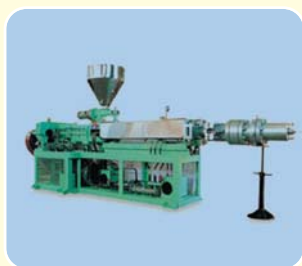


'08~'10

산업기계 중대재해 사례집



한국산업안전보건공단
KOREA OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH AGENCY

“산업기계 중대재해 사례집” 발간에 즈음하여 . . .

본 사례집은 '07~'10년 공작기계, 성형기계, 운반기계, 금속가공기계 등 산업기계에서 발생한 사망재해 사례를 모은 것입니다. 2010년도 ‘산업용기계류의 위험성평가 제도도입 방안연구’ 연구보고서에 따르면 사고성 재해의 약 25%가 산업용 기계에 의해 발생하였고, 이들 재해 중 약 17%가 **산업안전보건법적상의 의무안전인증 대상이 아닌 일반 산업기계류에 의해 발생**한 것으로 보고되고 있습니다. 이에 따라 산업기계에 의한 재해감소 없이는 우리나라의 산업재해가 선진국 수준으로 감소되는 것이 어려워 보입니다.

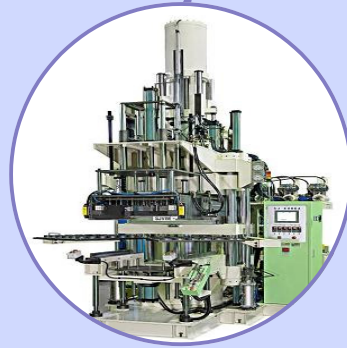
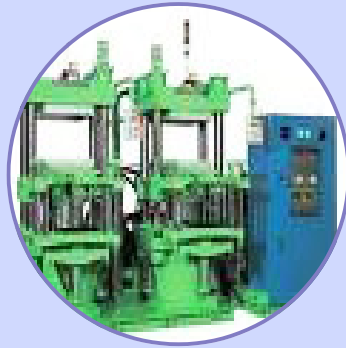
산업기계 재해 예방을 위해서는 설계·제조 단계에서 근원적 안전성을 확보하는 것이 무엇보다 중요합니다. 영국, 독일 등 EU 선진국의 경우에는 기계를 사용하는 사람이 실수를 하더라도 사고가 발생하지 않는 근원적으로 안전한 기계를 제작하도록 제조자의 위험성 평가를 의무화하고 있습니다. 이웃나라 일본의 경우에도 노동안전위생법 『기계의 포괄적 안전기준에 관한지침』에 따라 제조자가 안전한 산업기계를 제작토록 노력 의무화하고 있습니다.

또한, 선진 각국의 경우 제조물책임(PL)제도가 정착되어 제품결함에 의한 사고 시 과중한 책임이 부과되는 사례가 많기 때문에 제조자 스스로 제품을 만들 때 소비자의 안전을 최고 우선사항으로 고려하고 있습니다. 이에 따라 **산업기계를 안전하게 설계·제작하는 것은 산업재해 예방 뿐 만 아니라 해외 수출 시 무역장벽을 극복하는 데에도 꼭 필요한 사항**입니다.

한편 기계를 근원적으로 안전하게 만드는 것 못지않게 안전한 상태로 유지·관리하는 것도 대단히 중요합니다. 기계를 사용하는 사업주는 사용단계에서 위험성 평가를 통해 위험요인을 제거하도록 노력하고, 근로자는 작업이 조금 불편하다고 해서 설치된 안전장치를 제거하거나 그 기능을 무효화하지 않아야 합니다. 제조자, 사업주 및 근로자가 모두 함께 노력할 때 산업기계로 인한 재해예방이 가능합니다.

이에 본 책자가 산업기계에 의한 동종 유사재해를 예방할 수 있는 좋은 사례가 되기를 기대합니다.

**“기계를 안전하게 설계·제작하는 것은 선택이 아닙니다.
산업재해예방과 대외 경쟁력 강화를 위한 필수 조건입니다!”**

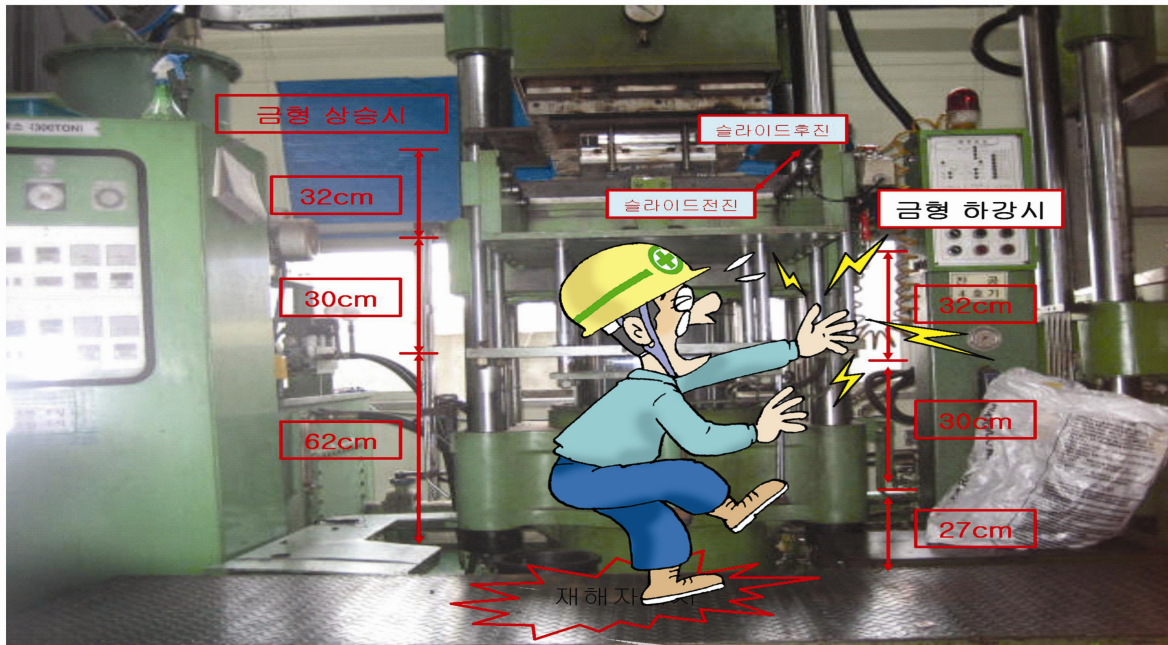


6. 성형기계

- 고무가압성형기
- 골판지성형기
- 자동성형기
- 블로워볼드머신
- 펄프몰드성형기
- 자동조형기
- 스티로폼 성형기
- 고무 성형기
- 블록 성형기
- 자동 조형라인

고무가압성형기

고무가압성형기 점검 중 누전에 의한 감전



재해개요

2007년 8월 21일, 부산시 소재, ○○○○고무, 자동차 부품 성형 공장

고무가압성형기 작업공정에서 자동차부품을 성형하던 중 제품 불량률이 많이 발생되어 성형기를 점검하던 중 금형 히터부의 누전에 의하여 신체 일부가 접촉되어 감전

재해원인

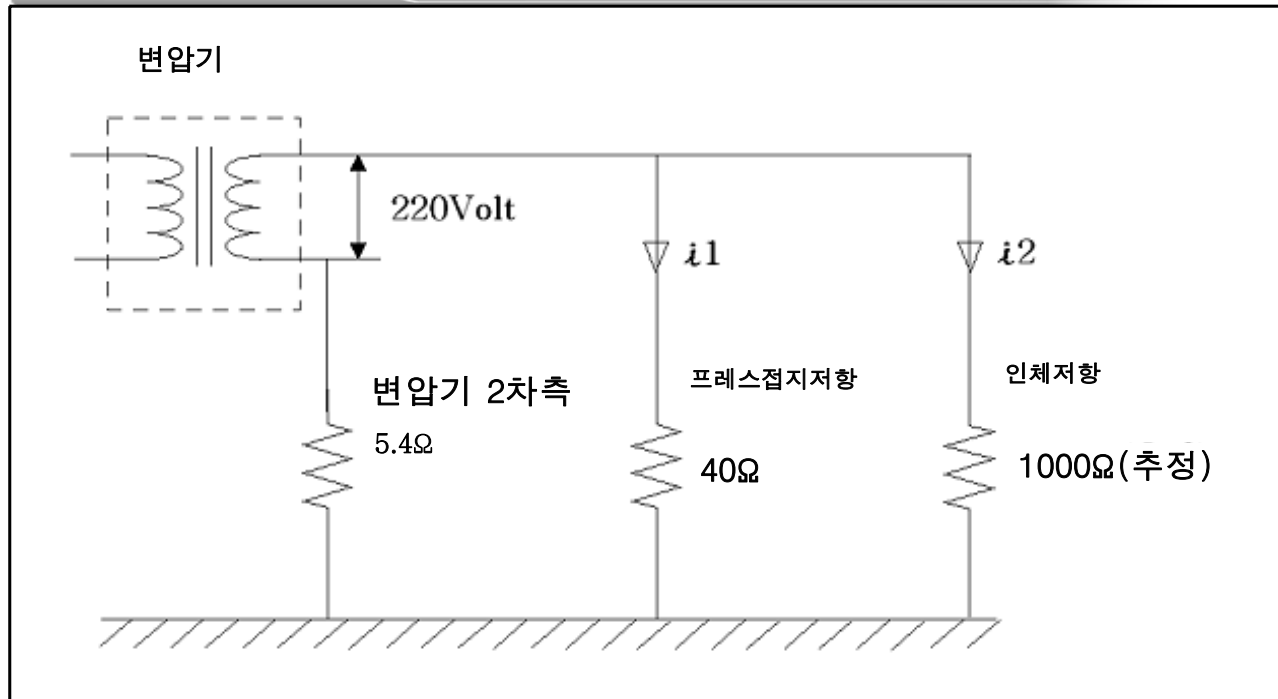
○ 기술적 원인

- 외함접지 미흡 : 인체에 땀이 많이 나는 등 열악한 인체의 저항조건을 감안할 때 40Ω 정도의 프레스 외함 접지는 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위한 확실한 접지로서는 미흡함(인체통전 전류는 150mA 이상)
 - ※ 이는 감전시 인체가 자력으로 누전부위로부터 이탈할 수 없는 전류치이며, 또한 감전으로 인한 심실세동 한계전류치 이상임

○ 인적 원인

- 전기히터가 내장된 금형은 수시로 누전여부 등을 점검하여야 하나 점검 미 실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 외함 접지 개선 또는 누전차단기 설치

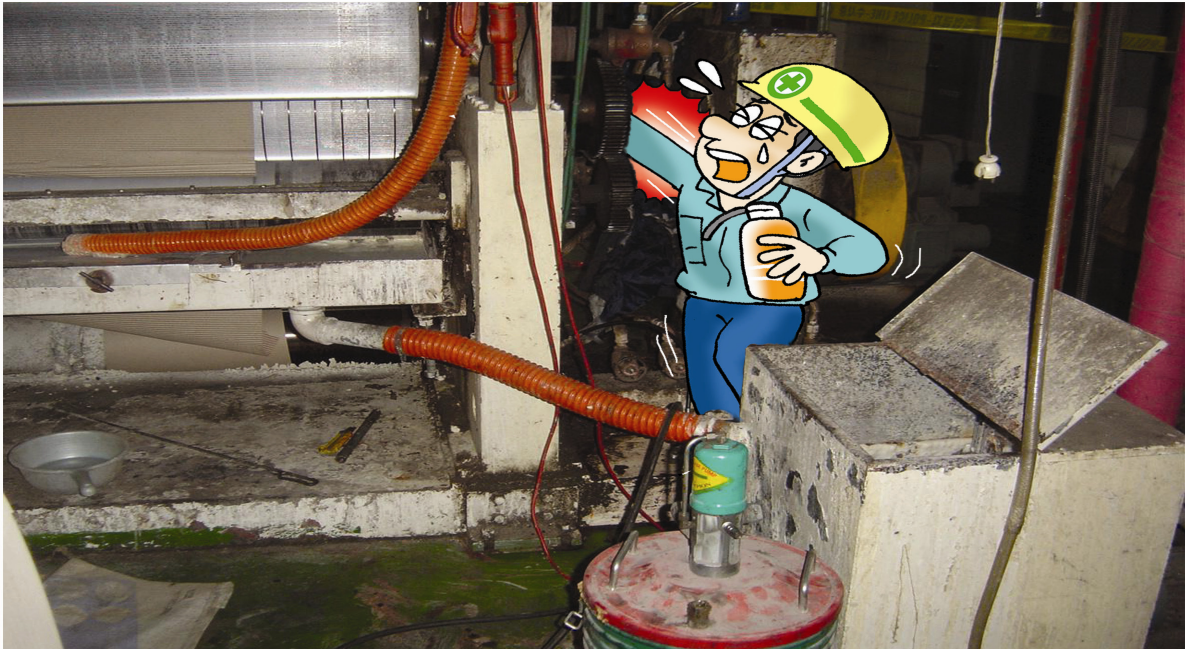
- 전기기계·기구는 인체에 땀이 많이 나는 등 열악한 인체의 저항조건에서도 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위해 접지봉을 지표면 아래 깊게 매설 하거나 여러 개의 접지봉을 병렬로 접속하는 등 접지방법을 개선하여 확실하게 접지를 실시하여 작업조건에 적합한 접지저항을 유지시키거나, 정격용량에 적절한 누전 차단기를 설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제328조(전기기계·기구의 접지)
산업안전기준에 관한 규칙 제329조(누전차단기에 의한 감전방지)

○ 누전 여부 등 점검 실시

- 전기히터가 내장된 금형은 수시로 누전여부 등을 점검 실시
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제329조(누전차단기에 의한 감전방지)

골판지성형기

골판지 성형기 그리스 주입 작업 중 협착



재해개요

2007년 11월 16일, 전북 익산시 소재, (주)○○폴리팩, 골판지 제조 공장

골판지 생산라인 B골성형기 성형롤 구동 동력 전달부 근처에서 맞물려 회전하는 기어(평기어, Spur Gear)에 근접하여 그리스(Grease)를 주입하던 중 오른 팔이 회전하는 기어에 협착 절단 사망

재해원인

○ 기술적 원인

- 기어 방호덮개 및 연동장치 미설치

○ 인적 원인

- 성형롤이 가동 중인 상태에서 협착위험점에 접근하여 그리스 주입 작업 실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 기어 방호덮개 및 연동장치 설치

- 말릴 위험이 큰 기어 구동부에는 방호덮개를 설치하고 덮개 개방 시에는 동력이 차단되도록 연동장치를 설치

※ 그리스 자동 투입 설비 부착

- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제32조(원동기·회전축등의 위험방지)

○ 기어 그리스 주입 작업 시 가동 정지

- 성형기의 정비, 청소, 급유, 수리, 검사 등의 작업을 하는 때에는 해당 기계의 운전을 정지

- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비등의 작업시의 운전정지등)

자동성형기

자동성형기 부표 제거작업 중 협착



재해개요

2009년 5월 28일, 전남 화순군 소재, ○○스티로폴, 부표 성형 공정

안전문을 통하지 않고 성형기 내부에서 금형 밀편에 부착되어 있는 스티로폴 조각 제거 작업 중 동료 작업자가 성형기를 가동시켜 금형 사이에 협착

재해원인

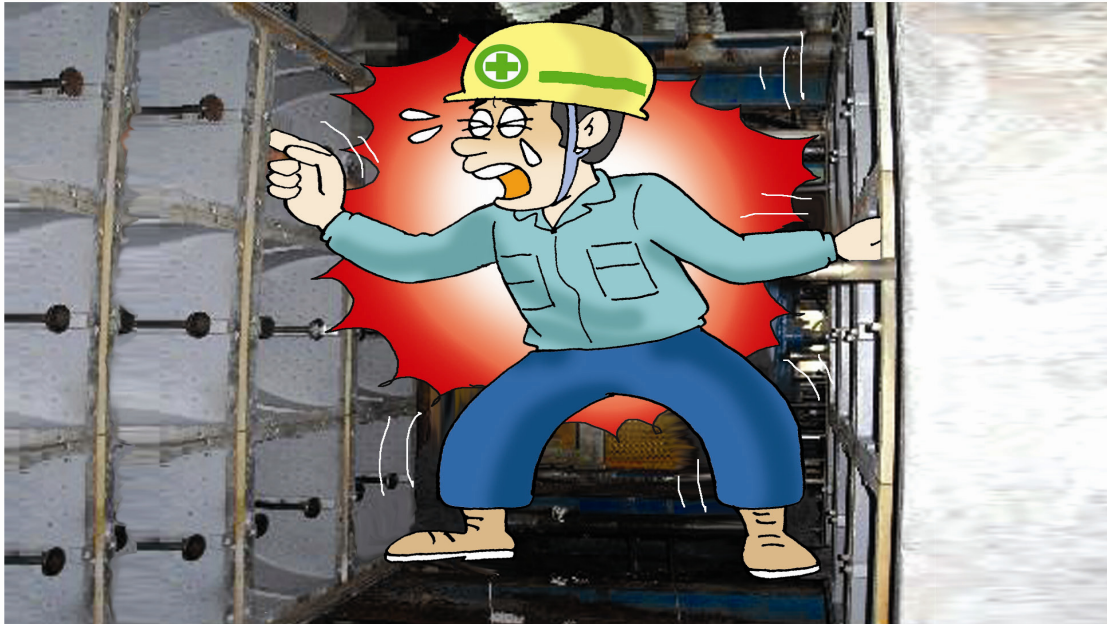
○ 기술적 원인

- 안전문 설치 부적절 : 성형기 측면에 설치되어 있는 안전문을 닫아도 신체 일부가 들어갈 수 있는 틈새가 있는 구조로 설치됨

○ 인적 원인

- 작업지휘자 배치 등 다른 사람이 성형기를 운전하는 것을 방지하기 위한 조치 미실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 기준에 적합한 안전문 설치

- 성형기에 설치되어 있는 안전문을 닫으면 작업자 신체일부가 내부에 들어갈 수 없는 구조이어야 함
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제92조(사출성형기 등의 방호장치)

○ 성형기 기동장치에 잠금장치 설치

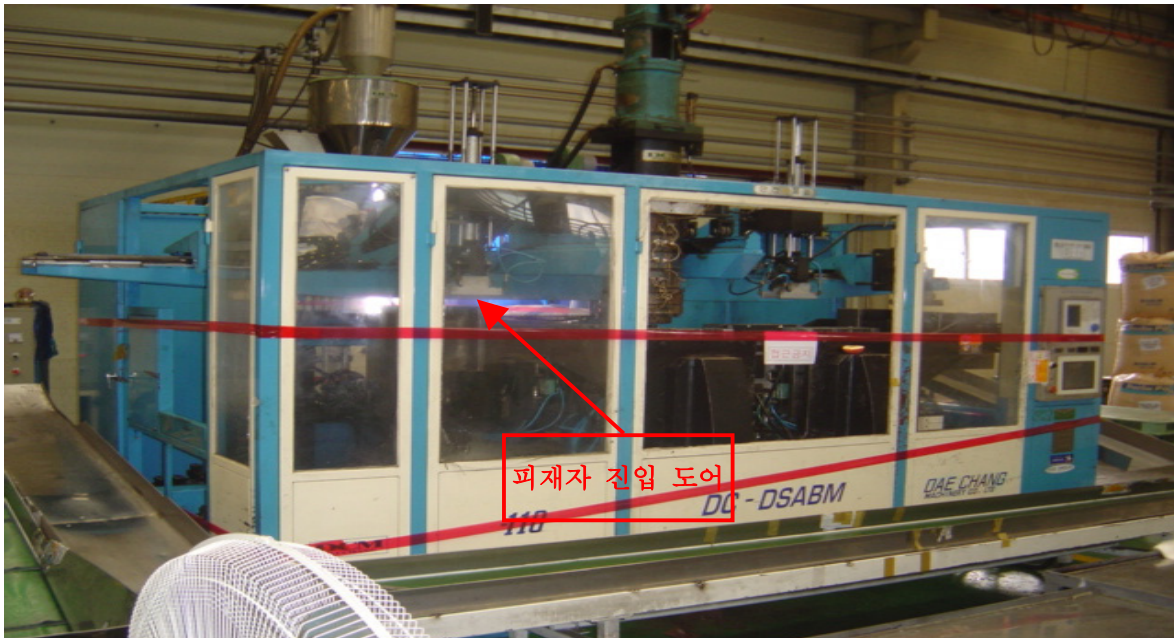
- 다른 사람이 기계를 운전하는 것을 방지하기 위하여 기동장치에 잠금장치(키 스위치 등)를 설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비등의 작업시의 운전정지등)

○ 작업지휘자 배치

- 성형기의 운전을 시작할 경우에는 작업지휘자를 배치하고 필요사항을 조치
 - ※ 위험지역 출입통제, 작업자 및 조작자 신호체계 확립, 청소 등의 작업시 기동스위치의 잠금장치 또는 표지판 설치 및 관리
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비등의 작업시의 운전정지등)

블로워몰드머신

성형기 내부 제품 탈착 작업 중 협착



재해개요

2007년 03월16일, 경기 화성시 소재 ○○유화(주), 플라스틱 제품 제조 공정 성형기(블로워몰드머신)에서 좌측 금형 브로우핀에서 제품이 탈착되지 아니하여 제품 성형 작업 중지(전원차단 미실시) 후 성형기내의 보조금형에 올라가서 브로우핀에 부착되어 있는 제품(말통) 탈착 작업을 진행 하던 중 성형기가 작동하여 보조 금형에 협착되어 사망

재해원인

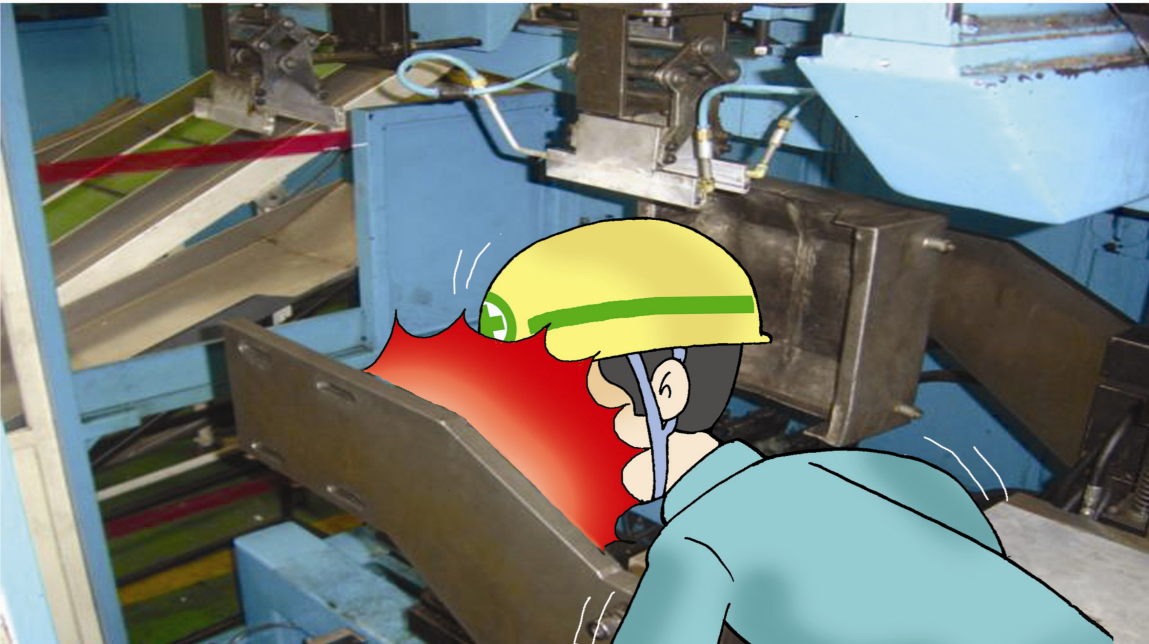
○ 기술적 원인

- 방호문 연동장치 미설치

○ 인적 원인

- 성형기의 전원을 차단하지 않고 제품 탈착 작업 실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 방호문 연동장치 설치

- 방호문을 열면 성형기의 전원이 차단되고, 방호문을 닫지 아니하면 기계가 작동되지 아니하는 연동장치 설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제92조(사출성형기 등의 방호장치)

○ 정비등의 작업시 운전정지

- 협착위험이 있는 성형기의 청소, 수리, 검사, 조정 작업 등을 하는 때에는 해당 기계의 운전을 정지
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비등의 작업시의 운전정지등)

펄프몰드성형기

성형기 내부의 워터스프레이 노즐 청소작업 중 금형에 협착



재해개요

2007년 11월 15일, 경남 김해시 소재, ○○○○(주), 펄프몰드 제조 공장

펄프몰드 성형기에서 성형작업시 하부 금형의 가장자리 부분에 발생하는 버(burr)를 제거하는 water 스프레이의 nozzle을 막고 있는 오물을 제거하는 작업 중 성형기의 금형사이에 협착

재해원인

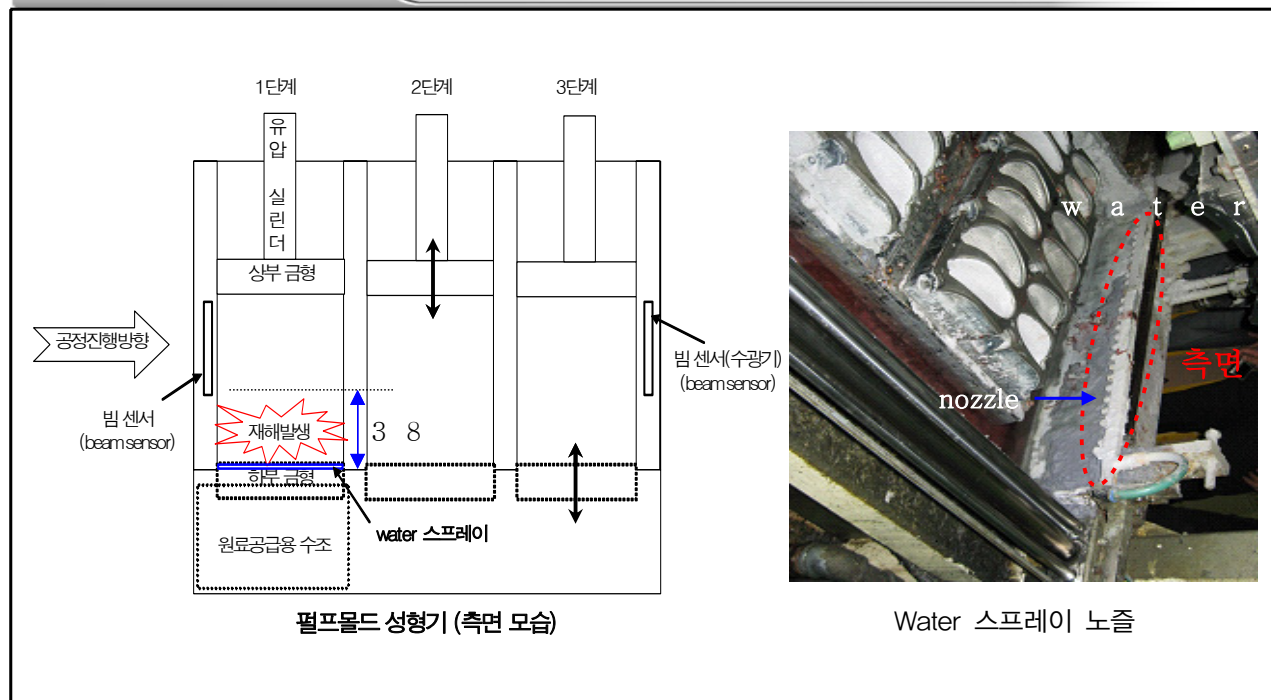
○ 기술적 원인

- 안전문 및 연동장치 미설치
- 방호장치(빔센서) 설치 위치 부적합
- 비상정지장치 미설치

○ 인적 원인

- 정비, 청소 등 작업시 운전 정지 미실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 협착위험부위 안전문 및 연동장치 설치

- 협착위험부위에 안전문을 설치하고 안전문 해체시에는 전원이 자동으로 차단될 수 있도록 연동장치 설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제32조(원동기·회전축등의 위험방지)

○ 방호장치(빔센서) 재설치

- 작업자가 협착위험 부위에 접근할 수 없도록 성형기의 상·하부 금형의 작동 전 범위에 걸쳐 유효하게 작동하도록 빔센서를 교체 설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제32조(원동기·회전축등의 위험방지)

○ 비상정지장치 설치

- 작업자가 위험하다고 판단될 때 의식적으로 설비를 급정지시킬 수 있는 비상정지장치를 작업자가 접근하여 작업할 수 있는 위치에 설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제33조(기계의 동력차단장치)

○ 정비, 청소 등의 작업시 운전정지 철저

- 기계 등의 정비·청소·급유·검사·수리 기타 이와 유사한 작업을 함에 있어서 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 때에는 당해 기계의 운전을 정지
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비등의 작업시의 운전정지등)

자동조형기

자동조형기 이물질 확인 작업 중 금형틀 사이에 협착



재해개요

2007년 6월 6일, 부산시 소래, ○○주공(주), 자동차 부품 주조 공장

자동 조형기를 이용하여 형틀 작업 중 수직 금형사이 이물질 확인을 위해 금형이 열린 상태에서 상체를 숙인 상태로 머리를 넣어 확인 하던 중 금형틀에 협착

재해원인

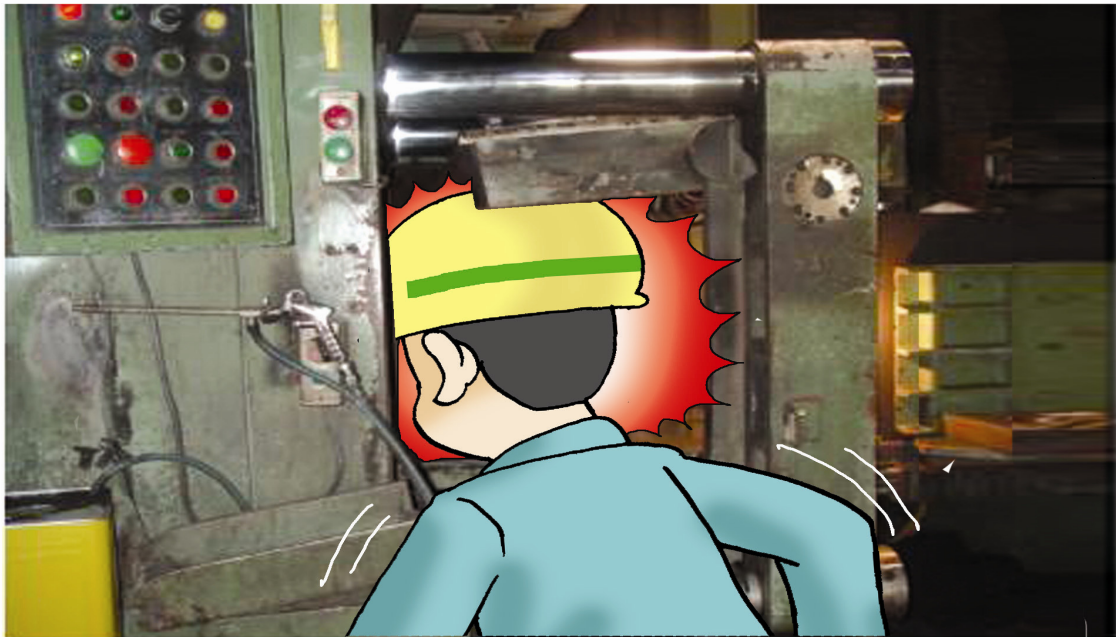
○ 기술적 원인

- 설치된 광전자식 방호장치 위로 상체를 내밀 수 있는 구조로서 방호장치 설치 위치 및 방호범위 부적절

○ 인적 원인

- 금형사이에 출입할 경우 전원 스위치를 차단하는 등의 사전 안전조치 미실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 방호장치 설치

- 근로자의 신체 일부가 말려들어가지 않도록 적절한 위치에 충분한 방호범위의 광전자식 방호장치설치
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제92조(사출성형기 등의 방호장치)

○ 작업안전 수칙 준수

- 자동조형기 점검을 위해 작업자가 금형사이에 출입할 경우 전원 스위치를 차단하는 등의 안전조치 실시
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비 등의 작업시의 운전정지 등)

스티로폼 성형기

스티로폼 성형기의 성형품 분리 및 금형상태 확인 중 협착



재해개요

2010년 5월 21일, ○○주철(주), 스티로폼 성형기 확인 공정

스티로폼 성형기의 금형사이에 상체를 집어넣은 상태로 성형품 분리 및 금형상태 확인 작업 중 자동으로 작동되는 가동금형과 고정금형 사이에 상체가 끼어 다발성 늑골골절 등의 상해를 입고 사망

재해원인

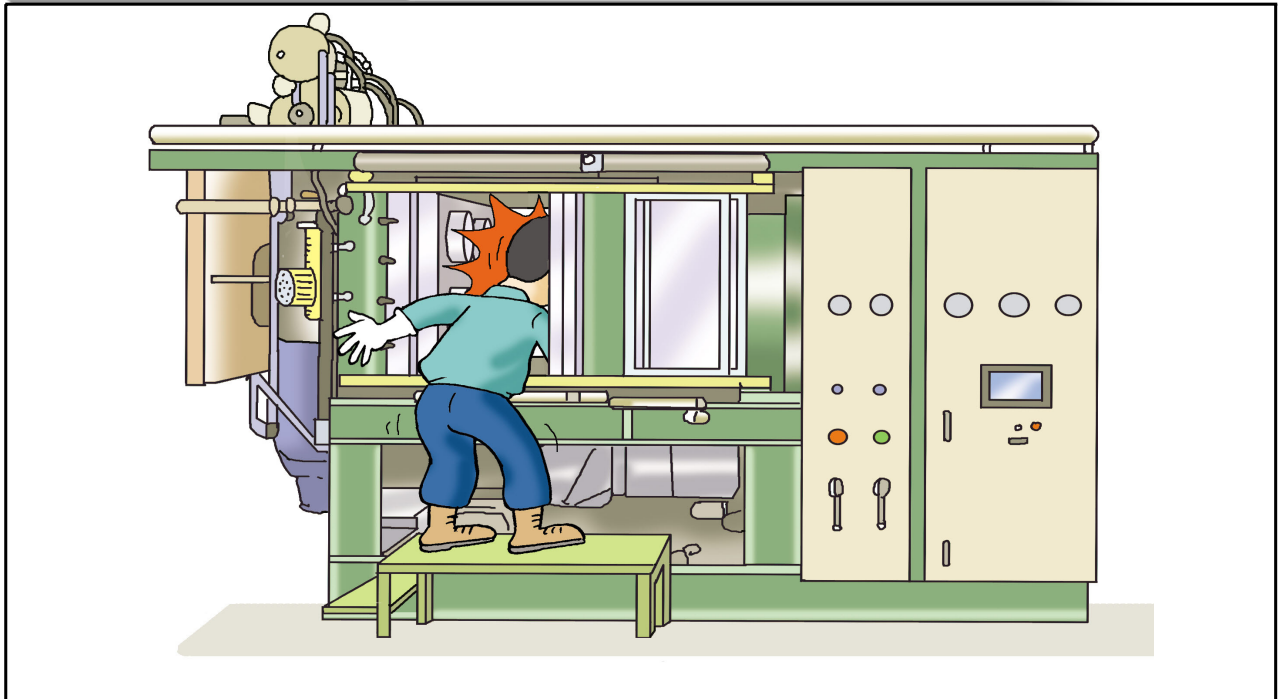
○ 기술적 원인

- 안전문 연동장치의 기능상실에 대한 회로상의 안전성 미확보

○ 인적 원인

- 안전문 연동장치 기능해제 상태로 작업실시
- 수리·점검 작업시 전원차단 미실시

재해발생상황



재해예방대책

○ 안전문 연동장치의 기능해제에 대비한 이중안전회로 구성

- 안전문 연동장치를 2중 안전회로로 구성하여 기능해제 시 금형이 작동되지 않고 연동회로의 기능이 상시 모니터링 될 수 있도록 회로 구성

○ 안전문 연동장치 기능유지에 대한 관리·감독 철저

- 협착위험을 방지하기 위해 스티로폼 성형기에 설치한 방호장치(안전문 연동장치)를 해제하거나 사용을 정지하여서는 안 됨.
- 안전문에 설치된 근접센서의 기능을 해체하는 근로자에 대한 강력한 제재를 통해 안전문을 개방한 상태에서는 가동금형이 작동되지 않도록 함.
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제40조(해제금지)

○ 정비작업 시 운전정지

- 장비의 수리·점검작업 시에는 운전을 정지해야 함
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비 등의 작업시 운전정지 등)

고무성형기

고무성형기의 금형교체 작업 중 감전



재해개요

2010년 7월 26일, ○○(주), 고무성형기 금형교체 작업 공정

자동차부품 생산용 고무성형기[14호기(B기)]의 금형교체 작업 중 인접한 고무성형기 [12호기(A기)] 누전에 의한 감전으로 사망

재해원인

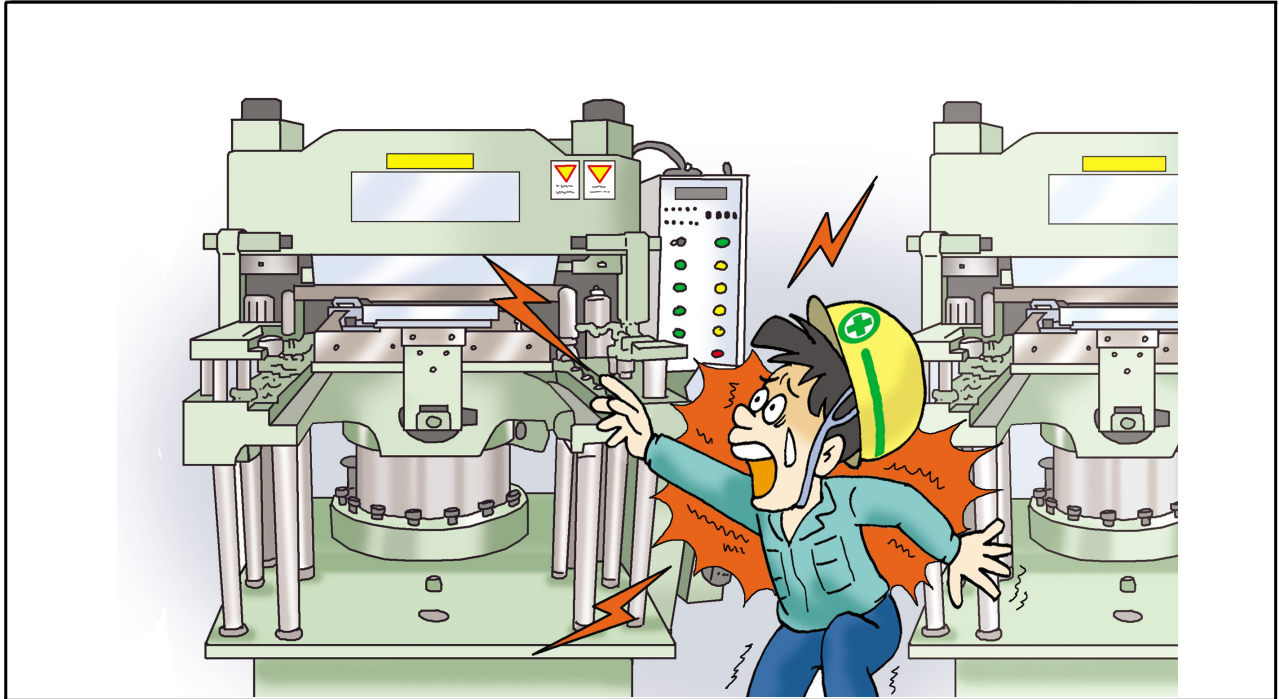
○ 기술적 원인

- 누전된 고무성형기의 접지 미실시
- 누전차단기 미설치

○ 인적 원인

- 고무성형기 사용 전 점검 미흡

재해발생상황



재해예방대책

○ 누전차단기 설치

- 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구가 아니라 하더라도 감전 발생이 우려되는 경우에는 누전차단기를 설치하여 감전위험을 근원적으로 차단

○ 고무 성형기 접지 실시

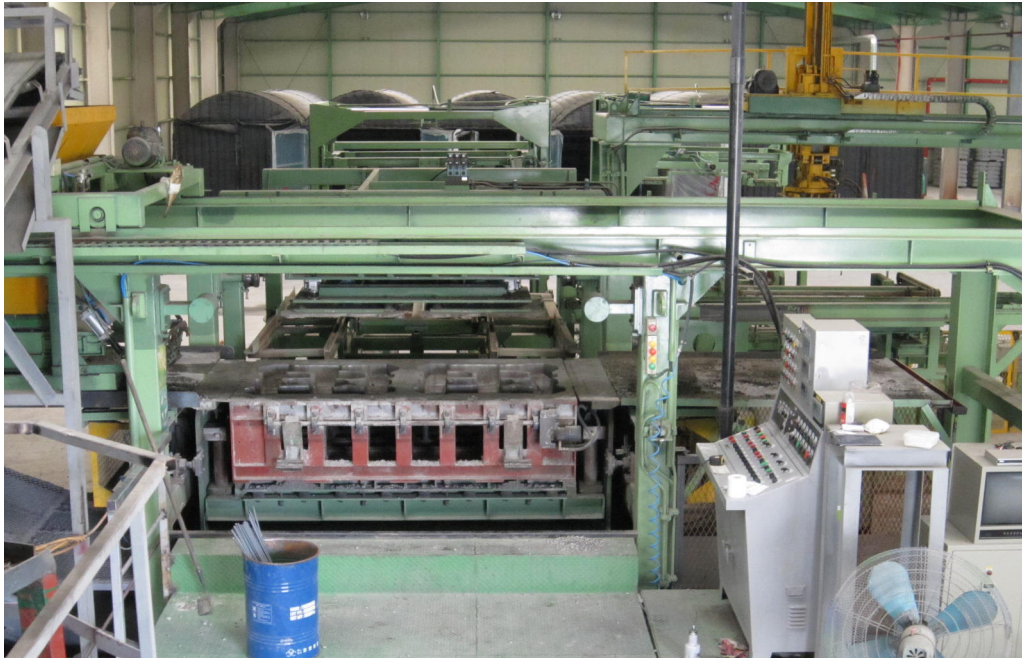
- 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위하여 고무성형기 본체에 접지연결
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제328조(전기기계·기구의 접지)

○ 고무성형기 사용 전 점검 철저

- 사용 전 공급전원의 절연상태, 히팅 케이블 단선, 연결단자 체결상태 등을 수시로 점검하고 이상 발견 시 신속히 보수 후 작업 실시

블록성형기

블록성형기 내부에 접근하여 작업 중 협착



재해개요

2010년 8월 2일, (주)○○, 콘크리트블록 성형공정

블록성형기 내부에 접근하여 작업 중, 가동되는 몰타르 공급장치와 성형기 본체 프레임 사이에 협착되어 사망

재해원인

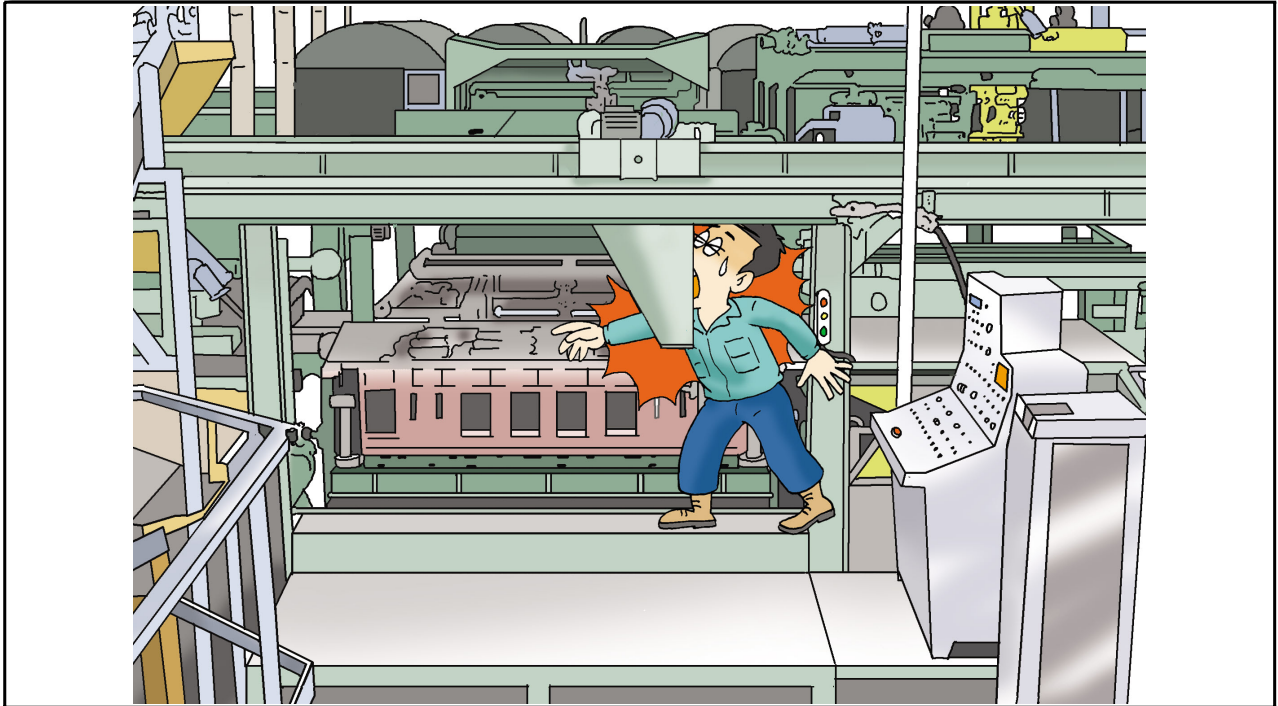
○ 기술적 원인

- 위험구역에 대한 안전매트 또는 광전자식 안전장치 설치 등 방호조치 미흡
- 비상정지 스위치의 설치 위치 및 형식 부적절

○ 인적 원인

- 기계를 정지하지 않은 상태에서 검사, 수리 및 기타작업 수행

재해발생상황



재해예방대책

○ 압력감지용 안전매트 또는 광전자식 안전장치 설치

- 블록성형기의 가동구역에 근로자 접근에 의한 위험을 방지하기 위하여 성형기 바닥에 압력감지용 안전매트 또는 전면부에 광전자식 안전장치 설치

○ 비상정지 스위치의 설치위치 변경

- 비상정지 스위치는 위험구역 내의 근로자가 쉽게 접근할 수 있는 곳에 설치하거나 수인식(Pull cord type)으로 설치하여 쉽게 조작할 수 있도록 조치

○ 정비 등의 작업시 운전정지

- 블록성형기의 검사, 수리 기타 유사한 작업을 함에 있어서 근로자에게 위험을 미칠 수 있을 때에는 당해기계의 운전을 정지
- 기계의 운전을 정지한 때에는 다른 사람이 기계를 운전하는 것을 방지하기 위해 기동장치에 잠금장치를 하고 그 열쇠를 별도 관리 하거나 표지판을 설치하는 등의 방호조치 필요
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비 등의 작업시의 운전정지 등)

자동조형라인

자동조형라인에서 선로 정비작업 중 협착



재해개요

2010년 2월 8일, ○○주공(주), 자동조형라인 작업 공정

자동조형라인(DMS조형라인)에서 조형기계 상부 선로에 간섭이 발생되어 선로 정비 작업 중 조작자가 피해자를 인식하지 못하고 조형기계를 작동하여 셔틀 내 실린더와 지지대 사이에 협착

재해원인

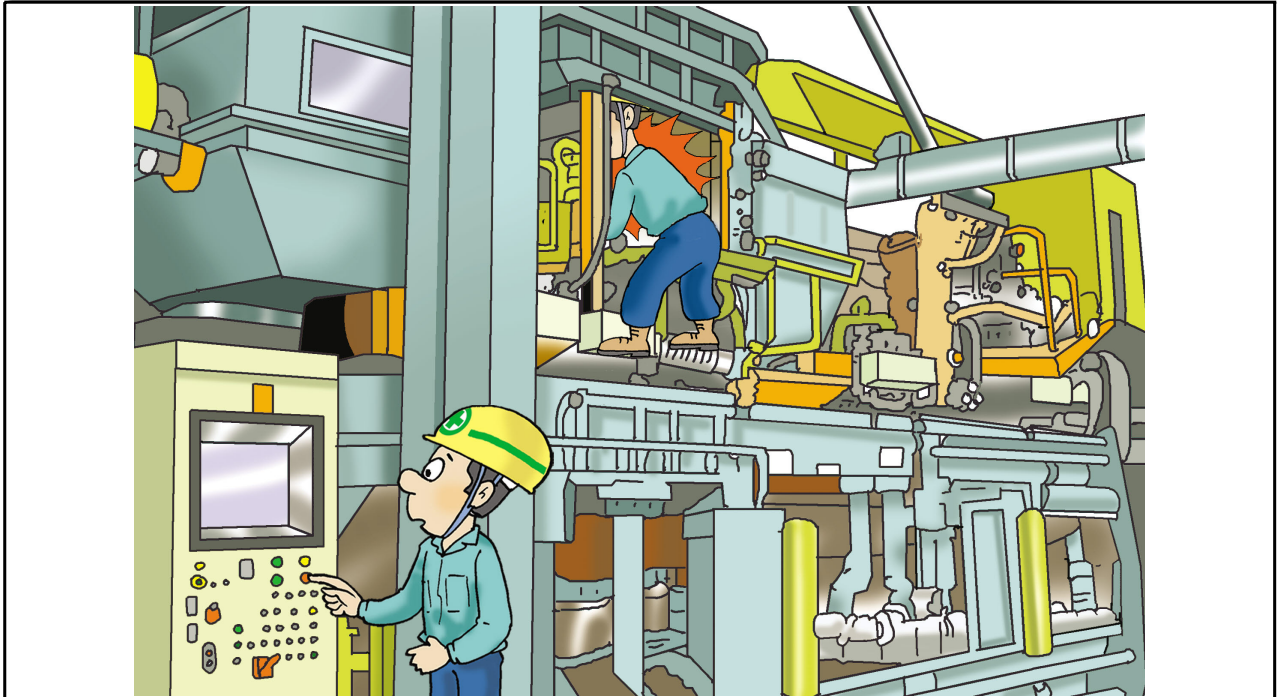
○ 기술적 원인

- 제어장치의 임의조작을 방지하기 위한 조치 미흡

○ 인적 원인

- 운전 시작 전 확인 미흡

재해발생상황



재해예방대책

○ 임의조작 방지를 위한 안전조치 철저

- 기계의 운전을 정지한 때에는 다른 사람이 기계를 운전하는 것을 방지하기 위해 기동장치에 잠금장치를 하고 그 열쇠를 별도 관리 하거나 표지판을 설치하는 등의 방호조치 필요
- 관련규정 : 산업안전기준에 관한 규칙 제37조(정비 등의 작업시의 운전정지 등)

○ 운전시작 전 확인 철저

- 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있을 때에는 근로자의 배치 및 교육, 작업방법, 방호장치(가동식 설비별 근접 경광등 설치 등)등 필요한 사항을 미리 확인, 조치 후 작업