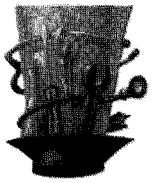


# 폐축전지를 이용하여 납괴를 생산하는 업체의 작업환경 개선 사례

대한산업보건협회 경북산업보건센타 / 황보 훈

## 1. 사업장 선정배경

본 사업장은 경북 영천시에 위치하며 자동차 폐축전지를 이용하여 납괴를 추출하는 업체로서 작업환경측정 결과, 2007년 하반기, 2008년 상반기 연속 납(Pb) 측정농도가 노출기준을 2배 초과 하였다. 또한 2008년 직업병 유소견자($D_1$)가 4명이 발생되어 대구지방노동청으로부터 보건진단 명령을 받아 산업안전보건공단으로부터 2008년 4월, 보건진단을 받았는데 또다시 납(Pb) 측정농도가 노출기준을 2배 초과하여 시급한 시설 개선이 필요하였다. 따라서 대상 공정에 대해 시설 보완 등을 수차례 언급받았고 사업주도 평소 작업장의 근로조건 및 작업방법, 작업환경 개선을 계획해 오던 중 산업안전보건공단 시설자금을 지원받아 용해로 교체 및 국소배기 보완, 바닥 개선, 폐축전지 절단자동화 등의 시설개선을 하기로 결정하였다.

## 2. 사업장(업종) 개요

| 사업장명 | (주)○○금속 | 소재지 | 경북 영천 | |
|---|---|---|---|---|
| 업종명(업종코드) | 37100 | 주요생산품 | 납괴 | |
| 보건관리자 | 이 ○ ○ | 안전보건 관리책임자 | 김 ○ ○ | |
| 안전관리자 | 이 ○ ○ | 노동 관서 | 대구지방노동청 | |
| 근로자수 | 총계(남/여) | 사무직 | 생산직 | 외국인 |
| | 16 (14/2) | 4 (2/2) | 8 (8/0) | 4 (4/0) |

## 3. 재해자 및 질병자 현황

| 년도별 (최근 3년) | 인원 | 재해자수(산재승인) | | | | | 질병유소견자 | | 요관찰자 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 계 | 사망 | 부상 | 직업병 | 작업관련성 질환 | 직업병 ($D_1$) | 일반병 ($D_2$) | 직업병 ($C_1$) | 일반병 ($C_2$) |
| 2006년 | 16명 | - | - | - | - | - | - | - | 2 | - |
| 2007년 | 16명 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - |
| 2008년 | 16명 | - | - | - | - | - | 4 | - | 6 | 1 |

## 4. 작업공정별 유해요인 분포 실태

폐납 자재입고 ⇨ 절단, 선별 ⇨ 1, 2차 용해 ⇨ 납괴 제작 ⇨ 검사, 출고

6명 ( 6명 )

▣ 황산 ▣ 분진

▣ 소음 ▣ 금속류(연, 산화철)

▣ 고열

## 5. 사업장 현황

### 5-1. 작업환경측정 현황

(단위 : mg/m³)

| 공정 | 작업내용 | 2008(상) - 개선 전 | | | 2008(하) - 개선 후 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 유해인자 (측정인자) | 측정 최고치 | 노출기준 | 유해인자 (측정인자) | 측정 최고치 | 노출기준 |
| 절단 공정 | 폐축전지 절단 | 황산 | 0.0179 | 0.2 | 황산 | 0.0020 | 0.2 |
| 용해 공정 | 연제련 | 연(Pb) | 0.1756 | 0.05 | 연(Pb) | 0.0114 | 0.05 |

### 5-2. 화학물질 취급 현황

| 취급 공정 | 화학물질명 | 월사용량 | MSDS 이행(○, ×) | | | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 작성 | 비치 | 교육 | |
| 절단 | 폐축전지 | 200 톤 | 0 | 0 | 0 | |
| 용해 | 코크스 | 80 톤 | - | - | 0 | |
| | 생 철 | 10 톤 | - | - | 0 | |

### 5-3. 국소배기장치 설치 현황

| 공정 | 후드 | | | | | 실측 풍량 ($m^3$/min) | 설정 배풍량 ($m^3$/min) | 풍량 평가 | 공기 정화장치 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 후드No | 설치 위치 | 형식 | 평균제어 속도(m/s) | 법적제어 속도(m/s) | | | | |
| 용해 | 1 | 슬래그 제거 | 케노피 형 후드 | 0.96 | 1.2 | 36.28 | 45.36 | 미흡 | 백필터 스크라바 |
| | 2 | 출탕 | 케노피 형 후드 | 0.85 | 1.2 | 29.99 | 42.34 | 미흡 | |
| 주조 | 3 | 주조 상방 | 케노피 형 후드 | 0.79 | 1.2 | 21.24 | 32.26 | 미흡 | |

## 6. 개선현황 및 계획

### 6-1. 개선대상 공정의 작업현황 및 개선 방안

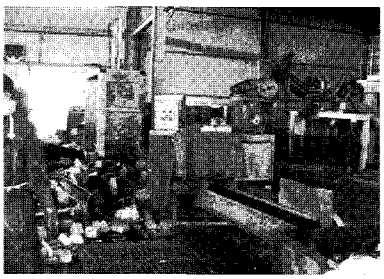
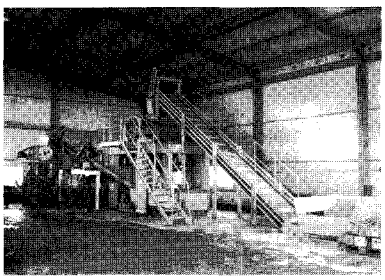
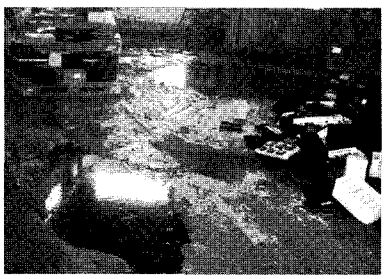
| 공정 | 공정 현황 | 개선 방안 |
|---|---|---|
| 절단 | • 폐축전지를 투입하여 절단(톱)하면 인력으로 납판 및 케이스를 분리하고 전해액(황산)은 바닥으로 흘려 보내 배수구를 통해 모음<br>• 국소배기설비 미설치 상태로 창문을 이용한 전체환기 상태에 의존하고 있음 | • 절단자동화기계를 새로 도입, 폐축전지가 투입되면서 자동절단 되어 납판 및 전해액(황산), 케이스 조각 등이 별도의 수집통에 모음<br>• 작업장 바닥 에폭시 도장 등 개선<br>• 보호구(방독마스크) 착용 지도 및 표준작업방법의 숙지 및 이행 |
| 용해 | • 평로용해로(포위식)에 납판 및 분철을 넣고 벙커C유를 연료로 용해, 불순물 제거 후 연제련함<br>• 국소배기장치(부스형)가 설치되어 있으나 효율이 미비하여 납흄 발생이 높음<br>• 현장 근로자 개인보호구 미착용 상태임 | • 큐폴라용해로(포위식, 케노피형)를 설치하여 납판, 생철, 코크스를 콘베이어로 투입, 용해하고 불순물 제거 후 연제련함<br>• 용해로 용탕 출구, 입구에 후드 설치<br>• 주조(성형)공정에 후드 설치<br>• 작업장 바닥 개선 및 청소 수시 실시<br>• 현장 근로자의 개인보호구 착용 지도 (방독마스크, 보호의, 방열복 등)<br>• 표준작업방법의 숙지 및 이행 |

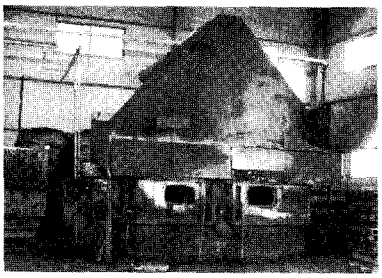
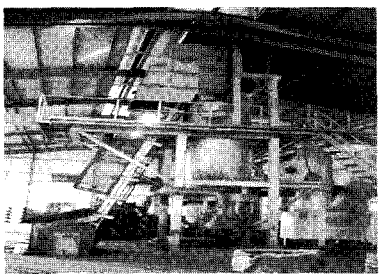
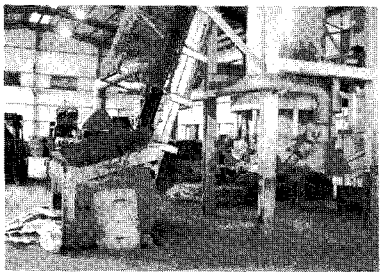
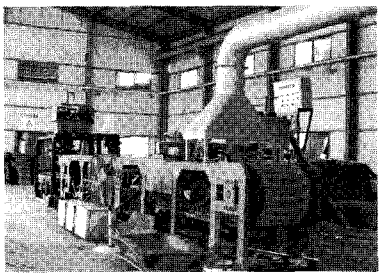
### 6-2. 개선지도 방법

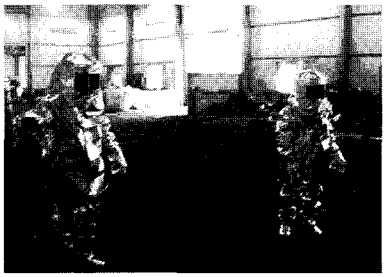
- 2008년 2월 : 용해공정 작업환경측정 결과 연(Pb) 측정치 노출 기준 대비 3배수 이상 초과하여 개선지도 실시
- 2007년 2월 : 사업주, 보건담당자와 1차 미팅, 개선계획 수립

- 2007년 3월 : 사업주, 보건담당자와 2차 미팅 (절단기 및 용해로 교체 건의 및 국소배기 장치 추가 설치 건의 및 논의)
- 2007년 4월-8월 : 절단기 교체 및 국소배기 장치 설치 공사 작업장 바닥 개선 및 보호구, 보호의, 청소용품 구입 완료
- 2007년 9월 : 본격적인 가동 실시
- 2007년 12월 : 작업환경측정 및 국소배기 검사 실시, 강평회 실시

## 6-3. 개선 전 · 후 현황

| 개선 전 | 개선 후 |
|---|---|
| **공정명 : 절단 (절단기 신설)** | |
|  |  |
| 폐축전지를 투입하여 절단(톱)하면 인력으로 납판 및 케이스를 분리하고 전해액(황산)은 바닥으로 흘려 보내 배수구를 통해 모음 | 절단기계를 새로 도입, 폐축전지를 콘베이어를 통해 투입하여 자동절단 되어 납판 및 전해액(황산), 케이스 등이 별도의 수집통에 모음 |
| **공정명 : 절단 (작업장바닥 개선)** | |
|  | |
| 절단공정의 바닥이 일반 흙바닥으로 전해액(황산)이 스며들거나 고여 있는 상태임 | 바닥은 불침투성 에폭시 도장 처리를 하여 깨끗하고 전해액(황산)을 신속히 배출 및 포집하도록 개선함 |

| 개선 전 | 개선 후 |
| --- | --- |
| **공정명 : 용해 (용해로 신설 : 큐폴라)** | |
|  |  |
| 평로용해로(포위식)에 납판 및 분철을 넣고 벙커C유를 연료로 용해, 불순물 제거 후 연 제련(근로자 인력작업이 많고 접촉빈도가 높음) | 큐폴라 용해로(포위식, 케노피형)를 가동하여 납판, 생철, 코크스를 콘베이어로 투입하여 용해, 불순물 제거 후 연제련함(출탕 때만 인력이 필요, 접촉빈도가 낮음) |
| **공정명 : 용해 (보호구 및 보호의 착용)** | |
| | |
| 일반 평상복에 면마스크를 착용하고 작업에 임하고 있음 | 안전모, 방독마스크 및 보호의를 착용하고 근로자 노출을 최소화함 |
| 개선 후 | |
| **공정명 : 용해 (용탕 출구, 주조공정 후드 설치)** | |
|  |  |
| 큐폴라 용해로에는 용탕 출구 및 주조공정에는 후드가 미설치 상태이나 추가로 후드를 설치하여 개선함 | |

| 개선 후 | |
|---|---|
| **공정명 : 용해 (보호의 개선 및 청소용품 구입)** | |
|  | |
| 용탕 출구 시 방열복 착용 및 청소기를 통해 수시로 현장 내 퇴적 분진 제거함 | |

## 7. 개선효과

| 유해요인 | 개선 전 농도 | 개선 후 농도 | 노출기준 | 저감률(%) |
|---|---|---|---|---|
| 황산 | 0.0179 | 0.0020 | 0.2 | 88.8 |
| 연(Pb) | 0.1756 | 0.0114 | 0.05 | 93.5 |

가. 용해공정

- 평로에서 큐폴라 용해로 교체 가동으로 작업자의 인력작업을 감소하여 유해물질(Pb) 노출빈도를 줄이고 출탕 및 주조공정에 국소배기를 추가 설치하여 작업장 납농도를 감소시킴
- 안전모, 방독마스크 및 보호의를 착용하고 근로자 노출을 최소화
- 살수작업 및 청소기를 통해 수시로 현장 내 퇴적 분진 제거하여 유해물질 폭로 최소화

나. 절단, 선별 : 절단자동화기계에 따른 작업자 황산 폭로 감소, 바닥개선으로 인해 황산 농도 감소 및 작업 시 전도 및 약품 화상의 위험 감소

다. 쾌적한 작업환경 조성으로 생산성 향상에 기여

라. 작업환경 및 작업방법개선 등 관리자 및 근로자의 자율적인 작업환경개선 의지를 고취시킴