

足利工業大学工学部 正会員 ○黒井登起雄
足利工業大学工学部 正会員 松村 仁夫

1. まえがき

近年、コンクリートの品質および作業性の大幅な改善を目的とした各種流動化用高性能減水剤や、最近では、コンクリートの耐久性向上を目的に、従来のA E減水剤よりも大幅に減水させることができる高性能A E減水剤が開発されている。この種の混和剤の研究はフレッシュコンクリートのワーカビリティの経時変化および力学的性質などの検討をかなり行ってあるが、凍結融解に対する抵抗性の検討は非常に少なく、不明な点が多い。そこで、本研究は各種高性能A E減水剤を用いたコンクリートの耐凍害性に関する特性を明らかにする目的で、練りませ時間、アジテート温度の関連で実験し、検討した結果を報告するものである。

2. 実験の概要

2.1 使用材料 セメントは普通ポルトランドセメントとした。骨材は粒度の良い鬼怒川産の川砂と堅硬な同産の川砂利(最大寸法; 25mm)を用いた。混和剤は表 1に示した国内市販の主成分の異なる流動化用高性能減水剤および高性能A E減水剤6種類を用いた。空気量調整のためのA E助剤はそれぞれのメーカー指定のものを使用した。また、A E剤はヴァンソルとし、比較のためのA Eコンクリートに用いた。

表 1 混和剤の種類

混和剤の種類	主成分
A E剤	ラノル・レソ
流動化用高性能減水剤	A ナフタレン系縮合物 B 特殊合成高分子系界面活性剤 C オキシナフテン 酸素化合物および 利尿剤 複合体
高性能A E減水剤	D 芳香族7メチル系高分子化合物 E 利加酸エーテル系の複合物 F 変性リニ、アキア7メチル系 酸および 活性持続剤の複合物

2.2 配合および実験方法 コンクリートの配合は、表 2に示すように W/C=0.55、スランプ=18±1.5cm

(一部 8±1 cm)、空気量= 5±1 %とし、各混和剤毎に試し練りを行って決定した。各混和剤の使用量は表 2の配合①(AEコンクリート)を基本にして、スランプを10cm大きくする量とした。配合②~⑤では、混和剤の使用量を幾水準か少なくした。コンクリートは 100ℓ強制練りミキサを用いて、各材料を一括で投入して練りませた。練りませ量は50ℓとした。練りませ時間は60、120、300 秒の3水準に、配合③~⑤では全て 120とした。練りませ後のアジテートは回転数を 4.5rpm にした可傾式ミキサで90分間行い、アジテート時の外気温度は15~20℃と25~30℃の2水準とした。スランプと空気量の各試験は練りませ直後およびアジテート後に行い、圧縮強度試験円柱供試体(φ10×20cm)および凍結融解試験用角柱供試体(10×10×40 cm)は、練りませ直後またはアジテート後にそれぞれ3個作成した。圧縮強度試験は材令28日水中養生(20±3℃)して行った。凍結融解に対する抵抗性は、JSCE-1986 に従って材令14日水中養生後に試験を開始し、30サイクル毎に 300サイクルまで相対動弾性

係数および質量変化率を求めて評価した。また、硬化コンクリートの気泡測定は、ASTM C-457に従ってリニヤトラバース法で行った。

3. 実験結果及び考察

凍結融解試験における相対動弾性係数の変化の例を図 1~図 3および図 5に示す。また質量変化率とサイクル数との関係の例も図 4および図 6に示す。また、硬化コンクリートの気泡径を測定した結果と、それぞれのコンクリートの気泡間隔係数と耐久指数の関係を表 3および図 7に示す。図 1~図 6より、混和剤DおよびFともに練りませ直後に製造したコンクリートは、

表 2 コンクリートの配合および性質

No	混和剤の種類	W/C s/a (%) (%)	単位量 (kg/m³)						練りませ直後		材令28日 圧縮強度 (kgf/cm²)
			W	C	S	G	Adsp	AdAE	Slump (cm)	Air (%)	
①	AE	55 38	155	292	698	1138	----	0.113	7.7	5.6	222
②	"	" "	184	335	652	1064	----	0.134	18.2	5.8	277
③	A	55 38	186	302	680	1109	1.51	0.030	16.4	4.8	346
④	B	" "	186	302	680	1109	2.72	0.030	20.4	4.9	236
⑤	C	" "	155	292	697	1138	3.38	0.017	17.7	5.4	293
⑥	D	" "	168	305	656	1176	4.58	0.031	20.4	4.9	309
⑦	F	" "	168	305	656	1176	6.41	0.040	17.1	4.4	266
⑧	B	55 38	174	316	660	1077	2.84	0.041	19.6	4.1	220
⑨	"	" "	180	327	651	1063	1.64	0.043	20.5	4.9	179
⑩	"	" "	186	338	642	1047	----	0.044	19.8	5.9	166
⑪	D	" "	173	315	661	1079	3.94	0.032	18.0	4.7	279
⑫	"	" "	175	318	658	1079	3.18	0.032	17.0	4.2	236
⑬	E	" "	163	296	677	1104	3.85	0.036	19.5	4.1	192
⑭	"	" "	168	306	669	1092	3.06	0.037	16.1	3.2	242
⑮	F	" "	163	296	667	1088	4.61	0.040	17.6	6.1	236

* スランプの範囲; 18±1.5 cm、空気量の範囲; 5±1 %
ただし、①の配合のスランプは 8±1 cmである。
林コンクリートの性質は練りませ時間 120秒のときの結果を示す。

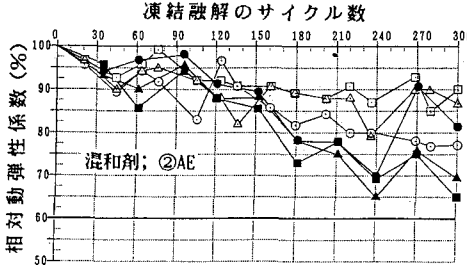
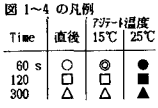


図1 相対動弾性係数の変化

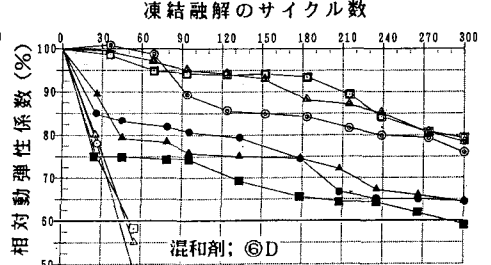


図2 相対動弾性係数の変化

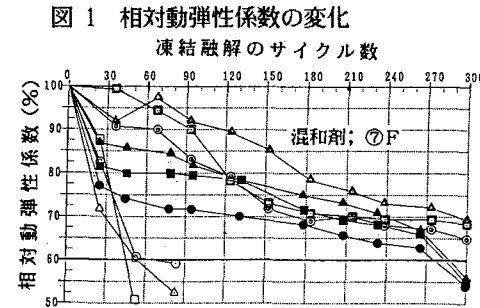
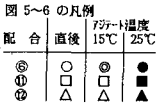


図3 相対動弾性係数の変化

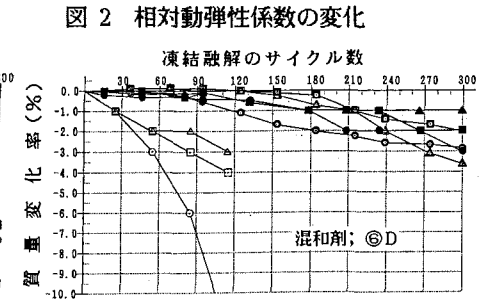


図4 質量変化率の変化

練りませ時間
が短いほど相
対動弾性係数
の低下が著し
く、60~180
サイクルで相
対動弾性係数
は60%以下に
なる。しかし
、90分間ア
ジテートした場
合、いずれの
混和剤も 300
サイクルまで
相対動弾性係
数が60%以上
であり、耐凍
害性はよくなる。
質量変化
率も相対動弾

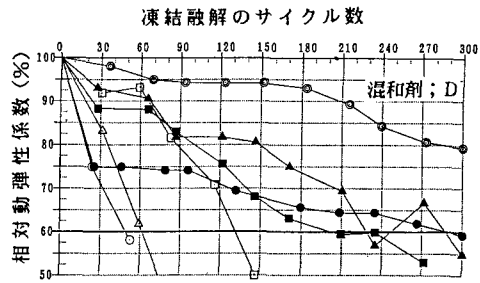


図5 相対動弾性係数の変化

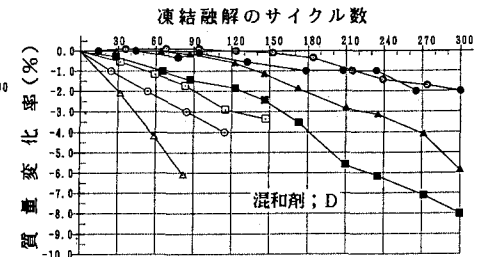


図6 質量変化率の変化

性係数と全く同じ傾向で、練りませ直後のコンクリートは減少は減少が著しい。混和剤A、B、CおよびEを用いたコンクリートの耐凍害性も練りませ直後に製造したものが著しく劣っている。練りませ直後のコンクリートは、アジテートしたときの気泡間隔係数が 0.110~0.127 と小さいのに対し、0.25mm以上と大きく、硬化コンクリートの空気量もフレッシュ時の空気量の約半分になっており（表3、耐久性指数が著しく小さくなる（図7）。このように高性能減水剤および高性能AE減水剤を用いたコンクリートは練りませ時に径の大きい、逸散し易い不安定な気泡が連行されるため、耐凍害性に劣るコンクリートになるものと考えられる。なお、今後はAE助剤と高性能AE減水剤の組合せの選定、フレッシュコンクリートの空気量の適正な選定などをさらに検討する予定である。

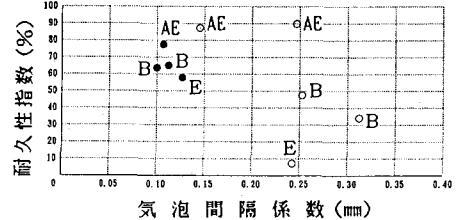


図7 気泡間隔係数と耐久性指数との関係

表3 硬化コンクリートの気泡径の測定結果

No	混和剤の種類	フレッシュコンクリートの空気量 (%)		硬化後の空気量 (%)	気泡間隔係数 (mm)
		直後	アジテート後		
①	AE	5.6	---	5.03	0.146
	〃	5.8	---	3.13	0.245
②	〃	4.5	4.0	2.32	0.114
	〃	---	---	---	---
③	B	4.9	---	2.49	0.253
	〃	4.5	8.0	5.38	0.110
④	〃	4.9	---	3.13	0.314
	〃	4.9	8.5	7.78	0.100
⑤	E	3.2	---	3.23	0.243
	〃	6.2	6.4	3.04	0.127

* ①はスランブ 8±1cm、それ以外は18±1.5cmである。