

V-282

塑性理論による鉄筋コンクリート梁のせん断耐力評価

—— コンクリート有効係数の検討 ——

(株) 竹中土木

神奈川県都市整備技術センター

武蔵工業大学工学部

武蔵工業大学工学部

正会員 本多 美智男

正会員 佐藤 剛

正会員 吉川 弘道

正会員 小玉 克巳

1. はじめに

鉄筋コンクリート部材に大きなせん断力が作用すると、部材の側面において斜めのせん断ひび割れが発生し急激に破壊することがあり、これをせん断破壊と呼ぶ。この破壊形態は、部材が曲げ破壊する以前の荷重段階において発生すると脆性的かつ致命的な破壊をもたらす危険な破壊であるという理由から、設計上避けられなければならない。しかし、RC部材のせん断耐荷力は理論的取扱いが難しく、これまで主として実験的手法がとられていた。

そこで、本研究は、せん断補強筋のないRC部材のせん断耐荷力をより高精度に算定することを目的とし、塑性理論による算定手法について検討を加え、とくにコンクリート圧縮強度の有効係数について考察するものである。

2. Nielsenの塑性理論式とその応用

せん断補強筋（ウェブ筋）のないRC部材のせん断耐荷力式として、次式のようなNielsenによる塑性理論〔1〕を取り上げた。

$$V = \frac{1}{2} b h \nu f_c \left(\sqrt{\left(a/h\right)^2 + \frac{4\Phi(\nu-\Phi)}{\nu^2}} - a/h \right) \quad \Phi \leq \frac{1}{2} \nu \quad \dots\dots (1A)$$

$$V = \frac{1}{2} b h \nu f_c \left(\sqrt{\left(a/h\right)^2 + 1} - a/h \right) \quad \Phi \geq \frac{1}{2} \nu \quad \dots\dots (1B)$$

ここで、上式を梁断面積 bh 及びコンクリート圧縮強度 f_c との積で正規化することにより無次元化したせん断耐力 q に書き換える。

$$q = \frac{1}{2} \nu \left(\sqrt{\left(a/h\right)^2 + \frac{4\Phi(\nu-\Phi)}{\nu^2}} - a/h \right) \quad \Phi \leq \frac{1}{2} \nu \quad \dots\dots (2A)$$

$$q = \frac{1}{2} \nu \left(\sqrt{\left(a/h\right)^2 + 1} - a/h \right) \quad \Phi \geq \frac{1}{2} \nu \quad \dots\dots (2B)$$

b ：部材断面幅、 h ：部材断面全高さ、 ν ：コンクリート圧縮強度有効係数、 a ：せん断スパン長さ

f_c ：コンクリート圧縮強度、 f_y ：鉄筋降伏点強度、 p ：主鉄筋比、 Φ ：鉄筋係数（ $\Phi = p \cdot f_y / f_c$ ）

ここで、(2)式を既往実験（Swamyの実験〔2〕）に適用して、両者の比較を図-1に示した。図中には(2)式におけるコンクリート圧縮強度有効係数 ν を、1.0, 0.75, 0.5と変化させたときの $a/h \sim q$ 曲線を描いた。実験結果は、計算結果にほぼ含まれているが、両者の適合性は有効係数 ν に依存していることがわかる。そこで、6例・35供試体の実験データベース（〔2〕～〔6〕）より、(2)式を満足するような ν を逆算し、これらを a/h に関係づけ、全データを図-2に示した。

図-2は、かなりのばらつきがあるものの、定性的には $a/h=2$ 付近を境に、 $a/h < 2$ の範囲では a/h の増加にともない ν は減少し、 $a/h >$

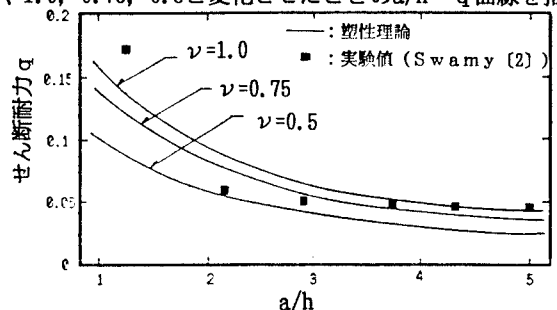


図-1 塑性理論と実験値との比較

2の範囲では、逆に a/h の増加にともない ν も増加するという傾向を示した。

3. 有効係数 ν の評価式に関する提案

コンクリート圧縮強度有効係数 ν は、図-2に明示したように a/h の影響を受けるが、加えて、コンクリート圧縮強度 f_c 、梁有効高さ d 、及び鉄筋比 p にも依存することが推察され、以下のようにして順次検討する。

まず、図-3 aに、 a/h と ν の関係を示し、図-3 bには、 f_c と ν との関係を示した。さらに図-4は、2つの特性値 a/h と f_c の両方の値を考慮したもので、 a/h のみを考慮した図-3と比較して良い相関性を示している。

これらの関係を最小自乗法により求めた直線近似式が、以下の3式である。

$$\nu_1 = 0.016 + 0.176(a/h) \cdots \cdots (3)$$

$$\nu_2 = 1.070 - 0.00137 f_c \cdots \cdots (4)$$

$$\nu_0 = 0.068 + 1.408(\nu_1 \times \nu_2) \cdots \cdots (5)$$

すなわち、式(3)、(4)より、2つの特性値 a/h と f_c を考慮した(5)式を算出することができ、この算定式を提案するものである。なお、梁有効高さ d 、鉄筋比 p については、本実験データベースの範囲では明瞭な相関性は認められなかった。

4. 評価及び考察

コンクリート有効係数が圧縮強度に対して負の相関性をもつことはよく知られており（例えば〔1〕）、本研究結果（図-3 b）と合致する。また、せん断スパン比に対しては、正の相関性を示している（図-3 a）。これは、圧縮斜材とせん断ひびわれの交角がせん断耐力に大きな影響を与えるが、この両者の交角が形状寸法を表す a/h に関係するためと考えられる。上記の方法により得られたせん断耐力 q_{cal} と実験値から得られたせん断耐力 q_{exp} とを比較した結果、両者の間には、より高い相関関係があることが認められた。

《 参考文献 》

- 〔1〕 M.P.Nielsen: Shear strength of prestressed concrete beam without web reinforcement Magazine of Concrete Research, Vol.30, NO.104, Sep., 1978.
- 〔2〕 R.N.Swamy: Arch action and bond in concrete failures, Pros. ASCE, June, 1970.
- 〔3〕 池田・宇治: 土木学会論文報告集NO.293
- 〔4〕 G.N.J.Kani: ACI Journal, Mar., 1967.
- 〔5〕 F.J.Van Den Berg: Journal of ACI, 1962.
- 〔6〕 R.D.D.Cossio: ACI Journal, Feb., 1960.

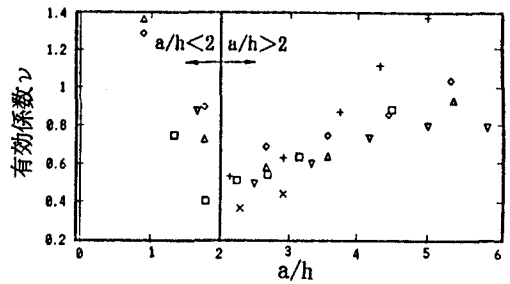


図-2 a/h と ν の関係

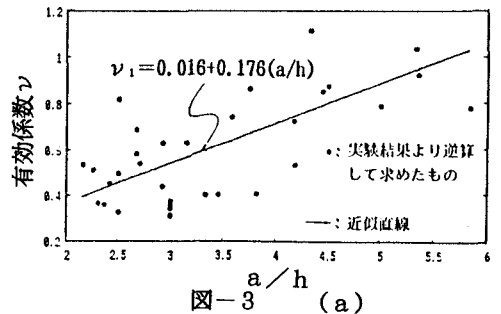


図-3 (a)

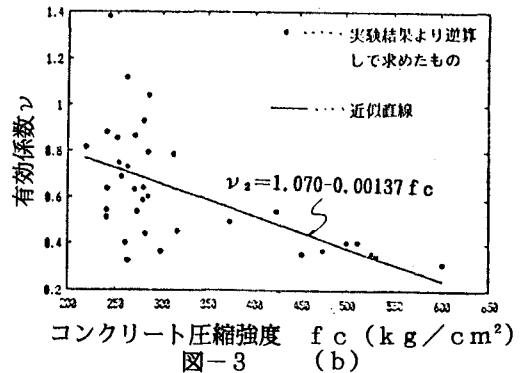


図-3 (b)

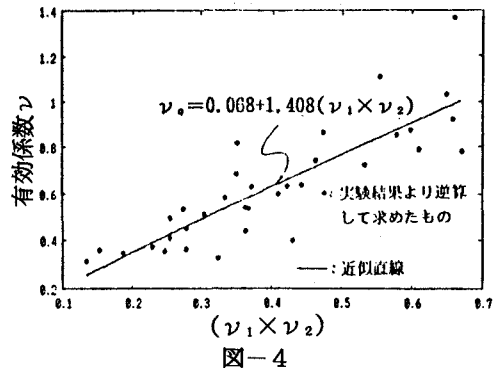


図-4