

# 建築物の地震後の継続使用性

## ～ 現状と課題 ～

住宅研究部長 福山 洋

# 本日の内容

---

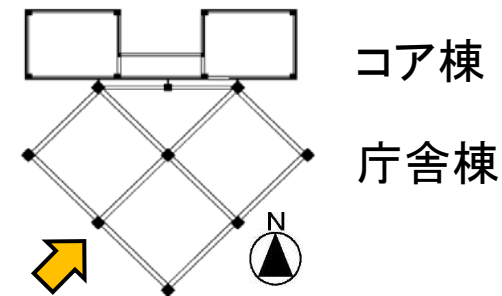
## 「建築物の地震後の継続使用性 ～現状と課題～」

- 1) 熊本地震の被害から見た課題
- 2) 建築基準法との関係
- 3) 関連する基準類の現状と課題
- 4) 具体の検討事例（RC壁の有効利用）

# 1) 熊本地震の被害から見た課題

# 2016年熊本地震による 庁舎建築物の局部崩壊

→ 余震に対する構造安全性の喪失

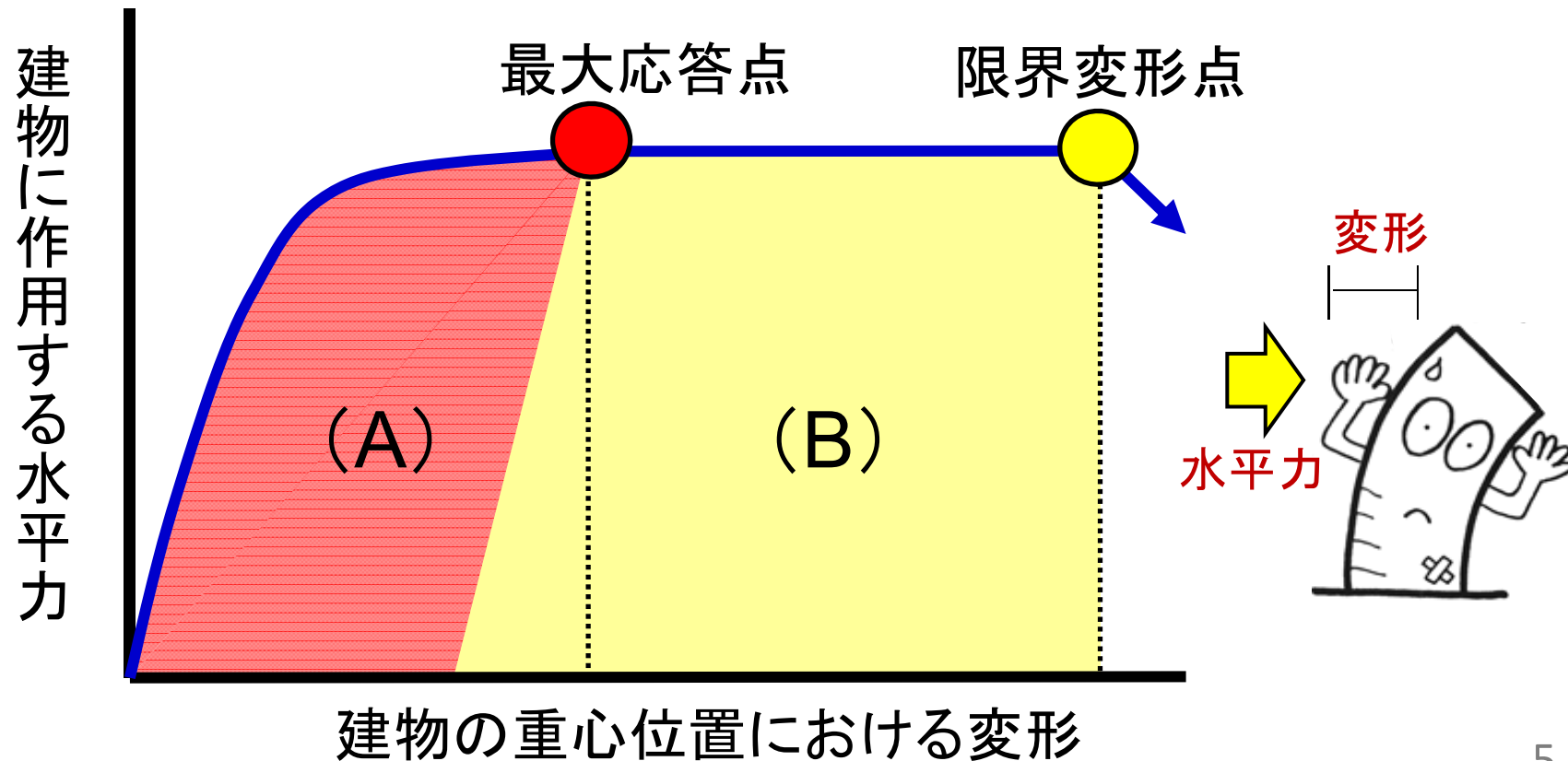


(柱や柱はり接合部の破壊)



# 残余耐震性能(エネルギー吸収能)

$$\text{残余耐震性能}(R) = \frac{B}{A+B}$$





## 2016年熊本地震による 吊り天井の落下

→ 室機能の喪失・余震に対する安全性の喪失

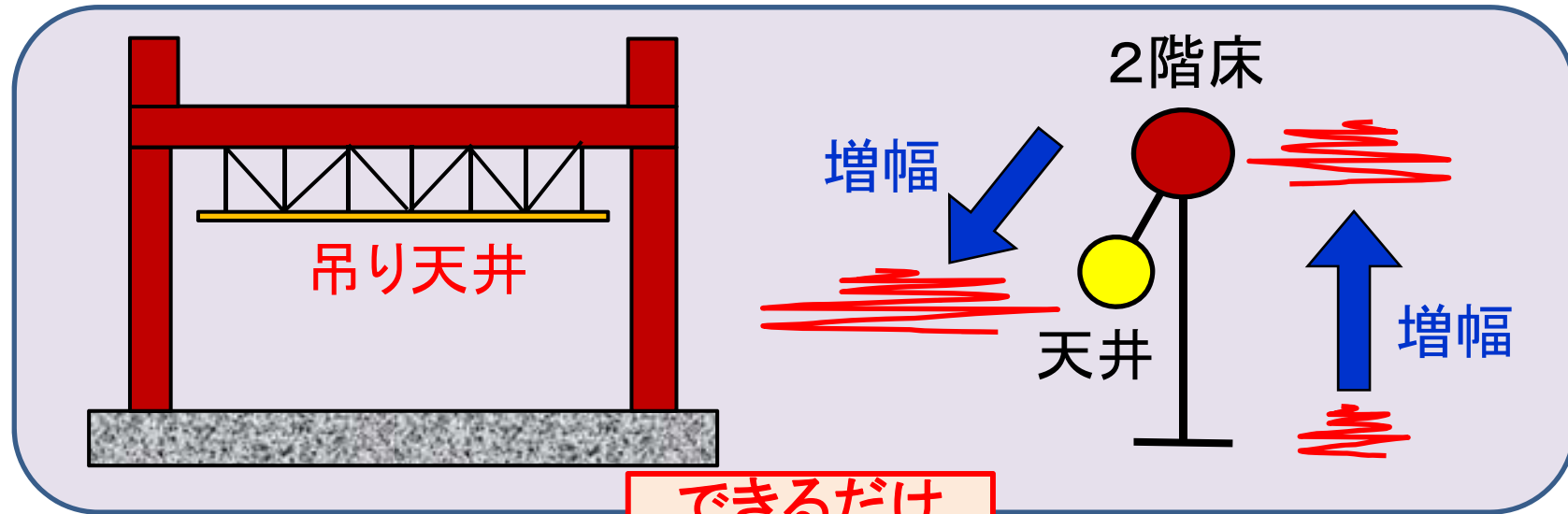


庁舎建築物

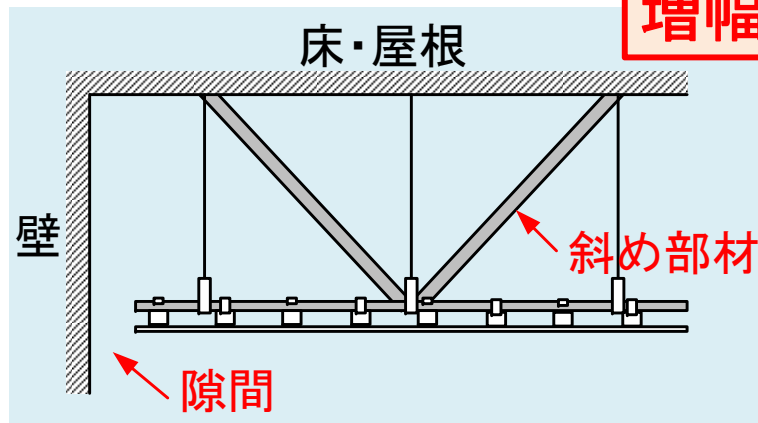


体育館

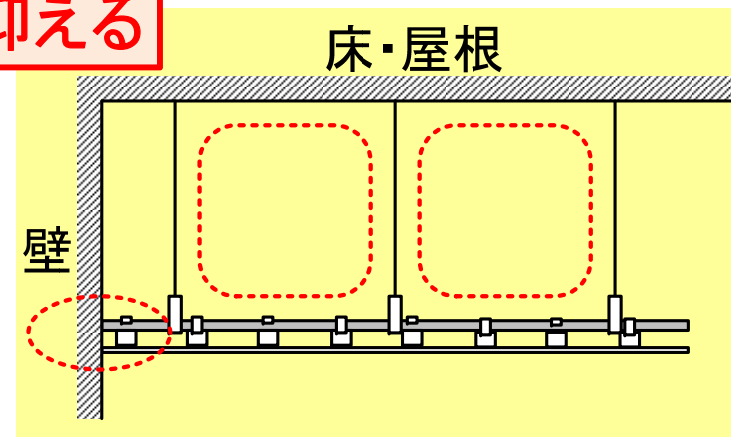
# 特定天井の脱落対策



できるだけ  
増幅を抑える



隙間 & 斜め部材

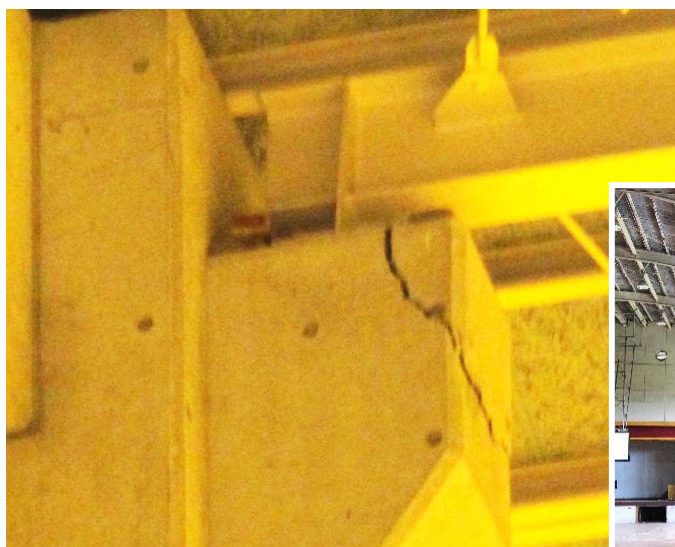


隙間なし・斜め部材なし

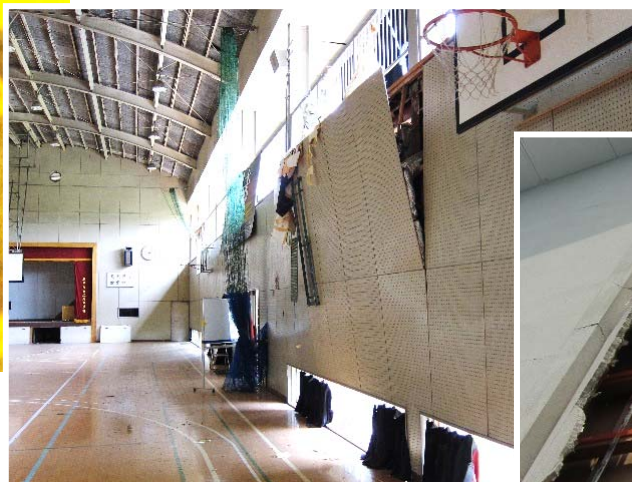
# 2016年熊本地震による 体育館における非構造部材の落下危険

## → 余震に対する安全性の喪失

(非構造部材のディテールの改善により防止可能)



コンクリート片の落下危険



コンクリートブロック  
壁の落下危険



モルタル壁の落下危険

8



# 2016年熊本地震による 設備機器の損傷

## → 設備機能の喪失

(構造躯体の変形を抑え、支持部の検討を  
「建築設備耐震設計・施工指針」によることで概ね防止可能)



配管接合部の損傷



機器据え付け部の損傷

# 2016年熊本地震による RC造マンションの非構造壁やExp.Jの損傷

→ 住環境の喪失・通行や避難の危険性



袖壁

方立壁



エキスパンションジョイント

10

# 構造躯体・非構造部材・設備の被害軽減策

## 構造躯体

- 【変形】 応答変形を抑え損傷をなくす。ディテールを工夫
- ・ 残余エネルギー吸収能を確保する
  - ・ 非構造部材や設備配管の損傷防止

## 非構造部材

- 【変形】 (応答変形を抑え、非構造部材の損傷をなくす)
- 【加速度】 「特定天井の脱落対策」に準拠

## 設備

- 【変形】 (応答変形を抑え、設備配管等の損傷をなくす)
- 【加速度】 支持方法は「建築設備耐震設計・施工指針」による

→ まずは構造躯体の変形抑制が必要

## 2) 建築基準法との関係

## 建築基準法 第1条（目的）

### 第1条

この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する**最低の基準を定めて**、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もって**公共の福祉の増進に資する**ことを目的とする

## 憲法 第29条（財産権）

第29条 財産権は、これを侵してはならない

- 2 財産権の内容は、公共の福祉に適合するやうに法律でこれを定める
- 3 私有財産は、正当な補償の下に、これを公共のために用ひることができる。

財産権は、憲法第29条第1項により不可侵性が保障されるが、（第29条第2項）で公共の福祉により制限されうる



# 現行耐震基準の要求性能

---

- 「希に発生する地震」\* に対して損傷しない  
→ 建物の修復が不要で、ほぼ継続使用が可能

(\* 建物使用期間中に数回遭遇する程度の地震)

- 「極希に発生する地震」\*\* に対して倒壊・崩壊しない  
→ 人命が守られる

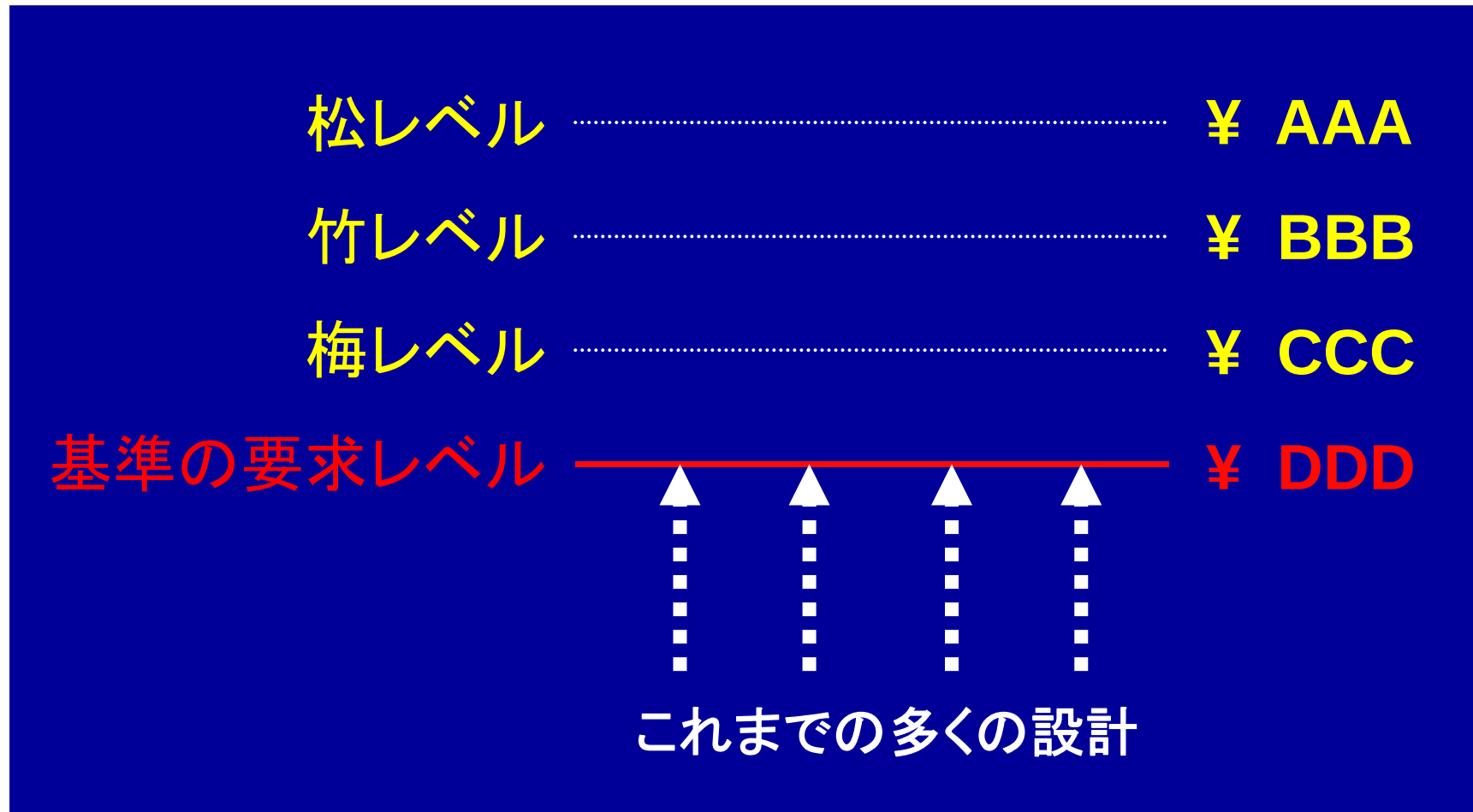
(\*\* 建物供用期間中に一度遭遇するかも知れない程度の地震)

# 1995年阪神・淡路大震災における RC造新耐震建築物の損傷 → 取り壊し

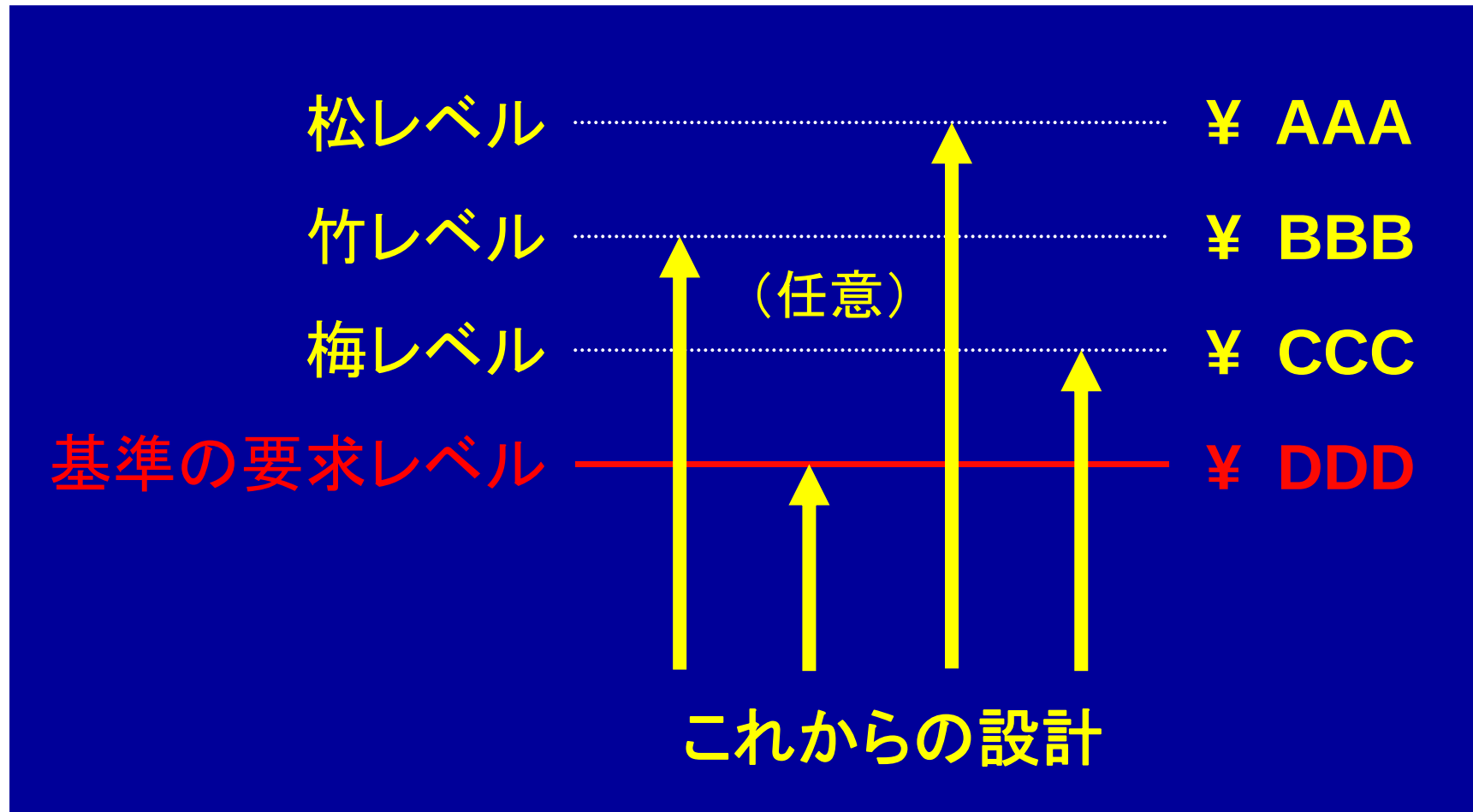


倒壊は免れ人命を守ったが、柱・はり・柱はり接合部の損傷が極めて大きく、その修復費用が莫大であったため取り壊され建て直された

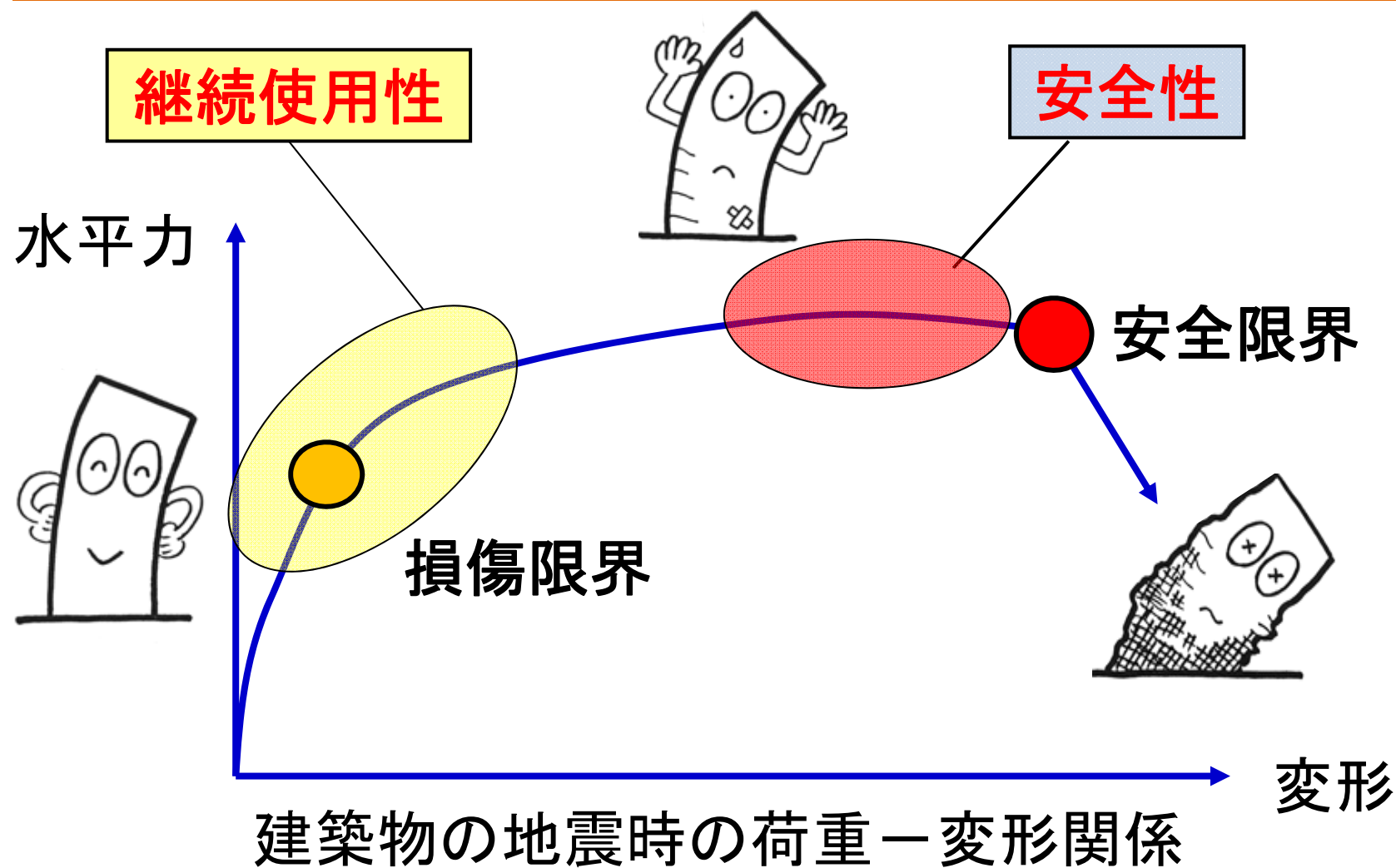
# 建築構造物への性能要求レベル



# 建築構造物への性能要求レベル



# 安全性と継続使用性の応答イメージ





### 3) 関連する基準類の現状と課題

# 「熊本地震における建築物被害の原因分析」 を踏まえた、住宅局の主な取り組み方針

## 機能継続(使用し続ける、住み続ける)

- 建築基準法の遵守に加え、建築物に対するニーズに応じて、より高い性能の確保を目指す

① 防災拠点の機能継続にかかるガイドラインをとりまとめ、必要な対策が講じられるよう周知・支援

② 消費者がより高い耐震性能の住宅を選択できるよう、住宅性能表示制度の普及を推進

## H8「官庁施設の総合耐震計画基準」

### 耐震要求性能

より高い性能

Ⅲ類：「大地震動により構造体の部分的な損傷は生じるが、建築物全体の耐力の低下は著しくないこと」

→ 建築基準法に定める大地震の力で倒壊しない

Ⅱ類：「大地震後、構造体の大きな補修をすることなく建築物を使用できること」

→ 建築基準法に定める大地震の力×1.25で倒壊しない

Ⅰ類：「大地震後、構造体の補修をすることなく建築物を使用できること」

→ 建築基準法に定める大地震の力×1.5で倒壊しない

(保有水平耐力時の層間変形角が1/200以下) 21



# 「住宅性能表示制度」

H11 住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)



## 「耐震等級(構造躯体の倒壊等防止)」が求める耐震性能

等級1: 「**極めて稀に発生する地震**(数百年に一度程度)による**力に**(建築基準法施行令第88条第3項に定めるもの)**対して**  
**倒壊・崩壊等しない程度**」

等級2: 「極めて稀に発生する地震による力の**1.25倍の力に**  
**対して倒壊・崩壊等しない程度**」

等級3: 「極めて稀に発生する地震による力の**1.5倍の力に**  
**対して倒壊・崩壊等しない程度**」

より高い性能

# 「長期優良住宅」

H20 長期優良住宅の普及の促進に関する法律

→ スtock型社会への転換

「長期使用構造等とするための措置及び維持保全の方法の基準」が求める耐震性能

大規模な地震後も使用可能であること

→ 品確法の「住宅性能表示制度」で下記による。

- 1) 「限界耐力計算」で 層間変形角  $R \leq 1/100$
- 2) 「限界耐力計算」で 耐震等級 2又は3。  $R \leq 1/75$
- 3) 「保有水平耐力計算」で 耐震等級 2又は3
- 4) 免震建築物

# 今後の課題

## 目的の統一（検討方法（地震力を1.5倍など）は同じ）

「官庁施設の総合耐震計画基準」、「長期優良住宅」  
→ 大地震後の使用可能性

「性能表示制度」：  
→ より大きな地震力に対する倒壊・崩壊防止

（例）「（建築基準法に定める）大地震後も使用可能で、  
より大きな地震動でも倒壊・崩壊しない」

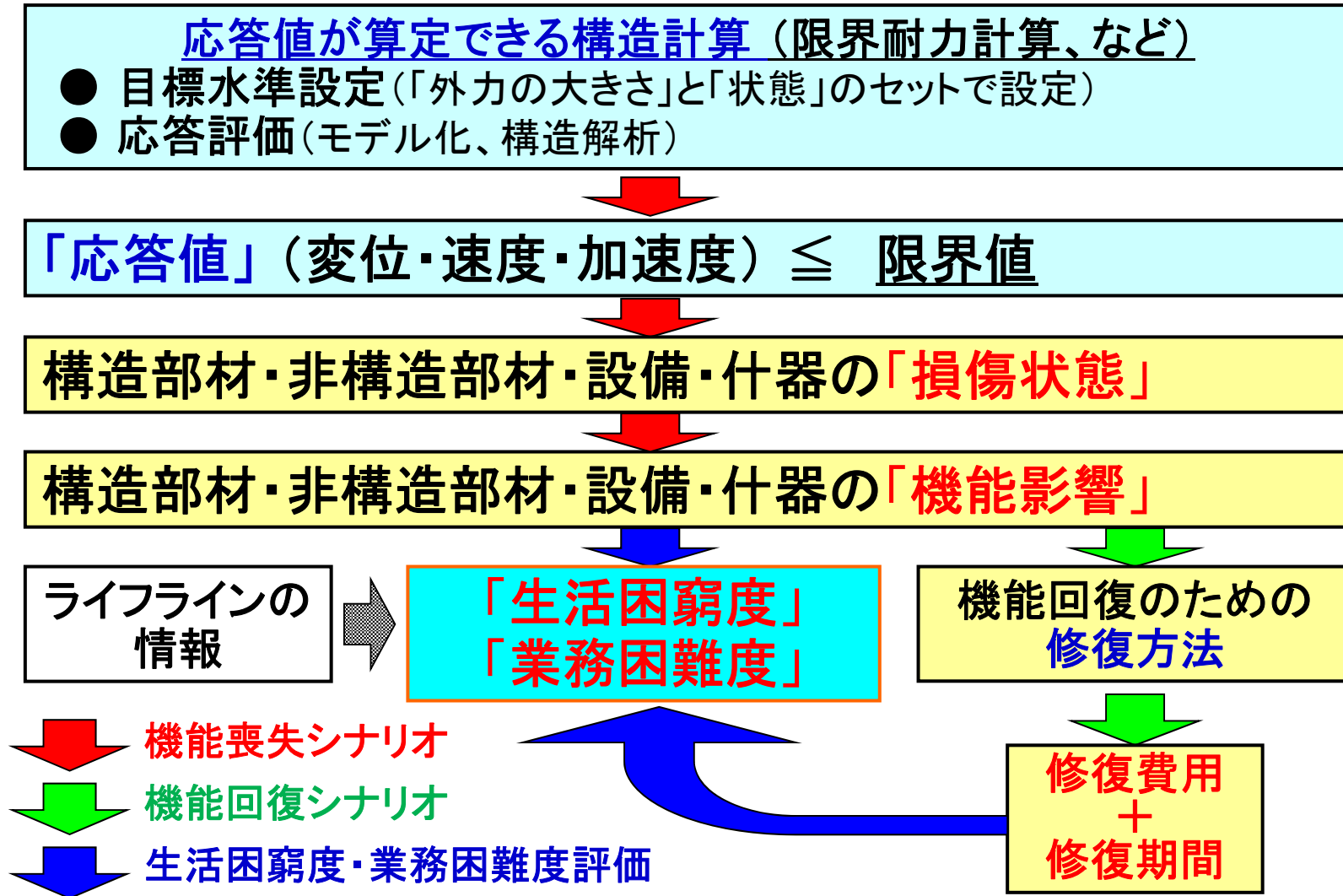
## 合理的な検討方法の導入

地震力を割り増す方法は、大地震後の建築物の状態が分からず、BCP等の事前対策ができない

→ 建築物の応答状態に基づく判定が必要



# 「継続使用性」の評価フロー(案)



## 今後の方向性

### － 設計者からの建築主目線でのわかりやすい説明 －

---

#### ＜期待される説明の例＞

災害により建築物のどの部分にどのような損傷が生じ、建物機能のうちどの機能がどの程度の支障をきたすか？

その回復にどの程度の時間と費用がかかり、それらによる生活の困窮度（業務困難度）はどの程度であるか？

## 4) 具体の検討事例

### 「RC壁の有効利用」

総プロ「災害拠点建築物の機能継続技術の開発」  
(平成25-28年度)

# 研究目的

【要求】 倒壊せず人命を守ることに加え、地震直後から  
使い続けられること

## ● 大手ゼネコン・設計事務所の対応

制振・免震等の先端技術を活用

→ わが国が誇るべき高い技術力を駆使した実施例

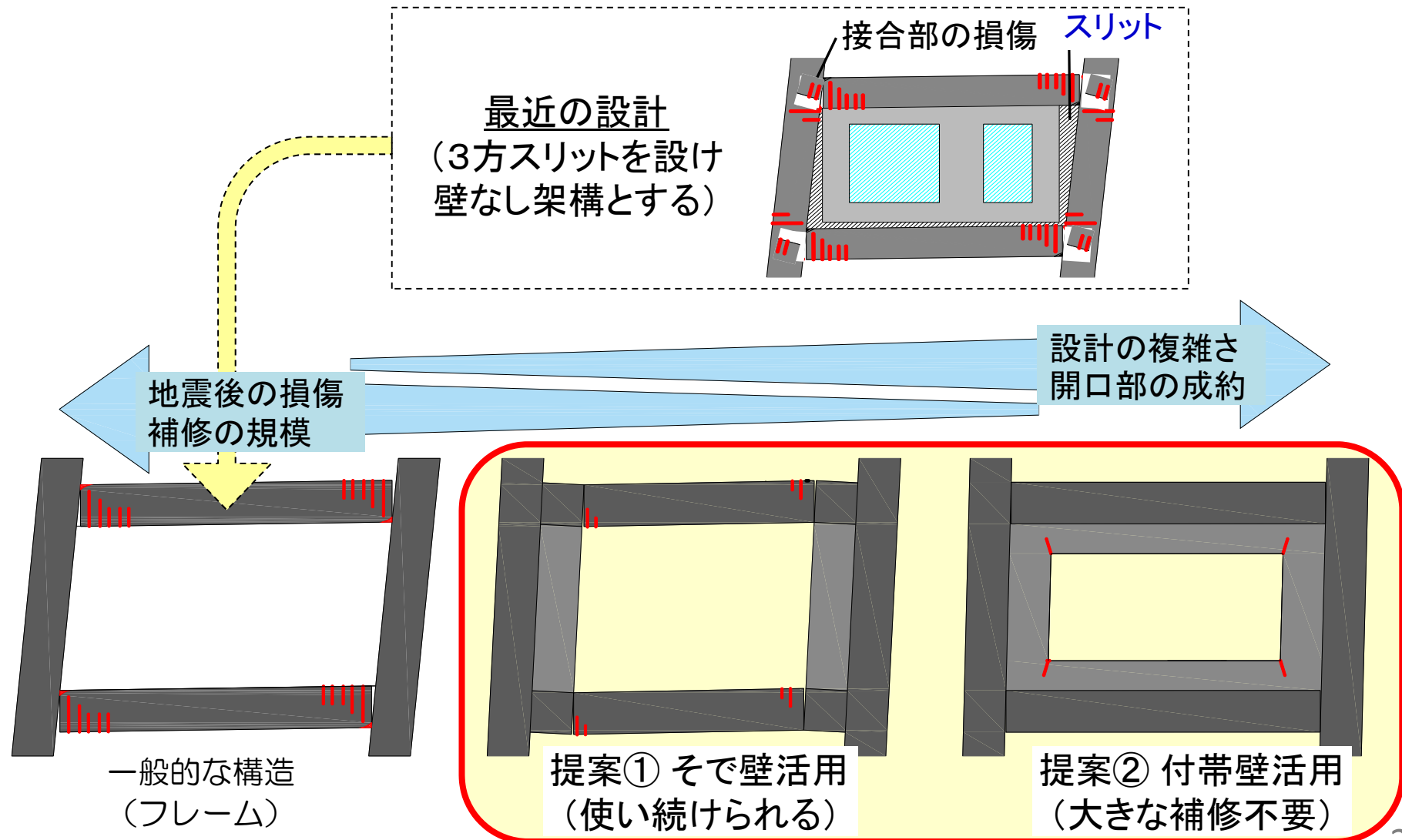
## ● 国総研の提案

多くの技術者に扱われ幅広い普及が期待できる一般構造  
技術を用いる(特殊技術は用いない)

→ 地震応答変位を低減させる安価な構造方法

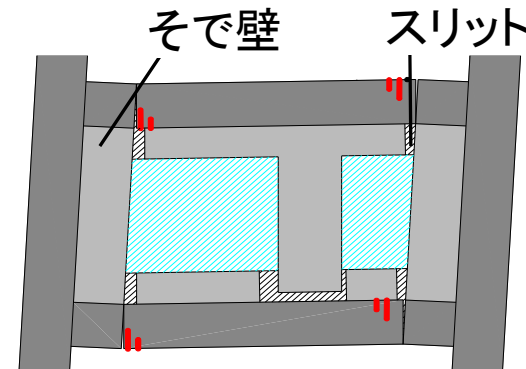
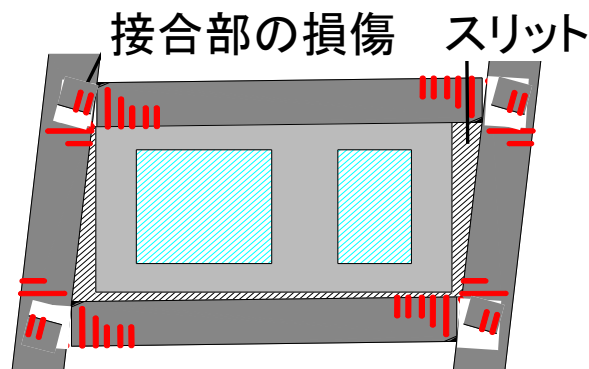
→ 従来の構造計算で対応可能な構造技術

# RC壁を活用した新しい架構の提案



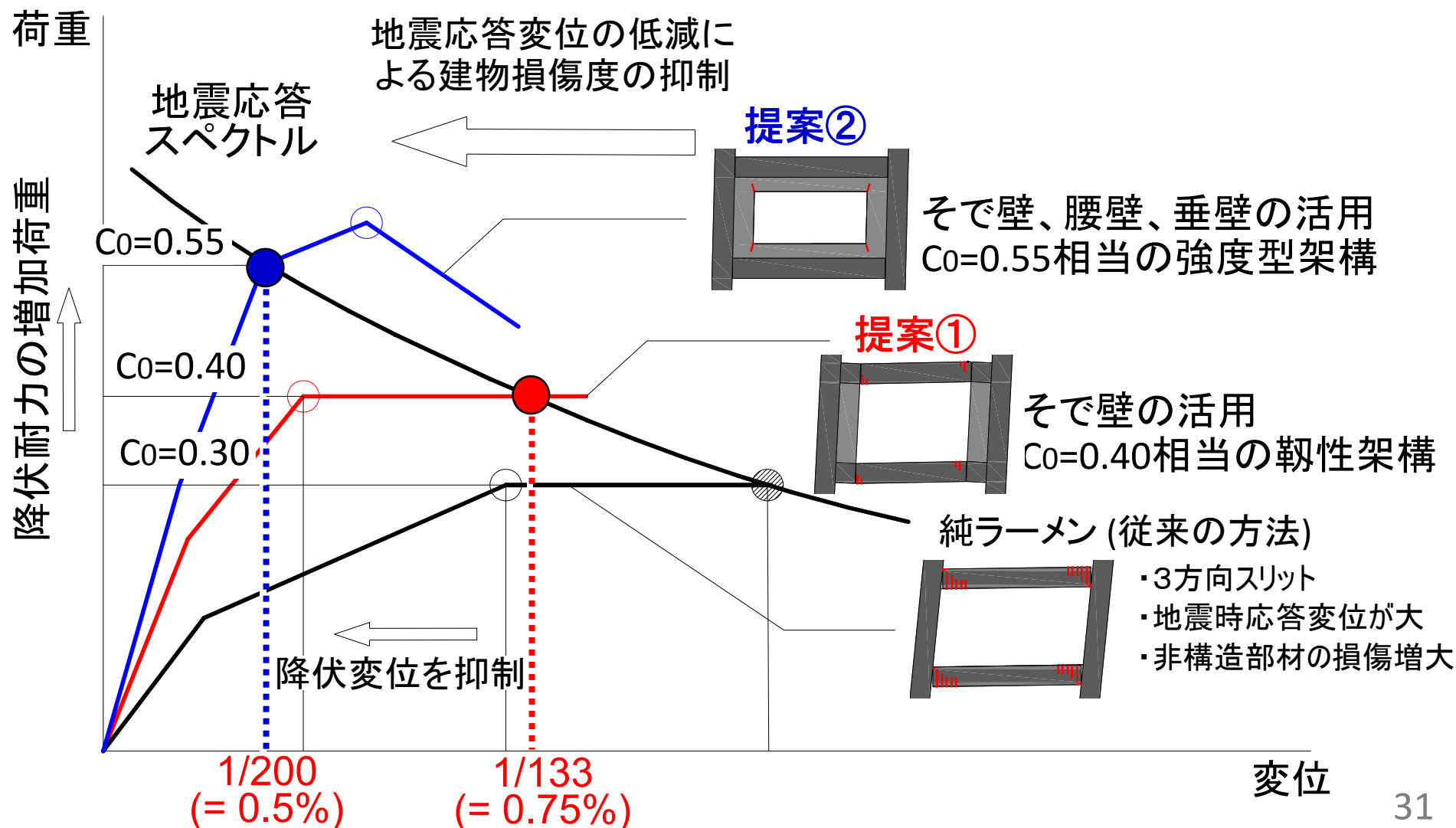
# 壁活用のねらい

- そで壁、腰壁、たれ壁を活用することで、**従来と同程度のコスト**で地震時の**損傷・変形を低減**させる
- 柱・はり・**柱はり接合部**に損傷が生じ難くなり、地震後の**修復作業が軽減**される
- 壁が損傷しても**軸力を支持する柱は健全**であるため、**構造物としての崩壊に対する余裕度が極めて高い**





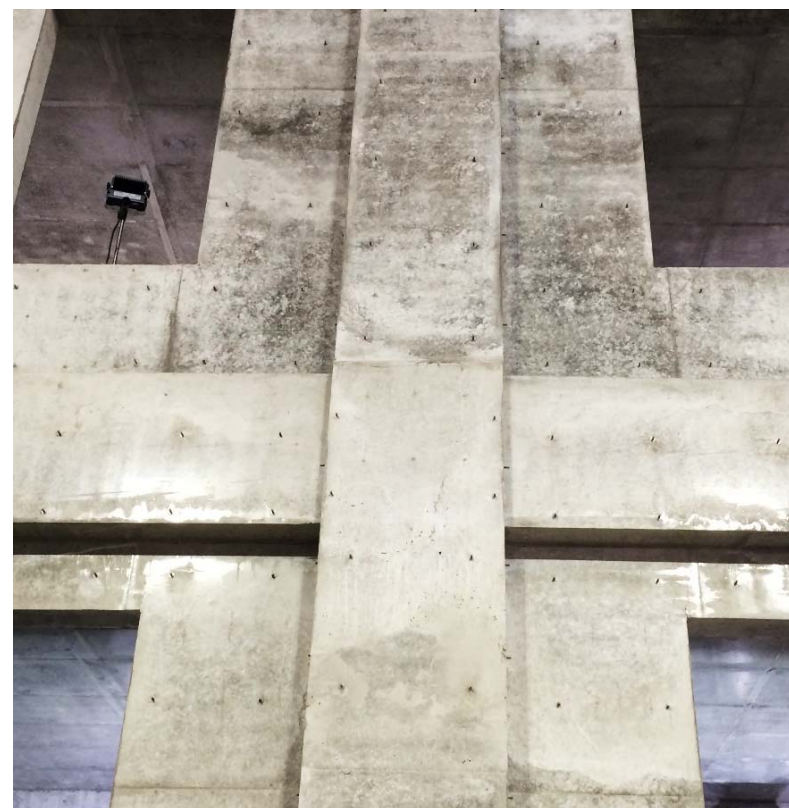
# 提案する損傷制御架構のイメージ



# 5階建て実大建物実験で実証



試験体全景

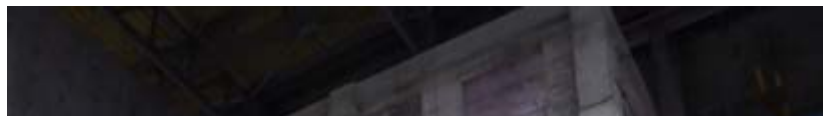


柱梁接合部  
(層間変形角1/200で損傷なし)

32



# 5階建て実大建物実験で実証



壁を上手く活用することにより  
“従来の構造技術で” かつ “コストを掛けず”  
耐震性能の大幅な向上が可能



地震後の応答変形を低減して架構・非構造部  
材・設備の損傷を防ぎ、継続使用を可能とする



試験体全景

柱梁接合部  
(層間変形角1/200で損傷なし)

33



# おわりに



神戸郵船ビル（1918竣工 RC&SC+4）

34

