

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. 재해발생 사업장 개요

원 청	사업장명	(주)월자포장	주소	제주시	전화번호 (FAX)	
	대표자	B	업종	골판지 및 종이용기 제조업	생산품 (사업내용)	골판지 상자
	사업장관리번호				근로자수	30명

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성 명	출생년도	소 속	고용형태	상해정도
1	A	1992년	(주)월자포장	상용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	끼임(말림)	기인물	골게이터(설비)
'23.01.18(수) 09:55분경, 제주시 소재, (주)월자포장 소속 근로자가 골판지시트 생산설비 골게이터(Corrugator)*의 구성장치인 싱글페이서(Single Facer)에서 회전축에 접근하여 윤활작업(구리스주입)을 준비하던 중, 작업복이 말려 사망한 재해임. * 골게이터(Corrugator) : 원지로부터 골판지시트를 제조하는 설비. 전장 100m에 달하는 라인설비이며 각 여러 장치로 구성됨.			

4. 재해조사 내용

【본 조사의견서 내용은 광주지방고용노동청 제주산재예방지도팀과 광주광역사고조사센터가 합동조사하였으며, (주)월자포장 소속 C(안전관리자), D(관리감독자), E(최초발견자) 등 관계자의 면담진술내용과 현장 조사에서 파악된 내용을 근거로 작성하였음】

가. 사업장 개요

- (주)월자포장은 골판지 상자를 제조·판매하는 사업장으로 도내 농산물 및 기타 농축수산물을 담은 포장용 상자를 생산하고 있음.

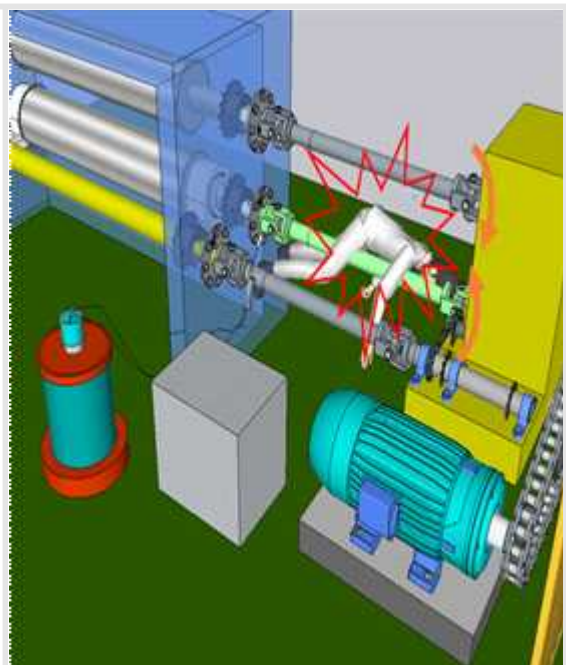
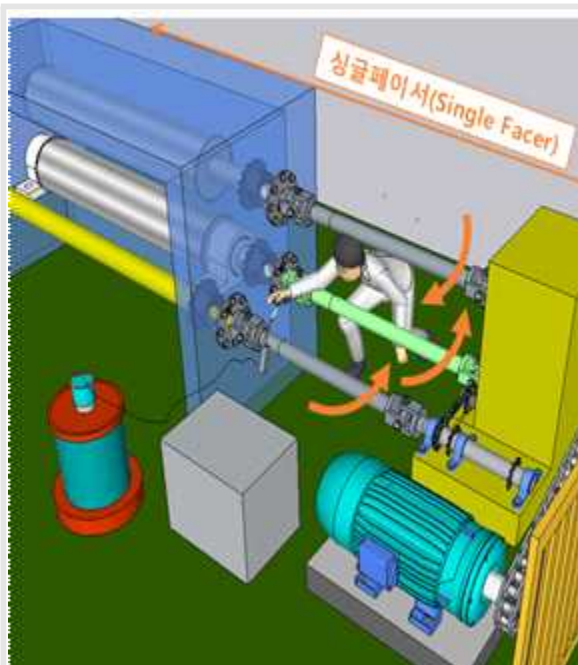


사업장 전경



골판지 상자(생산품)

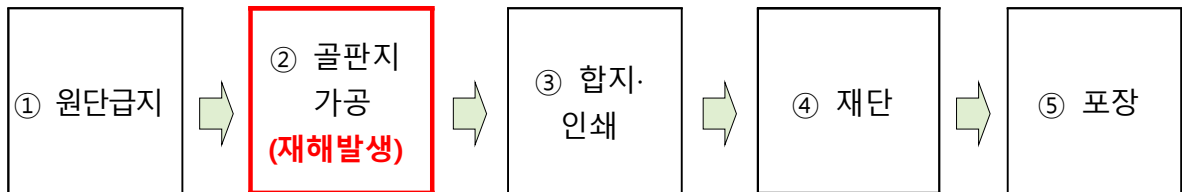
- 재해는 골게이터 설비 내 골판지 접합장치인 싱글페이스의 회전 축에서 발생함.



재해 상황도 (추정)

나. 작업공정 및 재해자 담당업무

- (작업공정) (주)월자포장은 원단급지, 골판지가공(골게이터), 합지·인쇄, 재단, 포장의 공정을 거쳐 골판지 상자를 생산하며, 금번 재해는 골판지 가공공정에서 발생함.



【 골판지상자 생산공정 】

공정명	공정 내용	비고
① 원단급지	상자 생산 수량에 맞게 재단된 원단을 급지롤에서 공급	
② 골판지가공 (골게이터)	골게이터 설비를 통해 원단에 골 모양을 만들고 이면지(라이너)를 풀로 붙여 골판지시트를 가공	재해 발생
③ 합지·인쇄	골판지와 골판지(또는 인쇄지)를 접착	
④ 재단	재단 및 접합 과정을 통해 포장 가능 상자로 가공	
⑤ 포장	생산된 제품을 묶음 단위로 포장하여 창고운반 혹은 출하	



골판지 가공공정



골판지 구조

- (재해자 담당업무) 골판지 가공공정에서 싱글페이서 설비조작과 원지투입 및 연결 등 생산 지원업무를 수행하며, 주기적으로 싱글페이서의 윤활 작업을 수행함.

- 재해발생 당일(1/18) 재해자는 에어 구리스 펌프를 사용하여 가동 중인 싱글페이서 회전축 베어링 하우징* 부위에 윤활유(구리스) 주입을 위한 준비를 했던 것으로 추정됨.

* 베어링하우징(Bearing Housing) : 기계 프레임에 축이 고정되어 회전할 수 있도록 베어링이 들어 있는 케이스

※ 재해가 발생한 회전축 베어링 하우징의 윤활유 주입주기는 1회/월 으로 확인됨.



구리스 주입 위치



에어 구리스 펌프

다. 기인물: 골게이터(Corrugator)



■ 골게이터 제원

- 구성 : 싱글페이서, 더블페이서, 커터 등
- 구입일자 : 2001.07월
- 최대 생산속도 : 200m/min
- 소비전력 : 37kw ~ 45kw
- 동력유체 : 유압(Hydraulic)
- 골게이터 롤 직경 : 280mm
- 프레스(Pressure) 롤 직경 : 350mm
- 접착 롤 직경 : 240mm

라. 재해발생과정 [01.18.(수)]

※ 재해발생장소에는 CCTV가 설치되어 있지 않고 재해발생 당시 목격자가 없으므로 평소 재해자의 작업내용, 이동경로 등을 기반으로 해당공정 관리감독자 D와 동료작업자 E(베트남)의 진술을 참조하여 작성함.

○ **【08:15~09:30분경】** 재해자는 출근하여 골판지 가공공정 싱글페이서에서 설비가동과 원지 투입·연결 등 제품 생산지원 작업을 수행함.

○ **【09:30분경】** 에어 구리스펌프를 사용하여 싱글페이서의 구리스 주입 작업을 수행함.

- 가열장치(3개소), 접착제 롤 베어링(1개소) 부위에 구리스 주입을 완료.

【 싱글페이서 구리스 주입작업 위치 】

구분	순서	주입 위치	주입 간격	비고
작업위치 ①	1-3번째	가열장치 (3개소)	1회/주	
작업위치 ②	4번째	접착제 롤 베어링 (1개소)	1회/월	
작업위치 ③	5-7번째	동력전달 축 (3개소)		재해발생

○ **【재해발생 09:55분경】** 롤(Roll)의 회전축을 지지하는 베어링 하우징 부위에 구리스 주입 준비 작업 중, 회전하는 축에 재해자의 작업복이 말리면서 재해가 발생한 것으로 추정됨.



회전 축에 말린 재해자 작업복



재해 당시, 재해자가 착용한 작업복

○ **【재해발생이후】** 근처에서 작업 중인 동료근로자 E가 ‘쿵’하는 소리(재해자가 축에서 바닥으로 떨어지는 소리로 추정)에 의해 쓰러져있는 재해자를 발견하고 설비 가동을 정지한 뒤, D(관리감독자)에게 보고하여 119에 신고(09:59분경)함.

- 병원으로 이송된 재해자는 치료 중, 1/20일(토)에 사망함.

마. 조사 및 확인내용

1) 골게이터 구성 장치 확인

○ (원리) 골판지시트를 제조하는 골게이터(Corrugator)설비는 종이원단에 물결 모양의 골*을 성형하여 골심지를 만들고 골심지와 이면지(라이너)를 풀로 접합하여 생산함.

* 골 형성목적 : 종이상자의 내구성을 향상시키고 외부충격으로부터 내용물을 보호함.

○ (구성) 골게이터는 제품형태에 따라 골판지를 접합하는 ① Single Facer(이하 '싱글페이스서'라 함), ② Double Facer(이하 '더블페이스서'라 함)와 ③ 커터로 구성되어 있음.

※ 골판지시트는 구조상 한번의 공정에 의해 생산할 수 없고 각 공정별 구성된 장치를 연속적으로 운영하여 생산함.

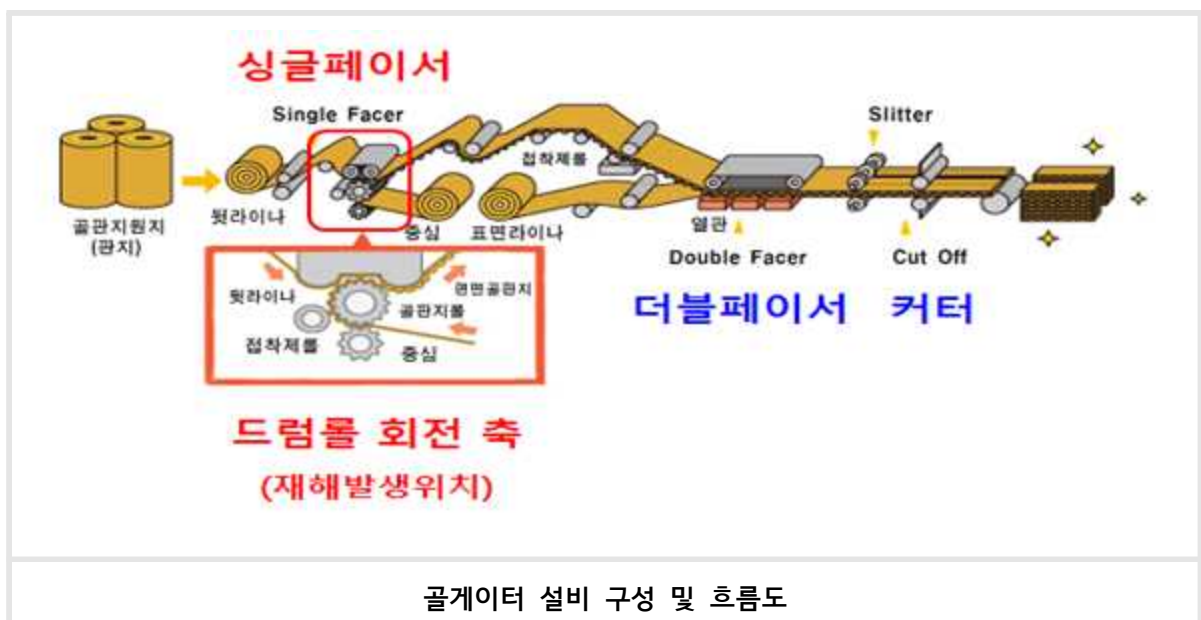
■ 골게이터 설비 구성장치

① Single Facer(싱글페이스서) : 골심지를 가공하여 골을 성형한 후 라이너와 접합하여 편면골판지 생산.

② Double Facer(더블페이스서) : 편면골판지에 라이너를 접착시켜 양면골판지를 제조

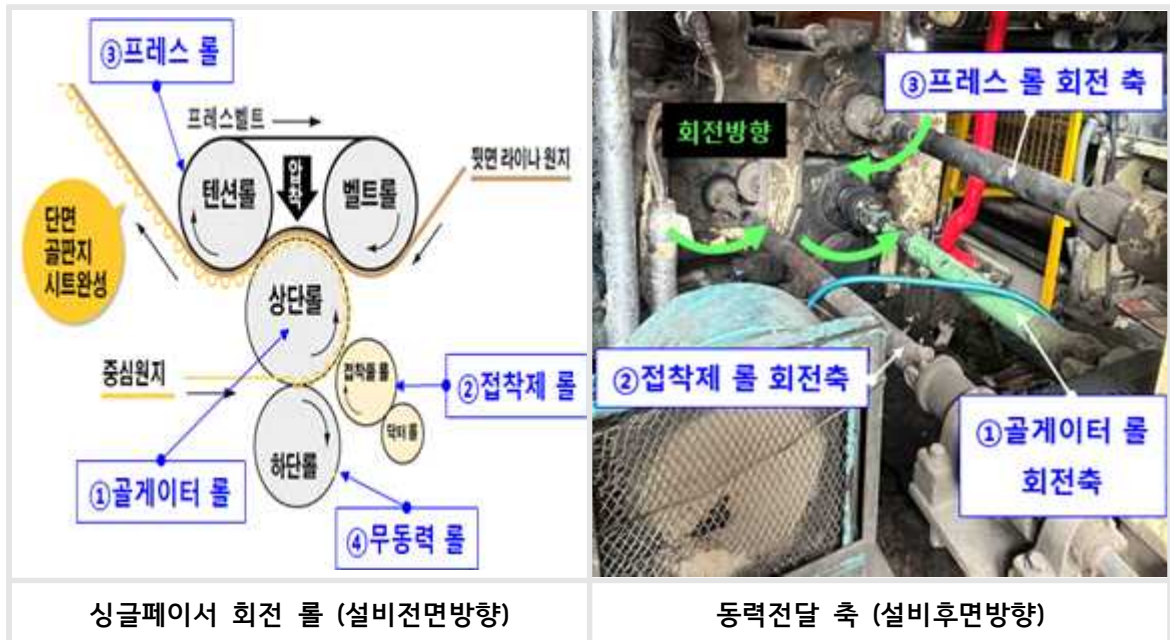
※ 양면골판지 위에 이중양면, 삼중골판지 등을 만들기 위해서는 골게이터가 복수의 싱글페이스서를 갖추어야 함. 즉, 양면골판지를 만들기 위해서는 싱글페이스서가 1대, 이중양면골판지를 만들기 위해서는 싱글페이스서가 2대가 필요함.
(월자포장은 2대의 싱글페이스서를 운영)

③ 커터 : 생산 시트에 따라 일정한 길이로 절단



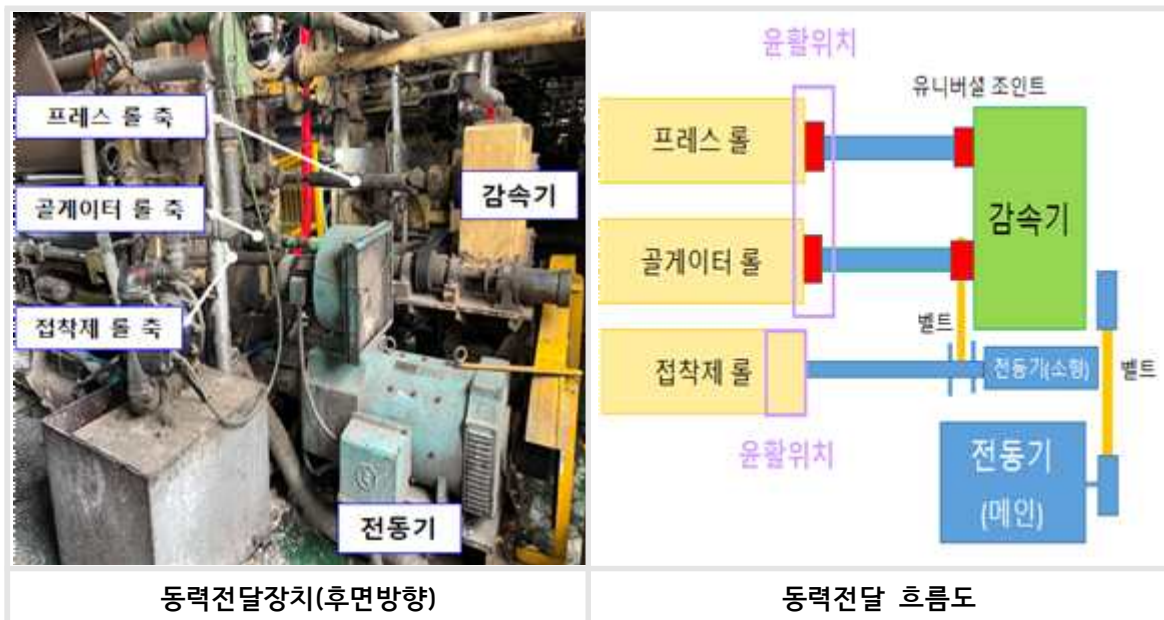
2) 싱글페이서(Single Facer) 구조 확인

- (구조) 싱글페이서는 골을 성형해주는 ①골게이터 롤(Roll)과 ②접착제 롤(Roll), 골심지와 라이너 원지를 붙여주는 ③프레스(Pressure) 롤(Roll) 외에도 원지를 원활하게 공급 할 수 있도록 ④무동력 롤(Free Roll)로 구성되어 있음.



- (동력전달장치) 원지공급 및 골성형을 위한 동력전달축은 롤(3개소)과 감속기를 연결해주는 유니버설 조인트* 방식(축이음)으로 연결되어 있음.

* 유니버설 조인트(Universal Joint) : 두 축이 비교적 떨어져 있거나, 각도(편각)가 큰 경우에 두 축을 연결하기 위하여 사용하는 축이음의 일종.



- 싱글페이서 롤(Roll)은 「전동기 → 벨트 → 감속기 → 축(유니버설조인트)」 순서로 동력이 전달되어 회전하고, 회전수는 약 100rpm으로 확인됨.

- 전동기(DC Motor) 회전수(Input) : 1750 rpm, 축의 회전수(Output) : 최대 200rpm, 설비가동 시, 실제 회전수 : 100rpm, 비율(Ratio) : 4.7:1



※ 접착제 롤(Roll) 축 : 타이밍벨트로 감속기와 연결되어 구동되며, 도면상에는 미표기.

3) 윤활유(구리스) 주입 작업

○ (작업내용) 재해자는 에어 구리스 펌프를 사용하여 담당 설비인 싱글페이서의 총 7개소에 구리스 주입작업을 하며, 주입시간은 개소별 약 2-3분 정도 소요되는 것으로 확인됨 [골판지 가공공정 작업지휘자 D 진술 참조]

※ 윤활작업 목적 : 기계설비의 가동부나 회전부 등 하중을 전달하는 부분에 윤활막을 형성하여 금속 간의 접촉을 방지함으로써 마모나 피로를 예방하고 가동수명을 보장하기 위함.

○ (작업방법) 에어 구리스 펌프에 에어호스를 연결한 뒤, 싱글페이서의 구리스 주입 위치(작업위치①~④)별로 이동하면서 작업을 수행함.

- 재해가 발생한 축 부위는 베어링하우징(Bearing Housing)의 니플(Nipple)에 구리스 건(Gun)을 연결하여 구리스를 주입함.



구리스 펌프에 에어호스 연결

- 제품명 : 에어 구리스 펌프
- 용량 : 20L
- 중량 : 11kg(구리스포함 약 30kg)
- 최대토출량 · 토출압력 : 320g/분 · 250kg/cm²
- 규격 : W350mm×H850mm
- 구입일자 : 2022.08.26일

에어 구리스 펌프 제원



[프레스 롤] 구리스 주입 위치



[골게이터 롤] 구리스 주입 위치



[접착 롤] 구리스 주입 위치

4) 재해 당시 상황(추정)

- 접착제 롤 주입을 마치고 회전축 근처에 구리스 건(Gun)을 걸어놓은 후, 반대방향(작업위치③)으로 이동하여 회전축 사이로 구리스 건을 잡으려는 순간, 작업복이 축에 말려 재해가 발생한 것으로 추정됨.

① 재해발생위치(동력전달 축 부위) 이전의 작업

- 원지를 공급하는 장치(Mill Roll Stand)에 설치되어 있는 에어호스를 구리스 펌프에 연결하여 가열장치(3개소), 접착제 롤 베어링(1개소)에 구리스를 주입함.

작업위치①

작업위치②



재해발생 전 구리스 주입작업 위치 및 구리스 펌프 이동경로

② 동력전달 축의 구리스 주입을 위해 구리스 건(Gun)을 걸친 뒤, 반대방향으로 이동

- 재해자는 동력전달 축 3개소의 구리스를 주입하기에는 원지공급장치(1차 Mill Roll Stand)의 에어호스 길이가 짧아, 구리스 건(Gun)을 근처 배관에 걸어 놓은 뒤, 감속기 뒤로 돌아서 반대방향인 회전축(작업위치③)으로 이동함.

■ 재해 직전, 동료작업자 E가 구리스 펌프를 들고 설비의 작업위치①에서
②방향으로 이동하는 재해자를 목격한 점과 재해발생 전까지 재해자가 설비 밖
(작업위치①)으로 나오지 않았다는 점을 참고하여 재해자의 이동 경로를 추정함.
[최초발견자 E 진술 참조]



재해자 이동경로(추정)



구리스 건(Gun) 걸림 위치

※ 구리스 건(Gun) 걸침 위치에서는 주입구 높이, 축 회전동작 등으로 작업 시, 위험하다고 판단됨.

③ 회전 축 사이로 구리스 건 (Gun)을 잡으려다 재해 발생

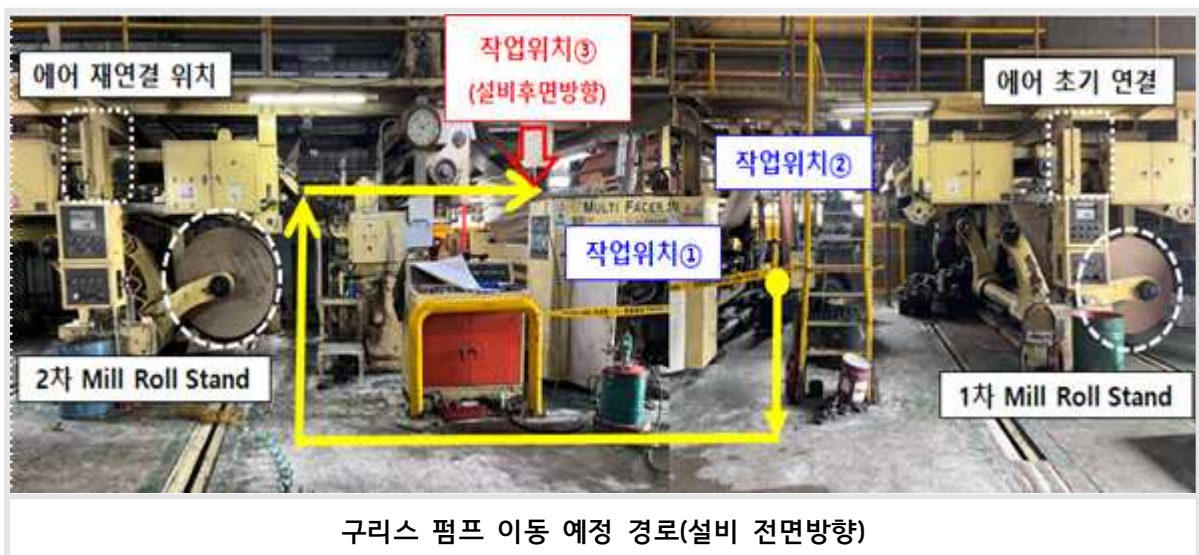
- 재해자는 회전하고 있는 축 사이에 신체를 집어넣어, 반대방향에 걸린 구리스 건을 잡기 위해 시도하던 중, 회전축의 니플에 작업복이 말렸을 것으로 판단됨.

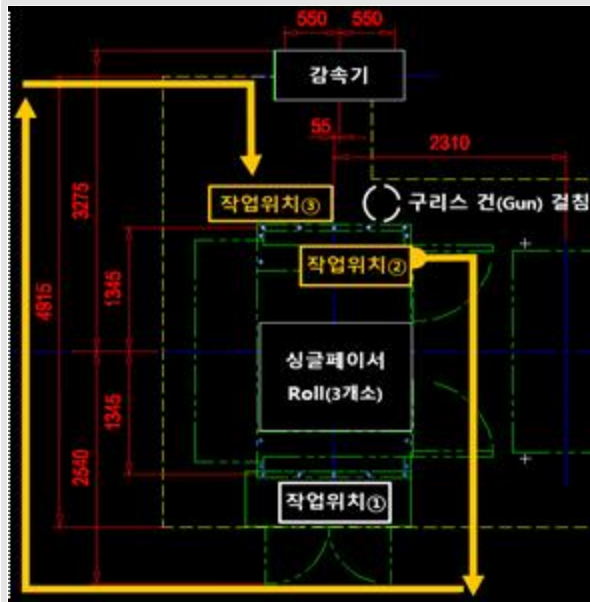


5) 작업방법의 안전성 검토

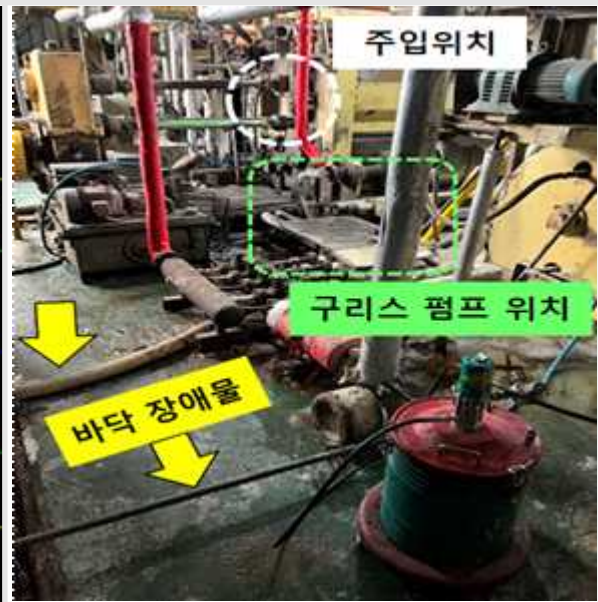
○ 작업 환경

- (구리스 펌프의 이동) 구리스 주입 작업 순서상 접착제 롤 부위(작업위치②) 작업 이후, 동력전달 축 부위(작업위치③)의 작업을 위해 약 30kg 중량(구리스 포함)의 구리스 펌프를 가지고 이동* (거리: 약 10m)해야 함.
- 이 경우, 이동경로 바닥에 배관라인이 있어 구리스 펌프(약 30kg)를 들어 올리며 이동해야 하는 상황(약 2~3회)이 발생함. [관리감독자 D 진술 참조]





구리스 펌프 이동 예정 경로(평면방향)

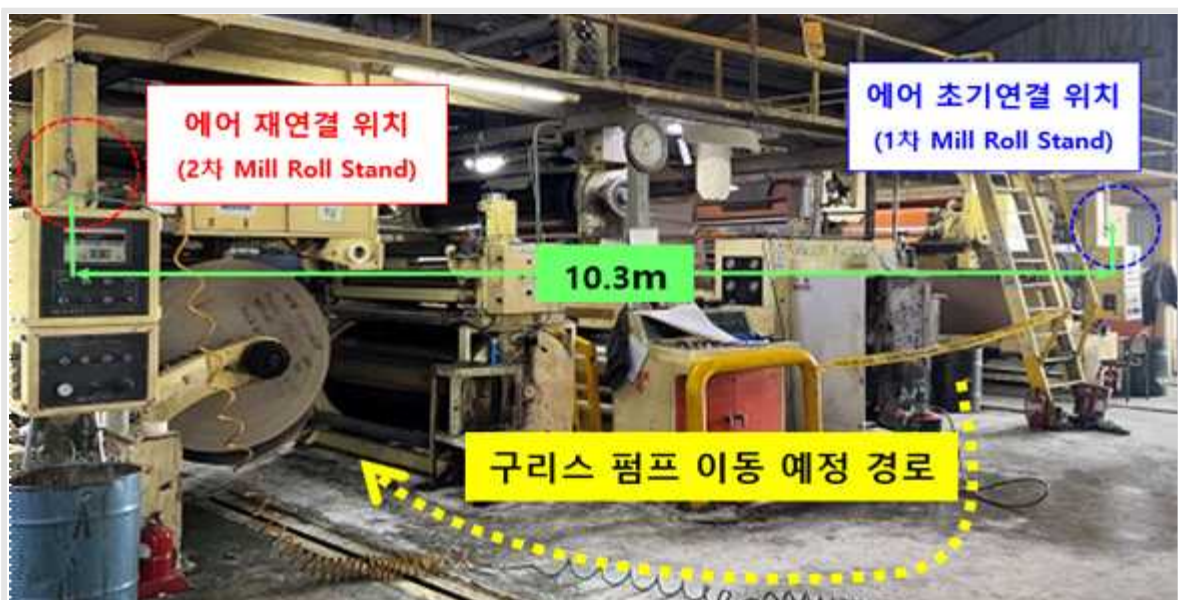


바닥장애물 (설비 후면부)

- (에어호스 재연결) 재해가 발생한 회전 축 부위까지는 이전(1차 Mill Roll Stand)에서 연결된 에어호스의 길이가 짧아, 다른 위치(2차 Mill Roll Stand)에 있는 에어호스를 구리스 펌프에 다시 연결하여 작업을 해야 함.

※ 골게이터 설비에 사용하는 구리스 펌프는 총 1대*로 적정 수량이 확보되어 있지 않아서 주입 위치에 따라 작업자가 구리스 펌프를 가지고 이동을 해야 함.

* 조사일(1/26) 기준, 공정 내 총 2개의 구리스 펌프 중, 고장으로 인해 1개만 사용 가능함.



에어호스 재연결 위치 (설비 전면부)

➔ 회전 축의 구리스 주입을 위해서는 약 30kg 중량의 구리스 펌프를 들어 올려 이동해야 하는 등 과도한 힘을 사용하는 동작으로 근골격 발생 위험이 있고, 작업 순서에 따라 에어호스를 중간에 교체해야 하는 등 작업 중에 작업자가 불편함을 느낄 수 있으며, 이는 인간행동성향에 따라 불안정한 행동(생략행위*, 억측판단** 등)을 유발시킬 수 있는 가능성이 있다고 판단됨.

* 생략행위 : 지름길 반응과 유사한 행동으로 정해진 작업순서를 빠뜨리는 경우 등

* * 억측판단 : 작업공정 중에 규정대로 수행하지 않고 '괜찮다'고 생각하여 주관대로 행하는 행동 (객관적인 위험을 행동에 옮김)

○ 설비 전원 차단

- 재해자는 구리스 주입작업 시, **싱글페이서(설비)의 운전을 정지하지 않은 상태에서 작업을 수행**하였고 재해발생 이후, 최초발견자인 E가 싱글페이서의 전원을 정지한 것으로 확인됨. [최초발견자 E 진술 참조]
- 재해 발생 이전에도 싱글페이서의 전원을 차단하지 않은 상태에서 **윤활작업을 수행**했던 것으로 확인됨. [골게이터 공정 관리감독자 D 진술 참조]

■ 설비가 운전 중인 상태에서 윤활작업(구리스 주입 등)을 한 이유

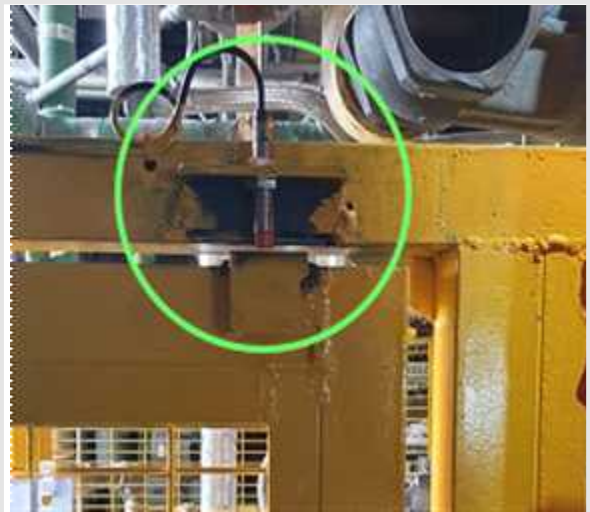
- 1) 축 등 회전 부위에 골고루 윤활유를 주입하여 가동 효율을 높이기 위함.
- 2) 윤활유가 주입되는 시간(5분/개소)동안 설비의 운전을 정지하면 제품의 불량률이 높음.

○ 방호조치

- 구리스 주입 작업 시, 회전하고 있는 축에 의한 말림 등 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있음에도 불구하고 해당 위치에 **덮개 또는 울 등이 설치되어 있지 않았음.**
※ 재해발생 직후, 해당 위치(전달동력 축 구간)에 방호펜스를 설치 함.
- 해당 설비는 제작사로부터 구입 당시, 회전 축 구간에 덮개 또는 울 등 방호펜스는 설치되지 않은 것으로 확인됨. [설비 제작사 소속 F 부사장 진술 참조]



재해발생 이후, 방호펜스 설치



출입문 연동장치(Interlock) 설치

- 제어장치에서 메인스위치, 비상정지장치로 설비운전을 정지할 수 있으나, 재해가 발생한 동력전달부에는 방호울과 방호울의 임의 해체를 방지하기 위한 방호울 연동장치 (리미트 스위치, 근접스위치 등)가 미설치 된 것으로 확인됨.



제어장치의 조작스위치



재해 당시의 동력전달부 상태

- ➔ 설비의 전원을 차단 하지 않고 동력으로 작동되는 회전 축에 덮개나 방호울 등이 설치 되지 않은 장소에서 근로자가 임의적인 판단으로 위험한 상태에서 작업을 수행 했으므로 당시의 윤활유 주입 작업방법은 적절하지 않은 것으로 판단됨.

○ 위험성평가 실시 여부

- * 2022년 위험성평가 실시일 : '22.07.13 ~ 07.15일

① 사업주는 건설물, 기계·기구, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분지, 근로자의 작업행동 또는 그 밖에 업무로 인한 유해·위험요인*을 찾아내어 부상 및 질병으로 이어질 수 있는 위험성의 크기가 허용 가능한 범위인지를 평가하여야 하고,
(이하 생략)

KRAS(표준 위험성평가)

[illegible]

2022년 「골판지 가공(골게이터) 공정」 위험성평가

○ 윤활작업 지침 여부

- 윤활작업 중에 발생할 수 있는 위험에 대한 기본안전지침 및 재해예방대책과 작업자의 역할, 교육, 직무, 작업절차 등이 포함된 **작업 매뉴얼이 마련되어 있지 않음.**

※ 결 론

- 설비의 전원을 차단하지 않은 상태에서
- 재해자는 덮개나 울이 설치되지 않은 회전 축 부위에 접근하여 구리스 주입 준비 작업을 하던 중,
- 회전하는 축에 작업복 일부가 말려 들어가 사망한 재해임.

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 윤활작업 시 설비 운전정지 미실시

- 윤활유 주입 작업 시에 회전하는 축에 근로자의 작업복이나 신체 일부 등이 말려 들어갈 위험이 있었으나, 해당 설비의 운전을 정지하지 않음.

○ 회전축의 위험 방지조치 미실시

- 싱글페이지 동력을 전달하는 회전 축에 근로자의 신체 일부 혹은 작업복의 말림 등의 위험이 있음에도 해당 부위에 방호덮개나 울 등을 설치하지 않음.

나. 재발방지 대책

○ 비정형작업 시 설비 전원 차단

- 윤활유 주입 등 비정형작업 시, 회전하는 축에 근로자의 작업복이나 신체 일부 등이 말려 들어갈 위험이 있으므로 해당 설비의 전원을 차단한 후, 해당 작업 실시.

○ 회전축의 위험 방지조치 미실시

- 싱글페이지 동력을 전달하는 회전 축에 근로자의 신체 일부 혹은 작업복의 말림 등의 위험이 있으므로 해당 부위에 근로자가 접근할 수 없도록 방호덮개나 울 등을 설치.

○ 윤활작업에 대한 위험성 평가 실시

- ㈜월자포장에서 주기적으로 진행되고 있는 윤활작업에 대한 유해·위험요인의 실태를 파악하고 이를 평가하여 관리·개선하는 위험성평가를 실시.
- 이 외에도 해당 사업장에서 이루어지고 있는 모든 작업에 대해 위험성 평가를 실시하여 사고를 미연에 방지.