

鋼材腐食が RC はり部材の曲げ耐荷特性に及ぼす影響

大阪工業大学大学院 学生員 ○島津 祥徳 大阪工業大学大学院 学生員 川口 千大
大阪工業大学工学部 正会員 井上 晋 大阪工業大学工学部 正会員 三方 康弘

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、塩害を模擬するために電食により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、曲げ耐荷特性について比較検討を行った。

2. 実験概要

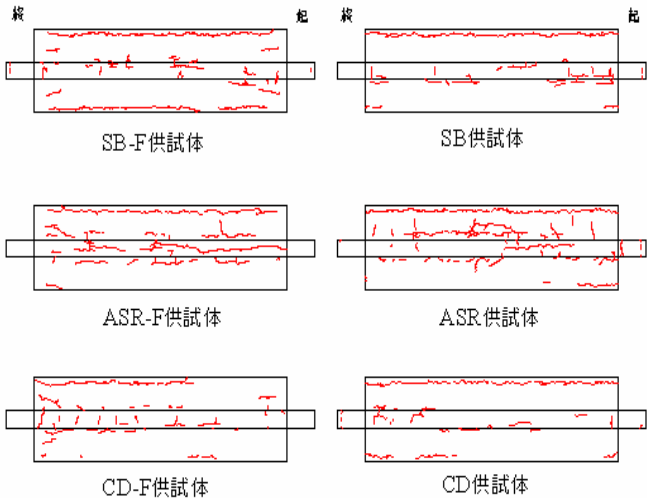
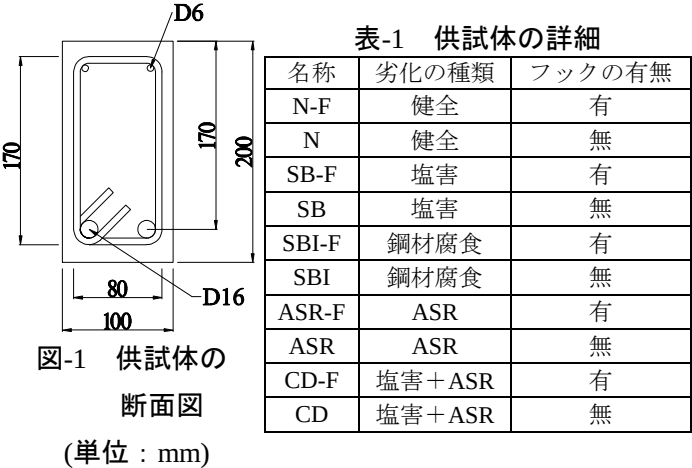
本研究では、図-1 に示すような単鉄筋長方形断面を有する全長 1800mm の RC はり部材を対象として、スターラップ配置間隔 140mm、劣化の種類を塩害、ASR、塩害+ASR の複合劣化、電食による鋼材腐食、健全なもの計 5 種類を作製し、それぞれに主鉄筋に両端 180° フックを有する供試体とフックを有しない供試体を 1 体ずつ作製し、これらの要因を組合せた供試体を計 10 体作製した。これらの供試体の詳細を表-1 に示す。なお、供試体の主鉄筋には 2-D16 ($f_{sy}=358\text{N/mm}^2$)を用い、片側の鉄筋に幅×深さ=2×4mm の溝を掘った。溝を掘った鉄筋は $f_{sy}=322\text{N/mm}^2$ である、せん断補強筋に 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、SBI 供試体は片方の鉄筋のみ通電を行った。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とした。

3. 経過観測の計測結果

材齢 176 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、SB 供試体は腐食ひび割れ、ASR-F、ASR 供試体は ASR によるひび割れ、CD-F、CD 供試体は腐食ひび割れと ASR によるひび割れが発生した。また、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。

4. 腐食評価

電食を行った結果、SBI 供試体の主鉄筋は質量減少率 1.0%、降伏強度 375N/mm^2 、SBI-F 供試体の主鉄筋は質量減少率 4.6%、降伏強度 364N/mm^2 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、すべての供試体は曲げ引張破壊に至った。表-2 より、すべての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、SBI, SBI-F 供試体は N, N-F 供試体と比べ、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ものと考えられる。また、せん断スパン内の曲げひび割れは腐食ひび割れを境に曲げせん断ひび割れに進展する挙動を示した。

6. 荷重-中央変位関係

図-4 に荷重-中央変位関係を示す。図-4 より、フックを有する供試体はフックを有しない供試体と比べフックによる主鉄筋の定着により最大荷重以降の荷重の低下挙動が緩やかでじん性のある挙動を示した。また、電食による鋼材腐食を生じた供試体は健全供試体と比べ、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。

7. 荷重-抜け出し量関係

図-4 に起点側の荷重-抜け出し量関係、図-5 に終点側の荷重-抜け出し量関係を示す。なお、N 供試体の表面側の鉄筋を N-1、裏面側の鉄筋を N-2 とし、SBI 供試体の表面側の鉄筋を SBI-健全、裏面側の鉄筋を SBI-腐食とする。図-5 より、SBI 供試体は N 供試体と比べ同一荷重時における抜け出し量が大きくなり、また、図-4 より、起点側で SBI 供試体が正方向を示し、図-5 より終点側で負方向を示したことから主鉄筋が起点側へ抜け出す挙動を示した。これは鉄筋腐食により付着力が低下したためと考えられる。

8. まとめ

SBI-F, SBI 供試体は、N-F, N 供試体に比べ鉄筋断面積の減少や、付着力の低下により曲げ耐力、じん性の低下が見られたが、フックを有する場合にはじん性の低下挙動を抑制された。また、SBI-F, SBI 供試体において、せん断スパン内の曲げひび割れは腐食ひび割れを境に曲げせん断ひび割れに進展する挙動を示した。また、材齢 176 日で ASR と鋼材腐食による複合劣化を生じた供試体は ASR によるひび割れと腐食ひび割れが確認された。

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	61.5	44.8	28.9	15.8	75.2
N	61.5	44.8	28.9	15.8	76.9
SBI-F	60.4	43.8	28.9	14.9	71.3
SBI	61.3	43.8	28.9	14.9	71.1

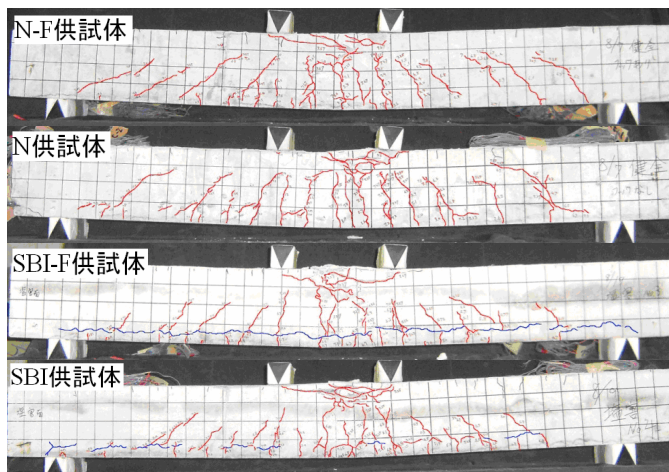


写真-1 終局時のひび割れ状況

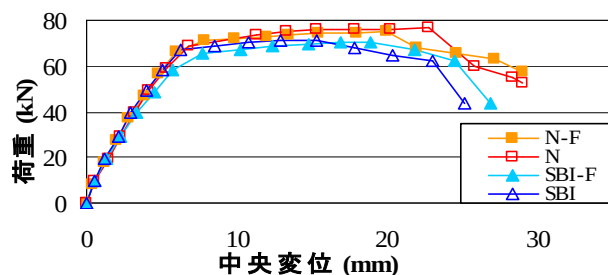


図-3 荷重-中央変位関係

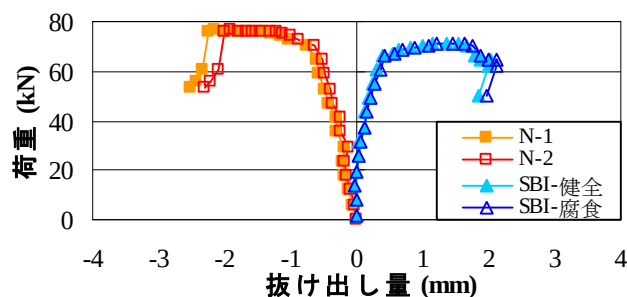


図-4 起点側の荷重-抜け出し量関係

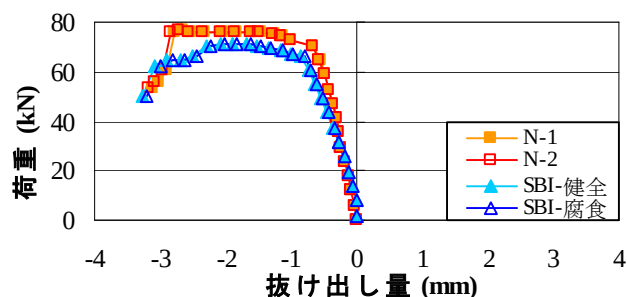


図-5 終点側の荷重-抜け出し量関係