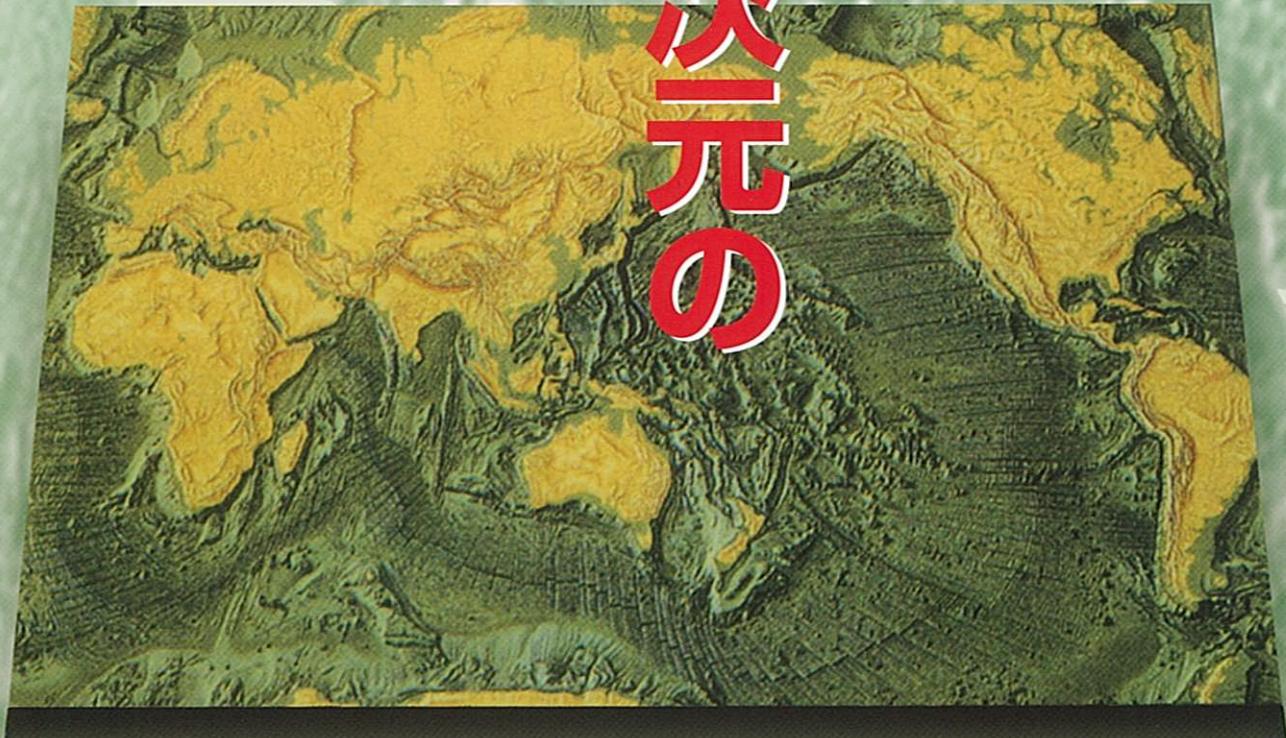




国際的な地震防災研究拠点

# 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

# 地震から人命を守る構造物の設計を目指して

防災科学技術研究所 理事長 片山恒雄

構造物が壊れる、壊れないというときには、二つの意味があります。

一つ目の意味は、「ひびも入らない」ということであり、一般的にはわかりやすいかもしれません。例えば、コンクリートや鉄筋の質を向上させて柱や梁を太くすれば、相当強い地震の揺れに対しても、ひびが入らない構造物ができるでしょう。しかし、強くつくったつもりの構造物が、予想を超える強い地震で壊れる現実を兵庫県南部地震で私たちは経験したのです。

二つ目の意味は、強い地震動によって構造物のあちこちにひび割れが入り、後には相当の変形は残るが崩壊しない、という意味での「壊れない」です。構造物に粘りを持たせる設計法であり、強い地震動を無傷で乗り切ることを初めからあきらめるかわりに、構造物が完全に倒れてしまうような被害を避けよう、ある程度の被害は避けられないとしても人命だけは護ろうとする設計です。

このような設計を可能にするためには、強い地震動を受けた構造物が、どのように壊れるのか、どこまで壊れるのか、なぜ壊れるのか、がはっきりわかつていなければなりません。

ある程度の破壊を許し、人命を護る構造物を目指すには、3方向に揺れる本物に近い地震動のもとで、実物大とみなされる構造物モデルを実際に破壊に至るまで振動させて、その壊れる過程を科学的に分析・記録し、いわゆる壊れない構造物を設計することが必要です。これが実大三次元震動破壊実験施設を建設する最大の目的です。

今までに実際の地震の時に記録された強い揺れを再現できるのみならず、さらに強い地震波形をつくりだし、震動台上で実物大の構造物の破壊を実現することが実大三次元震動破壊実験施設に期待されている役割です。

この実験施設の開発に至ったきっかけは、阪神・淡路大震災です。地震が発生した1995年の平成7年度第二次補正予算により、三次元地震動を受ける実大構造物の破壊実験を可能とする震動実験施設の建設を目指して、加振機構の要素技術の開発に着手しました。これは本物の三次元震動台の建設を前提に、大変位、大速度、大加速度の加振機を実際に製作し、6m×6mの模擬震動台を使って、その性能を確認するもので、一連の実験は1998年8月に目的を達して終了しました。

これらと並行して、科学技術庁が1995年11月に設置した「地震防災研究基盤の検討に関する懇談会」において、1996年5月に「都市部を中心とする地震災害の軽減を目指す総合的な研究」を実施するために新しい研究拠点を設け、そこに大型の三次元震動実験施設を整備することが提言されました。さらに航空・電子等技術審議会は、科学技術庁長官の「地震防災研究基盤の効果的な整備のあり方について」の諮問をうけ、1997年9月に地震防災研究基盤の中核的施設として「実大三次元震動破壊実験施設」を位置づけることを答申しています。

当研究所では、これらの経緯を踏まえて、「三次元震動破壊研究室」と「実大三次元震動破壊実験施設推進室」を組織し、この建設プロジェクトに全力を挙げて取り組んでいるところです。この計画の実現にご努力いただいた多くの方々のご尽力に謝意を表するとともに、建設工事が計画的かつ無事故で完遂されることを願っています。今後とも、皆さまのご理解とご協力をお願いいたします。



【三木震災記念公園（仮称）】

# 地震被害の軽減情報を兵庫から世界へ

兵庫県知事 井戸敏三

「あらゆる災害に備える防災対策や総合的な危機管理体制を確立しなくてはならない。」高齢化が進む近代都市を直撃した阪神・淡路大震災を経験した私たちは、そのことの大切さを改めて痛感しました。

兵庫県では、その実現に向けて、555万県民みんなの安全と安心の確保のため、さまざまな取り組みを意欲的に展開しています。

震災対策の実戦的な調査研究・人材育成を図る「阪神・淡路大震災記念人と防災未来センター」も2002年4月に完成しました。さらには、アジア防災センターや国連地域開発センター防災計画兵庫事務所、国連災害情報事務所リリーフウェップ神戸オフィスなどの防災関連の国際機関の集積も進展しています。まさに、兵庫の地は、“国際的な防災拠点”としての地位を築きつつあるといえましょう。

それだけに、「三木震災記念公園（仮称）」において建設が進む世界最大の『実大三次元震動破壊実験施設』に寄せる期待は大きなものがあります。2005年の完成の暁には、地震被害を飛躍的に軽減する素晴らしい研究成果が、世界へと広く発信されていくに違いありません。

防災科学技術研究所をはじめ関係各位のご尽力に深く敬意を表しますとともに、建設工事が計画的かつ無事故で完遂されることを心からお祈り申し上げます。



## 世界最大の震動台をつくります

防災科学技術研究所 特定プロジェクトディレクター 大谷圭一

実大三次元震動破壊実験施設の主要部分は、実際の地震と同じ複雑な三次元の揺れをつくり出す15m×20mの震動台です。その上に最大1,200トンの構造物を載せ、阪神・淡路大震災クラス（震度7）の地震を再現できます。この心臓部となるのがX方向5本、Y方向5本の水平加振機、14本の垂直加振機と加振エネルギーを発生させるポンプユニット、アクチュエーター等です。既存の三次元震動実験装置は、世界に2、30台あるといわれていますが、その殆どが小型ないしは中型の震動台で、300トン程度の構造物試験体を載せるのが最大のものでした。いま建設を進めている三次元実験装置は新しい技術と材料を駆使した大型装置であり、世界最高の性能をもつ世界最大の実大三次元震動破壊実験施設です。

実大三次元震動破壊実験施設は、試験体の構造物にひびが入り始めた時点から崩れ落ちるまでの過程を実験で正しく把握し、実験で得られた膨大なデータを解析し、耐震設計の改善に役立てるものです。例えば、実物の鉄筋コンクリート4階建てビルディングや鉄筋コンクリート橋梁を震動台の上に設置して、構造物の破壊実験や耐震補強技術の確認実験を行います。免震や制振などの新技術の性能確認実験や、さらには造成地盤とともに建物を載せて、建物を地盤ごとに揺らして地盤の液状化現象、建築物の耐震性の確認試験などを行うことができます。

この実験施設の建設は、兵庫県、三木市及び地元地域の方々からのご理解とご協力をいただき、2005年の完成に向けて、2000年1月現場工事に着手しました。

建設工事は、水平・垂直加振機、三次元继手、油圧系機器の製作とこれらの据付・組立、計測制御などの機械系工事に震動台基礎、カルバート・屋外機器基礎と実験棟、油圧源棟、計測制御棟の土木・建築系工事の2つに大きく区分されます。完成の暁には、加振機等の機械装置は最深部約20mの地下ピットに設置され、地上には高さ約43mの実験棟がそびえます。

当研究所では、多くの関係者のご期待にこたえるために所をあげ万全の体制をもって初期の目的完遂に向けて、安全無事故を第一に努力してまいります。関係各位のご支援に感謝申し上げ、一層のご理解とご協力をお願いいたします。





# 地震に強い社会を目指して

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いました。経済的損失は10兆円を超え、自然災害史上最大の額となりました。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ました。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ました。

## ■新しい設計思想

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見直す必要があることがわかりました。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となります。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」という設計思想です。

## ■実大規模の実験の必要性

私たちはこれまで、さまざまな実験により、構造物の設計規準や施工法をより合理的なものに改めてきました。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ました。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りません。画期的な地震防災技術の開発を進めていくには、過去の被害地震データだけでなく、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なのです。



(写真2点ともINCEDE newsletterより引用)



# 世界最大の震動実験施設が日本に誕生します

過去30年余りにわたって作られた世界中の振動台施設によって、構造物の模型や部材が地震動に対してどう動くのかといった貴重な実験結果が得られ、役立てられてきました。しかしそれでも、これまでの施設では、兵庫県南部地震やノースリッジ地震の地震動を再現し、その破壊過程を追う実験を行うことは困難です。

## ■ 被害を最小限におさえる研究基盤施設

防災科学技術研究所は、構造物がどう壊れるか、どこまで壊れるか、なぜ壊れるかを解明し、地震による被害を最小限にするための研究基盤施設、「実大三次元震動破壊実験施設」の整備を進めています。完成時には、世界最大の震動実験施設が日本に誕生することになります。

この施設に寄せられる期待は計り知れません。この施設を通じてもたらされる国内と海外及び民間と公共機関の共同研究成果に対しても大きな期待が寄せられています。

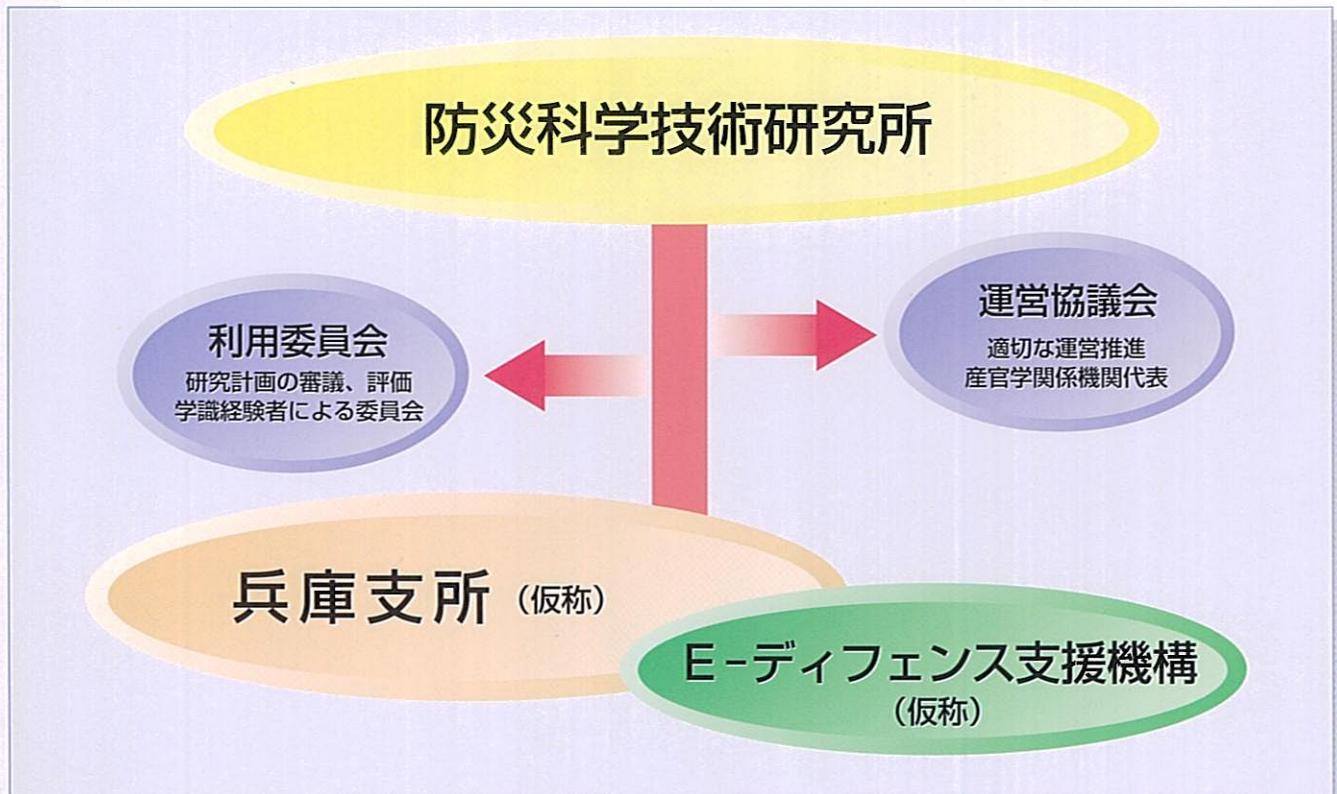
## ■ 2005年、兵庫県三木市に完成予定

本施設は、神戸市北の兵庫県三木市・三木震災記念公園(仮称)内に現在建設中です。

三木震災記念公園にはほかにも兵庫県立防災センターや消防学校等が計画され、地震等の防災の研究拠点となることが期待されています。



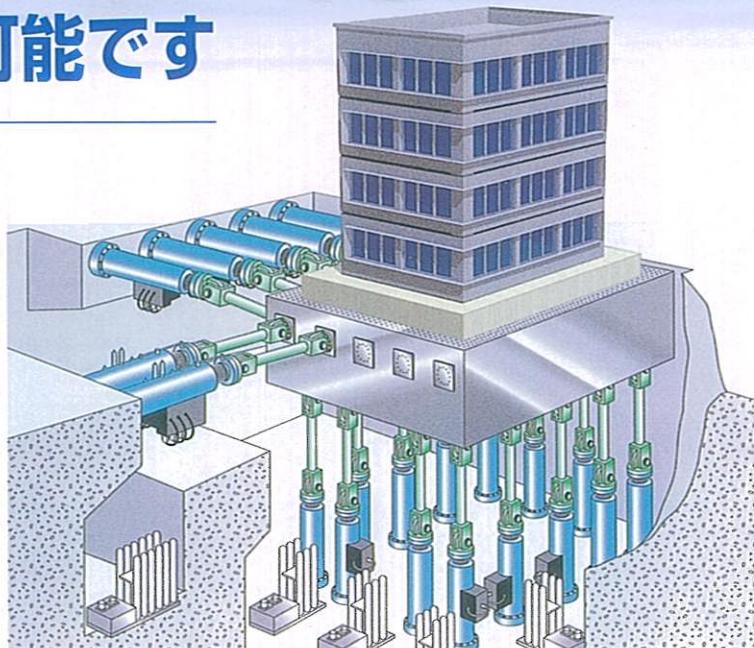
# E-ディフェンスの活用促進



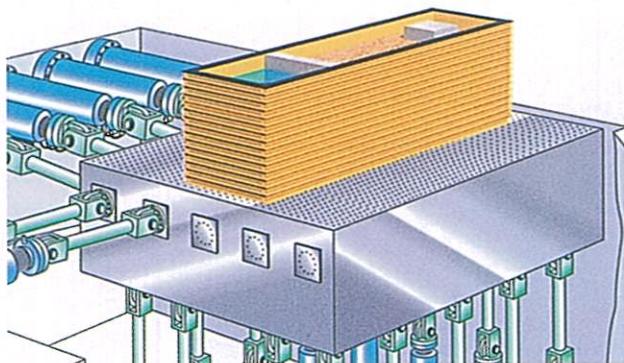


# こんな実験が可能です

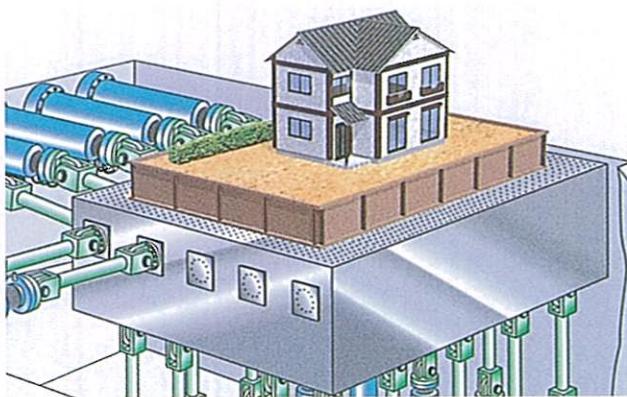
震動台の大きさ、載せられる最大の重量、加振できる加速度・速度・変位の大きさなどを最大限に利用して、実大規模の構造物の破壊過程と新しい耐震技術を三次元の震動で検証することができます。



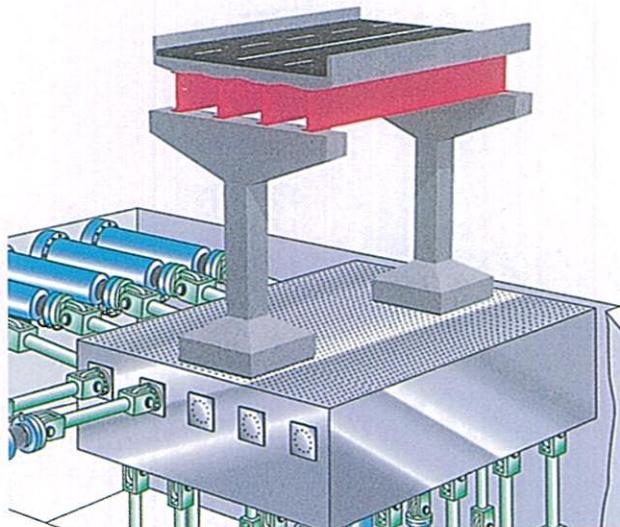
実大規模の鉄筋コンクリート建物の地震時破壊過程を再現し、被害を評価します。



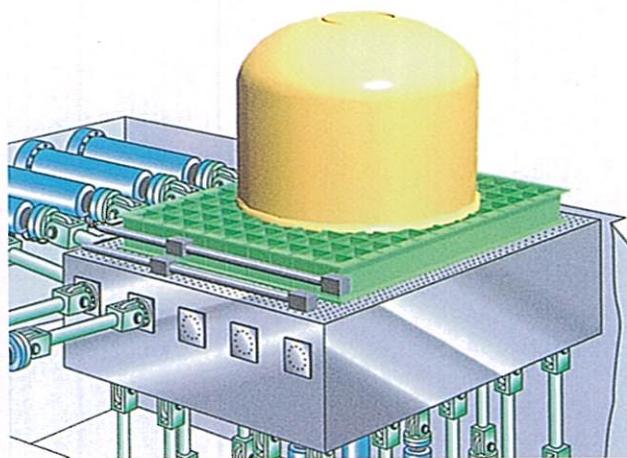
特殊な箱の中になった地盤モデルを使って液状化を再現し、被害を評価します。



各種の木造住宅の、地盤、基礎、室内家具、設備機器を含めた震動実験により、居住環境の総合的な安全性の検討や新しい耐震技術の開発に役立てます。



橋梁の地震時被害を再現し、新しい補強技術を開発・検証します。



危険物貯蔵タンク等の産業施設の地震時挙動を再現し、耐震性を検証します。