

九段郵政局庁舎・九段宿舎

免制震デバイス
世良信次



横浜ゴム
小澤義和



清水建設
猿田正明



前田建設工業
藤波健剛



1. はじめに

九段郵便局庁舎・九段宿舎は、1階が郵便局、2階から10階が独身用宿舎となっている。この用途を考慮し、免震構造を採用した耐震改修工事が、郵便局の業務を止めることなく、さらに居住者をほとんど移住させることなく行われた。免震層は、2階に計画し、2階の宿舎用途を出来る限り減らすことなく施工された。その計画には各所に免震構造特有の水平スリットや可撓設備がうまくデザインされて仕上げられている。

本建物は、地下鉄九段下駅を出た近辺で、靖国通りに面しており、水平スリットや可撓設備の外観に対する配慮が各所に伺われる。写真-1に建物外観を示す。



写真-1 建物外観

本報告は、建物の構造概要とあわせてこれら各所に見られる免震構造に関する配慮を紹介する。

今回は改修工事完了後3年を経過し、居住者と郵便局を日々利用者する人たちが出入りする状況の建物を出版部会委員長の加藤他7名のメンバーと住友建設株式会社の古橋氏に同伴を頂き訪問した。

2. 設計のコンセプト¹⁾

郵政省は、本建物の耐震診断の結果、建て替えあるいは、耐震改修の検討を行い、宿舎の共用施設が多い2階を免震層とする中間階免震構造を採用した。この設計案のコンセプトは、郵便局と宿舎を使用しながら施工することを掲げ、設計施工一貫発注方式の公募型一般競争入札が行われた。

3. 建物概要¹⁾

本建物は、地上10階の内、1～4階までが鉄骨鉄筋コンクリート造、5～10階までが鉄筋コンクリート造の住宅用建物である。1階を郵便局とし、その他の階は宿舎で計画されている。平面形状は長辺方向が約44m、短辺方向が19mの長方形で、階段室、EV等のコアが中央部にあり、中廊下を挟み両側に居室を有する。また、免震層を2階に設けた中間階免震構造となっている。

図-1に断面図を、図-2に改修前後の2階平面図（改修後：免震層）を、また下記に建物概要を示す。

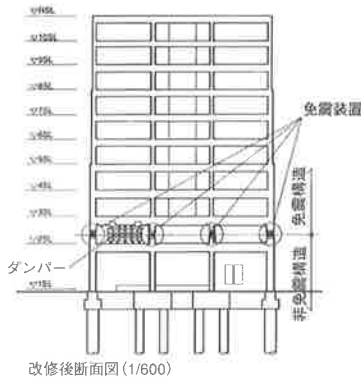
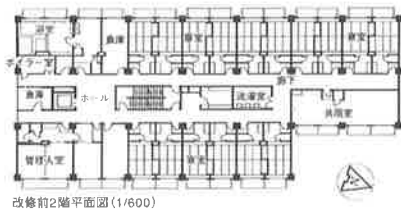
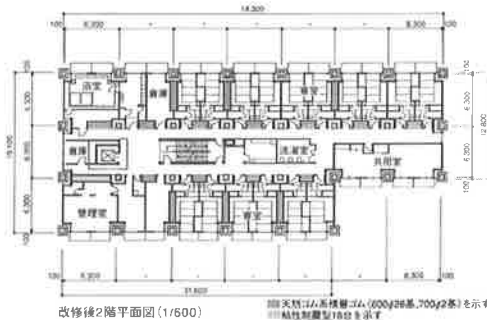


図-1 断面図



改修前



改修後

図-2 改修前後の2階平面図

(建物概要)

名称 : 九段郵便局・九段宿舍
 建築場所 : 東京都千代田区九段南1-4-6
 用途 : 郵便局 (1階)、宿舍 (2~10階)
 建築年 : 1967年 (昭和42年)
 敷地面積 : 1,481㎡、建築面積 : 777㎡
 延べ床面積 : 7,695㎡
 階数 : 地上10階、地下なし、塔屋2階
 高さ : 軒高29.85m、最高部高さ39.40m
 構造 : SRC造 (1~4階)、RC造 (5~10階)
 基礎 : 杭基礎 (場所打ちコンクリート杭)
 設計・監理 : 郵政省東京郵政局施設部、住友建設

4. 免震構造計画概要¹⁾

本計画では、2階の居住階を免震層とするため、地震時の水平変位を出来るだけ抑え、使い勝手の悪化をさけることが条件となった。本設計では、天然ゴム系積層ゴムと高い減衰機能を持つ粘性制震壁を組み合わせた免震システムが採用された。表-1に免震装置と粘性制震壁の仕様を示す。また、図-2の改修後の平面図に免震装置の配置を示す。

免震装置としては、天然系積層ゴム支承NRIφ600を28基とNRIφ700を2基、粘性制震壁18基を使用している。写真-2および写真-3に施工時の天然系積層ゴム支承NRIφ600と粘性制震壁を示す。さらに図-3に免震装置の柱取り付け部分の断面図を、また図-4に粘性制震壁の側面と断面図を示す。



写真-2 施工時の積層ゴム支承NRI φ600

表-1 免震装置と粘性制震壁の諸元

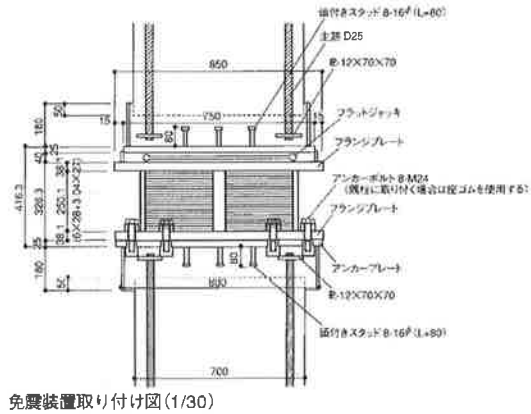
N R I	天然ゴム系積層ゴム					
	有効ゴム径(mm)	609.7	711.3			
	中心空洞径(mm)	50	50			
	2次形状係数	3.62	4.23			
	平均面圧 (N/mm ²)	7.34				
	ゴム層: 厚×層数	6 mm×28層				
	内部鋼板: 厚×層数	3.04mm×27層				
	フランジプレート(SS400)	31.8mm				
	装置全体高さ(mm)	314.7				
	被覆ゴム(mm)	19				
V D W	粘性制震壁					
		VD150	VD240	VD310	VD450	
	有効形状(mm)	Wo	900	1400	2300	3200
		Ho	1255	1255	1255	1255
	限界変形(mm)	300				
	間隙(mm)	5.0				
粘性体粘度(Poise)	90,000					

5. 構造設計概要

設定した改修設計目標を表-2に示す。

表-2 改修設計目標

レベル	改修設計目標	
	上部構造・基礎構造	免震装置
レベル1	部材レベルで弾性限以下	最大変形量 15cm 以下 浮き上がりを生じさせない
レベル2	架構レベルで弾性限以下 部材のせん断破壊を 発生させない	最大変形量 25cm 以下 有害な浮き上がりを生じ させない

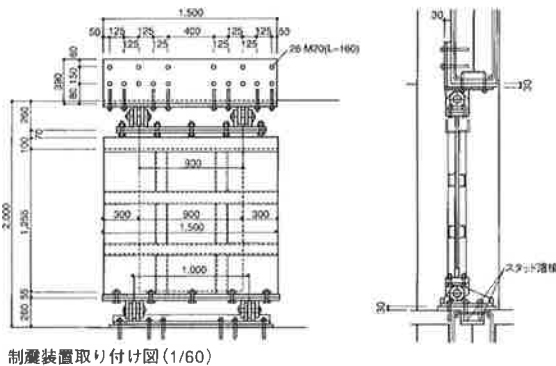


免震装置取り付け図(1/30)

図-3 免震装置の柱取り付け部分断面図



写真-3 施工時の粘性制震壁



制震装置取り付け図(1/60)

図-4 粘性制震壁の側面と断面図

表-3 入力地震動の諸元

地震波名	観測最大加 速度(cm/s ²)	入力最大加速度(cm/s ²)	
		レベル1	レベル2
El Centro, NS	341.7	255.4	510.8
Taft, EW	176.0	248.4	496.8
Hachinohe, NS	225.0	165.1	330.1
Hachinohe, EW	182.9	127.7	255.4
模擬作成地震動	592.4	—	592.4

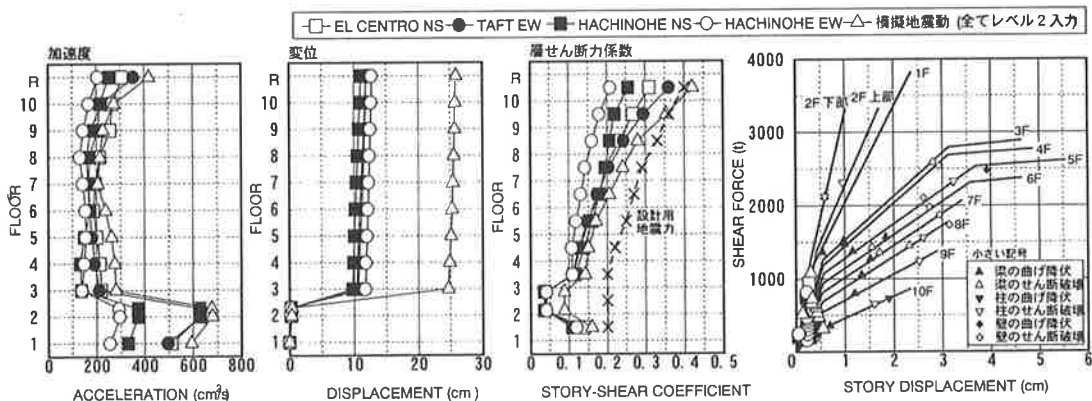


図-5 レベル2相当の記録波形4波と模擬地震波1波による地震応答解析結果

6. 見学記

当日は雨天となったが、建物内会議室にて計画・設計の経緯と結果および工事時の注意点などを伺うことができた。写真-4にその状況を示す。



写真-4 会議室での説明会状況

また、建物内部を移動しながら、空室となっている室内、中廊下、階段室、およびエレベーター回りの説明を受け、各所に中間階を免震層とするための工夫が伺えた。以下に、説明頂いた内容の概要とそれらの工夫のいくつかを紹介する。

(説明の概要)

- 改修の方針として宿舎戸数を全て存続させることとした。
- 設計検討部会を設置し(和田先生、山口先生参加)検討の結果、基礎免震は困難と判断し、中間層免震を採用した。
- 設計施工一括発注で、一般競争入札により住友建設が受注した。
- 積層ゴムは、天然ゴム系積層ゴム600φを28基700φを2基使用し、また、応答変位を抑えるために、粘性制震壁を18基使用した。X,Y方向の容量はほぼ同じとし、抵抗中心を建物重心に合わせている。(図-2参照)
- 2階部分に積層ゴムを仕込んだ中間層免震である。階段部分は2階床上でスライドするようにスリットを入れ、3階から吊っている(3階床下で切ると階段上部で人に対する押し出し、転倒が生じることが予想され、2階床上に決定)。写真-5にその位置を示す。
- 2階の免震層は、工事後居室に戻している。居室内は梁底レベルにスリットを入れている。写真-6にその位置を示す。



写真-5 階段室の水平スリット



写真-6 居室内の水平スリット

- 設計変位を小さくしたいということ、また柱のサイズを補強によって大きくしたくないということから、積層ゴムには減衰を持たせず天然系ゴム系積層ゴムを用いた上で、粘性制震壁を併用している。
- 廊下の幅がぎりぎりであることから、どの様に収めるのかに苦勞した。また、居室内にスリットが生じるので、耐火区画の考え方にも苦勞した。
- 積層ゴムの耐火は、外部はALC版を用い、内部はセラミックファイバー製の耐火被覆とし、防火性能評定を受けた。写真-7に外部の耐火被覆状態を、また写真-8に室内の耐火被覆状態を示す。外部柱は、バルコニーを切断し水平クリアランスを確保している。室内の柱は、マグネット式の点検扉を設け可動時に容易に開く仕掛けとしている。



写真-7 外部のALC耐火被覆状態

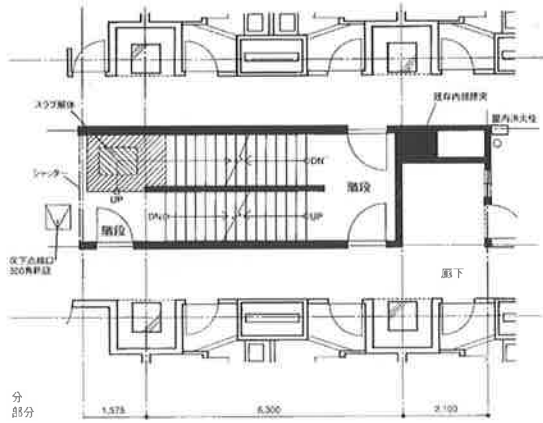


図-6 内部柱の納まり図

○設備の縦型配管は、縦型ジョイントを使用した。
○壁部の基本スリットは3階梁下（写真-6参照）、柱部切断は中央部（写真-2参照）で行い、階段部は2階床直上（写真-10参照）とした。エレベータは3階から吊り下げている。



写真-10 階段室壁の2階床直上スリット



写真-8 室内の耐火状態

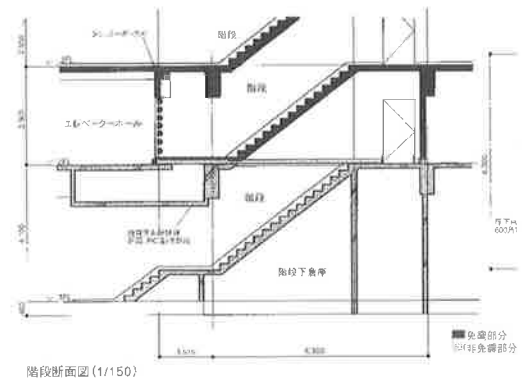


図-7 階段室断面図

○柱切断治具等が3階に出ないように工夫し、2階部分のみで改修工事を行うこととした。居ながら施工ではあったが、工事中は3階の寮生のみ出してもらった。

○平成10年9月～平成11年2月が設計、平成11年3月～平成11年11月が工事であったが、実質は設計5ヶ月、工事8ヶ月であった。

○今回の工事でエレベータの停止期間が夏場に約1ヶ月発生した。その間4～10階の寮生は階段を使用した。これは独身寮であったから可能だったともいえる。現在別の場所で、世帯用建物の免震改修を行っているが、この場合にはエレベータシャフトを新規に作り、その後既存のエレベータシャフトを壊す方式を行っており、エレベータの停止期間は出ない工夫をしている。



写真-9 縦型ジョイントの状況

7. 訪問談義

現場見学中や会議室での質疑の内容の一部を下記に示す。(質疑：Qと回答：A)

Q：郵便局・宿舎併設ということで、昼間、夜間ともに工事振動、騒音に対しを注意を払われたと思いますが、工事時間で特別な考慮はしたのか？

A：特別な考慮はしていませんが、昼間の工事に関して郵便局からの苦情はなかった。但し、柱の切断には音が少ない方法を採用しましたが、切断時に用いる水の下階への漏水対策には気を遣った。また、アンカー打ちの削孔時にかなり大きな音が出た。

Q：切断時に鉛直荷重に対しての補強は行ったのか？

A：鉛直荷重に対して構造的な補強は行っていない。また、工事中の水平方向の補強は、基本的にアイソレータのストッパー（鉄板）で柱の強度以上を確保した。仮設ブレースは切断中の柱の代わりに設けた。工事後の建物は水平力に対しては、免震であること以外は、構造的に無補強である。ただし、EVの吊り下げ、階段の切断等で鉛直荷重の流れが変わることに関して、3階梁の一部に（2階から施工できる）の構造補強をしている。この補強は当然、切断工事前に行っている。

Q：クリアランスに対する考え方はどうしたのか？

A：設計水平変位は250mmで抑え、+50mmの余裕を取り、300mmとしている。最終的には制震壁部分で接触し、これに伴う復元力が生じるものと思われる。

Q：居室が免震階と非免震階にありますが何か差別をつけているのか？

A：2階の寮生（非免震）と、それ以上の階の寮生（免震）の間に、特に入居に関しての区別は行っていない。また、入居者に対する免震に関わる説明は行ってはいないが、工事終了後に、寮長に説明用パンフレットを渡して説明している。

Q：郵政省は免制震工事の実績が多く、免震構造の採用に積極的に見えますが、そういった方針があるのか？

A：特に免制震を増やすという方針はありません。但し、預貯金を処理するなどの施設に関しては、震災対策として必要と判断し、積極的に行われている。宿舎等に関しては、戸数をつぶさない、環境を壊さないなどやむを得ない理由があるときにのみ免制震構造を採用している。通常は耐震補強で行っている。

Q：維持管理はどのようにするのですか？

A：アイソレータに関しては、抜き取りで耐火被覆をめぐって検査を行っている。

Q：積層ゴムの取り付け工事によって鉛直変形が生じますが、その管理はどのようにしましたか？

A：工事は柱6本毎に5サイクルで切断を行った。工事による鉛直変形を出したくなかったことから、モルタルを注入し高さ調整するフラットジャッキ（埋め込みタイプ）を使用した。施工前後で鉛直変位は±1mm以下に抑えられた。クリープも殆ど発生していない。写真-11には鉛直変形の管理状況を、写真-12には柱の切断状況と図-8に取り付け手順を示す。

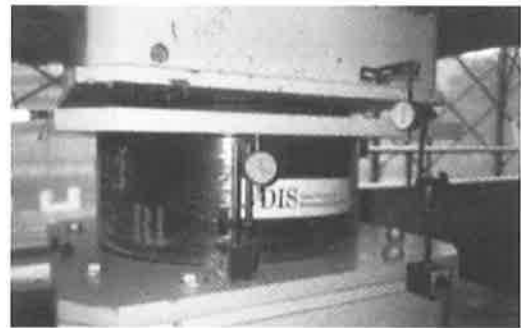


写真-11 鉛直変形の管理状況

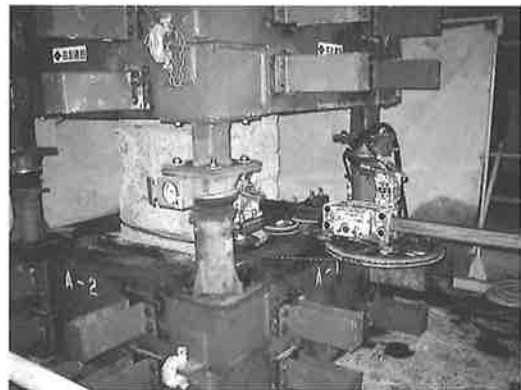
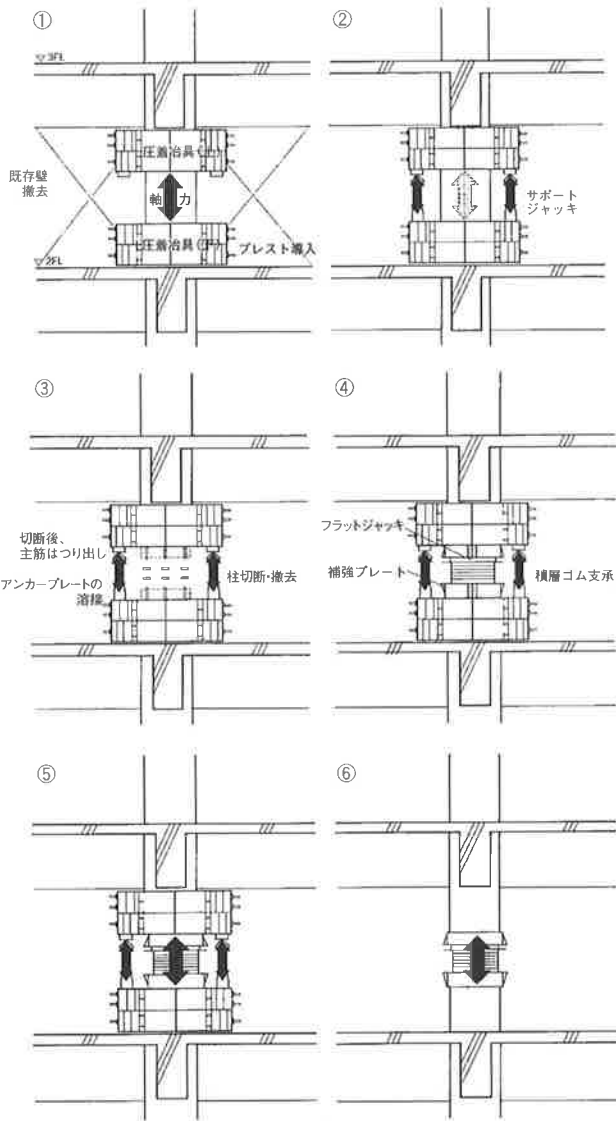


写真-12 柱の切断状況と仮設治具



図一8 柱切断と免震装置取り付け手順

8. おわりに

今回、レトロフィット建物の中でも免震構法を採用することにより、宿舍と郵便局を使いながら居住階を免震層とした特異な建物が見学できた。免震特有の水平スリットが空間にマッチしたデザインになっており、身近に免震構造を実感することができた。

最後に、御忙しいところ、貴重なお話を聞かせて下さった建物の関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

参考文献)

- 1) 「住友建設のハイ・レトロ1号 九段郵政局庁舎・九段宿舍」
日経アーキテクチャ 1999.8.23