

京都大学 学生会員 ○石川 貴士 正会員 高谷 哲
 正会員 山本 貴士 フェロー 宮川 豊章

1. はじめに

これまで報告されている ASR 劣化構造物中の鉄筋破断は、主鉄筋やスターラップのコンクリート中での定着を確保するために施された曲げ加工域や閉合部で生じていることが多い。RC 構造は、コンクリートと一体化した鉄筋が主として引張材として機能することでその力学的性能を発揮する。したがって、定着域で破断した鉄筋であってもコンクリートとの一体性が確保できていれば引張材として十分に機能する。しかし、ASR 劣化した部材でコンクリートが膨張にともなうひび割れを生じると鉄筋とコンクリートの付着性能が低下すると考えられる。筆者らはこれまで引抜き作用を受ける鉄筋に沿った ASR 膨張ひび割れと付着特性の関係を検討してきた。これに対し、引抜き作用を受ける鉄筋に対して横補強筋であるスターラップの有無が鉄筋の付着に影響を与えることが知られている。しかし、対象とした鉄筋の付着挙動に与えるスターラップ隅角部の破断の影響については不明な点が多い。そこで本研究では、ASR ひび割れを模擬したコンクリートと鉄筋の付着特性に与える横補強筋の有無および横補強筋隅角部の破断の影響について明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

供試体図を図-1 に示す。供試体は、幅×高さ=200×300mm の矩形断面で、全長（付着試験長）300 (270) mm の引抜き試験体とした。引抜き対象の鉄筋は D16 (SD295A) で、かぶりを 25, 30, 35mm(かぶり鉄筋径比 $c/\phi=1.5, 1.9, 2.2$)とした。ASR 模擬ひび割れを導入した供試体断面を図-2 に示す。鉄筋に沿った ASR 膨張ひび割れを想定したひび割れは、ひび割れのないコンクリートで作製した供試体に対してコンクリートカッターを用いて鉄筋直上（底面側の鉄筋に対しては直下）のかぶりの半分まで溝を設け、その溝に静的破砕剤を注入し、その膨張力によって導入した。

引張を受ける主筋の付着・定着特性に与える横補強筋（スターラップ）の影響を検討するために、横補強筋の無いものとこれらの鉄筋を取り囲む形で 135° フック付 D6 スターラップを配筋したもの、また横補強筋の隅角部に破断模擬を与えたもので比較検討した。横補強筋隅角部の破断模擬の概要を図-3 に示す。隅角部の破断は、直線筋を組み合わせることにより模擬した。横補強筋の配筋量は、面積比 p_w で ($=A_w/(b \cdot s_s)$, A_w :せん断補強筋配筋間隔内におけるせん断補強筋の総断面積, b :供試体幅(200mm), s_s :せん断補強筋配筋間隔(200mm))0.16%である。なお、横補強筋の面積比は、2007 年制定コンクリート標準示方書[設計編]¹⁾で示される最低配筋量 $p_w=0.15\%$ より若干大きい値となった。これらの供試体に対して図-4 に示す引

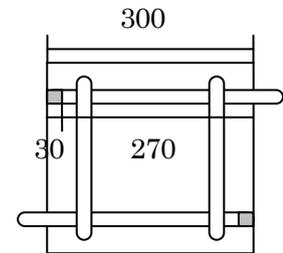


図-1 供試体図 (単位:mm)

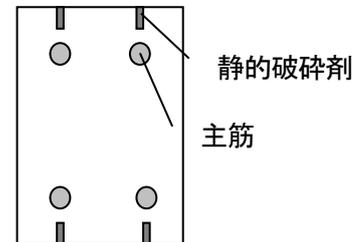


図-2 静的破砕剤による ASR ひび割れ模擬

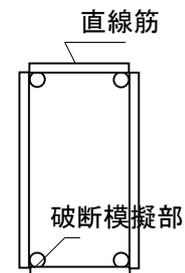


図-3 横補強筋の破断模擬

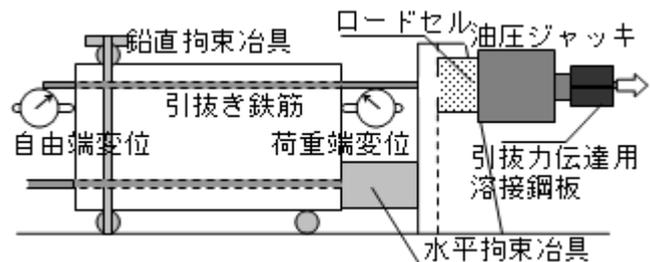


図-4 引抜き载荷試験

抜き荷試験を行った。

3. 結果および考察

導入ひび割れ幅と荷試験結果の一覧を表-1に示す。ひび割れは、ほとんどの供試体で断面の鉄筋位置を通過し、かぶりの鉄筋軸方向に導入された。また軸方向に導入したひび割れによって、健全な供試体では鉄筋降伏していたものであっても、付着割裂へと破壊形態が変化した。

3. 1 横補強筋の有無と付着強度の関係

導入ひび割れ幅と付着強度の関係を、横補強筋の有無ごとに図-5に示す。横補強筋を配していないものでは、ひび割れが有る場合、その付着強度は大きく低下している。しかし、横補強筋を配している供試体の場合、同程度のひび割れ幅で比較すると、かぶり鉄筋径比によらず、ひび割れを導入した供試体で付着強度の低下がそれほど大きくなっていないことが分かる。このことから、鉄筋に沿ったひび割れが発生していても健全な横補強筋が存在する場合、付着強度の低下を小さく抑えることができるといえる。

3. 2 横補強筋の破断の有無と付着強度の関係

横補強筋に破断の有無が導入ひび割れ幅と付着強度の関係に与える影響を示したものを図-6に示す。模擬ひび割れを与えない状態での付着強度は、横補強筋が健全なものよりも小さくなっており、横補強筋が無いものと同程度の結果となった。また、ひび割れを導入したものでは、横補強筋が健全なものよりも付着強度の低下は大きいものの、横補強筋が無いものよりも、同程度のひび割れ幅で見ると付着強度の低下は小さい傾向にある。ただし、横補強筋の隅角部に不連続な部分が存在することで導入ひび割れ幅が大きくなる傾向にあり、その結果、大きなひび割れ幅において付着強度の低下が大きくなっている。横補強筋が破断して、その部分にひび割れが生じている場合には、割裂ひび割れの進展が横補強筋の不連続部分である軸方向ひび割れ部に集中して起こることにより、付着強度の低下を招く可能性がある。

4. 結論

- (1) 横補強筋が有る場合では、ASR膨張にともなう軸方向ひび割れによる付着強度の低下は抑えられる
- (2) 横補強筋の隅角部が破断している場合、横補強筋がない場合よりも付着強度の低下は小さくなる傾向にあるものの、破断部でのひび割れ幅が増大して付着強度の低下が大きくなる。

参考文献

- 1) 土木学会：2007年制定コンクリート標準示方書[設計編]，pp.193，2008.3

表-1 引抜き荷試験結果

膨張ひび割れ	かぶり/鉄筋径比	横補強筋	横補強筋の破断	ひび割れ幅(mm)	最大荷重(kN)	付着強度(N/mm ²)	
無(健全)	1.5	無	—	—	60.1	4.45	
	1.9			62.3	4.61		
	2.2			75.5	5.59		
膨張模擬	1.5			0.85	30.8	2.28	
				1.73	41.1	3.04	
				1.55	39.3	2.91	
	1.9			0.90	27.7	2.05	
				1.13	33.4	2.47	
				1.45	28.9	2.14	
	2.2			1.15	50.6	3.20	
				1.23	35.9	2.66	
				—	42.5	3.09	
健全	1.5	健全	—	69.6	5.05		
				63.8	4.63		
				70.5	3.73		
				76.4	4.05		
				73.6	3.07		
				83.6	3.49		
	1.9	健全		54.9	3.99		
				61.4	4.46		
				63.4	4.60		
				80.8	5.87		
				49.7	3.61		
				64.9	4.71		
	2.2	健全		64.2	4.66		
				49.6	3.60		
				53.2	3.86		
				59.7	4.33		
				70.7	5.13		
				60.3	4.38		
膨張模擬	1.5	有	破断	1.05	55.2	4.00	
				1.10	62.8	4.56	
				1.00	54.4	3.95	
	1.9			健全	0.90	74.4	5.40
					1.05	66.9	4.85
					0.65	56.0	4.06
	2.2			破断	0.85	41.2	2.99
					1.72	30.6	2.22
					0.60	64.1	4.65
					1.35	32.9	2.38
					1.90	51.5	3.74
					0.48	64.4	4.68
0.90	46.5	3.37					

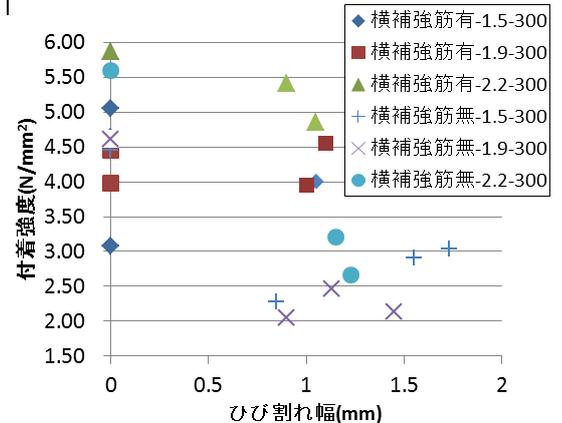


図-5 健全な横補強筋がある場合の付着強度

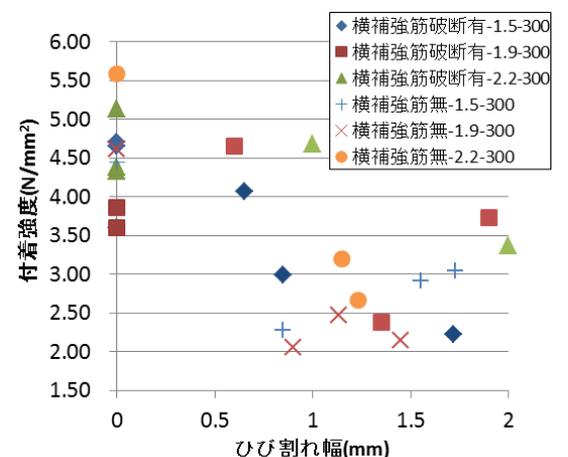


図-6 横補強筋に破断があるときの付着強度