

国立西洋美術館本館免震レトロフィット

大成建設 小山 実



1. はじめに

既存建物の耐震診断補強を促す「建築物の耐震改修の促進に関する法律」の施行により、さまざまな耐震改修技術が提案されている。

特に免震レトロフィットは、歴史的建築物の外観を損なうことなく、かつ建築物の耐震性能を大きく向上させることのできる最適な手法と言える。

今回は、免震レトロフィットによる耐震改修工事を行なわれている国立西洋美術館の工事現場を訪問(8月28日)したので見学会の報告を兼ねて記述する。

2. 建物概要

印象派の絵画、彫刻を収集した「松方コレクション」は、第二次大戦時にフランス政府の戦利品となったが、その後日仏国交回復の象徴として返還されることになった。国立西洋美術館は、その「松方コレクション」を受け入れる施設として、フランス人建築家ル・コルビュジェと日本側協力者の共同設計により1959年5月に竣工した。下記に建物概要を示す。

所在地：東京都台東区上野公園7-7

建築面積：1,692.61㎡

延べ面積：4,200.30㎡

階数：地上3階、地下1階、塔屋1階

構造：鉄筋コンクリート造

基礎形式：直接基礎(独立、一部布基礎)

設計(新築)

基本・実施 ル・コルビュジェ

実施 坂倉準三、前川国男、吉阪隆正
横山不学(構造)

設計・監理(改修)

建設省関東地方建設局営繕部

(株)前川建築設計事務所

(株)横山建築構造設計事務所

清水建設(株)

施工(新築・改修)

清水建設(株)

3. 構造計画

「戦後の日仏関係改善の記念碑」であり、「世界的建築家ル・コルビュジェによる作品」である国立西洋美術館を改修するにあたっては、免震案、耐震補強案(柱、梁主体)、耐震補強案(耐震壁主体)などが検討されたが、以下のことを考慮し免震案による改修が行われることになった。

- ・地震時における来館者の安全
- ・美術館の機能性
- ・美術品の保護
- ・オリジナルデザインの継承

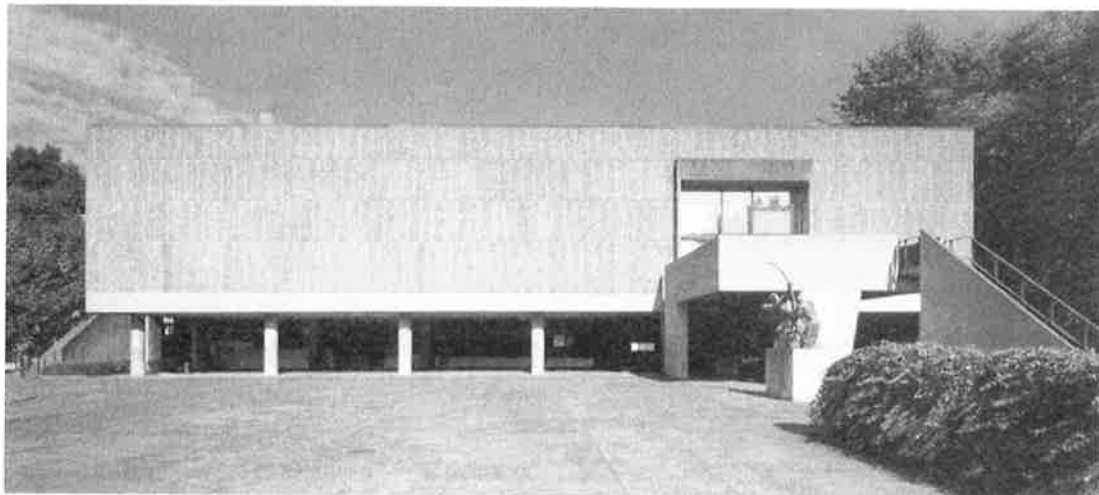


写真-1 国立西洋美術館(文献1)

図-1に現状建物の断面と免震化された断面を示す。今回の工事では耐震改修工事と同時に地下階の増築工事もおこなわれている。

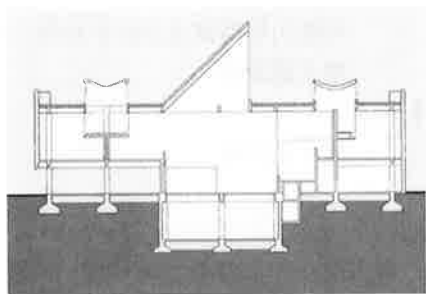
耐震改修の設計クライテリア及び免震装置の概要を表-1及び表-2に示す。

建物の地下が複雑な形状をしていることから、免震装置の設置場所が限られていること及び免震装置の維持管理の容易さを考慮し、免震装置にはエネルギー吸収機構が一体となった高減衰型積層ゴムが採用されている。

積層ゴムは、各柱下に1台、計49台(直径600mmが43台、直径650mmが6台)の高減衰型積層ゴムが設置されている。

なお、建物の応答解析結果及び部材の応力解析結果等は文献2に記述されているため、ここでは主に施工方法について詳しく述べる。

現 状



免震化

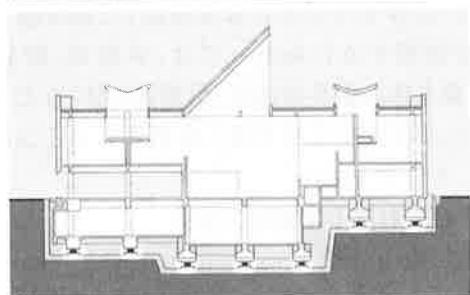


図-1 現状及び免震化された建物断面(文献1)

表-1 改修設計のクライテリア

レ ベ ル	上部構造	免震構造
各種観測地震波 レベル1 (25cm/sec)	せん断力係数0.15以下、 全部材が許容応力度以内	
各種観測地震波 レベル2 (50cm/sec)	せん断力係数0.20以下、 全部材が弾性限耐力以内	最大相対変位20cm程度、 免震層に引き抜きを生じない
日本建築センター模擬波 JMA神戸観測原波	せん断力係数0.20以下、 全部材が弾性限耐力以内	最大相対変位40cm程度、 免震層に引き抜きを生じない

表-2 免震装置の概要

免震装置水平剛性	50%せん断ひずみ時 82.81 tf/cm 100%せん断ひずみ時 55.37 tf/cm
免震装置減衰定数	15%
積層ゴム面圧	最小 52kg/cm ² 、最大 97kg/cm ² 平均 76kg/cm ²
水平方向固有周期	水平変位 10cm T=2.11秒 水平変位 20cm T=2.57秒

4. 施工方法

図-2に施工手順を示す。施工手順は

①既存床の撤去

基礎周辺を掘削するため、既存の土間スラブを撤去する。

②掘削及び基礎梁の補強

基礎下に免震装置を設置するため、基礎周辺の掘削を行う。また、建物を仮受けするために、既存基礎梁の補強を行う。

③仮受け

補強された基礎梁を反力として、直径350mmの鋼管杭を圧入する。鋼管杭に所定の支持力が発揮された後、基礎梁と鋼管杭の間にサポートジャッキを組み込み、建物を仮受けする(写真-2)。

④基礎下部の掘削

免震装置を取り付けるため、さらに基礎下部を掘削する。直接基礎直下のラップルコンクリートは、ワイヤーソーなどを用いて分割し、搬出する。

⑤免震装置の取り付け

新しく底版コンクリートを打設し、免震装置を取り付ける(写真-3)。

⑥免震化

鋼管杭を切断し、床を造り、建物の免震化が終了する。

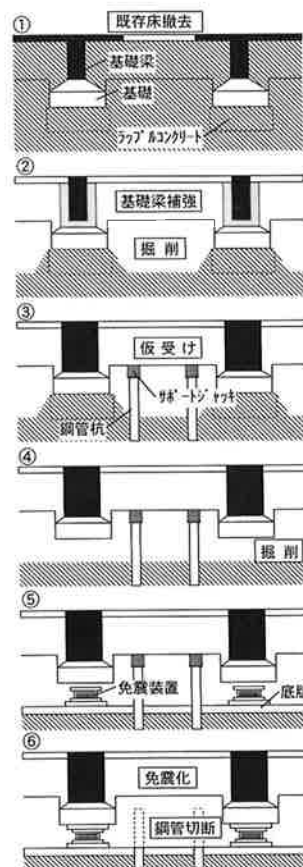


図-2 施工手順

また、建物を免震化することにより地震時に免震層に大きな変形が生じる。そのため、その変形に追従できるように意匠、設備の対応が必要となる。

特に本建物は前庭と本館の連続性が意匠上重要となり、図-3及び写真-3に示すようなエキスパンションを考案し採用している。



写真-2 鋼管による建物の仮受け

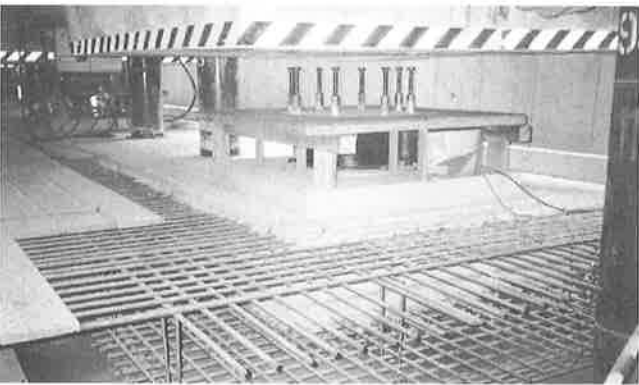


写真-3 免震装置の設置状況

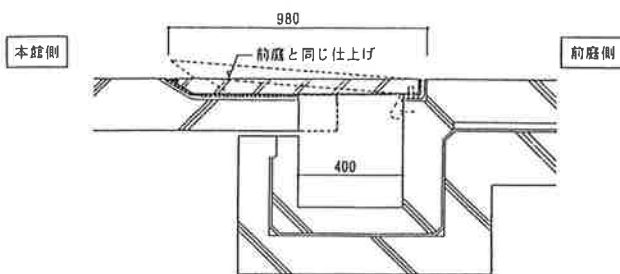


図-3 エクスパンション(文献2)

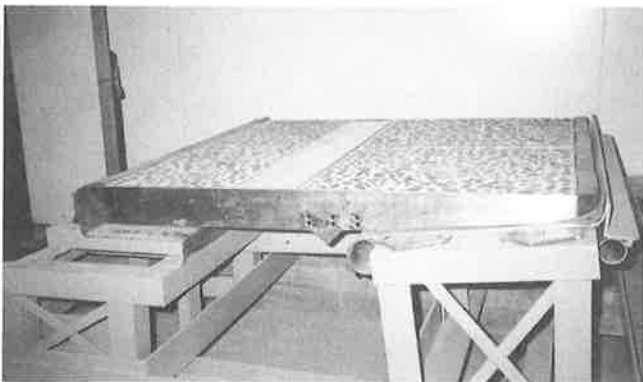


写真-4 エクスパンション

5. 質疑応答

見学会における主な質疑応答を以下に記述する。

Q：施工中の耐震安全性の確保はどのようにしているのか

A：震度0.2に相当するせん断力を建物周辺12箇所に設置した鉄骨の切り梁にて対応している。

(写真-5)

Q：建物の仮受け時のサポートジャッキの荷重の設定はどのようにしているのか

A：既存建物の軸力を特定することはむずかしい。そのため、変位計測を行い、2mm程度以内の範囲で基礎をジャッキアップしている。

Q：耐震改修工事費用はいくらか

A：今回の工事は、一部増築工事も兼ねているため、耐震改修費用のみを算出することはむずかしい。総工事費は、約16億円である。



写真-5 建物周辺の鉄骨切り梁

6. おわりに

阪神・淡路大震災以後、既存建物の耐震改修技術に対する関心が高まっている。耐震改修技術のひとつである免震レトロフィットは、建物の外観や内装を損なうことが少ないため、歴史的・文化的建造物の耐震改修には、最適な工法と言える。

謝辞

御多忙の中、見学会の説明・案内をしていただきました建設省関東地方建設局の望月氏、伊藤氏、(株)前川建築設計事務所の中川氏及び清水建設(株)の平栗氏に深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 見学者用パンフレット
「国立西洋美術館本館 免震レトロフィット」
- 2) MENSIN 1997 No.15 冬号「免震建築紹介 国立西洋美術館」
建設省関東地方建設局 森廣和幸