

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.

1. 재해발생 사업장 개요

사업장명	(주)브로텍	전화번호 (FAX)	
소재지	경기 화성시	대표자	B
업종	플라스틱가공제품제조업	근로자수	19명
산재관리번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	플라스틱 용기 등

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소속	고용형태 (상용일용시간제 등)	상해정도 (사망/부상)
1	A	1966	(주)브로텍	상용	사망

3. 재해발생 경위

발생형태	끼임	기인물	블로우몰딩 머신
○ '24. 6. 11.(화), 17:18경 경기 화성시 소재 (주)브로텍에서 재해자가 블로우몰딩*(Blow Molding) 머신 내부를 점검하던 중 금형부 사이에 가슴 부위 등이 끼이는 사고가 발생, * (블로우몰딩) 열가소성 수지류를 용융하여 압출이나 사출에 의해 튜브상의 성형(Parison)을 만들고, 이것을 금형(Cavity)에 끼워 내부에 공기를 불어 넣어 부풀게 해서 냉각시켜 고품물을 만드는 방법 ○ 119에 신고하여 재해자를 병원으로 후송하였으나 '24. 6. 11.(화), 18:50경 사망한 것으로 확인된 재해임			

4. 재해조사 내용

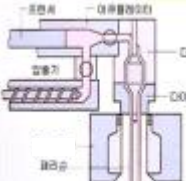
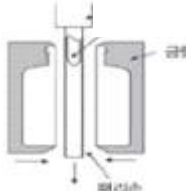
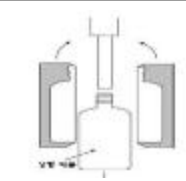
가. 사고의 경위

○ 공정 순서



- ① (입 고) 지게차를 이용하여 원료 등을 입고
- ② (성 형) 블로우몰딩 머신을 이용하여 플라스틱 용기 등을 성형
- ③ (검 사) 생산된 플라스틱 용기의 이상유무 등을 육안으로 확인
- ④ (포 장) 플라스틱 용기를 정해진 수량만큼 비닐 등에 담아 포장
- ⑤ (출 고) 지게차를 이용하여 생산된 제품을 출고

○ 재해발생(성형) 공정

작업 순서	작업 설명
	① 원료수지 용융 - 공급된 수지를 용융하여 압출기 출구 원통형 Die Head로 이송
	② 압출물(Parison) 주입 - 압출기에서 만들어진 압출물(Parison)을 병 모양의 금형(Cavity) 사이로 주입
	③ 압출물 절단 - 용기 모양의 금형이 닫히며 압출물을 절단
	④ 공기 주입 및 성형 - 금형에 삽입된 압출물에 공기를 불어 넣어 용기 모양의 제품을 성형
	⑤ 제품 취출 - 금형이 열리며 성형된 제품이 완성되어 취출

○ 재해발생 과정

- ◇ 재해발생 기인물인 블로우몰딩 머신 5호기를 촬영하고 있는 CCTV 영상을 참조하여 작성함
- ◇ 재해자가 재해당일 기인물과 관련하여 특이한 작업 상황 위주로 작성함

- (‘24. 6. 11.(화), 05:00~05:32경) 동료 작업장 C가 블로우몰딩 머신 가동을 위해 좌·우측 점검문을 열고 셋팅 및 청소 작업을 실시함
- (05:53경) 제품(플라스틱 용기류) 생산이 시작됨
- (12:08~12:42경) 재해자가 가동중인 블로우몰딩 머신 좌측의 측면문을 개방하여 정비하고, 12:32~12:33경에는 좌측 점검문을 개방하여 어떤 행동을 한 후 블로우몰딩 머신 내부로 들어감
- (17:10경) 동료 작업자 D가 생산된 제품의 온도가 평소보다 높다고 판단되어, 재해자에게 블로우몰딩 머신의 점검을 요청함
- (17:16경) 재해자가 가동중인 블로우몰딩 머신의 좌측 점검문을 개방하여 어떤 행동을 한 후 블로우몰딩 머신 내부로 들어감
- (17:17경) 재해자가 블로우몰딩 머신에서 나와 측면부 등을 점검함
- (17:18경) 재해자가 블로우몰딩 머신 내부로 다시 들어가 냉각호스 등을 점검하던 중 우측 금형부가 좌측으로 이동하면서 좌·우측 금형부 사이에 가슴 부위 등이 끼임
- (17:18경) 재해자가 작업장 바닥에 쓰러지고, D가 블로우몰딩 머신의 동작을 정지시킴
- (17:19경) 동료 작업자 E가 119에 신고함
- (17:45경) 119가 도착하여 재해자를 병원으로 후송함

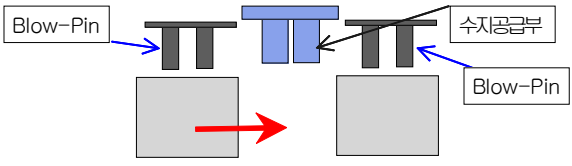
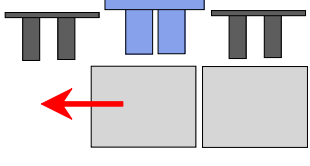
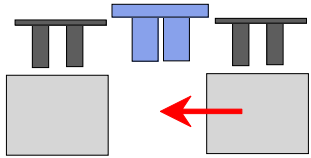
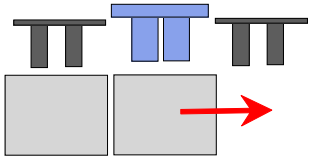
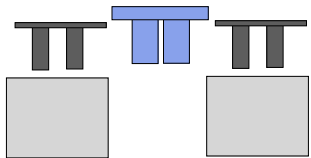
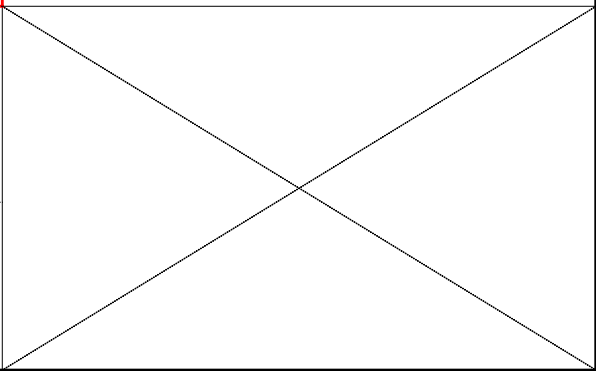
나. 기인물 정보

	설 비 명	블로우몰딩(Blow Molding) 머신
	제 조 사	
	설치년월	2004. 4.
	크기(mm)	4,600(W) x 5,700(L) x 3,175(H)
	모 델 명	
[사진1] 블로우몰딩 머신	전 원	380V

다. 조사·확인내용

○ 블로우몰딩 머신의 동작

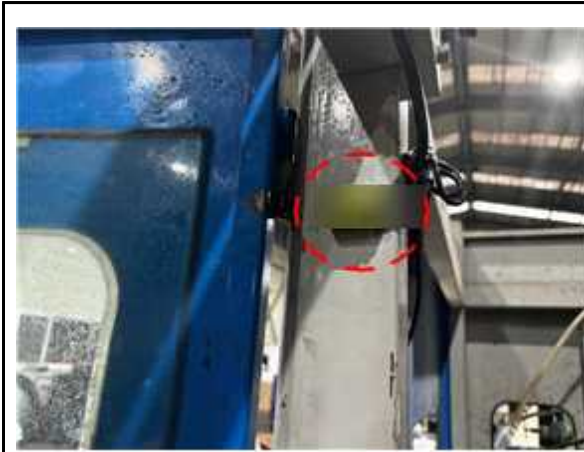
- 수지공급부에서 수지를 공급받은 좌측 또는 우측 금형부가 Blow-Pin (공기주입구멍)으로 이동하고, 공기가 주입된 후 병 모양의 플라스틱 용기류가 성형됨

	
① 좌측 금형부가 Blow-Pin 하부에서 수지공급부 하부로 이동	② 수지공급부에서 수지가 주입된 후 Blow-Pin 하부로 이동
	
③ 좌측 금형부는 Blow-Pin에서 공기가 주입되어 용기가 완성되면서 하부로 떨어지고, 우측 금형부는 Blow-Pin 하부에서 수지공급부 하부로 이동	④ 수지공급부에서 수지가 주입된 후 Blow-Pin 하부로 이동
	
⑤ 우측 금형부는 Blow-Pin에서 공기가 주입되어 용기가 완성되면서 하부로 떨어짐	

- 좌·우측 금형부 사이의 최대폭은 약 1.3m 가량으로 각각의 금형부가 Blow-Pin 하부에 있을 때(①, ③, ⑤)이며, 최소폭은 약 33cm 가량으로 좌·우측 금형부 중의 하나가 수지공급부 하부(②, ④)에 있을 때로 확인됨
- CCTV 확인시 재해자는 좌측 금형부가 Blow-Pin 하부에 있고, 우측 금형부가 Blow-Pin 하부에서 수지공급부 하부로 이동하는 순간에 좌·우측 금형부 사이에 가슴 등이 끼인 것으로 확인됨

○ 방호장치의 설치 및 작동 상태

- 블로우몰딩 머신의 전면에 여닫이 형태의 좌·우측 점검문이 있으며, 방호장치(근접센서)가 좌·우측 점검문 상단에 각각 설치되어 있음



[사진2] 좌측 근접센서



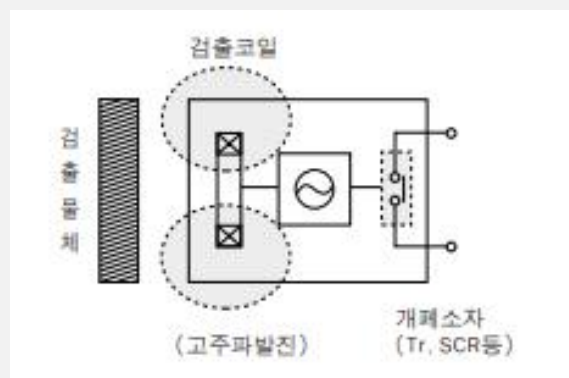
[사진3] 우측 근접센서

- 방호장치는 검출물체가 접근한 것을 비접촉으로 검출하는 방식의 고주파 발진형 근접센서 종류였음

<참고자료-고주파 발진형 근접센서>

- 근접센서 선단의 검출코일로부터 자계가 형성되고, 이 자계에 검출물체(자성체 또는 금속)가 접근하면 전자유도 현상*에 의해 검출물체에 와전류가 흐르며 발생하는 자기장 변화를 센서 내부의 회로가 감지하여 검출물체의 유무를 판단하는 방식

* (전자유도 현상) 변화하는 자기장이 도체 내에 전류를 유도하는 현상



[그림1] 근접센서 작동원리



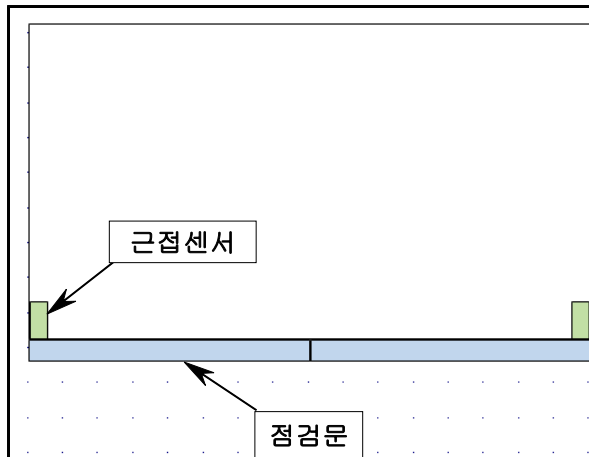
<근접센서가 검출물체를 감지하지 못하는 경우>



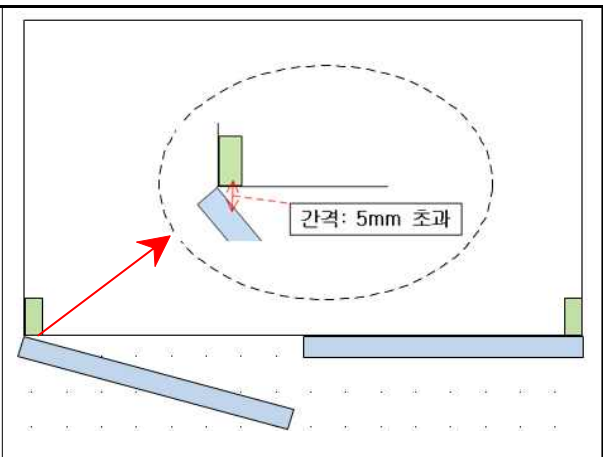
<근접센서가 검출물체를 감지하는 경우>

[그림2] 근접센서 감지원리

- 근접센서는 검출물체가 자성체 또는 금속인 경우에만 검출할 수 있으며 비자성체(나무, 플라스틱 등)인 경우에는 검출이 불가능함
- 제조사 카다로그에 의하면, 근접센서-검출물체의 거리가 약 5mm 이내에 있을 경우에만 검출이 가능하다고 기입되어 있음
- 근접센서는 블로우몰딩 머신의 금속소재의 문틀을 감지하여 점검문의 개방 여부를 검출할 수 있도록 설치되어 있었음



[그림3] 금속센서 인식(점검문 닫힘)



[그림4] 금속센서 미인식(점검문 열림)

- 현장 확인시 근접센서가 검출물체를 감지할 경우에만 빨간색 램프가 점등하는 것을 확인함



[사진4] 근접센서 점등(자석 검출)



[사진5] 근접센서 미점등

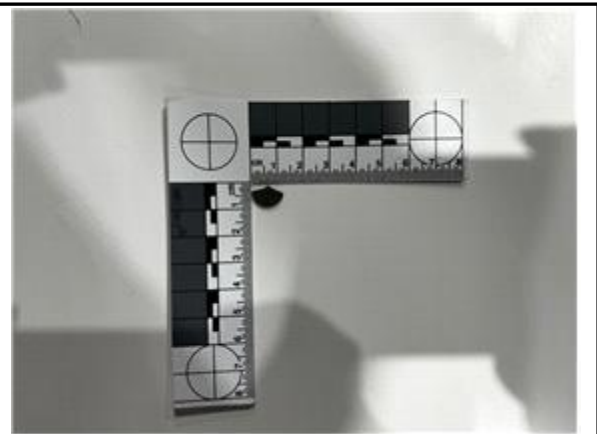
- 재해당일 경찰과 같이 현장 확인시 좌측 근접센서에 자석을 부착한 상태에서, 블로우몰딩 머신의 점검문을 개방하여도 근접센서가 문열림 감지 기능을 하지 못하는 것을 확인함

○ 재해 발생 전 재해자의 작업 상황

- 동료 작업자 F 면담시, 생산된 제품의 온도가 평소와 달리 높다고 판단되어 재해자에게 점검을 요청하였다고 답변함
- CCTV 확인시 재해자는 왼손으로 블로우몰딩 머신의 좌측 점검문을 열고 오른손으로 근접센서 근처에 무언가를 하는 행동이 확인됨
- 정상적인 상태에서 점검문을 개방할 경우 근접센서가 인식하여 블로우몰딩 머신의 동작이 멈추어야 하나 좌측 점검문이 개방된 상태에도 블로우몰딩 머신이 동작하는 것이 확인됨
- 재해당일 경찰과 같이 블로우몰딩 머신 확인시 좌측 근접센서 근처에서 자석이 발견됨

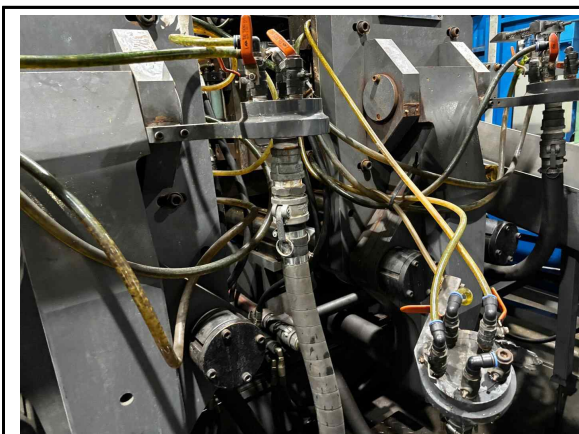


[사진6] 좌측 근접센서에 부착된 자석

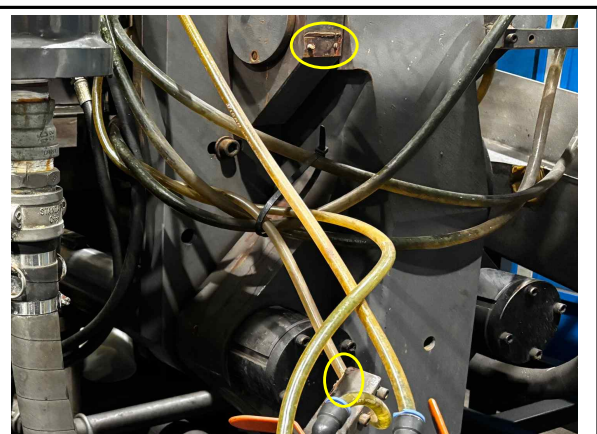


[사진7] 사고현장에서 발견된 자석(확대)

- 따라서, 재해자는 좌측 근접센서에 자석을 부착시켜 근접센서의 작동을 무효화 시킨 상태에서 블로우몰딩 머신 내부로 들어가 냉각호스 등의 이상유무를 확인하였던 것으로 판단됨



[사진8] 재해자가 점검하려던 냉각호스



[사진9] 재해시 탈락·파손된 부위(확대)

5. 조사자 의견

가. 작업장의 위험요인

- 상기와 같은 조사·확인내용 및 동료 작업자 면담 내용 등을 참조하면, 블로우몰딩 머신의 방호장치(근접센서)의 기능이 무효화된 상태에서 재해자가 내부의 냉각호스 등을 점검하려다 좌·우측 금형부 사이에 가슴 부위가 끼여 사망한 것으로 추정되는 재해임

나. 재해발생원인

○ 방호장치 기능 무효화

- 블로우몰딩 머신의 방호장치(근접센서)가 정상적으로 기능을 발휘할 수 있도록 하여야 하나 방호장치에 자석을 부착하여 기능을 무효화함

○ 운전정지 미실시

- 정비, 청소, 이물질 제거 등의 작업시 위험해질 우려가 있는 경우 기계의 운전을 정지한 후 작업하여야 하나 이를 미실시함

다. 안전조치 권고

○ 방호장치 기능 무효화 금지

- 블로우몰딩 머신에 설치한 방호장치를 해체하거나 사용을 정지하지 않도록 할 것

○ 운전정지 실시

- 정비, 청소, 이물질 제거 등의 작업시 위험해질 우려가 있는 경우 기계의 운전을 정지한 후 작업을 실시할 것