

首都高速道路公団 正員 玉置 脩
 " " " " 〇秋元泰輔
 オリエンタルコンサルタンツ " " 横溝幸雄

1. ま え が き

第27回年次学術講演会で報告した「I-165 サンフェルナンド地震で被害をうけた高架橋についての研究(その1)」では、「橋脚の主鉄筋がフーチングより抜け出て破壊した原因は、太径鉄筋自身が持つ付着特性に起因し破壊が生じたのではなく、太径鉄筋を使用する場合の配筋上に問題があった」としているが、本実験は、より実際の構造物に近いバランスを有する供試体を用いて、フーチングに埋め込まれた普通径の鉄筋を用いた柱主鉄筋の基礎的な定着性状について、実験を行なったものである。

2. 供試体と実験方法の概要

供試体の形状および荷重方法を図-1に示す。供試体はフーチング上筋量、柱主鉄筋の定着部の形状、フーチング厚、等の異なる7種類5体である。(表-1参照)。コンクリートの強度はフーチング、柱それぞれ210kg/cm²、400kg/cm²で、柱主鉄筋は、D19(横ぶし、SD30、 $\sigma_{sy}=3900\text{kg/cm}^2$)を用いた。また、実際の構造物を考慮して、柱とフーチングの曲げ剛性比を $I_f/I_c=3.8, 3.1$ とした。設計荷重は柱下端部で柱主鉄筋応力度が計算上1800kg/cm²になる荷重(8.5t)とし、2tピッチで荷重を上げ、10tおよび最終荷重直前で繰り返し(5回)荷重を行なった。測定は主鉄筋のひずみ、抜け出し量を中心に行なった。

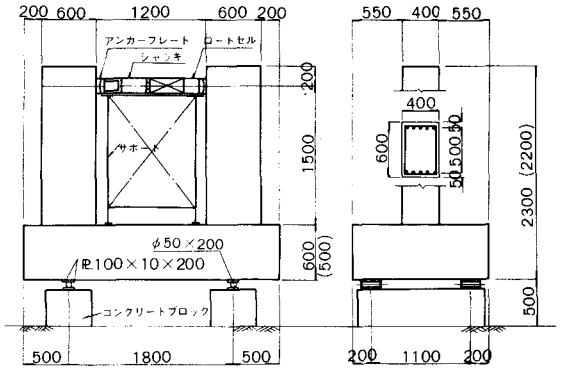


図-1 供試体形状および荷重方法

表-1 供試体および実験結果の概要

供試体種別	A	B	C		D		E
フーチング上筋量(cm ²)	10-D16=19.9	6-D16=11.9	10-D16=19.9		12-D16=23.8		12-D16=23.8
鉄筋形状	直	直	半円型フック	L型フック	半円型フック	L型フック	直
フーチング厚(cm)	60	60	60		50		50
断面図							
埋込み鉄筋長(cm)	60	60	65	70	65	70	50
備考	直筋を30mm埋め込みの場合の定着性状について検討する。 フーチング上筋は設計荷重時に必要とするだけ配筋する。	鉄筋形状およびフーチング厚は(1)と同じで、上筋を少なくしたものの。フーチング上筋は、設計荷重時に必要とするだけ配筋する。	埋込み長はRの示方書の最低値とし、半円フックをつけて定着する。フーチング厚、フーチング上筋量は(1)と同じ。	(1)と同じ主旨で、半円フックをL型フックとしたもの。L型フックの直線部の長さはACI-Codeより1.2倍とする。	鉄筋形状は(1)と同じとし、フーチングをうすくしたものの。フーチング上筋は設計荷重時に必要とするだけ配筋する。	(1)と同じ主旨で、半円フックをL型フックとしたもの。	(1)のフーチング厚をうすくしたものの。フーチング上筋量は(1)と同じ。
破壊荷重(t)	18.3	11.8	16.0		14.8		16.0
破壊時鉄筋応力度(kg/cm ²)	>3900	2050	3080	>3900	>3900	2410	>3900
破壊性状	鉄筋の抜け出し量はフック定着の(1)より多少大きい。耐力は他のものより大きい。フーチング断面が曲げ破壊し、他にもめられた斜めひびわれはない。	10t繰り返し荷重Kまで、フーチング上面のひびわれ幅が急激に増加し、鉄筋の抜け出し量も急増した。破壊時にも柱鉄筋は降伏せず、抜け出しのみ生じた。	破壊時近くになると、L型フック側のフーチング側面に斜めひびわれが発生し、しかも、ひびわれ幅の増加が急激で、破壊はL型フック側のフーチングで生じた。その時の半円フック側の鉄筋応力度は降伏点の約8.5倍であった。	(1)と同じ主旨で、半円フックをL型フックとしたもの。L型フックの直線部の長さはACI-Codeより1.2倍とする。	(1)と同じ主旨で、半円フックをL型フックとしたもの。L型フックの直線部の長さはACI-Codeより1.2倍とする。	(1)と同じ主旨で、半円フックをL型フックとしたもの。	フーチング厚がうすく直筋であったが、耐力は比較的大きい。破壊時の鉄筋の平均付着応力度は37kg/cm ² となり、最も大きい。

3. 実験結果および考察

(1) フーチング上筋量と定着性状の関係について

設計荷重までの静的荷重では、フーチング上筋量の影響は明確に表われなかったが、上筋量を必要とされる鉄筋の1/2しか配置しない場合は、繰り返して荷重をうけるとフーチング上筋は降伏点に達してひびわれが急激に増加し、柱主鉄筋のぬけ出し量も計算上の必要量を配置した場合の約2倍弱となった。破壊時には、上筋が多い場合は柱主鉄筋が降伏し、抜け出すことはなかったが、少ない場合は柱主鉄筋降伏強度の約60%で、抜け出した現象がみられた。(図-2, 4参照) なお、引張応力が直角に作用するコンクリート中における鉄筋の付着応力度 τ すべり量の関係は図-3に示すとおりであり、引抜試験の付着応力度に対し、コンクリート応力度がひびわれ強度に達した時で半分程度の値となっている。

(2) 鉄筋形状と定着性状の関係について

L型フックと半円フックの相違によって、定着性状はほとんど変わらず、破壊時にはいずれもフック部分のみで抵抗し、柱主鉄筋が降伏した。また、直定着の場合は、フック定着に対して、抜け出し量が多少大きいが、定着性状および強度とも劣らなかった。一方、フーチング上筋量および厚さが等しいにもかかわらず、フック定着の場合は直定着の場合よりフーチングの破壊強度が低下した。

(3) フーチング厚と定着強度との関係について

本試験の供試体のフーチング厚の相違程度では、その厚さがうすくてもフーチング下面における鉄筋に垂直なコンクリートの圧縮応力度が大きくなるので定着強さは増大し、破壊時には柱主鉄筋は全強を発揮した。しかし、フーチング厚がうすい場合には、破壊時近くに柱と接合している部分で斜めひびわれが発生し、フーチングの破壊強度が低下した。

4. まとめ

本実験の供試体はすべてフーチング上筋の降伏にともなう破壊を起こした。設計上必要とされる上筋量を配置しない場合には、所定の柱主鉄筋の定着強度は得られないことがわかった。一方、必要なフーチング上筋量を配置した場合には、直定着、フック定着ともに柱主鉄筋はフーチング上面で全強を発揮し、フーチング厚がうすい場合でも、先端部分のみで抵抗している結果を得た。しかし、フックをつけ最少定着長(20 ϕ)により定着した供試体は、フーチングの条件が等しいにもかかわらず、直定着の供試体よりフーチングの破壊強度が低下し、本実験の供試体のような場合のフック定着には問題があると思われる。

したがって、柱主鉄筋は、鉄筋に垂直な圧縮応力が生じているコンクリート中に定着し、30 ϕ 以上の定着長と、かつフーチング下面まで埋め込み、設計上必要なフーチング上筋量を配置しておけば、異形鉄筋の場合必ずしもフックをつける必要はないと思われる。しかし、鉄筋の抜け出しに対してより安全であると考えられるので、一般にはフックをつけて定着した方がよい。

なお、本研究は、東京都立大学 村田教授、首都高速道路公団 小村、一樹、オリエンタルコンサルタンツ 清野、忍足、和田(実験担当)諸氏の御指導、御協力により行なわれたものでここに謝意を表します。

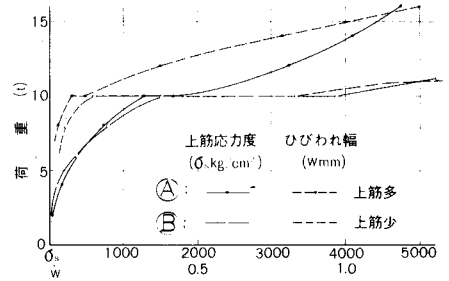


図-2 フーチング上筋量と上筋応力度およびひびわれ幅の関係

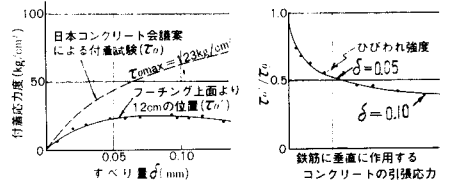


図-3 コンクリートの引張応力による付着応力度の低下

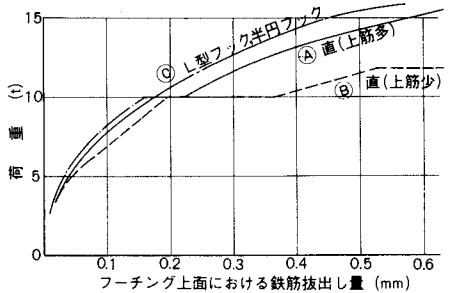


図-4 フーチング上面における柱主鉄筋の抜け出し量