

付着応力-すべり関係に及ぼす載荷の繰返しと時間の影響

徳島大学工学部 正会員 島 弘
 前田建設工業(株) 正会員 ○阿部 東
 戸田建設(株) 正会員 篠原賢至

1. 目的

鉄筋とコンクリートの付着特性を調べるうえで、付着応力-すべり関係についての研究が数多く行われているが、一般性をもたせるためには、載荷の時間や繰返しの影響を考慮することが必要となってくる。コンクリートの応力-ひずみ関係では、時間の影響を取り入れたものとして、Songら¹⁾の弾塑性破壊モデルを用いた研究がある。しかし、鉄筋とコンクリートの付着応力-すべり関係に、時間や荷重の繰返しの影響を取り入れた研究はない。そこで、本研究は、鉄筋とコンクリートの付着特性に及ぼす時間および荷重の繰返しの影響を調べるものである。

2. 実験

2.1 供試体

供試体は、断面が40cm×40cmのコンクリートブロックの中心に鉄筋を埋め込んだものである。定着長を自由端すべりが生じないように十分に長い60cmとし、載荷端に非定着部(10cm)のあるものと、ないもの二種類とした。D19のネジ筋鉄筋を用い、約9cm間隔に7個所の表裏にひずみゲージを貼付けた。鉄筋の降伏強度は382MPa、降伏ひずみは 2010×10^{-6} である。コンクリート強度は、載荷開始時で44MPaである。

2.2 載荷方法

載荷装置を図-1に示す。実験は、片引き試験であり、てこの原理を利用して、両供試体の鉄筋に降伏荷重に近い引張力が作用するようにした。時間経過に伴う塑性挙動を調べるために、間隔をおいて除荷を行った。載荷履歴として、載荷端における鉄筋ひずみの経時変化を図-2に示す。コンクリートのクリープには温度および湿度が大きく影響することから、温度が $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、湿度が $60 \pm 10\%$ の部屋で実験を行った。

3. 結果と考察

3.1 解析方法

今回は、載荷端での付着力低下のない非定着部をつけた供試体の結果を報告する。

鉄筋に沿った各位置における鉄筋の局所すべり量は、自由端から考えている点までのひずみを積分したものである。さらに、すべり量に対して、鉄筋径およびコンクリート強度の影響を考慮するために、島ら²⁾が提案している正規化すべり量($s = \text{すべり量} / \text{鉄筋直径} \times (f'_c / 20)^{2/3}$, f'_c : コンクリート強度(MPa))を用いた。

3.2 ひずみ分布および付着応力分布

載荷初期と数回の除荷を受けながら時間が経過したときの、ひずみ分布と付着応力分布を図-3および図-4に示す。これらは、荷重が等しい、すなわち図-2のA点とB点のとき

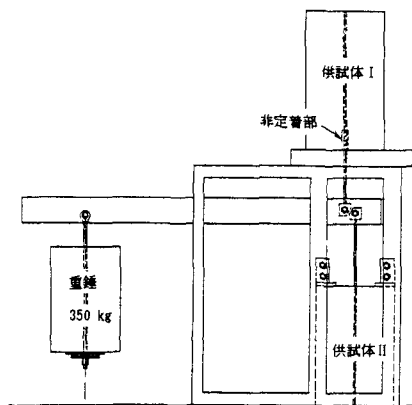


図-1 実験装置

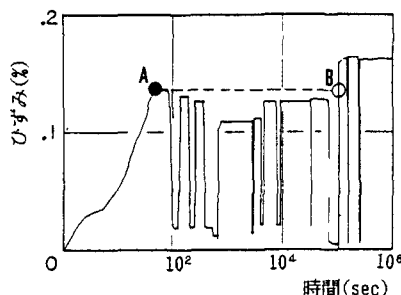


図-2 載荷ひずみ履歴

のものである。

図-4にみられるように、時間の経過や荷重の繰返しによって、載荷端近傍での付着応力が低下している。この現象によって、ひずみ分布の変化は、図-3にみられるように、

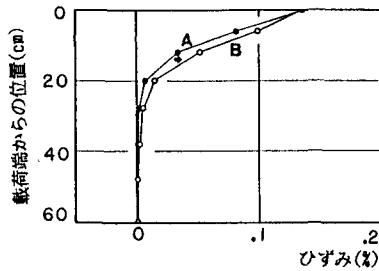


図-3 ひずみ分布の変化

載荷端においてひずみが等しいにもかかわらず、A点からB点にかけて引張応力が徐々にコンクリート内部の鉄筋に伝達されて、ひずみが大きくなっている。

3.3 付着応力-すべり関係

載荷端から6 cmの位置における付着応力-すべり関係の履歴を図-5に示す。時間の経過や繰返し回数の増加にともなう、すべりは大きくなり、付着応力は低下している。

3.4 弾塑性破壊パラメータ

周ら²⁾は、付着応力-すべり関係に、塑性すべりと破壊パラメータという二つのパラメータからなる弾塑性破壊モデルを適用させた研究を行っている。本研究においても、塑性すべりと破壊パラメータをとりあげて、載荷の繰返しおよび時間の影響を調べた。

塑性すべりは、図-5に●で示す付着応力が0のときのすべりである。周らは塑性すべりが、履歴上での最大すべりのみによって支配されるとして、ひとつの式で表している。その関係式を図-6に点線で示すが、今回の実験結果をみると、塑性すべりは、最大すべりが同一のところでも、載荷の時間や繰返し回数の増加にともなう増加している。したがって、塑性すべりは、最大すべりのみによってきまるものではなく、載荷の時間や繰返しにも影響されるといえる。図中のNは繰返し回数、tは載荷時間である。

付着剛性の低下を表す破壊パラメータ（図-5の破線の傾き）は、本実験において、載荷の時間や繰返し、破壊パラメータに及ぼす影響にかなりのばらつきがみられ、一定の傾向を見いだすことはできなかった。

4. 結 論

- (1) 載荷の繰返し回数、および時間の増加によって、すべりは増加し、付着応力は減少する。
- (2) 付着応力-すべり関係の弾塑性破壊モデルにおける塑性すべりは、最大すべりのみでなく、載荷の時間や繰返しにも影響される。

〔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, 11-2, 1989, pp. 685-690. 2) Shima, H., Chou, L. and Okamura, H.: Micro and Macro Models for Bond in Reinforced Concrete, Journal of the Faculty of Engineering, The University of Tokyo(B), Vol. 39, No. 2, 1987, pp. 133-194. 3) 周礼良, 二羽淳一郎, 岡村甫: マッシュなコンクリート中の異形鉄筋の付着モデル, 第2回RC構造のせん断問題に関する解析的研究に関するコロキウム論文集, J C I, 1983, pp. 45-52

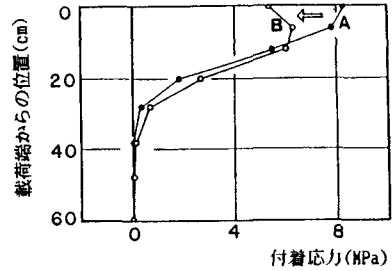


図-4 付着応力分布の変化

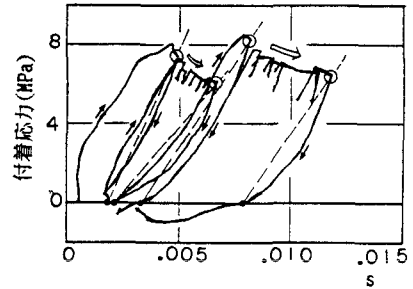


図-5 付着応力-すべり履歴曲線

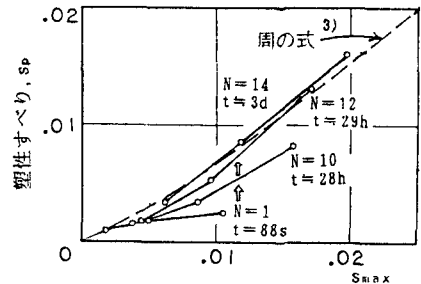


図-6 塑性すべり