

奥村組技術研究所管理棟



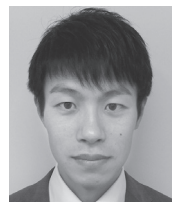
齊木 健司
免制震デバイス



岩下 敬三
免震エンジニアリング



榎本 浩之
大林組



大原 佑介
昭和電線ケーブルシステム



中村 幸悦
織本構造設計

1 はじめに

会誌MENSINの100号記念として免震創成期の建物を見学する企画としました。株式会社奥村組技術研究所は、昭和40年大阪に設立後、昭和60年「筑波研究所」が開設され、平成6年に統合・改称されました。本建物は研究学園都市の北西部に位置しています。

訪問した管理棟は昭和60年（1985年）に免震構造評定を取得（評定番号BCJ-免2）、昭和61年（1986年）に竣工し、竣工後30年以上を経過した免震建物です。本見学では奥村組技術研究所の川井伸泰様、上寛樹様、白石浩司様にご案内を頂きました。

本建物の概要を以下に示します。

建築面積：348.18m²

延床面積：1,330.1m²

階数：4階建

構造形式：RC造

建物高さ：15.5m

構造形式：RC造 基礎免震

基礎：場所打ちコンクリート杭
（支持層：GL-23.5m以深の細砂層）



写真1 建物外観

2 免震設計概要

各柱に2基ずつ設置された天然ゴム系積層ゴム（φ500mm-厚7mm×14層）合計25基で支持され、長期荷重時最大面圧6.4N/mm²、地震時最大面圧8.3N/mm²、積層ゴムの免震周期を2.1秒に設計されています。減衰およびトリガ機構として、ループ状鋼棒ダンパ（ループ径550φ-鋼棒径50φ×4本）を12基設置し、建物重量2246tに対し3.5%の降伏せん断力係数となっています。「日本初の実用免震建物」として将来へのデータの蓄積のために、免震層に反力壁を構築し静的加力試験と自由振動試験が可能な設備を開発、建物全体での性能確認試験を定期的の実施することで、免震装置単体での試験では得られない設計整合性の確認を可能としています。本建物竣工後の経年変化に関する研究成果「竣工後30年を経過した免震建物に設置された積層ゴムの経年変化」に対して、第18回日本免震構造協会賞（普及賞）を平成29年に受賞されています。

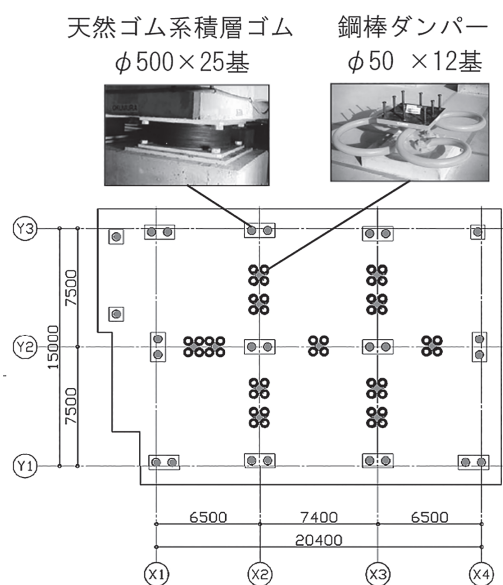


図1 免震装置配置

3 免震層見学

積層ゴムの上部フーチングは取替用ジャッキスペースを考慮して大きな断面となっています。写真は30年経過した既存積層ゴム単体の性能特性を評価するために入替えを行った新しい積層ゴム（2基）です。普及賞を共同受賞した昭和電線ケーブルシステムでは、金型から再製作を行い、当時の材料物性を再現するため多くの検討を行っています。



写真2 天然ゴム系積層ゴム

鋼棒ダンパは30mm強で塑性挙動による減衰機能を発揮する仕様で、複数回のダンパ付自由振動試験や地震時挙動により塗装に剥離が生じています。塗装が剥離していても大きな発錆や損傷は生じておらず、一層積年の迫力を感じさせます。この鋼棒ダンパは当初のスペア品に入替えを行い、単体の性能試験を実施されています。また、2011年東北地方太平洋沖地震では10%程度の疲労状況であったことを確認されています。



写真3 ループ状鋼棒ダンパ

今回抜き取った建設時の積層ゴムの単体試験などは、福岡大学高山研究室で装置開発時に使用された試験機で終局特性評価まで既に実施し、試験結果を検討中とのことです。

建設時の設備配管類は継続して使用されています。本建物は都市ガスを使用していませんが、ガス用の可とう継手も当時の開発検討用に設置されています。それぞれの免震継手は免震層の数か所にまとめ、それぞれが接触・干渉することが無いように配置されています。



写真4 設備配管継手

大梁の側面には、材軸方向に2か所PC鋼棒が設置されています。静的加力試験や自由振動試験の後、原位置に復帰する必要がある場合に反力壁を介して引き戻すことを想定して設置されています。外周から反力壁を確認すると、PC鋼棒用孔が確認できます。実際にはこの機能を使用するような残留変形が生じた事例は無いとのことです。



写真5 免震層に設置されたPC鋼棒

4 現在の免震性能

自由振動試験は建物竣工後定期的に実施されています。銅棒ダンパを外し、本建物専用開発した油圧ジャッキを用いて変位制御で100mm変形させた後、ジャッキを解放して自由振動させています。トリガとして破断ピンを用いた試験方法などありますが、定期的に試験を実施する将来への計画、変位制御機構が必要との考えから載荷装置を開発され、定量的な測定・分析を実現されています。

平成28年に実施された30年目の試験は800名以上の来場者に向けて公開され、設計者だけでなく建築主も大きな関心を持つ免震構造の耐久性検証が行われました。試験時に建物内では執務が行われており、コーヒーなどもこぼれることなく業務を継続していました。試験の結果では積層ゴムの水平剛性は竣工時に対して約9%高くなっており、設計時に想定し

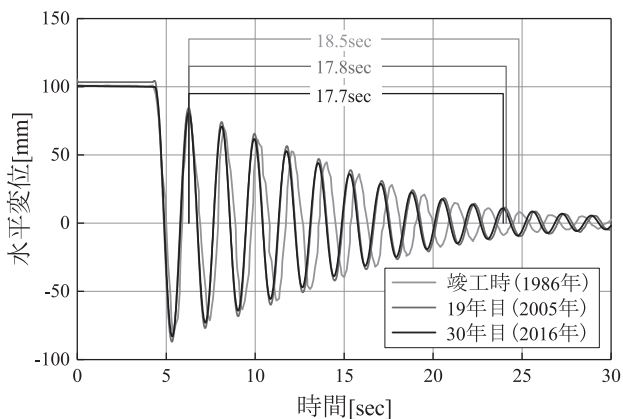


図2 自由振動変位波形

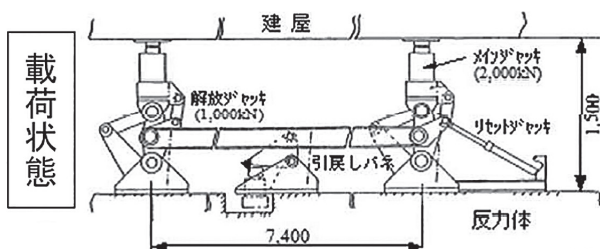
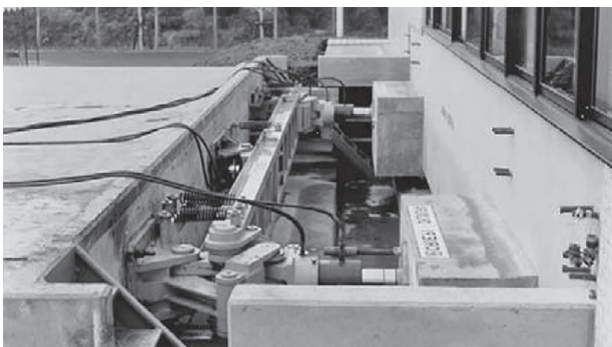


写真6 載荷装置

た予測範囲内で推移していることが確認されました。この公開試験は奥村組ホームページ「免震チャンネル」で視聴が可能です。

茨城県は南西部の比較的深い場所を震源とする内陸地震、太平洋側沖合で発生するプレート境界付近を震源とする地震など定常的に地震活動が活発で、地震の揺れを感じることも多いそうです。2011年東北地方太平洋沖地震では震度5強が観測されています。本建物には加速度計が設置されており、270cm/s²の地表面加速度が148cm/s²に低減され80mm程度の変形が測定されています。地震時の建物内の状況をお聞きすると、「いつもの揺れの感じが非常に長く続いたが、机や棚の物が転倒・落下するようなことは無かった。」とのことでした。

建物設計時の採用地震動入力波形は既往3波でしたが、告示地震動入力による検証も実施されており、上部構造に一部塑性化が生じるのみで応答変位は問題無いことを確認されています。



写真7 載荷試験部
(載荷装置を外し、屋根を設置)

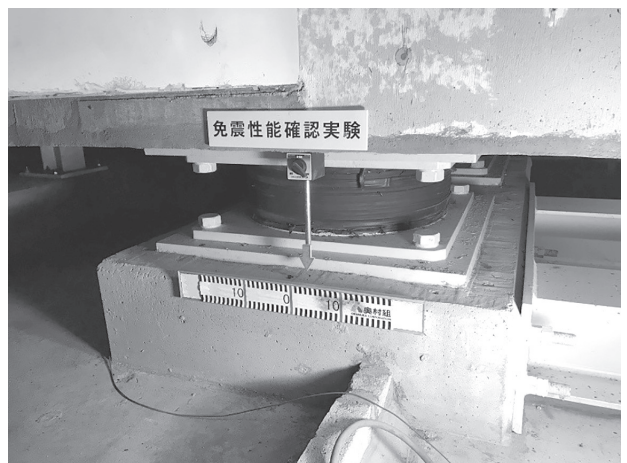


写真8 試験時変位測定板

5 見学記

改装した1階ロビーにてご説明をいただきました。昭和60年当時の非常に厚い評定資料は各所に付箋や書き込みが行われており、載荷試験など現在でも読み込まれていることが推察できました。

建物は30年以上を経過していますが、技術研究所の運営管理施設として地中熱利用やソーラーパネルの設置、屋上緑化を行うなど新しい技術を積極的に導入しています。また水平クリアランスは片持スラブで処理していますが、ハートビル法対応としてスロープを設置、現在はZEB化の検討も行われるなど常に更新が行われています。

「免震が当たり前、普通になる一助となるように今後も実施した成果を公開し、免震に取り組む共同体で共有していく。」という川井技術研究所長からのお言葉には、「ゴムがビルを支えられるのか？」



写真9 改装されたロビーでの説明状況



写真10 水平クリアランスの処理



写真11 スロープのエクspansionジョイント

という時代から免震に関わられてきたご努力と自信の裏付けがあつてこそ、と感じました。

公開試験の他にも、地元の小学生や修学旅行の中高生の訪問を積極的に受け入れられており、年間数百人の見学を通じ免震の普及に取り組まれています。

このような大規模な試験の定期的な実施や公開には多くのご負担が生じると存じますが、日本の免震構造の発展のためにも、今後の継続を是非お願いいたします。

最後に、奥村組の皆様へお忙しい中取材にご対応をいただきました御礼を申し上げます。



写真12 集合写真

[参考資料]

・奥村組免震WEB

<http://www.menshin-okumura.com/>