

北海道開発局工事試験所 准 伊藤 洋 =

この報告は、昭和30年および31年の2年間に当所で扱ったセメント試験の結果を取りまとめたものである。近時本道においては高炉セメントの使用量が激増してきたので、特に高炉セメントについては規格試験以外にJISエントナルによる1年間の長期強度を試験し、さらに本所試験およびA.S.T.M規格によるオートクレーフ膨脹試験も実施した。また同様に普通セメントおよび高炉セメントの性質の変化をも併せて報告する。

I セメント

表-1. セメントの化学成分

種別	製造会社	年度	件数	灰分 (% Loss)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO ₃ (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)
普通セメント	C形昭和29年	M	2	0.65	0.68	22.19	4.85	2.90	-	65.22	1.29	1.60	-	55.8	21.6	7.9	8.9	-	-	-
	C形昭和30年	M	2	0.70	0.54	22.29	5.02	2.98	-	63.42	1.93	1.55	-	45.5	30.0	8.3	9.1	-	-	-
	C形昭和31年	M	4	0.19	0.20	1.51	0.64	0.14	-	2.15	0.80	0.36	-	15.3	14.7	1.7	0.4	-	-	-
	規	格	-	<4.0	-	-	-	-	-	<5.0	<2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
高炉セメント	D形昭和29年	M	19	-0.28	0.72	28.37	9.96	2.21	0.62	55.17	2.75	1.95	0.54	-	-	-	-	-	-	-
	D形昭和30年	M	9	-0.34	0.73	27.75	9.98	1.96	0.80	52.60	2.87	1.44	0.68	-	-	-	-	-	-	-
	D形昭和31年	M	28	-0.30	0.72	28.82	9.97	2.13	0.70	54.31	3.11	1.38	0.59	-	-	-	-	-	-	-
	D形昭和30年	M	9	-0.11	0.64	25.57	9.75	2.43	0.70	54.99	2.51	1.32	0.57	-	-	-	-	-	-	-
	D形昭和31年	M	9	-0.11	0.64	25.57	9.75	2.43	0.70	54.99	2.51	1.32	0.57	-	-	-	-	-	-	-
	規	格	-	<4.0	-	-	-	-	-	<5.0	<2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

試験
試料セメントは
当所実験用および
局内各現場から
依頼を受けたもの
であるが、ともに
同化の進んだもの
はなかったため、
平均値は大体現場

表-2. セメントの物理試験成績

種別	製造会社	年度	件数	比重	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積	容積
普通セメント	A形昭和29年	M	4	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
	A形昭和30年	M	4	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
	A形昭和31年	M	4	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
	規	格	-	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
高炉セメント	B形昭和29年	M	19	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
	B形昭和30年	M	9	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
	B形昭和31年	M	28	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80
	規	格	-	3.12	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80

指針は一部分について

における新鮮セメントの品質をあらわすと考えてよいと思う。規格試験の結果はすべて良好で不合格品は皆無であった。

表-3 セメントの水和熱

セメント	種類	比表面積	水化熱	3日	7日	28日	3ヶ月
普通セメント	0.75	2260	53.6	84.7	83.7	95.9	
高炉セメント	0.90	2900	62.5	88.1	92.1	100.4	
高炉セメントB種	0.52	1550	62.5	77.8	92.5	101.5	
	0.40	1340	59.4	72.8	89.3	95.9	
	0.44	2360	65.9	82.8	88.2		

1) 化学試験

化学分析をおこなった試料は普通セメントではC社のものを4種、高炉セメントはD社のものを3種である。結果は表-1の通りで、表中Mは平均値、Rは測定値の平均を意味する。

2) 物理試験

試験成績は表-2の通りである。C社普通セメントの昭和30年と31年のものとを比較すると、31年のものは3日、7日の初期強度が若干落ちて28日が逆に上昇してきている。これは化学成分にも関連して幾分中庸熱型になってきたためであろう。早強セメントは参考のために昭和27、28両年度試験成績を表に示したが、大体一定の品質を保っている。高炉セメントは強度の上では普通セメントと殆んど同じか、或は幾分上廻る値が得られた。普通セメントとの相違点は、i. 比重が小さい。ii. 粉末度が高い。iii. 圧縮強度で、初期強度発生率（3日～7日）が小さく、長期の増進率は大変いい点である。

水和熱試験の結果、C社普通セメントは可成り低発熱であり、D社高炉セメントの方がもう少し大きい値を示した。

II 普通セメントおよび高炉セメントの風化による性質の変化について

Iの試験によつて、高炉セメントは粉末度が高いことが明らかになったが、粒子が細かいと風化作用を受け易いと考えられるので、この点について普通セメント比較試験を実施した。使用したセメントの品質を表-4に示す。

表-4.1 風化試験用セメントの化学成分

セメント	種類	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	合計
普通セメント	0.51	0.69	0.153	5.17	29.2	-	0.551	1.18	1.78	99.24
高炉セメント	0.39	0.65	0.498	8.91	24.7	0.19	0.778	2.11	1.27	99.28

表-4.2 同上 物理試験成績

セメント	比重	比表面積	圧縮強度	3日	7日	28日	3ヶ月
普通セメント	2.16	2220	24.1	21.7	19.3	22.5	24.5
高炉セメント	2.11	2170	28.4	24.1	22.5	22.1	24.5

表-5 風化によるセメントの性質の変化

セメント	種類	比重	比表面積	圧縮強度	3日	7日	28日	3ヶ月
普通セメント	0.1	100	100	100	100	100	100	100
	0.2	100	100	100	100	100	100	100
	0.3	100	100	100	100	100	100	100
	0.4	100	100	100	100	100	100	100
	0.5	100	100	100	100	100	100	100
	0.6	100	100	100	100	100	100	100
	0.7	100	100	100	100	100	100	100
	0.8	100	100	100	100	100	100	100
	0.9	100	100	100	100	100	100	100
	1.0	100	100	100	100	100	100	100
	1.1	100	100	100	100	100	100	100
	1.2	100	100	100	100	100	100	100
	1.3	100	100	100	100	100	100	100
	1.4	100	100	100	100	100	100	100
	1.5	100	100	100	100	100	100	100
	1.6	100	100	100	100	100	100	100
	1.7	100	100	100	100	100	100	100
	1.8	100	100	100	100	100	100	100
	1.9	100	100	100	100	100	100	100
	2.0	100	100	100	100	100	100	100
	2.1	100	100	100	100	100	100	100
	2.2	100	100	100	100	100	100	100
	2.3	100	100	100	100	100	100	100
	2.4	100	100	100	100	100	100	100
	2.5	100	100	100	100	100	100	100
	2.6	100	100	100	100	100	100	100
	2.7	100	100	100	100	100	100	100
	2.8	100	100	100	100	100	100	100
	2.9	100	100	100	100	100	100	100
	3.0	100	100	100	100	100	100	100
	3.1	100	100	100	100	100	100	100
	3.2	100	100	100	100	100	100	100
	3.3	100	100	100	100	100	100	100
	3.4	100	100	100	100	100	100	100
	3.5	100	100	100	100	100	100	100
	3.6	100	100	100	100	100	100	100
	3.7	100	100	100	100	100	100	100
	3.8	100	100	100	100	100	100	100
	3.9	100	100	100	100	100	100	100
	4.0	100	100	100	100	100	100	100
	4.1	100	100	100	100	100	100	100
	4.2	100	100	100	100	100	100	100
	4.3	100	100	100	100	100	100	100
	4.4	100	100	100	100	100	100	100
	4.5	100	100	100	100	100	100	100
	4.6	100	100	100	100	100	100	100
	4.7	100	100	100	100	100	100	100
	4.8	100	100	100	100	100	100	100
	4.9	100	100	100	100	100	100	100
	5.0	100	100	100	100	100	100	100
	5.1	100	100	100	100	100	100	100
	5.2	100	100	100	100	100	100	100
	5.3	100	100	100	100	100	100	100
	5.4	100	100	100	100	100	100	100
	5.5	100	100	100	100	100	100	100
	5.6	100	100	100	100	100	100	100
	5.7	100	100	100	100	100	100	100
	5.8	100	100	100	100	100	100	100
	5.9	100	100	100	100	100	100	100
	6.0	100	100	100	100	100	100	100
	6.1	100	100	100	100	100	100	100
	6.2	100	100	100	100	100	100	100
	6.3	100	100	100	100	100	100	100
	6.4	100	100	100	100	100	100	100
	6.5	100	100	100	100	100	100	100
	6.6	100	100	100	100	100	100	100
	6.7	100	100	100	100	100	100	100
	6.8	100	100	100	100	100	100	100
	6.9	100	100	100	100	100	100	100
	7.0	100	100	100	100	100	100	100
	7.1	100	100	100	100	100	100	100
	7.2	100	100	100	100	100	100	100
	7.3	100	100	100	100	100	100	100
	7.4	100	100	100	100	100	100	100
	7.5	100	100	100	100	100	100	100
	7.6	100	100	100	100	100	100	100
	7.7	100	100	100	100	100	100	100
	7.8	100	100	100	100	100	100	100
	7.9	100	100	100	100	100	100	100
	8.0	100	100	100	100	100	100	100
	8.1	100	100	100	100	100	100	100
	8.2	100	100	100	100	100	100	100
	8.3	100	100	100	100	100	100	100
	8.4	100	100	100	100	100	100	100
	8.5	100	100	100	100	100	100	100
	8.6	100	100	100	100	100	100	100
	8.7	100	100	100	100	100	100	100
	8.8	100	100	100	100	100	100	100
	8.9	100	100	100	100	100	100	100
	9.0	100	100	100	100	100	100	100
	9.1	100	100	100	100	100	100	100
	9.2	100	100	100	100	100	100	100
	9.3	100	100	100	100	100	100	100
	9.4	100	100	100	100	100	100	100
	9.5	100	100	100	100	100	100	100
	9.6	100	100	100	100	100	100	100
	9.7	100	100	100	100	100	100	100
	9.8	100	100	100	100	100	100	100
	9.9	100	100	100	100	100	100	100
	10.0	100	100	100	100	100	100	100

試験結果は原試料の値を100とした指数で示すと表-5の通りである。強熱減量は、風化による増加量を示した。全試験を通じて規格値から外れたものは、7ヶ月風化の強熱減量が両者共に4.0を越え、圧縮強度では3ヶ月風化の高炉セメントの初令28日において 189 kg/cm^2 で規格値 200 kg/cm^2 に僅か足りなかった。また7ヶ月風化の試料の12mmふるい通過率は普通セメント60%高炉セメント84%で、固形物の量は普通セメントの方が多いが、高炉セメントの方が固く硬化していた。

以上の結果を定性的に判断すると、市販の袋詰セメントの場合普通セメントでは風化期間中平均して風化作用を受けるのに対して、高炉セメントでは初期の風化が著しく、全体として風化が進むと表面部に風化作用が起つて内部の風化速度を減らすものと考え、長期風化の風化物を除くと高炉セメントの方が強さが大きいのはそのためと解せられる。