

視察の目的

カリフォルニアでは断層近くに立地し、大きな応答変形を想定した免震建物が建設されている。こうした米国における免震建物の設計の現状を調べ、日本の免震設計に役立てることを目的に「九州免震普及協会」の活動の一環で、免震建物の視察と設計事務所の訪問を行った。

高山峯夫（福岡大学教授）を視察団長として、九州免震普及協会の有志、計 11 名で以下の視察を行った。

視察先とスケジュール

- ・ ゴールデンゲートブリッジ、オークランド市庁舎 (10/13)
- ・ アメリカ竹中エンジニアリング、サンフランシスコ市庁舎 (10/14)
- ・ [SOM](#) 訪問、[Forell/Elsesser](#) 訪問、[UCSF 医療施設](#) (10/15)
- ・ (W)Rapper、LACMA (10/16)
- ・ [Arup](#) 訪問、Loma Linda 大学病院 (10/17)

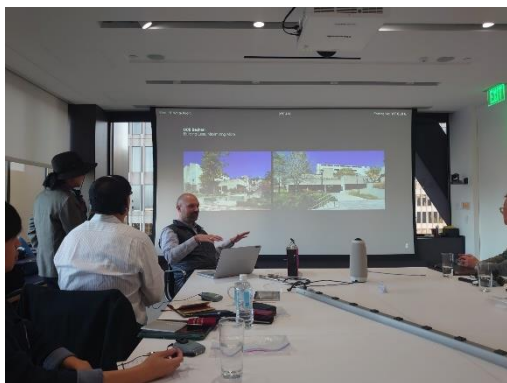
視察内容

(1) SOM 訪問、LACMA 現場視察

サンフランシスコの金融街の ONE MARITIME PLAZA（高さ約 120m、25 階建てのビル）の 5F にある SOM の事務所を訪問した。そこでは、SOM の Eric 氏から LACMA（Los Angeles County Museum of Art；ロサンゼルス・カウンティ美術館）の新常設展示棟について、David 氏からカルフォルニア大学バークレー校 エンジニアリングセンター計画についてのプレゼンを受けた。

LACMA は、サンアンドレアス断層の近傍に立地し、MCE レベル（Maximum Considered Earthquake；レベル 3）の応答スペクトルが 0.2s で約 2.8G である。展示品を守るため免震構造を採用し、周期を 5s 程度にすることで応答スペクトルを 1/10 程度に抑えている。免震部材は TFP（Triple Friction Penduram）と採用しており、MCE レベルの応答変位は 60 インチ（約 1.5m）とすること。

事務所訪問の翌日には、設計者の Eric 氏引率のもと LACMA の建設現場を視察した。



SOM のプレゼン



LACMA の外観（敷地内での写真撮影が不可）

(2) Forell/Elsesser 訪問、UCSF 医療施設視察

サンフランシスコ中心街にある Forell/Elsesser の事務所を訪問した。Steve 氏から、カリフォルニア大学サンフランシスコ校(通称 UCSF)の医療施設(Ray and Dagmar Dolby Regeneration Medicine Building)についてプレゼンを受けた。

この建物は、急傾斜地に建設された地上 1 階建ての鉄骨造である。主架構は放射状の鉛直ブレースで構成されている。短辺方向は 1 スパンで、片側構面に鉛直ブレースを集約させているため、地震時に大きな引張力が生じる架構計画となっている。

大学からは大地震(MCE)後も継続利用できる建物性能を要求され、免震構造が採用された。免震部材は 42 基の TFP と 8 基の URD (Uplift Restraint Design: 引抜き抵抗機構)で構造されている。URD は TFP の水平変位に伴う鉛直変位への追従性能が必要となるため、本建物用に設計製作された特注品とのことである。MCE レベルの応答変位は 650mm とのこと。

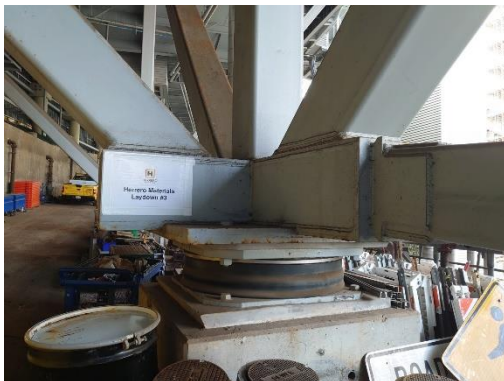
事務所訪問の後、設計者の Steve 氏引率のもと建物を視察した。



外観



主架構



TFP



URD (左) と TFP (右)

(3) Arup 訪問、(W) Rapper および Loma Linda 大学病院の視察

西海岸を代表する高層ビル、インターコンチネンタルロサンゼルスにある Arup ロサンゼルス事務所を訪問し、3 つの実案件についてのプレゼンを受け、うち 2 つの建物を視察した。

1 つ目の Aris 氏による (W) Rapper は、地上 17 階、地下 2 階、高さ 71.6m、延べ床面積 17,000m²、鉄骨造の商業オフィスビルで、地下と地上の間に免震層を設けた中間層免震である。オフィス空間は無柱で、外周に配置された曲線状の帯とコア部の鋼板耐震壁で荷重を負担する計画である。3 次元有限要素地震応答解析を行い、10 万要素・16TB の膨大なデータ量をクラウド

クラウド向けのリレーショナルデータベースを用いて処理していた。免震部材は TFP を 18 基採用し、MCE の応答変位は 840mm とのこと。

2 つ目は、Amie 氏による基礎免震構造 (TFP) を採用した、2026 年竣工予定のスペースシャトル「エンデバー号」の展示プロジェクトの構造計画についてであった。

3 つ目の Branden 氏による Loma Linda 大学病院は、地上 17 階建て、高さ 81m、延べ面積約 97,000m² の鉄骨造の病院である。基礎免震構造で、免震部材は TFP を 126 基、流体粘性ダンパー (1 基あたりの減衰力 800kip $\approx$ 3600kN) を 104 基採用している。建設地は、サンジャシント断層の直上かつ近傍にサンアンドレアス断層がある。MCE レベルの応答変位は約 1m とのことである。また、非常に大きな上下動 (応答スペクトルは 0.1s で 2.8G 程度) が想定されるため、上下方向にも免震機構を有した 3 次元免震を検討されていた。

(W) Rapper と Loma Linda は、それぞれ Aris 氏、Branden 氏による引率のもと建物視察を行った。



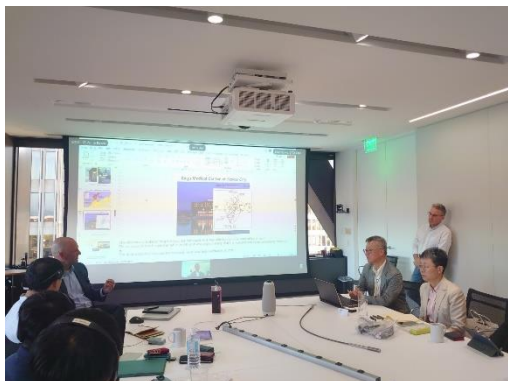
(W) Rapper の外観と免震層



Loma Linda 大学病院の外観、免震層、集合写真

(4) 高山教授のプレゼンテーション

訪問した各事務所では、高山教授から近年日本で起こった大地震の際に観測された免震効果の実例についてのプレゼンテーションが行われた。プレゼンを受けた現地設計者からは、「アメリカでは免震建物はあまり普及しておらず、また実際に免震建物が地震を受けた事例が非常に少ないため、実例による免震効果について知ることができ有意義」との意見を頂いた。



SOM でのプレゼン



Forell/Elsesser でのプレゼン

(5) まとめ

米国の免震層変形に対する検討は、日本のレベル 1、レベル 2 に加え、再現期間 2475 年の MCE (Maximum Considered Earthquake ; レベル 3) が要求されるため、大変形対応すべく非常に大きなサイズの免震部材を採用している点が非常に印象的であった。また、応答解析は質点系モデルではなく、3 次元立体解析が主流である点も日本と大きく異なっていた。一方で、実建物の免震廻りのディテールは、日本の方が丁寧な設計施工であると感じた。

以上