

東京都マンション
耐震セミナー
2018.9.15

知って進める！マンションの耐震 診断・補強

...

ものつくり大学特別客員教授
岡本 直

本日の構成

- I 耐震診断から補強へ段階的に進める
- II 耐震診断と補強の実際
- III Q&A 耐震診断・補強を経験した
管理組合に聞く
- IV 防災・日頃の備え

I 耐震診断から補強へ 段階的に進める

(1) 耐震診断・補強を医療に例えると

第1段階：耐震診断

【検診】人間ドック等

第2段階：補強設計

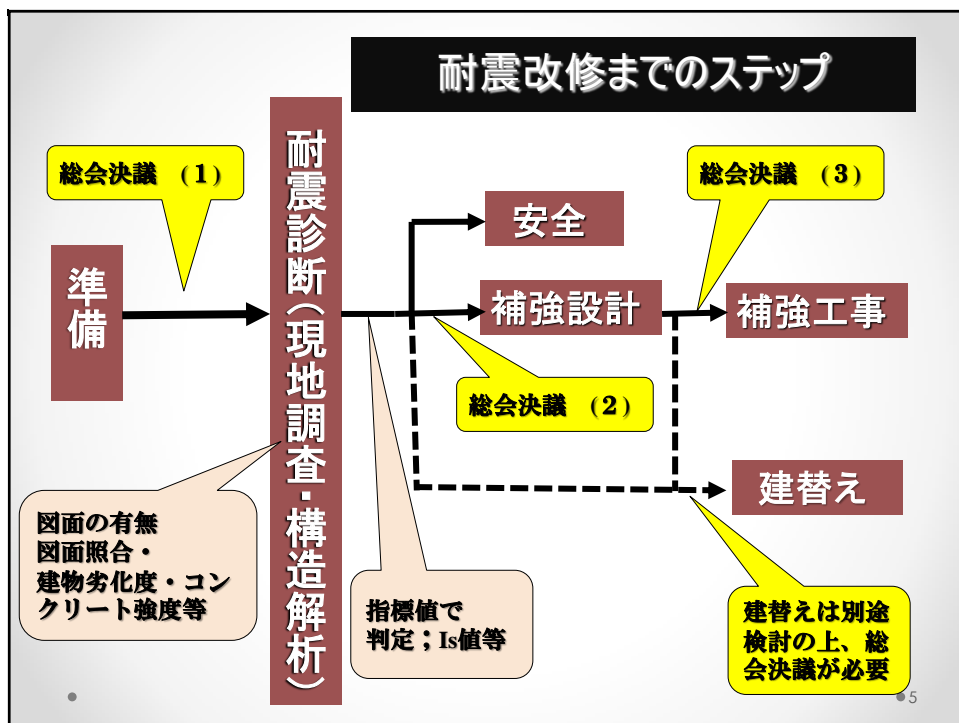
【診察】病状に応じた治療方法の決定

第3段階：改修工事

【治療】手術、薬剤投与など、治癒を目指す

第4段階：適切な備え

【予防】日頃の健康増進活動



(2) どんな建物が地震被害を受け易いか

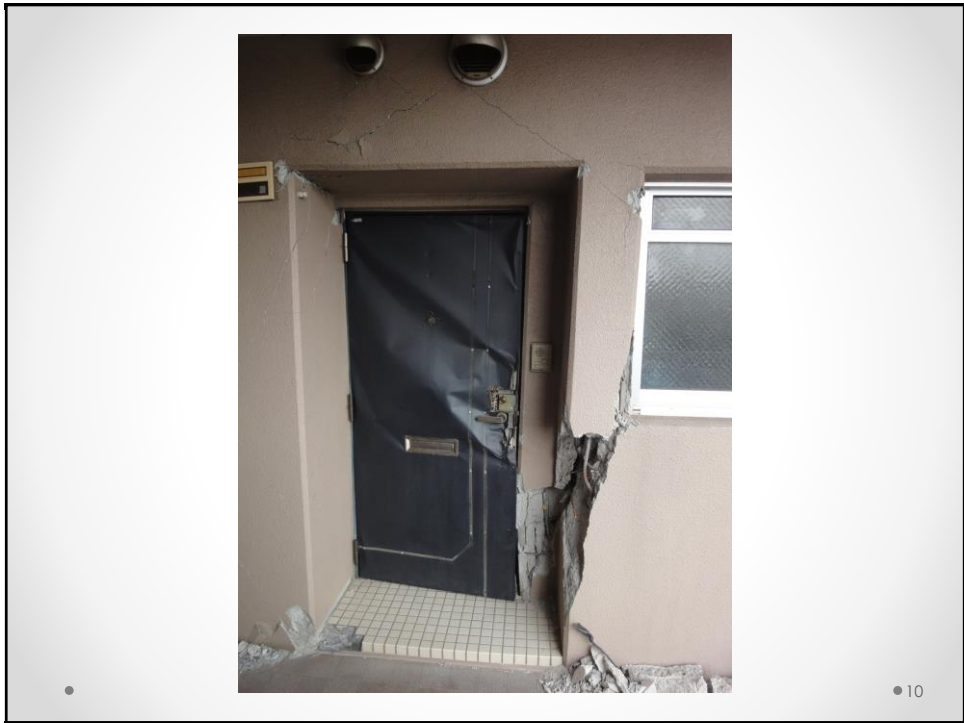
○熊本地震のマンションの被害事例

- ・ピロティ柱の崩壊
- ・柱と耐震壁のせん断破壊
- ・玄関廻りの非耐力壁の破壊

○地震の周期性、表層地盤と揺れ易さの関連

地震被害の分類			
柱のせん断破壊 と非耐力壁被害	腰壁、垂れ壁付 き柱破壊	ピロティ階被害	ピロティ柱破壊
			
中間層の崩壊	壁偏在の被害	杭の被害	外装モルタル被害
			
●			●7





1000年前の地震・大津波の再来

869年 貞観陸奥地震・大津波
 2011年 東日本大震災

100年周期の地震

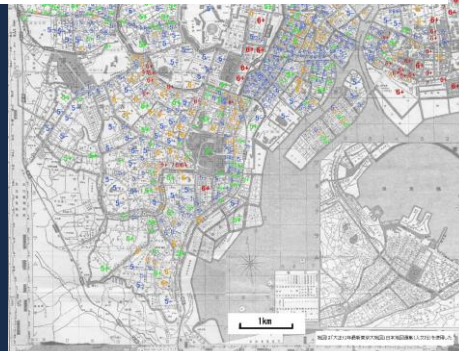
1605年 慶長東海・南海地震
 1707年 宝永東海・南海地震
 1854年 安政東海・南海地震
 1944,46年 東南海・南海地震

1923年関東地震による 旧東京市15区の震度分布

(武村雅之氏の論文より引用)



震度分布は表層地盤の構造と強く関連



Ⅱ 耐震診断と補強の 実際

● 13

(1) 耐震設計法の変遷

● 14

建築基準法の変遷

新耐震と旧耐震どこが違う

旧耐震

震度5弱程度までは構造部材は無被害
ただし、想定した地震力が実際の地震より小さい

地震力

大地震に対する規定なし

RC柱の変形能力に対する配慮なし
=コンクリートがはじける脆い壊れ方
(被害写真参照)

新耐震

震度5弱程度までは構造部材は無被害
設計用の地震力分布は実際の地震に近くかつ大きい

中地震の地震力

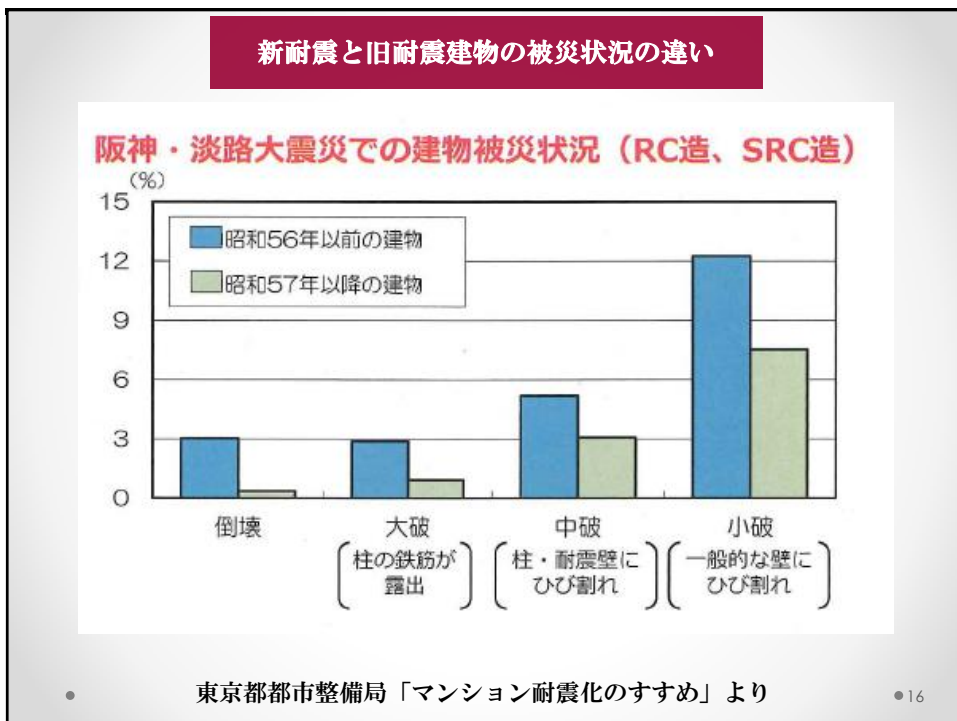
震度6弱～6強の大地震では構造部材は崩壊しないで人命を保護。極端に弱い階を造らず層崩壊を防ぐが、ある程度の被害は許容

大地震の地震力

RC柱のコンクリートがはじけないように、しっかり鉄筋で拘束
=変形しても壊れにくい柱

旧耐震では、震度5でOKも震度6強、7に対する安心には繋がらないことに注意


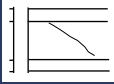

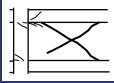






● 15



**熊本地震から2年 損傷を最小限に抑え
再利用を容易にできることが重要**

住宅 全壊 8674棟
 半壊 3万3693棟
 一部損壊 14万7554棟
 死者 50人
 関連死 (2017.4現在)170人
 (2018.4現在)267人
 仮設住宅入居者(16,766戸、38,112人)
 ピーク時の約8割
 東日本大震災(ピーク時の約14%)

●17

震度	人に与える影響	Is値<0.6(*)	Is値≥0.6
5弱	やや行動に支障 	損傷なし、または軽微 	
5強	非常な恐怖 	小破：亀裂が残るものあり 	損傷なし、または軽微
6弱	立っているのが困難 	中破：破壊するものあり 	小破の可能性
6強	這う 	大破：倒壊するものもあり 	中破の可能性
7	揺れに翻弄 	崩壊：倒壊するもの多い 	倒壊危険性低い

(*)Is<0.3の場合、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¹⁸⁾

B (幅) / H (高さ)	GAL	震度換算
1.0	1,000	震度 7
0.9	900	
0.8	800	
0.6	600	
0.5	500	
0.4	400	震度 6 強
0.3	300	震度 6 弱
0.2	200	震度 5 強
0.1	100	震度 5 弱

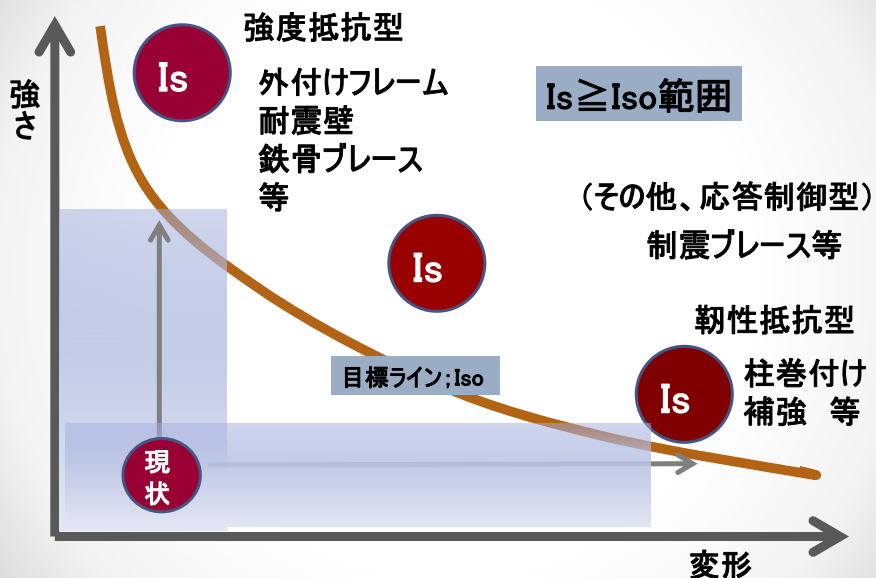
(2) 耐震診断・補強とは

構造耐震指標: I_s

建物の強さと粘りを総合的に
評価する指標値

この数値が0.6以上あれば、
新耐震建物とほぼ同等の
耐震安全性があると判断

●21



●22

耐震診断の具体的な方法

● 23



● 24

建物の現況調査/T指標
(建築図との照合を行う)

階高の調査



開口部寸法



鉄筋探査



25

建物の現況調査/T指標
(劣化箇所を確認する)

漏水箇所



タイルの剥がれ



ひび割れ箇所



26

建物の現況調査/T指標



(コンクリートの強度と中性化を
確認する)



● 27

設計図書が無い場合の図面復元調査フロー

- 1 各階平面形状調査
 - ・主要スパン、・柱、梁、壁等の位置と外形寸法、・各階梁伏図
- 2 各階立面形状調査
 - ・階高、窓寸法、立面図
- 3 主要構造部材断面調査 *
- 4 図面がある場合との費用比較
 - ・調査費用;2倍程度 , ・調査工期;2~3倍程度

● 28

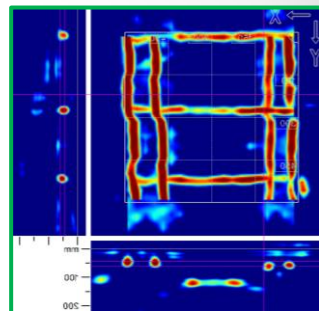
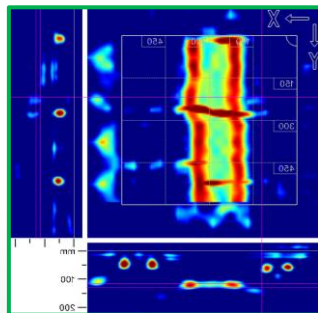
既存図面が無い場合の主要構造部材調査

	
<p>X-Scan PS1000</p>	<p>湿式ダイヤモンドコアユニット</p>
	
<p>乾式ダイヤモンドコアユニット</p>	<p>超音波探傷試験ユニット</p>

● 29

調査項目

- ①鉄骨フランジの幅・かぶり
- ②鉄骨フランジ厚
- ③鉄筋径
- ④鉄筋のピッチ・本数



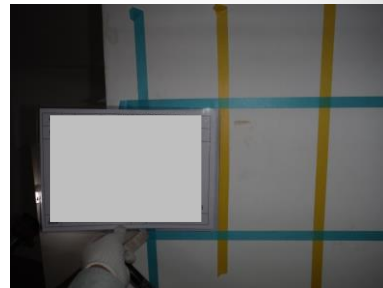
● 30

調査手順-1

・X-Scan PS1000による探査を行い、鉄骨及び鉄筋位置をマーキングする。



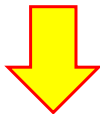
・湿式ダイヤモンドコアユニットでフランジ手前0~5mmまで穿孔する。



31

調査手順-2

・乾式ダイヤモンドコアユニットでフランジ面まで穿孔する。
(※湿式コアでフランジ面が露出しない場合)



・電動ワイヤブラシでフランジの表面を磨く。
(※フランジ面にモルタルが付着している場合)



乾式ダイヤモンドコアユニット





超音波探傷試験ユニット ●32

調査手順-3

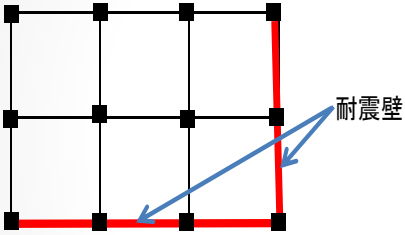
・超音波厚さ計により、フランジの板厚を測定する。



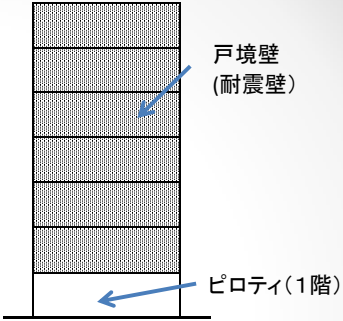
● 33

建物の重量や剛性の バランス/ S_D 指標



耐震壁

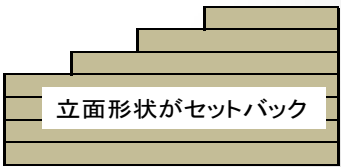
平面形状におけるねじれの
検討 (偏心率)



戸境壁
(耐震壁)

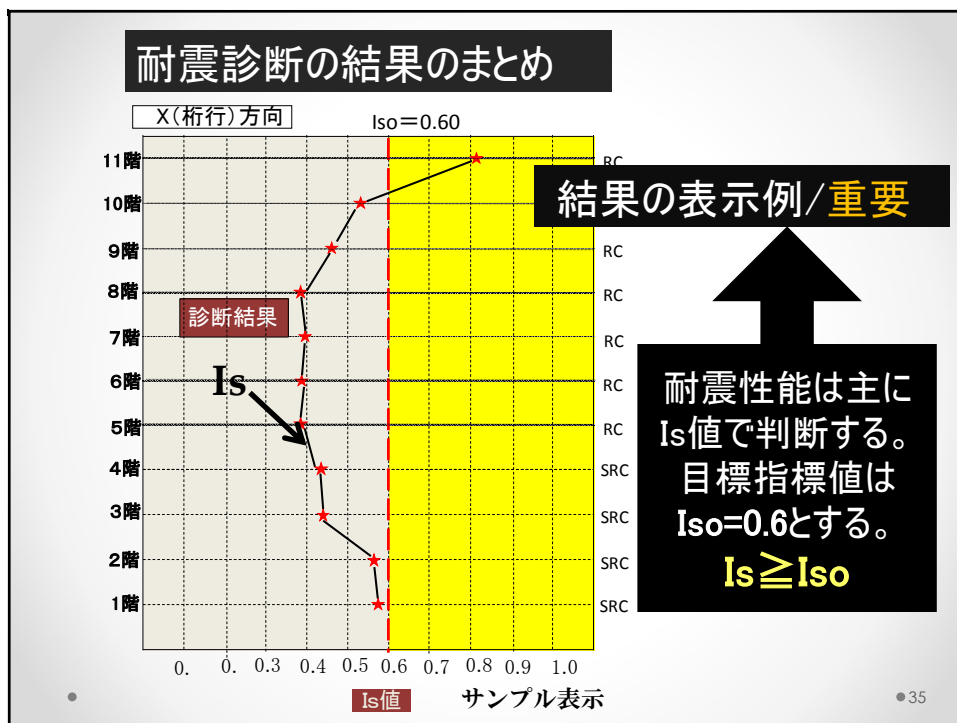
ピロティ(1階)

立面形状における剛性変化
の検討 (剛重比)



立面形状がセットバック

● 34



耐震診断結果の所見
「大きな地震に対して、
十分な **強さと粘り**を発揮
できる結果となっているか」

⇒ 目標指標値を下回る場合は、
その要因を分析する

● 36

(3)耐震補強工法の紹介

- ① 外観イメージの変化を極力避けるための外付フレーム補強
- ② 耐力が大きくとれるブレース補強
- ③ 地震時の揺れを抑制する制振補強
- ④ 危険な倒壊に直結するピロティ柱の補強

● 37

専有部に入らない外付け補強



● 38

専有部に入らない補強



全景写真



工事前

東京都都市整備局「ビル・マンションの耐震化読本」
よりバットレス型制震機構による補強
(前田建設)

● 39

耐力の大きいブレース補強 (1)



● 40

耐力の大きいブレース補強 (2)



事務所ビルにおける
鉄骨ブレース補強例



マンションにおける
鉄骨ブレース補強例

● 41

耐力の大きいブレース補強 (3)



● 42

制振補強で揺れを抑える



制振ダンパーによる補強例

● 43

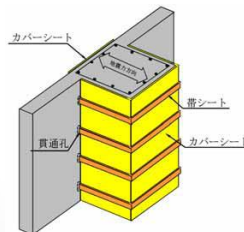
柱に粘りを付与する補強



繊維シートによる補強例



外付け柱補強例



壁付き柱補強例



44

BIMの活用により補強イメージを シュミレーションして合意形成を図る



BIM ; Building Information Modeling

事例作成 ; 建築技術支援協会 (サーツ)

● 45

ブレースによる補強をしたら



● 46

ルーバー（縦格子）を掛けたら



● 47

門型フレームで補強したら



BIMによりの工法毎の工事費も同時に比較できる

● 48

Ⅲ Q&A

耐震診断・補強工事を 経験した管理組合に聞く

● 49

事例 江東区 Fマンション

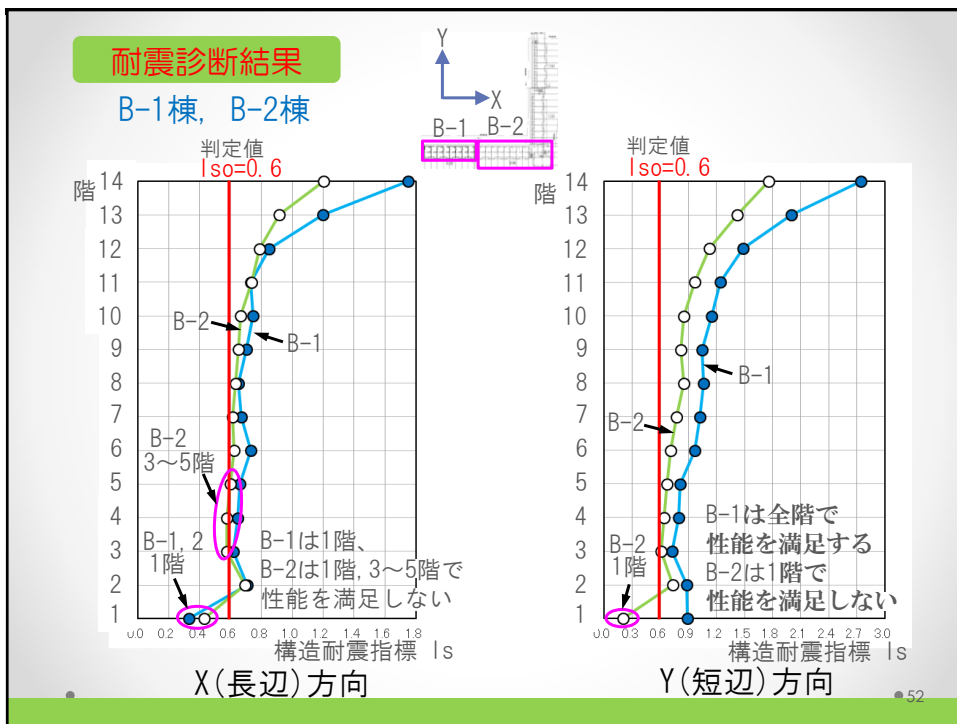
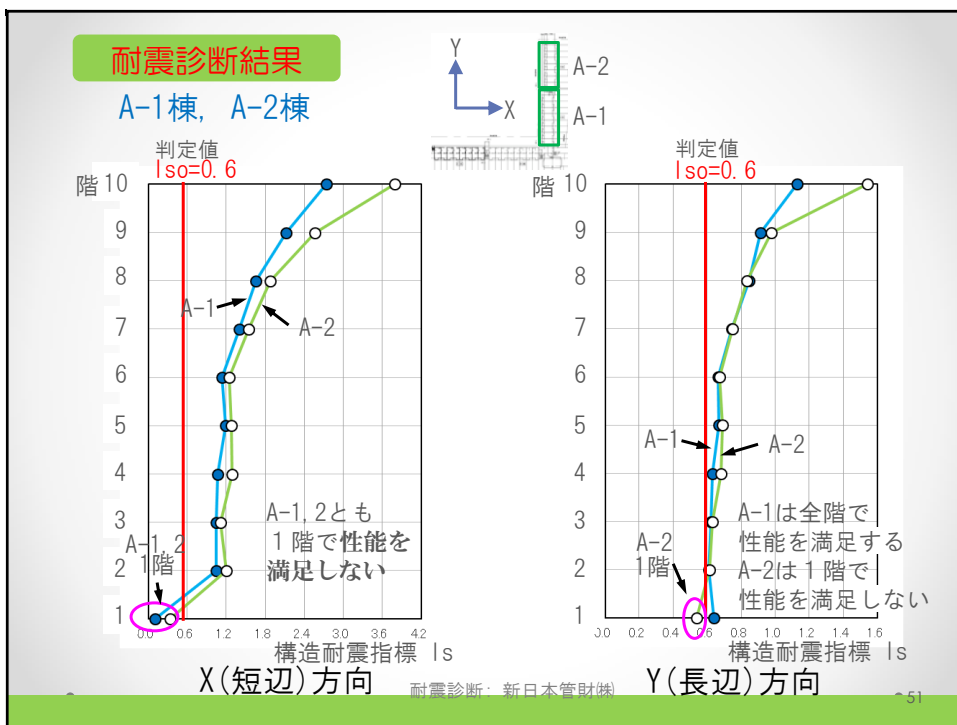
○ 建物概要

- ・ 構成 A-1, A-2, B-1, B-2の4棟
- ・ 構造 鉄骨鉄筋コンクリート
- ・ 規模 階数：地上10階(2棟), 14階(2棟)
延床面積：24,644.50㎡(4棟計)
- ・ 建築年 1973(昭和48)年 築44年
- ・ 全体工程・補助金



	総会決議	実施期間
補助金/全体費用 (税金)		
①耐震診断	2012. 5 600/ 1,900 (万円)	2013. 4~2014. 3 (11ヶ月)
②補強設計	2014. 5 600/ 1,800 (万円)	2014. 6~2015. 11 (18ヶ月)
③補強工事	2015. 5 4,133/14,200 (万円)	2016. 2~2016. 10 (8ヶ月)

● 50

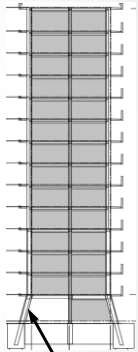


建物	方向	補強階	補強工法
A-1	X(短)	1階	鉄筋コンクリート巻立て柱補強 (1本)
	Y(長)	—	—
A-2	X(短)	1階	Y方向の補強により性能向上
	Y(長)	1階	枠付き鉄骨ブレース増設 (2面)
B-1	X(長)	1階	鉄筋コンクリート壁増設 (8面)
	Y(短)	—	—
B-2	X(長)	1階	枠付き鉄骨ブレース増設 (6面) 鉄筋コンクリート壁増設 (3面)
		3~5階	階段室の開口一部閉塞・増打壁 (5面)
	Y(短)	1階	鉄筋コンクリート巻立て柱補強 (1本)

補強設計：新日本管財㈱ ● 53

補強後の性能

建物	方向	階	補強前 I_s	補強後 I_s
A-1	X(短)	1	<u>0.110*</u>	1.013
A-2	X(短)	1	<u>0.339*</u>	1.011
	Y(長)	1	0.539	0.616
B-1	X(長)	1	0.329	0.644
B-2	X(長)	5	0.598	0.605
		4	0.577	0.612
		3	0.574	0.604
		1	0.430	0.657
	Y(短)	1	<u>0.201*</u>	0.649



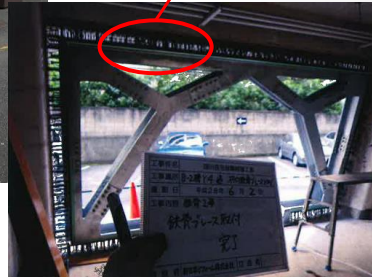
* 「下階壁抜け」柱

地震時に大きな圧縮力を受けて破壊しやすい

● 54

補強後の状況

B-2棟の場合



枠付き鉄骨ブレース増設(1階)
(マンサード型ブレース)

ブレース設置工事

補強工事: 新日本リフォー株式会社

補強後の状況

B-2棟の場合



壁増設
(1階)

柱補強
(1階)



壁配筋工事

柱配筋工事

56

耐震改修工事を経験したマンション 管理組合に対するヒアリング結果

江東区 Fマンション
前理事長 新井昶様
耐震改修委員会委員長 石崎愼久様

● 57

1. 耐震診断以前におけるマンションの 耐震性に関する現状の認識は

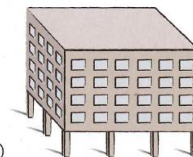
建築構造上の耐震性が心配されるマンション

☑ 旧耐震基準のマンション（昭和 56 年 5 月 31 日以前の建築確認）

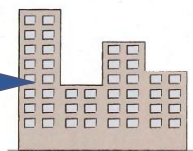
・ 建築基準法が昭和 56 年に改正され、耐震基準が変更されています。
 阪神・淡路大震災の被害状況からも、旧基準のマンションは、耐震性が十分でない可能性があります。

☑ 構造上のバランスが悪いマンション

- 平面または断面の形状が不整形なマンション
- 構造形式が混在するマンション
 （上層階が鉄筋コンクリートで下層階が鉄骨鉄筋コンクリートなど）
- 細長い形状のマンション
- ピロティ形式のマンション
 （1 階部分に駐車場などがあり、壁が少なく主に柱で空間が構成されている）



L形の平面形状と
ピロティが存在



● 58

2. 耐震診断や改修に踏み出す動機や思いは

- 共用排水管の工事の会議中に3.11に遭遇
関係者6名が外に飛び出し、建物が大きく揺れ、
ひび割れの発生やEXP-Jの損傷を目撃
- 建物内に保育園が入っており、安全性の確保は
最優先事項
- **資産向上を最大の目標に設定**
建物に愛着があり、東京でも一番のマンションに
したいとの強い思いがあった

● 59

3. 耐震改修を実施するにあたり、 役に立ったことや心がけたことは

- 修繕積立金等を基に自前の資金の確保ができた
- **最小の費用で最大の効果の確保を目標に、あらゆる**
機会を利用して、費用や補強工法の調査、見学
を綿密に行った
- 住民への啓蒙活動を積極的に行い、3/4以上の賛意
の確保。そのため、きめ細かく説明会を実施、外
部居住者にも直接、電話をかけて意思を確認
- **住民が主体性を持って行動する（管理会社に任せ**
ず、自主管理の気持ちで、できることは全て自分
たちで対応）

● 60

4. 耐震改修についての住民意識は どのようにして高まったのか

- 経費節減のため、工事に伴う建物施設の一時移動は業者に任せず自力で行うことで、経費（200万）の節約に加え、住民の意識が高まる効果も得られた。なお、経費を最小限に抑えるため無駄な打合せはしない
- 子供たちの安全確保の必要性は皆が共有するが、且つ、自分の子供を保育園に預ける若いお母さん方が積極的に賛成して貰えた。診断を行わなくても良いという意見もあったが、保育園の存在が後押しとなった
- 普段、交流が少なく、騒音や漏水などの問題もあった上下階同士で理事会を構成したことでお互いの気持ちが通じ合うことになった
- 耐震改修に関する住民への啓蒙活動を積極的に実施

● 61

5. 耐震補強計画の決定までの道のりは

- 合意形成にむけて 診断、設計の各段階で土日の説明会を2回にわけて実施
補強については当初案（外付け補強）は費用（2億4000万）既存配管の位置替え等間接的な費用が大、外観の変化などから合意に達せず設計変更を行った
主な補強を1階に集中させる方針で、補強に関わる付帯工事費用を最小限に抑えられるような工夫を設計者にお願いし問題点を克服して費用の削減に成功し、合意が得られた
- 設計者にも、お互いの意見をぶつけ合う中で、両者の気持ちが通じ合ったと実感できた瞬間があった

● 62

6. 耐震改修工事中に心がけたことは

- 安全管理を最優先、騒音発生の大きい期間など事前通知を徹底し、細心の配慮で工事を行った。工事中の生活への影響も最小限に抑えられるような工夫を行った
- 近隣の挨拶も慎重に実施。且つ、340戸の住戸のうち40戸は地元の出身者であったこともあり、地元の協力が得られた
- この建物に愛着があり、なんとか完成させたいとの強い思いがあった。石崎委員長も朝早くから現場に出られるなど熱意をこめて対応された。また、施工担当者の仕事振りから、信頼して任せられる意識が芽生えた
- 全ての共用排水管（污水管含む）の更新の改修工事を1年間で完了させたが、その経験が耐震補強工事に活かされた

63

7. 耐震改修工事が無事、完了して

- 住民と設計者の意思疎通を図り、皆が賛成する合理的な補強工法で工事が実施でき、無駄を徹底的に省く努力もあり、当初案から大幅な費用削減が実現できた
- 建物の検査、適合等いろいろ気になり、眠れない夜もあったが、無事、責任を果たすことができた
- 耐震適合認定による助成金や都税、固定資産税の減免措置がうけられホッとしている（1住戸50万相当以上の工事費に対し）
あわせて資産価値が上昇した

64

8. これから耐震改修を行うことを検討している 方々に向けた提言、アドバイス（その1）

- 耐震診断の前に都主催などのセミナーやフォーラムに参加し、十分な知識と資料を集め研究しておくこと
- **すべての検討、交渉、取決めは、委員長と委員の2名以上で立会うこと**
- 改修委員長は日報を必ず記入し、理事長との関係を密にしておく
- **組合員みんなのお金であることを常に意識し厳正、適切に“最少費用で最大効果”を心がけること**

65

8. これから耐震改修を行うことを検討している 方々に向けた提言、アドバイス（その2）

- **業者決定は競争入札をきちんと行い、透明性を期す**
- **成功には、機関車として引っ張る人の存在が不可欠**
- 理事長、改修委員長が住民とのパイプ役を務める
- 説明会の開催にあたっては、住民が納得できる説明のための周知な準備が大切
- **区や市の耐震アドバイザー派遣制度を活用すべき**
- 業者とは腹を割った話し合いを徹底する
(win-winの関係を構築)

66

ヒアリングのまとめ

—安全・安心を確保して資産価値の向上を—

ビデオメッセージ

Fマンション 新井 昶 様
管理組合理事長（当時）



● 67

ヒアリングのまとめ

—安全・安心を確保して資産価値の向上を—

- 合意形成の達成には、理事長のリーダーシップのもと、普段の啓蒙活動、住民間の良好なコミュニケーションが必要
- 事前にセミナーなどに参加し、十分な知識と情報を入手
- 公的な耐震アドバイザー制度の活用
- 設計者、工事業者の選定は競争入札など透明性を確保
- 管理組合と業者との信頼関係を構築し、十分な意思疎通による最適プランの決定
- 組合員みんなのお金であることを意識し、厳正・適切に“最少の費用で最大の効果”の心がけ

● 68

IV 防災・日頃の備え

耐震改修を行うことが

- 良好なコミュニティの形成を生む
いざという場合、「**共助**」が大切
- 安全・安心の確保が資産
価値を向上させる

ぜひ、防災のための
適切な備えをマンション
の皆様でお考え下さい

ご静聴ありがとうございました

