

鉄筋を腐食させた RC 床版の動的荷重下におけるかぶりの剥落の基礎的研究

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 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には、静的及び動的荷重下での残存耐荷性能を定量的に評価することが重要だが、特に動的荷重下では部材が全体破壊で終局に至るより先に局所的な破壊が先行する場合がある。その破壊の一つであるかぶりコンクリートの剥落は構造安全性の使用性の低下だけでなく、第三者の生命や財産に多大な影響を及ぼしかねないため剥落の可能性のある部位を予測して対処する必要がある。そこで本研究では、電食法により鉄筋を腐食させた劣化 RC 床版に繰り返し衝撃試験を行うことで、動的荷重下における配筋方法や腐食程度、腐食ひび割れがかぶり剥落に及ぼす影響について検討を行い、かぶりコンクリートの剥落が打音等の非破壊試験に与える影響の調査を行った。

2. 内容

2.1 電食法による劣化供試体の作成概要

本研究で作成した供試体は純スパン 1000mm で配筋および寸法は図-1 に示した通りである。主鉄筋は異形鉄筋 D10(SD345)を配筋した。本研究では腐食ひび割れのパターンが剥落に与える影響をみるため、図-2 に示すようなひび割れを生じさせるため配筋は 2 種類の方法で行っている。電食試験としては図-3 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。印加電流量は 0.6A 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、腐食程度や腐食の位置的ばらつきが動的荷重下のかぶりコンクリートの剥落に与える影響を見るため、鉄筋の一部程度が大きくなるような電食試験も行った。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。実腐食率の算出は質量減少率で行った。

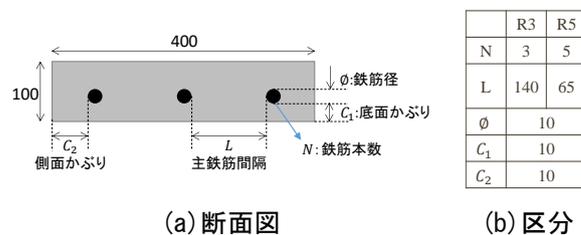


図-1 梁供試体概要 (単位: mm)

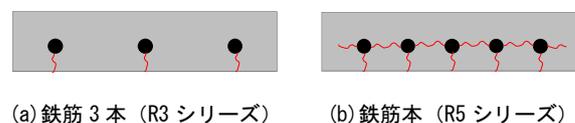


図-2 想定した腐食ひび割れ

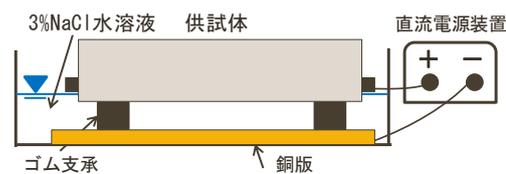


図-3 電食試験概要

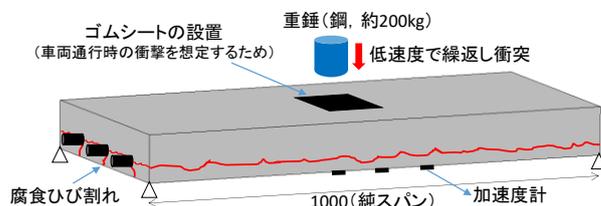


図-4 繰り返し衝撃概要

2.2 鉄筋を腐食させた扁平上 RC 梁の繰り返し衝撃試験の概要

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させた。具体的には図-4 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

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-5 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 (黒線), 载荷後ひび割れ (赤線), 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-5 (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-5 (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-6 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が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。

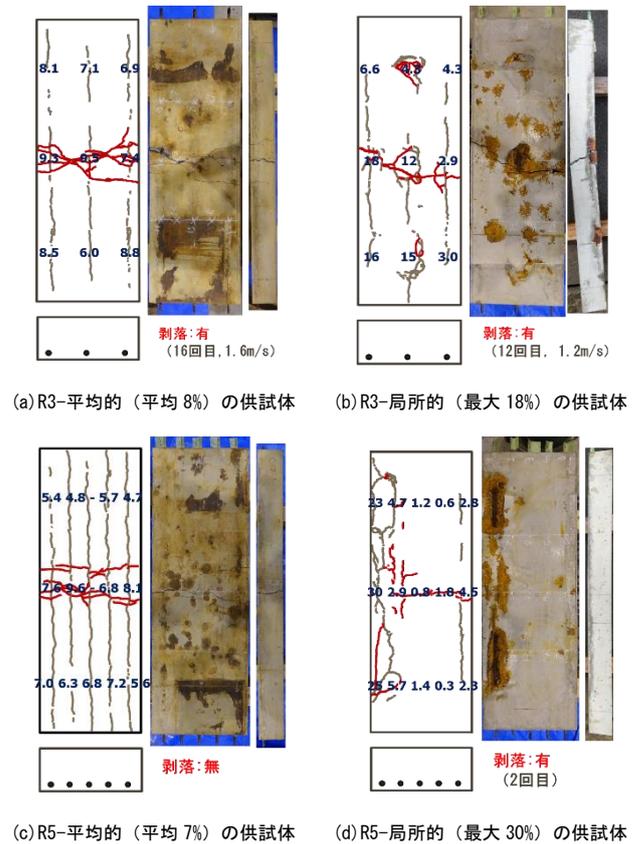


図-5 腐食と载荷によるひび割れと剥落位置

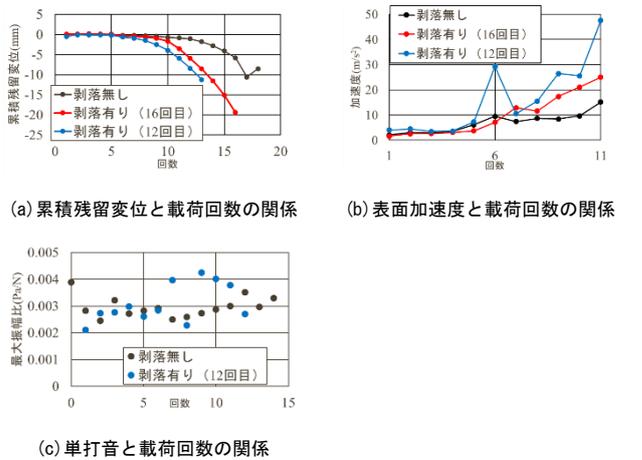


図-6 腐食と载荷によるひび割れと剥落位置

4. 考察

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。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。また, 変位や加速度計測によって剥落可能性を推定できる可能性を示したが剥落の予測までは困難である。