

## 鉄筋腐食により劣化した RC 梁部材の耐衝撃性能に関する実験的研究

九州大学大学院 学生会員 ○桑原 功旺 九州大学大学院 正会員 玉井 宏樹  
九州大学大学院 フェロー会員 園田 佳巨 福岡大学 正会員 樋原 弘貴

### 1. はじめに

経年劣化したインフラストックの増加や自然災害の多発といった我が国の現状を踏まえると、自然災害で起こりうる衝撃的な外力に対して、経年劣化により損傷を有する RC 構造物の残存耐荷性能を力学的に明らかにすることが重要である。そこで、本研究では、電食法により鉄筋を腐食させた RC 梁部材を腐食レベル毎に製作し、静的載荷試験ならびに落錘式衝撃試験を実施した。これにより、腐食レベルと部材の曲げ耐力や耐衝撃性能の関係について基礎的な検討を試みた。

### 2. 電食法による劣化供試体の製作

供試体の配筋および寸法は図-1 に示す通りで、引張鉄筋には D10(SD295A)を2本、圧縮鉄筋には φ6(SR295)を2本、せん断補強鉄筋には φ6(SR295)を使用した。引張鉄筋からのかぶりは底面、側面共に 25(mm)であり、せん断補強筋の配置間隔は 100(mm)である。せん断余裕度は 2.46 であり、曲げ破壊が先行するように断面設計を行った。電食試験としては、図-2 に示すように直流電源装置を用いて、3%(NaCl)溶液に浸漬した RC 梁部材の引張鉄筋に電流を印加する方法とした。印加電流密度は引張鉄筋表面積に対して  $0.0028(A/cm^2)$  とし、鉄筋の腐食程度は通電時間により制御することとした。また、載荷試験後に、供試体をはつり、鉄筋の腐食率を測定した。電食試験後の供試体のひび割れ状況を図-3 に示すが、腐食生成物の発生に伴う体積膨張により、引張鉄筋軸方向にひび割れが生じていることが確認できた。なお、試験体名において、S は静的試験、D は衝撃試験を表し、N は無損傷、Lo は劣化供試体(○は腐食レベル)を表す。

### 3. 鉄筋腐食により劣化した RC 梁部材の耐荷性能

#### 3.1 曲げ耐荷性能について

まず、曲げ耐荷性能を把握する目的で静的載荷試験を実施した。本試験では、万能試験装置を使用し、測定項目は荷重および供試体中央の変位とした。載荷条件は等曲げモーメント区間 200(mm)の 2 点載荷とし、載荷速度は 0.5(mm/min)とした。静的載荷試験の結果を

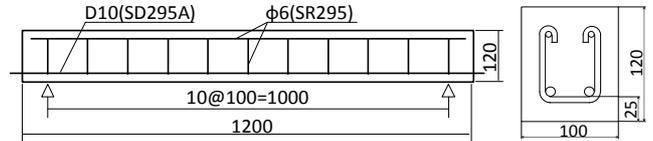


図-1 供試体概要 (単位: mm)

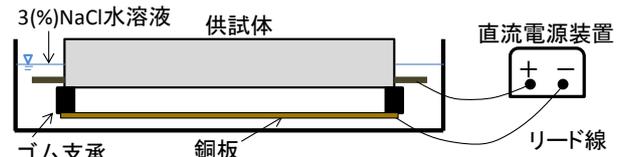


図-2 電食試験概要

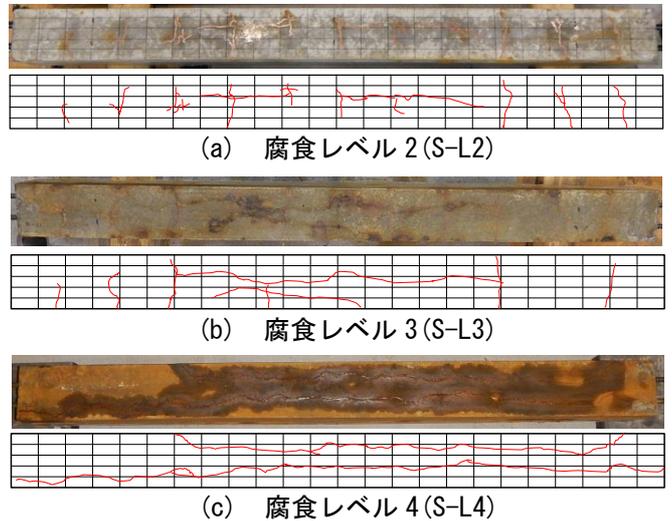


図-3 電食試験後の供試体のひび割れ状況 (底面)

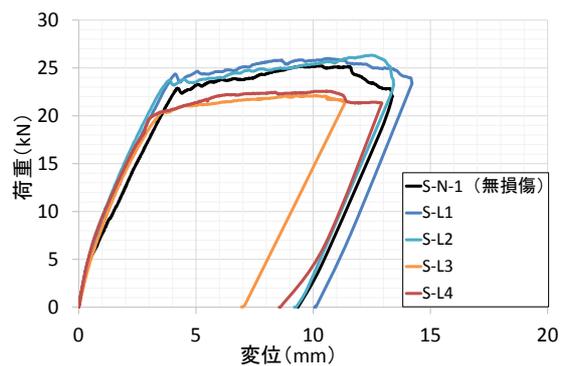


図-4 荷重-変位関係

表-1 腐食率と最大荷重の関係

供試体 No.	最大荷重(kN)	最大荷重比	腐食率(%)
無損傷平均	25.72	1	0
S-L1	25.98	1.01	0.67
S-L2	26.32	1.02	0.94
S-L3	22.11	0.86	6.13
S-L4	22.60	0.88	11.71

キーワード RC 梁部材, 鉄筋腐食, 繰り返し衝撃試験

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL092-802-3370

図-4 に示す。図より、すべての供試体においてスパン中央の変位が 3~4(mm)に達すると鉄筋降伏に伴い剛性が低下し、荷重が最大値に達した後は徐々に荷重が低下するという挙動を示した。なお、破壊形式は全ての供試体で曲げ引張破壊となった。また、表-1 より S-L2 までの供試体は最大荷重が上昇しているが、S-L3 以降では最大荷重が急激に低下することが確認できた。これは、腐食率が小さい範囲では鉄筋の発錆による断面積減少の影響よりも、鉄筋が腐食により膨張することで鉄筋と周辺コンクリート間が密実になる影響が支配的となり、腐食率が大きくなると鉄筋の発錆による断面積の減少の影響やそれに伴う付着力の低下が支配的となるためであると考えられる。

### 3.2 耐衝撃性能について

次に、耐衝撃性能を把握する目的で無損傷供試体および、鉄筋腐食供試体 D-L3(腐食率：7.03%)、D-L4(腐食率：11.04%) に対し、写真-1 に示すような落錘式衝撃試験を実施した。測定項目は載荷点衝撃力および供試体中央の変位とした。衝突速度は、事前に実施した試験により最大変位が静的条件下で確認された鉄筋降伏変位を超えないように 1.0(m/s)とし、終局に至るまで繰り返し衝突することとした。なお、累積残留変位がスパンの 1(%)に達したときを終局とみなした。まず、図-5 に 1 回目衝突時の衝撃力および変位応答を示すが、劣化のレベルが上がるにつれて衝撃力応答が小さくなり変位応答が大きくなっていることが確認できる。このことから、鉄筋腐食によって衝撃的な外力に対する抵抗性が低下していることが推察できる。次に、図-6 の供試体中央の累積残留変位と衝突回数との関係より、D-L3 では、衝突回数が 10 回までは鉄筋腐食が無い場合と同程度の累積残留変位を示しているが、10 回以降は明らかに傾向が異なり、D-L3 では累積残留変位の回数に対する進展が大きくなっていることが分かる。また、D-L4 では、衝突回数 1 回目から明らかに傾向が異なる。終局に至る衝突回数は D-N で 75 回、D-L3 で 32 回、D-L4 で 16 回となり、鉄筋腐食により耐衝撃性能が大きく低下することが確認できた。また、写真-2 に終局時の破壊状況を示す。D-N では、まず、衝突部直下から曲げひび割れが生じ、その後、回数に伴い、そのひび割れ幅が大きくなるとともに断面全体に広がった。それに対して、D-L3 や D-L4 では衝突部直下からの曲げひび割れが発生すると同時に、腐食により生じていた軸方

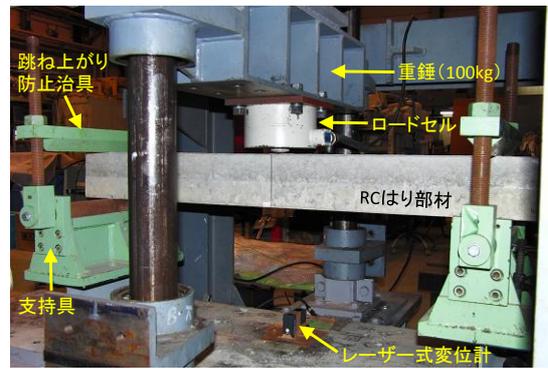


写真-1 衝撃試験の概要図 (斜めから撮影)

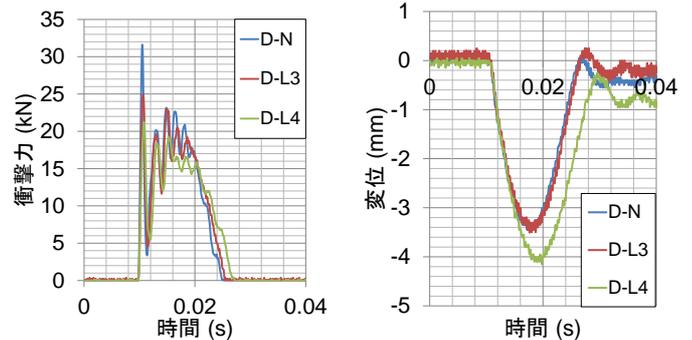


図-5 1 回目衝突時の衝撃力および変位応答

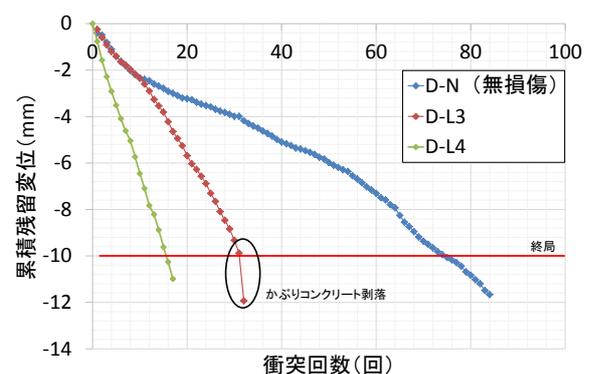
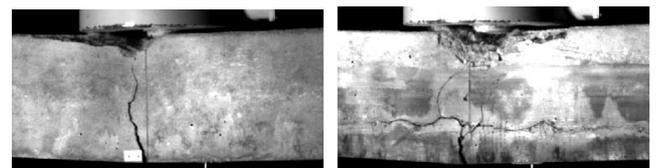
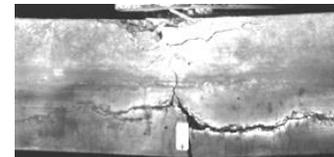


図-6 衝突回数と累積残留変位



(a) 無損傷供試体 (D-N) (b) 劣化供試体 (D-L3)



(c) 劣化供試体 (D-L4)  
写真-2 終局時の破壊状況

向ひび割れが回数に伴い大きくなり、かぶりの剥落なども見られ破壊状況が大きく異なることが確認できた。

### 4. 結論

腐食率が約 6%と約 11%の劣化供試体では曲げ耐力には大きな差異はみられなかったが、腐食時に生成されたひび割れ幅や方向により破壊性状が異なることから、その耐衝撃性能は大きく異なることが確認できた。