

信州大学工学部 正〇傳田正直
信州大学工学部 正 長 尚

(1) まえがき

限定された断面に主鉄筋を多く要する場合、示方書に定められている鉄筋間隔では配筋できなくなることがある。このようなとき、鉄筋数本を一つに束ねて使用することが最近多く行なわれている。しかし、鉄筋を束ねたためにどの程度付着応力の減少が生ずるか、はっきりしない。そこで、束ね鉄筋の付着応力分布を実験および有限要素法による解析とから明らかにし、付着応力の減少度を究明しようとした。ここでは、これらに対する予備実験および予備段階の解析について報告する。

(2) 実験概要

予備実験として、異形鉄筋(D29)一本の場合について行なった。実験方法は渡辺明氏が行なった方法を参考にして決定した。鉄筋を縦に割り、その面に溝を切りストレインゲージを貼付後、接着剤で貼合せて使用した。リード線にはエナメル線を使用した。供試体の断面が $15 \times 15\text{cm}$ 、高さ 30cm である。この押抜試験を行って付着力の分布を求めた。骨材は表-1に示すような千曲川産のもの、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

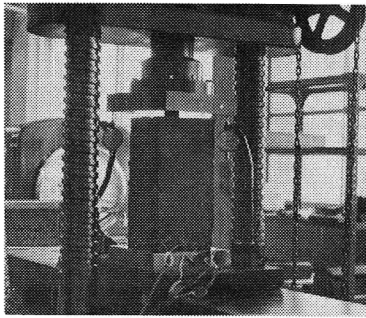


写真-1

表-1

	比重	粗粒率	粒度
細骨材	2.57	2.4	20~10mm 50%
粗骨材	2.58		10~5mm 50%
セメント	3.15		

コンクリートの設計基準強度は $250(\%)$ とし、配合を表-2に示す。図-2にストレインゲージの貼付位置を示す。束ね鉄筋の実験を行おうときには高さは変えないが、断面は $20 \times 20\text{cm}$ に変えて行おう。ストレインゲージの位置も載荷端付近ではもっと密にする。又、押抜試験では鉄筋が圧縮とれるため、実際の部材中の状態と異なるので実際の状態に近いほう試験についても行なっている計画である。

表-2

粗骨材最大寸法(mm)	スランポ(cm)	水セメント比(%)	単位水量(kg)	単位セメント量(kg)	単位細骨材量(kg)	単位粗骨材量(kg)
20	10	50	177	354	753	1027

(3) 実験結果

異形鉄筋一本の場合の押抜試験結果を図-3に示す。この結果は渡辺明氏の実験結果と同様の傾向を示している。

(4) 有限要素法による解析

一本鉄筋の場合は図-1に示すよう供試体断面の中心に鉄筋を入れてあるので、鉄筋の軸に対して軸対称な構造物と考えた。Z方向は鉄筋の軸に直角な面でいくつか等分割し、Y方向は鉄筋とコンクリートが接する付近で分割要素が小さくなるように分割した。計算

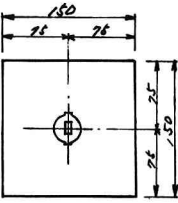


図-1

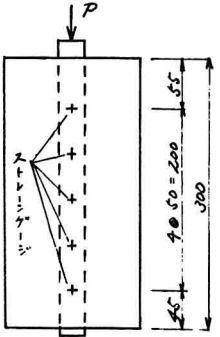


図-2

に用いる分割を図-4に示す。異形鉄筋のリブの扱
いは図-6, (a), (b), (c) 中の斜線を付した
部分のごとく, 実際のリブ間隔とほとんど等しくな
るように鉄筋の隣接部分の要素を鉄筋の延長と考
え, 座標軸は鉄筋軸方向をZ軸, ニットと直角方向を
r軸とする。伏鉄体と底板の接する部分はZ軸方向
の変位が0であるから図-4中の○印の節点変位を
固定して解析する。

次に束ね鉄筋の場合には有効周長(図-5の実際
部分)と等しい周長をもつ一本鉄筋と仮定し, 近似
的に軸対称で解析する。r=0付近に分割要素がな
いのはストレージ貼付用の溝があり空洞のた
めである。空洞部分の半径は換算断面で決定してあ
る。有限要素法を用いる場合の基本式は次のよう
にある。

$$\{\epsilon\} = \begin{Bmatrix} \epsilon_z \\ \epsilon_r \\ \epsilon_\theta \\ \gamma_{rz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial z} \\ \frac{\partial u}{\partial r} \\ \frac{u}{r} \\ \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial r} \end{Bmatrix} = [B]\{\delta\}$$

$$[B_i] = \frac{1}{2\Delta} \begin{bmatrix} 0 & C_i & 0 \\ b_i & 0 & 0 \\ \frac{b_i}{r} + b_i' + \frac{C_i}{r} z & 0 & 0 \\ C_i & b_i & b_i' \end{bmatrix}$$

$$\{\sigma\} = \begin{Bmatrix} \sigma_z \\ \sigma_r \\ \sigma_\theta \\ \tau_{rz} \end{Bmatrix} = [D]\{\epsilon\}, \quad [D] = \frac{E(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)} \begin{bmatrix} 1 & \frac{\nu}{1-\nu} & \frac{\nu}{1-\nu} & 0 \\ \frac{\nu}{1-\nu} & 1 & \frac{\nu}{1-\nu} & 0 \\ \frac{\nu}{1-\nu} & \frac{\nu}{1-\nu} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1-2\nu}{2(1-\nu)} \end{bmatrix}$$

$$[k] = 2\pi \int \int [B]^T [D] [B] r dr dz$$

節点外力は円周方向に積分した値を用いる。求めた応力中, 鉄筋
部分のZ方向の応力(σ_z)の変化から付着応力を計算する。図-7
に軸対称物体の応力とひずみ成分を示す。

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. ツインキー-ウィッツ, Y.K. チュ
ン共著, 吉成雅夫監訳「マトリックス有限要素法」

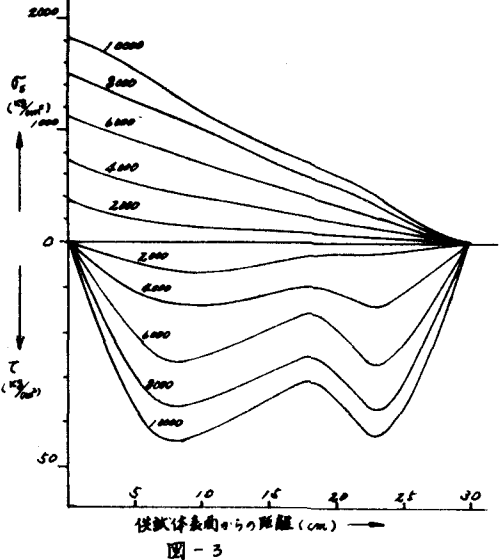


図-3

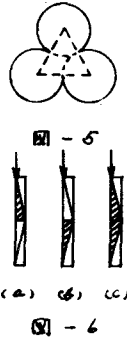


図-6

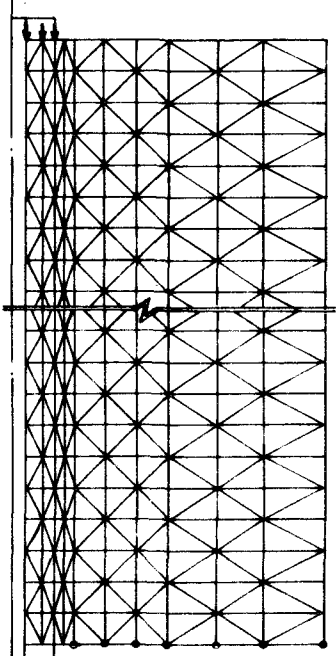


図-4

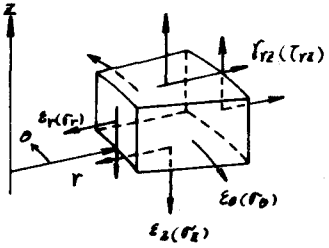


図-7