

立命館大学理工学部 学生員 ○亀山 純代 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 正会員 高木 宣章 正会員 児島 孝之

1 はじめに

水中不分離性コンクリートは、一般に耐凍害性が劣ることが指摘されている。本研究では、増粘剤系高流動コンクリートから一般的な水中不分離性コンクリートを対象として、増粘剤の使用がコンクリートの気泡分布および耐凍害性に及ぼす影響について実験検討した。

2 実験概要

水中不分離性コンクリートと増粘剤系高流動コンクリートの水セメント比は、3水準(40、50、60%)とした。比較用として、高性能 AE 減水剤あ

るいは AE 減水剤を用いたコンクリートも作製した。使用材料を表・1に、コンクリートの示方配合を表・2に示す。一般的に市販されている水中不分離性混和剤(2.5kg/m³)あるいは高流動コンクリート用増粘剤(0.5 kg/m³)を、高性能 AE 減水剤と併用した。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Ⅰ)を主に使用し、比較用に消泡剤を含有していないもの(タイプⅡ)も一部使用した。目標空気量は、水中不分離性コンクリートでは4±1%、高流動コンクリートでは5±1%とした。目標スランブフローは、50±5cm(水中不分離性コンクリート)、60±5cm(高流動コンクリート)とした。

表・1 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 3.16g/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Ⅰ(消泡剤含有)
			タイプⅡ(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Ⅰ
		リグニンスルホン酸化合物	タイプⅡ
	AE助剤	変性リン酸化合物系陰イオン界面活性剤	
	消泡剤	ポリアルキレングリコール誘導体	
水中不分離性混和剤		水溶性セルロースエーテル	タイプA(消泡剤含有) 粘度:平均5×10 ⁴ mPa・s
高流動コンクリート用増粘剤		水溶性セルロースエーテル	タイプF(消泡剤未含有) 粘度:平均10 ⁵ mPa・s

使用材料		密度(g/cm ³)	粗粒率
細骨材	野洲川産川砂 (a)	2.59	F.M=2.75
	由良川産川砂 (b)	2.58	F.M=3.04
	網野産山砂 (b)	2.56	F.M=1.97
粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石 (a)	2.68~2.69	F.M=6.71~6.89
	舞鶴産サコタ砕石 (b)	2.67	F.M=6.66
	由良川産川砂利 (b)	2.65	F.M=6.26

表・2 コンクリートの示方配合

配合名	骨材	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							スランブ (フロー) (cm)	空気量 (フレッシュ時) (%)			
				W	C	S	G	増粘剤	AE減水剤	AE助剤			消泡剤		
A60	a	60	40	210	350	657	1027	(A) 2.5	(ⅰ) 0.25%	(Ⅰ) 1.9%		48.7	3.7		
A50		50			420	634	991			(Ⅰ) 2.2%		47.9	3.1		
A40		40			525	600	938			(Ⅰ) 2.6%		47.5	3.1		
F60		60			300	916	881			(Ⅰ) 2.3%		6A	62.8	5.4	
F50	a	50	52	180	360	889	855	(F) 0.5		(Ⅰ) 2.3%	6A	62.2	5.9		
F40		40			450	848	816			(Ⅰ) 2.4%	6A	63.4	4.9		
F50Z		50			360	889	855			(Ⅱ) 2.2%	6A	3T	61.0	5.7	
N50	b	50	44.5	172	344	786	1010		(ⅱ) 0.375%	2A		8.2	3.5		
N50'	a		48.7	160	320	845	992			(Ⅰ) 1.4%		4.2	1.5		
N50Z	a		49	160	320	880	952			(Ⅱ) 0.6%		4A	2T	17.1	4.9
N50Z-b	b		45.6	149	298	586	1031			(ⅱ) 0.375%		4T	8.0	4.9	

(注1) 配合名
A…水中不分離性コンクリート
F…増粘剤系高流動コンクリート
60,50,40…水セメント比
Z…消泡剤を後添加
N…増粘剤を使用しないコンクリート

(注2)
AE助剤: 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。
消泡剤: 1%希釈液をセメント1kgあたり2ml使用したものを1Tとする。
b (骨材): 砕石と川砂利を 65:35 (容積率) で混合使用。

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、画像解析装置により測定した^[1]。凍結融解試験は、JSCE-G501により実施した。

3 実験結果および考察

水中不分離性コンクリート 水中不分離性コンクリートの気泡分布を図・1に示す。一般的に使用されているセルロースエーテル系の水中不分離性混和剤を用いたコンクリートの耐久性指数は、硬化コンクリートの空

気量が3%程度あっても、既報告^[2]同様に非常に小さい結果となった。水セメント比が小さくなると気泡間隔係数は小さくなるものの、W/C=40%でも気泡間隔係数は約500 μm と非常に大きい。また、水セメント比が水中不分離性コンクリートの気泡分布に及ぼす影響も少ない。そして、十分な耐凍害性を示す良質のAE減水剤を使用したコンクリート(N50)に比較して、水中不分離性コンクリートでは200 μm 以下の小さい気泡数が少ない。

水中不分離性混和剤と併用した高性能AE減水剤は、通常市販されているものと同様に消泡剤を含有している。そのような高性能AE減水剤を単独使用したコンクリート(N50')では、細かい気泡が少なく、連行空気量も少ないために、耐凍害性は低下する。また、水中不分離性混和剤は、一般に比較的径の大きい気泡を多量に連行するため、通常消泡剤が含有されている。このように、ともに消泡剤を含有している水中不分離性混和剤と高性能AE減水剤を併用して、結果的に3%程度の空気を連行しても、気泡分布は改善されないために、耐凍害性は一般に低下するものと考えられる。

増粘剤系高流動コンクリート 増粘剤系高流動コンクリートの気泡特性を図・2に示す。高流動コンクリート用増粘剤は水中不分離性混和剤と同じセルローズエーテル系であるが、成分は異なり、かつ消泡剤は含有していない。増粘剤系高流動コンクリートでは、5%程度の空気量であれば、十分な耐凍害性が得られた。水セメント比が小さくなると気泡間隔係数は小さくなるものの、W/C=40%での気泡間隔係数は325 μm と大きい。これは、良質のAE減水剤を用いたコンクリートより150 μm 以上の大きい気泡が多いためと考えられる。しかし、水中不分離性コンクリートより150 μm 以下の細かい気泡数が多くなり、良好な気泡分布が得られるために、気泡間隔係数が300 μm より大きくなっても、十分な耐凍害性が得られたものと考えられる。

4 まとめ

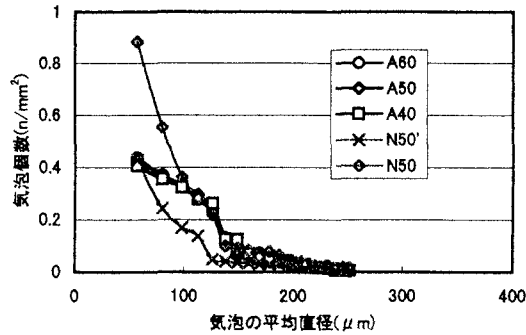
硬化コンクリートの気泡分布は、使用する増粘剤の種類や使用量により大きな影響を受ける。一般的な水中不分離性コンクリートは、細かい気泡が少なく、耐凍害性が非常に劣る。一方、増粘剤系高流動コンクリートは、気泡間隔係数が幾分大きくなるものの、良好な気泡分布が得られ、十分な耐凍害性を示した。

《参考文献》

[1] 西山孝 他, シアノアクリレートによる硬化コンクリート中の気泡組織の染色と観察, セメント技術年報, No.42, pp.212-214, 1998

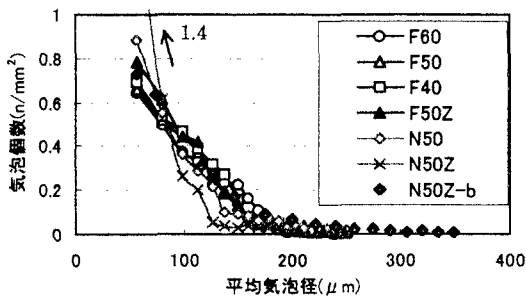
[2] 宮野他, 高炉微粉末を混入した特殊水中コンクリートの耐凍結融解性, コンクリート工学年次論文集, 第9巻第1号, pp.111-114, 1987

配合名	気泡間隔係数 (μm)	空気量(%)		耐久性指数 (%)
		Fresh	hardened	
A60	578	3.7	3.3	7
A50	549	3.1	2.9	8
A40	491	3.1	3.0	20
N50	213	3.5	3.4	100
N50'	283	1.5	2.9	10



図・1 水中不分離性コンクリートの気泡分布

配合名	気泡間隔係数 (μm)	空気量(%)		耐久性指数 (%)
		Fresh	hardened	
F60	368	5.4	5.1	100
F50	358	5.9	5.4	100
F40	325	4.9	5.7	100
F50Z	308	5.7	6.2	100
N50	213	3.5	3.4	100
N50Z	255	4.9	4.1	100
N50Z-b	256	4.9	3.3	100



図・2 増粘系高流動コンクリートの気泡分布