

V-46 耐荷機構に軟化構成則を用いたコーベルのせん断耐力

日本大学大学院 学生員 ○中上 和仁

日本大学工学部 正員 原 忠勝

1. はじめに

RCコーベルの既往のせん断耐力算定法として、割裂理論、せん断摩擦説、トラスまたは2ヒンジのタイドアーチのつり合い、経験式、塑性理論および有限要素法等の数値解析法などが知られている。一方、コンクリートの構成則に関する研究が進み、ひずみ軟化を考慮した構成則が、RC部材の解析に用いられるようになった。

そこで本研究においては、RCコーベルのせん断耐力算定に耐荷機構と軟化構成則を用いて解析を行い、実験結果との比較を行ったものである。

2. 耐荷機構を考慮した解析モデル

RCコーベルは、斜めひびわれ発生後、ウェブコンクリートの主圧縮応力が直線的になることから、これを圧縮ストラットに近似した[1]。これより本解析では、図-1に示すように、コーベル内部の力の流れがトラス的な耐荷機構になると考え、斜めひびわれ発生後におけるウェブコンクリートを圧縮ストラット、主鉄筋を引張タイ材としてモデル化し、力のつり合いよりせん断耐力を評価することとした。

またせん断耐力は、力のつり合い条件（ $\Sigma V=0$ 、 $\Sigma M=0$ ）を用いることにより式-1および式-2として得られる。

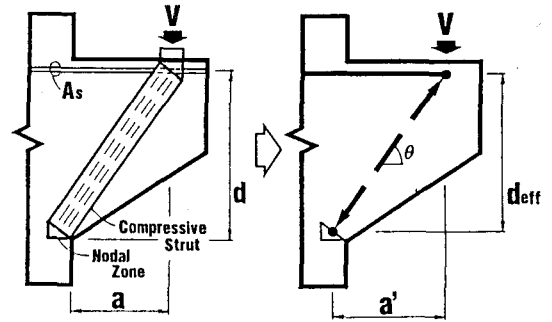


図-1 つり合い機構のモデル化

$$\Sigma V=0 \text{ より } Vu1 = A_s \cdot f_{c2max} \cdot \sin \theta \quad \dots\dots (1)$$

$$\Sigma M=0 \text{ より } Vu2 = \frac{T \cdot d_{eff}}{a'} \quad \dots\dots (2)$$

また、式-1における圧縮ストラットの断面積 A_c および圧縮強度 f_{c2max} は、nodal zoneの大きさを仮定することにより得られ、式-2におけるタイ材の引張力 T は、nodal zoneに作用する力のつり合いを考慮することにより得られる。これより本解析では、nodal zoneを仮定し、式-1および式-2より求まるせん断耐力が等しくなるまで繰り返し計算を行う。

ここで、ストラットの圧縮強度 f_{c2max} は、図-2に示すように、VecchioとCollins[2]により提案されている軟化コンクリートの構成則を用いる。なお圧縮ストラットは、最大耐荷能力状態（ $\epsilon'_c=2000\mu$ とする）であるとし、ストラットの圧縮強度が、ひびわれの入ったコンクリートの支圧強さを越えないものとする（式-3）。また主引張ひずみ ϵ_1 は、破壊時におけるストラット付近のコンクリートおよび鉄筋のひずみ状態を考慮することにより得られる（式-4）。鉄筋の応力-ひずみ関係は、完全弾塑性体であると仮定する。

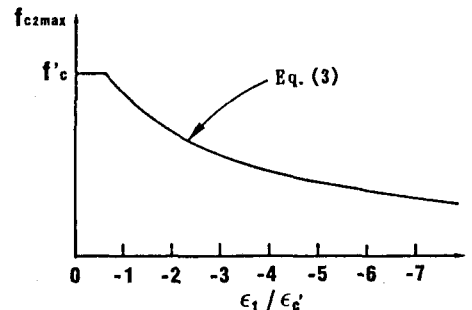


図-2 コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係

$$f_{c2max} = \frac{f'_c}{0.8 + 170 \varepsilon_1} \leq 0.85 f'_c \quad \dots\dots (3)$$

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_s + (\varepsilon_s + 0.002) \cot^2 \theta \quad \dots\dots (4)$$

3. 算定結果と実験結果の比較

本解析法と実験結果の比較は、1981年に原ら[3]が行った $a/d=0.3, 0.5, 0.7$ 、 $p_w=0.42, 0.84, 1.32\%$ 、 $W_b=7.5, 10.0\text{cm}$ を実験条件としたコーベル部材(計18体)および同一条件で行われたフーチング部材(計18体)の実験結果を用いて行った。

図-3, 4は、それぞれコーベル部材およびフーチング部材について計算を行った結果と実験結果を比較したものである。図に示すように、コーベルおよびフーチング部材とも同様な傾向がみられ、実験値/解析値の平均は、コーベル部材の場合が1.298、フーチング部材の場合が1.248、変動係数がそれぞれ31.0%および25.0%と大きくなった。また、曲げ破壊をした $p_w=0.42\%$ のシリーズを除くせん断破壊のデータでは、平均がそれぞれ1.080および1.052、変動係数が6.8%および9.9%と比較的良好の結果が得られた。これは本解析法がストラットの破壊(せん断破壊)を前提としているため、破壊形式が異なる鉄筋量の少ない試験体($p_w=0.42\%$)においては、せん断耐力を評価できなかったものと考えられる。

4. まとめ

本解析法は、トラス的なつり合い機構に軟化構成則を用いてせん断耐力を評価した。これらの結果よりストラット上でのせん断破壊をした試験体に限定すれば、良い結果が得られた。今後は、本解析法の適用範囲の検討および破壊様相の違いを表現できるような考慮が必要であると思われる。

【謝辞】本研究において、貴重な御助言、御指導を賜りましたハワイ大学Harold S. HAMADA教授に深く感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 原忠勝, 富内俊介: コーベルの破壊様相やせん断耐力に及ぼす載荷幅の影響, コンクリート工学年次論文報告集, vol.11-2, pp.369-374, 1989
- [2] Vecchio, F. J., and Collins, M. P.: The Modified Compression-Field Theory for Reinforced Concrete Elements Subjected to Shear, ACI Journal, Vol. 83, No. 2, pp.219-231, Mar.-Apr. 1986
- [3] 原忠勝, 北田勇輔: a/d の小さい鉄筋コンクリート片持部材のせん断破壊に関する実験検討, 第5回コンクリート工学年次講演会, pp.353-356, 1983

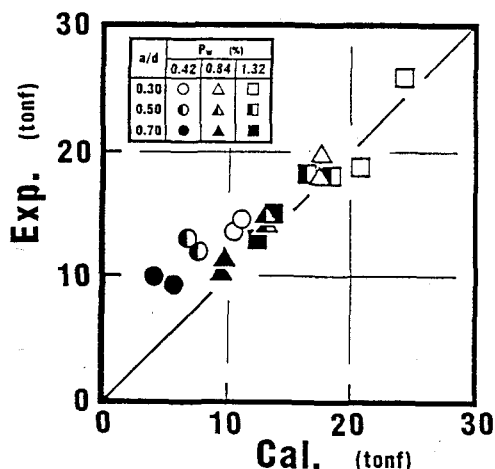


図-3 コーベル部材における
解析結果と実験結果の比較

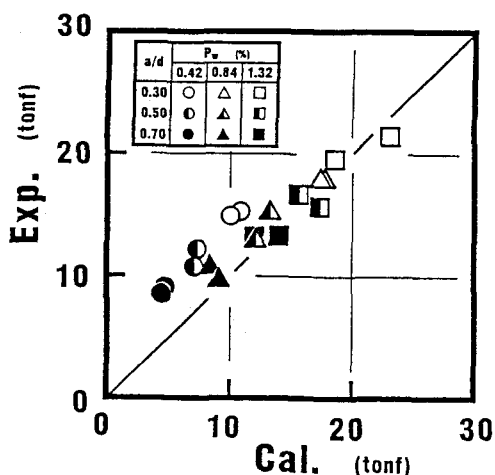


図-4 フーチング部材における
解析結果と実験結果の比較