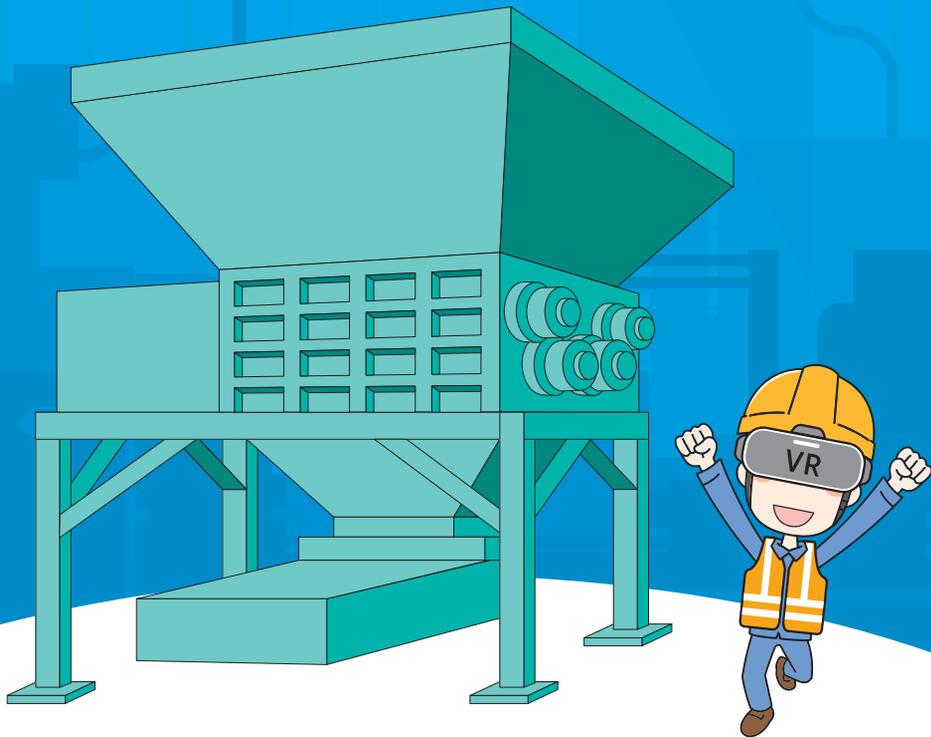


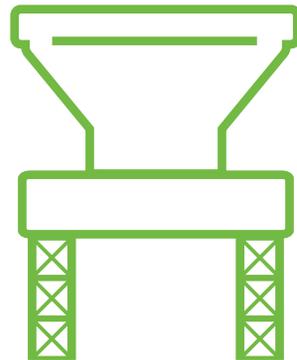
안전보건 VR(가상현실) 교안 [끼임 재해 예방]

파쇄기 및 분쇄기



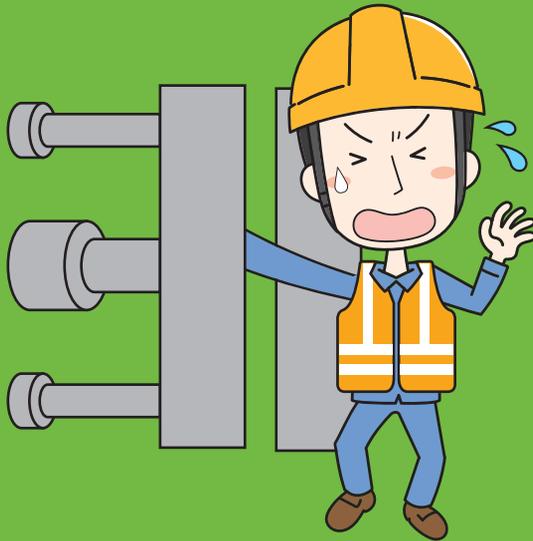
파쇄기 및 분쇄기

1. 끼임 재해 개요	03
2. 끼임 위험의 종류	06
3. 끼임 재해 주요원인 및 예방대책	10
4. 작업별 안전대책 - 파쇄기 및 분쇄기	15
5. 비정형작업 & 잠금장치와 표지판	22



1

끼임 재해 개요



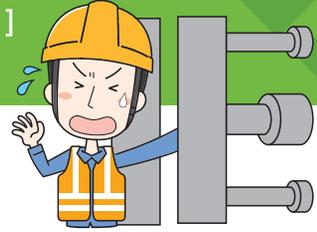
[끼임 재해 예방]

1 끼임 재해 개요

▶ 끼임 재해란?

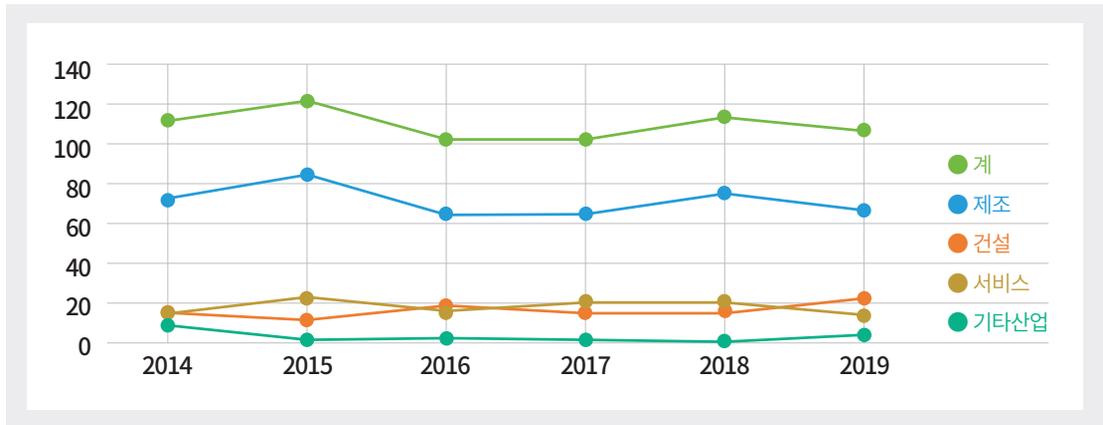
기계의 움직이는 부분들 사이 또는 움직이는 부분과 고정 부분 사이에 신체 또는 신체의 일부분이 끼이거나, 물리거나, 말려 들어감으로 인해 발생하는 재해 형태



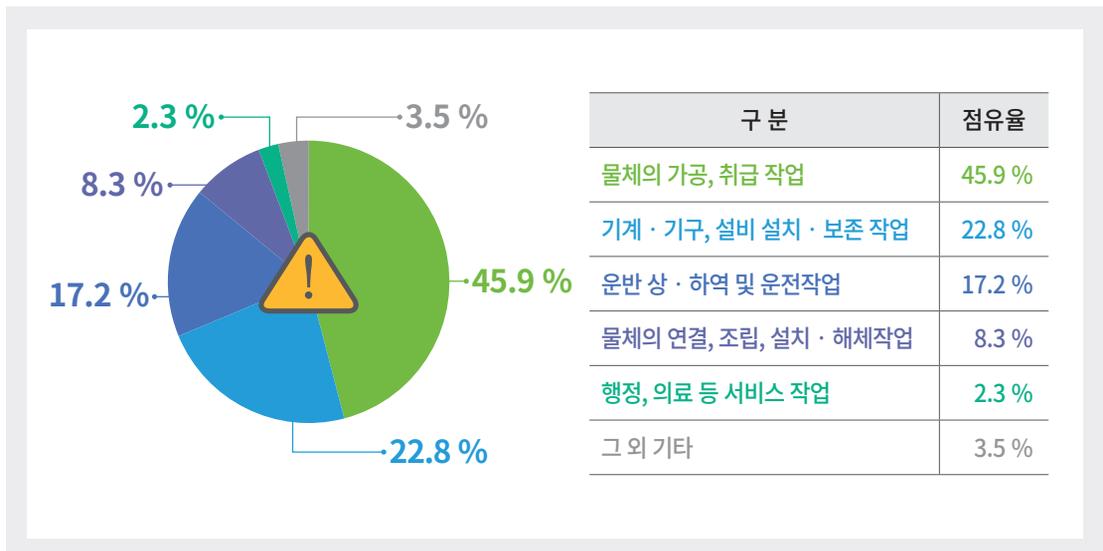


업종별 끼임 사고사망 발생 현황

최근 몇 년간 업종별 끼임 사고사망자를 분석한 결과, 전체 재해의 약 80%가 제조업(64.7%), 건설업(15.6%)에서 발생



작업내용별 끼임 재해형태 점유율



2

끼임 위험의 종류



[끼임 재해 예방]

2 끼임 위험의 종류

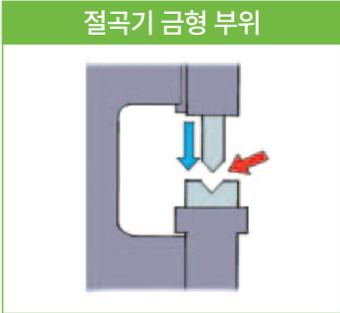
▶ 협착점(Squeeze-Point)

협착점 = 왕복운동 + 고정부

▶ 왕복운동을 하는 동작부분과 움직임이 없는 고정부분 사이에 형성되는 위험점

예) 프레스 단조 해머, 펀칭기계, 압축 용접기 등

협착점의 예

협착 위치	프레스 금형 조립 부위	절곡기 금형 부위
		

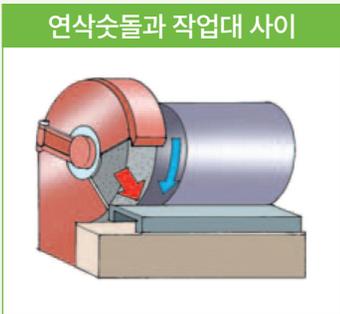
▶ 끼임점(Shear-Point)

끼임점 = 회전 또는 직선운동 + 고정부

▶ 기계의 고정 부분과 회전 또는 직선운동 부분 사이에 형성되는 위험점

예) 연삭숫돌과 공구지지대 사이, 교반기의 날개와 몸체 사이 등

끼임점의 예

끼임 위치	회전 플리와 베드 사이	연삭숫돌과 작업대 사이
		

2 끼임 위험의 종류

▶ 절단점(Cutting-Point)

절단점 = 회전 또는 왕복운동 자체

▶ 회전운동 또는 왕복운동을 하는 절삭날 등 돌출 부위에 형성되는 위험점

예) 등근 톱의 톱날, 띠틈, 밀링의 커터, 벨트의 이음새 부분 등

절단점의 예

절단 위치	목공용 띠틈 부분	밀링 커터 부분
		

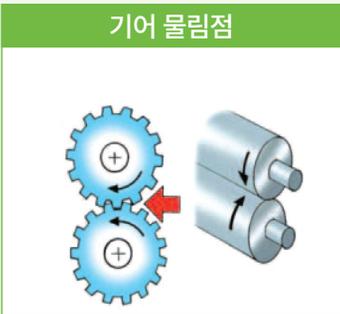
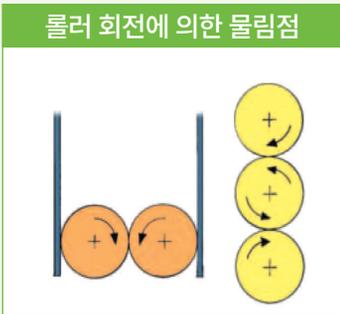
▶ 물림점(Nip-Point)

물림점 = 회전운동 + 회전운동

▶ 서로 반대방향으로 맞물려 회전하는 두 개의 회전체에 물려 들어갈 위험성

예) 기어, 롤러 등

물림점의 예

물림 위치	기어 물림점	롤러 회전에 의한 물림점
		



▶ 접선 물림점(Tangential-Point)

접선 물림점 = 회전운동 + 접선부

▶ 회전하는 부분의 접선방향으로 물려 들어가는 위험점

예) 체인과 스프로킷의 휠 사이, 풀리와 v-벨트 사이, 피니언과 랙 사이 등

접선 물림점의 예

접선 물림 위치	풀리와 벨트	체인과 체인 기어

▶ 회전 말림점(Trapping-Point)

회전 말림점 = 돌기회전부

▶ 회전 하는 물체에 의해 장갑, 작업복 등이 말려들어가는 위험점

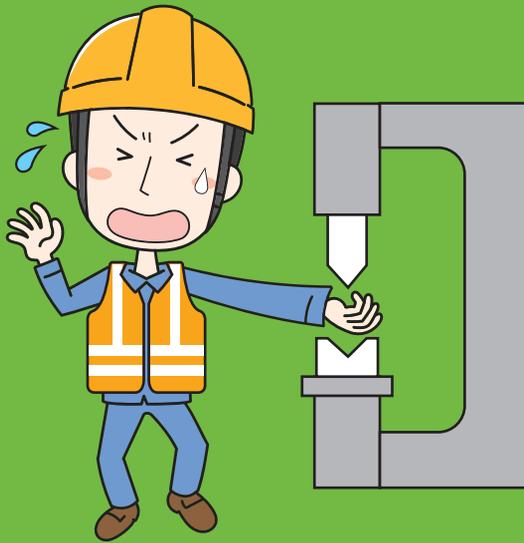
예) 커플링, 회전하는 드릴, 회전하는 축 등

회전 말림점의 예

회전 말림 위치	나사 회전부	드릴 회전부

3

끼임 재해 주요원인 및 예방대책



[끼임 재해 예방]

3

끼임 주요 원인 및 예방대책

끼임으로 인한 사망재해 주요원인

끼임 사망 재해

- ① 방호장치가 미설치된 기계·설비의 작업점, 기어·롤러의 물림점, 벨트·체인 등 (동력전달부에서 주로 발생)
- ② 회전체 취급 작업 시 면장갑 착용 등 잘못된 복장으로 인해 발생
- ③ 기계·설비의 정비·수리 등의 작업 시 기계를 정지하지 않거나, 타 근로자의 기동스위치 오조작으로 인해 발생

방호장치 미설치



면장갑 착용 등



정비·보수 작업



끼임사망재해 예방대책

- ① 기계·설비의 작업점에는 센서, 덮개 등 방호장치 설치
- ② 기어, 롤러의 물림점에는 방호덮개 설치
- ③ 벨트, 체인 등 동력전달부에는 방호덮개 설치
- ④ 회전체 취급 작업 시 면장갑 착용금지 및 적절한 작업복 착용
- ⑤ 정비·수리 등의 작업 시에는 반드시 기계를 정지한 후 작업을 실시하고, 조작부에는 잠금장치 및 표지판 설치



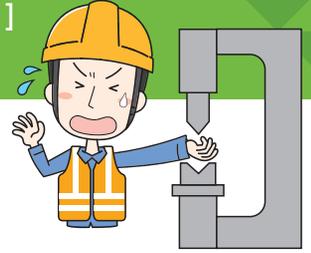
3

끼임 주요 원인 및 예방대책

▶ 방호의 기본 원리

	구분	세부 조치 내역
	위험 제거	▶ 위험요인이 원칙적으로 발생될 수 없게 하는 것을 말한다. (예) 건설작업에서 접착물질이나 나사 등을 사용함으로써 끝이 뾰족한 못의 사용을 피하는 것도 위험 제거의 예이다.
	차단	▶ 차단이란 위험성은 존재하지만 위험성으로부터 작업자가 격리되어 있기 때문에 재해는 일어나지 않는 것으로 이는 작업을 하는 사람과 재해를 유발 하는 기인물과 서로 떨어져 있도록 하는 조치 (예) 위험한 작업공정의 자동화
	덮어 씌움	▶ 위험은 존재하지만 재해 발생 가능성은 희박한 것으로 차단방법과 같이 사람과 기인물이 접촉하는 부분에 재해가능영역의 한쪽을 안전하게 덮어 씌운 것이다. (예) 방호덮개, 방호울
	위험에 대한 인지	▶ 제어시스템의 글자판을 쉽게 눈에 띄게 한다든지, 위험에 대한 정보제공, 안전한 행위를 위한 동기부여, 안전교육훈련 등이 여기에 해당한다.



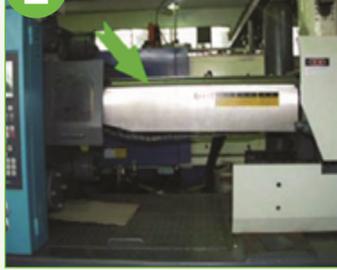


격리형 방호장치

1 완전차단형 방호장치



2 덮개형 방호장치



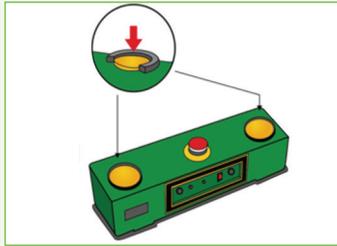
3 안전방책(울)



위치제한형 방호장치

양수조작식 방호장치

기계의 조작장치를 기계에서 일정거리 이상 떨어지게 설치



접근거부형 방호장치

손쳐내기식 방호장치

신체부위를 안전한 위치로 밀거나 당겨내는 안전장치



접근반응형 방호장치

광전자식 방호장치

신체부위를 감지하여 기계를 정지시키거나 스위치가 꺼짐

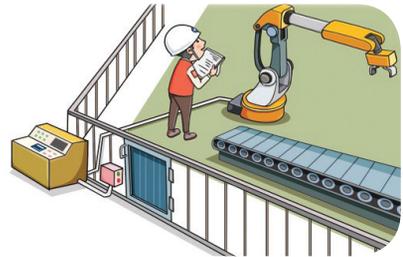


3

끼임 주요 원인 및 예방대책

▶ 사업주(관리감독자) 조치사항

- ① 회전체 등에 덮개 또는 울 등을 설치
- ② 덮개는 개방 시 전원이 차단되도록 연동(Interlock)장치 구성
- ③ 기동장치에 잠금장치 설치
 - 타인이 운전하는 것을 방지하기 위해 열쇠 별도 관리
- ④ 점검 작업 중 기동장치에 “점검 중 조작금지 표지판” 부착
- ⑤ 필요한 위치에 비상정지스위치 설치
 - 모든 동력차단, 리셋(Reset) 기능, 적색 돌출형 수동복귀 형식 구조
- ⑥ 산업용 로봇에 방호울(1.8m 이상) 및 안전매트 설치
- ⑦ 크레인과 건설물 사이는 60cm 이상 공간 확보하여 통로 설치(기동과는 40cm 이상)
- ⑧ 지게차 포크 및 프레스 금형 내에서 점검 작업 시 안전블록 사용
- ⑨ 점검 시의 안전작업절차 작성 및 안전교육 실시



▶ 근로자 준수사항

- ① 점검부위 외의 방호덮개 개방 금지
- ② 덮개 연동(Interlock) 장치 기능 해제 금지
- ③ 방호장치의 결함 발견 시에는 지체 없이 사업주에게 보고
- ④ 점검 작업 시에는 기동장치를 잠금 조치한 열쇠를 직접 소지하거나, 표지판을 부착하여 다른 근로자의 전원 투입 방지 (LOTO : Lock-Out, Tag-Out)
- ⑤ 안전작업절차 준수



LOTO (잠금장치 & 표지판) 설치방법(예시)



4

작업별 안전대책 - 파쇄기 및 분쇄기 -



[끼임 재해 예방]

4

작업별 안전대책 - 파쇄기 및 분쇄기 -

▶ 파쇄기 또는 분쇄기란?

자율안전확인인 신고 대상품

절단 도구가 달린 회전축 또는 플런저의 왕복운동으로 충격력을 이용하여 암석이나 금속 또는 플라스틱 등의 물질을 필요한 크기의 작은 덩어리 또는 분체로 부수는 기계로, 「산업안전보건법」 제89조에 따른 자율안전확인인 신고 대상

▶ 주요 구조부: 파쇄·분쇄 챔버 및 로터(롤러 또는 분쇄날 포함), 소재 공급 장치



▶ 자율안전확인 신고 제외 대상

- 식품용 파쇄 분쇄기
- 시간당 파쇄 또는 분쇄용량이 50킬로그램 미만인 것



식품용 습식분쇄기



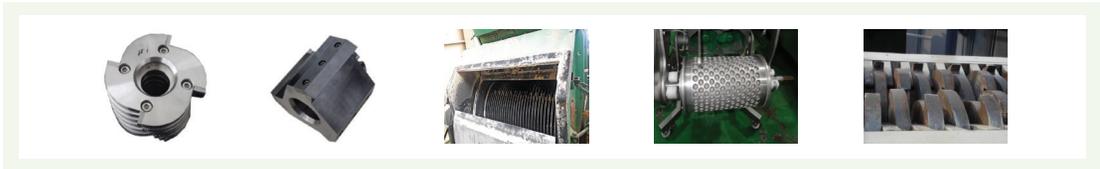
▶ 파쇄·분쇄기 용어

고정형 절단도구

챔버내에 고정되어 있는 절단 장치

로터

회전축 및 절단도구로 구성되며 챔버내에서 회전하는 장치

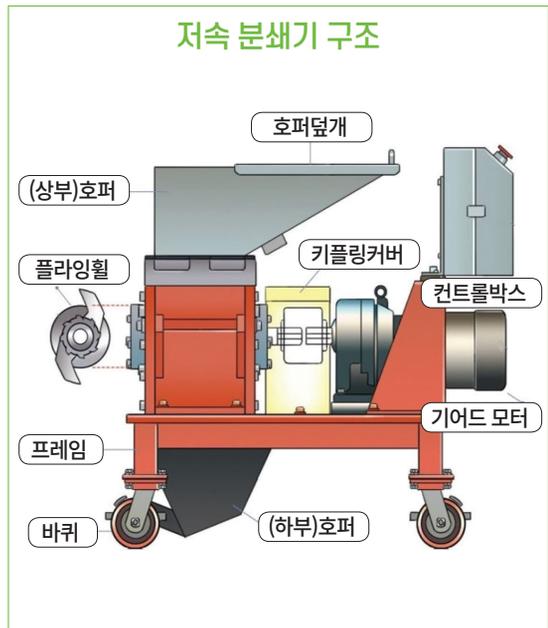


투입장치

챔버에 파쇄·분쇄할 물질을 투입하는데 사용되는 부분

- ▶ 호퍼나 이와 유사한 장치 등 고정형 투입장치
- ▶ 컨베이어 벨트 등 이동형 투입장치

▶ 파쇄·분쇄기 세부 구조 (예시)



4

작업별 안전대책 - 파쇄기 및 분쇄기 -

▶ 파쇄·분쇄기의 종류

① 골재 파쇄기



- ▶ 골재를 여러 단계로 파쇄하여 자갈, 모래 등을 생산하는 설비
- ▶ 제품의 이송은 주로 컨베이어 활용

② 볼밀



- ▶ 원통속에 분쇄하고자 하는 물건을 강구와 함께 넣고 회전시켜 서로의 충돌로 분쇄 하는 설비

③ 플라스틱 분쇄기



- ▶ 플라스틱을 재사용하고자 잘게 분쇄하는 설비
- ▶ 사출성형기를 보유한 사업장에서 주로 사용

④ 목재 파쇄·분쇄기



- ▶ 폐목재 등을 분쇄해 칩 형태로 만드는 설비
- ▶ 원료 투입을 위해 백호우 주로 사용

⑤ 비닐 분쇄기



- ▶ 폐비닐 등을 분쇄해 잘게 부수는 설비
- ▶ 자원재생 공장에서 주로 사용

⑥ 식품 분쇄기



- ▶ 회전력에 의한 충격력을 이용해 채소, 육류 또는 어류 등 식품을 분쇄하는 설비

※ 후속공정으로 압출기 등을 통해 칩형태로 재가공

※ 식품분쇄기는 자율안전확인신고 대상인 “분쇄기·파쇄기”로 분류되지 않고 식품가공용기계(파쇄)에 해당





▶ 파쇄·분쇄기 방호조치

덮개

- ▶ 가드가 닫히고 잠겨야만 작동 가능한 구조의 연동식 가드 설치
- ▶ 배출부에 고정식 또는 연동식 덮개 설치



투입구 안전거리 확보



연동장치

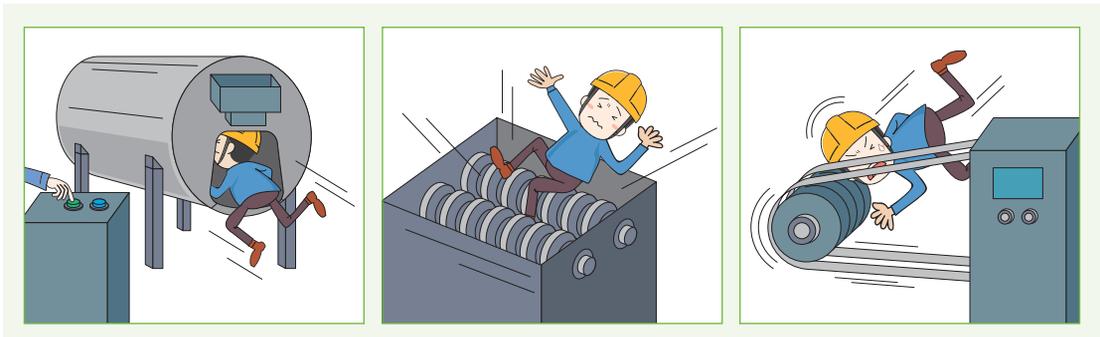
로터 구속장치

- ▶ 로터의 수동회전에 따른 위험방지를 위한 구속장치 설치
- ▶ 로터의 위치조정 또는 청소 등 반드시 필요한 경우에만 기능을 해제



▶ 파쇄·분쇄기 취급 작업 시 끼임 위험포인트

- 상부 호퍼에 불량 스크랩 투입 또는 제거 작업 시 내부의 칼날부에 손 끼임
- 작동 중인 회전 날에 끼인 물질을 제거하던 중 말려들어 회전 날에 끼임
- 분쇄기 회전 날 또는 부속설비를 청소하거나 정비하던 중 회전 날에 끼임
- 설비 내부 청소·점검 중 스위치 제3자 불시 조작 및 오조작에 의한 끼임
- 방호덮개 해체 상태에서 작업 중 동력전달부(Belt, Chain 등) 구동부에 끼임



4

작업별 안전대책 - 파쇄기 및 분쇄기 -

▶ 파쇄·분쇄기 끼임 재해사례 ①



발생개요

- 골재분쇄작업 중 원석이 걸려 작업이 진행되지 않자 금속제 파이프로 원석 걸림해소 작업 수행 중 호퍼 내부로 떨어져 회전날에 끼임



예방대책 준수사항

- 파쇄·분쇄기 원석 걸림 시 반드시 전원 차단
- 작업 중임을 알리는 “작업 중” 또는 “수리 중” 표지판 부착
- 브레이커, 그랩이 부착된 건설기계 등을 이용하거나 빼기형 수공구 제작 사용 권장



※ 빼기형 수공구

▶ 파쇄·분쇄기 끼임 재해사례 ②



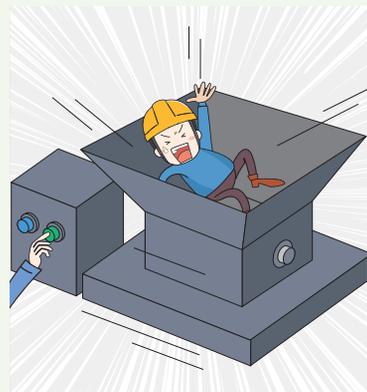
발생개요

- 폐장판 분쇄작업장에서 재해자가 분쇄기의 가동을 가동을 정지시키고 내부에 들어가 점검·보수작업을 하던 중 다른 근로자가 분쇄기를 가동하여 회전날에 끼임



예방대책 준수사항

- 보수·점검 등의 작업 시 운전정지(전원차단) 철저히
- 분쇄기 덮개와 연동되는 연동(Interlock)장치 설치 및 임의해체 금지
- 비상정지스위치 사용 철저히
- 보수·정비 작업 중 표지판 부착 등





▶ 파쇄·분쇄기 취급 작업 시 끼임 재해예방 대책

구분	세부 조치 내역
파쇄·분쇄기 안전조치	<ul style="list-style-type: none"> ✔ 호퍼 덮개 설치 및 연동장치(덮개를 열면 회전날이 멈추는 구조) 설치 ✔ 비상정지장치(동력차단, 리셋 기능, 적색 돌출형 수동복귀형식) 설치 ✔ 이물질 제거, 정비·청소 시 운전 정지 및 Lock Out / Tag Out(LOTO) 실시 ✔ 과부하시 역회전시켜 분쇄물을 빼낼 수 있는 자동·수동 역회전장치 설치 ✔ 파쇄·분쇄기 호퍼 내 이물질 제거 시 운전 정지 및 전용 수공구 사용 ✔ 전동기와 풀리 사이의 동력전달부에 견고한 구조의 방호덮개 설치

사업주(관리감독자 등) 조치사항	근로자 준수사항
<ul style="list-style-type: none"> ✔ 덮개 및 연동장치 설치 ✔ 비상정지스위치 설치 ✔ 표준 LOTO 절차, 규정 제정 및 안전교육 실시 ✔ 동력전달부 방호덮개 설치 	<ul style="list-style-type: none"> ✔ 파쇄·분쇄기 덮개 개방 후 작업 금지 ✔ 덮개 연동장치(Interlock) 기능 해제 사용 금지 ✔ 이물질 제거, 정비·청소 작업 시 운전 정지 후 잠금장치 체결 및 “청소중”, “점검중” 꼬리표 부착 ✔ 구동부 방호장치 해제 금지

▶ 파쇄·분쇄기 취급 작업 시 안전조치 예

동력전달부 방호덮개



파쇄·분쇄기 덮개 및 연동장치	비상정지장치 및 오조작 방지
------------------	-----------------



5

비정형작업 & 잠금장치와 표지판



[끼임 재해 예방]

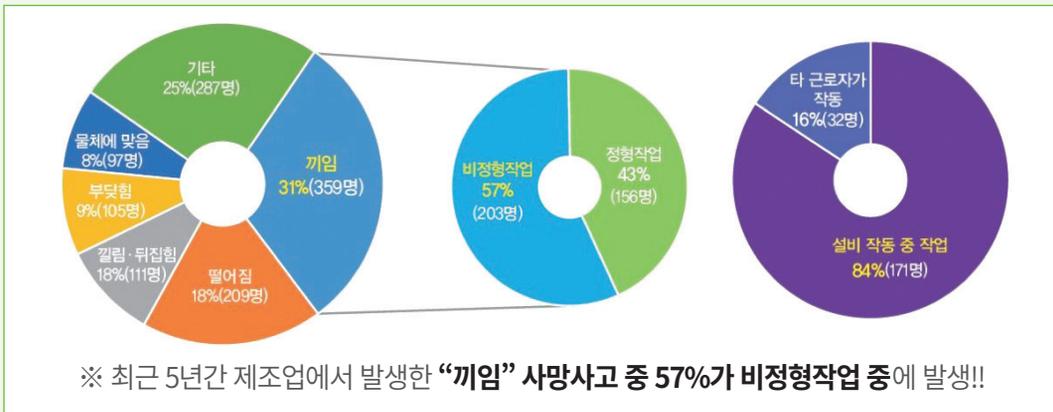
5

비정형작업 & 잠금장치와 표지판

비정형작업이란?

작업조건, 방법, 순서 등 표준화되어 있는 반복성 작업이 아닌 작업의 조건 등이 일상적이지 않은 상태에서 이루어지는 정비·청소·급유·검사·수리·교체·조정 등의 작업

사망사고 및 비정형작업 재해 현황



비정형작업 주요 위험 특성

업종·기계 설비 다양

위험이 특정 기계·설비에 국한되지 않음

생산효율을 위한 전원 미차단

설비 가동 중 위험점에 접근 관행 有

방호장치 부재 또는 해제

노후 기계·설비 사용 및 작업편의상 제거

비정형작업 “끼임” 사망사고 주요 원인

전원(에너지) 미차단

- 생산 효율성과 편의성을 우선하여 가동 중 작업 하거나 위험점에 접근하는 관행 존재 (안전불감증)

방호장치 미설치 / 해제

- 사고가 나지 않았으면 “안전” 하다는 잘못된 인식
- 낮은 작업빈도 등에 따른 안전 투자 미실시
- 편의를 위한 방호장치 해제

위험에 대한 인식 부족

- 안전작업절차, 교육 부재로 비정상 상태·비정형작업에 대한 인식 부족
⇒ 순간적·무의식적인 판단으로 위험 행동

▶ 비정형작업 시 조치 사항

작업 개시 전 준비

- ▶ 작업 장소나 그 주위에 대한 정리·정돈 실시
- ▶ 안전작업에 필요한 용구나 장비, 보호구를 작업 전에 미리 준비

사전 위험 방지조치

- ▶ 정비·수리 중 위험구역은 출입금지 표시를 하여 다른 작업자가 출입 금지 조치
- ▶ 비정형 작업 시 반드시 운전정지를 실시하고, 2차 재해예방을 위해 전원 스위치 등에 에너지 차단 잠금장치를 한 후 「정비 중 사용금지」 표지판을 부착
- ▶ 화기, 정전, 고소, 밀폐공간 등 특별히 위험한 작업을 하는 경우, 「안전작업 허가서」 등을 발급·승인·확인하는 등의 절차 마련 및 수행

작업 종료 후 정리·정돈

- ▶ 작업 전 해당 작업의 위험성평가를 통한 유해요인 제거 후 작업
- ▶ 작업 후 정리·정돈 실시 및 방호덮개 등을 원상 복구해 불안정한 상태 제거





▶ LOTO란?

“Lock-Out, Tag-Out”의 줄임말로, 정비·청소·수리 등의 작업 시 해당 기계의 운전을 정지한 후, 다른 사람이 그 기계를 운전하는 것을 방지하기 위해 기동 장치에 잠금장치를 하거나 표지판을 설치하는 등의 조치를 의미

Lock-Out(잠금장치)

기계 등의 에너지 공급을 차단하여 안전한 상태로 유지하기 위해 사용되는 자물쇠·열쇠와 같은 잠금수단에 이용되는 장치

Tag-Out(표지판)

표지판을 제거하기 전까지는 가동하지 않도록 에너지 차단장치와 기계가 통제되고 있음을 표시하고 차단장치의 잠금 상태를 확보하기 위해 사용되는 꼬리표와 같은 경고표지

▶ LOTO 작업절차가 왜 필요한가?

제조업 사업장에서 기계·설비 정비·청소·수리 등의 작업 시 불시가동 등으로 인해 **매년 40명이 사망**하고 있어 작업자들의 안전을 확보하기 위해 **Lock-Out / Tag-Out(LOTO) 절차 수립 및 준수 필요**

잠금장치 및 경고표지를 통한 안전확보

- ▶ 정비보수 작업 시 불시 기동에 의한 안전 확보
- ▶ 위험시설의 출입통제로 안전 확보
- ▶ 중요 위험 설비의 임의 조작방지로 안전 확보

※ 승인자: 기기 등의 정비 작업 시 잠금·표지를 수령하는 작업자.
다만, 작업자가 정비작업을 수행하고 있을 때에는 해당 작업자가 승인자가 된다.

5

비정형작업 & 잠금장치와 표지판

LOTO 법 적용

「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제92조(정비 등 작업 시의 운전정지 등)

사업주는 기계의 운전을 정지한 경우에 다른 사람이 그 기계를 운전하는 것을 방지하기 위하여 기계의 기동장치에 잠금장치를 하고 그 열쇠를 별도 관리 하거나 표지판을 설치하는 등 필요한 방호조치를 하여야 한다.



LOTO 작업절차가 필요한 작업

사업장에서 기계·설비의 정비 등 작업을 하는 경우로

- 기계·설비의 안전장치를 제거하거나 사용을 일시 중단하는 작업
- 기계·설비의 작동 중 위험한 지역 내 또는 기계 등의 작동부 부근에 작업자의 신체 부위가 접근하는 작업
- 수리 및 정비 등의 작업 시 오조작으로 인한 불시작동의 위험이 있는 작업

LOTO 종류

전기, 유압, 공압, 스팀, 화학물질, 액화가스에 대한 잠금장치

전기 잠금장치



기동스위치 잠금장치



케이블 잠금장치



게이트밸브 잠금장치



볼밸브 잠금장치 ①



볼밸브 잠금장치 ②



하스프(걸쇠)

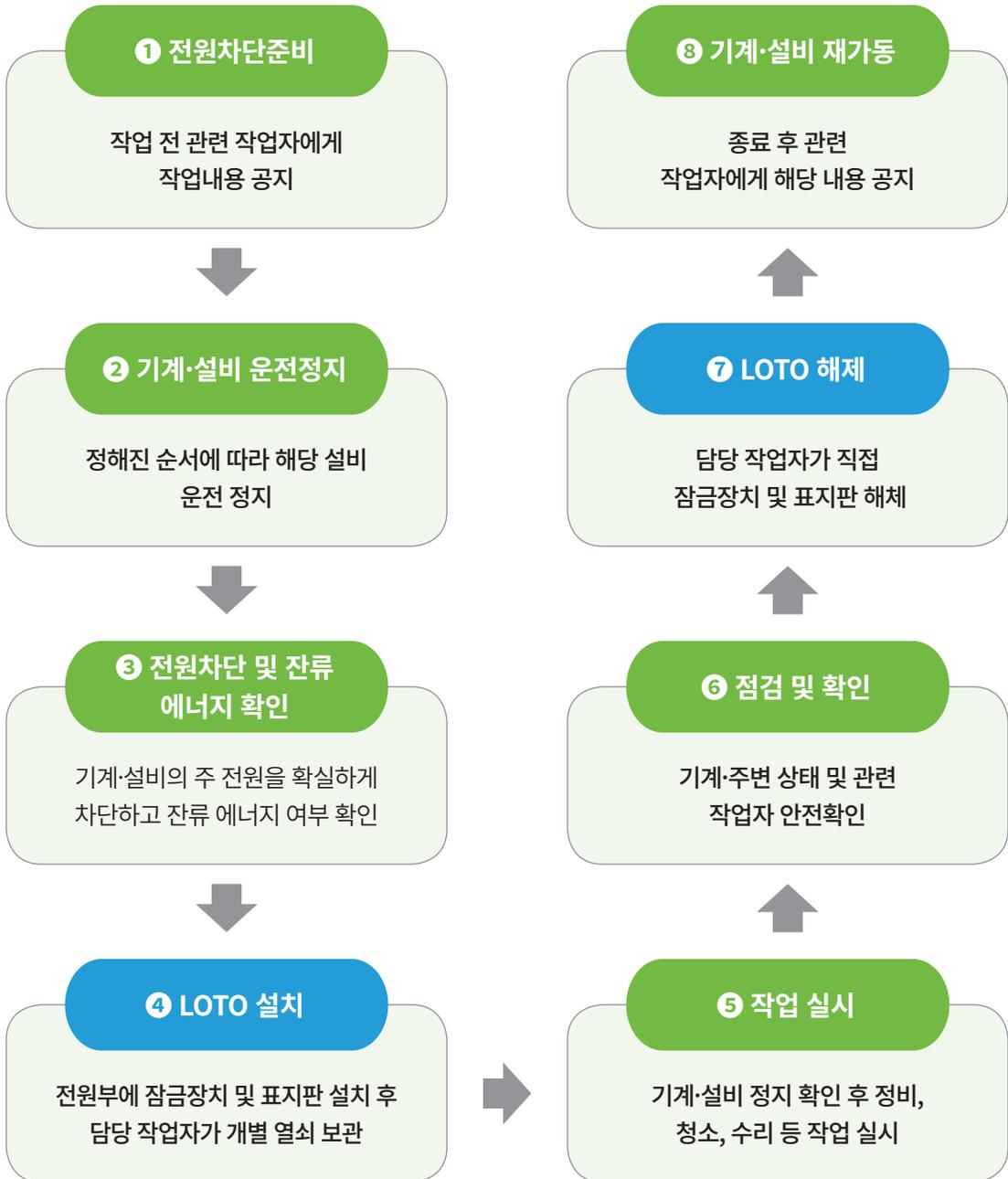


표지판





▶ LOTO 작업 절차 (8단계)



안전보건 VR(가상현실) 교안



발행처 안전보건공단

발행인 박두용

발행일 2021년 5월

주소 울산광역시 중구 종가로 400

기획 교육홍보본부

홈페이지 www.kosha.or.kr

2021-교육혁신실-284

이 책은 저작권법에 따라 보호받는 저작물입니다. 무단전재와 복제를 금하며
이 책 내용의 일부 또는 전부를 사용 하시려면 우리 공단의 동의를 받아야 합니다.

안전보건 VR(가상현실) 교안
[끼임 재해 예방]
파쇄기 및 분쇄기

산업재해예방

안전보건공단



우)44429 울산광역시 중구 중가로 400 (북정동)
고객만족센터 TEL 052. 703.0500 1644-4544



공공누리

공공 저작물 자유이용허락



2021 안전보건 교재
온라인 설문조사 바로가기