

北海道開発局土木試験所 正会員 太田 利隆
" " 服部 健作
" " 福井 晃

1. まえがき

エポキシ樹脂被覆鉄筋は、現在最もすぐれた防食工法の1つとして注目されているが、設計上の問題点として、付着強度の低下があげられている。本文はエポキシ樹脂被覆鉄筋を用いたRC桁の載荷試験を行ない、重ね継手の基礎性状を知るとともに、無処理鉄筋との比較を行なったものである。

2. 実験の方法

RC桁は矩形断面で、主鉄筋径D22mm、コンクリート設計基準強度300Kg/cm²と一定にし、鉄筋からのかぶり(C=2.2cm, 4.5cm, 6.6cm)、重ね継手長(L=5 ϕ , 10 ϕ , 15 ϕ , 継手なし)、鉄筋の表面処理(エポキシ樹脂被覆、無処理)、横方向補強鉄筋量の効果(主筋の50%, 100%)等を選び、計33桁製作した。桁の大きさは、C=2.2cmで22 $\times$ 40 $\times$ 372cm, C=4.5cm, 30 $\times$ 40 $\times$ 372cm, C=6.6cm, 37 $\times$ 40 $\times$ 372cmである。

主鉄筋はSD30横フシ型2本で、塗装厚は ϕ 22mm $\sim$ 190 μ m、残りはすべて180 μ mである。横方向補強に関するスターラップは ϕ 13mmとし、他のスターラップは全て ϕ 10mmで無処理鉄筋とした。曲げ試験はそれぞれ支間の1/3点に載荷したが、ひびわれ発生時及び最大ひびわれ幅0.2mm、0.3mmに達した時、荷重を0にもどし、おのおのひびわれ幅発生荷重まで5回くりかえした後、破壊まで載荷した。

3. 実験結果

重ね長さの短いものは付着破壊を示し、長いものは鉄筋の降伏現象により破壊した。重ね継手は鉄筋とコンクリートの付着強度により応力が伝達されるが、付着強度は鉄筋径、かぶり、コンクリート強度、横方向の補強など数多くの因子に影響されるばかりでなく、その相互関係によっても変化する。重ね継手長を考える場合も、これらの因子の影響を考慮した付着強度 f_o を求め、 $L = \sigma_s \phi / 4 f_o$ (ただし σ_s =鉄筋応力度)などにより算定するのがよいと考えられる。ここではOrangunらの式と、これを改良した角田らの式によりその適用性を検討した。

横方向鉄筋のない場合に対する式は次のようである。

$f_o = (1.2 + 3C/\phi + 50\phi/L)(0.07 f_c)^{0.5}$ (1)Orangun式

$f_o = 100\sqrt{f_o}/(L/\phi + 20\phi/\sqrt{C})$ (2)角田式

実験から求めた付着強度と、これらの計算値から付着強度比を求め、重ね継手長と比較したのが図-1である。

無処理鉄筋の場合Orangun式では重ね継手長が短い場合計算値が大きくなる傾向があるが、重ね継手長が長くなるに従いよい近似を得ている。角田式の場合、全体的により近似を得ている。エポキシ被覆鉄筋の場合両式共に計算値が大きき算定され、危険側となる可能性があり、両式をエポキシ被覆鉄筋に適用するには、なんらかの処

表-1 コンクリート配合表

コンクリート 設計強度 (kg/cm ²)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	セメント率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)		
						水	セメント ポルトランド	粗骨材
300	20	8 $\pm$ 1.5	2.2	41	45	119	290	939

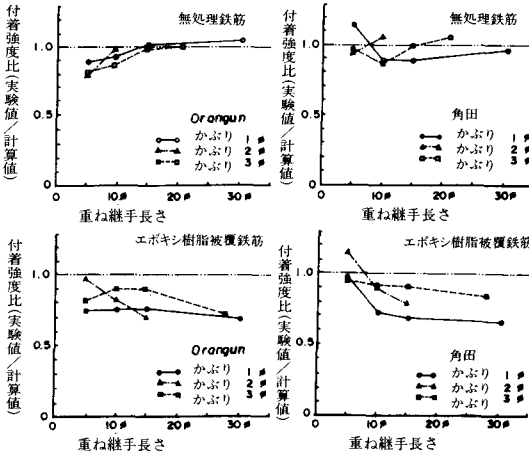


図-1 付着強度比と重ね継手長さ

理をする必要がある。

図-2はエポキシ被覆鉄筋を用いたRC桁について、引抜き破壊した桁を抜きだし、最終鉄筋応力度の実験値と計算値を比較したものである。この中のAグループでは計算値が実験値より大きくなり危険側となる可能性がある。これは

Tepfersの理論によれば、重ね継手の破壊形式が図-3、破壊形式Bとは異なり、破壊形式A、塑性破壊であった。Bグループでは鉄筋のあきが不足していたため、図-4のような破壊形状となった。両グループ共に破壊形状が異なるため、これらを除いて、(1)式、(2)式を基本にして、エポキシ被覆鉄筋に適合するように最小2乗法により係数を求めると、次のようである。

$f_o = (0.9 + 3.6 C/\phi + 27 \phi/L) (0.07 f_c)^{0.5}$ (3) Orangun 式より

$f_o = 88.6 \sqrt{f_c} / (L/\phi + 185 \phi/\sqrt{C})$ (4) 角田式より

これらの式を計算値としたのが図-5、6である。

(3)式は鉄筋応力(重ね継手長が支配的要素)が大きい場合、危険側となる傾向が残る、(4)式では全体的により近似を与えている。一方付着強度を従来式にかんたんな係数をかける程度で精度よく推定できれば設計上便利である。

エポキシ被覆鉄筋が無処理鉄筋の9割の付着強度を持つと考え、 $0.9 \times (1)式$ 、 $(2)式$ 共に鉄筋応力が大きい場合も安全側となり、全体的により近似を与えている。表-2に付着強度比を示す。

図-7は横方向補強量と耐力力比の関係である。無処理鉄筋の場合、重ね長さが小さく付着破壊する場合にはその効果が著しいが、重ね長さが大きくなり、降伏破壊が生ずるようになるに従い、その効果が表われにくくなっている。エポキシ被覆鉄筋の場合、横方向補強量が50%(主鉄筋の断面積を100%ととして)では、その効果はほとんど表われていない。100%では無処理鉄筋の50%と、ほぼ同等の効果が表われている。

4. あとがき

エポキシ樹脂被覆鉄筋の重ね長さについて検討を加えてきたが、更に疲労について実験を続けたいと考えている。(参考文献)

- 1) C.O.Orangun, J.O.Jirsa, J.E.Breen; A Reevaluation of Test Data on Development Length and Splices, A.C.I. Journal March. 1977
- 2) Ralejs Tepfers; Lapped Tensile Reinforcement Splices, ASCE, VOL.108, No. ST1, January 1982
- 3) 角田, 高橋; 異形鉄筋の重ね継手における定着付着強度に関する研究, 土木学会 北海道支部 論文報告集 第35号 昭和57年2月

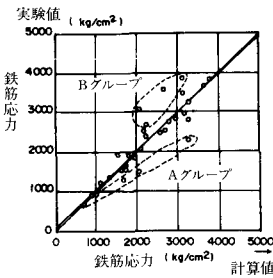


図-2

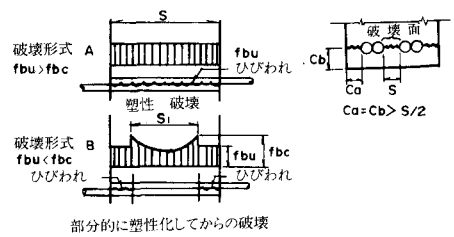


図-3

図-4

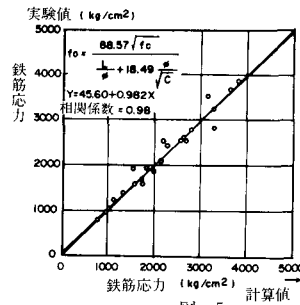


図-5

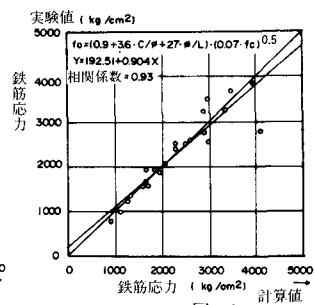


図-6

表-2 付着強度比(実験値/計算値)

	エポキシ樹脂被覆鉄筋			無処理鉄筋		
	個数	平均値	標準偏差	個数	平均値	標準偏差
Orangun式 (1)式	25	0.87	0.13	11	0.93	0.07
角田式 (2)式	25	0.94	0.07	11	0.99	0.08
(3)式	25	1.00	0.11			
(4)式	25	1.01	0.07			
(1)式×0.9	25	0.97	0.14			
(2)式×0.9	25	1.05	0.08			

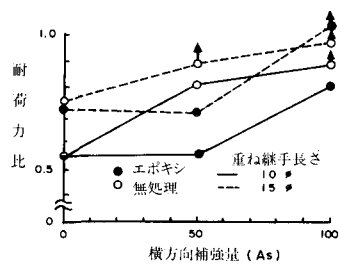


図-7 横方向補強量と耐力力比