

재해원인조사 의견서

한국 산업 안전 보건공단

이 의견서는 「산업안전보건법」 제56조에 따라 중대재해 원인조사를 실시하고 재해 원인에 대한 의견을 작성한 것으로

「산업안전보건법」 제56조의 ‘중대재해 원인을 규명하여 산업재해의 예방 대책 수립’을 통한 안전 확보에 이바지함을 목적으로 하고 있다.

그러므로 이 의견서는 산업현장의 안전·보건을 증진시킬 목적 이외의 용도로 사용되어서는 아니 된다.

재해조사 의견서

1. 사고발생 사업장 개요

사업장명 (원청)	(주)성원중기계	전화번호 (FAX)	
소재지	경기 시흥시	대표자	B, C
업 종 (표준산업분류)	건설기계 또는 광산기계 및 설비품 제조업 (21828)	근로자수	37명
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	건설기계장비 (굴착기, 천공기 제조·수리)

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연 번	성명	출생년도	소 속	고용형태 (상용·일용·시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1965	(주)성원중기계	상용	사망

3. 재해발생 경위

- 2023. 3. 20.(월) 08:17경, 경기 시흥시 소재 (주)성원중기계 사업장 내에서
- 재해자가 오거 커버(천공용 건설기계 부품)를 용접하기 위해 천장크레인 및 벨트슬링을 이용하여 오거 커버를 세운상태에서 위치를 조정하던 중
- 크레인 훅에 걸린 슬링 벨트가 이탈하면서 전도되는 오거 커버(중량 약 518kg)에 재해자가 깔려 사망한 재해임

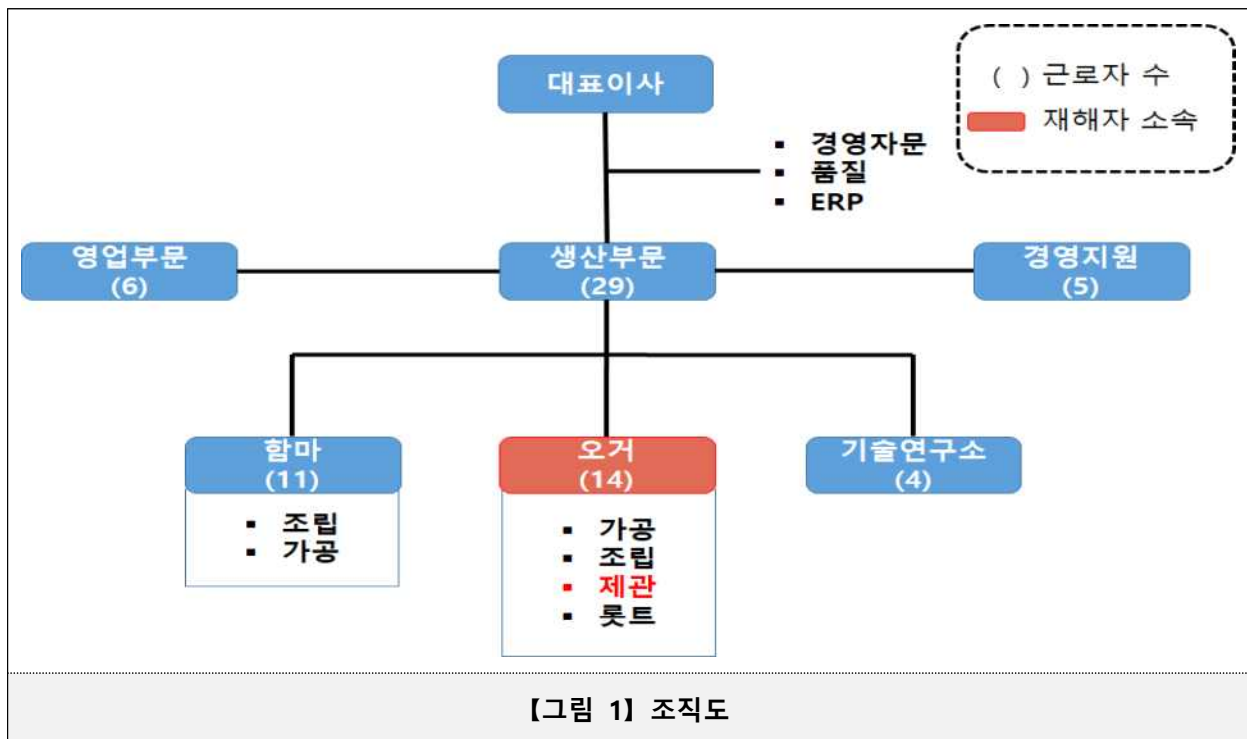
4. 재해조사 내용

【본 조사의견서는 고용노동부 안전지청 산재예방지도과와 합동 조사한 것으로 사고관계자가 진술한 내용과 현장조사에서 파악된 사항을 근거로 작성하였음】

4-1. 재해발생 개요

○ (사업장개요) 대지면적 6,338㎡, 생산 2개동 및 보관동 규모로 천공용 건설 장비인 오거, 함마를 제조·수리하는 사업장임

○ (조직도)



○ (주요연혁)

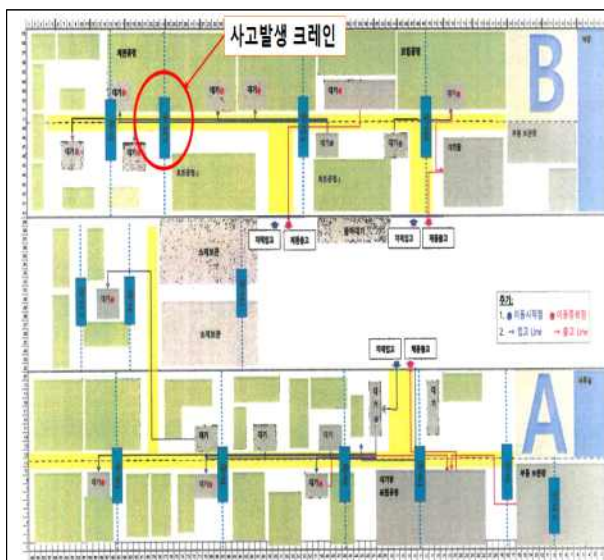
- 2001.02월 설립
- 2010.10월 R&D 센터 설립
- 2017.12월 인천 남동공단에서 현재 소재지(시화공단)로 이전

○ (사업장 전경)



【사진 1】 사업장 위성사진 (출처: 네이버지도)

○ (사고발생장소) B동 제관 공정 작업장



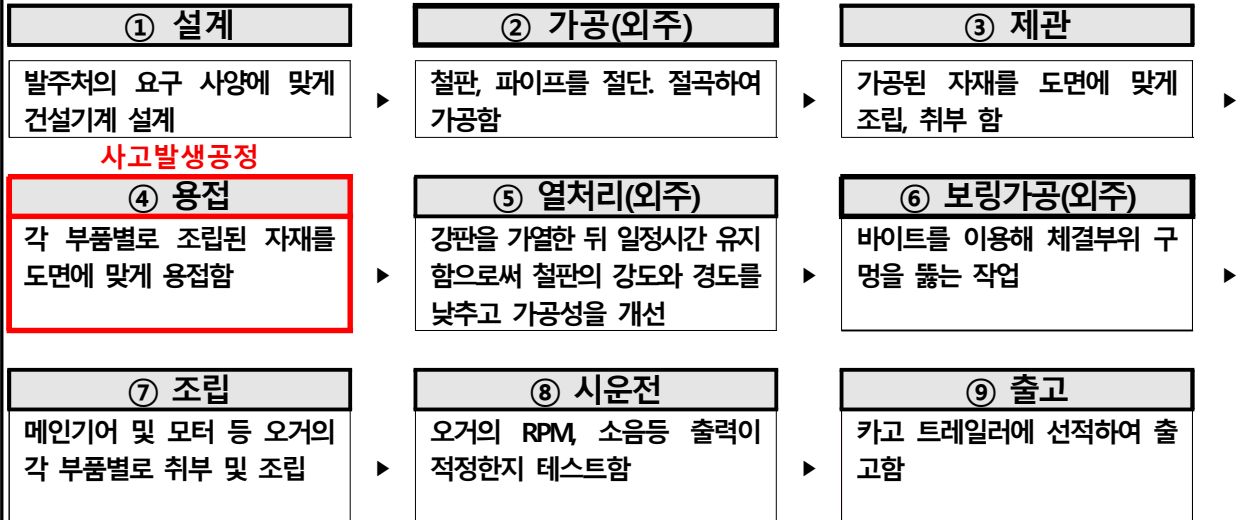
【그림 2】 크레인 배치도면(크레인 14대 보유)



【사진 2】 사고발생장소 전경

4-2. 재해발생 공정

- (오거의 부품을 제작하는 공정) 오거 감속기 및 메인기어고장으로 오거를 분해하여 수리 하던 중 오거커버를 신규로 제작하는 공정임



4-3. 재해발생 과정 2023. 03. 20.(월)]

- [07:45:00경] 재해자가 작업 전 체조를 실시함
- [08:00:00경] 재해자가 티타임 및 담소 후에 작업장소로 이동함
- [08:12:59경] 재해자가 리모트 컨트롤러로 크레인을 조작하기 시작함
- [08:13:12경] 재해자가 거치되어있는 오거 커버에 슬링벨트를 매달고 크레인 후크에 체결하여 인양하기 시작함
- [08:14:33경] 재해자가 오거 커버의 방향을 회전하여 다시 거치시키기 위해 위치를 조정하기 시작함
- [08:16:56경] 재해자가 오거 커버가 고정되지 않자 바닥면에 받침대를 설치하여 다시 고정시키고자함
- [08:17:20경] 재해자가 오거 커버의 받침대 위치를 조정하기 위해 주저앉음
- [08:17:51경] 크레인으로 오거 커버를 인양했다가 하강하는 순간에 크레인 후크에서 슬링벨트가 이탈하면서 오거 커버가 전도되어 재해자가 깔림
- [08:25:27경] 동료근로자[D, E] 최초 발견함
- [08:26:22경] 오거 커버를 인양하여 다른 곳으로 옮김

- [08:27:00경] 동료근로자[F]이 사무실을 통해 구급 신고를 함
- [08:31:34경] 동료근로자가 CPR 실시
- [08:33:55경] 경찰도착
- [08:41:20경] 구급차로 병원이송

4-4. 조사 및 확인내용

1) 기인물 및 가해물에 관한 사항

가) 크레인

○ (제원)



제조사	
종류	천장주행크레인
정격용량	2.8톤
형식번호	
스팬 (거더 레일 사이거리 L)	18.3 m
양정 (흑부터 바닥 까지 높이 H)	6.2 m
거더형식	더블
조작방식	리모트컨트롤

- (안전인증) 안전검사 이력 확인결과 크레인 안전인증 제도 시행일 이전에 제작된 크레인으로 안전인증 대상에서 제외됨

크레인 제작일자	크레인 안전인증 시행
1999.01.01	2009.01.01

- (안전검사) 2021.12.06. 안전검사 실시하였고 유효기간은 2023.11.24. 까지임
(판정결과 : 합격)
- (점검이력) 매달 사업장 보유크레인에 대해 외부업체에 위탁하여 유지보수 점검을 받고 있음
 - 해당사고와 직접적으로 관련된 점검 결과는 확인하지 못함

나) 슬링벨트

※ 슬링 벨트의 라벨이 훼손되어 있어 제조사 및 구매일자를 특정하지 못함



제조사	확인 안됨
형식	엔드리스형
폭	50 mm
길이	900 mm
기본 사용 하중	4 Ton

다) 가해물 (오거 커버)

○ (오거 커버) 천공기의 일종인 오거*설비의 부품으로 기어박스의 하부에 설치하는 커버로 오일이 누출되지 않도록 막아주는 역할을 함

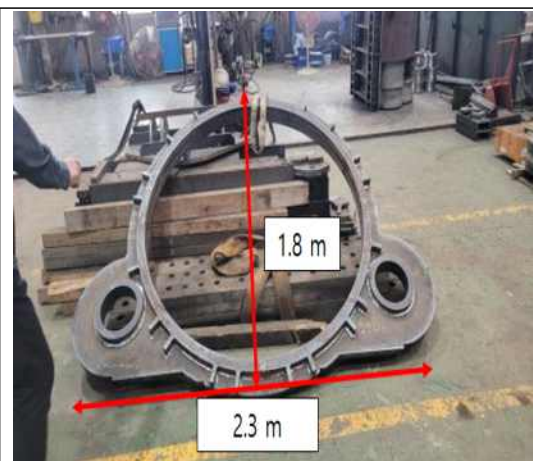
* 토목공사에서 대지에 구멍을 뚫는 설비로 여러 가지 형상의 비트를 로드 선단에 부착하고 회전하면서 흙 속에 압입하여 파낸 흙을 지상으로 끌어올리는 장비

- 원형부분의 직경은 약 1.8m 이고 수평 최대길이는 약 2.3m 임

○ (중량) 사업장에서 보유한 무게 감지센서(Load cell)로 오거 커버의 중량을 측정한 결과 518 kg으로 확인함



[사진 3] 오거 작업 사진
(출처 : 성원중기계 홈페이지)



[사진 4] 오거 커버

2) 재해자 관련 사항

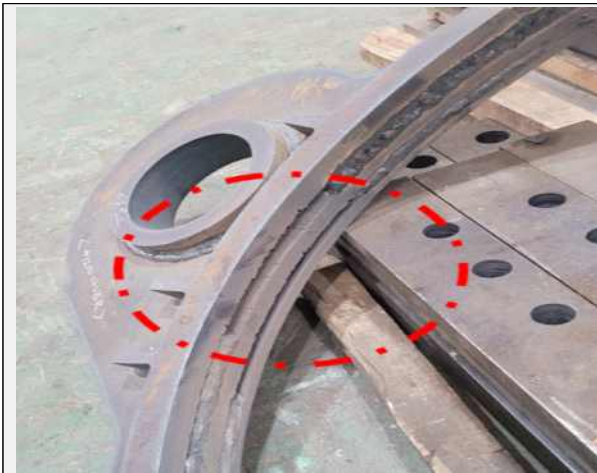
- (재해자 근무경력) 재해자는 2016.02.17.부터 (주)성원중기계 오거 생산팀에서 용접업무를 시작하였으며, 근무경력은 약 7년임
 - 재해자의 동종업계 경력은 약 7년인 것으로 확인함
- (특별안전보건교육) 재해자가 크레인을 사용하여 작업하는 경우 위험성 및 재해예방에 관한 사항에 대한 교육 등을 받았는지 여부는 확인하지 못함
 - 부사장과의 면담결과에 따르면 크레인을 사용하는 작업자의 경우 특별안전 교육을 실시하고 있으나 교육 일지등 교육실시 여부를 증빙할 수 있는 서류를 확인하지 못함
- (정기안전보건교육) 교육일지를 확인한 결과 사업장에서 매달 정기안전보건 교육을 실시하였고 교육 참여자 명단의 서명을 통해 재해자가 안전보건교육에 참여한 이력은 확인하였으나, 재해자가 받은 교육내용이 교육일지에 누락되어 있음

3) 관리적 사항

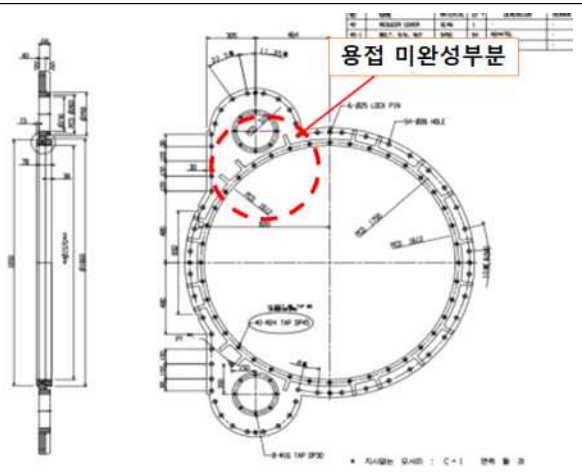
- (위험성평가 실시 여부 확인) 위험성평가표를 확인한 결과 위험성평가를 2022.12.15.실시하였음
 - 위험성평가 실시규정이 작성되어 있지 않아 실시계획·조직구성·역할·예산 편성·근로자 참여 등에 대한 문서화가 되어있지 않고 매년 정기 평가를 실시 하지 않았음 (이전 평가일 : 2019.12.12.)
 - 용접, 가공, 조립 등 사업장의 주요 공정에 따라 위험성평가를 실시하였으나, 크레인으로 중량물을 인양하거나 하강할 때 중량물이 폭에서 이탈하는 경우의 위험 요인은 파악되지 않았음
 - 크레인 슬링벨트, 와이어 로프, 달기구 상태 및 중량물 운반 시 낙하위험에 대한 일부 유해위험요인 파악이 되어 있으나, 유해위험요인파악 내용이 구체적이지 않고 현재의 안전조치가 해당 유해위험요인과 부합되지 않음
- (중량물 작업계획서 확인)
 - 크레인으로 인양하는 중량물의 제원 등이 기입되어 있지 않고 중량물의 적재 방법 및 전도방지 조치등 사업장 특성에 맞는 재해예방대책이 수립되어 있지 않음

5) 작업 상황 관련 사항

- (사고당일 작업관련) 작업일보와 CCTV영상 확인결과 재해자는 사고발생 이전 근무일[2023.03.18.(토) 08:00~16:30]까지 오거 커버 용접작업을 진행하였고, 오거 커버 원형부분 내부의 용접작업이 완료되지 않았던 것으로 보아 사고 당일에 용접작업을 연속해서 진행하려고 했던 것으로 추정됨



【사진 5】 오거 커버의 완료되지 않은 용접선

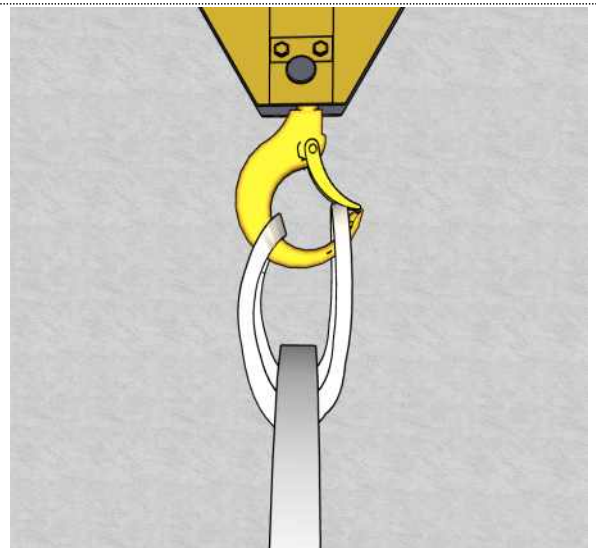


【그림 3】 오거 커버 제작도면

- (오거 커버 줄걸이) 슬링벨트를 오거 커버 원형 둘레에 감싸 바구니 모양 매달기로 한줄 걸이 하였음



【사진 6】 사고당시 오거 커버 줄걸이 방법



【그림 4】 바구니모양 매달기 (예시)

- (용접작업 자세) 용접작업을 용이하게 완료하기 위해 오거커버를 바닥에 수직으로 세운상태에서 용접봉을 아래쪽을 향해서 용접(아래보기 자세)작업하고자 하였을 것으로 추정됨
- 생산담당 전무 및 팀장의 면담결과에 따르면 사업장에서 작업자가 어떤 용접 자세로 작업을 해야 하는지에 대한 별도의 지침은 없고, 작업자가 대상물의 형태별로 작업에 유리한 용접 자세를 취한다고 함



- (오거 커버의 거치상태) 오거 커버를 아래보기 자세로 용접하기 위해 상부 오거의 프레임(오거 설비의 다른 부품)을 지지하여 오거커버를 바닥에서 수직으로 세운상태로 고정 하려고 했던 것으로 추정됨
- 사고 전 근무일 CCTV 확인결과[2023.03.18.(토)] 재해자가 아래보기 용접 자세를 취하기 위해 크레인으로 오거 커버의 거치된 위치를 회전해가면서 조정하였음



【사진 7】 오거커버를 거치하기 위해 거치대로 사용한 프레임



【사진 8】 사고당시 거치된 오거커버 모습

○ (흑 해지장치의 상태)

- 사고당일 CCTV 확인결과 흑 해지장치의 설치상태가 흑 선단 중심부 안쪽에서 벗어나 밖으로 벌어져 있는 것을 확인함
- 재해자가 흑에 중량물을 체결하고 해체 할 때 별도의 흑 해지장치의 누름 조작 없이 한 손으로 슬링벨트를 후크에 걸고 빼내는 것을 확인함
- 사고당일 흑 해지장치의 설치상태를 봤을 때 흑에서 중량물 이탈을 방지하는 본래의 기능을 적절히 수행하지 못하는 상태였을 것으로 추정됨



【사진 9】 해지장치가 흑 바깥으로 이탈한 상태



【사진 10】 해지장치 누름조작 없이 빠지는 슬링벨트
(사고 발생 전 CCTV 영상)

6) 사고 원인 추정

○ (용접작업 준비상황)

- 재해자는 거치된 오거 커버의 위치를 조정하기 위해 슬링벨트 체결 위치를 조정해가면서 크레인을 조작하여 중량물을 바닥으로부터 인양했다가 다시 하강하는 것을 반복하였음
- 재해자는 거치대(오거의 다른 부품)에 기대져 있는 오거 커버가 원만하게 고정되지 않자 바닥에 받침대를 추가로 설치하였고, 주저앉은 상태에서 받침대의 위치를 잡으면서 오른손에는 리모트 컨트롤러를 쥐고 크레인을 조작하였음

○ (오거 커버의 전도)

- 오거 커버를 인양했다가 곧바로 다시 지면에 하강하는 순간에 슬링벨트에 인장력이 가해졌다가 풀리면서
- 슬링벨트가 반동에 의해 들어 올려 지면서 오거 커버의 하중이 지면과 연직 방향이 아닌 수평방향으로 혹 해지장치로 직접 가해지고
- 혹 해지장치의 체결상태가 불량하여 해지장치가 혹 중심 선단부위 안쪽에서 벗어나 움직여 슬링벨트가 혹으로부터 이탈 하였고
- 혹에서 이탈된 중량물이 전도되어 재해자를 충격한 것으로 추정함



【사진 10】 사고 발생 크레인의 해지장치 체결핀 상태



【사진 11】 혹 해지장치가 혹 선단 중심부위 안쪽에서 벗어나 움직이는 모습 (초동조사 당시 상태)

○ (재해당시 상황)

※ 혹 해지장치 및 슬링벨트의 상태는 사고당시 CCTV 영상을 통해 재구성한 것으로 실제 상황과 다소 차이가 있을 수 있음 (혹 해지장치는 초동조사 이후 교체 한 상태임)

① 오거 커버가 인양된 상태 (바닥으로부터 상승)



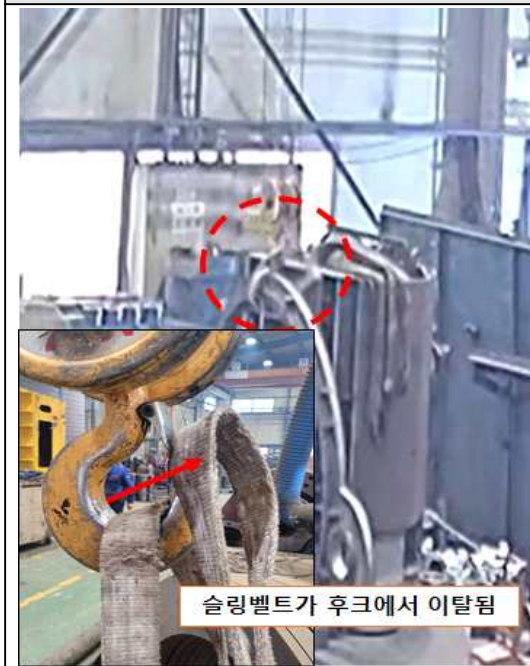
② 오거 커버가 바닥에 닿으면서 해지장치 방향으로 하중이 가해짐



④ 혹에서 이탈된 후 슬링벨트 상태



③ 혹에서 이탈되는 슬링벨트



5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 혹 해지장치의 기능 불량

- 혹 해지장치의 체결용 핀이 제대로 고정되지 않고, 혹 선단 중심부위에서 벗어나 움직일 수 있게 설치되어 있어 중량물이 이탈할 가능성이 있는 상태에서 작업하였음

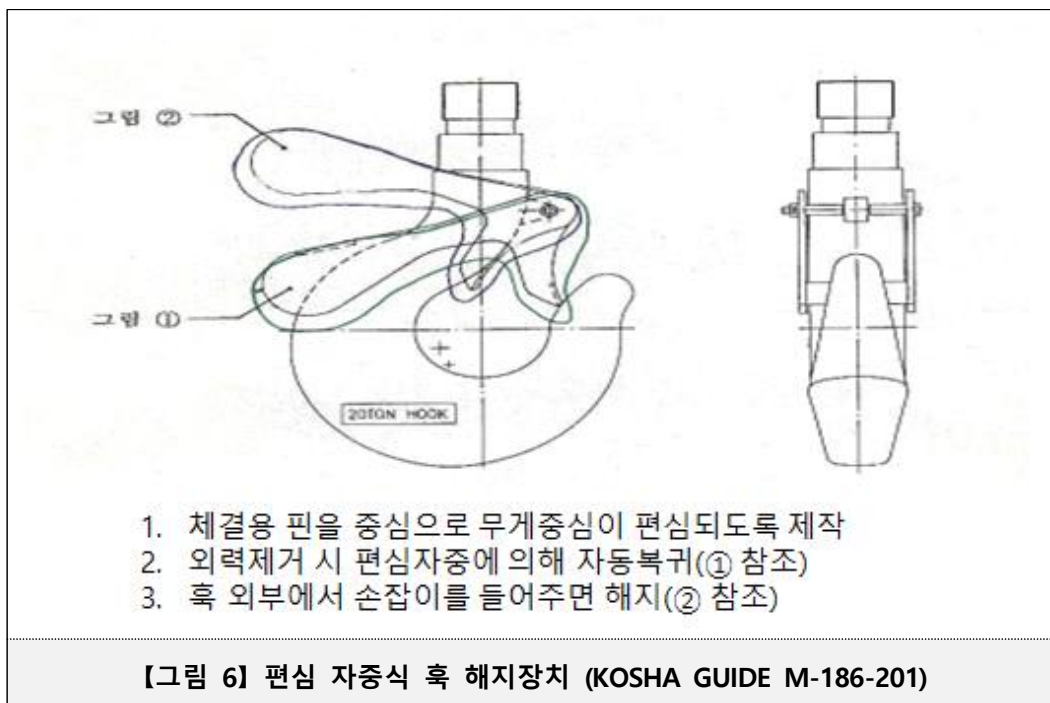
○ 줄걸이 방법 부적정

- 한줄 걸이 방법을 사용하여 중량물이 회전하거나 이동할 수 있는 상태에서 중량물을 인양하였음

나. 재해예방 대책

○ 혹 해지장치의 상태 점검

- 혹 해지장치의 변형, 손상 등에 대한 점검 및 점검결과에 따른 수리·교체로 해지장치가 정상기능을 유지할 수 있도록 함
- 혹 해지장치는 체결용 핀을 중심으로 무게중심이 편심이 되도록 하여 혹 외부에서 손잡이를 들어주면 해지되고, 외력 제거 시 편심자중에 의해 자동 복귀되는 구조인 편심 자중식 해지장치 사용을 권장



○ 중량물의 형태를 고려한 줄걸이 방법의 선정

- 중량물의 형태를 고려하여 중량물이 회전하거나 좌우로 움직이지 않고 무게 중심이 안정된 상태에서 인양할 수 있도록 하고, 중량물 취급 중 발생 가능한 위험성을 고려한 줄 걸이 방법 선정
- 한줄 걸이 사용은 원칙적으로 금지하고 세줄 걸이나 십자걸이 방법을 사용하여 중량물을 인양할 것을 권장

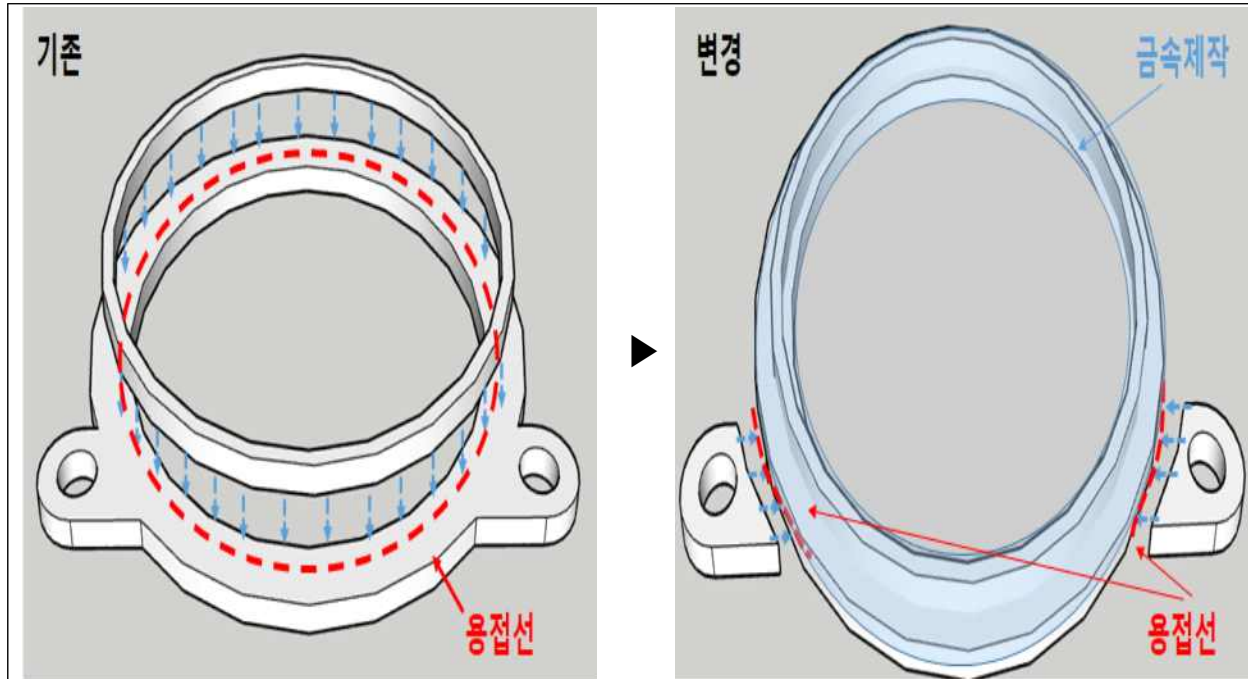


○ 중량물 작업계획서

- 취급하는 중량물의 형태 및 특성에 따른 위험을 예방할 수 있는 대책을 작업계획서 포함시키고, 근로자에게 고지한 뒤 작업계획서에 따라 작업해야함
- 중량물(오거 커버)을 용접하는 경우 전도위험을 최소화 할 수 있도록 별도의 거치대 또는 고정 장치를 설치하여 중량물을 눕혀서 견고히 고정한 후 작업
- 슬링벨트는 제조사에서 정하는 적정무게 이하로 사용하고 슬링벨트의 파손, 변형, 마모 상태등을 정기적으로 점검해야함

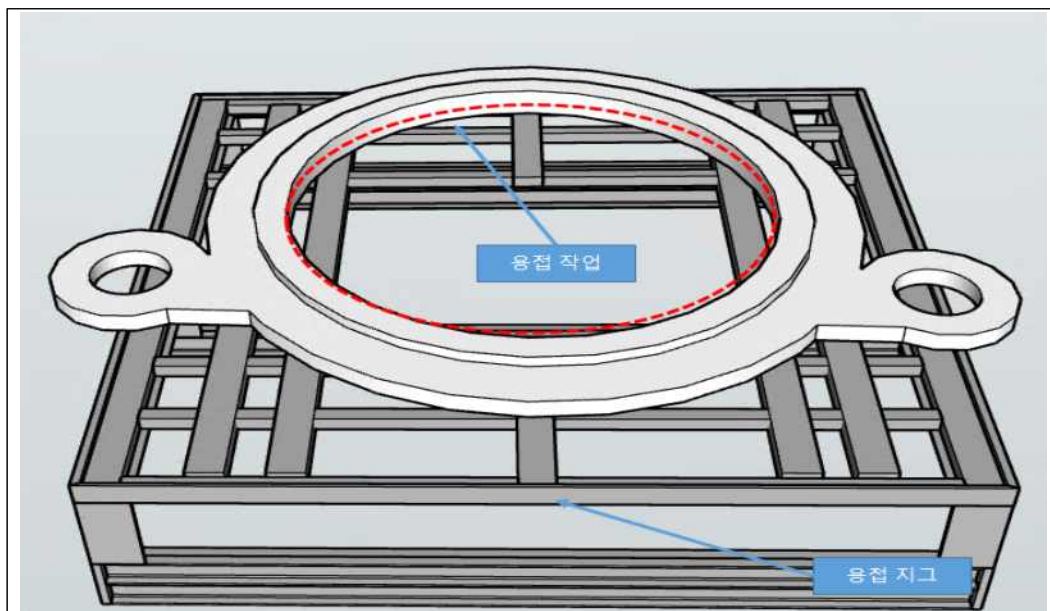
○ 용접작업 방법 개선

- 오거 커버의 용접작업량을 최소화 할 수 있도록 도면 수정 및 금속제작



【그림 8】 용접작업 방법 변경 예 (원형 금속 제작)

- 중량물의 형태에 따라 용접작업에 용이한 자세를 취하기 위해 수시로 크레인을 사용해 중량물의 위치를 조정할 필요 없는 별도의 용접 지그를 설치



【그림 8】 아래보기 자세 교정용 용접지그 활용 예 (용접 테이블)