容易。	震動台占有期間短縮のために工夫が必要。試験体間の接合部が増加。実験棟外に多くのスペースが必要。

■ 加速度計(5G計)
各層5点×5層+震動台上3点
各3成分
合計:84成分

← 層間変位CCDレーザー変位計
(±250mm)
各層間5点×4層 各3成分
合計:60成分

← CCDレーザー変位計
(±750mm)
4点×2層 各3成分
合計:24成分

ひずみゲージ
柱 1層目 270成分
2層目~4層目
80成分×3層 240成分
壁 1層目 100成分
はり 4層×8成分 32成分
合計:642成分

総計:810成分

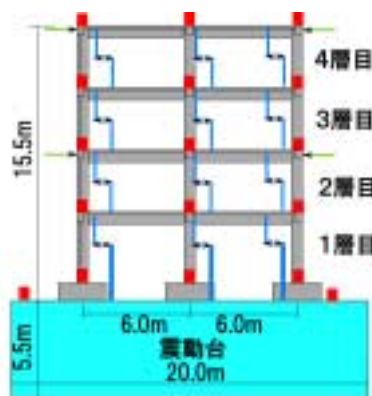


図-3 計測計器配置図

表-2 工程表

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
試験体の製作(ヤード)																								
1・2階と3・4階に分けて打設																								
試験体の搬入・回転・震動台への設置																								
1・2階と3・4階の接合部の配筋・コンクリート打設																								
基礎部分の配筋・コンクリート打設																								
支保工の設置																								
計測器の設置(台上取付分)																								
配線・調整																								
実験																								
計測器およびケーブルの撤去																								
支保工の撤去																								
試験体の震動台外への撤去																								
試験体の一次解体																								
試験体の実験棟外への搬出																								
試験体の最終解体・搬出																								

青:震動台上での作業

赤:実験棟外と実験棟内の震動台以外の場所での作業