

RC 部材における中性化と塩害による鉄筋腐食に関する実験的研究

早稲田大学 学生会員 ○飯泉 興平
早稲田大学 学生会員 櫻田 朋浩
早稲田大学大学院 学生会員 桑原 大亮
早稲田大学 フェロー 関 博

1. まえがき

近年、鉄筋コンクリート構造物の品質低下による、コンクリート片の落下、それに伴う事故の危険性が問題視されている。これまで、鉄筋コンクリートの耐久性を研究する際、単一の劣化因子をコンクリートに作用させて、その影響を調査するのが主流となっていた。しかし実構造物には単一の劣化因子だけではなく、複数の劣化因子が作用している場合もあり（複合劣化）、鉄筋コンクリートの耐久性が、複合劣化によってどのように低下していくか、定量的な研究がなされていないのが現状である。本研究では、複合劣化作用を受けた鉄筋コンクリートの使用性能の低下に着眼し、コンクリートの剥離や剥落が起こる使用限界を実験によって検討し、実構造物の使用限界に定量的な判断を下せるような評価基準を策定することを目標としている。対象 RC 部材は、塩害と中性化の複合劣化を受けるスラブ部材を想定し、複合劣化作用による鉄筋腐食に関して実験的に検討した。

2. 実験概要

実験供試体の概要図を図 1、供試体種と測定項目について表 1 に示す。パラメータはかぶりおよび塩化物量（対セメント重量）である。実験は複合劣化環境を模擬するため、供試体に塩化物（塩化ナトリウム）を添加しておき、まず「温度 40 ・湿度 50%・CO₂濃度 10%」の環境に暴露する「中性化促進試験」を行った。中性化促進は、中性化深さが埋設鉄筋の裏側に達するまでを行い、その後、高温高湿状態（温度 40 ・湿度 95%）と低温低湿状態（温度 15 ・湿度 60%）の乾湿状態を、それぞれ 1 週間ずつ繰り返す乾湿繰返しによる「腐食促進試験」を行った。腐食促進試験の期間中には、供試体にひび割れが発生しているかどうかを観察し、さらに埋設鉄筋の腐食進行状態を確認するため、アノード分極曲線 腐食減量 腐食面積率、の各測定を行った。各測定については腐食促進試験開始 0 週から原則 3 週ごとに行った。測定は供試体ごとに 3 体ずつ行い、その平均の値を代表させた。

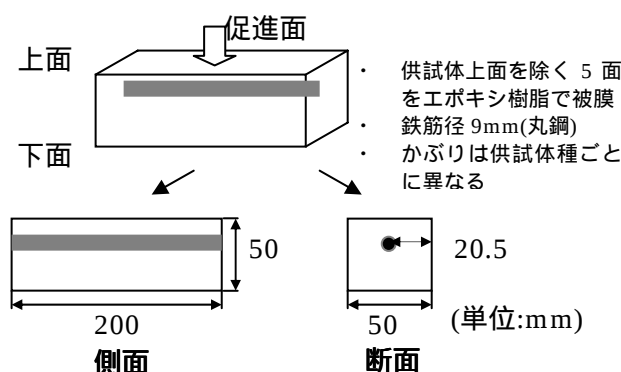


図 1 供試体概要図

表 1 供試体種と測定項目

かぶり	CI(対セメント重量)	中性化	測定項目
5mm	3%	あり	アノード分極曲線・腐食減量・腐食面積率・供試体表面でのひび割れの観察
10mm	1%	あり	
10mm	3%	あり	
10mm	5%	あり	
15mm	3%	あり	
10mm	0%	なし	
10mm	3%	なし	
10mm	0%	あり	

注:下 3 種の供試体については、劣化因子を与えないもの、および単独劣化のものである。

3. 実験結果

アノード分極曲線を測定することによって得られた腐食電流密度 i_{corr} の経時変化を図 2 に示す。単独劣化と複合劣化を比較すると、全ての供試体種の全腐食促進期間において、複合劣化させた供試体の腐食電流密度、つまり腐食速度が大きくなっている。かぶりが 10mm で塩化物量を変化させたもので比較してみると、全体的に塩化物量が大きくなるにつれて、腐食電流密度が大きくなる。しかし、腐食促進期間が長く

キーワード 複合劣化 腐食 腐食電流密度 分極曲線 腐食減量

なるにつれ、塩化物含有量が大きい供試体においては、腐食電流密度が小さくなっていく傾向にある。腐食促進期間 9 週に至っては、塩化物含有量による腐食電流密度の値には、顕著な違いが見られなくなっている。これは腐食生成物の形成する錆層が、さらなる鉄の溶出を阻害し、腐食が抑制されていることに起因しているものと考えられる。また、かぶりを变化させた供試体種間での比較では、かぶりが腐食電流密度に与える影響について、顕著なものは見られなかった。続いて、単位面積当たりの腐食減量の経時変化を図 3 に示す。各供試体ともに、経時変化による腐食減量の増加は、本実験の腐食促進期間中ではあまり見られず、前述の腐食電流密度の値を考慮に入れると、さらなる腐食促進により腐食減量の増加が予想されるため、さらに腐食促進期間を長くして、挙動を再確認する必要があると思われる。供試体種間の比較では、塩化物量の増加により腐食減量が増加していることが確認できた。単独劣化と複合劣化の比較では、複合劣化は塩害のみのものと比べて、1.5 倍から 2.5 倍の腐食減量を示したが、塩化物含有量 1%の複合劣化のものは塩害のみ(含有量 3%)のものとほぼ同様の値を示した。中性化のみのものは、それよりさらに小さく、複合劣化に比して約 1/3 であった。続いて、腐食面積率の経時変化を図 4 に示す。腐食減量と同様に、本実験の腐食促進期間中では経時変化による腐食面積率の増加は、あまり見られない。50%以上の腐食面積率の鉄筋では、取り出し時の観察で、供試体促進面側が激しく全面腐食しており、裏面は健全な部分が一部残っていることが確認された。最後に供試体表面でのひび割れ観察の結果であるが、本実験の腐食促進期間中では、ひび割れを確認することができなかった。

4. まとめ

本研究では、塩害および中性化の複合劣化作用を受ける RC 構造物の使用限界に定量的な判断を与えるための初期段階として、単独劣化と複合劣化、およびかぶりや塩化物量が腐食速度や腐食減量に与える影響について、実験的に調査した。本実験の範囲では、複合劣化は単独劣化よりも腐食減量が多いこと、かぶりの影響は小さかったことなどが確認できた。

参考文献

・鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向(その 2) 土木学会 2000 年 12 月

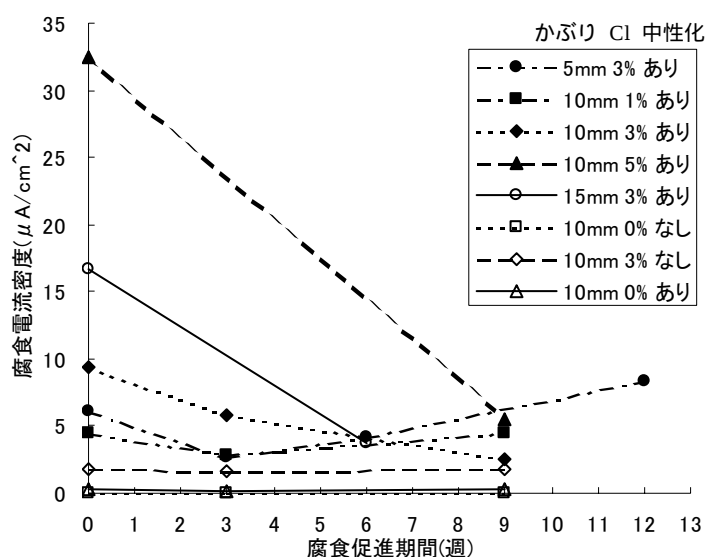


図 2 腐食電流密度

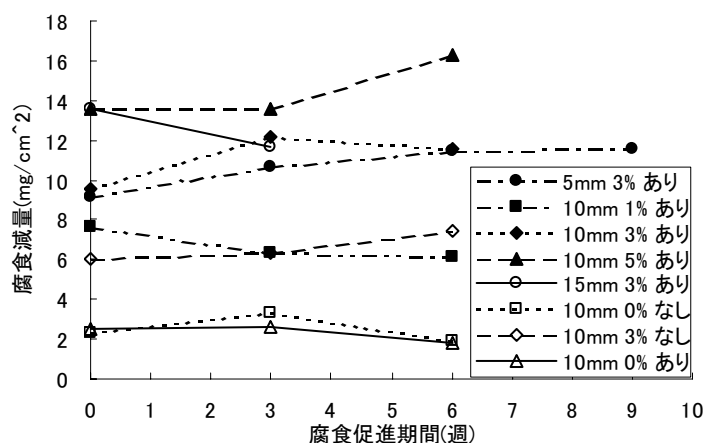


図 3 腐食減量

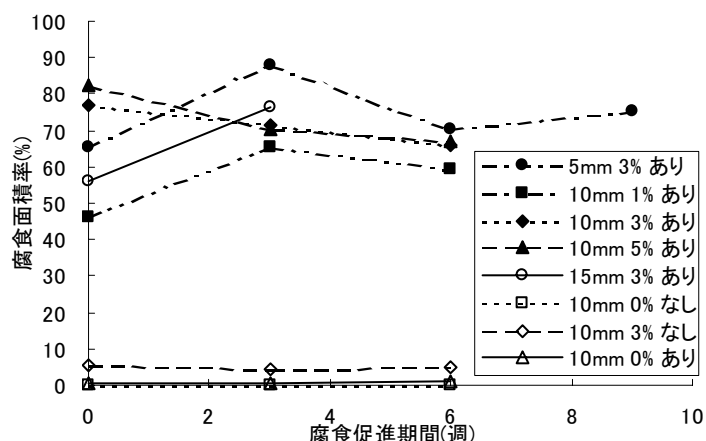


図 4 腐食面積率