

E-ディフェンス
実大三次元震動破壊実験施設

阿部秋男

A B E A k i o

株式会社 東京ソイルリサーチ/つくば総合試験所/所長



兵庫県三木市に建設中の実大三次元震動破壊実験施設、通称E-ディフェンスは、完成すれば世界最大の震動破壊実験が可能な実験施設になる。現在、建物の建設工事は竣工し、加震装置、振動台の設置は終了

しており来年1月の施設運用開始をめざして最終的な調整が行われている。E-ディフェンス(写真1)の概要と実験計画について紹介する。

当社はこの施設の建設に先だつ地盤調査、基礎設置岩盤の評価など

を実施した。また今後実施される予定のE-ディフェンスを利用した実験計画の立案に参画している。

1—地震に強い社会の実現

1995年1月17日の兵庫県南部地震では、6,400人余りの方々が亡くなり、数十万人の人々が家を失った。経済的損失は10兆円を超え、自然災害史上最大の被害額となった。そのちょうど1年前の1994年1月17日、アメリカのロサンゼルス近郊でおきたノースリッジ地震でも、ビルや高速道路高架橋が倒壊し、水道やガスなどのライフラインに大きな被害が生じた。これらの地震はこれまで以上に、現代都市機能と社会基盤施設のもろさを浮かび上がらせた。

兵庫県南部地震の経験から、直下型地震による揺れは従来の想定よりずっと強い場合があり、それまで安全だと考えていた構造物も耐震安全性を見直す必要があることがわかった。このようなきわめて強い揺れに対しては、今までとは違った耐震設計の考え方が必要になる。それが、「構造物にある程度の被害を許した上で人命は守る」とする設計思想である。

これまで構造物の設計規準や施工法は、さまざまな実験により、より



■図1—振動台(テーブル)

合理的なものに改められてきた。またコンピュータの進歩によって、構造物の地震応答の解析技術も発展してきた。

しかしながら「強い揺れのもとで構造物はある程度壊れても、人命は損なわない」という設計法を確立するためには、実大規模の実験によって、実証・確認していかなければならない。画期的な地震防災技術の開発を進めていくためには、過去の地震被害データだけでなく、詳細に計画された実大構造物の震動破壊実験によって、新しいデータを得ることが不可欠である。

こうした目的から建設された実験施設が実大三次元震動破壊実験施設、通称E-ディフェンスである。

2—E-ディフェンスの性能

E-ディフェンスの基本的な性能諸

元は最大搭載質量1,200トン、搭載面積300m²の振動台を最大加速度900cm/s²で加振できる振動台である(図1、表1)。

1,200トンの質量の試験体を載せ

て最大変位±1mで加振する振動台には、これまでにない超大型の加振機が必要になる。この加振機と三次元継手を合わせた長さは、16m近く(水平加振機の場合)になる。



■写真2—垂直加振機の継手



■写真1—E-ディフェンスの施設

■表1—震動台の諸元

項目	仕様	
最大搭載質量	1,200ton	
搭載面積	20m×15m	
駆動方式	アキュムレーター蓄圧/電気油圧制御	
加振方向	水平	鉛直
最大加速度 (最大質量搭載時)	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	水平軸周り	鉛直軸周り
	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)

平成7年3月より開始した要素技術開発では、実機に用いる加振機の一部を製作して模擬震動台装置を組み立て、加振機構の確証試験を実施した。この試験により、加振機の最大変位・最大速度などの目標性能が実現されることが確認されている。さらに、加振機構の周波数特性や連続加振性能などのほか、震動台に試験体が搭載されることによる影響などの総合特性も調べられた。写真2は、垂直加振機(14本)に取り付けられた三次元継ぎ手であり、この上に振動台が取り付けられている。写真3は、水平加振機(10本)であり、現在は三次元継ぎ手の取り付けを待つ状態である。



■写真3—水平加振機

写真4は、振動台を設置するたけにつり上げた時のものである。この振動台は800トン近くあり、2基の400トンクレーンを用いて設置を行った。写真に見られるE-ディフェンスのロゴマークは、デザインを公募した結果、兵庫県内の高校生の図案が採用されたものである。このロゴマークは地震動による三次元の震動、断層による地盤の破壊現象を模式化したものである。



■写真4—振動台の設置

実験データの収録のための装置は振動台の内部に格納されており900成分以上のデータ収録が可能である。収録された信号は光ファイバーにより転送され計測制御棟内で処理される(写真5)。この他に計測制御棟内ではビデオ画像による試験体挙動の解析が可能で装置が備えられている(写真6)。



■写真5—計測制御棟内

3—E-ディフェンスを用いた研究計画

E-ディフェンスは国際的な地震防災研究拠点として位置づけられるものであり、国際的な共同研究が模索されているが、現在具体化しつつあ



■写真6—ビデオ画像解析装置



■写真7—NSF視察団



■写真8—NSF視察団

るものとしては、文部科学省の「大都市大震災軽減化特別プロジェクト(大大特)」のテーマのひとつである「震動台活用による耐震性向上研究」において検討がなされているものがある。この研究では、最優先の課題としてRC建物、木造建物、地盤・基礎構造物の震動破壊実験が計画されている。

実験では、実際のスケールの試験体の震動による破壊挙動を詳細に評価する事により、地震時の動的応答性状や破壊メカニズムを解明する。また、数値シミュレーション技術の開発や耐震性向上のための新工法・新技術の評価、耐震補強法の提案を行う。E-ディフェンスによる震動実験を安全かつ高精度に行うための、震動台の制御手法の開発や三次元震動台シミュレーションシステムの開発も大大特で行われている。

この他にも国際共同研究として、米国NSF(NSF:NATIONAL SCIENCE FOUNDATION(米国科学技術募金))によるNEESプロジェクト(NEES:Network for Earthquake Engineering Simulation(NSF傘下の総合地震工学研究組織))とのコラボレーションも模索されており、橋梁や鋼構造構造物の国際共同実験も実現しつつある(写真7、8)。

E-ディフェンスは平成17年1月に竣工の予定であり、地震に強い社会の実現に向けての活用が期待される。

(引用)

・E-ディフェンスパンフレット「世界最大、三次元の震動台物語」、監修:文部科学省、独立行政法人防災科学技術研究所