

鉄筋コンクリートディープビームに対する塑性せん断強度の適用性に関する考察

日本大学 工学部 正会員 原 忠勝

1. はじめに

鉄筋コンクリートディープビームのせん断耐力算定式については、割裂理論、斜め引張破壊を基準とするもの、アーチ又はトラスのストラットの破壊を考えるもの及び経験式によるもの等が提案されている。しかし、これらの算定式は、或る領域については良く一致するが、ACI及びCP110などに規定されるRCディープビームの領域全般については、統一的な見解が得られていないのが現状である。このためディープビームのせん断耐力算定については、破壊機構及び適用範囲を明確にできるような理論的な検討の望まれる分野である。

よって、本報告においては理論的アプローチの可能と思われる塑性理論の適用性について、Nielsen¹⁾らと著者の行った実験結果とを比較し、考察を試みた。

2. 塑性せん断強度理論の概要

コンクリート、鉄筋は剛塑性体とし、コンクリートは引張に抵抗しない、鉄筋は横方向力に抵抗しないなど仮定している。又、Nielsenらによる上下界の破壊機構は図-1(a)(b)に示す通りである。

塑性強度は、次式で示される。

$$\frac{\tau}{f_c} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{V^2 \cot^2 \beta + 4\phi(V^2 - \phi)} - V \cot \beta \right)$$

$$\frac{\tau}{f_c} = \frac{V}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{a}{h}\right)^2 + \frac{4\phi(V - \phi)}{V^2}} - \frac{a}{h} \right) \quad (1)$$

但し、 $\phi \leq V/2$

$$\frac{\tau}{f_c} = \frac{V}{2} \left(\sqrt{\left(\frac{a}{h}\right)^2 + 1} - \frac{a}{h} \right) \quad (2)$$

但し、 $\phi \geq V/2$

又、著者は、 $a/d \leq 1.0$ の場合における破壊機構は、Jensenの考え方を修正し、アーチ機構によって形成されるストラットに対して仮想のヒンジを考え、ヒンジを中心に α の角度で回転し圧縮側コンクリートは、全塑性域に入り、コンクリートの終局強度 $= k_3 f_c$ まで抵抗できるものと考え次式を提案した。

$$\tau = V/bh \quad V_p = 2k_3 \text{ とし } a/h \leq 1.0 \text{ に対し}$$

$$\frac{\tau}{f_c} = -V_p \frac{a}{h} + \sqrt{\left(V_p \frac{a}{h}\right)^2 + \beta \gamma (2V_p \frac{d}{h} - \beta \gamma)}$$

但し、 $a/h = \lambda$ とする。

3. 実験方法

試験体は、 $l/d = 2.0$ とし対称2点荷重とした。支承には、可動自由とするためテフロンシート、グリスをほどこした球座を用いた。又実験条件は、 $P/d = 0.5, 1.0, 1.5$ の3種とし $a/d = 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9$ の5種を組み合わせた15体である。

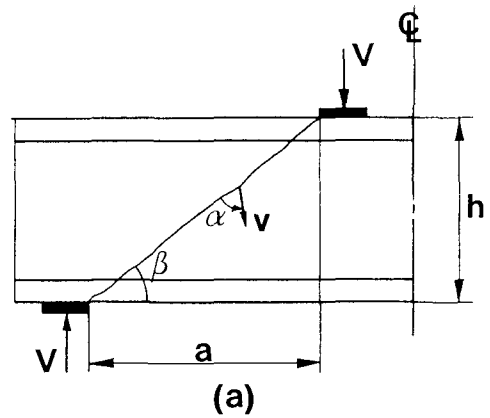
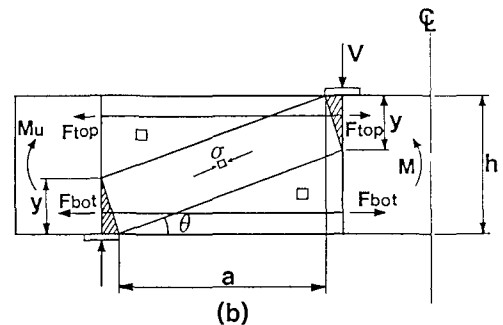


図-1 Nielsenらによる上界変位場(上界値)



Nielsenらによる応力場(下界値)

又、載荷板の幅は 15 cm とし支圧破壊を生じないようにした。さらに測定方法とし梁側面に等角ロゼットを 10 cm メッシュで配置し、鉄筋には支点、載荷点及びスパン中央にひずみゲージを貼付し測定を行なった。又、荷重-変位は、XYレコーダーで記録しひびわれの進展状況の観察を行なった。なお、載荷試験は、材令約 100 日で行なった。

4. 実験結果と理論値の比較考察

まず Nielsen については、図-3 に示されるように全般的に良い相関で $\alpha = 1.169$ $\alpha_n = 0.147$ となっている。これは、ストラット形成後、支点と載荷点内側に斜めひびわれの発生によって終局耐力に至っている現象に近いからだと思われる。

また、着者による仮想ヒンジを想定した塑性せん断強度は、全々の領域について適用する事は困難で、本実験においては鉄筋比 1.0%, $0.3 \leq a/d \leq 0.7$ が比較的良好な結果が得られただけである。(図-4)

次に参考のために二羽の式について計算を行なった。その結果、ストラットの破壊は或る程度の載荷板幅と鉄筋量が必要で、本実験の場合鉄筋量 1.0%, 1.5% のシリーズが比較的良好に一致した。(図-5)

5. まとめ

Nielsen 等によって提案されている塑性理論を用いた鉄筋コンクリート梁のせん断破壊理論は、ディープビームの耐力算定式としてはまだまだ検討する点が残されていると思われる。しかし、せん断破壊機構の解明に対する塑性理論的アプローチの妥当性を示唆しており、今後の検討いかんでは、設計法への適用が可能な方法である。

むすび

本研究に当っては、相本正幸氏(卒研)の協力を得た事を付記し、ここに謝意を表する次第である。

〈参考文献〉

- 1) Nielsen, M.P. et al., "Shear Strength of Prestressed Concrete Beam without Shear Reinforcement," Mag. of Concrete Research, Vol. 30, No. 104, Sept., 1978, pp. 119-128
- 2) 原, 第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, 1983. 10, pp. 105-110.
- 3) 二羽, 第2回RC構造のせん断問題に対する解析的研究に関するコロキウム論文集, 1983. 10, pp. 119-128

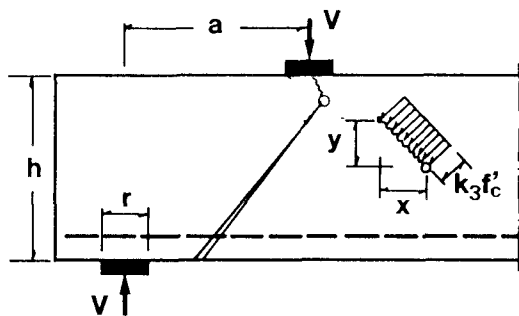


図-2 破壊機構モデル(仮想ヒンジによる)

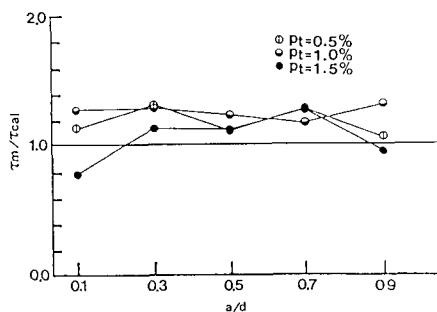


図-3 実験値と理論値の比較 (Nielsen)

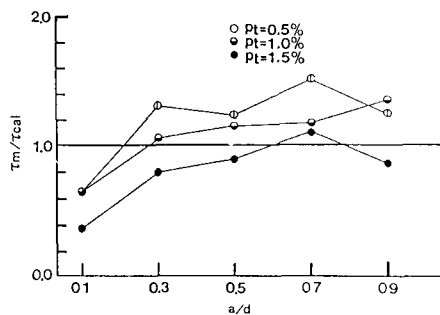


図-4 実験値と理論値の比較 (原)

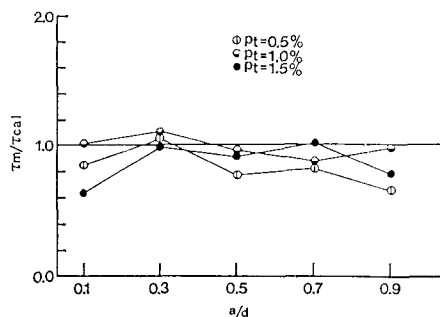


図-5 実験値と理論値の比較 (二羽)