

塩化物イオンがセメント硬化体の諸特性に与える影響

東京理科大学 学生会員 ○半澤 修平
 東京理科大学 学生会員 小林 荘太
 東京理科大学 正会員 三田 勝也
 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化の代表的な要因の一つに塩害がある。塩害は鉄筋腐食を引き起こすとされており、鉄筋コンクリート構造物を維持管理するうえで塩分浸透予測が非常に重要になってくる。コンクリート内部を移動する塩化物イオンは、中性化や凍害等と組み合わせり複合劣化する事により挙動が複雑に変化する事が指摘されている。また、塩害の検討を実験的に行う場合、時間を短縮するために、塩分を練り込んでセメント硬化体を作成する場合があるが、塩分混入がセメント硬化体の諸特性に及ぼす影響は必ずしも明かではない。

そこで、本研究ではセメント硬化体中の塩化物イオンに着目し、モルタルの諸特性に与える影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

本研究は実験Ⅰ、Ⅱの検討を行った。実験Ⅰ、Ⅱの示方配合を表-1に示す。

2.1 検討項目

検討項目は、ブリーディング量（実験Ⅰ）、結合水量（実験Ⅰ）、中性化深さ（実験Ⅰ、実験Ⅱ）とした。

2.2 実験Ⅰ

濃度を変化させた塩分を練り込んだモルタル供試体のブリーディング量および弱材齢の諸特性について把握する事を目的とした。配合は、水セメント比を50、60および70%の3種類とし、それぞれに質量パーセント濃度で0、3および10%の塩分を練り込んだ合計9水準とした。また、ブリーディング試験はJIS A 1123に準拠して行った。供試体はΦ5×10cmのモルタル供試体を作製し、7日間20℃で気中養生を行った後、中性化促進試験を行い、7および14日経過時点での中性化深さおよび結合水量について測定した。結合水量については日本コンクリート工学協会

表-1 示方配合

a) 実験Ⅰ

NaCl濃度-W/C (%)	S/C	塩分混入量 (kg/m ³)	単位質量(kg/m ³)			フロー値 (cm)
			W	C	S	
0-50	2.4	0	290	580	1391	19.1
3-50		10				18.3
10-50		16				19.3
0-60	3.2	0	282	470	1503	19.8
3-60		10				20
10-60		16				18.8
0-70	3.8	0	285	407	1547	18.6
3-70		10				19.2
10-70		16				18.3

b) 実験Ⅱ

W/C	S/C	単位質量(kg/m ³)			フロー値 (cm)
		W	C	S	
50	2.4	289	578	1388	18.8

コンクリートの試験・分析マニュアル「105℃乾燥法、強熱減量」に準拠して行った¹⁾。中性化促進試験条件はCO₂濃度5%、温度20℃、相対湿度50%である。また、塩分混入量は実験Ⅱにおける塩水浸漬28日後の全塩化物イオン量を参考にした。

2.3 実験Ⅱ

塩水に浸漬させたモルタル供試体の中性化進行を把握する事を目的とした。φ5×10cmのモルタル供試体を厚さ2cmの円盤状に切断した後、初期水中養生28日後に28日間塩水に浸漬させた。塩水濃度は、コンクリート内部の塩化物イオンの固定量を変化させるために、質量パーセント濃度で0、1、3および10%とした。塩水浸漬後、実験Ⅰと同様の試験条件の元、中性化促進試験を行った。

中性化促進9週間経過後、フェノールフタレイン法を用いて中性化深さを測定し、塩分濃度の違いが中性化深さに与える影響について検討した。

3. 実験結果及び考察

3.1 ブリーディング試験結果

キーワード 塩化物イオン 中性化 ブリーディング量 結合水量

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学 TEL：04-7124-1501（内線 4054）

実験Ⅰより得られたブリーディング量を図-1 に示す。

図-1 より W/C が大きくなるにつれてブリーディング量は比較的大きくなっている事が分かる。また、W/C=50, 60% において、NaCl 濃度 10%の時に最もブリーディング量が大きくなる傾向が見られたが、W/C=70%においては塩分を混入する事でブリーディング量は小さくなった。

3.2 結合水量試験結果

実験Ⅰより得られた結合水量を図-2 に示す。図-2 より、水セメント比による差は見られなかった。また、中性化促進 14 日目時点での W/C=50, 70%において、NaCl 濃度が大きくなるにつれて結合水量も大きくなったが、W/C = 60%においては NaCl 濃度の増加にともない結合水量が小さくなった。

3.3 中性化促進試験結果

実験Ⅰ、Ⅱにおける中性化深さをそれぞれ図-3、4 に示す。図-3、4 を比較すると、実験Ⅰは弱材齢であるため中性化深さの進行が実験Ⅱより速い事が確認された。図-3 より、実験Ⅰでは中性化促進 7 日目では塩分濃度の増加にともない中性化深さが小さくなる傾向が見られたが、中性化促進 14 日目では逆に、塩分濃度が大きいほど中性化深さが大きくなる傾向が見られた。NaCl 濃度 10%の場合は、中性化 7 日目においては中性化深さが最も小さいが、中性化が進行する事で固定塩化物イオンが遊離し塩分濃縮が生じ、14 日目には 0 および 3%の中性化深さよりも大きくなったと考えられる²⁾。しかし、実験Ⅱでは、塩分濃度の増加にともない中性化深さは小さくなる傾向にあった。

また、実験Ⅰの 0-70%の供試体は完全に中性化してしまったため、供試体半径である 25mm を最小中性化深さとした。0-70%の供試体に関しては、図-1 より、最もブリーディング量が大きく、そのため供試体表層部が疎になり、図-2 より、結合水量の値が最も小さくなっている事から供試体内部の水和反応が他の供試体より進まず、中性化の進行が速くなったと考えられる。

4. まとめ

本研究の結果より、供試体内部の塩化物イオン量の違いによってブリーディング量、結合水量、中性化深さは変化する事が分かったが、傾向は見られなかった。塩化物イオン量だけでなく、塩化物イオンの挙動がセメント硬化体の諸特性に大きく影響を与えている可能性があり、今後は本研究の更なる検討と塩化物イオンの挙動を解明する必要があると考えられる。

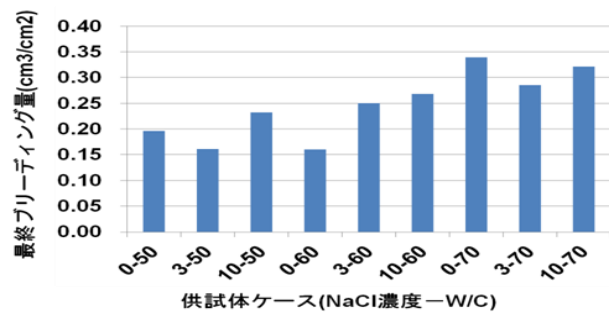


図-1 実験Ⅰにおけるブリーディング量

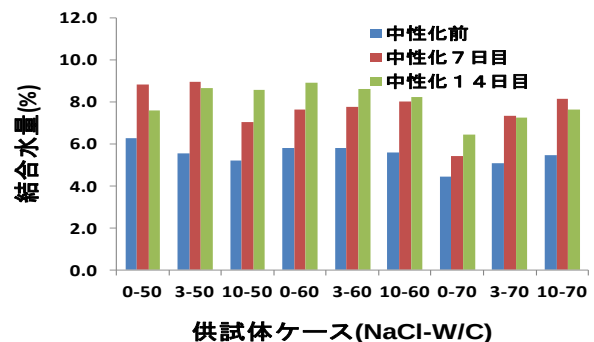


図-2 実験Ⅰにおける結合水量

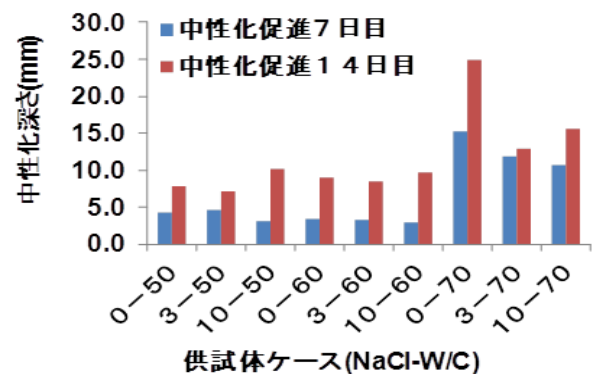


図-3 実験Ⅰにおける中性化深さ

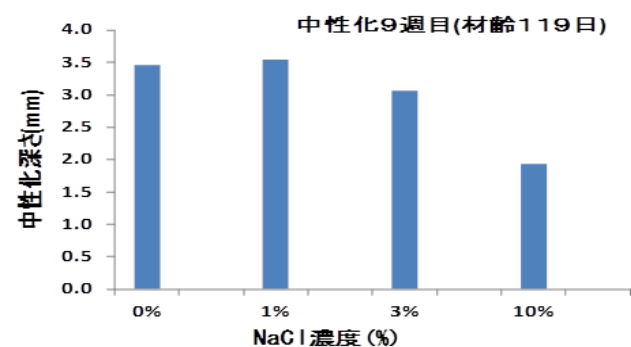


図-4 実験Ⅱにおける中性化深さ

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリートの試験・分析マニュアル，2000.5
- 2) 岸谷孝一，小林一輔，樫野紀元，宇野祐一：塩化物を含むコンクリート中における鉄筋腐食と中性化との関係，コンクリート工学年次論文報告集：Vol.13, No.1, 1991