

鉛再精鍊工場의 粉塵 대책

菱田 一雄

〈東京市 環境保全局 大氣監視課長・技術士〉

〈本協 開發部 題供〉

1. 處理施設 改善의 動機

東京都 ○區는 城南工業地域의 대표적 地區이다. 침해지역에는 공장, 내륙부에는 주택가가 들어서 있는데, T(금속)는 그 중간지역에 위치 하고 있으며, 자동차의 폐촉진지를 용해하여 鉛을 회수하고 있으며 자본금 500 만엔(당시), 부지 800평, 작업장 120명의 중견기업이다.

부근 주민들로부터 「세탁물이 더러워진다. 더러워질 뿐만 아니라 분진이 부착되면 여간해서 떨어지지도 않는다. 煙이 얼굴에 닿으면 따끔따끔하다」 등등의 진정이 구청으로 날아 들어오 고 있다.

공해담당부처인 東京都에도 이와같은 진정이 있었지만, 경영자인 I社長이 담당자인 필자에게 공해방지시설의 선택과 설치에 관한 지도를 신청해 왔다. 당시 이와같은 鉛再精鍊工場은 都內에도 數個社가 있었는데, 기업규모가 작은 곳 이 많고, 또 이 업종의 시설에 대하여 적절한 機器가 개발되어 있지 않을 뿐더러 불충분한 시설 뿐이었기 때문에 집진장치의 선택지도에 어려움이 컸다.

필자는 여기서 I사장의 적극적인 자세와 공해방지대책의 책임자라는 입장에서 이 일에 대하여 깊이 연구해 보려고 생각하였다. 이를 위해서는 다음 사항에 유의할 필요가 있었다.

- 1) 매연배출의 실태와 성상의 정확한 파악.
- 2) 기종(機種)의 선정
- 3) 選定機種의 문제점 摘出
- 4) 설계
- 5) 자금의 조성에 대한 조치
- 6) 설치
- 7) 평가
- 8) 유지관리의 철저

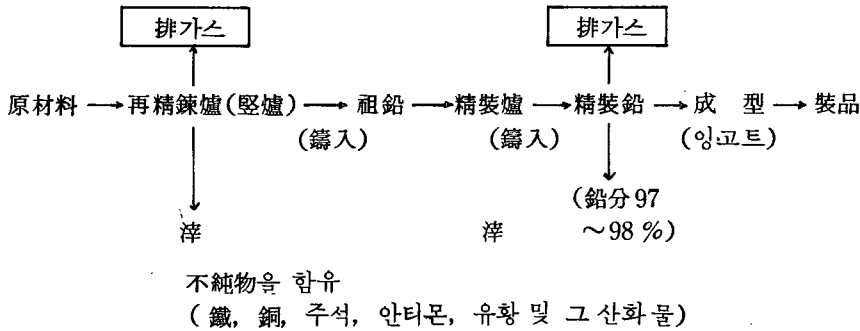
2. 工場의 作業狀況

일반적으로 鉛의 再精鍊이라고 하는 것은 단순히 鉛스크랩 (scrap) 의 용해를 목적으로 하고 있는 것인데, 본래의 의미로서의 精鍊이라고는 할 수 없다. 그러나 鉛의 재정련에서는 용해에 따라 어느 정도의 還元精鍊이 일어나서 粗鉛이나 精製鉛이 만들어지게 된다. 그 용해방법은 多種多樣하며, 再精鍊方法으로서 堅型熔解爐法 및

鐵鍋爐法이 있고, 精製法으로서 反射爐法이 있다.

再精鍊法중 堅型熔解爐 (堅爐) 는 쿠파라라고도 하며 매연, 분진등의 발생이 가장 많은 시설이다. 이것은 爐의 구조, 성능등이 粗惡한 원재료를 사용하는데에 적합하기 때문인데, 當該工場은 再精鍊에 이 堅爐를 사용하고 있다.

〈그림-1〉은 이 工場의 재정련 공정 및 정제 공정의 flow-sheet이다.



〈그림-1〉 재정련공장의 Flow-Sheet

堅爐의 公稱能力: 5 t/d × 2 基 (교대로 사용, 尙시 1 基가동, 1 基정비)

爐의 크기: 0.8 m × 0.8 m × 높이 1 m (角型)

Flow-sheet 는 〈그림〉에서 보는 바와 같이 간단한 것인데, 堅爐에서는 鉛스크랩의 熔解를 목적으로 하며, 이때 鉛의 산화물, 황산염등의 일부를 환원시키는 것이다.

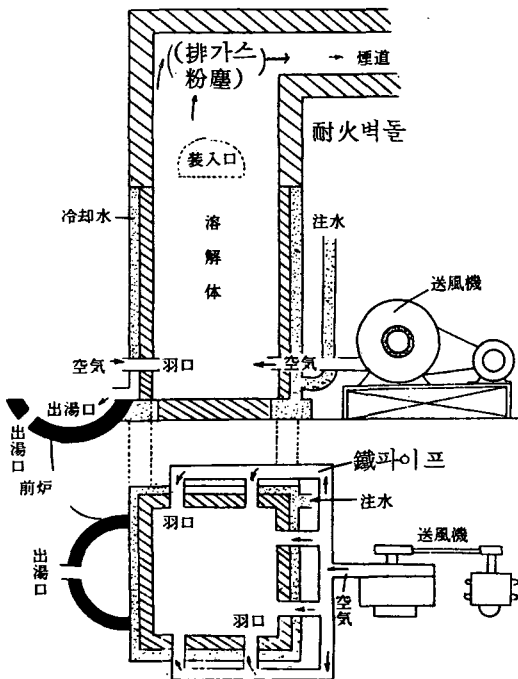
〈그림-2〉는 角型堅爐의 단면도이다.

조업은 처음에 비교적 직경이 큰 코오크스塊을 堅爐에 넣고, 點火送風한다. 송풍공기는 羽口로부터 爐内로 들어가서 연소를 시킨다.

爐内온도가 700℃ ~ 800℃에 달하면 원재료인 鉛蓄電池 (鉛蓄電池) 폐품을 裝입 (裝入) 하고, 그 후에는 코오크스와 원재료를 교대로 裝입한다. 원재료의 종류에 따라 造滓劑등을 裝입하여 용해 및 조제 (造滓) 작용을 촉진시킨다. 爐内온도 800 ~ 1,000℃에서 정련을 실시하며 용탕 (熔湯) 을 前爐에 넣어 滓를 분리하고, 용탕 粗鉛을 出湯口로부터 흘러 보내어 金型에 鑄込시켜 粗鉛塊을 만든다.

작업은 가능한한 연속해서 하며 爐内온도를 떨어뜨리지 않도록 하고 있다.

堅爐는 點火後 약 16 ~ 17 시간 연속조업을



실시한다. 粗鉛에는 불순물이 많기 때문에 반사로(정제)에서 정제한다. 정제시간은 90분에서 100분정도이다.

豎爐에서의 조업은 1시간에 0.6t를 용해하며 1 charge는 90분이었다.

3. 排가스의 性狀

3-1 매연발생의 원인

豎爐는 원재료의 용해를 목적으로 하고 있지만 精鍊還元도 병행하며 송풍을 하기 때문에 排가스량도 많다.

公稱能力 5 t/d의 當該爐의 배가스량은 최대 2500 Nm³/h, 최소 1500 Nm³/h 정도이다. 이 배가스량에는 발생가스량과 침입공기량이 있어서 정확한 파악이 어렵다. 매연발생의 원인은 원재료의 粗惡度가 크게 작용하며, 아울러 豎爐에 의한 재정련법도 영향을 미친다.



〈그림-3〉 鉛蓄電池(폐품)

〈표-1〉 鉛蓄電池의 構成要素

種 類	陰 極	電解液	陽 極	電壓(V)
鉛蓄電池	海綿狀鉛	希硫酸	過酸化鉛	2.1

(1) 원재료

鉛蓄電池 폐품을 원료로 하고 있다. 〈그림-3〉은 鉛蓄電池폐품인 battery case의 集荷狀況이다.

鉛蓄電池의 구성요소는 〈표-1〉과 같다.

당해공장은 원재료로서 연속전지 폐품을 100% 사용하고 있다. 연속전지는 묽은 황산을 전

해액으로 사용하기 때문에, 이것을 가열 용해하면 고농도의 유황산화물이 발생하며, 그 농도는 0.42~0.98% (4200~9800 ppm)에 이른다.

(2) 연료

豎爐中에 원재료와 함께 장입하고, 고온 연소시켜 원재료를 용해하는 것이 주된 목적이다. 羽口로부터 송풍되는 공기의 통풍을 양호하게 하기 위하여 粉狀의 코오크스는 제한되며, 일반연료용 코오크스보다 큰塊가 요구된다. 또 높은 온도를 형성하기 때문에 반응성이 낮은 塵分이 적은 것을 사용하고 있다. 코오크스의 사용량은 원재료의 8~12%였다. 코오크스의 사용량과 송풍량은 용해속도에 영향을 준다.

3-2 매연의 성상

매연의 성상은 〈표-2〉와 같다.

분진량은 당시의 대기오염방지법의 규제치 (0.4g/Nm³)에 비해 대단히 많은 양이며 유황산(SO₂ + SO₃)의 양도 많다. 더구나 粒度는 0.5 μm 전후로 미세한 편이었다.

〈그림-4〉는 鉛粉塵의 전자현미경 사진이다.

〈표-2〉 매연의 性狀

분진량 (JIS Z 8808)	平均 37.8g/Nm ³
硫黃酸化合物 (JIS K 0103)	0.42~0.98%
粒徑 (電子顯微鏡)	0.5 μm 前後
眞比重	5.43~6.96
겉보기比重	1.18 前後
成分	鉛 75% 前後 SO ₃ 15% 前後
排가스濕度	390~400 ℃
水分	CO %
鉛의化學的成分	Pb ₂ O PbO
發生가스量	22~23 Nm ³ /min

3-3 종래의 집진장치 (개조전)

조사사의 설치되어 있었던 집진장치는 사이클론과 橫型水洗洗淨裝置의 組合方式에 의한 것이었다.

사이클론으로 전 처리를 하고 Spray tower 방식의 수세세정장치로 집진하는 것이다. 〈그림-5〉는 그 Flow-Sheet이다. 그러나 이러한 방식으로는 전혀 포집이 되지 않고 형식적인 것이어

서 후술 하는 <그림-8>에서 알 수 있는 바와 같이 다량의 검은 연기가 발생하고 있다.

그 이유는



<그림-4> 연분진의 전자현미경사진

1) 매연의 성상이的確하게 파악되어 있지 않기 때문에 집진장치가 적절하지 못하였다.

2) 평균 입경이 $0.5\mu m$ 전후로서 사이클론의 포집한계 입자경보다 미세하기 때문에, 사이클론은 전처리 용이 되지 못하였다.

3) 납의 화학적 성분이 Pb_2O (亞酸化鉛) 과 PbO (亞酸化鉛) 로서 소수성 (疎水性) 임에도 불구하고 Spray tower 방식의 세정으로는 추정해서 20~30% 정도의 효과밖에 발휘되고 있지 않음을 알아내었다.

豎爐 → 사이클론 → 橫型水洗洗淨裝置 → 排風機
→ 煙突 (H = 23 m)

<그림-5> 改造前의 매연處理施設의 Flow-Sheet

4. 집진장치의 선정

집진장치의 선정에 있어서는 다음 사항에 유의하였다.

1) 효율과 함께 경제성을 존중한다. 東京都의 대부자금제도를 이용한다는 조건이며, 당시의 최고 한도액 500 만엔을 약간 상회하는 정도로 한다.

2) 가능한한 물을 사용하지 않는 방향으로 한다.

3) 작업방법, 조업조건등의 문제도 종합해서 생각한다.

4) 분진의 배출량을 규제치 이하로 억제하고 육안으로 볼 수 없을 정도로 한다.

4-1 각종 집진장치에 관한 검토

각종 집진장치에 관하여 아래와 같이 검토해 본다.

1) 사이클론 : 한계 입자경이 $7.5\mu m$ 정도이기 때문에 앞에서 기술한 바와 같이 효과를 기대할 수 없다.

2) 사이클론+수세 세정장치 : 종래에 설치되어 있는 것을 약간 성능이 좋은 것으로 바꾸는 것이다. 입경이 $1\mu m$ 정도의 것은 포집이 가능하지만 약 6t/h의 물을 사용한다. 현재의 것을 개량하더라도 효과의 상승은 기대할 수 없고, 별도의 새로운 시설을 설치할 필요가 있는데, 副次的으로 排水處理에 많은 비용이 소요된다는 점등을 고려하면 경제적으로 불가능하다.

3) 벤츄리 스크라버 : 가스 $1Nm^3$ 를 세정하는데에 약 1.5ℓ의 액가스비를 필요하므로 약 2t/h의 물을 사용하기 때문에, 2) 와 같이 적절한 것이 못된다.

4) 전기집진장치 : 성능은 만족할만한 것이지만, 분진의 전기저항율이 $10^{12} \sim 10^{14} \Omega \cdot cm$ 로 높기 때문에 相對濕度 (RH) 를 40% 전후로 排ガスを 調濕시킬 필요가 있고, 또 高價이기 때문에 이 공장에서의 설치는 적당치 못하다.

5) 여과집진장치 (Bag-Filter) : $0.5\mu m$ 정도의 입경에는 가능하다. 코스트는 500 만엔을 초과할지도 모르지만, 처리가스량을 가능한 한 적게 한다면 설치의 가능성도 있기 때문에 목표를 여기에 두었다.

<다음호에 계속>

