

## JASO発 暮らしつづける街へ (Part 2) &lt;第8回&gt;

## つつじヶ丘ハイム E 棟耐震補強報告

(株)漆企画設計 代表取締役  
白石健次

## 1. はじめに

今から遡ること7年前、東京都主催の耐震セミナー(当初は違った名称かも)が行われ、耐震総合安全機構(JASO)が講師となって説明を行い、無料相談の対応をしていた。2015年1月10日(土曜日)に都議会議事堂1階通路で相談会を実施していたところ、当時の理事長及び副理事長が簡易的な図面を持参し相談に訪れたのでJASOの2名が相談対応したことから始まった。

## 2. 相談内容

この年に調布市でアドバイザー制度が開始されたとのことで、以前からお住まいのマンションに対して不安を感じていたようである。主な相談内容は次の通りである。

- ① 1階に大型店舗(スーパーマーケット)があり、地震で壊れるのではないかと心配である。
- ② 店舗所有者は耐震に対して意識が薄いようだが、どのように耐震の話を進めたら良いか。
- ③ 今後耐震診断や補強を考えているが、どのように進めたら良いか。

以上の3点について回答を求められたが、状況が掴めないままで断言ができないため、アドバイザー派遣時に相談するように勧め、必要であれば理事会や総会の時に出席し説明することも可能であることを告げ、相談会は終了した。

## 3. 耐震診断の結果

その後、耐震に積極的な理事会役員の働きによって耐震診断を実施する総会決議がなされ、耐震診断が実施された。主な内容は次の通りである。

## (1) 建物の構造的特徴

本建物は7スパン×4スパンの店舗(1階)の東側(A通り側)に4スパン×2スパンの住戸棟(2~5階)があり、その他2階屋上は部分的に植込みがある広場になっている。地下階は(浄化槽)は部分地下である。

## (2) 診断で判明した耐震性能上の問題点

## ・ X方向 (Is値= 0.374 ~ 0.937)

耐震診断の結果、2~4階で耐震性能を満足せず、耐震性能に「疑問あり」と判定された。

2~5階の住戸部は、耐震壁がなく、また、極短柱が極脆性柱となることから、耐力及び靱性が低い。また、配筋探査によるHOOPの間隔が原設計図に示された間隔@100mmよりも大きく、本検討においては、HOOP間隔を@125mmとしたことも耐震性能を落とす要因となっている。

## ・ Y方向 (Is値= 0.537 ~ 1.844)

耐震診断の結果、1階で耐震性能を満足せず、耐震性能に「疑問あり」と判定された。

1階の店舗は、1・2通りに耐震壁があるが、耐震壁の平面的なバランスが悪く、偏心率が大きいため、形状指標SDが小さく、耐震性能に「疑問あり」と判定された。

また、住戸部の戸境壁により下階壁抜け柱となる1階の柱は、軸力比制限値を満足しなかった。

・総合判定

以上より、本建築物は構造耐震指標  $I_s$  値が0.6未満であるため、「地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性がある」と判定される。

なお、補強設計においては、極脆性柱の解消、軸力制限値を満足しない下階壁抜け柱の補強を行うことが望ましい。

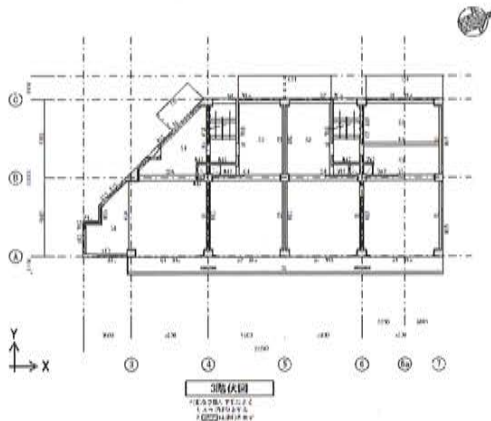
・補強設計時の留意事項

設計図との不整合が確認されたHOOPの間隔については、補強設計時により詳細な調査を行い、適切なHOOPの間隔を設定することが望ましい。

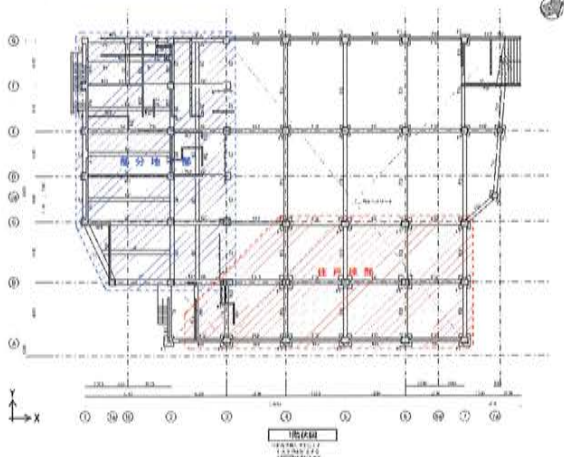
・各階の  $I_s$  値

| 階  | X方向   |       |       |                    |    | Y方向   |       |       |                    |     |
|----|-------|-------|-------|--------------------|----|-------|-------|-------|--------------------|-----|
|    | $E_0$ | $S_D$ | $I_s$ | $C_{rv} \cdot S_D$ | 判定 | $E_0$ | $S_D$ | $I_s$ | $C_{rv} \cdot S_D$ | 判定  |
| 5F | 0.971 | 1.000 | 0.937 | 0.971              | OK | 2.714 | 0.704 | 1.844 | 1.911              | OK* |
| 4F | 0.635 | 0.915 | 0.560 | 0.581              | NG | 1.720 | 0.666 | 1.106 | 1.146              | OK* |
| 3F | 0.452 | 0.857 | 0.374 | 0.388              | NG | 1.230 | 0.666 | 0.791 | 0.820              | OK* |
| 2F | 0.501 | 1.000 | 0.484 | 0.501              | NG | 1.020 | 0.666 | 0.656 | 0.680              | OK* |
| 1F | 1.009 | 0.666 | 0.649 | 0.672              | OK | 0.836 | 0.666 | 0.537 | 0.557              | NG* |

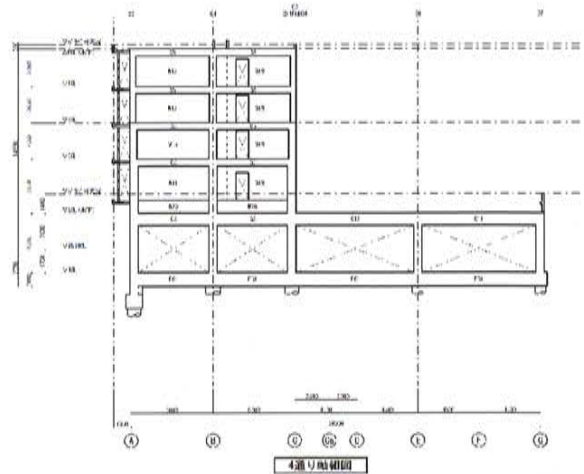
・基準階平面図



・1階平面図



・軸組図



建物概要

- ・鉄筋コンクリート造5階建て
- ・建築面積：1,157.11  $m^2$
- ・延べ面積：2,285.52  $m^2$
- ・軒 高：14.65 m
- ・階 高：1階 4.35 m 基準階 2.65 m
- ・建設年：昭和48年3月 (診断当時で築後42年)
- ・既存図書：建築図及び構造図あり (記憶では設備図あり)
- ・基礎：場所打ち杭基礎

1階はすべて店舗で、2階から5階までが、共同住宅となっており、2階には公園が設けられており建設当時は催し物などが開かれていたようである。

ちなみに居住者は、2階の公園まで階段で上がり、それから階段室を経て各住戸に出入りをする形式で、高齢者のために何らかの対策が必要ではないかと思われたが今のところ対策はしていない。

4. 補強計画

補強計画にあたり、当該建物の弱点を正しく把握しないと補強設計ができない。

(1)耐震上の弱点

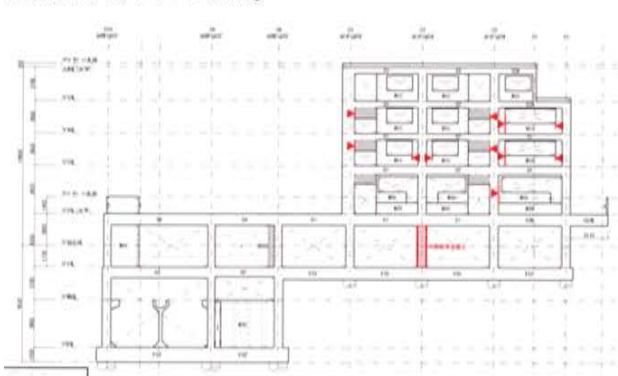
- a) 1～5階の住戸部には耐震壁がないことや極短柱の極脆性柱が存在することから耐力及び靱性が低い。



b) 1階の店舗は、1.2通りに耐震壁があるが、耐震壁の平面的なバランスが悪く、偏心率が大きいいため形状指標が小さく耐震性能が良くない。また、住戸間の戸境壁により下階壁抜け柱があり、軸力制限値を満足しなかった。

## (2)脆弱性の解消

補強計画にあたり、まず初めに脆弱性柱を解消することが重要である。そのために耐震スリットを必要な箇所に設置することとした。



ここで耐震スリットによって改善された値は次の通りである。

| 階 | 診断時   | スリット設置後 | 増分Δ    |
|---|-------|---------|--------|
| 5 | 0.937 | 0.926   | -0.011 |
| 4 | 0.560 | 0.654   | 0.090  |
| 3 | 0.374 | 0.522   | 0.148  |
| 2 | 0.484 | 0.521   | 0.037  |
| 1 | 0.649 | 0.651   | 0.002  |

表に示された値のうち、黄色で色付けされた部分が改善されている箇所を示している。このような建物において耐震スリットの効果が大きいことが伺える。

さて、次に解決をしなくてはならない検討としては何処にどのような補強をする必要があるかを検討するための耐力の不足分のQ値を算出する。

以上のような段取りで適切かつ最適な補強方法を検討することになる。基本的には外付けフレーム補強や耐震壁の増設、あるいは開口閉塞などによりI<sub>s</sub>値を改善する計画をする。

ちなみに当該建物の補強計画では、2～4階に外付けフレームを計画し、耐震壁の増設を行った。また、1階の排煙窓を開口閉塞し耐震壁とする計画を行った。しかしこの補強検討は不足した耐力を補うためのものであり、厄介なことに補強検討はこれで終わりとは行かない

ため構造設計者を悩ませる要因であることは言うまでもない。

各階の平面図を見てお分かり頂けると思うが店舗内には耐震壁が付いていない柱が数本見受けられるが、この柱の上には耐震壁付きの柱が5階まで存在し、地震時に圧壊する可能性があるからだ。そのために柱を鋼板で巻き立て補強する方法と、包帯巻き補強を計画した。

## 5. 補強設計

補強のための計画がしっかりしたものであればあるほど補強設計がしやすいことは言うまでもない。耐震診断後に、いきなり補強設計をする技術者もたまに見受けられるが、とんでもないことである。補強設計はしたものの実効性のない補強方法では居住者の合意を得られないばかりでなく、無理な補強方法をとる場合が見受けられるからである。

ましてや、当該建物の1階は大型店舗で、補強は店舗内に多くの箇所に計画されているため、店舗側との交渉が補強工事の進捗に大きく影響することになるからだ。

幸いにも管理組合の必死の交渉で、店舗の賃貸契約更新時期に工事時期を合わせることで一時休業をして頂くことが可能となり、耐震補強工事实現へのターニングポイントとなった。

ここで具体的な補強方針と補強工法及び箇所数は以下のとおりである。

- ①X方向に耐震スリットを新設し靱性向上を図る。2・3階は共同住宅であるため、居ながらの補強が可能な「デザインUフレーム工法 (増設フレーム補強型)」を採用する。
- ②Y方向1階は「耐震壁増設」により耐力向上を図る。下階壁抜け柱は、店舗内は「柱鋼板巻き立て」及び「SRF工法 (柱軸耐力補強)」、A通りの既存壁付き柱は、「壁開口閉塞」により直交方向耐震壁付き柱とする。

| (3)補強壁・鉄骨ブレース等の枚数 |        |     |        |     |
|-------------------|--------|-----|--------|-----|
| 階                 | X方向    |     | Y方向    |     |
| 4F                | 耐震スリット | 4個所 | —      | —   |
| 3F                | 耐震スリット | 6個所 | —      | —   |
|                   | DUF工法  | 3個所 | —      | —   |
| 2F                | 耐震スリット | 2個所 | —      | —   |
|                   | DUF工法  | 3個所 | —      | —   |
| 1F                | 開口閉塞   | 2個所 | 耐震壁増設  | 1個所 |
|                   | 開口新設   | 1個所 | 鋼板巻き立て | 1個所 |
|                   | —      | —   | SRF工法  | 2個所 |



まさに補強工法の宝庫とも言えるほどの種類を備えていることがわかる。

増設フレーム補強では、当初は在来工法で1階からフレームの増設も検討した。ところが、1階に柱を設置すると、増設柱に囲まれたバルコニー部分の面積が建築面積増となり増築工事となるとの行政の見解により、在来工法をあきらめ、2階からフレーム設置可能の認定工法を採用することになった経緯がある。この見解は、行政により考え方に相違があるため、計画にあたっては事前の相談が重要である。

増設フレーム補強を行うにあたっては、もう一つ検討すべき問題があった。昭和48年竣工の当マンションでは、バルコニーの隣戸との境にコンクリートブロック造の物置が設置されていたことである。フレームの柱を増設するには、この物置を撤去する必要があり、増設後に物置を再設置するか否かの検討も必要であった。

ただ、物置を撤去することにより、現況隣戸避難ができず2方向避難の確保できていない両端の住戸が、物置撤去により隣戸避難が可能となり、2方向避難を確保できるというメリットが生じる。この2方向避難の確保の重要性を管理組合で共有することで、物置の撤去と再設置せずの方針が進むこととなった。

## 6. 補強工事

補強設計が完了し、補強工事を行うために施工業者を選定し、調布市の補強工事助成金を申請することで少しでも居住者の負担を少なくすることを考慮しつつ補強工事の計画を行った。

ただ、すべてが順調とは行かなかった。とある居住者に共有部にも関わらず使用権を盾にベランダに設置された物置の撤去が叶わなかったのである。当然ながら外付けフレームを設置する際にはベランダの一部を撤去、復旧する計画となっており、その際には避難通路の確保のために物置は再設置しないことで合意していたが、頑なに拒否されてしまったからである。

何か対応策を考えなくてはならなくなり、結果として外付けフレーム位置を移動したのである。そのため、補強設計の見直し業務が発生したが、何とか軽微な変更として認められたのだ。確かにこの変更には肝を冷やした

覚えが今でも頭の隅に残っている。下の写真は補強前の全景である。



手前の茶色部分が庭園となっており2階である。右隣りには遊具などが設置されているが今は利用することはないとのことである。庭園の下には大型店舗があり、周辺住民の利用客も多いと聞く。

下の写真は、庭園に行く階段と大型店舗の入り口付近である。



具体的な工法について簡単に説明し、工事の状況を示す。



## ●耐震スリット

前述したとおり柱の脆弱性を解消するための耐震工法である。地震時に柱がせん断破壊しないようにするためのものである。今回の特殊要件としては階段室の踊り場に水平スリットを設置したことである。



## ●外付けフレーム補強 (DUF工法)

ベランダ側に外付けフレームを設置して耐力を増すための補強である。斜め材が入った工法もあるが、合意が得られないため、今回の工法を選定した。



完成後の状況を見ると補強部分があまり目立たないことで安堵感を覚えた。

## ●開口閉塞

わずか60cmほどの排煙口が横一列に設置されており、極短柱となっているため、一部の開口を閉塞し耐震壁とすることで極短柱を解消するだけでなく、耐力を増すことができた。





### ●耐震壁増設

1階の店舗は、空洞が多く極端に壁が少ないため耐震壁を増設することで耐力を増すことができた。耐力壁を設置した箇所は事務所として利用している場所であったが、シャッターの開け閉めが無い箇所だったため幸いした。



### ●鋼板巻き立て柱補強

店舗内の中央部にある柱を上部構造の軸力に耐えられるように鋼板で柱を補強する。



### ●SRF工法

同じく、店舗内の中央部にある柱に対して靱性を確保するために包帯巻き工法 (SRF工法) で補強する。







柱補強により柱自体を膨らませると冷凍庫や陳列棚がうまく配置できないことが当初より懸念されていたが、売り場面積も狭くなることはなく以前と同じほどの配置が可能となった。

## 7. 終わりに

2015年に始まった耐震診断から2022年1月に補強工事完了まで約7年の月日を要した物件である。

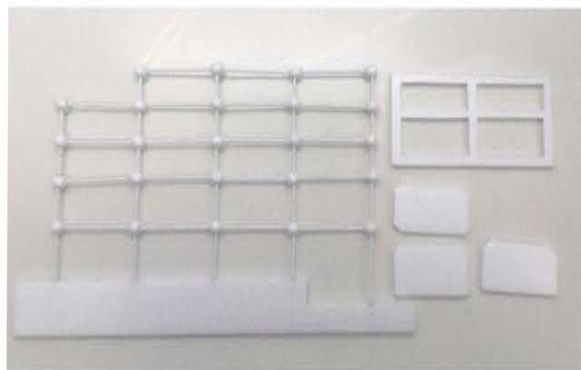
管理組合の理事長をはじめ関係者の苦労が実った案件であることは間違いない。

設計段階で理事長より模型を作ってほしいと依頼された。しかし、構造設計者にとっては模型作りなどとてもないことである。この重責をどのように切り抜けるか思案した結果、新宿にある世界堂へと足を運ばせた。

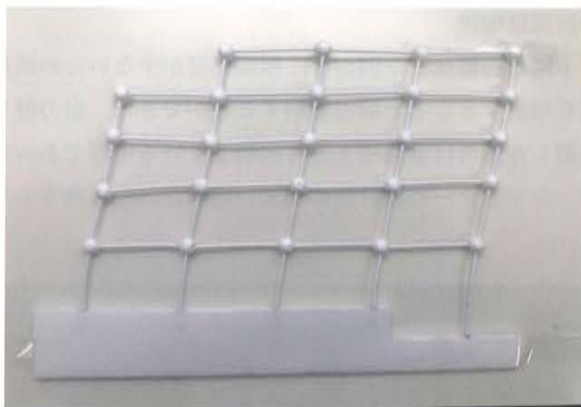
模型となる具材を片端から探した結果、シンプルな材料が見つかった。また、管理組合での説明道具として使われたようなので、少しはお役に立ったと思われる。あまりセンスを得意としない筆者がひねり出して作ったが依頼者からひと言「良くできている」と言われたときは流石にうれしかったことをつい最近のことのように思い出す。

使用材料や構成などは以下のとおりである。

(1)模型を構成する部材



(2)補強部材が無い場合の横揺れに対する変形



(3)補強部材を設置した場合の横揺れに対する変形



模型において、模型に同じ力を加えられるかどうかを心配したが、建物変形する状況を目で見て理解して頂くための材料として納めさせていただいた。ちなみに材料費は数千円程度で済んだが、製作費をどの程度に設定して良いのか見当が付かなかったため無償で提供させていただいた。

次に示す写真は完成後であるが、耐震補強工事と同じタイミングで、大規模修繕(屋根防水及び外壁補修・塗装)を行ったため、すっきりとした外観になったことで居住者は満足されていたと感じられた。



たくさんの方からご協力を頂きましたこと、ここに感謝申し上げます。

(文責：白石健次・鈴木ひとみ)

### 【設備担当者からひと言】

設計・施工監理について、設備の観点からひと言を下記に記します。

- ・耐震化において設備面での課題であった①～④の各項目が実現できたことにより、建築物のレジリエンスが図られたこと。
- ① 1階店舗内独立柱の鉄板巻きに絡む電気設備の耐震設置。
- ② 排煙窓増設による電気設備の耐震設置。
- ③ 4階住戸バルコニー物置壁に設置されているエアコン屋外機の耐震設置。
- ④ 設備と建築補強工事で構造が採用した「耐震スリット」・「外付けフレーム補強 (DUF 工法)」・「開口閉塞」・「耐震壁増設」・「鋼板巻き立て柱補強」・「S R F 工法」とが関連する影響度合い及び収まり等の事前での連携・調整。
- ・設備機器設置時に「あと施工アンカー設置工事要領書」に基づき「引抜試験」の実施及び強度確認ができたこと。
- ・店舗は営業を休業とし、住居部分は居ながら工事とした耐震工事が実現でき、工事期間中の居住環境の確保が図られたこと。
- ・計画、設計及びコロナ禍での施工、施工監理により、SDGs11の目標「包摂的で安全かつ強靱で持続可能な都市及び人間居住を実現する」実現への貢献の一助ができたこと。

(文責：堀尾佐喜夫)

建築コンバージョン  
事例集100

## 建築コンバージョン 事例集100

CPD

**“CPD2単位”を取得できる  
自習型研究プログラムを掲載!**

CPD制度【建築士会継続能力開発制度】  
…建築士会が継続能力開発を行っている  
人の実績を確認して証明し、表示する制度。

■A5判 230頁  
■税込価格3,200円(本体価格3,048円)

**株式会社テツアード出版**

「空室の目立つオフィスビルが賃貸マンションに」「廃校となった小学校を宿泊施設に」…時代の変遷とともに当初の目的が失われた建物の“価値ある部分”を有効に活かし、新しい用途の建物へと再生する「コンバージョンは」急激に注目を集めています。

---

本書は「Before & After」の写真及び物件概要等を記載した詳細編と、コンバージョンに至る経緯等をストーリー性をもって表現した取材編から構成。

お問合せ TEL 03-3228-3401