

鋼材腐食と ASR による複合劣化が生じた RC はり部材のひび割れ性状と曲げ耐荷特性

大阪工業大学大学院 学生員 ○上原 良介 大阪工業大学大学院 学生員 王 佐
 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耐久性低下の事例が多く報告されている。そのため、塩害、ASR など単独の劣化現象の研究は多くなされているが、複合劣化の知見は未だ少ないのが現状である。そこで、本研究では塩害と ASR による複合劣化による鋼材腐食や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。今年度は、塩害、ASR、塩害+ASR により劣化した供試体の膨張特性やひび割れ発生状況等を経時的に把握するとともに、鋼材腐食を生じさせた供試体と健全供試体の載荷試験を実施し、鋼材腐食が曲げ耐荷特性に及ぼす影響について比較検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、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 はり部材を対象として、スターラップ配置間隔 140mm、劣化の種類を塩害、ASR、塩害+ASR の複合劣化、健全なもの計 4 種類を作製し、それぞれに主鉄筋に両端 180° フックを有する供試体とフックを有しない供試体を 1 体ずつ作製し、これらの要因を組合せた供試体を計 8 体作製した。これらの供試体の詳細を表-1 に示す。なお、供試体の主鉄筋には 2-D16($f_{sy}=358\text{N/mm}^2$)を用い、片側の主鉄筋には幅×深さ=2×4mm の溝を掘った鉄筋を使用した。溝を掘った鉄筋は $f_{sy}=322\text{N/mm}^2$ である。せん断補強筋には D6($f_{sy}=435\text{N/mm}^2$)を用いた。作製した供試体を 4 週間湿布養生後、ASR 供試体は養生槽にて促進養生を実施し、SB、CD 供試体は養生室にて 3%濃度の塩水を週 5 日散布養生を行った。

また、フックを有しない供試体は主鉄筋を供試体の端部から露出させ、載荷試験時に鉄筋の抜け出し挙動について計測を行った。載荷試験方法は、せん断スパン 600mm とした対称 2 点集中荷重方式($a/d=3.53$)とし、破壊に至るまで単純漸増型載荷を実施した。

3. 経過観測の計測結果

材齢 460 日での SB、ASR、CD 供試体のひび割れ状況を図-2 に示す。図-2 より、SB-F-1、SB-1 供試体は塩害による腐食ひび割れ、ASR-F-1、ASR-1 供試体は ASR によるひび割れ、CD-F-1、CD-1 供試体は塩害による腐食ひび割れと ASR によるひび割れが発生した。ASR 供試体は促進養生を行っているため、SB、CD 供試体に比べてひび割れの発生が多く見られた。

SB-F-1、CD-F-1 供試体を比較するとひび割れ幅は、双方の供試体ともに主鉄筋位置に沿ったひび割れが最大となった。しかし、最大ひび割れ幅を比較すると、CD-F-1 供試体が 1.1mm に対し SB-F-1 供試体では 0.4mm となった。また CD-F-1 供試体では、全体的にひび割れ幅が大きい傾向を示したため、複劣化

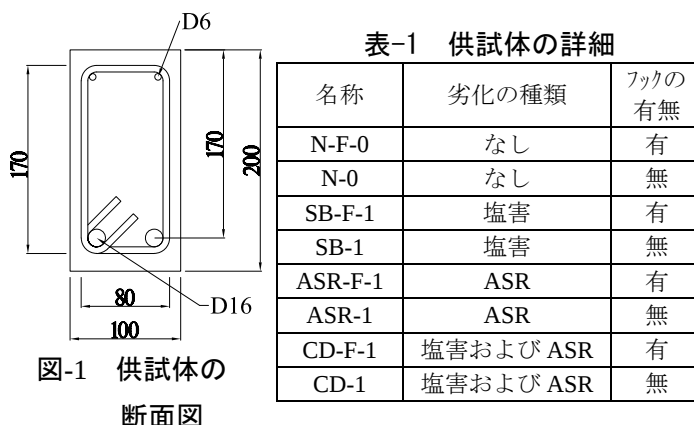


図-1 供試体の断面図

(単位: mm)

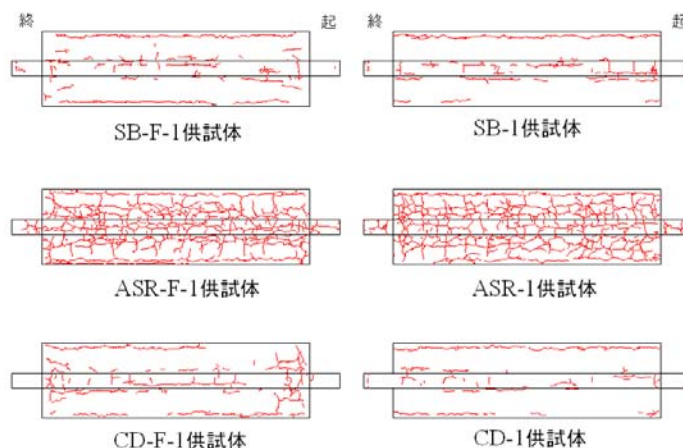


図-2 ひびわれ進展状況

キーワード 鋼材腐食 複合劣化 ASR RC はり部材 曲げ耐荷特性

連絡先 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL 06-6954-4109

による影響が大きいものと考えられる。CD-F-1 供試体では、起点側に ASR の影響によるひび割れが確認でき、ひび割れ幅は 0.2mm 程度であった。

4. 腐食評価

SB-F-1 と SB-1 供試体について、載荷試験終了後に鉄筋の質量を計測した。鉄筋の質量減少率は、SB-F-1 が 2.4% と 5.5%，SB-1 が 5.4% と 7.9% となった。

5. 最大耐力と破壊形式

各供試体の最大荷重実測値と曲げ耐力・せん断耐力計算値を表-2 に示す。なお、全供試体は曲げ引張破壊に至った。表-2 より、全供試体は実測値が計算値を上回り安全側の数値となった。また、終局時のひび割れ状況を写真-1 に示す。写真-1 より、SB-1、SB-F-1 供試体は N-0、N-F-0 供試体と比較し、曲げひび割れの本数が少なくなった。これは鉄筋の腐食による付着力の低下によりひび割れ分散性が低下したのと考えられる。また、フックが無い供試体はフックが有る供試体と比較してひび割れ分散性が低下する挙動を示した。

6. 荷重-中央変位関係

図-3 に荷重-中央変位関係を示す。鋼材腐食を生じた供試体は健全供試体と比較し、鋼材腐食による鉄筋断面積の減少や付着力の低下により曲げ耐力、最大荷重時の変位が低下する挙動を示した。また、フックが無い供試体はフックが有る供試体とほぼ同様の挙動を示した。今回の腐食の程度や載荷条件であればフックの有無が荷重 - 中央変位関係に及ぼす影響は小さかったといえる。

7. 荷重-端部鉄筋のずれ関係

図-4 に荷重-端部鉄筋のずれ量関係を示す。なお、N 供試体の表面側の鉄筋を N-0 表、裏面側の鉄筋を N-0 裏とし、SB-1 供試体の表面側の鉄筋を SB-1 表、裏面側の鉄筋を SB-1 裏とする。図-4 より、SB-1 供試体は N-0 供試体と比べ同一荷重時におけるずれ量が大きくなった。これは N-0 供試体鉄では鉄筋とコンクリートの付着が健全であるため、端部での鉄筋とコンクリートのずれ変形は見られなかった。一方、SB-1 供試体は筋腐食により付着力が低下し、鉄筋がすべり易くなり、ずれ変形が生じた。

8. まとめ

SB-F-1、SB-1 供試体は、N-F-0、N-0 供試体と比較し鉄筋断面積の減少や、付着力の低下により曲げ耐

表-2 供試体の載荷試験結果

名称	曲げ耐力 計算値 (kN)	せん断耐力計算値 (kN)			最大荷重 (kN)
		V _y	V _s	V _c	
N-F-0	68.3	46.4	22.0	24.4	71.8
N-0	68.3	46.4	22.0	24.4	73.8
SB-F-1	67.4	45.3	22.0	23.3	72.8
SB-1	62.5	45.3	22.0	23.3	67.5

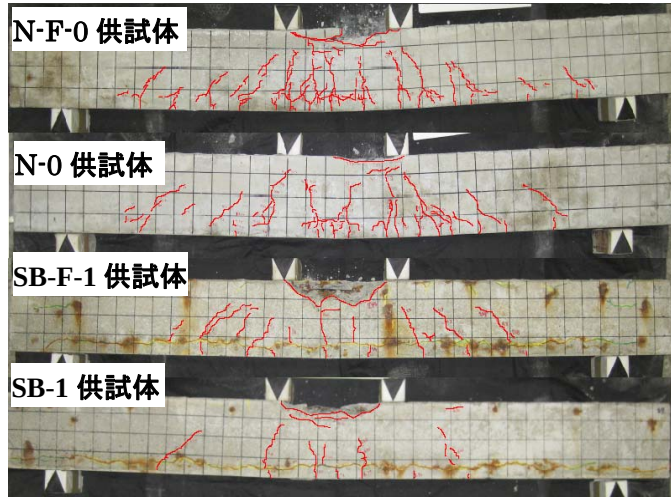


写真-1 終局時のひび割れ状況

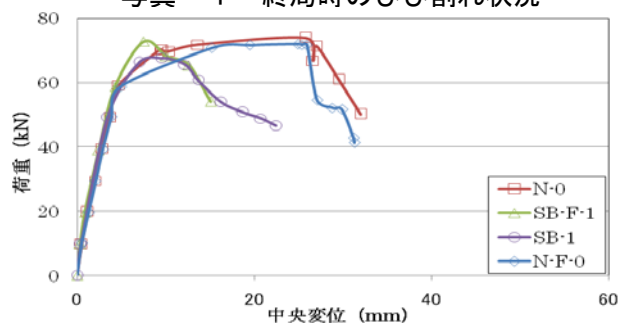


図-3 荷重-中央変位関係

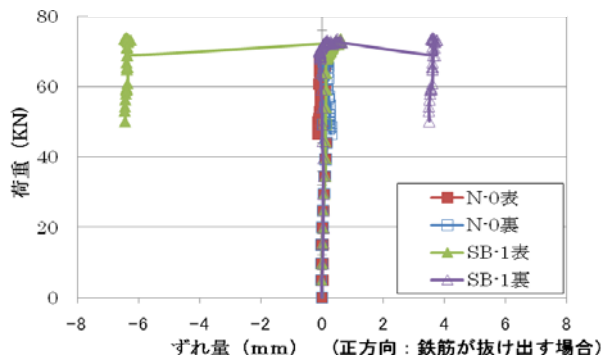


図-4 荷重-起点側の端部鉄筋のずれ量関係

力、じん性とひび割れの分散力の低下が見られたが、フックを有する場合にはひび割れの分散性が向上した。また、SB-1 供試体は N-0 供試体と比較し同一荷重時における端部鉄筋のずれ量が大きくなった。

材齢 460 日の時点において、CD-F-1 供試体は SB-F-1 供試体と比較して、複合劣化の影響により、ひび割れ幅が大きくなった。