

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

사업장명	(주)힐링스포츠	전화번호 (FAX)	
소재지	충북 청주시	대표자	B
업종	건물등의 종합관리업	근로자수	14
산재등록번호 (사업개시번호)		생산품 (사업내용)	체육시설 운영

2. 재해자 인적사항 및 상해정도

연번	성명	출생년도	소속	고용형태	상해정도 (사망/부상)
1	A	1955	(주)힐링스포츠	상용	사망

3. 재해발생 경위

2023.1.16.(월) 10:47분경 충북 청주시 소재 (주)힐링스포츠 지하1층 세탁실에서 소속 미화업무 작업자 A(여, 68세)가 산업용 드럼 세탁 2호기 앞에서 피를 흘린채 쓰러져 있는 것을 동료 작업자가 발견하여 119에 신고하고 병원으로 이송 중 사망한 재해임

4. 재해조사 내용

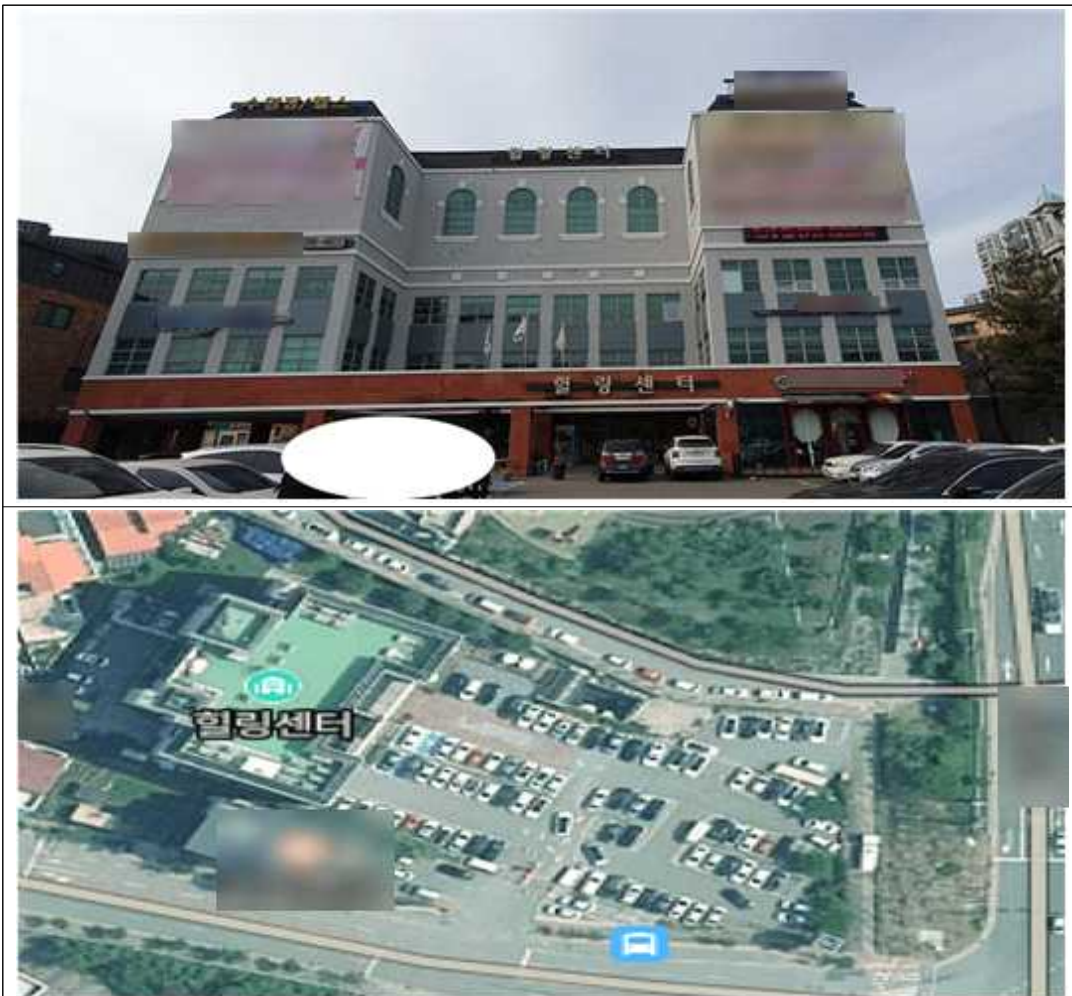
【본 조사의견서는 사업장관계자의 면담과 사고 전·후 상황 및 현장 조사 결과를 토대로 작성하였음】

가. 재해발생 공정 및 과정

(1) 사업장 개요

- (주)힐링스포츠는 체육시설 운영 및 관리를 주 업무로 하는 사업장으로 2014년 8월 1일 설립하여, 수영장, 헬스장, 롤러장 등을 운영하고 있고, 보조시설로 기계실, 세탁실 등을 운영하고 있음

※ 건물, 세탁기 등의 운영 설비는 공매 입찰을 통해 일괄 인수하여, 2014년 12월 1일 개업하여 사용함

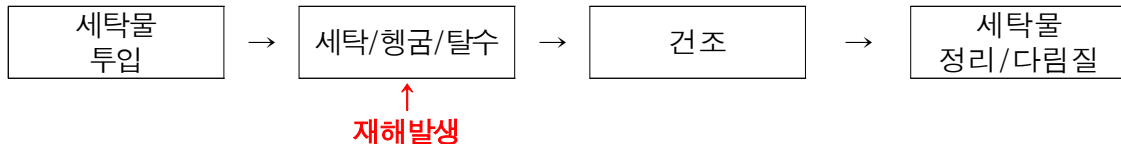


[사업장 전경 및 항공뷰]

(2) 재해발생 공정

○ 세탁물 세탁 작업

- 체육시설에서 발생한 세탁물(수건, 체육복 등)을 수영장 또는 사우나 근무 동료근로자가 지하1층 세탁실로 운반해 두면 재해자가 산업용 드럼 세탁기 및 건조기를 이용하여 세탁하는 작업임

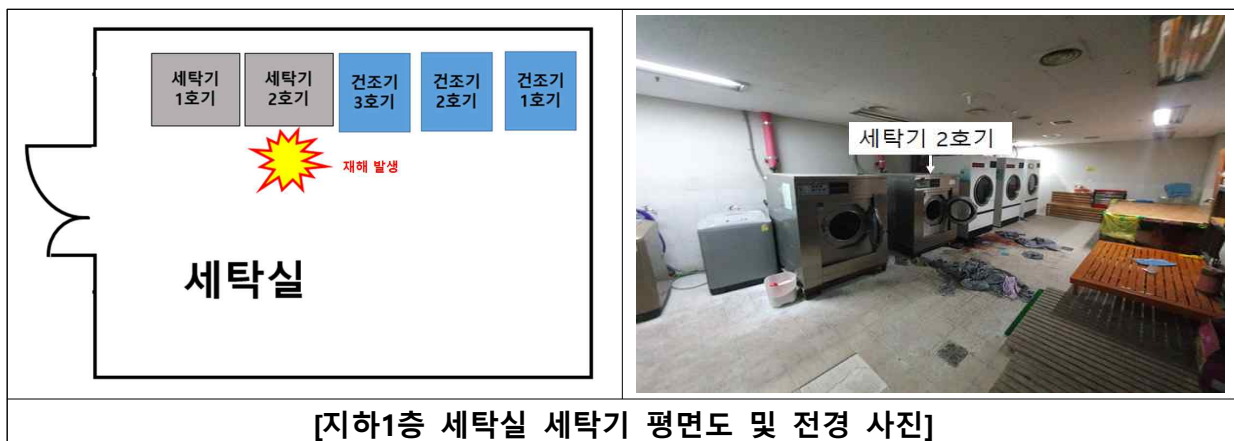


작업명	작업개요
세탁물 투입	세탁물을 산업용 드럼 세탁기에 투입 후 운전시작
세탁/헹굼/탈수	세탁기에서 연속하여 세탁/헹굼/탈수 운전 (약 48분 소요)
건조	근로자가 세탁이 끝난 세탁물을 세탁기에서 꺼내 건조기에 투입하고 건조기 작동
세탁물 정리/다림질	건조가 완료된 세탁물을 정리/다림질

(3) 재해발생 장소

○ 세탁실

- 힐링스포츠센터 건물은 지하2층, 지상 5층으로 구성되어 있으며, 각 층에는 수영장, 헬스장, 스크린골프장, 사우나, 롤러장 등을 운영하고 있고, 사고는 지하1층 세탁실의 산업용 드럼 세탁 2호기(이하 세탁 2호기라 한다)에서 발생함



※ 세탁실에는 세탁기2대 및 건조기 3대를 배치하여 사용하고 있음

(4) 재해발생 과정

- 이하 재해발생 과정은 센터장 C 및 동료근로자 D의 면담 내용 및 현장 확인 내용을 근거하여 작성함

○ 09:30분경

- 재해자는 30분 늦은 09:30분경 출근하여 전날 발생한 세탁물을 세탁기에 넣고 가동하는 등 미화업무를 시작함

※ 재해자는 주6일 근무 및 근로시간은 09:00~17:00이며, 고정 휴게시간은 12:00~1300 및 오전, 오후에 별도 30분씩 부여함

○ 10:10~10:20분경

- 재해자가 지하1층 세탁실로 내려감

○ 10:20~10:30분경

- 재해자가 탈수 작동 중인 세탁 2호기의 도어를 열고, 세탁물을 확인하기 위해 회전 중인 세탁통 안으로 손을 넣었고
- 세탁통 안에서 세탁통과 함께 빠른속도로 회전 중인 세탁물에 팔이 감기면서 우측 어깨 부분이 찢겨 분리됨

○ 10:40~11:00분경

- 동료근로자 D가 세탁 업무를 도와주러 왔다 세탁실 내부에 재해자가 쓰러져 있는 것을 발견하고, 동료근로자에게 연락함
- 이 후 상황을 보고받은 힐링스포츠센터 C 센터장이 응급조치를 실시하고, 119를 불러 재해자를 병원으로 이송했지만 사망함



[재해 발생 상황도]

나. 세부 조사내용

(1) 기인물(가해물)

	기기명	산업용 드럼 세탁기
	모델명	
	최대 세탁용량	34KG
	세탁통(탈수) 회전속도	250~1,000RPM
	사용전압	380V/3상
	모터용량	4KW
	외형 크기	1060cm(가로)*1170cm(세로)*1560cm(높이)
	세탁통 직경	40cm
	구매일	확인불가
	제조사	

○ 세탁 방식

- 수평 드럼식 세탁방식으로 세탁물이 수평 세탁통의 회전 운동(회전 원심력 작용)에 의하여 세탁물을 회전 시켜서 세탁 및 탈수 하는 방식임

○ 주요 구조 및 기능

- 세탁기는 ①통(Tub), ②도어(Door), ③세탁통(Drum), ④기능조작부, ⑤구동 장치 등으로 구성되어 있으며,
- 기능조작부는 세탁기 전원투입, 운전, 정지 등을 조작할 수 있으며, 세탁 남은시간, 세탁, 행굼, 탈수 운전시의 각 시간 등이 표시되며, 기능조작부 상단에 비상정지버튼*도 설치되어 있음

* 비상정지버튼은 별도로 설치한 것으로 사료됨

- 통(Tub) 내부의 세탁통(Drum)이 회전하면서 세탁/행굼/탈수 운전이 이루어지며,
- 도어는 세탁, 행굼, 탈수 운전 중에 세탁통의 물이 외부로 유출되거나, 세탁통 회전시 외부와 접촉하는 것을 방지함

(2) 세탁기 조작 방법 및 운전 시간

○ 세탁기 조작 방법

- 세탁물을 세탁기에 투입하고 조작기능부에서 별도의 조작 없이 전원 및 운전버튼을 누르면 세탁/헹굼/탈수 순으로 운전이 시작됨
- 세탁기에서 필요에 따라 세탁/헹굼/탈수 각 개별사용이 가능하도록 조작이 가능함

○ 운전 시간

- 세탁/헹굼/탈수 시간 및 횟수는 반복작업으로 기능조작부에 사전에 입력되어 기능조작부에서 별도의 조작 없이 운전을 시작하면 아래와 같은 시간으로 세탁이 진행됨



동작 순서	운전 시간
물 공급	약 6분
세탁(1회)	20분
헹굼(4회)	3분*4=12분
탈수(1회)	10분

(3) 세탁기의 안전장치

○ 도어 손잡이 수동 잠금 장치

- 세탁기의 도어 외부방향에는 ③수동 잠금 버튼이 설치된 손잡이가 설치되어 있으며,
- 도어 내부에는 손잡이와 연동된 ①침쇠가 있고, 세탁기 본체에 ②걸쇠가 설치되어
- 손잡이를 잡아당겨 도어를 닫으면 ①침쇠가 ②걸쇠에 걸리면서 잠기며 손잡이의 ③수동 자금 버튼을 누르지 않고 손잡이를 잡아당기면,
- 도어가 개방되지 않는 구조로 설치되어 단순히 걸리거나 조작 실수로 인한 도어 열림을 예방하도록 되어 있음
- 조사결과 도어 손잡이의 수동 잠금 장치 기능에는 이상이 없었음



[①도어 잠쇠 및 ②결쇠]



[①도어 잠쇠]

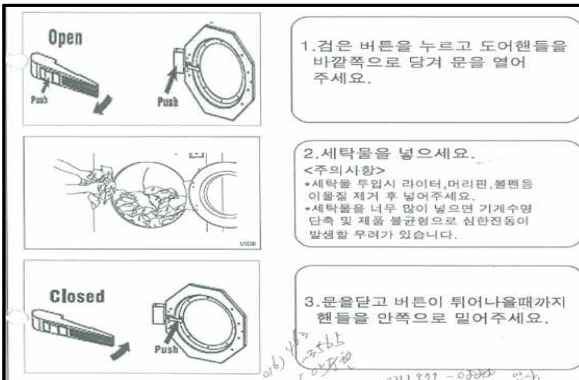


[② 결쇠]



[③ 손잡이 수동잠금버튼]

- 또한 공매 입찰시 인계받은 사용설명서 및 세탁기의 외면에 스티커 (영문)를 부착하여 도어 손잡이 조작방식 및 위험성을 안내하고 있음



[사용 설명서]



[도어 손잡이 조작방법]

○ 세탁기 도어 인터록(Interlock)

- 세탁기에는 운전 중 안전을 확보하기 위해 도어를 개방하면 통전이 되지 않거나, 세탁통의 회전이 정지하지 않으면 도어가 개방되지 않도록 인터록을 설치하거나 세탁통의 회전이 정지되도록 제동장치를 설치하고 있음

< KS C 9608 전기 세탁기-9.1. 구조일반>

- 1) 탈수기가 있는 것은 다음 중 하나에 적합하여야 한다.
- 1) 탈수조의 세탁물 투입 뚜껑을 연 상태에서는 통전되지 않고, 탈수조의 회전이 정지하지 않으면, 탈수조의 뚜껑을 열 수 없는 구조이어야 한다.
 - 2) 탈수기의 세탁물 투입 뚜껑(이하 뚜껑이라 한다.)을 열었을 때 회전 중의 탈수조에 직접 닿는 구조인 경우, 다음 각 항에 적합하여야 한다.
 - 2.1) 바깥 뚜껑을 열었을 때, 탈수용 전동기의 통전이 차단되고 탈수용 전동기에 제동이 가해지는 구조이어야 한다.
 - 2.2) 바깥 뚜껑의 개폐 작동과 제동 전달 장치가 연동하지 않을 때 탈수용 전동기의 회전자가 구속되는 구조이어야 한다.

< KS B ISO 104752-2 산업용 세탁기의 안전요건>

제2부 : 세탁기 및 세탁 탈수기-식별된 유해성에 대한 안전요구사항이나 조치-5.2.1 회전통 >

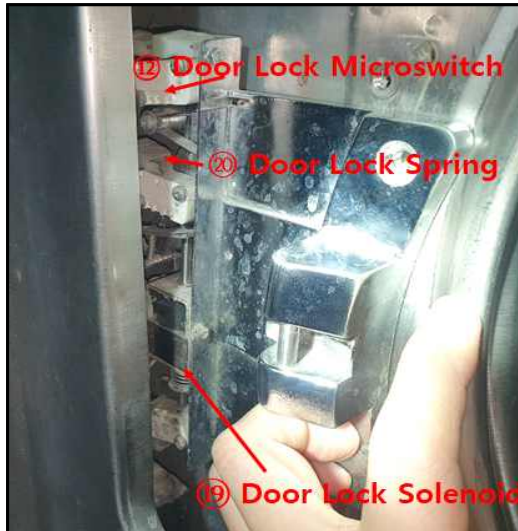
수평축 및 수직축 및 세탁 탈수기의 드럼문은 회전통에 대한 접근을 방지하여야 하며, 가드 잠금 장치와 연동되어 있어야 한다. 이 연동장치는 회전통이 회전하는 동안 문이 개방되는 것을 방지 하도록 배열되어야 한다.

- 재해가 발생한 세탁 2호기에도 운전중에 도어가 개방되지 않도록 세탁기 본체의 결쇠 부분 내부에 인터록 장치가 설치 되어 있었음

Door Lock

주요 부품
④ Swich Lever
⑤ Lever Spring
⑫ Door Lock Microswitch
⑮ Door Lock pin
⑰ Lock Shaft
⑲ Door Lock Solenoid
⑳ Door Lock Spring
㉒ Interlock Coil Spring
㉓ Interlock Lever

[해당 세탁기의 인터록 부품 구성 및 조립도]



인터록 장치(전면)



인터록 장치(후면)



인터록 레버 동작 전

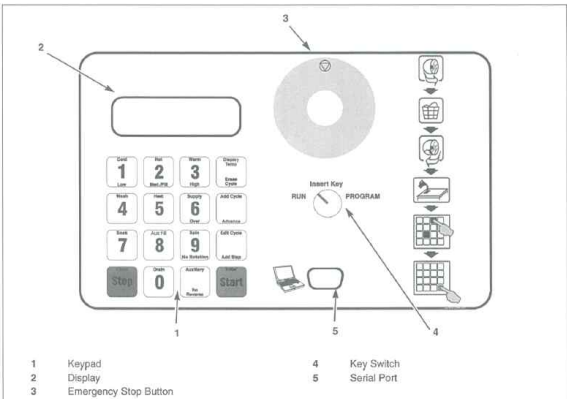


인터록 레버 동작 후

- 인터록의 구동 원리는 ㉑ Door Lock Solenoid가 세탁통 등 위험원의 동작을 감지하면, ⑫ Door Lock Microswitch 작동하여 ⑳ Door Lock Spring이 ㉔ Interlock Lever를 잡아당기면서 ㉓ Switch Lever가 내려와 도어 손잡이의 잠쇠가 걸쇠에서 빠지지 않도록 고정하는 것으로 확인되었지만,
- 재해가 발생한 세탁 2호기는 인터록이 정상작동 하지 않아 세탁기 운전 중에 도어의 수동잠금버튼을 조작 후 손잡이를 잡아당기면 도어 개방이 가능하였으며,
- 세탁 2호기 운전 중에 도어 개방시 세탁통의 회전속도는 감속하지 않아, 사고예방을 위한 별도의 제동장치(급정지장치)는 설치되지 않았을 것으로 판단함

(4) 세탁기 기능조작부의 개조

- 제조사에서 제공한 사용설명서에는 세탁기의 기능조작부의 화면창에 세탁기에서 문제가 발생하면 확인할 수 있도록 에러메시지가 표기되도록 하였으나,

Control Identification  1 Keypad 2 Display 3 Emergency Stop Button 4 Key Switch 5 Serial Port	 Door Error If the door is closed after start the control will try to lock the door. If the door will not lock "Door error" will display. Possible Faults: • Wiring is not connected properly. • Coil to lock the door has failed. • Mechanical problem on the door lock.
[사용설명서 기능조작부] ※ 2. 화면창에 메시지 표시	[도어 에러메시지]

- 세탁실의 세탁 1, 2호기 모두 기능조작부를 개조하여 사용하고 있었으며, 개조한 기능조작부에는 오류메시지가 표기되지 않아, 사용자가 세탁기에서 문제 발생시 확인할 수 없었음

	
[세탁 1호기 기능조작부]	[세탁 2호기 기능조작부] - 재해 발생 -

(5) 세탁실의 작업 환경

○ 조도

- 세탁실 천장에는 직관 형광등을 설치할 수 있는 등기구가 8개가 설치되어 있었으나, 3개의 등기구에만 형광등이 설치되어 있음
- 세탁 2호기 상부 천장의 등기구에는 형광등이 설치되어 있지 않음
- 세탁 1호기 상부에 형광등이 설치되어 조도를 확보(측정값 : 135럭스)하고 있으나, 조명이 세탁기에 가리면서 세탁 2호기 전면의 도어 부근에서는 낮은 조도(측정값 : 22럭스)가 측정됨



[세탁 2호기 조도 측정값]



[세탁실 천장 조명 설치 상태]

○ 세탁기 탈수 운전 중 소음 및 진동

- 사업장 관계자와의 면담에 따르면 재해 발생시 세탁 1호기, 2호기가 동시에 운전이 되고 있었다고 함
- 재해자가 9시30분경 출발하여 9시40~50분경 세탁기 운전이 시작되었으면, 재해가 발생한 10:20~10:30분경은 세탁기는 탈수 운전 중이었을 것으로 판단됨

※ 사업장 관계자의 면담을 통한 당일 세탁시간 추정

- 동일 사양*의 세탁 1호기에서 탈수 운전시 소음을 측정한 결과 전면의 소음 측정 결과는 74.4 ~ 79.9dB로 측정 되었으며,

* 세탁통 회전속도(탈수) : 250~1000rpm

- 세탁통이 회전하면서 발생하는 소음과 함께 통(Tub)의 심한 진동이 발생하여 세탁기 운전과 정지상태를 인지할 수 있음



[세탁 1호기 소음 측정값 : 79.9dB]



세탁실 입구에서 소음 측정값 : 75.6dB

(6) 관리적 사항

○ 안전보건교육 실시 여부

- 동료근로자 D 등 사업장 관계자의 면담내용에 따르면, 세탁기 가동 중 도어를 개방하지 않도록, 구두 교육을 실시했다고는 하나,
- 근로자에게 제조사의 사용설명서를 참고하여 세탁기 가동 중 도어 개방시 위험성, 안전장치에 대해 철저하게 교육하고 관리하여야 했으나 소홀함

Maintenance	Important Safety Instructions
Beginning of the day 4. Check door interlock before starting operation a. Attempt to start the washer with the door open. the washer should not start with the door open b. Close the door and start the machine. Attempt to open the door while the cycle is in progress. the door should not open IMPORTANT: If the door lock and interlock are not functioning properly, take machine out of service. Call a service technician to correct	21. Loading door MUST BE CLOSED any time the washer is to fill , tumble or spin, DO NOT bypass the load in door switch by permitting the washer to operate with the loading door open
[세탁기 사용설명서에서 안전 관련 정보 일부]	

○ 위험성 평가 미실시

- 위험작업 및 설비의 안전장치 기능 무효화시 조치사항과 관련된 위험성 평가를 실시한 바 없음.

7) 재해발생 원인 분석

- 도어의 인터록의 기능이 무효화되어 도어 개방이 가능한 세탁 2호기를 사용하여 세탁 작업 중
- 세탁 및 행굼이 끝나고 탈수 작동(회전운동) 중에 재해자가 세탁상태를 확인하기 위해 도어를 개방하고 확인하던 중
- 회전통과 함께 회전하고 있는 세탁물에 손이 말리면서, 팔이 절단되어 사망한것으로 판단됨

※ 세탁 2호기 전면에서 조도가 낮게 측정되었으나, 세탁시 발생하는 소음 및 진동으로 인해 세탁이 완료된 것으로 오인할 가능성은 낮다고 판단함

5. 조사자 의견

가. 재해발생 원인

○ 기능이 무효화된 방호장치(인터로크)의 정비 조치 미흡

- 산업용 드럼 세탁기의 회전하는 회전통에 신체 일부가 끼이는 것을 방지하기 위해 도어의 임의 개방을 방지하는 인터로크가 설치되어 있었으나,
- 인터로크의 기능이 무효화된 상태로 사용하던 중 세탁기 내부 세탁물에 손이 말리면서 팔이 절단됨

○ 위험지점 접근 작업 중 운전 정지 미실시

- 산업용 드럼 세탁기의 운전이 정지되지 않은 상태에서 위험지점에 접근하여 작업 중 재해자의 신체 일부가 말리면서 팔이 절단됨

○ 안전보건교육 미흡

- 세탁기 운전 중에 도어 개방시 위험성, 안전장치 기능에 대한 안전보건교육이 미흡함

○ 위험성평가 미실시

- 기계의 안전장치 관리 및 기능 무효화시 조치사항과 관련된 위험성평가를 실시하지 않고 작업을 실시함

나. 재해예방 대책

○ 세탁기 도어에 방호장치(인터로크) 설치 또는 보수

- 세탁기 도어에 인터로크를 설치 또는 보수하여 세탁기 가동 중에 도어가 개방되지 않도록 안전 조치
- 방호장치의 기능이 무효화되면 보수가 완료될 때까지 기계의 사용을 금지하도록 관리하여야 함

○ 위험구역 접근 작업 중 운전 정지 [권고사항]

- 끼임 위험이 있는 구역에 신체의 일부가 접근하는 경우 기계의 운전을 정지하고 작업을 하여야 함

○ 안전보건교육 실시 철저 [권고사항]

- 기계의 운전 중에 발생할 수 있는 위험성 및 기계의 안전장치 기능에 대한 안전보건 교육 실시 철저

○ 위험성평가 실시 [권고사항]

- 기계의 안전장치 관리 및 기능 무효화시 조치사항과 관련된 위험성 평가를 실시하고 작업 실시