

九州大学 工学部 正員 松下 啓通
大分大学 土木工学部 正員の丸山 巖

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の解析には、鉄筋とコンクリートが一体となつて外力に抵抗するために両者と結びつける付着応力について十分検討されるべきではない。本稿はこの点として、引抜き試験方法による付着応力分布を、水野・浪辺方式により求め、埋込み長さ及び付着応力分布に及ぼす影響について実験した結果を述べるものである。

2. 試験方法

直径が16, 25, 32mmの3種の普通丸鋼の埋込み長さをそれぞれ10, 20, 30cmの3種にかえた計9種類の引抜き試験供試体を作製し、図-1に示すように引抜き試験をおこなひ、付着応力分布を調べた。コンクリート材料は普通ポルトランドセメント($\gamma_c=3.17$), 川砂($\gamma_s=2.61$, F.M.=2.53) 碎石($\gamma_g=2.61$, F.M.=6.77, 最大粒径20mm)であり、その配合は、単位セメント量 360 kg/m³, w/c=55%, S/a=45%, Air=4% とした。引抜き試験日(コンクリート材令28日)におけるコンクリートの圧縮強度は276~332 kg/cm²である。なお、供試体は、引抜き試験時の荷重端が下になるようにして打設した。

3. 試験結果

(1) σ_s の分布

各供試体ごとに、荷重段階ごとに得られた鉄筋の応力 σ_s と付着応力 τ_0 の分布を求めた結果のうち、 $\phi 25^{mm}$ の場合で、埋込み長さ l_s が20cmと30cmの結果を図-2に示す。従来より、引抜き試験による τ_0 の分布と調べた報告はあるが、試験結果にはばらつきが多く、定量的にこれを論ずることはまだ無理であるため、定性的な結果のみを述べる。 τ_0 の分布をみると、引抜き荷重が小さい領域では、 τ_0 は l_m の全域に存在せず、荷重端に近い部分に存在する。しかし荷重が増大するとともに l_m 全域にわたり、更に荷重が増大すると τ_0 の分布は非荷力端側にピークをも

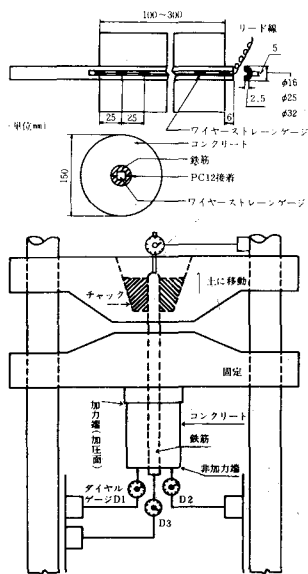


図-1 供試体および荷重装置

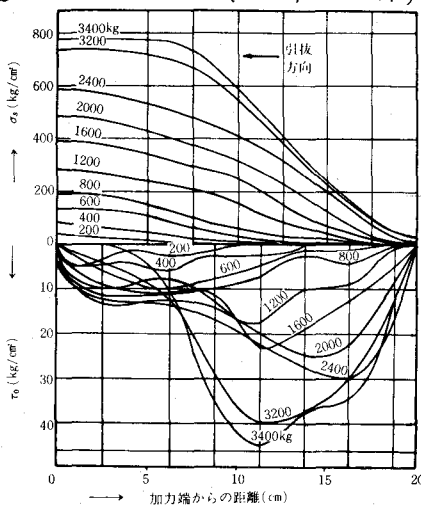
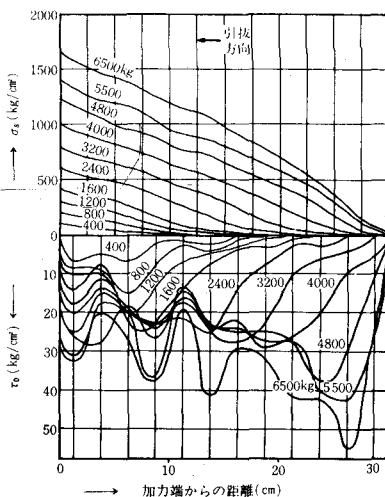


図-2

σ_s, τ_0 分布曲線 ($\phi 25^{mm}, l_s=20^{cm}$)



($\phi 25^{mm}, l_s=30^{cm}$)

つ三角形状を示す。これまでの τ_0 分布には、鉄筋径や埋込長による差異はあまり認められない。これらの影響は更に荷重を増大させ、破壊に至るまでの過程で、 τ_0 分布にあらわれるピークの数やその大きさにより生じることが推測される。すなわち、鉄筋径が細いほどピークの τ_0 の大きさは大きく、埋込長が大きいほど τ_0 のピークの値は小さくなる。(図3)

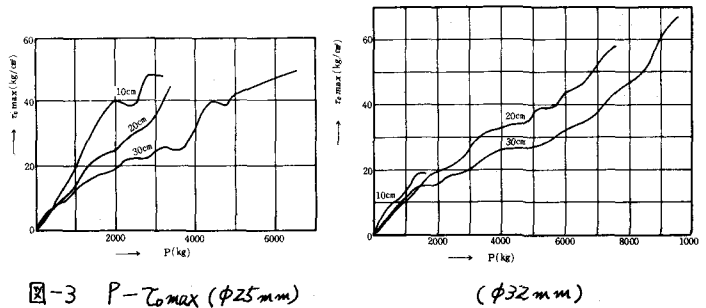


図-3 $P-\tau_{0max}$ ($\phi 25mm$)

($\phi 32mm$)

(2) 引抜き荷重Pと最大付着能力 τ_{0max}

引抜き荷重Pと τ_0 分布から求める最大付着能力 τ_{0max} の関係を図-3に示した。ほぼ比例関係にあるが、埋込長が大きいと勾配が小さく、最終値が大きくなることと示されている。勾配がゆるやかな部分は、応力の再分配されていると考えられ、 $l_m = 10cm$ のときにはこの傾向はあまり認められない。

(3) 引抜き荷重Pと各測定点の τ_0 の変化

各測定点ごとに、 τ_0 の大きさがPによつてどのように変化するかと図-4に示す。荷重Pの増大とともに、 τ_0 は上昇から下降に変化し、ピーク値(τ_{0p})が形成している。これは、 τ_0 がコンクリートと鉄筋の相対変位量に依存していることを示しているものと考えられる。すなわち、変位量の小さい領域では変位量の増大とともに τ_0 も増大するが、ある一定の変位量に達すると逆に変位量の増大に対して τ_0 が減少するようになる。このピーク値を示す相対変位量 Δl ($= \int_0^{\Delta l} \epsilon \, dx$)を σ_s 分布図から概算すると荷重端近傍で $0.01mm$ 、非加力端で $0.1mm$ と大きく変化している。このことが埋込長による τ_{0max} が異なる原因と考えられる。図-5に各測定点の τ_{0p} の大きさを示したものであり、 $\phi 25mm$ と $\phi 32mm$ と比較すると、 τ_{0p} の大きさは $\phi 25mm$ のほうが大きく、非加力端に近いほど τ_{0p} の大きさが大きくなることと示されている。

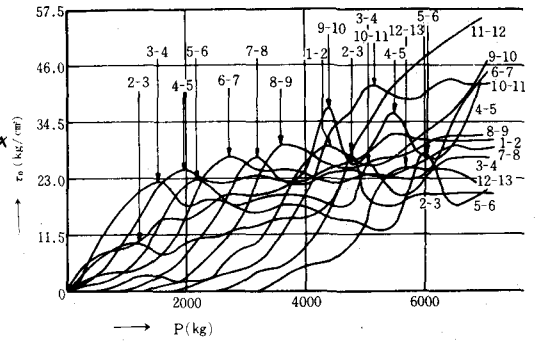


図-4 τ_{0p} の現象 ($\phi 25mm$, $l_s = 30cm$)

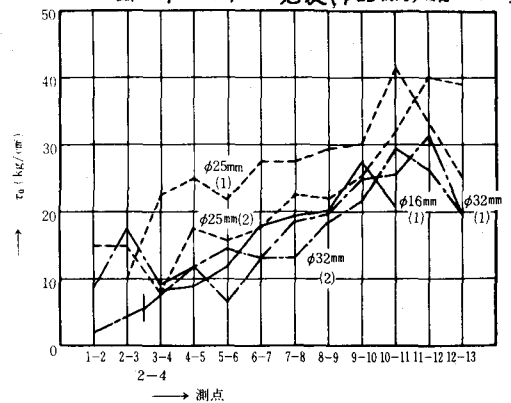


図-5 鉄筋径別各測点の τ_{0p} ($l_s = 30cm$)

(4) 引抜き荷重Pと鉄筋相対変位量 δ の関係

加力端での引抜き荷重Pと非加力端のコンクリートと鉄筋の相対変位量 δ との関係を図-6に示す。 δ が $0.1 \sim 0.2mm$ に達して急激に δ が増大しており、前記と一致する。(1)水野、渡辺、土木論文集93号(5,38-5)本実験に当り、大谷孝中、森清博、王、高橋進、藤原和、西宮、山根、助らが行った。ここに引用し引用している。

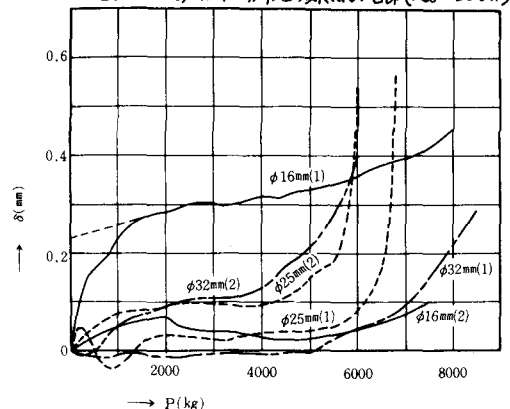


図-6. $P-\delta$ ($l_s = 30cm$)