

実大構造物実験棟

Large Size Structure Laboratory

● 実験棟概要

建築物の耐震安全性の目標は、法令の規制や建築主の要請などにより定められますが、その目標性能を確実に満足する建築物を設計するためには、さまざまな仮定を含む理論計算や部材レベルの実験などでは不十分で、実大の建築物を用いて、実際に近い力を加える実験を行って安全性を確認することが必要な場合があります。

実大構造物実験棟では、地上高さ 25m、7階建て程度までの実大構造物（建築物の試験体）に対する実験が可能です。実大構造物に対して地震時に発生する大きな水平力を加えることができる巨大な反力床・反力壁（最大せん断力 40,000kN）を有しており、この種の耐震実験施設としては、世界最大級の規模を誇る施設です。

また、本施設には、実大構造物の地震時の挙動を忠実に再現しながら耐震実験を進めていくことができる「仮動的実験システム」が整備されています。本システムを用いた耐震実験により、建築物が大地震を受けて崩壊にいたるまでの過程を詳細に再現・分析することができます。これにより、建築物が設計で想定した地震を受けた場合の被害の程度を定量的に評価することが可能となり、理論解析が困難で複雑・特殊な建築物や、新材料・新構法による建築物などの耐震安全性を確認することもできます。



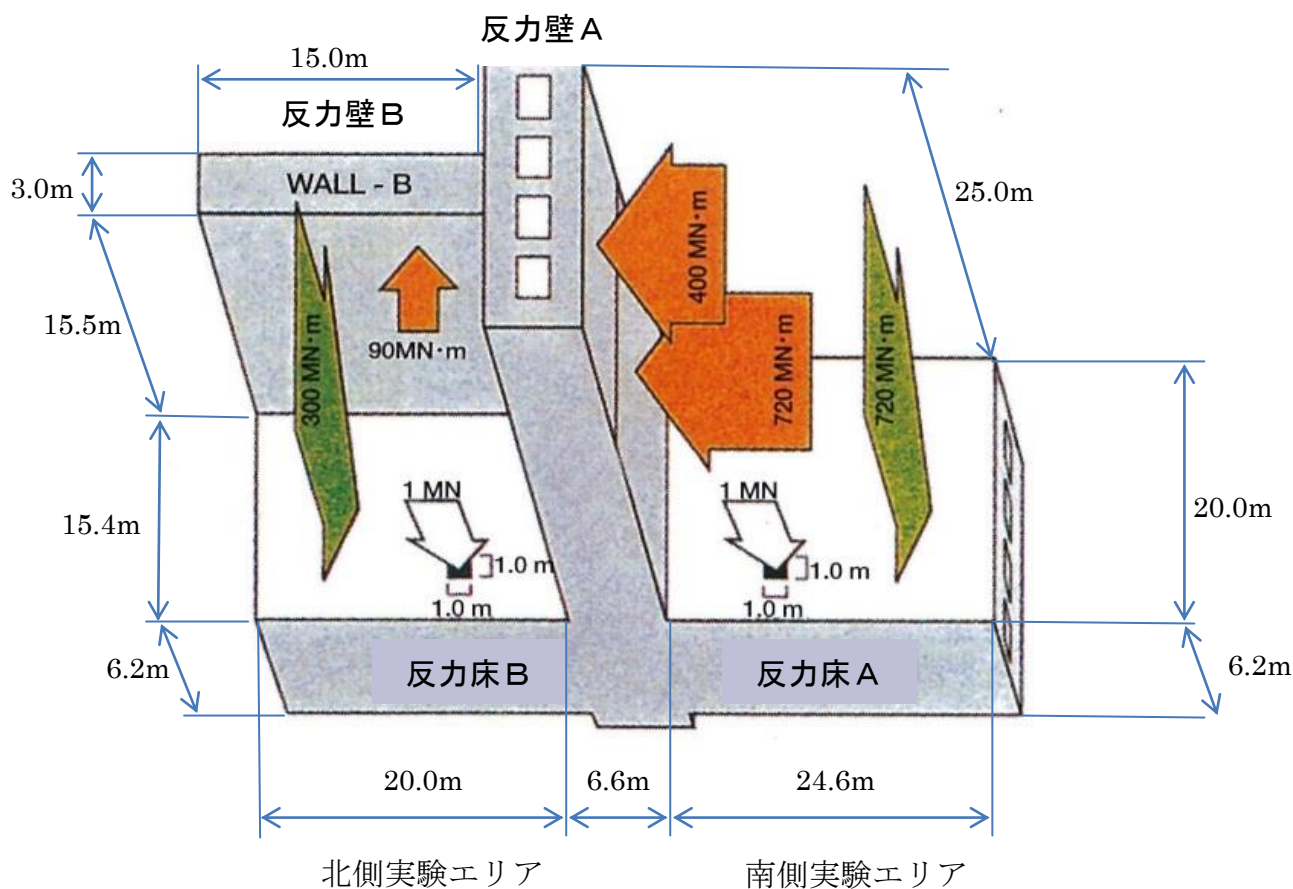
実大構造物実験棟の外観

● 施設概要

● 反力床・反力壁・鉛直加力フレーム

反力床はA、Bの2面あり、南側実験エリアの反力床Aが幅20m・長さ25m、北側実験エリアの反力床Bが幅15m・長さ20mです。

主要な反力壁Aは、高さ25m・幅20mであり、許容せん断力は40,000kN、壁脚部の許容モーメントは720,000kNmであり、反力床A、Bのいずれからも利用できます。また、北側実験エリアには、反力壁Aと直交する反力壁B及び鉛直加力フレームがあります。



反力壁と反力床の性能

反力床・反力壁面には、試験体・加力機器などを取り付けるための定着孔と、アクチュエーター（加力装置）の油圧ホース・制御ケーブルを接続するためのポートブロックが、設けられています。



北側実験エリア

反力壁A（正面）、直交方向の反力壁B（左側）、反力床Bと鉛直加力フレーム（青色の鉄骨フレーム）。試験体と反力壁、鉛直加力フレームとの間にアクチュエーターを設置。



南側実験エリア

反力壁A（正面奥）。反力床Aの上に、5層のRC（鉄筋コンクリート）造実大構造試験体（手前）を施工中。

●アクチュエーター（加力装置）

アクチュエーターは、実大構造物（試験体）に力を加える装置で、反力壁や鉛直加力フレームと実大構造物との間に設置します。北側実験エリアでは南北・東西・上下の3方向、南側実験エリアでは南北の方向の加力が可能です。

コンピューターによるオンライン制御可能なアクチュエーターとしては、J A型、J B型およびJ C型のアクチュエーターが整備されています。

J A型アクチュエーターは、主に高サイクルの疲労試験・振動実験に用いられます。

J B型アクチュエーターは、オンライン制御可能なアクチュエーターとしては、わが国でも最大級のストローク（±500mmおよび±1,000mm）を有するもので、仮動的実験には、主にこのアクチュエーターを用いることとなります。このJ B型アクチュエーターにはアナログサーボ制御機能に加え、デジタルサーボ制御機能も付加されています。デジタルサーボ制御により、高精度でかつ複雑・高度な加力制御実験が可能です。

さらに J C 型アクチュエーターは、1 台あたり最大3,000kNの加力が可能です。

アクチュエーターに油圧を供給する油圧源は地下に設置されています。その容量は、1,800ℓ/分（300ℓ/分の主ポンプ6台）です。アクチュエーター及び油圧源の制御・操作は、すべて2階の加力計測室から行うことができます。

その他、水平加力用および軸力用静的油圧ジャッキを多数備えています。



J A 型アクチュエーター



J B 型アクチュエーター



J C 型アクチュエーター



加力計測室

● 仮動的実験

構造試験体に加力する実験手法には、主に以下の3つの種類があります。

- ① 油圧ジャッキを使って加力する静的実験法
- ② コンピューター連動のアクチュエーターを用いて加力する仮動的実験法
- ③ 振動台により慣性力を加える動的实验法

このうち、③は、建築研究所では、強度試験棟の中型振動台において行うことができます。

本施設で実施している仮動的実験手法は、中型振動台で実施できない実大規模の試験体の地震波による揺れ具合を、コンピューター・アクチュエーター・オンラインシステムを用いて、ゆっくりかつできるだけ忠実に再現するものです。

(参考) 仮動的実験のプロセス

- (1)一定の細かい時間刻みでデジタル化した実記録の地震波データを用います。
- (2)n ステップ目の地動加速度の値 $\{\ddot{X}_{on}\}$ および n ステップまでに得られている試験体の各層の変位 $\{X_n\}$ 、 $\{X_{n-1}\}$ 、各層のアクチュエーターの反力 $\{f_n\}$ を振動方程式に代入し、次のステップ (n+1) における各層の指令変位 $\{X_{n+1}\}$ を計算します。
- (3)次に各層のアクチュエーターがここで計算された指令変位に到達するまで加力し、そのときの各層のアクチュエーターの反力 $\{f_{n+1}\}$ を測定します。
- (4)さらに、 $\{\ddot{X}_{on+1}\}$ 、 $\{X_{n+1}\}$ 、 $\{X_n\}$ 、 $\{f_{n+1}\}$ を用いて同様の計算および加力を繰り返し進めていきます。

