

日本大学工学部船橋校舎

～石丸研究室を訪ねて～

山下設計
酒井和成



フジタ
鳥居次夫



昭和電線電纜
加藤直樹



1. はじめに

今回は、日本大学工学部船橋校舎を訪れました。船橋校舎は1996年4月の東葉高速鉄道の開通により、「日大船橋前」駅が開設され都心からのアクセスが便利になりました。自然環境豊かな中にある校舎は、駅開設時に校舎名称を習志野校舎から、船橋校舎に変更しています。

工学部の歴史は古く、大正9(1920)年に始まります。現在12学科を有しており、理工系のほとんどの領域を満たしています。その中でも建築学科は、開設当時からと歴史が古く、その伝統と実績による社会への貢献は非常に大きなものがあります。

そのような中で、制震・免震構造を始め耐震構造の発展に積極的に取り組み、ご活躍されています日本大学の石丸先生にキャンパス内をご案内して頂きました。また日本大学の秦氏、設計者としてi2S2の公塚氏(8号館)、大成建設の杉崎氏、佐藤氏(3号館)にも同行して頂きました。

2. キャンパスの概要

キャンパス内は非常に広く、多くの校舎や研究施設等があります(図-1)。今回ご案内して頂いたのは、以下の耐震補強や制震・免震構造を採用した校舎やその開発を行う実験施設です。

① 2号館

鉄骨ブレースによる耐震改修

② 3号館

免震レトロフィットによる耐震改修

③ 8号館

トグル制震装置による耐震改修

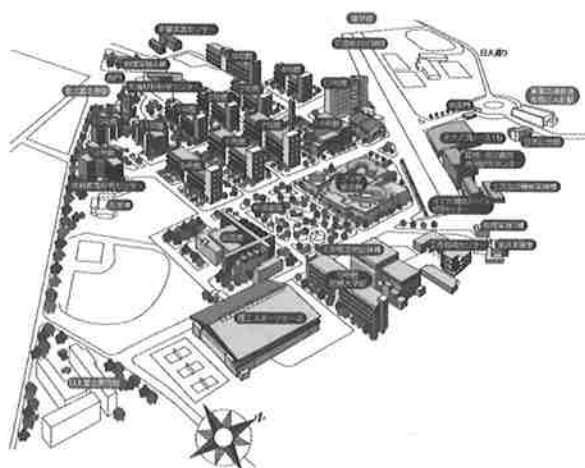


図-1 キャンパスマップ

④ 14号館

トグル制震装置を設置した新設制震建物

⑤ 環境・防災都市共同研究センター

制震・免震の開発に必要な実験装置を備えた実験施設

3. 現地見学した各校舎(施設)の概要

(1) 14号館

トグル制震装置を採用した建物です。この制震装置は「てこ」の原理を利用して地震時の変形を増幅させることにより、油圧ダンパーに増幅した変形を伝えます。この校舎では、制震装置を隠さず、見せることで空間のアクセントとして利用しています。

開放的な1階のピロティーには、歩行の障害にならないように設置された多くの制震装置が立ち並び、デザイン的にも広い空間に大きな印象を与えています(写真-2)。



写真-1 建物外観（14号館）

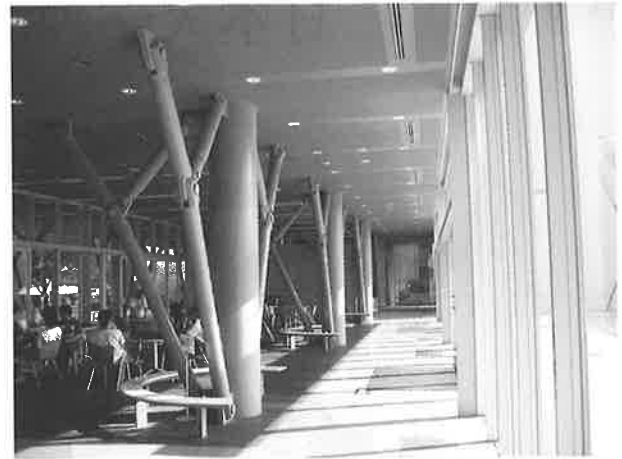
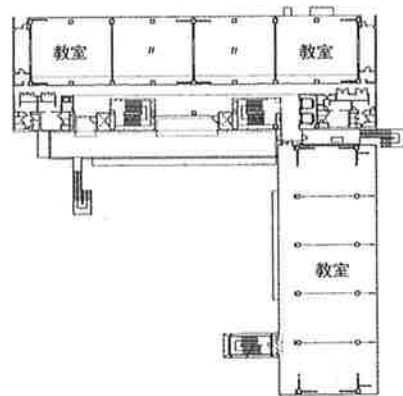


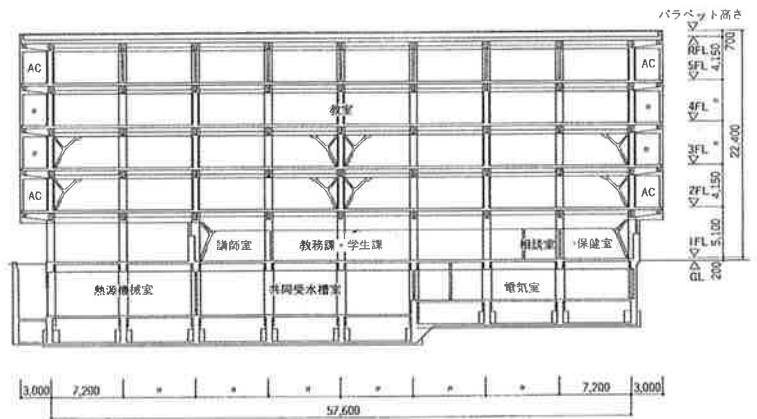
写真-2 1階ピロティのトグル制震装置

階数：地上5階、地下1階
 トグル制震装置：1階 28基、
 2階 22基
 3階 22基、
 4・5階は設置無し
 竣工：2004年3月

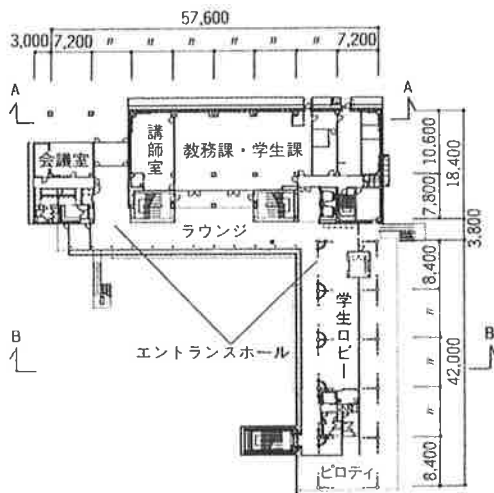
14号館は、(財)建築環境・省エネルギー機構が主催するSB05 Tokyo 記念サステナブル建築で、機構理事長賞を頂いています。



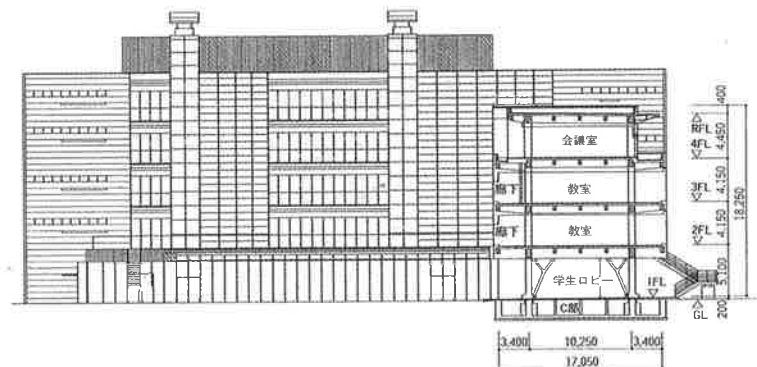
2階平面



A-A断面



1階平面 1/1,500



B-B断面 1/600

図-2 平面図、断面図

(2) 3号館

免震レトロフィットによる耐震改修を行った建物です。当敷地で想定される最大級の地震動に対して構造物の安全性及び機能保全を目的として、免震構法による改修を行っています。

地下1階柱頭部に免震装置を設置した中間階免震工法を採用し、地上階に補強が出ない、居ながら工事を達成しています。

工事中の既存柱切断時の軸力保持及び風や地震による水平力に対する安全性の確保は、油圧ジャッキを使用せずに、仮設鋼板とプレストレスを利用する計画にて行われました。



写真-3 建物外観 (3号館)



写真-4 耐火被覆された免震装置

既存竣工年次：昭和39年

延床面積：3,060.9m²

階数：地上4階、地下1階

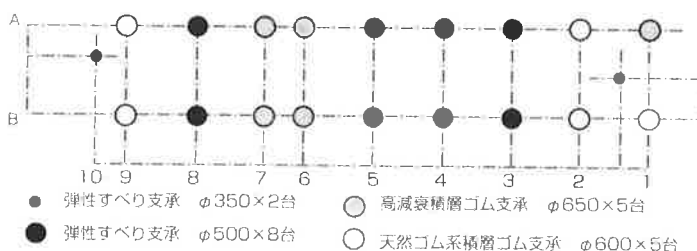
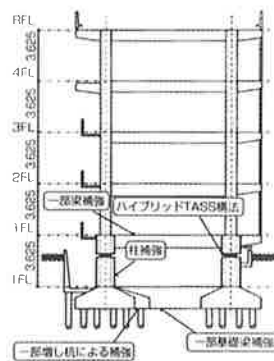
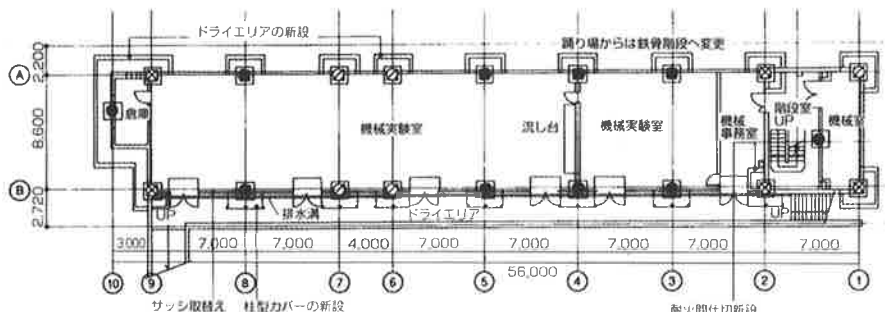
構造種別：鉄筋コンクリート造

免震装置：天然ゴム系積層ゴム 5台

高減衰積層ゴム 5台

弾性すべり支承 10台

改修工期：1999年2月～1999年8月



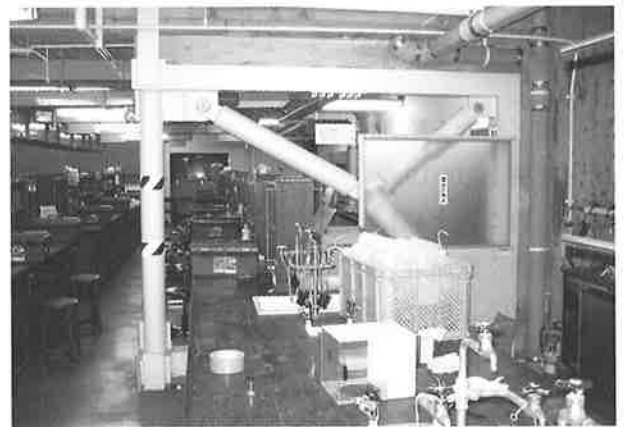
(3) 8号館

トグル制震装置を設置した耐震補強の建物です。
 地上4階建の各層にトグル制震装置を設置することにより、改修後の1次減衰定数は桁行方向で23%、張間方向で18%と高い減衰が付与されています。改修後は、改修前に比べ最大応答層間変形角が30～60%低減され、また杭に作用する最大応答せん断力は60～70%に低減されていることから、耐震性能が大きく向上しています。



写真—5 建物外観 (8号館)

既存竣工年：昭和43年
 延床面積：4,083.0m²
 階数：地上4階
 構造種別：鉄筋コンクリート造
 トグル制震装置 (オイルダンパー)
 桁行方向 60基
 張間方向 22基
 改修工期：2001年1月～2001年7月



写真—6 室内設置のトグル制震装置



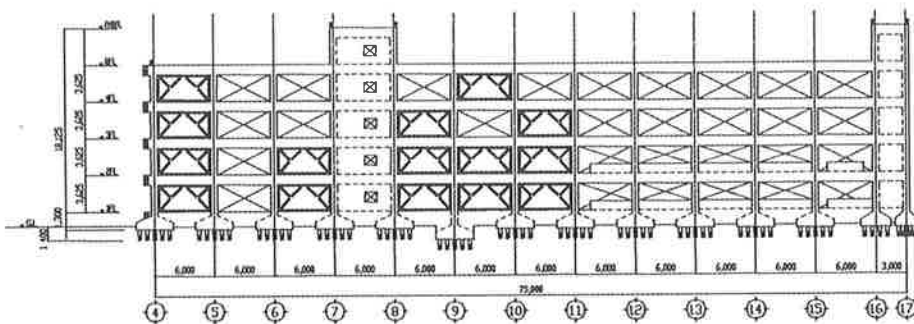
写真—7 非常用出入口部



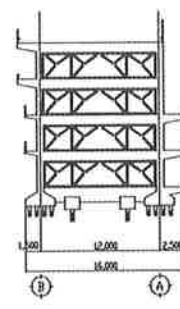
写真—8 地組みの様子



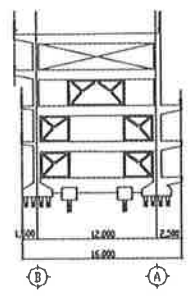
写真—9 建て込みの様子



B 通軸組図



4 通軸組図



13 通軸組図

図—6 トグル制震装置の配置

(4) 環境・防災都市共同研究センター

文部科学省の学術フロンティア推進事業に選定された「環境・防災都市に関する研究」を実施するための施設です。石丸研究室ではトグル制震装置の実験を始め、新たな技術開発をこの施設にて取り組んでいます。ここでは、その一部の技術を紹介します。

写真-10のトグルストラットは、上下動の振動低減にトグルの仕組みを利用した制振装置です。高い減衰定数(18%)の付与により、大きな制振効果となります。土木分野の大スパン構造物の制振装置として期待されています。



写真-10 トグルストラット(中央部)

写真-11, 12は戸建住宅用に開発が進められているゴム球支承を設置した振動実験台です。シリコンゴム(60φ)を建物架台と基礎の間に設置することにより、大きな免震効果を発揮します。この免震システムは、従来のものに比べ簡易であるため、コスト減も視野に入れて研究が進められています。

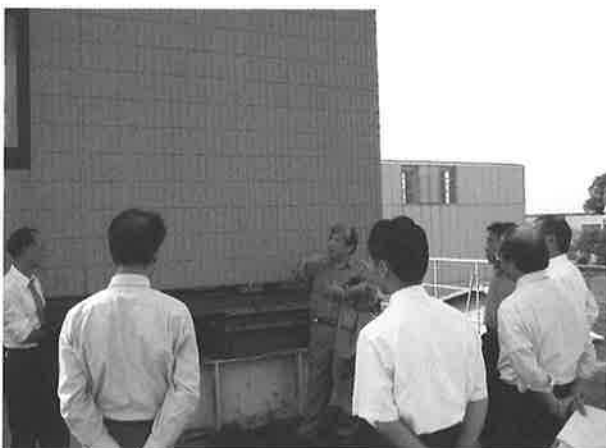


写真-11 ゴム球免震の実験装置の説明を石丸先生に受ける訪問メンバー

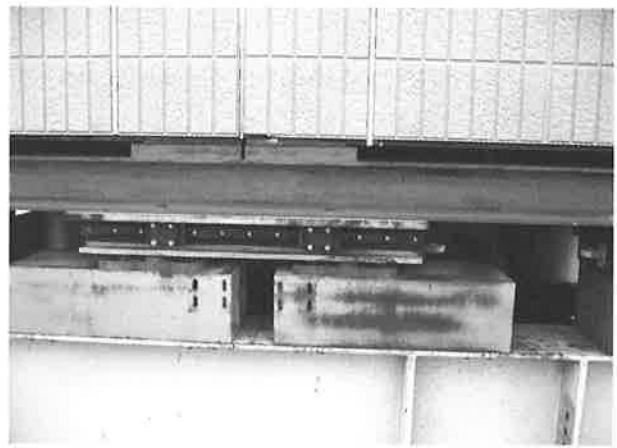


写真-12 ゴム球免震の設置部

4. 訪問談義

見学しながらの質疑や談義の一部を紹介します。

Q: トグル制震装置のディテールで特に工夫した点がありますか。

A: トグル部分の横座屈を押さえるように、ディテールを工夫したところです。

Q: ゴム球免震で、ゴム球をシリコンゴムに着目した点はなんですか。

A: 当初は天然ゴムで進めていたが、あまり良い結果が得られませんでした。シリコンゴムのコストが下がったこともあり、採用してみたところ各種依存性について非常に安定している材料であることがわかりました。

Q: キャンパス内で地震観測は行っていますか。

A: キャンパス内には約300箇所地震計が設置されています。制震・免震構造の採用や技術開発、地震観測も含め、キャンパス内を都市防災の実験場にしたいと考えています。

Q: 校舎の耐震改修の工法は、どのように採用したのですか。

A: 3号館は免震改修、8号館は制震改修による性能提案コンペを行い、各社の提案を評価して、改修の工法を採用している。

Q: 今後、制震・免震構造に新たな方向性はありますか。

A: ハイブリット化、例えば制震と免震を組み合わせたシステムが考えられる。都市部のような敷地が狭い中で免震化するには、免震層の変形を小さくする必要がある。

現在、変形12cmストロークの免震改修を駿河台の校舎で計画している。



写真一13 説明状況

5. おわりに

阪神・淡路大震災から10年が経過し、制震・免震技術は急速に普及しました。

石丸研究室では、震災以前から制震・免震技術の研究に取り組んでいました。その研究成果が、今現実のものとなっています。現在進められている新たな研究が、また10年経過した頃に地震に強いまちづくりに貢献していることを期待します。

最後に、お忙しい中、貴重なお話を聞かせて頂きました。日本大学の石丸先生、秦氏、i2S2の公塚氏、大成建設の杉崎氏、佐藤氏ならびに関係者の方々に厚く御礼申し上げます。



写真一14 集合写真（前列中央 石丸先生）

参考文献

- 1) 日本大学工学部ホームページ
- 2) トグル制震工法パンフレット (i2S2)
- 3) 8号館改修説明資料 (i2S2)
- 4) 3号館免震改修説明資料 (大成建設)