

V-211

12種の普通セメントを用いたコンクリートの耐凍害性

北見工業大学 正会員 菅 雅 弘
 北見工業大学 正会員 鮎 田 耕 一
 北見工業大学 正会員 桜 井 宏

1. はじめに

近年、建造からあまり年数の経過していないコンクリート構造物に劣化が生じたという事例が報告されることがあり、社会的に反響を起こしている。このような構造物の早期劣化の原因に関する研究成果は多いが、セメントがコンクリートの耐久性に与える影響に関しては不明な点が少なくない。そこで、本研究ではセメントがコンクリートの主に耐凍害性に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、製造会社などが異なる12種類の普通ポルトランドセメントを用いて比較したので、その結果について報告する。

2. 使用材料と実験方法

実験に用いたセメントは7社で製造された普通ポルトランドセメントである。その内訳と品質を表-1に示す。骨材は、札内川産の川砂(比重 2.64, 吸水率 2.40%), 川砂利(比重 2.66, 吸水率 1.63%, 最大寸法 25mm)、混和剤はアニオン系のAE減水剤および補助AE剤を用いた。

配合は、単位セメント量(260

kg)を一定とし、W/C が0.55以下で、練りあがり性状がスランプ 8±1cm、空気量 4.5±0.5%、コンクリート温度 20±2℃となるように試し練りによって求めた。その結果を表-2に示す。

実験は、凍結融解試験と暴露試験を行った。凍結融解試験は、ASTM C 666 A法に準拠して、1サイクル4時間の水中における急速試験を行った。供試体(10×10×40cm)の中心温度は -18～+5℃の範囲になるように制御した。供試体は各条件に対して2個または3個とし、材令28日まで水中養生(20±2℃)し、試験に供した。暴露試験は、供試体(10×10×40cm)を材令28日まで水中養生(20±2℃)後、北見工業大学土木工学科実験棟(RC造平屋)屋上に打ち込み面を上にしてスラブに直接静置した。なお、暴露開始時期は昭和61年1月上旬であり、供試体の数は、各条件3個である。測定項目は、供試体の動弾性係数、長さ、質量である。また、このほかに円柱供試体(φ10×20cm)を用いて圧縮強度を求めた。試験は JIS A 1108 によって行い、材令は28日および1年である。

3. 実験結果

(1) セメントの化学成分 本研究に用いたセメントの化学成分を表-1に示した。MgO は、JIS R 5210 で定められている5%以内であり、セメントの全アルカリ($R_2O = Na_2O + 0.658K_2O$)は、一種を除いて0.6%以下(アルカリ骨材反応の対策用として JIS R 5210 で定められた低アルカリ型セメントの規制値)である。

(2) フレッシュコンクリートの性状と圧縮強度 本研究で用いたコンクリートは、配合条件を C=260kg の一定とし、W/C は、耐凍害性を確保する目的から55%以下を目標とした。その結果、W=140～142kg、W/C

表-1 セメントの内訳と品質

製造会社		A		B		C		D		E		F	G	平均
記 号		A 1	A 2	B 1	B 2	C 1	C 2	D 1	D 2	E 1	E 2	F 1	G 1	
比 重		3.15	3.15	3.15	3.15	3.16	3.16	3.16	3.16	3.15	3.15	3.16	3.16	3.16
比表面積 (cm ² /g)		3470	3480	3290	3310	3690	3490	3470	3540	3580	3870	3420	3400	3500
化 学 成 分 (%)	Fe ₂ O ₃	2.30	2.42	2.20	2.23	2.35	2.25	2.56	2.36	2.40	2.29	2.16	2.36	2.32
	Al ₂ O ₃	5.16	5.16	5.10	4.73	4.82	5.12	5.25	4.97	4.35	4.88	4.52	4.46	4.88
	MgO	3.98	3.80	3.78	3.98	3.77	3.69	3.49	3.69	3.92	3.83	3.85	3.42	3.77
	Na ₂ O	0.24	0.26	0.18	0.20	0.28	0.30	0.38	0.32	0.31	0.30	0.10	0.28	0.26
	K ₂ O	0.35	0.35	0.62	0.64	0.38	0.52	0.40	0.41	0.56	0.53	0.27	0.53	0.46
	R ₂ O	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.6	0.3	0.6	0.6

表-2 コンクリートの配合

単 位 量 (kg/m ³)				混和剤量 (cc/m ³)		W/C (%)	s/a (%)
セメント	水	細骨材	粗骨材	AE減水剤	補助AE剤		
260	140～142	648～650	1282～1286	52	3.4～4.2	53.8～54.6	34

=53.8~54.6%、補助A E 剤量は 3.4~4.2cc/m³ となった。これらの結果から、セメントの違いがコンクリートのワーカビリティ、空気連行性に及ぼす顕著な影響は認められない。図-1に、20℃水中養生材令28日と暴露試験後の材令1年のコンクリートの圧縮強度を示した。材令28日のコンクリート圧縮強度は、271~309kgf/cm²、平均 291kgf/cm²、変動係数 4.1%、材令1年のものは 326~390kgf/cm²、平均 358kgf/cm²、変動係数 5.9%であり、セメントの違いによる差は顕著には認められない。

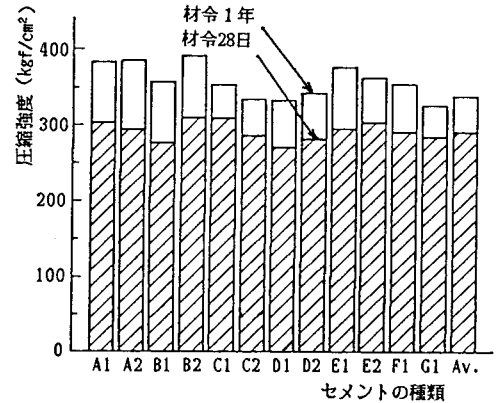


図-1 コンクリートの圧縮強度

(3) コンクリートの耐凍害性 図-2、図-3に凍結融解試験による結果を示した。これらの結果によれば、いずれのセメントを用いたコンクリートも耐久性指数は 60を大きく上回る81.7~88.0、平均 85.1であり、長さ増加比、質量減少率の変化も少なく、セメントの違いによる差もごくわずかである。このことから、水中で急速凍結融解作用を受けたコンクリートの耐久性に及ぼすセメントの違いによる影響は認められず、いずれも良好な耐凍害性を示しているといえよう。また、暴露試験中の供試体の動弾性係数、長さ、質量は、材令がまだ1年程度しか経過していないこともあり、どれも大きな変化を示していない。前述のように暴露供試体の材令1年の圧縮強度もセメントの違いによる特に大きな差がなく、各セメントを用いたコンクリートの暴露試験による耐凍害性の差は、材令1年経過の時点では認められない。

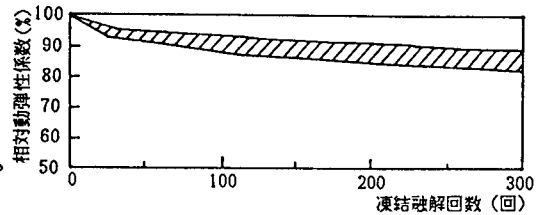


図-2 凍結融解試験結果

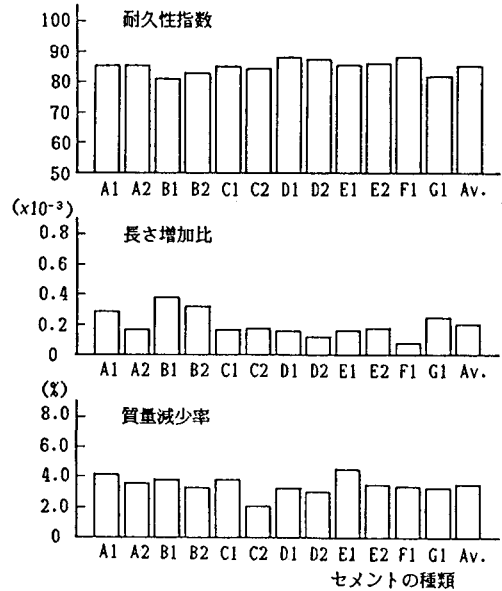


図-3 凍結融解300サイクルにおける結果

以上の実験結果から、実験に用いたセメントには、大きな品質の相違はなく、従ってコンクリートの耐凍害性、圧縮強度などに及ぼす影響は、ほとんどないことが明らかになった。

本研究は、昭和60年度文部省科学研究費補助金(総合研究A, 代表 小林一輔 東京大学教授)の交付を受けて行われたものであり、セメントの成分分析は、名古屋工業大学 鈴木一孝 教授によるものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

小林一輔：コンクリート構造物の早期劣化とセメントの品質，土木学会論文集 No.354/V2 1985.2