

コンクリートの付着応力の分布の計算と実験

信州大学工学部	正員	○伝田 正直
〃	正員	長 尚
〃	学生	倉谷 勝敏
〃	学生	高橋 秀樹

(1) まえがき

異形鉄筋の押板試験とこれを想定した有限要素法による計算とから鉄筋とコンクリートの付着応力分布が渡うつことを検討しているがその後の成果について報告する。

(2) 実験概要

鋼製パイプを巻いた供試体のコンクリート圧縮強度は今まで $\sigma_{28} = 250 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ の配合で行なってきたが、鉄筋がすべり抜ける前に鉄筋の接着面(凹型に加工し、もとの直径になるように接着剤で接着した)が剝離したり、鉄筋が座屈したりして、鉄筋がすべり抜ける荷重段階がうまくつかめなかった。そこで鉄筋がすべり抜けるまで応力分布を求めることが出来るように、コンクリートの強度を $\sigma_{28} = 150 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ に下げた配合で実験を行なった。

(3) 計算における摩擦力の考え方

非線形計算で付着のすべりを付着強度(τ_{om})と付着応力(σ)の関係で扱った。この付着強度を求める式中の摩擦力の項の半径方向応力(σ_r)の取り方はまず図-1に示す方法で考えた。この方法は鉄筋の突起部分の各要素の重心での σ_r の平均を用いている。しかしこの方法で σ_r を定めると鉄筋の要素で求めた σ_r がそれに接するコンクリート要素で求めた σ_r より大きな値となるため、 σ_r を大きくとりすぎると思われる。そこで次に図-2に示すように改め、計算することにした。これは鉄筋の突起部分の要素 a から鉄筋とコンクリートが接する節点 i 、 j の節点応力を求め、辺 ij の中点の応力(σ_{ra})を a および j の節点応力の平均として求め、同様にして突起に接するコンクリート要素 b から辺 ij の中点の応力(σ_{rb})を求める。そして σ_{ra} と σ_{rb} の平均を接触面 ij での σ_r とする。このようにして求めた σ_r を τ_o 、 τ_{om} を考える範囲について図-2のように平均し、これを用いて摩擦力を決定する。いずれの方法においてもある点での鉄筋の z 方向応力は z 軸に沿って z_{om} 、10要素の平均(σ_{zi-1} 、 σ_{zi} 等)とし、 τ_o 、 τ_{om} の考える範囲およびコンクリートの弾性係数を減少させる範囲は4cmとする。

(4) 実験結果および計算結果

コンクリートの強度を $\sigma_{28} = 150 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ の配合にした場合の実験結果と鉄筋の応力(σ_s)と付着応力(τ)について整理して図-3、4に示す。図-3は36号、図-4は35号で鉄筋がすべり抜けた結果である。

計算結果を図-1の方法で純付着力(τ_{og}) $10.0 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ 、機械的抵抗(

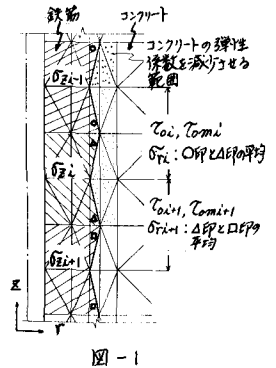


図-1

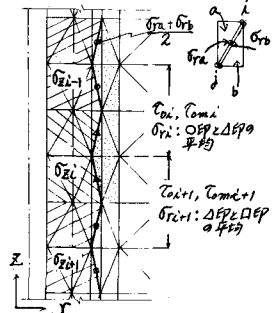


図-2

σ_{yg} 25.0 (kg/cm^2), 摩擦係数(μ) 0.10, 荷重 20 $\pm$ とした場合について図-5に, 図-2の方法で $\mu=0.25$ (他の条件は図-5の場合と同じ)とした場合について途中結果を図-6に示した。図-5中にプロットした実験値は図-4の荷重 20 $\pm$ のときの値である。

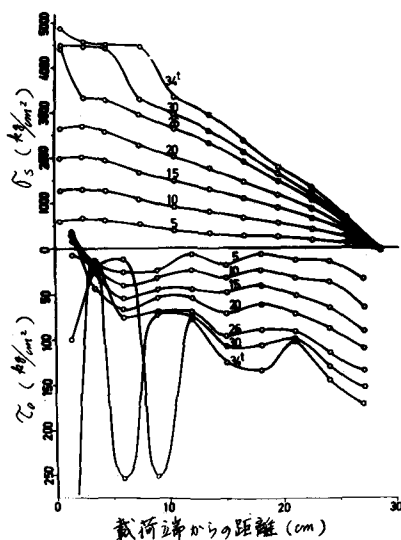


図-3

(5) 考察

実験結果(図-3, 4)の鉄筋の応力分布で鉄筋がすべり抜ける荷重近くなるに連れて載荷端から5~10cm程度まで鉄筋との付着が切れた領域が進行し, 26 $\pm$ 付近では載荷端に最も近い部分の応力が急激に増加する傾向が見られる。これらのため付着応力分布に大きな山が生じ, 鉄筋がすべり抜けるまで少しづつ載荷遠端に移動している。

計算結果(図-5)は σ_c を計算するとき図-1の方法で σ_r を定め, 繰り返し計算したとき12回目に $\sigma_c < \sigma_{cm}$ の結果が得られた。この結果を実験結果(図-4)の20 $\pm$ に対する鉄筋応力, 付着応力分布と比較した場合, 弾性計算(1回目)よりも非線形計算のほうが実験結果に近づいている。

(6) あとがき

計算では σ_{cm} を計算するとき図-2の方法で σ_r を求めた場合の結果はまだ得ていない。実験と計算の傾向の違いは, σ_r の扱い方に問題があるのかどうか不明であるが, 実際に近い σ_r をとる図-2の方法で計算を進め検討している。 σ_{op} , σ_{yg} , μ の値にも検討しなけねばならない点があると思われるのでこのこともあわせて検討を進めている。

参考文献 渡辺明「鉄筋の付着ばうびにプレストレストコンクリートの付着長に関する研究」, O.C. ツィンキー・ウィッツ, Y.K. チューン共著, 吉識雅夫監訳「マトリックス有限要素法」

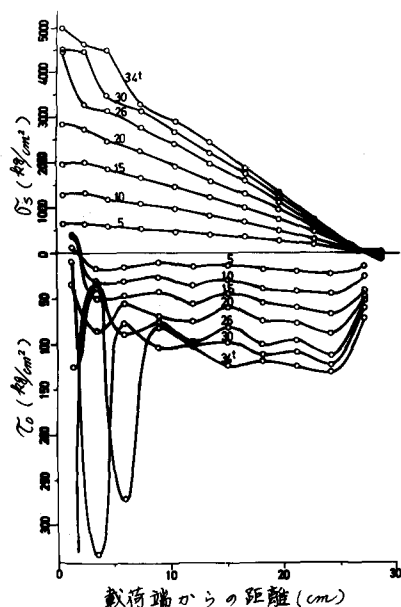


図-4

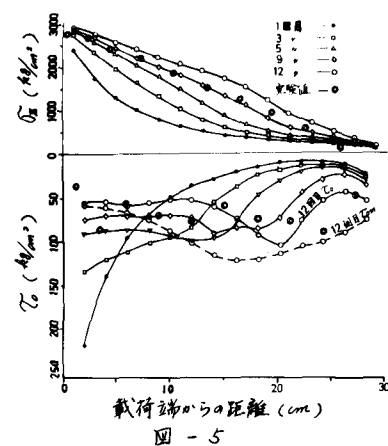


図-5

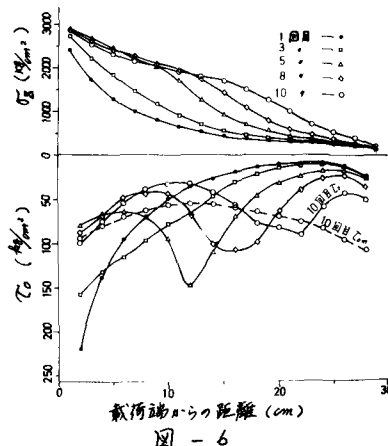


図-6