

疲労荷重下における付着応力-すべり関係

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は、一般には、付着応力-すべり関係で表されるが、これまで提案されている付着応力-すべりモデルは、ほとんどがゆっくりとした単調載荷においての実験から求められている¹⁾。しかし、実際の荷重である衝撃、地震、疲労荷重などを考慮する場合においては、付着応力-すべり関係に荷重の繰返しの影響を取り入れたものが必要となる²⁾³⁾。そこで、本研究は、定着長が長い供試体を用いて繰返し実験を行い、繰返しの影響が付着応力-すべり関係にどのような影響をおよぼすかを実験的に求めた。

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方向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、載荷端付近のコンクリートの拘束条件の違いによる影響をなくすために、シースを用いて鉄筋径の約5倍の長さの非定着部を設けた。また、コンクリート強度は21MPaである。

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。

表-1 鉄筋の性質

降伏ひずみ (μ)	降伏強度 (MPa)	ヤング係数 (GPa)
2010	382	190

2.2 実験方法

(1) 載荷方法

高速繰返し試験の載荷装置を図-1に示す。載荷方法としては、アクチュエーターを使用して、1Hzの一定周期のSIN波の繰返しを行った。

(2) 荷重制御方法

制御方法として応力制御を用いた。第一段階として、最大荷重を140MPa、最小荷重を0MPaとした繰返し引張力を、10000回載荷した。その後、さらに2倍の280MPaを最大荷重0MPaを最小荷重とした引張力で1000回載荷した。

ひずみ分布の測定は、それぞれの荷重段階で、載荷回数が 10^n ($n=0, 1, 2, 3, 4$)回で荷重を静的に0まで往復させながら行った。ひずみの測定値に対する繰返しによる温度上昇の影響をなくすために、ひずみ測定の前に約30分間さました。

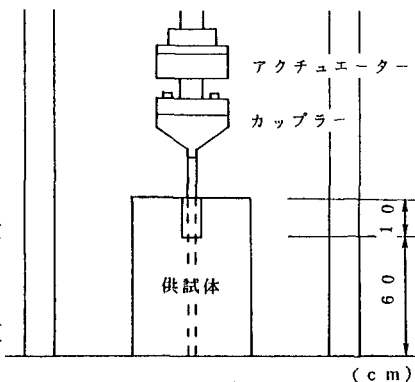


図-1 載荷装置

3. 実験結果および考察

(1) ひずみ分布

ひずみ分布の変化を図-2に示す。この図より、載荷回数の増加とともにひずみ分布の変化がみられる。載荷端でのひずみを一定として載荷しているが、供試体内部では繰返し回数の増加とともにひずみは増加し

ている。

(2) 付着応力-すべり関係

鉄筋のひずみ分布から求めた付着応力-すべり関係を図-3に示す。ここで、解析では影響が多分に見られる最大荷重280MPaのものを用いた。繰返し回数の増加にともない付着応力は減少している。特に、載荷端から6Dの範囲において、付着応力の低下が著しい。載荷端付近での付着応力は、繰返し回数が1回のもものと1000回のもを比較すると、約70%程度低下している。載荷端での荷重の減少時においては、コンクリート中の鉄筋には負の付着応力が働くため、ある位置よりも深いところでは鉄筋の応力変化は小さくなる。したがって、載荷端近傍において付着応力が低下するのは、繰返しの応力振幅が載荷端に近いほど大きいためと考えられる。

(3) 付着応力-すべり履歴曲線

繰返し回数が1, 10, 100, 1000回における載荷-除荷-再載荷時での付着応力-すべり履歴曲線を図-4に示す。ここでは、コンクリート強度および鉄筋径の影響を取り除くために、横軸はすべりを鉄筋径で割ったもの、縦軸は付着応力をコンクリート強度の2/3乗で割ったもので表した。最大付着応力点と最小付着応力点の勾配を平均的な剛性と考え、剛性は荷重の繰返しによって極端に低下している。

また、載荷は1秒間に1回の割合で繰返したために載荷開始から実験終了まで約8時間が経過している。このため付着応力-すべり関係の実験結果には時間の影響も含まれていると考えられる。

4. まとめ

(1) 繰返しの応力振幅の大きさが大きい載荷端に近づくほど付着応力の低下が著しい。

(2) 荷重の繰返し回数の増加によって、付着剛性が著しく低下する。

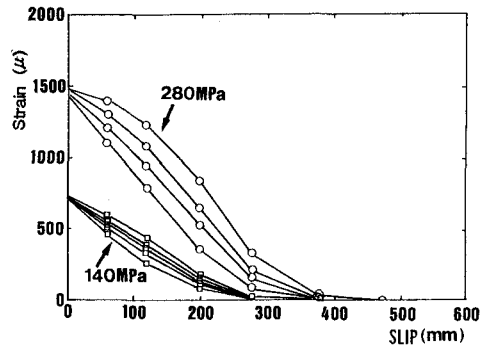


図-2 ひずみ分布

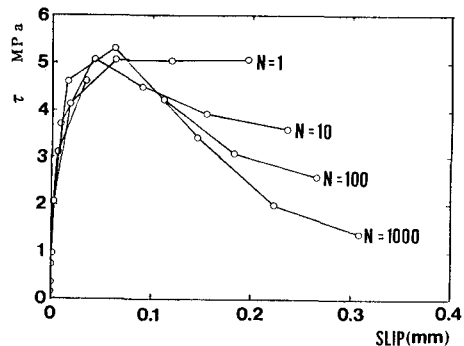


図-3 付着応力-すべり関係

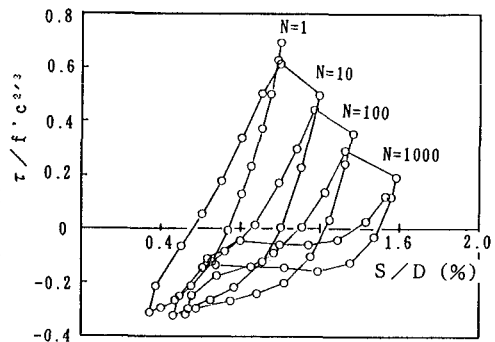


図-4 載荷端での付着応力-すべり履歴曲線

【参考文献】

- 1) 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
- 2) 睦好, 町田, 根岸: 載荷速度が鉄筋の付着性状におよぼす影響, 土木学会第41回年次学術講演会, pp15 5-156, 1985.11
- 3) Sakul, P and Tom, H.: Bond-Slip Model for Generalized Excitation Including Fatigue, ACL Material Journal, V. 86, No. 5, Sep./Oct. 1989