

# Cement 工業에서의 computer 利用

金 勇 瑞  
金 寶 雄

<雙龍洋灰工業株式會社>

## 1. 序 論

시멘트 製造 工程의 computer control은 他化學 process 에 비해 工程의 複合性 및 不明確性 등의 이유로 종래에는 off-line system 에 의한 raw mix control 이 그 主였으나 最近 hardware 의 發達에 따른 信賴性의 向上으로 on-line system 에 의한 全工程(燒成 및 粉碎, 出荷)의 computer control 에로 나아가고 있는 것이 근간의 歐美 및 日本 地域의 動向이다.

오늘날의 世界는 computer 만능이라고들 한다. 실제 computer 의 出現으로 인하여 技術 혁신 발달에 상승 효과를 가져 온 것 만은 사실이다. 차제에 日本 시멘트 工場에서의 computer 導入 및 運營上의 諸般事項과 cement process 의 computer 制御에 대하여 약간 소개하고자 한다.

## 2. 시멘트 製造 工程의 computer control 觀點

### 2-1 工程의 連續性 및 難解性

모든 continuous process 에서와 같이 cement 제조 공정은 끊임없이 그 狀態가 변하고 있다. 아무리 잘 훈련된 運轉工이라고 하더라도 panel 에 計器의 指針(工程의 時差를 가진)의 움직임과 육감을 가지고 運轉條件의 전환 狀態 變化를 신속 정확하게 판단하는 것은 不可能에 가까우며 또한 別人의 運轉工에 따라서는 또 다른 판단기준을 가지기 마련이다. 즉 작업포준 작성이 가장 곤란한 것이 시멘트 製造工程이라고 할 수 있다.

### 2-2 工程의 複合性

一般 化學 process 가 그렇듯이 시멘트 process 도 여러 단계의 unit operation system 으로 나누어 생각할 수 있다. 그 중에는 recycle 을 必要로 하는 工程도 있으며 多變數의인 各單位 工程이 서로의 相關關係에 따라 複合的으로 영향을 미치고 있는 工程이라고 할 수 있다. 또한 工程에 따라서는 아직까지도 確實히 규명되어 있지 않은채 다만 이런 種類의 pattern 으로 反應이 進行될 것이다 하는 추측만으로 運轉되는 工程도 있는 것이다.

2-3 計測計器의 信賴性

雜音源이 많기로 有名한 시멘트 製造工程에서 dust, 소음, 진동, 열 등 모든 noise 에서 解放 될 수 있는 計測 技術의 發達만이 바람직하나 現在의 技術水準으로는 아무래도 해결되지 못하는 部門이 많은 實情이며 cement 製조 公程의 computer control 을 저해하고 있는 가장 큰 要因이 기도 하다.

3. 시멘트 工場에서의 computer 導入過程

3-1 導入推進方法

처음으로 시멘트 製조 公程에 computer 를 導入할 경우에 raw mix control 을 포함한 粉碎 및 燒成工程까지 computer 化 할 경우에 대개 아래의 2가지 導入方法으로 나누어진다. 즉 ① computer control 의 system 을 어느 정도 개발해 둔후 computer 를 導入 modification ② system 을 maker로부터 computer 와 함께 도입하여 modification(system)을 할 경우인 바 長短點 은 <表-1> 과 같다고 할 수 있다.

<表-1>

項目	方法	system 개발후 computer 도입	system 과 同時 computer 導入
所要期間(教育포함)		길다	짧다
費用		적다	크다
추진율		적다	크다
業務 적응 효과		크다	적다

註: 日本의 경우 system 을 大部分 獨自의으로 開發하고 있으며(2~3년간 소요) computer 도입후 modification 을 위하여 1년정도의 기간이 소요되고 있음.

3-2 開發組織

技術擔當 top class 를 委員長으로 그 밑에 化工, 電氣, 機械, 製御, 數學 등 專門 家를 委員으로 構成하고 있는 경향이며 hardware 의 補修는 大部分 service system 과의 계약으로 해결하는 方向으로 하고 있다.

3-3 開發經過

(1) 준비 단계

computer control 의 개념, process 의 해석 요령 등 全般的인 computer 機能의 이해 촉진을 위한 教育(관계자 教育 및 現場 담당자 教育 구분) 실시

(2) 예비조사 및 system 確立

computer control system 이 確立되기까지 대개 아래의 過程을 거치고 있다.

- a. 製御의 必要性 檢討 및 設備의 問題點 抽出
- b. 設備의 改善
- c. process 해석 및 model 作成
- d. program 의 作成

- e. 運轉員의 教育
  - f. on-line 에 따른 問題點의 抽出 및 改善
- (3) test run 및 model 의 修正
- a. kiln cooler control program 의 level up
  - b. 數學 model 의 level up
  - c. 統計的 process 해석 program 의 개발

#### 4. 工程別 computer control 現況

##### 4-1 原料 工程 制御

###### 1. 主原料 control

主原料인 石灰石은 大部分의 工場에서 ore-bed system 에 의한 premixing 시설을 完備하고 있으며 X-ray 의 도움에 의한 全成分 control 을 실시하고 있다.

###### 2. 原料 粉碎 工程

工程狀態 判斷用 input data 는 各 工場마다의 特性에 따라 차이가 있으나

主로 BE 電力  
electric ear } 에 의한 mill control

粉末의 粒度(separator r.p.m.) control 등을 실시하고 있다.

###### 3. 原料調合 制御

mill 出口에서의 sampling 結果를 X-ray(lime meter)에 의한 on-line(off-line 도 있음)的으로 全成分 control 을 실시하고 있으며 computer down 시를 對備한 受動 control 도 가능하도록 되어 있다.

##### 4-2 燒成工程

시멘트 제조 공정중 가장 중요하면서도 control 이 어려운 공정이다.

一般的으로 나누어져 있는 unit control system 으로는

- a. 投入原料 control system
- b. kiln 운전 制御 control system
- c. 2次 공기 온도 control system
- d. emergency case 처리 system

등으로 나누어지고 있으나 이 process 의 特徵인

- a. 固體로써 高溫인 까닭에 測定이 곤란
- b. process 의 흐름이 느려 工程의 時差가 크다.

c. 多變數系로서 各 要因과 相關關係가 복잡하게 엉켜있어 特性을 파악하기 힘들다.

이러한 번잡한 process 를 方程式으로 나타내는 理論 model과 實際의 經驗을 토대로 작성한 經驗 model과를 연관시켜 control program 을 작성하고 있다.

또한 이 control program 은 工程의 狀態에 따라

- ① 最適化 program(feeding up)
- ② 安定化 program(normal operation)
- ③ 緊急處理 program(耐火煉瓦탈락 cyclone clogging 등)으로 나누어져 있다.

#### 4-3 cement 粉碎 工程

크링카 및 석고의 比率, cement Blaine constant 化 등을 제외한 一般運轉은 原料 粉碎 工程과 大同小異한 control 을 실시하고 있다.

#### 4-4 其 他

1. 最近 computer 의 諸般 機能 向上에 따라 on-line 으로 工程과 直結되어 있는 computer 를 time shaving 등의 方法으로 工場 自體의 P.M 管理, 賃金 및 各種 技術 計算 등의 off-line 活用이 눈에 띄고 있다.

#### 2. data 수집 處理

data 마다의 特性에 따라 1分, 5分 혹은 10分마다 scanning 하여 電氣 信號를 公업 단위로 變換後 data 의 正確성을 check 한 후 統計的 手法에 의하여 운전 data 의 日誌化 및 工程 分析의 자료로 한다.

### 5. 效 果

#### 5-1 製品의 均質化

原料成分의 變動이 적어지고 燒成方法이 標準化 되기 때문에 製品이 均質化된다. 製品의 均質化는 物理 및 化學的 特性에 걸쳐 일어난다.

#### 5-2 生産 能率 向上

kiln 供給原料의 質과 量의 均一化에 따라 燒成상태의 安定을 기할 수 있게 되어 kiln 의 long run, 耐火物의 수명연장 등 生産量이 增大된다.

#### 5-3 勞動 生産性 向上

대부분의 경우 起動, 停止 以外에는 computer 가 運轉을 代身함으로써 人員의 省力化를 기할 수 있으며 高度의 판단을 要하는 작업에 運轉員을 전용할 수 있다.

〈表-2〉 全世界의 cement 工業 PCC 採用 工場現況

computer 入 力 新 工 程 程	工 程	燒 成	原 料 mill	試 驗	cement mill	鑛 山	出 荷	
	工場數	24	19	17	11	4	1	
computer 出 力 數 種	種 類	記 錄	警 報	開回路	閉回路	D.D.C		
	工場數	22	25	7	25	25		
computer 工 程 控 制	工 程	探掘計劃	原料調合	燒 成	cement mill	出 荷		
	工場數	3	22	23	11	5		
效 果	回答內容	利益 있음			追加 고려중		확장 고려중	
	工場數	23(기권 3)			24		16	

資料 : 1969年 Rock Products社 調査, 總 26 工場인.

#### 5-4 設備費, 補修費의 節減

各 process의 能力이 明確하게 되어 貯藏庫 其他의 設備가 能力에 準하여 安定된 操業에 의 해 生産量當의 補修費가 減少된다.

#### 5-5 技術 向上과 管理의 進步

工程 解析 技術이 發展하고 制御 system이 完成됨에 따라 製造技術은 向上하고 諸設計 計算이 正確하게 行해지므로 能率向上이 可能해진다.

各 變數의 기여율에 대한 運算을 잡을 수 있게 된다.

### 6. 檢討 事項

6-1 computer down時 最少限의 手動 運轉이 可能할 수 있도록 各 工程別 最大限의 自動化 施設(mill 自動운전, 流量 constan化 등)은 完備되어 있는 것이 좋다.

6-2 computer control의 성공의 열쇠는 推進職制와 現場부서 및 담당자와의 참다운 이해와 積極적인 協력이 이루어지느냐에 달려 있으며 이러한 協조분위기는 computer 만능이라는 排他的 性質을 가진다기 보다, 보다 편하게, 보다 安定되고 능률있게 機계를 돌릴 수 있는 하나의 道具에 지나지 않는다는 좀더 高次元의 見地에서 고려해야 할 것이다.