

横補強筋が腐食 RC 部材の付着応力性状に及ぼす影響

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○番場 俊介 阿部 哲雄
長岡工業高等専門学校 正会員 村上 祐貴

1. はじめに

RC 部材内部の横補強筋は、付着割裂破壊の抑制効果を有することが知られている¹⁾。腐食膨張挙動により、かぶりコンクリートに鉄筋軸に沿った腐食ひび割れが発生した場合、鉄筋に引張力が作用して、コンクリートに割裂力が作用すると、腐食ひび割れが開口するが、横補強筋はこの開口を拘束するため、鉄筋腐食に伴う付着応力の低下を抑制する。横補強筋の拘束効果は主鉄筋の腐食劣化状態、かぶりや鉄筋径、コンクリートの強度によって変化することに加え、横補強筋自体の腐食性状、横補強筋量等によって変化すると考えられ、それら種々の影響を統一的に評価することは非常に困難であることから、横補強筋による付着劣化抑制効果については未解明な部分が多い。

そこで本研究では、横補強筋の付着劣化抑制効果の基礎的研究の位置づけとして、横補強筋量、横補強筋の腐食量を実験変数とし、主鉄筋のみが腐食した場合と、主鉄筋および横補強筋が腐食した RC 試験体に対して、片側引抜試験を実施し、鉄筋腐食した RC 部材の付着割裂挙動に対する横補強筋の付着劣化抑制効果について検討した。

2. 実験概要

2.1 試験体概要および実験パラメータ

図-1 に試験体概要を示す。試験体は断面が 150mm×150mm、長さ 150mm とした RC 角柱試験体であり、引抜鉄筋には D16(SD390)、横補強筋には D6(SD295A)を用いた。付着長は 140mm とし、載荷端および自由端から 5mm の非付着区間を設けた。

実験パラメータは表-1 に示すように、3 つのシリーズに分類される。S0 シリーズの実験パラメータは、主鉄筋の腐食ひび割れ幅(W_{cr})であり、S シリーズは、主鉄筋の腐食ひび割れ幅(W_{cr})および横補強筋の配筋本数(S)、 S_{cor} シリーズは主鉄筋の腐食ひび割れ幅(W_{cr})および横補強筋の腐食量である。なお、試験体は各パラメータにつき 3 体作製した。

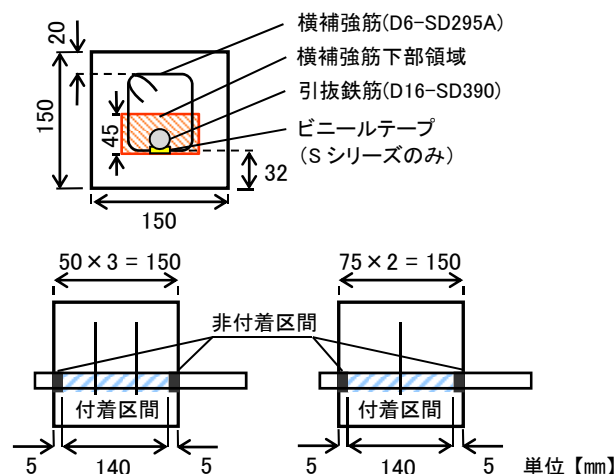


図-1 試験体概要図

表-1 実験パラメータおよび実験結果

シリーズ	試験体名	せん断補強筋本数(本)	鉄筋径(mm)	かぶり(mm)	腐食ひび割れ幅(mm)		腐食率(%)		圧縮強度(N/mm ²)	付着強度(N/mm ²)	
					目標値	実測値	主鉄筋	横補強筋(下部領域)			
S0	S0 Wcr0.0	0	16	32	—	—	—	—	31.7	7.3	
	S0 Wcr0.5				0.50	0.52	3.32		30.6	1.8	
	S0 Wcr1.0				1.00	0.98	7.84		27.6	2.0	
S	S1 Wcr0.0	1			—	—	—		34.5	11.3	
	S1 Wcr0.5				0.50	0.56	2.34		30.3	7.9	
	S1 Wcr1.0				1.00	0.96	7.45		34.5	6.6※1	
	S2 Wcr0.0	2			—	—	—		30.2	10.9	
	S2 Wcr0.5				0.50	0.50	2.34		31.5	11.5	
	S2 Wcr1.0				1.00	0.98	7.45		35.5	11.6※1	
S _{cor}	S _{cor} Wcr0.2	2			0.20	0.20	0.95		2.77 (2.99)	29.8	11.7
	S _{cor} Wcr0.5				0.50	0.50	1.68		5.58 (4.84)	31.0	11.7
	S _{cor} Wcr1.0				1.00	0.92	4.30		20.2 (14.3)	32.4	10.0
	S _{cor} Wcr1.0				—	—	—		—	—	—

※1 試験体 2 体の平均値

2.2 鉄筋腐食手法および載荷方法

鉄筋の腐食手法は電食試験法を採用し、材齢 7 日の時点で直流電流を目標の腐食ひび割れ幅に到達するまで通電した。なお、主鉄筋のみを腐食対象とした S シリーズにおいては、図-1 に示すように主鉄筋と接する横補強筋の一部にビニールテープを巻き、絶縁することで横補強筋の防錆を行った。

最小かぶり面の鉄筋軸方向の腐食ひび割れ幅は、 π 型変位計を用いて測定し、設置位置は、最小かぶり面の鉄筋軸直上に自由端から 25mm、75mm、125mm である。

鉄筋腐食量は、試験前後の鉄筋の質量減少率(以下、腐食率)により評価した。なお、横補強筋に関しては、図-1 に示すように、全体の腐食率の他に、横補強筋の下部領域における腐食率も測定した。

載荷は片側引抜試験とし、変位制御(0.5mm/min)で実施した。

キーワード 鉄筋腐食, 付着劣化, 横補強筋, コンクリートの拘束圧

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 TEL0258-34-9276

3. 実験結果

3.1 横補強筋量

図-2 に横補強筋量のみが異なる試験体における、付着強度と腐食ひび割れ幅の関係を示す。付着応力は引抜荷重を鉄筋の付着面積で除すことにより算出しており、鉄筋周長は腐食後の付着区間の平均的な鉄筋径から算出した。なお、付着強度は各パラメータにおける平均値である。

図-2 より、横補強筋を有しない S0 試験体の付着強度は腐食ひび割れ幅の拡大に伴い急激に低下する傾向にあるが、横補強筋を有する S1 試験体および S2 試験体における付着強度は腐食ひび割れ幅の拡大に伴う付着強度の低下は横補強筋を有しない場合と比較して明らかに抑制されており、横補強筋による付着強度の低下に対する抑制効果は横補強筋量の影響を受けることが分かる。また、腐食ひび割れ幅が大きいほど横補強筋を有する場合と有しない場合の付着強度の差異は大きくなる傾向にあり、横補強筋による付着劣化抑制効果は一定ではなく、主鉄筋の腐食ひび割れ幅によって変化することが分かる。八十島²⁾らは、横補強筋による拘束効果は主鉄筋すべりに伴う割裂ひび割れに応じて発揮されることを報告しており、腐食ひび割れ（割裂ひび割れ）が発生した試験体の横補強筋による付着劣化抑制効果が腐食ひび割れ幅の拡大に伴い大きくなったことは既往の知見と整合する。

3.2 横補強筋の腐食

図-3 に主鉄筋のみを腐食させ、横補強筋を非腐食とした S2 試験体および、主鉄筋と横補強筋を腐食させた S_{cor} 試験体における付着強度と横補強筋の腐食率の関係を示す。S2 試験体の付着強度は図-2 に示したようにほぼ一定値を示したことから、S2 試験体シリーズの各腐食ひび割れ幅における付着強度の平均値とした。また、ここでの横補強筋の腐食率とは横補強筋下部領域における腐食率である（図-1 参照）。

図-3 より、横補強筋下部領域の腐食率が約 15% の時点において、僅かに付着強度は低下したが、有意な差とは言えず、横補強筋下部領域の腐食率が約 15% の範囲内では付着強度に顕著な差異は見られなかった。このことから、本実験の範囲内ではあるが、拘束効果が大きいと思われる横補強筋の下部領域における腐食率が 15% 程度であれば、横補強筋の腐食による拘束効果の低下は小さいものと考えられる。

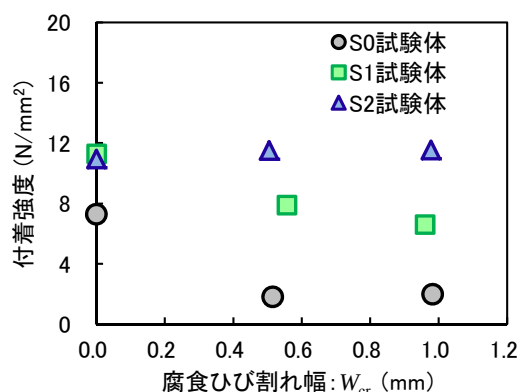


図-2 付着強度と腐食ひび割れ幅の関係
(横補強筋量の影響)

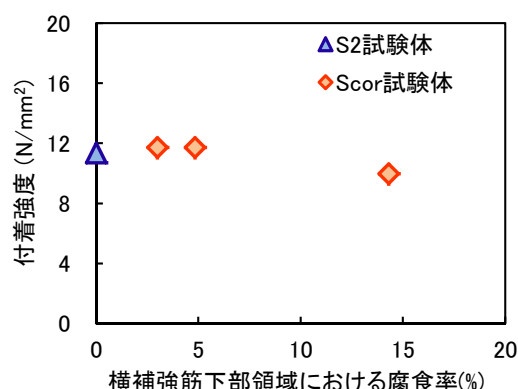


図-3 付着強度と横補強筋の腐食率の関係

4. 結論

本研究は、横補強筋を配筋した RC 試験体に対して片側引抜試験を実施し、鉄筋腐食した RC 部材の付着割裂挙動に対する横補強筋の付着劣化抑制効果について検討した。本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 横補強筋は鉄筋腐食による RC 部材の付着劣化を抑制し、その効果は横補強筋量が多いほど、顕著である。
- (2) 本実験の範囲内において、横補強筋が腐食した場合、横補強筋下部領域の腐食率が約 15% の範囲内では、付着強度の顕著な低下は認められなかった。

参考文献

- 1) 柳益夫, 丸山久一, 清水敬二: 鉄筋の腐食による付着劣化に及ぼすスターラップの影響, 土木学会第 47 回年次学術講演会講演概要集, V-190, pp.410-411, 1992
- 2) 八十島章, 金久保利之, 石川嘉崇: フライアッシュ高強度人工軽量骨材を用いた片持梁型試験体による付着割裂性状, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.25, No.2, pp.961-966, 2003