

研究發表

編輯者 註： 다음글은 昨年 12月 16日
全經聯主催 重化学工業 工程副産物 再
活用方案에 關한 세미나에서 韓國化学
研究所 金鍾浩博士가 發表한 內容
입니다.

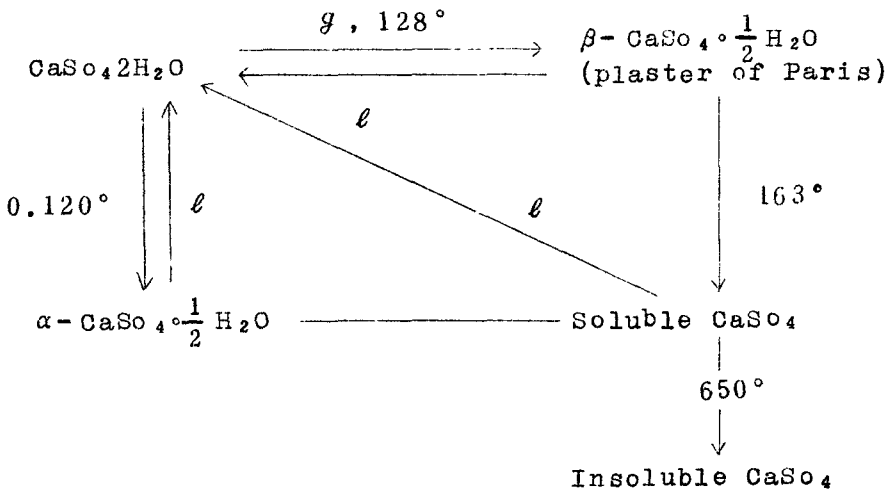
磷酸石膏의 再活用方案에 關하여

1. 序 論

우리나라의 天然石膏資源은 歐美諸國과 같이 豊富하지도 못할
뿐 아니라 石膏의 需要도 또한 격어 아무런 問題點이 없었다. 그
러나 지난 10年間 複合肥料을 生産함에 따라 多量의 石膏가 副
産物로서 얻어져 現在에는 約 350萬톤이나 累積되는 狀態에 이르
게 되었다. 또한 앞으로 大氣汚染問題를 解決하기 爲하여 火力發
電所, 石油化学工業, 精油工業, 製鍊工業 등에서 發生하는 排氣 gas
를 脫黃시킬 때에는 相當量의 石膏가 생길 것이며 이는 石膏의
過剩狀態를 加重시켜 그 處理問題가 심각하게 浮頭될 것이다. 따라
서 國內의 石膏生産量, 石膏活用方法, 石膏使用量 및 石膏의 物性を
先進諸國의 例와 比較檢討하여 韓國에서 앞으로의 石膏利用方案을
論하고자 한다. 現在 韓國의 磷酸製造施設用량은 約 38萬톤이며

이에 副生하는 石膏의 量은 酸生産量의 4.5 倍가량인 170 万톤이다. 이것을 細分하면 嶺南化学이 53 万톤, 鎮海化学이 26 万톤, 南海化学이 95 万톤을 차지한다. 重工業分野가 1981年까지 排氣 gas 脱黄施設을 한다는 條件下에 副生되는 石膏의 量을 推定하여 보면 重油에서 63 万톤, 發電用無煙炭에서 21 万톤, 鉛製鍊에서 8 万톤과 弗素化学에서 0.5 万톤等 90 ~ 100 万톤에 達한다.

石膏의 利用을 論하기에 앞서 石膏의 種類를 檢討하여보면 아래와같은 相關圖를 그릴 수가 있다. <圖 i>



대개의 天然石膏나 磷酸石膏는 二水石膏의 狀態로 存在하는데 熱處理를 하면 脱水하면서 物性이 다른 여러形態의 石膏로 變化한다.

熱處理를 하기 前의 二水石膏를 非燒石膏 (Uncalcined gypsum) 라 하며 熱處理 脱水 한 石膏들을 總稱 燒石膏 (Calcined gypsum) 라

라 한다. 燒石膏는 半水石膏와 無水石膏로 区分되며 比較的 낮은 溫度 (120~130 °) 에서 얻어지는 半水石膏에는 熱處理方法에 따라 α 型이나 β 型으로 얻어진다. 後者は 乾式脫水方法으로 生産하며 Plaster of Paris 라 하여 天然石膏 利用으로는 가장 널리 쓰이는 形態이다. α 型 半水石膏는 濕式脫水方法으로 만든다. 이 두型의 半水石膏를 계속 加熱處理하면 163 °에서 吸濕性的 無水石膏 (Soluble Gypsum) 化하며 溫度가 650 °以上에 達하면 吸濕성이 없는 無水石膏 (Insoluble Gypsum) 로 된다.

2. 主要諸國의 石膏活用現況

우리나라와 先進諸國과의 石膏使用을 分野別로 区分하여 比較하면 大略 다음과 같다. <表 1 >

<表 1 > 石膏의 消費現況

用 途 \ 國 (年度)	韓國 (1977)	日本 (1975)	美國 (1974)	歐洲 (1970)
Cement	35 萬 t (10 kg)	192 (17.5)	323 (14.7)	(14.4)
Board	88 (2.3)	127 (11.5)	1,164 (52.9)	(4.4)
Plaster & Block	3 (0.9)	48 (4.4)	57 (2.6)	(49.9)
農 業	0	0	143 (6.5)	-
其 他	0.3 (0.1)	17 (1.6)	29 (1.3)	-
計	46.3 (13.3)	384 (35)	1,716 (87)	- (68.7)

※ ()는 1人當 消費量

주로 사용되는分野는 韓國과 日本은 시멘트用으로 非燒石膏를 利用하는 것이고 美國은 石膏보드로써, 歐洲는 石膏부족으로써 燒石膏를 利用하는 것이다. 一人當 個人消費量을 比較하여 보면 美國이 가장 높고 歐洲, 日本의 順으로 되어있다.

周知하여야 할것은 韓國과 日本은 磷酸石膏를 資源으로 하며 美國은 天然石膏를 歐洲는 獨逸을 例로하면 天然石膏가 70%, 磷酸石膏가 나머지를 차지하고 있다.

非燒石膏의 主用途는 포틀랜드 시멘트製造時 凝結 調節劑로 Clinker에 2~3% 配合하는 것이며 現在 우리나라에서는 約 1.8% 混入하여 사용하고 있다. 또 石膏를 原料로한 特殊 Clinker는 그 性分에 따라 速硬性 및 膨脹性 시멘트가 있으며 高炉 Slag, 포틀랜드 시멘트와의 混合으로 耐海水性이 強한 硫酸鹽-Slag-시멘트를 만든다.

石膏와 Coke를 利用하여 시멘트와 硫酸을 同時에 製造하는 Mueller-Kuhne Process가 있으나 磷酸石膏를 原料로 할경우 不純物로 存在하는 磷酸鹽과 弗化物의 除去가 經濟的인 面에서 問題가 된다. 排氣 gas 脫糞으로부터 얻어지는 石膏를 使用하여 英國, 東獨 等에서 稼動하고 있다.

알카리性 土壤을 가진 美國에서는 土壤改質劑 및 石灰, 流糞分の 肥料源으로 多量쓰고 있으며 印度에서는 갯벌固化材로 使用하였고 日本에서는 干拓事業에 갯벌固化 및 土壤改良材로써 試驗中에 있다

외에도 家畜분뇨固化劑, 尿素와의 複鹽으로 持續性 肥料 製造에 使用되고 있으나 酸性土壤을 가진 우리나라에서는 適用성이 적다.

앞에서 본 바와같이 보드, 부록 등으로 많이 쓰이는 燒石膏의 物性を 建築資材面에서 檢討하면 不煙性, 徑量性, 斷熱性, 防音防濕性 美觀性, 成形性 및 加工性으로 볼 수 있으며 反面 耐水性이 弱하다는 短점이 石膏活用에 커다란 障礙로 되어있다.

石膏의 不煙성은 石膏自体가 安定한 無機化合物이라는것 外에 石膏硬化体が 熱을 받으면 石膏結晶格子에 含有하고 있는 結晶水와 硬化体内的 작은 구멍에 吸差되어 있는 水分이 脫水될때까지 熱量을 吸收하여 表面溫度의 上昇을 抑制하는 것이다.

또한 이 작은 구멍들은 徑量性, 斷熱性, 防音防濕性を 石膏에 부여한다. 石膏의 斷熱성은 同一한 密度를 갖인 狀態에서 石綿과 시멘트의 中間程度로 시멘트에 比하여 斷熱성이 높다.

燒石膏로 만드는 石膏보드는 美國에선 天然石膏를 原料로한 β 型 半水 石膏이며 通常 纖維, 톱밥, 兪泡樹脂 등으로 補強된 것과 樹脂와 含浸시킨 것이있다. 이 보드는 주로 小型建物の 벽과 天井材로써 使用되며 樹脂含浸된 石膏製品은 耐水性이 保障되어 확장 實用으로도 쓰인다. 歐洲에서 많이 使用되고 있는 부록은 α 型 半水石膏이며 天然石膏와 磷酸石膏가 共히 같이 利用되고 있다.

부록도 벽과 天井材로써 주로쓰이며 모래 纖維 및 兪泡樹脂로 補強한 것들이 있다.

磷酸石膏는 熱處理하여 燒石膏로써 利用하기 앞서 包含하고 있는 잔여 磷酸, 弗素化合物 등의 不純物을 除去하여야 하며 주로 水洗에 依한 方法을 使用하고 있다. 常溫水洗過程에서는 磷酸石膏塊内に 吸着되어 있는 不純物은 쉽게 除去가 되지 않는다.

水洗後에 磷酸石膏中에 남아있는 不純物은 β 型 石膏를 만드는 熱處理 過程에서 製品의 色相等 物理的 性質을 天然石膏를 原料로 한 製品보다 劣等하게 하는 原因이된다. 그러나 磷酸石膏를 α 型 石膏로 濕式熱處理를 할경우 水洗後의 잔유 不純物도 石膏의 結晶 格子間의 거리가 좁혀지는 過程에서 同時에 除去되어 石膏의 純度가 99.5% 以上에 이르게된다. 따라서 美國과 같이 高純度の 天然石膏資源이 豊富한 나라에서는 磷酸石膏를 精製하기가 어려운 β 型 石膏로 利用하기에는 經濟性面에서 不利하다.

그러나 歐洲와 같이 α 型石膏로 使用할 경우에는 磷酸石膏도 天然石膏와 競爭이 可能하게 된다. 上記한 것과는 달리 天然石膏資源이 없는 우리나라에서는 磷酸石膏를 利用하여 β 型石膏 보드를 成功的으로 市場化하였다. 外에 半水石膏의 建築材로써 利用은 여러 種類의 Plaster가 있으며 其他 용도로는 陶磁器 成型用, 醫療用, 教材用, 美術工藝用 및 豆腐製造에 使用된다.

여기서 參考的으로 α 型石膏와 β 型石膏를 磷酸石膏로부터 生産할 경우 두 石膏間의 經濟性 및 物性を 比較하여 보면 다음과 같다. <表 2>

α 型石膏의 짧은 凝結時間은 石膏를 利用한 여러製品生産에 原価 節減으로 나타날것이며 β 型에 比하여 10 배나 되는 壓縮強度는 建築材로써의 α 石膏가 갖는 長点이다.

<表 2>

半水 石膏의 比較

α - 型	β - 型
凝 結 時 間 : 150-20 min	25-35 min
強 度 (인장) : 70 kg/cm ²	14 kg / cm ²
(圧縮) : 560 "	56 "
精 製 : 容 易	難 易
用 途 : Block, Board	Board
生 産 性 : \$ 13 / Ton	528 원 / 25 kg(市販價格)

3. 韓國의 石膏活用 增進大策

위에서 先進國의 例를 들어 比較檢討하여 본 것과 같이 各國이 주어진 여건에 따라서 石膏의 利用은 보드와 부록으로 나누어지게 되었다. 例로한 先進諸國과도 다른 實情인 우리나라에서의 石膏活用に 関하여 생각하여 보고져 한다. 韓國에서의 石膏의 附加價值를 높여 使用하는것에 重點을 두어야 할것이며 同時에 累積된 石膏는 公需物이라는 側面에서도 檢討되어야 할것이다.

短期的으로는 石膏의 建築材化로 石膏의 附加價值를 높힐뿐만 아니라 그 使用物量도 많을 것이므로 累積된 石膏의 處理問題도 同時 解決하여줄 것이다. 建築材로써 現在 生産 市販되고 있는 石膏 보드는 木材를 主로하는 美國式家屋建築樣式에 反하여 시멘트를 主로하는 우리나라에서는 보드의 多量 使用은 建築工法上 變化가 없는 限 기대되지 않는다.

그러나 石膏부록을 生産할 경우에는 現在使用하고 있는 建築物 内部의 시멘트 부록은 全面代置가 可能할 것이므로 α型石膏의 開發이 必要하다고 判斷된다. 長期的으로는 消費物量은 적으나 附加價值가 높은 工業用과 醫療用的 精製石膏製造 및 樹脂含浸分野의 研究가 있어야 할 것이다.

近間에 巫海岸干拓事業이 活潑한데 土壤改良材로써 使用은 石膏의 附加價值는 높이지는 못하나 累積되는 石膏의 處理方案으로써 研究 開發이 되어야겠다. 以外에 外國에서는 例를 볼수없는 韓國自体에 適合한 石膏使用方法을 모색하여 보는것도 重要한 일이다. 例로 石膏의 生石灰代用을 들수있다.

4. 結 論

위에서 部分的으로 檢討하여본 燐酸石膏의 回收利用을 爲한 綜合的建議를 다음 表와같이 弄았다. <表 3, 4 >

<表 3 > 燐酸石膏의 回收 利用을 爲한 綜合的 建議
(肥素石膏)

시 멘 트	活用方案	附加價值	使用物量	備 考
凝 結 遲 延 劑	현 1.8%에서 3%로 增加	높 다	많 다	규격变化等 行政 的 支援
特 殊 시 멘 트 製 造	原料로 使用	•	적 다	技術開發
포틀랜드시멘트 製 造	•	•	많 다	經濟性이 없다.

農業 및 土 建	活用方案	附加 価値	使用物量	備 考
肥 料 用	肥 料	높 다	적 다	適合성이 적다
農 藥 충 진 제	분말살포기	"	"	技術 開發
갯벌고화제 및 土地改良製	干拓事業	적 다	많 다	行政的 支援 및 技術 開發

<表 4 > 磷酸石膏의 回收 利用을 爲한 綜合的 建議

(燒 石 膏)

建 築 材	活用方案	附加 価値	物 量	備 考
Board	原 料	높 다	많 다	精製技術開發, 시공기술개발 소방법, 建築法에 依한 支援
Block 및 Plaster	"	"	"	精製 및 製造技術開發 시공 에 適合한 물탈개발 시공 기술 開發 소방법, 建築法에 依한 支援

其 他

工 業 用	原 料	높 다	적 다	高度의 精製技術 및 用途 에 맞는 製造技術開發
医 療 用	"	"	"	"