

横浜国立大学 正会員 池田 尚治
 横浜国立大学 正会員 山口 隆裕
 横浜国立大学 ○学生員 伊東 祐之

1. はじめに

近年、効果的な鉄筋コンクリートの防食工法の一つとしてエポキシ樹脂塗装鉄筋（以下エポ筋と称す）が用いられはじめているが、その設計上の留意点として付着強度の低下があげられる。付着強度低下の主な原因は塗装皮膜により鉄筋のフシが滑らかになるためであり、すでにD16やD19のエポ筋は裸鉄筋に比べ約20%の付着強度の低下をみる事が報告されている。¹⁾ しかしながらその他の鉄筋径、特に細径の鉄筋についての報告例は無い。これらのことから本研究は、エポ筋の鉄筋径を種々変化させてそのフシ形状と付着強度の関係を求めてエポ筋の付着強度に関する基礎資料を得ようとするものである。

2. フシ形状の測定と定量化

フシ形状を把握するためのフシの測定は、水平移動可能な台の上に供試鉄筋を置き微小距離動かしながらそのつど鉄筋表面の垂直方向位置を測定するという方法で行った。測定結果は無次元である形状指数で表現した。²⁾ 形状指数は次式による。

$$F = (\sum \Delta h_n^2 / \Delta l_n) r / L$$

Δl_n : 水平方向微小距離 (mm)

Δh_n : Δl_n に対する高さ (mm)

L: 隣り合ったフシの間隔 (mm)

r: 鉄筋周長に対するリブ部分を除いたフシの長さの比

供試鉄筋はD6からD38まで5段階に変化させ、それぞれ裸鉄筋とエポ筋（目標塗装厚180 μ m）について測定を行い比較した。またD16のみ目標塗装厚350 μ mのエポ筋についても測定を行った。

表-1に示す測定結果により、母材鉄筋よりエポ筋が、太径の鉄筋より細径の鉄筋が、形状指数は小さい値を示す傾向が認められた。これらのことは上に示す形状指数の概念により、母材鉄筋よりエポ筋の方が、また太径の鉄筋より細径の鉄筋の方がフシの勾配がゆるやかで相対的な高さが小さいことを示すものである。

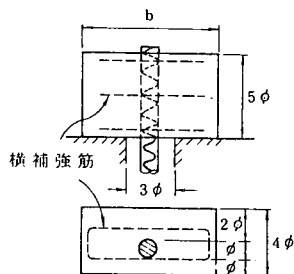
3. 引き抜き試験

フシ形状を測定したすべての供試鉄筋について引き抜き試験を行いフシ形状と付着強度との関係を求めた。鉄筋径が広範囲にわたるため引き抜き試験用供試体は図-1に示すように、かぶり、埋め込み長、横補強筋量、載荷板の間隔など付着強度に影響が大きいと思われる量を鉄筋径 ϕ に比例させ他の径の試験結果との比較が可能にした。³⁾ D38、D25、D16の供試体は設計基準強度240 kg/cm^2 、最大粗骨材寸法10mmのコンクリートで作製し

表-1 使用供試鉄筋の形状指数一覧

径	塗装厚	形状指数 ($\times 10^{-2}$)	フシの種類
D6	0 μ m	4.08	斜めフシ
	180 μ m	1.08	
D10	0 μ m	3.79	横フシ
	180 μ m	3.68	
D16	0 μ m	6.82	
	180 μ m	5.22	
	350 μ m	3.42	
D25	0 μ m	8.07	
	180 μ m	7.77	
D38	0 μ m	5.68	
	180 μ m	7.57	

注) D6~D25は3本の平均値、D38は1本のみ値



(図-1の付表)

鉄筋径	b (mm)	L=5 ϕ (mm)	横補強筋量	備 考
6	50	32	D3 \times 3	モルタルを 使用
10	100	48	D3 \times 5	
16	150	80	D6 \times 3	コンクリートを使用 ($G_{max}=10\text{mm}$)
25	200	125	D10 \times 4	
38	300	190	D13 \times 5	

(注) ϕ はD6、D10においては公称直径を使用

D16、D25、D38においては呼び径を使用

図-1 引き抜き試験供試体諸元

た。D10とD6の供試体についてはモルタルで作製した。

図-2は相対すべり量(すべり量を鉄筋径で除した量)が0.005のときの平均付着応力度と形状指数との関係を示したものである。データのばらつきがやや大きい。最小二乗法によって回帰直線を求めてみると明らかにエポ筋の方が裸鉄筋に比べて付着強度が小さくなっているのが認められる。またエポキシ樹脂塗装の影響は鉄筋径が小さいほど大きなものとなっている。

図-3はすべり破壊時における平均付着応力度と形状指数の関係を示したものであるが、形状指数が付着強度に顕著に影響していることが示されている。

図-2、図-3を通じてどの径の鉄筋においてもエポ筋の付着強度は裸鉄筋のそれよりも明らかに小さくなっており、鉄筋の重ね継手や定着部に対してはこのことを十分に考慮する必要がある。特に、エポ筋の裸鉄筋に対する付着強度の割合は、D38で約84%、D25で約82%(相対すべり量0.005時)であっていずれも80%以上なのに対してD10では約67%、D6では約57%という低い値を示している。このことからD16未満の細径のエポ筋を使用する際にはその付着強度は裸鉄筋の約60%程度と考えて重ね継手長や定着長を決定すべきであると思われる。

最後に、引き抜き試験供試体のコンクリートの載荷時における応力分布を調べるためにD38裸鉄筋用供試体の鉄筋位置でコンクリート表面の水平方向にひずみゲージを貼り引き抜き試験を行った。測定結果ならびに有限要素法による解析結果は図-4に示すとおりであり測定したひずみ分布形状は解析結果とよく一致している。なおこの図は、この試験方法の場合に鉄筋自由端近傍で横方向に鉄筋を拘束する力が作用することを示すものであり、図-2、図-3はこのような応力状態における付着性能を表わしたものである。

4. まとめ

- 1) 鉄筋のフシ形状を測定しそれを定量的に表現した形状指数は広範囲な鉄筋径のフシ形状の違いやエポキシ樹脂塗装の有無、塗装厚等によるフシ形状の違いが表現可能でありこれを用いることによって裸鉄筋及びエポ筋の付着強度を推定することが可能であることを示した。
- 2) 付着強度と形状指数との関係は裸鉄筋とエポ筋とではやや異なる。これは鋼材とエポキシ樹脂のコンクリートとの界面における接着性の違いによるものであると思われる。
- 3) 細径の鉄筋ほどエポキシ樹脂塗装の影響による付着強度低下の割合が大きい。D10以下では約40%低下する結果を得た。

本研究は文部省科研総合研究(A) No.58350027(研究代表者 小林一輔 東大教授)の一環として行なわれたものである。なお本研究の実施に際し椿龍哉助教授及び大学院の橋本幹司氏の御協力を得た。ここに謝意を表す。

参考文献 1) 小林、伊藤、武若: E樹脂塗装鉄筋に関する実験的研究 JCI論文NO.83.2-1

2) 池田、山口: E樹脂塗装鉄筋の表面形状とコンクリートとの付着強さについて JSCE第39回年講 V-137 昭和58年3月

3) 池田: 鉄筋コンクリート部材における鉄筋とコンクリートとの応力伝達に関する研究 JSCE論文報告集第307号 1981年3月

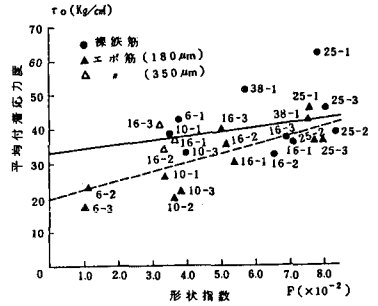


図-2 相対すべり量0.005時における τ_0 -F関係

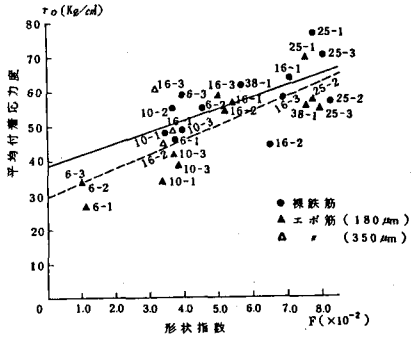


図-3 破壊時における τ_0 -F関係

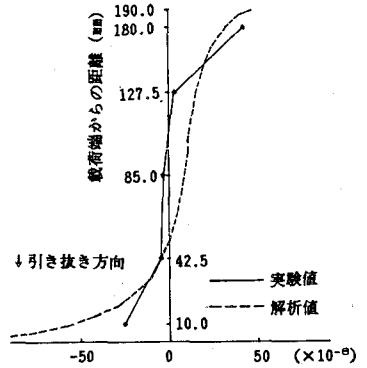


図-4 引き抜き試験供試体のコンクリートひずみ分布(2t載荷時)