

○ 東北大学 学生 狩野 義郎
東北大学 正員 尾坂 考夫
東北大学 正員 狩野誠一郎

1. まえかき

本研究は、フーチングコンクリートに直定着された橋脚軸方向鉄筋の定着耐力を念頭において行なわれた33個の実験供試体に対し、鉄筋引抜き耐力を検討したものである。実験は、定着長 l 、鉄筋径、鉄筋本数 n 、鉄筋間隔、供試体形状寸法等をパラメータとして鉄筋の単純引抜き供試体(図1)24個、柱-フーチング構造系供試体(図2)5個について行なわれている。なお、コンクリート圧縮強度は180~260 kg/cm²の範囲にあり、鉄筋は、横31型異形鉄筋SD35を用いた。

2. 単純引抜き供試体の定着耐力

(1) 破壊特性

耐力算定は、定着破壊面に着目し、その面に働いた応力の合力として算出されると考える。単純引抜き供試体の破壊形状はその90°が図3(A,B)に示すように、フーチング表面の近くで破壊線の角度が変化する。これは定着鉄筋先端から発生した斜めひびわれが広がる過程で、応力の流れが変化するためであると考えられる。従って耐力算定に關係するひびわれ区間は図中 a_0, b_0 で示された区間を考える。

(2) 耐力算定式

定着耐力は、 a_1 と b_1 で囲まれた範囲のひびわれ面に垂直に働く引張応力(図4①)の鉄筋軸方向成分の総和として考えられる。ここで、①の応力分布はP点で最大 f_2 となりQ点で最小となる。実験結果により分布形は三角形と仮定して考える。①の応力分布の鉄筋軸方向成分を鉄筋軸に垂直な平面上に移すと②のような分布となり、①と同様の分布形で表わせる。このようにして考えた応力度ブロックを図3に示す。

この応力度ブロックの体積と鉄筋に働く引抜き力 T の釣り合いより次式が導かれる。

$$\left. \begin{aligned} T &= \left(\frac{1}{2} \pi a_1 b_1 + b_1 c_0 \right) f_2 \quad (\text{kg}) \\ a_0 &= 3.6 \left(1 - e^{-1.5 \eta} \right) l^{0.8} \quad (\text{cm}) \\ b_0 &= 2.6 \left(1 - e^{-1.5 \eta} \right) l^{0.8} \end{aligned} \right\} [I]$$

ここで η :鉄筋本数(本)、 l :定着長(cm)、 f_2 :コンクリート引張強度(kg/cm²)である。[I]式を用いて算出した耐力計算値に対する実験値の比は、ほとんどの供試体に関して0.8~1.2の範囲におさまる。

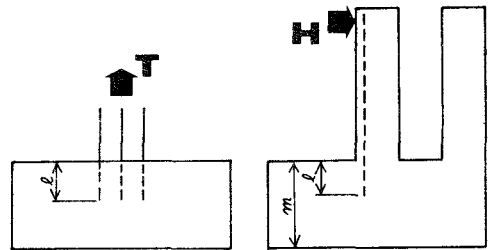


図1 引き抜き試験供試体

図2 柱-フーチング構造系供試体

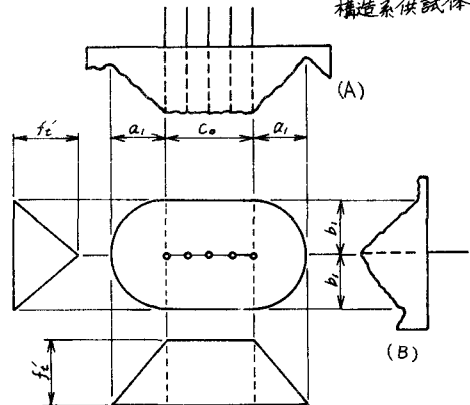


図3 代表的ひびわれ形状(A,B)

と、応力度ブロック

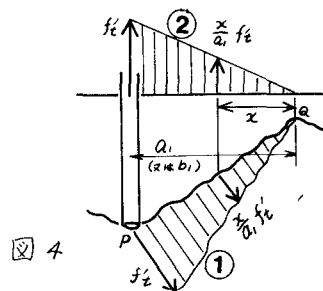


図4

3. 柱-フーチング構造系供試体の定着耐力

(1) 破壊特性

橋脚の一部をスライス状に切り出した形を想定した、柱幅とフーチング幅の等しい供試体(図5)が定着破壊する場合、鉄筋列にさう縦ひびわれと、定着鉄筋先端からでる斜めひびわれによって破壊が決定される。このとき、定着長 l に対するフーチング深さ m の比 m/l によって破壊形状が異なることが認められている。定着長 l が短い場合($m/l \geq 3 \sim 4$)破壊形状は、上に抜け上がる形式となる。そして、定着鉄筋先端から接合部圧縮側へかけての線(以下「仮想破壊線」と呼ぶ)上のひずみ分布は三角形に近い。定着長 l が長い場合($m/l < 3 \sim 4$)斜めひびわれがフーチング底部へ抜ける。この場合仮想破壊線上のひずみ分布はバラボウ型である。

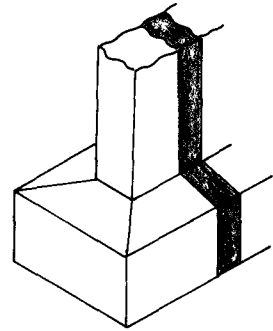


図5

(2) 耐力算定式

全鉄筋引抜き力算定式は、割裂による項と斜めひびわれによる項の和として提案される。フーチングコンクリート側面のひずみ分布から、フーチングコンクリートひびわれ面における引張応力度分布を、定着長の長短別に、図6、図7のように仮定する。ここで、定着長が短い場合、割裂の影響が小さいとして、これを無視する。斜めひびわれに垂直に作用する引張応力度の分布は、単純引抜き耐力の算定で用いた手法を用い、破壊面に斜応力の鉄筋軸方向成分を、鉄筋軸に垂直な平面に分布形を移して考える(図4)。割裂面に作用する引張応力度は、Fergusonが梁の重ね継手の耐力を検討するのに用いた付着割裂の式に基礎をおいて、鉄筋引抜き力と関係づける。

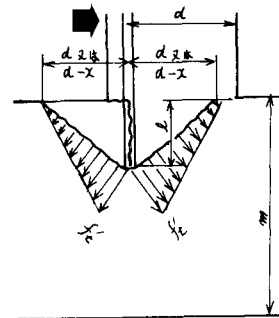


図6 $m/l \geq 3 \sim 4$

鉄筋に働く全引抜き力 T は、次式をもって提案される。

$$\left. \begin{aligned} T &= b d f_t \\ \text{又は} \\ T &= b (d - x) f_t \\ T &= \{ (b - m \phi) l + 2(d - x) b \} f_t \end{aligned} \right\} \begin{aligned} (m/l > 3 \sim 4) \\ [II] \\ (m/l < 3 \sim 4) \end{aligned}$$

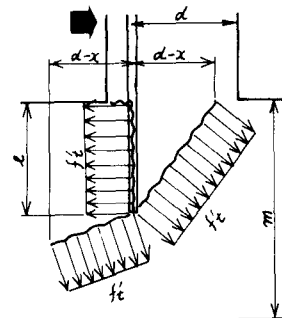


図7 $m/l < 3 \sim 4$

ここで d :柱断面有効高(cm)、 x :接合部圧縮領域長さ、 b :フーチング幅(cm)、 ϕ :鉄筋径(cm)である。[II]式を用いて算出した鉄筋全引抜き力を、柱-フーチング接合部鉄筋ひずみから求めた全引抜き力との比であらわした場合、ほとんどの供試体において0.8~1.2の範囲内におさまる。