

マンションの耐震化の基礎知識 ～ 耐震化の進め方とポイント ～

1. 耐震化の進め方

2. 耐震診断

3. 補強計画

4. 耐震補強工事



坪内一級建築士事務所

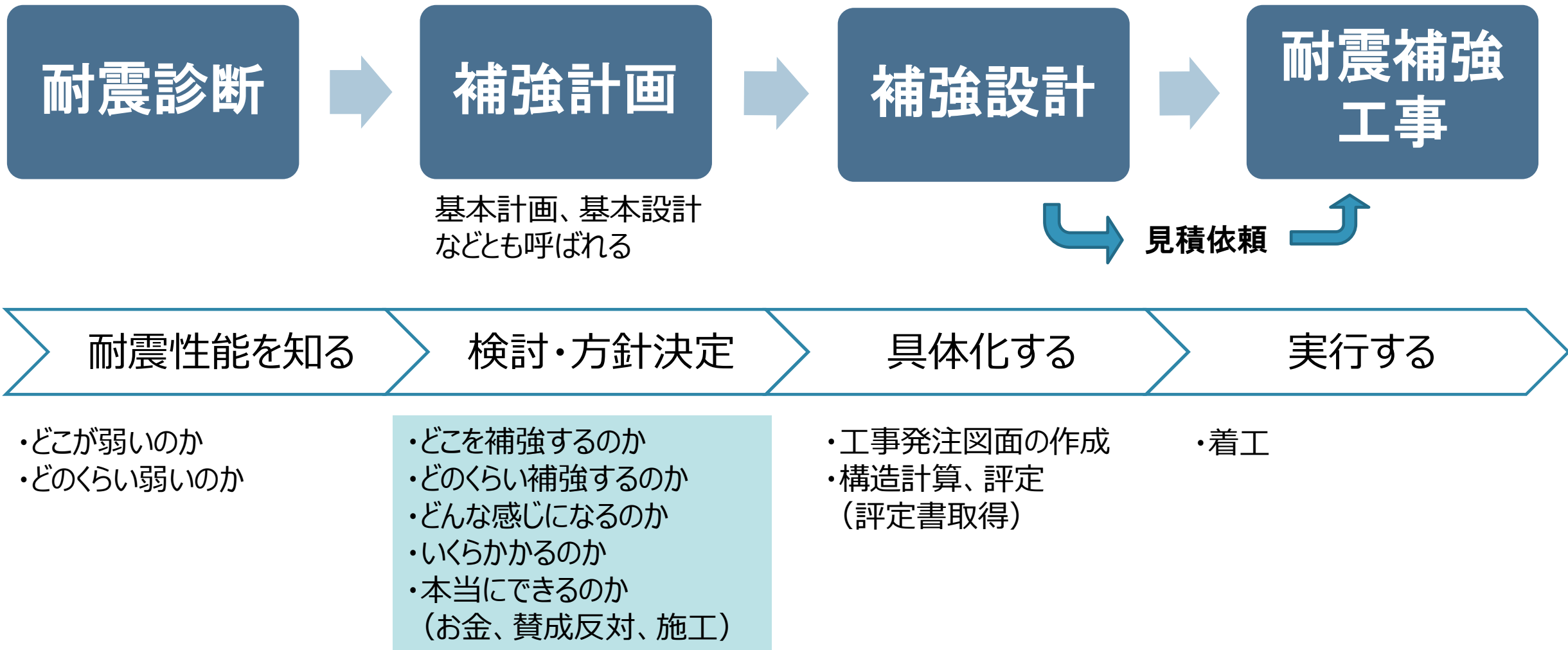
坪内 真紀

NPO耐震総合安全機構（JASO）理事

建築再生総合設計協同組合（URD）理事

1. 耐震化の進め方

診断して、すぐ工事、にはならない



マンションの場合は、各ステップの前に実施の**総会決議**が必要。年度ごとに各ステップに行くケースが多い。

1. 耐震化の進め方

②助成制度の活用



多くが無料の制度で区市と契約した団体などから専門家が派遣される。複数回、可のところも

区市の助成制度はほとんど無い
都では、「マンション耐震化推進サポート事業」で補強案作成を実施
(都と協定を結んでいる団体から専門家を派遣する)

区市の補助のあるケースが多い

マンションの場合は、

- ・マンション助成
 - ・非木造建築物助成
 - ・緊急輸送道路沿道建物助成
- などの助成制度が用意されています (自治体によって異なる)

自治体の助成を受ける場合は、

助成要件の確認、助成スケジュール確認 (通常年度単位) をお忘れなく

法不適合建物の助成は、是正が要件になっていることもあります



東京都耐震ポータルサイト (ウェブサイト)

<https://www.taishin.metro.tokyo.lg.jp/>

区市町の耐震助成ホームページにアクセスできる

提出書類には、総会議事録、規約、図面、面積表、現行法での建ぺい率・容積率算定、登記簿謄本、納税証明などを求められることがあります (準備に時間がかかる!)

2. 耐震診断

どんな補強が必要かは、診断しないとわからない

2. 耐震診断

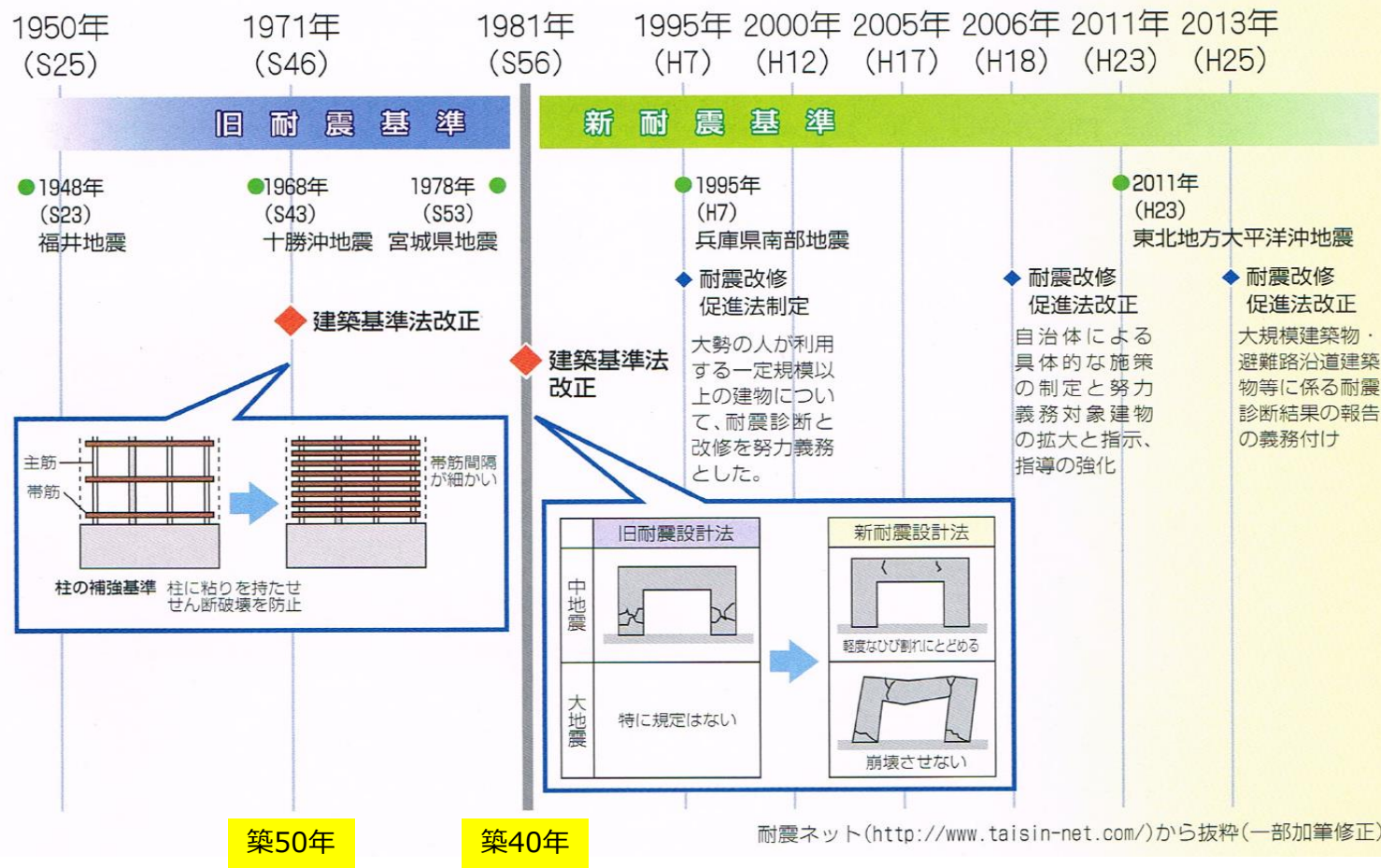
① 耐震診断の必要な建物

耐震診断の必要な建物は、1981年（昭和56年）6月以前に設計された建物（築40年以上）

1981年以前は旧耐震基準

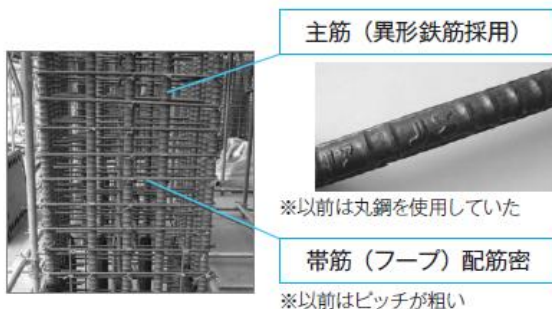
1971年以前の建物は、さらに注意が必要
（旧耐震基準、第1世代などという）

法令の耐震基準の変遷



耐震ネット (<http://www.taisin-net.com/>) から抜粋 (一部加筆修正)

出典「ビル・マンションの耐震化読本」東京都都市整備局

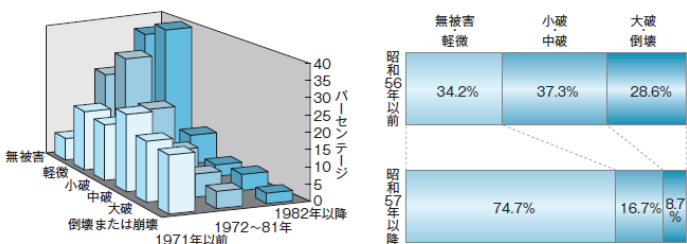


十勝沖地震以後 耐震設計法改正 (1971年)



▲ 最近の柱の配筋例

阪神淡路大震災での建築年代別被害率



2. 耐震診断

② いろいろな耐震診断のやりかたがある？

精密診断

耐震補強設計のために必要な診断手法

簡易診断と区別するために、あえて「精密」とつけることもありますが、「精密」となくとも、一般的な耐震診断を指します。

診断の方法、基準については、国土交通大臣が指針を定めており、それと同等の効力のある方法も、国土交通大臣が認めています。

よく使われているのが、一般財団法人**日本建築防災協会**が発行している**耐震診断基準**で、建物の構造種別ごとに基準があります。

また、建物の構造特性に応じて、**第1次診断**、**第2次診断**、**第3次診断**の方法が用意されています。

簡易診断

精密診断の実施に躊躇するマンションにお勧め。精密診断を促すためのステップ

簡易診断は特に手法がどこかで定められているものではありません。

第1次診断を参考にして構造計算を簡略化することで、作業量を減らして、コストを下げて実施できます。

おおまかな構造の特徴、耐震性能の傾向を掴むことはできますが、「精密診断が必要です」という結論がほとんどです。

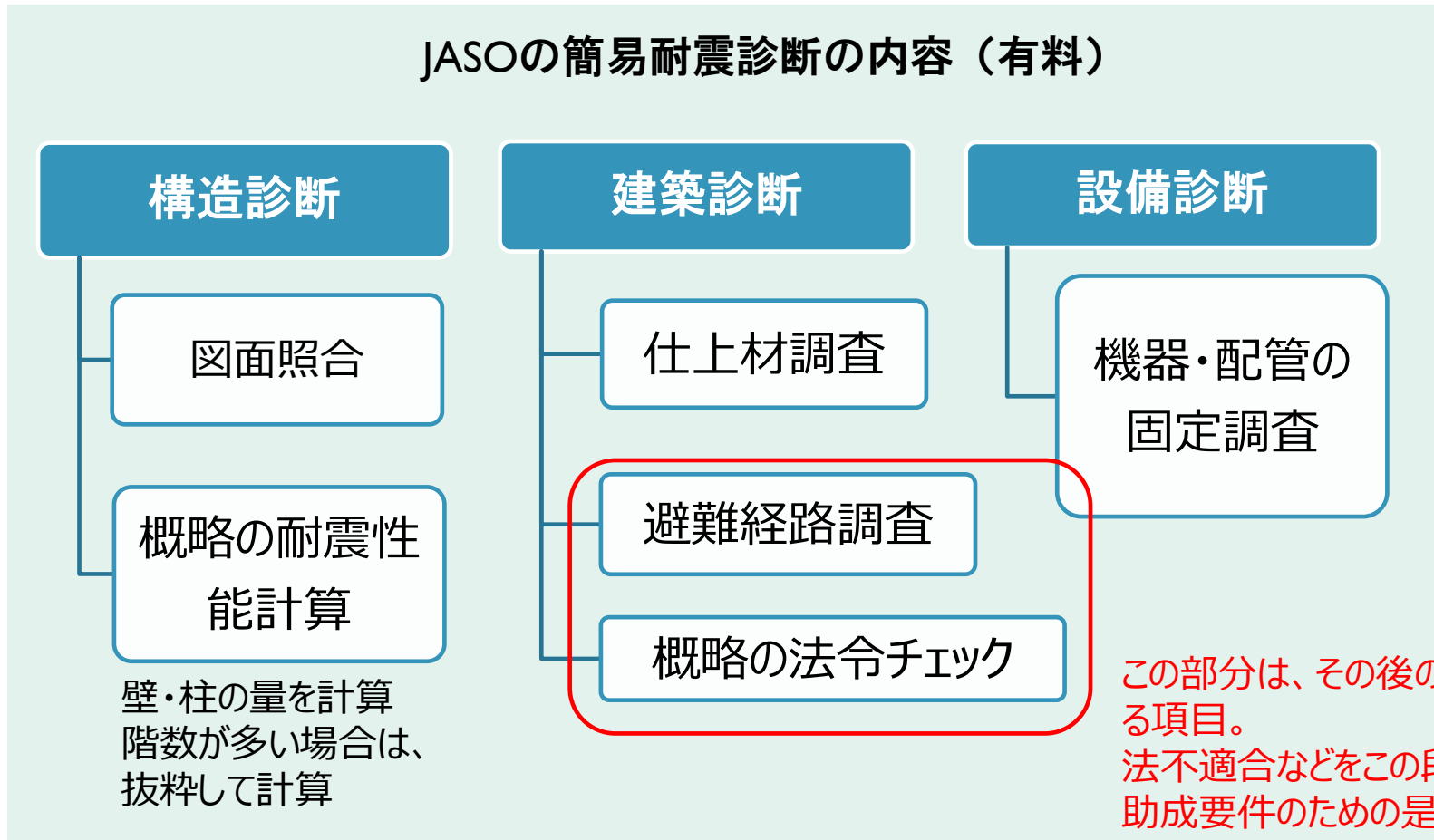
注意事項：

壁式鉄筋コンクリート造の場合は、診断基準として認められている「既存壁式鉄筋コンクリート造等の建築物の**簡易耐震診断法**／（一財）日本建築防災協会」を用いることができ、その結果は耐震診断結果となります。

簡易診断

精密診断の実施に躊躇するマンションにお勧め。精密診断を促すためのきっかけになります。

比較内容	精密診断	簡易診断
目的	補強の要・不要をジャッジ 補強設計の根拠	構造的な傾向の把握 補強設計の根拠にはならない！
作業量	大	小（簡略化する）
作業期間	概ね半年～1年	3か月程度
コンクリート調査	必須	なし
構造図	必須	平面図があれば可
計算方法	鉄筋や鉄骨なども考慮し、複雑な計算を要する	柱・壁断面積の計算程度
作業コストのイメージ	大（小規模マンションで200～300万円、中規模で数百万円）	小（小規模マンションで30～40万円、中規模で数十万円）
不動産売買時の重要事項説明の対象	対象	対象外
実施の決議	総会決議	一般的には理事会決議での実施も可 （助成要件で総会決議が必要なケースあり）



建築診断と設備診断は、落下・転倒のおそれのある部位をチェック

杉並区、新宿区、武蔵野市などでは、簡易診断の助成（無料）あり。
終了時には管理組合への説明会なども実施

2. 耐震診断


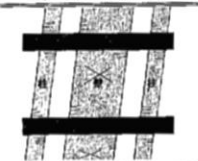

④ 1次診断、2次診断、3次診断

耐震診断は診断基準に基づき判断して行う。

どのレベルの診断を行うかは、**建物の構造特性を見て、診断者が適切に判断する**。マンションでは2次診断が多い

診断のレベル	特徴等
第1次診断法	建物の柱・壁の断面積から耐震性能を評価する。簡易的な診断にも用いられる。
第2次診断法	建物の柱・壁の断面積のほか 鉄筋や鉄骨の強度を考慮する 。精密診断として一般的な方法。
第3次診断法	2次診断に加え、大梁の耐力を考慮する 。計算量が多く、判断に高度な知識を要する。

■各耐震診断法の比較

診断次数	第1次診断法	第2次診断法	第3次診断法
適した構造特性	 壁の多い建築物に適する	 主に柱・壁の破壊で耐震性が決まる建築物	 主に梁の破壊や壁の回転で耐震性が決まる建築物
計算	必要項目 床面積、階数、階高、柱断面寸法、柱内法長さ、壁断面寸法、腰壁・垂れ壁寸法	(同左) + 壁開口部寸法、柱配筋、壁配筋、コンクリート強度、柱鉄筋強度	(同左) + (同左) + 梁断面寸法、梁スパン、梁配筋、柱・梁鉄筋強度
	難易度	易しい	難しい

*『耐震改修による安全・安心な街づくり』パンフレット（BCS 建築業協会）を元に加工作成

出典：マンション耐震化マニュアル／国土交通省

調査項目	調査目的	調査方法	調査レベル		
			1次調査	2次調査	精密調査
使用状況や建物環境の調査	・現状建物の使用状況の把握 ・用途変更や改造の有無を確認	目視による	◎	◎	—
基礎・地盤の調査	・建物の傾斜や地形・地盤の把握	目視による	◎	◎	—
劣化状況調査	・仕上げ材の劣化状況を把握 ・補強以外に補修の必要箇所や落下危険物の有無を把握	目視による劣化状況の確認	◎	◎	—
躯体ひび割れ状況調査	・建物の劣化状況を把握	目視によるひび割れ発生状況の確認	◎	◎	—
		ひび割れ幅の測定による	—	◎	—
部材調査	・原設計図書と現状建物の整合性の確認	部材寸法の実測による	◎	◎	—
		鉄筋探査による配筋の確認 仕上げ材除去・ハツリ	—	○	○
コンクリート強度試験	・診断計算に用いるコンクリート強度の把握	コンクリートコア採取および圧縮強度試験による	○	◎	○
コンクリート中性化深さ試験	・老朽化の程度の把握	コンクリートコアの中性化深さ試験による	—	◎	○

◎：必ず実施する ○：必要に応じて実施 —：実施しない

耐震診断の結果は、だれがやってもピッタリ同じ数字になるわけではない。

- 診断プログラム（診断ソフト）の違い
- 診断基準の読み解き方の適・不適
- 建物の構造的な見方（モデル化）の違い



診断の内容が妥当なものであることの確認のために、第三者機関の**評定書**を取得することを勧める。

評定書の取得が耐震診断助成の要件になっている場合が多いです

所見

(評定5号様式)

JASO 評定 No.1 [redacted]
2019年2月19日

[redacted] 耐震診断 所見

[redacted]

耐震総合安全機構 JASO

評定申込みのあった [redacted] について下記耐震診断は、妥当なものであると認めます。

記

1. 建物概要

- ・建物名称 [redacted]
- ・所在地 [redacted]
- ・建物用途 [redacted]
- ・構造規模 [redacted]
- ・面積 [redacted]

2. 評定事項

本建築物については、「2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・改修設計指針・同解説」((一財)日本建築防災協会)に基づき、耐震診断(第2次)が行われた。本建築物は1970年(昭和45年)に建設された地上7階、地下0階、塔屋2階建て鉄筋コンクリート造の共同住宅を用途とするものである。平面・断面形状は全体としてはほぼ整形であり、X方向(東西・桁行方向)は8.20m×4の4スパン、Y方向(南北・梁間方向)は8.00mの1スパンになっている。架構形式は、X方向は雑壁付きラーメン構造、Y方向は連層壁付きラーメン構造である。X方向南側②通りは雁行しており、また7階東側1スパンはセットバックしている。なお、本建築物の既存意匠図、構造図、構造計算書は存在している。

診断に際して現地調査として、図面照合(構造部材形状・開口位置など)・コンクリート強度調査・コンクリート中性化調査・配筋調査・外観劣化調査・不等沈下調査が行われている。なお、1階柱より上階のコンクリートは軽量コンクリートである。診断時のコンクリート強度は、設計基準強度の1.25倍を最大とし、調査結果に基づき1階~3階でLc210に対して22.2~25.7 N/mm²を、4階以上でLc180に対して22.0 N/mm²を採用している。また、鉄筋の診断時降伏点強度は、主筋に394N/mm²(SD35)を、帯筋・壁筋に294N/mm²(SR24)および壁筋の一部に344N/mm²(SD30)を採用している。耐力計算にあたっては軽量コンクリートを用いていることから各部材のせん断耐力を低減している。これらにより耐震指標(Ia)を算定した結果は別添の通りで、X方向1階~4階で構造耐震判定指標(Iso)値の0.6を下回っている。また、Y

評定書

(評定6号様式)

JASO 評定 No.181106
2019年2月19日

評定書

[redacted]

特定非営利活動法人 耐震総合安全機構 JASO

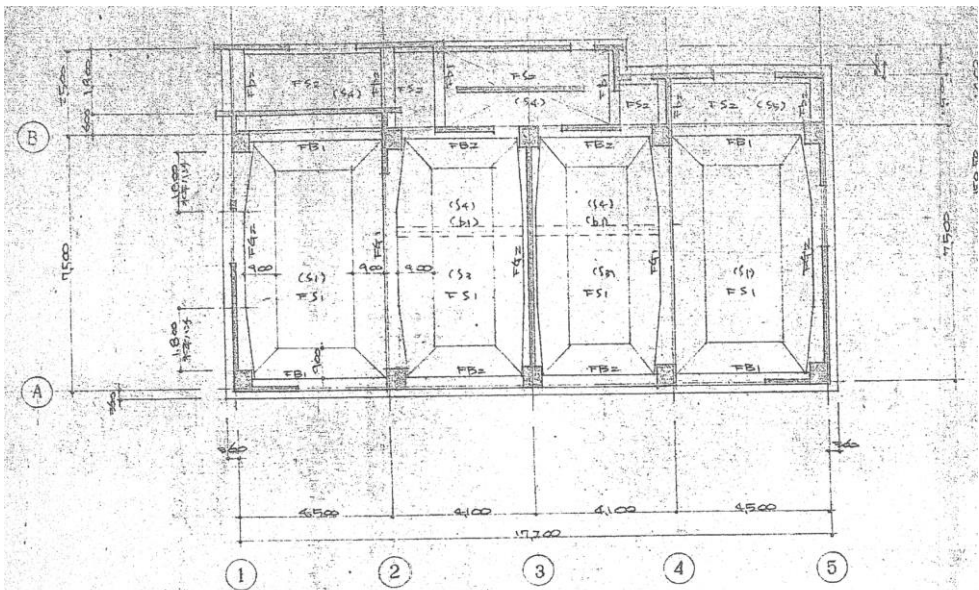
貴管理組合との業務委託契約に基づき、株式会社 [redacted] が実施した [redacted] に係る耐震診断報告書について、当特定非営利活動法人 耐震総合安全機構 JASO の判定会議において審査した結果、「建築物の耐震改修の促進に関する法律(平成7年法律第123号、改正平成25年法律第20号)」及び同法第4条の規定に基づく「建築物の耐震診断及び耐震改修の促進を図るための基本的方針(平成18年国土交通省告示第184号)」の「(別添)建築物の耐震診断及び耐震改修の実施について技術上の指針となるべき事項」に照らし、別紙の所見のとおり「妥当なものであると認める」旨の評定を致します。

以上

2. 耐震診断

⑥ 診断には構造図が必要

構造図とは

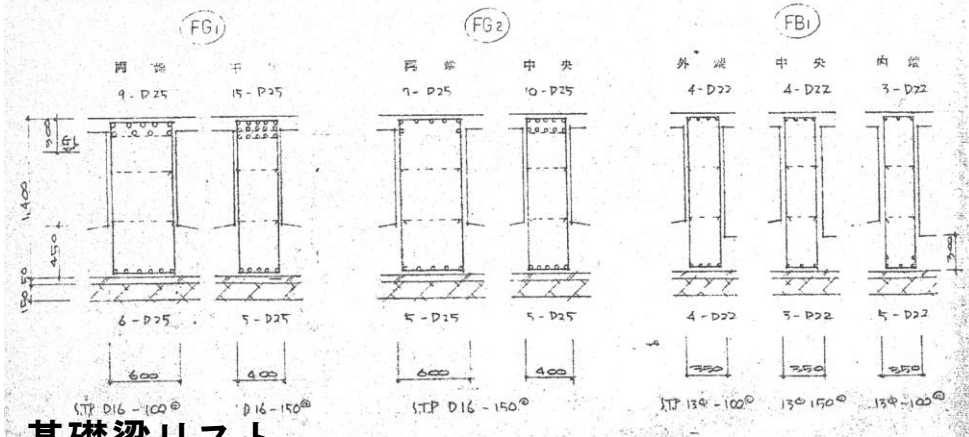


伏図 (平面)

基礎伏図 SCALE 1/100

()内は、FL、3.227、天+1階、2FL 階=階上

基礎梁リスト



基礎梁リスト

柱リスト 1/20 D, HOQP + 90-500

符号	C1	C2
4階 断面		
主筋	12-D19	12-D19
HOQP	90-100	90-100
3階 断面		
主筋	12-D19	12-D19
HOQP	90-100	90-100
2階 断面		
主筋	12-D19	12-D19
HOQP	90-100	90-100
1階 断面		
主筋	12-D19	12-D19
HOQP	90-100	90-100

柱リスト

梁リスト 1/30

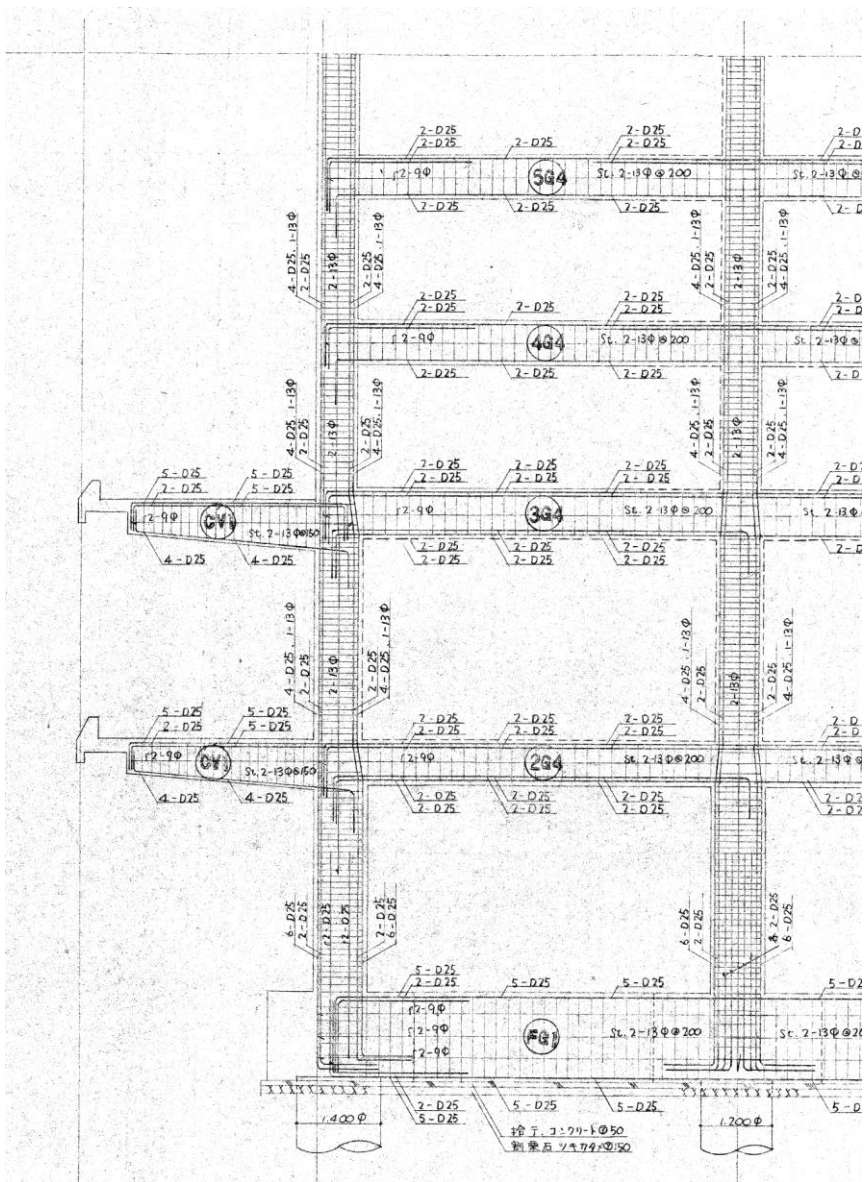
符号	G1	G2	G3
4階 断面			
主筋	4-D19, 3-D19	3-D19, 3-D19	3-D19, 3-D19
HOQP	70-150	40-150	90-150
3階 断面			
主筋	5-D22, 3-D22	4-D22, 3-D22	3-D22, 3-D22
HOQP	90-150	90-150	90-150
2階 断面			
主筋	5-D22, 3-D22	3-D22, 4-D22	3-D22, 3-D22
HOQP	90-150	90-150	90-150
1階 断面			
主筋	5-D22, 3-D22	3-D22, 4-D22	3-D22, 3-D22
HOQP	90-150	90-150	90-150

梁リスト

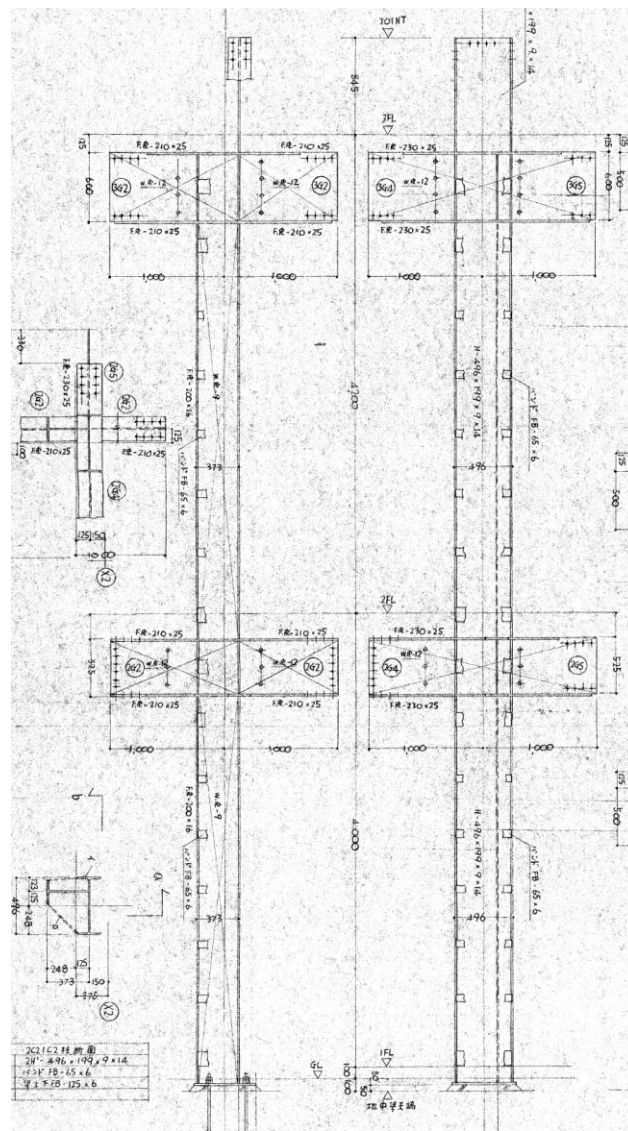
壁リスト 1/30

符号	CB10	W12	W15
断面			
底筋	90-400	90-200	90-250 (D71)
側筋	90-600	90-200	90-250 (D71)
開口部補筋	1-13φ	1-13φ	2-13φ
	1-13φ	1-13φ	2-13φ
		1-13φ	2-13φ

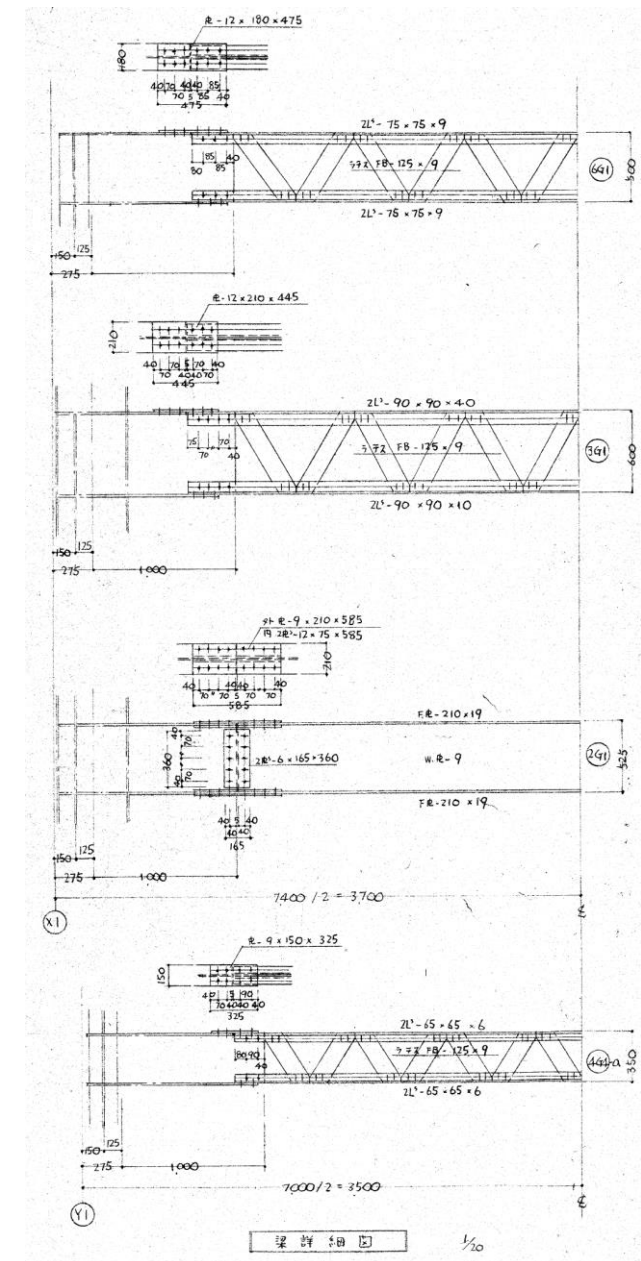
壁リスト



配筋詳細図



鉄骨詳細図 (柱) SRCの建物



鉄骨詳細図 (梁) SRCの建物

構造図がないときは、部分破壊などを行って、内部の鉄骨・鉄筋について調べ、構造図を復元する。復元した図面（推定構造図）で、耐震診断を実施。



各戸へ立ち入り、柱、壁、窓の寸法を測定



レーダーで鉄筋の間隔、本数を確認



柱のコンクリートをはつり、内部の鉄筋の形状、径を確認



壁を貫通させて壁の厚みを確認

新築時の設計者、施工会社に図面が残されているケースもあるので、出来る限り問い合わせてみて下さい。

耐震診断の作業内容 (第2次診断・第3次診断の場合)

現地調査

- ・図面と現地を照合
- ・**不同沈下の有無、劣化状況**を調査
- ・**鉄筋間隔**を探查機にて調査
- ・**コンクリートのコア抜き**を実施 (原則、各階3本)

コンクリート試験

- ・コンクリートコアを公的な試験場に運び、**コンクリート強度、中性化深度**を測定

建物のモデル化

- ・構造図を読み解き、**伏図、軸組図等**を作成
- ・コンピューターの耐震診断プログラムが稼働できるよう、**建物をモデル化して入力**する

計算、診断

- ・**荷重計算、応力計算、部材耐力計算、耐震性能計算**をコンピューターで行う
- ・個別の検証が必要な部分は別途計算する
- ・**耐震性能を判定**

判定 (評定)

- ・診断報告書内容が適切かどうか、**第三者機関にてチェック**を受け、**評定書**を取得する

劣化調査

劣化調査写真



写真-7
劣化調査
PH1階壁
屋内-A階段室
塗膜劣化状況



写真-8
劣化調査
PH1階壁
屋内-A階段室
塗膜劣化状況
同上拡大写真

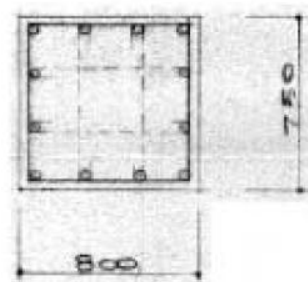
構造躯体の劣化を中心にみる

鉄筋間隔調査

柱配筋状況調査結果

調査位置番号 1階柱 【5-B通り】

設計図書



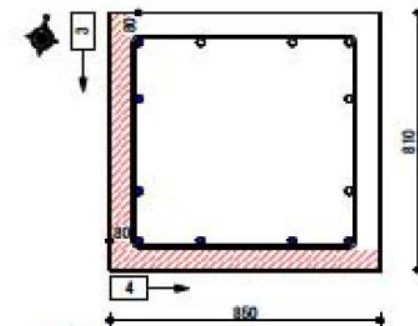
φ12-①25

特記なき

HOOP φ10 ①120 200 ~ 120

柱 φ10 ①600

調査結果



凡例

- 鉄筋探査実施範囲を示す。
 - 検出された鉄筋を示す。
 - レーザーデータ番号及び探査方向を示す。
- ※柱断面寸法は仕上げ厚さを含む寸法を示す。

不同沈下調査

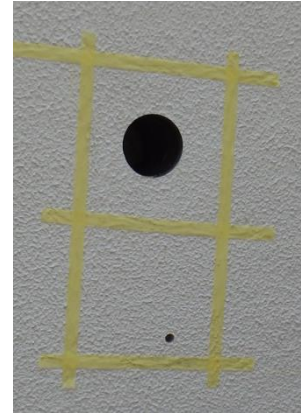


屋上にて高低測量を行い不同沈下を調べる



レーザー探査した鉄筋の位置をテープで記しているところ

コンクリートコア抜き



直径7～10cm程度、通常は壁を貫通させない深さ10～15cm程度の試験片を、各階3本（※）抜き取る。

抜き取った跡は無収縮モルタルにて修復、現況近似色にて塗装かキャップで塞ぐ。

※径が小さい場合は、本数を増やすことがある

コンクリート試験



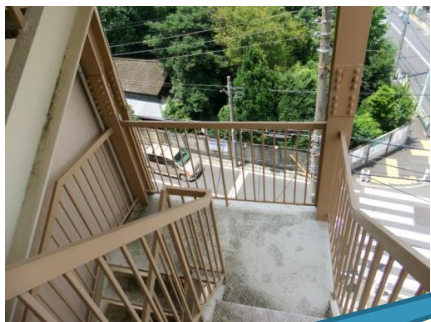
圧縮強度試験

供試体名	4C-1	筒先採取状況	途中折取り																															
骨材の種類	普通骨材	試薬噴霧から測定までの時間	直後（5分程度）																															
中性化状況写真																																		
測定結果 (mm)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>最大値</th> <th>①</th> <th>②</th> <th>③</th> <th>④</th> <th>⑤</th> <th>⑥</th> <th>⑦</th> <th>⑧</th> <th>⑨</th> <th>⑩</th> <th>平均</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16.0</td> <td>13.5</td> <td>12.0</td> <td>16.0</td> <td>12.0</td> <td>11.5</td> <td>11.5</td> <td>12.5</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>12.7</td> </tr> </tbody> </table>										最大値	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	平均	16.0	13.5	12.0	16.0	12.0	11.5	11.5	12.5	-	-	-	12.7
最大値	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	平均																							
16.0	13.5	12.0	16.0	12.0	11.5	11.5	12.5	-	-	-	12.7																							

中性化深度測定（鉄筋が錆びやすい環境にないか）

コンクリートはアルカリ性。
鉄筋を錆から守っているが、炭酸ガスの影響でじょじょにアルカリ性が失われていく。白い部分が中性化しているところ

鉄骨階段の固定



鉄骨階段の取付部。溶接の接点が少なく、また箇所数も少ない。



阪神淡路大震災での被害状況
鉄骨階段が転倒

元の取付部分。図面に詳しい記載がなく、耐震診断時に要補強となった。



鉄骨柱と壁の固定を増設

鉄骨階段固定補強の例

高置水槽の固定

JASOパンフレットより

① 水槽足下の固定は大丈夫？

貯水槽は、鉄筋コンクリート製の基礎などにアンカーボルトで固定することが大切です。当たり前と思われるかもしれませんが、行われていないことが少なくないのです。



× 悪い例
コンクリート基礎への固定が行われていない
(置かれているだけの状態)



○ 良い例
コンクリート基礎へアンカーボルトにより固定されている

② 水槽には必要な耐震仕様値があります

水槽には必要な耐震仕様値があります。マンションで求められる数値は、地表面や建物の1階に設置される水槽は「1.0G」、屋上に設置される高置水槽の場合は「1.5G」が一般的です。



締まっているか確認したところ抜けて持ち上がったアンカーボルト

耐震診断は **耐震性能の大きさ**（構造耐震指標Is値）を算出し、建物の**弱点を把握する** 作業

$$\text{構造耐震指標 Is値 (アイエス値)} = \text{強さ} \times \text{粘り} \times \text{バランス} \times \text{劣化度}$$

Is値は、建物の強度、靱性（変形能力）、形状の良否、経年による劣化の4つを数値化し、掛け合わせた数。

Is値が高いほど耐震性がある。弱点を減点して評価する。

- ・各棟で各階ごとに、4方向からの地震力に対する耐震性能を計算
- ・エキスパンションジョイントでつながった棟は、棟別に計算する → 費用も棟数分



2. 耐震診断

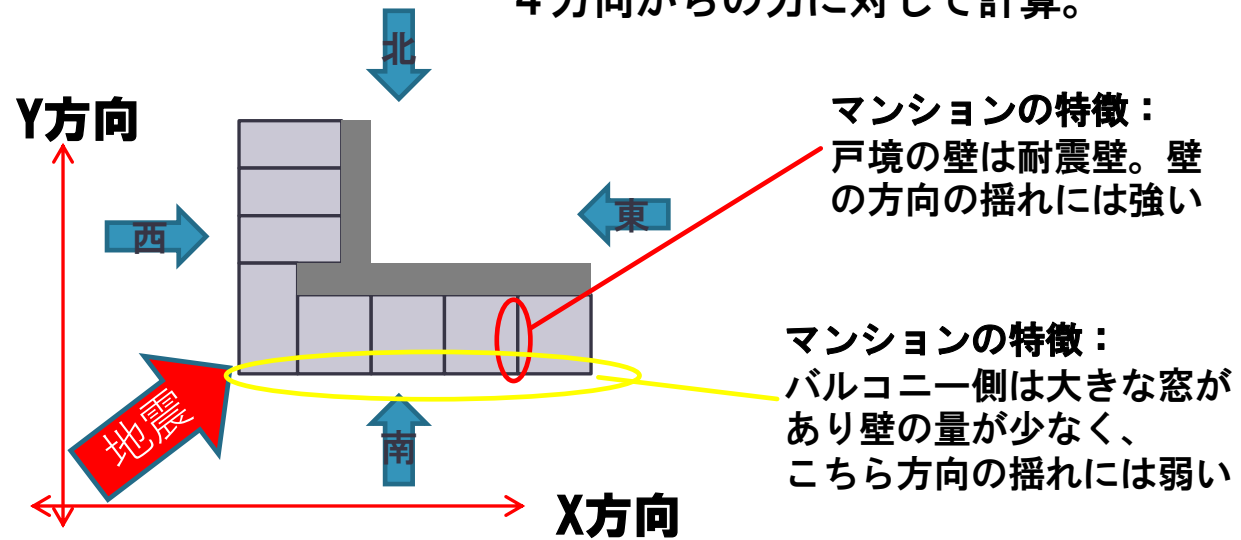
⑫ 各階・各方向のIs値を算出する

構造耐震指標
Is値 (アイエス値) = **強さ** × **粘り** × **バランス** × **劣化度**



階ごとに高さ、形状、支えている重量、柱の大きさ、壁の配置等が異なる。コンクリートの品質も違う。鉄骨が入っている階、入っていない階もある。よって、**階ごとにIs値は異なる。**

IS値は、各階ごとに、4方向からの力に対して計算。



地震はどの方向で来るかわからない。X方向、Y方向に力を分解し両方向に正負の力を加えて検討する。間取りによって壁の量も方向により異なる。よって、**方向ごとにIs値は異なる。**

計算したIs値と基準値を比べて、耐震性能を判断する。

全階・全方向 Is値 ≥ 0.6 だと、地震動に対して必要な耐震性能が確保されている。

最も低い数値で、「建物の耐震性能」を示す。

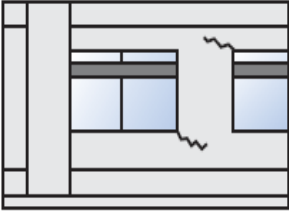
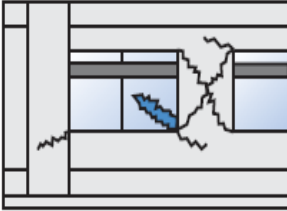
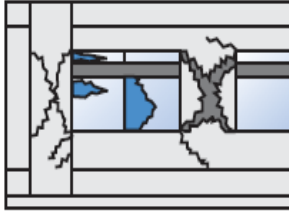
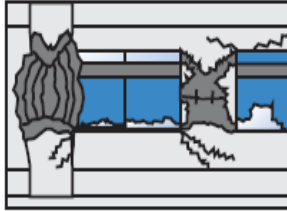
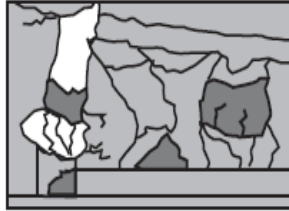
Is値 (一般建物)	構造耐力上主要な部分の地震に対する安全性
0.3未満	地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が高い
0.3以上0.6未満	地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性がある
0.6以上	地震の震動及び衝撃に対して倒壊し、又は崩壊する危険性が低い = 新耐震基準に相当

※ 第1次診断法や簡易診断では Is値 ≥ 0.8 以上

2. 耐震診断

⑭ 耐震性能と被害のイメージ

出典：ビル・マンションの耐震化読本（東京都都市整備局）

	ランク	軽微	小破	中破	大破	倒壊
被害	状況					
	RC造 SRC造	壁の損傷がほとんど無い	一般的な壁にひび割れ	柱・耐震壁にひび割れ	柱の鉄筋が露出	建物の一部又は全体が倒壊
地震規模	中地震 震度5強程度	新耐震基準同等 $s=0.6$ の場合				
	大地震 震度6強程度	新耐震基準同等 $s=0.6$ の場合				

被災度区分	軽微	小破	中破	大破	倒壊
耐震性能残存率	95%以上	95%未満	80%未満	60%未満	ほぼ0
補修と使用	構造体の補修は、ほぼ不要	補修や補強で使用可能	補修や補強で使用可能		

技術的に補修可能でも、過去の事例では中破で解体・撤去に進んでいるものもある。一般的な経済観念では、中破の補強・補修が許容される**修復限界**。

被害を小破にとどめないと、補修するか否かでもめる可能性あり！

[耐震診断プログラムの出力例]

RF	X0	X1	X2	X3	X4
RF	CB 2.59 130.4	WCB 1.50 341.0	WCB 1.50 304.8	WCB 2.59 136.6	CB 2.59 112.5
7F	CB 2.24 217.0	WCB 1.50 432.0	WCB 1.50 303.2	WCS 1.00 599.7	CB 2.59 166.9
6F	CB 1.26 291.4	WCB 1.50 359.0	WCB 1.50 315.2	WCS 1.00 626.1	CB 1.94 224.9
5F	CB 1.26 352.8	WCB 1.50 395.5	WCB 1.50 453.7	WCS 1.00 707.0	CB 2.59 245.5
4F	CS 1.19 430.9	WCB 1.50 326.2	WCB 1.30 555.1	WCS 1.00 687.7	CB 1.59 327.8
3F	CS 1.09 516.2	WCB 1.50 313.0	WCB 1.23 613.5	WCS 1.00 669.7	CS 1.25 440.0
2F	CS 1.10 592.6	WCB 1.50 327.0	WCB 1.32 626.0	WCB 1.06 683.3	CS 1.23 504.5
1F					

破壊モード図
(方向別、柱・壁の
列ごとに出力)

精密診断を行うと、柱や壁が
それぞれ、最終的にどのように
破壊されるかが分かる

(曲げ柱、せん断柱、極脆性柱など)



どの位置に、どんな補強が
必要かが判断できる

(逆に言えば、診断をしないで行う補強は
無駄なケースもある)

Is値が0.6以上でも、補強
した方がよい部位が判明す
ることもある

CSS : 極脆性柱 CS : せん断柱 CB : 曲げ柱 CWSS : 極脆性袖壁付き柱 CWS : せん断袖壁付き柱
CBS : 曲げ袖壁付き柱 WS : せん断壁 WB : 曲げ壁 など (ソフトにより記号の違いあり)

3. 耐震補強計画

一番重要なステップ どのマンションも同じではない

耐震補強は、**Is値の改善** と**損傷が集中する箇所の改善**

階別・方向別にIs値0.6以上に改善させる



補強は、4つの要素を改善して数値をあげ、Is値を向上させる。

おおざっぱに言えば 0.2では耐震性能を3倍向上させなければならない。

$$\begin{array}{l} 0.2 \times 3 = 0.6 \\ 0.3 \times 2 = 0.6 \\ 0.4 \times 1.5 = 0.6 \\ 0.5 \times 1.2 = 0.6 \end{array}$$

劣化度

新築のマンションを1.0として、劣化度を減じているので、1.0を超えることは無い。

計画修繕を行っているマンションでは、築40～50年であっても、0.95～0.99程度ある。

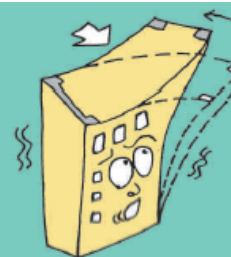
➡ 劣化度改善だけでの耐震性クリアは、まず無理

バランス

建物の**重心**と、**剛心**（壁の偏りや、吹き抜けなどの要因で、地震が来たときに回転する中心）のズレが大きいと、建物がねじれて、壊れる可能性が高い。

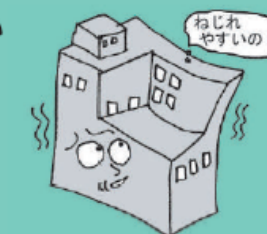
💡 壁の偏在で建物がねじれる

ダンボール箱の側面に大きな穴をあけると柔らかく弱くなります。建物も同様で耐震壁は頑丈でも、柱・梁だけのところは柔らかくなります。耐震壁が片側に片寄っている建物は、地震に揺さぶられると柱・梁だけの方が大きく変形して建物はねじれます。そして変形の大きくなった側が壊れやすくなります。



💡 L字形の平面やセットバックの激しい立面もねじれやすい

縦方向も横方向も長いL字形は、接続部分でお互いを固定しており、先端は自由なので、地震による揺れが複雑になり、ねじれが生じやすくなります。激しいセットバックは建物上階から下階へと重心と剛心がずれていくので、地震によってねじれて揺れます。



➡ 耐震壁などで重みを追加することにより、バランスが改善されるケースはある

粘り

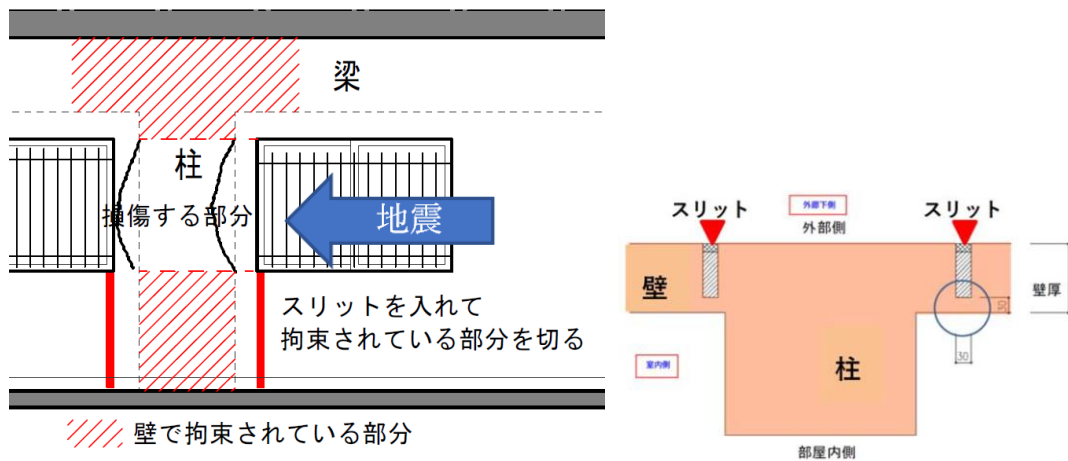
揺れてもしなやかに元にもどる力

特に注意が必要な柱 **極脆性柱（ごくぜいせいばしら）**

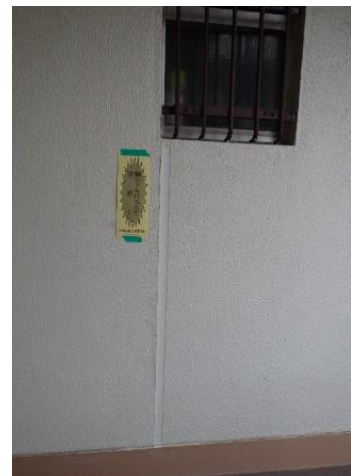
変形してしまい（元に戻らない）、建物全体の崩壊につながる柱

（柱の脇に窓がとりついているようなケース）

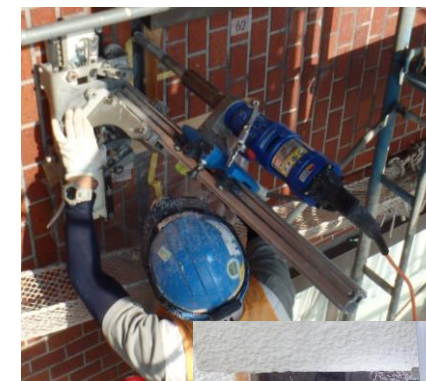
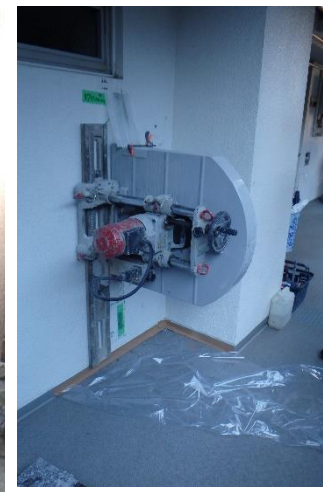
耐震スリットを入れて、柱がしなやかに動けるようにする



※新築マンションにはすでにスリットが施工されている



耐震スリット



スリット工事

粘り

鉄筋の力を保つ

柱の中の鉄筋が外にはらみださないようにする補強

- ・鋼板巻き立て補強
- ・コンクリート巻き立て補強
- ・炭素繊維シート巻き補強



鋼板巻き立て補強 コンクリート巻き立て補強

強さ

強度不足の改善

Is値の不足を補うのは、やはり強度の向上

- ・壁を新設する（増設壁、袖壁）
- ・壁を厚くする（壁増し打ち）
- ・窓や開口部を塞ぐ（開口閉塞）
- ・すじかいを入れる（枠組み鉄骨ブレース）
- ・柱、梁を太くする（フレーム補強）



RCフレーム補強



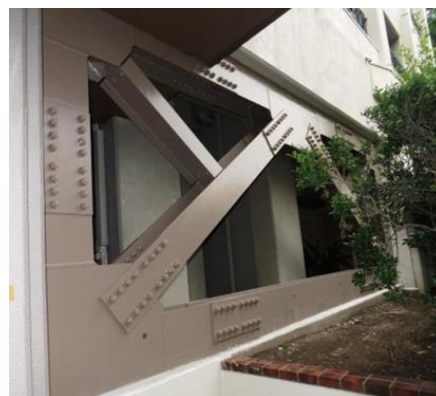
RCフレーム補強



開口閉塞



壁増し打ち



枠組み鉄骨ブレース



鉄骨パネル補強 (ISGW)



SRCフレーム
+ 鉄骨ブレース

下階壁抜け柱

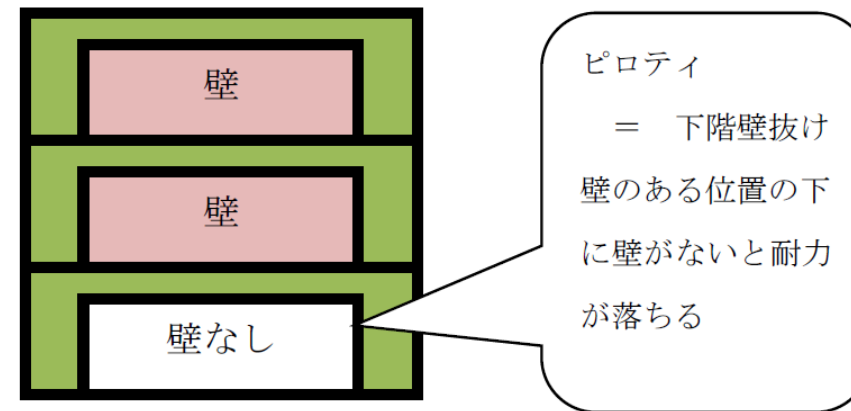
上の階には壁が設置されているが、下の階では同じ位置に壁がない状態を「**下階壁抜け**」という。

マンションでは ピロティ、1階の駐車場や店舗で、このような状態になっていることがある。

この部分の柱には、地震の時に、他より大きな力がかかり、落階する危険がある。

危険な柱に該当するか否かは耐震診断で判断する。

補強方法は、「強さの改善」に同じ。



落階 熊本地震・阪神淡路大震災での被害状況

重さの軽減

建物の重量を減らすことにより、既存の柱や壁への負担を減らし、耐震性を上げることが出来る

例えば マンションでは

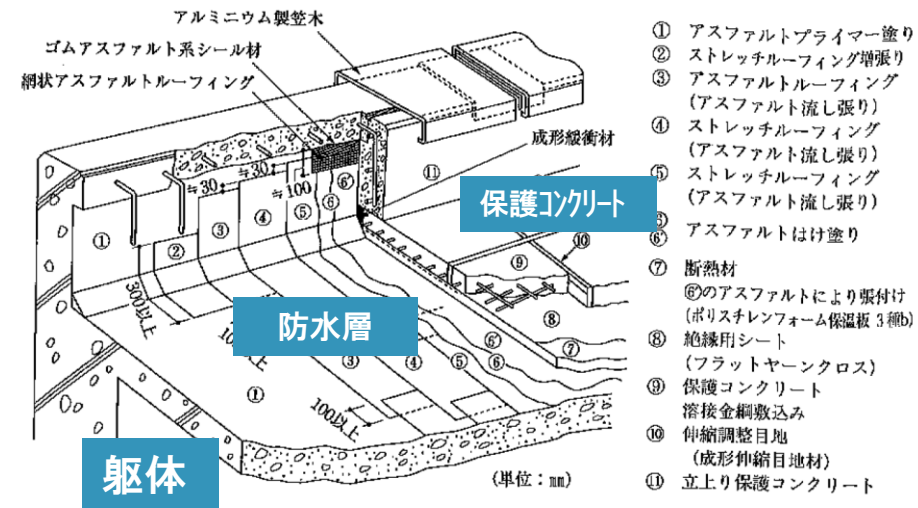
・塔屋の撤去

～ エレベーターをマシンレスに交換すると、屋上機械室不要になる

・屋上の床モルタル（保護コンクリート）撤去

～ 屋上の歩行性を重視しない場合で、屋上防水工事とともに実施

すべてのケースで軽減が効果的とは限らないし、付帯工事も発生するので、よく検討すること

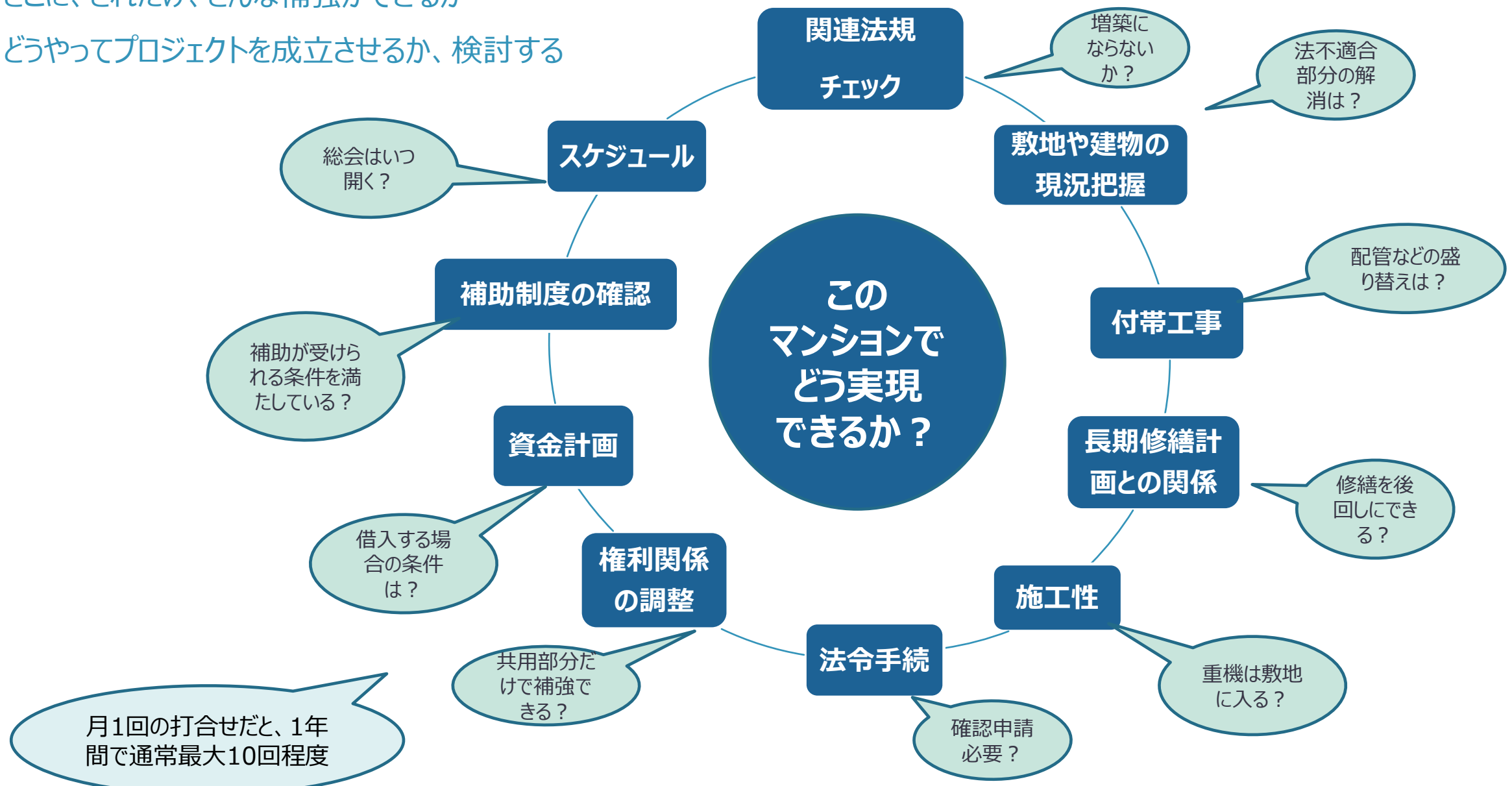


屋上の構成

3. 補強計画

⑧ 補強方法・プロジェクトの検討

どこに、どれだけ、どんな補強ができるか
どうやってプロジェクトを成立させるか、検討する



一度に、すべての補強ができなかったとしても

・**段階補強** (何回かにわけて実施)

・**部分補強** (できる部分だけでも実施)

という考え方もある

耐震補強をしたいの
だけど費用が高い

なかなか合意できず
耐震化が進まない

段階的補強なら耐震化に取り組めます

APPROACH

耐震補強を、数回に分けて行う段階的補強には以下のようなメリットがあります。

十分な資金を用意しなくても
「耐震」に取り組める

いっぺんに耐震化を進めようすると多額な費用がかかる耐震補強も、段階的補強なら組合の資金力に応じて耐震化を進めて行くことができます。

管理組合全体で合意できる
補強がある

専用部分に係らない補強から始めることが可能なので、管理組合内の様々な意見をまとめやすくなります。



まず1階駐車場から始めましょう

補助金を受けなくても
補強はできる

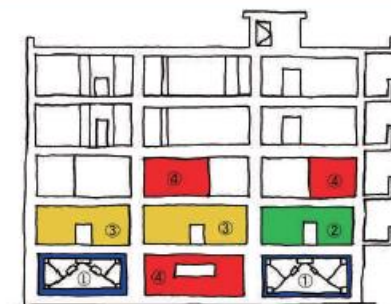
様々な理由から自治体の助成が受けられない場合でも、組合の資金力に応じて補強を行っていくため耐震化に取り組むことが可能です。

計画修繕に合わせて
「耐震」を考える

定期的に計画されている大規模修繕の時期に少しずつ耐震改修を行うことで、無理なく、効率よく補強を進めることができます。

建替えを検討しても最低限の補強は必要

建替えを考えているマンションでも何もしないのは不安です。いつ来るかわからない大地震に備え最低限必要な補強を行っておくことが居住者の命を守ることになります。



- ① 第1段階の補強(鉄骨ブレース)
- ② 第2段階の補強
- ③ 第3段階の補強
- ④ 第4段階の補強



4回の段階補強で安全(Is値0.6以上)を実現

昨年9月に改訂された「**長期修繕計画作成ガイドライン**」では、「マンションのビジョンの検討」に、「**耐震改修工事の費用が負担できないなどの理由によりすぐに実施することが困難なときは、補助及び融資の活用を検討したり、推定修繕工事項目として設定した上で**段階的に改修を進めたりすることも考えられます**」と記載されました。**

段階補強に工事費助成を行っている自治体もあり！

杉並区、大田区、横浜市、名古屋市、福岡市など

段階的改修工事助成制度のご案内

対象建築物

大田区内にある昭和56年5月31日以前に新築の工事着手をし、かつ耐震診断の結果、構造耐震指標(Is値)0.6未満とされた分譲マンション及び緊急輸送道路沿道建築物(特定・一般)

助成要件

- ステップ1・段階的改修工事 全ての構造耐震指標(Is値)が0.3以上となり、かつ全ての構造耐震指標(Is値)・累積強度指標(CT・SD値)が耐震診断における値以上となる必要があります。
- ステップ2・全体改修工事 全ての構造耐震指標(Is値)が0.6以上となる必要があります。

助成内容

対象建築物	ステップ1 段階的改修工事		ステップ2 全体改修工事	
	助成割合	助成限度額	助成割合	助成限度額
分譲 マンション	要する費用 の1/2	1,500万円 ただし住戸数× 50万が上限	要する費用 の1/2	3,000万円 ただし住戸数× 100万が上限
緊急輸送道路 沿道建築物		1,000万円		要する費用 の2/3

大田区のパンフレットより

4. 耐震補強工事

大規模修繕工事とは違う要素が満載

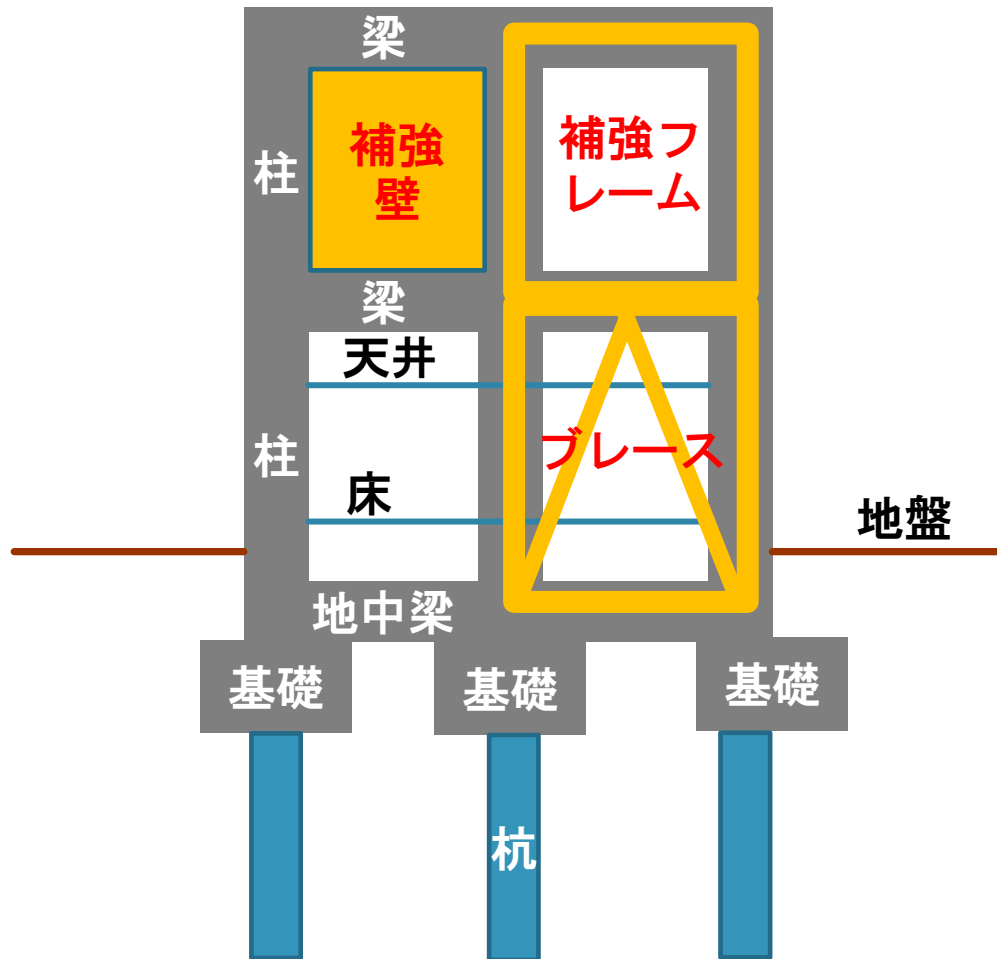
補強するのは、**柱・梁のあるところ**

柱梁で囲まれた構面の、内側か外側

床下や、天井内にある場合は、内装材を撤去

補強部材と、既存の柱梁を接合するために、
既存の柱梁のモルタルや仕上げは撤去（はつる）し、
一体化させる

- ・コンクリートの一体化
- ・鉄筋の一体化（新旧を溶接）
- ・アンカーボルトで地震力を伝達



4. 補強工事

② 杭工事、地盤の掘削

補強部材の下に、あらたな基礎や杭が必要な場合は、杭工事、地盤掘削工事が必要



フレーム補強
その柱の下は・・・



杭打ち



地盤掘削



掘りおえたところ
既存の建物の基礎
をむき出しにする



新しい基礎の鉄筋

4. 補強工事 ③ 解体 ～その1 既存梁と接合するために・・・



室外機置場床のところに新しい梁フレームをつくる



解体



タイルやモルタル撤去



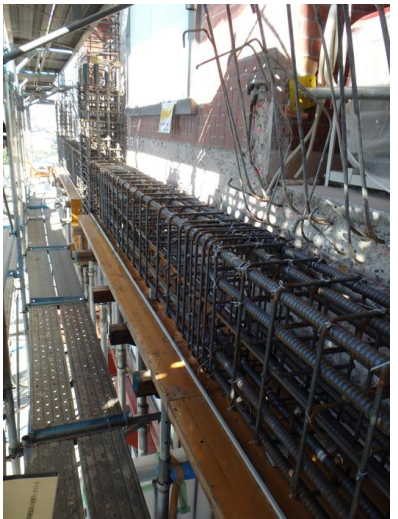
鉄骨・鉄筋を組み



バルコニー床のところに新しい梁フレームをつくる



解体



鉄筋を組み



コンクリート打設



4. 補強工事

④ 解体～その2 施工上の都合での解体



1階（管理室）のバルコニー
解体



バルコニーの下を掘削



新基礎と新柱の鉄筋

耐震壁と新柱



1階のロビーの中にある柱にフレームを取り付けるため



柱



ロビーを解体



新柱

旧柱

新しい柱をつけて、ロビーを復旧

4. 補強工事

⑤ 仕上げやモルタルの撤去

新旧コンクリートが剥離しないよう、表面を目荒らしする。旧鉄筋に新鉄筋を溶接する必要があるときは、鉄筋まではつり出す。



補強部材がとりつく部分の
塗装、モルタルを除去する
(音、振動、粉塵!!!)



コンクリートを打つところは
新しい鉄筋と既存の鉄筋を溶接が
溶接できるように、鉄筋が出てくる
まではつる



新しく打つコンクリートやモルタル等と付
着がよくなるように、既存の柱、梁の表
面をデコボコに削る **(目荒し)**

4. 補強工事 ⑥ あと施工アンカー

アンカーボルトは、既存のコンクリート躯体にかかる力を、新しいコンクリートに伝達する



接着剤の入ったカプセル



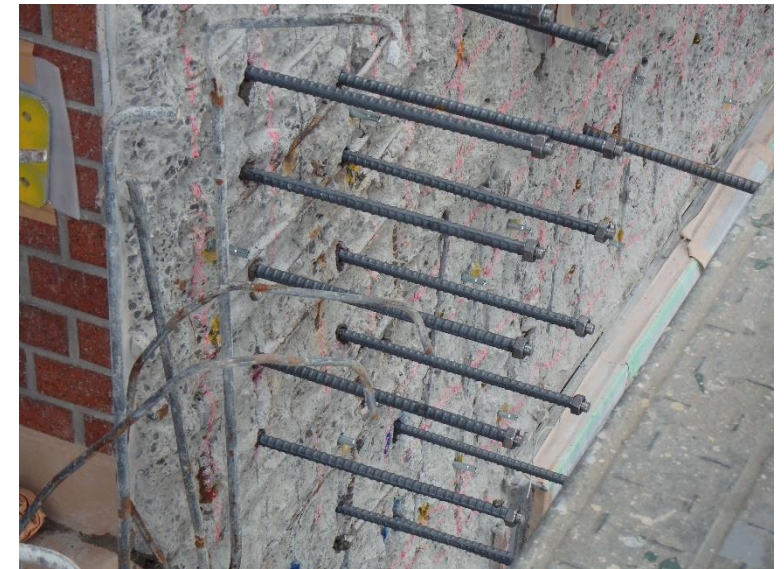
躯体に穴をあけカプセルを挿入



ハンマードリルでアンカーボルトを打つ



アンカーボルト



4. 補強工事

⑦ 鉄筋工事



新しい鉄筋を既存の鉄筋に溶接



縦の鉄筋の溶接



室内での工事の様子
(窓撤去の上、増し打ちするところ)



梁の補強



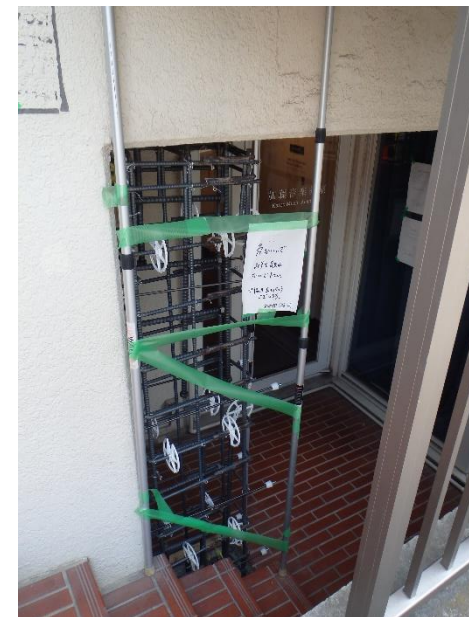
新しい基礎の鉄筋



SRCの梁フレーム



RCの柱と梁フレームのところ



袖壁の鉄筋

4. 補強工事

⑧ コンクリート打設



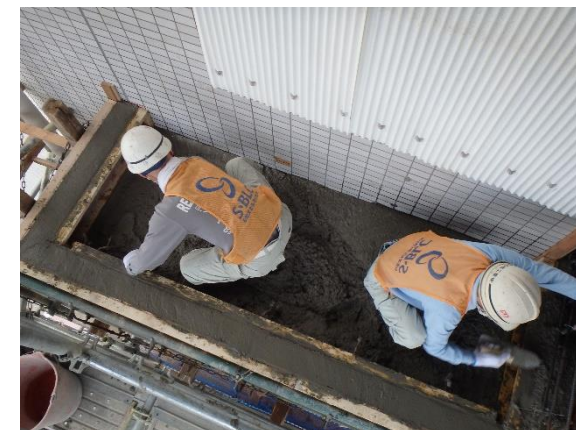
型枠を支えるサポートが林立する



壁の型枠



ミキサー車とポンプ車を止める場所が必要
場合によっては、道路
使用許可をとる



4. 補強工事

⑨ 鉄骨ブレース

1階の場合



工場で作成、検査を行う



分割して搬入



パーツを吊り上げながら設置



高力ボルトで接合する



ブレース設置後、周辺にモルタルを充填する。

高層階の場合



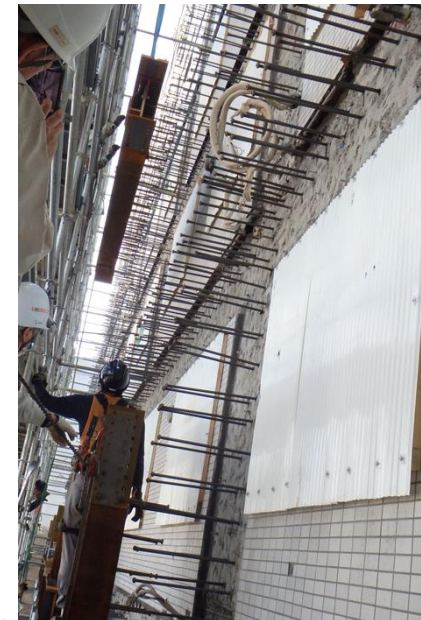
工場で作成、検査を行う



分割して現場に到着



クレーンで吊り上げ、建物と足場の隙間に鉄骨を入れる



施工位置におろす

4. 補強工事

⑩ 工事中の生活

バルコニーが使えない、窓が開けられない、エアコンや給湯器などの移設、車の移動が必要な場合もある。



窓に光が入るよう上は透明、
下はベニヤ板で養生



バルコニーを撤去した状態



管理室内工事の際に、管理人室を仮設ハウスに移動



難燃性のポリカーボネート板での養生



バルコニーを撤去した状態。プラベコで養生



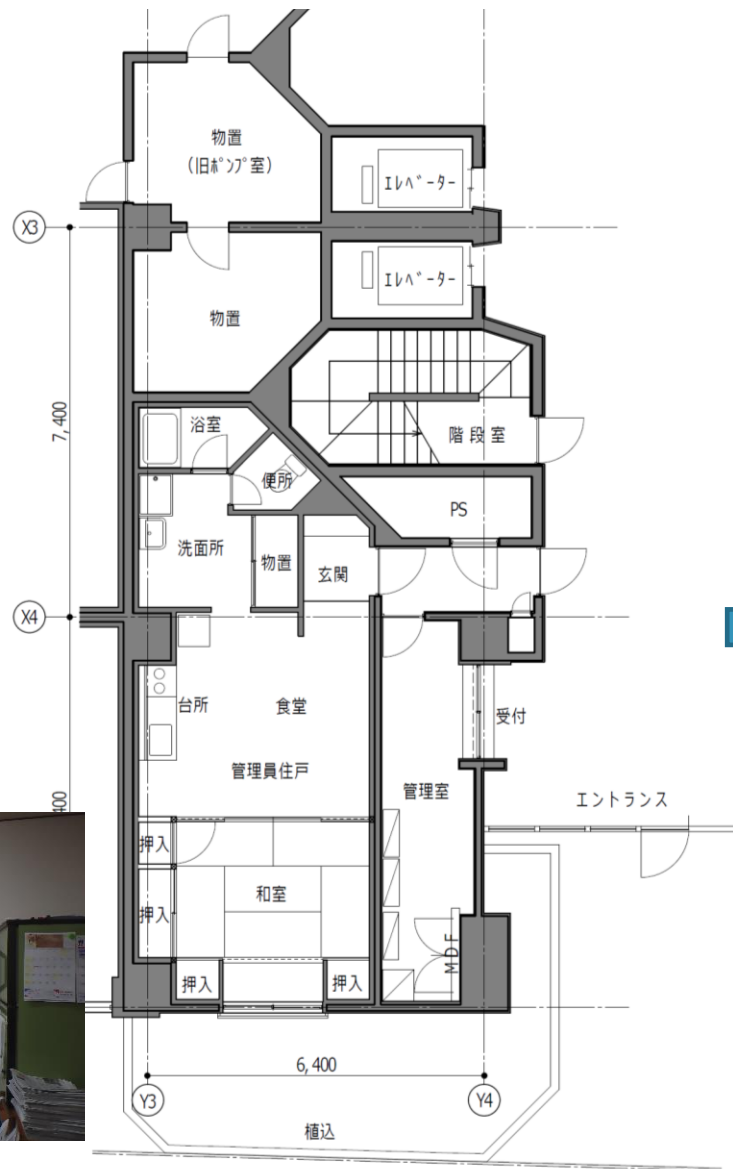
仮設の分電盤・警報設
備置場

耐震壁設置のために、盤
を移設（停電あり）

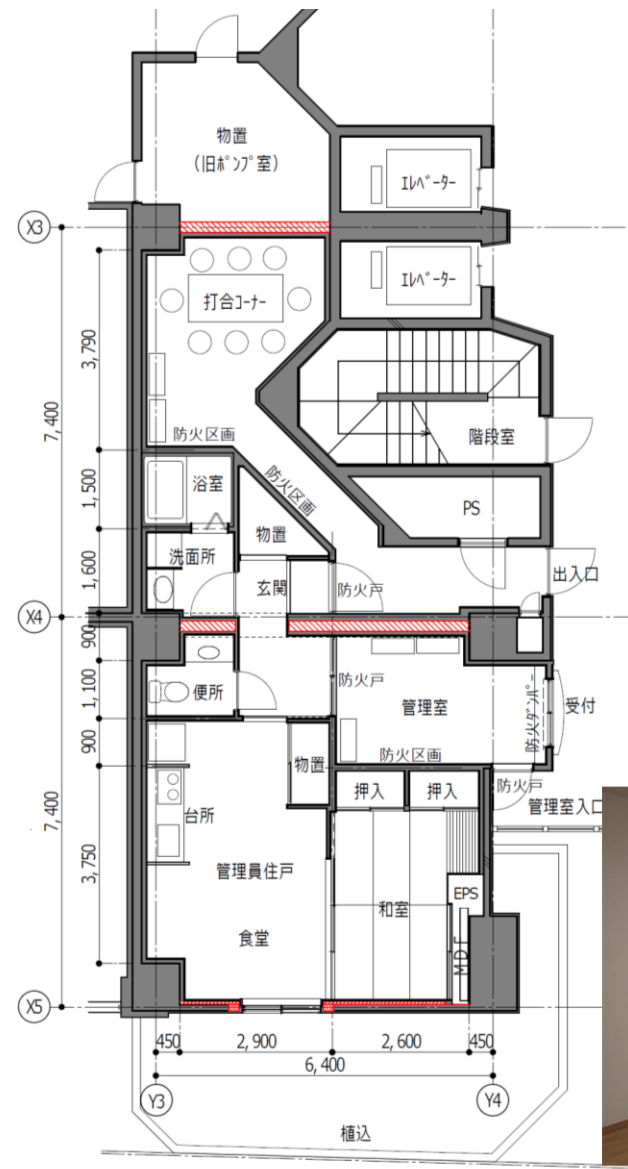


耐震補強 + プラスアルファ

管理員住戸のまわりで補強工事を実施し、リニューアルした事例 1



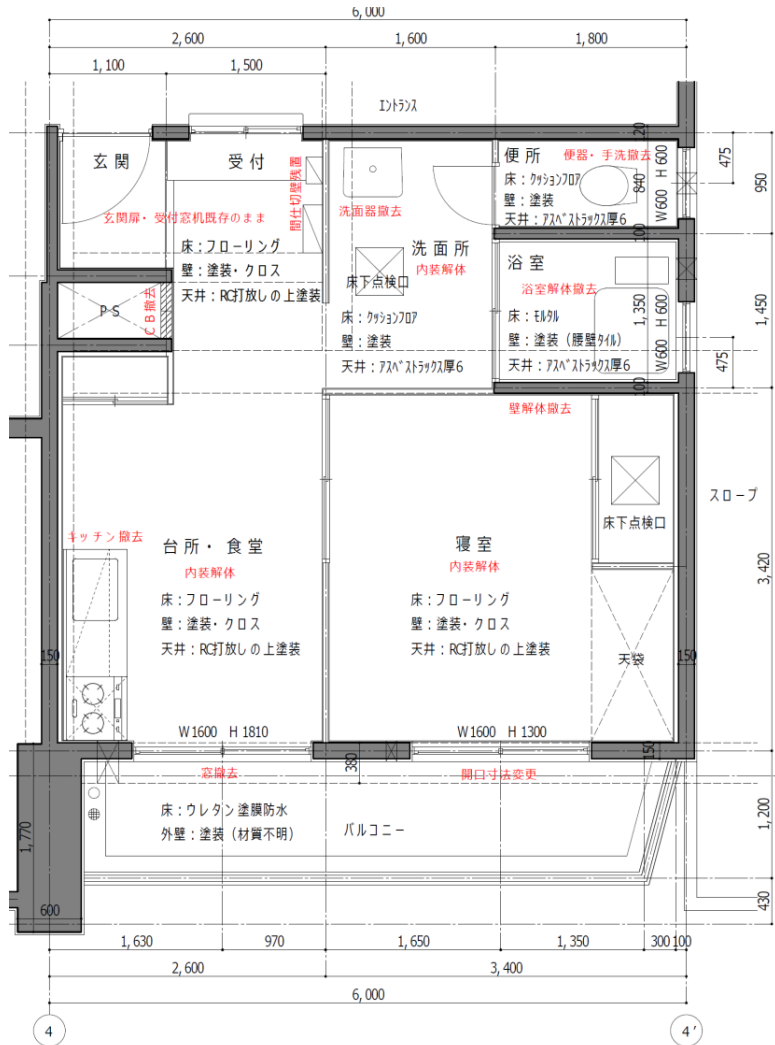
管理室 現況図



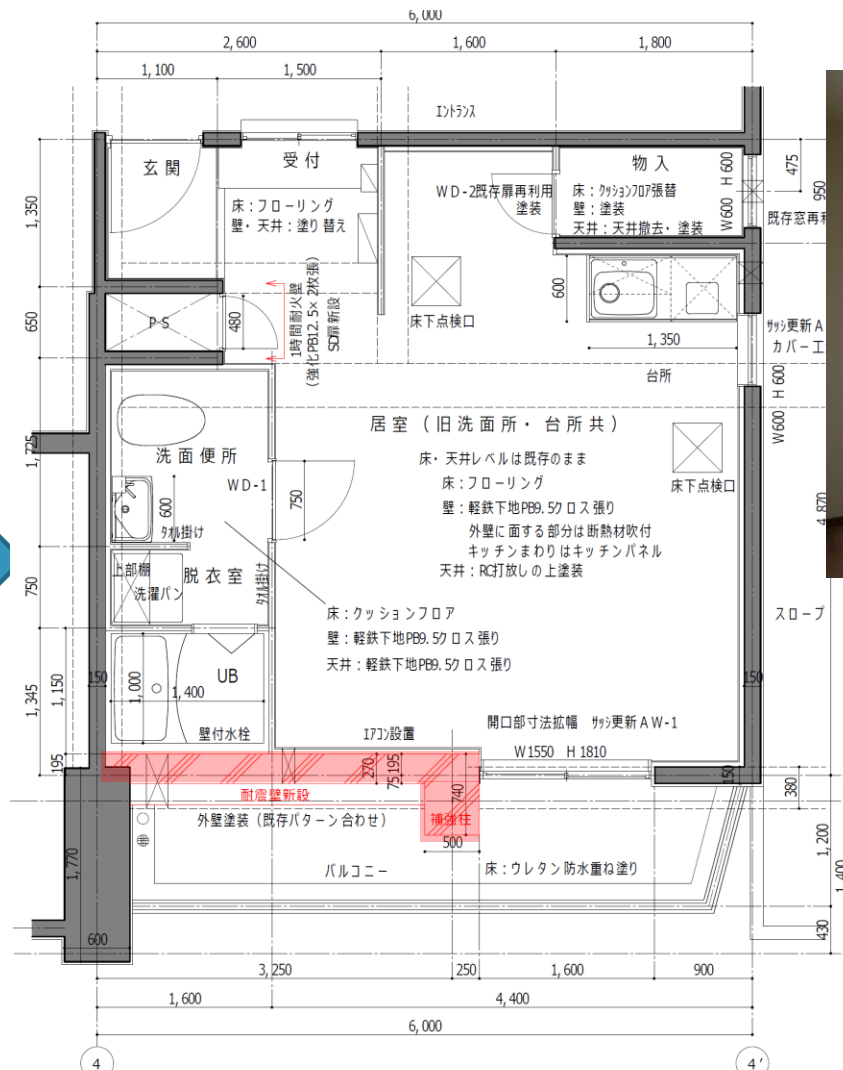
管理室 改修図



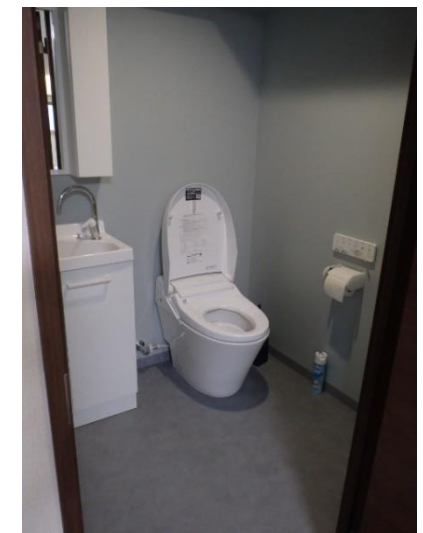
管理員住戸のまわりで補強工事を実施し、リニューアルした事例 2



管理室 (現況図)



管理室 (改修図)



管理員住戸のまわりで補強工事を実施し、リニューアルした事例 3

