

# 알루미늄 주조기 운전준비 중 수증기폭발사고

## 1. 사고개요

2007. 10. 8(월) 18:20경 경기도 화성시 소재 (주)○○ 공장 내에서 알루미늄 가공공장에서 주조기 운전준비 중 고온의 용융물(알루미늄)과 냉각수가 접촉되어 수증기폭발이 발생하여 2명이 사망하고 2명이 부상한 재해임.

## 2. 사고발생공정 및 과정

### 가. 작업공정



※ 사고당시 작업내용

사고당시 피해자 4명은 주조기 운전 준비를 마치고 주조기를 가동한 직후임.

### 나. 사고발생설비 작동원리(주조기)

○ 주조기 작업은 준비작업을 마치고, 냉각수가 계속 공급되는 상태에서 용융 알루미늄을 주조기를 통해 압출하게 됨.

※ 냉각수는 고온 용융물의 압출여부에 관계없이 계속 공급되고 있는 상태임.

○ 내화물에 고여 있던 용융 알루미늄은 상부 금형의 내화물로부터 Graphite Ring을 지나 하부금형(베이스)에 고정된 윗부분인 스타팅헤드(Starting Head)에 고이게 됨.

※ Graphite Ring은 내부는 고온용융물이나 외부는

질소+산소가 혼합되어 있는 가스로 1차적으로 냉각하는 역할을 함.

○ 이때 하부금형(베이스)에 고정된 스타팅헤드는 고온 용융물이 원활히 압출될 수 있도록 되어 실린더에 의해 물(냉각용)이 고여 있는 용기(Pit) 속으로 서서히 하강하며, 고온의 빌렛(Billet)은 완전히 냉각되게 됨.

### 다. 운전상황

○ 08:30경~17:30 출근하여 정상작업을 수행함.

- 주조작업은 통상 3회/일 실시하며, 야간작업 시작시점은 2회 주조작업을 마친 후임.

○ 17:30경~18:00 주조작업 3회차 준비작업을 실시함.

- 주조작업 마지막 단계에서는 알루미늄 반제품을 크레인을 이용해 하부금형(Mold)로부터 상부금형을 분리·이동하므로써, 매회차 작업시는 처음작업인 준비작업부터 다시 반복하는 방식으로 수행함.

※ 야간작업 시간 : 18:00~20:30

○ 18:15경 주조기를 조작하여 본작업을 개시한 후 18:18경 주조기가 수증기 폭발하였음.

## 3. 수증기 폭발원인(추정)

### 가. 주조기의 스타팅 헤드 내 수분 잔류 가능성

주조작업시는 주조기 상부에 위치한 분배기(금형내화물)로부터 스타팅헤드까지의 수분제거를 하지 않아 스타팅헤드 상부수분의 국소 밀폐공간에 수분이 잔류한 상태

에서 고온의 용융물을 투입함으로써 수증기폭발이 발생하였을 가능성이 있음.

#### 나. 건조상태 관리 미흡 가능성

사고직전에 가스토키로 내화물을 가열 하였으나 스타팅헤드에 대한 적절한 온도상승이 이루어지지 않고 내부 건조상태 확인이 미흡할 경우, 스타팅헤드 윗면과 스타팅헤드 상부부분 핏트(Pit) 형태의 국소공간에 수분잔류 가능성이 있음.

#### 다. 스타팅 헤드 내부 냉각수 유입 가능성

내화물로부터 스타팅헤드에 고온 용융물을 붓기 전 스타팅헤드는 Graphite Ring까지 상승되어 밀착되어 있는 상태를 유지하고 있어야 하나, 스타팅헤드가 정위치까지 충분히 상승되지 않은 상태에서 스타팅헤드 하부에 위치한 냉각수 주입 Nozzle로부터 냉각수가 유입되어 고온의 용융물과 접촉되어 수증기폭발이 일어났을 가능성이 있음.

### 4. 동종사고예방대책

#### 가. 주요 준비작업절차의 준수

내화물 예열, 스타팅헤드 건조 등 수분잔류 가능성에 대한 조치 및 확인절차를 철저히 준수하여야 함.

#### 나. Graphite Ring과 스타팅헤드의 기밀 점검 및 관리

Graphite Ring과 스타팅헤드의 기밀상태 유지 및 변형 등에 대한 주기적인 점검관리 실시함으로써 냉각수가 유입되지 않도록 철저히 확인해야 함.

#### 다. 수분 및 건조상태 관리방법 개선

준비작업 절차규정에 스타팅헤드내 수분잔류 가능성을 최소화하고, 스타팅헤드 상부 핏트(Pit) 형태의 국소공간의 건조상태를 유지하기 위해 주요 준비작업절차 “드레인팬을 위치에 놓고 건조상태를 점검한다” 내용을 추가하고 배기팬을 설치하여야 함.

#### 라. 견고한 고정볼트 체결 등

○ 내압을 받을 우려가 있는 주조기 상부금형을

고정시 일반볼트 대신 고정력볼트를 사용하고, 볼트는 내압을 견딜 수 있도록 체결하여야 함.

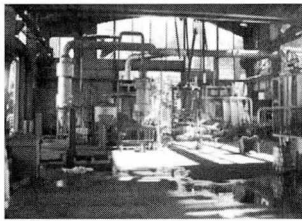
○ 상금형 볼트고정구중 일부 본체에 대해 덧댐 용접을 한 것은 본체에 직접 용접하므로써 내압발생시 강도저하에 따라 용접부가 탈락되지 않도록 조치하여야 함.

#### 마. 적절한 개인 보호구 선정·착용

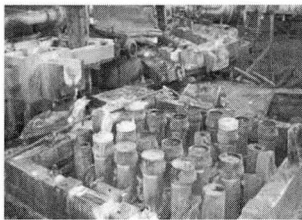
고열작업장에서는 전신을 보호할 수 있는 보안면, 방열복, 방열장갑 등을 착용토록 함. ㉔

### 5. 사고 사진

사업장 내부 전경



핏트 내부에 위치한 하금형(스타팅헤드)과 폭발압으로 비래된 상금형



냉각수 Nozzle 및 내화물이 파손되어 개방된 상부모습



상금형을 고정했던 볼트체결부

