

# 技術基準はどう変わったか

- R C 造 編 -

- ◆ 耐力壁における開口の取り扱い
- ◆ 非耐力壁の取り扱い
- ◆ 保有水平耐力の取り扱い

RC分科会 西崎 隆氏



# 耐力壁における開口の取り扱い

# 耐力壁開口の取り扱い - 改正の背景

## 基準法改正以前の問題点

工学的に耐力壁とみなすことのできない開口を有する壁を、開口付耐力壁とみなして構造計算を行っている事例が見られた。

- ・開口部の包絡方法など解釈・設定にばらつき
- ・包絡開口として評価すべき複数開口を、面積等価で評価
- ・解析上モデル化した開口の設定位置により、剛域の設定及び部材剛性の評価が実情に合致していない



これらを明確に定義

# 耐力壁開口の取り扱い - 改正の内容

平19国交告第594号第1

- 保有水平耐力計算及び許容応力度等計算の方法を定める件 -

## 開口部を設けた壁の構造計算における取り扱い

- ・適用を受けない開口の範囲
- ・適用を受ける場合

剛性および耐力を低減した耐力壁として

構造計算を行う

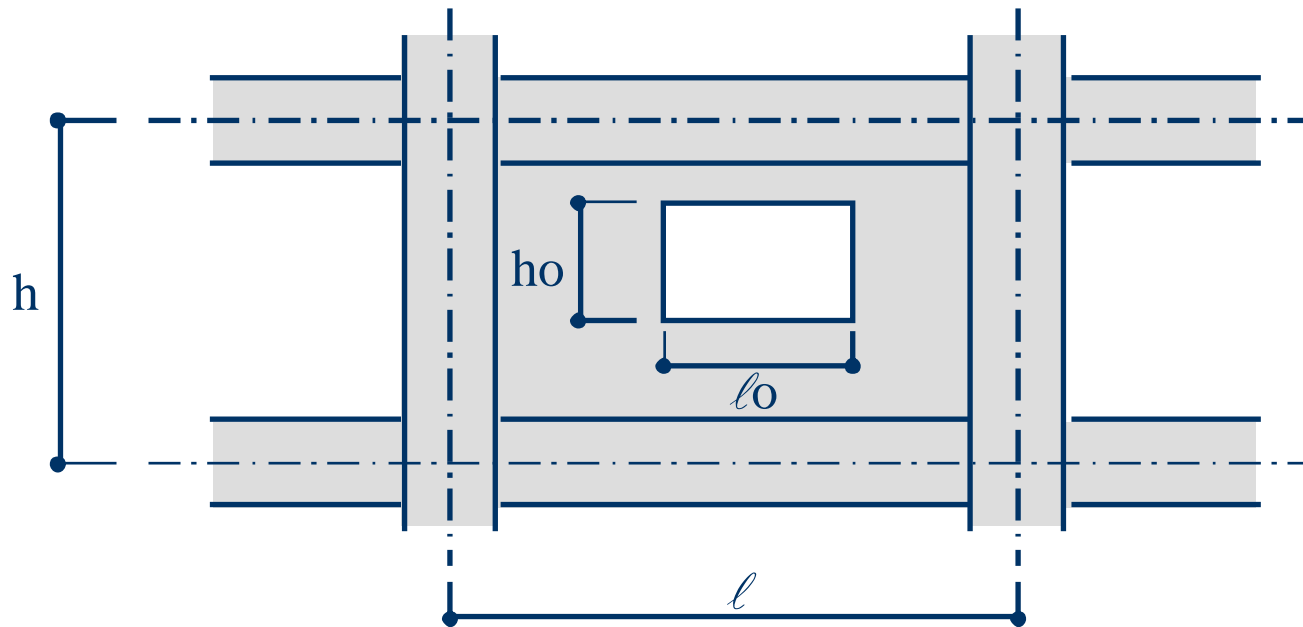
当該壁を非構造部材として取り扱う

# 耐力壁開口の取り扱い - 改正の内容

耐力壁として構造計算を行う場合の条件

次式による開口周比  $r_o$  が 0.4 以下であること

$$r_o = \sqrt{\frac{h_o \cdot l_o}{h \cdot l}} \quad \left[ \begin{array}{l} h_o, l_o : \text{開口部の高さおよび長さ} \\ h, l : \text{上下の梁および両端の柱の中心間距離} \end{array} \right]$$



## 耐力壁開口の取り扱い - 改正の内容

耐力壁のせん断剛性低下率  $r_1$  を下式とすること

$$r_1 = 1 - 1.25r_o \quad [ r_o: \text{前式に示された開口周比} ]$$

耐力壁のせん断耐力の低減率  $r_2$  を下式とすること

$$r_2 = 1 - \max \left\{ r_o, \frac{l_o}{l}, \frac{h_o}{h} \right\}$$

縦方向に開口部が連なった場合の耐力の低減を追加

- ・従来からSRC基準で規定されている
- ・縦方向のせん断力を周囲の梁材で伝達できる場合、

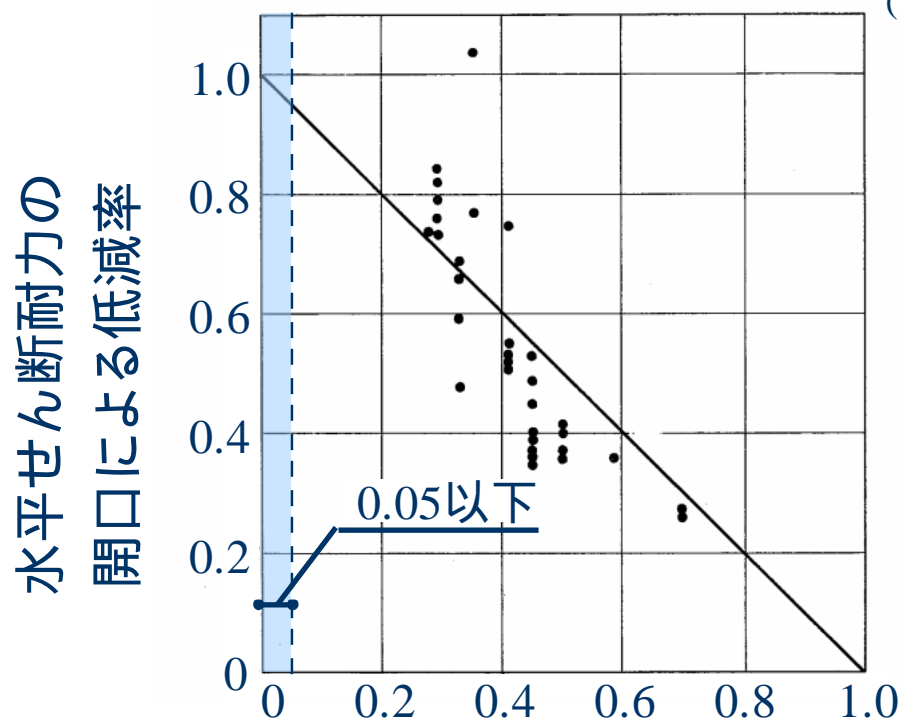
$$r_2 = 1 - \max \left\{ r_o, \frac{l_o}{l} \right\} \quad \text{と見なしてもよい}$$

# 耐力壁開口の取り扱い - 小開口の定義

剛性・耐力の低減を行わない小開口の範囲

開口周比  $ro = \sqrt{\frac{ho \cdot lo}{h \cdot l}}$  および  $\frac{lo}{l}$  が 0.05 以下

(出典:2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書)



ただし、

- ◆ 開口部の周囲は適切に補強されている必要がある
- ◆ 応力の小さい箇所に設置
- ◆ 複数の場合は分散配置

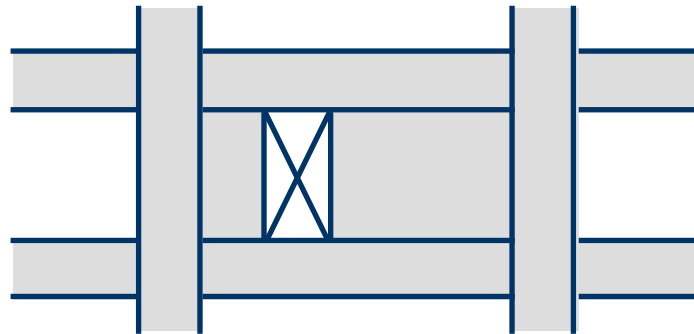
$\sqrt{\frac{ho \cdot lo}{h \cdot l}}$  または  $\frac{lo}{l}$  のうち大きい方の値

(出典:RC基準1999年版)

## 耐力壁開口の取り扱い - 縦長開口

耐力壁とみなしてはいけない開口

開口部の上端を当該階の梁に、かつ、  
開口部の下端を当該階の床版にそれぞれ接する場合



当該壁を一枚の壁として取り扱ってはならない。

- ・境界梁への応力集中等、一枚の壁の挙動とかけ離れるため
- ・二枚の壁と梁としてモデル化する等の実況に応じた適切なモデル化を求めている

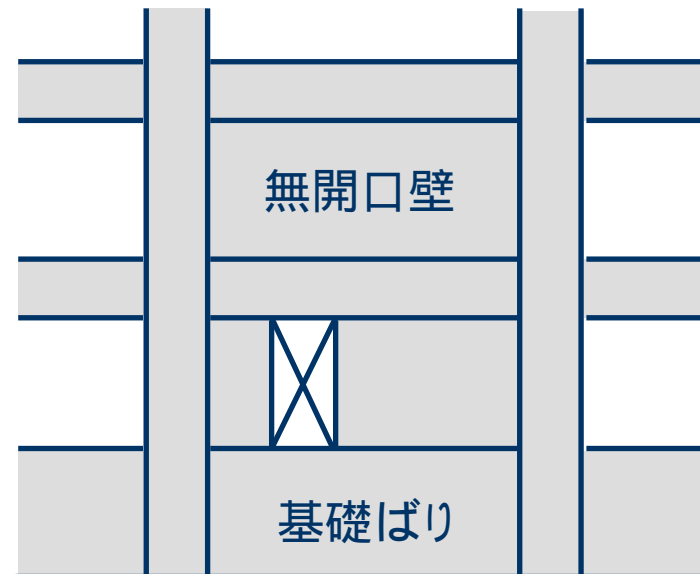
出典：2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書



# 耐力壁開口の取り扱い - 縦長開口

一枚の耐力壁とみなせる場合

縦長開口が1層のみにあり、上下が剛強な無開口壁や基礎ばりの場合など



一枚の壁の挙動と同等であるとみなせる場合

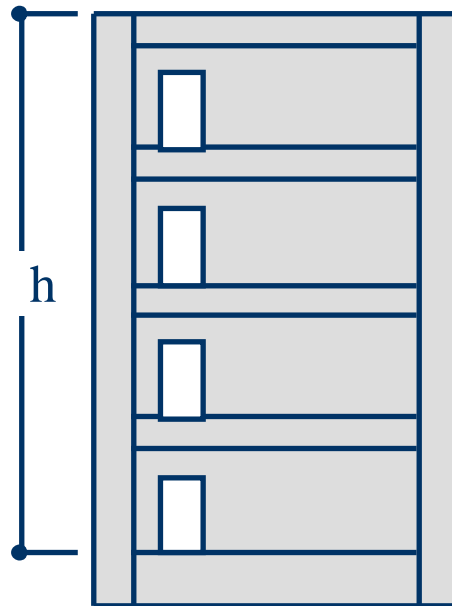
出典: 2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書

# 耐力壁開口の取り扱い - 縦長開口

structure 2007.10号 壁谷澤先生の寄稿より

縦長開口の低減式は

「全層に同じ大きさの開口が連続する場合に限って  
境界梁の曲げ降伏メカニズムも考慮した略算にもとづく」



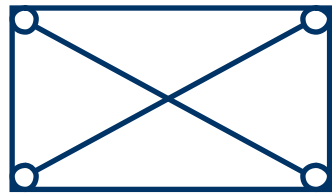
「構面全体」の「耐力」が「概ね」  
縦開口の全層合計の欠損率  
( $1 - h_o / h$ ) の比率で低減する

層あるいは1枚の耐震壁に対し、終局「せん断強度」を低減してメカニズムや部材靱性の判定に適用して、破壊モードや靱性の実態は評価できない

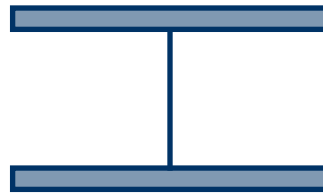
⇒ ほとんどの場合境界梁を曲げ降伏型にすれば既往の計算でも問題はなく、適切な運用が望まれる。

# 耐力壁開口の取り扱い - モデル化における注意点

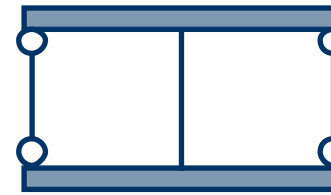
## 耐力壁のモデル化の例



ブレース置換

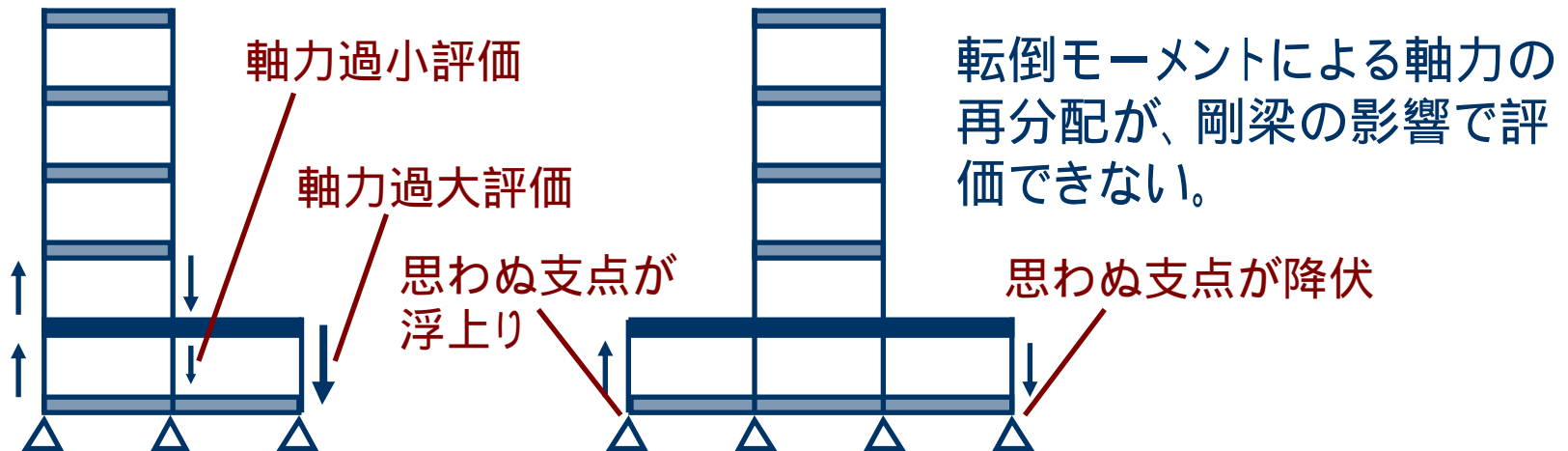


剛梁+1本柱



剛梁+3本柱

## 剛梁を用いたモデル化の場合の注意点



突き出た部分の剛梁の剛性を、1層分の壁剛性の1/2として評価

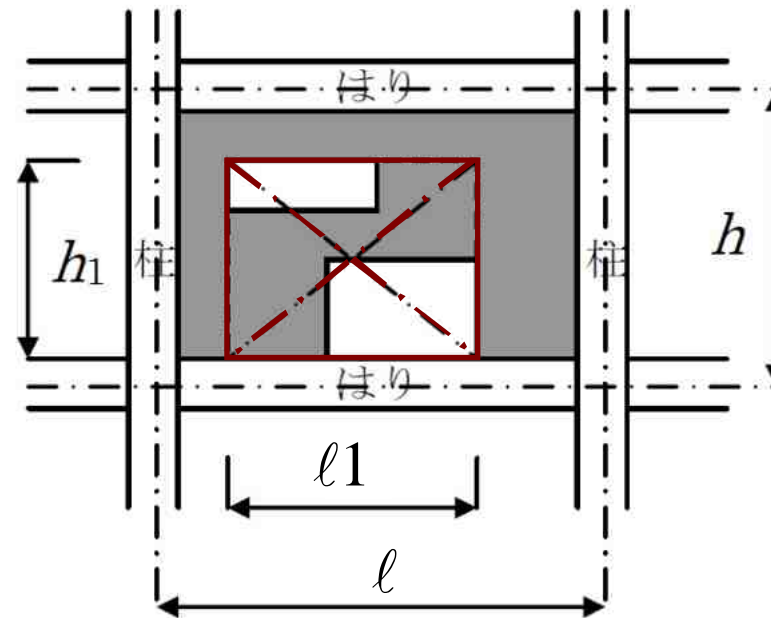
出典: 2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書

# 耐力壁開口の取り扱い - 複数開口

## 等価なひとつの開口と見なす方法

### (1)すべての開口を包絡する開口とみなす方法

- ◆開口が互いに隣接し、開口間の壁部分がせん断力を伝えるのに十分な形状と大きさではない場合に用いる



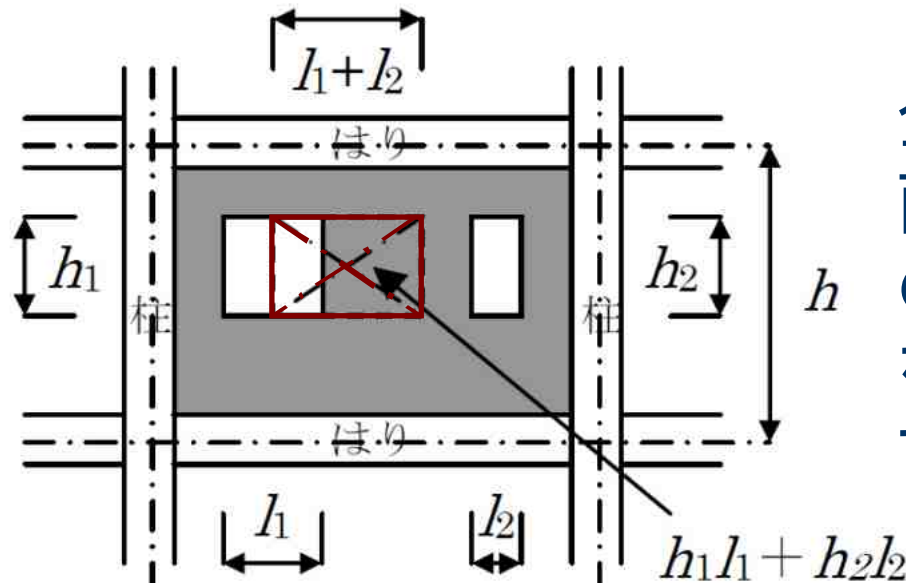
高さ $h_1$  , 長さ $l_1$ の開口部とみなす

出典: 2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書

# 耐力壁開口の取り扱い - 複数開口

## (2)面積等価の開口と見なす方法

- ◆開口が互いに離れており、開口間の壁部分がせん断力を伝えるのに十分な形状と大きさである場合に用いる。



全開口面積と等しい面積を有し、全開口の幅の和と等しい幅を有する開口と見なす方法

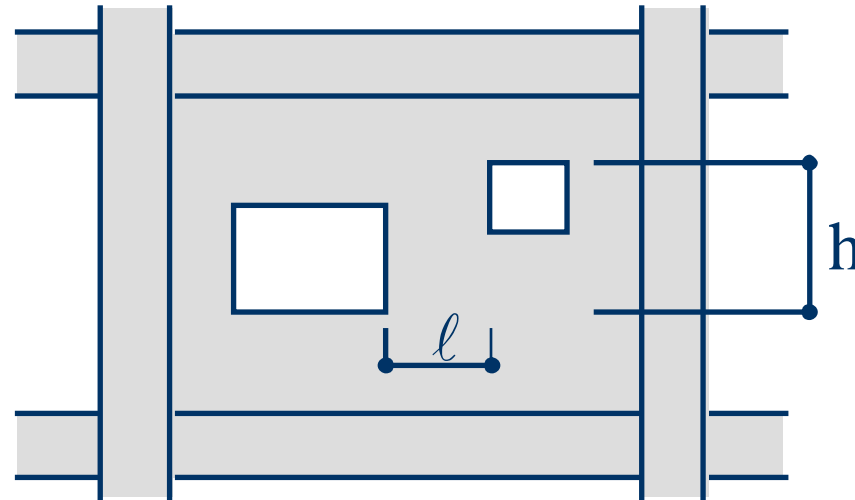
$$r_o = \sqrt{\frac{h_o \cdot l_o}{h \cdot l}}$$
$$\frac{l_o}{l}$$

において  $h_o l_o = h_1 l_1 + h_2 l_2$

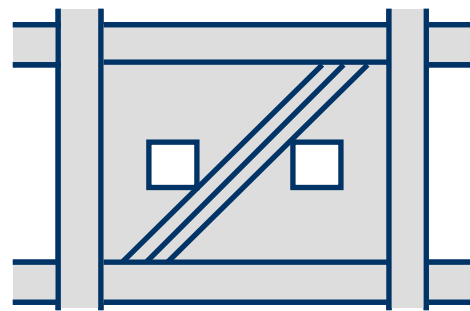
において  $l_o = l_1 + l_2$

出典: 2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書

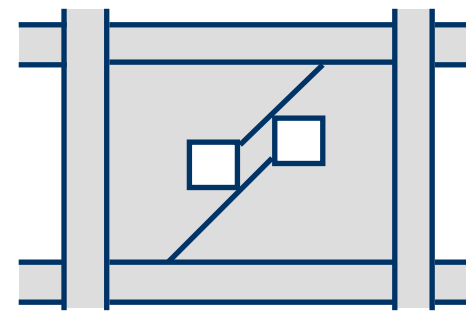
# 耐力壁開口の取り扱い - 等価開口判断の例



$l$  1.5h かつ  $l$  1m の時、面積等価の開口とみなす



開口間の壁が有効な場合



開口間の壁が有効でない場合

45度方向の圧縮場が形成されるかどうか

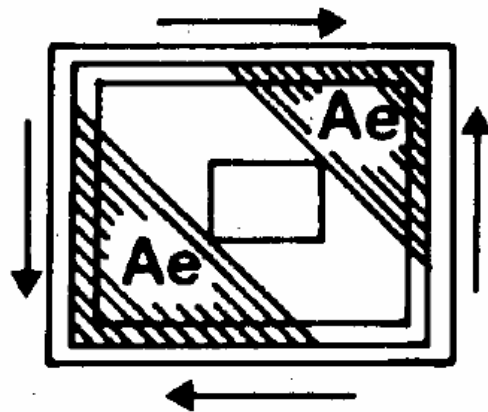
出典: 2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書

# 耐力壁開口の取り扱い - 参考文献の紹介

鉄筋コンクリート造耐震壁の開口の影響による耐力低減率の提案

日本建築学会論文報告集(No.435) 著者:小野 正行,徳広 育夫

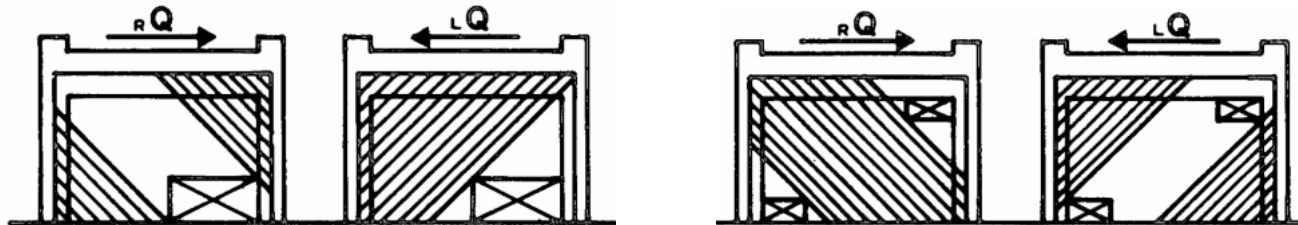
・圧縮場を形成する壁面積を用いた耐力低減率の提案



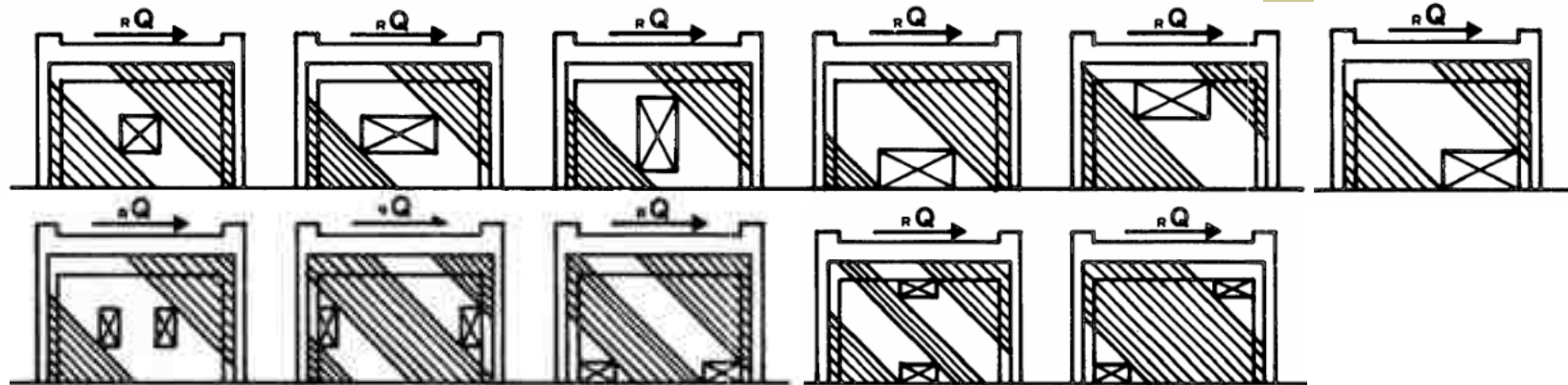
Ae: 圧縮場を形成する壁面積和

$$\text{耐力低減率 } u = \sqrt{\frac{\sum Ae}{hl}}$$

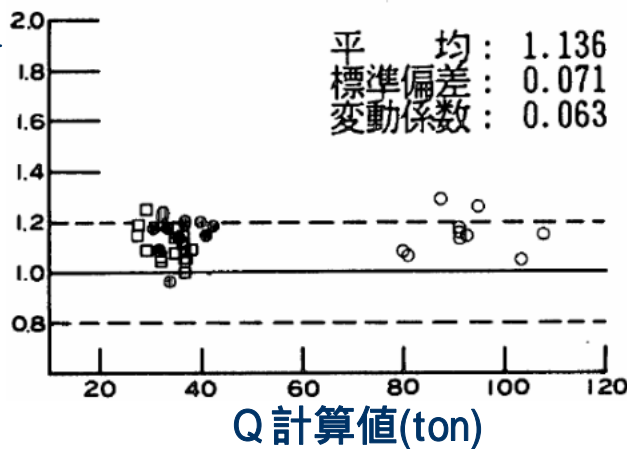
- 1.開口の大きさだけでなく、位置の影響を反映できる。
- 2.開口の偏在による正加力と負加力の影響を反映できる。



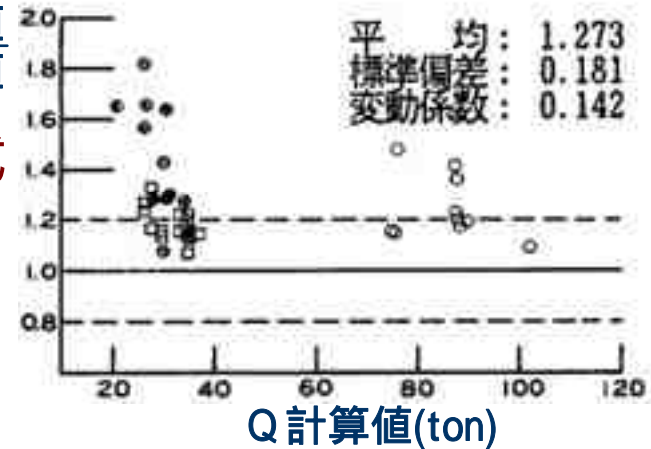
# 耐力壁開口の取り扱い - 参考文献の紹介



$\frac{Q_{\text{実験値}}}{Q_{\text{計算値}}}$   
 提案式



$\frac{Q_{\text{実験値}}}{Q_{\text{計算値}}}$   
 規準式



3.提案式による耐力低減率は、規準式よりも実験値との適合性がよい

・主応力度方向を45度に仮定しているため、連層耐震壁など主応力度方向がずれる場合は注意を要する。



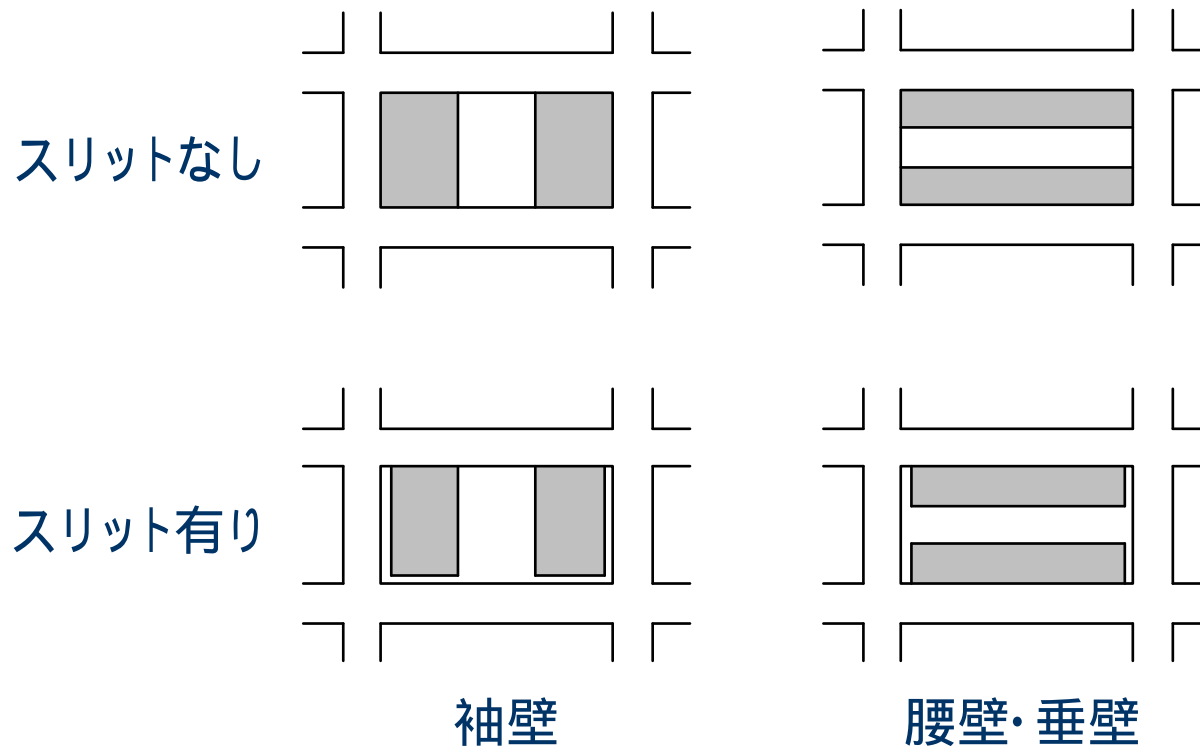


## 非耐力壁の取り扱い

開口周比が0.4を超える壁

# 非耐力壁の取り扱い - 改正の背景

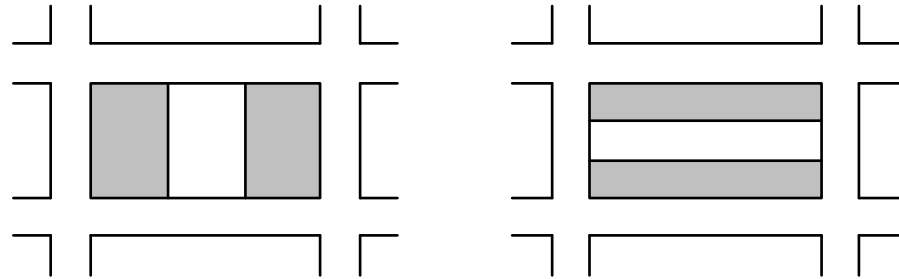
- ◆ 袖壁付き柱等、腰壁・垂壁付き梁等(スリットを設ける場合を含む)の剛性、耐力、剛性低下率を都合良く設定している事例が見られた。



# 非耐力壁の取り扱い - 改正の内容

- ◆ スリットを設けない場合

構造耐力上主要な部分



袖壁付き柱、腰壁・垂壁付き梁として設計する。

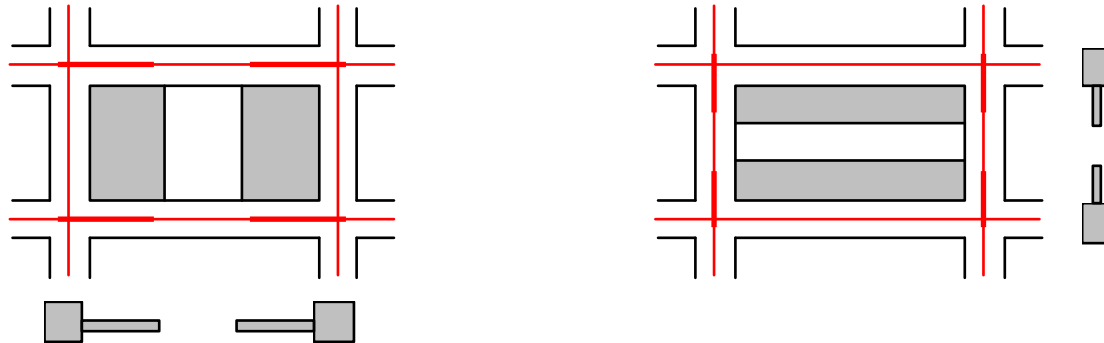
許容応力度計算で考慮する荷重・外力に対して**損傷**  
**しないことを確認**する。

# 非耐力壁の取り扱い - 改正の内容

耐力：許容耐力は変断面材として算定してよい。

剛性：変断面材の剛性(精算法・略算法)とする。

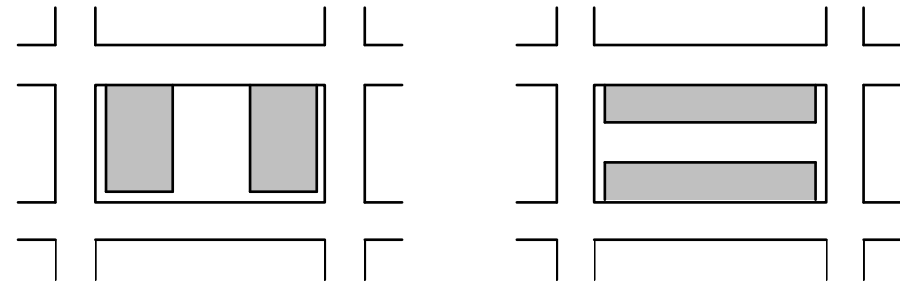
剛性低下率：剛性低下はさせない。



# 非耐力壁の取り扱い - 改正の内容

## ◆ スリットを設ける場合

非構造部材



構造耐力上主要な部分への影響を考慮する。

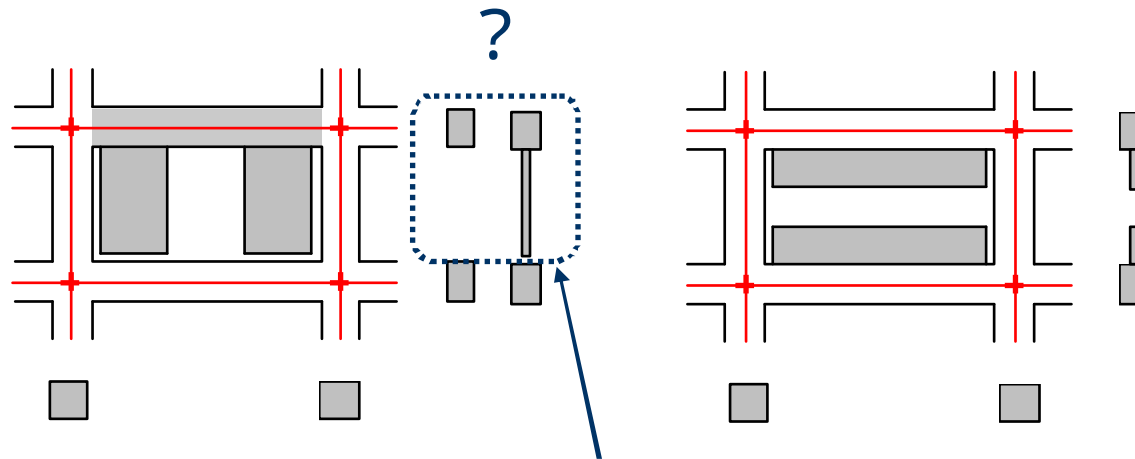
令第39条(屋根ふき材等の緊結)の適用を受ける。

許容応力度計算で考慮する荷重・外力に対して**損傷**することを想定している場合は、その旨を、構造計算概要書に明記する。

# 非耐力壁の取り扱い - 改正の内容

耐力：柱、梁単体の許容耐力とする。

剛性：取り付く壁の剛性を評価する。  
短期応力に対しては、統一した考え方にに基づき、  
適切な剛性低下を考慮してよい

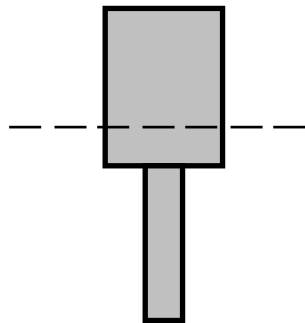


軸方向に断面形状が変わる部材について  
取り扱いが不明確

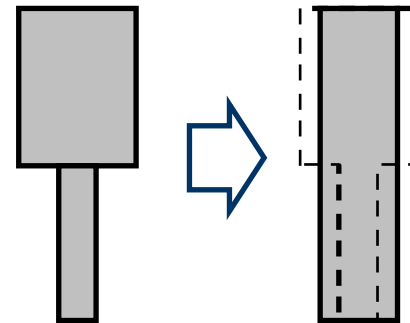
# 非耐力壁の取り扱い - 部材剛性の評価法

腰壁・垂壁付き梁および袖壁付き柱の剛性の評価法には、精算法と略算法がある。

精算法



略算法(例)



断面積と部材成を一定

# 非耐力壁の取り扱い - 終局強度(せん断)

記載の終局せん断耐力式を用いるための仕様規定

- ◆ 壁厚は150mm以上、かつ柱せいの1/4以上とする。
- ◆ 袖壁(腰壁・垂壁)の横筋のせん断補強筋比は0.25%以上、上限を1.2%とする。
- ◆ 袖壁(腰壁・垂壁)の片側の長さは、柱(梁)成の2倍以下とする。

片側の袖壁長さが、柱せいの2倍を超える場合は、端部に柱型を設けて、耐力壁として扱うことが望ましい。





# 保有水平耐力の取り扱い

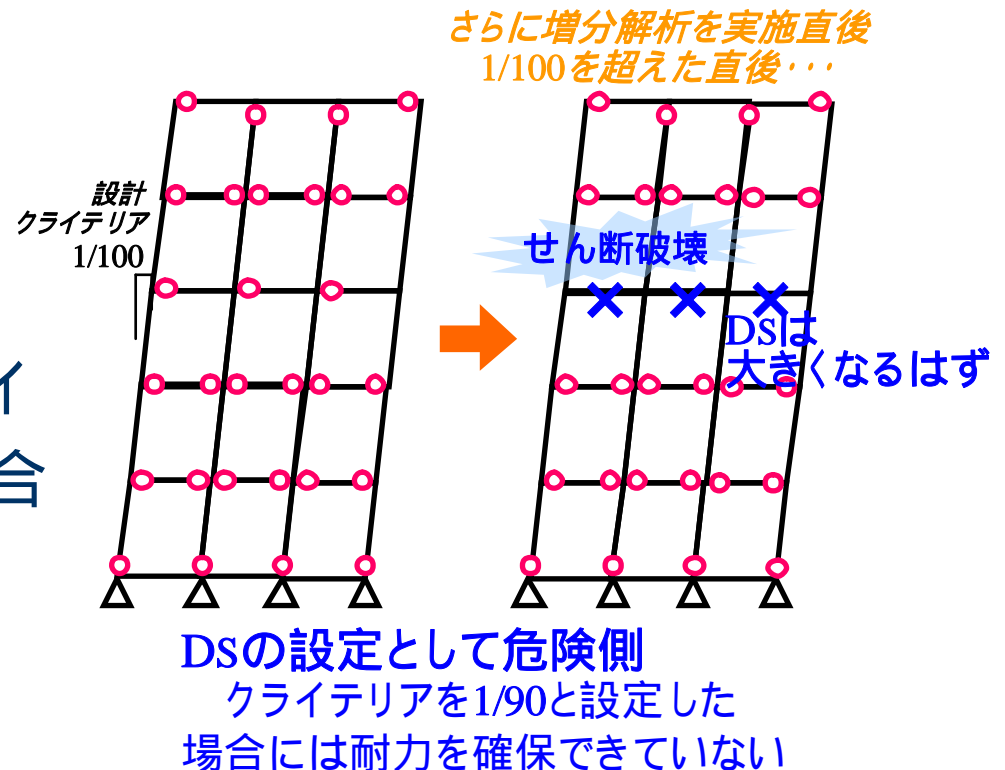
# 保有水平耐力 - 改正の背景(1)

増分解析において崩壊形は形成せず、ある層が層間変形角のクライテリアに到達した時点で部材がせん断破壊に至っていなければ、所定の靱性能を有するものとしてDs値を決定していた。



〔これまでの問題点〕

部材のせん断破壊が生じる直前での層間変形角をクライテリアとして設定している場合Ds値を危険側に設定



## 保有水平耐力 - 改正の背景(2)

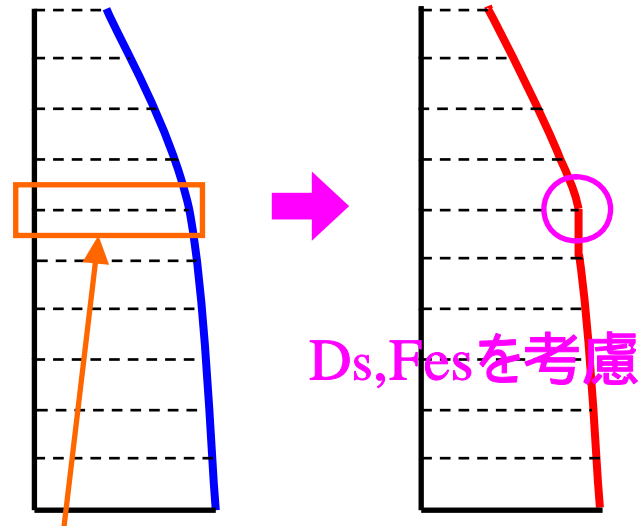
保有水平耐力の外力分布を設定するに当たり、各層の必要保有水平耐力を外力分布として設定していた。



〔これまでの問題点〕

ある限定された層で $D_s$ 及び $F_{es}$ が他の層と異なる傾向にある場合、 $D_s$ 及び $F_{es}$ を考慮することでその層の外力が突出する  
外力を適切に評価していない

外力分布



- ・剛性が他の層に比べて低い
- ・せん断破壊が生じる

# 外力の算出方法 - 改正の内容

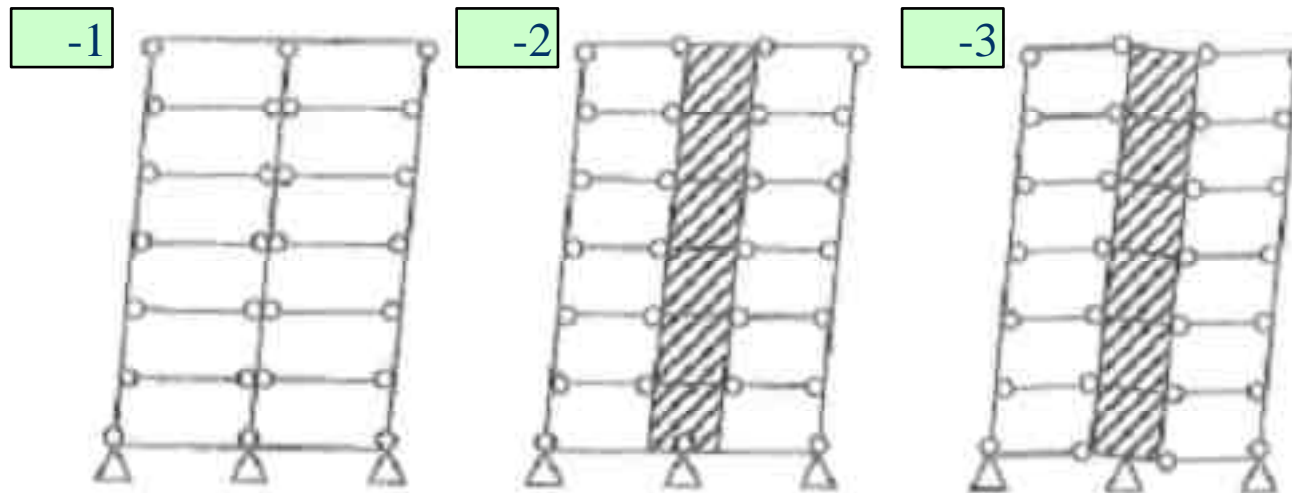
平19国交告第596号 (第4の五に記載)

第一号の計算において各階の崩壊形を増分解析を用いて確認する場合には、地上部分の各階について標準せん断力係数の数値を漸増させ、これに応じた地震層せん断力係数に当該各階が支える部分の固定荷重と積載荷重との和を乗じた数値を水平力として作用させるものとする。この場合において、当該地震層せん断力係数を計算する場合に用いる  $A_i$  は、令第88条第1項に規定する  $A_i$  を用いなければならない。

# 崩壊メカニズム - 崩壊形の説明

## 全体崩壊形

建築物が**全体として不安定になる**のに十分な塑性ヒンジが形成されたとき



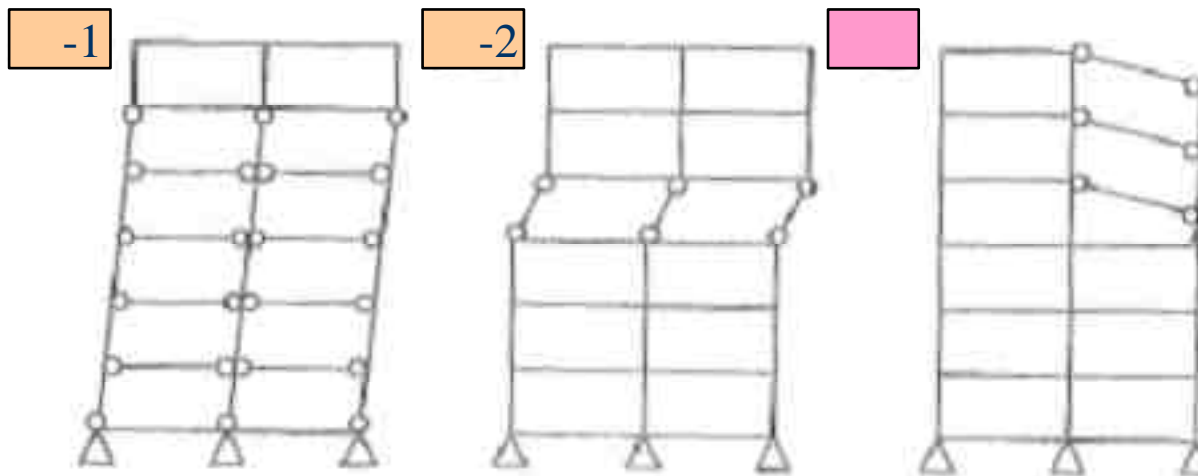
# 崩壊メカニズム - 崩壊形の説明

## 部分崩壊形

建築物の**ある特定の階が部分的に不安定になるのに十分な塑性ヒンジが形成されたとき**

## 局部崩壊形

建築物のある特定の階が破壊し、**水平力に対して引続き耐えられる状態であっても、鉛直荷重に対して架構の一部が耐えられなくなる状態になったとき**



部分崩壊形  
局部崩壊形

# 外力分布 - 「Qun分布」の条件

## 外力分布を「Qun分布」とすることができる条件

Ai分布に基づく外力分布で全体崩壊形を確認している場合、  
全層の保有水平耐力を算出する時

Ai分布に基づく外力分布で部分崩壊または局部崩壊となる  
場合、崩壊層以外の層について別途想定される崩壊  
メカニズムが全体メカニズムになるもので、それらの層の  
保有水平耐力を算出する場合

特別な調査・研究によって、層せん断の分布について $D_s$ 、 $F_{es}$ を考慮して計算した数値とすることができる場合。

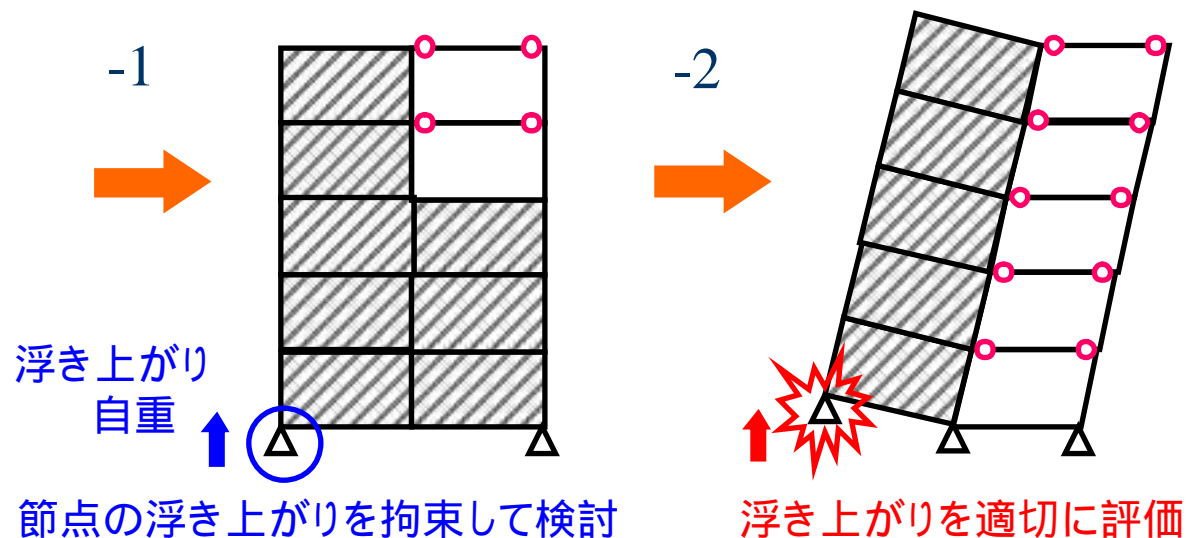
**ただし、 $D_s$ 値は、 $A_i$ 分布に基づく外力分布により求める**

出典：2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書

# 崩壊メカニズム - 「Q&A」より

## 浮き上がりに関する留意事項

- ・ **架構全体の転倒による崩壊形は、「告示第594号第4第一号」に規定されていないため、浮き上がり変形を拘束して検討する必要がある。**
- ・ **耐力壁の回転等により部分的に生じる浮き上がりについては、適切に考慮した上で保有水平耐力を検討**

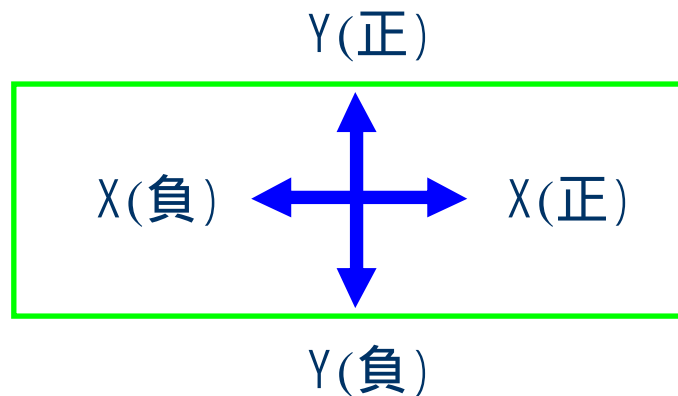


- 1 架構全体の転倒  
[崩壊形として**不可**]
- 2 耐力壁の回転  
[崩壊形として**可**]



## 留意すべき事項(1) - 保有水平耐力の検討

- a) 建築物の直交する2つの水平方向について、それぞれ正負の地震力を採用して保有水平耐力を算定する。

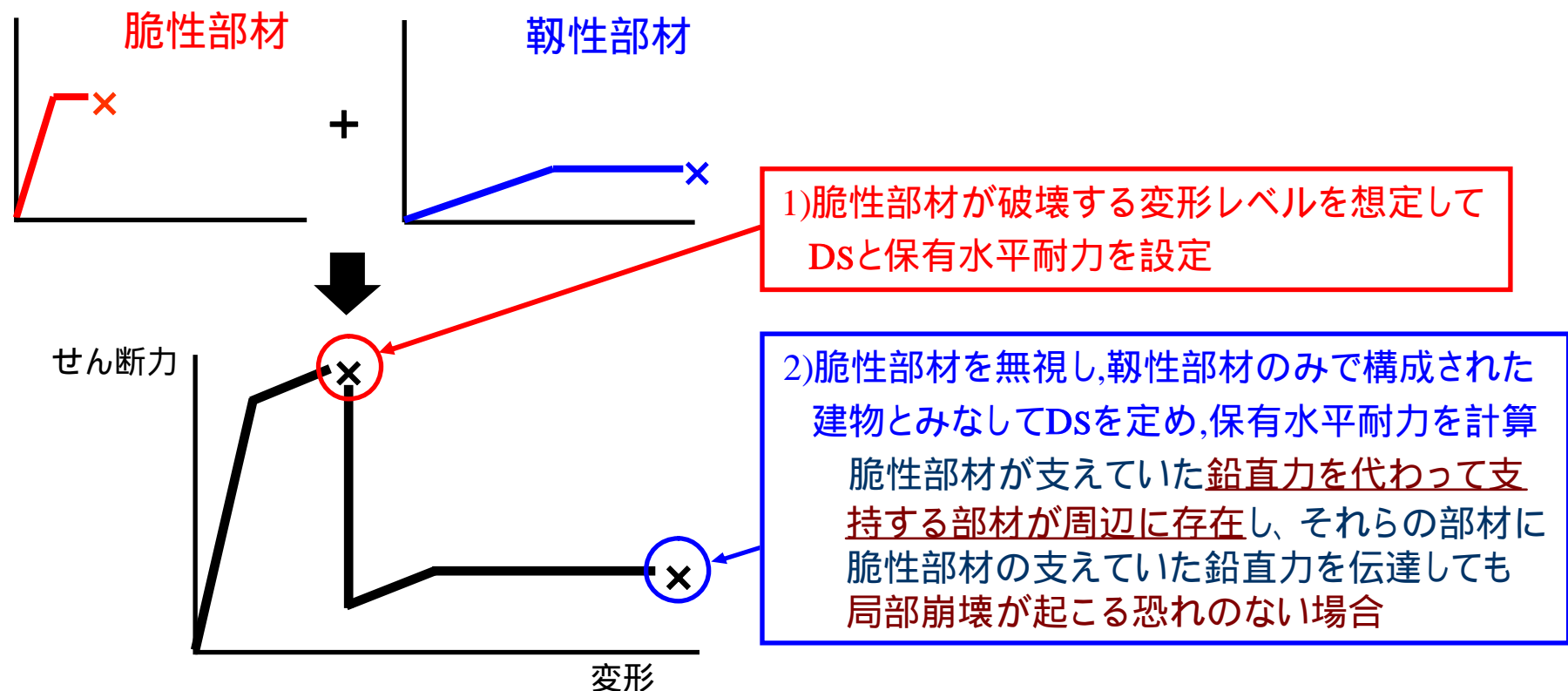


- c) 基礎スラブや杭等の基礎・地下構造についても保有水平耐力時の検討を行なうことが望ましい。

保有水平耐力及び構造特性係数等の算出において仮定した上部構造の崩壊メカニズムが確実に形成されることを保証できるような設計とすべき

## 留意すべき事項(2) - 保有水平耐力の検討

- e) 脆性的な破壊をする部材を持つ建築物の保有水平耐力は、原則として、それらが破壊する時点を保有水平耐力とする。



# 崩壊メカニズム - 構造計画上の問題点

## 耐震壁が連層で存在しない場合

崩壊形を形成する以前の、耐震壁がせん断破壊した時点で保有水平耐力・ $D_s$ が決定される

- 1) 必要保有水平耐力を満たさない
- 2) 破壊した壁を取り除いて検討

**単層の耐震壁を有効に活用できない**