

現場技術

生型用 鑄物砂 管理

朴 利 潤*

量産工場 非量産工場을 위시하여 어느程度 管理되어 지는 鑄物工場에서 使用하는 鑄物砂는 거의 1回 以上 使用한 鑄物砂를 再使用 回轉시키는 境遇가 一般的이다. 特히 生型 機械造型에 供給되는 鑄物砂는 新砂의 補給量이 대개 5% 以下로서 造型에 使用되는 砂의 95% 以上은 回收된 古砂에 의해 構成되어 진다.

1. 鑄物砂 混合에 따른 添加劑의 變動

弊社は 生型機械造型으로 生産되는 部分이 全生産量의 75% 内外로서 이에 차지되는 鑄物砂에 關聯되는 原價가 큰 비중을 가지고 있는 바, 特히 必要로 하는 鑄型의 物理, 化學的인 諸般 性質을 가장 저렴한 Cost로 工程管理하기 위해서 鑄物砂의 回收率, 鑄物砂 混練에 必要한 添加劑 등을 엄격하게 管理를 하지 않을 수 없게 됨에 弊社에서는 下記와 같은 Data를 만들게 되었다.

i) 混合砂의 構成

Return-sand : 97% (776kg)

New - sand : 3% (24kg)

100% 800 kg / Batch

ii) 添加劑의 loss 變化

項目 區分	目標 性分	新砂分配合量	고사중 減耗量
Bentonite	9%	24kg × 9% = 2.16 kg	3.5%
Seacoal	0.5%	24kg × 0.5% = 0.12 kg	3.5%
Dextrine	0.5%	24kg × 0.5% = 0.12 kg	3.5%

項目 區分	古砂分補給量	合計 添加量
Bentonite	776kg × 9% × 3.5% = 2.4 kg	4.56kg
Seacoal	776kg × 3.8% × 0.5% = 0.147kg	0.267kg
Dextrine	776kg × 3.8% × 0.5% = 0.147kg	0.267kg

上記 내용을 再次 要約하면

제 2회 기술토론회에서 발표된 내용임.

* 釜山鑄工(株) 理事

項目 區分	管理基準值	補給豫定值	實補給量
Return-sand	97 %	97 %	97 %
New-sand	3 %	3 %	3 %
Bentonite	9 %	0.575 %	0.6 ~ 0.65 %
Sea-coal	0.5 %	0.033 %	0.03 ~ 0.035%
Dextrine	0.5 %	0.033 %	0.03 %

와 같으며, 이는 製品의 形狀, Core 有無 등과 關係가 있으며, 此의 管理는 아직까지 未洽한 狀態로 特殊한 狀況이 發生時 이에 적절한 措置를 하고 있는 實情이다.

2. 回轉하는 鑄物砂 數學的 分析

우선 100% 新砂 配合으로 混練해서, 注湯後 古砂를 回收해서 이 後부터 定量 新砂를 添加하면서 鑄物砂를 再生 使用하는 境遇를 생각하면, 粘結劑로 使用되는 添加物은 配合된 砂重量에 包含시켜 이의 關係를 수식으로 表現하고자 한다.

1 回の 處理量 Akg (일정)

1 回の 新砂 添加量 Bkg (일정)

古砂 使用比率 100 · α% 즉 $\alpha = \frac{A - B}{A}$

新砂 100%의 混練을 0 回로서, 以後부터 砂 回轉數를 1 回, 2 回, 3 回, ……로, 回轉되어 가는 古砂의 構成 및 混練된 砂의 構成은 Table 1과 같이 變化되어 간다. 古砂는 前회에 混練된 砂中 100 · α를 回收해서 配合되어지기 때문에

古砂量 (A - B) = (前회의 混練砂) × α

로 表記되어 지며, 砂回轉數 n 回 시의 砂構成은

$$[古砂構成] = A\alpha^n + B\alpha^{n-1} + B\alpha^{n-2} + \dots$$

$$B\alpha^2 + B\alpha$$

$$= A\alpha^2 + B\alpha(\alpha^{n-2} + \alpha^{n-3} + \dots + \alpha^2 + \alpha + 1)$$

$$= A\alpha^n + B\alpha \sum_{i=0}^{n-2} \alpha^i$$

$$\begin{aligned}
 \text{〔混練砂 構成〕} &= \text{〔古砂 構成〕} + \text{〔新砂〕} \\
 &= (A\alpha^n + B\alpha^{n-1} + B\alpha^{n-2} + \dots \\
 &\quad + B\alpha^2 + B\alpha) + (B) \\
 &= A\alpha^n + B(\alpha^{n-1} + \alpha^{n-2} + \dots + \alpha \\
 &\quad + \alpha^2) + \alpha + 1) \\
 &= A\alpha^n + B \sum_{i=0}^{n-1} \alpha^i
 \end{aligned}$$

<Table 1> 1回轉砂의 回轉數와 混練砂 構成

砂回轉數	0	1	2	3
新砂配合量	A	B	B	B
古砂構成	0	A α	A α^2 +B α	A α^3 +B α^2 +B α
混練砂構成	A	A α +B	A α^2 +B α +B	A α^3 +B α^2 +B α +B
砂回轉數		4		n
新砂配合量		B		B
古砂構成		A α^4 +B α^3 +B α^2 +B α		A α^n +B $\sum_{i=0}^{n-2} \alpha^i$
混練砂構成		A α^4 +B α^3 +B α^2 +B α +B		A α^n +B $\sum_{i=0}^{n-1} \alpha^i$

2-1. 數式的意味 第1項 A α^n

以上에서 얻어지는 數式的 各項과 回轉하는 砂의 構成과의 어떠한 關係가 있는 것을 調査해 보고자 한다. 우선 第1項의 A α^n 는 처음 Start時에 使用된 新砂 Akg이 n회의 반복 使用에 의해, A α^n 로 減少된 것으로 意味된다.

弊社는 green sand를 每回 800 kg處理하는 過程에서 每回 24 kg의 新砂와 776 kg의 古砂를 配合하여 每日 金鑄物砂가 4回轉되어 진다. 이를 第1項에 대입하면 A $\alpha^n = 800 \left(\frac{800-24}{800} \right)^n$ 이 되며 이를 Graph로 表示하면 Fig.1과 같다. 이에 의하면 22回轉

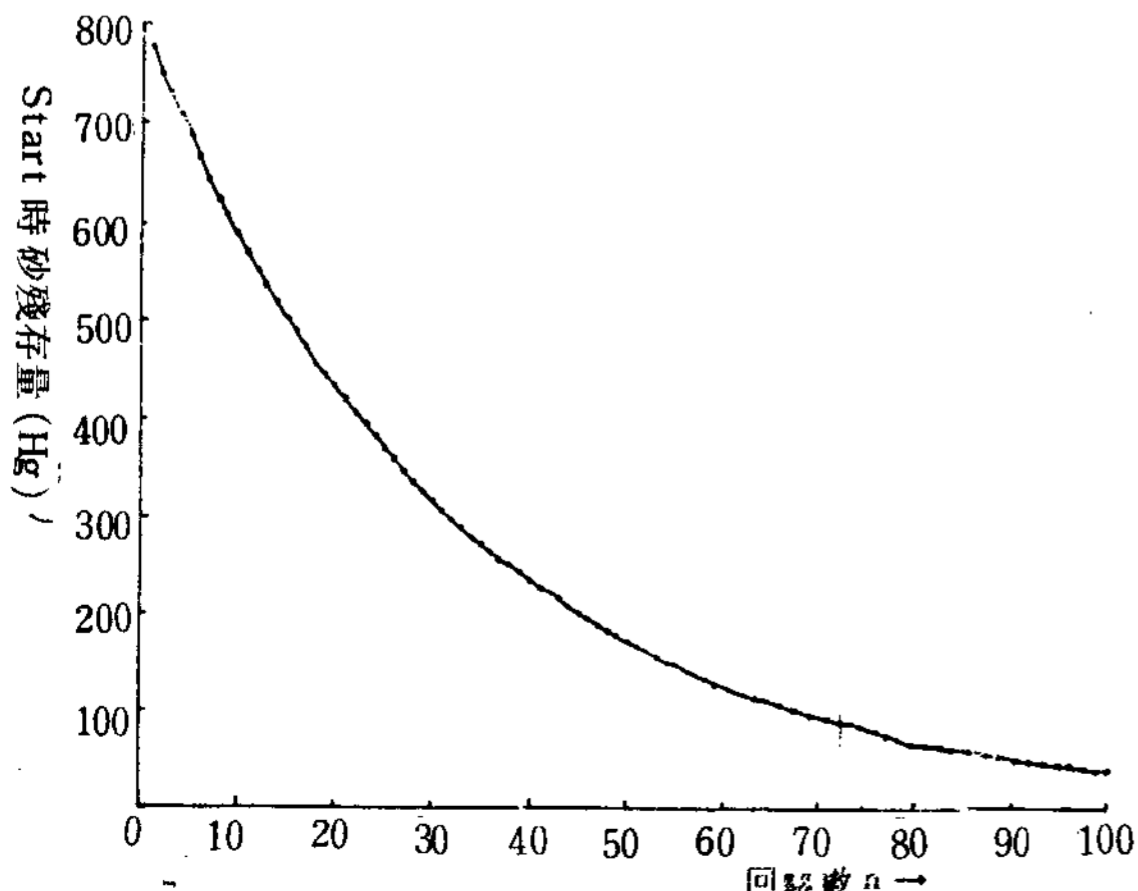


Fig 1. Start 砂 殘存量 曲線

時 初回 砂殘存量이 409 kg 23回轉時 397 kg로 約 50%程度 混練砂 中에 날게된다. 弊社는 1回 Mixing 重量 800 kg로 1日 300回 Sand mixer에서 混練 配出되며, 이 機械 造型의 1回 砂 Lot는 60여 臺으로 서 하루 4回轉 全鑄物砂가 回轉되어지므로, Start時의 砂 殘存量이 0.5% 以下로 떨어지는 時點은 173回轉 즉 43日 以後에 거의 새로운 形態의 鑄物砂로 形成되어질 수 있다.

2-2 數式的意味 第2項 B $\sum_{i=0}^{n-1} \alpha^i$

Table 1에 의해 古砂 構成을 보면, n=2의 B α 는 n=1에서 配合된 新砂 Bkg이 1回 注湯되어져 B α kg인 古砂로 되어진다. 따라서 古砂의 構成은 2回 注湯된 古砂 A α^2 kg과 1回 注湯된 B α kg으로 되며, n=3의 古砂 構成은 3回轉 古砂 A α^3 +2回轉 古砂 B α^2 +1回轉 古砂 B α 로 된다. 이와 같이 (n-1)回轉 B $\alpha^{(n-1)}$ kg과.....2回轉 古砂 B α^2 , 1回轉 古砂 B α 와의 總合으로 된다. 그리고 1回轉 古砂, 2回轉 古砂 즉 B α , B α^2 에서 n의 크기에 關係없이 일정하다. 이것은 長期에 걸쳐서 一定配合으로 서 回轉되는 鑄物砂 즉 n= ∞ 境遇의 古砂 構成을 생각하면 상당히 重要하다.(Fig.2 參照)

2-3 經濟的 意味

弊社에서 經驗한 境遇를 1例를 들면, 機械 造型用 鑄物砂를 全面的으로 交替를 할 境遇가 發生된 적이 있었다. 이의 原因은 確實히 단정을 지을 수는 없었지만 수도물을 使用함으로써 즉 Clion으로 酸性化 Compactability 관리치 미달 등으로 全鑄物砂를 교체할 目的으로 新砂 10%投入 方法을 採擇한 적이 있었다. 이를 간략하게 說明하면,

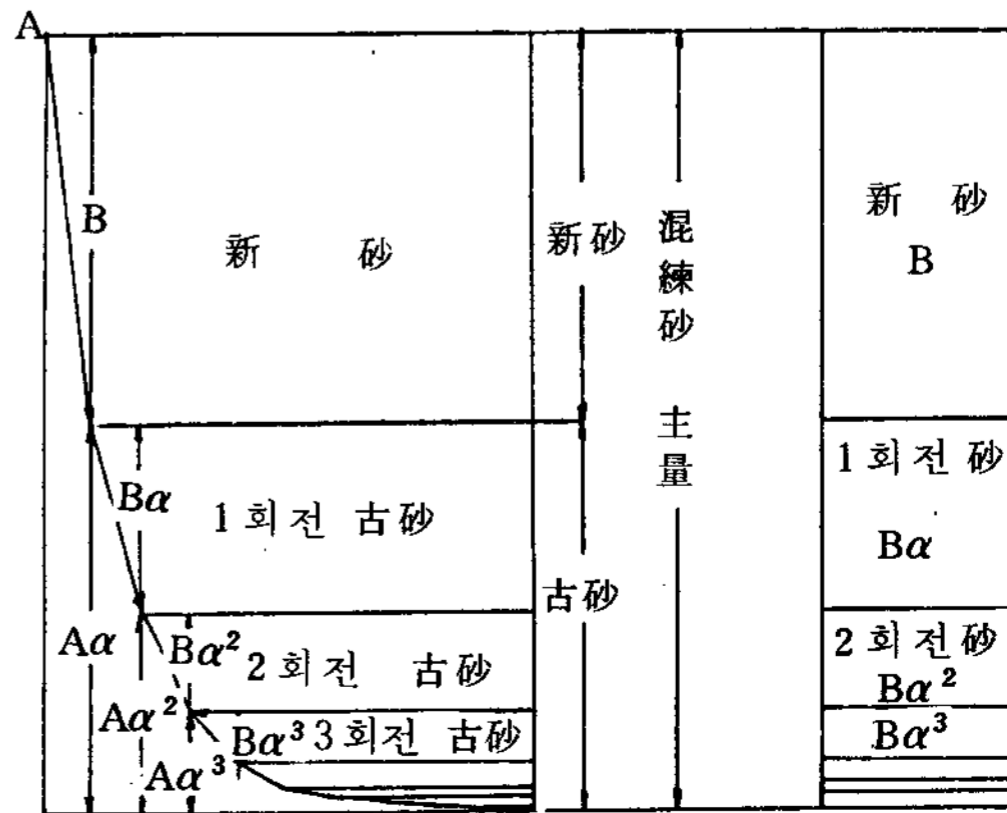


Fig 2. 混練砂 構成 ($\alpha = 1/2$)

- 全鑄物砂重量 : 60 \$
- 新砂投入量 : 10 % (80 kg / batch)
- 1 Batch 砂處理量 : 800 kg
- 1 日 砂處理量 : 300 回, 240 \$
- 1 日 砂回轉量 : 4 回轉

로서 12.5 日 즉 50 回轉을 함으로써 全鑄物砂가 交

替되어지며 이에 必要한 新砂는 50 回轉 × 60 \$ / 回轉 × 10 % = 300 \$ 程度가 所要되어지며 이는 新砂 費用 만 하더라도 500 여만원의 經費가 所要된다.

以上과 같이, 現 鑄物砂가 問題가 되어 交替가 必要할 때는 공정별 諸般 問題들을 들추어 가장 적절한 方法을 講究하는 것이 바람직하다.



※ 토 피

塗型에서의 經濟

일리노이州 노스시카고의 Ceramco Inc. 技術者는 유자 (user) 의 工場에서 行한 實驗結果로부터 다음 的 結論을 얻었다.

1. 1 갈론의 塗型材를 젖은 狀態 도형두께 $\frac{1}{100}$ 인 치로 塗布하면 약 160ft² 를 塗型할 수 있다.
2. 도형건조하면 웨트 두께의 50 ~ 80 %로 두께 가 감소한다. 이 減少度는, 塗型材의 固形分에 따라 다른데, 예상되는 바와 같이, 固形分이 많으면 수축 이 덜 된다.
3. 각종 塗型材를, 건조상태의 두께를 인치로 도포하기 위한 材料費는 대체로 아랫표와 같다.
4. 水性塗型材를 $\frac{1}{100}$ 인치의 두께로 도포한 경우, 風量이 많으면 가열하지 않더라도 20分 안에 건조된 다. 공기순환이 없으면 赤外線에 의한 가열로써 역시 20分을 요한다.
5. 水性塗型材를 $\frac{1}{100}$ 인치의 두께로 도포한 경우, 加熱과 공기순환과를 組合하면 5分간 에 건조되고 에 너지 코스트는 ft² 當 0.3 센트이다.
6. 鑄物 1 ton 當 塗型材 코스트는, 鑄物의 표면

적과 부피의 比에 따라 달라진다. 예를들면, 그 比가 4:1인 大型 鑄物인 때에는 가장 비싼 塗型材를 써 도 그 코스트는 \$ 2.0/t 을 넘지 않는다. 그러나 24:1인 때에는 코스트가 \$ 15.0/t 에 이른다.

7. 化學硬化砂를 使用하는 경우에는 모래와 레진 코스트에 대한 塗型材 코스트는 적어도 15:1 이 된다.

塗 型 材	調 製 費 (\$/lb)	砂型表面積 ft ² 當 (\$) 코스트
질콘 - 물	0.26	0.04 - 0.05
질콘 - 알콜	0.385	0.07 - 0.08
질콘 - 알콜	0.365	0.05 - 0.06
질콘 - 클로르에탄	0.46	0.08 - 0.16
플라이트 - 물	0.20	0.03 - 0.04
플라이트 - 알콜	0.33	0.05 - 0.06
플라이트 - 클로르에탄	0.38	0.07 - 0.09
마그네사이트 - 알콜	0.38	0.05 - 0.06
마그네사이트 - 클로르에탄	0.46	0.08 - 0.10

(한국기계연구소 이영상)