

## 別添 3 耐震改修事例

### 事例 1 外付けフレーム補強

#### ○建物概要

建物名称：T マンション

所在地：東京都目黒区

竣工年：昭和 48 年（1973 年）

建物規模：8 階、塔屋 2 階

構造種別：鉄骨鉄筋コンクリート造（1 階から 3 階）、鉄筋コンクリート造（4 階以上）

構造形式：桁行方向（長辺方向）、梁間方向（短辺方向）共に耐震壁付ラーメン構造

住戸数：173 戸

耐震改修工事年：平成 18 年（2006 年）

#### ○経緯

本建物は旧耐震基準（昭和 56 年 6 月以前）に基づき設計されており、地震に対する不安解消の一環として、平成 15 年に理事会から修繕業務を分離して担当する大規模修繕委員会を組織し、この委員会内で大規模修繕ばかりではなく耐震診断・耐震改修についても検討を行うこととした。この大規模修繕委員会では耐震診断・耐震改修の勉強会からスタートし、60 回以上の会議を行い、一般組合員にも耐震改修の基礎知識を周知していただき合意形成がスムーズに行えるように努力した。

この検討組織での検討結果を踏まえて、平成 17 年（2005 年）初夏に組合員を対象とした耐震診断・改修についてのアンケート調査を実施した。その結果、耐震化について居住者の関心が非常に高かった事を反映して臨時総会で耐震診断実施の決議を行い、同 6 月～10 月に耐震診断を実施した。なお、耐震診断の費用は修繕積立金から拠出した。また、敷地の関係で同じ容積の建物が建設できないことが判明していたので建替え検討は初めから断念した。耐震診断の業者については日常のメンテナンス工事を担当していた元施工の N 建設に依頼した。

耐震診断の結果、長辺方向（桁行き方向）が  $I_s$  値は 0.48～0.71 となり一部の階で耐震性能が不足しており耐震補強が必要と判断した。なお、耐震診断時に耐震性能が不足している場合には同時に耐震改修の方法および概算費用を提示してもらうことを業者に依頼している。

これらの資料を基に耐震改修の方法を検討し、平成 17 年（2005 年）11 月の組合の通常総会にて耐震改修工事に関する議案を提示し、3/4 以上の特別決議で耐震診断工事を実施することを決議した。ただ、3/4 以上の賛同を得るために不在組合員からの同意取得に大変苦労した。

耐震改修工事についてはゼネコン数社からのプレゼンテーション（耐震改修工法・費用・工期など）を受け、大規模修繕委員会での審査の結果、N 建設を選定した。

また、耐震改修計画や法的確認などの相談を東京都と行い、耐震改修促進法に基づく耐震改修の計画の認定は受けず東京都への 12 条 5 項の届け出のみとした。

耐震改修工事は平成 18 年（2006 年）1 月から平成 18 年 9 月までの 9 ヶ月間で、耐震改修の工事費は約 2 億円であった。耐震改修工事費については修繕積立金からの拠出でまかない一時金は発生しなかった。ただし、修繕積立金の大部分を使用したため、その後の長期修繕計画の見直しや先送り、耐震改修工事以外の予算の圧縮などの資金繰りの調整に苦労した。

## ○耐震改修計画

診断方法としては、（一財）日本建築防災協会発行の下記診断基準の第2次診断法を採用した。

- ・「既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説（1997年版）」
- ・「既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説（2001年版）」

判定値は構造耐震指標  $I_s \geq 0.6$ 、かつ、 $C_{TU} \times S_D \geq 0.28$ （RC部は0.3）とした。診断の結果、長辺方向（桁行）の  $I_s$  値は0.48～0.71、 $C_{TU} \times S_D$  値は0.51～0.75であり、 $C_{TU} \times S_D$  値は全ての階で判定値を満足するが、 $I_s$  値は一部の階を除き判定値を満足しない結果となったため、要補強と判断した。

短辺方向（張間）の  $I_s$  値は0.63～1.26、 $C_{TU} \times S_D$  値は0.66～1.32であり、 $I_s$  値、 $C_{TU} \times S_D$  値共に判定値を満足する結果であったため、補強は不要と判断した。

耐震改修の計画にあたり、この建物の破壊形式は、両方向共、せん断柱及びせん断壁が支配的で強度抵抗型の構造特性であり、第2種構造要素も存在していなかったため、強度を付加する補強計画とした。なお、耐震診断結果により、長辺方向（桁行）1～5階及び8階のみ構造判定指標  $I_s \geq 0.6$  を満足しないため、長辺方向のみ耐震改修を行う計画とした。

工法の選択に当たっては、

- ・居ながら施工のため各住戸内に工事は発生させない工法。
- ・専有面積に支障が出ない工法。
- ・室内からの眺望や採光に支障がでない工法。
- ・改修後の建物の使い勝手が変化しない工法。

を考慮した結果、外付けRCフレーム補強工法の採用することにした。

東西両面のバルコニー外側にRC耐震フレームを設置し、バルコニー下にせん断伝達用スラブを増設し、これを介して既存大梁に後施工アンカーで接合した。なお、大地震時において既存躯体と外付けフレームが一体となって耐震性能を発揮するように考慮した。耐震改修後の  $I_s$  値は最小で0.64となり所用の耐震性能を満足した。

外付けRCフレームの基礎は、既存建物が場所打ち杭基礎であったため、既存と同様の剛性を確保するため同様に場所打ち杭とした

## ○耐震改修工事の概要

居ながら施工で既存バルコニーの外側に補強RCフレームを施工するため、バルコニーのサッシュ面に安全対策として、ポリカーボネイトで養生を行った。しかし、この養生期間中は窓が開けられず、居住者の負担となるため、躯体工事時期を比較的気温の変化の少ない3～6月に実施し、居住者の負担の軽減に努めた。

また、本建物は中廊下形式であるため、工事作業の導線を外部足場に限定する事で居住者の生活導線と完全に分離する事が可能となった。

外付けフレームと既存躯体のせん断伝達用の増設スラブに関しては、上部の既存バルコニーのスラブにバイブレーターの差し込み口とコンクリートの充填確認を兼ねたコアを空ける事により、コンクリート充填率を上げて断面欠損が生じない様留意した。



写真 1.1 建物外観写真（改修前）



写真 1.2 建物外観写真（改修後）

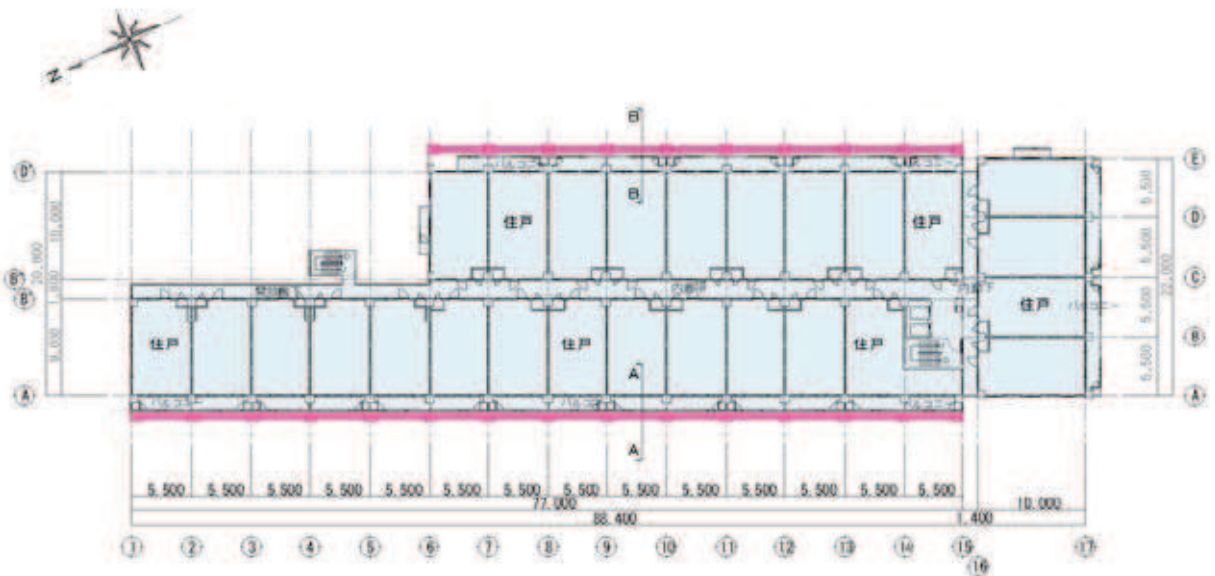


図 1.1 基準階（改修後）

今回耐震補強部分を示す  
 既存建物部分を示す

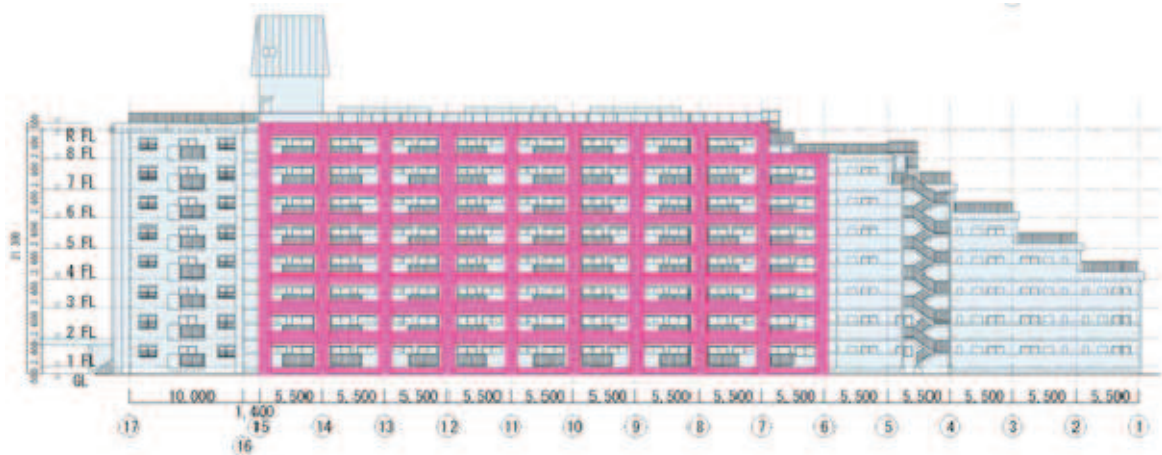


図 1.2 建物東面立面図（改修後）

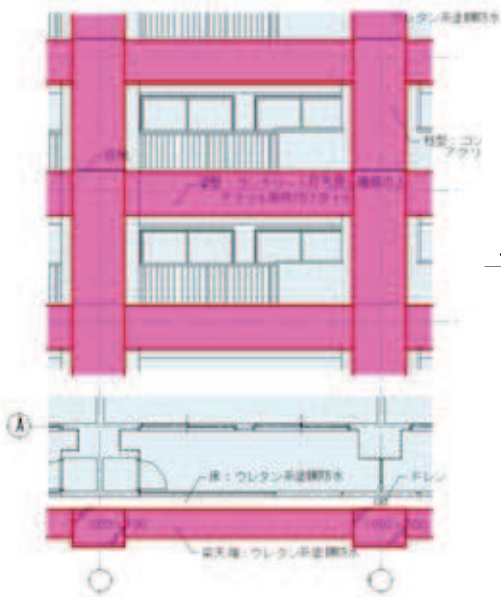


図 1.3 部分詳細図 (改修後)

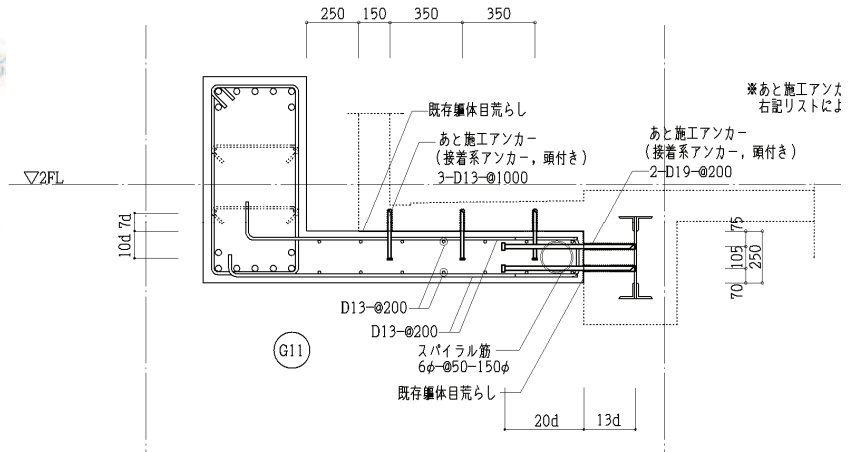


図 1.4 バルコニーでの外付けフレームとの接合



写真 1.3 杭施工状況



写真 1.4 外付けフレーム下部配筋状況



写真 1.5 サッシュ養生とバルコニー下施工状況



写真 1.6 増設スラブコンクリート打設

## 2. 事例2 そで壁増打ち補強

### ○建物概要

建物名称：K マンション  
所在地：東京都豊島区  
竣工年：1978年3月  
建物規模：地上9階、塔屋2階  
構造種別：鉄骨鉄筋コンクリート造＋鉄筋コンクリート造  
構造形式：XY方向とも：耐震壁付きラーメン構造  
住戸数：126戸  
耐震改修工事年：平成26年

### ○耐震改修の経緯

本建物は、管理組合設立と同時に長期修繕計画の作成を行なっていた。建築後30余年経過したので大規模修繕計画の話が持ち上がる中、平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震を契機に耐震診断を優先すべきとの話になり、平成23年12月に管理組合内に修繕委員会を設置した。修繕委員会では耐震診断の実施に際し、平成24年3月～4月に建築設計事務所を公募で選定し、同年6月～7月で豊島区役所に耐震診断についての助成金申請を行い、同年8月～11月で耐震診断を実施し、耐震改修基本計画を策定した。

耐震診断の結果、X方向の $I_s$ 値が6階、7階でそれぞれ0.55、0.56、Y方向は、7階で0.37となり目標値( $I_{SO}=0.60$ )を満足しない結果となった。このため耐震補強について在来工法を含めた数案の改修基本計画を作成した。この委員会での検討結果を踏まえ、平成25年1月の臨時総会で耐震改修実施の決議を行い、同年1月～5月に耐震改修実施設計を行った。

なお、耐震改修工法の選定については、修繕委員会と建築設計事務所の両方で検討を行い、同年9月の臨時総会において居ながら施工が可能なそで壁付柱の耐震補強工法を決定し、同区に耐震改修の助成金の申請を行った。なお、修繕委員会では理事会を通じて1回/月のペースで耐震改修の協議内容や進行状況などを広報誌として居住者に報告し、組合員の意見・要望を耐震改修実施に反映した。

耐震改修工事は、同年10月より着工し、平成26年2月までの5か月間であり、耐震改修の工事費は約8千万円である。なお、耐震改修工事に当たって一時負担金は徴収せず、修繕積立金でまかなっている。また、耐震改修工事は主に6、7階で行っているが費用は組合員全員による専有面積分の負担割合とした。

### ○耐震改修計画

耐震診断は、日本建築防災協会の既存鉄筋コンクリート、および鉄骨鉄筋コンクリート建築物の耐震診断基準の第2次診断法により行った。目標値は、構造耐震判定指標 $I_{SO}=0.60$ （当該建設地の地域指標 $Z=1.0$ 、地盤指標 $G=1.0$ 、用途指標 $U=1.0$ として $I_{SO}=E_S \cdot Z \cdot G \cdot U=0.6 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 1.0=0.60$ ）、かつ $C_{TV}S_D=0.28$ （RC造：0.3）以上として設定している。第2次診断法を用いた耐震診断の結果、 $I_s$ の最小値は、X方向の6階で $I_s=0.55$ 、Y方向の7階で $I_s=0.37$ となり、X方向の6、7階、Y方向の7階で目標値を下回る結果となったため、補強が必要と判断した。なお、 $C_{TV}S_D$ 値は、XY両

方向共に  $C_{Tb}S_D=0.28$  (RC 造 : 0.3) を上回る結果となっている。

耐震改修計画に際しては、補強工法として在来鉄骨ブレース工法とそで壁付柱の耐震補強工法の 2 工法で検討を行なった結果、そで壁付柱の耐震補強工法の方が下記の利点があり採用することとした。

- ①あと施工アンカーの削孔の必要がないので騒音・振動・粉じんの発生が少ない。
- ②居住者が生活しながらの施工ができる。(部屋内での作業が不要)
- ③壁厚が多少厚くなる程度で補強後の使い勝手が余り変わらない。(採光、風通し、圧迫感)

なお、6、7階の補強対象階においては、そで壁付き柱ばかりではなくその他の雑壁や梁部分にも鉄筋を配置し「特殊ポリマーセメント(以下、「SPCM」と呼ぶ)」を塗りつけることによって、地震時のひび割れ防止に配慮している。また、耐震補強設計ではこれらの補強部材の強度は層全体の耐力には含めないこととしている。

1階の耐震性能は目標値を満足するが、ピロティ柱が存在し、せん断破壊が先行するため対象柱を炭素繊維巻きで補強している。

### ○耐震改修工事の概要

そで壁付柱の耐震補強工法は、スポット溶接によって鉄筋を組み立てた「組立鉄筋 A タイプ」を SPCM によって塗り付けるもので、SPCM の高い接着力により補強部と既存部を一体化する工法である。SPCM の施工は、左官工によるコテ塗り作業が主であるため、騒音・振動・粉塵が非常に少ない利点があり「居住者が住まいながら」の改修工事である。したがって、廊下側については、玄関ドア、サッシュ等をビニール養生程度で施工が可能で居住者の導線が確保できた。なお、今回の補強位置は中間階で、住まいながらの工事を前提とするためバルコニー側には足場を設置した。また、工事期間は、補強面積が約  $400\text{m}^2$  に対して、概ね 2 か月であった。図 3.1 に 6 階、7 階の補強配置図を示す。

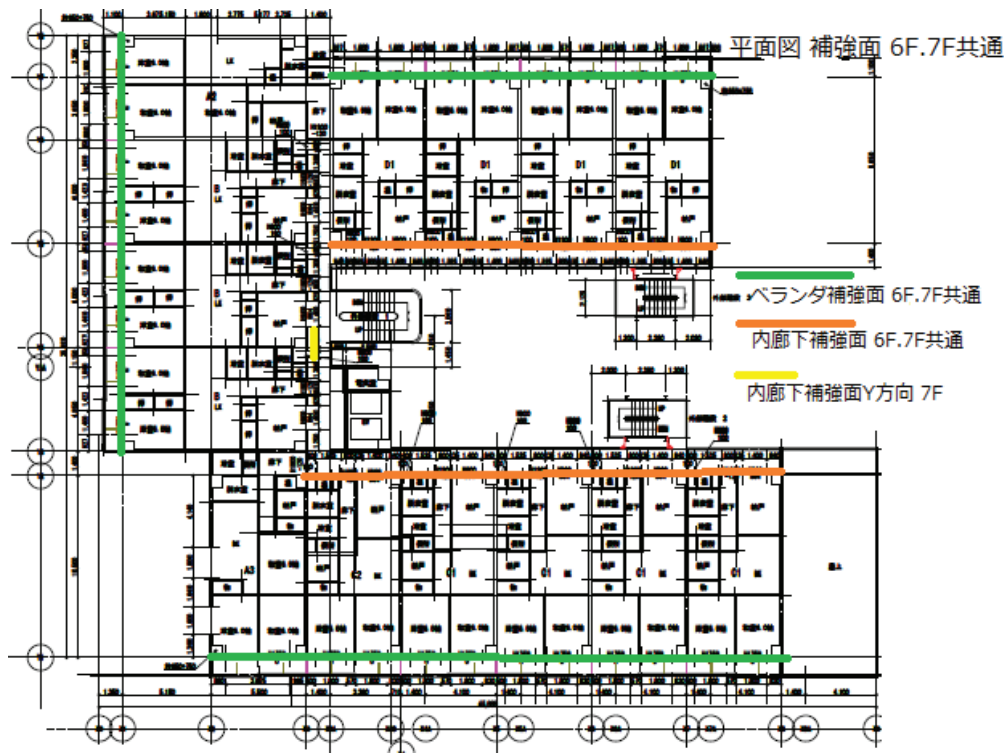


図 2.1 6 階、7 階補強配置図



写真 2.1 建物外観写真（補強後）  
上より3層と4層目を補強



写真 2.2 補強部写真  
（補強前）内廊下



写真 2.3 補強部写真  
（補強後）内廊下



写真 2.4 補強部写真（補強前）ベランダ



写真 2.5 補強部写真（補強後）ベランダ

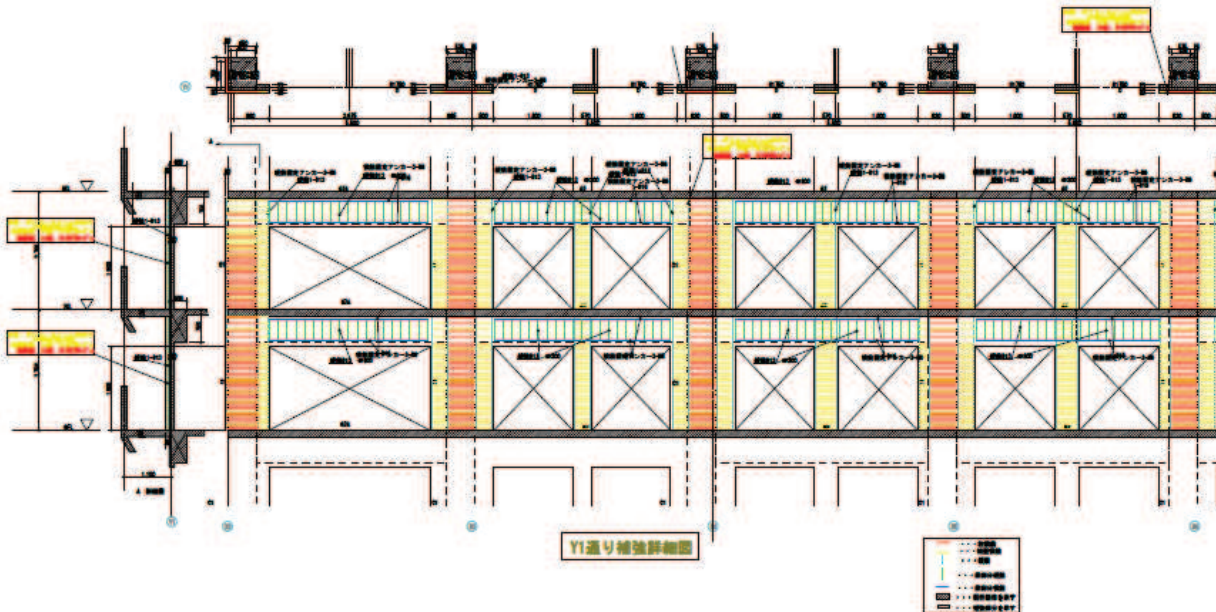
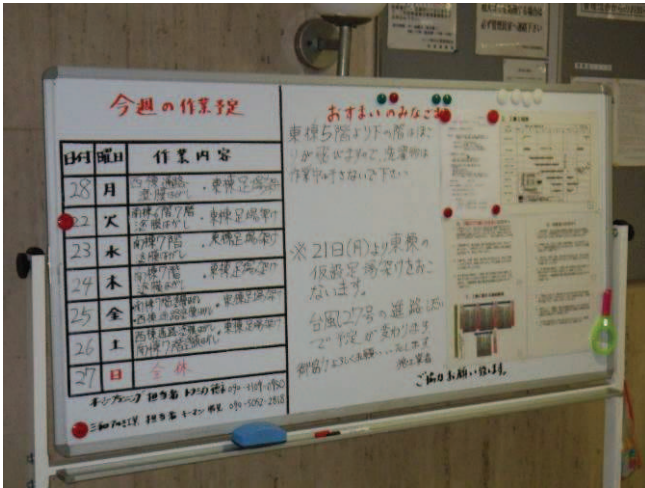


図 2.2 補強鉄筋割付図 6F.7F ベランダ側



居住者への作業予定のお知らせ



鉄筋取付状況



ポリマーセメントモルタルの塗り込め



ポリマーセメントモルタルの塗り込め



補強前



補強後

写真 2.6 施工状況写真

### 3. 事例3 中間階免震

#### ○建物概要

建物名称：Cマンション

所在地：東京都港区

竣工年：昭和53年（1978年）

建物規模：地上10階、塔屋1階

構造種別：1階～6階－鉄骨鉄筋コンクリート造、6階以上－鉄筋コンクリート造

構造形式：桁行方向－ラーメン構造、梁間方向－耐震壁付ラーメン構造

住戸数：45戸

耐震改修工事年：平成24年（2012年）

#### ○耐震改修の経緯

本マンションは旧耐震基準で設計されものであり、2005年の構造計算書偽装問題をきっかけに2006年の秋に耐震診断を実施した。その結果、耐震性能が不足しており耐震改修が必要と判断された。また、竣工後30年近くが経過しており経年劣化も現れてきていることから2008年1月から理事会内で建替えか耐震改修を含めた大規模修繕を実施するかの検討が行われた。

具体的には、建築設計事務所に建替えの図面作成を依頼した。建替えの場合、容積率と日影の関係で現況面積は確保出来たが住戸内のプランが大幅に変更になることが判明した。一方、耐震改修については、担当役員がインターネット等で各種情報を収集した。

これらの検討結果を踏まえて、2008年10月に建替えと耐震改修の概算費用を含む比較検討資料を作成し、今後も継続して快適な住環境と資産価値を維持するためには組合員の協力が必要なことと耐震化の対策を行わない場合にはスラム化は避けられないことを明記して、「建替え」、「耐震改修を含む大規模修繕」、「破損、障害発生時毎の修繕」の3案についてのアンケート調査を行った。なお、このアンケートでは建替え、耐震改修のそれぞれについて一戸当たりの概算負担金を明記し、組合員に一定の負担が生じることを前提に回答して戴いた。

アンケート調査の結果、「耐震改修を含む大規模修繕」を望む声がおよそ半数、「建替え」が約3割と耐震化推進についての意見が8割を占めたため、「耐震改修を含む大規模修繕」について詳細検討を進めることとした。

その後、2009年7月から東京都防災・建築まちづくりセンターや港区役所に、耐震改修工法の選択、費用、助成、融資等について相談を行うことから検討作業を開始した。

事業の進め方としては、大規模改修を含む耐震改修工事についての設計監理会社を入札により選定し、各種耐震改修工法についての概算費用をもとに構法の比較検討を行った。本マンションでは1階ピロティ部分を駐車場として使用していたため、工事費は他の工法に比べて多少高かったが中間階免震工法による耐震改修構法を選定することになった。

組合員の合意形成については、アンケート調査で一時金の概算負担額を提示したことや、資金計画や事業計画に関する正確な情報を議事録で組合員に公開していたことにより、2010年1月の総会では修繕積立金の値上げに関する総会決議を、また、2010年3月の総会では耐震改修工事計画と一時負担金の議案を組合員の3/4以上の特別決議で議決することができた。

なお、事業費は全体で約4億円（うち、耐震改修関係は約3億円）であった。東京都の緊急輸送道

路に面していたため港区の民間建築物耐震化促進事業と国の住宅・建築物耐震化緊急支援事業の補助金（8,350万円）が利用できた。その他は、住宅金融支援機構借入金 6,750万円、組合の修繕積立金約 8,000万円、一時負担金約 1億 7,000万円である。

## ○耐震改修計画

診断の結果、短辺方向（張間）の  $I_s$  値は 0.73～2.44、 $C_{TU} \times S_D$  値は 0.69～2.49 であり、 $I_s$  値、 $C_{TU} \times S_D$  値共に判定値を満足する結果であったが、長辺方向（桁行）の  $I_s$  値は 0.35～1.25、 $C_{TU} \times S_D$  値は 0.36～1.28 であり、 $C_{TU} \times S_D$  値は全ての階で判定値を満足しているものの、 $I_s$  値は一部の階を除き判定値を満足しない結果となったため、建物全体としては補強が必要と判断した。

耐震改修の計画にあたり、この建物の 1 階は駐車場・駐輪場や管理室、電気室、エントランスなどの共用部分であり 2 階以上は専有部分となる住戸であるため、1 階の共用部分で免震化することとした。ただし、建物の南側壁面は隣接する敷地境界までの離間距離が 40cm 程度で、免震階を大きく変形させることができないため、免震装置と粘性減衰装置を併用した免震構法を採用した。

耐震改修後の目標構造性能は、大地震後でも軽微な補修程度で建物が再利用でき、地震後の生活の確保と所有者の資産の保全を図ることとした。具体的には、極めて稀に発生する地震動入力時においても居住階の加速度応答は  $100 \sim 200 \text{cm/sec}^2$  以下、免震層の最大変形 30cm 以下、既存の上部構造は短期許容応力度以下とした。なお、免震装置や粘性減衰装置などの設置や杭基礎の地震力負担を考慮し、一部の基礎構造を補強している。

また、免震階となる 1 階にあった電気室（借室）を屋外の集合住宅用変圧器に置換えると共に、エントランスや管理人室、集会室、備蓄倉庫などを再配置することで、改修前と同じ駐車台数を確保するリニューアル計画とした。

## ○耐震改修工事の概要

工期は 2011 年 3 月から約 11 ヶ月であるが、そのうち免震装置と減衰装置の設置工事に約 6 ヶ月を要した。

工事範囲は 1 階のみとし、2 階から上階の居住階は居住しながらの工事とした。一部、1 階のエレベーター乗場やエントランス・階段に工事が及ぶ際には居住者の安全な動線を確認し、利用上支障のないように配慮した上で、最小限の期間で免震スリットやエキスパンションジョイントの設置工事を行った。

工事中は振動・騒音などに細心の注意を払ったが、中間階免震工事であるからといって特別に大きな振動・騒音が発生することはなく、他の耐震改修工事と同等である。なお、免震装置設置のための既存柱の切断工事はワイヤーソーでの切断であるため、その他のはつり工事ほどの振動・騒音は発生しない。

なお、分譲マンションにおける耐震改修工事では組合員の方々への情報公開が重要であり、例えば大きな音や振動が発生する場所と日時を事前に伝えるように作業工程を掲示し、停電や断水の時間帯やブロックを確実に伝えることが重要である。また、柱への免震装置の設置工事中には組合員の方々に現場に案内し、工事状況の見学と耐震改修工事に対する理解を深めていただくための「オープン現場（現場見学会）」を行った。

なお、工事着工直後に東北地方太平洋沖地震が発生したため、構造躯体への影響等を確認するため再調査を行ったが、既存構造躯体への大きな影響は確認されず、予定通り工事を続行することができた。



写真 3.1 改修前



写真 3.2 改修後

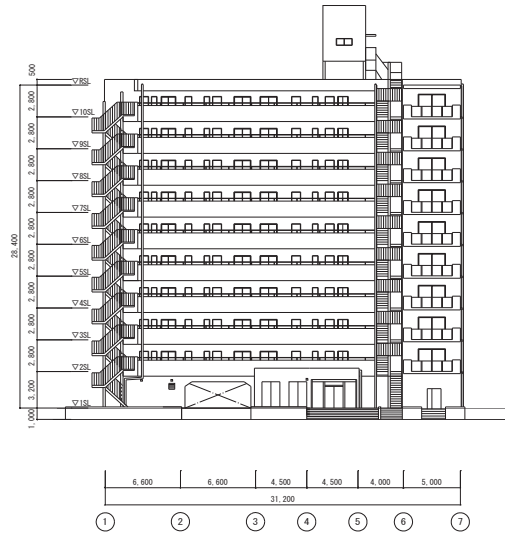
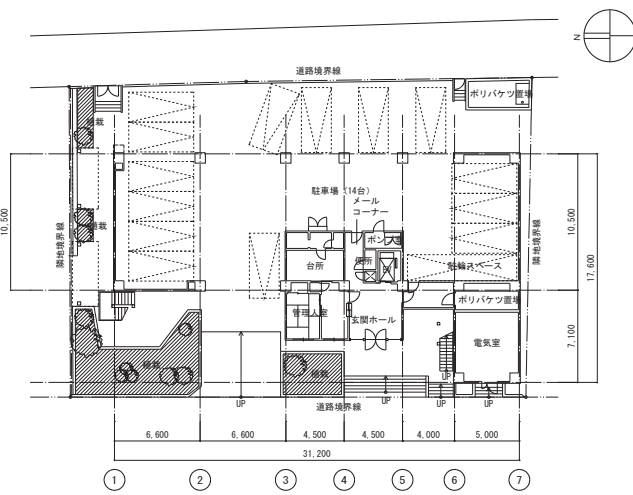


図 3.1 改修前の平面図と立面図

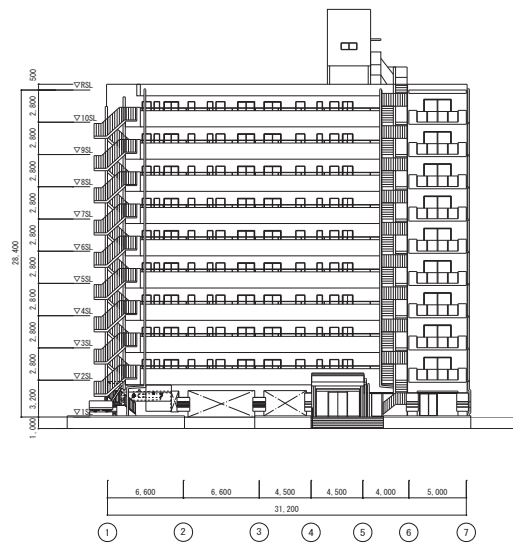
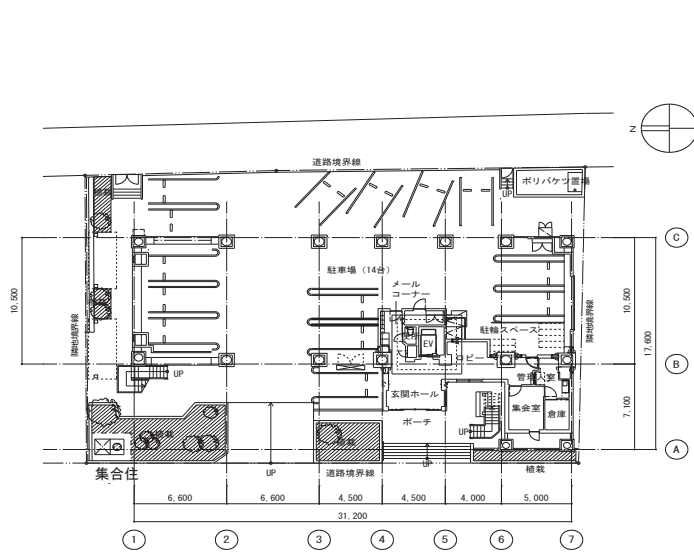


図 3.2 改修後の平面図と立面図



基礎梁補強のための掘削状況



管理組合への見学会



免震装置への耐火被覆の設置

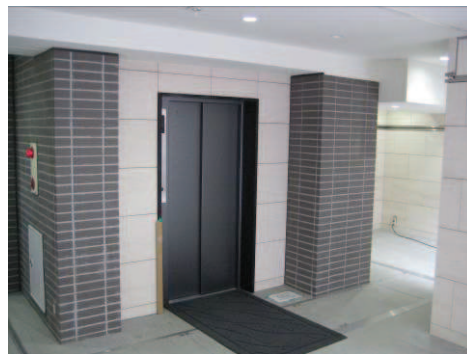


免震装置と減衰装置の設置状況

写真 3.3 耐震改修工事



(改修前)

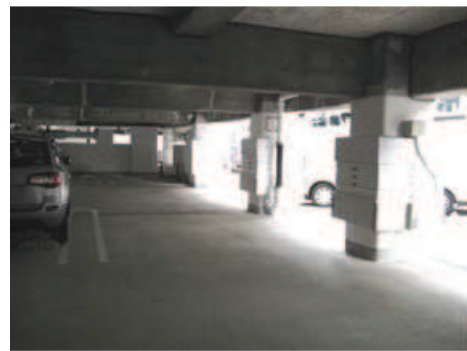


(改修後)

エレベーターホール



(改修前)



(改修後)

1階駐車場

写真 3.4 耐震改修前後の比較