

R C造柱部材のひび割れ幅の評価法 (その2 せん断ひび割れ幅)

正会員 中村友紀子*
佐々木潤一郎**
正会員 加藤大介***

RC 柱部材 せん断ひび割れ幅 性能評価型設計法

1. はじめに

その1に引き続き、その2では、せん断ひび割れ幅について検討する。

2. ピーク時最大せん断ひび割れ幅の評価法

本節では、柱部材のせん断ひび割れ幅と部材角の関係を定量的に評価する一例を示す。

まず、柱の全体部材角Rとピーク時最大せん断ひび割れ幅 ($W_{s,max,peak}$) との関係は、せん断ひび割れ強度とせん断強度を媒介にして評価する方法によった。図-1はこの評価法の考え方を示したものである。すなわち、柱の荷重変形関係において、せん断ひび割れ強度 ($V_c(R)$ との交点) に達するまではせん断ひび割れ幅は0とする。その後、ひび割れ幅は増大するが、せん断強度の低下により安全限界に達する点 ($V_u(R)$ との交点) まで直線的に増えたとする。せん断強度の低下により安全限界に達する点 (例えば文献6) 等で評価できる) は帯筋が降伏する点と考え、ヒンジ領域の断面での帯筋の伸び量 ($= y \cdot j \cdot t$) をその位置でのせん断ひび割れ全幅 ($hW_{s,peak}$) の水平成分とする。

ここで、 y は帯筋の降伏歪度であるが、せん断強度式に帯筋の降伏点の上限が設定されている場合は、そのときの歪み度とする。また、 $p_w \cdot w_y$ が頭打ちになっている状態でせん断強度が決まる場合にも、降伏前の歪み度を適用できることになるが、危険側の評価になる場合があるので、ここでは適用しないとした。

3. 合計ひび割れ幅と最大ひび割れ幅の関係

次に、このせん断ひび割れ全幅 ($hW_{s,peak}$) と最大ひび割れ幅 ($W_{s,max,peak}$) の関係は、式(1)のように仮定した。

$$W_{s,max,peak} = hW_{s,peak} / nh \quad (1)$$

ここで、 nh はヒンジ領域のひび割れの集中係数であるが、安全側に見て1としておく。

以上により、帯筋降伏時 (すなわち、全体部材角が $R_y + R_p$ の時) の最大せん断ひび割れ幅 ($W_{s,max,peak}$) は式(2)で表される。

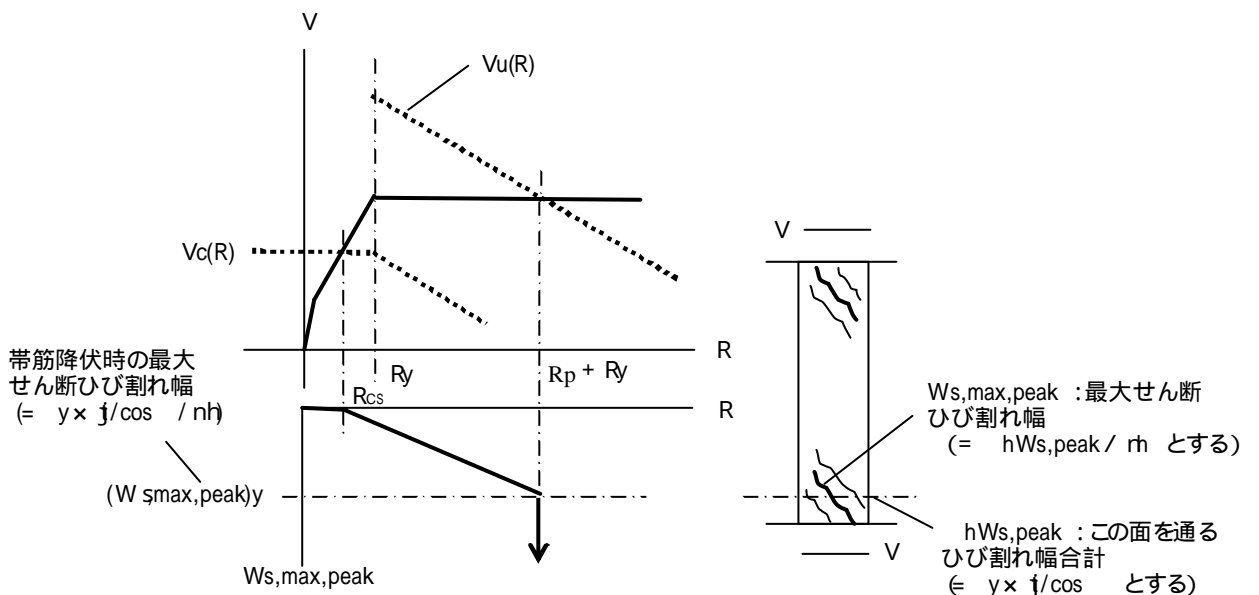


図-1 ピーク時最大せん断ひび割れ幅 ($W_{s,max,peak}$) の評価法の考え方

$$(W_{s,max,peak})_y = y \cdot j t / \cos \theta / n h \quad (2)$$

y : 帯筋の降伏時歪み度 (ただしせん断強度式で降伏応力度の上限が設定されるなら、その応力度に対応する歪み度。)

j t : 応力中心間距離

θ : ひび割れの角度 (= 45%としておく)

n h : ヒンジ領域のひび割れの集中係数 (安全側に見て 1としておく)

4. 最大ひび割れ幅と部材角の関係

帯筋降伏時の最大せん断ひび割れ幅 ($(W_{s,max,peak})_y$) が分かれば、図 - 1 より任意の部材角 R のときのせん断ひび割れ幅の最大値は以下の式で与えられる。

$$W_{s,max,peak} = (W_{s,max,peak})_y \cdot (R - R_{cs}) / (R_p + R_y - R_{cs}) \quad (3)$$

R_{cs} : 荷重変形関係と V_c 曲線の交点で与えられる部材角

$R_p + R_y$: 荷重変形関係と V_u 曲線の交点で与えられる部材角

図 - 2 は、前田らの 2 体の試験体 F 75、H 75 を用いて最大せん断ひび割れ幅 $W_{s,max}$ の実験値と計算値を比較したものである。図を見ると、計算値は実験値を概ね評価していることがわかる。なお、本手法では便宜上せん断強度の低下により安全限界に達する点で帯筋が降伏すると考えているが、実際には、繰り返し載荷等により安全限界時には帯筋の歪は降伏歪を超えていることもありうる。現状では検証できる実験データが少ないが、今後さらに検討する必要がある。

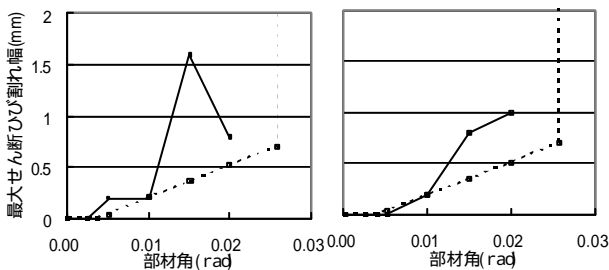


図 - 2 最大せん断ひび割れ幅 - 部材角関係

5. 合計ひび割れ幅と部材角の関係

曲げひび割れ幅を評価する場合、せん断ひび割れ幅が無視できないとき、全体部材角 R を曲げ変形成分 R_f とせん断変形成分 R_s に分離する必要がある。せん断変形成分 R_s は、角度 θ で入っている全せん断ひび割れ幅の和の水平方向成分をせん断変形成分と考えて、式(4)で評価する。

$$R_s = W_{s,peak} \cdot \cos \theta / L \\ = n s \cdot W_{s,max,peak} \cdot \cos \theta / L \quad (4)$$

ns: ひび割れの部材全長にわたる集中係数のようなもので、上下のヒンジゾーンに 1 本のせん断ひび割れが卓越して入るとすると 2 となり、梁では 3 ~ 4 程度とされている。

L : 柱長さ

R_s : 部材角のせん断変形成分

6. まとめ

せん断ひび割れ幅 - 部材角関係の評価法を示した。現状では検証できるデータが少なく、今後さらに検討する必要がある。

[参考文献]

- 1) 佐々木潤一郎、加藤大介：RC造柱のひび割れ幅、圧壊領域長さおよび軸力負担性能の評価法、第24回コンクリート工学年次論文報告集 24-2、2002年、pp.253-258
- 2) 孫浩陽、佐々木潤一郎、東川敬子、加藤大介：RC造異形断面柱の変形能評価実験、第23回コンクリート工学年次論文報告集、Vol.23、No.3、pp.151-156、2001
- 3) 加藤大介、大西幸一、大塚祐二、土井希祐：一定高軸力を受ける面外袖壁つきRC造柱の変形能評価実験、第23回コンクリート工学年次論文報告集、Vol.23、No.3、pp.163-168、2001
- 4) 前田匡樹ほか：軸方向変形拘束を受けるRC造梁部材の挙動に関する実験研究、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.21、No.3、pp.517-522、1999
- 5) 日本建築学会：プレストレス鉄筋コンクリート(種PC)構造設計・施工指針・同解説
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針
- 7) 前田匡樹ほか：RC柱の損傷状態に基づく残余耐震性能の評価、第23回コンクリート工学年次論文報告集、Vol.23、No.3、pp.259-264、2001

* 新潟大学工学部 講師・博(工)

** 鹿島建設(株)

***新潟大学工学部 教授・工博

* Lecturer, Faculty of Eng., Niigata Univ., Dr.Eng.

** Kajima Corporation.

***Prof., Faculty of Eng., Niigata Univ., Dr.Eng.