

## 付着応力-すべり関係の経時変化

徳島大学大学院 学生員○山田 圭一  
 徳島大学工学部 正会員 島 弘  
 大林組(株) 正会員 原口華世子

### 1. まえがき

鉄筋とコンクリートとの付着構成則としての付着応力-すべり関係は、多くの要因に影響される。その影響要因の一つに時間の影響がある。コンクリートの応力-ひずみ関係に時間の影響を取り入れたものとして Songら<sup>1)</sup>の研究があるが、付着応力-すべり関係に時間の影響を取り入れたものではない。そこで、本研究は、定着長が長い供試体を用いてクリープ実験を行い、時間が付着応力-すべり関係にどのような影響をおよぼすかを実験的に検討した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 供試体

供試体は、断面が40cm×40cm、高さが70cmのコンクリートブロックの中心に鉄筋を鉛直に埋め込んだものである。定着長は、鉄筋の降伏荷重を載荷しても自由端すべりが生じないだけ十分に長い鉄筋直径の30倍とした。供試体の上部にはシースをを用いて鉄筋径の約5倍の長さの非定着部を設けた。鉄筋は、D19のねじふし鉄筋を使用し、鉄筋軸方向のひずみ分布を測定するために3D(D:鉄筋直径)4Dおよび5Dの間隔で、ひずみゲージを鉄筋の表裏14箇所に貼付した。鉄筋の性質を表-1に示す。また、供試体のコンクリート強度は、載荷時において25MPaであった。

表-1 鉄筋の性質

降伏ひずみ (μ)	降伏強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)
2125	425	196

#### 2.2 実験方法

試験は片引き試験を行い、載荷方法としては、図-1に示すように、てこの原理を利用して鉄筋に引張力を持続作用させるものである。持続荷重は鉄筋の応力で315MPaとした。また、温度の影響を考慮するために、実験は温度が20±4℃の恒温室において実施した。

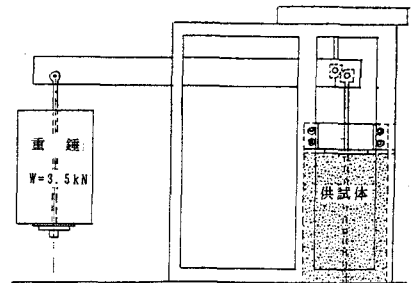


図-1 載荷装置

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 ひずみ分布

時間の経過によるひずみ分布の変化を図-2に示す。実験結果から明らかなように、時間の経過にともない供試体内部でひずみが増加している。

#### 3.2 付着応力-すべり関係

図-2に示したひずみ分布より求めた付着応力-すべり関係を図-3に示す。付着応力は、時間の経過によってすべりが大きいほど大きく低下していることがわかる。載荷時間が短い段階では、付着応力はすべりが大きいほど大きくなるが、載荷から二週間後には、すべりがある程度以上になると付着応力の低下は小さくなり、付着応力はほぼ一定値を示す結果となっている。

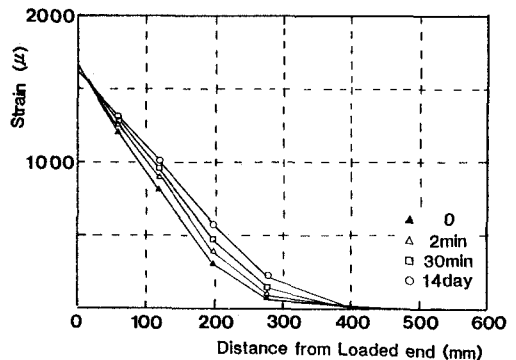


図-2 ひずみ分布

### 3.2 定式化

付着応力-すべり-時間関係を定式化するために、次式で示すように、付着応力を時間とすべり量の関数で表すことを考えた。

$$\tau = \tau_0 \cdot f(t, s) \quad (1)$$

ここで、 $\tau_0$ は単調載荷の時の任意のすべり量に対する付着応力であり、本研究では、島ら<sup>2)</sup>が提案しているコンクリート強度および鉄筋径の影響を考慮した定着長が長い場合に成立する次式を用いた。

$$\tau_0 = 0.9 f'c^{2/3} (1 - \exp(-40s^{0.6})) \quad (2)$$

ここで、 $\tau_0$ は付着応力(MPa)、 $f'c$ はコンクリート強度(MPa)、 $s = S/D$ で、 $S$ および $D$ はそれぞれすべり量、鉄筋直径である。

次に、任意のすべり量に対する各時間の付着応力 $\tau$ を計算し、より直線的に表すために $\tau/\tau_0$ および時間の関数を対数で表した。これによって、付着応力-すべり-時間関係は図-4のように示され、これより付着応力-すべり-時間関係式は次式のように表される。

$$\log(\tau/\tau_0) = (b_t - a_t \times \log(t)) \quad (3)$$

ここで、 $a_t$ 、 $b_t$ はそれぞれこの直線の傾きおよび切片であり、 $a_t$ 、 $b_t$ は $S/D$ の関数として次式のようになる。

$$a_t = -0.01 - 1.58 \times S/D \quad (4)$$

$$b_t = -0.0285 - 13.25 \times S/D \quad (5)$$

各々の時間に対する実験結果と計算結果との比較を図-5に示す。この図よりこの計算方法は時間による付着応力-すべり関係の変化を表すことができていることがわかる。特に、すべりの大きいところでは適応している。

### 4. まとめ

(1) 時間の経過による付着応力の低下は、すべりが大きいほど大きい。

(2) 付着応力-すべり-時間関係をすべりと時間の関数と考えて定式化する方法を示した。

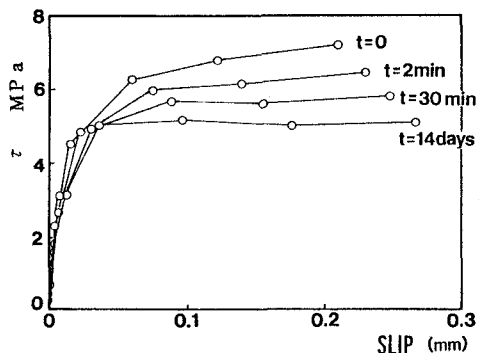


図-3 付着応力-すべり関係

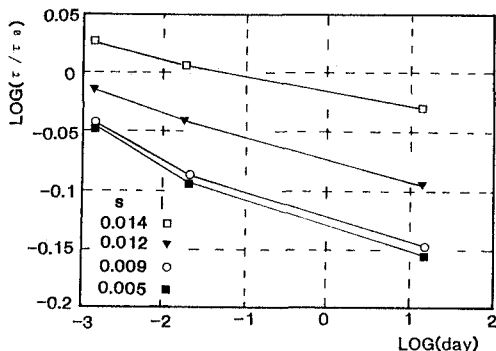


図-4 付着応力-すべり-時間関係

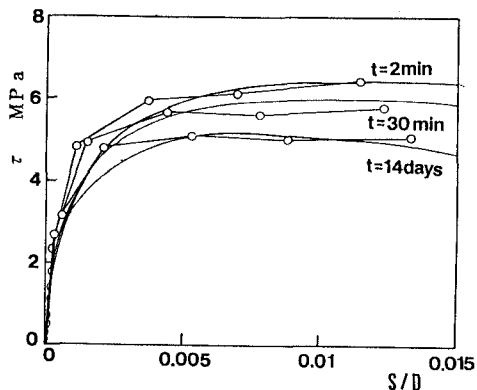


図-5 解析結果

謝辞：D19ねじふし鉄筋は住友金属(株)に提供して頂きました。ここに、深く謝意を表します。

### 【参考文献】

- 1) C. SONG, K. MAEKAWA: A Time-Dependent Uniaxial Constitutive Model of Concrete as Composite Structural Material, コンクリート工学年次論文報告集, 11-9, 1989, pp. 685-690
- 2) 島, 周, 岡村: マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係, 土木学会論文集, 第378号/V-6, 1987.2