

大林組技術研究所本館テクノステーション



齋藤 一
鹿島建設



酒井 和成
スターツ免震構造研究所



千馬 一哉
久米設計

1 はじめに

今回の免震建築訪問は、大林組技術研究所本館テクノステーションです。建物は、東京都清瀬市にある大林組技術研究所の約7万㎡の敷地の中に、オフィス機能を集約した施設として2010年9月に完成しました。また、2011年度の第12回日本免震構造協会賞作品賞の受賞建物であり、建築業界内外からも注目された建物でもあります。

現地では、技術研究所の勝俣様、時野谷様、中村様、吉田様、石田様、そして設計本部の山中様より建物の案内とご説明をいただきました。本訪問記は、いただいた説明をもとに報告させていただきます。

なお、建物の詳細なデータは、2010年11月発行の機関誌「MENSIN」70号の本件の免震建築紹介の記事を参照下さい。



写真1 建物全景

2 本館テクノステーションの目指すところ

まず、本館の建設コンセプトについて以下のような説明がありました。大林組技術研究所はその時々
の社会・経済状況や技術動向を考慮して、増築、進化していきました。例えば、免震構造については、その黎明期においていち早く免震建物を技術研究所

内に建設し(1986年)、実証に努めてきました。さらに、今回の本館の建設において、この免震建物を解体することとなったので、この実建物を用いて擁壁に衝突させる実験を行って免震構造に関する知見の蓄積に貢献しました(2009年)。

今回訪問した本館は、研究員が一堂に会し、互いに交流・刺激し合うことができる、風通しの良い組織・建物、開かれた研究所、といったコンセプトで設計されています。本館には、研究員約160名、管理部門職員約40名が勤務し、仕切りのないオープンなワークプレイスで、「わいがや」の本館を目指しています。

自社の建物であるので、最先端の技術を多く取り込んでいます。地震でも揺れないビルを目指してアクティブ免震技術を採用した構造計画、中空に浮いたように軽やかなピロティの細い柱の外観デザインが特徴です。

また、ビデオにて、アクティブ免震・耐火スクリーンなどの安心・安全技術、タスク&アンビエント照明・空調システムなどの環境配慮技術、および社是である「良く、速く、安く」を支える技術の説明を受けました。



写真2 ピロティ



写真3 玄関周りの状況

3 建物概要

本館の規模は延べ面積約5,500㎡、地上3階の鉄骨造ラーメン構造、基礎は直接基礎です。形状的には基礎免震構造ですが、確認申請上、性能評価上はアクティブ制震構造と位置づけられています。

免震部材は支承材は天然ゴム系積層ゴム、減衰機構にオイルダンパーを使用しており、1,100kNアクチュエータ4台で制御し、地面の変形とは反対の変位を建物に与えています。最終的には、ラピユタ2Dの2Dを取り去り、3次元免震、まさにガリバー旅行記の中に出てくる浮島ラピユタを目指している、とのことです。

ラーメン構造の柱はCFT造で、使用鋼材がH-SA700、充填コンクリートがFC-160で、16mの高さから落としこみ工法で施工されています。柱寸法はφ-500、t=25mmで18mスパンを実現しています。実際に筆者らが見ても、柱は非常に細く、設計のねらいである空中に浮いた感じがうまく表現できていました。

柱の高強度鋼材については溶着金属もマッチングしたものが用意され、外リングはSA440が用いられています。また、室内部分は耐火塗料、屋外のピロティ部分は無耐火被覆とし、仕上がり寸法を増やさないディテールとしたそうです。

ワークスペース内の空間を渡すブリッジには、スリムクリートと名付けられた超高強度鋼繊維を混入した高じん性高強度モルタル(圧縮強度170N/mm²)が採用されています。常温硬化と、モルタル組織が非常に緻密であることによる高い耐久性が特徴です。14mスパン、せいは335mm、手摺脚部の先端で35mm、配筋はなくPC鋼材で引張力を負担しています。ブリッジには体感振動を対象とした床制振装置が搭載されており、内、1本にはパッシブ制振、も

う1本にはアクティブ制振となっています。アクティブ制振装置は制御量を切り替えて制振効果を体感できるようにしています。また、大林組が日本女子大と共同で開発した居住性評価手法を用いて揺れの感じ方をその場で可視的にモニタリングできるシステムとなっています。

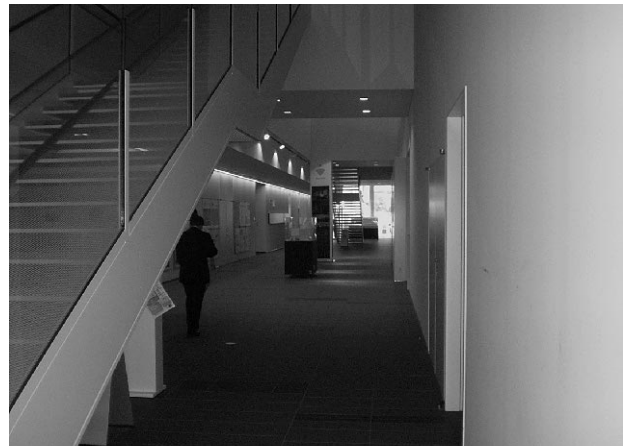


写真4 ホワイエ



写真5 1階外部エキスパンションジョイント

ワークスペースの空調は空間全体に対するアンビエント空調と執務席周囲の局所・個別のタスク空調を組み合わせています。2層吹き抜け空間の天井付近に集まった熱気は夏季には排出し、冬季には暖房に利用するシステムとなっています。

本技術研究所の正門に、小粋な守衛所がありますが、この守衛所の外装材であるガラスには、ガスケットで隠された上下辺に沿って粘弾性体が仕込まれており、「ガラス制振壁」と称する制振構造を採用した建物となっています。



写真6 ワークプレイス



写真7 ブリッジ

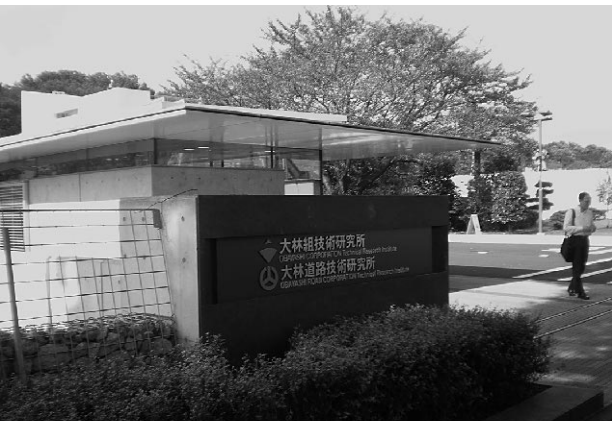


写真8 守衛所



写真9 守衛所のガラス制振

4 アクティブ制震

免震建物はゆっくり揺れ、加速度は大幅に下がりますが、ある程度は残ります。アクティブ免震はこの残った加速度もほとんどゼロにすることを目指すものです。その原理を簡単に言えば、地盤と反対の揺れで建物を動かすことで、建物を絶対空間に止めようとするものです。このアクティブ免震は地震時にも止めることの出来ない精密部品の生産ラインを持った工場、停止することなく手術を続行しなければいけない病院、不安定な形状の貴重な展示物を保管する美術館・博物館などに利用価値のある免震システムとされています。

制御は絶対制振理論によりフィードフォワード制御とフィードバック制御で行います。アクチュエータは制御が不安定にならないように柔らかいバネ（弾性すべり支承に用いる積層ゴム）を介して建物に制御力を加えます。アクチュエータに1,000kN以上の荷重がかかると基礎盤とアクチュエータとの間の支持接合部（トリガー機構）が滑るようになっていきます。これはアクティブ免震を実用化するための重要なフェイルセーフです。滑っている間は摩擦ダンパーを用いた通常のパッシブ免震構造と同等です。

普段、油圧弁を閉じてアクチュエータは停止させており、アキュムレータに200気圧の油圧で作動油を蓄えています。地震を感知すると油圧弁を開いてアキュムレータから作動油を放出してアクチュエータを動かします。地震の際にアクチュエータを動かす電力は使用しません。なお、アキュムレータの作動油がなくなると、油圧弁を閉じてアクチュエータのストロークを保持するようにし、前述のトリガー機構が働いてパッシブ免震に移行します。また、風揺れには、油圧弁を閉じた状態のまま対応します。



写真10 免震層

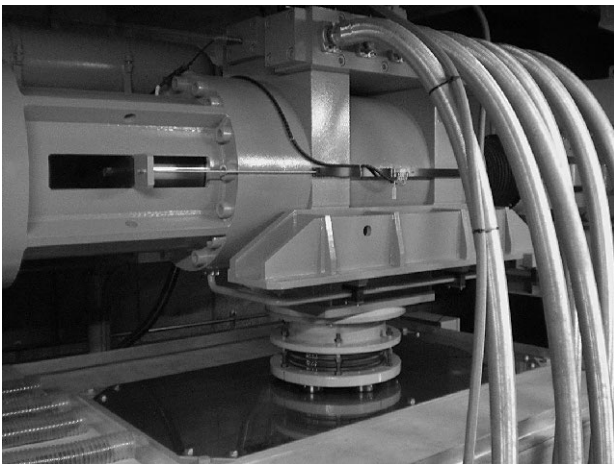


写真11 ボールベアリングで支持されたアクチュエータ

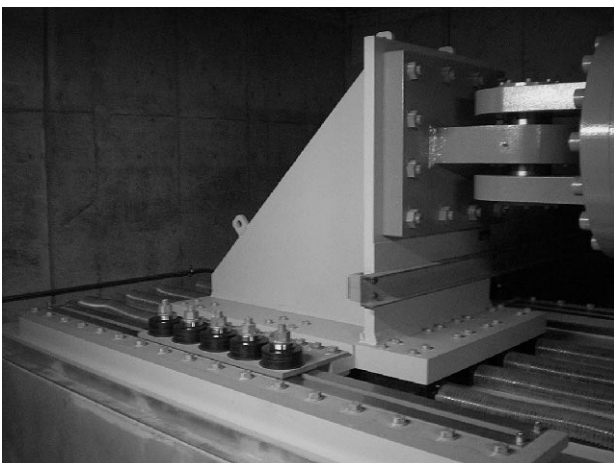


写真12 アクチュエータの支持接合部



写真13 アクキュムレータ

このアクティブ制御システムは、世界初、本邦初であるので、当初の計画では、トリガー機構などによるフェイルセーフがあるため、竣工後1年を調整期間として運用して初めて分かる問題にも対処を施した上で大地震にも安定的に備えることとしていました。3月11日の地震では、トリガー機構とは別の

フェイルセーフが作動し、通常のパッシブ免震構造と同等の挙動を示しました。フェイルセーフの作動は確認できたので、調整を施し、その後の余震ではアクティブ制御による所定の免震効果が得られていると説明がありました。

5 質疑応答

会議室で取りかわされた質疑回答の主なものは、以下のとおりです。



写真14 会議の様子

Q1：上部構造の耐震要素は何ですか？

A1：ラーメン架構のみです。梁せいはH-900です。

Q2：設計用のCB、上部構造の固有周期をお知らせ下さい。

A2：CB = 0.07、Tx1 = 0.942s、Ty1 = 0.869sです。

Q3：比較的平面的に長い建物ですので、制御用のアクチュエータは両側に必要ではありませんか？

A3：最下階はSRC造の剛強な梁とRC造スラブで構成したので、片側からの制御で問題ありません。

Q4：積層ゴムの面圧およびアイソレータの固有周期はどの程度ですか？

A4：積層ゴムの面圧は平均で11N/mm²、最大で13N/mm²です。アイソレータの固有周期は5.2sです。総重量が約10,000tの建物を昭和電線製のG3タイプの積層ゴム16基で支持する計画としました。高面圧時の実験を行い、個別評定を取得して使用しています。

Q5：アクチュエータの維持管理計画はどのようにお考えですか？

A5：設計段階での維持管理計画はあります。しかし、世界初のシステムですので、最初の2～3年間の実施状況を見ながら、その後の維持管

理は適切に修正する予定です。

Q6：執務空間のセキュリティはどのように配慮されていますか？

A6：基本的に社員しか入ることが出来ません。今回のような来訪者がある場合は事前に告知します。

Q7：アクティブ制御は、緊急地震情報と連動していますか？

A7：今のところ連動はしていません。東海地震など震源が遠い場合は緊急地震速報を有効に利用した制御が出来るかもしれません。

Q8：アクティブ制震の設計は、免震部材認定の範囲で設計しているのですか？

A8：制振部材として設計しています。

Q9：本建物の主な受賞歴を教えてください。

A9：CFT協会賞、エンジニアリング協会エンジニアリング奨励特別賞、日経ニューオフィス賞、日本免震構造協会賞作品賞、を受賞しています。

Q10：非常用の電源設備はどのようになっていますか？

A10：非常用発電機などの設備は有していますが、他の緊急用設備向けです。アクティブ制振は蓄電池で制御盤をバックアップしていますが、停電が長引いた場合はバックアップが終了しますので、油圧弁を閉じてアクチュエータのストロークを保持するようにします。すなわち、トリガー機構(摩擦ダンパー)によるパッシブ免震に移行します。

6 おわりに

最近のホットで話題の建物であり、日本免震構造協会賞の受賞作品ということで、期待と興味に溢れたとても有意義な訪問でした。まさに期待通りの魅力ある建物でした。特に、ワンフロアの開放的なワークプレイス、そして軽快なピロティは、そこにいてとても心地よく感じました。また、技術的な心臓部とも言えるアクチュエータ、アキュムレータ周りについても丁寧で新鮮なお話をいただき、非常に貴重な視察の機会だったと思います。

最後になりましたが、お忙しい中、貴重なお話をお聞かせいただきました勝俣様、山中様、時野谷様、中村様、吉田様、石田様、他関係の皆様方に、厚く御礼申し上げます。



写真15 集合写真



写真16 ビオトープ周り視察状況