

第V部門 高性能AE減水剤がコンクリートの気泡分布に及ぼす影響

立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木 宣章
立命館大学大学院理工学研究科 学生員 ○伊藤 康朗 立命館大学理工学部 長坂 健

1. はじめに

高性能AE減水剤は空気連行性が高いため、消泡剤により径の大きな気泡を消泡し、練り混ぜ時に添加する良質のAE助剤で細かい気泡を連行させることにより使用されている。しかし、消泡剤は硬化コンクリートの空気量、気泡分布、気泡間隔係数に及ぼす影響が大きい。本研究では、高性能AE減水剤に含有されている消泡剤がコンクリートの気泡分布特性、耐凍害性に及ぼす影響について実験検討を行った。

2. 実験概要

実験条件を表-1に示す。水セメント比は30%と50%の2水準とし、高性能AE減水剤は主成分が同じで消泡剤を含有しているもの(タイプA)と消泡剤を含有していないもの(タイプB)の2種類を使用した。AE減水剤はタイプC、タイプDの2種類を使用した。AE助剤には、気泡径が比較的小さい気泡を多く連行するタイプαと連行される気泡径が比較的大きいタイプβおよび未使用とし、練り混ぜ時に使用する消泡剤は1種類とした。使用材料を表-2に示す。コンクリートの示方配合を表-3に示す。基本となる配合では単位水量を160kg/m³とし、高性能AE減水剤は単位セメント量の1.4%使用した。目標空気量は4.5±1%、水セメント比50%時の目標スランプは18±2cm、水セメント比30%時の目標スランプフローは60±5cmとした。凍結融解試験はJSCE-G501により行った。硬化コンクリートの空気量、気泡間隔係数および気泡分布は画像解析により測定した^[1]。

表-1 実験条件

条件	水準
水セメント比	30%, 50%
高性能AE減水剤	タイプA, タイプB
AE減水剤	タイプC, タイプD
AE助剤	タイプα, タイプβ, 未混入
消泡剤	練り混ぜ時混入(タイプγ), 未混入

表-2 使用材料

使用材料	主成分	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.15g/cm ³ 比表面積=3280cm ² /g
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系複合体 タイプA(消泡剤含有) タイプB(消泡剤未含有)
	AE減水剤	リグニンスルホン酸化合物 およびポリオール複合体 タイプC リグニンスルホン酸化合物 タイプD
	AE助剤	炭素のナノ管化合物系 陰イオン界面活性剤 タイプα アルキルアクリルスルホン化合物 陰イオン界面活性剤 タイプβ
	消泡剤	ポリアルキルシリコーン誘導体 タイプγ

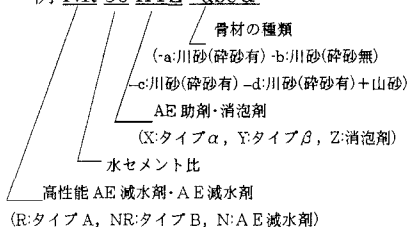
使用材料	密度(g/cm ³)	粗粒率
細骨材	野洲川産川砂(a)	2.61 F _M =2.65
	野洲川産川砂(b)	2.59 F _M =2.75
	由良川産川砂(c,d)	2.58 F _M =3.04
	網野産川砂(d)	2.56 F _M =1.97
粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石(a,b)	2.68~2.69 F _M =6.71~6.89
	舞鶴産サコタ砕石(c,d)	2.67 F _M =6.96
	由良川産川砂利(c,d)	2.65 F _M =6.26

表-3 コンクリートの示方配合

消泡剤	配合名	W/C (%)	s/a (%)	W	C	S	G	(高性能) AE減水剤	AE助剤	消泡剤	スランプ (フロー) (cm)	空気量 (フレッシュ時) (%)
含有	R30-a	43.6	160	533	713	946	(A) 1.4%				85.0	0.4
	R30-b	46	160	533	746	910	(A) 1.3%				59.0	0.6
	R30X-a	43.6	160	533	713	946	(A) 1.4%	(α) 3A			57.5	3.8
	R30Y-a	43.6	160	533	713	946	(A) 1.4%	(α) 3A			55.0	3.7
	R30X-b	46	160	533	746	910	(A) 1.0%	(α) 4A			60.2	4.1
	NR30-b	46	160	533	746	910	(B) 1.0%				60.5	4.4
	NR30XZ-b	46	160	533	746	910	(B) 1.0%	(α) 2A	(γ) 2T		56.5	4.7
	NR30Z-b	46	160	533	746	910	(B) 1.0%		(γ) 2T		59.0	1.3
	R50-a	46.7	160	320	845	992	(A) 1.4%				4.2	1.5
	R50-b	49	160	320	880	952	(A) 1.1%				19.0	1.1
含有	R50X-a	46.7	160	320	845	992	(A) 1.4%	(α) 3A			18.8	4
	R50Y-a	46.7	160	320	845	992	(A) 1.4%	(β) 3A			18.0	3.8
	R50Z-a	49	160	320	880	952	(A) 0.85%	(α) 4A			17.2	5.5
	NR50-b	46.7	160	320	845	992	(B) 1.4%				18.0	1.5
	NR50-b	49	160	320	880	952	(B) 0.7%				17.6	4.7
	NR50XZ-a	46.7	160	320	845	992	(B) 1.4%	(α) 3A	(γ) 2T		16.7	3.9
	NR50XZ-b	49	160	320	880	952	(B) 0.8%	(α) 4A	(γ) 2T		17.1	4.9
	NR50XZ-c	46.7	160	320	845	992	(B) 1.4%	(α) 3A			19.2	4.2
	N50X-c	44.5	172	344	798	1010	(C) 0.375%	(α) 2A			8.2	3.5
	N50Y-2-c	44.6	157	314	560	1031	(D) 0.25%	(β) 2A			9.0	4.2
後添加	N50Z-1-d	45.8	149	298	598	1031	(D) 0.375%		(γ) 4T		8.0	4.9

*タイプα(1%希釈液をセメント1kgあたり1ml使用したものを1Aとする。)
*タイプβ(1%希釈液をセメント1kgあたり2ml使用したものを1Aとする。)
*消泡剤(1%希釈液をセメント1kgあたり1ml使用したものを1Tとする。)
*c,dの場合砕石と川砂利を65:35(容積率)で混合し粗骨材として用いた

例:NR 50 XYZ -abcd



3. 結果及び考察

硬化コンクリートの空気量が3%以下の場合の気泡径分布を図-1に示す。高性能AE減水剤(SP)は空気連行性が高いために、一般に消泡剤が含有されている。消泡剤を含有しているSPをそのまま使用する(配合R50-a)は、空気量が少ないために耐凍害性は低下する。消泡剤を含有していないSPは、本来空気連行性が高い。しかし、砕砂を約20%含むa砕骨材を使用する(配合NR50-a)は、茎連行性が著しく低下した、砕砂

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Yasuro ITO, Ken NAGASAKA

を含まないb細骨材を使用する(配合 NR50-b)と、4%程度の空気量は連行されるが、比較的大きな気泡が多く、気泡間隔係数は大きくなった。その結果、耐凍害性は低下した。空気量調整のために消泡剤を使用する(配合 N50Z-1-d)と、フレッシュ時に4%程度の空気が連行されていても、配合 NR50-bと同様に耐凍害性は低下した。硬化コンクリートの空気量が4%程度の場合の気泡径分布を図-2に示す。配合 N50X-cは一般に使用されている良質のA E減水剤と小さい気泡を多く連行することができるタイプαのA E助剤を使用した配合である。3.5%程度の空気量で、気泡間隔係数は213と小さく、十分な耐凍害性が得られる。また、消泡剤が含有されているSPを使用する(配合

R50X、R50Y)ときにはA E助剤を添加することで、消泡剤が含有されていないSPを使用する(配合 NR50XZ)ときには後添加した消泡剤で大きな気泡を取り除いた後にA E助剤で小さい気泡を連行することで、気泡分布

を良好にして、気泡間隔係数を小さくすることができる。その結果、十分な耐凍害性を確保することができた。小さい気泡を多く連行することができるタイプαのA E助剤を使用した配合 R50X-aは、比較的大きな気泡を連行するタイプβのA E助剤を使用した配合 R50Y-aより、気泡間隔係数が小さく、気泡分布も良好である。水セメント比30%時の気泡分布を図-3に示す。使用細骨材の種類(砕砂含有の有無)により気泡分布と気泡間隔係数に差が生じたものの、水セメント比50%時と同様に、消泡剤が含有されているSPを使用する(配合 R30X-b)ときにはA E助剤を添加することで、消泡剤が含有されていないSPを使用する(配合 NR30XZ-b)ときには消泡剤とA E助剤を後添加することで、気泡分布は良好になった。

4. まとめ

消泡剤が含有されている市販の高性能A E減水剤は、良質のA E減水剤とA E助剤を使用した場合より気泡間隔係数は幾分大きくなる。しかし、良質のA E助剤を使用して適量の空気を連行させることで、満足な耐凍害性を得ることができる。

(参考文献)

[1] 児島孝之 他, フェロニッケルスラグ細骨材コンクリートの耐凍害性に及ぼす微粒分の影響, セメント・コンクリート論文集 No.52, pp.772-777, 1998

配合名	気泡間隔係数 (μm)	空気量(%)		DF ₃₀₀ (%)
		Fresh	hardened	
R50-a	283	1.5	2.9	10
R50-b	321	1.1	1.8	-
NR50-a	304	1.5	2.9	39
NR50-b	342	4.2	4.1	44
N50Z-1-d	280	4.2	2.7	31

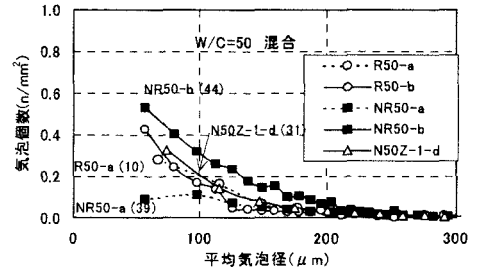


図-1 気泡分布(W/C=50, Air=3.0%以下)

配合名	気泡間隔係数 (μm)	空気量(%)		DF ₃₀₀ (%)
		Fresh	hardened	
R50X-a	203	4.0	6.0	100
R50Y-a	290	3.8	4.0	100
R50X-b	270	5.5	3.7	100
NR50XZ-a	-	3.9	-	100
NR50XZ-b	255	4.9	4.1	100

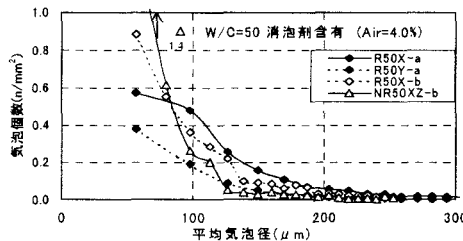


図-2 気泡分布(W/C=50, Air=4.0%)

配合名	気泡間隔係数 (μm)	空気量(%)		DF ₃₀₀ (%)
		Fresh	hardened	
R30X-a	296	3.8	3.8	100
R30Y-a	370	3.7	3.6	100
R30X-b	285	4.1	3.7	100
NR30-b	327	4.4	4.3	100
NR30XZ-b	261	4.7	5.0	100

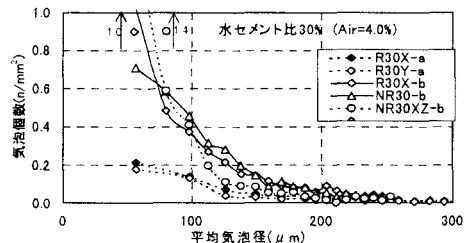


図-3 気泡分布(W/C=30%, Air=4.0%)