

エントレインドエアの混入状況がコンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼす影響

長岡技術科学大学 学生員 池津 和弘
 大林組技術研究所 正会員 高橋 敏樹
 大林組技術研究所 正会員 近松 竜一

1. はじめに

コンクリートに十分な凍結融解抵抗性を付与するために、一般には空気量の管理が行われ、JIS A 5308「レディミクストコンクリート」によれば、普通コンクリートの場合には3～6%の範囲を管理値としている。しかし、コンクリート中の気泡が全て凍結融解抵抗性に寄与するわけではなく、実際にはエントレインドエアの混入状況が重要である。また、近年ではコンクリートの要求性能が多様化し、粘性が高いコンクリートが用いられる場合も多いが、混入される気泡の特性については明らかにされているとはいえない。さらに、コンクリートの締固めに伴う振動作用によって連行された空気泡が変化している可能性もある。

そこで、混和剤の種類と添加量、練混ぜ時間、振動の有無によりコンクリート中の空気量を調整した各種供試体を作製し、それらの凍結融解抵抗性と気泡組織について調べた。

2. 実験概要

コンクリート供試体の作製条件および品質試験結果を表-1に示す。セメントには普通ポルトランドセメント、骨材は陸砂および砕石、混和剤としてAE減水剤、AE剤、高性能AE減水剤を使用した。水セメント比は55%、目標空気量を3%とし、混和剤の種類と添加量、練混ぜ時間と振動時間により空気量を調整した。

供試体は、プレーンコンクリート(PL)、AE減水剤とAE剤を用いたコンクリート(WR)、高性能AE減水剤を用いたコンクリート(SP)の3種類とした。WRシリーズは、L、M、Hの順にAE剤の添加量が多く、またVは外部振動機を使用した供試体を示す。

凍結融解試験はJIS A 1148（水中凍結融解試験方法）、圧縮強度試験はJIS A 1108に準拠して行った。また、気泡分布の測定には画像解析装置を使用した¹⁾。

3. 実験結果および考察

(1) 凍結融解試験と気泡間隔係数

凍結融解試験における相対動弾性係数の測定結果を図-1に示す。PLとSPシリーズに関しては120サイクルまでに全て60%以下となった。また、WRシリーズでは、Lが凍結融解サイクルに伴い相対動弾性係数が徐々に低下する傾向にあるが、その他は十分な凍結融解抵抗性を有する結果が得られた。

表-1 コンクリート供試体の作製条件および各種品質試験結果

配合条件				作製条件				供試体 番号	コンクリートの品質								
W/C (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m ³)		空気量 (%)	減水剤 (C×%)	AE剤 (C×%)	練混ぜ 時間 (分)		振動 時間 (秒)	スラン プ (cm)	空気量 (%)	気泡間隔 係数(μm)	耐久性 指数	圧縮強度 (N/mm ²)			
		W	C														
55	55	168	305	3.0	-	-	1	-	PL		1.0	2.2	563	3	45.5		
	40				AE 減水剤 (0.25)	0.003	1	-	L	6.0	3.0	342	73	45.0			
						0.006	4	-	M	5.0	2.9	319	82	46.6			
							1	60	(6.0)	(4.0)	(215)						
						0.009	6	-	MV	-	3.4	202	85	43.8			
							6	120	H	4.0	3.1	275	85	46.1			
						50	高性能 AE減水剤 (1.2)	-	2	-	HV	(5.5)	(3.8)	(242)			
	6				60			V	-	2.6	501	21	48.7				

カッコ内は外部振動機を作用させる前の試験値

キーワード：凍結融解，エントレインドエア，混和剤，気泡特性

連絡先：〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL 0258-46-6000 FAX 0258-47-9600

耐久性指数と気泡間隔係数の関係を図 - 2 に示す．既往の研究成果とほぼ対応する結果が得られ，気泡間隔係数が約 300 μm 以下であれば十分な凍結融解抵抗性を有していると判断される．なお，これらの結果は，空気量が同じであってもエントレインドエアの混入状況が相違していることを示すものである．

(2) 混和剤の種類による気泡分布の相違

混和剤による気泡分布の相違を図 - 3 に示す．PL を除いて，いずれも空気量は約 3%であるが，混和剤の種類と添加量，練混ぜ時間の組合せによって連行される気泡径の分布が相違している．特に WR シリーズについては，練混ぜ時間毎に AE 剤の添加量を変化させて空気量を調整したものであるが，AE 剤量が多いほど微細な気泡の数が増加する結果となった．

SP シリーズは，PL と比較して微細な気泡の量は若干増加しているが，AE 剤を別添した WR シリーズほどの連行性は認められない．この結果は，高性能 AE 減水剤に含まれる成分によっては，比較的径の大きい空気泡を巻き込む場合があることを示すものと考えられる．

(3) 練混ぜ，振動による気泡分布の相違

同一配合のコンクリートを用い，供試体の作製条件を変えた場合の気泡分布の相違を図 - 4 に示す．練混ぜ時間を長くした場合には微細な気泡が減少しており，過剰に練り混ぜることはエントレインドエアの連行に対してマイナスの要因となる可能性があるといえる．

一方，テーブルバイブレータを用いてコンクリートに振動を作用させた場合には，振動を与えない場合の気泡分布と顕著な差が生じていない．また，表 - 1 を参照すると，振動を与えることで空気量は減少しているものの気泡間隔係数の変化は小さい．これらの結果は，コンクリートに振動を与えても，微細なエントレインドエアは残存し，気泡径が大きいエアが消泡される傾向にあることを示すものと考えられる．

4. まとめ

本研究より，以下の事項が明らかになった．

- (1) コンクリート中の空気量を 3%とした場合，十分な凍結融解抵抗性が得られない場合がある．
- (2) 空気量が同じでも，混和剤の種類や練混ぜ，振動作用によりコンクリート中の気泡組織には相違が生じる．
- (3) コンクリートの振動締固めは，連行されたエントレインドエアの安定性に対して悪影響を及ぼさない．

【参考文献】1) 三浦律彦ほか：空気量，気泡分布，細孔分布が高強度コンクリートの耐凍結融解性に及ぼす影響，第 12 回コンクリート工学年次論文報告集 pp.679 ~ 684 ,1990.6

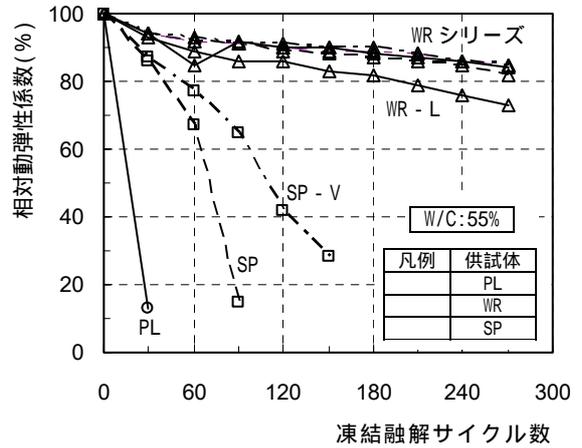


図 - 1 凍結融解試験結果

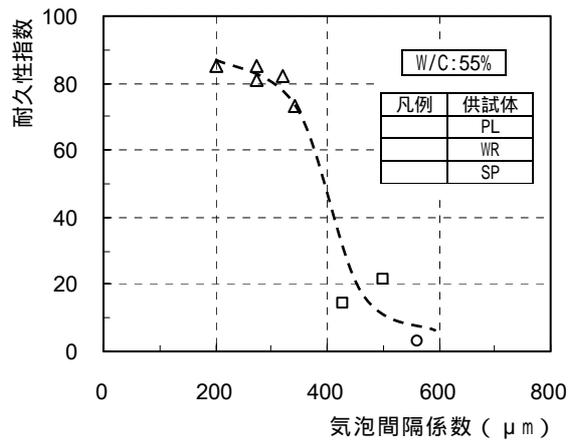


図 - 2 耐久性指数と気泡間隔係数

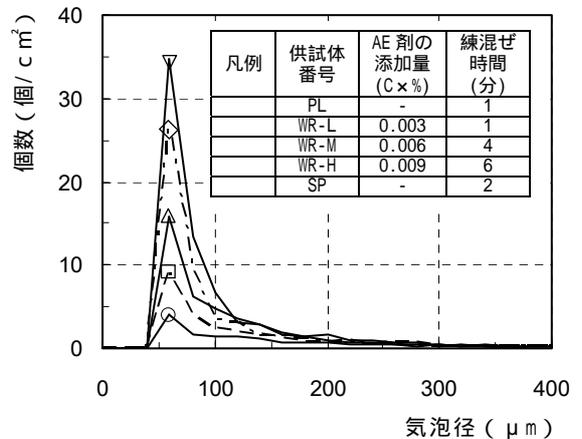


図 - 3 混和剤の種類による気泡分布の相違

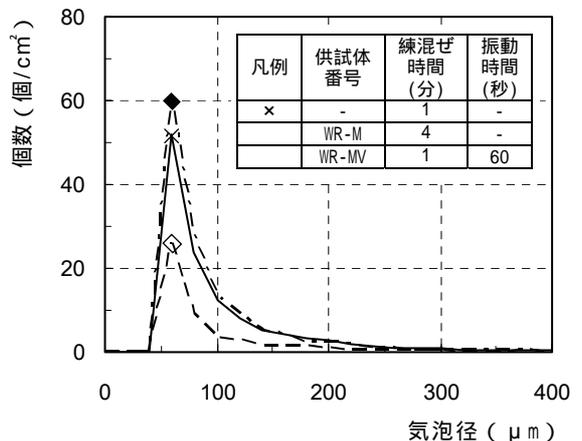


図 - 4 練混ぜ，振動による気泡分布の相違