

# 中央合同庁舎第3号館耐震改修工事 —国内最大級規模の免震レトロフィット—

末 兼 徹 也 ・ 林 涉 ・ 今 井 昭 子

国土交通省が入居する中央合同庁舎第3号館は、災害応急対策活動拠点施設としての機能強化を図るため、耐震改修工事を実施し平成14年12月に完成している。耐震改修構法の選定にあたっては、各種技術的検討を踏まえ基礎下に免震装置を設置し、建物全体を免震化する「免震レトロフィット」構法を採用した。

本報文は、本計画における、構法選定の経緯から耐震改修設計、免震装置盛替等の施工計画の概要を紹介するものである。

キーワード：建築，災害応急対策活動拠点，耐震改修，免震レトロフィット，使いながらの工事

## 1. はじめに

国土交通省が入居する中央合同庁舎第3号館は、地上11階、地下2階、塔屋2階、高さ約54m、延べ床面積約7万m<sup>2</sup>の鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物で、竣工後約40年が経過している（写真—1）。

本庁舎は、平成7年の阪神・淡路大震災による官公庁施設の被災状況を踏まえ、国の重要な災害応急対策活動拠点（いわゆる「防災拠点」）の一角を担う本庁舎の耐震性能の確保を図るため、「免震レトロフィット」と呼ばれる構法によって、耐震改修を行い、平成14年12月に完成している。

## 2. 改修計画

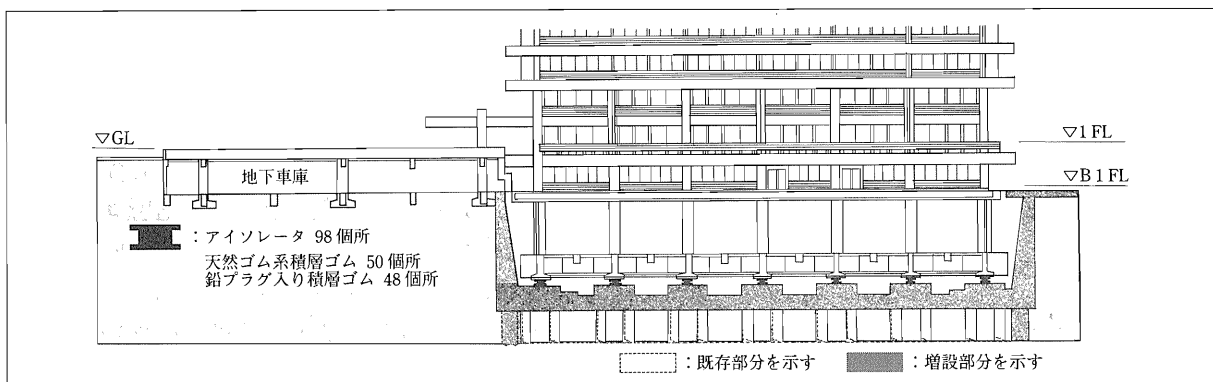
本庁舎については、阪神・淡路大震災直後に行った耐震診断の結果、防災拠点として必要とされる耐震性



写真—1 中央合同庁舎3号館（外観）

能の確保を図るため、耐震改修が必要であるとの判断に至った。

その後、「官庁施設の総合耐震計画基準（平成8年10月）」等に基づき、耐震壁やブレース等を増設する在来構法、制振構法、免震構法等、各種耐震改修構法について、施工時のコスト、工期、施工性を含め、施



図—1 基礎免震改修概要図

工中の庁舎機能、改修後の耐震性能、執務機能等に関する各種技術的検討を進めてきた。

これらの技術的検討結果を総合的に評価して、基礎下に免震装置を設置し、建物全体を免震化する、いわゆる基礎免震形式の「免震レトロフィット」を選定している（図—1）。

選定理由としては、耐震壁やブレース等を増設する在来構法とした場合は、防災拠点としての機能を確保することが困難なことから除外された。

また、制振ダンパーを設置する制振構法とした場合は、改修後の執務機能が低下すること、工事中に部分的な事務室の移転を要する等、業務に多大な影響を及ぼすことが課題となり選定に至らなかった。

一方、免震構法による場合は、上部構造の補強が不要なため、改修前の執務機能が確保されること、工事中も庁舎機能を確保して、使いながらの工事が可能となること、さらに、免震レトロフィットの国内外の実施例も徐々に蓄積され、施工技術的にも十分に対応可能な状況が整ってきたことなどが選定理由として挙げられる。

本耐震改修計画時点（平成 11 年度末）における国内の施工中を含めた免震レトロフィットの実施例は 27 件程度あり、そのうち、国土交通省では、ル・コルビジェの設計として有名な国立西洋美術館本館、及び国立国会図書館支部上野図書館（国際子ども図書館）において基礎免震レトロフィットによる耐震改修工事を実施している。

なお、本庁舎のような大規模庁舎の実施例はなく、本耐震改修工事は国内最大級規模の免震レトロフィットとなっている。

### 3. 耐震改修設計

本庁舎における耐震改修設計にあたっては、下記に示す基本方針に沿って行われた。

- ① 災害応急対策活動拠点施設としての機能を確保するため、大地震動における建物の揺れを低減する。
- ② 庁舎を使いながら改修工事を実施する。
- ③ 上部構造に壁の増設等による補強は行わない。
- ④ 工事中も耐震改修前と同等の耐震性能を確保する。

#### （1）耐震安全性の分類

本庁舎の耐震安全性の分類は、「官庁施設の総合耐震計画基準（平成 8 年 10 月）」に基づき、大地震動時

においても、構造体のみならず建築非構造部材及び建築設備も被害を受けることなく所要の耐震安全性を確保し、防災拠点施設としての機能を確保する（表—1）こととなっている。

表—1 耐震安全性の目標（「官庁施設の総合耐震計画基準（平成 8 年 10 月）」抜粋）

種別	分類	耐震安全性
構造体	I 類	大地震動後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できることを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
建築非構造部材	A 類	大地震動後、災害応急対策活動や被災者の受入れの円滑な実施、又は危険物の管理のうえで、支障となる建築非構造部材の損傷、移動等が発生しないことを目標とし、人命の安全確保に加えて十分な機能確保が図られている。
建築設備	甲類	大地震動後の人命の安全確保及び二次災害の防止が図られていると共に、大きな補修をする事なく、必要な設備機能を相当期間継続できる。

#### （2）耐震性能の目標

耐震安全性の分類を踏まえ、基礎免震構法による設計にあたっては、表—2 に示すように地震動時において構造体が確保すべき耐震性能の目標を設定し、かつ、基本的に既存上部構造の補強を行うことのないよう設計の目標を定めた。

表—2 耐震性能の目標

レベル	部位	目標耐震性能
レベル 1*	上部構造	短期許容耐力以内
	免震部材	安定変形 36 cm 以内（総厚の 200%）
	基礎構造	短期許容耐力以内
レベル 2*	上部構造	弾性限耐力以内
	免震部材	性能保証変形 54 cm 以内（総厚の 300%）
	基礎構造	弾性限耐力以内

※ レベル 1：稀に発生する地震動

レベル 2：極めて稀に発生する地震動

#### （3）時刻歴応答解析

耐震性能の確認は時刻歴応答解析を行い、解析モデルは地下 2 階以上の各層を 1 質点とした 15 質点等価せん断型モデルとした。

上部構造の復元力特性は、静的弾塑性解析で得られた荷重変形曲線を tri-linear に理想化して求め、履歴特性を層間変形量に応じて剛性が低下する剛性遞減型とした。

免震層の復元力特性は、天然ゴム系積層ゴムアイソレータを Linear に、鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータを歪依存型 Bi-linear に、オイルダンパを速度依存型 Linear に、それぞれモデル化した。

積層ゴムの力学的特性は温度の影響を受けるため、Hard Case、Medium Case 及び Soft Case の 3 ケースについて解析を行った。図—2 に、時刻歴応答解析

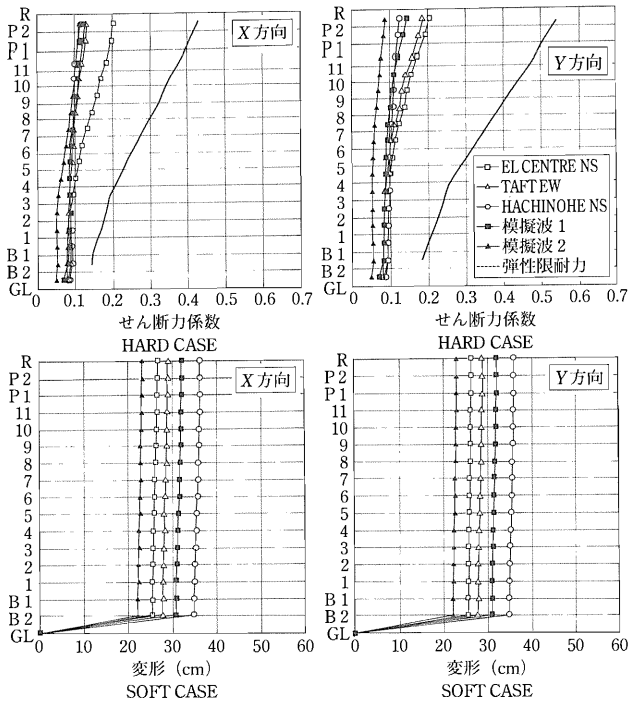


図-2 時刻歴応答解析結果 (レベル 2)

の結果として Hard Case の場合のせん断力係数と、Soft Case の場合の変形を示す。上部構造に生じるせん断力は、レベル 2 において最大 0.095 程度、また、上部構造の層間変形角は 1/1200 と極めて小さく、上部構造を補強することなく、設定した耐震性能目標が満足できることが確認された。

具体的なイメージとしては、「極めて稀に遭遇する可能性のある地震動 (レベル 2: 震度 6 強~7 程度相当) に対して、庁舎の揺れは小さくおさまる (体感的に震度 3~4 程度)」といったものである (図-3)。

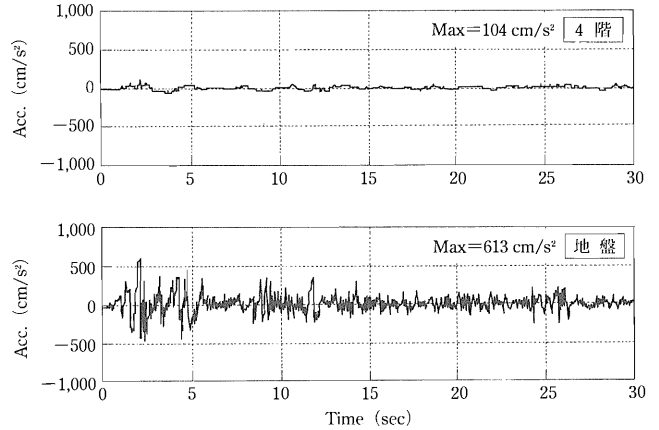


図-3 地震加速度波形と 4 階床応答加速度 (EL CENTRE 1940 NS (レベル 2))

(4) 基礎部の設計概要

基礎部は、マットスラブの柱列体を線材置換とした格子梁モデルに、杭体の鉛直及び水平バネ (群杭による低減係数を考慮)、外周部擁壁に対する受動バネ及び摩擦バネを考慮したモデルにより、解析を行った。杭に作用する外力は、上部構造の慣性力により生じるせん断力に加えて、地震時に生じる地盤の変位 (自

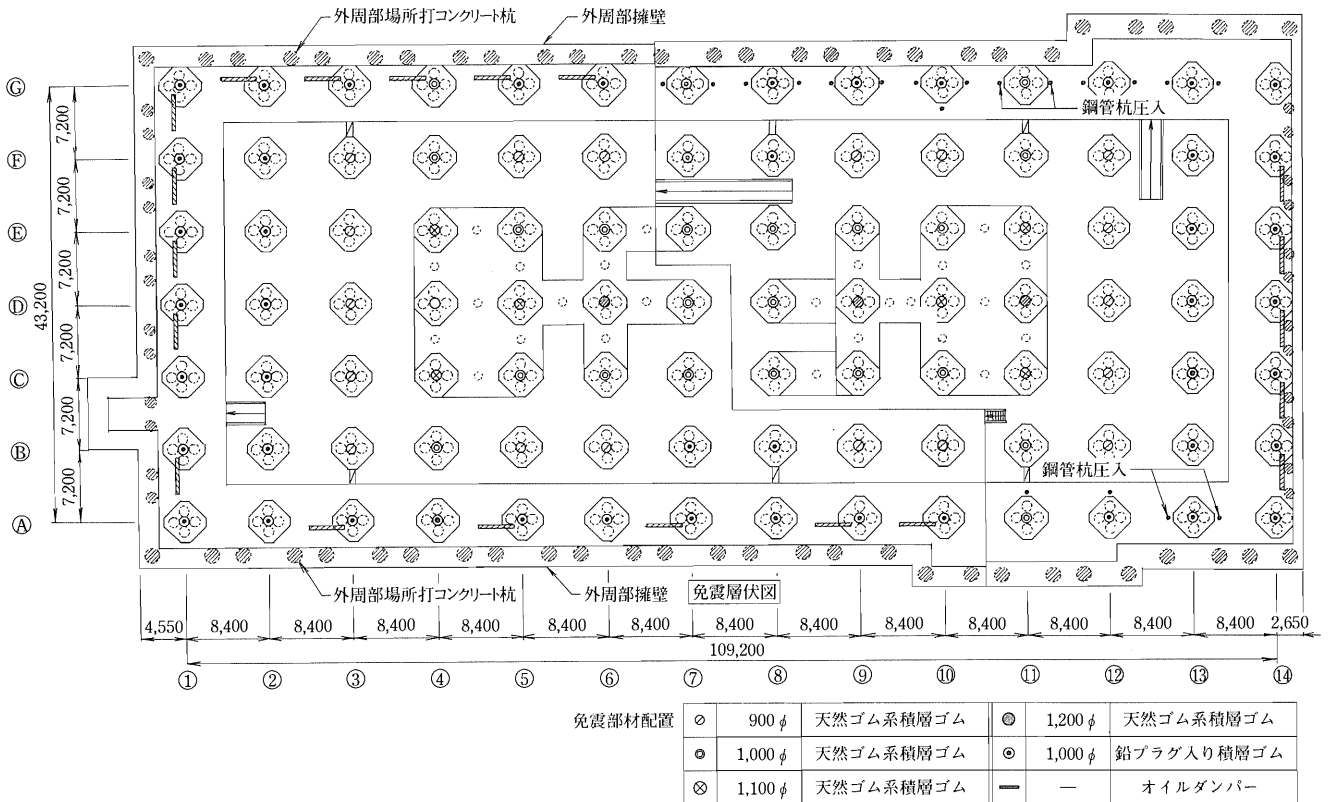


図-4 免震層伏図

由地盤系の地震応答解析結果)を考慮し、各応力は単純累加とした。

マットスラブに対しては、これらの応力に積層ゴムアイソレータの変形により生じる曲げモーメントを加え、断面設計を行った。

これらの検討結果により、既存杭、新設杭、マットスラブ共、設定した耐震性能目標を満足できることを確認した。

#### (5) 免震構造概要

免震装置は、予備応答解析の結果を踏まえ、振動性状、コスト、施工性等を総合的に判断した。

免震部材は、天然ゴム系積層ゴムアイソレータ  $\phi 900$  mm,  $\phi 1,000$  mm,  $\phi 1,100$  mm,  $\phi 1,200$  mm, 鉛プラグ入り積層ゴムアイソレータ  $\phi 1,000$  mm を各柱直下に設置し、建築物外周部にオイルダンパーを設置する(図-4)。

### 4. 施工計画

#### (1) 全体施工計画

本工事は、施工途中における耐震安全性の確保が重要な課題となることから、施工計画については設計段階から詳細な検討を行った。特に、基礎下を掘削する工程においては、既存杭が露出し、基礎の剛性が大き

く低下する。このため、本施工計画の検討に当たっては、全体工事工程を前半工程と後半工程に大別する施工計画とした。

前半工程においては、庁舎外周部の場所打ちコンクリート杭を打設し、さらに、擁壁及び庁舎外周部の仮設躯体(地下2階、地下1階仮設スラブ)を構築し、庁舎全体の基礎の耐震安全性を向上させた。

また、後半工程においては、基礎下の掘削を行った。その際、基礎下の掘削により露出する既存杭の本数が、最大で全体の約50%程度となるように大きく6工区に分け、工事を進めた。

#### (2) 免震装置盛替え手順

「免震レトロフィット」工事においては、基礎下に免震装置をいかに安全かつ効率的に設置できるかがポイントとなることから、本計画では、基礎下マットスラブ構築後の各柱下の免震装置設置手順を次のように計画した(図-5)。

##### (a) 既存杭切断、仮受けジャッキ設置

マットスラブ先行部のコンクリートを打設後、積層ゴムアイソレータ設置箇所にある4本の既存杭のうち、1本をワイヤソーにて切断・撤去した。切断した杭位置に仮受けジャッキを設置した。同様な手順で3本目の杭まで順次切断、仮受けジャッキ設置を繰り返し、4本目の杭を切断した。

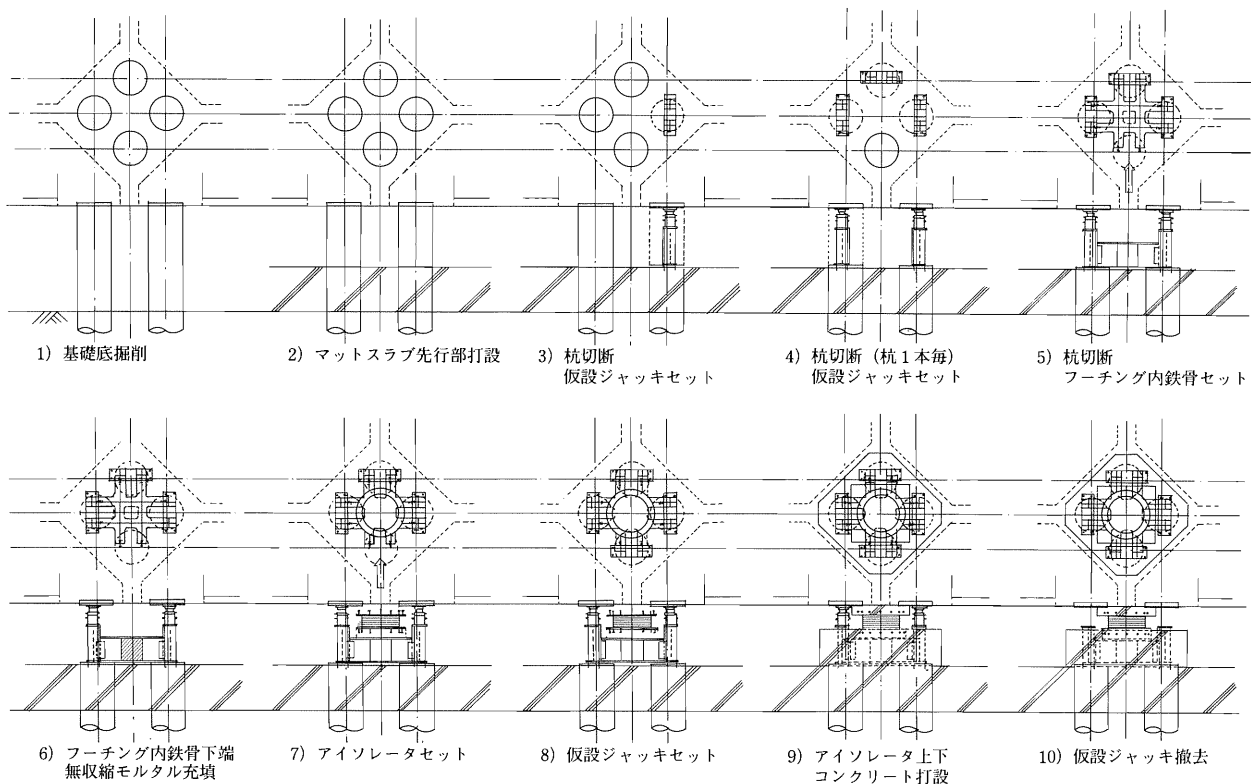


図-5 アイソレータ盛替え計画概要図

**(b) 鉄骨架台設置**

仮受けジャッキが設置されていないスペースから、鉄骨架台を挿入した。鉄骨架台下端に無収縮モルタルを充填した。

**(c) 免震装置設置**

免震装置は、上下の取付けプレートと一体の状態では鉄骨架台に設置し、最後の仮受けジャッキを設置した。

**(d) 免震装置上下基礎のコンクリート打設**

土木基礎の配筋を行い、コンクリートを打設（上部基礎は圧入）した。

**(e) 仮設スラブ撤去、仮受けジャッキ撤去**

コンクリート強度の確認後、建物外周部の仮設スラブ及び仮受けジャッキを撤去した。

**(3) 庁舎機能維持に対する施工計画**

庁舎を使いながら工事を行うため、庁舎機能に支障の無いよう計画した。

**(a) 仮設通路**

歩行者の動線と車輛の動線が重複しないよう、敷地入口部から仮設通路を設け、職員及び来庁者の動線を確保した。

**(b) 設備配管等の盛替え**

本庁舎のライフラインである設備配管等は、工事中も切断することは出来ないため、工事着手前に盛替えを行い庁舎機能を確保した。

**5. 維持管理**

本庁舎の耐震性能を維持するためには、免震装置の性能を確保する必要がある。そのため、免震装置の継続的な点検を通じて所定の免震性能が維持されているか点検を行う。

点検は目的により、定期点検、応急点検及び詳細点検の大きく、3つに分類されている。

また、点検の対象項目としては、免震装置、免震層、

建物外周部、免震層内の設備配管、配線可撓部等について行う必要があると考えられる。

**6. おわりに**

本庁舎は、建築基準法第36条3項に基づき、免震構造性能評価（BCJ基評-IB0020）、建設大臣認定（建設省営住指発第1号）を受け工事に着手した。

既存建築物の免震レトロフィットは、設計、施工に係る技術的課題に対して的確に対応することが重要であり、設計者、監理者、施工者に高度な技術力が求められるとともに、連携した取組みが重要である。

最後に、免震レトロフィットは、既存躯体の補強が必要最小限にして、大きな耐震性能の向上が可能となる方法であり、建物を使用しながらの改修工事も可能な方法である。

今後、本計画が、免震レトロフィットの促進に貢献できることを期待するものである。

**JICMA**

**【筆者紹介】**

末兼 徹也（すえかね てつや）  
国土交通省  
大臣官房官庁営繕部  
建築課  
課長補佐



林 渉（はやし わたる）  
国土交通省  
大臣官房官庁営繕部  
建築課  
構造設計第二係長



今井 昭子（いまい あきこ）  
国土交通省  
大臣官房官庁営繕部  
建築課  
国土交通技官

