

撥水剤を用いたコンクリートの性質に関する一実験

八戸工業大学 学員 ○沢口 政良

正員 庄谷 征美

正員 杉田 修一

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。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検討を行ってきたが、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砕石（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。一部実験にはウレア系防藻剤も併用した。

AE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、1.0%対C量の3レベルとし、AE剤は所定の空気量となるよう使用した。なお、一部の試験では、防藻剤混入の影響も検討した。

（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、JIS或はASTMの規格に従って行った。なお、防水性能の試験にはJIS A1404に示される透水試験により水圧3kgf/cm²下1時間の透水比を求めた。

3. 実験結果および考察

（1）配合特性：スランブと細骨材率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、所要空気量4%程度では所要AE剤量は変わらないものの、空気量6%となると無添加に比べ撥水剤添加0.5、1.0%共に約2倍程度のAE剤量を必要とする。これは、撥水剤成分の消泡作用が現出したものと思われる。なお、同一空気量で単位水量を比較すると、粉状体混入の影響か、撥水剤X1%当り、6~8kg/m³増加した。

表1 撥水剤の性質

X	アルキル変性オイルを主体とするもの（比重1.74）
	シリカフュームにブレンド（含浸）して粉状体として使用。この粉状体の1/3がX成分である。

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	最適s/a、AE剤量～空気量	W/C=45、55、65%	X添加量
	スランブ～水量など		
フレッシュコンクリートの品質	凝結時間（ブロッカー貫入）	NON AE	0.0、0.5
	ブリーディング	W/C=55% AE 5%空気量	
硬化コンクリートの品質	強度（圧縮、引張、曲げ）	W/C=45、55、65%	一部 防藻剤
	弾性係数		
	透水率（防水効果）		
	乾燥収縮 中性化	W/C=55%	
凍結融解抵抗性		NON AE	0.5 1.0%
	気泡組織	W/C=55% AE 5%空気量 AE 8%空気量	

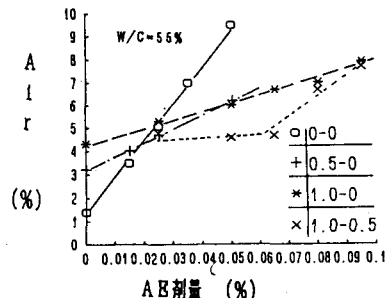


図1 AE剤量～空気量

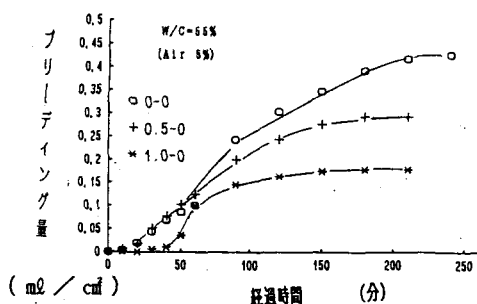


図2 ブリーディング特性

(2) フレッシュコンクリートの品質：W/C=55%、空気量5%の配合 (W=168~174kg/m³) で行った試験によると、図2のようにブリーディング量はXの添加で減少し、凝結時間は幾分速まる傾向にあることが認められた。

(3) 硬化コンクリートの品質：図3に圧縮強度と撥水剤添加率の関係を示したが、Xを対C量1%添加しても、材齢28日での強度低下は生じなかった。これは、撥水剤分子による水和反応抑制効果よりも母体のシリカフェームのボゾラン効果が勝るためではないかと考えられる。

図4に引張強度と圧縮強度の関係を示すが、前者は後者の1/8~1/14と通常のコンクリートと同様の結果を示した。弾性係数も添加により大きな変化はみられなかった。次に、表3には材齢28日の圧縮強度比と透水比を示す。撥水剤添加により強度は幾分上昇するが、水セメント比が低くなると撥水剤による防水効果が薄れる傾向にある。一般には、透水比0.4~0.5程度以下で防水性が良好と云われるが、本実験のX添加量では0.5が限度であった。次に、凍結融解抵抗性についての結果を表4に示す。撥水剤混入のケースで耐凍害性は向上していることが分る。添加量が0.5、1.0%のnon AEコンクリートではエントラプトエアが増加し、AEコンクリートではAE剤による連行空気が極めて少なくとも耐久性は向上した。これは、気泡組織の観察やポロシチーの測定などを併せ考える必要があるが、主に、撥水剤の防水効果に起因したものと推察される。

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、空気連行性には多少問題があるものの、機械的特性を損なうことなく、耐久性を向上し得る可能性があることを示した。

〈謝辞〉試料のご提供を頂いた信越化学㈱に謝意を表します。

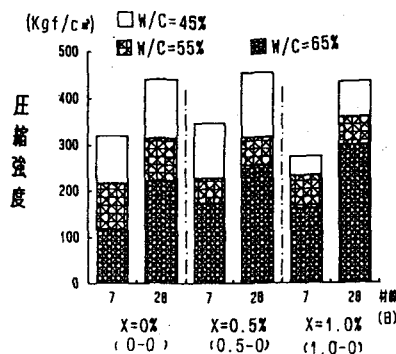


図3 圧縮強度～撥水剤添加率

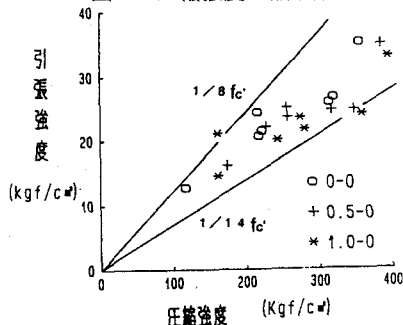


図4 引張強度～圧縮強度

表3 圧縮強度比～透水比

W/C	種 類	28日圧縮強度比	透水比 (JISA1404)
45%	0	1.0	1.0
	0.5	1.03	0.78
	1.0	0.99	1.17
55%	0	1.0	1.0
	0.5	1.01	0.82
	1.0	1.14	0.54
55% 防凍剤 0.5%	0	1.0	1.0
	0.5	1.08	0.82
	1.0	1.03	0.84
65%	0	1.0	1.0
	0.5	1.09	0.70
	1.0	1.19	0.62

表4 凍結融解試験結果

種 類	X (%)	空気量 (%)	D. F. (%)	100サイクル時 重量変化率 (%)
55%-NON AE	0	2.1	21.8	5.6
	0.5	3.1	24.8	4.6
	1.0	3.9	33.4	3.9
55-AE-S	0	5.5	74.5	3.2
	0.5	4.7	81.5	2.1
	1.0	5.8	84.9	1.7
55-AE-S	0	6.1	82.3	2.5
	0.5	6.5	82.1	1.9
55-AE-S	0.5	8.1	81.5	1.7