

付着メカニズムのモデル化における要因と感度解析

徳島大学大学院 学 生 員 ○山田圭一
徳島大学工学部 正 会 員 島 弘

1. 目 的

鉄筋コンクリート構造物（RC構造物）の挙動の解析を行ううえで、鉄筋とコンクリートとの付着性状を把握することが重要である。一般的には、付着は付着応力－すべり関係（ $\tau-S$ 関係）で表されるが、これは多くの要因に影響される。そこで、島らは、ひずみの影響を取り入れることによりこれらの要因を考慮したモデル・付着応力－すべり－ひずみ関係（ $\tau-S-\epsilon$ 関係）を実験的に定式化している。¹⁾

本研究は、実験的に定式化された $\tau-S-\epsilon$ 関係を解析的に求めるものであるが、現段階では鉄筋のまわりに発生する内部ひびわれに注目して、付着メカニズムのモデル化を試みた。

2. 解 析

2.1 片持ちばりモデル

コンクリート中に埋め込まれた異形鉄筋に引張力を作用させると内部ひびわれが発生する。そこで、付着機構をモデル化するために、図－1で示すように内部ひびわれ間のコンクリートを片持ちばりであると仮定して付着応力－すべり－内部ひびわれ長さ関係（ $\tau-S-L_c$ 関係）として考えた。

2.2 影響要因

$\tau-S-L_c$ 関係における影響要因として鉄筋のポアソン比の影響、コンクリートの非線形性の影響、コンクリートの支圧面積を解析に取り入れた。

2.2.1 鉄筋のポアソン比の影響

鉄筋に引張力を作用させるとひずみを生じる。このひずみを鉄筋のポアソン比を用いて表し、これを図－1で示す片持ちばりに対して水平方向、鉛直方向に分割し、このときのそれぞれの変位を X 、 Y とする。すべり量を同じと考えると、ポアソン比を考慮した水平変位 δ_{H1} と鉛直変位 δ_{U1} は次式のようにになる。

$$\delta_{H1} = \delta_H + X \quad (1)$$

$$\delta_{U1} = \delta_U - Y \quad (2)$$

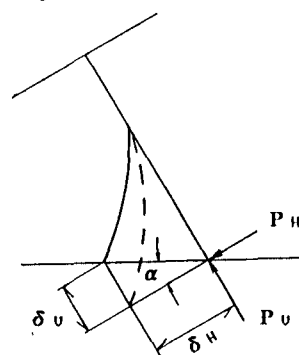
2.2.2 コンクリートの非線形性

コンクリートの非線形性を取り入れるために、コンクリートの応力－ひずみ関係として図－2で示すような示方書のモデルを用いた。また、示方書のモデルでは、 ϵ_c が0.2%以上になると σ_c は一定としているが、ここでは一定としないで図－2で示すように線形で増加するようにした。

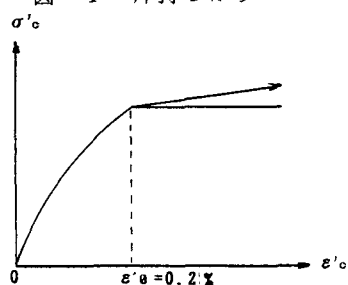
2.2.3 コンクリートの支圧面積²⁾

図－3に示すようにコンクリートの断面幅 L を考える。ふし前面ではふし高さ h_e を用いると

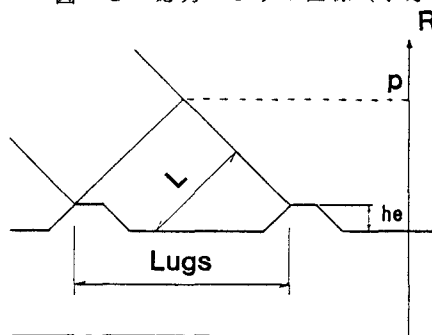
$$L_1 = h_e / \sin \beta \quad (3)$$



図－1 片持ちばりモデル



図－2 応力－ひずみ曲線（示方書）



図－3 コンクリートの支圧面積

β : ふし前面と鉄筋軸とのなす角度 $= 45^\circ$
 である。ここで、 R を鉄筋軸からの距離とする。この R を徐々に増加させ、断面幅 L を増加させる。圧縮面積 A_r はこの断面幅 L を用いて表すと、

$$A_r = R \cdot d\theta \cdot L \quad (4)$$

$d\theta$: 微小角度

そして、 R が p の位置をより大きくなったとき、 L を次式のように一定とした。

$$L = L_{ugs} \cdot \cos \alpha \quad (5)$$

L_{ugs} : ふし間隔

α : 内部ひびわれが鉄筋軸となす角度

影響要因を取り入れた計算のフローチャートは、図-4で示す。

3. 解析結果および検討

まず、ポアソン比 ν をそれぞれ0, 1/3とし、内部ひびわれ長さ L_c を10cmとしたときの $\tau-S-L_c$ 関係の解析結果を図-5に示す。結果より、ポアソン比を1/3とした場合に現れているすべりの増加はポアソン比の影響によるものと考えられる。よって、微小ではあるが、ポアソン比の影響はいくらか認められた。

また、鉄筋軸からの距離 R と鉛直方向の応力 σ_v の関係を求めた解析結果を図-6に示す。コンクリートの支圧面積を考えた場合、断面幅の変化にともない応力の変化も著しくなると考えられるが、そのような傾向はほとんどみられなかった。また、その断面幅を変化させている部分と一定としている部分の境界部分において不連続面が生じると考えられるが、それもほとんど見られなかった。これは、ふし間隔が短いためにあまり影響を示さなかったと考えられる。

4. 結論

付着応力-すべり-内部ひびわれ関係を考慮して解析を行った結果、RC構造物における鉄筋とコンクリートとの付着ではポアソン比の影響はいくらか認められる。

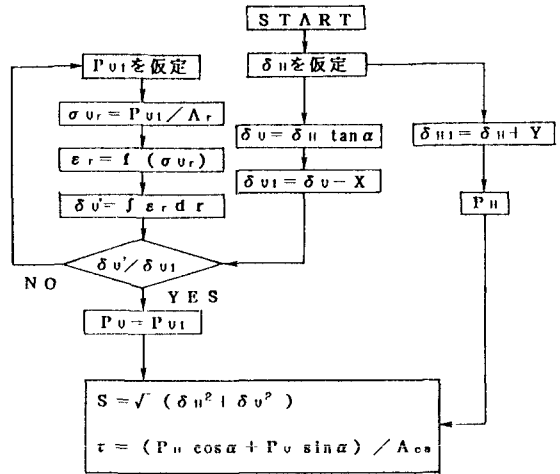


図-4 フローチャート

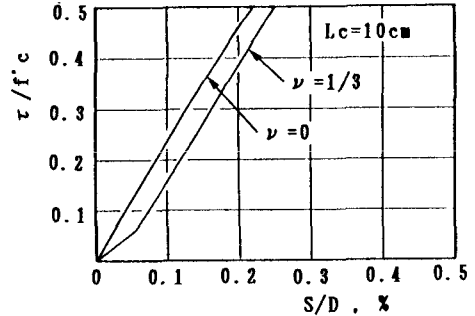


図-5 付着応力-すべり-内部ひびわれ関係

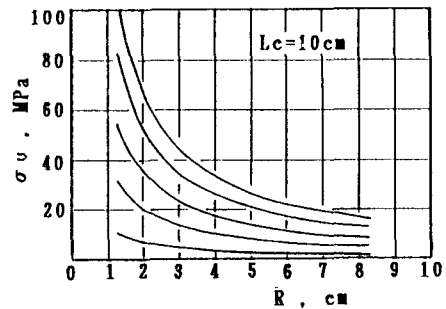


図-6 鉄筋軸からの距離 R と鉛直応力 σ_v の関係

【参考文献】

- 1) 島・周・岡村：マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係，土木学会論文集，第378号/V-6, pp. 165~174, 1987年2月
- 2) 国分・岡村：太径鉄筋の使用に関する研究，土木学会論文報告集，第202号, pp. 103~113, 1972年6月