

内的塩害と中性化による複合劣化を受ける場合の塩分移動濃縮性状と鉄筋腐食

京都大学 学生員 ○松下創一郎 正会員 荒巻智
正会員 山本貴士 正会員 服部篤史 フェロー 宮川豊章

1 研究目的

本研究では、中性化に伴う塩分の移動濃縮¹⁾が鉄筋腐食に与える影響を定量的に把握することを目的として、内的塩害と中性化の複合劣化を受ける場合を想定した実験を行った。

2 実験概要

供試体の寸法は全てコンクリート(10×10×40cm)で所定の径の鉄筋を一本配したものとし、要因は右の表1の通りである。それぞれの中性化深さを測定するとともに、W/Cと初期Cl⁻量が55%・1kg/m³、70%・1kg/m³、70%・3kg/m³の供試体について表面からの深さ0~30mmまでは5mmずつ、30~50mmまでは10mmずつスライスした試料の全塩分量を分析した。

W/C[%]	55、70
初期Cl ⁻ 量[kg/m ³]	0、0.6、1、3
かぶり[mm]	10、30
環境条件	中性化促進環境 湿潤環境 自然環境

表1 実験要因

3 実験結果および考察

3.1 塩分量分布の経時変化

図1に、70%・3kg/m³の場合の2、4、8週目のコンクリート表面からの塩分量分布を示す。分布形状にピークが現れ、時間の経過とともにピークは徐々に奥に移動して濃縮している。

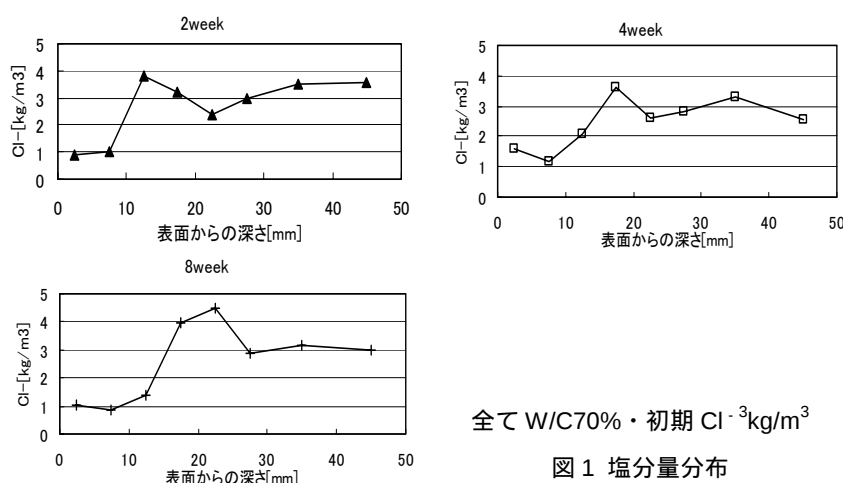


図1 塩分量分布

3.2 自然電位による鉄筋腐食評価

図2に、8週目の中性化残りと自然電位の関係を示す。供試体のほとんどは、8週経過後も90%以上の確率で腐食なしあるいは不確定の自然電位を示しており、鉄筋腐食はあまり進行していない。同一初期Cl⁻量、環境条件で比較すると、水セメント比が大きい場合、自然電位は卑な値を示している。また、W/C、環境条件で比較すると、初期Cl⁻量が多い場合、自然電位は卑な値を示す。中性化残りが小さい、つまりかぶりが不足している場合、自然電位は卑な値を示す。環境条件で比較すると、移動濃縮が発生する、促進中性化の場合(70%・1.0kg/m³、かぶり10mm)が最も卑な自然電位を示している。

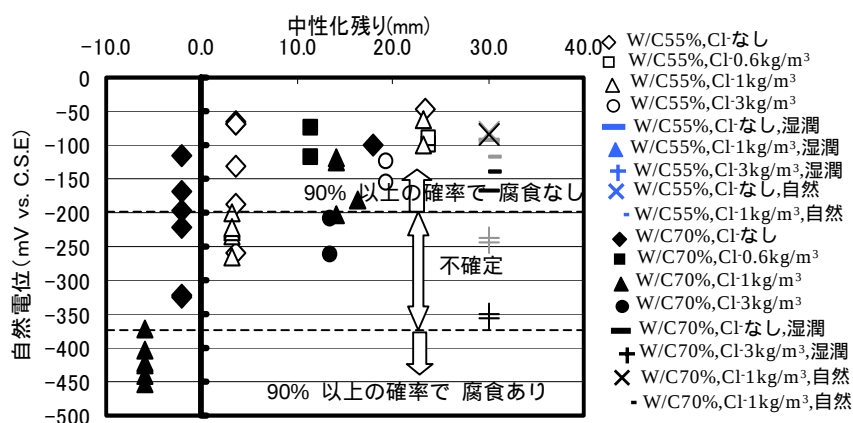


図2 自然電位と中性化残りの関係

キーワード：中性化、塩害、複合劣化、塩分移動濃縮、鉄筋腐食

連絡先：住所 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5102 FAX 075-752-1745

3.3 腐食電流密度による鉄筋腐食評価

図3に、8週目の中性化残りと腐食電流密度(二重対極を用いた二周波交流インピーダンス法、 $k=0.0026V$)の関係を示す。すべての供試体について、8週経過後も腐食電流密度は $0.2 \mu A/cm^2$ 未満を示しており、腐食なしあるいは極めて遅い腐食速度である。自然電位の測定結果と同様に、環境条件で比較すると、移動濃縮が発生する促進中性化の場合 ($70\% \cdot 1.0kg/m^3$ 、かぶり 10mm) が最も大きな腐食速度を示した。また、 $70\% \cdot 3.0kg/m^3$ 、かぶり 30mm、湿潤環境の場合も、他と比較して大きな腐食速度を示し、初期 Cl^- 量が多い場合では、湿潤環境にある場合でも、内的塩害と中性化の複合劣化ほどではないものの、腐食速度が大きい。

3.4 塩分の移動濃縮による影響

図4に、 $70\% \cdot 1kg/m^3$ の場合の鉄筋（かぶり 10mm と 30mm）近傍の Cl^- 量の経時変化を示す。

1週目までコンクリート表面から 5～10mm、10～15mm の位置の Cl^- 量は初期値から減少しているが、1～2週目では 10～15mm の位置の Cl^- 量は急激に増加する。一方で、5～10mm の位置の Cl^- 量はさらに減少している。1週目から2週目にかけて、5～10mm の位置から 10～15mm の位置へ塩分が移動濃縮したと考えられる。一方で、コンクリート表面から 25～30mm、30～40mm の位置での Cl^- 量は、 $1kg/m^3$ の値を中心に増減しているが、コンクリート表面付近の増減ほど顕著ではない。

図5に、 $70\% \cdot 1kg/m^3$ でかぶり 10mm と 30mm の場合の鉄筋の腐食電流密度の経時変化を示す。腐食電流密度が1週から2週目にかけて増加しており、これは上述した塩分量の変化時期と一致している。このことから塩分の移動濃縮と鉄筋の腐食速度の変化時期には相関関係があるといえる。

4 結論

- (1) 打設時に内在する塩分は、中性化促進環境下でコンクリート表面から内部への移動濃縮が認められた。
- (2) 鉄筋腐食を自然電位で評価した場合、中性化のみ、内的塩害のみ、内的塩害と中性化の複合劣化の順に腐食している可能性が大きくなった。複合劣化を受ける場合は内的塩害と中性化の相乗効果によって、鉄筋腐食の可能性が飛躍的に高くなる。
- (3) 中性化の影響で塩分が移動濃縮する場合、塩分量が一時的に多くなる位置において、鉄筋腐食速度が速くなった。

参考文献

- 1) 小林一輔：コンクリート構造物の早期劣化と耐久性診断、森北出版

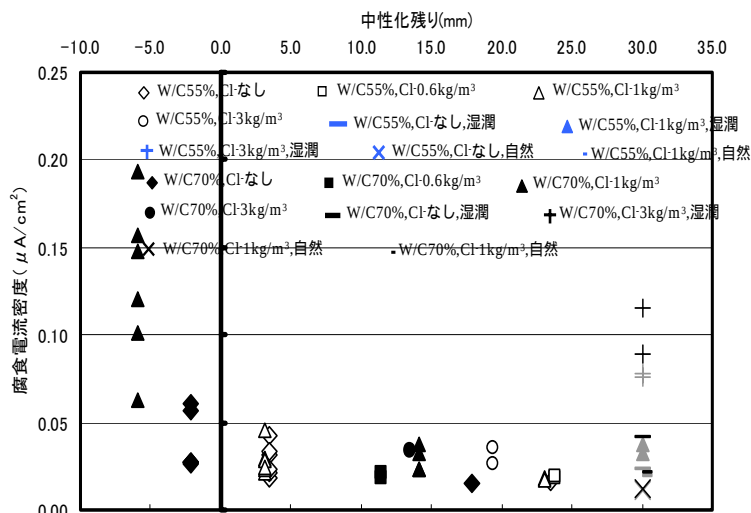


図3 腐食電流密度と中性化残り

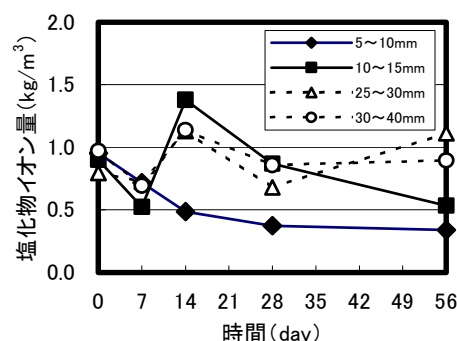


図4 鉄筋近傍の塩分量の経時変化

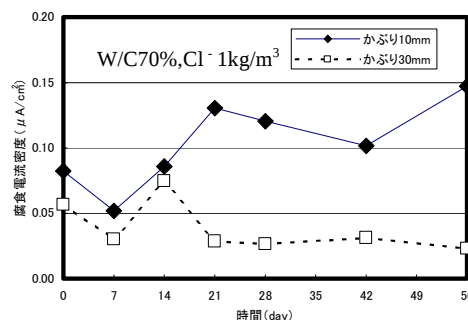


図5 腐食電流密度の経時変化