



철강산업 중대재해 사례집

Steel industry,
major disaster casebook



Safe Workplace,
Secure the steel industry



안전한 일터, 안전한 철강산업을 위하여...

● 산업재해는 우리가 모두 함께 공감하고 해결해야 할 사회적 과제로서 행복한 가정과 번영하는 기업, 풍요로운 사회를 만들기 위해서는 안전이 문화로 정착되어야 합니다.

최근 정부는 제3차 산재예방 5년 계획을 통하여, 2014년까지 5년('05~'09년) 평균 사고재해율 약 30% 저감 목표를 추진중에 있으며, 이에 따라 고용노동부에서는 안심일터 만들기 추진본부, 안전보건공단에서는 업종별 안전보건리더십(철강, 자동차, 화학, 조선 등)을 발족하여 자율적 안전재해예방활동 등을 전개중에 있습니다.

우리 협회에서도 이런 자율 안전재해예방 확산을 위하여 그동안 전 회원사를 대상으로 매년 안전교류회 등을 개최하여, 재해현황 및 안전관리기법 등을 상호 공유하여 재해예방 및 산재감소에 많은 일조를 하였습니다.

그러나, 이러한 우리 철강업종의 노력에도 불구하고 회원사 협력업체 재해율은 평균 0.8%로 산업 평균에 비해 다소 높은 편이며 매년 중대재해가 지속적이고 빈번하게 발생하여 근로자의 건강과 생명을 위협하고 있는 실정입니다.

이에, 우리 협회에서는 최근 5년동안 업종에서 집중적으로 지속 발생된 중대재해 사례를 종합 분석하고, 모기업-협력업체의 재해예방 활동 강화를 위한 『철강산업 중대재해 사례집』을 발간하게 되었습니다.

아무썸록 등 사례집이 많은 근로자의 건강과 생명을 지킬 수 있는 좋은 지침서로 활용되길 바라며, 우리 협회에서는 안전보건공단과 함께 지속적으로 다양한 재해저감 활동을 전개하겠습니다.

01 재해사례

OO캐스팅(주) 다이캐스팅기에 끼임 사고



재해개요

- 2013년 08월 00일 인천 소재 OO캐스팅(주)에서 재해자가 다이캐스팅기가 정상 운전되지 않아 정상운전을 위해 다이캐스팅기계 내부의 타이바를 밟고 금형사이에 올라가 기계 점검, 정비작업 중 기계가 작동되어 금형사이에 끼어 사망한 재해임

※ 다이캐스팅 제원

- 제작년도 : 2006년
- 형 체 력 : 8330 kN (850 ton)
- 사 출 력 : MAX657kN (67 ton)
- 압 출 력 : 343kN (35 ton)



재해발생 상황

- 재해자의 주 업무는 다이캐스팅기의 전자동라인(용탕, 사출, 트리밍)의 작업반장으로 생산작업을 실시하였음
- 다이캐스팅기의 작동에 문제가 발생하여 조작반의 데이터설정 모니터에 에러메시지를 확인하고 재해자가 1차로 다이캐스팅 기계를 점검 하였으나 계속 문제가 발생되자 2차로 재해자가 전원스위치를 차단하지 않은 상태에서 불안전하게 다이캐스팅 금형사이의 하부 타이바를 밟고 올라가 금형상부의 중자 작동용 센서 등을 점검하던 중 이동형 금형이 고정 금형방향으로 작동되면서 금형사이에서 점검 중이던 재해자가 금형사이에 끼임
- 동료작업자가 공장을 살펴보다 다이캐스팅기에 재해자가 끼어 있는 것을 발견하고 금형을 개방하여 재해자를 금형사이에서 깨낸 다음 병원으로 후송함



재해발생의 주요원인

- 다이캐스팅기의 평상시 작업은 용해 →, 다이캐스팅 →, 트리밍이 연속적으로 반복되는 전자동(Auto)으로 이루어져있으며 사고 전까지 정상적으로 작동하였음



- 다이캐스팅기의 방호장치인 게이트가드의 연동구조가 작동되지 않아 게이트가드(안전문)가 열린 상태로 기계가 작동되고 있었으며 금형은 약 세로 70cm, 가로 70cm의 크기로서 한쪽 금형은 고정이며 다른 한쪽 금형은 유압에 의해 전진 및 후진을 하는 형태로서, 금형이 개방되어 있는 경우 금형과 금형사이의 거리는 약 750mm(스트로크)로 근로자의 신체 일부가 쉽게 금형사이로 들어갈 수 있는 상태임

※ 게이트가드 : 게이트가드(안전문)를 닫지 않으면 기계가 작동되지 않는 구조

- 재해자가 조작반 모니터에 기계 작동 에러 메시지 알람을 확인하고 다이캐스팅기의 정상 운전에 문제가 발생하자 재해자가 다이캐스팅기 점검을 위해 전원을 차단하지 않은 상태에서 다이캐스팅기 내부 금형사이의 타이바를 밟고 금형상부에 설치된 센서 등(리미트스위치등) 점검, 수리작업 중 센서가 작동하여 다이캐스팅기계의 이동형 금형이 고정금형방향으로 작동되면서 금형사이에서 점검하던 재해자가 금형사이에 협착 됨

※ 사고 발생당시의 조작스위치의 위치

- 전원key스위치 : ON
- 운전선택 : 자동
- 고속사출 : 불용
- 자동금당장치 : 수동
- 스프레이장치 : 수동



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 다이캐스팅기계에 근로자의 신체 일부가 말려들어가지 않도록 게이트가드를 설치하고, 게이트가드(안전문)는 게이트 가드를 닫지 아니면 기계가 작동하지 않도록(게이트가드가 열려있으면 기계가 작동하지 않도록) 연동장치를 설치하여야 함

- 협착의 가능성이 있는 설비의 정비, 검사, 수리 등의 작업을 할 경우에는 설비의 운전(전원)을 정지(차단)하고 전원Key스위치의 Key를 빼고 안전하게 작업을 실시하여야 함

주조기 피트 하부에서 용탕스크랩 청소작업중 끼임 사고



재해개요

- 2013년 3월 00일, 경기도 안산시 소재 (주)00금속 주조작업장에서 단독으로 작업중이던 피재자가 주조금형의 용탕주입컵에 알루미늄 합금 용탕을 투입한 후 제품성형을 위해 주조기를 약 100°정도 기울인 상태에서 주조기 하부 피트 안으로 들어가 용탕 스크랩을 청소하던 중 자동운전 중이던 주조기가 제품성형 완료 후 복귀하자 피재자 상체부위가 주조기 하부 인젝터 실린더 고정부와 피트 내부 구조물 가로빔 사이에 끼어 사망한 재해임

※ 주조기 제원

- 제작년도 : 1998.08
- 금형규격(가로×세로×높이) : 600mm×500mm×600mm
- 생산제품 : Manifold-Inlet(자동차부품)



재해발생 상황

- (주)00금속은 자동차부품(주조품)을 생산하는 업체임
- 피재자는 (주)00금속 주조작업장 중력주조기에서 자동차부품 생산작업을 담당하고 있었고 재해발생당일이 첫출근이었음
- 피해자는 전기용해로에서 알루미늄 합금 용탕을 용탕바가지로 운반하여 주조금형의 용탕주입컵에 용탕을 투입하고 발스위치를 밟아 중력주조기를 약 100°정도 기울인 후 용탕바가지를 내려놓고
- 인근에 놓여있던 빗자루와 쓰레받기를 들고 중력주조기 하부 피트내부로 들어가 주조금형의 용탕주입컵에 용탕을 투입할 때 피트 바닥으로 떨어져 응고된 용탕스크랩의 청소작업을 실시
- 자동운전 상태인 중력주조기가 제품성형(약 80초)이 완료된 후 직립상태로 자동복귀하던 중력주조기 하부 인젝터 실린더 고정부와 피트 내부 구조물 가로빔 사이에 청소작업을 하던 재해자 상체부위가 끼임



☞ 관계자 진술에 따르면, 자동운전 상태로 중력주조기를 운전하는 경우

- ① 하금형에 중자(Core) 셋팅
- ② 발스위치를 밟아 상·하 금형을 닫은 후 용탕 주입컵에 용탕투입
- ③ 발스위치를 다시 밟아 중력주조기를 약 100°정도 높힘
- ④ 타이머 설정시간(약 80초)까지 제품성형
- ⑤ 제품성형 완료 후 직립상태로 중력주조기 자동복귀



재해발생의 주요원인

- 중력주조기의 운전을 정지하지 않고 자동운전 상태인 중력주조기 하부 피트 내부로 들어가 피트바닥에 떨어져 응고된 용탕스크랩 청소작업 실시
- 근로자를 신규 채용하는 경우, 정리정돈 및 청소에 관한 사항 및 기계·기구의 위험성과 작업의 순서 등에 대하여 8시간 이상 채용시 안전보건에 관한 교육을 실시하도록 되어 있으나 교육을 실시하지 않음



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 공작기계·수송기계·건설기계 등의 정비·청소·급유·검사·수리·교체 또는 조정작업 또는 그 밖에 이와 유사한 작업을 할 때에는 해당기계의 운전을 정지하여야 함
- ※ 덮개가 설치되어 있는 등 기계의 구조상 근로자가 위험해질 우려가 없는 경우는 제외
- 신규채용근로자에 대하여 정리정돈 및 청소에 관한 사항 및 기계·기구의 위험성과 작업의 순서 등에 대하여 8시간 이상 채용시 안전보건에 관한 교육을 실시

강판사이에 간지 삽입중 전신이 말린 사고



재해개요

- 2013년 2월 00일, 경남 창원시 소재 000(주) TL(Tension Leveller)라인에서 피재자가 Tension Reel에 감기는 강판 사이에 간지(종이)를 삽입하는 과정에서 전신이 말려 들어가 사망한 재해임

- ※ Tension Reel 제원
 - 제조국 : 일본
 - 생산년도 : 1994년



재해발생 상황

- TL작업을 위해 동료작업자와 피재자는 코일을 감기위한 사전작업으로 Tension Reel에 강판코일을 약 8m 감은 후 코일 사이에 삽입하기 위한 간지를 상부의 Paper Unwinder(종이 공급장치)에서 내렸음
- 동료작업자는 피재자에게 간지 삽입시 주의할 것을 당부한 후 입구측 조작장치로 이동하여 TL라인 가동을 알리는 신호용 벨 스위치를 7~8초간 2회에 걸쳐 조작한 후 TL라인을 가동시킴
- TL라인 가동시 입구측 및 출구측 사이의 신호는 입구측 조작장치에 설치되어 있는 신호용 벨 스위치와 출구측 조작장치 측면에 설치되어 있는 신호용 벨을 사용하였으며 벨 소리의 크기는 작업자가 충분히 인지할 수 있을 정도임
- 사고상황을 감지한 크레인 운전기사가 경적을 울려서 알렸고, 동료작업자가 출구측으로 이동하여 피재자가 Tension Reel에 협착되어 있는 것을 확인하였으며, 기계를 정지시킨 후 Tension Reel을 반대로 회전시켜 피재자를 구조하였으나 병원치료 중 사망하였음



재해발생의 주요원인

- Tension Reel의 동력차단장치가 재해자가 작업중인 지점에는 설치되지 않고 조작장치에 설치되어 있어 간지 삽입작업 중 협착으로 인한 재해가 발생하였음



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- Tension Reel 등 동력으로 작동되는 기계에는 근로자가 작업위치를 이동하지 않고 조작할 수 있는 곳에 동력차단장치를 설치하여야 함
- 간지삽입 작업 위치에 압력감지센서를 설치하고 출입문 연동장치를 설치하여 근로자가 위험구역 내부에서 간지부착 등의 작업 수행시에는 Tension Reel 등 기계의 운전이 정지되도록 하여야 함(권장사항)

04

재해사례

조형기의 교체된 유압실린더 끼임 사고



재해개요

- 2013년 4월 00일, 경남 창원시 소재 00금속공업(주)에서 피재자가 중장비 궤도용 부품(칼라) 제조공정의 조형작업장에서 조형기 하부의 유압실린더 교체작업 중 교체한 실린더의 정상작동 여부를 확인하기 위해 전원이 투입된 상태에서 시운전중인 조형기의 하부에 들어갔다가 금형다이 회전용 실린더 브라켓이 작동되면서 조형기 프레임 사이에 머리가 끼어 사망한 재해임

※ 조형기 주요 제원

CAPACITY	900 ton/월
몰드 사이즈	가로 550mm / 세로 450mm 상형높이 130-200mm / 하형높이 130-200mm
조형속도	28초
스퀴즈압력	4-10(고압/중압/조압)
필요사량	12-19 ton/시간
중차세팅시간	24초
유압유니트	18.5Kw



재해발생 상황

- 피재자와 동료작업자는 2인 1조로 자동조형기 실린더 교체 작업을 수행함
- 피재자는 조형기 하부에서 금형다이 회전용 실린더브라켓과 조형기 프레임 사이에 머리를 집어넣고 교체한 실린더의 정상작동 유무를 확인하려다 프레임 방향으로 들어오는 실린더 브라켓과 프레임사이에 머리부분이 끼임
- 자동조형기가 작동되면 자동조형기의 금형다이인 상형과 하형이 움직이며 몰드를 만드는데, 이 때 금형다이를 움직이기 위해 조형기 하부 금형다이 회전용 실린더 브라켓이 움직이는 약 20초 정도의 시간여유가 발생함
 - ※ 약 20초 동안 실린더 브라켓이 빠지고, 약10초 동안 실린더 브라켓이 프레임방향으로 들어오면서 형틀을 회전시켜 몰드 조형을 함
- 동료작업자가 피재자의 비명소리를 듣고 사고발생 사실을 인지후 자동조형기를 정지시켰으며, 피재자가 조형기 하부에서 기어나와 쓰러진 상태에서 병원 이송중 사망함



재해발생의 주요원인

- 자동조형기와 같은 공작기계의 정비, 청소, 급유, 검사, 수리, 교체 등의 작업을 할 때 해당 기계의 운전을 정지하여야 하나, 자동조형기를 미정지한 상태에서 교체한 실린더의 정상작동 유무를 확인하기 위해 조형기 하부에 들어갔다가 회전용 실린더 브라켓과 조형기 프레임 사이에 끼임
- 조형기 하부는 동작되는 실린더 등에 의해 끼일 위험이 있음에도 불구하고 안전모를 미착용한 상태에서 작업을 수행하였음



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 자동조형기와 같은 공작기계의 정비, 청소, 급유, 검사, 수리, 교체 또는 이와 유사한 작업을 할 때 근로자가 위험해질 우려가 있으면 해당 기계의 운전을 정지하여야 함
- 또한, 작업하는 과정에서 적절하지 아니한 작업방법으로 인하여 기계가 가동될 우려가 있는 경우 작업지휘자를 배치하는 등 필요한 조치를 하여야 함
- 협착 등의 위험이 있는 작업장에서는 안전모 등의 보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 함

후방에서 주행해 온 크레인과 기둥사이 끼임 사고



재해개요

- 2013년 3월 00일, (주)000 제강공장에서 크레인과 점검통로기둥의 간섭부분을 찾기 위해 점검통로기둥에 그리스(Grease)를 칠하던 피재자가 후방에서 주행해온 크레인의 승강사다리와 점검통로 기둥 사이(간격 : 9cm)에 끼어 사망한 재해임

※ 기둥에 그리스를 칠하는 작업은 주행하는 크레인의 어느 부분이 기둥과 닿았는지 흔적을 확인하기 위함

※ 천장크레인 제원

- 용 량 : 480/60톤
- 양 정 : 22.0m
- 스 팎 : 17.4m
- 운전방법 : 운전실에서 운전



재해발생 상황

- 피재자는 크레인설비점검반 담당주임으로부터 크레인 일상점검(거더, 새들의 균열 및 볼트탈락 등 점검) 및 크레인 자체검사 결과 나타난 결함사항을 확인하라는 지시를 받고 현장으로 출발함

- 재해발생 시간 전에 재해발생 크레인(4번 용강) 운전자는 무전으로 재해발생크레인 바로 옆에 있는 5번 용강크레인을 점검하기 위해 주행을 해야 하나, 재해발생 크레인을 주행레일 끝 쪽으로 이동하여 대기하라는 연락을 받고 크레인을 이동하여 대기하다가 점검이 끝났다는 연락을 받은 후 다시 크레인을 운전함

- 재해발생크레인(4번 용강) 운전자는 크레인 운전을 마치고 다음 운전자와교대한 후 2층에 있는 운전자 휴식장으로 가기 위해 크레인 점검통로를 걸어서 이동하던 중 크레인 점검통로에 쓰러져 있는 피재자를 발견하고 구조하여 병원으로 후송하였으나 사망한 재해임



재해발생의 주요원인

- 크레인과 점검통로 기둥의 간섭부분(접촉부분)을 찾기 위해 안전난간대 위에 올라서서 한 손으로 기둥을 잡고 다른 한 손으로 점검통로 기둥의 높은 곳에 그리스(Grease)를 칠하던 피재자가 후방에서 주행하는 크레인(4번 용강, 480/60톤)의 승강사다리와 점검통로 기둥 사이(간격 : 9cm)에 협착되어 사망함



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 같은 주행로상에 병렬로 설치된 크레인의 수리·조정 및 점검 등의 작업을 하는 경우, 주행크레인이 근로자와 접촉할 위험을 방지하기 위하여 감시인을 두고 스톱퍼를 설치하는 등 위험방지조치를 하여야 함
- 통로 또는 주행궤도상에서 정비·보수·점검 등의 작업을 하는 경우 그 작업에 종사하는 근로자가 주행하는 크레인에 접촉될 우려가 없도록 크레인의 운전을 정지시키는 등 필요한 안전조치를 하여야 함

검사대 하면에서 검사하던 중 후판 낙하 끼임 사고



재해개요

- 2013년 6월 00일, 경북 포항 소재 00제철소 내 후판제품공장 6가스 절단장에서 높이 1.7m의 후판 하면 검사대에 올려놓은 후판의 하면을 검사하려던 00기업(주) 소속 피해자가 검사대에서 낙하하는 후판에 복부 부분이 끼여 사망한 재해임

- ※ 후판 제원
 - 무게 10톤
 - 길이(20,050mm) X 폭(1,135mm) X 두께(60mm)



재해발생 상황

- 피해자는 000계장으로부터 작업지시를 받고 가스 절단장에서 후판 절단과 후판 표면 검사 작업을 시작 함
- 피해자 본인이 가스로 세로로 절단한 후판을 크레인(마그네트크레인, 운전실) 운전기사를 불러 후판 하면 검사대로 운반하게 한 후, 후판의 하부에서 후판 하면을 검사하려는 순간 후판 하면 검사대에 올려놓은 2장(1장 씩 2열로 올려놓음)의 후판 중 1장이 낙하하면서 재해자의 복부 부분이 끼여 사망한 재해임

- ※ 가스 절단장에서 마그네트 크레인으로 후판을 운반할 때와 후판을 검사대에 올려놓을 때에 재해자가 크레인 신호를 담당했음



재해발생의 주요원인

- 세로로 절단된 2장의 후판을 한 번에 마그네트 크레인으로 흡착하여 2열로 되어있는 후판 하면 검사대에 올려놓을 때 후판의 한 쪽이 검사대에 안정되게 적치되지 못하고 한 쪽 부분이 검사대 위에 살짝 걸쳐져 있다가 재해자가 후판 하면을 검사하기 위해 후판 하부로 들어가는 순간 진동 등으로 인하여 후판이 낙하한 것으로 추정됨

- ※ 세로로 절단된 2장의 후판을 한 번에 마그네트 크레인에 흡착하여 검사대에 올릴 경우 크레인 운전자는 마그네트에 흡착된 후판 때문에 검사대의 가운데 지지대 부분을 볼 수가 없어서 후판이 검사대에 잘 올려 졌는지 여부를 확인하기 어려워 신호수의 신호에만 의존함



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 폭이 좁은 후판 하면 시 적치불량 또는 진동 등으로 인한 후판의 낙하위험이 없도록 검사대와 검사대 사이에 가로 거치대를 설치하는 등 낙하방지조치를 하여야 함
- 통로 또는 주행궤도상에서 정비·보수·점검 등의 작업을 하는 경우 그 작업에 종사하는 근로자가 주행하는 크레인에 접촉될 우려가 없도록 크레인의 운전을 정지시키는 등 필요한 안전조치를 하여야 함

07

재해사례

이동중인 박리기와 건축물 기둥 사이에 끼임 사고



재해개요

● 2013년 8월 00일, 경북 영주시 (주)00제련소내 전해1공장의 업무를 도급받아 생산을 하던 00산업 소속 근로자인 피재자가 박리기를 이동하던 중 박리기와 건축구조물인 기둥 사이에 끼어 사망한 재해임

※ 박리기(Stripping Machine) 제원

- 제작사 : MESCO (Japan)

- 설치년도 : 1991년

- Dimension(m) : 11.7(L) X 2.9(H) X 3.3(W)

- 작동방식 : 유압식

- 용도 : 전해 공정에서 Cathode plate에서 형성된 아연 고형물을 박리하는 장비



재해발생의 주요원인

● (추정1)피재자는 고임 작업중 조작상황이 발생하여 쿨러박스 너머 조작부의 조작(좌·우·정지)을 위해 기둥과 쿨러박스 사이 협소한 공간으로 재빨리 몸을 통과하여 조치를 하려했던 것으로 추정됨

● (추정2)피재자는 주변시야에 대한 공간 및 위치가 확보되지 않은 상태에서 구동부 레일 접촉부분을 응시하며 박리기계와 평행하게 이동하다 기둥과 쿨러박스의 협소한 공간을 미처 보지 못하고 기둥과 박리기 사이에 끼인 것으로 추정됨



재해발생 상황

● 피재자가 담당한 업무는 평소 노후된 박리기의 하부 구동축 바퀴부분이 레일과 밀착되지 않아 박리기의 이동이 되지 않는 문제가 있어 5T 용접봉을 통해 수시로 이동 중 바퀴 고임작업을 실시하였음

※ 동료작업자의 진술에 의하면, 통상적인 작업 중 일상적으로 해오던 작업이라고 함

● 해당 작업시 조작부 및 유압쿨러 박스가 전해조 기준 뒤편 왼쪽 하단부에 위치에 있어 기둥과 평행하게 동선 및 간격을 유지하는 형태를 띠고 있음

● 해당 박리기계는 좁은 기둥사이 틈과 작업자의 작업동선과 평행일치하게 이동하였고 박리기가 좌측으로 이동하면서 건축구조물인 기둥과 박리기계의 쿨러박스의 좁은 틈으로 재해자가 끼이면서 피재자의 체간을 압박하였을 것으로 추정됨

● 동료작업자가 기둥과 박리기의 유압 쿨러박스 틈에 상체를 구부린 채 끼여 있는 피재자를 발견하여 병원으로 후송 조치하였으나 피재자는 이미 사망함



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

● 건설물과 설비와의 사이에 통로를 설치하는 경우 그 폭을 0.6미터 이상, 그 통로 중 건설물의 기둥에 접촉하는 부분에 대해서는 0.4미터 이상으로 설치하여야 하며 해당 설비와 기둥사이에 틈새간격으로 끼임점이 형성된다면 틈 간격을 판넬 및 구조물로 방책을 설치하는 등 근로자의 출입을 제한하여야 함

● 작업중인 근로자의 신체의 일부가 말려드는 등 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 및 비상시에는 즉시 구동장치등의 운전을 정지시킬 수 있는 비상정지장치를 설치해야 함

용해로에 원료투입 작업중 수증기 폭발로 화상 사고



재해개요

● 2013년 4월 00일, 충북 음성군 소재 (주)000에서 용해로에 원료(폐알루미늄) 투입작업을 위하여 피해자가 지게차 포크에 교반대를 설치하고 교반대를 이용, 원료를 밀어넣는 순간 원료(톤백으로 투입)에 함유되어 있는 수증기가 폭발하여 재해자가 화상을 입고 치료 중 사망함

※ 용해로 제원

- 가열기 : 버너(직화) - 용량 : 15톤 - 사용연료 : 정제유
- 가열온도 : 620~650℃ - 1회 용해시간 : 약 12시간



재해발생 상황

- (주)000은 폐알루미늄 자재를 용해한 후 알루미늄 괴(ingot)를 생산하는 업체임
- 피해자는 용해로 원료투입 지게차 운전(포크의 교반대에 설치하여 밀어넣어 주는 작업)이 주업무임
 - ※ 원료투입작업은 동료작업자가 지게차로 용해로 투입구까지 원료(폐알루미늄)를 이송한 다음 피해자가 지게차 포크에 설치한 교반대(길이 약 6.6m)를 이용, 밀어 넣어서 원료를 투입함
 - ※ 원료투입작업은 보통 폐알루미늄을 톤백(약 500~800kg)에 담아 톤백을 통채로 용해로에 투입함
- 피해자 및 동료작업자는 출탕작업을 끝내고 다음 용해작업을 시작함
 - ※ 용해작업은 처음 3~4톤 원료(폐알루미늄)를 용해로에 넣고 가열을 시작하고 알루미늄이 녹으면 추가적으로 원료를 투입하여 1회 용해작업시 약 15톤을 생산함
- 재해발생당일 동료작업자는 지게차를 이용, 원료(폐알루미늄 비지) 톤백(약 200kg)을 올려 놓고 후진을 함
 - ※ 재해직전 용해로에는 약 7톤정도 용융물이 있었으며 재해 발생시 투입한 톤백에는 폐알루미늄 덩어리(비지) 약 200kg 정도가 담겨져 있었음
- 피해자가 지게차에 설치한 교반대를 이용하여 동료작업자가 용해로 투입구에 올려 놓은 원료 톤백을 밀어 넣는 순간 수증기 폭발이 발생함
 - ※ 전날 저녁부터 재해발생당일 새벽까지 비가 와서 재해 당시 투입한 원료(톤백)(옥외에 보관되어 있었음)는 젖어 있었던 상태였음



● 수증기 폭발이 발생한 후 피해자는 지게차 하차 후 물이 있는 장소로 이동하여 동료작업자와 함께 바로 옷에 붙은 불을 끄고, 병원에 후송하여 치료중 사망함



재해발생의 주요원인

- 용해로에 원료 투입작업시 옥외에서 보관되어 있어 빗물에 의해 젖은 폐알루미늄 원료(비지)를 건조하거나 물기 등을 확인하지 않고 투입하여 수증기 폭발이 발생함
- 용해로(고열) 작업자는 폭발 등에 의한 화상 등을 방지하기 위하여 방열복 및 방열장갑, 안면보호구 등의 적절한 보호구를 착용하여야 하나 미착용상태로 작업을 실시함



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 금속의 용해로에 원료를 넣는 작업을 수행하는 경우에는 수증기 등의 폭발을 방지하기 위하여 원료에 물·위험물 및 밀폐된 용기 등이 들어있지 않음을 확인한 후에 작업을 실시하여야 함
- 용해로 등의 고열물을 취급하는 작업을 수행하는 작업자는 방열복 등 고열작업에 적합한 보호구를 착용하고 작업을 실시하여야 함

용해로에 원료투입중 용탕 비산 사고



재해개요

- 2013년 2월 00일, 경남 창원시 소재 (주)000 생산2부 용해반에서 피재자가 황동 합금재료인 아연괴를 전기로에 투입하는 순간 전기로 내부에 있던 용탕이 비산되면서 피재자를 덮쳐 병원치료 중 사망한 재해임



재해발생 상황

- 전기로 주변의 건축물(지붕, 벽) 상태가 양호하여 지붕 등으로부터 수분이 투입될 수 있는 가능성은 희박함
- 재해발생 당일 피재자는 수공구를 사용하여 용탕을 혼합시키는 작업을 지속적으로 수행하였음
- 피재자는 재해발생 직전 아연괴를 전기로에 투입하였으며, 안전화 외의 보호구는 착용하지 않은 상태였음
- 피재자는 2공장내 출입구 주변에 적재되어 있던 아연괴 더미를 동료작업자와 같이 크레인을 이용하여 전기로 우측지점으로 운반하였음
- 피재자가 전기로 좌측지점에 있던 아연괴 1개를 전기로에 1차로 투입하였으며, 투입 이후 2회에 걸쳐 용탕 일부가 비산하였음
- 피재자가 전기로 우측지점에 있던 아연괴 1개를 2차 투입한 직후 용탕이 비산하면서 피재자를 덮쳤으며 동료작업자가 구조하여 병원 후송 중 사망함
- 전기로에 1차 투입된 아연괴와 2차 투입된 아연괴의 위치가 다른 것으로 볼 때, 1차 투입 아연괴는 전기로 주변에 조금 더 오랫동안 보관되어 어느정도 예열된 상태였으며, 2차 투입 아연괴는 사고당일 공장입구에서 전기로 주변으로 이동된 것으로 예열되지 않은 것으로 추정됨



재해발생의 주요원인

- 사고발생일 최저 기온이 3.3°C로서 사고 전·후 일 최저 기온보다 낮고, 박무가 발생하였던 것으로 볼 때 [2013.2.27 창원지역 기상청 자료 참조]
 - 공장 출입구 주변에 보관되어 낮은 온도 상태의 아연괴 표면에 대기중의 수증기가 응축(결로현상)되어 습기를 머금은 상태에서 아연괴가 전기로 내부의 용탕으로 투입되었으며 이 순간 수증기 폭발에 의하여 용탕이 비산
 - ※ 박무(Mist) : 무수히 많은 미세한 물방울이나 습한 흡습성 알갱이가 대기 중에 떠 있어서 먼 곳의 물체가 흐려 보이는 현상
 - ※ 수증기폭발 : 고온의 금속용융물(용탕)이 다른 쪽 액체(아연괴 표면의 수분 또는 아연괴 용융액)의 끓는점 이상의 온도에 있을 때 이 2개의 액체가 접촉하면 과도한 온도차에 의해 급속한 열 이동으로 액체가 폭발적으로 증발하는 현상으로 액체상태에서 기체상태로의 급격한 상태 변화에 따른 폭발현상을 말함



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 전기로 등 다량의 고열물을 취급하는 작업을 하는 장소에서 화상 등으로 인한 위험을 예방하기 위해서는 방열복 등을 지급하고 착용토록 해야 함
- 전기로 등 다량의 고열물을 취급하는 작업을 하는 장소에 대하여 해당 고열물의 비산 및 유출 등으로 인한 화상이나 그 밖의 위험을 방지하기 위하여 아연괴 등 원료 예열장치와 투입장치(전기로 입구 근접제한)를 설치하는 등 적절한 조치를 하여야 함

용해작업중 용탕 비산 사고



재해개요

● 2013년 8월 00일, 경남 창원시 소재 00특수금속 용해작업장에서 피재자 등 4명이 밸브 류 주물품을 제조하기 위하여 고철을 용해하던 중 용탕의 내부 압력 증가 및 과열로 인하여 용탕이 비산하여 용해로 주변에 있던 근로자 4명이 화염에 노출되어 화상을 입고 인근 병원으로 후송하여 치료 중 3명 사망, 1명 부상인 재해임

※ 고주파용해로(10톤) 제원

- 모 델 명 : 4000kW PT2 with 10TON Steel Shell Furnace

- 제 조 사 : 한국000(주)

- 설 치 년 도 : 2006년 10월

- 크 기 : 직경 2,032mm × 높이 2,693mm(외부) / 직경 1,143mm × 높이 2,102mm(내부)



재해발생 상황

● 재해발생당일 피재자1, 2는 평소와 같이 출근하여 용해작업을 위하여 용해로의 가동 준비를 수행함(총 피재자수는 4명임)

● 단계별로 고철을 주입하고 용해 작업을 수행하던 피재자1은 브리징(Bridging) 현상* 등으로 용해작업이 원활하지 않자 1차적으로 철근을 이용하여 브리징(Bridging) 현상 및 용탕 상부의 슬래그** 층을 해소하기 위하여 조치함

※ 브리징(Bridging)현상 : 추가 냉재가 하부의 용탕에 직접 닿아 용해되지 않고 로체 상부에 걸려 있는 것으로 브리징이 발생하면 상부의 차가운 장입재와 하부의 용탕 사이에 공기 층(단열층)이 형성되어 하부 용탕의 열이 상부로 발산되지 못하고 투입된 출력에 의해 과열되어 라이닝의 급격한 손상이 일어날 수 있음

※ 슬래그(Slag) : 용광로, 규포라 등에서 광석이나 금속을 녹일 때 용제나 비금속 물질, 금속 산화물 등이 쇳물 위에 뜨거나 찌꺼기로 남는 것의 총칭

● 현장관리자인 피재자4를 불러 크레인에 원통형 중량물을 이용하여 브리징(Bridging) 현상을 해소하기 위한 조치를 하였으나 여의치 않아 관리감독자(이사)인 피재자3을 호출하여 현장 확인 후 재차 브리징(Bridging) 현상을 해소하기 위하여 굵은 철근으로 용탕 상부의 슬래그 층 등을 뚫는 과정에서 내부의 압력과 온도에 의하여 용탕이 분출하여 비산하면서 피재자 이태홍 등 4명이 화염에 노출되어 화상을 입고 후송 치료 중 피재자1~3은 사망하고, 피재자4는 부상한 재해임

※ 피재자 모두(4명)는 스스로 공장 입구로 걸어와 응급조치를 요구하여 인근 병원으로 후송함



재해발생의 주요원인

● 다량의 철재 용융물의 일시 투입으로 인해 용융물 상부에 브리징(Bridging)이 형성되어 용탕 상부의 슬래그 층이 원활하게 제거되지 않은 상태에서 용탕에서 발생된 가스(CO 또는 CO₂ 등) 등이 분출되지 못하고 압축된 상태로 존재하여 용해로가 정상온도범위를 벗어나 과열되면서 1차 분출되고, 파손된 축로재, 동코일까지 열이 전달되어 동코일의 파열로 동코일내 냉각수가 용해로 내부로 누출되어 냉각수의 급격한 팽창으로 용탕이 재차 피재자에게 분출·비산되어 전신에 화상을 입고 사망(부상)한 재해로 추정됨



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

● 브리징 현상의 주된 요인인 과다 투입을 방지하기 위하여 용해로 내에 철재장입물 투입작업시 일시에 투입하지 말고 고철 등의 용융상태를 보면서 조금씩 투입하여야함(필요시 작업지침에 반영하여 추가 장입량 제한)

● 용융고열물의 비산 등으로 인한 화상재해 발생위험이 내재되어 있기 때문에 용해작업 시에는 반드시 규정된 방열복, 보안면, 안전장갑 등 개인보호구를 착용한 후 용해작업을 실시하여야 함

연속주조기 집탕구의 용탕 비산으로 화상 사고



재해개요

● 2013년 2월 00일, (주)00금속물산공장에서 피재자가 알루미늄 합금 잉곳 주조가 끝날 무렵 집탕구에 남아있던 용해된 알루미늄 합금(용탕)을 제거하기 위하여 치구를 용탕에 넣는 순간 용탕이 비산하여 화상을 입었으며, 옆에 서있던 동료작업자도 비산된 용탕에 의해 화상을 입은 재해임

- ※ 기인물 : 연속주조기 집탕구 및 치구
 - 제조사 : (주)00산업기계 (한국)
 - 설치년도 : 2011년
 - 크기
 - 집탕구 : □ 450 × 450mm, h 330mm
 - 치 구 : Ø 150mm, 손잡이 h 1000mm

- ※ 가해물 : 용탕 (용해된 알루미늄 합금)
 - 온도 : 약 650℃



재해발생 상황

● 알루미늄 합금 잉곳(Aluminium Alloy Ingot) 작업은 평소 2회/일 실시하며, 주간 및 야간조에서 각각 1회씩 실시함 (1회공정은 용해/합금공정이 5~8시간, 주조공정이 3~4시간 소요됨)

● 주조작업 마지막 단계에서 집탕구에 남아있던 용탕을 제거하기 위해 치구를 용탕에 넣는 순간 용탕이 비산하여 화상을 입었으며, 옆에 서 있던 동료작업자도 비산된 용탕에 화상을 입음

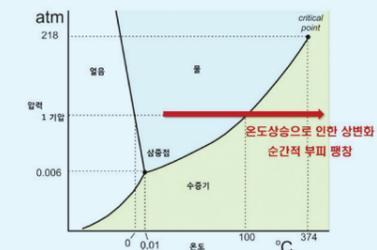
- ※ 연속주조기의 집탕구 주변의 건축물 지붕 및 구조물 상태가 양호
- 119구급대에 연락하여 울산 중앙병원 응급실로 후송하여 치료함(부상)



재해발생의 주요원인

● 치구를 전용으로 보관하는 장소가 마련되어 있지 않고 평소 연속주조기 근처 바닥에 눕혀놓고 사용하고 있으며, 미상의 수분이 잔류한 치구를 고온에 용탕에 투입함으로써 수증기 폭발이 발생하였을 가능성이 있음

※ 수증기 폭발 : 고온의 용융금속에 물 등 수분이 투입되었을 때 고온의 열이 저온의 수분에 짧은 시간에 전달되면 일시적으로 수분은 과열상태로 되고 순간적으로 급격하게 비등하고, 이때 발생하는 상변화(액상 → 기상)로 폭발현상이 나타남 (물이 수증기로 기화되면 부피는 약1600배이상 증가함)



● 고열물의 비산 등으로 인한 화상을 예방하기 위한 보안면, 방열복 등 개인보호구를 착용하지 않음



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 용융고열물을 취급하는 설비에 물이 고이거나 습윤상태에 있지 않음을 확인하여야 하며, 용탕 제거용 치구 사용 전 충분히 예열하여 수분을 완전히 제거한 후 사용하여야 함
- 용융고열물을 취급하는 작업을 하는 장소에 대하여 해당 고열물의 비산 및 유출 등으로 인한 화상이나 그 밖의 위험을 방지하기 위하여 근로자에게 방열복, 보안면, 방열장갑 등을 착용토록 하여야 함

주형해체 작업장에서 넘어지는 주형하판에 깔린 사고



재해개요

- 2013년 3월 00일, 대전시 대덕구 소재 00주물에서 합형 및 용탕주입 업무를 수행하던 피해자가 천장주행크레인을 사용하기 위하여 주형 하판을 세워놓은 주형해체 작업구역을 이동하던 중, 타작업자가 주형해체(분리) 작업 후 탈사기로 이동하기 위해 세워놓은 주형 하판(약 1~1.2톤)이 넘어지며 피해자를 덮쳐 사망한 재해임

※ 주형(틀) 제원

- 펌프의 흡입튜브를 제작하기 위한 주형 중 하판에 해당함
- 철제 틀에 주물사가 붙어 있음 - 크기 : 2150 X 2050 X 250 - 중량 : 약 1~1.2톤



재해발생 상황

- 00주물은 공작기계 베드, 대형 펌프 케이싱 등의 주물제품을 생산하는 업체임
- 재해발생 전 동료작업자 2명은 '펌프 흡입튜브 케이싱 주물'(약 0.7톤이하 제품)을 취출하기 위하여 크레인을 이용하여 주형의 상판 및 플라스크(중간틀)을 먼저 분리하였음
- 분리한 상판을 먼저 탈사기에 넣어 주물사를 털어낸 후 크레인을 이용하여 조형장 운반용 대차 위에 올려놓음
- 이후 크레인으로 플라스크를 탈사기에 투입하고 난 뒤, 동료작업자1은 크레인을 이용하여 주형 하판을 탈사기에 투입하기 위해 하판을 기울여 하판위에 얹혀 있던 주물을 옆으로 쏟아 놓은 뒤 주형하판을 수직상태로 세워 놓음
- 주형하판을 수직으로 세워놓은 상태에서 동료작업자1이 동료작업자2에게 화장실에 다녀오겠다고 한뒤 자리를 비움
- 동료작업자2는 탈사기에 넣었던 플라스크(중간틀)를 크레인으로 꺼내어 운반용 대차의 상판 위에 올려놓음
- 이때 피해자가 냉각된 주물을 주형해체 장소로 이송하고자 크레인을 사용하기 위하여 크레인이 있는 위치(운반용 대차 쪽)로 이동하던 중 세워져 있던 하판이 쓰러지며 피해자를 덮친 것으로 추정됨
- 평소 작업시에는 주형의 하판을 기울여 주물을 쏟아놓은 뒤, 하판을 곧바로 탈사기에 투입하거나 바닥에 평평한 상태로 놓았으나, 재해발생 당시에는 주형의 하판을 바닥이 주물사로 덮혀 있던 작업장에 아무런 지지없이 수직으로 세워져 있던 상황이었음



재해발생의 주요원인

- 넘어질 우려가 있는 형상의 주형을 근로자가 통행이 가능한 공간에 세워둠으로써 세워진 주형 부근을 이동하는 근로자에게 넘어짐
- 중량물을 취급하는 작업에 대하여 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대한 사전조사를 하고, 조사결과를 고려하여 추락위험, 낙하위험, 전도위험, 협착위험, 붕괴위험을 예방할 수 있는 안전대책을 포함한 작업계획서를 작성하여야 하나 작업계획서를 미작성
- 중량물 취급 작업시 작업지휘자에 의한 작업지휘 미실시



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 사업주는 주물, 주형 등이 넘어지지 않도록 견고하게 고정하거나 수평으로 내려놓아 전도를 방지하여야 함
- 사업주는 근로자의 위험을 방지하기 위하여 중량물을 취급하는 작업에 대하여 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대한 사전조사를 하고 그 결과를 기록·보존하여야 하며, 조사결과를 고려하여 추락위험, 낙하위험, 전도위험, 협착위험, 붕괴위험을 예방할 수 있는 안전대책을 포함한 작업계획서를 작성하고, 작성한 작업계획서의 내용을 해당 근로자에게 주지시켜야 함
- 사업주는 중량물을 취급하는 작업은 작업지휘자를 지정하고 작업계획서에 따라 작업을 지휘하여야 함

선별작업장의 호이스트에서 톤백 낙하 사고



재해개요

● 2013년 4월 00일, 경남 창원시 소재 (주)00산업에서 피재자가 톤백에 담겨있는 광재의 선별작업을 하기위하여 호이스트를 사용하여 톤백을 선별기 상부 호퍼로 운반한 후 톤백의 바닥면을 절개하는 과정에서 톤백의 상부가 찢어지면서 낙하하여 톤백과 호퍼 사이에 위치하고 있던 피재자를 덮쳐 사망한 재해임

※ 톤백 주요 제원

규격	1,000 X 1,000 X 1,200mm
용량	500kg
용도	LDPE(저밀도폴리에틸렌)
상하부구조	SPOUT(주둥이) TYPE
톤백걸이	ROPE(로프) TYPE
공급자	미상

※ LDPE(Low Density Polyethylene)톤백은 일반적으로 수지 등 경량의 제품을 담는 용도로 사용 : 당사에서는 광재를 담아 사용하고 있으며, 사용시 톤백 상부에 덮개가 있는 경우에는 하부에 묶음용 로프를 풀어서 작업하고 사용한 톤백은 재활용하나, 사고당시 작업한 톤백과 같이 상부에 덮개가 없는 것은 하부에 묶음용 로프를 풀지 않고 커터 칼로 절개작업 후 폐기함



재해발생 상황

- 피재자의 주업무는 제품 선별작업 공정에서 광재가 들어있는 톤백을 호이스트(2.8톤, 펜던트 스위치)를 사용하여 선별기 상부 호퍼로 운반·저장하면 제품은 컨베이어로 이송되어 자동 진동선별기를 통과하여 선별작업을 수행함
- 톤백(중량 약 1,000kg)을 호퍼에 투입하기 위하여 작업장 입구에 적재중인 톤백을 호이스트로 권상하여 선별기 호퍼 상부까지 운반한 후 호퍼 투입부에서 높이 약 60cm정도 이격시킨 상태로 정지함
- 원재료를 호퍼에 투입하고자 커터 칼을 사용하여 톤백 바닥면 절개작업을 하였으나 평소와는 달리 잘 절개가 되지 않자 고개를 숙여 몇 차례 반복작업을 실시하는 과정에서 호이스트에 매달려 있던 톤백 상부가 찢어지면서 낙하하여 톤백과 호퍼 상부 철골 구조물 사이에 위치하고 있던 피재자의 흉부가 압착됨
- 동료작업자가 호퍼 옆에 쓰러져 있는 피재자를 발견하고 주위 동료작업자에게 도움을 요청하여 병원으로 후송하였으나 사망한 재해임



재해발생의 주요원인

- 피재자 이상광은 재해가 발생된 선별기 호퍼에 톤백 1개를 투입하고 2번째 톤백(약 1,000kg)을 투입하기 위하여 준비하는 과정에서 호이스트에 매달린 톤백 하부로 접근하여 톤백의 바닥면 절개작업을 실시하던 과정에서 톤백 상부의 취약부(훼손된 부분)에 하중이 집중되어 찢어지면서 낙하하여 절개작업을 하던 피재자를 덮쳐 톤백과 호퍼 상부 투입부 사이에 피재자의 흉부가 협착되어 사망함
- 재해발생 톤백은 재활용 납품업체가 알루미늄 제련업체 등으로부터 광재를 수거하여 톤백 마대에 담아 입고하였고, 사고당시 톤백걸이 로프(4줄걸이)는 호이스트 후에 매달려 있는 상태였으며 톤백 용량 500kg을 초과하여 약 1,000kg의 광재를 담아 계속적으로 사용한바 톤백마대 노후로 톤백 상부가 찢어진 것으로 추정됨



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 호이스트 등을 이용하여 중량물을 취급하는 경우 중량물이 담긴 톤백(로프포함) 등의 이상유무를 사전에 점검하고 추락·낙하·전도·협착·붕괴의 위험을 예방할 수 있는 안전대책을 포함한 작업계획서를 작성하고, 그 내용을 해당 근로자에게 알리고 계획에 따라 작업을 하여야 함
- 매단 물체하부에 신체의 일부가 접근되지 않도록 이격 가능한 수공구 등을 활용하는 등의 조치를 하여야 함
- 매단 물체하부, 설비 상부작업 등 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업을 수행할 경우 안전모를 착용하고 작업하여야 함

코일캐리어의 돌출된 튜브에 발목이 감긴 사고



재해개요

- 2013년 7월 00일, 경기도 평택시 소재 (주)000의 코일링공정에서 피재자가 코일링기의 코일 캐리어에서 튜브가 엉켜 튕겨져 나오자 코일캐리어 회전속도를 조정하기 위하여 조작판넬로 이동하던 중 캐리어에서 튕겨나온 튜브가 발목을 감아 낙아채 캐리어 가아드에 머리를 부딪쳐 사망한 재해임

※ 코일링 M/C 제원

- Max 생산속도 : 280m/분
- 생산 운전속도 : 200~230m/분
- 드럼회전 동력 DC Motor 용량 : 19.1KW(1EA)
- 드럼 직경 : 외경 1,050mm



재해발생 상황

- (주)000은 철판을 가공하여 차량용 및 냉장고용 냉매튜브를 생산하는 업체임
- 피재자는 경력 1년미만의 신규채용자로, 직무는 코일링작업을 수행함
- 코일링공정의 코일캐리어 주변에는 방호가드가 설치되어 있으며, 정품생산시에는 방호가드를 닫고 작업을 수행하나, 불량품 생산시에는 방호가드를 반쯤 열어놓은 상태에서 작업을 수행하는 것이 보편화 되어 있음
- 2인1조로 코일링 작업 수행시 1명은 코일캐리어의 속도를 조절하는 테스크 판넬을 조작하고, 다른 1명은 드럼의 암을 내리(Open)는 로컬(Local)판넬을 조작함
- 동료작업자가 초도불량품이 적재된 드럼의 암을 내리기 위해 로컬판넬을 조작한 후 "캐리어 불륨을 조정해 달라"라는 음성 신호를 받았고, 호이스트 작업을 하고 있던 피재자는 캐리어의 속도를 줄이기 위해 테스크 판넬로 이동하던 중 캐리어에서 튕겨져 나온 튜브에 발이 걸려 넘어 채이면서 캐리어 가아드(Guard)부에 머리가 충돌됨
- 재해발생시 드럼의 속도는 200m/분이었고, 캐리어의 속도는 220~230m/분이었음



재해발생의 주요원인

- 감김통에 의하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 부위에 방호가드를 설치하였으나, 그 기능을 해제한 상태로 작업을 실시함
- 공작기계·수송기계·건설기계 등의 정비·청소·급유·검사·수리·교체 또는 조정 작업 또는 그 밖에 유사한 작업을 할 때에 근로자가 위험해질 우려가 있으면 해당 기계의 운전을 정지하여야 하나, 설비 가동중에 조정작업을 실시함



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 종이·천·비닐 및 와이어로프 등의 감김통에 의하여 근로자가 위험해질 우려가 있는 부위에 방호가드를 설치한 경우에는 그 기능을 항상 유효한 상태로 하여 작업을 실시하여야함
- 공작기계·수송기계·건설기계 등의 정비·청소·급유·검사·수리·교체 또는 조정 작업 또는 그 밖에 유사한 작업을 할 때에 근로자가 위험해질 우려가 있으면 해당 기계의 운전을 정지하여야 함

자재운반용 호이스트 출입구에서 낙하 사고



재해개요

- 2013년 4월 00일, 울산시 온산읍 소재 000(주) 온산제련소에서 피해자가 조역 3층 필터프레스 플레이트 교체 작업을 완료하고 난 뒤 3층 필터프레스 자재운반용 Hoist 출입구에서 약 12m 아래로 떨어져 병원 이송 후 치료 중 사망한 재해임



재해발생 상황

- 피해자와 조역팀 반장은 11시35분경 조역 3층 F/P 100Ch Plate 교체 작업을 완료하고 반장은 피해자에게 1층 여액탱크 V/V 보수상태 확인 후 정상가동 작업 지시를 하고 C/R(Control Room : 제어실) 이동 중 갑자기 "으악~" 하는 소리를 듣고 돌아보니 Hoist 출입구 Chain 2줄이 해체된 상태에서 피해자가 약 12.2m 아래 지면 바닥으로 떨어져 있음을 발견하고 병원으로 후송하여 치료 중 사망함

- 호이스트를 조작하는 부분에 대해서는 고정식 안전난간대(중간 난간대 높이 약 0.5m, 상부 난간대 높이 약 1.0m)이며, 체인이 걸려진 부분의 중간 체인은 최소 높이 약 0.35m, 상부 줄 높이 약 0.85m로 체인은 벽면고리에 거는 방법에 따라 처짐 정도가 달라지고, 체인이 풀려지기도 함으로 호이스트를 조작하는 안전구역 내에서 안전한 작업을 실시하여야 하나,

☞ 피해자는 최초 사고지점 목격자인 반장의 진술[체인 2줄이 해체되어 출입구 바닥에 놓여 있음]로 볼 때 안전조치가 없는 상태에서 추락함



재해발생의 주요원인

- 호이스트를 사용하여 자재 반입(반출) 작업 시에 안전구역 내부에서만 작업을 하는 경우는 추락위험이 없으나, 체인부에서 작업 시에는 체인의 체결력 저하, 풀림, 해체 등으로 안전난간대의 기능이 상실되어 추락위험이 발생하게 되므로 안전대를 지급하여 착용하는 방법 등을 조치하여야하나 미 실시 함
- 호이스트 사용 작업이 없는 개구부는 벽면의 여닫이 문을 사용하여 개구부를 완벽하게 밀폐 할 수 있으나 사고 당시에는 문이 개방되어 개구부가 발생하고, 체인이 해체되는 상태로 관리되었음



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 난간 등을 설치하는 것이 매우 곤란하거나 작업의 필요상 임시로 난간 등을 해체하여야 하는 경우 적절한 안전방망을 설치하거나 안전방망을 설치하기 곤란한 경우에는 근로자에게 안전대를 착용하도록 하는 등 추락할 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 실시

래들 가열작업중 누출된 LNG폭발 사고



재해개요

● 2012년 12월 00일, 전북 군산시 소재 (주)000의 제강공장 내 래들 가열대에서 래들 가열작업을 진행하던 중, 천연가스가 누출되어 점화원에 의한 폭발이 발생하였으며, 피해자는 폭발시 비래된 금속파편에 좌측가슴에 충격을 입어 사망한 재해임

※ 사고물질

물질명	CAS No.	폭발범위(%)	발화점(°C)	가스비중	비고
천연가스 (Natural Gas)	68410-63-9	5~15	537	0.6	연료

※ 사고발생 설비

설비명	명 세	주요재질
래들 3호기	Size : O.D 3200 × H 3700 Capacity : 15 m3(내화물축조시내용량)	탄소강 25 mm + 내화물



재해발생 상황

- 제강공정은 전기로를 이용하여 고철 등을 녹여 액체상태로 상변화를 시킨 후 철강제품의 중간재인 잉곳을 만드는 공정임
- 제강과정에는 총 9기의 래들이 있으며 이중 3기는 수직형이며, 6기는 수평형임(금번 사고가 발생한 래들가열대 3호기는 수평상태에서 가열하는 설비임)
- 피해자와 동료작업자 1명은 래들 3/4/5/6호기 버너의 점화테스트를 위해 자동기동 모드로 점화를 실시한 후 버너의 측면으로 이동하여 불꽃길이 등 점화상태를 점검함
- 전체적으로 3/4/5/6호기 버너의 연소상태가 적정하다는 판단 후 래들가열대를 전진하여 래들에 밀착시키는 작업을 수행함
- 밀착작업 수행 후 래들과 래들가열대의 방열판 사이의 간격이 있어서 가열효율이 낮을것이라 판단해 틈새를 새라크 울(이하 단열재)로 덮기로 판단하고, 점화된 상태에서 대기실로 돌아와 단열재를 지게차를 이용하여 이송함
- 단열재를 덮기 위하여 3/4/5/6호기의 버너를 소화하고, 3/4호기에 단열재 설치작업을 수행함(단열재 설치작업시 피해자는 래들 상부에서 단열재를 내려주는 작업을 수행하였으며, 동료작업자는 하부에서 단열재의 양쪽하단을 고정시키는 작업을 수행함)
- 3/4호기 단열재 설치작업 후 3/4호기의 자동점화 버튼을 눌러 점화실시 후 5/6호기의 단열재 설치를 위해 이동함(3/4호기의 점화성공여부 확인은 실시하지 않음, 평상시에도 3호기는 종종 점화가 이루어지지 않는 경우가 있었다고 함)
- 5/6호기의 단열재 설치과정에서 동료작업자는 6호기의 하부 단열재 고정작업을 실시 하였으며, 이때 피해자는 6호기 래들에서 내려와 단열재 보관 박스를 3호기 측면의 핏트에 버리는 작업을 수행함
- 동료작업자는 5/6호기 점화작업을 단독으로 수행하는 과정에서 6호기는 점화가 1회에 되었으나, 5호기는 최초 점화시 점화가 되지 않아 5호기를 2회 정도 재점화시도하여 점화에 성공하였으며(2~3분정도 작업을 수행함) 이때 래들 3호기에서 폭발이 발생함
- 폭발 발생 후 설비보수 인원이 사고현장에 도착하였을 당시 사고지점에는 가스냄새가 났으며, 설비 보수 인원이 3/4호기의 천연가스 공급 주 차단밸브를 닫음



재해발생의 주요원인

1) 가연성 물질 : 배관에서 누출된 천연가스

- (추정 1) 파이렛버너에 설치된 불꽃감지기의 오작동으로 파이렛버너에서 착화된 것으로 감지하는 경우에는 순차적으로 파이렛버너 및 주버너로 연결된 천연가스/산소/압축공기 배관의 밸브가 개방되어 래들 내부로 천연가스가 유입될 가능성이 있음
- (추정 2) 불꽃감지기는 정상적으로 작동되었으나 파이렛버너에 연결된 천연가스 배관의 차단밸브 조작계통의 이상으로 차단밸브가 정상적으로 작동되지 않아 열린상태를 유지하는 경우에는 천연가스가 래들 내부로 지속적으로 유입됨(래들 가열대 3호기는 자동점화버튼 조작 후 정상착화여부를 확인하지 않았으며, 폭발 발생시까지 약 10분 이상의 시간이 소요되어 소량이지만 지속적으로 파이렛 버너를 통해 래들 내부로 유출된 천연가스가 폭발범위를 형성하였을 가능성이 있음)

2) 점화원

- 래들가열대 3호기는 초기점화 실패로 인하여 지속적으로 천연가스가 래들 내부로 유입되어 폭발분위기를 형성하고 있는 상태에서 재점화를 위해 자동점화버튼을 조작하였으며, 이때 파이렛버너의 점화 불꽃이 점화원으로 작용하였을 가능성이 있음(실제 자동점화 버튼을 누른 후에 파이렛버너에 연결된 천연가스/압축공기의 차단밸브가 열리고 점화불꽃이 발생하는 시점까지는 6~10초 가량 소요되며, 피해자가 자동점화 버튼을 조작 후 점화 성공여부를 확인하기 위하여 래들 측면 방향으로 약 5 미터 정도 이동한 위치에서 비래물에 의한 충돌로 쓰러졌을 가능성이 있음)



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 래들 내부로 질소와 같은 불활성가스를 주입할 수 있는 설비를 설치하여 점화가 이루어지지 않을 경우, 일정시간동안 래들 내부에 불활성가스를 공급하여 누출된 가연성가스의 치환작업을 수행한 후에 재점하도록 운전절차를 변경하는 것이 필요함. 또한 이 내용이 "LADLE 작업표준(SB-E-1A08)"의 이상시 조치방법에 포함되도록 절차를 수정하는 것도 필요함
- 래들 가열대를 휴지 후 재가동하는 경우에는 Ladle Preheater 가동전 안전점검표에 따라서 가동전 점검을 실시한 후 재가동을 실시하는 것이 필요함
- 천연가스 주공급 배관의 밸브사양을 변경하는 경우에는 변경관리 절차를 준수하여 사양 변경에 따른 위험성 및 기술적인 사항이 충분히 검토되도록 하는 것이 필요함

열간단조프레스 작업중 금형 파편에 맞은 사고



재해개요

- 2013년 1월 00일, 부산 사상구 소재의 00단조에서 열간단조 프레스 작업중이던 피재자가 하부금형이 깨어지면서 날아온 금형파편에 가슴을 맞아 사망한 재해임
- ※ 열간단조프레스 제원
 - 압입능력 : 1,000톤
 - 제 조 사 : 00기계산업
 - 제조일자 : 확인불가
- ※ 하부금형
 - 크기 : φ 230mm



재해발생 상황

- 피재자와 동료 작업자들은 새로 주문 받은 조선용 플랜지를 생산하기 위해 해당 프레스에 금형을 새로 교체·설치하여, 금형의 설치상태를 점검 등의 생산을 하기 위한 준비를 완료함
- 슬라이드에 설치되어 있는 상부 금형의 고정 브라켓(물림판) 및 고정볼트가 기울어진 상태로 슬라이드에 부착되어 있고, 스프링 와셔 등이 없이 볼트와 너트가 체결되어 있으며, 원형 금형에 직선 형태의 브라켓이 결합되어 있음
- 상부 금형의 내부 가장자리 모서리 부분에 눌린 자국이 확인되었으며, 하부 금형에도 외부 하중에 의해 모서리 부분이 일부분이 눌러 파손된 부분이 발견됨
- 피재자가 프레스 단조작업을 실시하여 약 70여개의 플랜지를 가공한 이후 갑자기 작업이 정지되어 컨베이어 위해서 작업하던 동료 작업자가 아래를 내려보니 피재자가 가슴에 철조각이 박혀 있는 상태로 바닥에 누워 있는 것을 목격하게 되어 인근 병원으로 후송하여 입원 치료중 사망함



재해발생의 주요원인

- 상부 금형을 슬라이드에 고정시키기 위해 설치되어 있는 고정 볼트, 브라켓 등이 풀림방지 조치 없이 기울어진 상태로 체결되어 있으며, 곡선인 금형표면에 직선 형태의 브라켓이 결합되어 있어 정확히 힘을 받쳐주지 못한 형태로 고정되어 있어 반복된 고온의 열간 단조 프레스 작업으로 상부금형에 충격을 주어 체결상태가 약해지거나 금형이 외부 충격에 미세하게 움직일 수 있는 불안정한 상태에서 작업을 하던 중 하부 금형 가운데 쪽으로 정확히 소재가 투입되지 않고 한쪽 측면으로 가공물이 놓여진 상태에서 가압되어 하부금형 상부쪽으로 불필요한 가공물이 넘쳐 올라와 상하금형이 일치되지 않는 상태로 닫히면서 상부 금형의 모서리 부분과 하부금형의 모서리부분이 부딪혀 일부분이 파손된 것으로 추정됨



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 금형의 파손에 의한 사고를 예방하기 위해 해당 금형에 맞는 부품을 사용하여 조립하고, 볼트 및 너트의 헐거움을 방지하기 위해 분해, 조립을 고려하여 스프링 와셔, 로크 너트, 키, 핀 등을 적절히 사용하며, 금형의 편하중을 방지하기 위해 자중 중심과 일치하도록 금형 설치
- 금형설치 및 해체시 금형의 설치용구는 프레스의 구조에 적합한 형태로 하며, 금형 고정용 브라켓(물림판)을 고정시킬 때 고정용 브라켓은 수평이 되게 하고 고정 볼트는 수직이 되게 고정하며, 부적합한 프레스에 금형을 설치하는 것을 방지하기 위하여 금형에 금형 부품번호, 상형중량, 총중량, 다이하이트 등을 기록 관리
- 열간 단조프레스 작업시 금형 사이에 정확히 가공 소재를 투입하여 가공물이 비정상적인 형태로 성형되어 상하부 금형이 불일치하지 않도록 프레스 작업에 대한 안전 방법 준수 등의 교육 실시

주물사 재생공정의 호퍼 내부에서 용접작업중 감전 사고



재해개요

● 2013년 7월 00일, (주)000 내 주물사 재생라인의 호퍼 내부에서 피해자가 용접작업을 하다가 감전되어 용접기 홀더를 가슴에 안고 쓰러져 있는 것을 동료작업자가 발견하고 119에 신고하였으나 사망한 재해임

- ※ 교류아크용접기 제원
 - 정격 1 차 입력 력 : 40KVA 20KW
 - 정격 입력 전압 : 440/220V
 - 정격 출력 전류 : 500A
 - 최고 무부하 전압 : 85V
 - 정격 부하 전압 : 45V
 - 제 조 사 : (주)퍼펙트대대



재해발생 상황

- 당 사업장은 2013년 5월부터 주로 야간에 공장 가동 및 작업을 하고 주간에는 공장을 가동하지 않으며 필요에 따라 유지·보수작업을 실시하고 있음
- 피해자는 호퍼에 발생된 구멍을 미리 재단해둔 철판으로 용접하여 붙이기 위해 버킷컨베이어 상부를 통해 호퍼 내부로 들어가서 용접을 실시했던 것으로 추정됨
- 호퍼는 도전성이 높은 금속제로 구성되어 있고 내부의 작업공간은 충분하지 아니 하였음
- 피해자가 사용한 교류아크용접기에는 자동전격방지기가 설치되어 있지 아니 하였고 홀더의 상부 절연덮개는 일부가 파손되어 충전부가 노출되어 있었음



재해발생의 주요원인

- 도전성이 높은 장소에서 자동전격방지기가 설치되지 않은 교류아크용접기 사용
 - ※ 금속제로 둘러싸인 호퍼내부에서 근로자가 물·땀 등으로 인하여 도전성이 높은 습윤 상태였으나 자동전격방지장치가 설치되지 아니한 교류아크용접기를 사용하여 작업을 실시하였음
- 절연덮개(애자)가 파손된 홀더를 사용하여 용접작업 실시
 - ※ 홀더의 절연덮개(애자)가 파손되어 있어 용접작업 시 신체 일부가 충전부에 접촉할 위험이 있었음
- 작업공간이 충분하지 않고 도전체로 둘러싸인 호퍼 내부에서 용접작업 실시



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 도전성이 높은 장소에서 교류아크용접기를 사용하는 경우에는 자동전격방지기를 설치하여야 함
 - 도전체에 둘러싸인 장소 내부
 - 도전성이 높은 물체에 근로자가 접촉할 우려가 있는 장소
 - 도전성이 높은 습윤 상태에서 작업하는 장소
- 홀더의 절연덮개(애자)가 파손된 홀더는 사용하지 않아야 하며, 절연물이 파손된 홀더는 절연내력 및 내열성이 있는 KS규격품으로 교체하여 사용
- 안전한 작업공간이 확보된 상태에서 용접작업을 실시

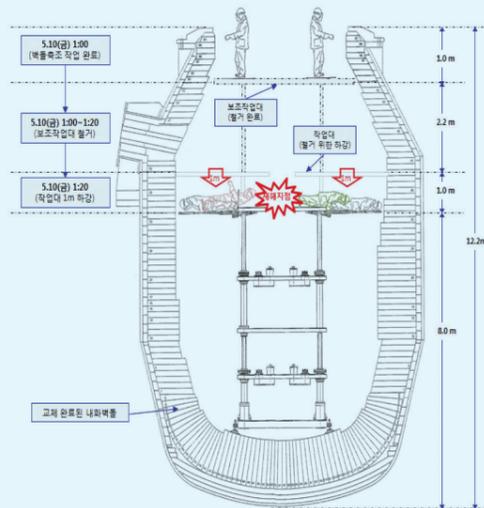
OO제철(주) 당진공장 질식 사고



재해개요

- 2013년 5월 00일, 충남 당진시 소재 OO제철(주) 당진공장 내에서 협력업체 OO내화(주) 근로자가 제강공장 3전로 내의 내화벽돌 축조작업중에 노내에 유입된 아르곤(Ar) 가스에 의한 산소결핍으로 5명이 질식·사망한 재해임

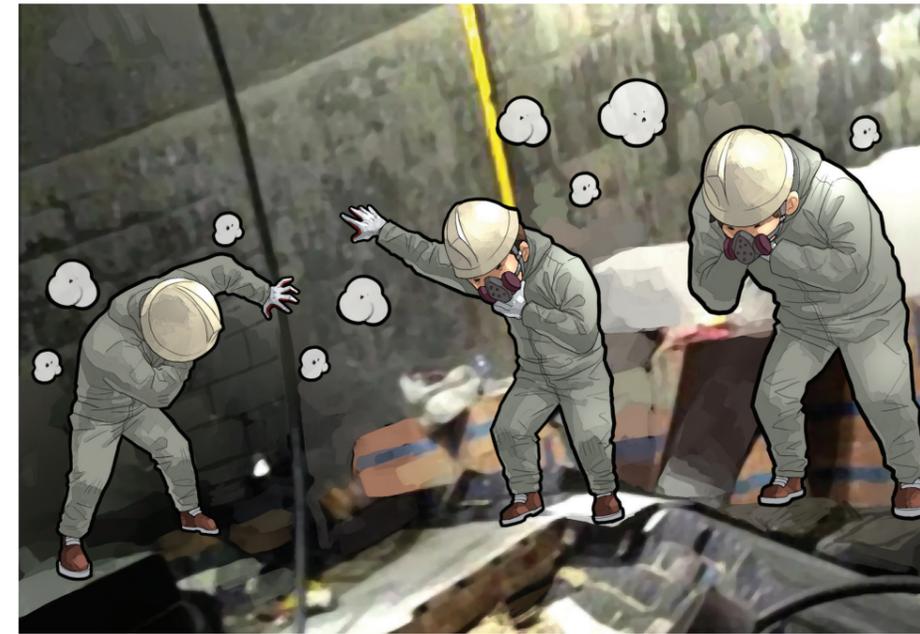
* 전로 : 외경이 8,092mm, 높이가 12,200mm로 내용적이 약 310^m 크기의 항아리 모양



재해발생 상황

- OO제철(주) 협력업체인 OO내화(주) 근로자들이 전로의 벽돌축조작업을 마치고 작업대 철거를 위해 밀폐공간인 전로 아래로 이동하여 철거작업을 실시하였고
- 협력업체인 OOM&R사는 배관의 교체 및 누설시험 작업을 끝내고 메인밸브를 손으로 잠그고 밸브를 열지 못하도록 안전조치를 하고 작업을 마치고 철수하였음
- 재해발생은 OO제철(주) 협력업체인 OOM&R사가 작업한 메인밸브에서 아르곤가스*가 누설되어 전로하부에서부터 채워지면서 작업장소(밀폐공간)에서 산소 결핍이 발생하여 작업대 철거 작업을 실시하던 협력업체인 OO내화(주) 근로자 5명이 전부 질식 사망하였음

* 아르곤가스 : 무색·무취의 불활성 가스로 상대증기밀도가 1.66으로 공기(1)보다 무거움



재해발생의 주요원인

- 메인밸브를 손으로 잠그고 밸브를 열지 못하도록 안전조치를 한 다음에 잠긴 밸브에서 가스누출여부에 대한 확인검사를 하지 않았음
- 아르곤 가스 공급용 배관교체/누설시험 작업과 전로작업이 동시에 수행되지 않도록 작업통제를 하지 않았음
- 작업시작 전 근로자에게 유해·위험작업 정보를 제공하지 않았음
- 밀폐공간인 전로 아래 부분에서의 작업 시작 전 공기 상태가 적정한지를 확인하기 위한 측정 등 '밀폐공간 보건작업 프로그램'을 수립·시행하지 않았음



이러한 동종 재해 또는 유사재해를 예방하기 위해서는

- 사업주 또는 관리자가 반드시 작업시작 전 같은 장소에서 동시에 진행되는 작업내용, 안전작업절차(밀폐공간 보건작업 프로그램 등), 유해·위험작업에 대한 정보, 사고발생 시 비상대피요령 등에 대해 근로자에게 알려주어야 합니다.
- 사업주 또는 관리자가 반드시 작업근로자들이 작업시작 전 점검사항 이행, 안전작업절차 준수, 유해·위험작업 정보 확인, 비상대피요령 등에 대해 숙지하고 작업을 실시하고 있는지 관리감독을 철저히 이행하여야 합니다.
- 만약, 사업주 또는 관리자가 안전한 작업절차(밸브 가스누출 확인검사, 산소농도측정, 공기호흡기나 송기마스크 사전 준비 등), 안전교육, 확인점검 등 관리감독을 철저히 이행하였다면 이러한 재해는 일어나지 않았을 것입니다.

철강산업 중대재해 사례집

발행일 2013년 12월
발행처 한국철강협회 · 안전보건공단
편집·인쇄 디자인허브(02-555-3710)
일러스트 안동봉

*원작자의 동의없이 무단 복제를 금합니다.



한국철강협회
KOREA IRON & STEEL ASSOCIATION

산업재해예방
안전보건공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

