



第 4 2 話 耐震壁の崩壊モードとモデル化 No.2

前回に続いて、RC 耐震壁の崩壊モードと線材へのモデル化のお話しである。ここでは、壁モデルの曲げバネやせん断バネの履歴特性を求めるとき、利用される耐震壁の曲げ終局強度やせん断終局強度について述べる。まず、せん断終局強度の代表的な予測式として、以下の実験式が挙げられる。耐震壁のモデル化で 3 本柱モデルでも、側柱はせん断力を負担しないので、1 本柱モデルと同様に、この推定式を採用する。

$$Q_{y1} = \left\{ \frac{0.068 p_{te}^{0.23} (F_c + 18)}{\sqrt{M / (QD) + 0.12}} + 0.85 \sqrt{p_{wh} \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} b_e j \quad \dots\dots (1)$$

$$Q_{y2} = \left\{ \frac{0.053 p_{te}^{0.23} (F_c + 18)}{M / (QD) + 0.12} + 0.85 \sqrt{p_{wh} \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} b_e j \quad \dots\dots (2)$$

ここで、上式中のシアスパン比に次の制限が課せられている。

$$\left. \begin{array}{ll} M / (Q \cdot D) = l / (2D) \leq 1 & M / (Q \cdot D) = 1 \\ M / (Q \cdot D) = l / (2D) \geq 3 & M / (Q \cdot D) = 3 \end{array} \right\} \dots\dots (3)$$

式(1)は付帯柱を考慮した I 型断面に関するせん断終局強度式である。下式で示される長方形断面のせん断終局強度式を選択することも可能である。なお、下式は式(1)で柱の鉄筋比を用いる第 1 項を取り除いた式である。

$$Q_y = \left\{ 0.85 \sqrt{p_{wh} \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} b_e j \quad \dots\dots (4)$$

また、I 型断面を用いる場合、下式を選択することも可能である。

$$Q_{y1} = \left\{ \frac{0.068 p_{te}^{0.23} (F_c + 18)}{\sqrt{M / (QD) + 0.12}} + 0.85 \sqrt{p_{wh} \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} b_e j \quad \dots\dots (5)$$

$$Q_{y2} = \left\{ \frac{0.053 p_{te}^{0.23} (F_c + 18)}{\sqrt{M / (QD) + 0.12}} + 0.85 \sqrt{p_{wh} \sigma_{wy}} + 0.1 \sigma_0 \right\} b_e j \quad \dots\dots (6)$$

ここで式(5)の  $Q_{y1}$  を使用する場合  $M / (QD)$  には特に制限を設けないが、式(6)の  $Q_{y2}$  を使用する場合  $M / (QD)$  には式(3)の制限が課せられる。

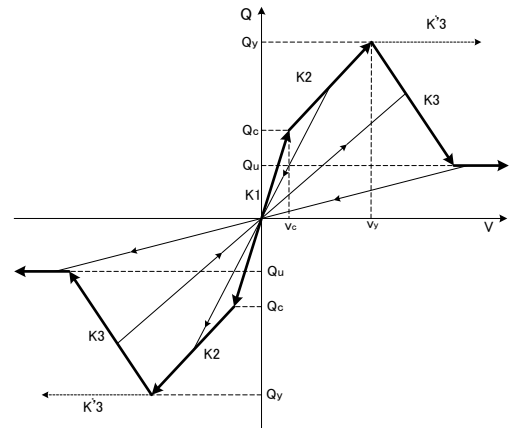


図 8 耐震壁のせん断ばねの履歴特性

せん断終局強度を表す式中の記号は、以下の意味を有する。

$F_c$  : 設計基準強度 (コンクリートの圧縮強度) [N/mm<sup>2</sup>]

$D$  : 壁の全長 [mm]

$d$  : I 形断面の場合  $D - D_c / 2$  で ( $D_c$  は圧縮側柱のせい)、長方形断面の場合は  $0.95D$  [mm]

$j$  : 応力中心間距離  $j = 7/8d$  [mm]

$p_{te}$  : 等価引張主筋比 [%]  $p_{te} = 100 \times a_t / (b_e d)$  (小数)

$a_t$  : 引張り側柱内の主筋断面積 [mm<sup>2</sup>]  
 $p_{wh}$  :  $b_e$  を壁の等価厚さと考えた場合の水平せん断補強筋比  $P_{wh} = a_{wh} / (b_e x)$   
 $a_{wh}$  : 水平せん断補強筋の鉄筋断面積 [mm<sup>2</sup>]  
 $x$  : 水平せん断補強筋比の間隔 [mm]  
 $\sigma_{wh}$  : 水平せん断補強筋の降伏点強度 [mm]  
 $M$  : 危険断面に作用する曲げモーメント [N・mm]  
 $Q$  : 危険断面に作用するせん断力 [N]

次に、長方形断面及びI型断面における耐震壁の曲げ終局強度について述べる。最初に、I型断面の曲げ終局強度に関する代表的な実験式を以下に示す。

$$M_{y1} = a_t \cdot \sigma_y \cdot l_w + 0.5a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot l_w + 0.5N \cdot l_w \quad \dots\dots(7)$$

$$M_{y2} = 0.9a_t \cdot \sigma_y \cdot D + 0.4a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot D + 0.5N \cdot D \left( 1 - \frac{N}{B_c \cdot D \cdot F_c} \right) \quad \dots\dots(8)$$

また、長方形断面の曲げ終局強度は側柱の項を取り除いた次式を用いる。一般的に、耐震壁のモデル化で3本柱モデルを採用する場合、この長方形断面の曲げ終局強度式を用いる。柱部分は解析モデルに設定されている両側の柱で各々評価されることになる。ただし、1本柱モデルの場合では、側柱がこの耐震壁に含まれるため、I型断面を用いることになる。

$$M_{y1} = 0.5a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot l_w + 0.5N \cdot l_w \quad \dots\dots(9)$$

$$M_{y2} = 0.4a_w \cdot \sigma_{wy} \cdot D + 0.5N \cdot D \left( 1 - \frac{N}{B_c \cdot D \cdot F_c} \right) \quad \dots\dots(10)$$

耐震壁の全長が 6m 以下であれば、式(7)、式(8)の両式による差は小さい。しかし、耐震壁が 2 スパン以上で全長が長い場合は、式(7)、式(9)がより現実的な推定式となる。

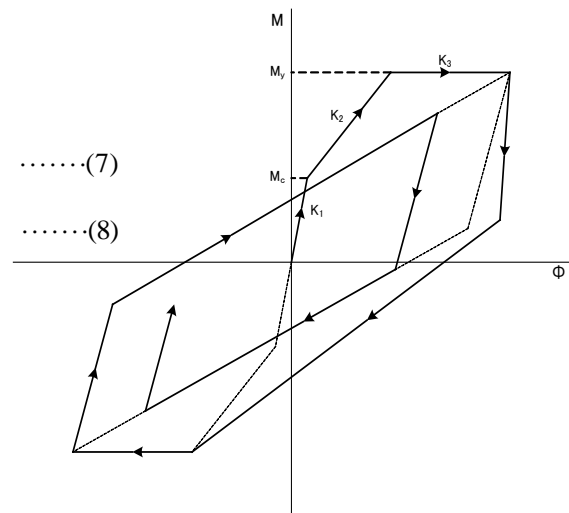


図 9 耐震壁の曲げばねの履歴特性

**曲げ終局強度**を表す式中の記号は、以下の意味を有する。

$b_e$  : I 型断面を長さと同面積とが等しい等価長方形断面に置き換えたときの幅で、長方形断面の場合は厚さそのままの値 [mm]  
 $a_t$  : 引張り側柱の主筋全断面積 [mm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_y$  : 引張り側柱の主筋の降伏点強度(基本強度の 1.1 倍) [N/mm<sup>2</sup>]  
 $a_w$  : 壁の鉄筋の全断面積で壁の中間に柱がある場合にはその主筋断面積も含む [mm<sup>2</sup>]  
 $\sigma_{wy}$  : 壁縦筋の降伏点強度 [N/mm<sup>2</sup>]  
 $D$  : 壁の全長 [mm]  
 $B_c$  : 壁の圧縮側外縁の幅で、柱があるときはその幅 [mm]  
 $l_w$  : I 型断面、長方形断面共に、側柱の中心間距離とする。[mm]  
 $N$  : 壁の軸力 [N]  
 $\sigma_0$  : 全断面積に対する平均軸方向応力度 [N/mm<sup>2</sup>]