

(VI-25) 実大三次元震動破壊実験施設 (E-Defense) の基礎工事

防災科学技術研究所 大谷圭一 河本一夫
正会員 佐藤正義
科学技術振興事業団 ○正会員 岡正治郎
大成建設株式会社 正会員 中川 修 大友 健

1.はじめに 本報では、兵庫県三木市で建設中の実大三次元震動破壊実験施設 (E-Defense) の概要と、施設建設工事のうち震動台の基礎工事について報告する。

2.E-Defense とは 兵庫県南部地震では各種建築・土木構造物はじめ、様々な構造物が甚大な被害を受けた。この震災を契機として、実際に大地震によって構造物がどのように壊れるのか？ということが耐震技術者ばかりでなく、世間一般の人々からも注目されるようになってきた。これまで、我が国をはじめ、地震が多発する米国などでも多くの振動台が作られており、振動実験は数多く行われている。しかし、これらの振動台では、たとえば、実物の4階建の建物などが破壊に至るまでの振動実験は、その能力が不足しているため実施できなかった。そこで、防災科学技術研究所では、このような要求に応えることができるような世界最大の震動台を建設することにした。図-1にE-Defenseの完成予想図を、図-2に震動台の構造概要を、また、表-1に本震動台の基本性能を示す。本震動台は、最大12MNの構造物を兵庫県南部地震の時に神戸地域で観測された地震動で震動させることができる能力を有している。本震動台の最大の特長は、この地震動を再現するため、実構造物を載せた状態で、加速度ばかりでなく、大きな速度および変位を持った地震動も再現できる点にある。この点で、本施設は、まさに世界最大の能力を持った震動破壊実験施設ということができる。

3.震動台基礎の設計 E-Defenseの基礎は、①12MNもの試験体が振動することに伴う共振や破壊が生じない、②加振機自体の制御の安定性を確保する、③実験施設周辺の環境振動が基準値以下となる、という3点に特に注意して設計を行った。設計の結果、図-3に示すように垂直加振機を支持する底版の厚さは7m以上、水平加振機を支持する壁の厚さは13m以上とした。なお、震動台の基礎コンクリートの体積は約9万 m^3 に達した。また、コンクリートは密度 $2,300\text{kg}/\text{m}^3$ 以上、ヤング係数 $21.5\text{kN}/\text{mm}^2$ 以上、引張強度 $1.8\text{N}/\text{mm}^2$ 以上が要求された。基礎は底面全体が健全な神戸層に岩着され、基礎鉄筋の許容応力度は震動実験に伴う繰り返し荷重を考慮して、一般構造物より低い値が設定された。

4.震動台基礎工事の概要 本工事では、震動台の能力を左右する推力 $4,410\text{kN}$ の垂直加振機14台と水平加振機10台(各方向5台づつ)の高精度の据付精度、すなわち、水平面内の設置位置 $\pm 3\text{mm}$ 以下、レベル $\pm 3\text{mm}$ 以下、水平回転および鉛直傾斜 $3/1,000$ 以下が要求された他、5,000個を超える埋設金物の設置精度や金物回りのコンクリートの充填性も要求された。また、震動台基礎のコンクリートはベース部を75cmリフト、立上り部を1.5mリフトとし、ベース部を4ブロック、立上り部を5ブロックに分割して施工した。なお、温度ひび割れの抑制と構造体としての一体性の確保を目的として、①低熱ポルトランドセメントの使用、②高性能AE減水材の使用による単位セメント量の低減、③ブレーキングによる打込み温度の抑制、④ブロック分割施工、⑤鉛直継目のジョイントグラウト及びブロック間のアフターボンドPC鋼材による補強継手の採用、⑥熱電対・埋込型ひずみ計・鉄筋応力計・継目変位計等による計測管理、など種々のマスコンクリート施工対策を行った。これらの対策により、打込み時のコンクリート温度は夏期においても 25°C 以下に制御され、ベース部のコンクリートの最高温度は 39°C 以下に抑制された。これらの対策の結果、ほとんどのリフトでは温度ひび割れは認められなかったが、8月下旬～9月上旬に打込んだリフトのうち、数ブロックでは打込み後2週間

キーワード：E-Defense、マスコンクリート、基礎工事、震動台、温度ひび割れ
連絡先：茨城県つくば市天王台3-1 TEL:0298-51-1640 FAX:0298-51-1641

程度でひび割れが発生した。これらのひび割れは幅が0.2mm以下で有害ではなく、その本数もわずかであったが、万全を期すため、その上部にD22@200のマット筋を敷設した後にその上部のリフトを施工することにより、上部のリフトへのひび割れの進展を防止した。立上り部でも最高温度は40℃以下に抑制され、温度ひび割れは全く認められず、基礎全体に亘り良好なコンクリートが打設できたものと考えている。写真-1 および写真-2に震動台基礎の工事状況の概要を示す。

5.まとめ 本報では実大三次元震動破壊実験施設(E-Defense)の概要と震動台基礎工事について報告した。現在、震動台が設置される実験棟の建屋が建設中で、平成14年度には加振機の据付けが始まり、平成17年の完成に向けて予定どおり工事が進行している。今後、地震防災技術の向上のため、本施設を活用していきたい。

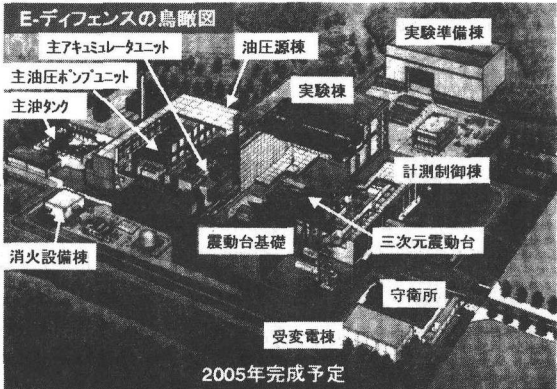


図-1 E-Defense 完成予想図

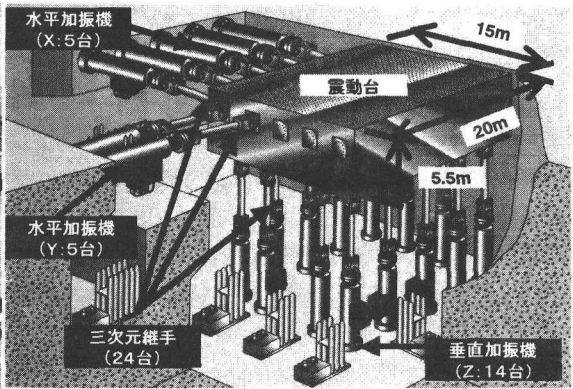


図-2 震動台の構造概要

表-1 E-Defense 加振性能

実大三次元震動破壊実験施設		
最大搭載重量	12MN(1200tonf)	
震動台の搭載面積	20m×15m	
駆動方式	アキュレータ蓄圧/電気油圧制御	
加振方向	X・Y-水平	Z-垂直
最大加速度 (最大重量搭載時)	900cm/s ² 以上	1,500cm/s ² 以上
最大速度	200cm/s	70cm/s
最大変位	±100cm	±50cm
許容モーメント	水平軸周リ	鉛直軸周リ
	150MN・m以上 (鉛直軸980cm/s ² 加振時)	40MN・m以上 (水平1軸最大加速度時)

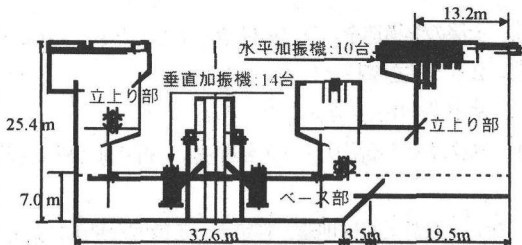


図-3 震動台基礎構造概要

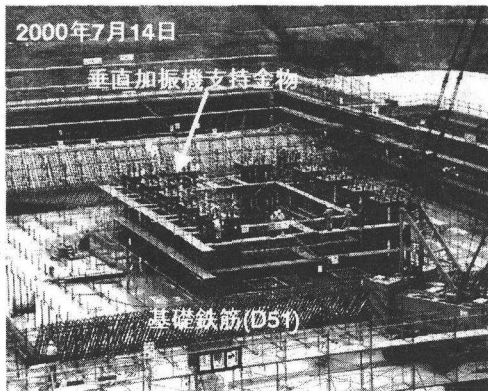


写真-1 垂直加振機固定金物の設置状況

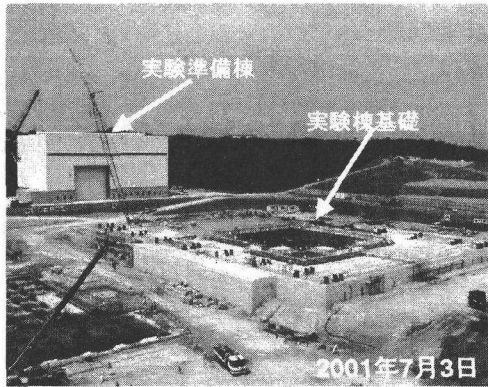


写真-2 完成した実験棟(震動台)基礎