

東京都立大学 正員 村田 二郎

東京都立大学 正員 池田 尚治

日本大学 正員 河合 乱枝

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の鉄筋と、コンクリートの付着性状は、極めて複雑である。この為、従来各国で規定されている付着強度試験の標準方法は、引き抜き試験のように着しく単純化された形式のものが多い。これらの方法により、付着に関する材料特性の相対比較は、ある程度可能であるが、構造計算に用いる資料を提供することはできない。この問題点に基づき、本研究は、材料の付着性能の評価は基より、構造計算の基礎的資料もある程度得られ、且つ、標準試験方法として成り立つような試験方法の確立を目的とするものである。しかし、この目的からすると、鉄筋の付着性を1つの試験方法で表わすことはほとんど不可能であつて、着着等は、鉄筋の定着性試験とひび割れ分散性試験の2方法によるのが適当と考えている。本文は、このうちひび割れ分散性試験について研究した結果を述べたものである。

2. 材料

コンクリート：セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、細、粗骨材は、通常の品質の川砂、川砂利である。コンクリートの配合は、A、B、C配合の3種類とし、その力学的性質を表-1に示す。

鉄筋：実験結果を多く得る為、鉄筋の種類は、直角フシ筋(リバコン)と、斜めフシ筋(デーコン)の2種類とし、それぞれの鉄筋径は、D16～D51の8種類とした。その表面形状及び、機械的性質は、表-2、3の通りである。

表-1 コンクリート配合表

種 別	粗骨材最大寸法(mm)	セメント比	S/a	単位セメント量(kg/m³)	単位水量(l/m³)	スランプ(mm)	圧縮強度(Kg/cm²)
A	20	65	50	309	201	19.6	26.8
B	20	55	49	324	178	8	33.0
C	20	50	43	340	170	8	38.3

3. 供試体

表-2 表面形状および機械的性質(リバコン)

及びその製作

供試体の

形状：供試

体は、中心

軸に鉄筋を

有する正方

形断面の角

柱とし、供

試体の断面

は、鉄筋直

径により表-

4の値とす

る。これは、

鉄筋比がお

鉄筋径	単位重量(kg/m)	公称直径(mm)	公称断面積(cm²)	公称周長(cm)	ふしの平均間隔の最大値(mm)	ふしの筋平均値(mm)	降伏点(Kg/mm²)	引張強さ(Kg/mm²)	伸び(%)
D 16	1.54	15.9	1.986	5.0	10.2	1.3	39.0	54.5	30.1
D 19	2.22	19.1	2.865	6.0	12.2	1.4	40.9	60.7	27.0
D 22	2.98	22.2	3.871	7.0	14.1	1.6	36.8	57.8	26.5
D 32	6.14	31.8	7.942	10.0	20.8	2.0	37.8	57.5	35.0
D 35	7.34	34.9	9.566	11.0	22.2	2.3	36.0	54.7	33.0
D 38	P12 8.95	38.1	11.40	12.0	14.6	2.7	36.7	56.6	30.5
	8.79	38.1	11.40	12.0	25.3	2.2	37.9	58.3	31.8
D 41	P12 10.06	41.3	13.40	13.0	12.1	3.0	37.2	56.3	31.5
	10.32	41.3	13.40	13.0	16.3	3.0	36.0	54.8	33.0
D 51	P12 15.63	50.8	20.27	16.0	12.1	3.1	37.8	56.1	32.3
	P15 15.41	50.8	20.27	16.0	15.1	3.1	38.6	55.9	31.7

表-3 表面形状および機械的性質(デーコン)

鉄筋径	単位重量(kg/m)	公称直径(mm)	公称断面積(cm²)	公称周長(cm)	ふしの平均間隔の最大値(mm)	ふしの筋平均値(mm)	降伏点(Kg/mm²)	引張強さ(Kg/mm²)	伸び(%)
D 16	1.52	15.9	1.986	5.0	11.1	1.2	38.0	59.2	28.1
D 19	2.20	19.1	2.865	6.0	13.4	1.6	39.5	60.2	27.9
D 22	3.00	22.2	3.871	7.0	15.5	1.3	38.3	56.7	29.5
D 32	6.10	31.8	7.942	10.0	22.3	2.5	39.2	57.5	36.7
D 35	7.37	34.9	9.566	11.0	24.4	2.5	40.2	59.9	35.0
D 41	10.48	41.3	13.40	13.0	28.9	3.2	36.6	55.7	33.0
D 51	15.3	50.8	20.27	16.0	35.6	3.8	38.8	57.2	31.0

よそ5%(カブリ厚さ約15mm)前後となるようにした。コンクリート端面から突出る鉄筋の長さ是可以だけ長くし、

引張試験時におけるチャックと、供試体端面との距離は、鉄筋直径の6倍以上とした。供試体にはSaligen式($l_{ms}=0.34\phi_{Fe}$)によって求めた最大間隔の推定値を参考に、断面積の20%の切欠き(ノッチ)を設けた。ノッチ深さは、供試体一辺の10%とした。供試体の製作：鉄筋を水平にして型枠を配置し、切欠き用突起を型枠にはりつけたのちにコンクリートを水平打ち(2層打ち)とし、鉄筋位置の保持と正確な柱状態を得るよう留意した。締め固めには、小型の棒状内部振動機を使用した。供試体の養生は、温度21℃、湿度90%の霧室内とし、養生28日で試験した。

4. 試験方法

供試体に偏心荷重がかからぬように充分注意し、鉄筋に軸方向引張力を載荷した。写-1、荷重は、鉄筋応力で250 $\frac{kg}{cm^2}$ 毎にひび割れを確認しながら増加し、公称降伏応力に相当する荷重まで載荷した。尚、荷重速度は、鉄筋応力で毎分の $25\frac{kg}{cm^2}$ とした。

5. 試験結果

(1)、ひび割れ発生状況から考えて l_{max} を決定することが困難な場合もあるが、本実験値を ϕ_{Fe} と l_{max} との関係で示せば、図-1のようになり、これらの間には、かなりよい直線関係が示されている。直線式は、次の通りである。

$l_{max}=0.35\phi_{Fe}+2.5$ 。このようなことから本実験方法でも試験結果を慎重に判断すれば、各種鉄筋に対する最大ひび割れ間隔についてかなり妥当な結果が得られる。従って、以下①、②に述べるような点を改良すれば、標準試験方法として充分利用できると考えられる。

①、本実験では、全体的に横ひび割れの発生したノッチが過小で、供試体に横ひび割れが1箇所も入らない例もあった。これは、標準ひび割れ間隔推定方法に誤りがあったと認められる。このことから標準ノッチ間隔の推定方法は、実情に即した関係式を用いる必要がある。

②、鉄筋直径が、32~35mm程度以上になると、縦ひび割れの発生が目立ち、横ひび割れが乱されて、最大ひび割れ間隔の判定を困難にしている。

本実験では、供試体のカブリを鉄筋直径の約1.5倍に崩れているが、大径鉄筋の場合でカブリ(供試体寸法)を小さくして、横ひび割れを入りやすくするか、スパイラル筋による補強について検討する必要がある。

(2)、D38を用いて、供試体寸法の変化による縦ひび割れ発生状況を試験した結果を表-5に示す。この結果から大径鉄筋の場合、カブリ厚さ1中程度にするのが、

適当と考えられる。尚、スパイラル補強の場合と、その他については、講演会当日に発表する。

構造材料の安全に関する調査研究委員会の委員諸氏より有益な助言を頂きましたことに、謝意を表します。

表-4 両引供試体の断面寸法、ノッチ間隔

鉄筋径	コンクリート断面寸法 (cm)	鉄筋比 (%)	標準ノッチ間隔 (cm)	ノッチ間隔差 (cm)
D 16	7 x 7	4.0	14	1
D 19	7 x 7	5.8	11	1
D 22	10 x 10	3.9	19	1.5
D 25	10 x 10	5.1	19	1.5
D 29	10 x 10	6.4	15	1.5
D 32	10 x 10	7.9	14	1.5
D 35	15 x 15	4.3	28	2
D 38	15 x 15	5.1	25	2
D 41	15 x 15	6.0	23	2
D 51	20 x 20	5.1	34	2

写-1

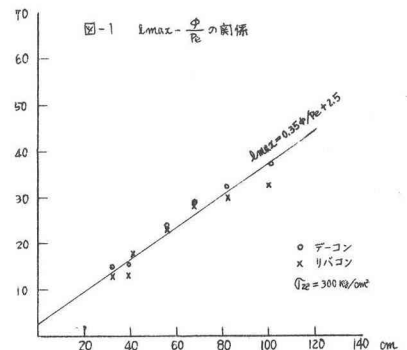
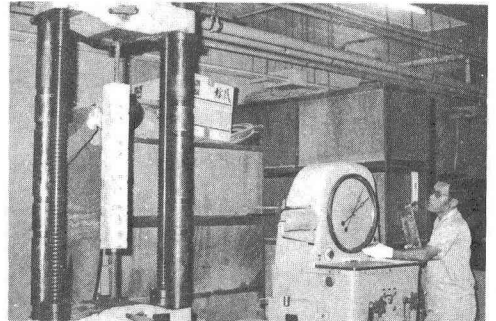


表-5 リバコンD38に関する実験

供試体断面寸法 (cm)	鉄筋比 (%)	かぶり厚 (φ)	ひび割れ発生状況	最大ひび割れ間隔 (cm)
10 x 10	11.4	0.8	横ひび割れ発生	16
			縦ひび割れ発生	14
			(1950 kg/cm ²)	16
15 x 15	5.1	1.5	縦ひび割れが	—
			横ひび割れが	28.5
			(1250 kg/cm ²)	28.5