

1.研究目的

近年、コンクリート構造物に対する高耐久化や長寿命化が望まれており、塩害、ASR、中性化など単独による劣化現象の研究は多くされているが、複合劣化の研究は未だ少ないのが現状である。このような背景から、塩害とASRの複合劣化による鋼材腐食、コンクリート劣化等がRCはり部材の曲げ・せん断耐荷特性に及ぼす影響について検討することを目的とした。2013年度に作製した劣化RCはり供試体の膨張特性やひび割れの発生状況等を経時的に把握するとともに載荷試験を実施し、曲げ耐荷特性について比較検討を行った。さらに、複合劣化が鉄筋とコンクリートの付着特性に及ぼす影響を把握するために、2種類の付着供試体により引き抜き試験を行った。

2.付着供試体の引き抜き試験

付着供試体(小)においては、土木学会基準に準じた引抜き試験を行った。付着応力度-自由端変位関係を図-2に示す。C-1供試体は、腐食ひび割れが発生しておらず、最も付着応力度平均値が高い値を示した。一方、AC-1供試体は、割裂破壊を生じたA-1供試体やC-1供試体より、付着応力度が低い値を示した。これは、ASRと鋼材腐食の影響により鉄筋に沿ったひび割れが生じたことによって付着力が低下し、付着応力度が小さくなったと考えられる。付着供試体(大)においては、せん断補強筋による拘束効果が付着応力度-すべり関係に及ぼす影響を把握することを目的として、はり供試体と同一の断面を有する付着供試体により引き抜き試験を行った。引き抜き試験の治具を図-1に示す。また、付着応力度-自由端変位関係を図-3に示す。AC-1供試体の付着応力度は最も大きい値となった。これは補強筋が配置されているためASRの膨張に伴うケミカルプレストレスが生じ、

付着応力度が増加したものと考えられる。一方、A-1供試体はASR膨張が顕著でなく、付着応力度が小さくなった。このことから、補強筋が配置されている場合にはケミカルプレストレスが付着応力度に影響を及ぼすと考えられる。

表-1 最大付着応力度

供試体名 (作製年次)	付着供試体(小)			付着供試体(大)		
	$\tau_{max}(N/mm^2)$	破壊形式	平均値	$\tau_{max}(N/mm^2)$	破壊形式	平均値
A-1 (2013)	4.92	拔出し	6.35	4.62	拔出し	4.91
	7.78	割裂		5.20	拔出し	
C-1 (2013)	9.00	割裂	10.86	5.32	拔出し	5.59
	12.05	拔出し		6.31	拔出し	
	11.52	割裂		5.15	拔出し	
AC-1 (2013)	6.70	割裂	7.17	7.50	拔出し	7.30
	7.63	割裂		7.10	拔出し	

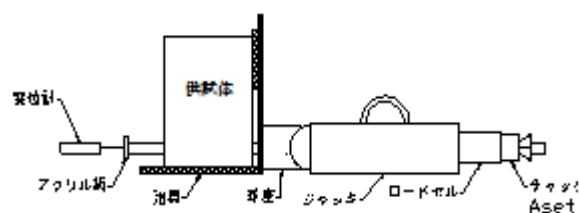


図-1 引き抜き試験用治具

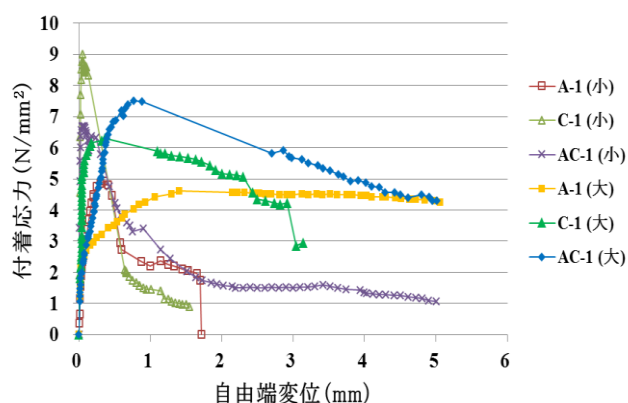


図-2 付着応力-自由端変位関係

3.はり供試体

本実験では、幅×高さ=100×200mm の単鉄筋長方形断面を有する全長 1800mm の RC 単純はり部材(コンクリートの設計基準強度： $f' = 24\text{N/mm}^2$)を作製した。なお、全ての供試体の主鉄筋には D16(SD295A)を使用した。また、裏面側の主鉄筋にはゲージ破損を防ぐため、幅×高さ=2×4mm の溝を掘り、ひずみゲージを鉄筋内に埋め込んだ。せん断補補強筋には D6(SD346A)を使用し、端部 135°フック付閉合スターラップを用いた。荷重方法は $a/d=2.35$ とした対称 2 点集中荷重方式とし、曲げスパン 300mm、せん断スパン 400mm とした。

各供試体の最大荷重、曲げ破壊時の計算荷重を表-2 に、総ひび割れ密度を表-3 に、荷重試験後のひび割れ状況を図-3 に、荷重－中央変位関係を図-4 に示す。破壊形式は全て曲げ引張破壊に至り、実測値が計算値を上回る結果となった。また、AC-F-1 供試体は C-F-1 供試体と比較し、ひび割れ密度が大きくなった。これは、鋼材腐食に加え ASR 膨張によるひび割れが発生したため、ひび割れ密度が大きくなったと考えられる。さらに、AC-F-1 供試体は A-F-1,C-F-1 供試体と比較し、ひび割れ分散性が低下した。これは、鋼材腐食の影響により、局所的に鉄筋が降伏し損傷が局所化したためと考えられる。一方、A-F-1 供試体は荷重 95.3kN に達した時に曲げ圧縮部の ASR ひび割れに沿ってかぶりコンクリートが剥落し、他の供試体よりも小さい荷重で終局に至った。

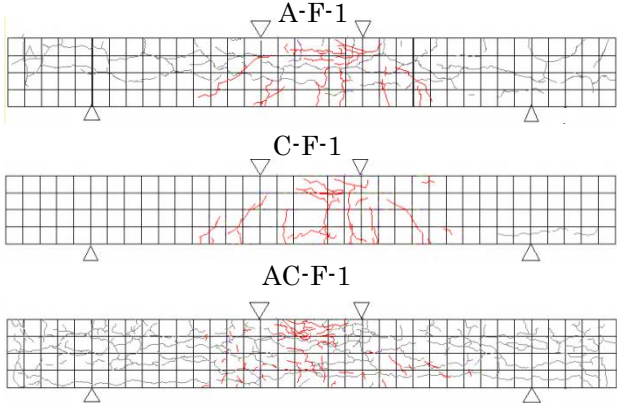
表-2 はり供試体の荷重試験結果

名称	最大荷重 P_u (kN)	曲げ破壊 荷重 計算値 P_{ub} (kN)	せん断破壊 荷重計算値 $2V_y$ (kN)	せん断耐力計算値(kN)			破壊形式
				V_y	V_s	V_c	
A-F-1	95.30	90.20	100.40	50.20	30.51	19.70	曲げ破壊
C-F-1	103.39	80.20	96.66	48.33	30.51	17.82	
AC-F-1	105.10	78.50	96.31	48.15	30.51	17.65	

1) 実材料強度を用いて、ファイバー法により曲げ破壊荷重、土木学会のせん断耐力算定式によりせん断破壊荷重を算定した。鉄筋の降伏強度の算定に用いる鉄筋の断面積は公称断面積を用いた。

表-3 ひび割れ密度

供試体	総ひび割れ密度(m/mm^2)
A-F-1	17572
C-F-1	2227
AC-F-1	27828



—：劣化によるひび割れ
—：荷重によるひび割れ

図-3 荷重試験後のひび割れ状況

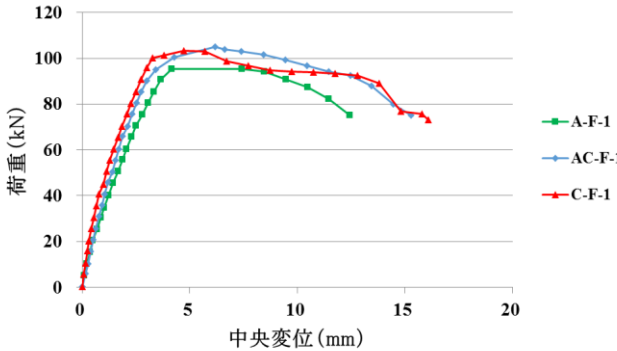


図-4 荷重－中央変位関係

4.まとめ

(1)付着供試体

付着供試体(小)と付着供試体(大)で異なる傾向となった。このことから補強筋が配置されている場合にはケミカルプレストレスが付着応力度に影響を及ぼすと考えられる。

(2)はり供試体

いずれの供試体も曲げ引張破壊に至った。また、AC-F-1 供試体は A-F-1,C-F-1 供試体と比較し、ひび割れ分散性が低下した。これは鋼材腐食の影響により、局所的に鉄筋が降伏し損傷が局所化したためと考えられる。

謝辞

本研究は科学研究費補助金（基盤研究(C)、課題番号：26420442）により実施した。ここに謝意を表します。