

요업 및 토석제품 제조업 안전관리 개선 사례

경남서부지회 강형석 과장

1. 사업장 개요

수도관, PC관, 흙관, 레미콘 등 콘크리트 제품을 생산하는 기업으로 연간 46명의 근로자가 종사하고 있다.

현장 안전관리 방안으로 안전모, 안전화 등 작업자 전원 안전보호구 착용을 의무화하고, 산업재해 예방을 위한 지속적인 위험요인 발굴 및 안전활동 전개에도 불구하고 매년 2건 이상의 산업재해가 발생하고 있다. 이에 대한산업안전협회에서 시행하는 위험성평가를 실시함으로써 개선한 사례이다. 본 위험성평가는 주공정인 P.C관에만 한정하여 실시하였다.

2. 공정도

가. P.C관 공정

- (1) 철근의 조립가공
- (2) 형틀 조립
- (3) 긴장
- (4) 원심력 성형
- (5) 증기양생
- (6) 탈형
- (7) 강선 권선
- (8) 커버 코팅
- (9) 증기양생 및 시험
- (10) 야적

(1) 출하

나. 세부공정

(1) 철근의 조립가공

철근 및 와이어를 절단, 헤팅 처리 후 편성기 이용 원형틀 제작

▶ 설비명

- ① 위험기계 : 연삭기
- ② 일반기계 : 지게차, 편성기, 절단기

▶ 위험요인

- ① 지게차 충돌
- ② 절단 및 헤팅설비 협착
- ③ 회전체 협착
- ④ 불꽃비산에 의한 비래재해

(2) 형틀 조립 및 인장

형틀 내 철근을 배치하고 접합볼트로 측면 덮개 조립 후 인장

▶ 설비명

- ① 위험기계 : 호이스트
- ② 일반기계 : 에어건, 임팩트

▶ 위험요인

- ① 호이스트 충돌, 낙하
- ② 에어 취급시 소음발생
- ③ 임팩트취급시 소음, 진동 발생

④ 중량물 취급시 요통재해 발생

(3) 원심력 성형

콘크리트를 자동투입기에 투입 후 고속으로 회전하여 제품성형 실시

▶ 설비명

- ① 위험기계 : 크레인
- ② 일반기계 : 자동투입기, 원심성형기, 믹서트럭
- ▶ 위험요인
 - ① 형틀 충돌, 협착
 - ② 자동투입기 비래, 협착
 - ③ 성형작업시 고소음, 협착

(4) 증기양생 및 탈형

성형된 중간제품을 고열증기로 건조하여 형틀을 제품과 분리

▶ 설비명

- ① 위험기계 : 크레인, 보일러
- ② 일반기계 : 임팩트, 이송대차
- ▶ 위험요인
 - ① 양생실 추락, 협착 재해
 - ② 고열증기에 의한 화상
 - ③ 임팩트 취급시 소음, 진동장애 발생
 - ④ 대차에 발 협착 위험

(5) 강성권선 및 커비코팅

중간제품에 와인딩기로 와이어를 감고 제품외경 회전에 의한 몰타르 코팅작업

▶ 설비명

- ① 위험기계 : 크레인
- ② 일반기계 : 와인딩기, 몰타르 코팅기
- ▶ 위험요인
 - ① 크레인 제품낙하, 충돌위험

② 와이어 결속시 협착

③ 코팅작업시 골재 비래 및 추락 등의 위험

(6) (증기양생)시험 및 출하

대차로 증기양생실 이동 양생 후 외압검사 실시 및 야적, 출하

▶ 설비명

- ① 위험기계 : 보일러
- ② 일반기계 : 시험기, 지게차, 이송대차
- ▶ 위험요인
 - ① 대차 이동시 충돌, 협착
 - ② 고열증기에 의한 화상
 - ③ 시험기에 손가락 협착
 - ④ 야적시 협착, 충돌재해 위험

3. 재해분석

가. 재해발생현황

구분	근로 자수	재해자수(명)			재해율		
		소계	산재	공상	백분율	강도율	도수율
2005	46	1	1	-	217	0.40	9.05
2004	69	2	2	-	289	0.39	12.07
2003	50	4	4	-	8.00	1.20	25.0
2002	50	4	4	-	8.00	1.34	25.0

과거 3년간 재해가 11건이 발생 하였으며, 주로 작업 중 재해로 원심성형 및 탈형공정에서 집중되어 발생하였다. 대부분의 재해는 정비, 보수외 제품생산 중에 8건이 발생하였고, 타공정인 수로관 제작공정에서 2건, 그 외 공정에서 교통으로 1건이 발생하였다. 따라서 재해가 많이 집중된 원심성형, 탈형공정에 대한 지속적인 관리와 대책이 강구되어야 할 것이다.

나. 재해원인분석

▶ 원심성형 공정

(1) 회전 중인 원심대에 물드를 옮기려다 발을 헛디더 발생한 재해 (기인물 : 원심대, 발생원인 : 위험장소 접근)

(2) 투입기 스크류에 붙어 있는 이물질들을 제거하기 위해 갈고리를 이용하여 작업 중 발생한 재해 (기인물 : 콘크리트 투입기, 발생원인 : 불안정한 자세 동작)

(3) 소형투입기 기어 분해작업 중 가스절단기를 사용하다가 후드에 고여 있는 유류가 폭발하면서 발생한 재해 (기인물 : 교반기, 발생원인 : 위험물 취급 부주의)

(4) 투입기 내부에 붙어 있는 콘크리트 제거작업을 하던 중 샤프트에 발이 걸려 발생한 재해 (기인물 : 수로관 투입기, 발생원인 : 불안정한 자세동작)

▶ 탈형 공정

(1) 탈형 현장에서 케스팅이 발등 위에 넘어지면서 발생한 재해(기인물 : 공기구(임팩트), 발생원인 : 불안정한 상태방치)

(2) 수로물크 탈형에서 물드와 이송대차 사이에 협착되면서 발생한 재해 (기인물 : 이동대차, 발생원인 : 위험장소 접근)

(3) 물드를 탈형하기 위해 물드 사이에서 작업 중 물드 받침목이 빠지면서 발생한 재해 (기인물 : 물드, 발생원인 : 물의 배치 및 작업장소 불량)

▶ 커버코팅 공정

(1) 대차를 후진하던 중 마포가 흘러 내리는 것을 잡으려다 발생한 재해 (기인물 : 이송대차, 발생원인 : 불안정한 자세동작)

(2) 코팅마무리 작업을 하다가 P.C관과 우레탄 롤러 사이에 손가락이 끼면서 발생한 재해 (기인물 : 우레탄 롤러, 발생원인 : 불안정한 자세동작)

▶ P.C관 야적 공정

(1) 제품정리 작업 중 재해자가 손으로 스토퍼를 잡고 지게차로 작업을 하던 중 발생한 재해 (기인물 : P.C관, 발생원인 : 불안정한 자세동작)

▶ 기타

(1) 통근버스로 퇴근 중 도로 옆 가드레일과 보호벽에 부딪히면서 발생한 재해 (기인물 : 통근버스, 발생원인 : 불안정한 속도조작)

4. 위험성 평가

가. 중장기 개선이 요구되는 주요사항

▶ 원심성형 공정

작업명	제품이동	위험도	448
작업내용	형틀을 원심성형기에 이동		
위험요인	크레인 펜던트 스위치 오조작 위험, 펜던트 케이블 손상 위험		
현안전관리수단	과부하방지, 권과방지장치 등		

작업명	제품이동	위험도	352
작업내용	회전상태에서 성형실시		
위험요인	원심성형기 작업자 접촉에 의한 협착 재해 위험		
현안전관리수단	비상정지스위치 등		

▶ 탈형 공정

작업명	볼트해체	위험도	832
작업내용	중간제품의 형틀볼트 해체		
위험요인	임팩트 취급시 근골격계 질환 발생 위험		
현안전관리수단	없음		

작업명	분리이송	위험도	432
작업내용	형틀과 제품을 분리		
위험요인	크레인 주행부 작업자 충돌 및 협착재해 위험		
현안전관리수단	과부하방지, 권과방지 등		

▶ 커버코팅 공정

작업명	코팅작업	위험도	448
작업내용	외경에 회전 중 물터를 코팅		
위험요인	- 커팅코팅기 내부 개구부 노출 추락, 실족 재해 위험 - 커버코팅기 회전달기구 동력전달부 협착재해 위험		
현안전관리수단	비상정지스위치		

나. 단기에 자체 개선이 필요한 주요사항

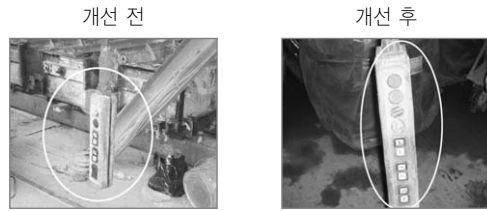
- ▶ 철근의 조립가공 공정
편성기 회전부 작업자 접촉에 의한 협착 재해 위험이 있다.
- ▶ 공무
가스 절단기용 충전용기 전도에 의한 재해 발생 위험이 있다.
- ▶ 출하
15톤 지게차 후진시 경보음 작동 상태 불량으로 작업자 충돌 위험이 있다.

5. 개선대책

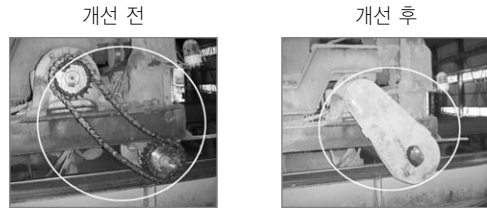
가. 중장기 개선이 요구되는 주요사항

- ▶ 원심력 성형 공정
 - (1) 관리조직분야
 - ① 크레인 취급시 안전담당자 지정
 - ② 크레인 특별안전보건교육 실시
 - ③ 비정상적인 작업시 안전작업방법 제정
 - ④ 미숙련자 작업배치 금지 및 관리감독자 작업 지휘 감독실시
 - (2) 불안전한 상태
 - ① 크레인 펜던트스위치 오조작 방지를 위한 명칭 표기
 - ② 크레인 조작 케이블 보조와이어 케이블 부착
 - ③ 자동투입기 동력전달부 덮개(방호울) 부착
 - (3) 불안전한 행동
 - ① 담당자외 조작금지
 - ② 설비작동 중 접근 및 이물질 제거 등 청소작업 금지
 - (4) 기술분야
 - ① 원심 성형기(대) 내부 및 회전체 접근금지 토크 방호울, 방호덮개 설치
 - ② 고소음에 의한 재해방지(귀덮개 착용후 작업 실시)
 - ③ 크레인 펜던트 스위치 교체
 - ④ 보조와이어 케이블 부착

(5) 개선 사례



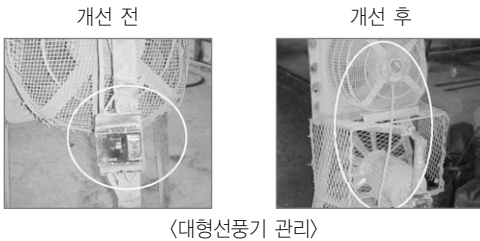
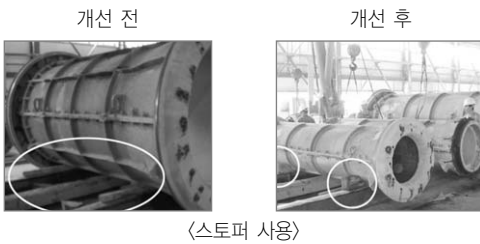
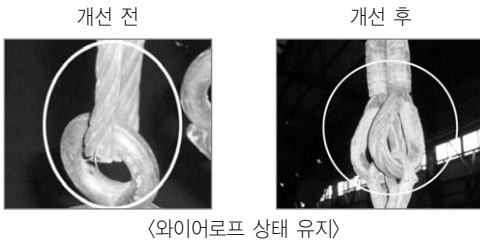
〈크레인 펜던트 스위치 개선〉



〈동력전달부 방호조치〉

- ▶ 탈형 공정
 - (1) 관리조직분야
 - ① 근골격계질환예방 안전보호구 지급
 - ② 작업지휘자 배치
 - ③ 적정 작업공간 확보
 - ④ 크레인 주행부 충돌재해방지 안전구역 설정 및 작업 출입통제
 - ⑤ 안전담당자에 의한 크레인 사용시 주행부 레일 확인
 - (2) 불안전한 상태
 - ① 스톱퍼 사용
 - ② 정기적인 슬링와이어 로프, 후크 점검실시
 - ③ 호이 레일 주변 출입금지 구역 설정
 - (3) 불안전한 행동
 - ① 줄걸이 작업방법 준수
 - ② 스트레칭 실시 및 안전보호구 착용 철저히
 - (4) 기술분야
 - ① 임팩트 진동에 의한 근골격계질환예방 안전보호구인 진동완화 장갑 지급
 - ② 임팩트 작업장내 낙하, 작업자 전도재해 방지 보관대 설치

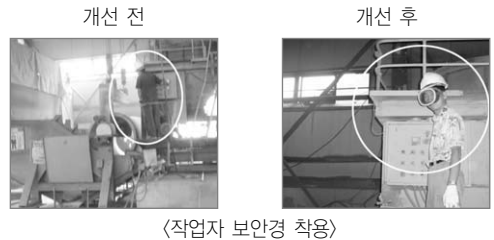
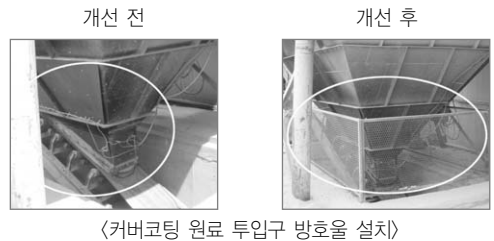
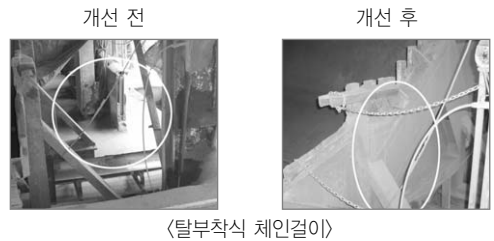
- ③ 줄걸이 작업용 슬링와이어로프 정기적인 점검 및 교체
 - ④ 형틀 불시이동에 의한 협착재해방지를 위해 스톱퍼 사용
 - ⑤ 대형선풍기 안전망 설치 및 본체에 제3종접지 실시
- (5) 개선 사례



▶ 커버코팅 공정

- (1) 관리조직분야
 - ① 재해방지 안전보호구 지속적인 착용지도
 - ② 표준작업안전방법 제정
 - ③ 단독작업 금지
- (2) 불안정한 상태
 - ① 동력전달부 노출부분 덮개 부착
 - ② 커버코팅기 추락재해 방지용 표준안전난간 설치

- ③ 이송대차 레일 끝단부 탈선방지 스톱퍼 부착
 - (3) 불안정한 행동
 - ① 설비작동 중 청소, 정비 등 작업금지, 지정통로 이동
 - ② 비래재해 방지 보안경 등 안전보호구 착용철저
 - (4) 기술분야
 - ① 커버코팅 달기구용 회전설비 동력전달용 체인 부분덮개, 손등, 신체의 일부 들어가지 않도록 견체 덮개 설치
 - ② 커버코팅기 조작부 하부측 개구부 방호덮개 부착
 - ③ 덮개 부착시 스틸그레이팅을 사용하여 하부 확인 가능토록 조치
 - ④ 커버코팅 작업장 측면에 탈부착 가능한 구조의 체인걸이 설치
- (5) 개선 사례



나. 단기에 자체 개선이 필요한 주요사항

▶ 철근의 조립가공 공정

- (1) 편성 작업장내 타근로자 출입 금지토록 방호울 설치
- (2) 안전표지판 사용, 보안경 등 미착용자 출입 금지 실시
- (3) 편성기 측면에 상부 작업자 출입 통제 및 방호울 설치
- (4) 개선 사례

〈인력통제〉



〈방호울 설치〉



▶ 공무

O₂, LPG 등 충전용기 전도에 의한 재해방지 이
동식 대차 및 용기 지정보관



〈충전용기 전도방지 조치〉

▶ 출하

지게차 후진시 충돌재해 예방(후진경보기 음향

을 높은 제품으로 변경, 옥외사용 지게차에 대해
대형조선소 자체기준 적용)

6. 결론

산업재해예방을 위한 작업장내 주요공정인 P.C
관 공정에 대하여 위험성 평가를 실시하였으며,
위험성평가 결과 주로 위험도는 개선 비용부담이
없고, 현장작업자의 지속적인 관리가 요구되는 수
준이었다.

중장기의 개선이 요구되는 것으로 위험도가 다
소 높은 공정은 크레인 및 탈형 작업시 임팩트 사
용작업으로 과거 많은 재해가 발생한 작업이다.

이번 위험성평가를 통해 이러한 일련의 사항을
도출하였고, 이를 바탕으로 체계적인 중장기, 단
기 대책으로 개선조치 이후 단한건의 재해도 발생
하지 않은 사례이다. 