

鑄型用 自硬性 有機粘結劑 (후란 - No bake법)에 대하여

松 浦 忠 義

本協會 主催로 1978.7.18 서울新聞會館講堂에서 실시한 바 있는 鑄物技術講演內容을 정리게재합니다 (편집자)

1. 自硬性 粘結劑

自硬性 粘結劑란 “造型한 後 常溫에서 쓸 수 있는 適當한 強度가 發現하는 粘結劑”를 定義한다.

이는 有機自硬성과 無機自硬성으로 分類되며 有機系의 主流가 후란系樹脂(홀후릴알콜 요소 포름알데하이드樹脂)이다.

2. 后란系樹脂의 種類

后란系樹脂란 홀후릴알콜과 포르마린系樹脂를 共縮合시킨 液狀樹脂를 말한다.

- ① 홀후릴알콜·포름알데하이드系樹脂 (FA/F)
- ② 홀후릴알콜·요소·포름알데하이드系樹脂 (FA/UF)
- ③ 홀후릴알콜·페놀·포름알데하이드系樹脂 (FA/PF)
- ④ 홀후릴알콜·페놀·요소·포름알데하이드系樹脂 (FA/PF·UF)
- ⑤ 홀후릴알콜 单独系樹脂 (PFA)

로 分類되지만 鑄物用으로서 自硬性 后란樹脂는 特히 斷書가 없는 한 ②의 홀후

릴알콜·요소·포름알데하이드系樹脂(간단히 후란樹脂)를 말한다.

后란樹脂는 다시 含有하는 홀후릴알콜(FA)의 含有量(逆으로 含有하는 窒素(N₂)含有量에 따라)에 따라서 高后란樹脂(High Furan Content Resin), 中后란樹脂(Middle Furan Content Resin) 低后란樹脂(Low Furan Content Resin)로 分類된다.

后란樹脂의 概略的인 適用範圍는 다음과 같다.

	FA 含有 %	질소含有 %	適 用
高后란樹脂	70 以上	5 以下	鑄鋼, 鑄鐵 : 砂回收 再使用
中后란樹脂	50~70	5~10	鑄鐵, 輕合金 : 砂回收하지않음
低后란樹脂	50 以上	10~15	Ingot Case : 砂回收·再使用

또한 后란樹脂의 概略 製造方法은 下記와 같다.

通常홀후릴 알콜 中에서 요소·포름알데하이드樹脂를 合成하며 이때 同時에 홀후릴알콜과 共縮合을 일으키게 設計되었다.

따라서 后란樹脂는 홀후릴알콜·요소·포름알데하이드樹脂 및 그 共縮合体, 홀후릴알콜 单独重合体 등의 混合物이다.

日本の 경우는 1963年頃부터 후란樹脂 (이것이 低후란樹脂였지만) 使用됨을 비롯하여 好況期에는 500 Ton/月の 使用量을 넘었다. 그러나 1975年頃に 激減해 1978年(現在)再次 500 Ton/月을 넘었다고 報告되어 있다. 더구나 이 후란樹脂의 80%以上이 高후란樹脂이다. 그것은 단순히 生産性 重視로 부터 生産性, 가스發生量, 公害防止, 硅砂의 完全回收 等を 綜合적으로 考慮한 經濟性重視로 高후란樹脂의 경기가 좋아지고 있어 今後 自硬性의 主流를 “高후란樹脂”이라고 断言할 수 있다.

4. 후란樹脂의 利点과 欠点

4.1 利 点

A. 生産性的의 向上

- ① 常温硬化이기 때문에 燒成에 要하는 經費가 削減된다.
- ② 鑄수精度, 高強度로 因해 金型의 補修가 거의 必要치 않다.
- ③ 熟練度를 必要로 하지 않는다.
- ④ 拔型後 곧 塗型이 可能하다.

B. 作業環境이 改善된다.

- ① 燒成型에 比較해 熱氣, 臭氣가 적다.
- ② 型分離가 容易해 粉塵의 發生이 적다.

C. 資源節約, 公害防止에 貢獻한다.

- ① 崩壞性이 우수하고 硅砂의 90%以上 回收가 可能하다.
(再回收反復)
- ② 廢砂가 적게되어 二次公害防止의 役割을 한다.

D. 製品의 欠陷이 적다.

- ① 가스發生量이 가장 적기 때문에 製品의 가스欠陷이 적다.

4.2 欠 点

A. 雰囲氣條件의 影響을 받기 쉽다.

- ① 溫度, 湿度의 差에 따라 硬化速度, 強度가 左右된다.

B. 硅砂의 選擇이 必要하다.

- ① 硅砂中の 微量金屬鹽, 酸消費量이 強度에 影響을 미친다.

C. 杼型의 回轉率이 낮다.

- ① 拔型時間이 加熱型, Iso-cure法, 물유리法에 比較해 길기 때문에 杼型의 數가 많게 된다.

D. 硬化劑가 強酸이기 때문에 取扱上의 注意가 必要하다.

概略 以上과 같은 利点과 欠점이 있다.

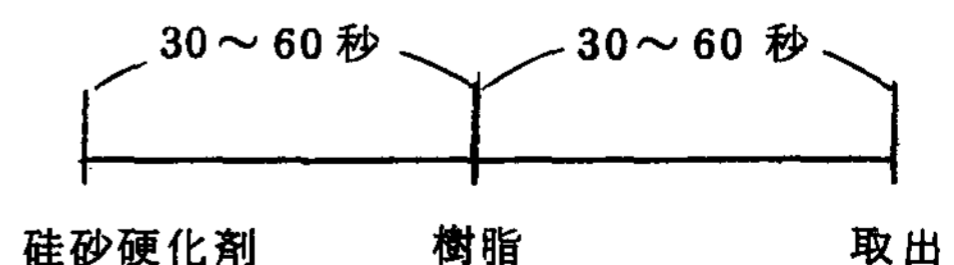
5. 実施例 (후란 No-Bake法)

5.1 配合의 決定

- A. 후란用硅砂 100 Wt
- B. 硬化劑 0.3 (30%对 樹脂)
- C. 高후란樹脂 1 (1%对 硅砂)

5.2 混 練

D. 混練機: 混練機의 種類



5.3 造型 (型込)

E. 型込 : 型込의 方法

5.4 拔 型

F. 拔型 : 拔型時間과 可使時間

5.5 塗 型

G. 塗型劑 : 塗布와 乾燥

5.6 注 湯

5.7 型 : 分離

5.8 砂의 回收

H. 回收裝置

I. 回收砂의 性状管理

以上 위의 工程이 되풀이 되고 있다.

重要 或은 注意點에 대해서는 A~I가 있으며 이것에 관해 後述한다.

6. 原 資 材

A. 후란用 硅砂

1. 후란用 硅砂의 選擇은 特히 重要하며 硅砂의 回收, 再生利用을 考慮해 粘結劑의 少量添加로서 高強度를 얻을 수 있는 砂가 結局은 有利하다.

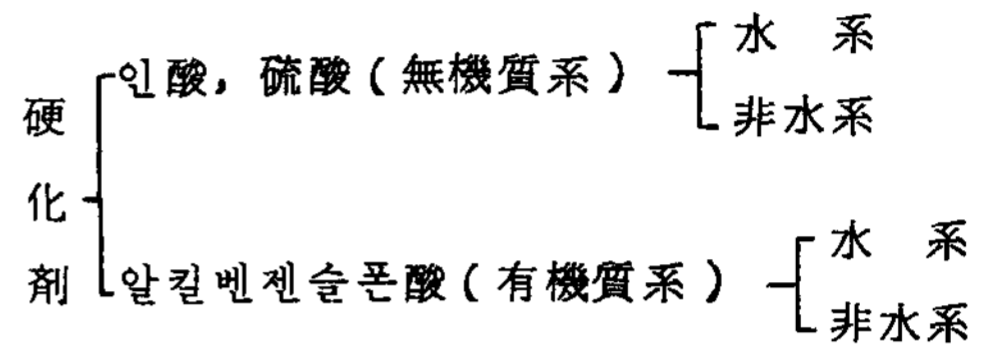
2. 硅砂選擇의 條件

- 酸消費量이 적고 PH가 中性에 가까울 것
- 硅砂中の 水分이 적을 것
- 硅砂의 粒度가 均一하고 微粉, 粘土分이 적을 것
- 둥글고 단단하고 硅素分이 높은 것
- 硅砂中에 알카리分의 含有가 적을 것 ($Na_2CO_3, CaCO_3, MgO, FeO, Fe_3O_4$)

硅砂가 후란用에 適當한 것인가에 관해서는 上記와 같이 分析이 必要하지만 簡單하게 實際試驗的으로 使用해 보면 判定된다.

B. 后란樹脂用硬化劑

1. 후란樹脂의 硬化劑는 強酸類이며 인산 (H_3PO_4), 황산 (H_2SO_4) 알킬벤젠술폰酸 (벤젠술폰酸, 톨루엔술폰酸等) 이 一般的인 硬化劑이지만 砂를 回收 再生使用할 경우 인酸은 거의 使用되지 않는다.



砂를 回收해 使用할 경우 速硬化型에는 硫酸이 使用되지만 一般的으로 알킬벤젠술폰酸의 水系, 非水系 또는 그 中間이 使用된다. 有機質系가 強度水準은 높다.

2. 硬化劑의 決定

- ① 硬化速度, 性能은 硅砂의 性状에도 큰 影響을 받지만 雰囲気 條件에도 큰 影響을 받는다. 特히 溫度이다. 溫度에 따라서 硬化劑의 量 때론 種類까지도 變更해야 한다. 이 點 特히 注意가 必要하다.
- ② 一般的으로 連續해 使用하고 있으면 硬化劑의 添加量은 經驗的으로 把握되지만 硬化劑의 樹脂에 대한 添加量이 20 ~ 60%의 範圍外로 될 경우는 다시 適當한 硬化劑의 種類를 選擇해야 한다.

C. 高后란樹脂

1. 高后란樹脂란 通常 醇后릴알콜 含有量이 70%以上 질소含有量이 5%以下의 后란樹脂이다.

2. 使用目的에 따라 같은 高후란樹脂로 選擇해서 使用해야 한다. 鑄鐵用에는 FA 含有量이 75~85%, 鑄鋼用으로 그보다 FA 含有量이 높은 것이 良好하지만 實際로 使用되고 있는 것은 FA 含有量이 80 ± 5% 程度가 많다.

3. 高후란樹脂는 가장 적은 添加量으로 高強度를 얻을 수가 있다. 이것은 結果적으로 가스發生量도 적게 되고 鑄造欠陥도 적고, 環境汚染도 적게 되어 綜合적으로 매우 有利하다.

D. 混練機 (Mixer)

1. 混練機는 砂와 硬化劑 및 樹脂를 될 수 있는 한 短時間에 均一히 充分混合할 수 있는 것을 選擇할 必要가 있다. 후란樹脂가 量産分野에 檢討된 背景에는 自動連續高速믹샤의 發達로 인해 1分拔型도 可能으로 되어왔기 때문이다.
2. 通常은 30~60秒로서 均一히 混合될 수 있는 것으로 一応의 目的은 達成된다.
3. 특치式믹샤 : Simpson Mixer, Wire Mixer, 스·파믹샤
連續믹샤 : 太洋카버믹샤, 新東워-타스믹샤, 파스콜드믹샤, 사탄믹샤 등이 使用되고 있다.

E. 型込 (造型)

1. 型込를 위해 造型機로선 가벼운 Ramming 또는 振動에 의해 充填시키고 또는 高速에서 Blowing 機械를 使用하는 方法도 있다. Ramming는 木製棒이 使用된다.
2. 따라서 型込機는 拔型時間과 可使

時間과의 바란스에 따라 考慮되어야 하며 10分以內에 型込이 (手込)이 終了때 30~60分程度 放置後 拔型할 경우에는 特別한 裝置는 전혀 必要치 않다. 가볍게 눌러 넣는 程度로서 充分한 強度를 얻을 수가 있다.

F. 拔型

1. 抗压強度로서 5~6 kg/cm²이면 문제 없이 拔型한다. 小物, 單純型에서는 2~3 kg/cm²도 可能하다고 말한다.
2. 拔型까지 要하는 時間은 짧으면 짧은만큼 作業能率도 좋다. 따라서 빨리 硬化시키고자 할 경우는 그만큼 可使時間도 짧게 한다. 即 拔型時間 (初期強度)과 可使時間 (可使強度)는 相反되는 性能을 가진다.

G. 塗型劑

1. 塗型劑란 砂와 溶湯의 熱로 부터 保護하고 同時에 鑄物의 表面을 미끄럽게 하기 위한 被膜材이며 水性, 알콜溶性이 있다.
2. 후란鑄型에는 어느 것이든 使用되고 있지만 通常 알콜溶性 塗型劑이다.
3. 拔型後 바로 塗型材를 塗布하고 즉시 着火乾燥해 同時에 硬化도 進行시키는 方法이 一般的이다. 단, 表面이 너무 硬化하지 않을 경우는 一時的으로 軟化해 "塗型의 처짐 (垂)"이 생기는 경우도 있다. 이와같은 경우는 다시 時間을 주어 塗型함에 依해 解決한다.

H. 回收裝置

1. 再生은 大別해서 濕式 乾式磨剥方式,

燒成方式의 세가지로 나누지만 후란樹脂의 경우는 乾式磨剥方式이 대부분이다.

2. 될 수 있는한 砂粒을 粉碎해서 適当히 微粉(粘結劑와 微硅砂)을 除去하고 常溫程度로 溫度를 調整할 必要가 있다.

I. 回收砂의 性状管理

再生된 모래는 少量의 粘結劑가 殘留해 있는 쪽이 強度面으로 오히려 좋지만 一定의 管理基準値를 정하고 그것에 準해서 체크하는 것이 普通이다.

1. 管理試驗은

- a. 粒度分布
- b. 灼熱減量
- c. 強度挙動
- d. PH
- e. 酸消費量 등이 있으며 特히 a b에 대해서는 注意 管理를 해야 한다.

2. 粒度分布에 있어서 微粉이 많게 되면 a 添加한 樹脂分이 微粉에 吸着되어 強度不足으로 되고 가스 發生量도 많게 된다. (例, # 28, 2.3%減量→# 150, 3.97%減量) 또 通氣度도 나쁘게 되어 가스欠陥이 發生하기 쉽다.

3. 灼熱減量에 대해서는 많게 되면 가스欠陥의 原因으로 되기 때문이다. 特히 窒素含有量이 어떤 레벨이상으로 增加하면 Pin hole이나 Blow hole이 생기기 쉽게 된다. 條件으로 普通鑄鐵: 0.2%, 球狀黑鉛鑄鐵: 0.1%, 高合金鑄鐵: 0.01%, 鑄鋼: 0.01%이다.

7. 結 論

以上 후란樹脂를 使用한 후란 No-Bake 法을 主体로 概略을 論했다. 今後의 Process는 經濟性, 公害面, 安全面을 重視한 Process가 發見하는 것은 기정사실이며 적어도 再生系 Process가 主流인 그 하나의 Process가 후란 No-Bake Process이다.

Furan No-Bake Process는 많은 利点에 의해 꽤 普及해 왔지만 今後도 점차 增加해 갈 것이다.

따라서 Furan No-Bake 法이 万能이라고 말할 수 없으며 數 많은 欠点도 가지고 있기 때문에 그것을 좋게 認識하고 적어도 經濟的으로 使用해야 한다.

그러기 위해서는

- ① 좋은 모래를 選擇할 것, 좋은 모래는 100% 再生되고 둥글고, 단단하고, 硅素分이 높은 모래가 좋다.
- ② 高후란樹脂를 使用할 것, 高후란樹脂는 겉보기로는 高價로 생각되지만 有機粘結劑中 가장 적은 添加量으로 高強度의 中子, 主型은 0.8% Backsand는 0.5%程度의 添加量이라도 좋다.
- ③ 가능한 限 Sand/Metal比를 적게할 것. 現在는 Sand/Metal = 3/1이 標準이지만 2.5/1까지 可能하다.
- ④ 再生 Process를 보다 有利하게 實施할 것. 適切한 리크램마와 물과를 設置하고 回收砂를 連續해서 使用하는 方法이 要望된다.
- ⑤ 再生砂는 적어도 定期的으로 管理할 것