

철강 제조업에서의 유해 · 위험구역 출입 관리 방안

서성화 · 김 민* · 원종일* · 우홍식**

동국대학교 대학원 안전공학과 · *동국대학교 안전환경시스템공학과
(2011. 3. 3. 접수 / 2011. 5. 31. 채택)

Improvement on Access Control of Hazard Zone in a Steel Manufacturing Industry

Seong-Hwa Seo · Min Kim* · Jong-Il Weon* · Heung-Sik Woo**

Department of Safety Engineering, Graduate School, Dongguk University

*Department of Safety Environmental System Engineering, Dongguk University

(Received March 3, 2011 / Accepted May 31, 2011)

Abstract : Access-control of hazard zone in a steel manufacturing industry is studied in terms of safety management. Based on the results of risk evaluation for hazard zone, three risk zones with low, middle and high level are categorized. These zones have different color door and locking shape depending on their risk levels. At the high level, red door and key-based locking system are employed to accessed-controlled path. Furthermore, tagout, lockout, interlock system for emergency stop, warning and flashing are also introduced. New standardized procedure of access-control for various hazard zones, which could help to greatly contribute to the prevention of accidents in advance, is proposed considering the risk level and the condition of given hazard zones. The standardized procedure of access-management suggested in this study will take an effective role as one of safety guide lines for hazardous workshop of manufacturing industries.

Key Words : hazard zone, access-management, manufacturing industry, interlock system, safety management

1. 서론

철강 제조 사업장에서는 생산공정의 특성에 기인한 다양한 유해 · 위험구역이 존재하고 있다. 이러한 유해 · 위험구역(hazard zone)의 안전관리를 위해 여러 가지 안전 시스템이나 안전 절차 등을 적용하여 관리되고 있다. Fig. 1에서 나타낸 바와 같이 한국산업안전보건공단(Korea Occupational Safety and Health Agency)의 2010년 산업재해 통계에 따르면, 최근 3년간 유해 · 위험 구역의 접근 혹은 근접 작업에 의한 재해가 전체 94,591건 중 42,815건이 발생하여 전체 재해건수 중 약 45.3%를 차지하며, 매년 지속적으로 발생되고 있는 것으로 분석되었다¹⁾. 따라서 산업재해의 근원적인 저감대책의 일환으로 각 사업장별 공정 특성을 고려하여 유해 · 위험 구역을 명확히 설정하고 효과적인 안전관리를 실시하는 것은 안전사고 예방과 유사 재해

사고의 예방에 큰 도움을 줄 것으로 판단된다.

본 연구에서는 생산 공정을 보유한 철강제조업체에서의 유해 · 위험구역에 대한 관리체계와 출입 제한 구역에 접근하고자 할 때의 허가 절차, 표찰(tagout), 시건(lockout) 사용 등의 사전 조치 방법을 분석하고 이를 바탕으로 유해 · 위험 구역에 대한

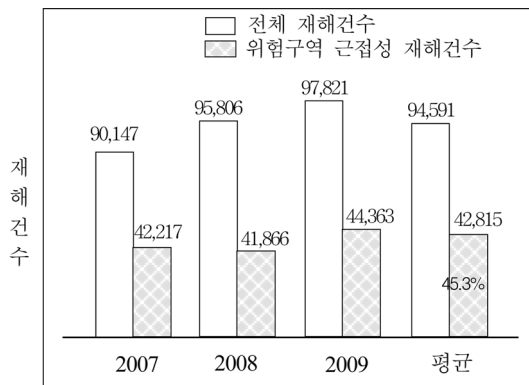


Fig. 1. The number of accidents during the past three years.

* To whom correspondence should be addressed.
majun355@daum.net

새로운 시스템적 안전관리 기법을 개발·적용하고 이의 개선 효과를 검증하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 유해·위험구역을 효과적으로 관리하기 위한 절차와 출입제한 장치의 적용을 연구 범위로 설정 하였으며, 그 방법으로는 각 업체의 위험구역 관리에 대한 인식이나 절차, 위험구역 통제장치 등을 철강제조업의 안전관리자나 관리감독자를 대상으로 유선 설문조사를 실시하여 현상을 파악하였다. 이러한 결과를 바탕으로 유해·위험 구역의 새로운 안전관리 체계를 제안하고, 해당 시스템에 적용 후 효과를 검토하고자 한다.

2. 유해·위험 구역의 개요 및 현황조사

2.1. 유해·위험 구역의 개요

유해·위험 요소가 잠재되어 있는 구역으로서 밀폐 공간 및 지하 피트, 회전기기 또는 전기설비 설치 장소, 방사선 사용구역, 고소 개소, 로봇 작업, 중장비 작업구역 등이 있으며, 작업자가 접근하게 되면 충돌, 낙하·비레, 붕괴·도괴, 감김·끼임, 절단, 감전, 이상온도·기압접촉, 질식 등의 산업재해를 당할 수 있는 구역으로 정의 된다^{2,3)}.

특히, 위험요인이 잠재되어 있어 시스템의 이상이나 설비의 고장, 작업자의 실수 등의 자극에 의해 인적·물적 손실 등의 피해가 발생할 수 있는 모든 구역을 말한다.

2.2. 현황 조사

본 연구를 위한 조사대상은 제조업중 가운데 비교적 유해·위험 공정이 많은 철강제조 또는 철강가공업체를 선정한 후, 질문 문항 전체에 대하여 유선 응답을 해온 38개 업체를 대상으로 진행 하였다. 조사 내용은 ① 출입제한구역의 필요성 인식 정도 ② 위험구역 관리절차서 구비 상태 ③ 위험구역 접근 시 감독자에게 보고 ④ 허가서 발부 여부 ⑤ 조작대(operator desk) 및 위험구역 출입구 및 스위치에 표찰(tagout)이나 ⑥ 시건(lockout) 적용 여부 ⑦ 출입제한구역 설정 여부 ⑧ 출입통제장치 설치 여부 등 8개 항목에 대하여 유선 설문으로 진행하였으며, 안전시설에 대한 법적 방호시설을 설치할 경우 관리상 문제점에 대한 의견을 제시토록 하였다.

2.3. 분석방법 및 설문 결과

각 조사 평가항목을 유선으로 질문하고 응답자

들이 수행정도를 5점 척도(1 : 불량, 2 : 미흡, 3 : 양호, 4 : 우수, 5 : 아주우수)에 의해 답하도록 하였다. 그 결과는 Table 1에서 나타낸 바와 같이 출입제한 구역에 대한 인식정도는 전체의 71%인 27개소가 양호한 수준으로 대부분의 사업장에서 관리의 필요성에 대해서는 충분히 인식하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 위험구역에 대한 관리절차서 구비 여부에 대한 질문에는 28개 업체인 74%가 구비하고 있지 않거나 미흡한 수준이라고 답하고 있으며, 또한 위험구역을 접근할 때 “허가서를 발부 하는가?”에 대한 질문에는 31개 업체인 81%가 발부하지 않거나 미흡한 것으로 조사되었다. ‘감독자에게 보고 후 접근’ 항목도 25개 업체인 65%가 그렇지 못한 것으로 분석되었다. 다만 기계장치나 설비 점검 또는 보수 시 기본적인 안전조치라고 할 수 있는 조작대 또는 위험구역 출입구 및 스위치 등에 표찰의 활용률은^{4,5)} 79%인 30개 업체로서 대부분 활용하고 있는 것으로 분석된 반면, 근원적 안전조치 중의 하나인 시건 조치의 활용률은 33개 업체인 87%가 사용하지 않거나 미흡한 것으로 분석되어 보완책이 시급한 것으로 판단되었다. 그리고 출입제한 구역을 설정^{6,7)}하고 있는 업체는 17개 업체인 약 45% 수준이나 위험구역을 통제할 수 있는 통제장치를 설치하여 부분적이거나 운용중인 업체는 7개 업체인 18%에 불과한 것으로 분석되었다.

분석 결과를 요약하면 전반적인 위험구역 관리 수준은 62%가 미흡하거나 불량한 것으로 분석되었다. 다만, 출입제한 구역에 대한 인식정도는 전체의 71%인 27개소가 우수 또는 양호한 수준으로 분석되어 사업장에서 유해·위험 구역 관리의 필요성에 대해서는 충분히 인식하고 있는 것으로 분석되었다. 따라서 효율적이고 적용성을 높일 수 있는 안전관리시스템을 개발하여 적용한다면 상당한 기대효과를 거둘 수 있을 것이라고 판단된다.

3. 유해·위험구역 안전조치 및 문제점

3.1. 위험구역의 법적 안전조치

안전관련 법규를 근간으로 하는 안전조치의 일환으로 위험구역에는 산업안전기준에 관한 규칙 제7조 2의 ‘안전난간의 구조 및 설치요건’에 의거 안전난간을 설치하며, 기타 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부위에는 덮개 또는 방호울을 설치하도록 하고 있다⁸⁾. 또한 낙하의 우려가 있는 경

Table 1. Summary of survey results on real conditions of hazard zone management

구분	1	2	3	4	5
출입제한구역 필요성 인식	2	9	19	5	3
위험구역관리 절차서 구비	9	19	8	2	-
위험구역관리 허가서 발부	18	13	5	2	-
위험구역관리 감독자 보고	9	16	5	5	3
표찰 적용	3	5	20	7	3
시건 적용	12	21	3	2	-
출입제한구역 설정	8	13	12	3	2
출입통제 장치	9	22	3	2	2
계	70	118	75	28	13
점유율(%)	23.0	38.8	24.7	9.2	4.3

* Survey period : 2010. 3. 2~2010. 3. 12

우에는 낙하·비래에 의한 위험방지조치로 산업안전보건법 산업안전기준에 관한 규칙 제456조 규정에 의거 낙하물방지망 또는 방호선반의 설치 및 출입금지구역의 설정, 보호구의 착용 등 위험방지를 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

3.2. 법적 조치시 방호시설 관리의 문제점

본 사항은 철강제조 또는 철강 가공업체에 대하여 질문 문항에 대한 유선 응답을 해온 38개 업체를 대상으로 안전시설에 대한 법적 방호시설을 설치할 경우 관리상 문제점에 대한 답변을 분석하고 이를 정리하여 다음 네 가지를 문제점으로 설정하였다.

- 문제점 I : 위험구역을 접근하고자 할 때 절차나 규정이 없어 제한 없이 임의 접근한다.
- 문제점 II : 위험구역내 점검이나 보수작업을 위해 접근 시 안전난간이나 방호울을 설치하였을 때 출입구가 없어 뛰어 넘거나 임의 해제한다.
- 문제점 III : 위험구역에 안전난간이나 방호울의 출입통제 장치를 설치하였지만 항상 자

물쇠로 잠겨 있거나 열쇠가 어디 있는지도 모를 뿐만 아니라 알고 있어도 귀찮고 바쁜 관계로 뛰어 넘거나 항상 열어 둔다.

문제점 IV : 위험구역의 위험수준이 어느 정도인지 알지 못하므로 동일하게 규정을 적용한다.

4. 연구 결과 및 고찰

앞에서 제시된 문제점에 대한 일반적인 대책은 Table 2에서 나타낸 바와 같이 정리될 수 있다.

이러한 기본 대책을 바탕으로, 본 연구에서는 유해·위험 구역에 적용할 수 있는 보다 효과적이고 표준화된 안전관리시스템을 제안하고, 철강 제조업체중 위험도 평가시스템을 도입·적용하고 있는 일부 사업장에 이를 적용하고 조사·분석하여 제안된 표준 안전관리 시스템의 실효성을 검증하고자 한다.

먼저, 유해·위험 구역에 대하여 철강업체 대부분의 업체에서 도입 적용하고 있는 위험성 평가^{9,10}의 위험도를 기준으로 낮은수준, 보통수준, 높은수준의 세분류로 나누고 이를 선행조건으로, 작업자가 통행할 수 있는 출입통로 확보와 더불어 출입문에 위험등급별 색상 관리 방법을 채택하였다. 따

Table 2. The basic countermeasures of the hypotheses and the standardized procedure of access management for hazard zone proposed in this study

구분	기본 대책	위험구역 출입절차 표준화
문제점 I	· 위험구역별 출입문 색상 규정 · 출입관리 규정 제정	1단계 : 구역별 출입문 설치
문제점 II	· 출입문 설치	2단계 : 위험등급별 색상 도색 (위험성평가기준 적용)
문제점 III	· 잠금형태 설정	3단계 : 잠금장치 형태 결정
문제점 IV	· 출입관리 규정 제정 (개정) * 선행조건: 위험성평가	4단계 : 출입관리규정 제정(개정)

Table 3. Risk level, door color, type of locking, and additional action in accordance with access management of hazard zone proposed

위험수준	출입문 색상	잠금형태	추가기능	출입관리규정
낮음	녹색	걸쇠형	없음	· 일반통로(주의 통행) · 주위확인 표지 설치
보통	청색	번호키형	· Tagout + Lockout	· 해당구역 작업자만 출입 · 번호키의 번호공유
높음	적색	자물쇠형	· Tagout + Lockout · 인터록시스템 및 경광등 설치	· 자물쇠의 열쇠소지 : 해당구역 관리책임자 · 출입통제(허가구역)

라서 잠금 형태를 세 가지로 구분하여 적용하는 효율적 시스템 안전관리 체계인 ‘위험구역 출입문 표준화’ 대책을 Table 3과 같이 제시하였다. 녹색 출입문(green door)의 경우 해당구역이나 직무에 대한 위험성(risk) 평가결과 하위수준(low level)인 허용 가능 위험수준 이내의 경우에 설치되는 것으로서 주의 통행이 요구되는 일반통로(normal path)로 지정하고 입구에 ‘지적확인’이나 ‘주의확인’ 등 안전 표지 등을 적용하도록 하였다^{11,12)}.

그리고 청색 출입문(blue door)의 경우, 보통수준(middle level)의 위험성을 지닌 해당작업에 적용하는 것으로서 번호키(number key) 형태의 시건장치를 설치하고 해당구역 직무자들만 번호키의 비밀 번호를 공유하여 출입을 제한하도록 하였다. 또한 적색 출입문(red door)의 경우, 위험성이 상위수준(high level)의 지역으로 자물쇠로 시건을 하고 키(key)는 해당구역의 관리책임자만 소지하게 한 후, 해당구역에 출입하고자 할 시에는 해당 책임자의 허가와 승인을 자연스럽게 득하도록 하는 안전관리 방안을 채택하였다.

출입문 형태	잠금 형태	출입문 색상
일반통로	결쇠형	녹색
작업통로	번호키형	청색
출입통제	자물쇠형	적색

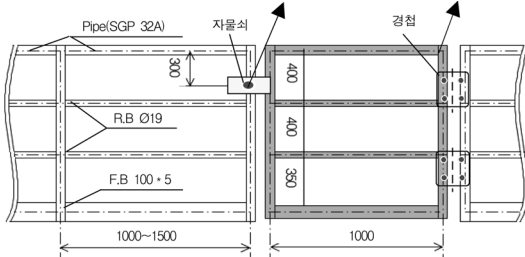


Fig. 2. Schematic diagram of standardized access management for hazard zone proposed in this study.

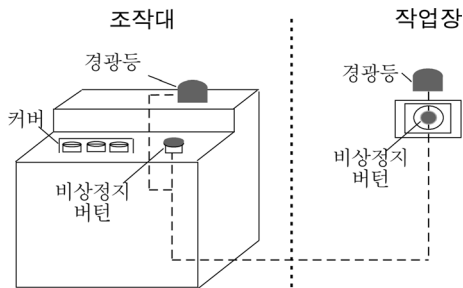


Fig. 3. Schematic diagram of interlock system for emergency stop, warning, and flashing.

Fig. 2는 유해·위험 구역의 표준화된 출입 관리의 개략도를 보여준다.

더불어, Fig. 3과 같이 적색 출입문에 작업자가 임의로 접근할 경우를 대비하여 비상정지장치(emergency stop) 스위치와 연동되는 출입문 인터락(interlock) 시스템을 설치하여, 적색 출입문을 작업자 임의 개방시 즉각적인 동력의 차단 및조작 데스크와 해당구역 주위에서 시각 경보 즉, 비상 경광등이 점등되는 시스템을 구축한다.

특히 위험성평가 결과 위험강도가 상당한 수준이 잠재하고 있는 구역에 설치되는 출입문에는 시각경보와 동시에 사이렌 등 경보가 발하는 시스템을 설치하여 주의를 환기시키는 시스템의 설치를 권장한다.

또한 이는 철강제조업 약 79%가 활용하고 있는 기본 안전조치인 표찰(tagout)과 시건(lockout) 조치를 병행 적용할 수 있는 시스템으로서 허가 절차에 대한 흐름도는 Fig. 4에 자세히 나타내었다.

안전법규에서 제시된 유해·위험구역에 안전간이나 덮개 또는 방호울의 법적인 안전조치 적용시 불안정한 상태나 작업자들의 인적 오류를 제어

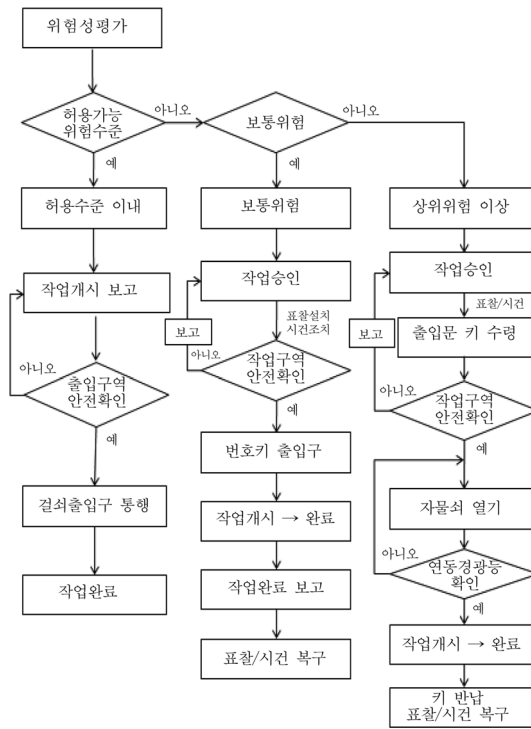


Fig. 4. Flow chart of standardized procedure of access management method for hazard zone.

Table 4. Applications of the proposed access management method

적용업체	색상별 출입문 설치 개수				출입문 적용일자	추가조치 설치 개수			재해율
	녹색	청색	적색	계		인터록	표찰	시건	
K사:(주)00	8	6	2	16	2010.05.07	0	27	13	0.00
W사:00기업(주)	4	5	3	12	2010.05.23	0	35	15	0.00
U사:00산업(주)	8	11	2	21	2010.05.06	1	53	21	0.00
D사:00기업(주)	5	9	5	19	2010.05.27	1	38	17	0.00
S사:(주)00산업	15	17	5	37	2010.05.20	0	69	35	0.00
J사:(주)00	7	7	3	17	2010.05.16	0	25	15	0.00
D사:00제강(주)	28	43	12	83	2010.06.02	5	123	93	0.00
점유율 (%)	36.6	47.8	15.6	100					0.00

* Survey period : 2010. 5. 6~2010. 10. 8

할 수 있는 방법 중, 본 연구에서 제안한 방법에서 의거 ‘유해·위험구역의 출입관리 표준화 절차’를 적용한 철강제조업 일급 업체에 대해 적용현황을 조사하여 Table 4에 정리하여 나타내었다.

위험구역 출입문 표준화 색상 적용 결과를 보면 녹색 출입문의 설치가 37.6%, 청색 출입문 설치가 47.8%, 적색 출입문 설치가 15.6% 등으로 나타나 철강업종의 공정 중 위험도가 보통 위험수준(청색출입문 적용) 이상의 관리가 필요한 구역이 전체 63.4%로서 상당히 높은 비율을 차지함을 알 수 있다.

표찰 적용 개수는 업체 평균 약 53개로서 대부분의 업체에서 활용하고 있는 것으로 파악되었으며, 시건 조치 적용은 업체 평균 약 30개 정도로서 청색 혹은 적색 출입문 적용 개수 보다 많은 것을 알 수 있었다. 이는 위험을 차단하기 위한 조작대의 잠금시스템(Isolation Locking System)이 해당 사업장에 비교적 잘 적용되고 있는 것으로 사료된다. 또한 ‘유해·위험구역의 출입관리 표준화 절차’를 적용한 철강제조업 일급 업체는 해당기간동안 무재해가 지속되고 있음이 확인되어 본 연구 결과의 적용이 유해·위험구역의 관리에 있어 기본적인 표찰이나 시건 조치의 활용을 활성화하고 위험구역 출입관리의 표준화에 적절한 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 공정상에 비교적 많은 유해·위험 구역이 존재하고 있는 철강제조업에서 유해·위험구역의 접근이나 근접작업에 의한 재해가 지속적으로 발생함에 따라 안전사고 예방과 관리수준의 향상을 위한 구체적인 방안을 제시하고자 연구한 것이며 다음과 같은 결론을 얻었다.

철강제조업체중 ‘유해·위험구역의 출입관리 표준화 절차’를 적용한 업체를 조사한 결과 적용이후 무재해가 지속되고 있음이 확인되었으며, 또한 본 시스템을 적용한 전 업체가 기본 안전조치인 표찰(tagout)과 시건(lockout) 조치를 병행 적용하고 있음이 확인 되었으므로 이는 근원적인 재해 저감대책을 위한 시스템으로서의 효과가 충분히 발휘되고 있다고 판단된다. 아울러 지금까지의 일반적인 유해·위험구역 관리 시스템을 적극적으로 체계적인 유해·위험구역 예방관리 시스템으로 전환이 용이하므로 철강제조업뿐만 아니라 유사업종에서도 충분히 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 한국산업안전보건공단, 산업재해통계, 2010.
- 2) 이근오, 김영덕, “안전검사 대상의 위험 기계·기구의 재해분석 연구”, 한국안전학회 춘계학술대회 논문집, pp. 21~26. 2009.
- 3) 대한산업안전협회, 안전기술(2009-08), pp. 48~51, 2009.
- 4) 노동부, “노사 협력형 위험성 평가 제도”, pp. 10~15, 2006.
- 5) 한국산업안전보건공단, “4M 위험성평가 기법에 관한 기술지침(M-62-2008)”, 2008.
- 6) 한국산업안전보건공단, 안전보건경영시스템 구축에 관한 지침(G-04-2003 부록2), 2003.
- 7) 노동부, “위험성평가제도”, pp. 33~36, 2007.
- 8) 서성화, 위험성 평가가 안전활동에 미치는 영향 연구, 동국대학교 석사학위논문, 2008.
- 9) 이영순, “사업장 유해·위험성 평가기법 개발 및 국내 적용방안 연구”, pp. 101~173, 2005.
- 10) 한국산업안전보건공단, “기계류의 위험성평가지

- 침(M-32-2000)”, 2000.
- 11) 강미진, 김형석, 이영순, 박희철, “중소규모 사업장의 위험수준평가 프로그램 개발”, 한국안전학회 춘계학술대회 논문집, pp. 141~144. 2009.
 - 12) 김유창, 정병용, 장성록, 이경태, 장은준, “위험 요인파악을 통한 위험성평가 개선방안”, 한국안전학회 춘계학술대회 논문집, pp. 139~143. 2007.
 - 13) 한국산업안전보건공단, “철강업종 재해예방 협의회 자료”, 2010.