

エポキシ樹脂塗装鉄筋の付着疲労試験

琉球大学工学部 正員 〇和仁屋 晴 謹

琉球大学工学部 正員 具 志 幸 昌

1. はじめに: 筆者らは、現在わが国での使用実績はわずかで
あるが、現役階では耐腐食鉄筋として最も有効だといわれているエ
ポキシ樹脂塗装鉄筋(以下塗装鉄筋と呼ぶ)の腐食と付着疲労に関
する実験を実施中である。塗装鉄筋の静的付着性状については多く
の研究報告があるが、疲労に関してはまだ数も少なく、十分なデー
タは得られていないと思われるので、そのデータ集積の一助として
普通鉄筋との付着特性を比較検討するために序引き疲労試験
を行った。しかし肝心の塗装鉄筋については満足すべき結果
は得られなかったが、現在までの実験結果を報告する。

2. 使用材料および供試体作製: セメントは普通ポルト
ランドセメント、細骨材は石灰岩砕砂(比重2.62, 吸水率
0.61%, FM=2.70), 粗骨材は石灰岩碎石(比重2.70, 吸水
率0.34%, 最大寸法20mm)を使用した。塩分入り(以下有
塩、無塩と呼ぶ)コンクリートには配合時コンクリート単位
重量の1%の粗製塩を混練水に溶かして、また有塩・無塩コ
ンクリートともに減水剤とAE剤を使用し、目標スラングと
圧気量は、それぞれ10cmと4.0%である。普通および塗装
鉄筋(塗膜厚200 μ m)ともに横フシ型(フシ高1.20mm, 間隔
1.16cm)のD19, SD30($\sigma_{yk}=35.7$ kg/cm², $\sigma_{sk}=57.7$ kg/cm²伸び
22.8%)で、鉄筋のつかみ具の関係で同一加工機から製造さ
れたものを特注した。引抜き供試体(15cm立方体で中心に
鉄筋を配置)の作製には、コンクリート曲げ試験用型枠を改
造したものを使ったが、これもメーカー側に作製してもらっ
た。供試体作製時には塩ビ管に鉄筋を通し、被覆部分は載荷
端側5cm, 自由端側3cmとし、付着長を7cmとした。
また鉄筋と塩ビ管との隙間には油粘土を詰めた。

3. 実験方法: 静的および動的試験ともに島津サーボバ
ルサー(容量: 静的30t, 動的20t)によって行った。自由端すべり量は
静的試験では、ダイヤルゲージ式変位変換器(1/100mm), 動的試験では、
差動型変位変換器によって測定した。疲労試験の荷重レベルは、表-1の
最大平均付着応力度に対して設定し、実験は12ヶ月日から実施した。

4. 実験結果および考察: F-1, 2は普通鉄筋, E-1, 3は塗装鉄筋を使用した供試体である。実験結果は
表-1~3に示す。有塩コンクリートのF-2とE-1には、試験時に供試体表面に、鉄筋の腐食とは関係ないもの
と思われる不規則なひびわれが発生していた。これまで数多くの塩分入り供試体を作製し実験してきたが、これ
は細骨材に砕砂を使用して始めて現われた現象であり理解に苦しんでいる。一種のアルカリ反応ではないかと思

表-1 疲労試験時静的強度(kg/cm²)

供試体	圧縮強度 σ_{ck}	付着強度 σ_{bs}	σ_{bs}	σ_{bs}/σ_{tk} (%)
F-1	307.4	192.9	188.3	100
F-2	406.0	173.0	127.8	67.9
E-1	353.3	148.5	126.1	67.0
E-3	338.5	173.2	153.5	81.5

* $\sigma_{bs}=300\sigma_{bs}/\sigma_{ck}$ * 最右欄は $\sigma_{tk}=188.3$ kg/cm² に対する割合

表-2 疲労試験結果

普通鉄筋				エポキシ樹脂塗装鉄筋			
F-1 (無塩)		F-2 (有塩)		E-1 (有塩)		E-3 (無塩)	
Smax (%)	N(10 ²)	Smax (%)	N(10 ²)	Smax (%)	N(10 ²)	Smax (%)	N(10 ²)
80	3 6 170 980 1000	75	3 4 8 75 149 221	75	12 163 458 20000 20000 20000	80	159 12044 20000 20000
75	19 117 125 213 264 366 4046	70	43 60 992 2961 10211 20000 20000	72.5	20000 20000 20000 20000 20000	75	6775 15842 20000 20000 20000 20000
70	398 782 1286 1714 2448 20000 20000 20000	65	4630 16700 20000 20000 20000 20000 20000	70	2008 2459 20000 20000 20000	70	20000 20000 20000 20000 20000
65	2188 14897 20000 20000 20000						
60	20000 20000 20000 20000 20000						

表-3 200万回載荷後の
付着強度(kg/cm²)

供試体	荷重レベル	付着強度	個数
F-1	10 - 70	194.3	2
	10 - 65	182.4	3
	10 - 60	194.0	5
F-2	10 - 70	169.1	2
	10 - 65	175.3	5
	10 - 75	155.3	3
E-1	10 - 72.5	159.4	4
	10 - 70	151.7	3
	10 - 80	188.7	2
E-3	10 - 75	172.9	4
	10 - 70	176.7	7

われるが、今後追求していきたい。E-3は勿論腐食の徴候は全くないが、F-2は当然発錆していた。腐食減量は3ヶ月目で2.31%、試験時(14ヶ月目)に5.87%であったが、割裂後の供試体を観察したかぎり、腐食による内部ひびわれは発生してなかった。また供試体は割裂によって2~3個に分離して破壊した。

4-1、静的試験：各供試体の圧縮強度が違うので、最大付着応力度に補正係数をかけた値(σ_{em})と比較すると表-1のようである。塗装鉄筋の付着強度は普通鉄筋のそれより低く、普通鉄筋の81.5%(E-3)であった。また有塩供試体の場合、前述のようにひびわれの影響でさらに低下し、F-2で67.9%、E-1で67.0%であるが、E-3に対するE-1の値は82.2%で、低下率は普通鉄筋より小さい。F-2の場合鉄筋腐食による影響が加算されているようである。

4-2、疲労試験：結果は図-1~図-4に示す。縦軸の S_a は応力振幅である。F-1とF-2については疲労寿命の分布が対数正規分布に従うものとして、応力振幅比60%の200万回まで生存したデータを除外し、同55%で途中打ち切りデータの処理をする方法によって、S-N関係式を導いた。F-2の場合、その静的強度の低下やひびわれから考えて疲労強度は相当低下するものと予想したが、200万回疲労強度は、F-1のそれと変わらず約66%であった。しかしF-1を基準に考えると59%であり、また高応力レベルでは、やはりひびわれや腐食の影響が現われているようである。塗装鉄筋の場合図からもわかるようによい結果は得られておらず、S-N関係を明らかにするまでにはいたらなかった。しかし図-3、4を見るかぎりでは、その疲労強度は普通鉄筋と変わらないかあるいはそれ以上ではないかと思われる。

4-3、200万回繰返し荷役後の静的強度

通常繰返し荷重によってコンクリートは累積損傷を受け、その強度は低下するものと思われるが、本実験の結果では、表-3に示すようにF-1、F-2の各1例を除いて、逆に静的強度より大きくなっていて、疲労の影響は現われていない。これも今後検討すべき事項であろう。

5. おわりに：今後の検討課題を多く残す結果となったが、塗装鉄筋については現在実験を継続中であり、その結果も加えて不備な点を補足したい。また普通鉄筋の腐食量と疲労強度の関係などさらに実験を重ねて明らかにしたい。

なお本実験の一部は、土木学会の昭和58年度奨学寄付金によって実施したものである。

：参考文献は省略

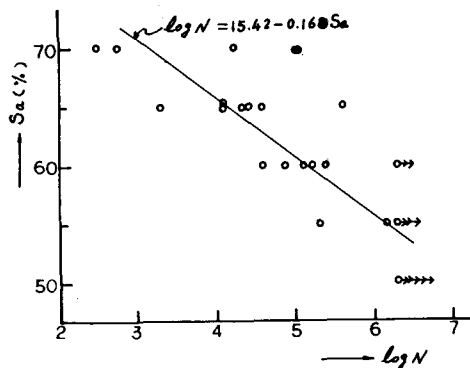


図-1 普通鉄筋(無塩)(F-1)

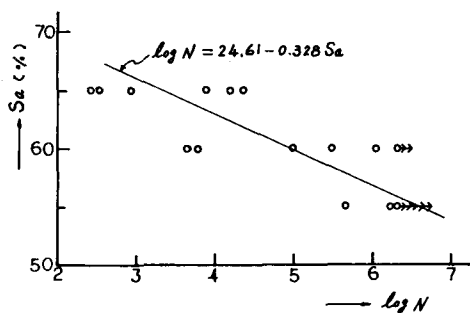


図-2 普通鉄筋(有塩)(F-2)

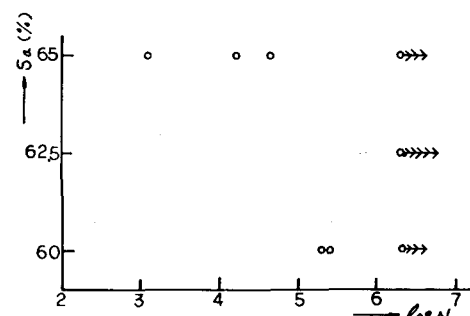


図-3 エポキシ樹脂塗装鉄筋(有塩)(E-1)

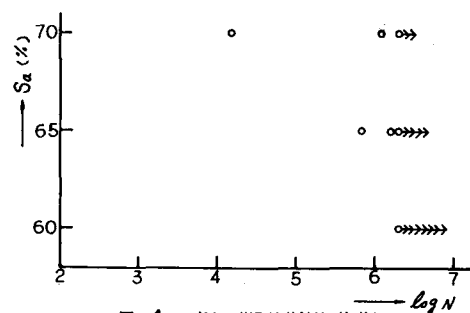


図-4 エポキシ樹脂塗装鉄筋(無塩)(E-3)