

内添型撥水剤を用いたコンクリートの品質特性

戸工業大学 学員○久保 裕一

正員 庄谷 征美

正員 磯島 康雄

1. はじめに

昨今、酸性雨やスパイクタイヤ禁止に伴う冬期の凍結防止剤の散布など、コンクリート構造物の置かれる環境の悪化が指摘されている。これに伴い、コンクリート構造物の耐久性に対する関心が高まり、耐久性能の向上方法について諸々の検討がされるようになってきた。一昨年来、この耐久性を改善する一方法として内添型撥水剤（防水剤）の効果について基礎的な研究を行ってきたが、本報告では、シリコンオイルを主体とし、強度低下を防ぐためシリカ質物質に含浸させたタイプの撥水剤をコンクリートに適用した結果について報告する。

2. 実験概要

（1）使用材料：セメントは普通ポルトランドセメント、細骨材は陸砂（比重2.68、F.M.2.82）、粗骨材として硬質砂岩碎石（最大寸法20mm、比重2.71）を使用した。内添型撥水剤としては、表1に示した1種類を用いたが、アルキル変性オイルを主成分としシリカフューム（エルケム）にブレンドした粉状物質の形で使用した。これは、撥水剤成分の消泡効果により、空気連行性能が低下すること、撥水剤自体のセメント粒子への吸着により水和反応が阻害される両面を改善するためである。A E剤としては天然樹脂酸塩系のものを使用した。

（2）実験計画：表2に本実験で用いたコンクリートの実験計画の概要を示す。撥水剤成分Xの使用量を0、0.5、1.5%対C量の3レベルとし、A E剤は所定の空気量となるよう使用した。なお、一部の実験では比較のため撥水剤成分に含まれるシリカフューム量を単味で混入したものについても検討した。

（3）試験方法：フレッシュコンクリートの試験、硬化コンクリートの試験は、J I S或いはA S T Mの企画に従って行った。なお、防水性能の試験にはJ I S A 1 4 0 4に示される24時間吸水比と水圧3kgf/cm²下1時間の透水比を求めた。

表1 撥水剤Xの性質

使用	アルキル変性オイルを主体とするものをシリカフュームにブレンド		
撥水剤X	（密着）して粉状体（比重1.74）として使用。		
混合割合	撥水成分（シリカ質物質に含浸させたタイプの撥水剤）	無機質オイル	シリカフューム
	2	1	3

表2 実験計画の概要

シリーズ	試験項目	条 件 等	備 考
配合特性	A E剤～空気量など	W/C=4.5, 5.5, 6.5%	撥水剤X 添加量
フレッシュコンクリートの品質	凝結時間（プロクター貫入抵抗） ブリーディング	W/C=5.5%	
硬化コンクリートの品質	強度（圧縮・引張・曲げ） 弾性係数 透水比・吸水比（防水効果） 塩分透過（NaCl 3%溶液） 中性化（R.H. 30℃、60% 5%CO ₂ ）	W/C=4.5, 5.5, 6.5%	1/2量の 0% 0.5% 1.5%
	凍結融解抵抗性 気泡組織	W/C=4.5（X添加量 0, 0.5%） 5.5, 6.5%	
	ひびわれ抵抗性（側面ひびわれ試験） 乾燥収縮（自由収縮）	W/C=5.5% R, H, 60～65%, 18±1℃	

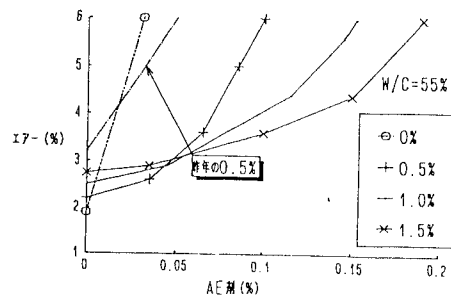


図1 A E剤量～空気量

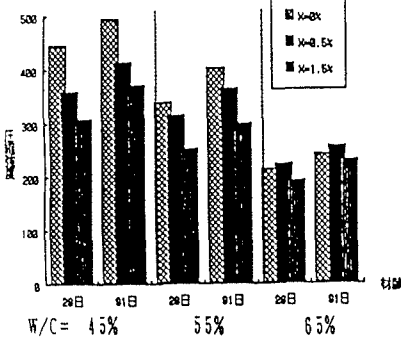
(kgf/cm²)

図2 圧縮強度～撥水剤添加率

3. 実験結果および考察

(1) 配合特性：スランプと細骨材率 s/a の関係から、撥水剤の添加により最適 s/a は1%弱程度とわずかな減少傾向がみられた。図1の例にみられるように、撥水剤添加量が増加するとエントラップトエアは増加し、空気量5%となるとAE剤量は無添加に比べ撥水剤添加0.5%で約3倍、1.5%で約5倍と昨年の試料と比べて大幅な増加を必要とした。これは、撥水剤成分の消泡作用が強く現れたものと考えられる。

(2) フレッシュコンクリートの品質：ブリーディング量は撥水剤添加で減少し、凝結時間は幾分速まる様子にあった。

(3) 硬化コンクリートの品質：図2に圧縮強度と撥水剤添加率の関係を示したが、撥水剤を対C量1.5%添加すると、材齢91日での強度低下は水セメント比45%で約25%、55%で約20%、65%では約5%となったこれは混入量が上がると撥水剤分子による水和反応抑制効果が母体のシリカフェームのボゾラン作用の発現に勝るためではないかと考えられる。表3には材齢28日の圧縮強度比と透水比、吸水比を示す。撥水剤添加により強度は減少傾向にあるが、撥水剤による著しい防水効果が認められた。表4にはNaCl 3%水溶液中での塩分浸透深さを示す。全般に添加量に応じてClイオンの浸透が抑制されている結果となった。

次に、凍結融解抵抗性についての結果を図3および表5に示す。撥水剤1.5%混入のケースで対凍害性は大きく低下していることが分かる。添加量が多い場合、強度低下が凍結融解抵抗性を減少させた大きな原因と考えられる。

4. まとめ

撥水剤をシリカフェームなどのボゾラン粉状物質にブレンドして用いた場合、ブレンドの方法及びブレンド割合が非常に重要であり、この面からの一層の品質改善が必要と考えられる。

表3 透水比・吸水比

W/C	X添加量 (%)	圧縮強度比 材齢28日	透水比 (JISA 1404)	吸水比 (JISA 1404)		
				1時間	5時間	24時間
45%	0	1.00	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.5	0.81	0.93	0.41	0.43	0.59
	1.5	0.69	0.65	0.19	0.19	0.26
55%	0	1.00	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.5	0.93	0.72	0.43	0.45	0.69
	1.5	0.75	0.52	0.15	0.15	0.30
65%	0	1.00	1.0	1.0	1.0	1.0
	0.5	1.04	0.74	0.37	0.42	0.73
	1.5	0.89	0.69	0.13	0.14	0.29

表4 塩分浸透試験結果

W/C	X (%)	塩分浸透深さ (mm)	
		1 週	4 週
45%	0	4.83	8.30
	0.5	3.95	7.47
	1.5	3.73	7.14
55%	0	7.00	12.26
	0.5	5.89	11.03
	1.5	5.45	10.27
65%	0	9.21	14.21
	0.5	7.73	12.65
	1.5	6.76	10.19

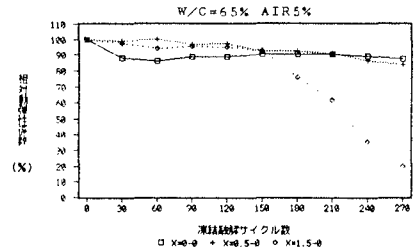
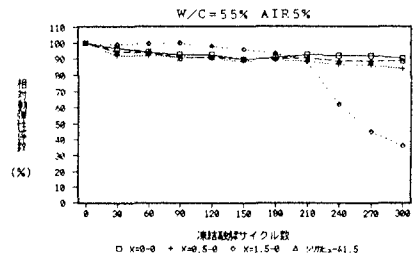


図3 相対動弾性係数の推移

表5 凍結融解試験結果

種 別	撥水剤 X (%)	空気量 (%)	圧縮強度 材齢14日 (kgf/cm²)	D. F. (%)	100サイクル時 重量変化率 (%)
W/C=45%	0	4.6	39.1	95.5	3.1
	0.5	5.1	35.9	83.2	2.5
W/C=55%	0	4.9	32.8	90.6	3.5
	0.5	5.4	26.9	83.9	5.3
	1.5	5.6	20.4	48.8	10.0
	AIR 5%	4.9	29.6	88.9	5.6
W/C=65%	0	5.0	19.9	78.9	6.8
	0.5	5.1	21.7	75.5	3.1
	1.5	5.3	17.3	47.1	8.0