

# V-52 曲げとせん断との相関関係を考慮したRC部材の設計法

東北大学 学生員 ○ 下河啓介  
東北大学 学生員 姜 錫和  
東北大学 正会員 鈴木基行

## 1. はじめに

現行のRC部材の設計法では、曲げとせん断とが同時に作用する部材に対して、曲げとせん断との相関関係は認めずに、曲げとせん断との作用は互いに独立と考えて設計を行っている。しかし、部材に斜めひびわれが発生することによって、引張主鉄筋には、通常の曲げ理論によって予測される力を上回るものが作用することが明らかになっており、Collinsの理論的研究<sup>1)</sup>によっても、曲げとせん断にも、曲げと軸力と同様、ある相関関係が存在することが明確になっている。したがって、実際の設計においても、その相関関係を考慮した設計方法に基づくことが合理的であろうと思われる。

本論文は、このような観点から、曲げモーメントとせん断力を同時にうけるRC部材を対象に、誘導されたせん断耐力評価式、および耐力間の相関関係を基にして、せん断力の引張主鉄筋に及ぼす影響を考慮に入れた新しいせん断設計法を提案することを目的とした。さらに現行の設計法による計算値と提案された設計式に基づく計算値とを比較検討した。

## 2. 新しいせん断設計法への考え方

現行のせん断設計法では、せん断耐力の評価において、引張主鉄筋の降伏を考慮していない。また、せん断補強筋が配置されている部材においても、圧縮側のコンクリートが局部的な破壊が生じたという報告もあり、現行設計法は必ずしも靱性破壊を保証するものではないと思われる。したがって、せん断設計法には、靱性破壊をもたらす前提条件と考えられる引張主鉄筋の降伏を取り入れることが必要であろうと思われる。

一方、本研究から導かれたせん断耐力評価式（式(1)）は、引張主鉄筋とせん断補強筋の降伏を前提条件として誘導されたものであり、その式から斜めひびわれの角度（ $\alpha$ ）の項を入れて引張主鉄筋量（ $A_s$ ）とせん断補強筋量（ $A_v$ ）に関する式に書き直すと式(2)、式(3)のようになる。

$$V_u = \frac{A_v f_{vy}}{s} \left\{ \sqrt{a^2 + \frac{2s(d-d_p/2)A_s f_{sy}}{A_v f_{vy}}} - a \right\} \quad (1)$$

$$A_s = \frac{M_u}{(d-d_p/2)f_{sy}} + \frac{(d-d_p)V_u}{2(d-d_p/2)f_{sy}} \cot \alpha \quad (2) \quad A_v = \frac{V_u \cdot s}{(d-d_p)f_{vy}} \tan \alpha \quad (3)$$

ここに、 $V_u$ :せん断耐力、 $f_{sy}$ :引張主鉄筋の降伏強度、 $f_{vy}$ :せん断補強筋の降伏強度、 $s$ :せん断補強筋の配置間隔、 $b$ :部材幅、 $d$ :部材の有効高さ、 $d_p$ :圧縮域のコンクリートの高さ、 $a$ :せん断スパン長

ここで、 $A_s$ は曲げとせん断が作用するRC部材における必要引張主鉄筋量であり、 $A_v$ はせん断力に抵抗させるせん断補強筋量である。また、式(2)において、右辺の第1項は曲げモーメントによって引張主鉄筋に作用する力であり、第2項はせん断力の影響による引張主鉄筋の力の増加分である。

式(2)、(3)からわかるように、部材全体に配置される引張主鉄筋量およびせん断補強筋量は斜めひびわれの角度（ $\alpha$ ）の影響を受けている。ここで、同一断面で同一の耐力を得るのに使用鉄筋量が少ない場合が経済的である、との観点から、部材全体に使われる鉄筋量を最少とする斜めひびわれの角度（ $\alpha_0$ ）（式(4)）を決定し、その角度を式(2)、(3)に代入すると最少所要鉄筋量におけるせん断補強筋量 $A_{v0}$ 、引張主鉄筋量 $A_{s0}$ が求められる。

$$\tan \alpha_0 = \sqrt{\frac{(d-d_p)^2 f_{vy}}{2(d-d_p/2)(b_v+2d_v)f_{sy}}} \quad (4)$$

$$A_{s0} = \frac{M_u}{(d-d_p/2)f_{sy}} + V_u \sqrt{\frac{s^2}{2(d-d_p/2)(b_v+2d_v)f_{sy}f_{vy}}} \quad (5)$$

$$A_{vs} = V_s \sqrt{\frac{s^2}{2(d-d_o/2)(b_v+2d_v)f_{sv}f_{vv}}} \quad (6)$$

ここに、 $b_v$ :せん断補強筋の部材幅方向の長さ、 $d_v$ :せん断補強筋の部材高方向の長さ

式(5)、(6)からせん断に抵抗させるせん断補強筋量とせん断の影響によって追加される引張主鉄筋量とが等しい場合、部材全体の所要鉄筋量が最少となることがわかる。

### 3. 設計例

本研究で提案したせん断設計法と現行のせん断設計法について比較検討を行う。比較に用いた設計例はRCの矩形断面の単純ばりであり、コンクリート圧縮強度( $f_{ck}$ )、鉄筋の降伏強度( $f_{sv}$ )、部材幅( $b$ )を一定とし、部材高さ( $h$ )、スパン( $L$ )を変動因子とした。

図-1は、本提案式における引張主鉄筋量、せん断補強筋量の現行の設計法による鉄筋量に対する割合をスパンを横軸にとって示したものである。(+)は増加を示している。

図-1をみると、本研究による設計法による引張主鉄筋量は現行の設計法によるそれと比べてスパンが長くなるほど増加の割合が低くなるのがわかる。言い換えればスパンが長いほど、引張主鉄筋量は現行の設計法による鉄筋量と本提案式によるそれとはあまり差が無くなるといえる。

一方、せん断補強筋はスパンの大小にあまり影響を受けることなく、現行のせん断設計法によるせん断補強筋量と比べて30~35%というかなりの割合で減少させることができる。

### 4. まとめ

本研究では、破壊面における力のつり合い条件から求められたせん断耐力評価式を設計に適用する場合における新しい設計手法を提案しており、せん断力の引張主鉄筋に及ぼす影響を考慮したものとなっている。

この新しいせん断設計法によって設計した場合と現行のせん断設計法によって設計した場合の矩形断面のはりにおける引張主鉄筋量およびせん断補強筋量の比較をすると増加させるべき引張主鉄筋量に比べて減少させることの出来るせん断補強筋量の割合はかなり大きくなるのがわかった。

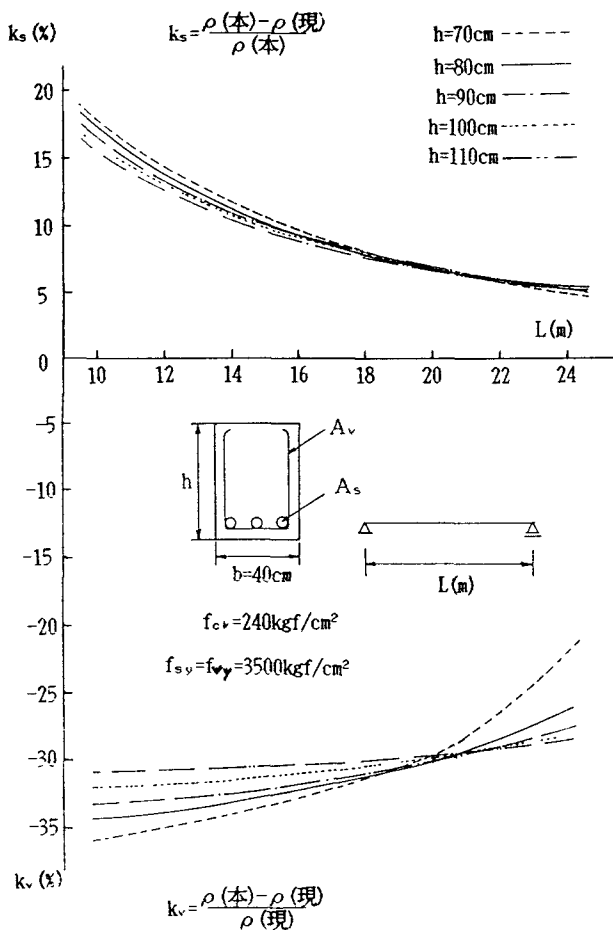


図-1 現行設計法と本提案式による引張主鉄筋量およびせん断補強筋量の比較

### 参考文献

- 1) Collins, M. P., Mitchell, D.: A rational approach to shear design-the 1984 canadian code provisions, Journal of ACI, Vol. 83, No. 6, pp. 925-933, Nov.-Dec., 1986.