

(V-1) 高性能AE減水剤を用いた貧配合AEコンクリートの凍結融解抵抗性

足利工業大学工学部 学生員 ○中根 政範
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

コンクリートの施工性の改善、骨材の低品質化など、コンクリートの品質や耐久性に要求される諸問題に対応するため、高性能AE減水剤が開発された。高性能AE減水剤の用途は、AE減水剤よりも大幅に減水ができ、高強度や高流動のコンクリートの製造が主であるが、一般のAEコンクリートにも広がってきている。このようなコンクリートの凍結融解抵抗性に関する報告は非常に少ない¹⁾。そこで、本研究では、W/C=55%の高性能AE減水剤を用いたAEコンクリートの凍結融解抵抗性に対する問題点および改善策を実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料 セメントは、C0社製の普通ポルトランドセメント(比重3.16)を用いた。細骨材は、鬼怒川産川砂(KR;粗粒率3.10)、大井川産川砂(OR;粗粒率2.76)、長浜町産海砂(DR;粗粒率1.76)を、粗骨材は、鬼怒川産川砂利(KG;最大寸法25mm)および松館産石灰石碎石(SG;最大寸法20mm)を用いた。混和剤は、芳香族アルキルポリ酸系(SP1)およびポリアクリル酸系(SP2)の高性能AE減水剤を使用した。空気量の調整は、それぞれに対応したAE剤または空気量調整剤を用いた。

2.2 配合および実験方法 高性能AE減水剤を用いたコンクリート(以下SPコンクリートと呼称)の配合は、W/C=55%、スランプ8cmのAEコンクリートの配合をベースに、高性能AE減水剤によってスランプが18±1.5cmの範囲となるように決定した。コンクリートの配合は、表1に示した。なお、コンクリートのs/aは、材料分離を避けるため数%大きくしている。

凍結融解試験は、土木学会規準(JSCE-G501-1986)に従って水中における急速凍結融解の繰返しにより実施した。供試体は、10×10×40cmの角柱形とし、試験は、21±3℃の水中で養生した後、材齢14日に行った。試験時の質量および一次共鳴振動数の測定は、30サイクル毎に行い、質量減少率および相対動弾性係数を算定した。

圧縮強度試験用供試体は、φ10×20cmの円柱形とし、試験は、水中養生後、材齢28日に行った。

3. 実験結果

3.1 細骨材粒度の影響 細骨材粒度(粗粒率)を1.76~3.10に変えて、W/C=55%のSPコンクリートの凍結融解に対する抵抗性を調べた結果を、図1に示す。そのコンクリートの配合は、表1の①~④に示した。図より、粗骨材に川砂利を用いた②のSPコンクリートの相対動弾性係数は、230~250サイクルで60%以下に低下している。これに対して、碎石を用いた④の場合は、300サイクルで69~71%と良好な結果を示した。このように、

表1 コンクリートの配合および性質

No	混和剤の種類	細-粗骨材の種類	空気量 の範囲 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				空気量 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)
						W	C	Ad _{混和}	Ad _{AE}		
①	SP1	OR-KG	5±1	55	43	154	280	4.20	0.028	6.0	23.8
②	"	DR-KG	"	"	35	160	291	4.37	0.028	5.9	25.1
③	"	OR-SG	"	"	47	160	291	4.07	0.009	5.9(4.5)	39.9
④	"	DR-SG	"	"	39	167	304	4.26	0.009	5.0(3.9)	34.1
⑤	SP1	KR-KG	5±1	55	47	157	285	3.99	0.009	6.4(4.3)	31.8
⑥	"	"	7±1	"	46	155	282	3.95	0.020	8.5(4.5)	29.3
⑦	"	"	9±1	"	45	151	275	3.85	0.025	10(6.7)	27.5
⑧	SP2	"	5±1	"	47	157	285	2.85	+0.006	7.1(4.3)	29.8
⑨	"	"	7±1	"	46	155	282	2.82	-----	8.4(5.0)	28.4
⑩	"	"	9±1	"	45	153	278	2.78	0.008	10(6.5)	25.2
⑪	SP1	KR-SG	5±1	55	47	163	296	4.14	0.009	5.9(5.1)	39.7
⑫	"	"	7±1	"	46	163	"	"	0.015	8.0(6.5)	39.7
⑬	SP2	"	5±1	"	47	163	296	2.96	+0.006	(5.9)	36.4
⑭	"	"	7±1	"	46	163	"	"	-----	7.9(7.2)	33.7
⑮	SP1	KR-KG	5±1	47.6	45.9	157	330	4.62	0.010	5.8(4.6)	34.2
⑯	"	"	7±1	47.0	44.8	155	"	"	0.023	7.6(6.8)	37.1
⑰	SP2	"	5±1	47.6	45.9	157	330	3.30	+0.002	4.1(3.8)	39.8
⑱	"	"	7±1	47.0	44.8	155	"	"	-----	7.7(6.5)	35.0

(注) () 内の空気量は、内部振動機で行ったもの。*は、空気量調整剤を使用した。

川砂利を用いたSPコンクリートの抵抗性は、細骨材の粒度を細かくしても満足する結果が得られなかった。

3.2 空気量・締固め方法の影響 川砂利を用いたSPコンクリートの空気量を5、7および9%とし、締固めの方法を、突き棒 (a)、締固めをしない (b)、内部振動機 (挿入回数 2回; c、同 4回; d) を使用したときの凍結融解試験の結果を表 2に示す。そのコンクリートの配合は、表 1の⑤～⑭に示した。表 2より、川砂利を用いた⑤～⑩のSPコンクリートの耐久性指数は、

混和剤 SP1および SP2ともに、すべて60%以下となった。また、締固め方法を変えても、顕著な違いは見られなかった。しかし、碎石を用いた⑪～⑭のSPコンクリートの耐久性指数は、83～100 %となり、それぞれ良好となった。質量減少率は、川砂利を用いた場合1.42～19.0%、碎石を用いた場合、4.98～10.7%の範囲で、比較的大きな値となった。

このように、空気量を 5%以上に、締固め方法を変えても、川砂利を用いたSPコンクリートの抵抗性は良好にならなかった。

3.3 セメント量の影響 3.1 および 3.2の結果から、混和剤 SP1および SP2 を用いたSPコンクリートの凍結融解抵抗性は、川砂利および碎石によって異なる性状を示した。その原因は、次の 2つが考えられる。(1) 碎石を用いたSPコンクリートの圧縮強度は、川

砂利を用いた場合よりもかなり大きくなっている (表 1)。(2) 川砂利を用いたW/C=55%のSPコンクリートは、高性能AE減水剤が高減水であるために、セメント量の少ない貧配合のAEコンクリートになっている (表 1)。そこで、川砂利を用いたSPコンクリートの凍結融解抵抗性の改善策として、単位水量を変えずにセメント量を約50kg/m³ 増量して試験を行った。そのコンクリートの配合は、表 1の⑮～⑰に示した。空気量 5%のときの試験結果を図 2に示す。図より、相対動弾性係数は、両混和剤とも300 サイクルで70～88%となり、60%を上回る良好な結果となった。

このように、川砂利を用いたSPコンクリートの凍結融解抵抗性を高めるためには、水セメント比を小さくすることになるが、貧配合とならない最低セメント量を定めることが重要で、セメント量を330kg/m³以上にする必要がある。

4. まとめ

以上より、川砂利を用いたW/C=55%程度のSPコンクリートの凍結融解抵抗性の改善方法が明らかにできた。

〔参考文献〕

1)黒井、松村; 高性能AE減水剤を添加したコンクリートの耐凍害性、土木学会第47回年次講演会講演要集、pp. 448～pp. 449、1992. 9

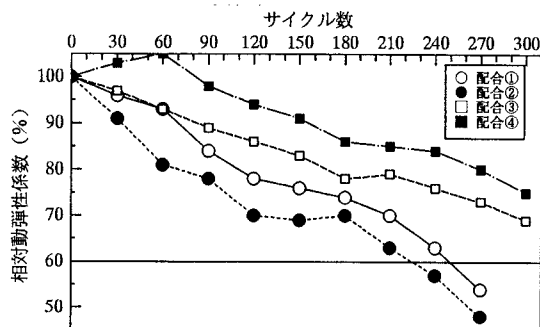


図1 サイクル数と相対動弾性係数との関係

表2 凍結融解試験結果

配合 No.	突き棒		締固め無し		内部振動機(挿入2回)		内部振動機(挿入4回)	
	質量減少率	DF	質量減少率	DF	質量減少率	DF	質量減少率	DF
⑤	19.0%	15%	---	---	---	---	0.96%	13%
⑥	0.64	26	11.6	37	0.83	18	1.00	17
⑦	0.54	21	---	---	---	---	0.62	21
⑧	8.79	50	---	---	---	---	7.38	47
⑨	1.42	56	5.79	51	4.34	53	5.24	44
⑩	0.43	28	---	---	---	---	0.48	27
⑪	6.52%	83%	---	---	---	---	---	---
⑫	4.98	100	---	---	7.54	92	---	---
⑬	10.7	86	---	---	---	---	---	---
⑭	9.99	88	---	---	8.55	88	---	---

⑤～⑩の --- は、270サイクル時、その他は150サイクル時の値を示す。

⑪～⑭は、300サイクル終了時の値。

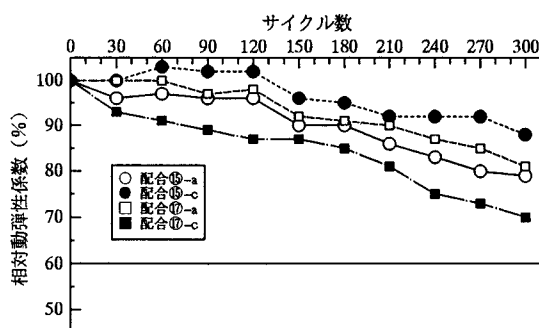


図2 サイクル数と相対動弾性係数との関係