

# 共同住宅ストック再生のための技術の概要 (耐震性)

# 目 次

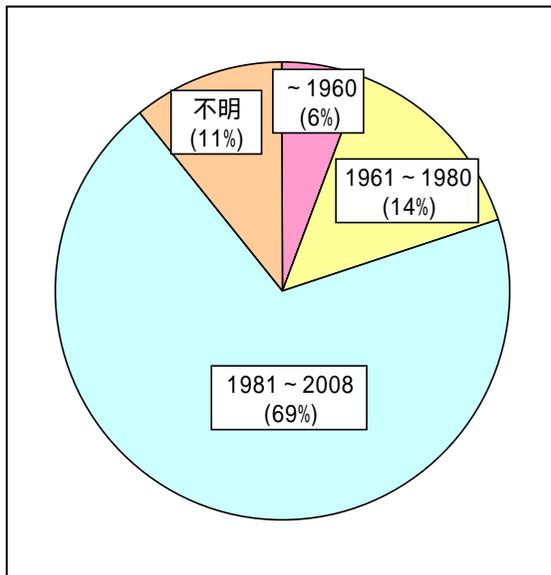
|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1 . 共同住宅ストックの耐震性能に関する課題と対応      | 1  |
| 1 - 1 共同住宅の耐震性能の推移と地震の揺れによる建物被害 |    |
| 1 - 2 耐震改修                      |    |
| 1 - 3 東日本大震災による共同住宅の被害          |    |
| 2 . 耐震性能に係る共同住宅の改修技術の概要         | 10 |
| 2 - 1 共同住宅の耐震化フロー               |    |
| 2 - 2 調査・診断技術                   |    |
| 2 - 3 改修技術                      |    |
| 3 . 技術の活用(耐震改修)                 | 15 |
| 3 - 1 耐震改修技術の適用                 |    |
| 3 - 2 耐震改修工法の選択                 |    |
| 3 - 3 耐震改修工事の実施                 |    |
| 3 - 4 耐震改修の工事費                  |    |

# 1 - 1 共同住宅の耐震性能の推移と地震の揺れによる建物被害

- ・建築基準法改正により導入された新耐震基準\*1は、1981年(昭和56年)6月より適用された。
- ・共同住宅の約20%(1980年以前 約21.7万棟)は改正前の旧耐震基準により設計されており、これらの中には新耐震基準を満たさない建物が含まれている。

## 共同住宅の建設年代

(H20年住宅・土地統計調査より作成)



\*1)新耐震基準では、建物の供用期間中に1度遭遇する可能性のある大地震に対して倒壊しないことを確認する。

\*2)RC = 鉄筋コンクリート構造  
従前は5階建て程度以下の中低層の集合住宅はRC造であることが多かった。近年(概ね1990年代以降)は数10階建ての超高層集合住宅もRC造で建設されるようになった。

\*3)SRC = 鉄骨鉄筋コンクリート構造  
従前は6～15階建て程度の中高層の集合住宅はSRC造であることが多かった。

## 耐震設計関係基準の変遷

| 法律などの制定                           | 構造設計                          | 主な地震                          |
|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1924 市街地建築物法改正                    | 「耐震設計基準の導入」                   |                               |
| 1950 建築基準法制定                      | 水平震度 k=0.2<br>許容応力度設計         |                               |
| 1971 建築基準法施行令改正                   | せん断補強筋規定強化<br>「柱帯筋ピッチを細かく」    | 1964 新潟地震<br>1968 十勝沖地震       |
| 1977 RC*2診断基準策定                   |                               | 1978 宮城県沖地震                   |
| 1981 建築基準法改正<br>「新耐震設計法」          | 許容応力度設計<br>終局強度設計<br>(保有水平耐力) |                               |
| 1995 耐震改修促進法制定                    |                               | 1995 阪神・淡路大震災                 |
| 1997 SRC*3診断基準改正                  |                               |                               |
| 2000 建築基準法改正                      | 性能設計の導入                       |                               |
| 2005 中央防災会議<br>「建築物の耐震化緊急方針」      |                               | 2004 新潟県中越地震<br>2005 福岡県西方沖地震 |
| 2006 耐震改修促進法改正<br>「平成27年に耐震化率90%」 |                               |                               |
| 2007 建築基準法改正                      | 構造モデルの規定                      | 2007 新潟中越沖地震<br>2007 能登半島地震   |

# 1 - 1 共同住宅の耐震性能の推移と地震の揺れによる建物被害

- ・1995年(平成7年)に発生した阪神・淡路大震災では、揺れによる建物被害は耐震性能に劣る建物に数多く見られ、これを機に「耐震改修促進法」が制定された。
- ・旧耐震基準により設計された建物の多くは大地震時の安全性が不明なため、耐震診断<sup>\*1</sup>、必要に応じて耐震改修が望まれる。

## 阪神・淡路大震災での揺れによる建物被害の例



### 出典

1)平成7年阪神・淡路大震災建築  
震災調査委員会中間報告

2)日本建築学会:1995年兵庫県  
南部地震災害調査速報

<sup>\*1</sup>)耐震診断により耐震性能が目標値を満足することが確認できた建物は、大地震に対する安全性が新耐震基準により設計された建物と同等とみなされる。耐震診断の概要についてはp.11～12を参照。

# 参考 耐震改修技術が適用される共同住宅(多世代総プロの類型化)

## 建築時期等による共同住宅の5つのタイプにおける耐震改修技術の適用

| 建築時期等による共同住宅の5つのタイプ |                   | S55年以前(～1980年)供給                                   |                       | S56～H2年<br>(1981～1990年)供給<br>(総プロモデルB) | H3～H12年<br>(1991～2000年)供給<br>(総プロモデルC) | H13年以降<br>(2001年～)供給<br>(総プロモデルD) |
|---------------------|-------------------|--|-----------------------|--|--|-----------------------------------|
|                     |                   | 中層階段室・壁式<br>(総プロモデルA1)                             | 高層・ラーメン<br>(総プロモデルA2) |  |  |                                   |
| 属性                  | 構造種別・高さ<br>アクセス形式 | RC壁式*1<br>中層<br>階段室型                               | RCラーメン*2<br>高層<br>廊下型 | RCラーメン<br>高層<br>廊下型                    | RCラーメン<br>中層・高層<br>廊下型                 | RCラーメン<br>中層・高層<br>廊下型            |
|                     | 開発形態              | 郊外団地<br>中層低密                                       | 既成市街地<br>単棟           | 面開発<br>高層高密                            | 既成市街地<br>単棟                            | 再開発等                              |
|                     | 耐震基準              | 旧耐震基準  |                       | 新耐震基準                                  |  |                                   |
| 耐震診断実施の<br>必要性      |                   | 旧耐震基準では大地震時の検討が行われていないため、耐震診断を実施し、大地震に対する耐震性の検討が必要 |                       | 現行建築基準法に則っている                          |  |                                   |
|                     |                   | 中低層壁式構造のものは、一般的に耐震性は比較的高い                          | 建物毎に耐震性は大きく異なる        |  |  |                                   |
| 耐震改修技術の<br>適用性      |                   | 耐震診断の結果、耐震性が不足すると判定されれば耐震改修を行うことが望まれる              |                       | 現行建築基準法に則っている                          |  |                                   |

\*1)壁式構造:平面的な壁と床で建物の空間を支持する構造で柱がない。5階建程度以下の中低層集合住宅で採用されることが多い。

\*2)ラーメン構造:柱と梁、床で建物の空間を支持する構造。低層から超高層まで幅広く用いられる構造形式。

建築時期等による共同住宅の5つのタイプは、多世代総プロ「多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発(多世代利用総プロ)」(H20～22 国土技術政策総合研究所)で類型化された既存共同住宅のモデル(詳細は総合分野資料4-1「(参考)建築時期等による共同住宅の5つのタイプの分類)」を参照)

# 1 - 2 耐震改修

「耐震改修」とは、「耐震診断」により建物の耐震性能を正確に把握した上で、必要に応じて、主要構造体の補強工事を行ったり、主要構造体に地震による揺れが伝わらないようにする工事を行うことである。

## 耐震診断法による耐震性能の判定

・Is Isoのとき「耐震性を満足する」

Is: 構造耐震指標(建物の保有性能)

$$Is = (\text{強度}) \times (\text{靱性能}) \times (\text{形状・経年による補正係数})$$

Iso: 構造耐震判定指標

$$Iso = (\text{基本指標}) \times (\text{建物用途などによる補正係数})$$

Is(建物の保有性能)の値を向上させるためには、強度や靱性能を増大させることが有効。

\*1)強度増大: 建物が地震による水平力に抵抗する「強さ」を向上させること。

\*2)靱性能増大: 僅かな変形で脆く破壊することがないように粘り強さを与えて変形することを可能にすること。

## 補強工法の事例



外付けフレーム補強の事例



バットレス補強の事例

# 1 - 3 東日本大震災による共同住宅の被害

- ・東日本大震災では、地震動による共同住宅の大破、倒壊は殆ど見られず、耐震基準が目的としている「地震動による倒壊の防止」は概ね達成できていると考えられる。
- ・その一方、二次壁などの損傷により建物の継続使用が困難になった事例が見られた。

## 東日本大震災による共同住宅の被害

### (1)大破・倒壊は殆どない

地震動の特性の影響もあるが、大破・倒壊の防止という所期の目的は達成できた

⇒ 既存の技術は共同住宅の耐震安全性に有用である

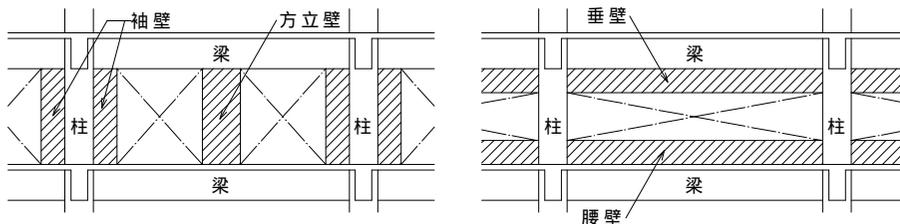
### (2)二次壁<sup>\*1</sup>の損傷などにより建物の継続使用が困難となった例もある

耐震診断だけでは二次壁の損傷防止策を検討するのは困難

⇒ 継続使用するための設計法の確立が望まれる<sup>\*2</sup>

#### \*1)二次壁

設計上、耐震要素として期待していない壁。その形状から、腰壁、垂壁、袖壁、方立壁などと呼ばれる



#### \*2)二次壁の損傷防止

・近年の共同住宅は二次壁に構造スリットを設け、二次壁に地震による力を伝達させないようにすることで二次壁を損傷させないように計画しているものが多い。

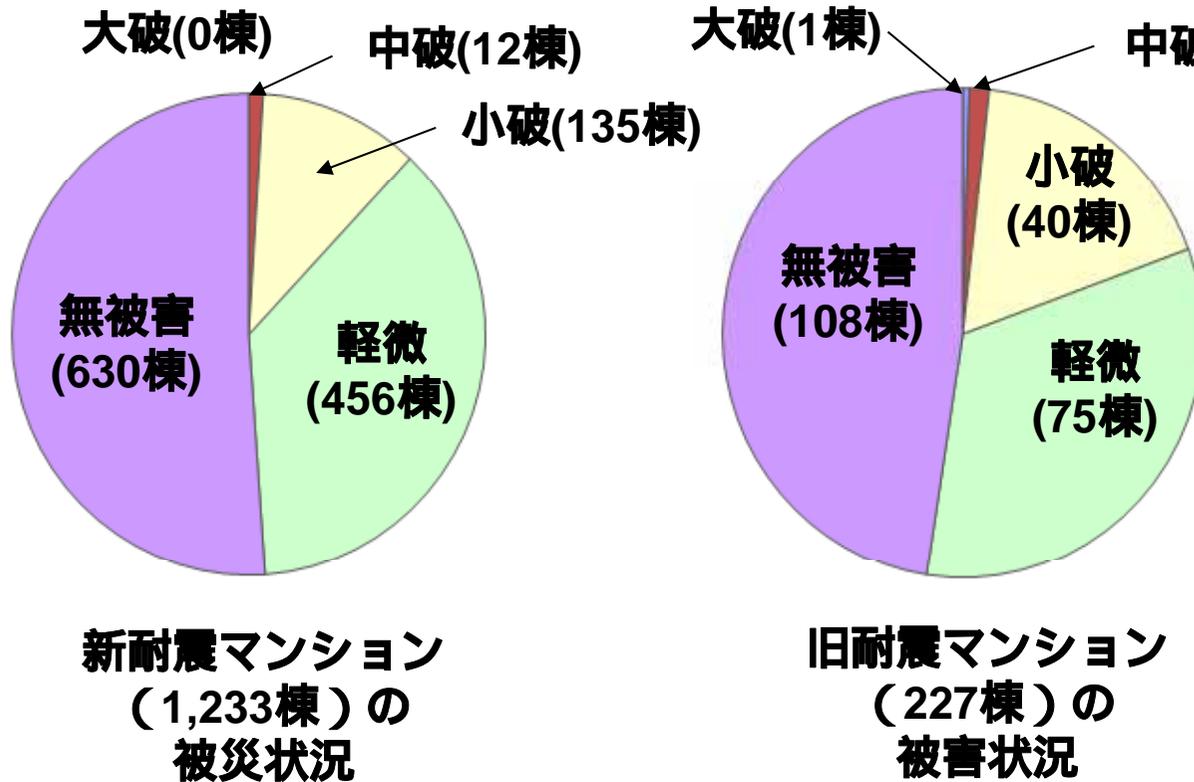
・既存建物についても、二次壁に耐震スリットを設ければ、二次壁へ力を伝達させないことは可能であるが、二次壁に伝達されなくなった力は柱や耐力壁に伝達されることになるため、柱等の負担が増えることになる。不用意なスリットの計画により柱の崩壊などより危険な地震被害を招く恐れもあり、慎重な検討が必要である。

・耐震改修によって建物全体を剛強なものにすることは、二次壁の損傷防止にもつながる方向であるが、二次壁の損傷を確実に制御できる設計法は未だ確立されておらず、被害例の調査、研究等、今後も継続して検討することが必要となっている。

# 1 - 3 東日本大震災による共同住宅の被害

# 分譲マンションの被害状況

## 分譲マンションの被災状況 (対象：宮城県全域1,460棟)



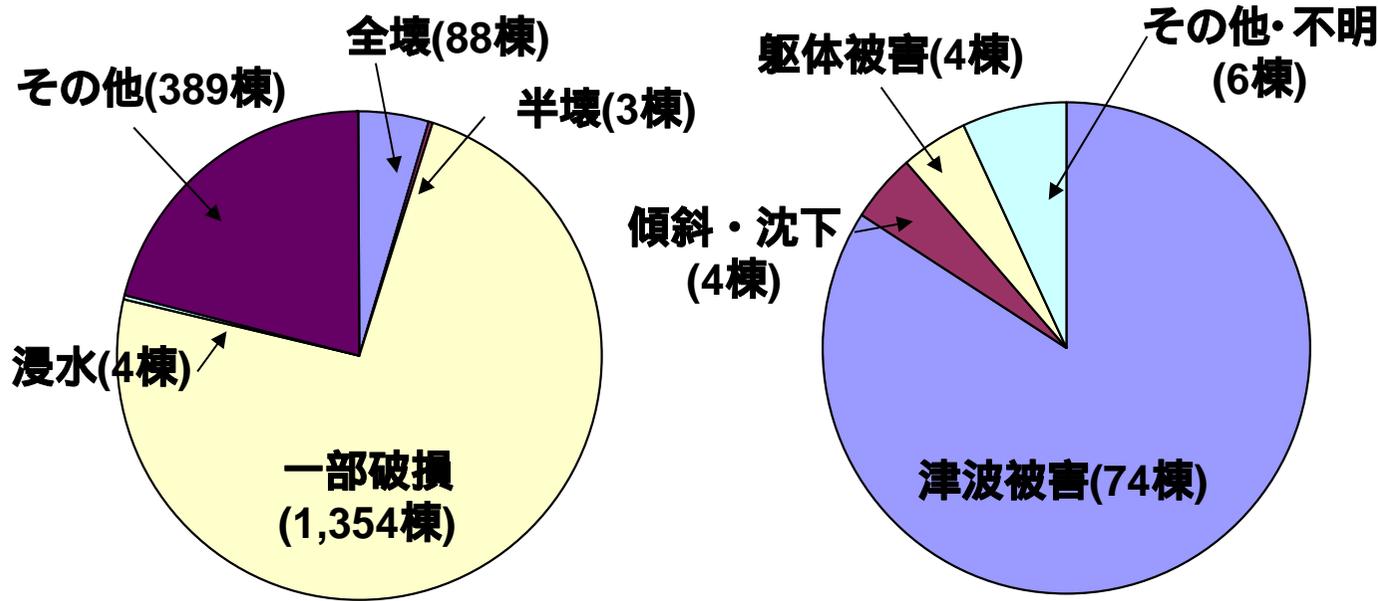
建物の被災状況 (建物状況) の被災度区分

| 建物被害程度 | 被災状況 |   |
|--------|------|---|
| 被害無    | 0    | 今回の調査において特に被害が認められなかったもの。   |
| 軽微     | I    | 柱・耐力壁・二次壁の損傷が、軽微かもしくはほとんど損傷がないもの。仕上げの補修のみで外観を復旧できる程度                            |
| 小破     | II   | 柱・耐力壁の損傷は軽微であるがRC二次壁・階段室の周りにせん断ひび割れが見られるもの。相当な補修が必要となる。                         |
| 中破     | III  | 柱に典型的なせん断ひび割れ・曲げひび割れによって鉄筋が座屈し耐力壁に大きなせん断ひび割れが生じて耐力に著しい低下が認められるもの。大規模な補強・補修を要する。 |
| 大破     | IV   | 柱のせん断ひび割れ・曲げひび割れによって鉄筋が座屈し、耐力壁に大きなせん断ひび割れが生じて耐力に著しい低下が認められるもの。建て替えが必要となってくる。    |
| 倒壊     | V    | 柱耐力壁が大破壊し、建物全体或いは一部が崩壊に至ったもの。   |

出典：Kantei eye (株)東京カンテイ

# 1 - 3 東日本大震災による共同住宅の被害 公営住宅の被害状況

## 公営住宅の被災状況 (対象：1棟当たり6戸以上の集合住宅に限定)



東北3県（岩手，宮城，福島）の公営住宅における被害

「全壊」判定88棟の被災状況

| 被害認定              | 被害状況   |
|-------------------|--|
| 全壊 <sup>1</sup>   | 住家の損壊、焼失若しくは流失した部分の床面積がその住家の延床面積の70%以上に達したもの<br>住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が50%以上に達した程度のもの  |
| 半壊 <sup>1</sup>   | 住家の損壊、焼失若しくは流失した部分の床面積がその住家の延床面積の20%以上70%未満のもの<br>住家の主要な構成要素の経済的被害を住家全体に占める損害割合で表し、その住家の損害割合が20%以上50%未満のもの |
| 一部破損 <sup>2</sup> | 全壊及び半壊にいたらない程度の住家の破損で、補修を必要とする程度のもの。ただし、ガラスが数枚破損した程度のごく小さなものは除く  |

1 「災害の被害認定基準について」内閣府（平13.6.28）  
2 「災害報告取扱要領」総務省消防庁（昭45.4.10）

出典：被災地の地方公共団体へのアンケート調査結果により国土交通省まとめ

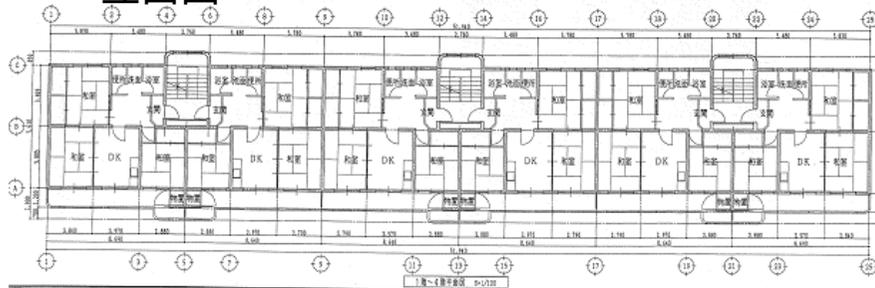
# 1 - 3 東日本大震災による共同住宅の被害

## 白河市B団地 号棟の被害状況〔杭の被害〕

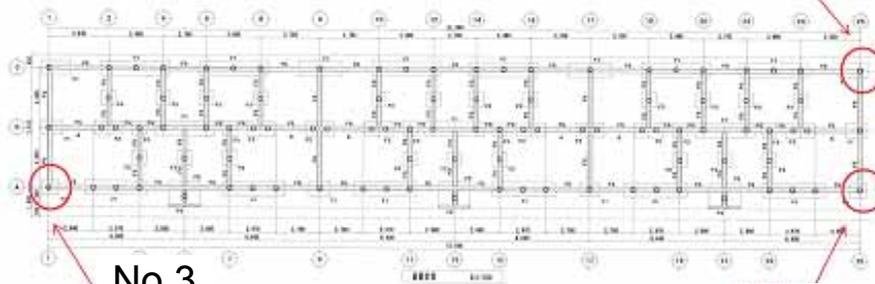
〔内閣府及び総務省消防庁の被害認定基準(p7)により「全壊」と判定された公営住宅の例〕



立面図



平面図



基礎伏図



全景

建物周辺の状況



建物周辺の状況



杭の損傷 (No. 1)



杭の損傷 (No. 2)

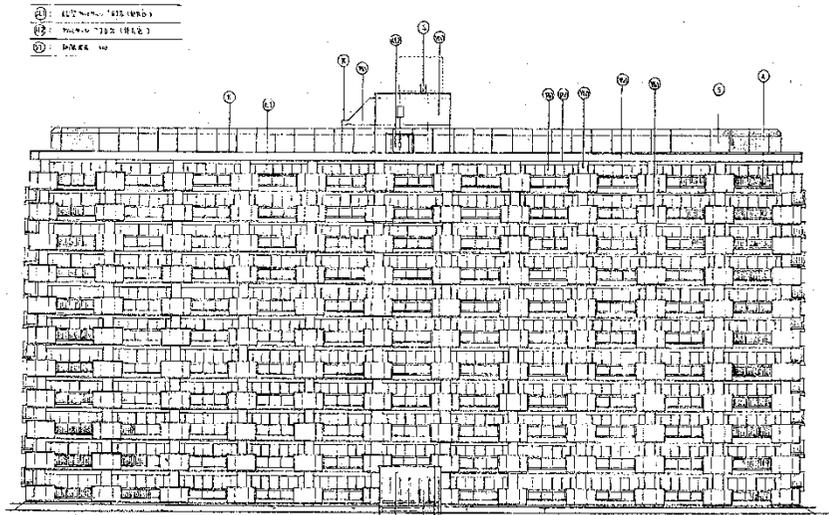


杭の損傷 (No. 3)

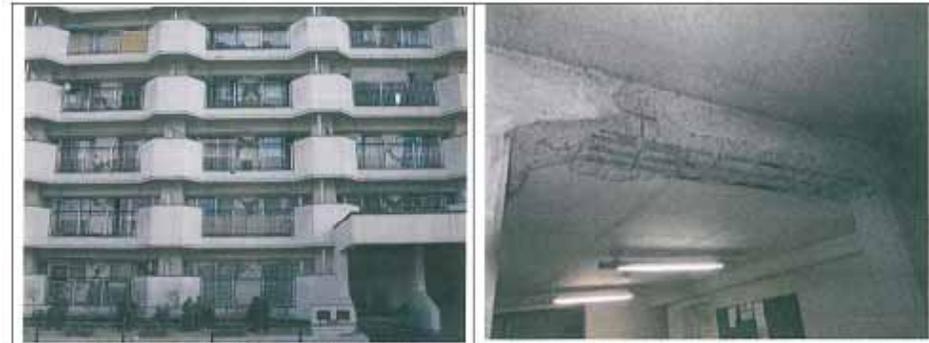
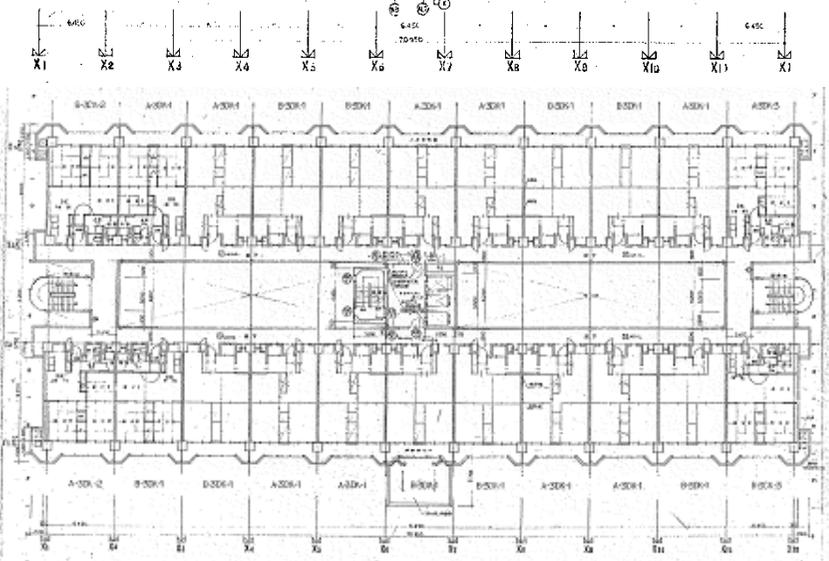
# 1 - 3 東日本大震災による共同住宅の被害

## 仙台市F住宅 号棟の被害状況〔二次壁の被害〕 (内閣府及び総務省消防庁の被害認定基準(p7)により「全壊」と判定された公営住宅の例)

立面図



平面図



バルコニー側方立壁の損傷

梁かぶりコンクリートの脱落



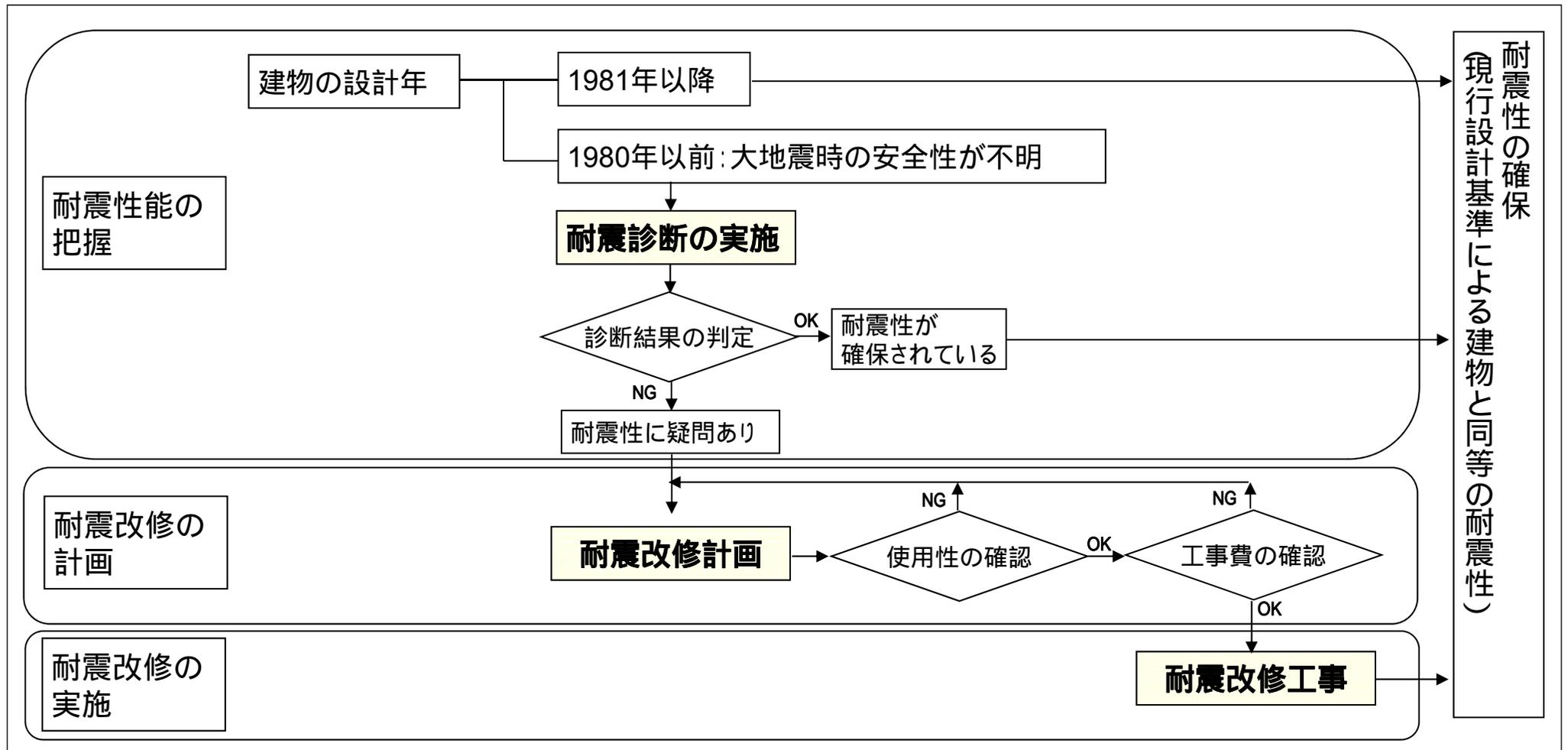
バルコニー側方立壁の損傷

共用廊下側二次壁の損傷

## 2 - 1 共同住宅の耐震化フロー

- ・既存建物の耐震性能は、耐震診断により把握する。
- ・耐震診断の結果明らかになった性能に基づき、耐震改修を計画する。
- ・耐震改修計画では、建物の使用性への影響、工事費用を考慮して、改修工法を選定する。

### 耐震化の流れ



## 2 - 2 調査・診断技術 耐震診断の概要

- ・建物の耐震性能を連続した数値(Is)で表わす。
- ・耐震性の判定は構造耐震指標Isと構造耐震判定指標Is0の大小関係によって行う。

### 耐震診断法の概要

建物の耐震性能を連続した数値(Is)で表わす  
連続量の耐震性能値に対して判定値(Is<sub>0</sub>)を設定する  
Is<sub>0</sub>は地震動の大きさ、敷地条件、用途などに応じて設定する  
設計図書による情報だけでなく現地調査の結果を加味する

### 耐震性の判定

Is = Is<sub>0</sub> → 想定する地震動に対して所要の耐震性を確保している

Is < Is<sub>0</sub> → 耐震性に疑問あり

Is : 構造耐震指標 (建物の保有性能)

Is<sub>0</sub> : 構造耐震判定指標

### 構造耐震指標Isの算定

$$Is = E_0 \times S_D \times T$$

$E_0 = C \times F$

$S_D$  : 経年指標 建物の老朽化による補正  
 $T$  : 形状指標 建物の整形性による補正  
 $E_0$  : 保有性能基本指標  
 $C$  : 強度指標\*1 建物の強さ  
 $F$  : 靱性指標\*2 建物の粘り強さ

\*1)強度指標  
建物が地震力によって破壊する時に最大限耐えている力と建物重量の関係から算定する

\*2)靱性指標  
建物の変形性能を表わす。  
例えば、薄いガラスの板を曲げようとするときある程度力を加えたところで粉々に割れてしまう。このように最大限耐えられる力を発揮した直後に崩壊してしまうような性質を「脆性的である」という。

### 構造耐震判定指標Is0の算定

$$Is_0 = Es \times Z \times G \times U$$

$U$  : 用途指標  
 $Z$  : 地盤指標  
 $G$  : 地域指標  
 $Es$  : 耐震判定基本指標

Es = 0.8 (第1次診断法), Es = 0.6 (第2次, 第3次診断法)

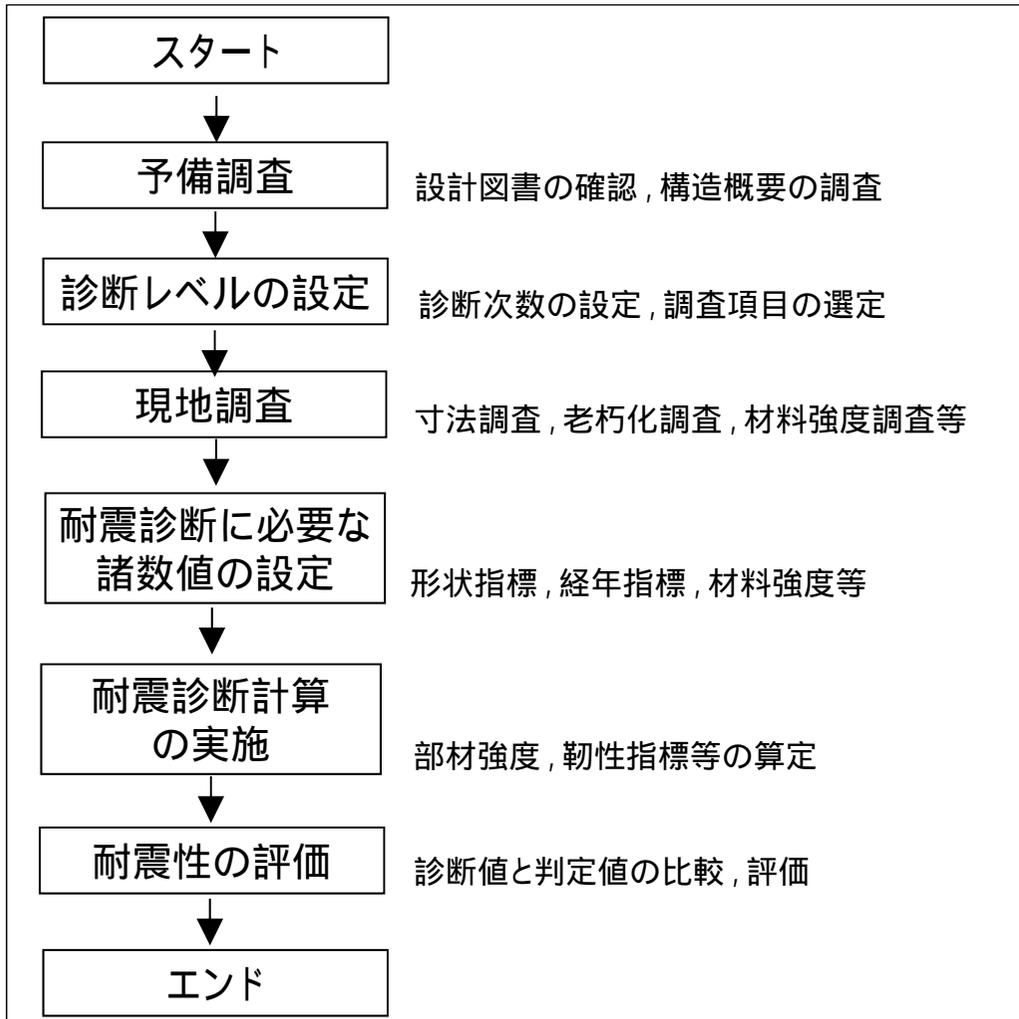
Esの値は、Z,G,Uが1.0の時、Is = Is<sub>0</sub>となる建物が新耐震設計法により設計される建物とほぼ同等の耐震性能を持つという判断のもと設定されている

一方、薄い鉄板を曲げようとするとき、ある程度力を加えると板が割れることなく曲がっていく。このように最大限耐えられる力を発揮しながら変形できる性能を「靱性能」という。建物も構造特性の違いから脆性的なものや靱性能に富むものがある。耐震性能上は靱性能に富む構造が望ましい。

## 2 - 2 調査・診断技術 耐震診断の手順

- ・耐震診断は、設計図書による情報だけでなく現地調査の結果を加味して行う。
- ・耐震診断は略算のレベルが異なる第1次、第2次、第3次の診断法があり、対象建物の構造性能などに応じて適切な診断法を選定する。

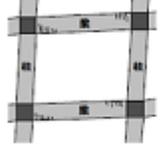
### 耐震診断の手順



### 耐震診断の次数

- 第1次: 壁式又は壁の多いフレーム構造の評価に適する。  
 第2次: 梁よりも柱、壁の鉛直部材の破壊が先行する建物(柱崩壊型建物)の評価に適する。  
 第3次: 梁の破壊が柱、壁に先行する建物(梁崩壊型建物)や、耐震壁の回転(浮きあがり)が支配的な建物の評価に適する。

各耐震診断法の比較<sup>(1)</sup>

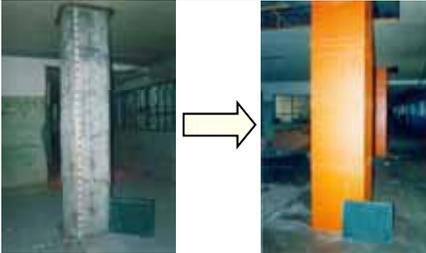
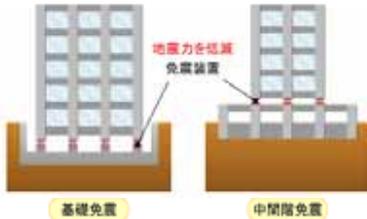
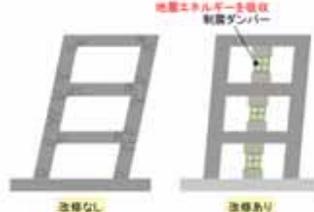
| 診断次数    | 第1次診断法  | 第2次診断法  | 第3次診断法   |
|---------|---|---|--|
| 適した構造特性 | <br>壁の多い建築物に適する | <br>主に柱・壁の破壊で耐震性が決まる建築物 | <br>主に梁の破壊や壁の回転で耐震性が決まる建築物 |
| 計算      | 必要項目<br>床面積、階数、階高、柱断面寸法、柱内法長さ、壁断面寸法、腰壁・垂れ壁寸法  | (同左)<br>+<br>壁開口部寸法、柱配筋、壁配筋、コンクリート強度、柱鉄筋強度  | (同左)<br>+<br>(同左)<br>+<br>梁断面寸法、梁スパン、梁配筋、柱・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

(1)「マンション耐震化マニュアル」((財)日本建築防災協会 / 国土交通大臣指定耐震改修支援センター)

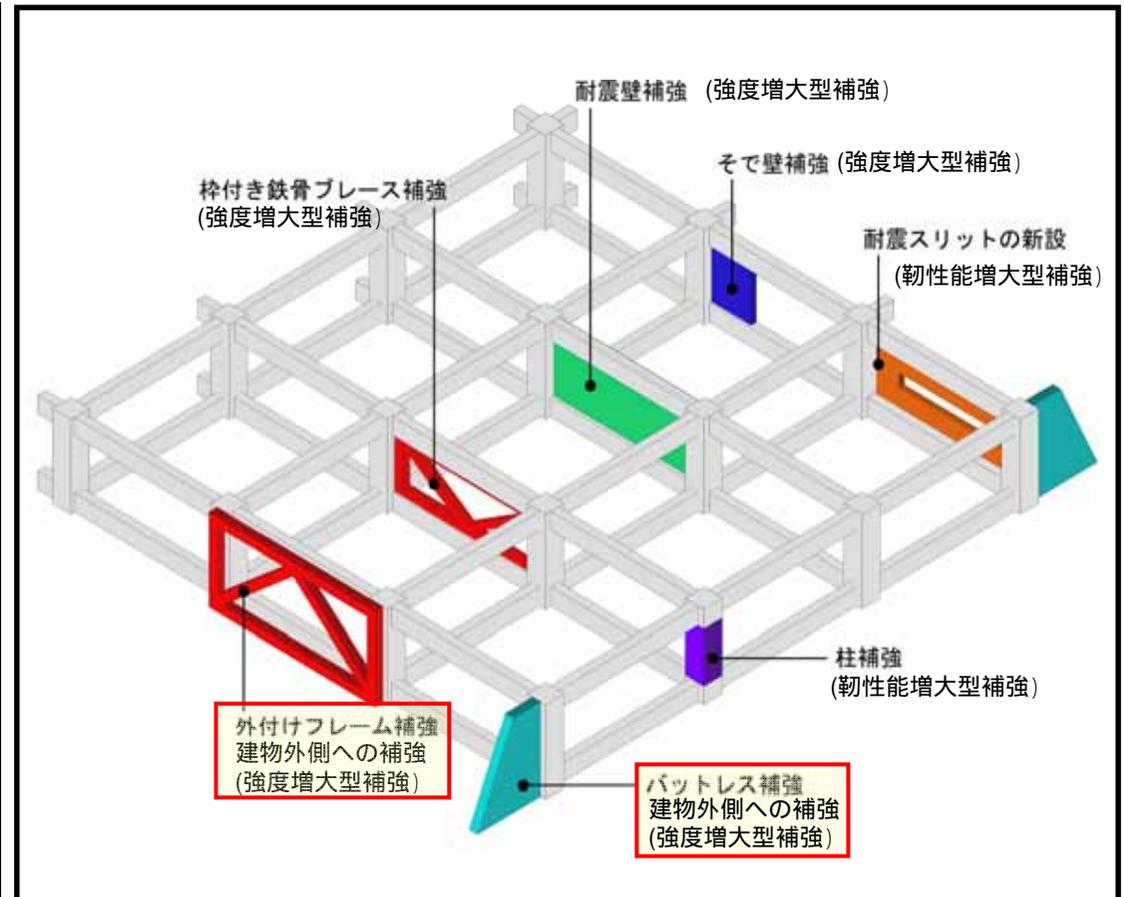
## 2 - 3 改修技術 耐震改修工法の種類

・耐震改修工法には、強度を増大させる工法、靱性能を高める工法その他、建物への地震力の入力を抑制する免震改修、制震改修などがある。

### 耐震改修工法の種類

|  |   |
|--|---|
| <p><b>強度増大型補強</b><br/>ブレース, 耐震壁の新設など</p> <p>実施例が豊富, 一般に安価<br/>× 建物の使い勝手が変わる場合がある</p>             |   |
| <p><b>靱性能増大型補強<sup>(2)</sup></b><br/>柱鋼板巻立て補強など</p> <p>比較的簡便な方法<br/>× 強度が低い建物では補強効果が得にくい</p>     |   |
| <p><b>免震改修<sup>(2)</sup></b></p> <p>免震層以外は建物の使い勝手は変わらない<br/>× 免震層変位が大きいため敷地に余裕が必要。設備の免震化も必要。</p> |  |
| <p><b>制震改修<sup>(2)</sup></b></p> <p>在来補強よりも補強箇所が減る場合がある<br/>× 変形性能(靱性能)が低い建物には不向き。</p>           |  |

### 強度・靱性能増大のための補強工法の種類<sup>(1)</sup>



- (1)「マンション耐震化マニュアル」((財)日本建築防災協会 / 国土交通大臣指定耐震改修支援センター)に加筆
- (2)「マンション耐震化マニュアル」((財)日本建築防災協会 / 国土交通大臣指定耐震改修支援センター)より図を引用

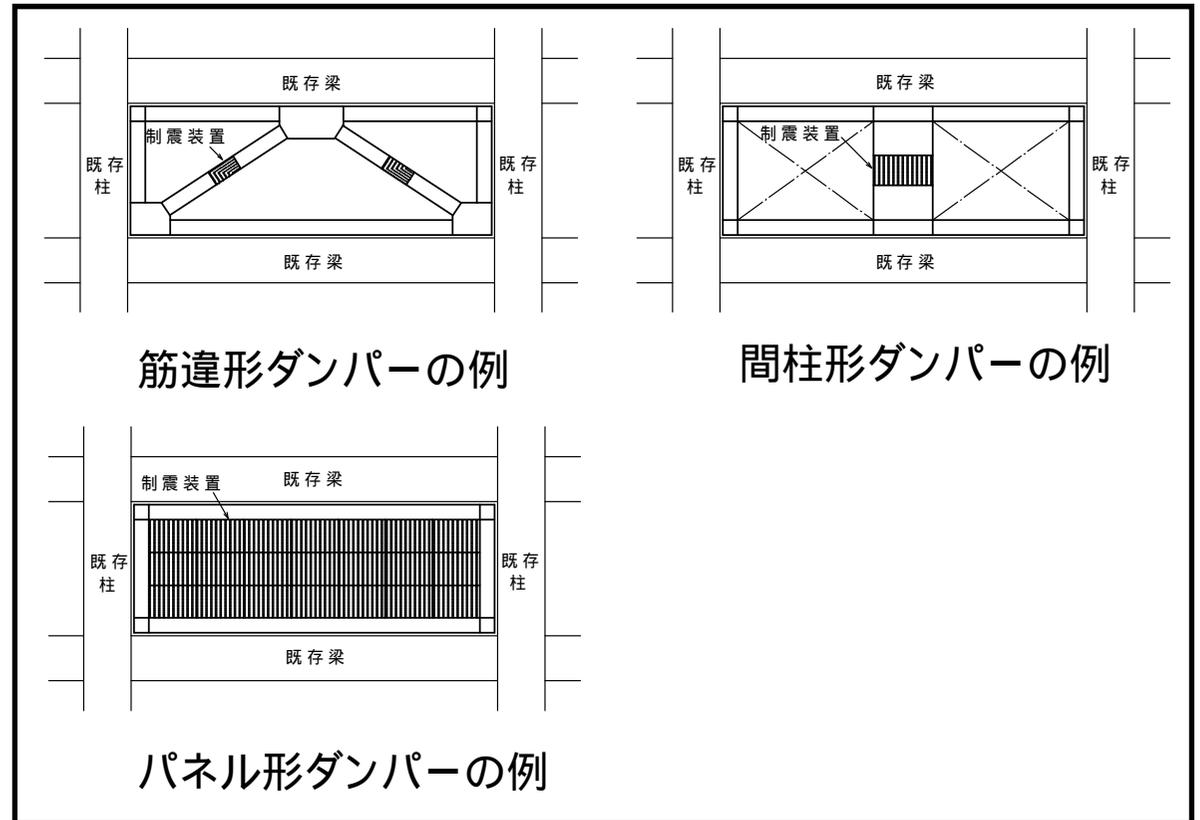
## 2 - 3 改修技術 制震改修工法の種類

- ・制震改修工法には、減衰力を付加する方法のバリエーション、制震装置(ダンパー)の形状のバリエーションにより様々な種類がある。
- ・既存建物の耐震性能に影響されるが、制振装置を用いることで強度増大型の補強工法よりも補強箇所を減じることができる場合がある。

### 制震改修工法の種類



「既存鉄筋コンクリート造建築物の免震・制震による耐震改修ガイドライン」(財)日本建築防災協会より引用



## 3 - 1 耐震改修技術の適用

・免震工法の適用など、幅広い耐震改修技術を考慮に入れば、耐震性の向上は基本的にどのような建物であっても可能。

・ただし、以下の点に注意が必要である。

### (1)耐震診断技術の適切な適用

劣化など特殊な要因を持つ建物への耐震診断技術の適用は慎重な検討が必要  
建物の特性に合わせた診断法の選択が必要

### (2)耐震改修技術の適切な適用

新設する耐震要素への力の伝達を確実にできる設計、施工法の採用  
耐震要素を取り付ける既存躯体は健全であることが重要

### (3)建物の使用性に配慮した耐震改修技術の適用

集合住宅の専有部分への耐震要素の新設は困難であることが多い

### (4)建物の敷地条件など周辺環境に配慮した耐震改修技術の適用

建物の外側への耐震要素の配置は、建物外形が変化するので、建築基準法との関係に注意が必要な場合がある

## 3 - 1 耐震改修技術の適用

### (1) 耐震診断技術の適切な適用

**構造躯体の劣化が著しい建物は、耐震診断基準の適用に慎重を要する。**

以下のような建物では耐震診断基準の適用の可否を検討する必要がある。

- ・ コンクリートコアの圧縮強度が平均値で13.5N/mm<sup>2</sup>を下回る建物
- ・ 不同沈下\*1が著しく、構造亀裂の生じている建物
- ・ 火害を受け、亀裂、剥落等の痕跡の残っている建物
- ・ 竣工後30年以上経過したもので、老朽化の著しい建物
- ・ 塩害\*2やアルカリ骨材反応\*3の影響により、鉄筋の腐食が著しい建物
- ・ 凍害\*4などによりコンクリート断面欠損が著しい建物

\*1)不同沈下:建物の部分によって異なった地盤変状が生じ、沈下が大きい部分と小さい部分が生じること。建物の傾斜が生じ、使用性に不具合を生むことがある。

\*2)塩害:練り混ぜ時に塩分を含んだ砂を用いた等によりコンクリート内部に混入した塩分によりコンクリート内部の鉄筋が腐食する不具合。

\*3)アルカリ骨材反応:セメントなどのアルカリ分と反応して膨張する性質の骨材がコンクリートに混入したために骨材が膨張し、コンクリートにひび割れを生じさせる不具合。

\*4)凍害:コンクリート中の水分の凍結による体積膨張によりひび割れが生じる不具合。

( (財)日本建築防災協会「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・同解説」 )

**建物の耐震性状に応じて適切な耐震診断法を適用する。**

現行の新築設計でもルート1、ルート2、ルート3と呼ばれる複数の許容応力度等設計法その他、限界耐力設計法、時刻歴応答解析等、複数の設計法の中から建物の性状に相応しい設計法を選択する必要がある。既存建物の耐震診断においても、建物の特性に合わせた適切な診断法を選択する必要がある。

例えば、壁の多い建物であれば第1次診断法の適用が可能であるが、梁の性状が支配的な建物に第1次診断法を適用すると耐震性を過小評価することがある。

第3次診断法など精緻な計算を必要とする耐震診断法の場合は、建物のモデル化の良否により計算結果が大きく左右されるので、慎重なモデル化が必要となる。

各耐震診断法の比較<sup>(1)</sup>

| 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 | <br>壁の多い建築物に適する | <br>主に柱・壁の破壊で耐震性が決まる建築物 | <br>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  | (同左)<br>+<br>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)<br>+<br>(同左)<br>+<br>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  |

(1)「マンション耐震化マニュアル」((財)日本建築防災協会/国土交通大臣指定耐震改修支援センター)

## 3 - 1 耐震改修技術の適用

### (2) 耐震改修技術の適切な適用

**新設する耐震要素に地震による力が伝達できなければ、改修効果は発揮されない。**

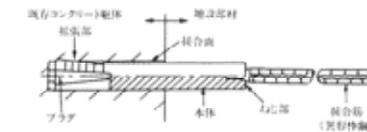
新設する耐震要素へは、既存躯体と新設部材との接合部を介して力のやり取りが行われる。この新旧躯体接合部が力の伝達を行うことができなければ新設耐震要素の能力が発揮されないため、新旧躯体接合部の健全な設計、及び施工が重要である。

新設する耐震要素と既存躯体を接合する技術としてあと施工アンカー<sup>\*1</sup>が広く用いられている。あと施工アンカーの強度は既存躯体に影響されるため、既存躯体が健全であることが重要である。

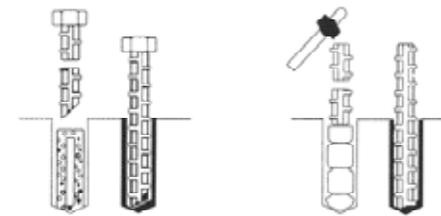
あと施工アンカーを用いない接合方法も提案されているが、健全に力の伝達が行われるよう、建物の個別要因を加味して十分な検討を行う必要がある。

\*1)あと施工アンカー

既存の構造躯体に穿孔し、鉄筋を接着剤などで固定する工法



金属系アンカーの例



接着系アンカーの例

((財)日本建築防災協会  
「2001年改訂版既存鉄筋コン  
クリート造建築物の耐震  
改修設計指針・同解説」)

**新設する耐震要素を取り付ける既存躯体が健全であることが前提。**

以下のような特殊要因を持つ建物では、通常の耐震診断、構造計算の他に各要因に関する検討を行い、補強設計に反映する必要がある。

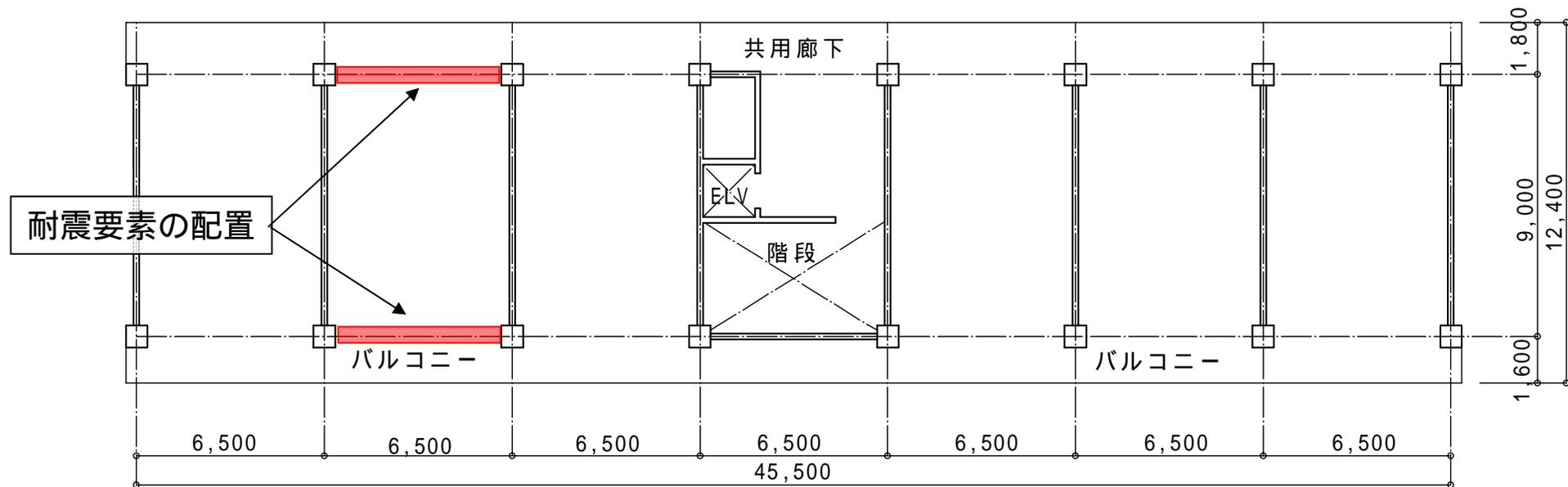
( (財)日本建築防災協会「2001年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説」)

| 要因別建物           | 必要な調査項目             |
|-----------------|---------------------|
| 罹災建物            | 災害による構造性能及び耐久性の劣化   |
| 老朽建物            | 老朽化による構造性能及び耐久性の劣化  |
| 不同沈下の著しい建物      | 不同沈下による構造性能及び耐久性の劣化 |
| 耐震上安全でない敷地に建つ建物 | 敷地の安全性の対策           |

## 3 - 1 耐震改修技術の適用

### ( 3 ) 建物の使用性に配慮した耐震改修技術の適用

- ・耐震改修部材の配置によって建物の使用性が損なわれる場合がある。
- ・生活環境の影響を小さくするためには、集合住宅の専有部分での改修は困難。

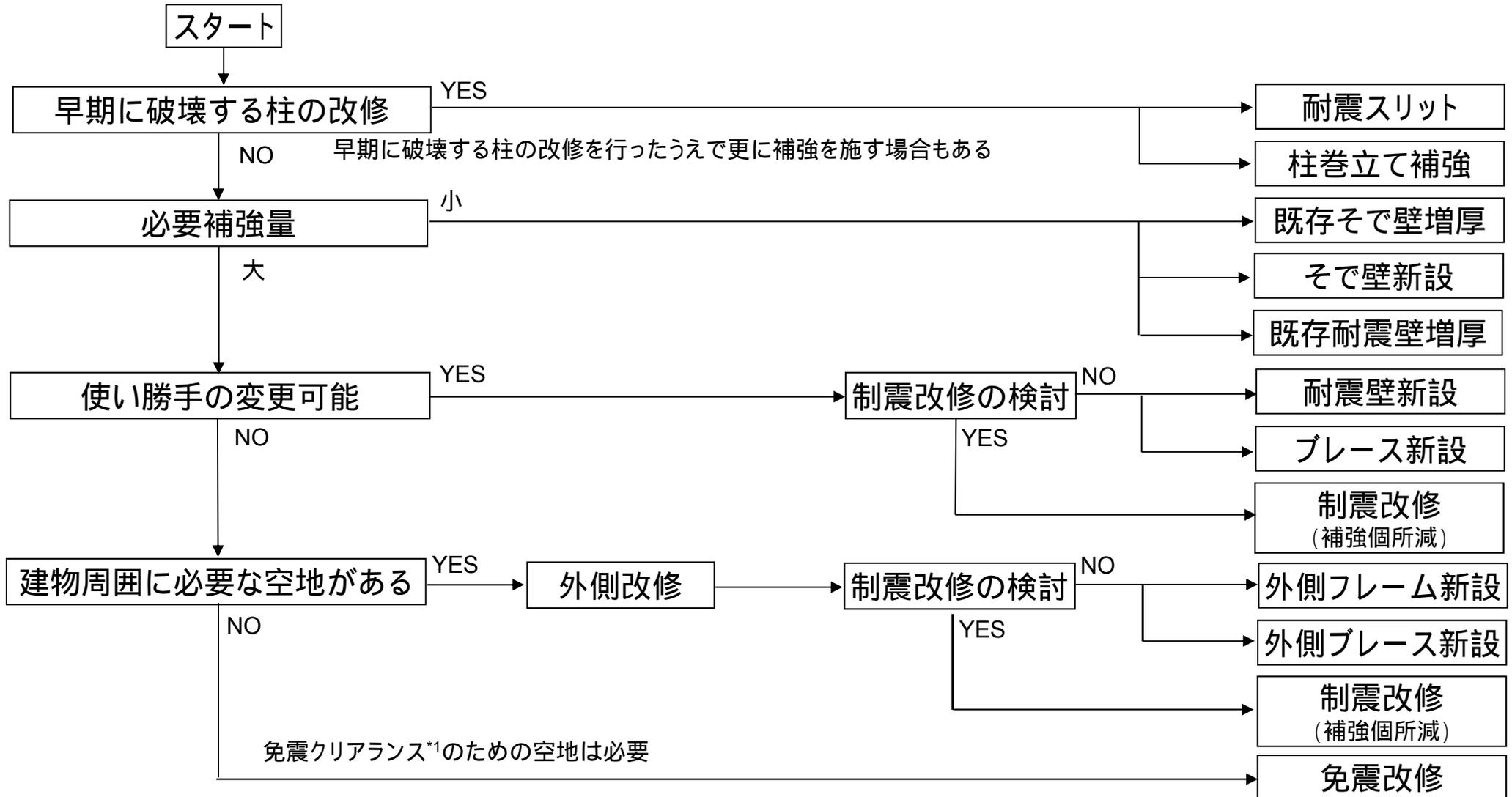


- ・居室と共用廊下、バルコニーとの行き来が阻害されるような耐震改修は、分譲集合住宅には馴染まない。
- ・公共賃貸住宅では実施される場合もある。  
( 2戸を合わせて1戸にする改修、あるいは用途変更も併せて実施するなどの検討も行われる )



## 3 - 2 耐震改修工法の選択 選択の流れ(例)

・耐震改修工法の選択は、一般的には、軽微な工事で済む改修工法の可能性から検討し、建物個別の特性を考慮しながら、使用性をできる限り損なわずに耐震性を向上できる工法を選択する



\*1)免震クリアランス:建物を免震化すると、免震層より上部は地震時に数10cmの大きな変位を生じるため、隣接する建物等と衝突しないように空間が必要となる

## 3 - 2 耐震改修工法の選択

## 建物の使用性や生活環境への影響を低減した耐震改修

・外側改修工法の採用により、建物の使用性や生活環境への影響を低減できた事例もある

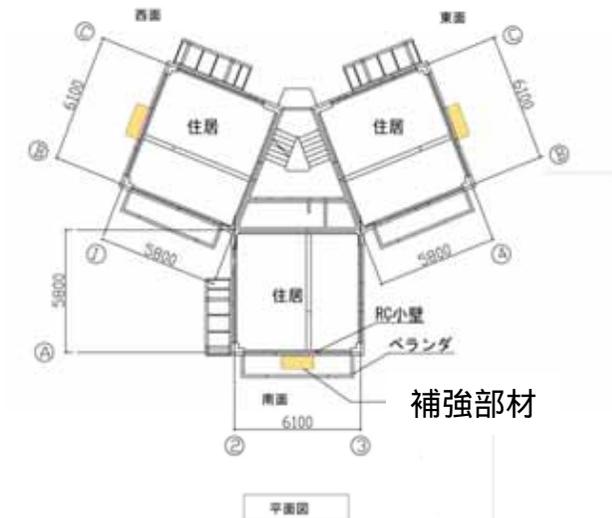
## 建物の外部に補強部材を取り付けた事例

この事例では方立壁位置に耐震改修部材を新設しており、ベランダが少し狭くなった以外、生活環境への影響は殆どない

改修前



改修後



外側改修工法を採用するメリット  
耐震改修後も居住空間は改修前と変わらない

外側改修工法の制約  
一般的に耐震壁の増設などと比べると補強効果が小さく、外側改修だけでは目標性能を満足できないことがある

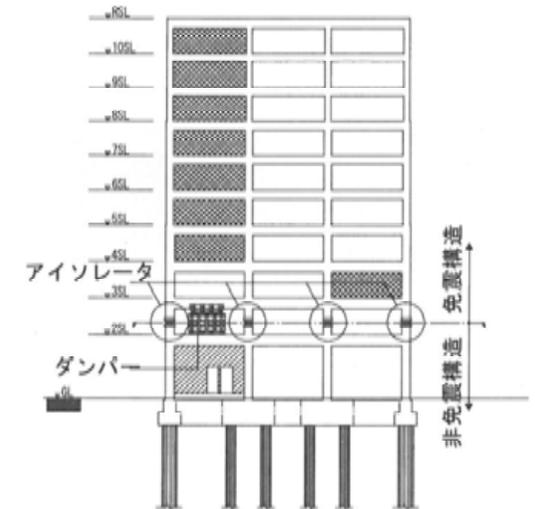
## 3 - 2 耐震改修工法の選択

## 建物の使用性や生活環境への影響を低減した耐震改修

・免震改修工法の採用により、建物の使用性や生活環境への影響を低減できた実例もある

## 免震改修を行った施設付き集合住宅の事例

この事例では免震層とした2階、施設階である1階以外は建物使用性への影響は殆どない



(財)日本建築防災協会、「既存鉄筋コンクリート造建築物の免震・制震による耐震改修ガイドライン」より

## 免震改修工法を採用するメリット

- ・免震層より上部は耐震改修後も居住空間は改修前と変わらない
- ・地震による被災リスクが改修前よりも著しく低くなる

## 免震改修工法の制約

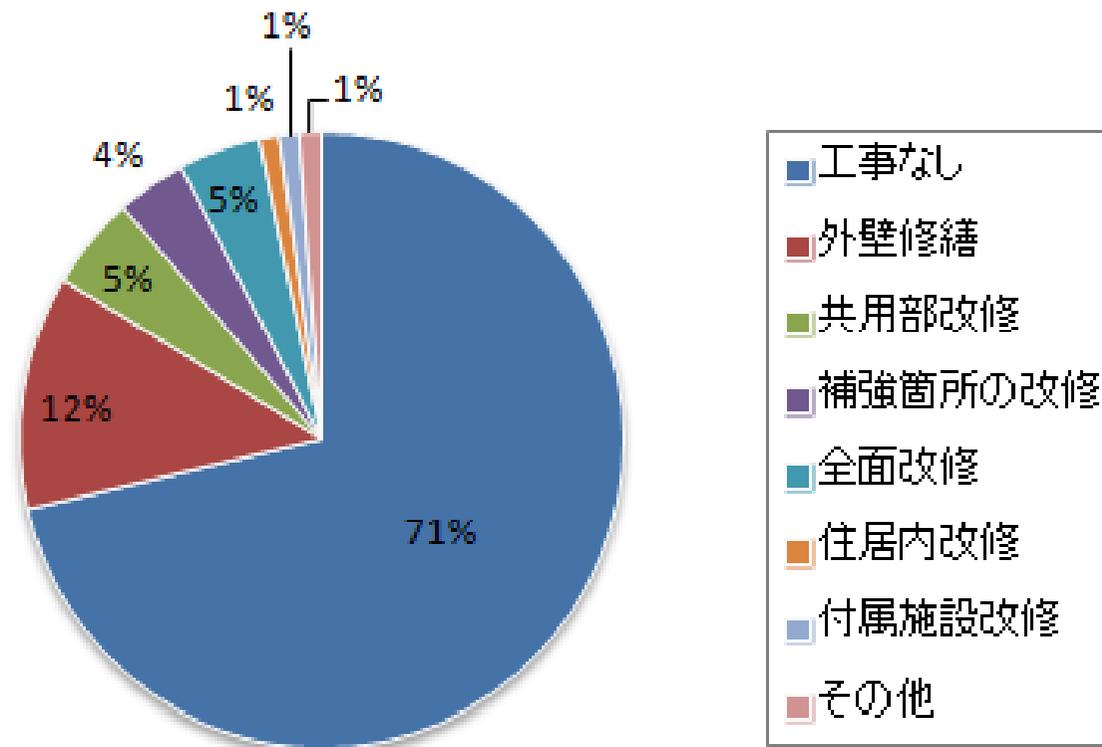
- ・建物周囲の敷地に余裕が必要(免震層が数10cm変位する)
- ・新築と異なり、免震装置に作用する力を自由にコントロールできないため、免震層の設計が困難な場合がある

### 3 - 3 耐震改修工事の実施 同時に実施する工事

- ・共同住宅の耐震改修工事は足場を設置して行われることが多いが、その場合には、建物全体に対する外壁修繕工事などを同時に実施することが有効と考えられる。

#### 中高層の公的賃貸住宅における耐震改修事例（N=727）における同時施工工事の状況

- ・調査対象：UR賃貸，埼玉県，東京都，神奈川県，中部地方，大阪府，兵庫県
- ・耐震改修工事と共に何らかの工事を実施したものは約3割であった



出典：国土交通省調べ

## 3 - 4 耐震改修の工事費

・共同住宅の耐震改修は、建物ごとに耐震性能を診断して設計されるため、建物毎に工事内容が異なり、工事費も異なる。

### 中高層ラーメン構造の公的賃貸住宅における耐震改修事例（N=449）における工事費の傾向

対象：中高層ラーメン構造集合住宅のうち、耐震改修工事のみを行った建物(449棟)

工事費単価：Is値を0.1上昇させるための延床面積1m<sup>2</sup>当りの耐震改修工事費

$$\text{工事単価} = \frac{\text{工事費総額}}{({}_R I_s - I_s) / 0.1 \times A_s}$$

${}_R I_s$ : 改修前Is値、 $I_s$ : 改修後Is値  
 $A_s$ : 総延床面積

工事費単価にはばらつきが大きいですが、次のような傾向がある

|             |                  |
|-------------|------------------|
| 【全体】        | 1,000 ~ 20,000程度 |
| 【耐震スリット】    | 2,000以下          |
| 【壁増打・そで壁補強】 | 5,000以下          |
| 【外付けフレーム】   | 10,000程度         |

