

V-286

凍結作用を受けたコンクリートの塩分濃縮機構に関する実験的研究

広島大学工学部 学生員 伊藤 祐一
 広島大学工学部 正会員 田澤 栄一
 愛媛県庁 山下 憲治

1. まえがき

コンクリート構造物には種々の要因により塩分が含まれている場合が少なくない。しかも、この塩分がコンクリート構造物の耐久性を低下させる原因の内の一つとなっている。

蒔田の報告¹⁾によると塩害による被害は日本海側の寒冷地に比較的集中している。これは、凍結による塩分の偏析が一つの理由だと考えられる。そこで、本研究ではモルタル供試体を用いてW/C, 凍結深さを変化させ、一面凍結時の塩分分布の変化について実験的に検討したものである。

2. 実験概要

2-1 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は花崗岩系山砂、NaCl(純度95%以上の食塩)を用いた。

2-2 供試体の形状及び製造方法

供試体の形状を図1に示す。図1中のノッチは供試体を割裂するために埋め込んだ。供試体の製造はモルタルミキサで練り混ぜ、二層打ちとした。

W/Cは40%, 60%とし、混練水にはモルタル重量の1%に相当するNaClを添加した。

2-3 凍結方法

凍結方法は液体窒素を供試体の一面から吹きつけ徐冷した。凍結温度は混練水の凝固点降下を考慮し -2.7°C と定めた。なお、供試体の温度はあらかじめ埋め込んでおいた熱電対にて測定し、凍結深さが設定温度に至ったら直ちに供試体を割裂する。

2-4 塩分の測定方法

塩分の測定はJCI「硬化コンクリート中に含まれる塩分の分析方法(案)」の硝酸銀滴定法に準ずる。

3. 試験結果及び考察

図2, 図3にW/C40%, 60%の凍結速度、図4, 図5にW/C40%, 60%の可溶性塩分量(モルタル重量に対する重量百分率)を示す。図4よりW/C40%では可溶性塩分量はブランクとほとんど同じ値を示しており、凍結による塩分の偏析はほとんど起こっていないと思われる。これは凍結速度が早かったためか、W/Cが40%と低いのでモルタルの構造が緻密となり、設定温度ではモルタル中の間隙水の一部しか凍結しなかったためと思われる。図5よりW/C60%では凍結作用により凍結部に含まれていた塩分が未凍結部へと押し出されて、凍結境界面付近で塩分量が最大となることがわかる。また塩分量の最大値は凍結深さが深くなるにつれ大きくなると思われるが、凍結深さ4cmの供試体では、図2より他の二つの供試体に比べ凍結速度が早かったため、氷の結晶構造が微細な多結晶質になり、結晶中の空隙に塩分が取り残され、その結果塩分量の最大値が比較的小さくなったものと思われる。

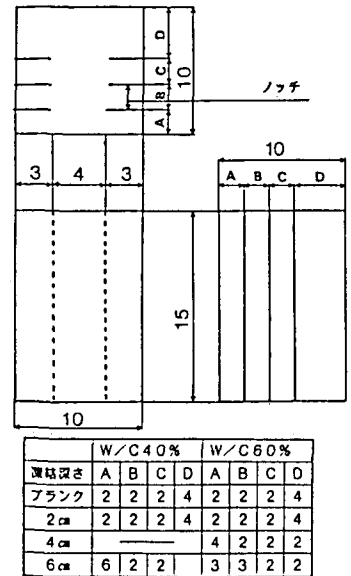


図1 供試体寸法 (cm)

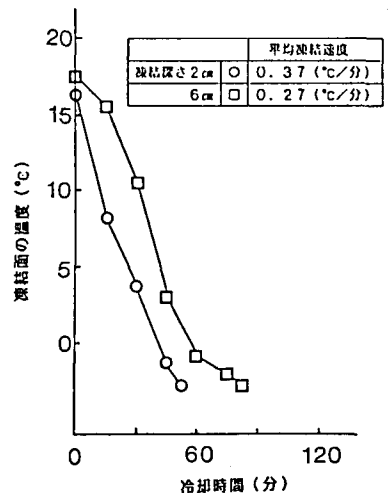


図2 W/C40%の凍結速度

次にプランクの塩分量と各凍結深さの塩分量の差より偏析係数 K を算出してみる。偏析係数 K とは、平衡状態での液相中の不純物濃度と固相中の不純物濃度の比である。表1に示すように $W/C40\%$ では0.97～0.99、60%では0.81～0.95となった。また塩水溶液を同一条件で凍結させた時の偏析係数は

0.90 となり図5に示す塩分の濃縮が偏析によるものであることが裏づけられた。

4. まとめ

塩分を含んだモルタルが凍結作用を受けた場合、 W/C が低い場合の塩分の偏析については今後さらに検討の必要があるが、 W/C が大きい場合は偏析による塩分の濃縮が生じ凍結面付近の塩分濃度が

きくなる。また、この塩分濃縮は凍結の進行により高濃度域がモルタル内部へと移行することが明らかになった。濃縮の程度はモルタルの含水状態、塩分含有量などのほか、コンクリートの緻密度の影響を受けることが考えられ、さらに凍結速度の影響も受け、凍結速度が遅いほど濃縮の程度は大きくなる。したがって寒冷地における塩害対策はこのような塩分濃縮が起こることを考慮して行なう必要がある。

参考文献

1) 蒔田 寛 「沿岸コンクリート構造物の早期劣化と問題点」 土木学会第38回年次学術講演会
研究討論会資料1983年 9月
2) 田澤栄一 他 「コンクリート中の塩分濃縮機構に関する実験的研究」
第38回土木学会中国四国支部研究発表会講演概要集 1986年 5月

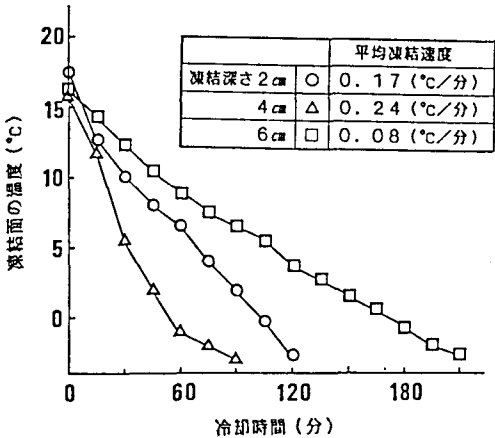


図3 W/C60% の凍結速度

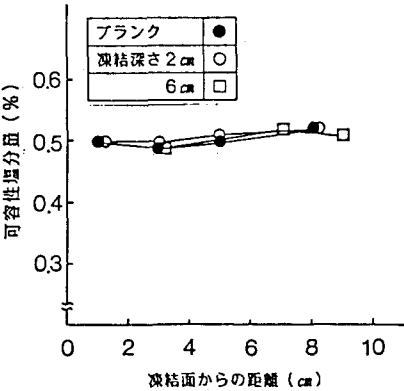


図4 W/C40% の可溶性塩分量

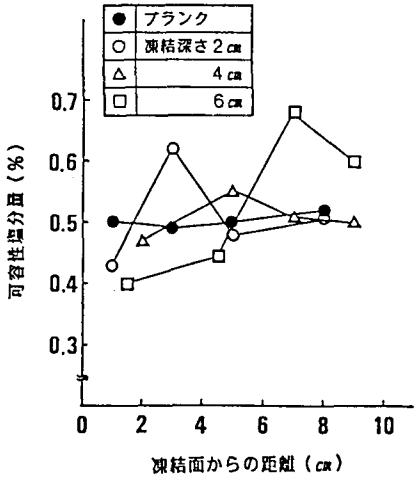


図5 W/C60% の可溶性塩分量

表1 偏析係数 K

凍結深さ	W/C40%		W/C60%	
	区分	K	区分	K
2 cm	0～2 cm	0.99	0～2 cm	0.87
4 cm			0～4 cm	0.95
6 cm	0～6 cm	0.97	0～3 cm	0.81
			3～6 cm	0.91
塩水溶液	0.90			

$K = CS / CL$
 CS : 固相中の不純物濃度
 CL : 液相中の不純物濃度