

大阪市立大学大学院 学生員 吉田 祥頼  
大阪市立大学工学部 正会員 西堀 忠信

### 1. まえがき

異形鉄筋の付着強度に関してはこれまでに多くの研究がなされきている。その結果付着強度に影響する要因についてはある程度まで明らかにされてきている。しかしながら異形鉄筋の付着による破壊は一般に周囲のコンクリートの割裂によって生じる。過去の付着強度試験の多くは平均付着強度の概念で処理されてきたが、一般にコンクリートの割裂は載荷端で最初に発生し埋込み長全域に伸展して破壊する。したがって、鉄筋とコンクリートの付着をコンクリートの割裂に着目して検討を加えようとするとき、定着部鉄筋の付着応力分布を知る必要があるものと考えられる。

本研究は付着に影響する要因としてスランプ、打設位置および鉄筋のかぶりをパラメータとし各荷重段階における付着応力分布を実験により求め検討を加えたものである。

### 2. 実験概要

実験は図-1に示す梁供試体 8本を用いて行なった。使用したコンクリートの強度はスランプ 8 cm のものは平均39.09MPa、スランプ21cmのものは平均36.61MPaであった。なお配合は表-1に示す。また、鉄筋はSD-35 級のD-25一本を用いた。本実験では鉄筋の埋込み長さを30cmとし、この区間に3cm のピッチでストレインゲージを半割りした鉄筋の内部に貼付し、鉄筋のひずみを測定した。鉄筋のかぶりは5cm と2.5cm の2種とし、打設位置としては上端筋(Top Bar)と下端筋(Bottom Bar)の2種とした。ここで上端筋は、ACI の規定に準じ鉄筋下に30cm以上フレッシュコンクリートが打設される場合である。

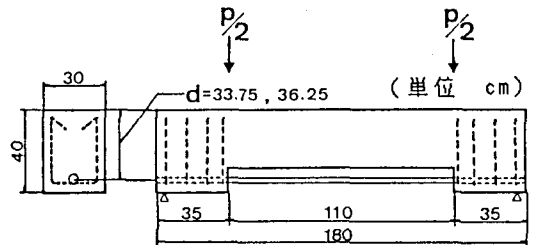


図-1 供試体の形状

表-1 示方配合

| 粗骨材の最大寸法 (mm) | Slump (cm) | Air (%) | W/C (I) | S/g (I) | 単位量 (Kg/m) |     |     |     |
|---------------|------------|---------|---------|---------|------------|-----|-----|-----|
|               |            |         |         |         | W          | C   | S   | G   |
| 15            | 8          | 2       | 50      | 49      | 195        | 390 | 828 | 899 |
| 15            | 21         | 2       | 50      | 49      | 220        | 439 | 777 | 844 |

### 3. 実験結果および考察

図-2は荷重と鉄筋各部の応力の関係を示したものである。鉄筋応力は実測ひずみとコンクリート打設前に行なったキャリブレーション試験の結果から求めたものである。切欠きが比較的小さかったので荷重50kN付近で切欠き部より曲げひびわれが発生しほぼ状態Ⅱとなった。したがって以降の解析においては切欠き部における鉄筋応力を荷重に代えて規準として用いた。

図-3は、スランプ8cm の場合の上端筋と下端筋の付着応力分布を各荷重段階で示したものである

るが、荷重が増加するにつれて上端筋と下端筋の付着応力の分布の形状に差が出てきているのが認められる。なお付着応力は鉄筋応力から求めたが実測値にはかなりのばらつきがあるので、付着応力分布は連続関数であると仮定し処理を行なった。

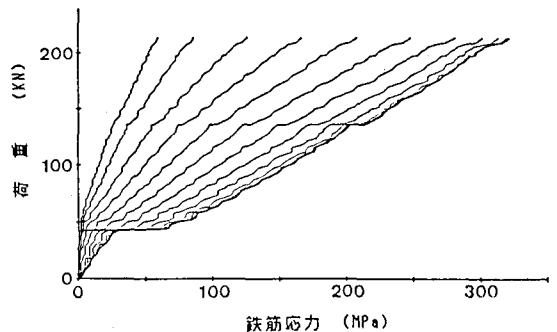


図-2 荷重-鉄筋応力曲線

次に鉄筋応力と載荷端ずれの関係を図-4に示す。図より明らかなように同じ鉄筋応力下において、上端筋の方が下端筋よりもずれの量大きいことがわかるが、これは上端筋の方が鉄筋とコンクリートの滑動に対する抵抗が小さいことを示している。そこで、使用状態の基準として0.25mmの載荷端ずれに対する上端筋と下端筋のそれぞれの鉄筋応力の比を検討してみると、上端筋は下端筋に対して約29%の付着強度の低下を示すという結果が得られた。また、この傾向はスランプが21cmの供試体において顕著に現われた。また、表-2に最大付着応力と平均付着応力の比( $\tau_{max}/\bar{\tau}$ )をとり、3つの鉄筋応力に対するこの比を示す。この表から上端筋と下端筋のどちらについても( $\tau_{max}/\bar{\tau}$ )の値は荷重段階が進むにつれ1に近づいていくことがわかるが、打設位置による差異を調べてみると、上端筋の方が1に近く、付着応力の分布形状は下端筋よりも矩形に近い形状を示すものと考えられる。

さらに、図-5に最大付着応力が生じた位置の比較図を示す。この図から荷重増加につれて、最大付着応力を生じる位置が載荷端近傍から自由端の方へ移動していくことが明らかであり、破壊に近づくとき上端筋の方が、著しく自由端の方へ移動していることがわかる。

かぶり厚については、いずれで5%程度の差しがなく、上端筋の2.5cmは完全に破壊し5cmのものはびびわれが生じたに止ったということが著しい違いであった。

スランプについても、鉄筋応力と載荷端ずれの関係については、下端筋ではまったく影響が現われなかったのに対して、上端筋ではスランプ21cmの方がスランプ8cmに対し、30%以上の付着強度の低下を示したもののさえあった。また、付着応力の分布形状と最大付着応力を生じる位置の比較のどちらについても同様の結果が得られた。

#### 4. まとめ

上端筋は下端筋の30%程度の $\tau_{0.25}$ の低下を示し、ACIの提唱値とほぼ一致した値を示した。今回の実験で用いた要因、スランプ、打設位置および鉄筋のかぶりのうち打設位置による差異が著しく、これに比べ他の2つの要因の影響は小さかった。

しかしながら、鉄筋下に打ち込まれるフレッシュコンクリートの深さが30cmより大きくなる場合については明らかでない。また、より高強度の鉄筋の場合、かぶりの影響が顕著となる可能性もあると考えられる。

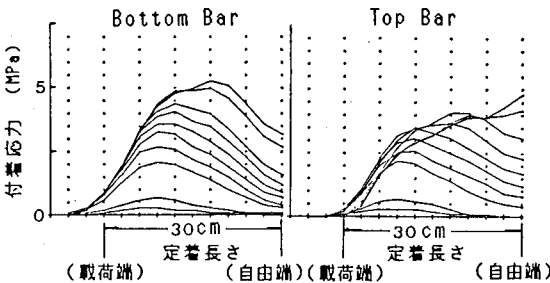


図-3 付着応力分布

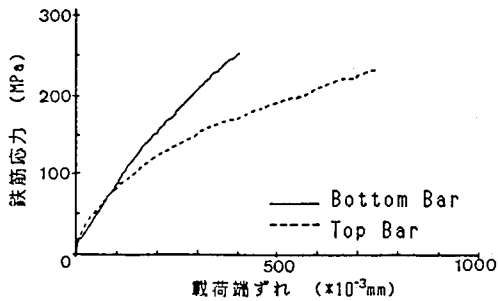


図-4 鉄筋応力-載荷端ずれ曲線

表-2 最大付着応力と平均付着応力の関係

| 鉄筋応力         |        | 100MPa | 150MPa | 200MPa |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| $\tau_{max}$ | Bottom | 1.41   | 1.30   | 1.21   |
| $\bar{\tau}$ | Top    | 1.41   | 1.10   | 1.07   |

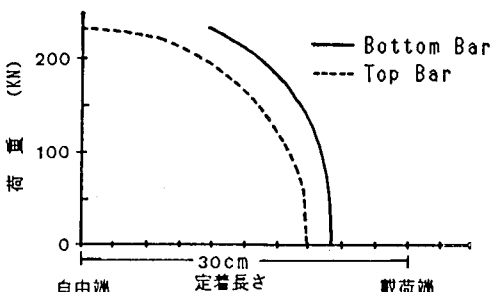


図-5 最大付着応力の生じる位置