

腐食鉄筋の交番载荷における付着特性に関する基礎研究

防衛大学校 学生会員 ○アノ ネットノ 防衛大学校 正会員 山本 佳士
防衛大学校 正会員 黒田 一郎 防衛大学校 正会員 古屋 信明

1. 研究の背景及び目的

腐食した鉄筋の付着特性については近年知見が集まりつつあるが、それらは一方向の荷重を前提としており、荷重が交番する条件での検討はまだ少ない。鉄筋が腐食した構造物においても地震による荷重は大きな脅威であり、交番荷重に対する付着特性の把握は欠かすことができない。そこで本研究では、鉄筋腐食が付着特性に与える影響について知見を得ることを目的とし、実験により検討する。

2. 実験方法

2.1 供試体の概要

150×100×100mmのコンクリートの中央に鉄筋を埋め込んで作成した。D10 (SD295) 鉄筋を配置し、かぶり厚は 45mmである。ただし、付着力過大で鉄筋破断が生じることのないように、所定の付着区間 (長さ 50mm) 以外の付着は油粘土を巻いて切っている。

鉄筋腐食は、供試体を 3% 塩化ナトリウム水溶液へ入れて、直流電流 0.13mA を所定時間通電することによって行った。目標とする鉄筋の腐食率を 5%、10%とする。

2.2 载荷方法

油圧式载荷装置を用いて鉄筋を引き抜き、荷重—すべり関係を測定する。供試体および実験要領を図 1 に示す。

交番载荷実験は次の手順：(1)～(3)で行った。

(1) 滑り量が 0.2mmに至るまで引き(その際の荷重を $P_{0.2}$ とする)、除荷する。

(2) 供試体を反転し、(1)で引いたのと反対側の鉄筋を荷重が $P_{0.2}$ に達するまで引く。荷重が $P_{0.2}$ に達したら除荷する。

(3) 再び供試体を反転し、(1)で引いたのと同じ鉄筋端を終局に至るまで引き抜き、最大荷重を記録する。すなわち、手順 (1) \ (2) において荷重振幅 $P_{0.2}$ の交番载荷を 1 周期行った後に、終局に至るまでの引抜きを行うこととなる。

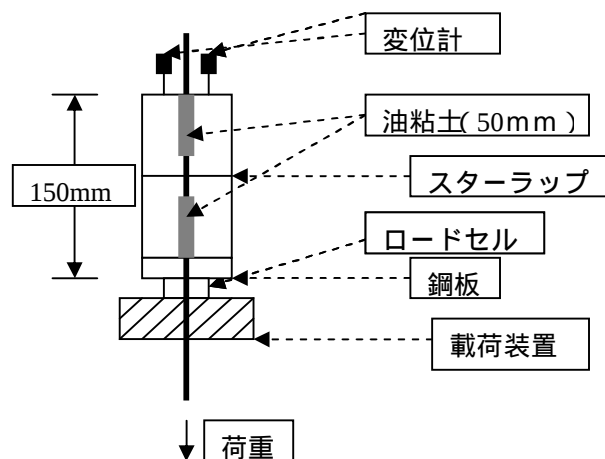


図 1 供試体および実験要領

3. 実験結果

本研究で得られた結果を要約する次の通りである。

各種供試体の単調载荷および交番载荷実験の最大荷重をコンクリートと鉄筋の付着部の表面積(30mm×50mm、JIS G3112 による)で割って付着応力を算出し、これとすべり量の関係を単調载荷実験 (monotonic) ,交番载荷実験の場合に分けて、それぞれを表 1 および表 2 に示す。

表 1 単調载荷実験

シリーズ	供試体の番号	腐食量 (%)	コンクリート強度 (N/mm ²)	最大荷重 Pmax(KN)	付着強度 (N/mm ²)	付着強度平均 (N/mm ²)
A	A7	0%	31.8	26.5	17.7	16.8
	A8	0%		23.6	15.7	
	A9	0%		25.7	17.1	
	A4	5%		22.1	14.7	14.7
	A5	5%		23.5	15.6	
	A6	5%		20.6	13.7	
B	B1	0%	36.1	21.9	14.6	13.8
	B2	0%		18.8	12.5	
	B3	0%		21.5	14.3	
	B1	10%		25.1	17.2	16.5
	B2	10%		24.0	16.7	
	B3	10%		30.0	18.4	
	B4*	10%		19.8	13.7	

*B4 の供試体は途中で破壊したため参考にならない。

表 2 交番载荷実験

シリーズ	供試体の番号	腐食量 (%)	コンクリート強度 (N/mm ²)	最大荷重 Pmax(KN)	最大荷重の平均 Pmax(KN)	$P_{0.2}$ (KN)	$P_{max}/P_{0.2}$
A	A10	0%	31.8	23.9	24.4	19.4	1.2
	A11	0%		25.9		19.0	1.4
	A12	0%		23.5		19.4	1.2
	A1	5%		22.0		18.1	1.2
	A2	5%		18.1	20.0	16.5	1.1
	A3	5%		19.8		18.6	1.1
	B1	0%		19.6		19.2	1.0
	B2	0%		20.3		20.3	1.0
B	B3	0%	36.1	20.5	19.6	15.2	1.3
	B2	10%		17.2		17.2	1.0
	B3	10%		22.0		15.8	1.4

キーワード 腐食鉄筋、付着強度、交番载荷、単調载荷

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 建設環境工学科 TEL 046-481-3810 E-mail: ikuroda@nda.ac.jp

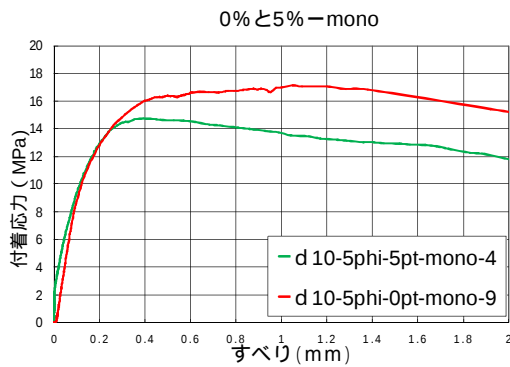


図2 0%と5%腐食鉄筋のすべりと付着応力関係

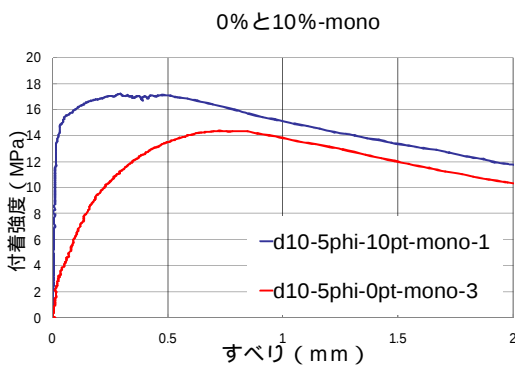


図3 0%と10%腐食鉄筋のすべりと付着応力関係

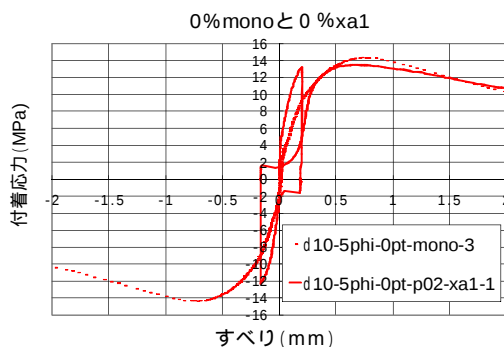


図4 単調載荷実験と交番載荷実験の関係

単調載荷実験における0%、5%、10%腐食鉄筋の付着応力とすべりの関係を図2および図3に示す。ここで $d10$ = 鉄筋直径、 5ϕ = 付着長さ 50mm、 $10pt$ = 10%腐食鉄筋、 $mono$ = 単調載荷、1、3、4、9 = 供試体の番号である。

腐食率0%の時の単調載荷実験と交番載荷実験の関係を図4に示す。ここで $0pt$ = 0%腐食鉄筋、 $P_{0.2}$ = すべり量が0.2mmになる時の荷重、 $xa1$ = 1回繰り返す、1 = 供試体の番号である。

交番載荷実験における0%、5%、10%腐食鉄筋の結果を図5および図6に示す。

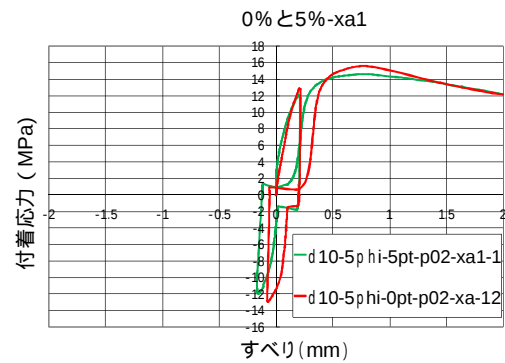


図5 0%と5%腐食鉄筋の交番載荷実験実験

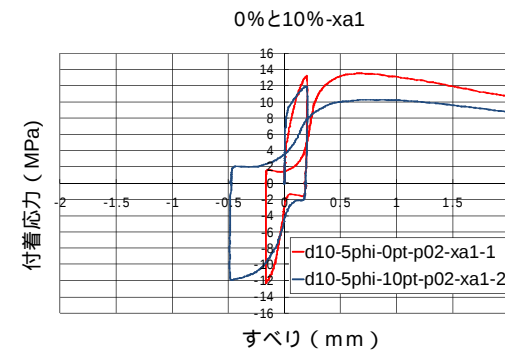


図6 0%と10%腐食鉄筋の交番載荷実験実験

4.考察

- (1) 図4により腐食率が0%の場合における供試体は、交番載荷の影響を受けると付着強度が単調載荷より低下する。
- (2) 図2および図3より単調載荷実験において、5%腐食鉄筋は0%腐食鉄筋より付着強度が小さい。しかし、10%腐食鉄筋は0%腐食鉄筋より付着強度が大きい。
- (3) 図5により、交番載荷の場合には、5%腐食鉄筋は0%腐食鉄筋より付着強度が小さくなる。
- (4) 図6により、交番載荷の場合には、10%腐食鉄筋は0%腐食鉄筋より付着強度が小さくなる。

5.まとめ

- (1) 単調載荷に対しては、鉄筋の腐食率が5%の時、0%腐食鉄筋より付着強度が小さくなる。しかし、10%の腐食率では、鉄筋表面の錆が増えるために付着強度が大きくなる。
- (2) 交番載荷下では、鉄筋表面の錆は荷重方向逆転の時に鉄筋の滑りにもなって削られ、周囲のコンクリートとの接触が小さくなる。そのため、鉄筋の腐食率が大きい場合には単調載荷の場合とは逆に、付着強度が小さくなる。