

## 「E-ディフェンス 建物耐震実験見学会」のご案内

### ～次世代型建物への序章～

主催：日本地震工学会

日本地震工学会では、地震・耐震工学に関連する国内実験施設についての知識を深めるため、「E-ディフェンス 建物耐震実験見学会」を下記のとおり開催いたします。実験は、E-ディフェンス震動台によってコンクリート系建物（RC建物、PC建物）を加振し、大地震時の耐震性能を検証するものです。公開実験では、試験体であるRC建物とPC建物を同時に加振します。見学申し込み、プログラムにつきましては、下記要領をご覧の上、奮ってご応募くださるようお願いいたします。

**日時：**平成22年12月15日（水）

13：45～17：15

**会場：**独立行政法人防災科学技術研究所  
兵庫耐震工学研究センター  
（兵庫県三木市志染町三津田  
西亀屋1501-21 実験棟）  
案内地図

<http://www.bosai.go.jp/hyogo/access.html>

**集合・解散：**JR 新神戸駅

E-ディフェンスまでは送迎バス利用

**申込方法：**別紙の申込書により、電子メール  
またはFAX でお申し込み下さい。



**試験体外観(平成22年11月1日現在)**

（申込先）日本地震工学会 E-ディフェンス公開実験見学会事務局 鳴原宛

E-mail: [office@general.jaee.gr.jp](mailto:office@general.jaee.gr.jp) まで

電話 03-5730-2831 FAX 03-5730-2830

（お問い合わせ先）防災科学技術研究所 岡崎宛

E-mail: [tokazaki@bosai.go.jp](mailto:tokazaki@bosai.go.jp)

### スケジュール

13:45 新神戸駅出発

14:30 E-ディフェンス到着

15:00 実験開始

16:30 E-ディフェンス出発

17:15 新神戸駅到着・解散

定員：20名（申し込み多数の場合は会員優先、先着順とさせていただきます）

見学科：3,000円

※ 見学科には新神戸駅-見学会場までの往復バス代金が含まれます。

# コンクリート系建物に対する大型振動台実験（2010年12月実施）の概要

独立行政法人防災科学技術研究所

## 1. はじめに

1995年の兵庫県南部地震における、鉄筋コンクリート造建物（RC建物）の被害を見てみると、柱のせん断破壊など倒壊を引き起こす危険な破壊形式は、新耐震設計法が導入される前に建設された比較的古い建物に集中し、新耐震設計法が適用された比較的新しいRC建物は、1階に変形が集中するピロティ建物を除けば、構造上の理由で倒壊したものは無かった。一方、倒壊しなかった建物でも、地震後に損傷や傾きが残された場合に高額の補修費用を要することが大きな社会問題となった。結局、取り壊されるケースも多々見られた。大地震を受ける建物の耐震性を考えるとき、終局安全性が確保されていることを前提としつつも、その後の建物の継続使用性、高復元性は、現代社会の持つ強い要望ととらえることができる。視点を変えて、近年の深刻な地球環境問題から見ても、環境負荷の軽減に対して建物の長寿命化が持つ意味は重い。加えて、高度経済成長期に建設された膨大な数の建物が、いま更新期を迎えつつある。こうしたなかで、高耐震かつ生産性・改修性の高い新しいコンクリート系建物の確立は喫緊の課題である。

ところで、プレストレストコンクリート造建物（PC建物）は、元来、RC建物よりも長い梁を用いて柱の少ない大空間を実現するという建築計画面からの要請をうけて、建設されてきた。そのようなPC建物は水平力を受けて変形しても、除荷後にはプレストレスの効果で残留変形はほとんどゼロになる。PC建物は、この高弾力性の観点から、損傷抑制型構造物として新たな展開が期待されている。

こうした背景を受け、本研究では、新しいタイプのRC建物とPC建物を対象とし、大型振動台を用いた構造実験から、今後の設計法、性能評価法の発展に資する工学データを提供する。実験では、使用限界レベルや設計限界レベルと位置付けられる変形レベルにおいて剛性や強度、減衰性を定量的に考察するとともに、各構造部材に生じた損傷度との相関を明らかにする。最終的には、極大地震を想定した層間変形角を生じさせ、終局状態に至るまでの崩壊過程と安全余裕度を検証する。

## 2. 試験体

### (1) 概要

ほぼ同形状のRC建物とPC建物を試験体として用意する。試験体は、長期間使用される建物の用途の可変性の観点から、フレーム構造を基本とする。図1に試験体の形状を示す。試験体は、整形な4階建て建物で、各層の階高は3m、軒高は12mである。平面寸法は長辺方向が長さ14.4m、短辺方向が長さ7.2mである。RC試験体の柱は500mm角、PC試験体の柱は450mm角である。長辺方向は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。短辺方向は外構面の中央に250mm x 2500mmの連層耐震壁を有する。短辺方向の梁のせいは300-400mmで、壁に対して直方向にとりつく梁は無い。スラブ厚は130mmである。各試験体の2階から4階の重量は約900kN、屋上階の重量は約1000kNで、基礎を除く上部の重量は約



図1 RC試験体とPC試験体の建物形状

3700kNである。基礎まで含めた各試験体の重量は約5900kNである。

### (2) RC試験体

試験体の設計では、梁端ヒンジの全体崩壊形を指向した。すべての柱と梁は、現行基準の部材種別でいえば変形性能が高いAランクに相当する。長辺方向の柱梁強度比は、内柱で1.1程度、外柱で1.5程度である。短辺方向の柱形の無い壁は、2010年度版のRC規準に示され、その端部にはRC規準にしたがう柱領域を有する。コンクリートの設計基準強度 $F_c$ は27N/mm<sup>2</sup>である。柱と梁の主筋はSD345のD22、せん断補強筋はSD295のD10が基本である。連層壁の境界梁には高強度せん断補強筋(KSS785)を用いている。フレームモデルに対するプッシュオーバー解析では、保有水平耐力時（最大層間変形角1%時）のベースシャ係数が、長辺方向で0.38、短辺方向で0.41となる。

### (3) PC試験体

近年では、プレキャスト部材をプレストレスにより圧着接合するプレキャスト・プレストレストコンクリート圧着工法が、施工の合理性の観点からも多用されており、本試験体では同工法を採用した。設計では、梁端ヒンジの全体崩壊形を指向しており、長辺方向の柱梁強度比は、内柱で1.3以上、外柱で2.5以上である。柱および長辺方向の梁はシースマン管内をグラウトする形式とし、純フレーム構造は現在の一般的な工法を想定した。一方、短辺方向では、PC建物の最大変形を抑える新たな手法として、PC連層耐震壁を組み込む構造システムを提案する。壁および境界梁はアンボンドPC部材として部材損傷の抑制を意図する。連層壁の1階部分には、高強度の横拘束筋を配し、さらに短繊維補強（鋼製ファイバー）コンクリートを用いている。境界梁には高強度せん断補強筋を配している。1階の壁脚にはエネルギー吸収用のアンボンド普通鉄筋を加えることで、応答変形の効率的な低減を意図する。プレキャストコンクリートの設計基準強度 $F_c$ は60N/mm<sup>2</sup>である。PC合成床版のトップコンクリートの設計基準強度 $F_c$ は30N/mm<sup>2</sup>である。部材端の目地モルタルの設計基準強度 $F_c$ は60N/mm<sup>2</sup>である。柱の主筋はPC鋼棒、壁と梁の主筋はPCストランドである。PC鋼材のプレストレス力は、柱と長辺方向の梁において規格降伏強度の0.8倍、壁とその境界梁において

規格降伏強度の0.6倍である。保有水平耐力時ベースシヤ係数は、長辺方向で0.45、短辺方向で0.62である。

(4) 基礎

試験体は屋外の西側ヤードで製作され、搬送時に、キャリアが試験体の基礎を下から持ち上げる。屋内に移動後、クレーンによって吊り上げて振動台上に設置される。基礎梁は、製作時、搬送時、吊り上げ時に対して検討され、過大なひび割れをおさえるためにプレストレスが与えられている。実験時において、基礎は振動台にPC鋼棒で圧着され、すべりや浮き上がりが生じないように十分固定される。

(5) 建設状況

図2にRC試験体の建設状況を示す。各階のコンクリート打設は、柱、壁、梁、床スラブの型枠内に配筋した状態で、上階のスラブ上面まで1回で行われた。柱、梁、および壁の主筋の継ぎ手にはガス圧接、壁筋およびスラブ筋には重ね継ぎ手が用いられた。図3にPC試験体の建設状況を示す。柱部材、壁部材、梁部材、床版は工場で作製され、現地で組み立てられた。柱は、建て方したのちにPC鋼棒にポストテンションが与えられた。ハーフプレキャストのPC床版と大梁は、100mm厚のトップコンクリートにより一体化された。その後、梁のPCストランドにポストテンションが与えられた。

3. 振動台上の試験体と計測・加振計画

実験では、振動台の能力を最大限に活用してRC試験体とPC試験体を同時に加振する手法をとる。等しい入力を与えられることで、履歴特性と応答性状の関係などを、直接比較しながら検証をシンプルにできる。

(ただし、本実験をもってRC建物とPC建物の優劣に言及できるものではない。) この実験手法に対するさらに高い動機は、実験自体の大幅な合理化である。図4に外観を示す。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試験体を並べる。

本実験では、両試験体を合わせて計609chの計測を行う。床加速度、層間変位、鉄筋歪、部材端回転角などを主な計測内容とする。加速度は、各階床上において、長辺方向、短辺方向および上下方向に対して計測する。層間変形は、床上に固定された鋼製フレームと、上階の床スラブに固定された鋼柱の相対変位を計測する。そのほか、全体の応答状況、梁端部、柱梁接合部、壁脚部等の損傷状況をビデオ収録する。

実験に用いる入力波としては、1995年の兵庫県南部地震の気象台記録JMA-Kobe波を採用し、NS成分、EW成分、UD成分の3軸同時加振とする。RC試験体の解析モデルに対する弾性1次固有周期は、長辺方向で0.36秒、短辺方向で0.18秒となる。同モデルで柱と壁の剛性を0.7倍、梁の剛性を0.3倍したときの1次固有周期は、長辺方向で0.53秒、短辺方向で0.25秒となる。その周期帯におけるNS成分とEW成分の最大応答加速度スペクトル振幅 $S_a [h=5\%]$ は、1.0-2.5gである。本実験では、使用限界レベル(部材降伏前)の応答を生じさせる入力波として25%加振を、設計限界レベル(部材降伏)の応答を生じさせる入力波として50%加振を段階的に実施し、最終的に極大地震を想定した100%加振を実施する。入力波の水平オービットと試験体の関係を図5に示す。事前解析を踏まえて、短辺方向に相対的に大きな入力を与えることとする。加振計画一覧を表1に示す(17日は損傷に応じて判断)。

表1 加振計画一覧

Input wave	Date
JMA-Kobe 10%, 25%, 50%	2010.12.13
JMA-Kobe 100%	2010.12.15
(JR-Takatori 100%)	2010.12.17



(a) コンクリート打設前の4階床



(b) 最上階のコンクリート打設前

図2 RC試験体の製作状況



(a) 下層階の組み立て



(b) 3階床スラブのコンクリート打設

図3 PC試験体の製作状況



図4 振動台上の外観

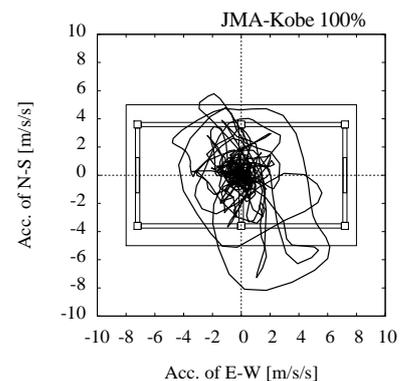


図5 入力波の水平オービット

## 集合場所のご案内

【集合時間】 2010年12月15日(水) 13:45 (13:30より受付開始)

【集合場所】 JR新神戸駅1F(下図★参照)

【参加費】 ¥3,000 おつりが無いようご準備ください



※ 集合場所★から送迎バスまでご案内致します。バスには「日本地震工学会」のステッカーが表示されています。お間違えのないようご乗車下さい。

緊急連絡先 : 日本地震工学会事務局 03-5730-2831

