

東京駅丸ノ内本屋（保存・復原）の免震構造について



鎌田 泰裕
東日本旅客鉄道



鈴木 勇
同



田原 幸夫
ジェイアール東日本建築設計事務所



蓮田 常雄
東京建築研究所

1 はじめに

「赤レンガ駅舎」として、広く親しまれている東京駅丸の内駅舎は、わが国の近代建築の祖、辰野金吾の設計により大正3年(1914年)に竣工した。昭和20年(1945年)の東京大空襲により屋根や内装を焼失し、戦後すぐに復興されたが、創建当時の姿ではなく、ドーム屋根は八角形に、切妻部は2階建とする応急復旧で、大きくその姿を変えた。

また、東京駅は日本の鉄道の中央駅であり、鉄道ネットワークの中心であるとともに、東京の中央停車場として、人々と共に歴史を刻んできたわが国の明治・大正を代表する歴史的建造物であると言える。そして、鉄道史上重要な建築物であるとともに、近

代建築としての文化的価値が認められ平成15年(2003年)には重要文化財に指定された。

しかしながら、将来的には構造的な補強等が必要となることもあり、そのあり方について検討がされてきたが、現在、進められている「東京駅周辺の再生整備」における開発もあいまって、創建当時の姿に保存・復原することとなった。

(1) 丸の内駅舎の歴史

明治22年(1889年)に東京府知事より告示され東京市区改正計画において、新橋・上野両停車場を結ぶ市内貫通高架線の建設が定められ、翌年、東京市中央に停車場を設置する旨の訓令が出された。

設計は当初逓信省工務顧問として雇われていたド



写真1.1 丸の内駅舎創建時写真

写真：鉄道文化財団提供

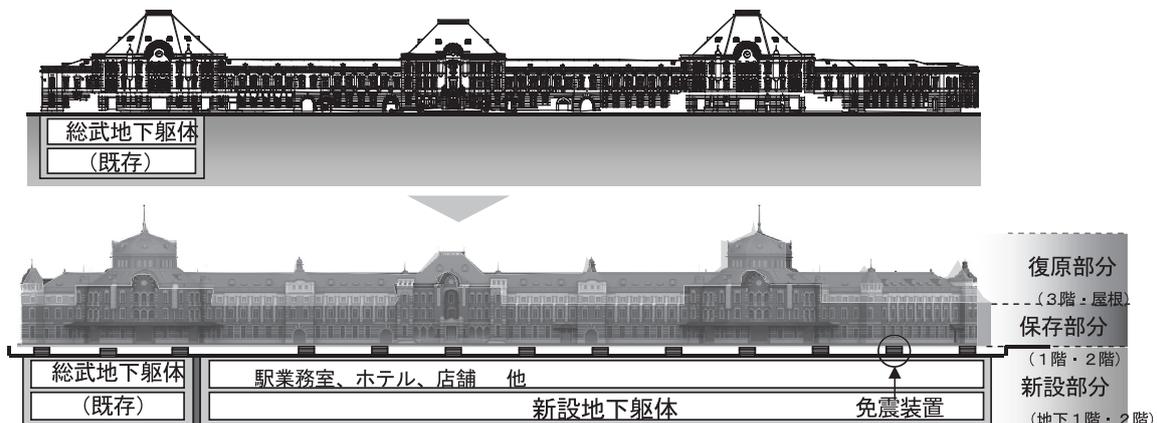


図1.2 丸の内駅舎保存・復原 概念図

イツ人F. バルツァーによって進められていた。しかし、その外観は西洋風煉瓦建築の上に瓦葺の屋根を載せ、出入口上には唐破風を載せるなど和洋折衷であり、「ステーションのごときは、外国式がよい」という明治天皇の意向で却下されたとされている。

そこで、辰野金吾(辰野葛西事務所)が設計を担当することとなる。一時は、予算や機能の見直しにより規模が縮小されたが、日露戦争に勝った後、当時の鉄道院総裁・後藤新平の「大國ロシアを負かした日本にふさわしい、世界があっと驚くような駅を」という要望により、3階建ての大規模な駅になった。工事は、明治41年(1908年)に着工し、大正3年(1914年)に竣工した。

大正12年(1923年)9月1日に関東大震災が起これ、周辺の建物等には甚大な被害が生じたが、丸の内駅舎には特に被害はなかった。しかし、昭和20年(1945年)5月25日、空襲による火災で屋根や内装が焼失し、その後復旧工事が行われ、昭和22年(1947年)3月に完了した。その後解体されること無く保存・復原工事着工前までその姿を留めていた。

(2) 保存・復原の背景・経緯

丸の内駅舎の改良計画については、昭和30年代以降、建替えて高層化する案など様々な検討がされてきた。そのような経緯のなか、具体的に保存・復原へ向けて動き出したのは、平成11年(1999年)に東京都と当社で協議が行われ、東京の都心再生に向け創建当時の姿に復原することで基本認識が一致した。

その後、「東京駅周辺の再生整備に関する研究委員会(委員長:伊藤滋早稲田大学教授)」が開催され、丸の内駅舎の保存・復原の方針および駅前広場整備に関する提言がなされた。この委員会の提言を受け、法整備など周辺環境が整ったことから、平成14年(2002年)に東京都と当社が一致協力して事業の推進を図ることで両者合意した。

(3) 保存・復原の意義と目的

当社では、丸の内駅舎の歴史的価値の高さを認識した上で創建当時の姿に保存・復原し、歴史的建造物という文化的資産を未来に継承すること、また、首都東京の「顔」に相応しい「東京駅周辺の再生整備」のシンボルとして風格のある都市空間の形成に寄与することを保存・復原の目的としている。

また、財源については、平成12年(2000年)の都市計画法・建築基準法の改正により特例容積率適用区域制度(現特例容積率適用地区制度)が創設され、一定の条件を満たす敷地の未利用容積を、一定の地域内で他の敷地に移転して活用することが可能とな

ったことから、丸の内駅舎の未利用容積を活用することとなった。

(4) 保存・復原の概要

丸の内駅舎は、わが国近代を代表する建築であり、皇居に正対して都市的景観軸を形成するとともに、今もなお大勢の方が利用される現役の駅であることから、保存・復原の目標が次のように定められた。

- ① 風格ある都市景観の形成(外観とドーム内観の復原)
- ② 歴史的建造物の継承(現存する部分を可能な限り保存)
- ③ 赤レンガ駅舎の恒久的保存・活用(駅・ホテル・ギャラリーとして活用)

すなわち、丸の内駅舎を現役の建物として恒久的に利用しつつ、創建当時の姿に復原するというものである。この委員会の終了後、当社では学識経験者を交えた専門委員会を設けて保存・復原に関する検討を進め平成19年5月、東京駅丸の内駅舎保存・復原工事に着手した。



写真1.3 創建時と戦災復興時のドーム内観(創建当初/現状)

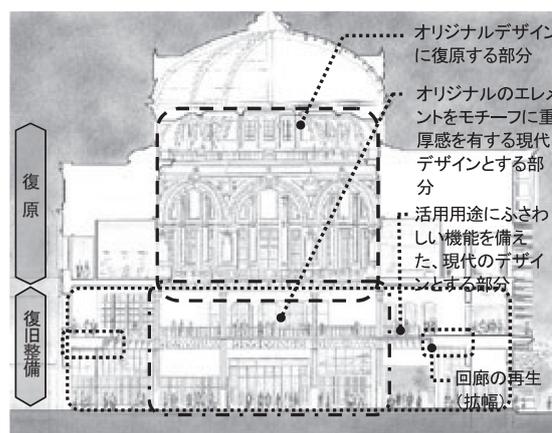


図1.4 ドーム内部の保存・復原(基本方針)

2 建築概要

(1) 一般概要

- ・ 建築名称：東京駅丸の内本屋
- ・ 所在地：東京都千代田区丸の内一丁目9番1
- ・ 建築主：東日本旅客鉄道(株)

- ・主要用途：駅施設、ホテル、美術館、駐車場
- ・地域・地区：商業地域、防火地域、特例容積率適用区域
- ・設計：東日本旅客鉄道(株) 東京工事事務所・東京電気システム開発工事事務所
東京駅丸の内駅舎保存・復原設計共同企業体(株)ジェイアール東日本建築設計事務所・ジェイアールコンサルタンツ(株)
- ・施工：東京駅丸の内駅舎保存・復原工事共同企業体(鹿島・清水・鉄建共同企業体)

(2) 施設規模

- ・敷地面積：117,324.04m² (一団地認定申請)
20,482.04m² (仮想敷地面積)
- ・建築面積：9,819.45m²
- ・延床面積：42,971.53m²
- ・階数：地下2階、地上5階

(3) 構造概要

- ・既存上部構造：鉄骨レンガ造
- ・増設部分：SRC造
- ・新設下部構造：RC造、SRC造
- ・免震構造 (新設下部構造と既存上部構造の間に免震層を設置、中間免震構造)

3 構造計画概要

(1) 保存・復原計画

丸の内駅舎の創建時への保存・復原に当たっては、既存レンガ壁・床組鉄骨を活用計画に支障する部分を除き極力保存し構造体として利用することとした。また、戦災復旧時に撤去された3階架構や尖塔類などの復原架構は、SRC架構やRC壁として耐力および剛性を確保する。復原架構の耐震要素は、既存レンガ架構に過度な負担をかけないように分散して配置している。既存構造物と復原架構の接合部は力が適切に伝達されるように既存内蔵鉄骨などを有効に利用した。

(2) 免震構造の採用

3階部分を増築して創建時の姿に復原するに当たり、保存部の既存鉄骨レンガ造を構造躯体として利用する検討を行った。大地震時に不足する強度を補強鉄筋コンクリート壁で補うには半分以上の壁を補強する必要があるが、免震構造とすることにより構造補強がほとんど不要であることから、隣接構造物との複雑な関係があるものの(図3.1)免震構造を採

用した。免震化に当たっては、既存鉄骨レンガ造(重要文化財部分)を仮受け杭で受け替え後に、逆打ち工法で地下1・2階(新設部分)を建設し、その間の免震層に免震装置を設置することとしている。法的には、地上部は復原部分も含めて重要文化財、免震層から下は新設扱い(建築基準法適用)とされているが、文化財保護法において未だ耐震基準が確立されていないため、建物全体として建築基準法に相当する耐震性能の確認を行っている。また、免震改修後には大地震時にも既存レンガ壁にはひび割れが生じないことを確認している。

丸の内駅舎周辺および隣接構造物により許容される水平変形量に制限があるため、オイルダンパーを多用して、免震層の変形量を抑制した免震構法を採用している。総武函体の上床版と北口ドーム部基礎梁の間隔(40cm高)に設置できるように、高さの低い免震材料を開発し採用した。

(3) 免震層の設計

前述のように丸の内駅舎は、隣接する中央線高架橋との水平クリアランスが小さいという制約条件がある。その中で免震工法を採用した場合、免震層における応答水平変形を一般的な免震システムより小さく制御したシステムを採用する必要がある。このため、オイルダンパーを多用し免震層の減衰力を大きくして、地震時の水平変形の小さいシステムとした。水平変形を小さく抑えることにより、建物の応答加速度が一般的な免震システムより増大するた

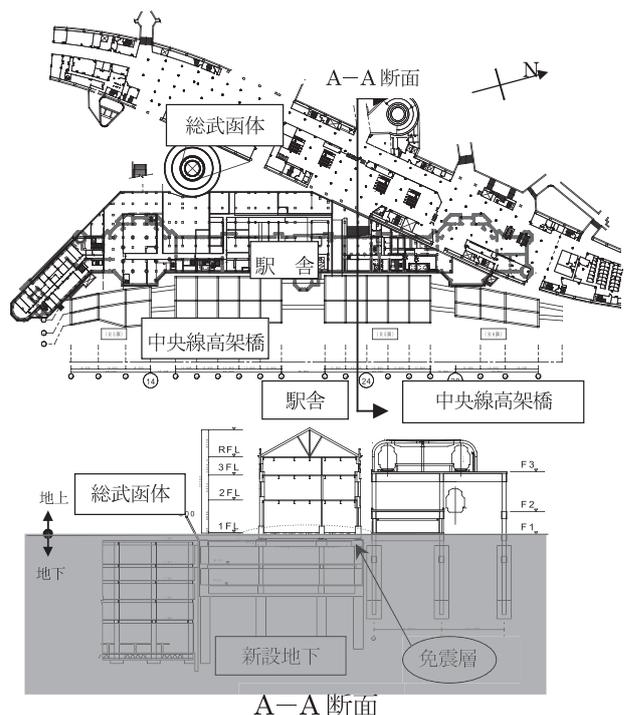


図3.1 周辺構造物との関係

め、免震層の変形を抑えた上で、免震システムを構成する諸元(免震ゴムの剛性、鉛ダンパー及びオイルダンパーの減衰力)のパラメトリックスタディにより、建物の応答加速度を小さくする最適組み合わせの検討を行い、積層ゴムやオイルダンパーの配置を決定した。

(4) 解析モデル

長さ330mに及ぶ長大な免震構造のため、通常の質点系解析の他にねじれ解析や多点入力解析など特殊な解析を行い、安全性を検証している。

上部構造は長辺・短辺方向とも弾性と仮定し、レンガ壁構造の立体解析モデルの剛性を用いる。免震層の復元力特性は、天然ゴム系積層ゴムはリニア、鉛プラグ入り積層ゴムは鉛プラグの降伏を考慮したバイリニア、弾性滑り支承はバイリニア、オイルダンパーは速度比例型の減衰係数として評価した。

(5) 固有値解析結果

免震層を固定とした場合の1次固有周期は長辺0.34秒、短辺0.36秒で、免震構造とした場合の極めて稀な地震時の等価剛性による1次固有周期は長辺、短辺ともに1.79秒である。また、極めて稀な地震時の等価粘性減衰定数は、オイルダンパー無しで20%、オイルダンパー込みで32%となっている。

(6) 応答解析結果

質点系モデルによる応答解析結果のうち、極めて稀な地震時の結果を示す。(図3.2、3、4)

オイルダンパーを多用することにより、免震層の変形を12cmに抑えることが可能になった。1～4階の応答加速度も200gal程度となり人や収容物への影響は少ないが、鉄骨造のドーム部は最大900galの応答となるため、ドーム天井等仕上げ材の取り付けには十分な配慮をしている。層間変形角も1/2000以下であり、レンガ壁の想定ひび割れ発生変形角(1/1500)以内となっている。

免震層の変形量は、12cm程度(一般的な免震建物は30～50cm程度)のため、免震層レベルでの設計クリアランスを20cmと設定しているが、それでも

丸の内駅舎の北ドーム部・南ドーム部と中央線高架橋は干渉することになる。そこで北ドーム部については近接壁をセットバックし、南ドーム部は干渉する範囲を切削した。

4 おわりに

平成19年(2007)5月に着手した丸の内駅舎の保存・復原工事は、広く国民に親しまれるような駅舎にすることを目標に設計・施工に取組み、約5年半の歳月を経て、平成24年(2012)10月1日に開業を迎えた。これからの100年も首都東京の顔として、皆様に愛される駅舎となることを願っている。

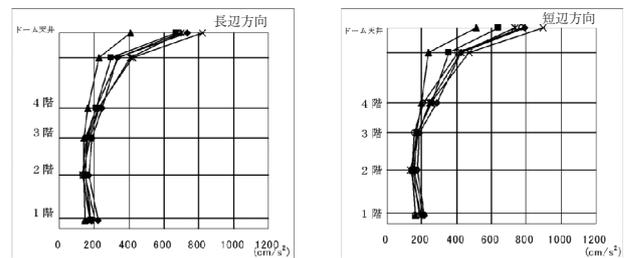


図3.2 最大応答加速度

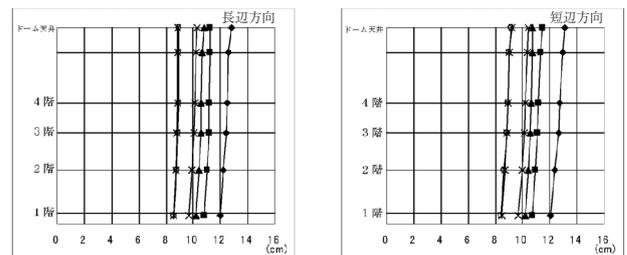


図3.3 最大応答変形

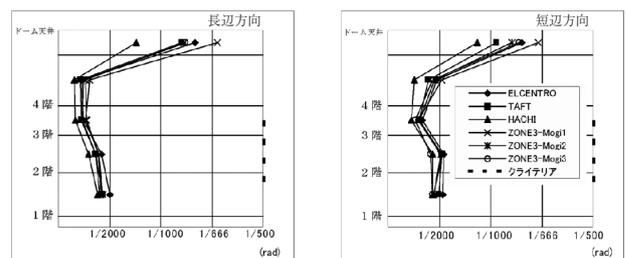


図3.4 最大応答層間変形角

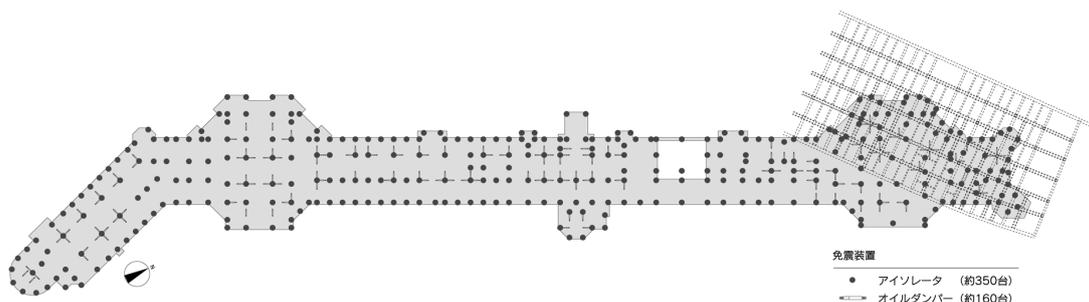


図3.5 積層ゴムとオイルダンパー配置図