

제철 사업장 위험성평가 사례 분석

Case Analysis of Risk Assessment for Steel and Iron Works

홍성만* · 박범* · 김광현* · 선수빈**

Sung-Man Hong* · Peom Park* · Kwang-Hyoun Kim* · Su-bin Sun**

Abstract

In the steel industry, steel is manufactured and processed to produce a variety of steel products. The industry provides fundamental materials to the whole range of industries including car, ship, electric appliance and construction industries, so that it is very important as an infrastructure industry. The steel manufacture process involves aerial work, many danger factors caused by the treatment with hazardous gases including BFG and COG and by high pressure gases including H₂, O₂, N₂ and LPG. It requires the management over the large area because many workers work in a plant. The potential dangers in the steel plant were identified and the effect of the danger assessment was verified through the analysis of the danger assessment for the steel plant. The allowed degree of danger was lowered after the improvement through the danger assessment in the plant where the case studies were conducted, which indicates that the danger assessment is highly effective.

Keywords: Accident Prevention, Risk Assessment, Steel and Iron Works

* 아주대학교 산업공학과

**한동대학교 상담심리학과

1. 서론

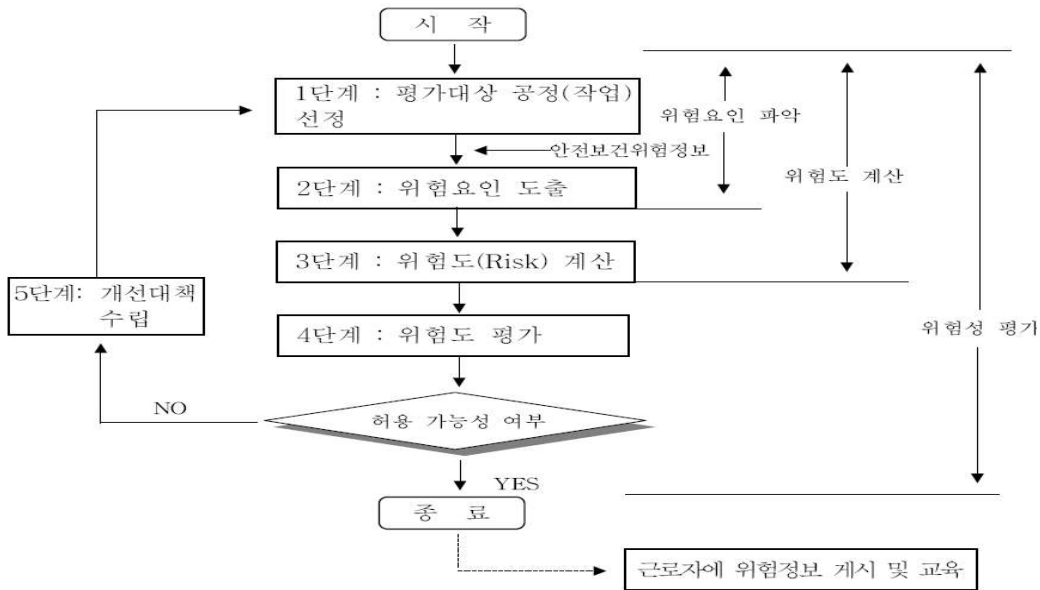
재해예방 활동에 효과를 거두기 위해서는 작업장에서 발생할 수 있는 잠재위험에 대하여 공정별로 위험요인을 도출하고 그에 따른 개선 대책을 제시하는 것이 기본적인면서도 중요한 사안이다. 또한, 사전 위험성평가를 통하여 문제점과 해결대책을 제시하고 처음부터 마지막 공정에 이르기까지 안전한 공정수행 및 작업방법을 제시하여 재해를 감소시켜야 한다. 더불어 사고 사례 및 사업장의 위험 실태를 조사 분석하고 그 결과를 토대로 단계별 위험요인을 도출하여 정량적, 정성적 평가를 수행하여야 하는데 이를 수행하는 것을 위험성평가라 한다. 즉, 위험성평가란 설비, 작업, 업무수행에 수반되는 위험을 식별하여 위험도 기준을 설정하고 식별된 위험성의 기준에 대한 위험도를 평가하여 위험성 관리의 우선순위를 정하고 그 위험도에 따른 사고예방 또는 경감 대책을 수립하고 실시하는 것이다. 최근 국내에서는 산업안전보건공단을 중심으로 업종별 특성에 따라 사업장에서 활용할 수 있는 위험성평가 모델을 개발하여 보급하고 있다. 또한, 일부 사업장에서는 위험성 식별의 방편으로 위험성평가 모델을 새로 개발하거나 수정하여 사고경감을 위한 방안으로 유용하게 사용하고 있다. 이 같은 활동은 다양한 잠재위험요인이 존재하는 제철 사업장에서도 예외가 아니어서 존재하는 위험에 대한 위험성 관리의 우선순위를 정하고 그 위험도에 따른 사고예방 또는 경감 대책을 수립하는데 필요한 위험성평가를 적극적으로 실시하고 있다. 위험성평가의 목적은 대상물에 대한 위험요소를 발견하고 예상위험의 크기를 정량화하여 사고의 결과를 사전에 예측하는 과정이기 때문에 이러한 위험성평가 결과에 대한 누적 데이터는 사업장의 잠재위험에 대한 식별 및 사고예방 대책 수립에 유용하게 활용할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 국내 일관제철 사업장을 사례연구 대상으로 하여 위험성평가에 대한 최근 3년간의 누적 데이터를 조사함으로써 제철 사업장에서 존재하는 잠재위험요인에 대해 식별하고 개선안 실행결과를 분석하고자 한다.

2. 본론

2.1 위험성평가

위험성평가의 가치는 위험성평가에 의해 표시되는 수치에 있는 것이 아니고 위험성평가의 훈련과정에 있으며 이러한 훈련은 거의 틀림없이 일반적으로 중요한 리스크의 확인이나 그 감소에 효과적이다[5]. 효과적인 위험성평가를 통한 리스크의 확인과 감소를 위해 국내 산업안전보건공단에서는 다양한 산업에서 적용할 수 있는 위험성평가 추진절차를 개발하여 보급하였다. 한국산업안전보건공단에서 개발하여 보급한 국내 제조업의 일반적인 위험성평가의 추진절차는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 위험성평가 추진절차 (KOSHA CODE M-62-2008)

위험성평가 추진절차의 하나인 4M 위험성평가는 공정 내 잠재하고 있는 위험요인을 인적, 기계적, 물질/환경적, 관리적 등 4가지 분야로 위험성을 파악하여 위험제거 대책을 제시하는 방법이다[22]. 이러한 4M 위험성 평가 절차를 간략하게 기술하면 다음과 같다.

- 1) 1단계: 평가 대상공정이나 작업을 선정하는 단계로 평가 대상공정의 안전보건 위험정보에 대한 사전파악 포함
- 2) 2단계: 위험요인을 인적, 기계적, 물질/환경적, 관리적으로 구분하여 도출하는 단계
- 3) 3단계: 사고 빈도와 사고 강도의 곱으로 위험도 수준을 결정하는 단계
- 4) 4단계: 현재의 위험도가 허용할 수 있는 위험인지 위험도를 평가하는 단계
- 5) 5단계: 위험도 평가 결과에 따라 개선대책을 수립하고 실시하여 도출한 위험 요인을 허용 가능한 위험도로 낮추는 단계

4M 위험성평가는 기계, 자동차, 철강업종 등 다양한 산업의 잠재위험파악 및 개선실행에 유용하게 사용되고 있다.

2.2 연구방법

제철 사업장의 위험성평가 결과분석을 위하여 사례연구 대상 사업장 P사를 선정하였다. 대상 사업장 P사는 국내 포항시에 소재한 제철소로 제선, 제강, 연주, 압연 공정을 한 사업장에서 수행하는 일관제철 공정을 가진 회사이다. 사례연구 대상회사로 선

정한 사업장에서는 '00년 초 위험성평가 기법을 도입하여 재해예방의 주요한 도구로 활용하고 있고 '06년부터 사내 전산시스템에 위험성평가 결과를 등록하여 해당 작업 범위의 위험성에 대한 정보를 필요로 하는 직원들이 수월하게 공유할 수 있도록 하였다. 대상 사업장의 사례연구를 통해 제철 사업장의 위험성평가에 대한 결과를 분석하기 위하여 우선 사례연구 대상회사의 재해 경향을 파악하여 위험성평가 분석을 위한 기초자료로 활용하였다. 다음으로 대상 사업장의 각 공장별로 산재해 관리하고 있는 '06년 1월에서 '09년 1월까지의 위험성평가 결과를 수집하여 정리한 후 위험성평가 결과를 분류하고 범용 통계 프로그램인 Mini Tap Ver.13.32로 평가결과에 대한 분석을 실시하였다. 마지막으로 분석결과에 대하여 사례연구 대상회사의 안전주관부서에 근무하는 직원을 대상으로 토론을 실시하고 제철사업장 위험성 평가결과에 따른 고찰을 하였다.

2.3 사전조사

사례연구 대상 사업장의 과거 재해에 대한 경향을 파악하기 위하여 '03년에서 '07년까지 발생한 최근 5년간의 총 61건에 대한 재해원인을 조사하였다.

조사결과 인적원인으로 분류되는 '기계기구의 잘못된사용'으로 발생한 재해가 11건(16.92%)으로 가장 많았고, '운전준인 기계손질'로 기인한 재해가 9건(13.85%), '주변 확인 소홀'과 '불안전한 자세동작'으로 발생한 사고가 각 8건(12.31%)으로 다음 순위를 차지했으며 '감독 또는 연락불충분'으로 기인한 재해가 7건(10.77%) 발생하였다.

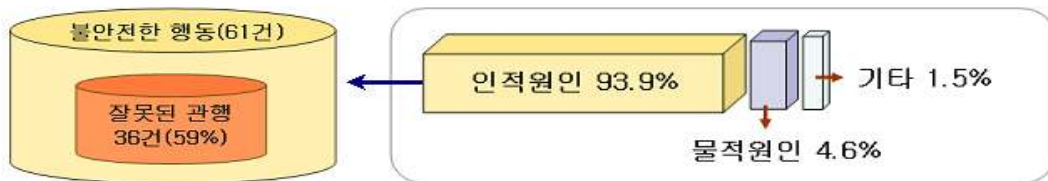
이 외에도 '위험 장소접근'과 '복장보호구 미착용 및 기능제거'로 발생한 사고가 각 4건(6.15%), '불안전한 속도 조작'과 '불안전한 상태 방치'로 각 3건(4.62%) 발생하였으며 '안전장치 기능제거'와 '위험물 취급 부주의'로 각 2건(3.08%)의 재해가 발생하였다.

설비적 결함으로는 3건(4.62%)의 재해가 발생하였고, 기타 재해조사 결과는 자살로 판명되었으나 재해원인을 명확히 규명이 어려운 사고가 1건(1.54%) 있었다. <표 1>은 재해원인에 대해 분류한 것이고, <그림 2>는 재해 원인을 인적, 물적 원인으로 분류한 것이다. 이 중 불안정한 사고의 근본원인을 규명하기 위하여 P사 안전 관련업무 전문가 집단을 대상으로 심층 집단 토의를 실시하였다. 토의 참가자는 P사에 안전주관부서에 소속되어 안전관련 업무를 수행하고 있는 직원 6명으로 구성하였다. 전문가 집단은 전원이 안전관련 국가기술 자격을 보유하고 있고 안전관계 업무경력이 최소 5년 이상인 자들로써 사례연구 대상기간 동안 발생한 65건의 사고에 대하여 직/간접적으로 재해조사에 참여하여 재해원인에 대해 충분히 숙지하고 있는 인원만을 선별하였다. 전문가 집단은 전원이 안전관련 국가기술 자격을 보유하고 있고 안전관계 업무경력이 최소 5년 이상인 자들로써 사례연구 대상기간 동안 발생한 65건의 사고에 대하여 직/간접적으로 재해조사에 참여하여 재해원인에 대해 충분히 숙지하고 있는 인원만을 선별하였다. 구성된 집단의 일반적인 특성은 P사 근무한 경력이 평균 26.34 ± 2.46 년이고 연령은 44.38 ± 5.38 세이다. 토의방법은 61건의 불안정한 행동결과를 충분히 숙지하게 한 후 P사 사업장에서 최근 발생한 사고의 근본 원인에 대한 의견을 자유롭게 제시하도록 하고 제시된 의견을 기록하였다.

이 때 도출된 주요한 의견은 다음과 같다.

<표 1> 재해원인 분류

재해원인	비율(%)
기계기구 잘못사용	16.92
운전 중인 기계손실	13.85
주변 확인 소홀	12.31
불안전한 자세동작	12.31
감독, 연락불충분	10.77
위험한 장소접근	6.15
복장보호구 미착용 및 기능제거	6.15
불안전한 속도조작	4.62
불안전한 상태 방치	4.62
안전장치 기능제거	3.08
위험물 취급 부주의	3.08
설비적 결함	4.62
기타	1.54
계	100



<그림 2 > 인적/물적 재해원인 분류

- 1) P사의 최근 재해는 추락, 협착, 전도 등 과거에서 부터 계속 일어나는 재래형 반복사고에 기인하여 많이 발생 하였다. 재래형 반복사고 예방을 위해서는 일어난 재해에 대하여 동일 유사재해를 분류하고 재발방지 대책을 보다 명확히 수립할 필요가 있다.
- 2) 최근 5년간 일어난 사고 61건 중 36건(59%)이 잘못된 관행에 기인하여 발생하였다. 잘못된 관행을 고칠 수 있는 근본적인 해결방안이 필요하다.
- 3) 사업장에서 발생하는 위험성의 종류를 식별 할 수 있도록 산재해 있는 위험성평가 결과를 수집하여 결과를 정리한 후 전사적으로 공유할 필요가 있다.

도출된 의견은 사례연구 대상 사업장에서 발생하는 주요 잠재위험의 제거를 위한 대안선정 자료로 활용하였다.

2.4 위험성평가 자료수집

<표 2> 위험성평가표 사례

작업부서 : (포항) 제선부 원료공장							
작업표준 명 : B.C 부대설비 점검작업							
단위(요소) 점검작업	위험요소	위험 수준	관리 등급	현재위험관리 현황(현상)	활동계획	평가자	평가일자
B.C. 구조물 점검작업	소결빈 트립퍼 지지 프레일 침하로 인한 설비사고 위험 및 통 합시 붕괴사고 위험	c2	3	없음	소결 빈 트립퍼 지지 프레임 보강	김정열	'08.03.14
B.C. 구조물 점검작업	지지프레임 침하에 의한 트립퍼 설비 파손으로 붕괴 및 낙하 사고 위험	b3	3	없음	지지프레임 침하에 의한 트립퍼 보완 및 안전교육	박희정	'08.02.06
B.C. 구조물 점검작업	트립퍼 슈트 넘침 조 기검출장치 점검 작 업시 강동중인 B.C. 에 근접하여 작업시 회전체에 협착위험	c2	3	트립퍼 슈트 조기 검출 장 치 수리 작업 시 B.C가 가 동 시점에서 무선 연락	해당 B.C 전기실 전원 차단 LCP S/W OFF 시건 및 표찰 게시 후 작업	최인희	'07.11.04
B.C. 구조물 점검작업	보드판 핸드레일 스 탠드와 안전가대 부 분 탈락으로 통행시 추락위험	c2	3	임시 안전띠 설치	안전가대를 중 간에 추가로 설치	주원모	'07.10.06
B.C. 구조물 점검작업	보드판 핸드레일 스 탠드와 안전가대 부 분 탈락으로 통행시 추락위험	c2	3	현재 보드판 핸드레일 부 식으로 안전 띠 설치	부실된 핸드레 일 부분 교환	이승철	'07.06.12
Belt Cleaner 점검작업	분진비산으로 인한 시력감소 위험	d4	5	일반 보안경 착용 후 작업	방진안경 착용	김용운	'07.03.14
방진막 점 검작업	가동중인 벨트에 근접 해서 분진막이 Cover 점검작업시 회전체에 협착 위험	d4	5	방진막 점검 시 안전 보호 구 착용	가동중인 벨트 에서 설비 비정 상 확인시 현장 LCP S/W OFF 후 조치	정한길	'07.01.23
벨트 와싱 장치 점검 작업	가동중인 벨트에 근 접해서 벨트 와싱 크 리너 점검작업시 회 전체에 협착 위험	c4	4	벨트와싱 장 치 수압 벨브 작동 작업자 지정	수압조정 밸브 작동시 주변 확 인 후 서서히 오픈 할 수 있 도록 작업표준 을 개정하고 전 과 교육	김태수	'06.12.04

일반적으로 위험도 계산은 사고 발생빈도와 사고 강도의 곱으로 위험도 수준을 결정한다. 위험도를 계산할 때 과거 동종 업종 및 사내 재해 등의 발생 내용을 참조하여 향후 예상되는 사고의 빈도와 강도를 예측할 수 있다. 사례연구 대상회사의 위험성평가표에 대한 사례는 <표 2>와 같다. <표 3>은 본 연구의 사례연구 대상회사에서 사업장의 위험 발생빈도와 위험정도를 결정하기 위하여 등급별로 분류한 것이다. 위험요인에 대한 위험도 계산은 <표 4>를 참조하여 사고의 빈도와 사고 강도의 수준을 조합하여 위험도를 결정할 수 있도록 하였다.

<표 5>은 위험도에 대한 허용수준을 구분한 것이다. 위험성평가 도구로 사용하고 있는 각각의 표에서 제시한 기준은 제철 사업장의 위험성평가 결과분석에 활용하였다.

3. 결과분석

사전 수집된 위험성 평가결과 32,692건에 대하여 <표 6>과 같이 위험정도와 발생빈도를 구분하여 분류하였다. 분류결과 위험정도는 개선 전에 C등급이 26,151건으로 가장 높은 건수를 나타냈고, B등급이 4,152건, A등급이 1,098건을 나타냈다. 발생빈도는 3등급이 21,735건으로 가장 높은 건수를 보였고, 2등급이 8,644건, 1등급이 1,184건을 보였다. 기타 위험정도의 D, E 등급과 발생빈도의 4, 5 등급은 다소 미미한 빈도를 보였다. 개선 후에는 위험정도와 발생빈도의 건수에 대한 우선순위는 변동이 없었지만 전반적으로 하향등급의 빈도가 높게 나타났다. 위험정도와 발생빈도를 고려하여 결정된 위험성의 허용수준에 대한 사항은 <표 7>과 같이 분류하였다. 분류결과 위험성 허용수준은 개선 전에 3등급이 26,859건으로 가장 높은 건수를 나타냈고, 2등급이 3,839건으로 비교적 높은 빈도를 보였으며 1등급과 4등급, 5등급은 상대적으로 낮은 빈도를 보였다. 개선 후에도 3등급이 가장 높은 빈도를 보였지만 전반적으로 하향등급의 빈도수가 높아졌고 특히, 추가 조치가 필요 없는 수용 가능한 위험 등급인 5등급의 빈도수가 크게 증가하였다.

<그림 3>, <그림 4>는 개선 전·후의 위험정도와 발생빈도에 대한 분포를 나타낸 것이다.

<그림 3>의 위험정도에 대한 등급표기 구분은 알파벳 순서와 숫자의 서열이 동일한 등급이다. 즉, 위험정도 1, 2, 3, 4, 5 등급은 각각 A, B, C, D, E 등급을 의미한다. 각각의 분포도에서 개선 전 보다 개선 후에 위험정도와 발생빈도의 분포가 전반적으로 하향등급으로 이동하였다. 이것은 사례연구 대상 사업장이 위험성평가로 식별된 잠재 위험예방을 위해 개선 실행한 결과가 효과적이었음을 의미한다. 개선안 실행에 대하여 분류한 사항은 <그림 5>와 같다. 이 사업장의 위험성평가 결과에 따른 개선안 도출 결과는 17,838이 안전교육, 7,921건이 안전시설물 개선, 4,911건이 작업표준 개정, 1,011건이 설비수리, 573건이 작업공정 개선, 176건이 작업환경 개선이었다. 기타 개선안이 선정되지 않았거나 계획만 수립되고 실행이 이루어지지 않은 건수도 262건 있었다.

요컨대, 사례연구 대상 사업장에서는 위험성평가의 결과치인 위험정도와 발생정도가 개선 전보다 개선 후에 전반적으로 하향 등급으로 이동하는 추세를 보여 위험성평가가 실효성이 있었음으로 나타났다.

<표 3> 발생빈도와 위험정도

등급	위험정도	등급	위험정도
1	1년 내에 1번정도 발생할 가능성	A	사망 또는 10억원이상의 손실
2	1년과 5년 사이에 1번정도 발생할 가능성	B	다수 중상자 발생 또는 1억원이상의 손실
3	5년과 10년 사이에 1번정도 발생할 가능성	C	1명 중상자 발생 또는 5,000만원이상의 손실
4	10년과 20년 사이에 1번정도 발생할 가능성	D	경상자 발생 또는 1,000만원이상의 손실
5	설비폐기까지 1번정도 발생할 가능성	E	부상자 없이 1,000만원이하의 손실

<표 4> 관리등급(위험크기)

빈도 정도	빈도				
	1	2	3	4	5
A	1	1	2	3	4
B	1	2	3	3	5
C	2	3	3	4	5
D	3	4	4	5	5
E	5	5	5	5	5

<표 5> 허용수준

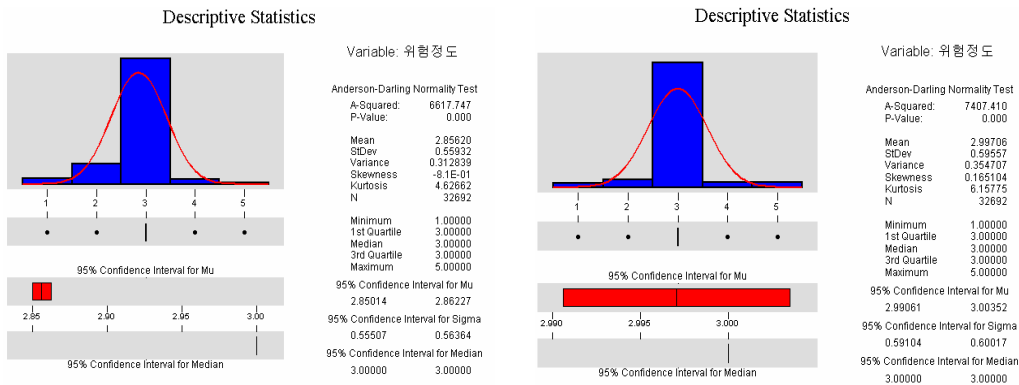
등급	허용수준
1	허용(수용) 불가능한 위험도(위험도 순위 3이하로 시급히 낮추어야 함)
2	우려할 정도의 위험도(적절한 기간 내에 위험도 순위 3이하로 낮추어야 함)
3,4	조정하여 수용(장기적 절차서, 통제장치, 안전장치가 적절한지 재확인)
5	추가조치가 필요없는 수용가능한 위험

<표 6> 개선 전·후 위험정도와 발생빈도

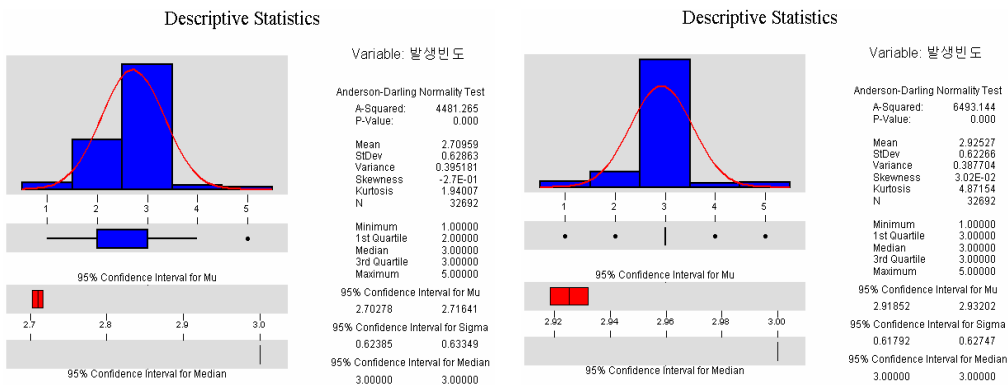
위험정도(건)			발생빈도(건)		
등급	개선 전	개선 후	등급	개선 전	개선 후
A	1,098	991	1	1,184	1,105
B	4,152	1,693	2	8,644	3,259
C	26,151	27,609	3	21,735	26,378
D	935	1,219	4	740	874
E	356	1,180	5	389	1,076
계	32,692	32,692	32,692	32,692	32,692

<표 7> 개선 전·후 위험성 허용수준

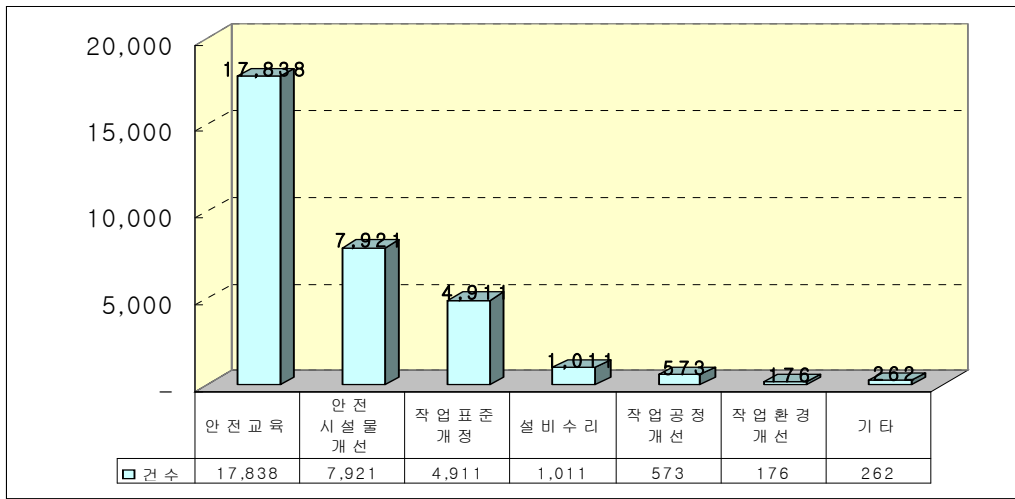
구분	개선 전	개선 후
1	684	624
2	3,839	1,485
3	26,859	27,716
4	690	837
5	620	2,030
계	32,692	32,692



<그림 3> 위험정도의 분포(개선 전·후)



<그림 4> 발생빈도의 분포(개선 전·후)



<그림 5> 개선안 실행 분류

4. 고찰

제철 사업장 위험성평가 개선안 실행에서 약 55%가 안전교육으로 제시되었다. 안전교육이 안전의식 및 실제 사업장의 안전에 상당히 영향을 미치고 있는 것으로 조사되고 있는 만큼 교육의 중요성은 아무리 강조하여도 지나치지 않는다[20]. 제철 사업장에서도 안전교육은 작업자의 불안정한 행동을 예방하는데 매우 중요한 역할을 수행하는 것으로 보인다. 화학 회사인 듀폰사의 경우 안전수준 향상을 위해 안전보건프로그램을 도입한 이후 부상 발생률이 급격하게 감소하였고 근로자를 대상으로 꾸준히 안전교육을 실시하고 있다[1]. Alaska 선박회사는 평상시 직원들에게 긴급 상황 대처요령, 생존 훈련 등을 집중적으로 시키고 있다[10]. 김철식과 송철기[16]는 안전교육이 직무에 도움이 되는지 여부를 조사한 설문조사에서 81.4%의 응답자가 도움이 된다는 응답을 한 것으로 조사되었다. 이관형과 박동하[19]는 안전교육 실시 방법이나 교육효과에 대한 효능감이 높은 안전관리자가 속한 회사일수록 안전교육을 체계적으로 실시하고 그러한 안전교육이 재해예방에 효과적이며 중대재해가 발생한 횟수가 적다고 보고하였다.

인적요인 측면에서 지화승[21]은 근로자의 안전교육 수준과 안전의식수준이 사업장 안전보건 교육과 유의한 관계라고 하였다. 이관형과 박동하[19]은 경영자 측면에서 경영자의 안전에 관한 관심도가 안전보건교육에 영향을 미친다고 하였다. 제철 사업장에서도 경영층의 관심이 뒷받침된 안전교육을 실시하여야 한다. 위험성평가로 식별된 잠재위험 제거의 개선안으로 안전시설물 개선을 시행한 사항이 비교적 높은 빈도를 나타냈다. 사례연구 대상 사업장에는 위험성평가로 식별되기 이전에 핸드레일이나 발끝막이판 등 안전시설물 설치가 다소 미비되어 있었음을 의미한다. 주기적인 위험성평가 시행으로 안전시설물이 미비된 개소를 찾아내어 보완할 필요가 있다. 제철 사업장의

위험성평가를 통한 잠재위험 제거 개선안으로 작업표준 개정을 통한 변경관리를 수행하고 있었다. 해외에서도 장치산업의 변경관리에 대한 중요성을 인식하고 있다. 대표적인 사고사례는 영국의 Flixborough 사고로써 이 사고는 공정안전관리 제도 및 변경요소관리를 시행하는 계기가 되었다[9]. 또한, Giby Joseph[5]도 인도 Bhopal 사고를 통해 변경관리의 중요성을 인식하였다. 한편, 유진환[18]은 장치산업의 실질적 안전향상 및 효율적 관리와 변경관리 시스템의 요소요소마다 자리 잡고 있는 기술적 어려움을 해결하기 위한 목적으로 하는 변경관리의 중요성을 인식하여 위험성평가 기반 변경관리시스템을 개발하기도 하였다. 제철 사업장에서도 변경관리에 대한 중요성을 재인식하여 위험성평가에 따른 작업표준 개정을 소홀히 하지 말아야 한다.

5. 결 론

국내 일관제철 사업장에서 최근 시행한 위험성평가 결과에 대한 데이터를 조사하여 제철 사업장에서 존재하는 잠재위험요인에 대해 식별하고 개선안 실행결과를 분석하였다. 국내 일관제철 사업장에서는 잘못된 관행에 기인하여 불안정한 행동을 유발하는 잠재위험요인이 식별되었다.

제철 사업장 위험성평가 위험정도와 발생빈도에 의한 위험수준이 5년과 10년 사이에 1번 정도 발생하여 1명 중상자 발생 또는 5,000만원 이상의 손실을 일으킬 수 있는 위험성이 위험성평가를 수행한 전체 빈도의 80% 이상을 차지하였다. 사례연구 대상 사업장의 경우 식별된 위험성에 대하여 개선대책 실행 이후 위험성이 전반적으로 낮아져 위험성평가에 대한 개선안 실행의 효과가 있음을 나타냈다. 개선안 실행이 효과가 있었던 사례연구 대상 제철 사업장의 위험성평가 개선안 중 가장 높은 비율을 보인 사항이 안전교육이었다. 안전교육은 근로자의 안전수준을 향상시키는 영향을 하므로 인적 잠재위험요인 제거를 위해 매우 효과적이다.

제철 사업장에서는 사업장 실정에 맞는 안전교육 프로그램을 개발하여 체계적인 과정으로 안전교육을 실시함으로써 잠재위험에 대한 인적요인을 제거하여야 한다.

6. 참 고 문 헌

- [1] Bertera R.L., "Planning and Implementing Health Promotion in the Workplace - A case study of Dupont Company Experience" Health Education Quarterly, vol. 17(3), pp. 307~327, 1990.
- [2] Bird, F.E. and Germain., "G.L. Damage Control", New York: Am. Mbmt Ass, 1966.
- [3] Curtis S., "Safety & Total Quality Management", Professional Safety, Vol. 40, No. 1, American Society of Safety Engineer. 1995.
- [4] Frank P. Lees., "Loss Prevention in the Process Industries", Butterworth & Co. Ltd, 1980.

- [5] Giby Joseph, Mark Kaszniak, Lisa Long, “Lessons after Bhopal: CSB a Catalyst for Charge”, *Journal of Prevention in the Process Industries*, vol. 18. pp. 537~548, 2005.
- [6] H.W. Heinrich., “Industrial Accident Prevent”, Macgraw-Hill, New York, 1931.
- [7] Harry H. Harman., “Morden Factor Analysis”, The University of Chicago Press, chap. 4, 1976.
- [8] HSE., “Successful Health & Safety Management”, Health & Safety Executive, HMSO, London. 1991.
- [9] Parker. R., H. J. Otway, H. T. Knight, “The Flixborough Disaster”, Report of the Court of Inquire, HM Stationery Office, London, 1975.
- [10] Perkins. R., “Education and Alaskan Marin Safety Training Program” *Public Health Report*, vol. 110(6), pp. 701~703, 1998.
- [11] Rasmussen, J., “Risk Management in a Dynamic Society: A Modeling Problem”, *Safety Science*, Vol27, PP183~213, 1997.
- [12] Rasmussen, J., Klein, G., Orasanu, R., “Decision Making in Action: Models and Methods”, Norwood, pp.158~171, 1993.
- [13] Reason, J., “Human Error”, Cambridge, U.K: Cambridge University, 1990.
- [14] Reason, J., “Errors, Outcoms and Circumvention: a Reply to Dougherty”, *Reliability Engineering and System Safety* Vol.46,pp297~298, 1994.
- [15] Reason, J.T., “Lapses of attention”, In R. Parasuraman & R. Davis (eds.), *Varieties of attention*, New York: Academic Press, 1984.
- [16] 김철식, 송철기, “산업재해분석을 통한 안전교육훈련의 개서에 관한 연구”, *공학교육연구*, 제6권 제2호, pp. 15~21, 2003.
- [17] 백승현, “석유화학 공장에 적합한 준-정량적 위험성평가(S-HAZOP) 기법 개발” *서울대학교 산업대학원 석사학위 논문*, pp.22~36, 2007.
- [18] 유진환, “위험성 평가 및 도면관리 시스템에 기반한 변경관리에 관한 연구”, *광운대학교 대학원 박사학위 논문*, p. 6, 2005.
- [19] 이관형, 박동하, “안전효능감과 산업재해 관계분석”, *산업안전학회지* 제14권 제2호, pp. 127~139, 1999.6.
- [20] 이명선, 박경옥, 이관형, “산업장 안전보건관리요인”, *한국보건교육건강증진학회지*, 제23권 제2호, pp. 121~140, 2006.
- [21] 지화승, “한국 산업안전보건교육의 실효성 제고에 관한 연구”, *가톨릭대학교 대학원 석사학위논문*, 2005.
- [22] 한국산업안전보건공단, “KOSHA CODE M-62-2008”, 2008.

저 자 소 개

홍 성 만

아주대학교 산업공학과에서 박사 과정을 수료하였고, 현재 POSCO 포항제철소 안전팀에 재직 중이다. 주요 관심분야는 산업안전, 인간공학 등이다.

주 소 : 경북 포항시 남구 괴동동 1번지 POSCO 안전팀

박 범

아주대학교 산업공학과를 졸업하고 OHIO Univ.에서 Industrial & Systems Eng. 석사 학위를 취득하였다. IOWA STATE Univ.에서 공학박사 학위를 취득하였고, 현재 아주대학교 산업공학과에서 정교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 HCI, Human Factors 등이다.

주 소 : 경기도 수원시 팔달구 원천동 아주대학교 산업공학과

김 광 현

아주대학교 산업공학과 석사과정에 재학 중이고, 주요 관심분야는 HCI, Human Factors, 감성공학, 안전공학 등이다.

주 소 : 경기도 수원시 팔달구 원천동 아주대학교 산업공학과

선 수 빈

현재 한동대학교 상담심리학과 석사과정에 재학 중이고, 주요 관심분야는 산업심리, 인간공학 등이다.

주 소 : 경북 포항시 북구 흥해읍 남송리 3번지 한동대학교 상담심리학과