

両引試験およびはり試験における鉄筋の付着特性について

名古屋工業大学 正員 吉田弥智
 学生員 木村克彦
 ” ○江尻久義

1. まえがき

一般に、両引試験体(以下、T試験体と略記)とはり試験体(以下、B試験体と略記)の引張鉄筋近傍の応力状態は酷似していると言われている¹⁾。しかし、B試験体の場合は曲げ応力により、断面内に応力勾配が存在するため鉄筋端部およびひびわれ面で同一鉄筋応力を受ける場合でもTおよびB試験体の鉄筋応力分布は異なるであろうと予想される。また、試験体の形状の違いによる内部ひびわれ発生状態の差異によっても両試験より得られる鉄筋応力分布は異なると考えられる。そのため、本研究では、鉄筋のかぶり厚さを変えて実験を行ない、両試験によって得られた鉄筋応力分布および付着応力-すべり関係(以下、 τ - s 関係と略記)の比較検討を行った。また、鉄筋を2本配筋した場合の鉄筋間隔が付着特性に及ぼす影響についても実験を行った。なお、本実験では、粗骨材の粒径と混合量などの影響を除くためにモルタルを使用した。

2. 実験方法

図-1に示すようなTおよびB試験体を用いて鉄筋とコンクリート間の付着特性を調べた。表-1に試験体の概略を示す。また、 τ - s 関係に及ぼす鉄筋間隔の影響を調べるために、表-1に示すように鉄筋間隔を5cmおよび10cmの2種類として実験を行った。なお、純曲げスパン部でのひびわれ間隔を一定とするため予備実験によって求めた間隔25cm(B-1, B-3, B-4)および20cm(B-2)にスリットを入れた。鉄筋のひずみ度は図-2に示すように貼付した測長5mmのワイヤーストレインゲージを用いて測定した。ゲージはコーティング用ワックスで防水処理を行った。また、タワミおよび端部すべり量の測定には、それぞれ最小目盛 $1/100$ および $1/1000$ mmのダイヤルゲージを用い、ひびわれ幅の測定には、コンタクトゲージ(最小目盛 $1/1000$ mm)を用いた。試験体の製作には早強ボルトランドセメント、木曾川産細砂(最大粒径:1mm)およびSD35(D19、横ふし)を用い、モルタルの配合は $W/c = 0.55$, $S/c = 2.1$ (スランプ 10 ± 1 cm)とした。試験は材令6日目で湿潤養生とし、材令7日目に実験に供した。

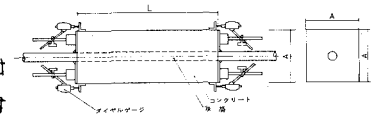


図-1 試験体

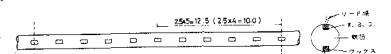


図-2 ゲージ貼付位置

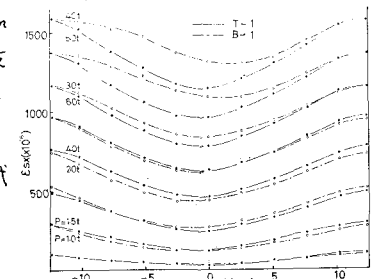


図-3 鉄筋のひずみ度分布

表-1 試験体概要

	A	B	L	S
T-1	10	-	25	-
T-2	8	-	20	-
B-1	10	20	25	-
B-2	10	21	20	-
B-3	10	20	25	5
B-4	20	20	25	10

表-2 モルタル及び鉄筋の力学的性質

試験体	試料	圧縮強度 (kg/cm^2)	引張強度 (kg/cm^2)	ヤング係数 (kg/cm^2)
モルタル	T-1 T-2	216	325	20.7
	B-1 B-2	216	325	20.7
	B-3 B-4	214	354	22.3
		平均値 (kg/cm^2)	ヤング係数 (kg/cm^2)	
		3640	21×10^5	

3. 実験結果とその考察

3-1 使用材料の性質

使用したモルタルおよび鉄筋の力学的性質は表-2の通りである。

3-2 鉄筋のひずみ度分布

1) 試験方法の影響: T-1, T-2, B-1 および B-2 の各試験体のひずみ度の測定結果より得られた鉄筋のひずみ度分布を図-3および図-4に示す。ただし、B試験体の場合のひずみ度分布は、スリット間のものである。(以下、B試験体の場合もスリット位置の鉄筋ひずみ度を端部鉄筋ひずみ度と言う)。

図-3では、同一端部鉄筋ひずみ度のとき、B試験体の最小ひずみ度の位置が多少中央よりずれているため、両試験体の鉄筋ひずみ度分布の比較は難しいが、最小鉄筋ひずみ度は、低荷重時ではほとんど同じとなり、高荷重になればT-1の方が少し小さくなる傾向が見られる。また、図-4によれば、同一端部

鉄筋ひずみ度のとき、紙かぶり厚3cmのT試験体とB試験体の中央部でのひずみ度の比は、低荷重時で約1.2、高荷重時では約1.1となった。

2)鉄筋間隔の影響； 図5にB-3およびB-4試験体の鉄筋のひずみ度分布を示す。高荷重になるとひびわれの発生により両試験体とも鉄筋ひずみ度分布の形状が、低荷重時のそれとは異なっている。低荷重時の両試験体のひずみ度分布を比較すると、同一端部ひずみ度のときB-3とB-4試験体との中央部でのひずみ度の比は約1.2~1.4となった。したがって、鉄筋のひずみ度分布は鉄筋間隔によってもかなり影響されることがわかる。

3-3 て-S関係

1)試験方法の影響； 鉄筋のひずみ度分布よりて-S関係を求めると図-6のようになる。(て-S関係の求め方は文献(2)参照)ただし、縦ひびわれの発生した場合および試験体端部近傍でのて-S関係の実験値は図から除外した。図中の曲線はこれらのて-S関係を最小2乗法を用いて式(1)のように近似したものである。式(1)は図-6に示したように実験値と

$$\log \epsilon_x = a\sqrt{\log S_x} + b \quad (1)$$

よく表わしている。しかし、式(1)は増加関数であるのでて-S関係が負勾配を持つ場合は表示できないが、筆者らの実験結果²⁾によればほとんどの試験体では、て-S関係が負勾配を持つ前に鉄筋が降伏したため、て-S関係の表示に式(1)を用いてもよいものと思われる。図-7にT-1, T-2, B-1, B-2, B-3 およびB-4試験体のて-S近似曲線を示す。この図より鉄筋のひずみ度分布の相違がて-S関係にかなり敏感に影響していることがわかる。すなわち、RC部材をFEM解析する場合、どちらの試験より得られた付着特性を入力データとすることとは非常に重要な問題である。なお、B-1のて-S関係とT-1のそれと比べるとB-1の方が同一すべり量では小さい付着応力と示しているが、T-2およびB-2のて-S関係は、B-2の方が同一すべり量ではかなり大きい付着応力と示している。この原因についてはさらに検討する必要がある。

2)鉄筋間隔の影響； 図-7に示したように、鉄筋間隔が大きくなると同一すべり量での付着応力は大きくなる。この原因は次のように説明できる。同一鉄筋径の場合、内部ひびわれの到達深さはひびわれ間隔で決まる³⁾とすれば、その最大到達深さでは鉄筋間隔が大きくなればなるほど、内部ひびわれが付着特性に与える影響は小さくなる。また、異形鉄筋のすべり現象は、内部ひびわれに大きく依存していると言われている。これらより、鉄筋間隔が小さいと横の鉄筋より発達してきた内部ひびわれの影響を受け、鉄筋はより変形しやすい状態になる。このことは、文塚らの内部ひびわれに関する実験結果⁴⁾よりわかる。また、B-1よりB-4の方が同一すべり量では大きな付着応力と示す。これは、先に述べたことより、B-4の鉄筋間隔が内部ひびわれの最大到達深さより大きく、そのため、B-1より剛方コンクリートの拘束が大きくなることに起因するものと思われる。

4. むすび

本研究では、両引およびはり試験体より得られる付着特性の違い並びに鉄筋間隔が付着特性に与える影響について試験を行なった。その結果、本研究では、両引およびはり試験体より得られる付着特性は異なり、また、鉄筋間隔の付着特性に及ぼす影響はかなり大きいことが明らかになった。

参考文献 1)森田司郎；鉄筋コンクリートにおける付着とひびわれに関する研究”京大理工論文 昭43.4. 2)吉田、森村、木村；土木学会第29回年次学術講演会要旨、

Vol.5 昭41.10, PP.220~221 3)B.B.Broms; " Jour. of ACI Vol.62 No.10, Oct. 1965. PP.1237~1256 4)文塚 俊彦；日科技連第6回複合材料シンポジウム, Sess II-1 昭48.10. PP.31~36

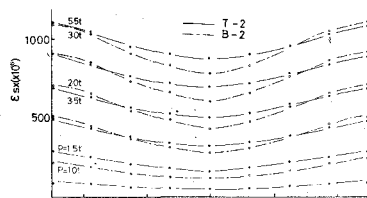


図-4 鉄筋のひずみ度分布

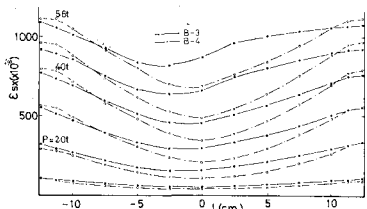


図-5 鉄筋のひずみ度分布

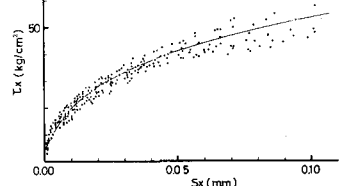


図-6 て-S関係

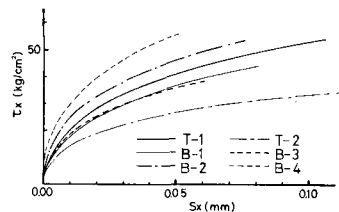


図-7 て-S曲線