

耐震診断後の補強計画から耐震改修工事完了まで ～マンションの場合～

JSCA 東京 代表
山内哲理

はじめに

本日は共同住宅の住民の皆様を対象にした耐震診断後の補強計画・補強工事が完了するまでを、事例を通してお話させていただきたいと思います。

図1左は1974年に竣工した今日お話しする建物で、現在は右の写真のように補強工事が終わっています。一見どこが変わったかあまり目立たないと思いますが、建物の6階の隅部分に新たに補強フレームを設置しました。この建物は特定緊急輸送道路に面している東京都の

特定沿道建築物に該当しています。

まず図2、建物の紹介です。杉並区内にあるマンションで2階から上は共同住宅、1階に店舗等が入っている地上9階建ての建物で、住宅が96戸、店舗が4店舗入っています。竣工後47年が経過し、2017年にNPO法人の耐震総合安全機構にアドバイザー派遣の依頼があり、耐震改修計画を進めていったもので、診断時には東京都建築士事務所協会で耐震診断確認書が交付されていた建物です。

この建物の構造は、柱のコンクリートの中には6階の床までは鉄筋と鉄骨が入っていて、6階からは上部は鉄

耐震診断後の補強計画から耐震改修工事完了まで 2021.6.4 ～マンションの場合 R & R 建築再生展2021

1974竣工



2021



耐震診断後の補強計画から耐震改修工事完了まで ～マンションの場合～ / T&A Associates Inc.

No.1

図1 補強前-補強後

建物概要

名称 S マンション
所在地 東京都杉並区
用途 2階より上部は共同住宅
1階はエントランスホール、店舗、駐車場
倉庫業トランクルーム、機械室

階数 地上9階、塔屋2階、地下なし 96戸、4店舗(1階)
延べ面積 7,376㎡
建築面積 1,728㎡
軒高 26.7m
構造種別 1階柱脚～6階梁 鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC)
(充腹形、非埋込)
6階柱脚～PHR階 鉄筋コンクリート造(RC)

竣工年 昭和49年(1974)

耐震診断(確認) 東京都建築士事務所協会(平成25年)2013取得
診断者 他社

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

2017 耐震総合安全機構(JASO)からA
建築:坪内一級建築士事務所
構造:ティ・アンド・エイ・アソシエーツ

(東京都特定緊急輸送道路沿道建築物)

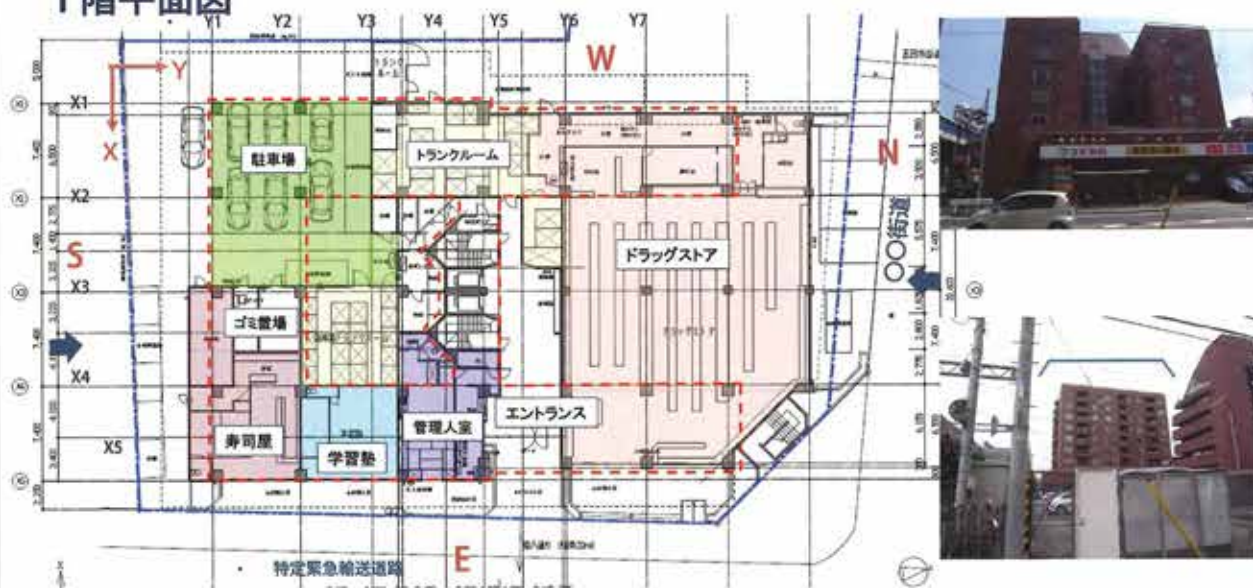


図2 建物概要

骨がなくなり鉄筋だけで地震に抵抗する形式の建物となります。

建物の概要を先にお話させていただきます。図3が1階平面です。1階のエントランスを入るとすぐ左に住み込みの管理人室があり、他にドラッグストア、学習塾、

1階平面図



耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.1

図3 1階平面図

特集

リフォーム・リニューアルによる新しい価値
マンション長寿命化 × リフォーム・リニューアル

寿司屋、倉庫業を営むトランクルームと、4店舗のオーナー店舗があるのが一つの特徴になります。そのほか駐車場やゴミ置場、住民用のトランクルームがあります。図3の下側(東側)の通りが特定緊急輸送道路で、右側(北側)に都道があり敷地の2面が道路に接した建物になります。

この1階平面図に赤い破線で描いた部分が、2階より上に建物が乗っている場所になります。1階は整形で長方形の建物ですけれども、2階からは少し平面形状が変わりコの字型になる建物です。

図4で緑色で示す箇所が住戸です。2階から上部の住戸はコの字型に配置され、その中央に階段室・エレベーターがありコの字の上下とつながっています。2階は黄色い着色部が屋根になっていて、一部に電気設備の機械が設置されています。

建物の耐震性を考えるとき、地震はどの方向から来るかわかりませんので、地震が南北方向にきた場合と東西方向にきた場合の両方を考えて、耐震安全性を評価するのが普通よくやっていることです。そこで、図4の平面

でみて上下方向に地震がくる場合をX方向地震(東西方向)、左右方向に地震がくる場合をY方向地震(南北方向)、というような形でお話をさせていただきたいと思っています。

3階は、図5のように2階の屋根がなくなり、吹き抜けの中庭のようになっています。階段が建物中央にあり、つながるように中庭に面して外廊下が配置されています。逆に外周周りはバルコニー側となっていて外部に開けた建物になっています。

図6は建物を横から見た軸組図です。柱と梁の中に破線で描いてあるのが鉄骨で、鉄骨が入っている6階の床までが鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)で、6階の柱からは鉄筋コンクリート造(RC造)になっています。

柱の中に設けられている鉄骨は、図6の上、拡大図に示すようにT字型をしています。鉄骨は梯子状の格子形状やラチス形状ではなく、隙間のない鉄板で組まれた鉄骨が入っていて、SRC造の中では新しい形式で耐力の高い柱と梁になっています。

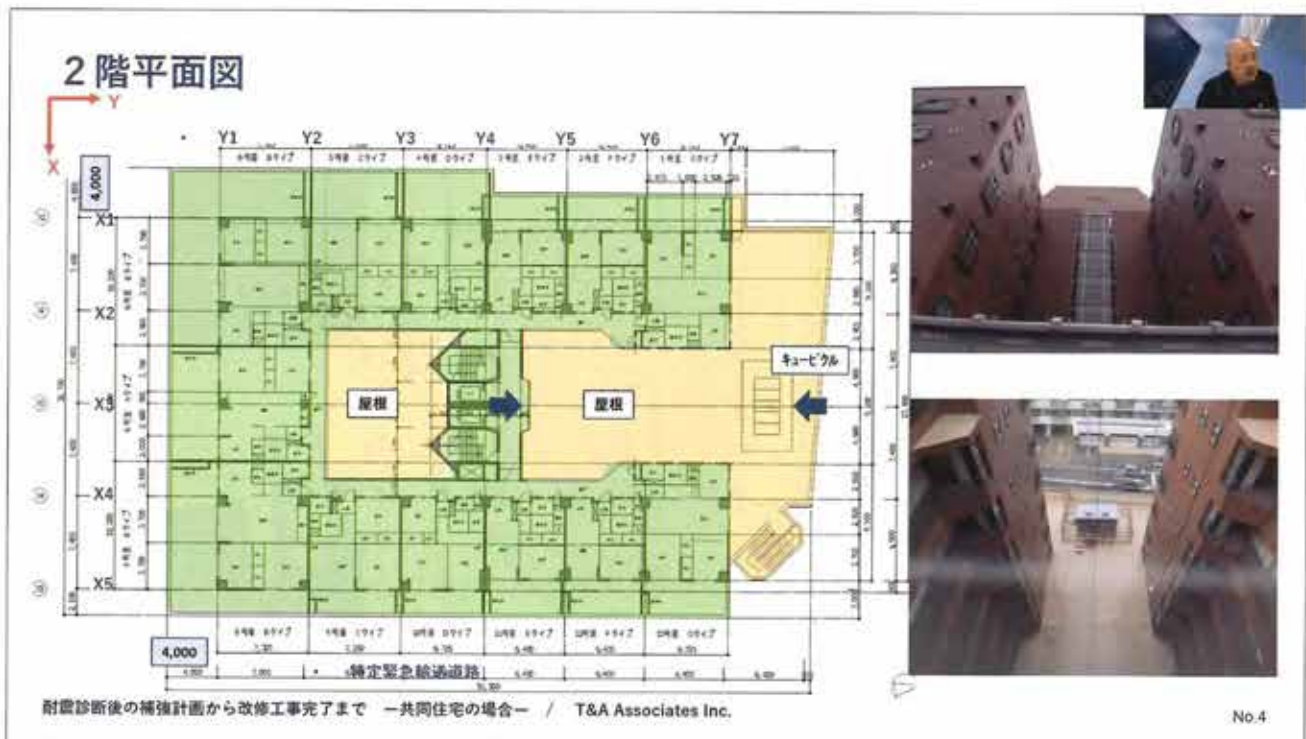


図4 2階平面図

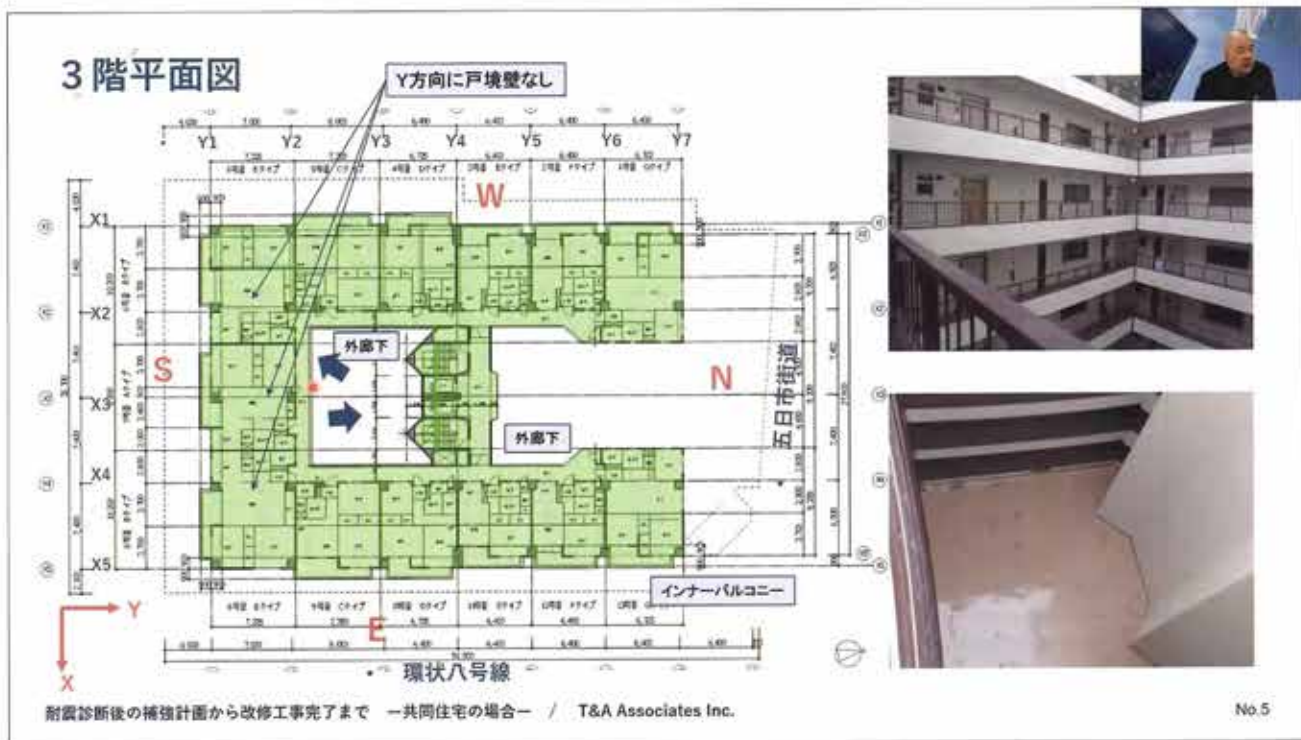


図5 3階平面図

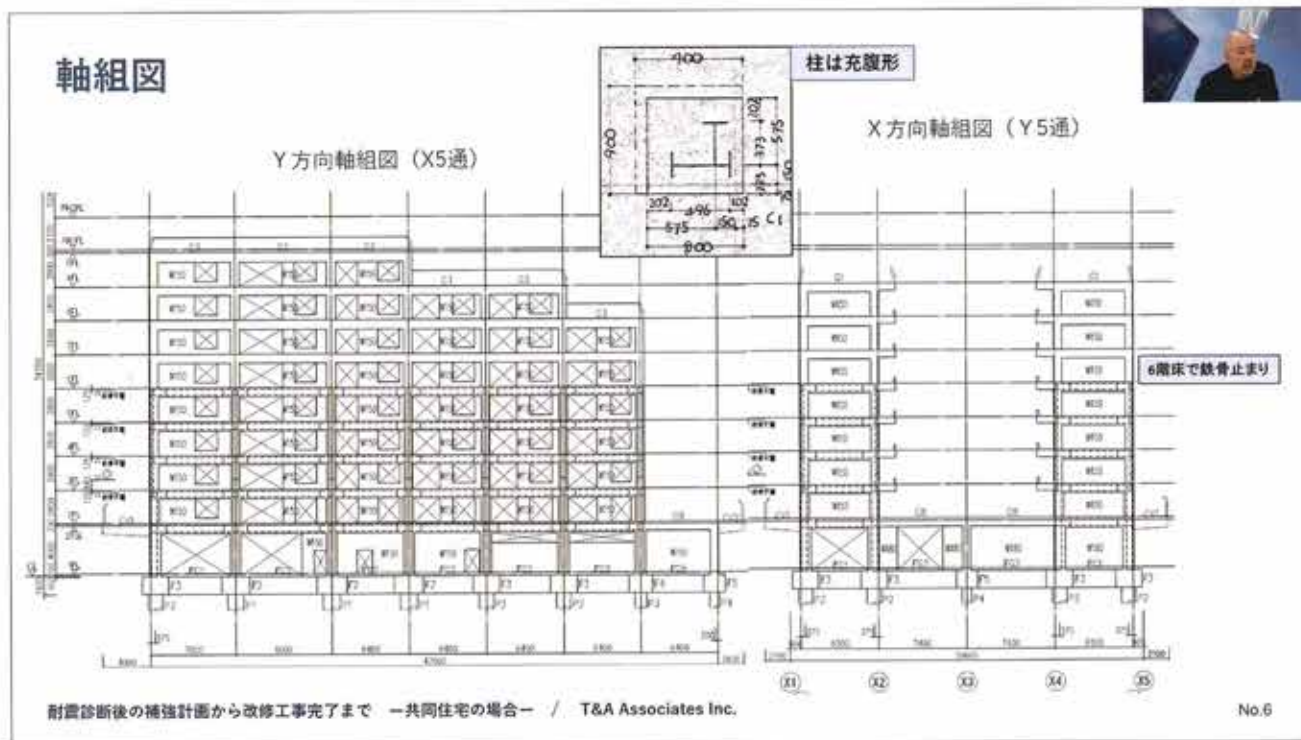


図6 軸組図



診断結果（他社）

階	X方向					Y方向				
	E ₀	S _D	I _s	C _{tr} ・S _D	判定	E ₀	S _D	I _s	C _{tr} ・S _D	判定
PH2	1.05	0.95	0.98	1.00	OK	1.09	0.95	1.02	1.04	OK
PH1	0.89	0.95	0.83	0.85	OK	0.92	0.95	0.86	0.88	OK
9	1.23	0.98	1.19	1.20	OK	1.04	0.98	1.00	1.01	OK
8	1.09	0.95	1.05	1.06	OK	0.80	0.98	0.77	0.78	OK
7	0.90	0.98	0.87	0.88	OK	0.66	0.98	0.63	0.61	OK
6	0.74	0.98	0.71	0.72	OK	0.52	0.98	0.49	0.50	NG
5	0.96	0.98	0.93	0.74	OK	0.66	0.98	0.63	0.51	OK
4	0.86	0.98	0.83	0.66	OK	0.55	0.98	0.53	0.42	NG
3	0.78	0.98	0.76	0.60	OK	0.51	0.98	0.49	0.39	NG
2	0.81	0.93	0.73	0.59	OK	0.56	0.98	0.54	0.43	NG
1	0.44	0.65	0.37 (0.32) [※]	0.28	NG	0.38	0.70	0.26	0.26	NG

(注) 診断値は正加力時、負加力時の小なる値
※()内は下階壁掛け柱の圧縮軸力比修正後の値とする

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで ー共同住宅の場合ー / T&A Associates Inc.

No.7

図7 診断結果（他社）

建物の診断は我々が実施したのではなく、他社が既に行っていました。図7は他社が実施した診断結果です。我々は診断をしていませんでしたので、他社の診断結果を元に耐震補強をどうしていくか、多方面から考えながら計画を進めていくこととなります。図7の橙色の破線より下階がSRC造で、破線(6階)から上はRC造の建物です。この他社診断結果を見ると、Y方向に揺れる地震時にはRCに切り替わった6階と、1階から4階までが耐震強度が低くなっているという結果です。我々としてはこの診断結果をもとに耐震補強計画を立てていきます。

最初に診断をされた方が補強案も提案されています。図8のような補強案で、外観図や内観図を描かれていて補強案を説明されています。バルコニー面にブレースを入れ補強するのが一番いいというご提案です。図8のように外部からブレースが見え、部屋の中から見ると下右の写真のような感じになり、このようにブレース補強すれば耐震補強が出来るという案でした。

他社案は住民総会に提案されましたが、ブレース案は

住民からは受け入れられず、結局合意できないまま総会では住民からの反対で否決され、補強実施に至らず困ったことになっていたのでした。その数年後、否決されたことを受けて、私の所属団体である耐震総合安全機構「JASO(ジャソ)」に依頼があり、私がアドバイザー派遣としてお伺いしました。何回かの打合せを経て、私からお願いしたJASOの建築担当と2人で、管理組合の理事会に参加しながら耐震改修計画案を作成することになりました。

外周部にブレースを設置する案が否決されたという経緯から、我々は「それではどうしようか」ということで中庭に注目し、ここに補強部材を設置すればコの字形の図9に示す建物が一体になって耐震性が高まるのではないか、中庭なら外廊下側となり住民の方はあまり気にならないのではないかということで、まず、A案として中庭に耐震要素を設置する案を考えました。

平面型で見ると図10のような形です。橙色のところ鉄骨フレームを設けて水平と鉛直にブレースを入れれば、左右に分かれた建物は一体化され、全体として非常に耐震性が高くなるだろうという提案をしました。2階



図8 他社の補強案



図9 診断結果（他社）から導き出す耐震改修計画案

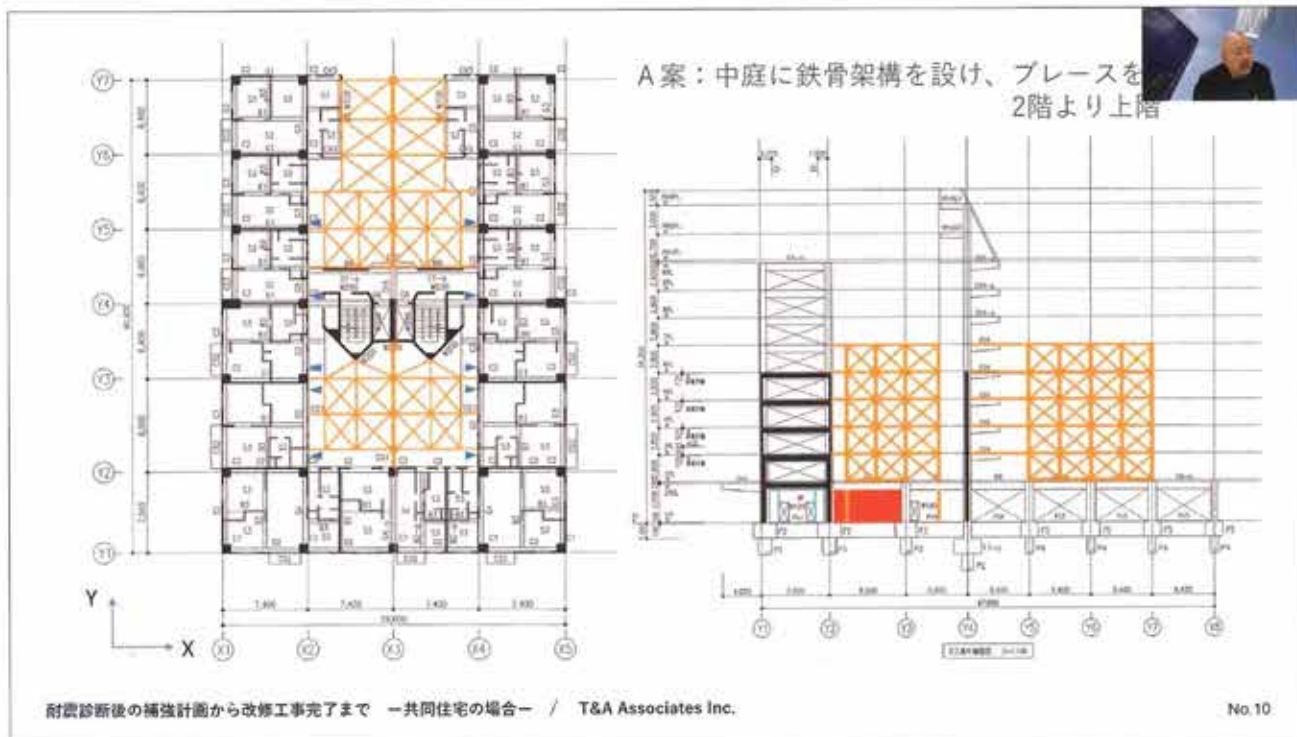


図10 A案

から上部がそういう補強形式になるのですが、鉄骨フレームを受ける1階はRC造の柱となっていて、大きな軸力を受けることが想定されるため、店舗内での補強が必要になりそうなことが一つネックになりました。

図11は我々のスタッフが作ったものです。もともとの建物形状と、どのような補強を考えているのかを住民の皆さんに分かりやすいように、3Dのpdfファイルに

作ってもらいました。このpdfファイルは、PCなどのモニターで実際の模型を見るようにグルグル動かして、見たいところを自由に見ることができるようになっています。

例えば図12のように要素ごとに色塗りしてわかりやすくすることもできますので、住民の方にとっては身近に感じられ、分かりやすいと思います。



図11 3D PDFの作成

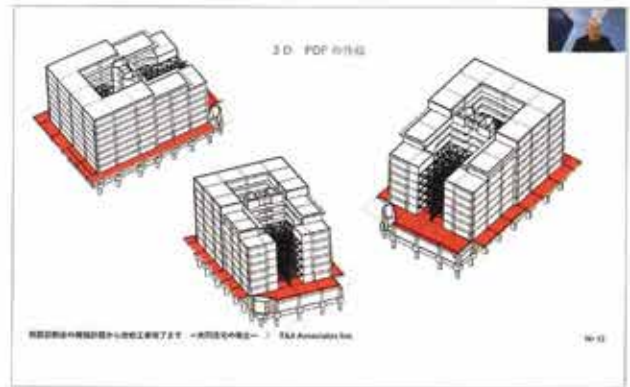


図12 3D PDF

それで、A案の場合1階の補強をどうするかですが、1階には店舗がありますし、当時すべての店舗に我々が入って調査しているわけではなかったもので、考えられる補強箇所は、あまり店舗の方たちに負担がないような補強の方法を図13のようにたくさん提案し、それに基づいてヒアリングをしながら、補強可能なところを絞っていきました。

図14は建築担当に作っていただいた、1階周りで耐震補強できそうな箇所の一覧図です。管理組合の理事会

でお話をさせていただきながら、補強可能箇所を探って行きました。

A案の是非を話し合ううちに、店舗内の柱で補強を行うのはなかなか厳しいのでは、ということになったので、次にB案として中庭補強は取りやめて、図15の青い部分に新たに地震力を負担させるフレームを設置して耐震補強とする案を提案しました。

図16は軸組図ですが、黒い部分に鉄骨が入っていま

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

A案: 1階の補強案
専有部外での補強可能箇所?
テナント内での補強での許容範囲?
専有部で補強可能な箇所?

これらを
ヒアリングを通して探す

実現可能そうな箇所を
全て提案
(最良の補強案を探すため)

図13 A案1階の補強案



図14 1階まわりの補強可能場所の確認

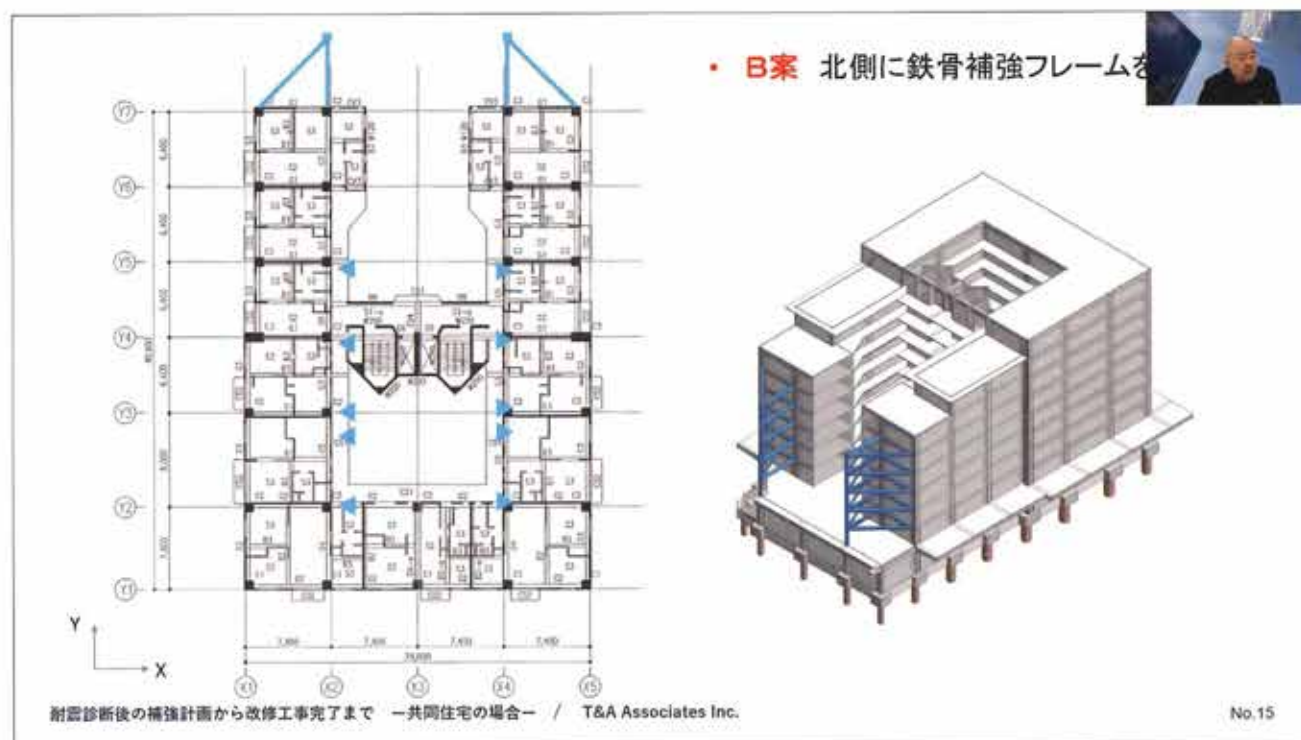


図15 B案

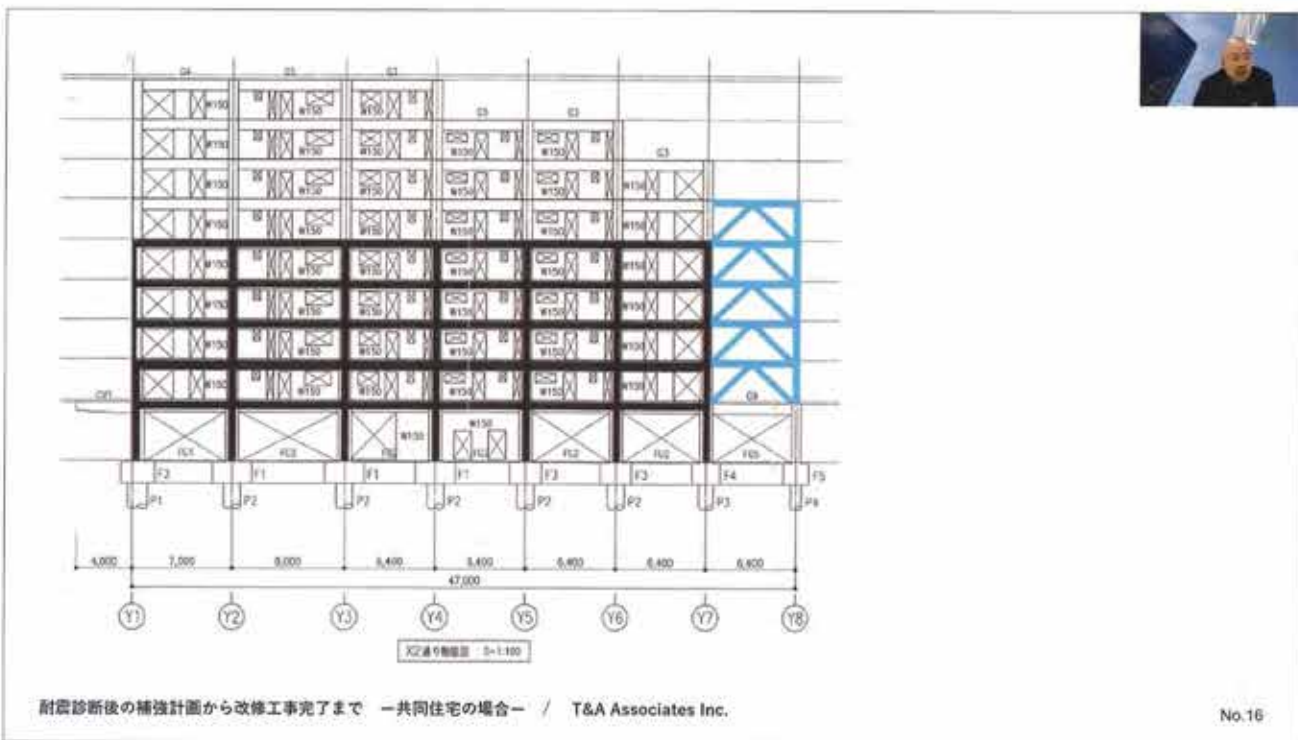


図 16 軸組図

して、そこに合わせて補強フレームを、出っ張っている既存の1階部分の上に青で示すように設置したらよい補強になるのではないかと考え、B案として提案しました。ただ、図16の青い部分に補強フレームを設けても足下の1階の既存柱に大きな力が集まってくるのは同じで、その1階の既存部分に発生する軸力をいかに基礎へ伝えるかというのが大きなポイントになります。A案と同様な問題が残りますが、外周部の柱になるので補強工事はしやすくなるのではないかと考えましたが、たとえ外周部でも店舗内の補強工事は厳しく、もうちょっと他の案はないのかということになったので、C案の提案となります。

元々外周バルコニー面に補強フレームをつけるのは総会で否決されていたこともあって、なかなか気持ち的にハードルが高いと思っていたのですが、A案とB案を議論する中で、中庭側で補強を実施することがなかなか難しいことを住民の皆さんが理解されたので、C案の提案となりました。ただし、やはりブレースなどの斜め材を設けることは合意形成が難しいということで、斜め材のない柱と梁のフレームをバルコニー側に設ける提案をしました。図17がC案です。

C案の場合、1階廻りには外周部にしか補強フレームが出てこないのが、店舗内での補強はなくなり、内部空間に影響はできません。さらに1階で補強できる箇所については、その後皆さんと色々お話をさせていただき、無理なく耐震補強ができそうなところ、例えば駐車場で車の台数や配置を変えることなく耐震壁を入れたり、ゴミ置き場で不便でないような位置に壁をつけられないか、また管理人さんにはご迷惑をかけますが一時退去して頂いて、管理人室内で自由にレイアウトを変えて耐震壁設置などの耐震補強ができるのではないかと、など図18のように様々な可能性について検討しました。

エントランスまわりでは増し打ちの壁を入れても法規上床面積が増えないのでいいのでは、とか店舗まわりは内部は難しいので外回りにフレームをつけたらどうか、などについても様々な提案をして、それぞれの店舗の方と打ち合わせしながら、どの案が可能かそうではないかなど判断していきました。

図19がA案、B案、C案のまとめです。総会の合意に向けて住民説明会用の資料を建築(意匠)担当に作成して頂きました。図19左がA案です。この水色のとこ

・ C案 →最終案

バルコニー面に外付けフレーム案



2～6階 補強イメージ

- ・ A案、B案ともに補強部材が目立って、随分かわったという印象を受ける
- ・ 2階以上でフレーム設置なら1階に影響がない

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

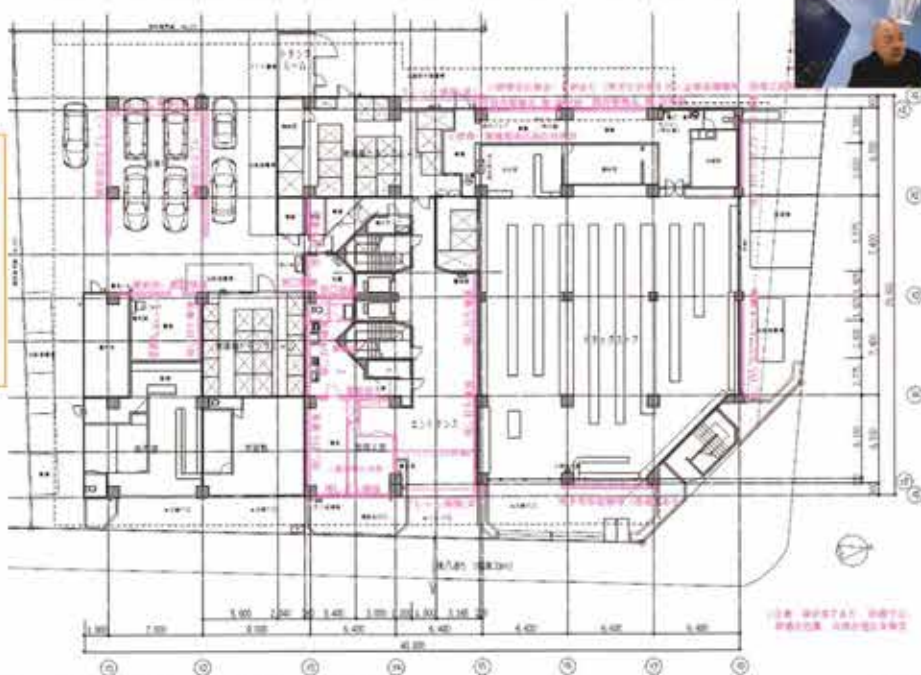
No.17

図17 C案

共用部・店舗（1階）

問題なく補強可能な箇所
何とか補強できそうな箇所

などを全て提示して
取捨選択をして頂き
基本合意を得る



耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.18

図18 共用部・店舗

住民への説明 総会の合意に向けて
— 補強案の比較 —

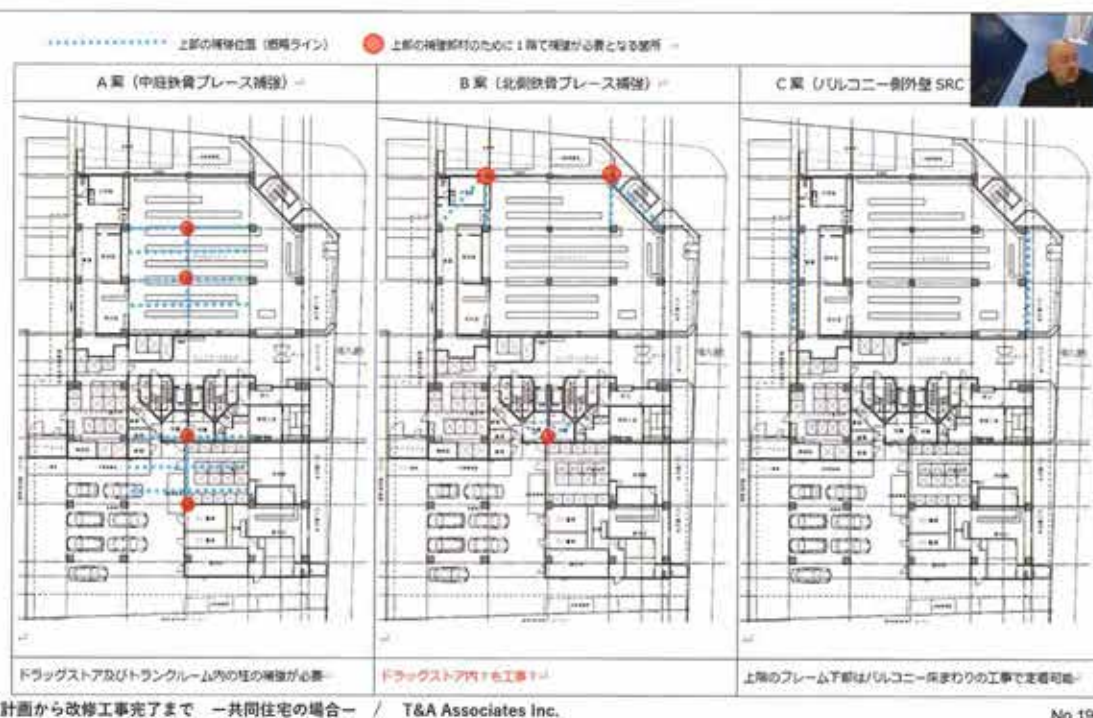


図 19 住民への説明 総会の合意に向けて 補強案の比較

ろが2階から上階に耐震補強フレームを設ける箇所で、地震力が集中する赤い丸をつけた1階の柱を補強していかなければいけないとなると、なかなかハードルが高い。B案にしても水色の点線部分に補強フレームを設けるのでやはり赤丸の柱に結構大きな軸力が発生するので、補強がなかなか難しい。そうすると、結果的にはC案で水色部分に外付けフレームをつけ補強する、それであれば店舗も住民も少し納得いただける補強方法になるのではないか、という提案をさせていただきました。

図 20 は意匠担当に作ってもらった、A案、B案、C案のまとめです。これで住民説明会用に耐震補強案を作成する基本設計業務が終わったことになります。

この3案をまとめ、ざっと工事費概算を出した結果、A案が1に対してB案が0.87、C案が0.81 ぐらいの比率でC案の工事費が低くなり住民の負担も小さいので、C案を最終案としてご提案させていただき、臨時総会を開いて補強設計に進む議決をしていただきました。

結局、この時点まで診断作業をしていませんでしたが、我々の手で診断の見直しをすることは非常に大切であり

ます。診断見直しでは、本当にあるものは全て見込んであるがままに診断していくのが大切であると思います。補強設計のチームは建築と構造と設備。やはり三者が一体になって動いていかないとなかなかよい補強設計は完了しません。

我々の手で診断見直しを実施した結果、図 21 のようになりました。最初の診断結果とは少し違った様子になりました。バルコニー面の方に地震が来るとき(Y方向地震)には、やはり鉄骨が入ってる階は問題ないけれども、鉄骨が抜けた途端に耐力が下がっていく傾向がわかります。X方向地震時も同様ですが、コの字型になっていてバルコニー面と同じようなフレームがX方向にもあるのでIs値が下がってしまう結果になっていると解釈をしています。

なぜこのようにRC造に切り替わった途端に耐力が減るのかは、鉄骨がなくなったからということも大きいですが、極脆性柱の影響が大きいと思われます。「極脆性柱」というのは皆さんなじみが少ない言葉だと思いますけれども、大地震が発生した際に柱にX形の亀裂が入り、もろく壊れてしまうような形状をした柱のことで、診断をすると耐力が低く抑えられてしまいます。そこで、その

住民への説明 総会合意に向けて
— 補強案3案のまとめ

完了
耐震補強案作成・基本設計業務

補強案	A案 免震設置ブレース補強	B案 主軸鉄骨ブレース補強	C案 パルコニー外壁RCフル
特徴	免震の中心部に南北方向に 垂直鉄骨ブレースを設置し、 これを水平ブレースでスリ ッパースタールと地下床に 張り出して支える。在戸の窓 付近に補強部材が取りつか ないよう配慮した案。ただし、 この方式の下の補強が必要 となる（連続工事）。	免震北側の空地部分を利 用し、免震の北側に鉄骨ブ レースの骨組みを三角形柱 状に張り出し補強する。 多くの在戸からは補強部 材は見えないが、北側在 戸の裏面から前方にブ レースが見える。	5階と6階の一部のパ ルコニーで、柱・梁を 鉄筋コンクリート（RC） でフルフレーム型に増し 打ちして補強する。ブ レース（鋼材）は不要。 フレームの柱は300mm 40mm程度、一部の在戸 のパルコニーで工事が 発生する（西側・東側で左右対称とする）。
補強内容	スリット 13か所 鋼足場	鋼足場	鋼足場
6階	スリット 22か所 鋼足場	鋼足場	スリット 22か所 鋼足場
7階	スリット 22か所 鋼足場	鋼足場	スリット 22か所 鋼足場
8階	スリット 22か所 垂直ブレース2スパン 水平ブレース14部 鋼足場	スリット 22か所 垂直鉄骨ブレース3本型 鋼足場	スリット 22か所 鋼足場 パルコニーの柱梁フレーム 4部
5階	同上	同上	同上
4階	同上	同上	同上
3階	同上	同上	同上
2階	同上	同上	スリット22か所 鋼足場 パルコニーの梁にフレーム 4部
1階（共通）	スリット 3か所 / 柱増し打ち 1か所（倉庫内） / コンクリート壁増設 4か所 / コンクリート壁増し打ち 3か所 / 柱形部補修補強 1か所（連続工事）	柱増し打ち 最大4か所（内部3、1ラックハウジング1）	
1階（個別）	柱増し打ち 2か所（ドラッグストア売り場内）	柱増し打ち 最大4か所（内部3、1ラックハウジング1）	
付帯工事 （共通）	管理室・管理員在戸の開口部変更（解体、内装・設備改修、警備室・電気室・MDF等増設を含む） / 倉庫内柱増し打ち部の雨水管理システム・配線整理等 内装改修・ 設備機器等移設等取付部のシャッター撤去・鉄筋塗装 / その他の補強取付部の外装打撃等（塗装、タイル、シーリング、換気機、土間・床タイル、天井、間接、照明） / 北側在戸車庫等の築地・造り（付帯工事等）		
（個別）	1階倉庫内 柱増し打ち部の内装改修 エレベーターホール部ガラス窓変更（張り替え） 地下上げ設備 倉庫の防水設備 鉄骨ブレースの鉄筋塗装	免震の防水設備 鉄骨ブレースの鉄筋塗装 西側3階増設部柱増し打ちによる建機 パルコニー等設置	補強部パルコニーの排水口・雨 樋増設、防水処理、窓部格子・ 手摺の設置・取付（調整） フレームの外装補修
概算費用	約3億1,000万円（概9%増） 耐震費用比率1.0 1階以上 14,800万円（内訳） 補強費 13,340万円 鋼材補強費 1,900万円 免震部改修費 100万円 1階（共通） 4,900万円（内訳） 補強費 2,200万円 鋼材補強費 2,640万円 設備増設改修費 2,000万円 免震部改修費 1,400万円 設備費 1,200万円 工事費計 23,600万円 消費税 2,200万円	約2億7,000万円（概8%増） 0.87 2階以上 11,600万円（内訳） 補強費 12,340万円 鋼材補強費 400万円 免震部改修費 400万円 1階（共通） 4,900万円（内訳） 補強費 2,200万円 鋼材補強費 2,640万円 設備増設改修費 2,000万円 免震部改修費 1,200万円 設備費 1,200万円 工事費計 20,900万円 消費税 2,000万円	約2億5,000万円（概8%増） 0.81 2階以上 11,040万円（内訳） 補強費 10,640万円 鋼材補強費 1,000万円 免震部改修費 400万円 1階（共通） 4,800万円（内訳） 補強費 2,200万円 鋼材補強費 2,640万円 設備増設改修費 2,000万円 免震部改修費 1,200万円 設備費 1,200万円 工事費計 22,140万円 消費税 1,800万円

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.20

図 20 住民への説明 総会の合意に向けて 補強案3案のまとめ

耐震補強実施設計業務

診断見直し

補強案の決定 → C案
診断見直し～補強案作成

補強設計チーム → (建築) 坪内一級建築士事務所
(構造) ティ・アンド・エイ アソシエイツ
(設備) ジェス診断設計

X方向 (梁間方向)

階	補強前				判定
	E ₀	S _D	I _s	C _{TC} ・S ₀	
PH2	1.05	0.95	0.98*	1.00	OK
PH1	0.89	0.95	0.83*	0.85	OK
9	0.697	0.834	0.57*	0.73	NG
8	0.611	0.926	0.56*	0.71	NG
7	0.560	0.926	0.51*	0.65	NG
6	0.466	0.926	0.43*	0.54	NG
5	1.182	0.926	1.08*	0.86	OK
4	1.655	0.926	0.96*	0.77	OK
3	0.950	0.926	0.87*	0.69	OK
2	0.918	0.926	0.84*	0.67	OK
1	0.876	0.834	0.72*	0.57	OK
E ₀	1.300	0.834	1.07*	0.85	OK

Y方向 (桁行方向)

階	補強前				判定
	E ₀	S _D	I _s	C _{TC} ・S ₀	
PH2	1.09	0.95	1.02*	1.04	OK
PH1	0.92	0.95	0.86*	0.88	OK
9	0.747	0.926	0.68*	0.69	OK
8	0.533	0.926	0.49*	0.62	NG
7	0.438	0.926	0.40*	0.51	NG
6	0.363	0.926	0.33*	0.42	NG
5	0.676	0.926	0.62*	0.63	OK
4	0.734	0.926	0.67*	0.53	OK
3	0.704	0.926	0.64*	0.51	OK
2	0.859	0.926	0.78*	0.63	OK
1	0.725	0.834	0.59*	0.48	NG
E ₀	0.837	0.834	0.69*	0.55	OK

診断結果
(見直し)

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.21

図 21 耐震補強実施設計業務 診断見直し

ように脆く壊れる柱を、壊れないように形状を改善する補強計画をここでは立てています。

やはりSRCからRCに切り替わり鉄骨がなくなってしまう階は「中間層崩壊」といって被害を受けやすいので、それはそれで補強してあげないといけないのです。

図22に記載しましたが、補強方法は、鉄筋コンクリートの階では脆く壊れてしまうような柱の形状を解消するために、脆く壊れないように開口下に構造スリットを入れます。バルコニー側は、縦方向が開放的な掃き出しの窓になっていて柱の内法高さは大きいですが、外廊下側は腰壁のある開口になっていて取り合う柱の内法高さが短くなっています。柱の長さが色々なところで長かったり短かったりすると、大地震が発生した際に短い柱の方に地震力が集まってしまい壊れやすくなります。柱の内法長さを建物全体で同じような長さにしてバランスをとってあげると、一箇所に地震力が集中して壊れることはなくなりますので、柱際に切れ込みを入れて、柱が短いところは柱を長くしてあげるのが構造スリット工法です。これを採用しながら補強していくことにしています。

図23の三角形の印のところが構造スリットを設ける位置で、柱際の開口下部に切り込みを入れ、柱の内法長さを長くしてあげて、他の柱と揃えていく、そういう補

強方法です。

ご覧になってわかるように、バルコニーがずっと連続してあるわけではなく、一部インナーバルコニーになっていたりしているので、バルコニー側にも構造スリットを設けていますし、外廊下側の方にも構造スリットを設けて柱内法高さをそろえるように計画しています。


それだけでかなり耐震性能は良くなります。それでも耐力が足りない階には、水色の柱外付けフレームをつけて耐力を補っていくのがベストなやり方だと、この建物では考えまして、提案させて頂いています。

1階については図24の平面左上の駐車場に耐震壁を2か所新設することと、薄いピンクの部分の管理室の中で3枚耐震壁を増設し、耐震性を向上させています。

これを軸組図で見ると、図25のようになります。鉄骨が入っている階より上のRC造の階で、赤い三角印の箇所に構造スリットを入れ柱の内法高さを長くしてバルコニー側柱と揃えています。それでも耐力が不足する、鉄骨がなくなるRC造の階では、阪神淡路大震災でも中間層が崩壊してしまった例がたくさんありますので、そうならないように不足する耐力を水色の補強フレームを増設して補強しています。

それから、2階に持ち出し長さが4m位の片持ち梁

診断結果（見直し）



安全を考慮して無視する、ではなく → あるものを、あるがままに見込む
再度、1階の店舗・貸トランクルームの内部調査により壁種別の再確認を実施

補強方法（RC階：6階以上）

①XY両方向とも、RC造部分での極脆性柱の解消のため構造スリットを設ける。
部分スリットでも完全スリットと評価できるスリット工法（評定取得工法）を採用

②それでも不足する場合は、柱外付けフレーム設置
→ 6階の桁行方向のみ設置

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで - 共同住宅の場合 - / T&A Associates Inc.
No.22

図22 診断結果（見直し）補強方法（RC階：6階以上）

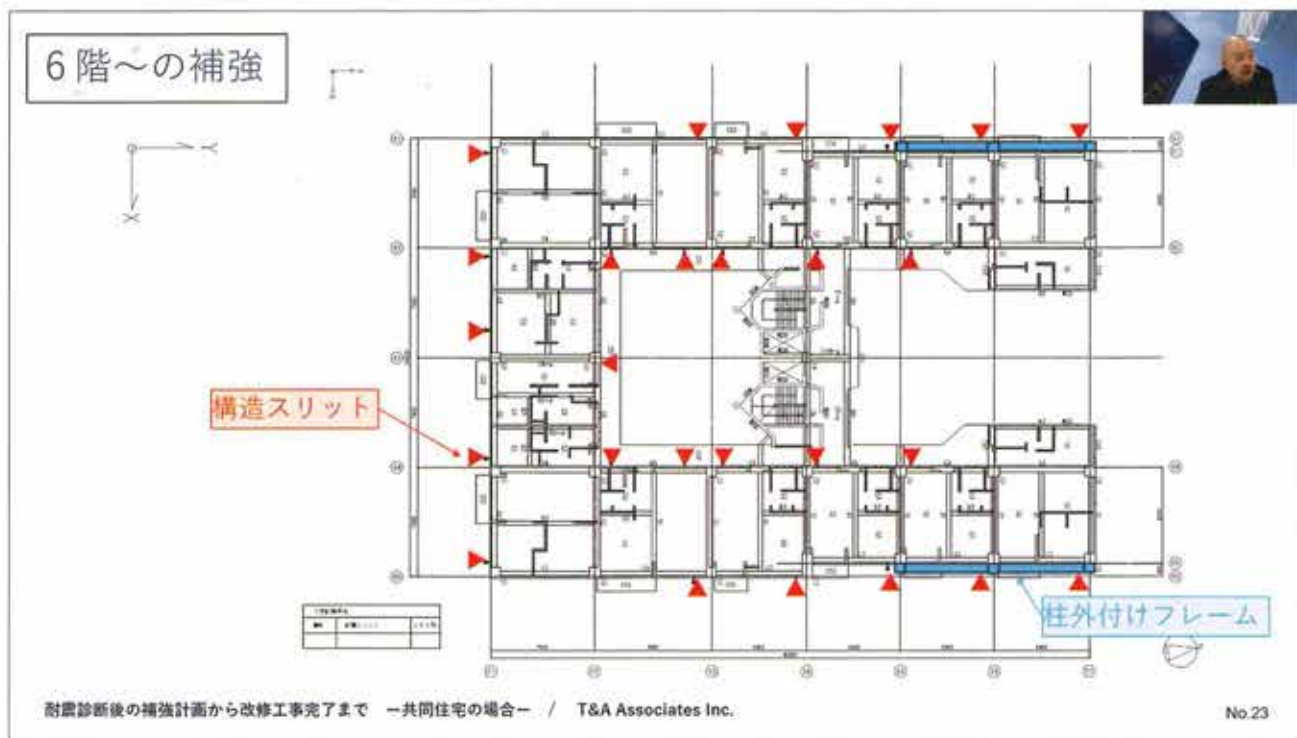


図 23 6階～の補強

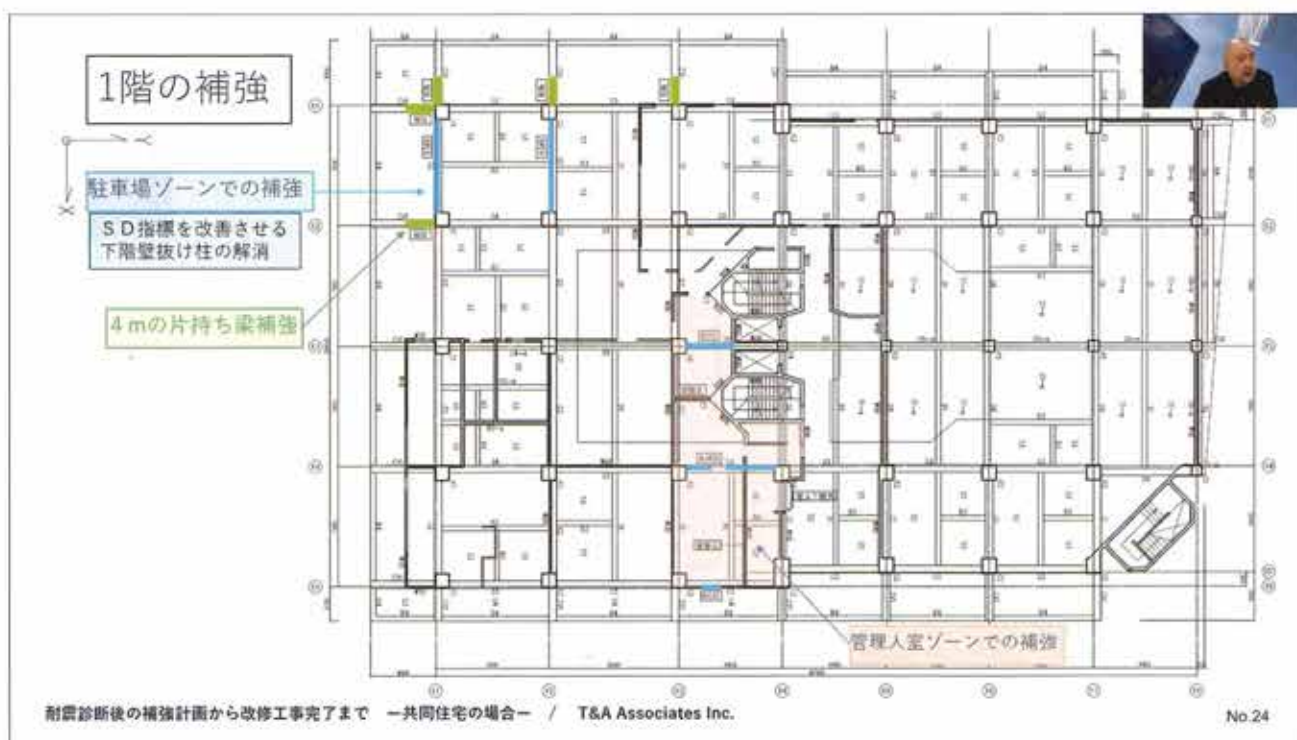


図 24 1階の補強

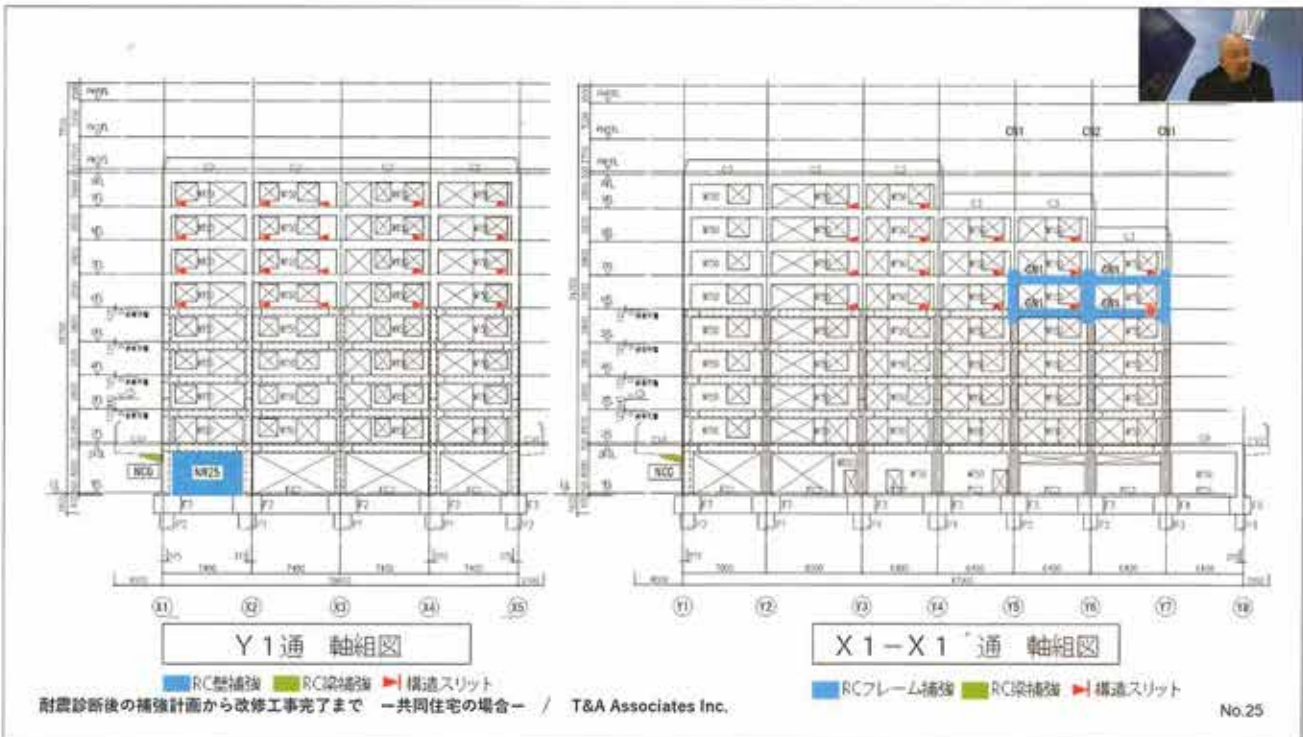


図25 軸組図

がありますので、検討の結果、地震の上下動で揺れたときに壊れる危険性があるため、梁下に補強をしています。

このようにして診断見直しを行い、補強設計が終わった補強後の結果が図26右半分となります。特に赤く囲った部分はIs値といいますが、診断ではIs値を算

診断見直し結果 と 補強後の診断結果

階	補強前					補強後				
	E_c	S_D	I_s	$C_m \cdot S_p$	判定	E_c	S_D	I_s	$C_m \cdot S_p$	判定
PH2	1.05	0.95	0.98*	1.00	OK	1.05	0.95	0.98	1.00	OK
PH1	0.89	0.95	0.83*	0.85	OK	0.89	0.95	0.83	0.85	OK
9	0.897	0.834	0.57*	0.73	NG	1.191	0.834	0.98	0.99	OK
8	0.611	0.926	0.56*	0.71	NG	1.103	0.926	1.01	1.02	OK
7	0.590	0.926	0.51*	0.65	NG	1.010	0.926	0.92	0.94	OK
6	0.495	0.926	0.42*	0.54	NG	0.844	0.926	0.77	0.78	OK
5	1.182	0.926	1.08*	0.86	OK	1.175	0.926	1.07	0.86	OK
4	1.055	0.926	0.96*	0.77	OK	1.044	0.926	0.95	0.76	OK
3	0.950	0.926	0.87*	0.69	OK	0.938	0.926	0.86	0.68	OK
2	0.918	0.926	0.84*	0.67	OK	0.914	0.926	0.83	0.67	OK
1	0.876	0.834	0.72*	0.57	OK	0.740	0.926	0.86	0.69	OK
Bas	1.300	0.834	1.07*	0.85	OK	1.300	0.926	1.19	0.95	OK

階	補強前					補強後				
	E_c	S_D	I_s	$C_m \cdot S_p$	判定	E_c	S_D	I_s	$C_m \cdot S_p$	判定
PH2	1.09	0.95	1.02*	1.04	OK	1.09	0.95	1.02	1.04	OK
PH1	0.92	0.95	0.85*	0.88	OK	0.92	0.95	0.80	0.88	OK
9	0.747	0.926	0.68*	0.69	OK	0.955	0.926	0.87	0.89	OK
8	0.533	0.926	0.49*	0.62	NG	0.779	0.926	0.71	0.72	OK
7	0.438	0.926	0.40*	0.51	NG	0.667	0.926	0.61	0.62	OK
6	0.353	0.926	0.33*	0.42	NG	0.572	0.926	0.61	0.62	OK
5	0.676	0.926	0.62*	0.63	OK	0.692	0.926	0.63	0.64	OK
4	0.734	0.926	0.67*	0.53	OK	0.738	0.926	0.67	0.54	OK
3	0.704	0.926	0.64*	0.51	OK	0.703	0.926	0.64	0.51	OK
2	0.859	0.926	0.78*	0.63	OK	0.862	0.926	0.79	0.63	OK
1	0.725	0.834	0.59*	0.48	NG	0.773	0.834	0.71	0.56	OK
Bas	0.837	0.834	0.69*	0.55	OK	0.837	0.834	0.76	0.61	OK

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.26

図26 診断見直し結果と補強後の診断結果

出すことが簡単に言うとも目的になっていて、1s値が0.6を超えていると大地震の時に建物の倒壊や崩壊の危険性が低いと判断され、現行の基準法で建てた建物と同程度の耐震性があると国が決めしている数値ですので、それを目標に補強設計をしているのです。以上で補強設計が終わります。

いよいよ補強工事が始まります。まず構造スリットの工事ですが、図27がスリット関係の工事写真です。図の中央下の柱廻りの図で、下側が部屋内側で、上側が外廊下側になります。図のように外廊下側あるいはバルコニー側などの外部側から柱際の壁に切れ込みを入れます。部屋内側には一切入らないで施工します。これも壁を全部切りとってしまうわけではなく、部屋内側の壁を30mmほど残して、幅30mmのスリットを施工し、すきまには耐火材を入れて表面をシールします。

図27中央上の写真が施工した後のスリットの様子です。皆さんの部屋に入らないで外部側から施工できるので、補強工事としてはやりやすく、施工後もほとんど目立たない状況になります。

それから図28は1階の駐車場に新しく壁を増設している様子、そして片持ち梁の下を強めている様子の写真です。

図29は補強フレームの工事の様子ですけれども、現状右の図のように梁からバルコニー部分が出て手摺壁があったのですが、この梁の外側にくっつけて新設の梁を設け、既存柱があるところには新設柱を入れてバルコニーを作り直しています。ですからバルコニーを1回撤去して作り直しています。

このバルコニーの該当の住民の方はどんなふうになるか非常に心配されました。模型を作ったり、現地で新設の梁型をあてるなどして何回も説明をしました。バルコニーの出の長さは変わらないので、あまりお日様の入り方も変わらないことを丁寧に説明させて頂いています。

もう一つは工事期間です。バルコニーにはエアコンの室外機が置いてあったり、洗濯物を干したりするのですが、安全上シャットアウトして工事中はバルコニーに出られないようにしますので、夏場の対策とか、洗濯物の対策は前々から十分に住民の方達とお話しをさせていただき納得の上、解決方法を探っています。

補強工事：耐震スリット



評定取得
耐震スリット工法の
採用



耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

新設内側

No.27

図27 補強工事・耐震スリット

特集

リフォーム・リニューアルによる新しい価値
マンション長寿命化 × リフォーム・リニューアル

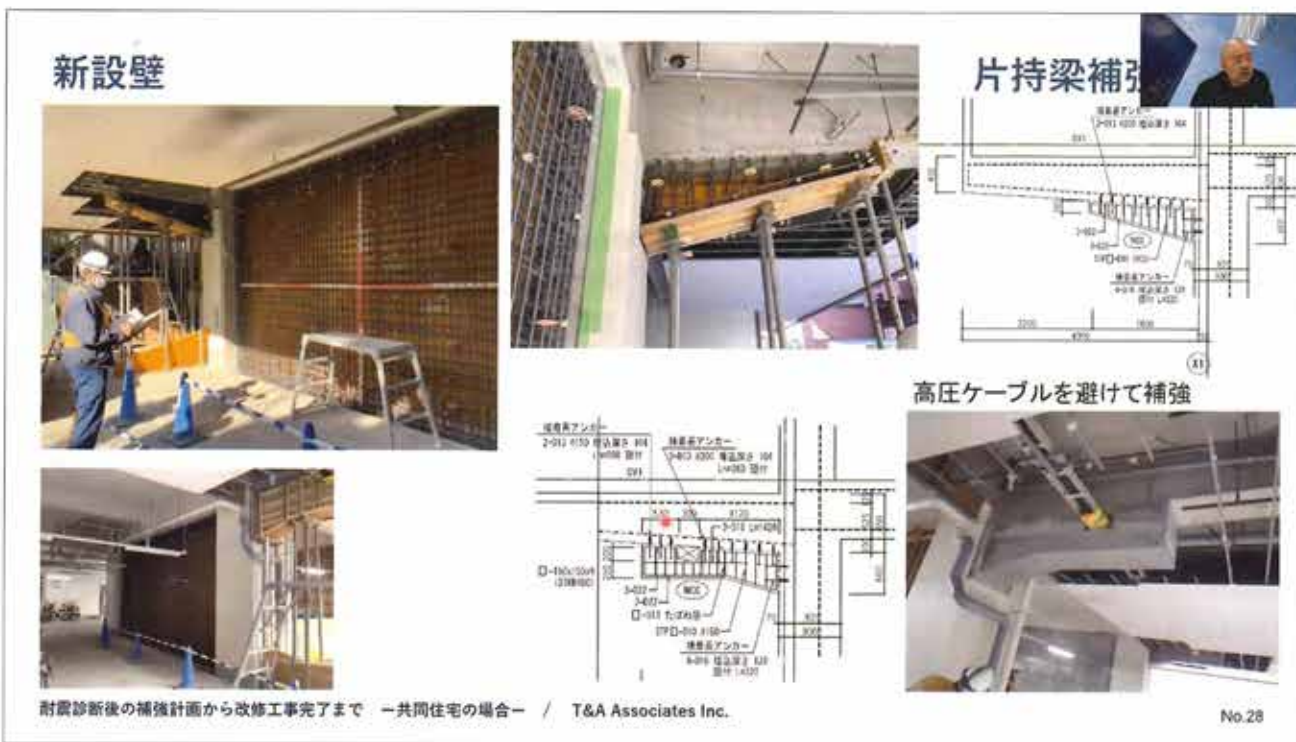


図 28 新設壁

今回は中間階だけの補強なので、補強フレームの最下層には図 29 左上と左下のような鉄骨を組み、その上に支保工を設けて補強フレームを支えます。これは工事中

だけの仮設なので終わったら取り外します。

図 30 が補強フレームの構造図になります。



図 29 柱外付けフレーム補強

図31は補強フレームの実際の配筋写真ですが、高層RC造でよく使われている工法で、火力は全く使わず、主筋は全て機械式継ぎ手と定着金物を使い、帯筋は溶接閉鎖型の既製品を使用して柱梁のタガを締めるように巻いていきます。

図32も施工状況です。タイルを剥がして、既存のコンクリートに直にくっつけて施工します。

図33左がコンクリート打設後の柱と梁です。右は外壁を既存タイルに近い色に塗って塗り分けた仕上がりの状況です。

図34が完成後の写真です。6階部分に補強フレームが見えると思います。左右対称に反対側にも補強フレームを設置しましたが、そんなに目立たないようにできています。

図35に最終的な耐震補強工事完了までの経過を、まとめています。2013年に特定緊急輸送道路沿道建物の

診断確認を取得され、その後補強案が提案されましたけれども総会で否決された状況で、4年経った後に我々がアドバイザー派遣を依頼されて参画しました。その後4～5ヶ月位で改修計画A案、B案を作成し、さらにその翌年2月、年度末ぎりぎりにC案を作成し、その結果をもって3月に住民説明会を実施しました。A案、B案、C案をどうしようこうしようという説明会を行ったわけですが、C案の外付け補強フレームに関しては、フレームのモックアップを理事会でも作成していただき、また設計担当も別途作成し、そのモックアップを見ながらの住民説明会を行いました。

年度が変わって5月に臨時総会を開催して、補強案をC案に絞ることの決議をいただいて、その後現地説明会をさらに実施し、住民アンケートなども行い、色々な方の意見をお伺いした上で計画を進めていきました。

1階の4店舗に関しても、中々内部調査ができませんでしたが、C案に補強案が決まったことで詳細調査に入らせていただいて、壁がどこにあるか、RC壁かCB(コンクリートブロック)壁かなどの、部屋内の調査をさせて頂き、これも新たに補強計画に反映しました。

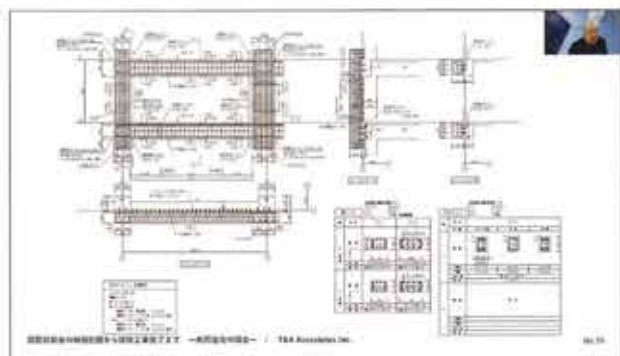


図30 補強部配筋図



図31 実際の配筋の写真



図32 実際の配筋の写真



図33 柱外付けフレーム打設後



耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.34

図 34 竣工写真

そして7月に、臨時総会で耐震補強設計の実施を承認決議いただいたので、助成申請を行い承諾後の10月から10ヶ月程度で実施設計を完了し、耐震補強評定を

2019年9月に取得しました。その後すぐに見積もり工事会社の公募をインターネットで行い、施工会社の選定をして、3月に耐震改修工事の実施の決議をしていただ

耐震補強完了までの経過

1974年(昭和49年)	竣工
2013年2月	東京都特定緊急輸送道路沿道建築物の診断確認取得(TAAF) その後、元施工会社の補強案は、総会で否決
2017年5月	我々がAD派遣依頼を受けて参画する(JASO) A案:3億1000万 一改修計画案A案・B案作成へ B案:2億7000万
2017年9月~2018年2月	耐震改修補強案作成・基本設計業務一C案作成
2018年3月	補強案3案まとめて、住民説明会実施 柱外付けフレームのモックアップ作成 (理事会と設計と両方)して該当住戸にて説明
2018年5月	臨時総会にてC案にしぼることの決議 C案:2億5000万 現地説明会実施・住民アンケート実施・1階店舗等詳細調査実施
2018年7月	臨時総会にて設計実施の承認を決議 助成申請
2018年10月~2019年8月	耐震補強実施設計業務契約
2019年9月	診断見直しを経て、補強評定取得
2019年10月~2020年1月	見積り会社公募、見積、施工会社の選定
2020年3月	臨時総会にて耐震改修工事実施の決議
2020年4月	改修工事助成申請
2020年6月~2021年2月	耐震改修工事請負契約・工事監理契約 1億3500万
2021年2月	耐震改修工事竣工

3年10ヶ月

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで 一共同住宅の場合 / T&A Associates Inc.

No.35

図 35 耐震補強完了までの経過

理事会+管理会社担当と
常駐の管理人・店舗担当の協力フレームモックアップ作成により、
該当する住民の理解の手助け

耐震診断後の補強計画から改修工事完了まで ー共同住宅の場合ー / T&A Associates Inc.

No.36



図 36 理事会+管理会社担当と常駐の管理人・店舗担当の協力

きました。

4月に年度が変わって、改修工事の助成申請を行い、6月に請負契約後、着工して、年度内に竣工しました。

この間コロナ禍があったり、オリンピックが開催されるというので道路が混雑して自由に資材搬入ができないことなどを考慮したスケジュールなど、かなり苦勞して計画を練ったのですが、結果的にオリンピックが延期になってしまい、通常の期間で工事は完了しました。

図 36、左写真奥は管理組合の理事長さんが自ら作成した補強フレーム模型で、手前は補強設計の建築担当が作成した模型です。視覚的にわかりやすい模型を見ながら住民に理解を求めました。

我々が参画して3年10か月が経ちましたけれども、その間に管理組合の理事長さんが4人替わられています。2人が若い女性の方で1人が若い男性の方で、耐震的に安全な建物でこれから子育てをしていきたいなど、皆さんにそれぞれ強い思いがあつてうまく進んできたのではないかと思います。補強工事が始まる頃、最後には非常に経験豊富な年配の男性の方が理事長さんになられ工事を見守って頂きました。なかなか理事会もうま

く運営されているなという印象を私は持ちました。いずれにしても住民の方か管理人の方か、店舗の方か、理事会の方々と我々チーム、設計・構造・設備のチームがお互いに信頼しあつて議論をし、うまく完了できたと思っている次第です。



図 37 竣工写真

図 37 はアップですけれども、耐震補強の外付けフレームの外観です。あまり目立たなくこんな感じの補強でできたと思っています。以上で、私のお話を終わらせていただきます。

どうもご清聴頂きありがとうございました。