

시멘트 生産技術의 變遷

崔 相 紇

〈漢陽大學校 教授·工博〉

우리나라의 시멘트 産業은 基幹産業의 하나로 꾸준한 發展을 거듭하여 80年代에 들어서면서 生産能力으로는 世界 第12位, 輸出로는 世界 第4位를 차지하기에 이르렀다.

生産設備의 大型化和 새로운 型式의 kiln 導入, 集中制御方式, 品質管理의 強化 및 大量供給 등 시멘트 生産 및 供給體制의 合理化는 國內外 建設界의 needs 에 발맞추어 普通포틀랜드시멘트 일변도에서 早強시멘트, 耐黃酸鹽시멘트, 混合시멘트 등을 開發 供給하고 있으며, 한편 새

로운 시멘트의 開發研究와 工程改善을 위한 努力이 계속되고 있다.

最近 數年間, 우리의 시멘트 産業 技術은 시멘트의 製造 供給 및 그 輸出뿐 아니라 시멘트 plant 輸出에까지 成長하였다.

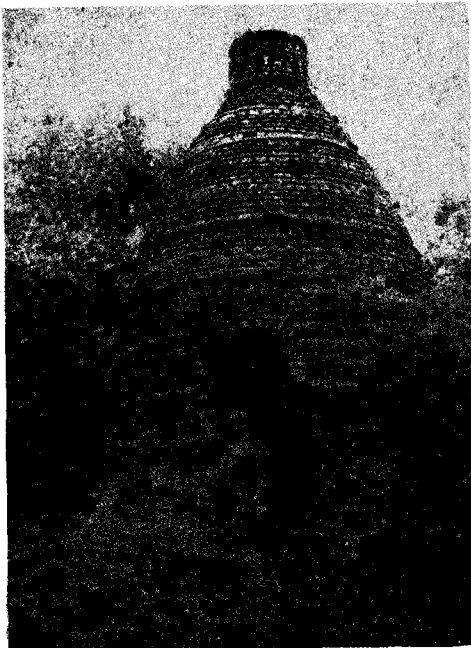
I. 燒成技術

1. kiln

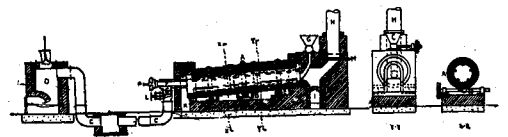
近年 시멘트 크링카 燒成用 kiln 은 SP方式에서 NSP方式으로 바뀌고 있으며 生産 能力도 5,000~10,000 t/day, kiln 徑 6m ϕ 로 大型化하고 있다.

1824年 포틀랜드 시멘트가 發明되었을 當時는 原料를 벽돌모양으로 成型하여 豎型의 shaft kiln에서 燒成하였다.

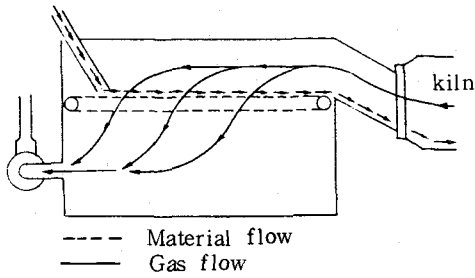
1877年頃에 英國人 Ronson에 의하여 rotary kiln이 發明되었으나 最初의 rotary kiln은 극히 적은것으로 처음 $\phi 18'' \times 15'$ 의 것은 失敗하고 세번째 $\phi 5' \times 25'$ 로 擴大하여 成功하였다. 그 뒤 많은 改良을 거쳐 kiln은 大型化되었



〈그림-1〉 옛날의 시멘트 kiln (1848年代)



〈그림-2〉 Ronson의 rotary kiln



〈그림-3〉 Lepol kiln

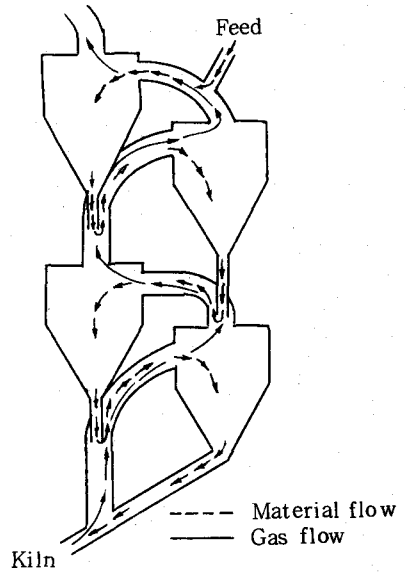
고, 濕式 製造法도 登場하였으며 한때는 슬러리 필터가 달린 濕式法이 採用되기도 하였다.

Lellep 과 Polisius 社의 共同研究所산인 Lepol kiln 의 開發은 廢熱의 利用, 乾燥와 煨燒 등 豫備熱處理를 할 수 있는 劃期的인 것이었다. kiln 의 길이도 짧아졌으며 當時 쓰이던 濕式 long kiln 에 比하여 約 35 %의 熱節減에 成功하였다.

1950 年代까지는 이 Lepol kiln 과 大型 long kiln 이 시멘트 生産의 主流를 이루었으며 200 m 가 넘는 大型 kiln 도 있었다.

시멘트 製造技術의 改良은 시멘트의 品質向上과 燒成熱量 節減에 두게 되었으며 Humboldt 社에서 開發한 SP 方式의 出現은 熱效率이 좋은 大量生産이 可能한 kiln 으로 1960 年代를 장식하였다. kiln 廢가스와 原料粉末을 懸濁狀態下에서 熱交換시켜 짧은 時間동안에 原料加熱과 一部 脫炭酸作用을 可能케 함으로써 燒成熱量의 減少는 물론 kiln 의 燒成能力도 增大시켰다. SP 方式이 出現한 後 能力增大와 生産性向上을 目的으로 設備의 大型화가 盛行되었다. 그러나 kiln 의 大型化에 따라 燒成帶의 熱負荷가 커지고 따라서 燒成帶 耐火物의 破損이 커지는 등 에 따라 kiln 運轉時間이 짧아지고 그에 따른 補修와 減産에 따른 損失도 컸다.

SP 方式의 大型화가 限界에 이르렀을 무렵 새로운 燒成 시스템의 開發이 進行되었다. 即 效率이 좋은 煨燒爐를 rotary kiln 과 SP 의 中間에 設置하여 kiln 에 投入되는 原料의 거의 全部를 脫炭酸시킴으로써 kiln 內에서의 脫炭酸反應의 負荷를 減少시키는 NSP 方式이 開發되어



〈그림-4〉 SP kiln

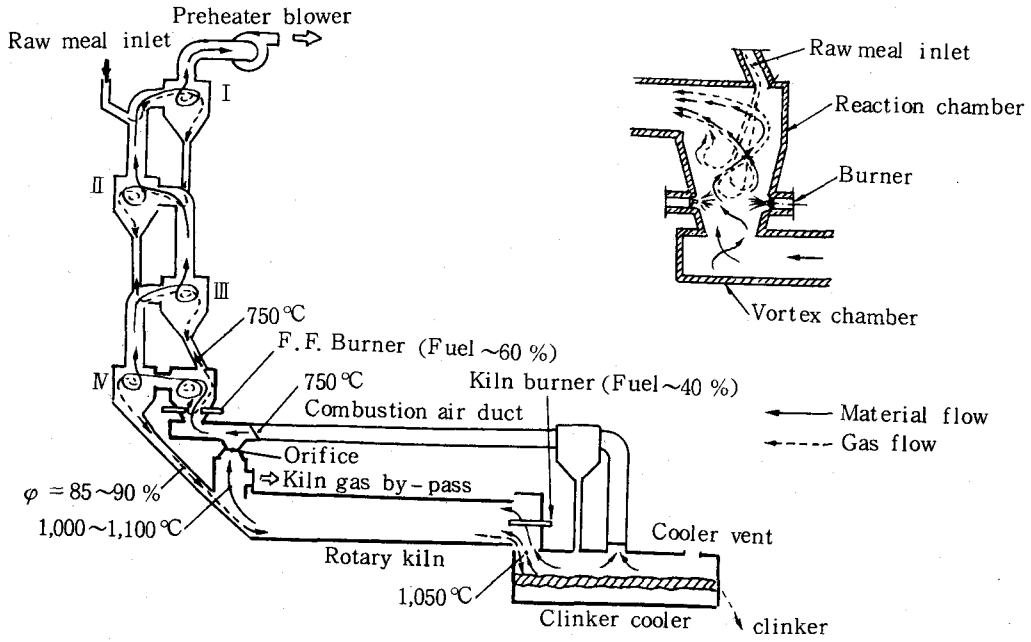
1970 年에 登場하였다.

NSP 方式의 煨燒爐는 旋回氣流式, 噴流式 및 流動層式의 세 基本原理의 單獨 또는 組合으로 preheater 系에 煨燒爐를 接續시킨 型式, preheater 系와 煨燒爐系를 獨立시킨 型式 및 複合型式이 있으며 계속 새로운 型式이 開發되고 있다.

從來의 SP 概念을 탈피한 형태인 煨燒爐가 設置된 NSP 方式이 開發된지 얼마후 일어난 油類波動은 燃料를 石炭으로 轉換시켰으며, 또 煨燒爐의 작은 空間에서 原料의 充分한 煨燒와 固體燃料의 完全燃燒 및 熱效率의 極大화가 이루어지게끔 하였다.

NSP 方式의 開發은 시멘트 産業에 새로운 轉機를 가져왔다. kiln 의 生産能力을 倍增하여 1 日生産能力이 10,000 톤에 이르는 大型화가 이루어지고, kiln 의 煉瓦壽命도 增大되었으며 kiln 의 가동률과 安全度도 높아지는 한편 alkali by-pass 의 容易 및 NO_x 의 減少도 수반되었다.

이와같은 시멘트 크링카 燒成方式의 轉換은 크링카 燒成熱量의 節減을 可能케 했다. 여러 型式의 kiln 의 最近實驗을 보면 大略 다음과

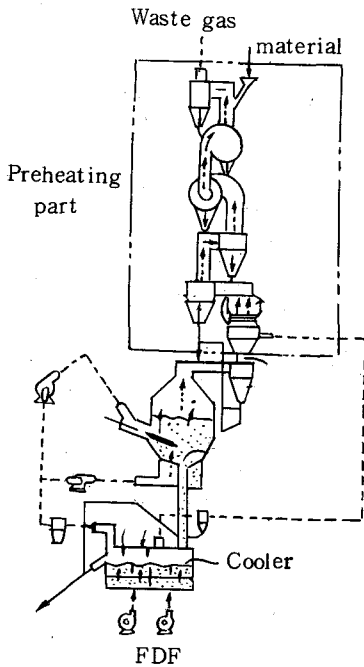


<그림-5> NSP kiln

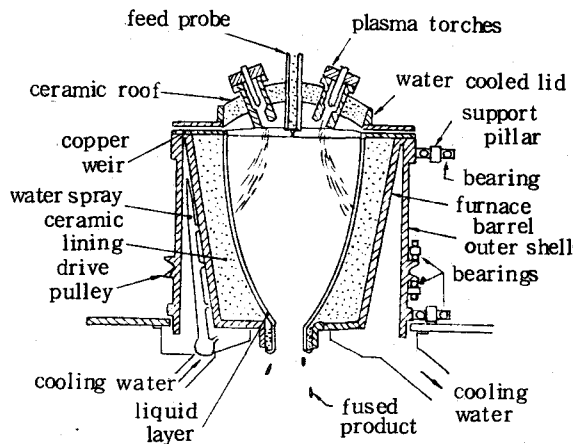
같다.

乾式 (舊式, 보일러附)	1,400 kcal/kg-cl'
Long kiln (濕式)	1,300 "
Lepol 式	930 "
SP, NSP 方式	750~800 "

시멘트 크링카의 燒成反應은 出發原料에 따



<그림-6> kilnless kiln



<그림-7> plasma furnace

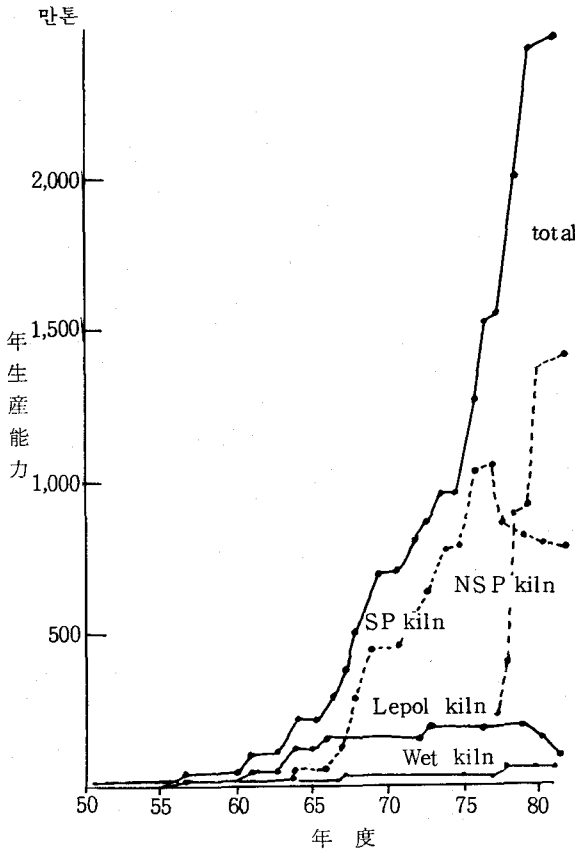
라서도 다르고 局所的으로도 反應이 相違하며 時間의 經過, 溫度上昇에 따라 여러 反應이 重複하여 進行한다. 또 實際 rotary kiln 燒成에서는

原料의 移動, 揮發成分 dust 의 순환, 液相의 流動 등도 있고해서 解析을 더욱 힘들게 한다. 시멘트 燒成技術은 계속 새 技術에 도전하고

우리나라 kiln 양식별 基數와 그 生産能力 比率 變遷

<表-1>

年度	項目 kiln 別	基 數				生 産 能 力 比 率 (%)				
		Lepol kiln	Wet long kiln	SP kiln	NSP kiln	計	Lepol kiln	Wet long kiln	S P kiln	NSP kiln
51		1				1	100			
52		1				1	100			
53		1				1	100			
54		1				1	100			
55		1				1	100			
56		1				1	100			
57		1	2			3	50	50		
58		1	2			3	50	50		
59		1	2			3	50	50		
60		1	2			3	50	50		
61		2	3			5	56	44		
62		2	3			5	56	44		
63		2	3			5	56	44		
64		5	3	2		10	59	19	22	
65		5	3	2		10	59	19	22	
66		7	3	2		12	66	16	18	
67		7	3	4		14	50	11	39	
68		7	4	7		18	30	9	61	
69		7	4	10		21	23	7	70	
70		7	4	10		21	23	7	70	
71		7	4	10		21	23	7	70	
72		7	4	12		23	20	6	74	
73		7	4	13		24	17	6	75	
74		7	4	14		25	17	5	78	
75		7	4	14		25	17	5	78	
76		7	4	17		28	15	4	81	
77		7	4	17	2	30	12	4	70	14
78		7	4	15	4	30	12	4	58	26
79		7	4	14	8	33	9	3	43	45
80		7	4	13	9	33	9	3	42	46
81		5	4	13	13	35	6	2	36	56
82		4	4	13	14	35	5	2	36	57



〈그림-8〉 우리나라 kiln 양식별 生産能力의 變遷

있다. kiln 없이 流動狀態에서 크링카 燒成反應을 進行시키는 流動層燒成이 試圖되고 있으며, 한편 새로운 熱源을 利用한 plasma furnace 도 檢討되고 있다.

1960年代 初까지 Lepol kiln과 濕式 long kiln 뿐이었던 우리나라는 1963년에 亞細亞地域에서는 처음으로 SP system이 導入되면서 시멘트産業은 飛躍的인 成長과 더불어 長足の 發展을 이룩하였다. 비록 처음에는 그 大部分이 先進諸國에서 開發한 새로운 施設과 노우·하우를 導入하여 이루어지긴 하였으나 1960年代 後半부터는 導入技術에 對한 分析과 技術의 소화로 또 그간의 實績을 土臺로 우리의 技術을 키워 나감으로써 近代化된 産業部門으로 浮刻되었다.

1960年代末 Lepol kiln 7基, 濕式 long kiln 4基, SP kiln 10基로 總生産能力 680만톤/年

이던 시멘트産業은 1976년에는 生産能力 1,000만톤/年을 넘어섰으며 1977년에는 NSP kiln이 가동되는 등 急速한 伸張을 보였고 1970年代末에는 生産能力 2,000만톤/年을 넘어서 1983年初 현재 kiln數 35基(그중 NSP kiln 14基, SP 13基로 總生産能力의 93%를 차지함)로 總生産能力 2,350만톤/年에 이르는 시멘트 生産大國으로 拔돋움 하였다 (〈表-1〉 및 〈附表-1〉 參照).

그간 시멘트 生産技術의 一面을 보여주는 kiln別 生産能力의 變遷을 보면 (〈그림-8〉參照) 1966年頃부터 急進的인 增加추세를 보이던 SP kiln에 依한 시멘트 生産이 1977年을 境지로 하여 줄어들고 反面 NSP kiln에 依한 生産이 더 急激한 伸張을 나타내고 있으며, 또 Lepol kiln도 1980年以後 減少되고 있고 濕式 long kiln은 kiln數와 그 生産能力은 같으나 實際生産量은 全 시멘트 生産量에 比하여 尠微少하다.

한편 1964年부터 生産되고 있는 白色포틀랜드 시멘트는 처음에는 15천톤/年의 乾式 rotary kiln 2基로 生産되었으나 自體技術開發로 1979년에는 SP方式으로 바꾸는 등 그 工程一部를 改善하였으며, 1982년에는 生産能力 10만톤/年의 SP方式으로 바꾸었다.

2. 工程制御

시멘트 生産工程管理도 自動制御化되고 있다. 시멘트製造工程의 中心部인 kiln의 自動制御는 많은 研究와 試行이 行하여지고 있는데 多樣한 kiln樣式과 복잡한 操業條件으로 수월하지는 않으나, 計裝機器와 工程管理用 電子計算機의 進歩에 따라 process에의 feed back, pre-heater 助燃爐制御, 風量制御 등 여러 部位로 나눈 制御system의 採用 등 kiln操業의 自動화가 이루어지고 있다.

3. 燃 料

시멘트의 製造는 土石原料를 對象으로 하므로 比較的 不純物이 많은 燃料도 使用할 수 있

다.

60年代 중반까지 크링카 燒成에는 石炭이 燃料의 主流를 차지하였는데 특히 우리나라는 世界的으로 드물게 無煙炭을 使用하였다 (60~70% 混燒) 그후 漸次 燃料은 油類로 바뀌었는데 70年代 초반의 油類波動으로 다시 石炭 轉換을 하지 않을 수 없게 되었다. 油類波動 初期에는 油價上昇을 製造技術 改善과 運營合理化로 극복해 보려는 努力도 있었으나 70年代末 제 2의 油價上昇으로 더 以上 油類에 依存하기가 어려워져 燃料轉換을 서둘러 추진, 80年代 초반에는 有煙炭으로 代替되었다.

한편 炭質頁岩 및 低品位炭에 對한 관심도 커졌다. 炭質頁岩은 시멘트 原料로 利用時 적으나 그에 함유되어 있는 熱量의 活用이 可能하다. 低品位炭은 특히 NSP方式의 煨燒爐用으로 效率的으로 使用된다. 即, 煨燒爐에서는 高溫을 要하는 kiln에서와는 달리 石灰石의 吸熱反應領域에서의 燃燒로 比較的 低溫燒成 이므로 熱量利用效率이 좋다.

近年에는 燃料代替 및 廢棄物利用의 一環으로 廢타이어, 廢油슬러지, 可燃性 都市廢棄物 등의 活用도 檢討 또는 일부 活用되기도 하고 있으며, plasma 熱源 등 새로운 에너지源 개발이 試圖되고 있다.

에너지 多消費型 産業인 시멘트産業에서는 代替燃料 또는 補助燃料의 開發이 계속될 것이다.

4. 耐火物

시멘트 燒成 kiln의 大型化, NSP化 및 石炭 專燒 kiln의 運轉 등으로, kiln用 耐火物도 needs에 따라 바뀌어 가고 있다. 즉, 샤못트質, 알루미나質이 減少하고 마그·크로質 벽돌의 使用이 늘고 있다.

NSP kiln 本體의 경우, 脫炭酸이 完結되고 一部 크링카鑛物의 初期生成物이 生成되는 前半의 低溫域에서는 耐火度보다는 알칼리나 SO_3 등에 대한 化學的 安定성과 斷熱效果가 要求되므로 表面은 마그-크로質 鹽基性벽돌이 쓰이고 그 뒤에 高알루미나質 斷熱벽돌이 要望된다.

後半의 一部 融液이 存在하고 크링카鑛物이 完成되는 高溫部에는 化學的으로 安定하고 原料의 附着이 적은 스피넬벽돌, 다이렉트벽돌이 쓰이고 있으며 마그네시아-알루미나 스피넬벽돌도 開發되었다.

NSP化에 따라 熱負荷가 적어지고 벽돌 壽命도 길어져가는 오늘날 kiln의 放散熱의 減少가 크게 要望되고 있어 各種 斷熱材의 開發이 試圖되고 있으며, 最近 스피넬벽돌의 뒷面에 同質의 斷熱層을 가진 耐火斷熱材가 開發되기도 하였다.

II. 粉碎技術

시멘트製造工程에서 所要되는 動力(電力)의 大部分은 原料 및 크링카의 粉碎와 燃料의 石炭 轉換에 따라 有煙炭 粉碎에 따른 動力으로, 이들의 粉碎效率 向上을 爲하여 많은 研究과 努力이 경주되었다.

시멘트 製造에서 粉碎機로서는 主種으로 투부밀이 使用되었으나 最近 動力費가 적게드는 豎型로라밀도 쓰이며 粉碎施設의 大型化, 分級機의 性能向上, 粉碎媒體의 改善과 充填比率 등 다각적인 檢討가 이루어지고 있다.

또 새로 開發된 룯슈밀, MPS밀 등도 쓰이고 사이크론式 베어세퍼레이터도 등장하였다. 粉碎用 볼도 原料밀에는 鍛造볼이, 시멘트밀에는 鑄造볼이 쓰이고 있으며 특히 시멘트밀에 많이 쓰이는 하이 크롬볼(Cr 15~20%)은 스틸볼에 比하여 約1.5倍의 硬度를 갖고 있는데 耐磨耗性도 좋다.

또 粉碎效率의 向上을 爲하여 粉碎助劑도 利用되고 있으며 粉碎助劑에 對한 研究도 많이 行하여지고 있다.

시멘트生産의 大量化, 分碎工場의 設置 및 燃料의 石炭化에 따라 粉碎技術과 施設은 앞으로 도 계속 改善될 것이다.

III. 시멘트原料·시멘트品質

시멘트의 主原料는 石灰石, 粘土, 硅石 및 酸化鐵原料 등의 4種이나 未利用資源의 開發과 他

우리나라 시멘트工場 kiln 現況

(1982年12月末 現在)

(洋灰協會 提供)

<附表-1>

會社	工場	着工~完工 (年月)	K I L N 現 況					樣式	製造會社	備 考
			號數	直徑×長 이 (m)	日産能力 (%)	年産能力 (千%)				
東洋	三陟	73.6~75.12	1	4.9×75	3,400	1,122	NSP	Fuller	77.7~77.8 Humboldt式을 NSP로 改造	
		73.6~75.12	2	4.9×75	3,400	1,122	NSP	Fuller	77.5~77.6 " "	
		66.1~67.4	3	4.14×63	2,200	726	NSP	MHI	77.11~78.2 SP를 NSP로 改造	
		59.8~61.9	4	3.6×40	820	270.6	Lepol	Polysius		
		37.3~42.7	5	4.0×42	810	267.3	Lepol	Toyo	59.1~59.4 朝鮮小野田 新設分을 改修	
		計	5		10,630	3,507.9				
雙龍	東海	66.8~68.10	1·2	5.6×95	3,050×2	1,891	SP	MHI		
		73.4~74.3	3	5.8×95	4,290	1,329.9	SP	Polysius		
		76.4~79.3	4·5	5.2×70	4,516×2	2,800	NSP	Polysius		
		78.3~80.4	6·7	5.2×70	4,516×2	2,800	NSP	Polysius		
		計	7		28,454	8,820.9				
	寧越	62.9~64.4	1·2	3.45×54	695×2	458.7	SP	KHD		
		66.8~67.10	3	4.0×60	1,180	389.4	SP	MHI		
		70.10~72.6	4·5	4.4×70	1,930×2	1,273.8	SP	Polysius		
		計	5		6,430	2,121.9				
	聞慶	55.11~57.9	1·2	3.15×123	1,280	422.4	Wet	FLS		
		59.9~61.1	3	3.15×123			Wet	FLS		
		67.10~68.8	4	3.15×127	440	145.2	Wet	HIT		
		計	4		1,720	567.6				
	計	16		36,604	11,510.4					
	韓一	丹陽	62.11~64.4	1	3.4×48	860	283.8	NSP	Polysius	79.8~80.10 Lepol을 NSP로 改造
62.11~64.4			2	3.4×48	860	283.8	Lepol	Polysius		
68.3~69.10			3	4.4×70	1,790	590.7	SP	Polysius		
74.2~76.10			4	4.8×90	3,610	1,191.3	NSP	Polysius		
計			4		7,120	2,349.6				
現代	丹陽	63.6~64.7	1	3.7×48	660	217.8	NSP	AC	80.12~81.2 Lepol을 NSP로 改造 78.11~79.2 SP를 NSP로 改造	
		67.2~68.12	2	3.7×50	950	313.5	NSP	KHD		
		73.5~74.12	3	4.9×70	2,050	676.5	SP	Fuller		
		計	3		3,660	1,207.8				
亞細亞	堤川	65.4~66.12	1	3.7×48	875	288.7	Lepol	KHI	72.5~73.8 改修	
		65.4~66.12	2	3.7×48	875	288.8	NSP	KHI	81.4~82.7 Lepol을 NSP로 改造	
		75.1~76.11	3	4.8×90	3,700	1,221	NSP	Polysius	79.7~79.8 改修	
		計	3		5,450	1,798.5				
星信	丹陽	67.12~69.12	1·2	4.4×70	1,985×2	1,310.1	SP	Polysius	75.12 改修	
		77.4~79.7	3	4.8×60	3,610	1,191.3	NSP	Polysius	80.3 改修	
		計	3		7,580	2,501.4				
高麗	長城	70.10~73.5	1	4.8×70	1,780	587.4	SP	FLC		
		計	1		1,780	587.4				
合計			35		72,824	23,463				
유니온	淸州	80.9~81.12	1	3.45×62	300	100	SP	FLS	新設	
		計	1		300	100			(富川工鎖, 廢鎖: 82.4)	

註: MHI = 日本 三菱重工業(株), FLS = F.L. Smidth. HIT = 日立造船(株). KHD = Klöckner Humboldt-Deutz
AC = Allis Chalmers, KHI = 日本 川崎重工業(株), FLC = Five Lillie-Cail, 生産能力: 年末基準으로
日 24時間, 年 330日 稼動基準. 단, 雙龍 東海工場은 310日 基準. 日産能力은 年産能力을 基準하여 換算하였음.

우리나라 시멘트工場 粉碎施設現況

(1982年12月末 現在)

(洋灰協會 提供)

< 附表-2 >

會社	工場	RAW	MILL	COAL	MILL	CEMENT	MILL	備考
		規格 (m) (直徑×길이)	粉碎能力 (t/h×基數)	規格 (m) (直徑×길이)	粉碎能力 (t/h×基數)	規格 (m) (直徑×길이)	粉碎能力 (t/h×基數)	
東洋	三陟	3.4×11.5 4.2×13.7 4.0×13.1	105×1 240×2 150×1	2.8×8.1 2.2×7.2	20×2 10×2	2.6×16.0 3.8×11.5 4.2×13.7 4.9×14.2	26.5×1 60×1 100×3 150×1	包裝工場 包裝工場
	計	(豫定)	735		60		536.5	
雙龍	東海	4.0×10.5 4.8×15.1 4.8×17.0 4.8×15.0	100×4 300×1 300×4 150×1	3.0×8.4 2.6×8.0 LM 25 LM 20	20×1 10×1 50×1 25×3	4.2×12.5 4.2×13.5	100×3 100×2	包裝工場
	寧越	3.2×6.5 3.2×9.6 3.8×12.3	50×2 50×2 130×2	2.6×4.1 LM 20	10×1 25×1	3.2×8.0 3.3×10.6 3.6×12.3	30×2 43×2 54×2	
	聞慶	2.9×8.0	30×4	1.75×6.0	3.5×4	2.4×11.0 2.9×11.0	17×2 30×1	
	倉洞 大田 大邱 北邱 墨邱 蔚湖 蔚山 釜山 麗水 馬山 山群					3.6×11.0 3.0×10.0 3.5×5.2 4.8×16.5	56×1 34×1 27×1 150×5	
	計		2,630		204		1,685	
韓一	丹陽	3.0×8.8 3.0×10.5 4.8×15.0	60×2 60×2 270×1	2.2×4.75 3.2×11.0	7×2 30×1	3.2×10.0 3.4×9.0 4.0×13.5 3.2×11.0 3.2×10.0	38×2 44.5×1 86×2 44×1 39×1	包裝工場
	永登浦 大邱 釜山							
現代	計		510		44		375.5	包裝工場
	丹陽	LM 28 4.0×12.7	125×1 175×1	LM 15	12.8×2	3.3×8.2 3.7×11.3 3.5×5.3	33×2 60×2 30×2	
亞細亞	堤川	4.4×14.4	180×2	LM 18 2.2×3.6	20×2 10×2	3.2×8.5 3.8×12.6 3.8×12.6	32×4 60×1 60×1	包裝工場
	大邱 水原							
星信	計		360		60		248	包裝工場
	丹陽 城北	3.8×12.3 4.8×17	135×2 290×1	3.2×6.5	25×2	3.6×12.3 4.0×13.5	51×4 75×3	
高麗	長城	4.4×12.0	170×1	(3.6×6.5)	(12×1)	3.8×12	65×2	()는 83.2.28 完工豫定
	計		170		(12)		130	
韓國 高爐	浦項					3.8×12	65×3	
	計						195	
合	計		5,265		443.6 (12)		3,845	
유니온	濟州	3.2×5.25	30×1			2.6×10	18×1	

우리나라 시멘트産業의 海外進出現況
(1983年 4月 現在)

<附表-3>

(洋灰協會 提供)

海外進出會社	進出國	現地會社(工場)名	規 模	着工日	竣工日	시멘트 種 類	備 考
雙龍洋灰工業(株)	싱가폴	쌍용시멘트(Singapore) 工場	年, 60 만톤	73.11.27 (法人設立)	75.2.25(竣) 77.10.10 (稼動)	포틀랜드	合作(粉碎工場) 雙龍 40%:Singapore 60 % 83.下半期中 20 만톤 增設計劃
現代시멘트(株)	바레인	현대건설바레인시멘트 분쇄공장	밀12톤/h, 1基 밀18톤/h, 1 " 밀30톤/h, 1 "		76. 5.20	"	現代에서 直營
"	리비아	현대건설리비아시멘트 분쇄공장	밀25톤/h, 1 "	80.12	81. 7. 1	"	"
韓國重工業(株) (現代洋行)	사우디	지산시멘트工場	年 150 만톤	78年	82年	"	플랜트 輸出
"	말레이지아	Perak 韓重시멘트	" 120 "	83. 4 初	85 年度	"	合作, 플랜트輸出
大 宇(株)	리비아		" 100 "	80.10.	83年初	"	플랜트輸出
東洋化學工業(株)	필리핀		" 33,000 톤 (日 100 톤)	81. 3	82.10	白시멘트	合作, 플랜트輸出

産業의 副産物의 活用도 可能하여 最近 그 傾向이 늘고 있다.

예를 들면 炭質頁岩, 低品位炭 등은 그 保有 熱量의 活用과 또 粘土質原料로서 利用되고 있으며, 高爐슬래그와 轉爐슬래그도 石灰石原料 및 粘土質原料의 一部로 利用되고 있다. 이들 廢棄·副産資源의 活用은 資源의 有效 利用이란 觀點의에도 이들이 갖는 特殊性을 살린 새로운 시멘트開發에도 기여하고 있다.

各種 工事의 多樣化 및 特殊化, 迅速化, 그리고 二次製品工場에서의 needs 등은 各種 特殊 시멘트의 開發을 要求하게 되었다.

從來의 早強포틀랜드시멘트보다 더 早強性을 갖는 超早強시멘트·超速硬시멘트가 開發되었으며, 시멘트의 缺點의 하나인 硬化時의 收縮을 補償하는 膨脹混和劑의 開發은 當初의 收縮補償機能에서, 케미칼프레스트레스를 주는 高強度 콘크리트製品을 登場케 하였다.

東南亞, 中東地域에서의 特히 많은 需要에 따라 그 生産에 活性을 보이고 있는 耐黃酸鹽시

멘트도 今後의 海洋開發과 함께 海洋構造物建設으로 계속 연구되고 있으며, 보다 苛酷한 條件下의 油井·地熱井 등 特殊條件下에서의 使用 可能한 시멘트의 開發도 박차를 가하고 있고, 資源 및 에너지節減型시멘트의 開發研究도 活潑하다.

普通포틀랜드시멘트의 製造에서도 高爐水滓슬래그, 포졸란 등을 시멘트의 5%이내에서 添加 使用이 許用되고 있다.

시멘트 生産體制의 合理化 및 充分한 品質管理는 시멘트 品質을 安定시켰으며 계속 높은 水準으로 向上시키고 있어 시멘트의 規格도 上向 調整되고 있다.

한편 耐알칼리性유리纖維의 開發은 GRC 등을 등장시켰으며 炭素纖維 등 새로운 纖維에 依한 補強된 複合콘크리트도 試圖되고 있다.

시멘트化學의 發展은 産業廢棄物, 有害物質의 시멘트에 依한 固化·固定에도 活用되어 公害防止에도 一翼을 담당하고 있고 軟弱한 地盤의 固化에도 特殊시멘트가 쓰이고 있다. ♣♣