

海外動向

日本の 세멘트用 石膏에 關하여

(1965年11月12日 日本の 石膏, 石灰学会
才32回 學術講演會 講演資料 Gypsum &
Lime № 81 (1966)에서 記載함)

— 企劃調査部 —

<內 容>

- 一 序 文
- 二 石膏의 消費量
- 三 石膏의 品質
- 四 結 論

一、序 文

從來 日本시멘트技術協會에서는 會員会社로부터 工場入荷時에 採取한 天然石膏 및 化學石膏의 分析值를 報告받아 使用石膏의 實態調査를 하고 이것을 「石膏와 石灰」誌에 報告함과 同時에 石膏의 供給者에 對하여는 品位의 向上을 要望해 왔다. 本報告는 1964年度中에 日本시멘트技術協會에 報告된 石膏의 分析值를 整理한것과 또한 1962年에 시멘트各工場에서 使用한 各種化學石膏의 品質을 當協會에서 若干의 試驗을 行한 結果의 一部를 記述한 것이다.

第1表에서 보는 바와같이 1963年度에 報告된 天然石膏의 量은 全使用石膏量의 61.4% 化學石膏量에 對해서는 41.4%에 不過하였다. 또한 1964年度에는 天然石膏가 全使用量의 93.2%, 化學石膏는 88.6%로 增加되었다.

<表1>

石膏消費報告実績

年度別	区分	天然石膏		化学石膏	
		報告工場数	全消費量에對한報告量比率 (%)	報告工場数	全消費量에對한報告量比率 (%)
1963		23	61.4	17	41.4
1964		39	93.2	39	88.6

二、石膏의 消費量

1960 ~ 1964年間に 있어서의 石膏의 消費量은 表2와 같다. 시멘트의 生産量은 年年增加하여 1964年度에는 3,200万吨을 上廻하였는데 그間的 石膏消費量도 1960年度의 884,575吨에서 1964年度에는 1,164,355吨으로 增加되었다. 이中 天然石膏의 消費量은 1960年度의 696,249吨에서 1962년에는 789,594吨으로 增加를 보였지만 그後의 消費量은 減少의 傾向을 나타내었다. 이에 對하여 化学石膏의 消費量은 年年 增加를 보여 1964年度에는 433,493吨에 達함으로써 1960年度의 消費量인 188,326吨에 比하여 2, 3倍로 急増되고 있다. 또한 1948年度以降의 全石膏消費量에 對한 化学石膏의 消費量比率는 第1圖에서 보는바와 같이 1950年度에는 33%에까지 達하였다가 1954年度까지는 漸次 減少를 보였지만 그後로는 다시 增加趨勢로 反轉되어 1964年度에는 最高數值인 37%를 占하기에 이르렀다.

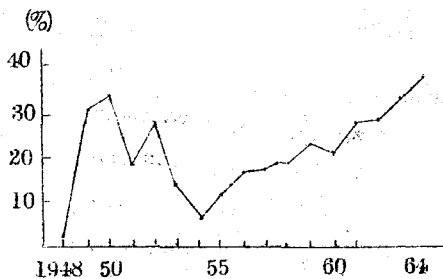
天然石膏의 消費量이 1963年以降 減少되고 있는 原因으로서는 다음의 두가지 點을 들 수 있다.

< 表 2 >

石 膏 消 費 量

年 度 別	天 然 石 膏	化 学 石 膏	合 計
1 9 6 0	696,249	188,326	884,575
1 9 6 1	675,081	253,991	929,072
1 9 6 2	789,594	304,932	1,094,526
1 9 6 3	744,435	366,857	1,111,292
1 9 6 4	730,862	433,493	1,164,355

图 1 化学石膏의 消費比率



첫째 日本의 天然石膏는 그의 成因에서 無水硫酸分이 낮고 粘土分이 많은데 石膏의 시멘트에 의 添加量이 많아진 現在에 있어 이와같은 石膏를 使用할때 시멘트中の 不溶殘分이 增加되어 品質의 低下를 招來한다는 것이다.

둘째로는 鉱床이 적고 坑内堀인 까닭에 費用이 많이 들뿐 아니라 山에서 시멘트工場까지는 貨車로 輸送되는 境遇가 많은데 이의 輸送距離는 平均 400 Km로서 이 運費을 加算한다면 그의 Cost는 더욱 높아진다.

이에 對하여 化学石膏의 境遇는 한때는 이의 使用에 있어 研究 不足으로 障害가 있더라도 있었지만 最近에는 여러가지 研究 및 改善의 結果 使用에 있어 注意만 한다면 아무런 障害도 없음이 判明된과 同時에 製造者側의 努力으로 品質도 安定되어 왔다. 다만 化学石膏에는 水分이 많음이 唯一한 障害로 되어 있지만 水分

이 적은것을 얻을수 있다면 이의 使用量은 더욱 많아질 것으로 생각된다.

三、石膏의 品質

各工場에서 보내준 資料에 依從하여 天然石膏와 化學石膏別로 無水硫酸分 및 水分의 平均値, 最大値, 最小値를 본다면 다음의 表3 表4와 같다.

<表3> 鉾山別天然石膏의 品質

項目 鉾山 年度 番号	無水硫酸分 (%)						自由水 (%)						無水硫酸分 (%)			
	平均		最大値		最小値		平均		最大値		最小値		入荷時單位 最大値		入荷時單位 最小値	
	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39
1	36.1	35.3	37.6	38.1	34.5	30.8	5.6	5.7	7.4	8.0	4.3	3.9	42.4	42.6	28.4	30.3
2	35.3	34.6	38.2	37.1	32.7	32.8	6.8	5.4	13.7	6.8	2.8	3.9	43.2	40.4	29.3	24.2
3	36.2	36.9	36.2	43.1	36.2	32.4	5.0	4.2	-	8.2	-	1.5	-	44.6	-	25.4
4	-	35.1	-	37.6	-	31.2	-	2.9	-	4.3	-	1.4	-	39.5	-	30.0
5	-	34.3	-	38.5	-	31.5	-	3.7	-	5.4	-	1.6	-	43.9	-	31.9
6	35.3	35.5	39.0	38.9	30.8	31.2	3.4	3.4	5.0	4.9	2.3	2.3	43.9	42.7	25.3	28.7
7	33.8	31.7	35.8	36.4	27.4	29.9	6.6	4.6	8.7	7.5	5.0	2.1	37.9	36.8	29.2	24.3
8	32.4	38.6	34.3	41.7	30.1	34.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	32.6	-	37.1	-	27.0	-	3.6	-	5.1	-	0.3	-	39.8	-	27.1
10	35.2	34.9	36.2	37.2	33.5	29.2	4.3	5.3	4.8	8.0	3.7	3.5	39.2	37.9	31.7	31.8
11	31.3	32.0	34.9	37.1	29.1	28.9	5.4	4.8	6.6	6.3	3.5	2.7	38.8	38.8	24.1	23.7
12	33.5	33.4	37.3	39.7	28.2	27.7	6.2	5.5	9.3	9.4	3.8	3.2	41.3	40.1	22.7	25.7
13	-	36.1	-	38.3	-	32.7	-	5.4	-	6.1	-	4.1	-	-	-	-
14	34.8	33.9	37.6	40.1	30.4	27.7	1.6	1.5	2.9	3.2	0.8	0.8	44.4	45.9	27.3	26.1
15	31.6	31.5	34.3	37.2	29.2	29.1	4.4	4.0	5.6	8.4	3.0	2.3	40.1	40.6	24.0	26.4
16	32.0	32.3	34.9	37.0	27.2	25.2	6.5	6.5	9.2	8.3	3.6	3.7	39.4	35.6	24.2	22.0
17	-	29.3	-	36.2	-	27.0	-	3.2	-	5.2	-	2.1	-	-	-	-
18	-	33.9	-	35.8	-	31.5	-	5.4	-	5.9	-	4.3	-	-	-	-

項目 鉍山 年度 番号	無水硫酸分 (%)						自由水 (%)						無水硫酸分 (%)			
	平均		最大値		最小値		平均		最大値		最小値		入荷時單位 最大値		入荷時單位 最小値	
	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39
19	35.4	35.1	39.0	40.5	32.3	32.0	7.1	6.6	9.3	8.6	2.5	3.2	44.6	41.8	27.0	29.0
20	33.3	34.8	39.1	37.2	29.0	29.3	2.7	2.5	4.6	4.6	1.9	1.1	40.3	38.0	27.8	29.6
21	33.0	33.4	36.0	36.3	30.9	29.6	3.2	2.1	4.8	3.7	2.1	0.6	36.5	40.5	28.8	25.6
22	33.9	35.6	37.6	41.0	30.4	30.5	4.7	3.3	6.6	8.3	3.0	0.6	40.4	42.0	25.0	25.9
23	35.4	34.3	37.5	38.4	29.8	30.1	5.1	5.6	6.1	8.2	4.2	2.2	39.4	39.5	28.4	28.8
24	35.7	34.9	36.9	36.8	34.0	34.0	3.7	3.1	4.8	5.3	3.1	1.6	38.3	36.3	34.0	33.7

表의 說明

無水硫酸分

平均： 各工場에서 1年間に 報告된 無水硫酸分을 入荷屯數를 勘案하여 同一鉍山別로 加重平均한 것임. 또한 報告된 無水硫酸分은 入荷時마다 試驗한 無水硫酸分을 入荷屯數를 勘案해서 1個月單位로 加重平均한 것임.

最大最小値： 1年間に 있어서의 同一鉍山内の 最大最小値임.

入荷時單位의 最大最小値： 入荷時마다 試驗한 無水硫酸分의 1年間に 있어서의 最大最小値임.

水分

平均： 1個月間에 入荷한 石膏의 代表試料에 對해서 試驗한 水分을 同一鉍山마다 算術平均한 것임.

最大最小値： 代表試料에 對해서 試驗한 水分의 1年間に 있어서의 同一鉍山内の 最大最小値임.

〈表4〉 各種類別化學石膏の品質

石膏種類	製造工場番号	無水硫酸分(%)				自由水(%)			無水硫酸分(%)							
		平均	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	平均	最大値	最小値	入荷時單位		入荷時單位			
											最大	最小				
	38年	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39	38	39		
型石膏	1	41.9	44.9	40.1	41.6	44.4	38.0	35.9	42.4	38.0	35.9	-	-	-	-	
	2	45.5	46.6	44.2	35.5	38.3	27.6	25.0	38.3	27.6	25.0	-	-	-	-	
	3	45.9	46.3	44.3	11.9	17.4	4.0	6.2	15.4	4.0	6.2	47.3	46.2	44.7	40.2	
	4	-	-	-	-	-	-	-	12.3	-	6.0	-	-	-	-	-
	5	45.8	46.9	45.3	18.0	23.9	13.5	8.5	10.8	13.5	8.5	49.2	50.8	43.6	44.4	
	6	-	-	-	-	-	20.8	6.2	-	20.8	6.2	-	46.3	-	-	41.2
	7	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	11.8	8.8	-	-	-	-	43.1
	9	46.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
製塩系石膏	10	44.4	44.3	42.2	10.8	14.3	22.1	7.3	22.1	7.3	48.6	47.2	40.1	39.0	-	
	11	-	46.4	-	-	-	11.0	10.0	-	10.0	-	-	-	-	-	-
	12	45.3	46.3	-	-	-	-	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	-	47.5	-	-	-	-	10.4	15.7	5.3	-	-	-	-	-	-
	14	46.2	46.2	46.0	7.8	8.5	14.6	9.4	14.6	7.1	9.4	-	-	-	-	-
	15	-	45.4	-	-	-	-	13.9	34.0	10.6	10.6	-	40.1	-	42.4	
	16	-	44.9	-	-	-	-	11.1	13.8	6.1	6.1	-	46.8	-	41.5	
	17	-	44.9	-	-	-	-	12.1	13.9	10.2	10.2	-	46.6	-	44.7	
	18	-	46.1	-	-	-	-	11.1	12.5	9.7	9.7	-	-	-	-	-
芒硝系石膏	19	44.1	45.1	37.8	3.1	6.0	16.8	0.5	16.8	0.5	45.1	45.0	39.4	42.8	-	
	20	45.9	46.5	45.4	5.7	7.4	10.0	4.4	10.0	4.4	46.2	46.5	46.2	44.9	-	
	21	-	46.2	-	-	8.6	10.8	-	10.8	-	-	46.3	-	45.8	-	

(1) 天然石膏의 品質

全鉍山을 包含한 無水硫酸分의 加重平均 및 鉍山間의 最大最小值와 그리고 工場에서 報告되는 無水硫酸分의 分布는 表5와 같다.

無水硫酸分의 加重平均은 1963年과 1964年度에는 別로 變化가 없고 前回報告分의 數值와 比較해 보아서도 거의 같다. 無水硫酸分의 分布에 있어서는 30%以下가 占有하는 百分率이 1963년에 比하여 1964年度에는 若干 커져 있는것 外에는 큰 變化는 없다.

다음 各鉍山의 無水硫酸分의 R(1年間의 最大最小差)의 平均値와 그 R値가 5%以下, 5~10% 및 10%以上인 鉍山數를 区分해 본다면 表6과 같다. 1964年度의 R의 平均値는 8.0%로서 相當히 크고 이것은 前回の 報告分의 6.3%에 比하여도 1.7%가 커진 것이다. 1963年度에는 R가 10%를 超過한 것이 없었는데 比하여 1964年度에는 10%超過한 鉍山이 6個鉍山이나 생겼다.

또한 入荷時單位의 最大最小值差의 平均値는 13.2%로서 이것 또한 相當히 큰 數值를 나타내고 있다. 表5의 入荷時單位의 最小欄을 본다면 25%以下를 나타낸것이 6個鉍山이나 보였다. 이것은 15屯單位의 試驗의 結果로서 量的으로는 많지 않지만 좋은 現象이라고는 말 수 없다.

<表 5> 無水硫酸分의 分布와 加重平均 및 最大最小值

年度別	加重平均 (%)	最大値 (%)	最小値 (%)	無水硫酸分의 分布 (%)			
				< 30.0	30.1 ~ 35.0	35.1 ~ 40.0	> 40.0
1963	34.3	36.2	31.3	2.2	52.8	45.0	0
1964	34.1	38.6	31.5	3.7	50.5	45.1	0.7

<表 6> 無水硫酸分の 最大最小差

年度別	鉍山數	平均	R. 의 範圍 와 鉍山數		
			< 5 (%)	5 ~ 10 (%)	> 10 (%)
1963	17	5.9	3	14	0
1964	24	8.0	3	15	6

化合物에 關해서는 1個月間의 代表試料에 對해서 試驗된 無水硫酸分の 數値에서 理論化合物을 算出하고 이것과 同一한 試料에 對해서 試驗된 化合物의 比率을 求하고 이의 比率에 對해서 檢討했다. 이 比率이 100에 가까울수록 二水鹽이 많을을 나타낸다.

大部分의 鉍山의 것이 90 ~ 100 % 間에 있고 거의 完全한 二水鹽으로 되어 있지만 1個鉍山의 것은 無水鹽을 많이 包含하고 있는 것으로 보이며 比率이 90 ~ 100 %를 나타낸 것은 全出荷量의 6 %에 不過하고 大部分이 70 % 程度의 比率을 나타내었다.

<表 7> 「不溶解殘分+ Silica」의 平均과 範圍

年度別	平均 (%)	「不溶解殘分+ Silica」의 範圍와 鉍山數			
		10 ~ 15 (%)	15 ~ 20 (%)	20 ~ 25 (%)	> 25 (%)
1963	17.1	5	8	3	0
1964	19.0	5	6	9	2

「不溶解殘分+ silica」에 關해서는 代表試料에 있어서의 平均値와 그의 値가 10 ~ 15 %, 15 ~ 20 %, 20 ~ 25 %, 20 % 以上인 鉍山數를 綜合한 表 7에 對해서 檢討했다. 表 7에서 알 수 있는 바와 같이 「不溶解殘分+ silica」의 値는 1964年의 것이 平均値

에서 2% 막고 20~25%의 範圍에 있는 鉍山數가 1963年度의 3個鉍山에서 9個鉍山으로 增加되었고 25%以上の 것도 새로이 2個鉍山이 나타났다.

지금 「不溶解殘分+ silica」가 25%인 石膏를 가지고서 시멘트 中の 無水硫酸分을 1.7%程度로 하기 爲하여는 5%以上の 石膏를 加하지 않으면 안된다. 이 境遇 시멘트中の 不溶解殘分은 아마도 1.2%程度가 된다. 日本의 規格에는 不溶解分의 規定은 없지만 시멘트의 品質을 低下시키다는것을 考慮치 않을 수 없다.

以上에서 본바와 같이 天然石膏의 品質은 無水硫酸分의 平均値에서 보는 限 低下되고 있지 않지만 1鉍山內에 있어서의 無水硫酸分의 變動은 若干 커져있는것 같고 또한 粘土分의 含有量도 若干 커진 것 같다.

다음 化学石膏에 關해서 본다면 從來와 같이 入荷石膏의 品質에 對한 報告와 1962년에 各시멘트工場에서 使用中인 石膏의 送付를 받고 當協會에서 試驗한 品質檢査結果의 두가지가 있다.

(2) 化学石膏의 品質

表4에서 全maker를 包含한 無水硫酸分의 加重平均 및 最大最小値를 求함과 同時에 工場에서 報告되는 無水硫酸分에 對해서 그 의 分布를 求해 본다면 表8과 같이 된다.

無水硫酸分의 加重平均은 1963年과 1964年이 거의 같다. 그러나 그 의 分布는 相當히 差異를 나타내고 있다. 이것은 1964年度에는 報告工場數가 增加되고 石膏의 種類 및 그들의 使用比率이 變化했기 때문인 것으로 생각된다. 全maker의 無水硫酸分의 R의 平均値와 그 R가 5%以下 및 5~10%以上인 maker數를 整理해 보면 表9와 같이 된다. 表에서도 알 수 있는바와 같이 R의 平均値는 1963年과 1964年度가 같이 적고 R의 範圍도 10

% 이상은 1964 年度에 1 個 maker 뿐이며 大部分의 maker 것은 5 % 以下이었다. 入荷時單位의 無水硫酸分의 最小値를 본다면 1963 年度 에는 18 maker 中 8 maker 의 것이 40 %를 占有하고 그의 最低値는 31.5 %라는 甚히 낮은 値를 나타내었다. 1964 年度에 있어서는 31 maker 中 6 maker 의 것이 40 %를 차지하고 있다.

<表 8> 無水硫酸分의 分布와 加重平均値 및 最大最小値

年度別	加重平均 (%)	最大値 (%)	最小値 (%)	無水硫酸分의 分布 (%)			
				< 40.0	40.1 ~ 45.0	45.1 ~ 50.5	> 50.1
1963	42.8	46.7	37.8	19.4	64.5	16.1	0
1964	42.6	55.1	37.4	7.0	71.2	20.3	1.5

<表 9> 無水硫酸의 最大最小差

年 度	工場數	平 均 (%)	R 의 範圍와 工場數		
			< 5 (%)	5 ~ 10 (%)	> 10 (%)
1963	24	2.9	20	4	0
1964	47	2.8	41	5	1

<表 10> 製造工場別로 분 사용比率 (%)

年度別	型 屑	製塩系	芒硝系	硫酸系	金屬精練坑内水中和	磷酸系	硫酸系	구연酸系	기酸系	石炭酸系	其他
1963	3.7	8.6	8.0	38.1	10.8	3.6	-	6.5	-	17.3	3.4
1964	2.6	7.6	5.8	19.9	3.4	46.8	4.0	1.3	0.7	7.9	-

<表 11> 製造工程別로 본 無水硫酸分의 平均値

年度別	型 屑	製塩系	芒硝系	탄 系	金屬精 練坑內 水中和	磷酸系	弗酸系	구 엔 酸 系	기酸系	石 炭 酸 系	其 他
1963	45.5	44.8	44.4	38.1	43.4	45.2	-	44.8	-	42.4	44.9
1964	45.8	45.1	44.6	42.1	43.7	41.8	49.5	44.8	49.0	42.7	-

<表 12> 製造工程別로 본 無水硫酸分의 最大最小差 (%)

年度別	型 屑	製塩系	芒硝系	탄 系	金屬精 練坑內 水中和	磷酸系	弗酸系	구 엔 酸 系	기酸系	石 炭 酸 系	其 他
1963	2.8	2.1	4.2	5.7	3.5	1.5	-	2.0	-	3.5	0.7
1964	2.0	2.1	1.1	3.5	1.6	1.8	7.7	0.7	2.4	4.6	-

다음 製造工程別로 그의 使用比率과 無水硫酸分의 平均値를 整理해서 보면 表 10, 表 11 과 같이 된다. 1964年度에 시멘트工場에서 報告를 받은 數는 顯著히 增加되었고 石膏製造工場數도 多種으로 되었기 때문에 그의 使用比率은 表 10 에서 보는바와 같이 크게 變하였다. 1963年度에는 38.1%로서 가장 많이 使用되었던 탄系石膏가 1964年度에는 19.9%로 減少하였고 1963年度에는 不獨 3.6% 使用되었던 磷酸系石膏가 1964年度에는 49.9%로 顯著한 增加를 보이고 있다.

無水硫酸分의 値는 탄系石膏의 無水硫酸分이 38.1%에서 42.1%로 높아졌지만 磷酸, 石膏의 無水酸分은 45.2%에서 41.8%로 低下되었다. 其他石膏의 無水硫酸分의 數値에는 큰 差位가 없다.

弗酸系, 기酸系, 石膏의 無水硫酸分은 49%合로서 높고 製塩系, 型屑, 芒硝系, 구엔酸系 石膏도 45%로서 比較的 純度가 높고 탄系

燐酸系, 石炭酸系 石膏는 42%로서 純度가 比較的 낮다.

製造工程別로 無水硫酸分의 R를 본다면 表 12 와 같이 된다. 無水硫酸分의 R는 年度에 따라 多少의 差異가 있는데 弗酸系, 탄系 石炭酸系의 石膏에서는 크고 型屑, 製塩系, 燐酸系, 구연酸系의 石膏에서는 작다.

化合水에 있어서는 天然石膏의 境遇와 같이 理論化合水에 對한 比率를 求하고 이 比率에 關해서 檢討해 보았는데 弗酸系, 燐酸系를 除外한 大部分의 것이 二水塩으로 되어있는것 같다. 弗酸系石膏의 比率는 最高 64.5%, 最低 14.2%로서 낮고 無水塩을 包含하고 있는 것 같다.

水分은 大端히 많은데 水分의 平均値가 10%以下, 10~20%, 20~30%, 30~40%以上으로 区分하여 製造工場別로 整理해 보면 表 13 과 같다. 이 表에도 알 수 있는바와 같이 1963年度에는 約 半數가 10~20%台이었는데 40%以上의 것은 단 1個만 있었다. 1964年度에는 10~20%의 것이 많아졌고 더구나 10%以下의 것도 많아졌음은 注目할 일이다. 이것을 製造工程別로 본다면 硝子工場에서의 型屑 탄系石膏의 水分은 많고 弗酸, 製塩系의 石膏에서는 水分이 적다.

다음 化學石膏에 있어서는 品質試驗에 있어서는 入手된 石膏의 32 試料에 對해서 外觀 및 顯微鏡觀察을 行함과 同時에 JIS R 9101-1961에 依拠 分析試驗을 했다. 다만 CO₂의 分析에 있어서는 「로-렐 스미스」法에 따른 抽出炭光光度方法에 依하였다.

(a) 石膏의 種類와 入手時의 狀態

各시멘트工場에서 보내온 石膏의 試料數는 32 個였는데 이들 石膏의 種類와 入手時의 狀態는 表 14 와 같았다.

水分에 있어서는 一般적으로 많았는데 20%以上을 包含한 것이 10 試料에 達했다. 試料에 따라 多少 差異는 있었지만 特히 硝子研磨綠型, 탄系, 石炭酸系 石膏에 있어서는 水分이 많음이 나타

났다.

<表 13> 水分의 平均値의 範圍와 製造工場數

年度別	平均値의 範圍와 製造工場數				
	< 10.0 (%)	10.1 ~ 20.0 (%)	20.1 ~ 30.0 (%)	30.1 ~ 40.0 (%)	> 40.1 (%)
1963	3	11	7	1	1
1964	13	31	5	2	0

色갈에 있어서는 너무 진한 色갈은 시멘트의 色갈에도 多少 影響이 미치는 것이기는 하지만 그 色갈은 形成하는 成分이 有害한 것이 아닌 以上 別다른 問題는 없는 것으로 본다. 特異한 色갈로서는 구엔酸系石膏의 靑色과 硝子研磨綠型의 紅色이 있는데 前者는 製造工程中에 加해지는 黃血塩에 依한 色이다.

다음 形狀을 본다면 大部分이 粉末狀態로서 取扱에 相當히 困難을 招來하고 있다. 다만 알미늄系(弗酸系) 石膏는 硬固한 塊狀으로, 그리고 磷酸系石膏는 直徑 1~2 0m의 小球狀으로 加工되어 있다.

<表 14> 石膏의 種類와 入手時의 狀態

種 類	試料番號	水分 (%)	色	形 狀
硝子研磨綠型 (型 層)	1	35.6	外側 紅色 內側 白色	板 狀
	2	43.4	"	"
硫酸알루미늄系	3	20.2	白 色	粉 末 狀
	4	16.8	"	"
芒 硝 系	5	20.6	黃 褐 色	"
	6	4.0	純 白	"

種 類	試 料 番 号	水 分 (%)	色	形 状
타 탄 系	7	11.6	赤 褐 色	粉 末 状
	8	25.1	褐 色	小 粒 状
	9	30.7	"	粘 土 状
	10	1.4	黄 褐 色	粉 末 状
	11	28.8	"	湿 粉 末 状
알 미 니 움 系	12	0.8	灰 黑 色	塊 状
亜 鉛 精 練 系	13	0.3	灰 色	粉 末 状
	14	11.6	濃 灰 黑 色	"
	15	18.4	"	"
湿 式 硫 酸 系	16	15.2	赤 褐 色	"
	17	5.0	黄 褐 色	"
磷 酸 系	18	0.4	灰 色	小 球 状
	19	16.4	濃 灰 褐 色	粉 末 状
坑 内 水 中 和 系	20	19.6	赤 褐 色	"
	21	23.4	"	"
製 塩 系	22	5.2	白 色	"
石 炭 酸 系	23	17.4	褐 色	"
	24	24.2	薄 灰 褐 色	"
	25	7.8	"	"
	26	30.2	"	湿 粉 末 状
	27	11.6	白 色 斗 褐 色 混 合 色	粉 末 状
구 엔 酸 系	28	4.0	青 色	"
	29	6.6	"	"
其 他	30	1.4	灰 色	"
	31	2.2	純 白 色	"
	32	2.8	灰 色	"

(b) 顯微鏡觀察

시멘트用石膏의 結晶의 크기는 充分히 發達되고 두터운것이 좋다고 한다. 今番의 試料에 對한 檢査結果로는 円柱狀으로 되어있는것이 大部分인데 特히 硫酸암모니움系가 잘 發達되고 있다.

구엔酸系나 硝子研磨緣型의 것은 微細한 結晶을 이루고 있고 芒硝系, 製塩系 그리고 坑內水中和系의 石膏는 相當히 두터운 塊狀을 이루고 있다. 또한 同一한 製造工程의 것이라 할지라도 製造工程의 것이라 할지라도 製造工場이나 製造時期에 따라 形狀이나 크기가 달라진다. 따라서 石膏의 生成條件을 調整하고 可及的 큰 結晶을 만들 수 있도록 함이 要望되는데 이는 結晶이 크면 淸수淸水 水分도 自然 적어지기 때문이다.

(c) 主成分의 分析結果

上記한 32 試料에 對해서 試驗한 結果 無水硫酸分, 石灰, 化合物의 平均値, 最大最小値는 다음과 같다. 即 無水硫酸分의 平均値는 43.4%로서 시멘트工場으로부터의 報告結果와도 近似한 數値를 나타내고 있는데 이 無水硫酸分이 完全한 二水石膏로 되었다고 한다면 그의 純度는 93.3%가 된다.

다음 이 無水硫酸分에 化合될 化合物 및 石灰를 算出한다면 各各 19.5%, 30.3%로 된다. 化合物 17.7%는 理論化合物 19.5%보다 若干 낮은 値를 나타내는데 이것은 알미늄系石膏 및 石炭酸系石膏의 1 試料가 낮은 値를 나타냈기 때문이며 其他의 試料것은 그의 二水鹽으로 되어 있다.

石灰 32.0%는 理論値 30.3%에 比하여 若干의 큰 數値를 나타냈는데 이것은 硫酸의 中和에 있어 炭酸石灰를 過度히 加했기 때문인 것으로 생각된다.

(d) 不純物의 分析結果

主成分以外를 不純物로서 分析하고 그 結果로부터 最大最小值를 求하고 整理해 보면 表 16 과 같이 된다. 不純物中 insol + SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO는 中和에 使用된 炭酸石灰로부터 生기는 것이 主이다.

<表 15 > 化学石膏의主成分의分析結果(%)

項 目	化 合 水	SO ₃	CaO	SO ₃ 에서 算出된 CaSO ₄ ·2H ₂ O
平 均 值	17.7	43.4	32.0	93.3
最 大 值	20.6	46.9	36.2	100.8
最 小 值	12.7	39.0	28.9	83.8

<表 16 > 化学石膏의不純物의分析結果(%)

項 目	insol +SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CO ₂	Cl	Na ₂ O	K ₂ O	遊離酸	水溶性 磷 酸
平 均 值	1.19	0.71	2.20	1.21	1.20	0.41	0.07	0.01	0.01	0.10
最 大 值	8.64	2.26	4.40	0.54	5.38	0.97	0.24	0.05	0.13	0.13
最 小 值	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.18	0.02	0.00	0.00	0.06

이것들은 시멘트에 對하여 直接的인 影響을 주는것은 아니지만, 너무 많이 含有될 境遇 시멘트中の 不溶殘分을 增加시켜 結局 시멘트의 品位를 低下시킨다.

炭酸가스는 硫酸을 中和시킬때 過度히 使用된 炭酸石灰에서 生기는 것이 主因이지만 石炭酸系, 亞鉛精練系의 石膏에도 어느程度 含有되고 있다. 炭酸가스가 0인 것이 8試料가 있었고 이中 5試料에

는 遊離酸을 0.2 ~ 0.13 % 含有하고 있다. 이와같은 遊離酸을 含有하는것은 製造工程에 있어 칼시움鹽을 硫酸으로 分解하는 形式으로 하는것에 많다. 酸化나트륨은 量的으로는 그리 많지않지만 全試料에 含有되고 있다. 이에 對하여 酸化칼시움이 含有되고 있는것이 0.1 % 以下로서 全然 含有되고 있지않은것도 있었다.

水溶性磷酸에 있어서는 磷酸系石膏만 試驗해 보았는데 1 試料에서는 0.06 %, 다른試料에서는 0.13 %의 含有量이 나왔다. 시멘트工場으로부터 報告받은 磷酸系石膏에서도 0.2 % 程度의 含有量으로 되어있다. 水溶性磷酸의 含有量으로서는 化学石膏를 单独으로 使用하는가 또는 天然石膏와 混合해서 使用하는가에 따라서 相異하지만, 化学石膏만을 单独으로 使用하는 境遇는 0.1 程度로서 시멘트에 큰 影響을 주는것이 아니라고 생각된다.

四、結 論

以上과 같이 볼때 化学石膏의 無水硫酸分の 平均値는 過去 數年 동안 別變動이 없었다. 이 無水硫酸分이 全部 二水鹽으로 되었다고 한다면 그의 純度는 92 % 程度로 相當히 높은 値를 나타낸다.

또한 無水硫酸分の 最大最小值差는 天然石膏에 比하여 작고, 化合物도 弗酸系石膏를 除外하고는 거의 全石膏가 二水鹽으로 되어있고 그의 品質도 安定되어 있다. 不純物로서는 實際의 試驗結果 磷酸石膏에는 水溶性磷酸이 0.06 ~ 0.13 % 含有되고 있음이 確認되었다. 그리고 水溶性磷酸의 含有量은 化学石膏를 单独으로 使用하는 境遇에는 0.1 % 程度로 생각되는데 石膏製造工場으로서는 磷酸分이 적은 石膏를 製造하도록 要望되는 바이다.

또한 化学石膏의 結晶의 크기에 있어서도 附着水分이 적은 大 結晶体로 만들어 주기 바란다.