

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 坂木 幸次 立命館大学理工学部 学生員 ○伊藤 康朗

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、気泡径分布、気泡間隔係数に及ぼす影響が大きい^[1]。そこで本研究では、高性能 AE 減水剤に含有されている消泡剤が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。水セメント比を 30%と 50%の 2 水準、高性能 AE 減水剤は主成分が同じで消泡剤を含有していないもの（タイプ1）と消泡剤を含有しているもの（タイプ2）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3と連行される気泡径が比較的大きいタイプ4および未使用の 3 種類とし、練り混ぜ時に使用する消泡剤は混入、未混入の 2 水準とした。

使用材料を表-2 に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（比重 3.16、比表面積 3280cm²/g）、細骨材は野洲川産川砂（比重 2.61、FM=2.65、吸水率 1.84%、0.15mm 以下 5%）を使用した。粗骨材は、高槻産硬質砂岩砕石（比重 2.68、FM=6.89、吸水率 0.93%、5-20mm）を使用した。

コンクリートの示方配合を表-3 に示す。単位水量は 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-G 501-1986 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径分布は画像解析装置により測定した^[2]。

3. 実験結果および考察

図-1 に圧縮強度と材齢との関係を示す。高性能 AE 減水剤中の消泡剤の有無、AE 助剤および消泡剤の使用に関わらず、材齢 28 日圧縮強度は水セメント比 30%時に約 80MPa、水セメント比 50%時に約 50MPa であった。

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1、タイプ2
AE助剤	タイプ3、タイプ4、未使用
消泡剤	練り混ぜ時混入、未混入

表-2 使用材料

使用材料	比重	主成分	備考
セメント	3.16	普通ポルトランドセメント	—
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1（消泡剤未含有） タイプ2（消泡剤含有）
	AE助剤	炭性ロソン酸化合物系 陰イオン界面活性剤	タイプ3
		アルキルアルシルホン化合物系 陰イオン界面活性剤	タイプ4
		消泡剤	—
	消泡剤	ポリアルキレングリコール誘導体	—
使用材料	比重	粗粒率	備考
細骨材	野洲川産川砂	2.61	F.M=2.65
粗骨材	高槻産硬質砂岩砕石	2.68	F.M=6.89

表-3 コンクリートの示方配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					スランプ (cm)	スランプ フロー (cm)	Air			
			W	C	S	G	混和剤 (AE減水剤)			AE助剤	消泡剤	*6 (%)	*7 (%)
F30 ^{*B}	30	43.6	160	533	713	946	C*1.4% ^{*1} (タイプ2)	—	—	—	65.0	0.4	0.8
F30X								3A ^{*3}	—	—	57.5	3.8	3.6
F30Y								3A ^{*4}	—	—	55.0	3.7	3.8
F50 ^{*B}								—	—	4.2	—	1.5	2.1
F50X	50	46.7	160	320	845	992	C*1.4% ^{*2} (タイプ1)	3A ^{*3}	—	18.8	—	4.0	3.9
F50Y								3A ^{*4}	—	18.0	—	3.8	4.0
NF50 ^{*B}								—	—	18.0	—	1.5	1.9
NF50X								3A ^{*3}	—	18.2	—	4.3	4.5
NF50XZ								3A ^{*3}	2T ^{*5}	16.7	—	3.9	4.1

注)*1:消泡剤含有 *2:消泡剤未含有

*3:タイプ3 (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。)

*4:タイプ4 (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。)

*5: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。)

*6:空気室圧力法による試験で測定した空気量(JIS A 1118)

*7:容積法による試験で測定した空気量(JIS A 1118)

*8:non-AEコンクリート

例: NF 50 X Y Z

AE 助剤(X:タイプ3

Y:タイプ4

Z:消泡剤)

水セメント比

高性能 AE 減水剤

《NF:タイプ1(消泡剤未含有)

F:タイプ2(消泡剤含有)》

たわみ振動で測定した相対動弾性係数の経時変化を図-2に示す。水セメント比 30%では、空気連行が少ない場合においても満足のいく耐凍害性が得られた。水セメント比 50%では、高性能A E減水剤中への消泡剤の含有の有無に関わらず、4 %程度の空気量があれば十分な耐凍害性が得られた。しかし、空氣の連行が少ないと、耐凍害性が著しく低下した。この低下は消泡剤を含有している高性能A E減水剤を使用したF 50 供試体で顕著であった。

図-3に気泡径分布を、表-4に耐久性指数、気泡間隔係数および空気量を示す。高性能A E減水剤中に含有されている消泡剤により大きな気泡を消泡し、A E助剤で細かい気泡を連行させた供試体の気泡間隔係数は一例(F50X 供試体)を除き 290~370 μ mであり、この値は良好な耐凍害性を有するコンクリートの一般的な値(250 μ m以下)よりかなり大きい。また、A E助剤の使用により気泡径 200 μ m以下の細かい気泡が増加するものの、その気泡個数は良質のA E減水剤を用いたコンクリートに関する既報告^[1]より少ない。特に、水セメント比 30%ではA E助剤を使用することにより4 %程度の空氣を連行させても気泡間隔係数が大きく、気泡径 200 μ m以下の気泡数がかなり少ない。高性能A E減水剤中に含有されている消泡剤は、硬化コンクリートの気泡径分布に好ましくない影響を及ぼすものの、良質のA E助剤を用いても適当量の空氣を連行ことにより満足の耐凍害性を得ることができる。

4. まとめ

市販の高性能A E減水剤は、一般に消泡剤を含有している。消泡剤は硬化コンクリートの気泡間隔係数を大きくし、細かい気泡を減少させるものの、良質のA E助剤を用いて適当量の空氣を連行させることにより満足の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, 1998
- [2] 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, 1988

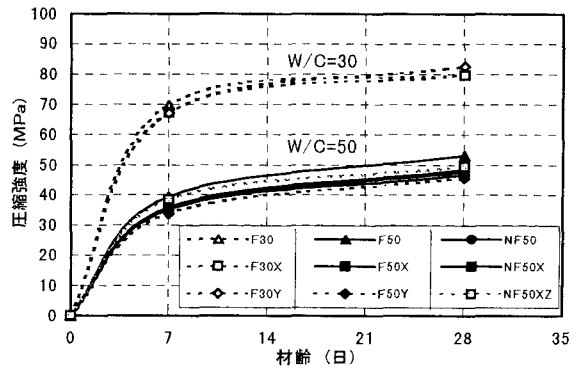


図-1 圧縮強度と材齢との関係

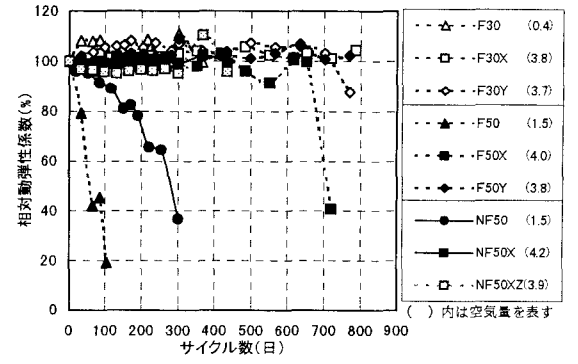


図-2 相対動弾性係数の経時変化(たわみ)

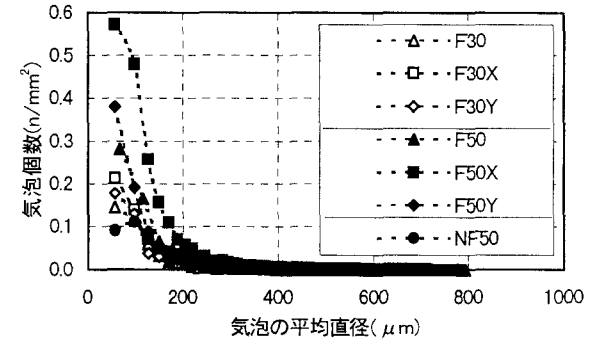


図-3 気泡径分布

表-4 耐久性指数、気泡間隔係数および空気量

配合名	DF ₃₀₀ (%)	気泡間隔係数 ($\bar{L}$, μ m)	空気量(%)	
			fresh	hardened
F30	111	366	0.4	1.3
F30X	103	296	3.8	3.8
F30Y	107	370	3.7	3.6
F50	10	283	1.5	2.9
F50X	98	203	4.0	6.0
F50Y	109	290	3.8	4.0
NF50	39	304	1.5	2.9
NF50X	99	-	4.2	-
NF50XZ	95	-	3.9	-

DF₃₀₀:300サイクル時の耐久性指数
fresh:空気室圧力法による空気量