

大型振動試験装置

振動試験装置は、地震を再現するための装置です。当研究所では、昭和43年の十勝沖地震の際に被害が集中した盛土の耐震性向上のために、大型盛土振動台を国鉄時代に導入し、安全な盛土構造を開発するなどの一定の成果を上げてきました。しかしながら平成7年の兵庫県南部地震においては、高架橋などの鉄道構造物に大きな被害が生じました。さらに平成16年10月に発生した新潟県中越地震では、営業列車としては初の新幹線脱線事故が発生し、構造物のみならず軌道・車両の地震時挙動についての解明や脱線対策の提案が急務となっています。

そこで鉄道総研内において、震度7クラスの地震動の模擬や鉄道台車の載荷が可能な大型2次元振動試験装置の作製・設置工事に着手し、平成20年11月から運用を開始します。これにより、構造物のみならず車両、軌道も対象とした振動試験に供し、鉄道事業者が行う地震対策等に寄与する体制が整いました。

主な仕様を下表に示します。本装置は震度7クラスの地震動の模擬が可能で、構造物模型および実軌道、実台車の加振を考慮した仕様としました。例えば、加振ストロークに関しては最大 $\pm 100\text{cm}$ の加振を可能としました。これは、兵庫県南部地震をはじめとする最近の地震では、地表で $\pm 50\text{cm}$ を超える変位振幅が観測されており、これに列車の走行安定性の評価に必要な高架橋上の変位を加えた加振が可能となる仕様としたものです。なお、国内では $\pm 100\text{cm}$ の変位振幅で加振が行えるのは、防災科学技術研究所のE-ディフェンスだけです。

その他、本装置の特徴の1つに反力補償制御技術の導入があります。大地震に対する車

両の脱線問題や構造物の破壊現象を取り扱う実験では、供試体の固有周期が逐次変化するため、振動台は非線形な特性を有する供試体からの揺り戻しの影響を受けて地震波形の再現性が低下します。そこで、地震波形の再現精度の影響を抑制するために本技術を導入しました。さらに近年は、解析技術、計測・制御技術の飛躍的な向上があり、振動台実験においても動的解析とのハイブリッド化が進んでいます。特に鉄道においては、構造物と軌道や車両との動的相互作用の解明が重要課題となることから、振動実験と動的解析を連携させ、全体系での応答と局所的応答の関係を評価し、低コストで耐震性能実証試験が可能なシステムの構築・開発を視野に入れた構成としました。

下図に、大型振動試験装置の構成図を示します。装置は、振動テーブル、加振機、浮上転倒防止装置などから構成されています。また、本装置は周辺に住宅が密集する鉄道総研の国立研究所内に設置するため、フローティング基礎を採用しました。総重量3000tfの外基礎の上に、52台の空気バネによる免震支承で支持した浮き基礎構造(20×16×4m：総重量2600tf)としました。

本振動台は、地震時の車両の動的挙動の解明や、軌道・電車線柱・建築上家・構造物などの連成挙動、耐震対策等の研究への活用が見込まれ、その成果が期待されています。なお、本試験装置の作製は、国土交通省の補助金を受けて実施したものです。

(構造物技術研究部 館山勝)

大型振動試験装置の仕様

| 機能 | 性能 |
|--------|--|
| 加振方向 | 水平2方向 |
| 最大積載重量 | 50トン |
| 振動台寸法 | 7m×5m |
| 最大変位 | X： $\pm 100(\text{cm})$ Y： $\pm 25(\text{cm})$ |
| 最大加速度 | X：1000(gal) Y：2000(gal) |
| 加振周波数 | 0.01～30(Hz) |

実験対象：実台車、実軌道、1/2スケールの高架橋柱、1/5スケールの地盤など

