

コンクリートの塩化物含有量とフレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度の差に関する一考察

株式会社 内山アドバンス 〇 齊藤 丈士
 ものづくり大 中田 善久
 太平洋マテリアル(株) 長井 義徳

1. はじめに

RC構造物の耐久性に関わるコンクリートの品質として重要なものの一つに、コンクリートに含まれる塩分がある。コンクリートに含まれる塩分には、製造時に含まれるものおよび飛来しコンクリートの表面から浸透するものがあり、製造時に含まれるものを試験する方法として、JIS A 1144「フレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度試験方法」が定められている。この試験方法では、試料に①「コンクリートまたはこれをウェットスクリーニングしたモルタルから吸引る過または遠心分離により採取した水」、②「コンクリートまたはこれをウェットスクリーニングしたモルタルの上面に浮き出たブリーディング水」のいずれかを用いて塩化物イオン濃度を測定することとしている。しかし、吸引る過や遠心分離によってコンクリートから抽出した試料とブリーディングにより浸出した試料の塩化物イオン濃度が同等かは不明である。また、フレッシュコンクリートの状態において、コンクリートに含有される塩分の全量がフレッシュコンクリート中の水に溶出していない可能性もある。

そこで、本研究は、コンクリートの塩化物含有量とフレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度の関係を明らかにするために、コンクリートから採取する方法の異なる試料についてJIS A 1144による試験を行ったものである。

2. 実験概要

調合においてコンクリート中の水の塩化物イオン濃度を調整したコンクリートを練り混ぜ、このコンクリートから吸引る過により採取した試料およびこのコンクリートの上面に浸出したブリーディング水について試験を行った。

(1) コンクリートの調合

コンクリートの調合は、水セメント比およびコンクリート中の水の塩化物イオン濃度をそれぞれ3水準で変化させ、合計9調合とした。コンクリートの調合を表1に示す。

(2) 水溶液による確認

コンクリートに含まれる塩分を調整するために、塩化カルシウム(CaCl₂)の無水結晶をコンクリートの練混ぜ水に添加した。ただし、塩化カルシウムは吸湿性があり、保管中に結晶水を取り込み純度が低下する可能性がある。そこで、この純度を確認するために、塩化カルシウムの濃度を変化させた水溶液を作製し、塩化物イオン濃度を測定した。なお、このときの計画における水溶液の塩化物イオン濃度は、0.03, 0.05, 0.1, 0.3および0.5%である。

(3) 試料の採取

試料は、練り混ぜたコンクリートから吸引る過により抽出したものおよびJIS A 1123「コンクリートのブリーディング試験方法」においてコンクリートから浸出したブリーディング水を採取したものとした。

(4) 試験方法

試験方法は、JIS A 1144に従い、JIS K 0101に規定されるチオシアン酸水銀(Ⅱ)吸光度法とした。なお、本方法は感度が極めて高いため、水溶液ならびに試料は、それぞれ水で100倍に希釈して試験に用いた。

3. 結果および考察

(1) 水溶液による確認

水溶液による塩化物イオン濃度試験結果を図1に示す。これによると、本実験に用いた塩化カルシウムは、吸湿により純度が73.33%に低下していたと考えられる。

表1 コンクリートの調合

水セメント比 (%)	スラング・スラングフロ- (cm)	塩化物イオン濃度* (%)	単位量 (kg/m ³)					
			セメント	水	細骨材	粗骨材	化学混和剤	CaCl ₂
50	スラング 18±2.5	0.10	360	180	809	924	4.320	0.1104
		0.30					5.400	0.6728
		0.50					6.840	1.2352
40	スラングフロ- 50±7.5	0.10	425	170	881	822	5.950	0.0884
		0.30					6.375	0.6200
		0.50					6.800	1.1516
30	スラングフロ- 60±10	0.10	567	170	765	822	8.505	0.0664
		0.30					9.072	0.5980
		0.50					9.639	1.1296

*: 計画におけるコンクリート中の水の塩化物イオン濃度

(2) 調合による塩化物イオン濃度

コンクリートの塩化物イオン濃度は、計画においてそれぞれ0.1、0.3および0.5%とした。しかし、コンクリートの練混ぜに用いた水の塩化物イオン濃度の計算における尺度を間違えており、すべての調合においてコンクリート中の水の塩化物イオン濃度として0.029%分、塩化カルシウムの量が少なかった。また、前述のように、使用した塩化カルシウム結晶は純度が低下していた。この純度により、それぞれの調合による塩化物イオン濃度を再計算すると、計画においてそれぞれ0.1、0.3および0.5%としたものは、それぞれ0.055、0.210および0.364%となった。

(3) 試料の採取方法による試験結果の違い

採取方法の異なる試料の試験結果を図2に示す。これによると、コンクリートから吸引る過により抽出した試料とブリーディング水を採取した試料の塩化物イオン濃度は、水セメント比にかかわらずほぼ同等であった。従って、採取方法が異なっても、フレッシュコンクリート中の水の塩化物イオン濃度試験の結果には影響を及ぼさないとと思われる。

(4) 調合による塩化物イオン濃度とJIS A 1144による試験結果の差

調合による塩化物イオン濃度とJIS A 1144による試験結果の差を図3に示す。前項において、試料の採取方法が異なっても塩化物イオン濃度の試験結果における差は小さいと考えられた。そこで、ここでは、吸引る過により採取した試料およびブリーディング水を採取した試料の結果を同一と見なしJIS A 1144による試験結果とした。図によると、塩化物イオン濃度が高い場合には若干ばらついてはいるが、JIS A 1144による試験結果は、全体に調合による塩化物イオン濃度よりも小さかった。また、この差は、塩化物イオンの濃度にかかわらず概ね一定と思われた。これより、フレッシュコンクリートに含まれる塩分は、全量がフレッシュコンクリート中の水に溶出するわけではなく、溶出しない部分は、固形物に取り込まれている可能性がある。

4. まとめ

コンクリートからの採取方法が異なる試料についてJIS A 1144による塩化物イオン濃度試験を行った結果、試料の採取方法が異なっても試験結果に明確な差は見られないことおよびフレッシュコンクリートに含まれる塩分は、その一部が固形物に取り込まれ、フレッシュコンクリ

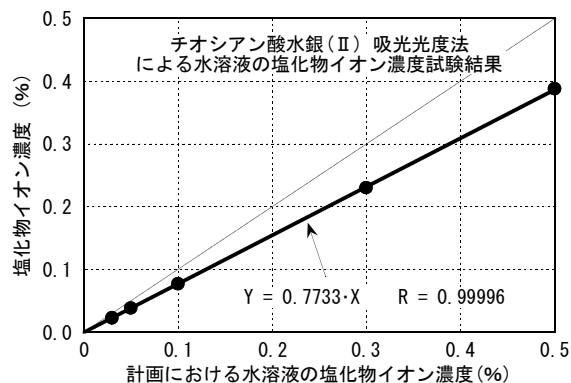


図1 水溶液による塩化物イオン濃度試験結果

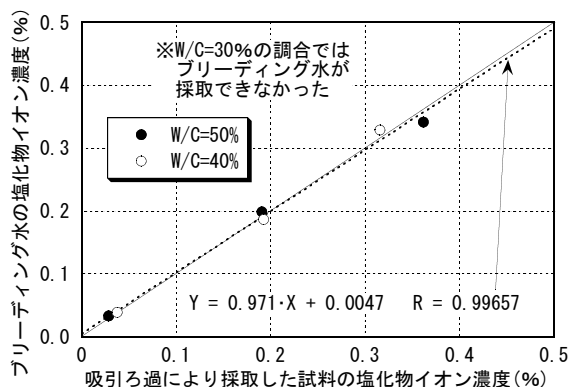


図2 採取方法の異なる試料の試験結果

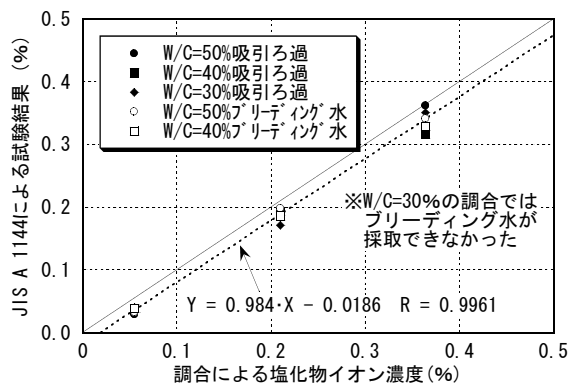


図3 調合による塩化物イオン濃度とJIS A 1144による試験結果の差

ート中の水に全量溶出していない可能性があることがわかった。今後は、さらに多種類の調合において検討を行っていく予定である。

謝辞

本研究は、(社)日本コンクリート工学協会 コンクリート試験方法JIS原案作成委員会 フレッシュコンクリート試験方法WG(主査:棚野博之(独)建築研究所)の活動の一環として実施しているものです。

本実験を行うにあたり、ポゾリス物産(株)、(株)内山アドバンス中央技術研究所 白鳥秀幸所長、女屋英明課長ならびにものづくり大学中田研究室の学生諸君より多大なるご協力を頂きました。ここに付記し、感謝の意を表します。