

鉄筋腐食により劣化した部材のかぶりコンクリート剥落に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○畠中 玲 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. 目的

塩害や中性化により鉄筋が腐食した RC 構造物や部材に対して合理的かつ効率的な維持管理を実現するためには、静的及び動的荷重下の残存耐荷性能を定量的に評価することが重要であるが、特に動的荷重下では部材が全体破壊で終局に至るよりも先に局部的な破壊が先行する場合がある。その一つに挙げられるかぶりコンクリートの剥落は構造安全性や使用性の低下のみならず、第三者の生命や財産に多大な影響を及ぼしかねないことから、剥落する可能性がある部位を適切に予測して対処する必要がある。そこで、本研究では、電食法によって鉄筋腐食した扁平状 RC 梁を製作し、繰り返し衝撃載荷実験を実施することで、配筋、腐食程度や腐食ひび割れがかぶり剥落に及ぼす影響について基礎検討を実施した

2. 内容

2.1 試験体概要

試験体は図-1 に示す梁幅 400mm×梁高 100mm×長さ 1200mm（支間長は 1000mm）の扁平状 RC 梁とし、既往の研究によると腐食ひび割れの生じ方はかぶりと鉄筋径の比によって異なることがわかっているため、本研究では、主鉄筋には SD345 D10 を用い、鉄筋本数を 3 または 5 本、底面かぶりが 10mm または 30mm の試験体を複数製作した。また、鉄筋を格子状配置する試験体も製作したが、本研究の考察対象からは外している。なお、試験体の設計基準強度は 33N/mm²、スランプは 12cm、粗骨材の最大寸法は 20mm である。

2.2 電食法による劣化供試体の製作

促進劣化法として電食法を採用した。図-2 に示すように直流電源装置の陽極を供試体の主鉄筋、陰極と銅版をそれぞれリード線で接続し、3%NaCl 溶液を水槽に供試体がつからない程度に入れた。電流は劣化程度にあわせて印加させ供試体を劣化させた。なお、本研究では鉄筋の腐食程度を表す指標として質量減少率で表される腐食率を採用しており、載荷試験終了後に供試体をはつり、除錆後の鉄筋の質量を測定することで算出した。

2.3 鉄筋腐食させた扁平状 RC 梁の繰り返し衝撃載荷実験の概要

車両交通振動を試験体に付与するには相似則を用いて模型実験の入力動的振動を設定する必要があるが、ここでは、基礎的検討として、比較的軽い衝撃を作用させることで動的振動を付与することとした。具体的には図-3 に示すように落錘式衝撃試験装置を用いて、質量 200kg の鋼製重錘を処女載荷速度 0.5m/s から 0.1m/s 刻みで試験体スパン中央に衝突させる漸増繰り返し衝撃載荷実験とし、支点は回転を許容し衝突による試験体の跳ね上がりを防止するために供試体の上下を治具で固定した。剥離もしくは圧壊が生じ始めた時点で終了とした。測定項目は、重錘衝撃力、スパン中央の変

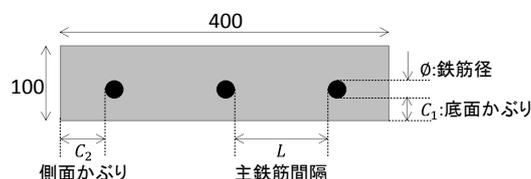


図-1 標準試験体の断面図（単位:mm）

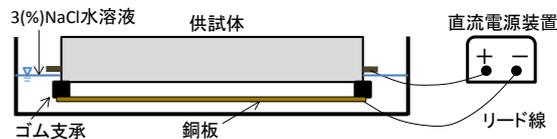


図-2 電食法の概要図

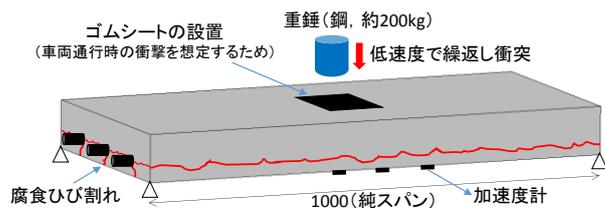


図-3 実験概要図

キーワード 鉄筋腐食、かぶりコンクリート、剥落、衝撃試験
連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL092-802-3370

位、ならびに予め決めていた測定点における表面加速度と载荷後に実施した打音検査の出力値である。

3. 実験結果及び考察

(1) 各ケースにおけるひび割れ状況と剥落の有無

図-4に各ケースにおけるひび割れ状況と剥落の有無を示す。この図中には、腐食ひび割れ、载荷後ひび割れ、エリア別の実腐食率、剥落の有無、剥落した回数が記されている。まず、鉄筋本数が3本のケースの図-4(a)と(b)をみると、平均腐食率が約8%の試験体では载荷による曲げひび割れが多く生じた16回目に剥落したのに対し、局所的に15%の腐食率を超える試験体では12回と比較的早期に剥落が生じた。また、鉄筋本数が5本のケースの図-4(c)と(d)をみると、平均腐食率約7%で位置的にも平均的に腐食しているケースでは、剥落は生じなかった。一方、腐食の位置的なばらつきが大きく、局所的に20%を超えるケースでは、载荷回数2回で剥落が生じた。実は、このケースでは電食のみで部分的に剥落が生じていたことも確認している。以上を踏まえると、やはり、腐食率が大きいほど、剥落の可能性は高くなり、腐食率10%を超えると動的振動下で剥落し、腐食率20%を超えると動的振動を付与しない場合でも剥落が生じることが確認できた。

(2) 表面加速度及び打音検査出力値に対する考察

次に打音試験の結果をみると、図-5より加速度を計測した位置に関わらず、腐食率の大きい供試体では载荷回数の増加に対する加速度の増加は急激になっていることがわかる。また、供試体・裏面・中央では腐食率がそれほど変わらないが回数の増加に伴う加速度の増加率は急なものとなっていた。腐食率の大きい供試体の中央部は腐食によるかぶりコンクリートの浮きが生じており最終的に剥落を生じた場所でもあるため、コンクリートの浮きが影響したと推察できる。

特に载荷回数が多いほど最大振幅比が大きくなる傾向が見られ、衝突が6回以降にその違いが見られ腐食率の大きい供試体では振幅比は大きくなっている。腐食率の違いまたは剥離の有無が影響していることが推察できる。また、供試体・裏面・中央では腐食率がそれほど変わらないが回数が比較的多いとき最大振幅比は大きかった。

4. 結論

- (1) 腐食率が20%を超えるような劣化の程度が大きいRC構造物では動的荷重が作用しない場合でもかぶりコンクリートが剥落してしまうことがある。
- (2) 腐食程度が同じような場所でも、コンクリートに浮きが生じている部分での载荷回数に伴う加速度と最大振幅比の増加率は非常に大きくなる。

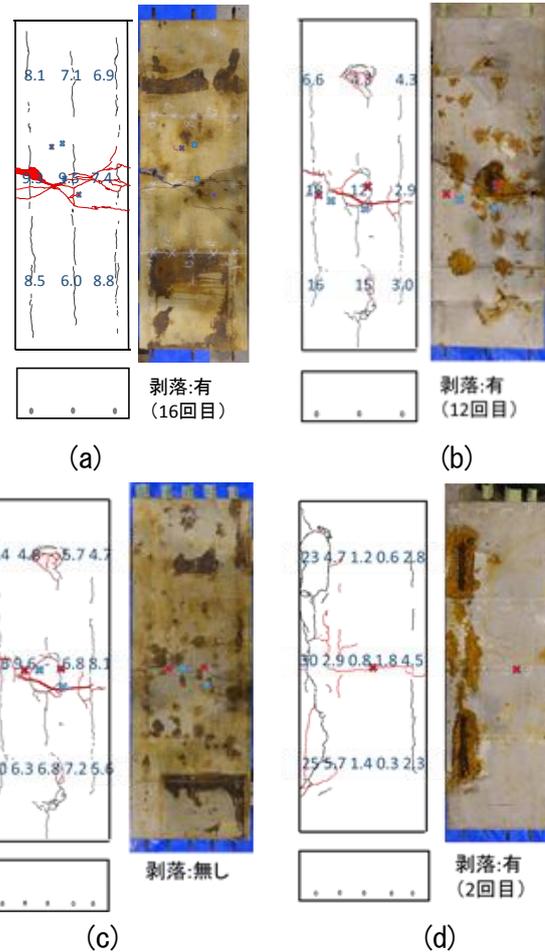


図-4 各ケースにおけるひび割れの状況と剥落の有無

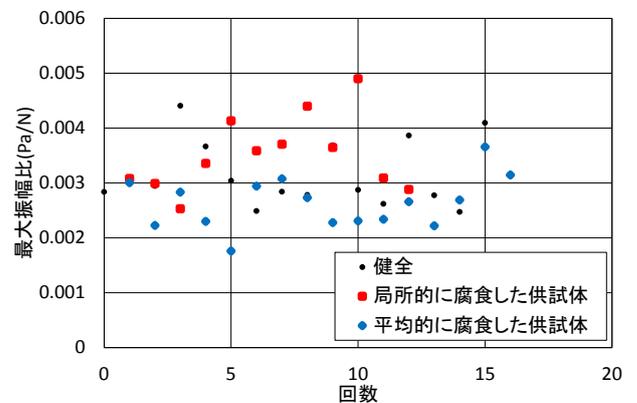


図-5 腐食程度が違う供試体の打音の推移の比較