

建設省土木研究所 正会員 ○小林 茂敏

正会員 森 濱 和 正

高橋 弘 人

1. まえがき

コンクリート中の鉄筋の効果的な防食工法としてエポキシ樹脂塗装鉄筋(以下“E鉄筋”と略す)を用いる方法があるが、普通の異形鉄筋(以下“N鉄筋”と略す)と比べて付着強度が低下する¹⁾ので、これを用いる場合には定着長や重ね合せ長の設計にこのことを考慮する必要があるかもしれない。本報はE鉄筋・N鉄筋を用いたRC梁の載荷実験の結果及びそれに基づく重ね合せ長等に関する考察を述べるものである。

2. 実験概要

鉄筋の付着強度や性状は、種々の要因によって変化するものではあるが、本実験では、主鉄筋の種類(D16, SD30, 横アシ)、塗膜厚(200 μ)、コンクリートかぶり(2.0cm)を一定とし、重ね継手長、部材寸法、載荷方法等を変化させた。使用材料のデータを表-1~3に示す。

実験はN鉄筋・E鉄筋を用いた梁を作って次の3シリーズについて実施した。

試験体Ⅰシリーズ……重ね継手長を4, 8, 12, 16, 20 ϕ の5段階に変化させたRC梁(図-1)に3等分曲げ載荷を行い、重ね継手長~継手部強度との関係を求める。(O ϕ =240 kg/cm^2)

試験体Ⅱシリーズ……Ⅰと同じ寸法の供試体で継手長24 ϕ としたものに、引張鉄筋応力レベル1800(上限)~300(下限) kg/cm^2 とした200万回曲げ載荷を行い、耐疲労性を調べる。載荷速度は平均6.2Hzである。

試験体Ⅲシリーズ……重ね継手のない大型のT型RC梁(図-2)に曲げ載荷を行い、耐力・変形性ひびわれ特性等を調べる。

3. 実験結果と考察

試験体Ⅰシリーズ……すべての供試体が継手部の付着破壊となった。表-1の実験を示す。

O ϕ は付着破壊時の引張鉄筋応力度、ては次式によって求めた継手部平均付着応力度である。

$$\tau = \frac{O_s A_s}{u \Delta L} \quad \text{ここに } A_s: \text{鉄筋断面積}(\text{cm}^2) \\ u: \text{ } \phi \text{ 周長}(\text{cm}) \\ \Delta L: \text{ } \phi \text{ 重ね継手長}(\text{cm})$$

O ϕ 、 τ 、と重ね継手長の関係を図-3に示す。

表-1 コンクリートの配合

スランプ (cm)	砂量 (%)	W/C (%)	S/A (%)	単位量 (kg/m ³)				
				C	W	S	G	AE剤
8.0	4.0	68.5	44.1	242	166	822	1068	0.242

表-2 エポキシ樹脂塗料組成表

基本樹脂	エポキシ系樹脂	70.5 wt %
硬化剤	フェノール系樹脂	
可塑性付与剤		1.5 %
添加剤	ハジキ防止剤	1.5 %
	タレ止剤	1.3 %
顔料	酸化亜鉛	21.6 %
	酸化鉄	3.6 %
合計		100 %

表-3 鉄筋の試験成績表 (SD30)

鉄筋	径	D6	D13	D16
用	径	77.3mm	配筋所	主鉄筋
降伏応力度 YP (kg/mm ²)	40	36	34	
引張り強さ TS (kg/mm ²)	61	56	53	
伸び EL (%)	27	25	27	
フシの形状	斜フシ	横フシ	横フシ	
樹脂の平均塗膜厚 (μ m)	266	204	198	
曲げ性状 (20 $^{\circ}$ C, ϕ =4D)	異常ナシ	異常ナシ	異常ナシ	

注) E鉄筋はN鉄筋とエポキシ樹脂塗料で鋼電装したものを示す。

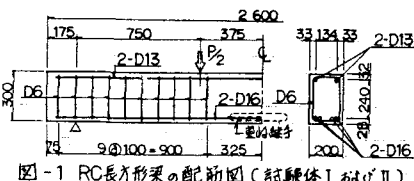


図-1 RC長方形梁の配筋図(試験体ⅠおよびⅡ)

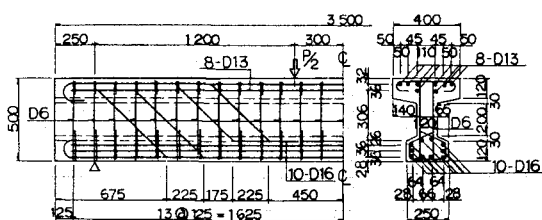


図-2 T型梁の配筋図(試験体Ⅲ)

表-4 試験体Ⅰの実験結果

供試体	重ね継手長 ΔL (mm)	使用鉄筋	最大荷重 P (ton)	鉄筋応力度 O ϕ (kg/cm ²)	付着応力度 τ (kg/cm ²)	P/E鉄筋 P(N鉄筋)
N-1	64	N鉄筋	3.6	1386	86.0	—
E-1	(4 ϕ)	E鉄筋	2.7	1039	64.5	0.750
N-2	128	N鉄筋	3.9	1502	46.6	—
E-2	(8 ϕ)	E鉄筋	3.2	1231	38.2	0.821
N-3	192	N鉄筋	6.0	2314	47.9	—
E-3	(12 ϕ)	E鉄筋	4.9	1888	39.1	0.817
N-4	256	N鉄筋	6.6	2547	39.5	—
E-4	(16 ϕ)	E鉄筋	4.7	1811	28.1	0.712
N-5	320	N鉄筋	8.1	3130	38.9	—
E-5	(20 ϕ)	E鉄筋	6.8	2624	32.6	0.840

重ね継手の強さは継手長に比例すると考えられているが、図から継手の引張強度 σ_s は、

$$\sigma_s = a + b \frac{U \Delta L}{A_s} \quad (a, b \text{ 定数})$$

として示されるようである。実験値から最小2乗法で a, b を求めるに次のようになった。

$$\text{N鉄筋} \quad a = 965 \text{ kg/cm}^2, \quad b = 27.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{E鉄筋} \quad a = 593 \text{ kg/cm}^2, \quad b = 23.8 \text{ kg/cm}^2$$

図中の線はこれらの a, b を用いて計算した値である。 $f_{0.05}$ は供試体コンクリート強度($\sigma_c = 240 \text{ kg/cm}^2$)の付着強度の特性値、E鉄筋の場合でもこの値以上はある。ただしN鉄筋と比較すればE鉄筋の付着強度は、表-4の P_{50} の値で示されるように低下し、低下度の平均は21%であった。

試験体IIシリーズ……本試験の供試体コンクリート強度は 180 kg/cm^2 、最大荷重時の継手部の平均付着応力度は 18.8 kg/cm^2 (σ_c が 180 kg/cm^2 のコンクリートの $f_{0.05}$ は 19 kg/cm^2)であったが、E、Nのいずれの供試体も200万回の疲労試験に耐えた。

疲労試験後のひびわれ図を図-4に示す。疲労試験後の破壊荷重時の平均付着応力度はN鉄筋 34.6 kg/cm^2 、E鉄筋 26.2 kg/cm^2 であった。また、試験後に試験体から取出した鉄筋の表面性状には変化はなかった。

試験体IIIシリーズ……図-5に荷重-たわみ曲線を示す。E鉄筋を用いるとたわみ量がわずかに大きくなるが耐力はN鉄筋を用いた時と差がなかった。図-6に主鉄筋応力度が 3000 kg/cm^2 のときのひびわれ図を示す。鉄筋はN鉄筋に比べてひびわれ間隔が大きく、かつ、ひびわれ幅も $W_{cr} = 0.19 \text{ mm}$ (E鉄筋)、 0.18 mm (N鉄筋)とやや大きかった。これは塗装による付着性状の低下のためと思われるが、他の実験例でも同様なことが認められている。ただし腐食を考える必要のない鉄筋であれば、このことは問題とはならないであろう。

4. むすび

試験に用いた鉄筋の製造には住友金属工業KK、供試体製作実験にはオリエンタルコンクリートKK 八田吉弘氏の助力を得た。ここに深謝致します。

参考文献 1) 小林・森友他“エポキシ塗装鉄筋の力学的特性に関する2, 3の実験”第4回JCI大会
2) “コンクリート構造物の限界状態設計法試案”土木学会コンクリート・ライブラリー第48号

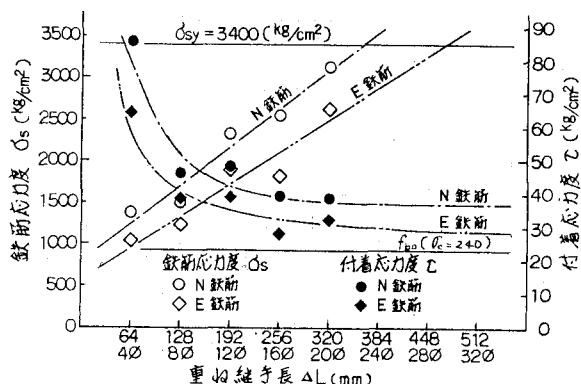


図-3 重ね継手長と鉄筋前及び付着応力度の関係(試験体I)

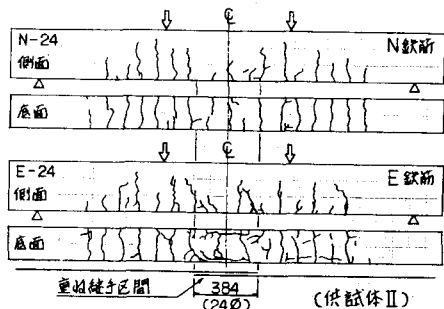


図-4 200万回疲労試験終了後のひびわれ図

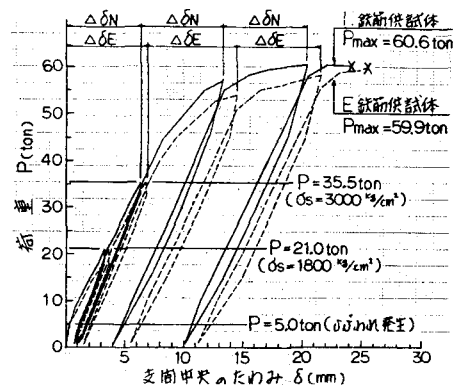


図-5 RCT形状の荷重-たわみ曲線(試験体III)

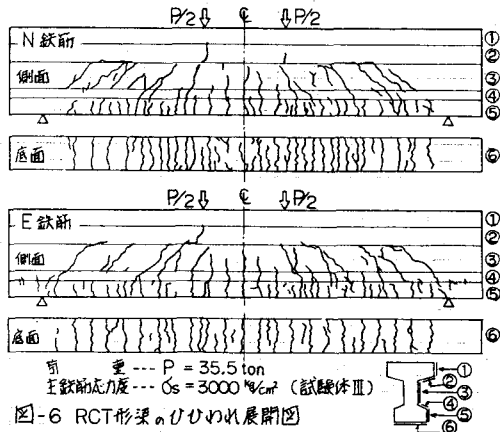


図-6 RCT形状のひびわれ展開図