

大阪工業大学大学院 学生員 ○福谷 祥
 大阪工業大学大学院 学生員 田中 秀明
 大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘
 大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の早期劣化や耐久性低下の事例が多く報告されているため、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いる。また、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 はり部材の曲げ耐荷特性に及ぼす影響について検討することを目的とする。

2. 実験概要

本実験では、図-1 に示すような単鉄筋長方形断面を有する全長 1800mm のRC 単純はり部材を対象として、スターラップ配置間隔 140mm とし、供試体の種類として健全、ASR、鋼材腐食、複合劣化(ASR+鋼材腐食)の 4 種類を選定した。また、各種類の供試体ごとに主鉄筋の両端 180° フックを有する供試体と付着力の低下が曲げ耐荷挙動に及ぼす影響を検討するために 180° フックによる定着を有しない供試体を作製し、計 16 体の供試体を作製した。180° フックを有しない供試体には供試体の端部から主鉄筋を露出させ、載荷試験時に鉄筋の供試体端部に対する変位量を計測した。全ての供試体の主鉄筋には 2-D16(SD295A)を使用し、片側の主鉄筋にはゲージの破損を防ぐため、幅×高さ=2×4mm の溝を掘った。せん断補強筋には D6(SD346A)の端部 135° フック付閉合スターラップを用いた。なお、作製した供試体には打設後 28 日間散水養生後、A 供試体と AC 供試体には促進養生を実施し、C 供試体と AC 供試体には濃度 3%の塩水散布を行った。載荷試験ではせん断スパンを 600mm、曲げスパンを 300mm とし、対称 2 点集中荷重載荷を行い、破壊に至るまで単純漸増型載荷とした。

3. 経過観測の計測結果

養生年数 1 年と 2 年における C, AC 供試体のひび割れ図を図-2 に示す。C 供試体には鋼材腐食によるひび割れ、AC 供試体においては ASR および鋼材腐食によるひび割れが見られた。

4. 腐食評価

載荷試験終了後の供試体から腐食鉄筋を取出し、10%クエン酸アンモニウム溶液(60°C) に適当時間浸漬させ、錆を除去した後に質量減少率を計測した。腐食鉄筋の平均質量減少率は、C 供試体では 1.68%、AC 供試体では 3.79%であった。

表-1 供試体の種類

シリーズ	名称	供試体の種類	フック	養生年数	作製年度
N	N-0	健全	無	0	2011
	N-F-0	健全	有	0	2011
A	A-0	ASR	無	0	2011
	A-F-0	ASR	有	0	2011
	A-1	ASR	無	1	2010
C	A-F-1	ASR	有	1	2010
	C-0	鋼材腐食	無	0	2011
	C-F-0	鋼材腐食	有	0	2011
	C-1	鋼材腐食	無	1	2010
AC	C-F-1	鋼材腐食	有	1	2010
	AC-0	ASR+鋼材腐食	無	0	2011
	AC-F-0	ASR+鋼材腐食	有	0	2011
	AC-1	ASR+鋼材腐食	無	1	2010
	AC-F-1	ASR+鋼材腐食	有	1	2010
	AC-2	ASR+鋼材腐食	無	2	2009
	AC-F-2	ASR+鋼材腐食	有	2	2009

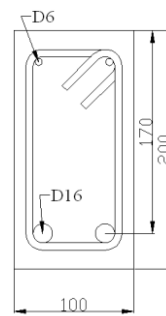


図-1 供試体の断面図 (単位: mm)

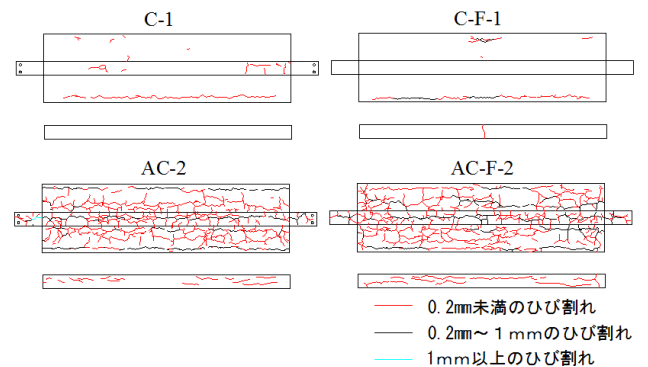


図-2 ひび割れ進展状況

5. 最大耐力と破壊形式

各供試体の最大荷重、曲げ破壊時の計算荷重を表-2に示す。なお、曲げ破壊荷重の計算値は、載荷試験終了後の供試体から腐食鉄筋を取出し、引張試験を行い、みかけの鉄筋の降伏強度(公称断面積を用いて算出)からファイバー法により算出した。また、ケミカルプレストレスは考慮していない。

全ての供試体において実測値が計算値を上回る結果となった。破壊形式は全て曲げ引張破壊に至った。また、終局時のひび割れ状況を写真-1に示す。C供試体はN供試体と比較し、鋼材腐食の影響により付着力が低下したため、ひび割れ分散性が低下した。AC供試体はN供試体と比較し、C供試体と同様にひび割れ分散性の低下が見られた。さらに、ASR膨張によるケミカルプレストレスによりVcが向上したため、せん断ひび割れが生じなかった。

6. 荷重-中央変位関係

フックを有しない供試体の荷重-中央変位関係を図-3に示す。C-1, AC-2供試体の質量減少率が小さかったため、初期剛性はいずれの供試体もほぼ同様であった。C-1, AC-2供試体はN供試体と比較し、最大荷重以降の同一荷重における変位量が大きくなる挙動を示した。これは、鋼材腐食により主鉄筋の断面積が減少し、定着力が低下したため、最大荷重以降の変位量が大きくなったと考えられる。

7. 荷重-端部における主鉄筋変位関係

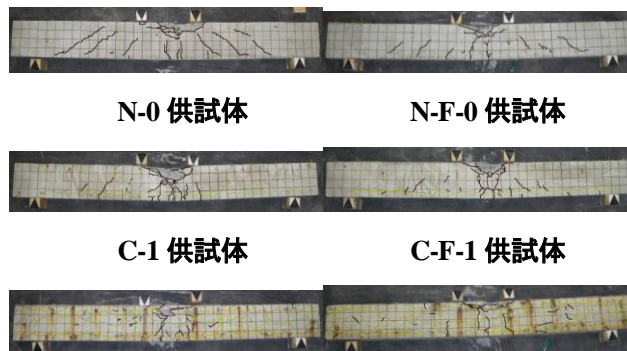
荷重-端部における主鉄筋変位関係を図-4に示す。AC-2供試体はN-0供試体と比較し、同一荷重時における変位量が小さくなる挙動を示した。これは、鋼材腐食によりひび割れ分散性の低下し、変形が曲げスパン部に集中したため、端部における主鉄筋の変位量が小さくなったと考えられる。また、ASR膨張によりケミカルプレストレスが発生したことも要因の一つであると考えられる。

8. まとめ

鋼材腐食が生じている供試体ではひび割れ分散性が低下し、荷重-中央変位関係においては、最大荷重以降の同一荷重時における変位量が大きくなる挙動を示した。また、複合劣化供試体では端部における主鉄筋の変位量が小さく、終局時にもせん断ひび割れが生じていないことから、ASR膨張によるケミカルプレストレスの影響を受けていると考えられる。

表-2 供試体の載荷試験結果

名称	最大荷重	曲げ破壊	せん断破壊	せん断耐力計算値(kN)		
	Pu	荷重	荷重計算値			
	(kN)	計算値 Pub	2Vy (kN)	Vy	Vs	Vc
N-0	73.25	64.76	100.47	50.24	29.13	21.11
N-F-0	69.82	64.76	100.47	50.24	29.13	21.11
C-1	71.78	65.74	100.74	50.37	29.13	21.24
C-F-1	75.21	63.84	100.74	50.37	29.13	21.24
AC-2	69.82	63.70	100.60	50.30	29.13	21.17
AC-F-2	68.35	60.79	100.60	50.30	29.13	21.17



N-0 供試体

N-F-0 供試体

C-1 供試体

C-F-1 供試体

AC-2 供試体

AC-F-2 供試体

写真-1 終局時のひび割れ状況

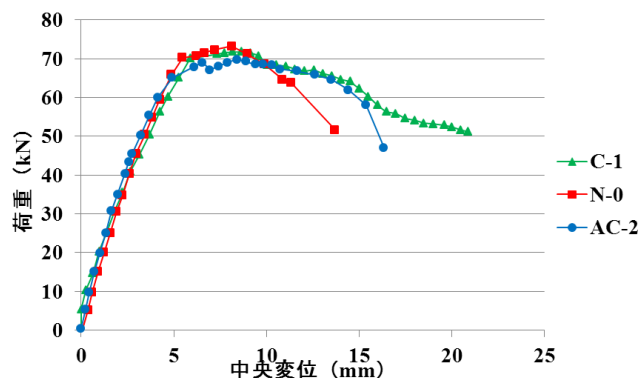


図-3 荷重-中央変位関係

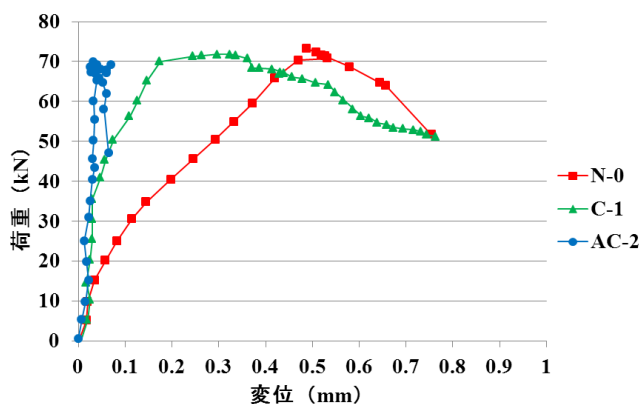


図-4 荷重-端部における主鉄筋変位関係

謝辞

本研究は科学研究費補助金(基盤研究(A), 課題番号: 21246072)により実施した。ここに謝意を表します。