

より速く、より正確に、免制震装置の性能試験技術の進化

技術本部 機械・プロセスソリューション事業部 構造技術部 上北 剛寛

地震の多い日本では奈良時代の木造建築において、既に地震に備える工夫がなされています。近年においては震災被害の教訓をもとに、近い将来の巨大地震に備えて、官民ともに地震への対策を講じている中、当社は1990年代初頭から土木・建築等に用いる免制震装置の性能試験に第三者機関として取り組んでいます。本稿では免制振装置の中で、当社が特に多く手掛けている「ゴム支承」への対応を、当社の試験技術の進化に重ねて紹介します。

ゴム支承は道路橋やビルの重量を支え、地震の揺れを低減させる機能であるため、その性能試験は実際の使用状態をできるだけ忠実に模擬する必要があります。性能試験は、試験体の鉛直方向に構造物の重量に相当する鉛直力を、水平方向には地震の揺れを想定したせん断変形を与えます(第1図参照)。このときの鉛直力、水平加振速度、試験体温度などをパラメータとした性能試験を実施するために、試験体に対して鉛直と水平に加力できる「多軸試験装置」を一般にもちいます。

【第1期：1990年～1994年】

当時は、ゴム支承の製造元からは、実物大モデルの性能試験はもとより、その試験装置自体の開発も任されて、手元にあったサーボ型アクチュエータを組み合わせて鉛直1軸+水平1軸で構成する2軸試験装置を試作したのが、本サービスの始まりでした。当時の正弦波制御による水平加振速度は最大で25kine(=250mm/s)の能力でしたが、動的計測に対応できていませんでした。

【第II期：1995～2009年】

1995年の阪神・淡路大震災において、「ゴム支承」の有効性が顕著なことが実証され、免制震装置の実用化が一段と進み始めました。当社は実際の地震により近い性能試験を実施すべく、ゴム支承製造元をはじめ関係する業界団体等からの、多視点の意見を

吟味・検討した上で、荷重容量 $\pm 400\text{kN}$ 、ストローク $\pm 250\text{mm}$ 、加振速度100kineに対応するサーボ型アクチュエータを装備した、現在のベースとなる高速加振試験装置を立ち上げました。また、計測機器についても動的計測に対応できる多チャンネル同時計測型のシステムに刷新しました。

【第III期：2010年～2018年】

2000年代後半、社外で実大試験体を持ちいた水平2軸加振試験を実施した際、水平1軸加振時と比べて小さなひずみでの破断が確認されました¹⁾。そこで当社も上記の高速加振試験装置を、鉛直1軸+水平2軸を高速加振できる3軸試験機²⁾に改良しました(第2図参照)。水平2方向の加振を同期制御し(第3図参照)、円・楕円・8の字の各軌道(第4図参照)および外部入力による実振動加振もできる機能も付けました。

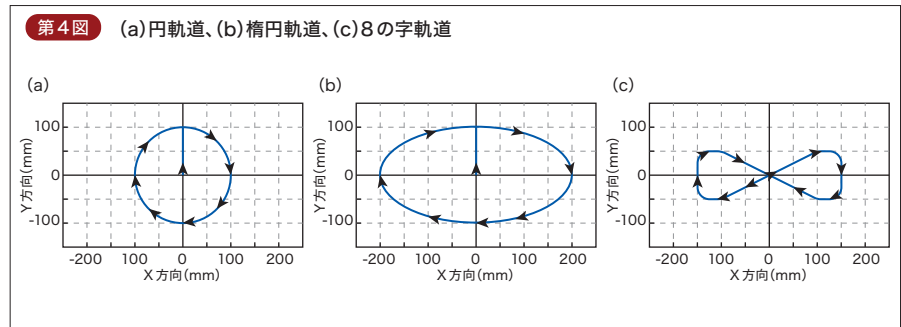
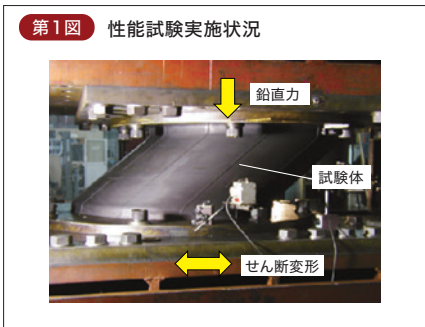
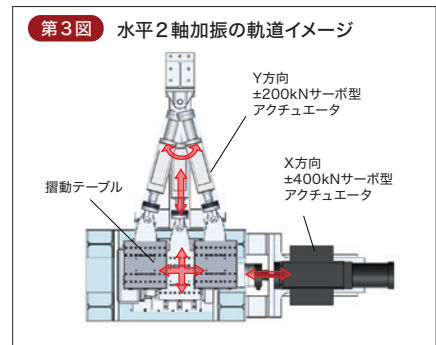
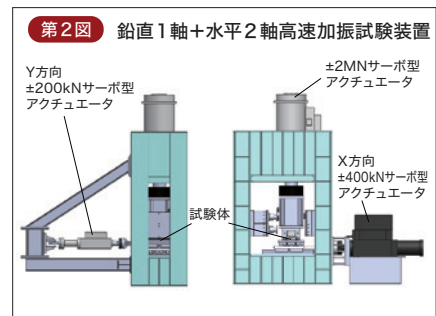
本試験は後に、JIS K 6410-2：2015に水平二方向終局特性試験として追加採用されるに至りました。

【第IV期：2018年～現在】

2018年12月の道路橋支承便覧の改訂を機に、生産性および信頼性のさらなる向上を目指し、試験実施時の雰囲気温度の管理に取り組みました。以前は、試験装置の設置建屋に空調設備が無く、夏季は35℃前後、冬季は5℃前後という試験環境で、試験条件温度に設定した恒温槽で保管した試験

体を、恒温槽から取り出して素早く試験を開始していましたが、現在は温度条件の管理精度向上のため、試験装置全体を室温付近に保持できる環境整備を行いました。

※1) 山本雅史ほか：高減衰積層ゴム支承の水平2方向変形の力学特性に関する実大実験およびモデル化 日本建築学会構造系論文集 第74巻 第638号、639-645、2009年4月
※2) ジグの組み換えにより水平1軸の実施も可能



以上のように2軸試験装置の立ち上げ以降、社会情勢の変遷に伴うお客さまのニーズにお応えできるよう試験装置を適宜、改良し続けてまいりました。今後もあらゆる免制振装置の性能を確認できる試験技術を向上させ、業界のトップランナーとして社会に貢献していく所存でございます。