

PD10) 주물공장 작업환경 개선을 위한 국소배기시스템 개발

Development of Ventilation System for Improvement of Work Environment of Iron Foundries

박현설 · 송창병 · 임경수

한국에너지기술연구원 대기환경연구센터

1. 서 론

주물 산업은 국내 산업의 근간을 이루는 기반산업으로서 그 역할을 담당하고 있으나, 동시에 대표적인 직무기피산업으로 잘 알려져 있다. 주물 공장의 직무기피 요인은 무엇보다도 작업환경의 열악성에 있다. 쇠를 녹이는 공정에서부터 주형을 제작하고, 쇳물을 주형에 주입하고, 주형을 해체하고, 주물사를 분리해서 재생하고, 그리고 주물표면을 후처리를 통해 최종 제품으로 나오는 모든 공정에 걸쳐서 분진을 포함한 대기오염물질이 다량으로 발생한다. 이때 발생하는 오염물질이 적절한 배기장치와 처리설비를 통해 외부로 배출되지 않는다면 작업 환경과 주변의 대기환경은 크게 악화될 것이다. 현재 국내 주물공장은 1980년대 초반에서 1990년대 초반에 걸쳐 세워져서 가동되고 있다. 비교적 최근에 지어진 공장은 배기설비와 환경설비가 구색을 갖추고 있으나, 20여년 정도 지난 주물공장에서는 최소한의 환경설비만이 갖추어져 있고, 그나마 제대로 가동이 되지 않고 있는 실정이다. 또한 원자재 값 상승 및 중국제품 유입으로 국내 중소 주물공장의 경제적 여건이 점점 어려워지고 있기 때문에 환경설비에 대한 투자도 더디게 진행되고 있다. 반면 도시가 팽창함에 따라 예전에는 도시의 외곽에 위치해 있던 주물공단 부근에 주거단지가 조성되고 있어 환경문제에 대한 주변 거주민들의 민원 발생 빈도가 높고, 이와 더불어 정부와 지자체의 환경개선에 대한 규제가 더욱 강화되고 있다. 이에 현재 각 주물공단에서는 자구책을 마련하고 있으며, 환경설비지원 대책을 정부와 지자체에 요구하고 있어 향후 수년 내에 주물공장 작업 환경개선 및 대기오염배출설비에 대한 수요가 크게 증가할 것으로 예상된다. 이에 따라 주물공장의 환경 설비 및 산업 환기설비에 대한 정확한 설계가 요구되고 있으며, 본 고에서는 주물 공장의 주요 작업공정인 용해와 형 해체공정의 산업 환기 시스템 설계와 현장 적용 결과를 다루고자 한다.

2. 연구 방법

현재 국내 중소 주물공장의 용해로의 대부분은 전기유도로이다. 전기유도로는 다른 종류의 용해로에 비해 작업이 용이하며, 오염물질 배출량이 상대적으로 적은 편이다. 따라서 대다수의 공장에서 전기유도로를 적용하고 있다. 그러나 여전히 용해과정과 출탕과정에서 많은 양의 금속흄 분진이 발생하고 있으며 특히 회주철의 인성을 향상시킨 구상흑연주철을 생산하기 위해 첨가하는 마그네슘과 같이 구상화제를 첨가하는 순간 이의 폭발로 인해 순간적으로 다량의 금속흄이 발생하고 있다. 따라서 용해과정과 출탕과정 모두에서 효과적인 전기로 후드 개발이 요구되어 진다. 전기로 후드 설계는 약 30여 가지의 조건을 고려해야만 한다. 이는 크게 전기로 특성, 조업 특성, 작업장 구조특성으로 구분되며 표 1에 정리하였다.

또 다른 분진발생원인 탈형 공정은 주형에서 굳은 주물을 진동판 등을 이용하여 주물사와 분리하는 공정으로 SiO_2 가 주성분인 분진이 다량 발생한다. 기존의 탈형장 국소배기설비는 포위형 후드가 주류를 이루고 있으며, 특히 대형 주물의 탈형장은 국소배기설비가 없는 경우도 많다. 탈형장 후드의 설계도 전기로 후드와 마찬가지로 다양한 조건을 고려하여야 하며, 특히 주물의 크기, 주물의 이동선, 작업자 위치 등의 면밀히 검토하여야 한다.

3. 결과 및 고찰

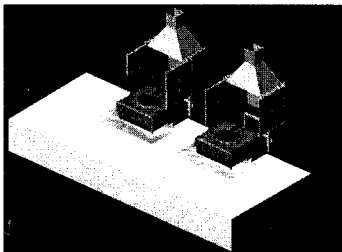
그림 1은 기존 전기로 후드와 새로 설계된 전기로 후드를 비교한 것이다. 기존의 전기로 후드는 단순

캐노피 후드로 전기로 용해과정에서 발생하는 분진을 제거할 목적으로만 설계되었다. 그러나 원료장입, 슬래그 제거, 출탕 등의 작업을 위해서는 후드 사용이 불가능하기 때문에 제 기능을 발휘할 수 가 없다. 반면 새로 설계된 후드는 출탕시 발생하는 분진을 효과적으로 제거하기 위해 후드를 쇠물받이 상단에 위치시키고 고정하였다. 따라서 작업자가 임의대로 후드의 위치를 변경할 수 없다는 장점이 있으며, 용해시 발생하는 분진은 전기로 후단에 설치된 공기분사장치의 유도류에 의해 후드 내부로 자연스럽게 유입되도록 하였다. 또한 배기유량을 최소화하기 위해 후드 양측면에 미끄럼 문을 설치하여 용해와 원료 장입시에는 전기로 측면의 유입공기를 차폐하여 전기로에서 발생하는 분진에 대한 포착효율을 높이고자 하였다. 새로 설계된 전기로 후드를 주물공장에 적용한 결과, 분진 포착효율이 80% 이상으로 매우 높았다. 또한 기존의 후드와 비교했을 때, 집진되는 분진의 양이 약 20배 이상 증가한 것으로 확인되었다.

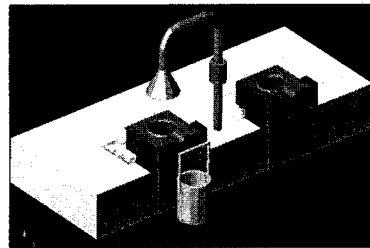
그림 2(a)는 대형 주물의 탈형장에 적용한 국소배기용 후드의 형태를 보여주고 있으며, 그림 2(b)는 그림 2의 구조를 갖는 후드에서의 유동장을 나타낸 것이다. 배기유량을 최소로 유지하기 위해 기본적으로 후드의 양 측면과 상부 면을 닫힌 형태로 유지시켰고, 상부에는 호이스트 출입로를 두었다. 후드의 폭과 높이는 주물의 크기와 작업자의 위치 등을 고려하여 결정하였으며, 발생된 분진이 후드내부로 효과적으로 유입되도록 별도의 송풍기를 후드 전면에 설치하였다. 현재 그림 2의 후드는 현장 적용을 위해 제작 중에 있으며, 매우 우수한 성능을 보일 것으로 예상하고 있다.

Table 1. Factors considered to design the exhaust hood of induction furnace

전기로 특성	용량, 형식, 운전특성
조업 특성	원료형태, 장입방법, 용해주기, 주물특성, 구상화제, 쇠물받이 출입, 슬래그제거 잔탕처리, 작업자 신체조건, 로 보수작업
작업장 특성	외풍, 저울, 슬래그 수거함/운전반/쇠물받이 위치, 천장높이, H-빔등 작업장 구조, 작업자 이동성, 작업위치

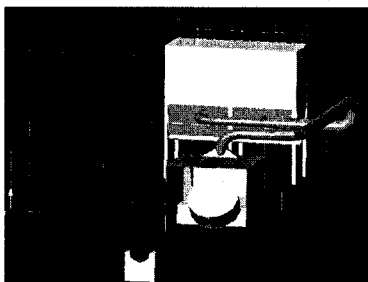


(a) New hood

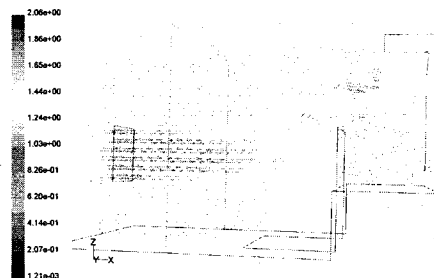


(b) Existing hood

Fig. 1. Comparison of newly designed Induction furnace hood with existing one.



(a) Hood drawing



(b) Flow pattern

Fig. 2. A ventilation hood for shake-out process of big castings and flow patterns.