

제조업종의 위험성평가 제도 도입에 관한 연구

1997. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 1997년 산업안전연구 개발제도 도입에 관한
연구사업의 일환으로 수행한 “제조업종의 위험성평가 제도 도입
에 관한연구”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

1997년 12월 31일

주관 연구기관:	산 업 안 전 연 구 원
	안 전 기 술 연 구 팀
총괄연구책임자:	수석연구원 김 두 환
협동연구기관:	(사)한국산업안전학회
공 동	연구책임자 이 영 순
	정 국 삼
	정 재 희
	이 광 원

요 약 문

제조업의 안전관리 개선방향을 제시하기 위하여 기계공업 등 제조업의 재해현황조사, 안전관리 및 공정안전관리 현황 설문조사, 공정 및 공정위험특성 조사를 실시하였다. 조사결과 제조업 안전관리의 당면과제 및 그 개선방향을 다음과 같이 제시하였다.

1. 제조업종의 재해분석 결과

제조업의 산업재해분석 결과 화학산업이외의 제조업종에서 발생한 재해율이 높게 나타났다. 제조업에서 발생한 재해의 발생원인 대부분은 현행 공정안전관리 제도에서 적용하고 있는 공정안전관리 12가지 요소에 대한 관리미흡으로 나타났다.

2. 제조업 공정안전 관리요소 운용현황 분석결과

가. 유해·위험물에 대한 자료 등 공정안전관련 자료의 관리상태는 화학관련 업종의에는 대체적으로 미흡하였다. 또한 유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료는 전 업종에서 잘 갖추어져 있으나 현행 공정안전관리보고서에서 요구하고 있는 P&ID, PFD에 관한 자료와 방폭지역 구분도 등은 잘 갖추어져 있지 않았다.

나. 공정위험성 평가는 체크리스트를 활용하여 평가를 실시하는 회사가 가장 많았고, HAZOP을 활용하는 경우는 30%이하로 매우 낮게 나타났다. 이는 위험성평가 기법이 업종 및 공정에 적합하지 않기 때문으로 기계공업등 각 제조업종에 적합한 위험성평가 기법이 개발, 보급되어야 할 것을 요구한 것으로 보인다.

다. 작업내용변경, 안전운전계획, 안전작업절차 등의 실시현황은 대체적으로 미흡하였으며, 이들에 관한 체계적인 관리 및 교육훈련의 실시가 절실히 필요한 것으로 나타났다.

라. 협력업체 안전관리가 부족하고, 자체감사는 화학, 전기·전자업종이외는 자체감사가 잘 이루어지지 않고 있다.

마. 작업전 안전작업 점검이나 설비·보수·유지시에 점검계획서 등의 활용이 미흡하였고, 공정안전점검이나 보수유지관리가 미흡하였다.

3. 공정분석 및 공정위험 특성

기계공업 및 자동차공업의 위험은 기계 등의 회전동작, 횡축동작, 왕복동작 등 기계적 운동에 의한 것이 주이고, 이러한 운동에 의한 에너지가 인체와 접촉할 때에는 충격, 압축, 협착, 절상, 물림, 끼임, 말림 등의 사고가 대부분이다. 금속제련공업에서의 위험은 원광석이 이송 낙석, 운송기계에 의한 충돌, 협착, 추락 용해로 등 주변에서의 용융물 비산, 수증기 폭발 등을 들수 있다.

4. 제조업 안전관리 개선방향

가. 공정관리 대상업종 확대방향

재해율이 높은 금속, 비금속광물, 기계 등의 업종에 공정안전관리제도와 같이 체계적이고 종합적인 안전관리제도를 도입하여 실시하면 재해감소에 크게 기여할 것으로 기대된다.

설문조사결과 공정안전관리에 필요한 요소를 이미 수행하고 있는 사업장이 많은 것으로 나타났다. 제조업에서 공정안전관리에 대한 준비가 어느정도 되어 있음을 의미한다. 따라서 공정안전관리 적용대상 사업장을 제조업종에 점진적으로 확대 실시하여도 크게 무리 없을 것으로 예측된다. 이를 위해서는 자발적인 실시가 이루어지도록 하는 유인장치 등이 필요하다.

나. 제조업종에 적합한 공정안전관리 모형 개발

(1) 화학산업외의 제조업에 적합한 위험분석기법 개발

기계공업 등의 위험요인을 공정변수나 이탈(Deviation)로 하면 HAZOP기법을 기계공업 등의 위험성 평가기법으로 활용할 수 있다. 따라서 HAZOP기법을 기계공업 등에 활용할 수 있도록 변형하여 위험성 평가기법으로 제시하였다.

(2) 제조업종에 적합한 공정안전관리 모델 제시

현행 공정안전관리 모델을 기본으로 하여 관리요소중 공정안전정보, 공정위험분석, 안전운전절차 등을 수정·보완하여 기계공업 등 제조업에 적합한 공정안전관리 모델을 제시하였다.

차 례

제 1 장 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 목적	2
3. 연구 기간	2
4. 연구방법 및 범위	3
가. 연구방법	3
나. 연구범위	3
다. 연구내용	3
제 2 장 제조업종의 산업재해와 공정위험 요소	5
1. 제조업의 산업재해 현황	5
가. 재해발생 현황	5
나. 산업재해 사고원인별 분석	9
2. 제조업 생산공정분석 및 위험요소	17
가. 자동차공업의 생산공정	18
나. 공정별 작업공정도 및 유해·위험요인	20
다. 금속공업	37
라. 기계공업	41
제 3 장 위험성 제조업종의 평가적용실태 및 분석 고찰	53
1. 설문 실태조사	53
가. 목 적	53
나. 실시방법	53

2. 설문실태 분석 및 고찰	55
가. 설문(1) 분석	55
나. 설문(2) 분석	61
3. 제조업 공정안전관리의 당면문제	120
가. 제조업의 산업재해 발생현황 및 안전관리의 당면과제	120
나. 제조업의 안전관리 현황 및 당면과제	123
 제 4 장 제조업 위험성평가기법 당면과제 및 도입적용	127
1. 위험성 평가기법 특징과 종류	127
2. 적정 위험성 평가기법 선정조건 및 도입적용	134
가. 위험성 평가기법 분류 및 선정조건	134
나. 제조업에 Hazop기법의 도입 적용	141
3. 공정분석 및 공정위험특성 관리의 당면과제	147
가. 기계공업 공정분석상의 위험특성	147
나. 기계공업 등 공정위험관리의 당면과제	147
 제 5 장 제조업종의 위험분석기법 모델개발 및 도입 개선방향	153
1. 제조업종에 필요한 위험분석기법 개발	153
가. 기계공업 등 제조업을 위한 HAZOP Study	153
나. 기계공업 등에 필요한 정성적 위험성평가 기법 모델(MODEL)	161
2. 제조업종의 공정안전관리 모델 도입	163
3. 제조업 안전관리 개선방향	169
 제 6 장 결 론	177
참고 문헌	179
부 록	181

표 차 례

[표 2-1]	최근 10년간 국내 산업재해 중 제조업 재해현황	6
[표 2-2]	업종별 재해현황	6
[표 2-3]	제조업종의 최근 6년간 재해현황	8
[표 2-4]	제조업에서 발생한 산업재해 원인별 재해발생 현황('95년)	10
[표 2-5]	업종별 협착재해발생 현황('95년)	10
[표 2-6]	제조업 기인물별 재해발생 현황	11
[표 2-7]	제조업의 관리적 원인에 따른 재해발생 현황(기술적 원인)	12
[표 2-8]	제조업의 관리적 원인에 따른 재해발생 현황(교육적 원인)	12
[표 2-9]	제조업의 관리적 원인에 따른 재해발생 현황(작업관리상 원인) ..	12
[표 2-10]	불안전한 상태로 인한 재해('95년)	14
[표 2-11]	제조업 재해중 불안전한 행동('95년)	14
[표 2-12]	작업내용 및 과정('95년)	15
[표 2-13]	입사근속기간별 재해발생 현황('95년)	15
[표 3-1]	설문문항의 구성요소	54
[표 3-2]	설문조사 도구 항목	54
[표 3-3]	업종별 위험성 평가 도입현황	55
[표 3-4]	HAZOP 위험성평가 연구상황	56
[표 3-5]	위험성 평가 연구하게 된 배경	57
[표 3-6]	위험도 평가를 실시하지 않은 이유	57
[표 3-7]	PSM(위험성평가) 실시중인 사업장의 경우	58
[표 3-8]	위험성평가 도입 사용형식	59
[표 3-9]	소프트적인 안전대책	60

[표 3-10]	업종별 현황	61
[표 3-11]	규모별 현황	62
[표 3-12]	학력분포 현황	62
[표 3-13]	담당업무 분포	63
[표 3-14]	직급별 현황	63
[표 3-15]	공정안전관리의 정의 인지도 현황	64
[표 3-16]	취급 또는 저장할 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료비치여부 ...	66
[표 3-17]	유해·위험물질의 MSDS에 관한 자료목록 작성 및 활용현황 ...	67
[표 3-18]	유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료비치 상태	68
[표 3-19]	동력기계 또는 공정장치의 설비사양 자료 보유현황	70
[표 3-20]	각종 건물, 설비의 배치도에 대한 자료 보유상태	71
[표 3-21]	기계설비 배치도에 대한 자료 보유상태	72
[표 3-22]	안전운전지침서 보유 및 활용상태	73
[표 3-23]	운전방법을 알수 있는 공정도면 보유 및 활용상태	75
[표 3-24]	작업방법 또는 공정에 대한 설명서 활용상태	76
[표 3-25]	공정배관 및 계장도(P&ID) 보유 활용상태	77
[표 3-26]	공정흐름도(PFD : Process Flow Diagram) 보유 활용상태	78
[표 3-27]	전기단선도(배선도) 보유상태	80
[표 3-28]	방폭지역 구분도 보유 활용상태	81
[표 3-29]	전기접지 시설관리 상태	82
[표 3-30]	소방설비 배치도 보유상태	84
[표 3-31]	가스검지기 및 가스검지기 배치도 보유상태	85
[표 3-32]	국소배기장치(후트 덕트 등 환기장치)의 설치도 보유상태	86
[표 3-33]	세척·세안 시설, 안전보호장구 보관시설 설치상태	88
[표 3-34]	화재탐지기 및 경보설비에 대한 설비도 보유상태	89

[표 3-35]	위험설비, 안전설계에 대한 제작 및 설치관련 지침서 보유상태	91
[표 3-36]	환경관련 폐기물처리 지침서 보유현황	92
[표 3-37]	체크리스트를 이용한 설비나 공정등의 위험성평가 유무	93
[표 3-38]	체크리스트를 이용한 평가시기	95
[표 3-39]	설비 및 시설에 대한 안전성검토 실시현황	96
[표 3-40]	위험 및 작업성 검토(HAZOP)의 활용능력	97
[표 3-41]	사업장에서 체크리스트법, HAZOP기법외의 위험성평가 기법 활용 실시정도	99
[표 3-42]	기계·기구설비 등의 주요부분을 변경시 위험성평가 실시유무 ..	100
[표 3-43]	작업내용변경시 안전작업방법 교육	102
[표 3-44]	작업내용변경시 안전작업지시서 보유현황	103
[표 3-45]	안전작업 및 안전운전에 대한 지침서 보유현황	105
[표 3-46]	안전작업 허가제도 실시현황	106
[표 3-47]	협력업체 안전관리에 대한 절차수립 현황	108
[표 3-48]	교육계획 및 실행절차 수립현황	109
[표 3-49]	위험성 평가기법 등 전문안전교육 실시계획 현황	110
[표 3-50]	사고발생시 사고조사 실시현황	112
[표 3-51]	재해자 발생시 응급조치 계획수립 현황	113
[표 3-52]	비상조치계획 수립현황	115
[표 3-53]	안전에 대한 자체감사 실시현황	116
[표 3-54]	기계 및 설비 가동전 이상유무 점검지침서 보유현황	118
[표 3-55]	기계 및 설비 점검·검사·보수계획 및 유지관리지침서 보유현황	119
[표 4-1]	위험성 평가방법의 종류와 특징	131
[표 4-2]	위험성평가 기법 비교	136
[표 4-3]	체크리스트의 체크내용과 방식	137

[표 4-4]	위험성평가 체크리스트 비교	139
[표 4-5]	위험성 검토 순서	140
[표 4-6]	위험성 특징 계통적 기법	144
[표 4-7]	기계공업의 공정별 유해위험 요인	150
[표 4-8]	자동차 생산공정별 유해위험요인 분석	151
[표 5-1]	기계공업용 HAZOP의 Guide Word 정의	156
[표 5-2]	기계공정등의 변수(Parameter), 이탈(Deviation) 및 가능한 원인	157
[표 5-3]	절차(Sequence)관련 이탈	159
[표 5-4]	일반이탈	159
[표 5-5]	이탈 행렬표	160
[표 5-7]	HAZOP의 이탈로 쓰일 수 있는 유압프레스 안전점검표의 예	162

그림 차례

[그림 2-1]	최근 6년간 제조업종별 재해발생 경향	7
[그림 2-2]	자동차 생산공정	19
[그림 2-3]	철강의 제조공정	38
[그림 2-4]	기계공업 관련 제조업	41
[그림 2-5]	기계제작 공정	42
[그림 2-6]	주조공정	43
[그림 3-1]	공정안전관리의 정의 인지도 현황	65
[그림 3-2]	취급 또는 저장할 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료비치여부 ..	66
[그림 3-3]	유해·위험물질의 MSDS에 관한 자료목록 작성 및 활용현황	67
[그림 3-4]	유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료비치 상태	68
[그림 3-5]	동력기계 또는 공정장치의 설비사양 자료 보유현황	70
[그림 3-6]	각종 건물, 설비의 배치도에 대한 자료 보유상태	71
[그림 3-7]	기계설비 배치도에 대한 자료 보유상태	72
[그림 3-8]	안전운전지침서 보유 및 활용상태	73
[그림 3-9]	운전방법을 알 수 있는 공정도면 보유 및 활용상태	75
[그림 3-10]	작업방법 또는 공정에 대한 설명서 활용상태	76
[그림 3-11]	공정배관 및 계장도(P&ID) 보유 활용상태	77
[그림 3-12]	공정흐름도(PFD : Process Flow Diagram) 보유 활용상태	78
[그림 3-13]	전기단선도(배선도) 보유상태	80
[그림 3-14]	방폭지역 구분도 보유 활용상태	81
[그림 3-15]	전기접지 시설관리 상태	82
[그림 3-16]	소방설비 배치도 보유상태	84

[그림 3-17]	가스검지기 및 가스검지기 배치도 보유상태	85
[그림 3-18]	국소배기장치(후트 덕트 등 환기장치)의 설치도 보유상태	86
[그림 3-19]	세척·세안시설, 안전보호장구 보관시설 설치상태	88
[그림 3-20]	화재탐지기 및 경보설비에 대한 설비도 보유상태	89
[그림 3-21]	위험설비, 안전설계에 대한 제작 및 설치관련 지침서 보유상태	90
[그림 3-22]	환경관련 폐기물처리 지침서 보유현황	92
[그림 3-23]	체크리스트를 이용한 설비나 공정등의 위험성평가 유무	93
[그림 3-24]	체크리스트를 이용한 평가시기	95
[그림 3-25]	설비 및 시설에 대한 안전성검토 실시현황	96
[그림 3-26]	위험 및 작업성 검토(HAZOP)의 활용능력	97
[그림 3-27]	사업장에서 체크리스트법, HAZOP기법외의 위험성평가 기법 활용 실시 정도	99
[그림 3-28]	기계·기구설비 등의 주요부분을 변경시 위험성평가 실시유무 ..	100
[그림 3-29]	작업내용변경시 안전작업방법 교육	102
[그림 3-30]	작업내용변경시 안전작업지시서 보유현황	103
[그림 3-31]	안전작업 및 안전운전에 대한 지침서 보유현황	105
[그림 3-32]	안전작업 허가제도 실시현황	106
[그림 3-33]	협력업체 안전관리에 대한 절차수립 현황	108
[그림 3-34]	교육계획 및 실행절차 수립현황	109
[그림 3-35]	위험성 평가기법 등 전문안전교육 실시계획 현황	110
[그림 3-36]	사고발생시 사고조사 실시현황	112
[그림 3-37]	재해자 발생시 응급조치 계획수립 현황	113
[그림 3-38]	비상조치 계획수립 현황	115
[그림 3-39]	안전에 대한 자체감사 실시현황	116
[그림 3-40]	기계 및 설비가동전 이상유무 점검지침서 보유현황	118

[그림 3-41] 기계 및 설비 점검·검사·보수계획 및 유지관리지침서 보유현황	119
[그림 4-1] 안전해석에 사용하는 주된기법	134
[그림 4-2] HAZOP 기법 흐름도	143
[그림 4-3] 방재 사전평가 체계	145
[그림 4-4] 평가방법 선정 흐름도	146

제 1 장 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

지난 30년간 6차에 걸친 경제개발계획의 시행으로 경제규모가 커졌다. 이로 인한 생산시설은 보다 대형화되고 복잡·다양화 되어 생산현장의 위험성을 증가시켜 많은 산업재해를 초래하게 되었다.

노동부 산업재해통계에 의하면 '90년도부터 5년동안 제조업분야에서 발생한 사망재해자수는 3,252명이었고, 이를 원인별로 분류하면 인적원인이 48.5%, 설비적 원인이 28.5%, 기술적 원인이 23.0%순으로 나타났다.

제조업분야에서 사망재해가 증가하고 있음은 현재 실시되고 있는 무재해운동이나 위험예지훈련 등 가시적인 안전관리활동으로는 제조업분야의 안전관리에 한계가 있음을 의미한다. 즉, 제조업의 안전관리는 관리적 요인이나 교육적인 요인 등 개별적인 관리만으로는 효과가 없다. 따라서 제조업의 재해를 줄이기 위해서는 단순한 안전관리에서 벗어나서 공정중의 위험요소를 과학적으로 평가한 후 3E 대책을 복합적으로 세워 운영하는 종합안전관리 시스템이 절대 필요한 시점에 왔다.

종합적인 안전관리를 추진하기 위해서는 먼저 기술적인 공정위험성 평가가 적절하게 이루어져야 할 것이며, 평가에 참여하는 요원들의 치밀한 안전기술지식, 축적된 경험을 지니고 우수한 선진평가기법의 뒷받침이 있어야 한다.

1996. 1월부터 국내 화학업종을 대상으로 선진국의 공정안전관리(PSM)제도가 도입·실시되어 화학산업의 사고예방에 크게 기여하고 있다. 그러나 화학공장에 적용하는 PSM기법을 그대로 제조업종에 적용시키기는 어렵다. 일반 제조업의 생산공정은 화학공정의 생산공정과 현저한 차이가 있기 때문이다. 특히 제조업의 재해는 한가지 요인에 의해서 발생하기보다는 여러 가지 인적,물적,환경적 요인들의 조합에 의해서 발

생하는 경향이 많다.

따라서 제조업종에는 그에 적합한 위험성평가기법 모델을 개발하여 종합적인 안전관리를 실시해야 한다. 그러나 국내 제조업종에 적합한 위험성평가기법이 개발되지 못하여 화학공장에서 사용하는 위험성평가기법을 그대로 사용하기에는 제조업 특성에 어려운 점이 있는 실정이다.

이 기법중에 HAZOP기법은 구조적이고, 구체적인 일감을 제시하고, 위험을 찾도록 하는 유인체계가 갖추어져 있고, 참여 경쟁을 유발할 수 있는 Brain storming 기법을 활용하는 등의 장점을 갖고 있어, 공정의 위험을 찾아내는 정성적 기법으로 적합하다. 따라서 제조업종에 쉽게 적용할 수 있도록 HAZOP 기법을 연구하여 제조업에 알맞게 연구해야 할 필요성이 있다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 제조업의 산재특성, 공정의 위험특성, 현재 사용중인 위험성평가에 대한 조사·분석, 현행 안전관리실태 등의 안전활동을 평가하고 각종 위험성평가 이론을 실제로 적용하여 HAZOP기법을 제조업 특성에 적합하게 “제조업 위험성평가 기법”으로 발전시키기 위한 방향을 제시하고 현재 화학산업을 적용 대상으로 실시하고 있는 공정안전보고서 제도의 적용대상 업종을 비화학산업분야의 제조업종으로 확대 적용하여 제조업에서도 공정안전관리를 효과적으로 수행할 수 있는 방향과 이를 수행하기 위한 교육·훈련 방향 등을 함께 제시하므로서 효과있는 예방안전기술정착과 생산성향상에 기여할 수 있도록 유도하자는데 연구목적이 있다.

3. 연구 기간 : 1997. 1. 1 ~ 1997. 12. 31

4. 연구방법 및 범위

가. 연구방법

제조업종의 위험성평가 및 공정안전관리제도에 대한 인식과 도입에 필요한 준비자세 등의 문제점을 설문조사를 통해 실태를 알아보고 제조업종의 사고통계 자료분석으로 재해발생 경향과 요인을 파악하여 제조업종중 대상업종을 정하여 이에 대한 실사를 통해 현장의 공정분석, 작업분석등을 통하여 공정별 위험요인을 찾아 HAZOP기법을 적용하여 제조업에 적합한 위험성 평가기법으로 확대 이용할 수 있는지를 결정하여 모델을 제시한다.

각종 위험성평가 기법의 이론적인 배경은 국내외 관계논문 및 참고문헌을 조사하여 제조업의 공정안전관리 타당성도 연구코져 한다.

나. 연구범위

제조업종의 산업재해분석, 제조업종의 안전관리현황 파악, 제조업의 공정위험 특성을 파악하여 국내 공정안전관리 적용 대상업종의 확대방향 및 제조업 공정위험성평가 기법 개발 방향을 제시한다.

다. 연구내용

(1) 제조업종의 산업재해발생 현황 및 경향분석

과거 10년간 제조업종의 산업재해통계를 요인별로 분석하여 제조업에 적합한 위험성평가 기법 결정을 위한 참고자료를 수집한다.

(2) 연구대상의 제조업종 선정 및 방문

재해분석을 통하여 제조업종중 가장 사고율이 높은 제조업종을 연구대상 사업장으로 임의 선정하여 사업장을 직접 방문하거나 설문조사등을 실시하여 정보를 수집한다.

(3) 공정분석 및 작업분석

선정된 제조업종의 협조를 얻어 위험이 가장 큰 공정을 대상으로 공정별 위험요인을 분석한다.

(4) 제조업종에 적합한 위험성평가기법 개발

제조업종에 적합한 Guide Word 및 Parameter, Deviation을 HAZOP 기법에 응용하여 제조업에 적합한 위험성평가 기법을 개발한다.

(5) PSM제도 효율성조사 및 개선모델 개발

중소규모 사업장에 효율적으로 적용할 수 있는 공정안전관리제도의 문제점 조사분석 및 개선방향 탐구와 모델을 개발한다.

(6) 제조업종에 적합한 위험성평가 및 공정안전관리제도와 그 방향 모델 제시

위의 여러 가지 사항의 연구를 통하여 중소기업 제조업종에 적합한 위험성평가 기법 및 공정안전관리 적용 대상업종 확대방향과 그 모델을 제시한다.

제 2 장 제조업종의 산업재해와 공정위험 요소

1. 제조업의 산업재해 현황

가. 재해발생 현황

(1) 최근 10년간 제조업종의 산업재해 경향

최근 10년간(1986~1995년) 국내 산업재해 통계에 의하면 [표 2-1]과 같이 국내 전 산업에서 발생한 총재해자수 1,183,907명 중 제조업종에서 발생한 재해자수는 614,487명으로 전체 재해자의 51.9%를 차지하고 있다.

'86년부터 '88년까지 제조업의 총 재해자수가 증가하다가 '89년부터 크게 감소하여 '95년에는 '88년 재해자 수의 43.3%(36,228/83,705×100) 수준으로 감소하였다. '90년까지는 전체산업에 대한 제조업 재해의 재해비율이 50%를 상회하였으나 '91년 이후에는 44~47%수준으로 제조업종의 재해비율이 전 산업에 비하여 감소하였다.

(2) 업종별 재해현황

'95년도 '96년도 업종별 재해현황은 [표 2-2]와 같다. [표 2-2]에 의하면 '95년도 전 업종에 대한 제조업종의 근로자수 비는 38.8%(3,066,431/7,893,727×100)이고, 전 산업에 대한 재해자수 비는 46.4%(36,228/78,034×100)이고, 재해율은 광업, 운수창고, 통신업보다는 낮으나 제조업종이 전 산업 평균재해율보다 높게 나타났다.

'95년도 재해통계를 '96년도와 비교하여 보면, '96년도의 재해율이 대체적으로 감소되었는데 제조업 재해율 감소 폭이 타 업종에 비하여 비교적 낮게 나타났다.

[표 2-1] 최근 10년간 국내 산업재해 중 제조업 재해현황

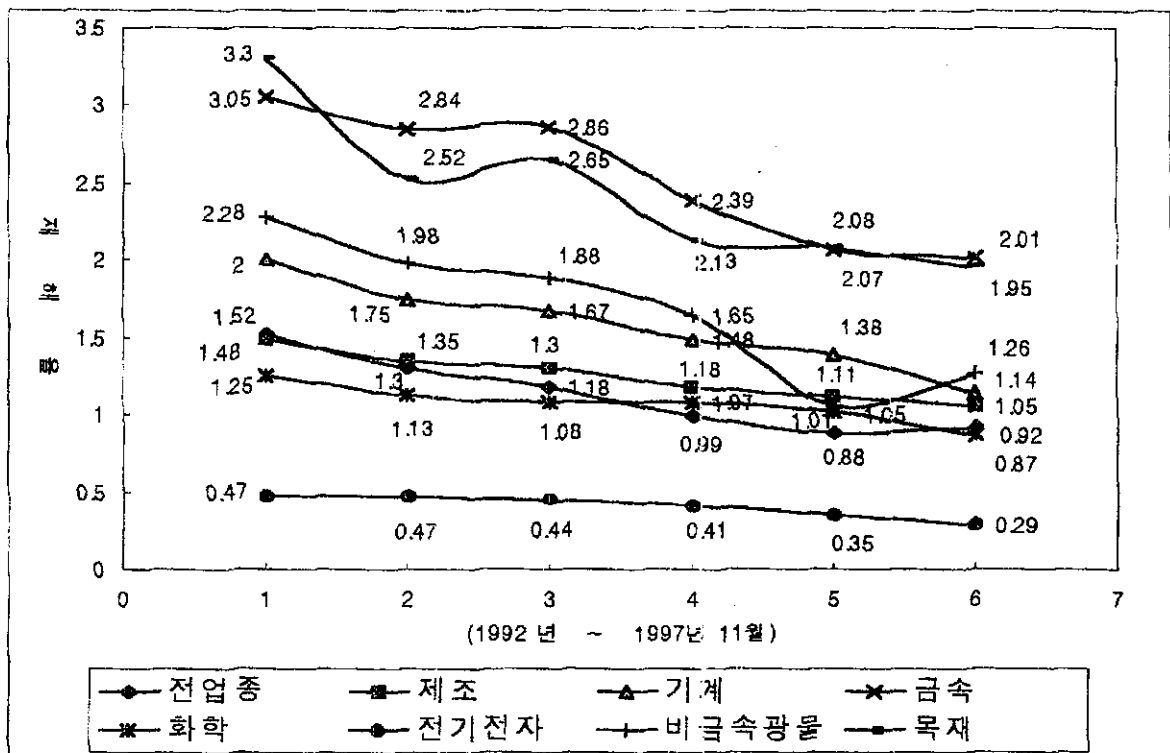
년 도	전체 산업 재해자수 (명)	제조업 총 재해자수 (명)	비율(%)
86	142,088	79,811	56.2
87	142,596	80,795	56.6
88	142,329	83,705	58.8
89	134,127	75,820	56.6
90	132,893	68,869	51.8
91	128,169	60,243	47.0
92	107,435	47,624	44.3
93	90,288	41,355	45.8
94	85,948	40,037	46.6
95	78,034	36,228	46.4
계	1,183,907	614,487	51.9

[표 2-2] 업종별 재해현황

구 분	95 년			96 년			증 감 (%)
	근로자수	재해자수	재해율 (%)	근로자수	재해자수	재해율 (%)	
전업종	7,893,727	78,034	0.99	8,156,894	71,548	0.88	11.11
제조업	3,066,431	36,228	1.18	2,908,099	32,805	1.13	4.23
건설업	2,240,990	22,542	1.01	2,453,923	19,785	0.81	19.8
광 업	35,291	1,889	5.35	30,944	1,509	4.86	9.16
전기·가스· 수도업	49,419	140	0.28	58,602	134	0.23	17.56
운수·창고· 통신업	715,058	8,963	1.25	711,363	9,072	1.28	-2.4
기타산업	1,786,538	8,272	0.46	1,993,963	8,249	0.41	10.86

제조업종을 다시 세분하여 최근 6년간 산업재해 발생현황을 살펴보면 [표 2-3]과 같다.

[표 2-3]에 의하면 전 업종의 재해율은 '92년 1.52%에서 '93년 1.30%, '94년 1.18%, '95년 0.99%, '96년 0.88%, '97년 11월 0.92%로 꾸준한 감소를 나타내고 있고, 모든 산업이 정도의 차이는 있으나 대체적으로 '97년으로 갈수록 재해가 감소하고 있다. 제조업의 각 업종중 일부업종에 대한 재해 감소경향을 그래프로 나타내면 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] 최근 6년간 제조업종별 재해발생 경향

[표 2-3] 제조업종의 최근 6년간 재해현황

연도		97년(11월안전 공단 전산자료)	96년(안전공 단 전산자료)	95년	94년	93년	92년
업종	근로자	6,777,758	8,156,894	7,893,727	7,273,132	6,942,527	7,058,704
	재해자	62,630	71,548	78,034	85,948	90,288	107,435
전업종	재해율	0.92(%)	0.88(%)	0.99(%)	1.18(%)	1.30(%)	1.52(%)
	근로자	2,419,223	2,912,933	3,066,431	3,084,827	3,066,846	3,225,717
	재해자	25,398	32,318	36,228	40,037	41,355	47,624
제조업	재해율	1.05(%)	1.11(%)	1.18(%)	1.30(%)	1.35(%)	1.48(%)
	근로자	473,822	484,125	652,391	620,985	567,646	572,782
	재해자	5,422	6,668	9,627	10,342	6,917	11,434
기계	재해율	1.14(%)	1.38(%)	1.48(%)	1.67(%)	1.75(%)	2.0(%)
	근로자	288,425	297,799	304,241	285,203	300,887	313,917
	재해자	5,820	6,161	7,279	8,168	8,549	9,571
금속	재해율	2.01(%)	2.07(%)	2.39(%)	2.86(%)	2.84(%)	3.05(%)
	근로자	317,896	326,773	349,943	408,130	405,163	445,896
	재해자	2,784	3,295	3,732	4,407	4,598	5,576
화학	재해율	0.87(%)	1.01(%)	1.07(%)	1.08(%)	1.13(%)	1.25(%)
	근로자	479,445	484,541	468,012	458,792	464,251	488,727
	재해자	1,380	1,717	1,902	2,030	2,161	2,289
전기전자	재해율	0.29(%)	0.35(%)	0.41(%)	0.44(%)	0.47(%)	0.47(%)
	근로자	128,905	192,125	137,955	139,237	139,986	141,201
	재해자	1,629	2,023	2,279	2,614	2,774	3,221
바금속광물	재해율	1.26(%)	1.05(%)	1.65(%)	1.88(%)	1.98(%)	2.28(%)
	근로자	188,768	196,926	219,422	221,175	208,336	216,768
	재해자	1,614	2,040	2,123	2,376	2,478	2,829
식품	재해율	0.86(%)	1.04(%)	0.97(%)	1.07(%)	1.19(%)	1.31(%)
	근로자	348,365	204,115	475,297	520,341	527,253	599,560
	재해자	1,997	761	3,026	3,242	3,825	4,270
섬유	재해율	0.57(%)	0.37(%)	0.64(%)	0.62(%)	0.73(%)	0.71(%)
	근로자	80,658	86,190	98,552	95,206	115,046	104,573
	재해자	1,569	1,789	2,099	2,522	2,903	3,447
목재	재해율	1.95(%)	2.08(%)	2.13(%)	2.65(%)	2.52(%)	3.30(%)
	근로자	110,208	108,521	135,715	108,736	107,878	100,632
	재해자	452	442	660	724	798	911
인쇄	재해율	0.41(%)	0.41(%)	0.49(%)	0.67(%)	0.74(%)	0.91(%)

('92~'95년 : 노동부 통계발표, '96년말, 97년11월 한국산업안전공단 전산자료)

[그림 2-1]에서 재해율이 가장 크게 감소한 업종은 비금속광물이고 가장 완만한 감소율을 보인 것은 전기·전자업종이다.

공정안전관리제도가 실시된 해인 '96년도 재해율에 대한 '97년도(11월) 재해율로부터 재해감소율을 구하여 보면, 화공 13.9%, 비금속광물 -20%, 금속 0.03%, 전기·전자 17.1%, 기계 17.4%로 나타났다. 전기·전자업과 기계업종의 재해감소율은 화공관련 업종 재해 감소율보다 더 높고 금속이나 비금속광물의 경우 화학업종보다 큰 차이로 약간 감소하거나 오히려 증가하였다.

전기·전자업종 중 위험물질을 많이 사용하는 반도체분야와 전기·전자부품 제조 공정, 기계업종 중 도장, 주조공정 등은 PSM 적용대상 공정임을 감안하면 대체적으로 PSM 적용 대상업종은 재해가 크게 감소하였음을 알 수 있다. 이는 PSM제도 도입이 이 분야의 안전관리 향상 및 산재예방에 크게 기여하고 있음을 알 수 있다.

나. 산업재해 사고원인별 분석

(1) 제조업 산업재해의 원인별 발생현황

'95년 제조업에서 발생한 산업재해원인을 분석하면 [표 2-4], [표 2-5]와 같다. [표 2-4]에 의하면 제조업에서 발생한 산업재해의 원인을 분석하면, 협착이 73.7%, 추락 7.0%, 낙하·비레 3.1%로 나타나 제조업 재해중 협착재해가 차지하는 비중이 매우 높음을 알 수 있다.

또한 제조업 재해중 73.7%를 차지하고 있는 협착재해를 업종별로 구분하면 [표 2-5]와 같다. [표 2-5]에 의하면 제조업에서 발생한 협착재해(총 1,466건)중 기계와 금속 관련 재해건수가 65.7%로 가장 높은 분포를 나타내고 있고, 다음은 화학 8.1%, 전기·전자 6.0%, 목재 4.9%, 비금속광물 2.5%순이다.

[표 2-4] 제조업에서 발생한 산업재해 원인별 재해발생 현황('95년)

유형 도수	추 락	전 도	충 돌	낙하 비례	붕괴 도괴
1,990 (100%)	139 (7.0)	28 (1.4)	35 (1.8)	62 (3.1)	7 (0.5)
	협 착	감 전	폭 발	파 열	화재
	1,466 (73.7)	36 (1.8)	21 (1.0)	25 (1.3)	32 (1.6)
	무리한 동작	이상온도접촉	유해물질접촉	기 타	
	40 (2.0)	22 (1.1)	16 (0.8)	61 (3.1)	

[표 2-5] 업종별 협착재해발생 현황('95년)

유형 도수	기계	금속	화학	전기·전자	비금속 광물	목재	기타
1,466 (100%)	414 (28.2)	550 (37.5)	119 (8.1)	88 (6.0)	34 (2.5)	73 (4.9)	188 (12.8)

(2) 제조업의 기인물별 재해발생 현황('95년)

제조업의 기인물별 재해발생 현황은 [표 2-6]과 같다. 이 표에 의하면 총 1,990건의 재해중 동력기계에 의한 재해가 1,374건(69%)으로 가장 많고, 다음은 동력크레인 114건(5.7%), 목재가공기계 108건(5.4%)으로 나타났다. 이는 제조업종의 재해는 동력기계에 의한 협착, 끼임, 말림 재해가 많음을 의미한다.

[표 2-6] 제조업 기인물별 재해발생 현황

유형 도수	동력기계	건설기계	목재가공기계	동력크레인	동력운반기
1,990 (100%)	1,374(69.0%)	7(0.35)	108(5.43)	114(5.73)	44(2.21)
	운반차량	압력용기	용접장치	화학설비	건조설비
	22(1.11)	13(0.65)	10(0.5)	7(0.35)	3(0.15)
	로 · 요 등	전기설비	인력기계용구	가설건축구조	유해 · 위험물
	4(0.2)	28(1.41)	5(0.25)	81(4.07)	44(2.21)
	재료	적재물	산업용 로봇	환경	기타
	36(1.81)	10(0.5)	1(0.05)	8(0.4)	71(3.57)

(3) 제조업의 관리적 원인별 재해발생 현황

제조업의 관리적 원인별 재해발생 현황은 [표 2-7]과 같이 기술적 원인에 의한 재해가 915건(45.98%), 교육적 원인에 의한 재해가 815건(40.95%), 작업관리상 원인에 의한 재해가 260건(13.07%)으로 나타났다.

기술적원인을 다시 세분하면 구조·기계장치설비 불량에 의한 재해가 447건(48.85%)이며, 생산방법의 부적당에 의한 재해가 235건(25.68%)으로 나타났다.

구조·기계장치설비 불량에 의한 재해는 기계·설비 등을 설계하여 설치할 때 사전에 공정위험분석 등 적절한 위험성평가를 실시하여 그 평가결과로 적절하게 대처하지 못하여서 발생한 것으로 판단된다.

생산방법의 부적절에 의한 재해는 공정에 관한 지식이나 기술 그리고 공정정보를 확보하여 근로자들에게 교육시키지 못하였기 때문에 발생한 것으로 보인다.

[표 2-7] 제조업의 관리적 원인에 따른 재해발생 현황(기술적 원인)

기술적 원 인	구조·기계장치 설비 불량	구조재료의 부적합	생산방법의 부적당	점검·정비 보존불량	기 타
915 (100%)	447 (48.85)	18 (1.97)	235 (25.68)	82 (8.96)	133 (14.52)

[표 2-8] 제조업의 관리적 원인에 따른 재해발생 현황(교육적 원인)

교육적 원 인	안전지식 부 족	안전수칙 오 해	경험훈련 미 숙	작업 방법 교육불충분	유해·위험작업 교육 불충분	기 타
815 (100%)	371 (45.52)	67 (8.22)	122 (14.97)	131 (16.07)	89 (10.92)	35 (4.29)

[표 2-9] 제조업의 관리적 원인에 따른 재해발생 현황(작업관리상 원인)

작업관리 상원인	안전관리 조직결함	작업수칙 미 제 정	작업준비 불 충 분	인원배치 부 적 당	작업지시 부 적 당	기 타
260 (100%)	14 (5.38)	17 (6.54)	75 (28.85)	15 (5.77)	44 (16.92)	95 (36.54)

점검이나 정비불량에 의한 사고는 유자격자로 하여금 적절한 점검기준을 설정하여 정확한 정비를 제대로 실시하지 못하였기 때문으로 판단된다.

교육적 원인을 세분하여 살펴보면 안전지식부족 371건(45.52%), 작업방법교육 불충분 131건(16.07%), 경험·훈련미숙 122건(14.97%), 유해·위험작업교육 불충분 89건(10.92%)으로 나타났다.

안전지식이 부족한 것은 기업구성원들에게 작업과 관련된 안전지식과 기술을 지속적으로 습득하고 반복적인 학습을 시키어 언제 어디서 무엇을 하거나 안전하게 작업하는 안전태도를 함양시키지 못하여 발생한 것으로 판단된다.

안전작업방법 교육 불충분으로 일어나는 사고는 작업을 시작할 때에 충분한 안전교육을 실시한 후 작업에 임하도록 하여야 하나 작업자가 부족하고 교육을 시킬만한 여건이 불충분하여 작업방법 등에 관한 교육을 실시하지 못하였거나, 형식적인 교육을 실시한 후 작업에 투입되기 때문이다.

경험이나 훈련미숙, 작업방법 교육 불충분에 의한 재해는 신규채용시 또는 작업내용 변경시 안전작업에 요령에 대한 충분한 훈련없이 작업에 투입하여 재해가 발생한 경우로 공정안전관리 기본요소 중 작업내용 변경시 교육, 변경요소관리, 안전운전지침 등을 제대로 수행하지 않고 작업에 임하기 때문에 발생한 것으로 보인다.

작업관리상 재해원인은 작업준비 불충분에 의한 재해가 75건(28.85%), 작업지시 부적당 44건(16.92%)으로 나타나 작업준비 불충분 및 작업지시 부적당에 의한 재해가 가장 높은 비중을 보이고 있다. 이는 작업전 안전점검 실시, 안전작업 및 안전운전 계획, 안전작업절차 수립, 작업전 안전작업 허가제도 등에 관한 관리가 부족하여 발생한 것으로 판단된다.

(4) 제조업 재해중 불안전한 상태에 의한 재해발생 현황

제조업 재해중 불안전한 상태에 의한 재해발생 현황은 [표 2-10]과 같다. 불안전한 상태에 의한 재해는 안전방호장치 결함에 의한 재해가 752건(37.79%)으로 가장 높은 비중을 보이고 있고, 그 다음은 물자체결함이 181건(9.1%), 물의 배치 및 작업장소 불량 130건(6.53%)으로 나타나 안전방호장치의 결함에 의한 재해가 차지하는 비중이 가장 높게 나타났다. 이는 안전방호장치의 설치 및 부착이 철저하지 못하였고, 위험성 평가 실시, 작업전 안전점검 및 시설보수 유지관리가 미흡함은 물론 안전방호장치의 성능을 확인하지 않았기 때문으로 판단된다.

[표 2-10] 불안정한 상태로 인한 재해('95년)

유형 도수	물자체 결 합	안전방호 장치결합	복 장 보호구 결 합	물의배치 및 작업장소 불 량	작업환경 결 합	생산 공정 결합	경계 표시 결합	기타
1,990 (100%)	181 (9.1)	752 (37.79)	42 (2.11)	130 (6.53)	71 (3.57)	69 (3.47)	24 (1.21)	721 (36.22)

(5) 제조업 재해중 불안전행동에 의한 재해발생 현황

제조업 재해중 불안정한 행동에 의한 재해발생 현황은 [표 2-11]과 같다. 이 표에 의하면 불안정한 행동에 기인된 재해는 작업자의 불안정한 자세동작으로 인한 경우가 502건(25.23%), 불안정한 상태방치 316건(15.88%), 위험장소 접근 221건(11.11%), 안전 장치 기능제거 217건(10.9%), 기계·기구의 잘못 사용이 213건(10.7%)으로 나타났다.

[표 2-11] 제조업 재해중 불안정한 행동('95년)

유형 도수	위험 장소 접근	안전 장치 기능 제거	복장 보호구 잘못 사용	기계· 기구의 잘못사 용	운전 중인 기계 장치 손질	불안 정한 속도 조작	유해· 위험물 취급 부주의	불안 정한 상태 방치	불안 정한 자세 동작	감독 연락 불충분	기타
1,990 (100%)	221 (11.11)	217 (10.9)	39 (1.96)	213 (10.7)	90 (4.52)	38 (1.91)	68 (3.42)	316 (15.88)	502 (25.23)	43 (2.16)	243 (12.21)

이는 체계적이고 실질적인 안전교육 및 안전훈련을 실시하지 못하여 불안정한 자세나 동작, 기계·기구의 잘못 사용, 위험장소 접근등의 원인과 불안정한 행동을 줄일 수 있는 안전활동을 실시하지 못하였기 때문에 발생한 것으로 추정된다.

(6) 제조업 재해중 작업내용 및 작업과정에 의한 재해발생 현상

제조업 재해중 작업내용 및 작업과정에 의한 재해발생 현황은 [표 2-12]과 같다. 작업내용 및 작업과정별 재해자수는 기계장치의 작동 또는 수리·보수작업 중 재해가 1,531건(76.9%), 원자재 및 물건의 취급작업시 재해가 256건(12.9%)으로 기계장치·설비의 작동중에 발생한 재해가 대부분이다. 이는 기계장치를 작동중 위험한 점검을 실시하거나 안전운전을 위한 순서나 운전절차 등을 철저히 이행하지 않았기 때문이라고 추정된다.

[표 2-12] 작업내용 및 과정('95년)

유형 도수	기계 장치 설비 작동	기계· 장비· 설비 수리 보수	원자재 물질의 취급	정전 활선 작업	건축 토목 공사	건축 구조물 수리 보수	운송 장비 조작 운전	사무 행정 판매	기타
1,990 (100%)	1,292 (64.92%)	239 (12.01)	256 (12.86)	13 (0.65)	9 (0.45)	28 (1.41)	39 (1.96)	1 (0.05)	113 (5.69)

(7) 제조업 재해중 입사근속기간별 재해발생 현황

제조업 재해중 입사근속기간별 재해발생 현황은 [표 2-13]과 같다.

[표 2-13] 입사근속기간별 재해발생 현황('95년)

유형 도수	6개월 미만	6개월 ~1년	1~2년	2~3년	3~4년	4~5년	5~10년	10년 이상
1,990 (100%)	969 (48.69)	245 (12.31)	250 (12.56)	132 (6.63)	103 (5.18)	72 (3.62)	134 (6.73)	85 (4.28)

입사 근속기간별 재해발생 현황은 1년미만의 재해가 1,214건(61%)으로 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 사업장내에서 신규 입사자 또는 작업내용 변경 근로자가 작업에 투입되기 전 충분한 교육 및 훈련을 실시하지 않기 때문에 발생하는 사고이다.

위의 제조업 재해경향을 요약하면 다음과 같다.

10년간 발생한 제조업종 재해의 재해원인을 근로자의 직종별로 분석해 보면 금속가공처리공의 재해자수가 가장 높고, 그 다음이 기계설비공 및 기계조립공, 수송장비 운전사, 방적공 및 그 관련자 순이다. 이를 사고내용별로 분류하면 작업장내에 사고가 가장 많고 그 다음이 건설현장 사고, 교통사고 순이다.

기인물별로 보면 동력기계에 의한 재해자수가 가장 많고 다음은 프레스 및 전단기, 건설기계, 가설건축, 적재물, 인력기계공구 순이다.

또한 작업내용별로 보면 기계장치 설비에 의하여 발생한 재해자수가 가장 많고, 다음은 원자재 취급, 기계설비 보수, 건축토목공사, 운수장비 조작의 순이며, 사고형태별로 보면 협착사고가 가장 많고 다음은 전도, 충돌, 낙하·비레, 무리한동작, 유해·위험물질접촉 순이다.

제조업종 중에서 재해자수가 가장 높은 업종은 금속제품제조업이고 그 다음은 기계기구제조업, 수송용 기계·기구점유업이 다음은 화학제품제조업 식료품제조업, 목제품제조업, 선박제조업 순이고, 상해종류별 재해자수는 골절이 가장 많고 타박상, 절상, 찰과상의 순이며, 상해부위는 손가락 부상이 가장 많고 다음은 손, 두부, 다리, 척추, 안면부의 순이다.

또한 제조업 재해원인중 기술적원인중에는 구조물장치 설비불량에 의한 재해가 가장 많고 점검·정비·보존 불량, 생산방법의 부적당이 그 다음 순이다.

교육적인 원인중에는 안전지식 불충분이 가장 높고, 작업방법 교육미숙, 경험미숙 등의 순이며 작업관리상 원인으로는 작업준비 불충분사고가 가장 높고 안전관리조직 결함이 그 다음으로 나타났다.

불안전한 상태에 의한 재해는 물의 배치 및 장소불량의 비율이 가장 높고, 다음은

물자체의 결함으로 나타났고, 불안정한 행동면에서 보면 불안정한 자세동작에 의한 사고가 가장 많고 다음은 기계·기구의 잘못 사용, 불안정한 상태방치 순이다.

위 산업사고의 원인분석 결과로 미루어 보면 국내 산업재해는 금속가공제품 관련업종의 금속가공처리공이 근무하는 작업장내에서 동력기계로 인한 협착위험이 가장 높고, 이에 의한 사고결과는 손가락 골절이나 부상이 가장 많은 것을 알수 있다. 그리고 이러한 사고의 가장 큰 원인으로는 구조물장치 설비불량, 안전지식 불충분, 작업준비 불충분 물의 배치 및 장소불량, 불안정한 자세 등을 들수 있다.

따라서 국내 산업사고예방을 위한 위험성 평가기법 개발 대상업종은 금속가공제품 관련 업종이나 기계조립업, 선박업종 등으로 하는 것이 바람직하다.

2. 제조업 생산공정분석 및 위험요소

제조업은 크게 1.금속공업, 2.기계공업, 3.전기공업, 4.전자공업, 5.화학공업, 6.자동차공업, 7.조선공업, 8.섬유공업, 9.식품공업, 10.요업공업, 11.항공공업, 12. 채공업 13.기타공업으로 분류할 수 있다.

제조업의 생산공정은 생산하려는 제품의 특성, 수량, 생산의 형태에 따라 아주 다르다. 생산의 형태는 크게 단속생산(Intermittent Production)과 연속생산(Continuous Production)으로 나눌 수 있다. 주문 가구제조업, 조선업, 산업용 기계제조업, 자동차수리, 맞춤의류와 같은 생산형태가 전자에 속하고 소품종 대량생산업종인 석유정제업, 화학공업, 자동차, 가전제품제조업과 같은 생산형태가 후자에 속한다.

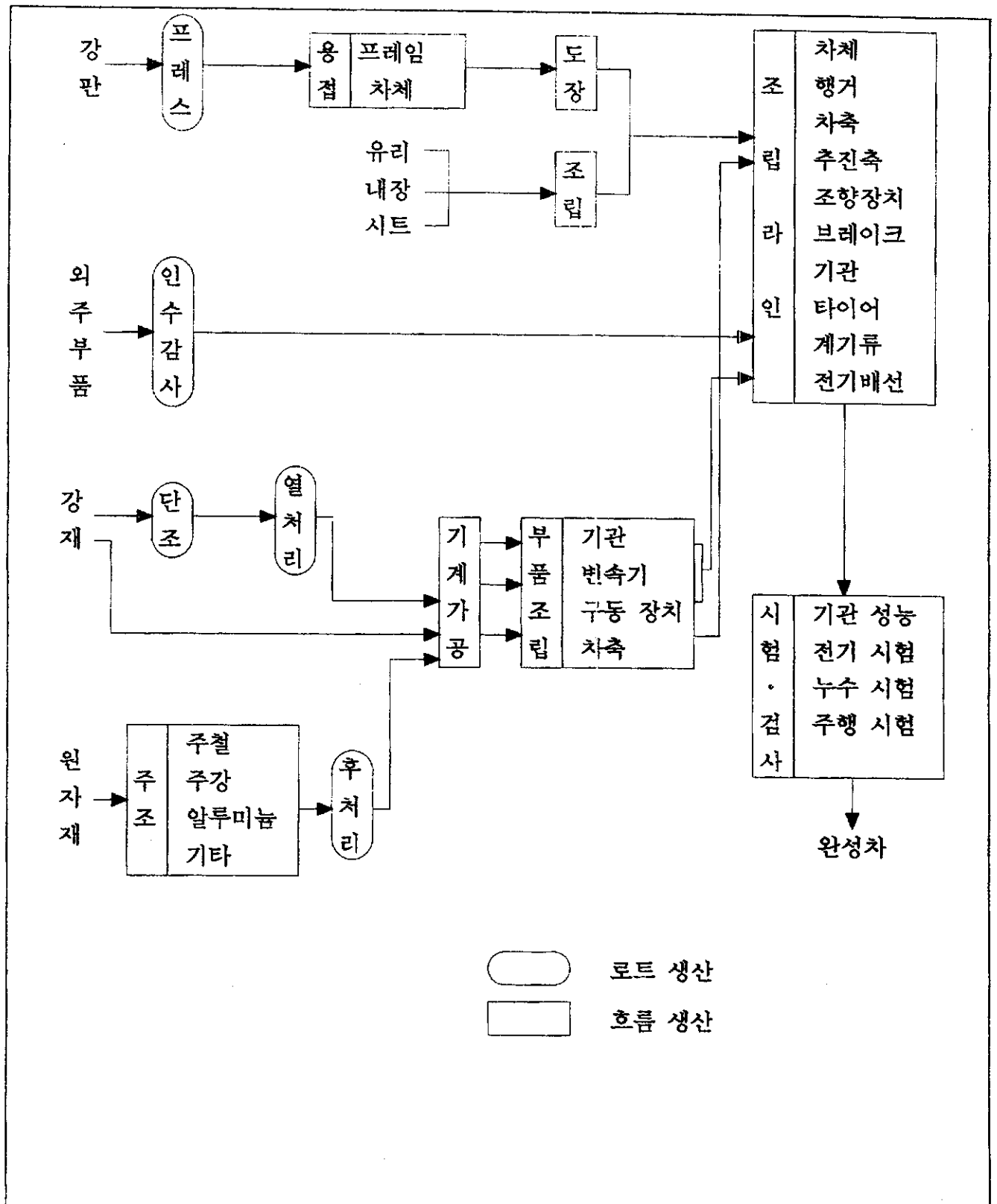
단속생산을 다시 세분하면 프로젝트 생산(미사일개발 등), 개별생산(선박, 특수공작기계 등), 로트생산(금속, 기계가공업, 주물, 의류, 도자기류 등)으로 나눌 수 있고, 연속생산인 경우에는 기계공업식 연속생산(TV, 라디오, 전구, 볼트, 너트, 자동차)과 장치산업적 연속생산(맥주, 유리, 제지, 시멘트, 비료, 석유)로 나눌 수 있다.

한 사업장에서 위의 어느 한 생산방식만을 적용하는 것이 아니다. 가령 자동차공장은 라인생산 방식을 취하고 있으나, 차체나 자동차문을 제작하는 프레스공정은 로트 생산방식을 취하고 있고, 수리공장은 개별생산 방식을 취하고 있어 복수의 생산방식을 채용한다고 볼수 있다.

이와 같이 제조업의 생산공정은 생산하려는 제품(업종)이나 생산형태에 따라 다양하기 때문에 우리 나라 제조업의 생산공정을 모두 분석하여 공정중에 존재하는 위험을 기술하기는 아주 어렵다. 그리하여 여기서는 복수의 생산방식으로 제조되는 자동차공업을 비롯하여 금속공업, 기계공업을 중심으로 이들의 생산공정 및 그 공정위험에 관하여 살펴 보려한다.

가. 자동차공업의 생산공정

자동차의 생산공정은 크게 나누면 [그림 2-2]과 같이 프레스공정에서 생산된 제품을 용접하여 프레임이나 차체를 만드는 공정, 주조나 단조를 통하여 만들어진 제품을 가공하여 기관, 변속기, 구동장치 또는 차축 등을 만드는 공정, 차체 등을 도장하는 도장 공정, 여러 가지 부품을 조립하는 조립공정, 여러 가지 성능시험을 실시하는 시험·검사 공정으로 나눌 수 있다.



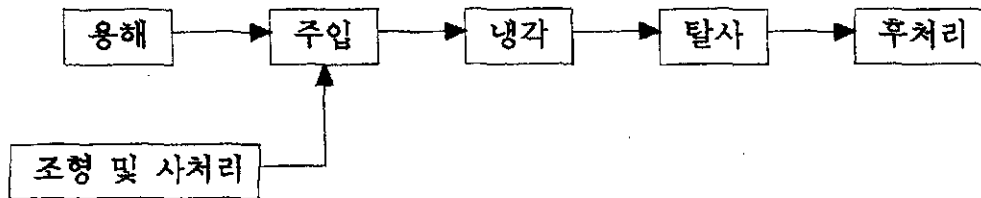
[그림 2-2] 자동차 생산공정

나. 공정별 작업공정도 및 유해·위험요인

자동차 제조공업의 여러 가지 공정의 작업공정 및 그 공정에 대한 유해·위험 요인을 열거하면 다음과 같다.

(1) 주조공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

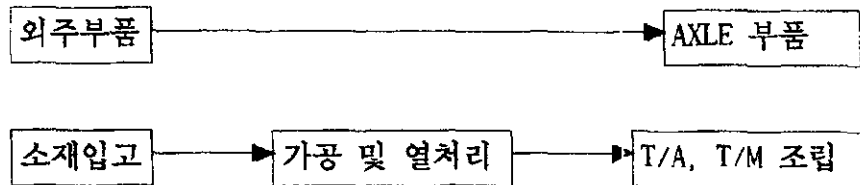


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유 해 요 인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
용 해	금속흙, 고온, 소음	수증기폭발, 고열물과 접촉, 용융물 비산	· 선철, 고철, 크롬 등 원부 재료를 용해로에 투입시 및 출탕작업시 용융물 비산 금속흙 및 고열접촉
조 형	분진, 암모니아, 아민류, 가스	분진 및 화학물질 접촉	· 중자사, Coated Sand를 이용하여 중자를 제조할 때 분진, 아민, 암모니아 등 가스발생
주 입	금속흙, 고열	주물 낙하	· 크레인을 이용 주물투입시 금속흙 및 고열에 폭로, 주물낙하, 주물접촉·충격
탈 사	분진, 소음	쇼트기 주물주입시 주물 낙하	· 냉각된 주물을 탈사처리하는 과정에서 분진, 소음발생, 주물낙하, 충돌, 협착, shotball 비산
후처리	분진, 소음, 유기용제	주물접촉	· 탈사된 주물을 그라인더 및 쇼트기를 이용 가공하는 과정에서 분진, 소음 발생, 도장기를 이용한 도장작업에서 유기용제에 폭로, 주물접촉
사처리	분진	주물을 크레인에 걸때 협착, 충돌 등	· Sand 저장 및 혼합작업시 분진발생

(2) 구동공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

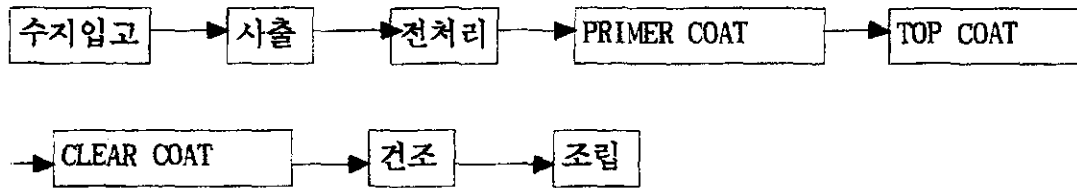


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
가공	오일미스트, 소음, 철분진, 아민류	가공중 절상, 협착, Trap	· 기어 등 가공중에 사용물질인 절삭유 비산에 의한 오일미스트가 발생되며 기기소음 및 연마작업에서 분진이 발생됨. 세척액에 함유된 아민류에 폭로될 우려있음, 절상, 협착 등
열처리	분진, CO	증량물 낙하, 화재	· Peening M/C, 쇼트기 등에서 철분진이 발생되며 열처리로에서 CO 등 유해가스 발생가능
조립	산소결핍 소음	절상, 협착	· 세척기 내부 유조수리시 (간헐) 산소결핍 우려있음 · 드릴링 작업, 임팩트 작업 등에서 소음발생, 협착, 절상

(3) 프라스틱공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

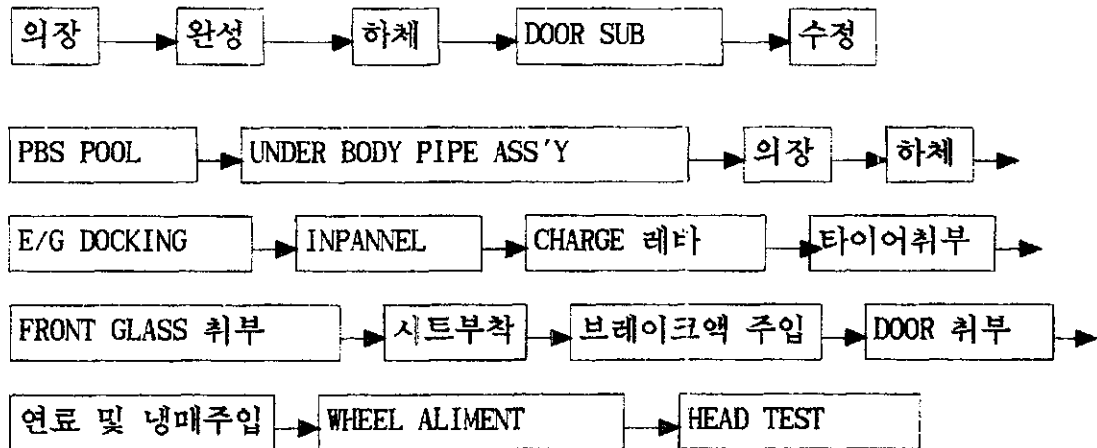


(나) 공정별 유해·위험

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
사출	분진·소음	회전체 접촉	· 분쇄기에서 폐사출품 분쇄시 소음 및 분진 발생
전처리	나프테졸	고열 접촉	· 전처리에 사용되는 탄화수소계 세척제인 나프테졸에 폭로가능
도장·건조	유기용제	화재·폭발	· 스프레이 도장작업 및 건조시 유기용제 증기발생, 화재 및 폭발

(4) 조립공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업 공정도



(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
전공정	소음	Body와 충돌	· BODY를 조립하는 공정에서 임팩트 렌치에 의한 소음발생
완성	유기용제	공구에 의한 부상	· Primer 도포과정에서 유기용제 증기 발생
수정	CO, NO _x , H.C	협착	· 완성차 수정작업중 자동차 연소 생성물인 CO, NO _x , H.C
조립 2반	소음	로봇 충돌 공구에 의한 부상	· 시트투입 로봇작업시 단속적으로 강렬한 Air 분출음이 발생하여 작업장으로 확산
조립 4반	NO ₂ , SO ₂	절상, 기타	· Repair 부서에서 자동차 연소가스로서 NO ₂ , SO ₂ 가 발생 가능함

(5) 경합금공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업 공정도

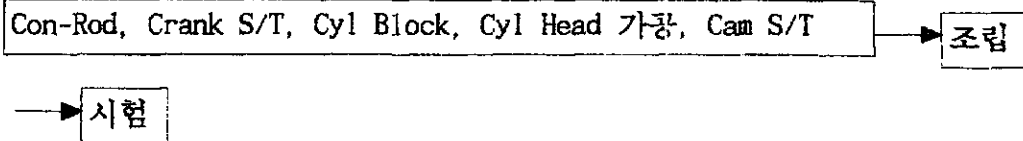


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해 요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
용 해	분진, 온열, 소음, Al, Fe, 중금속, CO, CO ₂ , SO ₂ 등	고열물 접촉, 수증기 폭발	· Al Ingot를 용해로에 투입, 용해시 Al흄등이 발생, 용해로 자체 국소배기시설로 제어하고 있으며, 슬러그 처리부에도 후드를 설치 발생가스 등을 제어하고 있음. 래들에열, 용해로 하부 Blower가동시 소음발생 및 출탕에열시 열적외선 발생으로 작업장 온열조건 형성
중 자	분진, R-NH ₂ , 소음, 온열, NH ₃ 등	고열물 접촉	· 중자조형기 상부 호퍼에 담겨진 중자사를 조형기 내부 금형에 투입하여 일정 온도로 성형한 후 반출하여 작업대 상부에서 사상처리시 분진, R-NH ₂ 및 온열 등이 발생되며 에어세척시 에어소음 발생
주 조	소음, 오일미스트, 온열, 분진, Al흄, 암모니아, R-NH ₂ 등	고열물 접촉, 수증기 폭발	· 주조는 HPD(고압주조) 및 LPD(저압주조)의 두 가지 방법으로 나누어지며 HPD는 다이캐스팅기에 용해된 Al 용탕을 로봇주걱으로 자동으로 금형부분에 투입, 일정온도에서 성형한 후 탈착 주조후 이형제 분무시 소음, Al흄 등이 발생되며 주조반제품 이송시 일부 마찰 소음발생. LPD주조는 중자 조형된 금형에 Al 용탕을 투입, 일정온도에서 성형한후 탈착시 분진, 온열, R-NH ₂
열처리 후처리	분진, 소음 등	공구부상 화상	· 주조된 반제품의 일정부분을 절단, 헤드의 결합부위를 티그(알곤) 용접처리하고 열처리로에 투입 530℃로 가열한 후 수냉, 180℃로 건조시킴. 탕구절단시 분진, 소음이 발생되나 탕구절단기 밀폐조치, 그라인드 등으로 수작업 후처리시 금속마찰 소음발생 및 용접작업시 금속흄 발생

(6) 가솔린엔진공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업 공정도



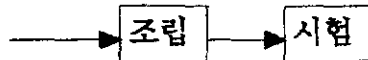
(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해 요인	위험 요인	작업내용 및 위험발생 가능성
가 공	오일미스트, 소음 등	공구접촉, 연마중 비산물, 줄량물 낙하 충돌	· 금속가공품을 황삭, 연마, 발란싱, 사상 등 가공기계로 가공작업시 소음, 오일미스트 등이 발생 · 발생원마다 국소배기후드 등을 설치하였으나 일부 미설치된 부분이 있으며 BP라인은 최신설비로 국소배기후드가 효율이 높은 밀폐형후드를 채택·적용하여 국소배기 효율을 높이고 있으나, PIII라인의 대부분 후드는 외부식 후드로 후드주변의 개방면이 많아 외부 방해기류의 영향으로 제어력이 미흡한 부분이 다수 있음 · 에어세척 등 세척시 발생소음이 높으며, 오일분사에 의한 분사소음도 작업장 소음 수준의 상승요인이 됨 · 착화시험시 소음 및 배기가스 등이 발생되나 방음부스 및 배기시설이 설치됨

(7) 디젤엔진공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

CYL-BLOCK, CRANK SHAFT, CYL-HEAD, CAM SHAFT, CON-ROD 가공

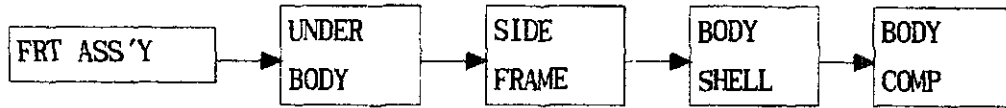


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
가 공	오일미스트, 소음 등	협착, 충돌, 무리한동작	· 디젤엔진부품을 황삭, 연마, 가공시 소음, 오일미스트, 분진 등이 발생되어 각 발생원에 국소배기시설을 설치하여 발생 미스트 등을 제어하고 있으나, 일부 후드의 위치, 거리, 형태 등의 부적정으로 적정 제어속도를 유지 못하는 부분등이 있으며, 오일분사 소음, 에어세척 소음 및 가공기계 구동소음 등이 소음발생원으로 방음조치가 미흡한 부분에선 고소음이 확산되어 작업장내 소음수준을 상승시키고 있음. - 그리고 협착, 충돌, 무리한동작 등을수반함.
시 험	소음, 배기 가스등	화재	· 착화시험시 엔진가공 소음이 높게 발생되며 배기가스가 발생되고 있으나, 방음부스 및 국소배기 시설이 설치되고, 화재발생의 위험이 있음.

(8) 차체 1부공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

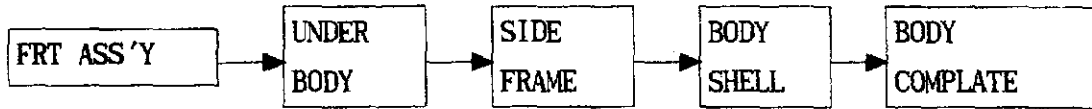


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험 요인	작업내용 및 위험발생 가능성
전공정 (용접)	용접흡 분 진 소 음	로봇접촉, 용접불통화재, Flxameo 등과 접촉, 전도, 충격	· 프레스부에서 이송된 소재를 이용하여 UNDER BODY 등 각종 부분을 로봇 CO₂ 용접기, MIG 용접기, SPOT 용접기, CO₂ 용접기 등을 이용 조립하는 공정임. · 대부분의 공정에서 로봇 용접을 실시하고 있으며, 부분적으로 작업자가 CO₂ 용접을 실시 · 용접부위 사상 및 샌딩시 소음 및 철분진이 발생 * 주요설비 - 로봇용접기 : 126EA - MIG 용접기 : 6EA(수동) - SPCT 용접기 : 500EA - CO₂ 용접기 : 10EA

(9) 차체 2부공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업 공정도

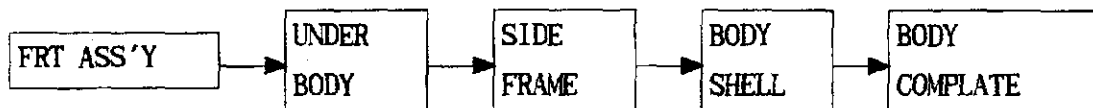


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
MIG W/D	용접흠	화재, 이상온도 접촉, 물림, 협착, 비래	· 차체의 MIG용접작업시 용접흠이 발생하고 화재 및 이상온도접촉 위험이 있음.
Front Door, Rear Door	사상분진		· Sand Grinder를 이용한 사상작업시 분진 발생 및 그라이더에의 물림, 협착, 비래 위 험이 있음
U/Body	소음		· U/Body 간접 OIL ST.DRAM LIFTER 가 동시 강렬한 Air 소음이 발생.

(10) 차체 3부공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

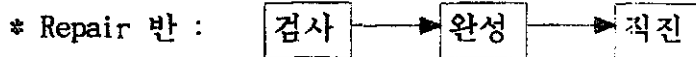
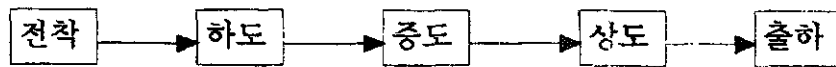


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해 요인	위험 요인	작업내용 및 위험발생 가능성
MIG W/D	사상 분진	물림, 협착 기타	· 차체의 MIG용접후 사상작업시 분진의 발생 및 물림, 협착 등의 위험이 있음.

(11) 도장 1부공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

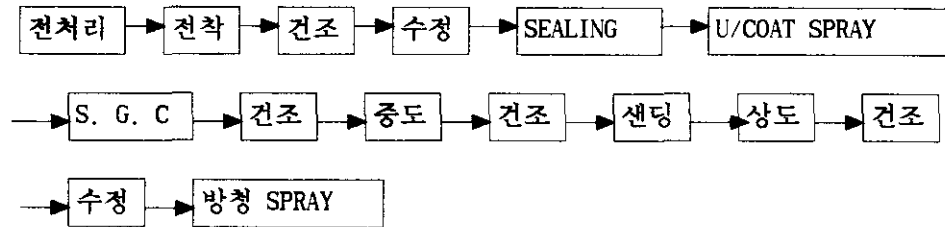


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
도 장	유기용제 소 음	협착, 충돌(로보 트, 도장체등), 전기적화재, 폭 발(정전기, 누전 등 충돌·충격 스파크 등) 감 전, 전도, 기타	· 도장1부는 전라인이 자동화 시스템으로 이루어져 있으며, 부분적 보수(Repair) 스프레이, 신나작업시 수작업을 실시하고 있음. · 도장 스프레이 작업시 근로자가 유기용제에 노출되고 있으나 근로자의 방독마스크 착용 실태가 미흡한 실정임. · 중도준비장 및 상도 도장공정에 설치된 에어 브레스트로 인한 소음이 발생하고 있으며, · G-Car도장 건물의 신축 및 도장1부의 건조로 배기구, 도장부스 배기구에서 발생하는 가스유입에 따른 문제가 제기됨. · 도장공정의 유기용제에 점화원이 존재시 화재·폭발 위험이 있음 · 로봇트 및 도장체의 이동과정에서 충돌 등의 위험성이 있음. · 바람의 도료 등에 의한 전도 등의 가능함

(12) 도장 2부공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도



(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
전착반 배합실	혼합유기용제	화재·폭발(정전기, 누전, 충돌·충격, 스파크), 협착, 충돌	· 배합작업 및 Sub Tank 교체작업 시 혼합유기용제 증기가 발생
Under Body Sealing	혼합유기용제 (신나)	돌(로봇, 도장체 등), 감전, 전도, 이상온도접촉, 기타	· 바닥청소 및 신나를 적신 청소용 걸레보관시 혼합유기용제 증기 발생
Under Coating, 중도, 상도	혼합유기용제		· 스프레이 도장작업시 혼합유기용제 증기발생
개선반	용접흄		· 용접작업시 용접흄이 발생 · 도장작업중 배기불충분시 · 유기용제에의 화재·폭발 가능성 · 도장작업중 로봇, 도장체 등에의 협착, 충돌위험 · 감전, 전도 위험성이 있음

(13) 프레스공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

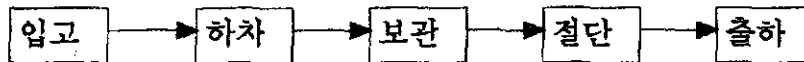


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해 요인	위험 요인	작업내용 및 위험발생 가능성
프레스	소음, 분진 (용접흙)	절단, 충돌, 요통 재해, 협착, 전도, 낙하, 비래, 무리 한 동작, 물림, 기타	· 1공장 8개 라인과 2공장 3개 라인으로 구성되어 있으며, 프레스부의 대표적 유해인자인 소음에 대한 근로자를 중심으로 한 관리적대책이 요구됨. · AS-5Line 1,000Ton Press 등에서 발생되는 압축공기 누기 및 자재의 마찰소음 등에 대한 공학적 대책수립이 요구되며, 개선반의 용접작업시 설치된 국소배기장치의 활용도가 미흡하여 설치효과를 보지 못하고 있는 실정임. · 프레스작업중 전도, 충돌, 협착 등의 위험이 있음.

(14) 원자재공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

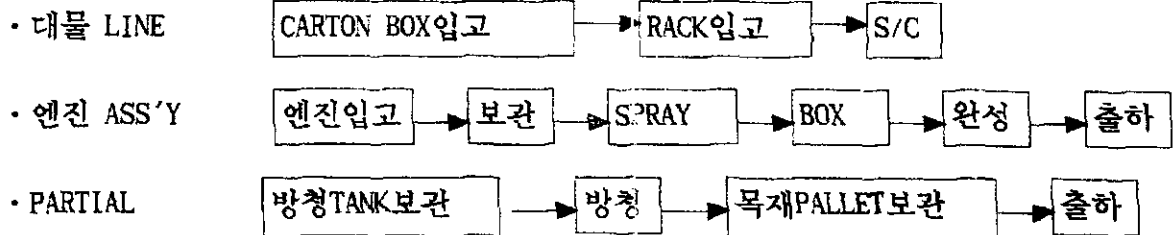


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
절단등	소 음	협착, 충돌, 전도, 추락, 낙하, 비래, 무리한동작, 물 림, 절단, 기타	· 강판을 입고하여 절단기에 장착, 자동 으로 절단하는 공정으로 Sumikura와 Sesco 절단기 2대로 절단작업시 구동모 터 소음, 동력전달부 금속마찰음, 금속 절단음 등이 작업장내 소음발생원으로 작용하고 있으며, '95. 하반기 작업환경 측정결과, 지게차 운전자의 소음폭로 수준이 허용기준을 상회하고 있음 · 절단작업중 협착, 절단, 충돌 등의 위험 이 있음.

(15) KD운영공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

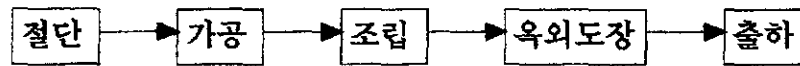


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
디핑방청라인	오일미스트	화재·폭발, 충돌, 감전, 전도, 낙하, 비래, 무리한동작, 물림, 절단 기타	· 부품의 디핑 방청작업시 오일미스트가 발생
스프레이방청라인	오일미스트		· 부품의 스프레이 방청작업시 오일미스트가 발생
사양개발실	목분진		· 목재가공용 둥근톱으로 목재가공시 목분진이 발생
			· 방청공정에서 전도 등의 가능성이 있음
			· 목재가공용 둥근톱에 의한 물림, 절단 등의 위험성이 있음

(16) 업무공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

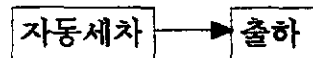


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
영선반	목재분진	협착, 화재, 충돌, 감전, 전도, 이상 온도접촉, 낙하,	· 목재가공용 기계작동시 목분진이 발생 및 물림, 협착, 절단 등의 위험이 있음.
영선반	용접흠	비래, 무리한동작, 물림, 절단 기타	· 용접작업장의 용접작업시 용접흠발생 및 감전, 이상온도접촉등의 위험이 있음.

(17) 출하지원공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도

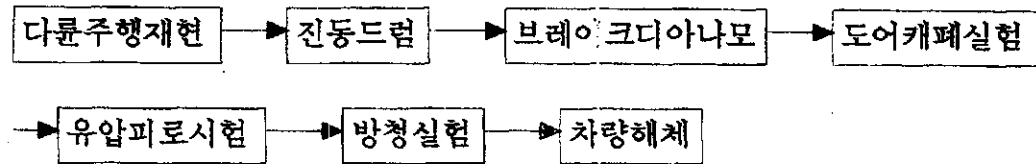


(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
부분도장 (Touch UP)	혼합유기용제	화재·폭발(정전기, 누전, 충돌, 충격스파크 등), 전도, 충돌, 기타	· 부분도장 작업시 혼합유기용제 증기가 발생 및 화재·폭발 등의 위험이 있음.

(18) 차량실험공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험 요인

(가) 작업공정도



(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
차량실험	소음	협착, 충돌, 파열, 전도, 낙하, 비래, 무리한 동작, 물림, 절단, 기타	· 차량실험부는 생산라인이 아니며 각 테스트장마다 별개로 실험이 이루어지고 있음. 현재 충돌실험부를 추가로 만들었으며, 테스트결과를 각각의 모니터룸에서 모니터링 되고 있고 실험중 협착, 충돌, 전도, 물림 등의 위험이 있음. · 방청실험실에서 차량해체작업(Tear Down)이 이루어지고 있고 5~8~EA/년의 해체작업이 이루어지고 있으며 15~20일/IEA이 소요된다. 해체작업시 마찰소음이 과다하게 발생되고 있으나 방청실험실과 사무실이 인접해 있어 비작업자에게는 고소음이 전파되고 있고, 협착, 전도, 낙하 등의 위험이 있음.

(19) F/A공정 작업공정도 및 공정별 유해·위험요인 발생실태

(가) 작업공정도



(나) 공정별 유해·위험 요인

공정명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
용 접	용 접	화재, 이상온도 접촉, 전도, 기 타	· CO₂용접 및 아크용접시 발생하는 용접흠 제거를 위해 설치된 이동식 집진기의 활용도가 저조하고 현재 착용하고 있는 방진마스크가 용접흠 전용마스크가 아닌 것을 착용하고 있고, 용접시 화재 및 이상온도접촉의 위험이 있음. * F/A부의 특성상 각 해당부서에 현장인원이 투입되어 작업하기 때문에 투입전 현장의 해당부서 작업환경(유해인자)을 파악하여 해당부서에 적절한 보호구지급이 요구됨.

다. 금속공업

금속공업은 중공업의 기초가 되는 철강공업과 철 이외의 구리, 납, 아연 등의 비철금속공업으로 구분된다. 또한 금속공업에는 금속의 광석 또는 정광을 환원, 용해하여 정련하는 금속제련과 여기에서 얻어진 금속원료를 주조하거나 가공하여 제품을 만드는 금속제품공업이 있다. 금속공업중 철강의 제조공정의 개요를 나타내면 [그림 2-3]과 같다.

(1) 철강의 제조과정

철의 제련은 철광석을 환원 용해하여 탄소량이 많이 함유되어 있는 선철을 제조하는 제선(製銑)과정, 선철에 고철을 혼합하고 강을 만드는 제강(製鋼)과정, 제강된 강괴를 판재나 봉 등 필요한 모양으로 만드는 압연(壓延)과정으로 이루어진다.

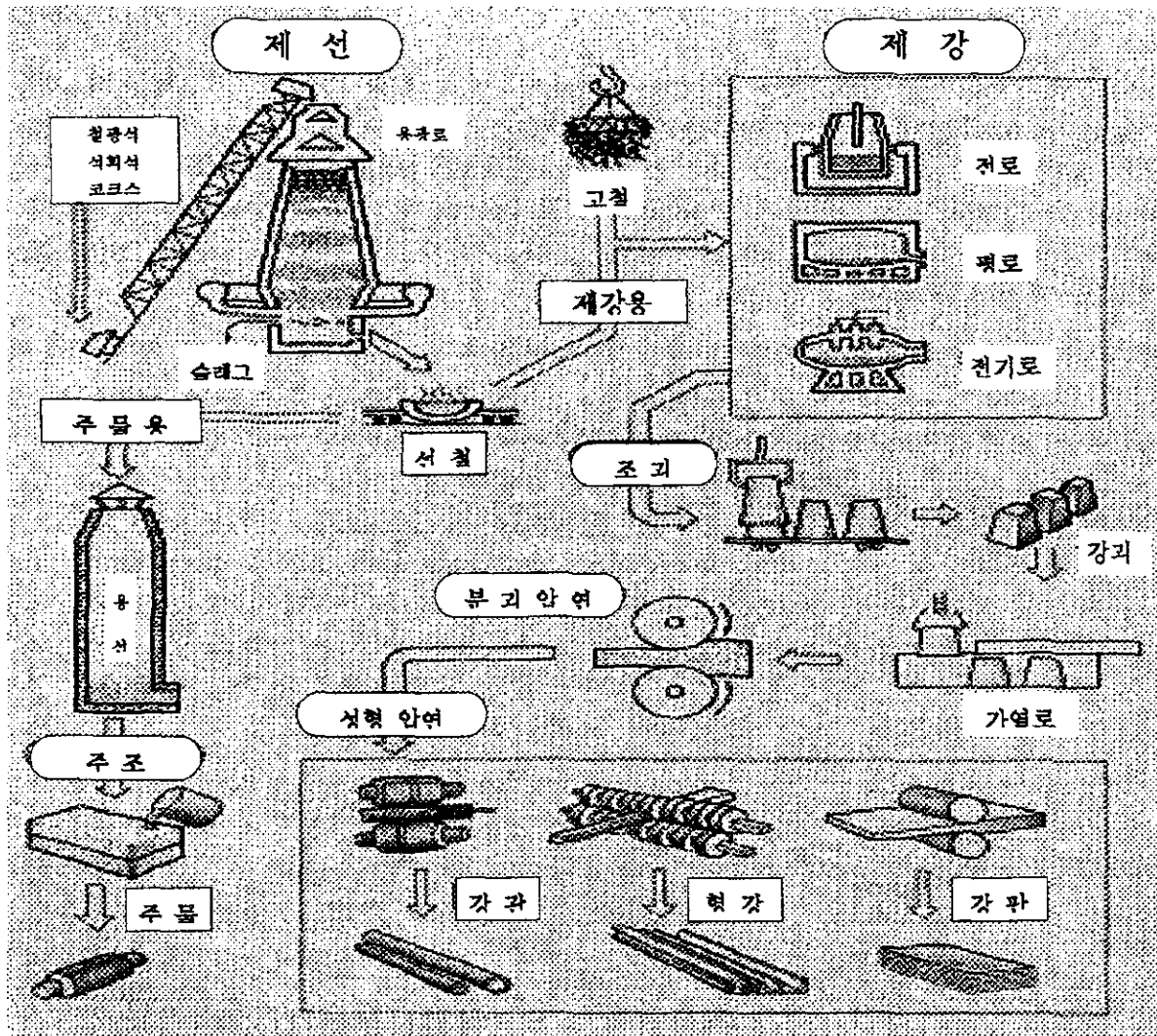
용광로에 철광석과 석회석, 코크스 등을 교대로 넣고 예열한 공기를 용광로 아래에서 불어넣으면 코크스가 연소하여 철광석 중의 산화철이 환원되어 용융상태의 철이 된다.

이때의 철은 코크스와 접촉하여 2.5~4.5%의 탄소를 함유하게 되는데 이것을 선철(pig iron)이라 하고 이것을 만드는 공정을 제선이라 한다.

노 안의 석회석이 분해되어 산화칼슘이 되고 이것이 광석의 암석 성분이나 이산화규소와 화합하여 규산칼슘으로 되어 용융철 위에 떠 있게 되는데 이를 슬래그(slag)라 한다.

선철의 불순물을 제거하고 탄소량을 알맞게 줄여 유용한 성질의 강을 얻기 위하여 제강로에 선철과 함께 고철을 넣고 산화제를 넣어 정련하는 공정을 제강이라 한다.

강괴를 가열하여 회전하는 롤사이에 넣고 압연시켜 판재, 봉재, 형재 등 여러 가지 강재로 만드는 공정을 열간압연이라 하고, 열간압연된 강재를 다시 가열하지 않고 상온에서 롤로 압연하는 공정을 압연이라 한다.



[그림 2-3 철강의 제조과정]

(2) 철강제조공정의 각 공정별 위해·위험요소

철강의 제조공정에는 용강로, 제강로, 용선로, 가열로 등 고열물질을 취급하는 고열로가 있고 이들 로에서 용융된 용해철을 이송하는 과정, 주조, 압연 등의 공정이 있다.

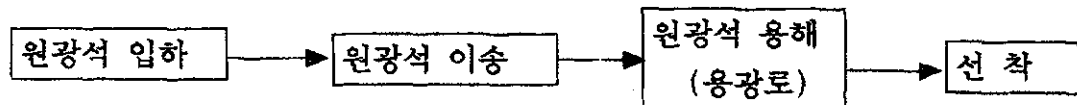
제강로 등 고열로에 고철이나 선철 등 원료를 투입할 때에는 쇳물 등 고열물이 튀거나 수분과 접촉할 때에 수증기 폭발을 가져올 우려가 있고, 고열과 접촉하여 화상을 입는 등의 위험이 있으며, 분진이 비산하거나 복사열에 의한 열상 등의 위험이 있다.

용광로나 제강로에 철광석이나 석회석 등 기타 원료를 투입할 때 승강기나 크레인 등의 기계를 사용하는 바 이들을 취급, 수리, 정비시 이들 기계와의 접촉이나 협착, 추락 등의 위험이 상존한다.

쇳물을 운반할 때에는 쇳물과 인체와의 접촉 위험, 빗물 등 습기와 접촉하여 수증기 폭발이 일어날 위험이 있다. 조괴나 강괴 등을 운반할 때 운반구나 이들 물체와 인체와의 접촉이나 충돌이 있을 수 있고, 압연공정에서의 압연기계와 협착이나 충돌, 강제와 접촉, 추락 등에 위험이 있다.

(가) 제선 공정

1) 작업공정 흐름도

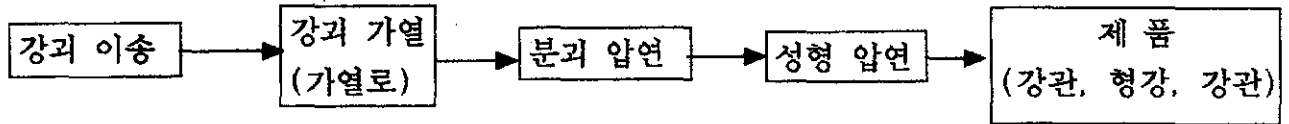


2) 공정별 유해·위험 요인

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
원광석 입하	분진비산, 소음	차량접촉 및 전도, 원자재(철광석, 석회석, 코크스) 접촉, 미끄러짐, 전도 등	· 철광석, 석회석 코크스 등을 차량이나 컨베이어 등을 이용하여 입하장에 하역
원광석 이송	분진, 소음	콘베이어와 접촉, 협착, 전도, 추락, 원광석 낙석 접촉, 공구와 접촉	· 콘베이어로 원광석(석회석, 철광석, 코크스)을 용광로로 이송하는 작업
용 광 로	분진, 고열 접촉	용융물 비산, 고열접촉, 슬래그 및 선철과 물접촉시 수증기 폭발, 용해로 정비시 로내작업위험	· 원광석을 가열하여 선철과 슬래그로 분리하는 공정

(나) 제강공정

1) 작업공정 흐름도

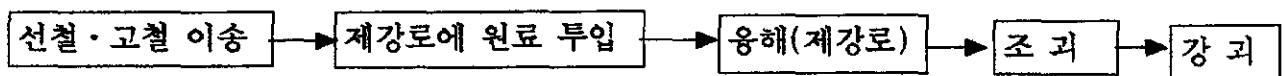


2) 공정별 유해·위험 요인

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
선철·고철이송 및 제강로원료 투입	열상, 소음, 분진	고열물접촉, 수증기 폭발, 고철하역시 중량물 낙하, 고철더미 붕괴, 크레인 작 업시 충돌, 협착	· 선철이나 고철 등을 하역장에 서 제강로로 이송하는 작업
용해(제강로)	고열에 의한 열상, 분진, 금속흄	용융물 비산, 수증기 폭발, 정비시 위험	· 제강로에서 선철이나 고철을 용융시키는 작업

(다) 압연 열간공정

1) 작업공정 흐름도



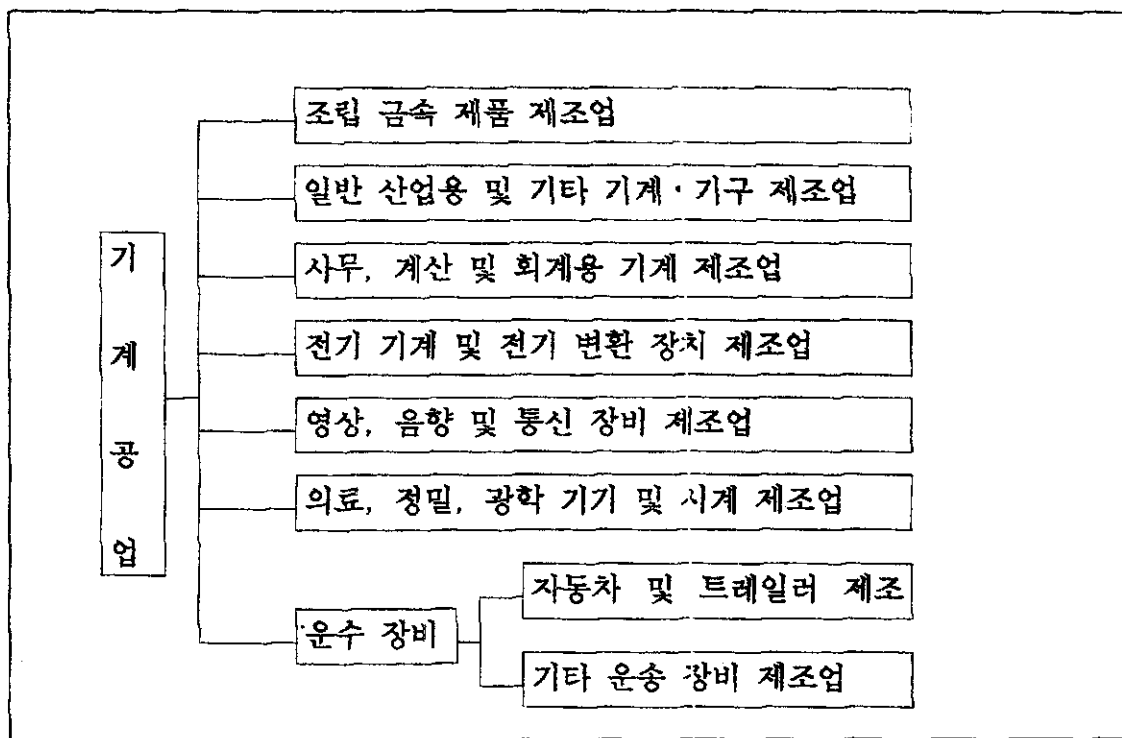
2) 공정별 유해·위험 요인

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
강괴 운반 및 가열(가열로)	고열, 분진, 소음, 금속흄	고온접촉, 수증기폭발, 수리시 전도·추락	· 강괴를 가열로에 이송하여 가열하 거나 고열철괴를 이송
압연	소음	고온접촉, 압연기에 협착, 콘베이어에서 전도, 충돌, 추락	· 가열된 철강 등을 압연기 등에 의 하여 강관이나 형강, 강판 등을 제 조

라. 기계공업

기계공업은 설계도에 따라서 부품을 만들고 이것을 조립하는 공업으로 금속공업, 화학공업, 전기·전자공업 등으로부터 자재와 부품을 공급받아 이를 가공·조립하여 산업기계, 자동차, 선박, 항공기 등을 비롯한 수송기계, 계측기나 과학기계와 같은 정밀기계 등을 생산한다.

기계공업은 생산되는 품종이 매우 다양하여 관련 제조업이 아주 많다. 이를 한국표준산업분류에 의하여 분류하면 [그림 2-4]와 같다.

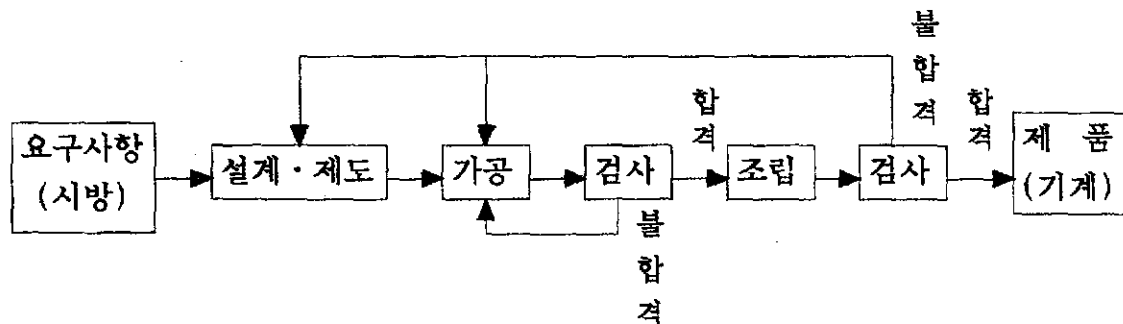


[그림 2-4] 기계공업 관련 제조업

(1) 기계제작 공정

기계공업에서 가장 중요한 것은 기계제작 공정이다. 기계를 제작하고자 할 때에는 용도와 목적에 맞는 구조, 모양, 기능, 크기, 가공방법 등을 고려하여 재료를 선택하고, 강도를 고려하여 각 부품의 치수를 결정하는 등의 구체적인 설계를 한 다음 이것을 도면으로 나타낸다. 그리고 설계도를 기초로 공장의 생산능력과 제품의 납기, 생산성 등을 고려하여 제작방법과 공정을 포함하는 생산계획을 세운다.

기계제작 공정은 제품의 종류, 크기, 공장의 규모 등에 따라 다를 수 있지만 일반적으로 [그림 2-5]과 같다.

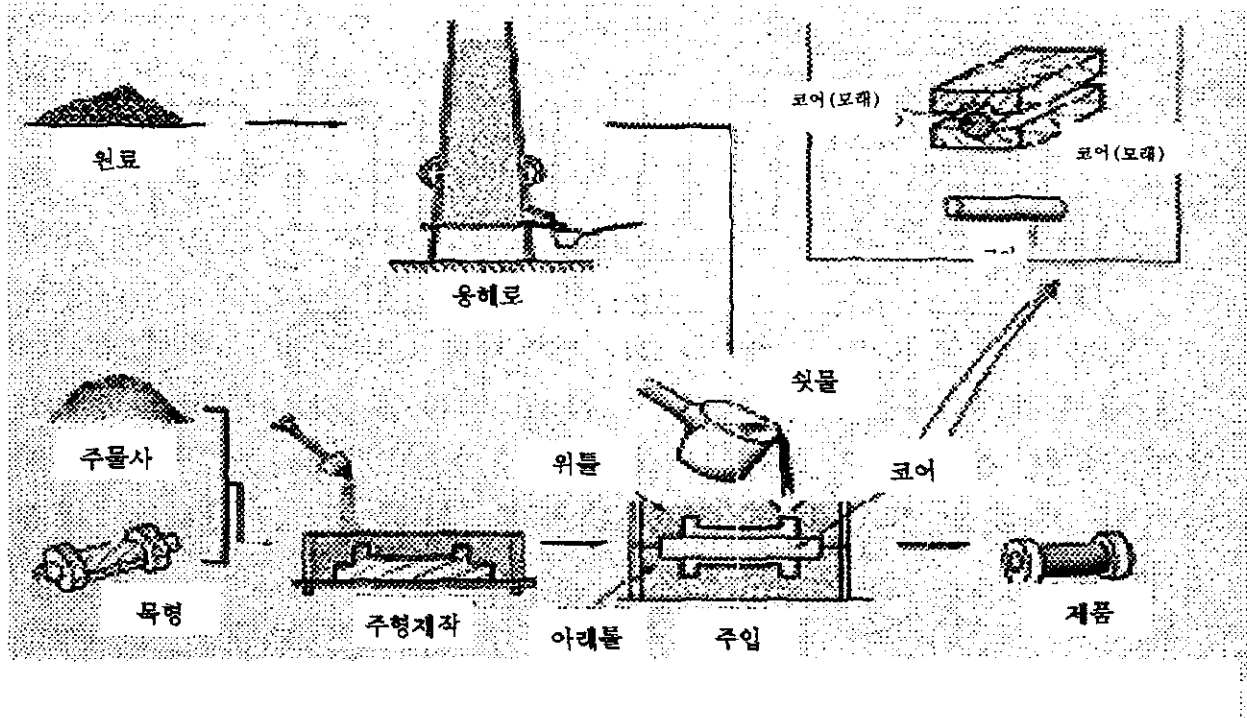


[그림 2-5] 기계제작 공정

기계제작 공정중에서 중요한 가공공정은 주조, 소성가공, 절삭가공, 용접 등이 있다.

1) 주조

주조(casting)는 주철, 구리합금, 알루미늄 합금등을 용해하고, 이것을 모래나 금속으로 만든 주형에 주입하여 주물을 만드는 공정으로 그 주요공정은 [그림 2-6]과 같다.



[그림 2-6] 주조공정

주조에는 조형작업에 필요한 원형제작, 주형을 만들기 위한 조형작업, 금속을 녹이는 용해작업, 쇳물을 주형에 부어넣는 주입작업, 주물을 손질하고 검사하는 작업 등이 필요하다.

2) 소성가공

금속에 탄성한계를 넘는 큰힘을 가하면 힘을 제거해도 원래모양으로 되돌아오지 않고 그대로 있는 즉, 소성변형을 일으킨다.

소성변형을 이용하는 소성 가공방법에는 단조(forging), 압연(rolling), 프레스 가공 등이 있다.

가) 단조

단조는 금속의 전성과 연성을 이용하는 가공방법으로서 소재를 적당한 온도로 가열하여 충격과 압력을 가하여 원하는 모양과 치수로 만드는 작업이며, 동시에 내부조직이나 기계적 성질을 향상시킨다.

종류에는 모루(anvil)와 망치 등으로 작업하는 자유단조와 단조금형을 이용하여 프레스로 작업하는 형단조가 있다.

나) 압연

압연가공은 회전하는 롤러사이에 재료를 통과시켜 판재, 선재, 형재 등을 만드는 가공 방법이다. 형재를 만드는 압연에는 홈이 파진 롤러를 이용한다.

압연의 종류에는 열간압연(hot rolling)과 냉간압연(cold rolling)이 있다. 이러한 압연은 판재 및 여러 가지 형재를 연속작업으로 만들 수 있기 때문에 비교적 생산능력이 크다.

다) 인발 및 압출

인발(drawing) 가공은 가는 선재나 판재를 정확한 치수로 만들기 위하여 테이퍼 구멍을 드로잉 다이(drawing die)를 통과시켜 잡아 당기면서 원하는 치수로 가공하는 방법이다.

압출(extruding) 가공은 황동, 구리, 알루미늄, 아연, 주석 등과 같은 재료를 실린더와 같은 컨테이너에 넣고 강한 압력으로 밀어내어 다이를 통과시켜 만드는 방법으로, 단면이 복잡하고 표면이 고운제품을 만들 수 있다.

압출방법에는 힘의 방향으로 압출되는 직접압출과 반대방향으로 압출되는 간접압출이 있다.

라) 전조

전조(form rolling)는 작은 나사나 기어 등과 같은 부품을 절삭하지 않고, 같은 형상을 가지는 전조 다이를 이용하여 제품을 대량으로 빠르게 만드는 방법이다.

마) 프레스 가공

프레스가공은 프레스를 이용하여 판재를 전단(shearing)하거나 또는 여러 가지 형을 사용하여 굽힘가공(bending), 이음매가 없는 용기를 성형하는 드로잉(drawing) 가공 등을 하는 기계 판금가공법이다. 이러한 프레스가공에는 정밀한 금형이 필요하게 되며, 프레스금형을 이용하면 정밀한 부품을 짧은 시간에 다량으로 만들 수 있다.

프레스 가공제품은 시계나 카메라 등의 작은 부품으로부터 주방용 가정용품과 같은 부품 및 자동차, 항공기 본체 등의 대형 부품에 이르기까지 매우 광범위하다.

3) 절삭가공

재료의 절삭성을 이용하여 공작물을 필요한 모양과 치수로 깎아내는 절삭가공에는 절삭공구와 공작기계가 필요하다. 절삭공구는 날을 가진 공구와 연삭숫돌 등을 이용하여 대표적인 공작기계는 다음과 같은 것들이 있다.

가) 선반

선반은 주축에 공작물을 고정하고 회전시키면서 공구대에 설치된 바이트를 이송하여 바깥지름 깎기나 나사깎기 등 작업을 한다.

나) 드릴링 머신

주축에 드릴을 고정하고 회전을 시키면서 공작물에 구멍을 뚫는 기계로 핸드 드릴, 탁상 드릴링 머신, 직접 드릴링 머신, 레이디얼 드릴링 머신 등이 있다.

다) 밀링 머신

여러 개의 날이 있는 밀링 커터를 회전시키고, 테이블에 고정된 공작물을 이송하여 평면깎기, 홈깎기 등 여러 가지 작업을 할 수 있는 기계로 그 종류로는 수직 밀링머신과 수평 밀링머신, 만능 밀링머신 및 수치제어 밀링머신 등이 있다.

라) 연삭기

고속회전하는 숫돌 바퀴의 예리한 숫돌입자로 공작물의 표면을 조금씩 절삭하는 기계로 열처리된 강이나 합금강과 같이 절삭하기 어려운 가공도 가능하며 거울면과 같이 매끄럽고 정밀하게 가공할 수 있다.

4) 용접

기계의 부품을 접합할 때 공작물을 녹여서 접합하는 방법으로 가스용접과 절단, 전기용접, 납땜 등이 있다.

(2) 기계공업의 일반적인 위험 특성

기계공업에서는 여러 가지의 공작기계와 공작물을 취급하는 바 이들 기계는 회전운동, 횡축운동, 왕복운동 등 운동에너지와 진동이나 부착 공구, 지그 등의 이탈, 가공 결합 등에 의한 위험 등이 있다.

기계설비에 의해 형성되는 위험점을 분류하면 다음과 같다.

(가) 협착점(Squeeze-point)

왕복운동하는 운동부와 고정부사이에 형성되는 위험점을 말한다. 사업장의 기계설비에서 많이 볼수 있으며, 이러한 위험점은 작업점이 지칭되기도 한다.

(나) 끼임점(Shear-point)

기계 비고정부분과 회전 또는 직선운동 부분이 함께 형성하는 위험점을 말한다. 이러한 것에는 연삭숫돌과 작업대, 교반기의 교반날개와 몸체사이, 반복동작되는 링크기구 등이 있다.

(다) 절단점(Cuttig-point)

절단점(Cuttig-point)이란 운동부분과 고정부분이 만드는 위험점이 아니고 회전하는 운동부분 자체의 운동하는 기계자체와의 위험이 형성되는 점을 말한다. 일반적인 예로써 밀링컷터, 등근톱날, 목공용 띠톱날부분 등이다.

(라) 물림점(Nip-point)

물림점(Nip-point)이란 회전하는 두 개의 회전축에 물려들어갈 위험성이 형성되는 것을 말한다. 이때 위험점이 발생하는 조건은 회전체가 서로 반대방향으로 맞물려 회전하는 경우이며 그 예로써 Gear물림 Roller회전 등이 있다.

(마) 회전물림점(Trapping-point)

회전하는 물체의 길이, 굵기, 속도 등의 불규칙 부위와 돌기 회전부위에 의해 장갑 및 작업복 등이 말려들 위험이 형성되는 점을 말한다. 예를 들면 회전하는 축(Shaft), 커플링(Coupling) 회전하는 판의 드릴(Drill) 등이 이에 해당된다.

이들에 의하여 일어나는 기계공업의 상해의 유형을 분류하면 다음과 같다.

① 함정(Trap)

기계의 운동에 의해서 트랩점(trapping point)이 발생할 가능성이 있다. 즉, 기계의 일반적인 작업점인 트랩의 위험성은 다음의 형태로 나타난다.

- ㉠ 손, 발 등이 들어가는 nip점(in-running nip point) 등의 트랩에 끼임
- ㉡ 손·발 등이 닫힘운동이나 이송운동에 의해 트랩 됨

② 충격(Impact)

운동하는 어떤 기계요소들과 사람이 부딪혀 그 요소의 운동에너지에 의해 사고가 일어날 가능성이 있다.

- ㉢ 고정된 물체에 사람이 이동 충돌
- ㉣ 움직이는 물체가 작업자에 충격을 주는 충돌
- ㉤ 사람과 물체가 상호 움직임 상태에서 쌍방 충돌

③ 접촉(Contact)

날카롭거나 뜨겁거나, 차갑거나 또는 전류가 흐름으로서 접촉시 상해가 일어날 수 있다(접촉상해로 움직이거나 정지해 있는 기계를 모두 포함한다.).

④ 얽힘 또는 말림(Entanglement)

머리카락, 옷소매, 장갑, 넥타이, 고리 등이 작동중인 기계설비에 말려들어갈 가능성이 있다. 즉, 작업자를 기계설비에 말려들게 하는 사고를 일으킬 수 있는 경우이다.

⑤ 튀어나옴(Ejection)

기계요소와 피가공재가 기계로부터 튀어나올 위험이 있다.

(3) 기계공업의 공정별 유해·위험 요인

(가) 주조공정의 유해·위험 요인

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용 및 위험발생 가능성
원료입하 및 저장	분진, 소음	크레인 차량등에 접촉, 추락	· 주철, 구리합금, 알루미늄 합금 등 입하 및 저장
원료 용해	분진, 소음, 고열, 금속흙	고열접촉, 수증기폭발	· 주철 등 원료를 가열하여 용해시킨.
주형제작 및 주물주입	분진, 소음, 고열, 금속흙	주형등에 협착	· 모해나 금속으로 주형을 제작한 후 이 주형에 용해철을 주입하여 주물을 제작
제품	분진	주물과 협착, 충돌	· 제작된 주물을 이송

(나) 소성가공의 유해·위험 요인

1) 단조

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용
단조가공	소음, 분진, 진동	· 타격에 의한 반발 소재 및 공구에 접촉 · 다이 사이에 손이나 발의 협착 · 다이의 설치 및 제거시 소재 또는 공구 등의 낙하에 의한 협착 · 고온 산화스케일의 비산에 의한 화상 · 동력전달장치에 말려듦	금속재료를 소성 유동하기 쉬운 상태에서 압축력 또는 충격력을 가하여 작업.

2) 압출

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용
압출공정	소음, 고온접촉	· 컨테이너와 전진하는 크로스헤드 사이의 협착 · 파부하에 의한 컨테이너의 파괴 · 다이 사이로 나오는 가공소재에 의한 협착 · 고온 윤활유의 비산에 의한 화상	알미늄, 마그네슘 같은 연질소재를 컨테이너에 넣고 공구를 붙인 다음 다이 오리피스에서 고압으로 열간, 냉간 또는 충격으로 압출하여 가공

3) 인발

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용
인발가공	소음, 진동	· 테이퍼 구멍에 끼임 · 소재와 충돌 · 소재의 파괴에 의한 소재비산 충격	테이퍼 구멍을 가진 다이에 소재를 넣고 당겨서 단면적을 감소시키고 다이 구멍의 형상과 같은 단면의 봉이나 관을 제조하는 작업

4) 압연

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용
압연가공	소음, 고온접촉	· 로울러 사에에 말려들 · 재료와 충돌 및 협착 · 고온스케일 및 윤활제 비산에 의한 화상 · 로울러 교환시 로울러와 충돌	상온 또는 공온에서 회전하는 로울러 사이에 소재를 통과시켜 그 소성을 이용하여 판재, 대판, 형재, 관재 등으로 형성하는 가공작업

5) 프레스 가공

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용
프레스가공	소음, 진동	· 작업중 슬라이드 하강시 금형사이에 끼임 · 금형을 바꾸거나 수리작업시 협착 · 금형의 파손 · 금형 운반시 낙하	소성변형에 의한 성형가공하는 작업공정으로 기계공장에서 사용하는 기계들 중 가장 위험한 기계이다. 금속제품을 제조하는 현장에서 많이 쓰인다.

(다) 절삭가공

공 정 명	유해요인	위험요인	작업내용
선반작업	소음, 진동	· 공구나 일감과의 충돌 · 절삭중인 일감에 접촉 말려듬 · 절삭칩 비산 및 끊어지지 않은 칩에 의한 부상 · 작업중 일감 치수측정시 충돌 · 절삭칩 제거시 칩비산 · 리이드 스크류에 말려듬 · 공구의 낙하	일감을 회전시키고 공구를 좌우로 이송함으로써 외면절삭, 정면절삭, 절단작업, 내면절삭, 나사절삭, 테이퍼 절삭, 모방가공 등의 절삭을 하는 작업
드릴가공	소음, 진동	· 회전하는 드릴과 접촉 및 드릴에 의한 자상 · 드릴에 말려듬 · 칩비산 · 전기드릴에 의한 감전 · 일감회전에 의한 상해	머신주축에 드릴을 끼워서 회전절삭운동을 시키는 작업
밀링머신	소음, 진동	· 밀링커터에 작업복 등이 말려듬 · 칩 비산, 칩에 의한 상해 · 상하이송장치와 접촉 및 협착 · 공구나 커터 낙하	밀링가공을 하기 위한 공정으로 평면가공, 홈가공, 절단가공, 각도가공, 기어가공 등 각종 가공작업을 행함.
연삭가공	소음, 분진	· 연삭기면에 접촉 · 연삭분진이 튀(눈) · 연삭숫돌 파괴로 인한 파편 비산 · 연삭 중 가공품 또는 그 파편이 튀어 발목 등 부상 · 일감 낙하	여러 가지 형상을 한 연삭숫돌을 고속도로 회전시켜 이것을 공구로 사용하고 일감에 상대운동을 시켜 정밀하게 가공하는 작업

(라) 용접작업

공 정 명	유해요인	위 험 요 인	작업내용
용접작업	금속흄, 고열, 소음, 유해광선	· 감전 · 아크에 의한 눈의 손상 · 아크광선, 스파터, 슬래그등과 피부접촉 · 흄, 가스에 의한 직업병 · 용접불통 등에 의한 화재·폭발 · 용접화염에 의한 화상	금속재료로 가열, 가압 등의 방법에 의하여 야금학적으로 접합시키는 접합작업이다. 용접법으로는 용접, 압접, 납접이 있다.

(마) 운반기계 등

공 정 명	유해요인	위 험 요 인	작업내용
보일러	소음, 연소가스, 고열접촉	· 수증기 폭발 · Water Hammer · 이상연소 화재 및 폭발 · 보일러 과열 또는 파열 · 스팀관 파손 등에 의한 화상	밀폐된 용기내에 물 또는 열매를 연료의 연소열 등에 의하여 가열하여 대기압보다 높은 증기 또는 온수를 발생시켜 다른 곳에 공급하는 장치
운반기계	소음	· 크레인 전도(지브의 절손, 기계의 도괴) · 카운터 웨이트와 대차와의 사이에 끼임 · 중량물 낙하 · 다이어 로프 절단 등에 의한 승강기 등 추락 · 반기와 승강로사이에 끼임	양중기(호이스트, 크레인, 데릭, 곤도라, 승강기, 리프트), 차량계 운반기계(지게차, 화물자동차), 컨베이어 등의 작업

제 3 장 위험성 제조업종의 평가적용실태 및 분석 고찰

1. 설문 실태조사

가. 목 적

산업안전보건법 제48조에 의거 사업장의 유해위험시설을 보유하기 위해 신설, 증설, 변경 또는 이전시에 유해위험물질의 누출, 화재, 폭발 등으로 인하여 사업장내 근로자나 인근 주민들에게 피해를 줄수 있는 사고를 사전에 예방하기 위하여 유해위험방지 계획서나 공정안전보고서를 작성하여 노동부장관에게 제출토록 의무화가 되어 있다. 각 사업장은 이러한 사전예방에 활용하기 위한 위험성 평가방법을 어떤 기법으로 어떻게 도입하여 적용시키고 있으며, 또 할 예정인가 사내에는 어떤 제도화가 되어 있는가 대책은 어떻게 반영되고 실시에 어떤 문제점이 있는가 등의 사실을 업종별로 파악하여 제조업종의 위험성 평가도입에 따른 대책을 제시하는데 그 목적을 두고 실시하였다.

나. 실시방법

(1) 위험성 평가내용의 설문지를 산업안전교육원 HAZOP 전문교육과정에 입교한 교육생 55명과 안전관리자 신규과정 교육생 100명을 대상으로 배포하여 작성후 직접 회수하였고, 무작위로 선정한 50개사업장에 송부하여 작성한 후 회수하였다. 회수한 설문지중 무성의한 답은 통계에서 제외하였으며, 교육생이 같은 회사에서 여러명 입교하였을 때는 가장 성실하게 기재한 대표자 1명만을 선별하는 방식을 택하여 88개 사업장을 업종별로 산술 평균하였다.

사용한 설문은 [부록 5-1]과 같으며 문항을 정리하면 [표 3-1]과 같다.

[표 3-1] 설문문항의 구성요소

	항 목	세부구성 항목
①	사업장 개요	사업장명, 업종, 주소, 근로자수, 생산품목, 취급 유해·위험물질, 주시설
②	위험성 평가 실태	자사 체크리스트, PSM 방법인지, 실시유무, HAZOP 실시유무 - 실시 안하는 사업장 세부 10개항 - 실시중인 사업장 세부 9개항 - 연구단계 있는 사업장 세부 10개항
③	평가 실시상 문제 등	구체적 35개 항목

(2) 한국산업안전학회에서 제조업 안전관리 및 공정안전관리 실태를 파악키 위해 서울 경인지역에 소재한 제조업장 700개업소에 PSM의 기본 12요소 항목을 중심으로 설문을 작성 우편으로 발송하여 배부하고 회수된 설문지 371부중 성실히 응답한 337부를 통계분석용 전산프로그램인 SPSS를 이용하여 분석하였다. 사용한 설문지는 [부록 5-2]와 같으며, 설문조사 도구 항목은 [표3-2]와 같다

[표 3-2] 설문조사 도구 항목

조 사 도 구	항 목 수
사업장의 PSM 인지도	3 개
사업장의 안전관리 수준	5 개
공정안전자료의 작성 및 보유 유무와 그 활용실태	21 개
공정위험성 평가 제도의 인지도 및 활용실태	7 개
안전작업 및 안전운전계획 활용실태	2 개
작업내용 변경시 안전작업 방법 및 실태	3 개
안전작업 허가제도 실시현황	1 개
협력업체 안전관리 현황	1 개
안전교육·훈련 실시현황	1 개
사고조사보고서 및 전달절차에 관한 현황	2 개
비상조치계획 수립 현황	2 개
자체감사 실시현황	1 개
작업전 안전점검 실시 현황	1 개
시설보수 유지관리 현황	2 개
계	52 개 항목

2. 설문실태 분석 및 고찰

가. 설문 (1) 분석

[표 3-3]에서 HAZOP(위험성 평가)를 실시하고 있는 사업장은 전체사업장의 75%가 참여하고 있고 PSM 실시는 85.2%가 참여하고 있다.

일반제조 및 기계제조업에서 HAZOP실시는 26%, PSM 33.3%가 참여하고 있다.

전기전자업종은 HAZOP기법을 70%가 실시한다고 답했고, PSM은 90%가 실시하고 있다고 답했다. 관련 석유화학업체는 HAZOP기법은 85.7%, PSM은 96.8%가 실시하고 있어 산업안전보건법 의무조건 이행은 물론 업체의 안전의식이 향상되었고, 예방안전 추진을 위한 노력이 높아지고 있음을 알 수 있다.

[표 3-3] 업종별 위험성 평가 도입현황

업 종		기계중공 업 제조	일반제 품제조	도료	전 기 전 자	석 유 정 제	화 학 섬 유	일반화학 제품	석 유 화 학	총계
항목수	업체수	9개업체	6개업체	4개업체	10개업체	5개업체	9개업체	19개업체	26개업체	88개업체
자체체크리스트	있 다	2	4	3	7	3	5	5	15	44
	없 다	7	2	1	3	2	4	14	11	44
PSM방법	안 다	4	6	3	10	5	7	18	24	77
	모른다	5	0	1	0	0	2	1	2	11
HAZOP	한 다	1	3	2	7	5	7	16	25	66
	안한다	8	3	2	3	0	2	3	1	22
PSM실시	한 다	2	3	4	9	5	9	18	25	75
	안한다	7	3	0	1	0	0	1	1	13

자체 위험성평가를 위한 독자적인 체크리스트를 갖고있는 업체는 평균적으로 50% 정도로 나타났다. 기계중공업제조는 체크리스트가 있다고 답한 기업은 25.3% 일반화학제품은 27.85만이 갖고 있으며 전기전자는 70%, 석유정제 60%, 석유화학은 57.6%가 갖고 있다.

위험성 평가를 실시하지 않는 사업장중에는 연구단계에 있거나 전혀 연구나 실시를 행하지 않는 사업장으로 분류할 수 있다.

[표 3-4] HAZOP 위험성평가 연구상황

구 분	기 계 중공업	일반 제조	도료	전기 전자	석유 정제	화학 섬유	일반 화학	석유 화학	총계
실시는 안하나 연구중	3	1	2	2		2	2	1	13
전혀 안한다	5	2		1			1		9

[표 3-4]에서 연구중에 있는 사업장은 기계 일반제조가 30.1%, 도료 15.4%, 전자 15.4%, 석유화학계열이 38.5%로 나타났고, 전혀 안한다는 기계제조가 77.8%로 실시준비가 안되고 있다. 연구가 종료되는 시기는 1년이내가 10개업체 76.9%였다.

사업장에서 취급되고 있는 유해위험물질 종류는 다양하며 주로 인화성, 산화성, 독성 약품이 주종을 이루고 또 이들을 취급하고 있는 시설로는 운반시설, 저장시설, 생산공정 시설로 합성반응은 도장시설등이 이에 속하고 있다.

특히, [표 3-5]에서 위험성 평가를 연구하게 된 배경을 보면 회사방침에 따라 스스로 실시한 것이 20%, 법적규제 52%, 잠재위험성이 높은 생산시설이 있기 때문인 업체가 16%, 지역안전을 위한 자율활동이 8%, 사고발생계기가 4%로 나타나 있다.

[표 3-5] 위험성 평가 연구하게 된 배경

[단위:업체수(%)]

구 분	기 계 중공업	일반 제조	도료	전기 전자	석유 정제	화학 섬유	일반 화학	석유 화학	총계
법적 규제	3	1	2	2		2	2	1	13 (52%)
잠재 위험성이 높은 생산시설			1			1	1	1	4 (16%)
지역안전을 위한 자율활동				1				1	2 (8%)
회사방침	1	1	1	1				1	5 (20%)
사고발생 계기		1							1 (4%)

[표 3-6] 위험도 평가를 실시하지 않은 이유

[단위:업체수(%)]

구 분	기계중공업 제조	일반제품 제조	도 료	전기 전자	석유 정제	화학 섬유	일반화 학제품	석유 화학	총계
평가할 위험성설비나 신설비가 없다.	2 (13.3)			1 (6.7)					3(20)
법적 행정요청이없다	2 (13.3)	1 (6.7)		1 (6.7)			1 (6.7)		5(33.3)
서류가 너무 복잡하다.	1 (6.7)	1 (6.7)	1(6.7)				1 (6.7)		4(26.7)
효과나 기대가능성이 없다.	1 (6.7)	1 (6.7)		1 (6.7)					3(20)
계	6 (40)	3 (20)	1(6.7)	3 (20)			2 (13.3)		15(100)

[표 3-6]에서 위험도 평가를 실시하지 않는 이유중에 법적 행정요청이 없다 33.3%로 가장 많고 다음이 서류가 너무 복잡하다 26.7%였다. 일반기계 및 중공업이 대부분 법적 행정요청이나 위험설비가 없다고 답하고 있다.

앞으로 연구하여 “필요하다”인정되면 실시한다가 7개 업체였다.

[표 3-7] PSM(위험성평가) 실시중인 사업장의 경우

(단위:업체수)

구 분		기계중공 업 제조	일반제 품제조	도 료	전기 전자	석유 정제	화학 섬유	일반화 학제품	석유 화학	계
위험성 평가 자체규정	유		1	2	3	5	6	14	24	55
	무	2	2	2	6		3	4	1	20
자체규정은 없으나 시 설을 매년독자적 실시	유		1	1	1		3	4	1	11
	무	2	1	1	5					9
위험성평가는	전사통일			2	3	4	5	5	16	35
	일부시설	2	3	2	6	1	4	13	9	40
규정은	사용적합			1	3	4	3	10	20	41
	부 적 합		1	1		1	3	4	4	14
위험도 추진 부서	유	1	2	2	4	4	5	15	15	48
	무	1	1	2	4	1	4	3	11	27
위험도 평가실무자	관리자이상	2	3	2	1	4	7	12	21	52
	관리자이하			2	7	1	2	6	5	23
계		10	15	20	43	25	45	90	127	375

[표 3-7]의 PSM이나 위험성 평가를 실시하는 업체중에 자체규정은 PSM을 의무화한 석유화학 계열은 대부분 만들어 운영되고 있으나, 기계일반제품제조업은 미약하다. 그러나 자체규정은 없으나 매년 시설을 독자적으로 위험성 평가를 실시한다가 55%였다. 이 규정은 사용 적합한가에 적합하다고 답한 업체는 74.5%였다. 부적합한 규정도 25.5%여서 이 부분업체는 개정이 필요함을 알수 있다.

위험도 평가 실무부서가 있는 곳은 64%가 있다고 답하고 36%는 전담 부서가 없다고 답하고 있으며, 관리자가 실무평가자로 정해진 곳이 69.3%였고 감독자이하 30.7%였다.

[표 3-8] 위험성평가 도입 사용형식

[단위:업체수(%)]

구 분	기 계 중공업	일반 재료	도 료	전기 전자	석유 정제	화학 섬유	일반 화학	석유 화학	총 계
회사독자방식	1	1		1		1	1	2	7 (11.6)
고압가스 시설형식			1					1	2 (3.3)
듀폰방식		1	1		2	1	2	2	9 (15)
다우케미칼			1		2	1	1	1	6 (10)
ICI론드법		1	1			1	2	4	9 (15)
AICHE	1				1	4	3	10	19 (31.7)
NFPA						1	2	1	4 (6.7)
기타방법		1		1				2	4 (6.7)
계	2	4	4	2	5	9	11	23	60 (100)

[표 3-8]의 위험성 평가 사용형식은 미국 화학기술자협회 방식을 31.7%로 가장 많이 사용하고 있으며, 다음 듀폰 ICI방식을 각각 15%씩 활용하고 있다.

위험성 평가 사용형식은 주로 정성적인 방법인 체크리스트에 의하여 사용되고 있으며 정량적 방법은 거의 사용안되고 있다.

그 이유는 여러가지 기법이 있으나 어떤 것을 택해야 할 것인지 모른다가 7.14%, 사업장내 각양각색 성격의 시설이 있고 한가지 기법으로 통일하기가 곤란하다가 32.3%, 시설을 어느정도 위험설 평가를 해야할지 판단기준이 어렵다가 21.43%, 평가할 시설이 다변하다가 7.24%, 평가결과 실속이 있어도 자금면에 제약이 있고 반영시키기 어렵다가 17.9%, 평가결과 판정이 어려워 활용하기 어렵다가 2.74%로 위험성평가의 문제점을 제시하고 있다. 이에 따른 앞으로의 대책으로서 적절한 기법을 찾아 더 쉬운 기법을 검토하겠다가 16.7%, 대상별로 적용기법을 정리하겠다가 16.7%, 기준을 체계화시켜 완성한다가 33.3%, 현행기법을 잘 배워 즉시 실시하고 숙련을 쌓겠다가 33.3%로 나타났다.

[표 3-9] 소프트웨어적인 안전대책

[단위:업체수(%)]

구 분	기계중 공업제조	일반제 품제조	도 료	전 기 전 자	석 유 정 제	화 학 섬 유	일반화 학제품	석 유 화 학	계
운전매뉴얼 개정정비	2	3	2	3	2	5	12	11	40 (22.2)
교육철저	2	3	1	3	5	5	14	10	43 (23.9)
방재훈련실시	1	1	2	1	5	3	10	20	43 (23.9)
안전요원 현장순찰 빈도증대	1	1	1	1	5	5	15	25	54 (30)
	6	8	6	8	17	18	51	66	180

(주) 복수 응답

[표 3-9]에서 현장순찰 빈도를 증대시키겠다는 의견이 전체 30%였으며, 석유화학제품 37.9%를 점유하고 있고, 석유정제 29.4%, 일반화학제품이 29.4%로 화학계열 제조

업이 높은 편으로 위험이 일반제조업에 비해 많이 있음을 추정할 수 있다. 방재훈련이나 교육철저도 각각 23.8%를 차지하고 있어 위험성을 예지할 수 있는 방법이 중요함을 예측할 수 있다. 특히 이 같은 설문조사에서 평가기법에 대한 요구는 통일된 기법의 양식이 29.4%, 지침서 작성을 요구하는 업체가 20.6%이며, 타사의 위험성평가 실시한 예를 알고 싶다는 업체도 55.9%나 되고 있어 현장 각 업종에 쉽고 두루 쓸 수 있는 기법개발을 필요로 하고 있음을 알 수 있다.

나. 설문 (2) 분석

(1) 응답자 특성

설문조사에 응한 응답자의 특성을 업종별, 규모별, 학력 및 업무별로 그 분포를 나타내면 [표 3-10]~ [표 3-14]와 같다.

[표 3-10] 업종별 현황

업종 응답	계	기계	금속	화학	전기·전자	비금속광물	목재	기타
응답자수	337	64	46	63	50	20	22	72
배 분 율	100.0	19	13.6	18.7	14.8	5.9	6.5	21.5

설문에 응한 응답자수는 기계, 금속, 화학, 전기·전자 등 4개 업종의 응답자수가 223명으로 이들 4개업종의 비율은 전체 응답업종중 66%를 점유하고 있다. 제조업종중 기계, 금속, 화학, 목재 업종의 재해율은 타업종에 비해 높고, PSM을 적용하고 있는 화학업종은 PSM 적용 1년 6월이 지난 '97년 재해율은 타업종과 비교하여 재해감소율이 높았다.

(가) 규모별 근로자수 현황

조사에 응답해준 사업장 규모를 보면, 50인미만 사업장이 33.2%, 50~300인미만 49%, 300인이상이 18.8%로 나타났다. 50~300인미만의 근로자를 가진 중규모 사업장의 응답율이 아주 높다.

[표 3-11] 규모별 현황

근로자수 응답	50인이하	50~299	300인이상	계
응답자수	112	165	60	337
백분율(%)	33.2	49.0	17.8	100

(나) 학력분포 현황

설문에 대한 응답자의 60.8%가 대졸이며, 36.2%가 고졸로 나타나 대부분의 사업장에서 대학교 졸업이상의 학력을 가진 사람들이 안전담당 업무를 하고 있는 것으로 나타났다.

[표 3-12] 학력분포 현황

구 분	고졸	대졸	대학원	무응답
응답자	122	205	7	3
백분율(%)	36.2	60.8	2.1	0.9

(다) 담당업무 분포현황

전체 337개 응답자중 담당업무에 대한 응답은 안전분야에 있는 사람이 134명(검직포함)으로 30.9%를 차지하고 있고, 총무관리분야는 33.4%를 차지하고 있다.

[표 3-13] 담당업무 분포

구 분	안전	환경	총무관리	공무	생산	기타
응답자	134	38	145	52	53	37
백분율(%)	29.2	8.3	31.6	11.3	11.5	8.1

(라) 직급별 현황

설문조사에 대한 응답자의 직급별 분포는 대리 및 과장이 50.1%이며, 차·부장급이 22.3%로 중간관리자들이 대다수를 차지하고 있다.

[표 3-14] 직급별 현황

구 분	직반장	대리과장	차부장	공장장	사장	기타
응답자 수	60	169	75	9	5	19
백분율(%)	17.8	50.1	22.3	2.7	1.5	5.6

(2) 문항별 분석 및 고찰

(가) 사업장의 PSM 인지도

공정안전관리의 정의를 알고 있는가에 대한 응답분포는 [표 3-15]과 같다. 이 표에 의하면 337개 사업장중 61.1%가 개념정도만 알고 있으며, 21.9%는 잘 알고 있다고 응답하여 83%의 사업장에서 PSM을 알고 있다고 응답하였다.

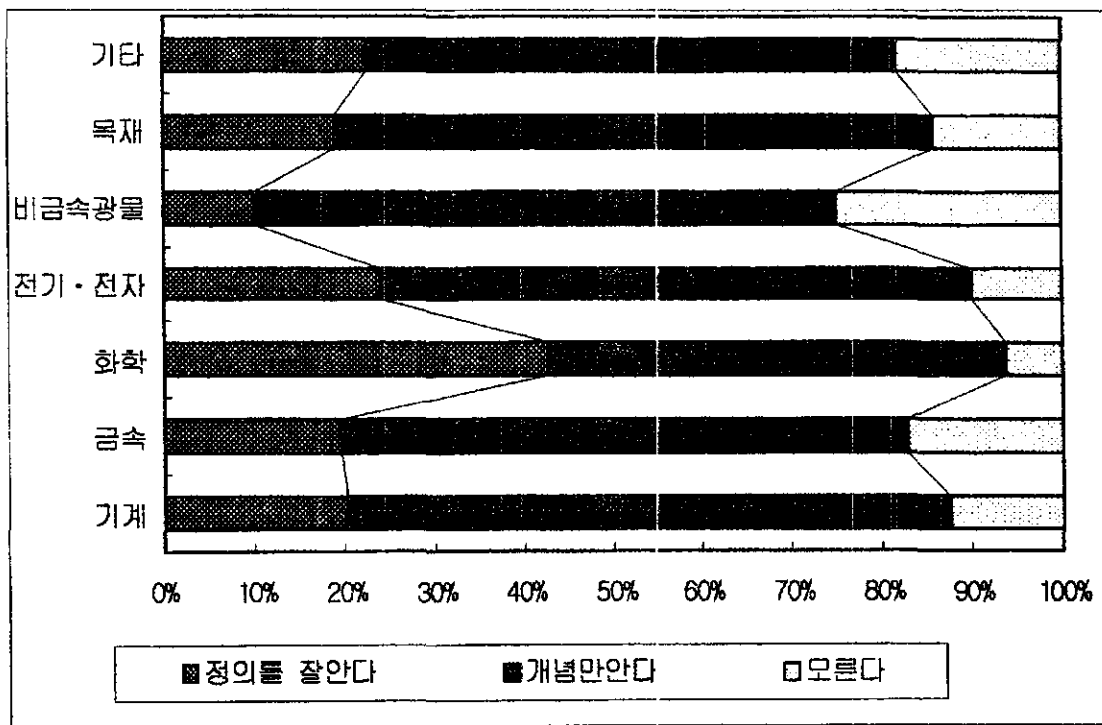
업종별 현황은 화학 93.7%, 전기·전자 90%, 기계 87.5%, 금속 82.6%가 알고 있으며 PSM을 모른다는 분포는 금속 17.4%, 기계 12.5%, 비금속광물 25%로 나타났다.[표 3-15], [그림 3-1]

(나) 설비 및 공정안전자료의 작성·보유 및 활용현황

- 1) 유해·위험물 자료를 비치하고 있는지는 질문에 31.8%가 모든 자료를 비치하고 있고, 39.5%는 일부자료만 비치하고 있다고 응답하여 71.3%가 자료를 일부라도 비치하고 있음을 알 수 있다. 업종별로는 화학 82.5%, 목재 77.3%, 전기·전자 70%, 금속 69.6%, 기계 67.2% 순으로 비치하고 있다. 화학, 목재, 전기전자는 70%이상 비치하고 있고, 금속, 기계는 업종특성상 유해·위험물을 적게 보유하므로 비치율이 낮게 나타나고 있다[표 3-16], [그림 3-2].

[표 3-15] 공정안전관리의 정의 인지도 현황

구 분	정의를 잘안다	개념만 안다	모른다	계
기계	13 (20.3)	43 (67.2)	8 (12.5)	64 (100.0)
금속	9 (19.6)	29 (63.0)	8 (17.4)	46 (100.0)
화학	27 (42.9)	32 (50.8)	4 (6.3)	63 (100.0)
전기·전자	12 (24.0)	33 (66.0)	5 (10.0)	50 (100.0)
비금속광물	2 (10.0)	13 (65.0)	5 (25.0)	20 (100.0)
목재	4 (18.2)	14 (63.6)	4 (18.2)	22 (100.0)
기타	16 (22.2)	42 (58.3)	14 (19.5)	72 (100.0)
계	83 (24.6)	206 (61.1)	48 (14.2)	337 (100.0)



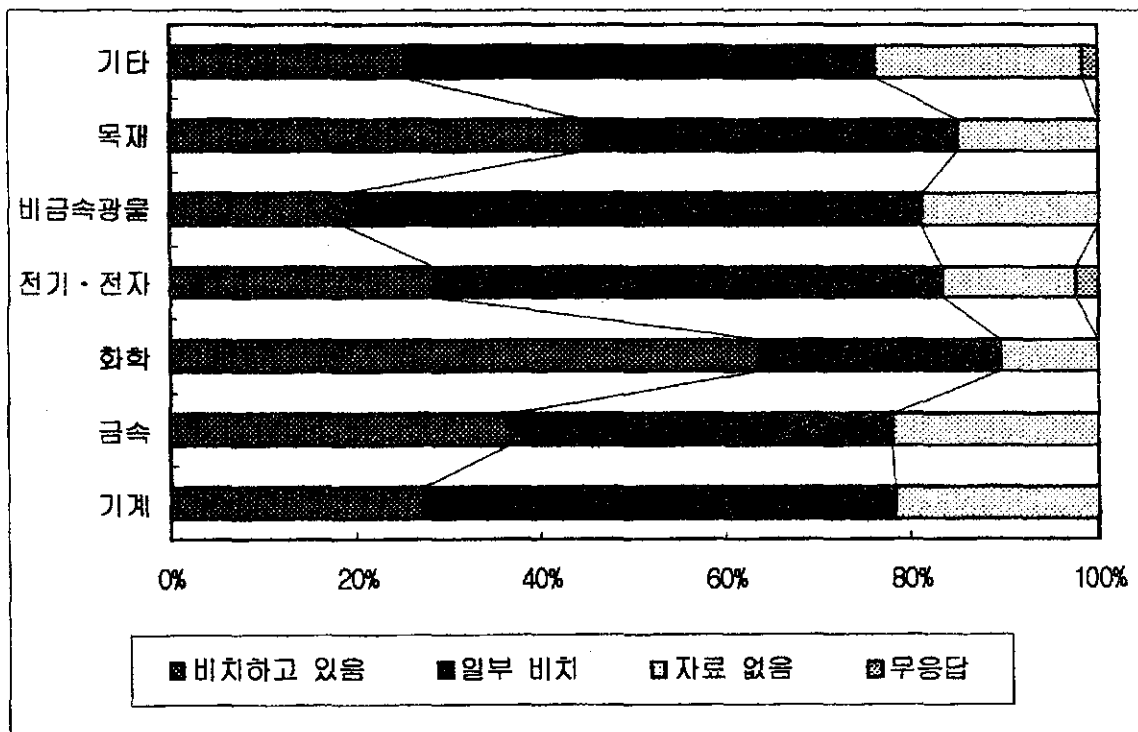
[그림 3-1] 공정안전관리의 정의 인지도 현황

2) MSDS에 관한 자료목록 및 활용현황은 57.3%가 MSDS를 활용하고 38.5%는 MSDS정보를 미활용한다고 하였고, 11.3%는 MSDS에 관해 모르고 있다고 응답하였다. 업종별로는 화학 77.8%가 가장 크게 활용하고 있고, 목재 40.9%, 전기전자 36%, 기계28.1%, 금속 23.8%로 순이다. 화학업종은 MSDS에 관한 정보를 크게 활용하고 있으나 기계·금속업종은 그 활용이 미흡하다.[표 3-17], [그림 3-3].

3) 유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료를 비치·활용하는지의 여부는 69.7%의 사업장에서 자료를 비치·활용하고 있으며, 자료가 없는 사업장도 19.6%에 달하고 있다. 업종별로는 화학 79.3%, 비금속광물 75%, 전기전자 72%, 기계 67.2%, 금속 65.2%순으로 자료를 비치하고 있음을 알 수 있다[표 3-18], [그림 3-4].

[표 3-16] 취급 또는 저장할 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료비치여부

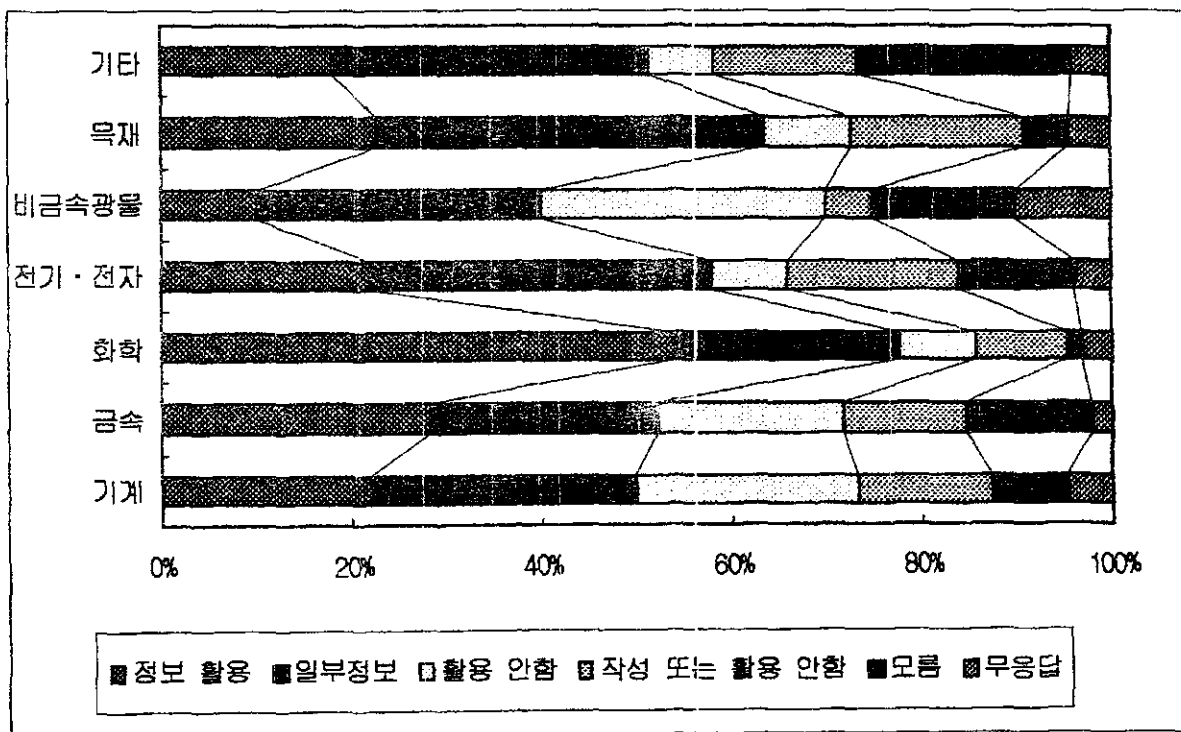
구분	비치하고 있음	일부 비치	자료 없음	무응답	계
기계	15 (23.4)	28 (43.8)	12 (18.8)	9 (14.1)	64 100.0
금속	15 (32.6)	17 (37.0)	9 (19.6)	5 (10.9)	46 100.0
화학	37 (58.7)	15 (23.8)	6 (9.5)	5 (7.9)	63 100.0
전기 전자	12 (24.0)	23 (46.0)	6 (12.0)	9 (18.0)	50 100.0
비금속광물	3 (15.0)	10 (50.0)	3 (15.0)	4 (20.0)	20 100.0
목재	9 (40.9)	8 (36.4)	3 (13.6)	2 (9.1)	22 100.0
기타	16 (22.2)	32 (44.4)	14 (19.4)	10 (13.9)	72 100.0
계	107 (31.8)	133 (39.5)	53 (15.7)	44 (13.1)	337 100.0



[그림 3-2] 취급 또는 저장할 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료비치여부

[표 3-17] 유해·위험물질의 MSDS에 관한 자료목록 작성 및 활용현황

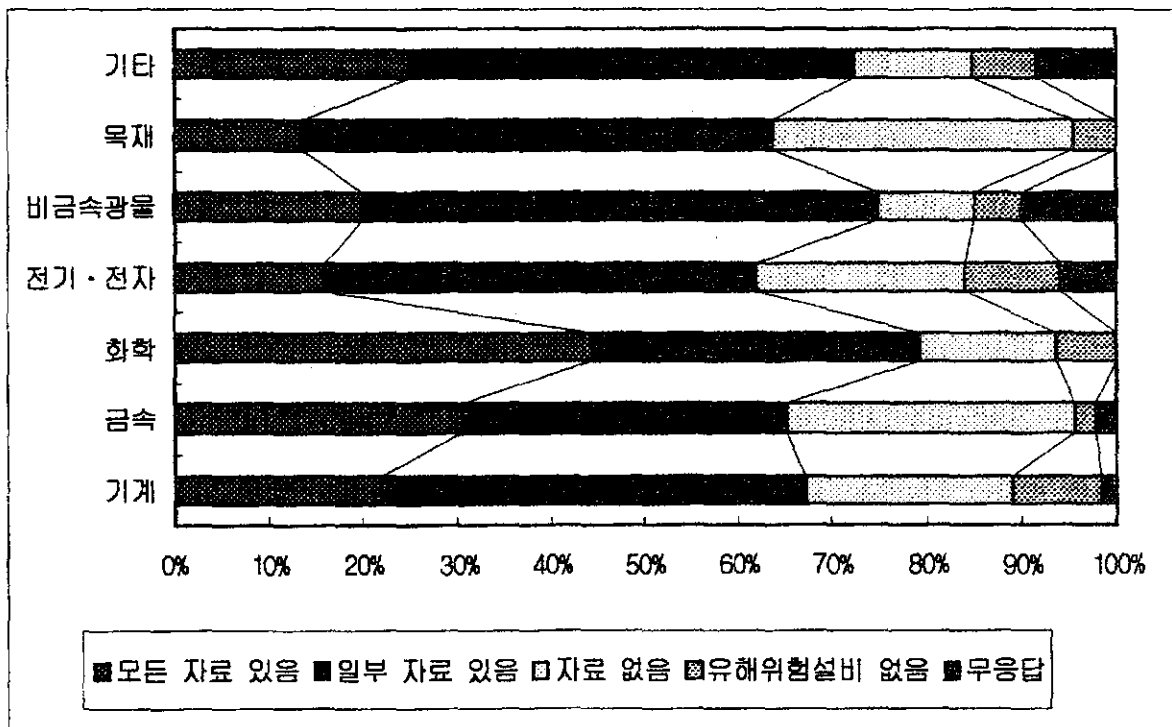
구분	정보 활용	일부정보	활용 안함	작성 또는 활용 안함	모름	무응답	계
기계	14 (21.9)	18 (28.1)	15 (23.4)	9 (14.1)	5 (7.8)	3 (4.7)	64 (100.0)
금속	13 (28.3)	11 (23.9)	9 (19.6)	6 (13.0)	6 (13.0)	1 (2.2)	46 (100.0)
화학	34 (54.0)	15 (23.8)	5 (7.9)	6 (9.5)	1 (1.6)	2 (3.2)	63 (100.0)
전기·전자	11 (22.0)	18 (36.0)	4 (8.0)	9 (18.0)	6 (12.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	2 (10.0)	6 (30.0)	6 (30.0)	1 (5.0)	3 (15.0)	2 (10.0)	20 (100.0)
목재	5 (22.7)	9 (40.9)	2 (9.1)	4 (18.2)	1 (4.5)	1 (4.5)	22 (100.0)
기타	13 (18.1)	24 (33.3)	5 (6.9)	11 (15.3)	16 (22.2)	3 (4.2)	72 (100.0)
계	92 (27.3)	101 (30.0)	46 (13.6)	43 (13.6)	38 (11.3)	14 (4.2)	337 (100.0)



[그림 3-3] 유해·위험물질의 MSDS에 관한 자료목록 작성 및 활용현황

[표 3-18] 유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료비치 상태

구분	모든자료가 있다	일부자료만 있다	자료없다	유해·위험 설비 없다	무응답	계
기계	14 (21.9)	29 (45.3)	14 (21.9)	6 (9.4)	1 (1.6)	64 (100.0)
금속	14 (30.4)	16 (34.8)	14 (30.4)	1 (2.2)	1 (2.2)	46 (100.0)
화학	28 (44.4)	22 (34.9)	9 (14.3)	4 (6.3)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	8 (16.0)	23 (46.0)	11 (22.0)	5 (10.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	4 (20.0)	11 (55.0)	2 (10.0)	1 (5.0)	2 (10.0)	20 (100.0)
목재	3 (13.6)	11 (50.0)	7 (31.8)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	18 (25.0)	34 (47.2)	9 (12.5)	5 (6.9)	6 (8.3)	72 (100.0)
계	89 (26.4)	146 (43.3)	66 (19.6)	23 (6.8)	13 (3.9)	337 (100.0)



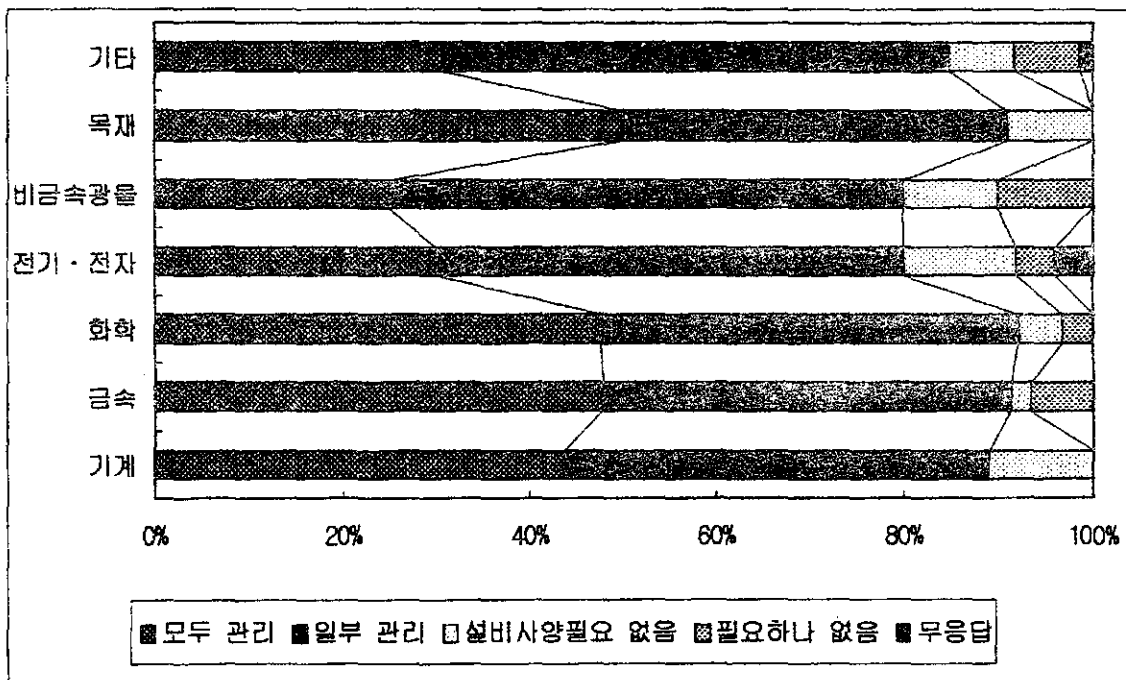
[그림 3-4] 유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료 비치 상태

제조업종의 위험성 평가제도 도입에 관한 연구

- 4) 동력기계 또는 공정장치의 설비사양에 대한 보유여부는 87.3%가 일부라도 보유하고 있으며, 업종별로는 화학 92%, 금속 91.3%, 목재 90.9%, 기계 89.1%, 전기·전자 및 비금속광물이 각각 80%순으로 보유하고 있는 것으로 나타나 모든 업종에서 동력기계 공정장치와 설비사양에 관한 자료를 80%이상이 일부 또는 전부 파악하고 있음을 알 수 있다.[표 3-19], [그림 3-5]
- 5) 각종 건물설비의 배치도에 대한 자료 보유상태는 71.2%가 보유하고 있고, 화학업종이 79.4%, 목재 72.7%, 금속 71.7%, 기계 68.8%가 보유하고 있으나, 전기·전자는 58%만이 비치한다고 하였다[표 3-20], [그림 3-6].
- 6) 기계설비 배치도에 대한 자료보유 상태는 70.9%가 보유하고 있고 잘 활용하고 있으며, 필요성은 인식하고 있으나 자료를 미보유하는 경우가 5%로 나타났다. 업종별 현황은 화학 81%, 목재 77.3%, 기계 71.9%, 금속 71.7%의 순으로 자료를 활용하고 있으며, 전기·전자 업종의 자료보유는 미흡한 것으로 나타났다[표 3-21], [그림 3-7],
- 7) 안전운전지침서 보유 및 활용상태를 묻는 질문에 안전운전 지침서를 활용하고 있다는 응답이 54%이며 지침서는 있으나, 미활용이 28.2%, 지침서 없는 경우가 16.9%로 나타나 전반적으로 안전운전 지침서의 활용상태가 미흡하며, 가장 활용이 높은 업종은 화학 66.7%이고, 그 다음은 목재 59.1%, 금속 56.5%, 전기·전자 56%, 기계 53.1% 순으로 나타났다. 또한 안전운전지침서 없이 작업을 한다는 업종은 비금속광물 25%, 전기·전자 20%, 금속 19.6%, 기계 18.8%의 분포를 보이고 있다[표 3-22], [그림 3-8].

[표 3-19] 동력기계 또는 공정장치의 설비사양 자료 보유현황

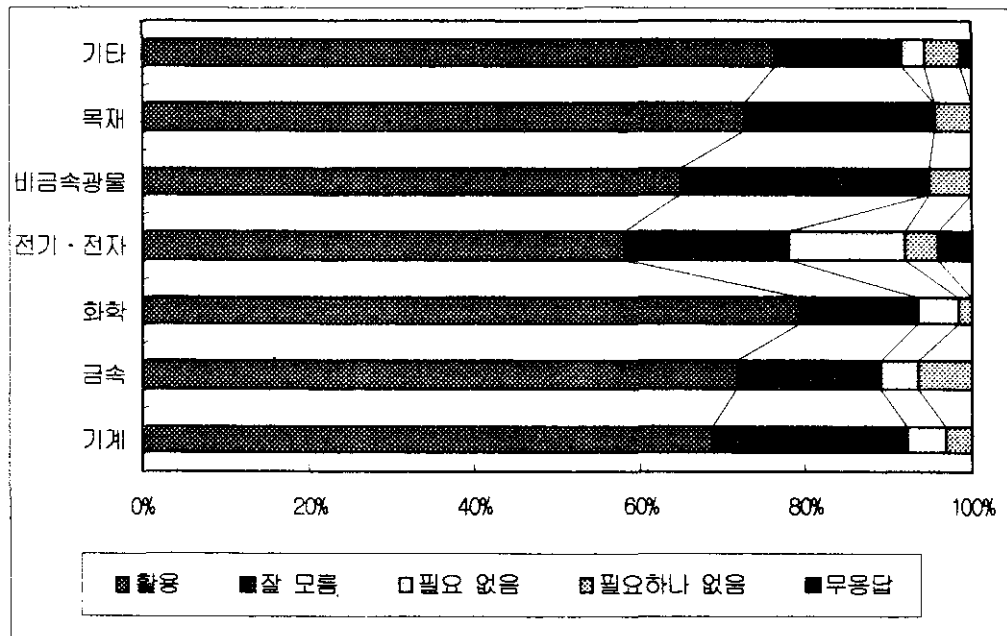
구분	모두 관리	일부 관리	설비사양 필요없음	필요하나 없음	무응답	계
기계	28 (43.8)	29 (45.3)	7 (10.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	22 (47.8)	20 (43.5)	1 (2.2)	3 (6.5)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	30 (47.6)	28 (44.4)	3 (4.8)	2 (3.2)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	15 (30.0)	25 (50.0)	6 (12.0)	2 (4.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	5 (25.0)	11 (55.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	11 (50.0)	9 (40.9)	2 (9.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	22 (30.6)	39 (54.2)	5 (6.9)	5 (6.9)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	133 (39.5)	161 (47.8)	26 (7.7)	14 (4.2)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-5] 동력기계 또는 공정장치의 설비사양 자료 보유현황

[표 3-20] 각종 건물, 설비의 배치도에 대한 자료 보유상태

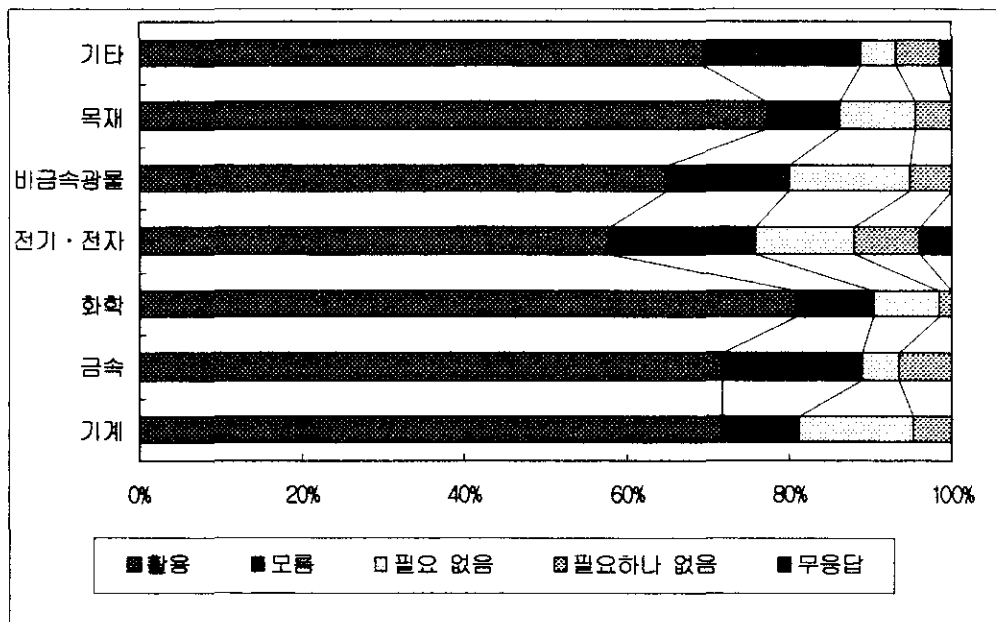
구분	활용	잘 모름	필요없음	필요하나 없음	무응답	계
기계	44 (68.8)	15 (23.4)	3 (4.7)	2 (3.1)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	33 (71.7)	8 (17.4)	2 (4.3)	3 (6.5)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	50 (79.4)	9 (14.3)	3 (4.8)	1 (1.6)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	29 (58.0)	10 (20.0)	7 (14.0)	2 (4.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	13 (65.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	16 (72.7)	5 (22.7)	0 (0.0)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	55 (76.4)	11 (15.3)	2 (2.8)	3 (4.2)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	240 (71.2)	64 (19.0)	17 (5.0)	13 (3.9)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-6] 각종 건물, 설비의 배치도에 대한 자료 보유상태

[표 3-21] 기계설비 배치도에 대한 자료 보유상태

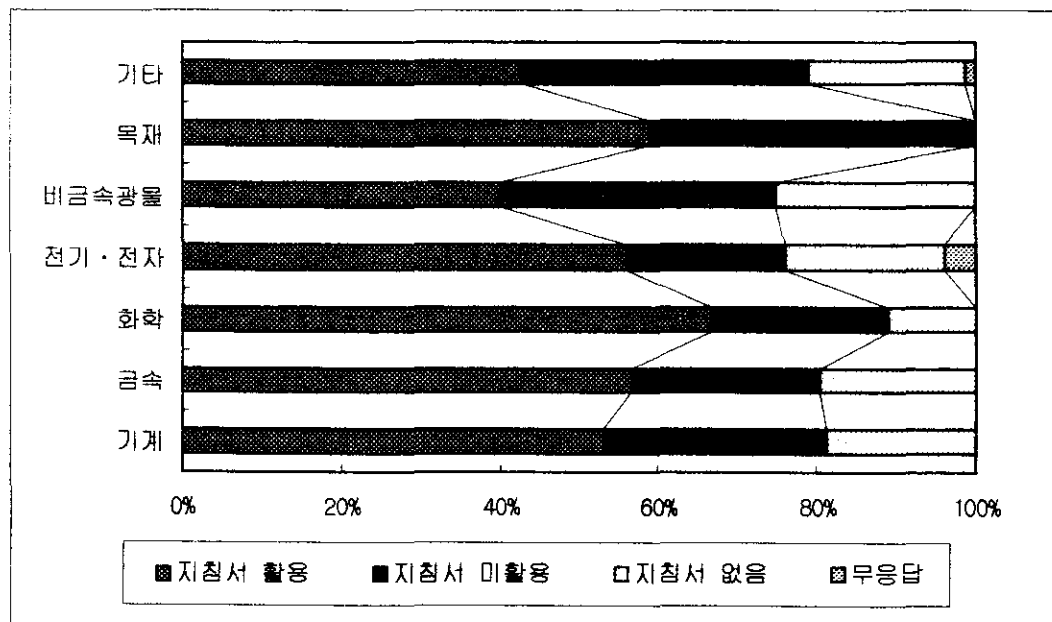
구분	활용	모름	필요없음	필요하나 없음	무응답	계
기계	46 (71.9)	6 (9.4)	9 (14.1)	3 (4.7)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	33 (71.7)	8 (17.4)	2 (4.3)	3 (6.5)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	51 (81.0)	6 (9.5)	5 (7.9)	1 (1.6)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	29 (58.0)	9 (18.0)	6 (12.0)	4 (8.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	13 (65.0)	3 (15.0)	3 (15.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	17 (77.3)	2 (9.1)	2 (9.1)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	50 (69.4)	14 (19.4)	3 (4.2)	4 (5.6)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	239 (70.9)	48 (14.2)	30 (8.9)	17 (5.0)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-7] 기계 설비 배치도에 대한 자료 보유 상태

[표 3-22] 안전운전지침서 보유 및 활용상태

구분	지침서활용	지침서미활용	지침서없다	무응답	계
기계	34 (53.1)	18 (28.1)	12 (18.8)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	26 (56.5)	11 (23.9)	9 (19.6)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	42 (66.7)	14 (22.2)	7 (11.1)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	28 (56.0)	10 (20.0)	10 (20.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	8 (40.0)	7 (35.0)	5 (25.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	13 (59.1)	9 (40.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	31 (43.1)	26 (36.1)	14 (19.4)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	182 (54.0)	95 (28.2)	57 (16.9)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-8] 안전운전지침서 보유 및 활용상태

8) 공정도면 보유 및 활용상태는 62.6%가 활용하고 있고, 15.7%가 미활용하며, 공정도면이 없거나 필요없다는 경우는 각각 9.8%, 11%의 분포를 보였다. 업종별로는 화학 77.8%, 목재 72.7%, 기계 64.1%, 금속 56.5%, 비금속광물 55%, 전기·전자 54%로 나타나 공정도면의 보유 및 활용상태가 대체적으로 미흡한 것으로 나타났다[표 3-23], [그림 3-9].

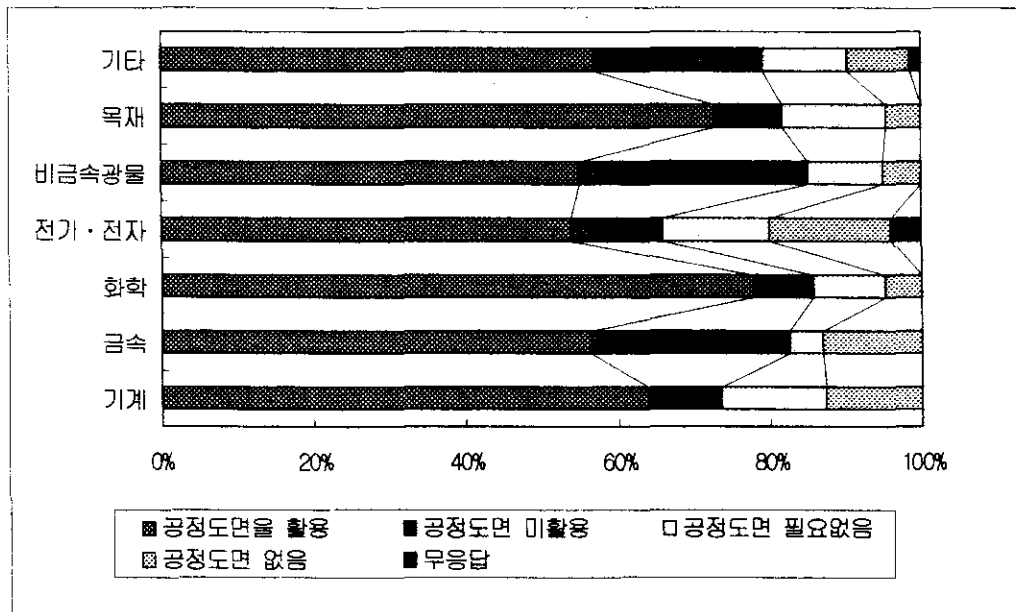
9) 작업방법 또는 공정에 대한 설명서 활용은 57.3%가 활용하고, 8%가 필요하나 없다고 응답하였다. 업종별로는 화학 73%, 기계 59.4%, 금속 56.5% 비금속광물 목재가 50%로 나타나 전반적으로 화학업종외에는 활용도가 미흡하다[표 3-24], [그림 3-10].

10) 공정배관 및 계장도 보유 및 활용상태를 묻는 질문에 대한 응답은 P&ID의 활용상태는 34.4%만 활용하며 P&ID가 없음이 20.2%, P&ID를 모르는 경우가 24%로 나타났다. 특히 화학업종은 66.7%가 P&ID를 보유하고 있으며 52.4%만 업무에 활용하고 있고, 없거나 모르는 경우가 33.4%로 나타났다. 그외 업종은 전기·전자 32%, 금속 30.4%, 목재 27.3%, 기계 21.9%의 비율로 활용하고 있음을 나타내고 있다[표 3-25], [그림 3-11].

11) 공정흐름도의 보유 및 활용현황은 43.6%가 활용하고 있고 22.6%가 전혀 모르고 있어 전업종에 걸쳐 PFD활용 및 보유현황이 미흡하다. 업종별로는 화학업종의 활용도가 58.7%, 전기·전자 46%로 전체 평균 43.6%보다 높고, 그 다음은 기계 39.1%, 목재 36.4%, 금속 32.6%순으로 활용하고 있다. 전체적으로 화학업종외에는 50%미만으로 활용도가 저조하다[표 3-26], [그림 3-12].

[표 3-23] 운전방법을 알수 있는 공정도면 보유 및 활용상태

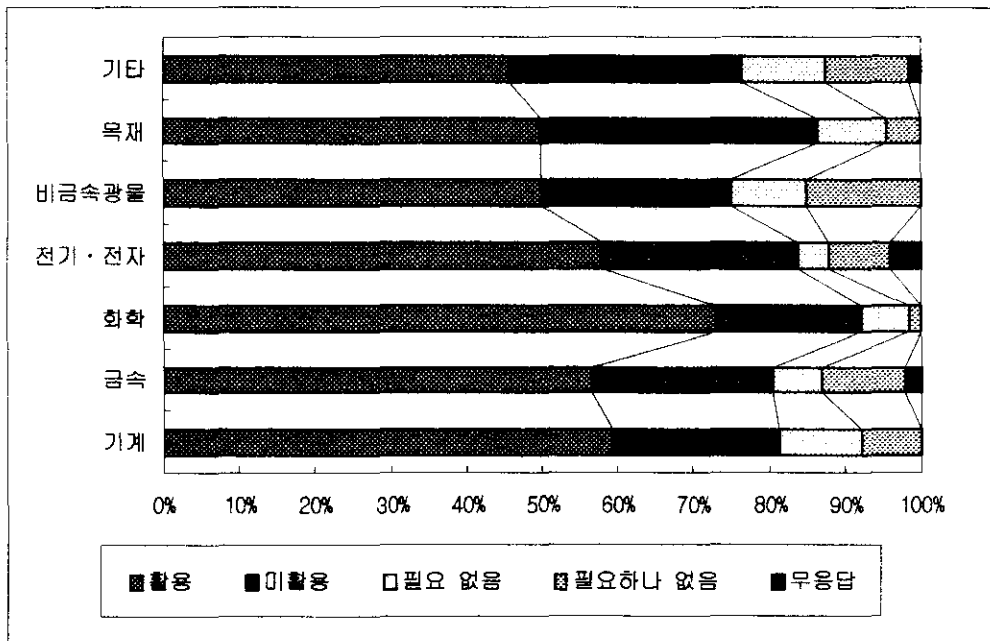
구분	공정도면을 활용	공정도면 미활용	공정도면 필요없음	공정도면 없음	무응답	계
기계	41 (64.1)	6 (9.4)	9 (14.1)	8 (12.5)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	26 (56.5)	12 (26.1)	2 (4.3)	6 (13.0)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	49 (77.8)	5 (7.9)	6 (9.5)	3 (4.8)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	27 (54.0)	6 (12.0)	7 (14.0)	8 (16.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	11 (55.0)	6 (30.0)	2 (10.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	16 (72.7)	2 (9.1)	3 (13.6)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	41 (56.9)	16 (22.2)	8 (11.1)	6 (8.3)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	211 (62.6)	53 (15.7)	37 (11.0)	33 (9.8)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-9] 운전방법을 알수 있는 공정도면 보유 및 활용상태

[표 3-24] 작업방법 또는 공정에 대한 설명서 활용상태

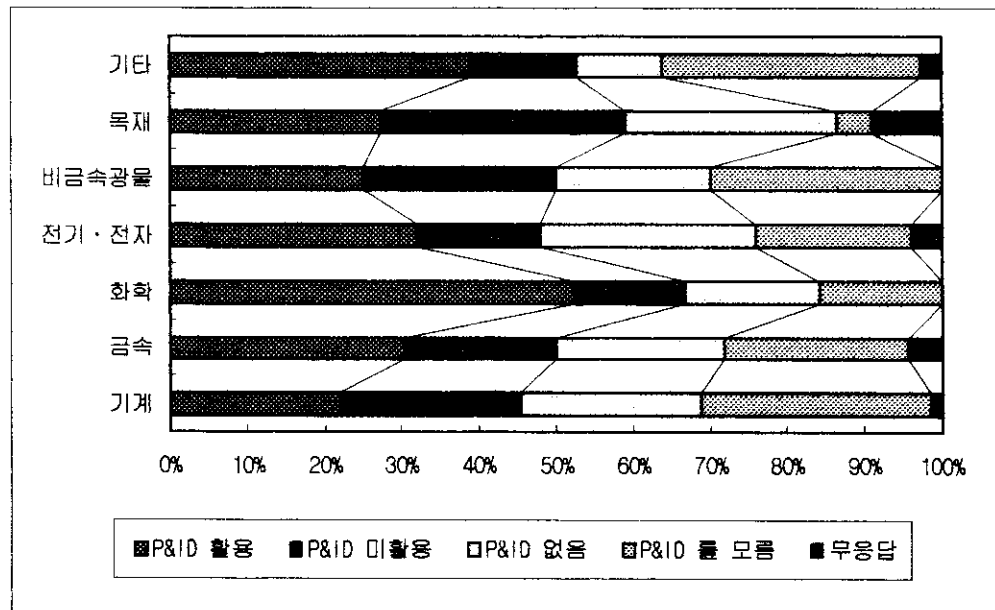
구분	활용	미활용	필요없음	필요하나 없음	무응답	계
기계	38 (59.4)	14 (21.9)	7 (10.9)	5 (7.8)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	26 (56.5)	11 (23.9)	3 (6.5)	5 (10.9)	1 (2.2)	46 (100.0)
화학	46 (73.0)	12 (19.0)	4 (6.3)	1 (1.6)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	29 (58.0)	13 (26.0)	2 (4.0)	4 (8.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	10 (50.0)	5 (25.0)	2 (10.0)	3 (15.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	11 (50.0)	8 (36.4)	2 (9.1)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	33 (45.8)	22 (30.6)	8 (11.1)	8 (11.1)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	193 (57.3)	85 (25.2)	28 (8.3)	27 (8.0)	4 (1.2)	337 (100.0)



[그림 3-10] 작업방법 또는 공정에 대한 설명서 활용상태

[표 3-25] 공정배관 및 계장도(P&ID) 보유 활용상태

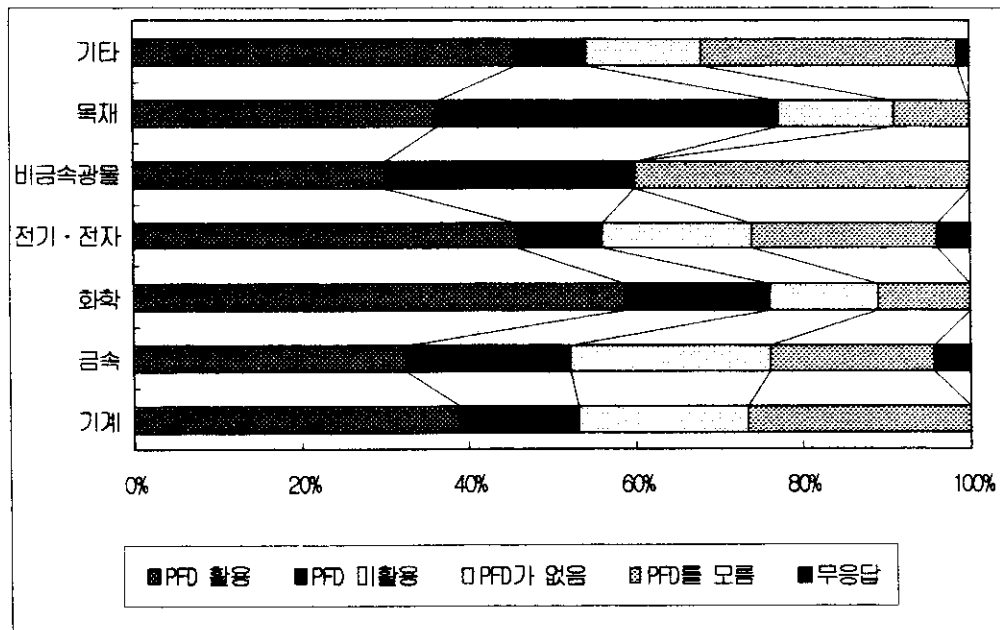
구분	P&ID활용	P&ID미활용	P&ID없음	P&ID를 모름	무응답	계
기계	14 (21.9)	15 (23.4)	15 (23.4)	19 (29.7)	1 (1.6)	64 (100.0)
금속	14 (30.4)	9 (19.6)	10 (21.7)	11 (23.9)	2 (4.3)	46 (100.0)
화학	33 (52.4)	9 (14.3)	11 (17.5)	10 (15.9)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	16 (32.0)	8 (16.0)	14 (28.0)	10 (20.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	5 (25.0)	5 (25.0)	4 (20.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	6 (27.3)	7 (31.8)	6 (27.3)	1 (4.5)	2 (9.1)	22 (100.0)
기타	28 (38.9)	10 (13.9)	8 (11.1)	24 (33.3)	2 (2.8)	72 (100.0)
계	116 (34.4)	63 (18.7)	68 (20.2)	81 (24.0)	9 (2.7)	337 (100.0)



[그림 3-11] 공정배관 및 계장도(P&ID) 보유 활용상태

[표 3-26] 공정흐름도(PFD : Process Flow Diagram) 보유 활용상태

구분	PFD 활용	PFD 비활용	PFD가 없음	PFD를 모름	무응답	계
기계	25 (39.1)	9 (14.1)	13 (20.3)	17 (26.6)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	15 (32.6)	9 (19.6)	11 (23.9)	9 (19.6)	2 (4.3)	46 (100.0)
화학	37 (58.7)	11 (17.5)	8 (12.7)	7 (11.1)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	23 (46.0)	5 (10.0)	9 (18.0)	11 (22.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	6 (30.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	8 (40.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	8 (36.4)	9 (40.9)	3 (13.6)	2 (9.1)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	33 (45.8)	6 (8.3)	10 (13.9)	22 (30.6)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	147 (43.6)	55 (16.3)	54 (16.0)	76 (22.6)	5 (1.5)	337 (100.0)



[그림 3-12] 공정흐름도(PFD : Process Flow Diagram) 보유 활용상태

12) 전기단선도(배선도) 보유 및 활용상태는 전기단선도를 활용하는 경우가 58.2%, 전기단선도를 보유하고 있으나, 미활용하는 경우가 22.6%이고 전기단선도가 없거나 전기단선도가 무엇인지 모르는 경우가 3.3%로 나타났다. 업종별로는 화학업종이 69.8%, 목재 68.21%, 금속 63%, 기계 53.1% 전기·전자 50%가 전기단선도를 활용하는 것으로 나타나 대부분 업종에서 50%이상 전기단선도를 보유하고 있으나, 화학·목재 업종이 가장 높은 비율을 보이고 있다[표 3-27], [그림 3-13].

13) 방폭지역 구분도 보유 및 활용현황은 27.3%가 활용하고 있고, 방폭지역 구분도는 있으나, 비활용이 17.8%, 도면이 없는 경우가 41.2%, 전혀 모르는 경우가 10.1%의 분포를 보이고 있다. 업종별로는 화학 47.6%, 목재 31.8%, 비금속광물 30%, 전기·전자 25%로 활용하고 있어 활용실적이 미흡하다[표 3-28], [그림 3-14].

14) 전기접지시설 관리상태는 접지가 필요한 설비에 접지를 하는 경우가 68.2%이며, 일부 설비만 접지하는 경우가 22.6%, 접지를 하지 않는 경우가 8%로 나타나 접지를 일부라도 하는 경우가 90.8%로 나타나 대부분 사업장에서 접지를 하고 있다. 업종별로는 목재 90.9%, 화학 84.1%, 금속 63%, 기계 60.9%, 전기전자 60%가 활용하는 것으로 나타났으며, 특히 목재 업종에서 90.9%가 접지를 하고 있다[표 3-29], [그림 3-15].

[표 3-27] 전기단선도(배선도) 보유상태

구분	단선 활용	단선 비활용	단선도 없음	단선도를 모름	무응답	계
기계	34 (53.1)	20 (31.3)	8 (12.5)	2 (3.1)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	29 (63.0)	8 (17.4)	8 (17.4)	1 (2.2)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	44 (69.8)	13 (20.6)	5 (7.9)	1 (1.6)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	25 (50.0)	9 (18.0)	12 (24.0)	2 (4.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	10 (50.0)	4 (20.0)	4 (20.0)	2 (10.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	15 (68.2)	4 (18.2)	3 (13.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	39 (54.2)	18 (25.0)	11 (15.3)	3 (4.2)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	196 (58.2)	76 (22.6)	51 (15.1)	11 (3.3)	3 (0.9)	337 (100.0)

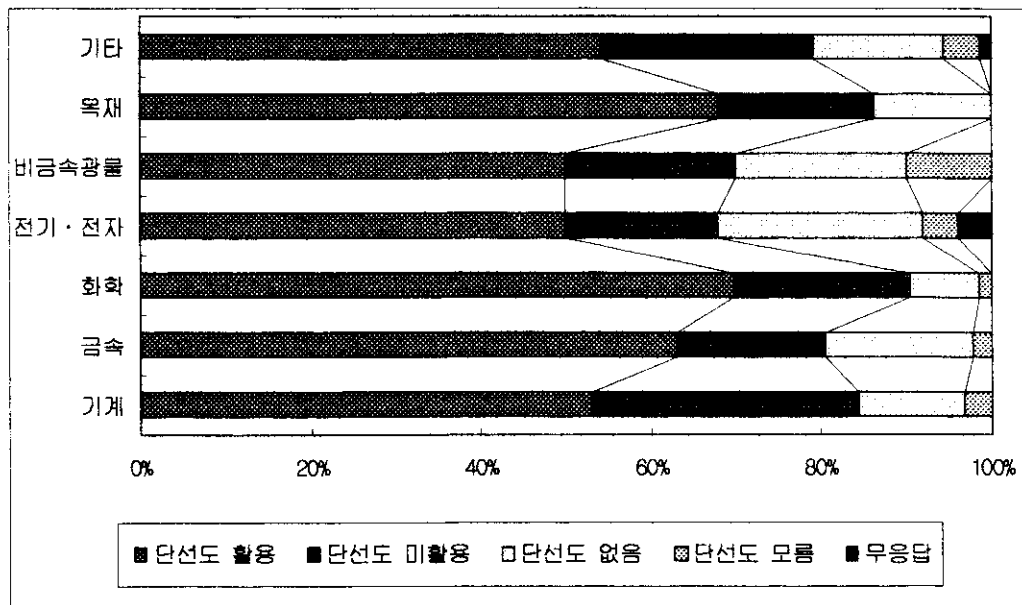
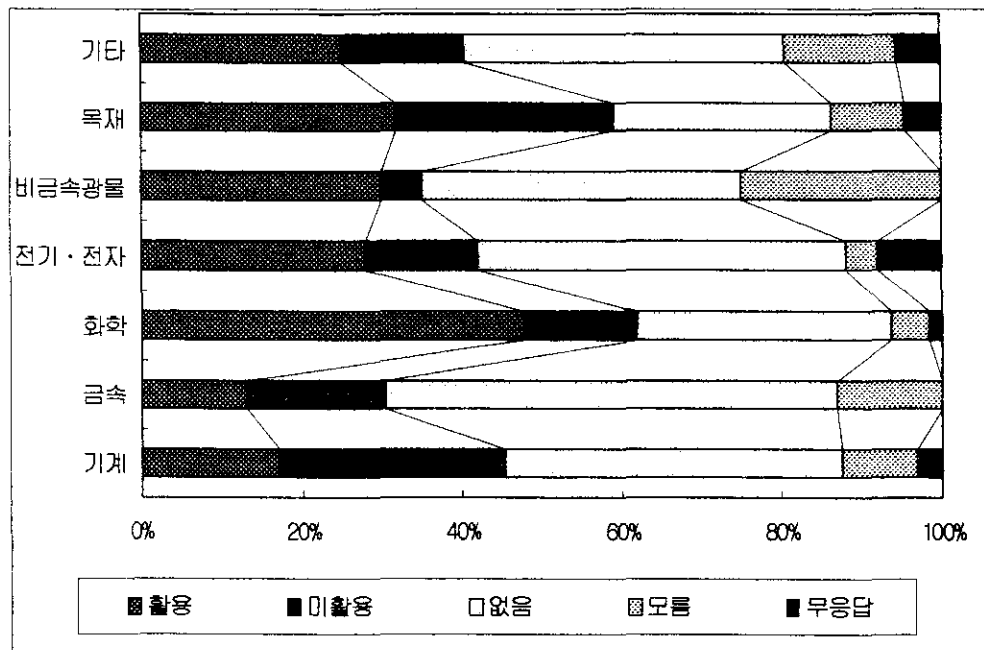


그림 3-13] 전기단선도(배선도) 보유상태

[표 3-28] 방폭지역 구분도 보유 활용상태

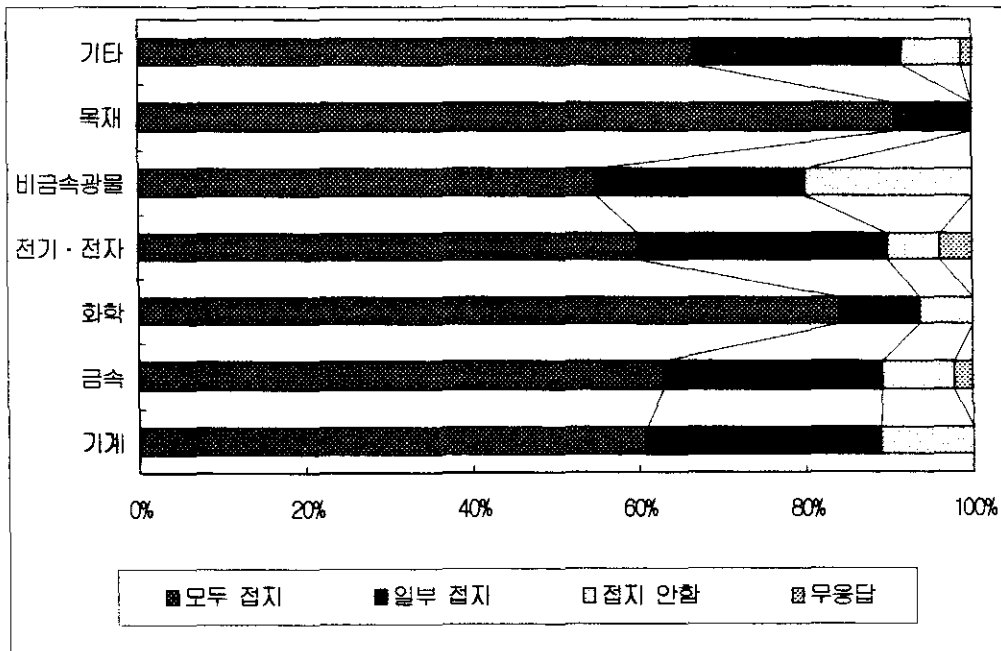
구분	활용	미활용	없음	모름	무응답	계
기계	11 (17.2)	18 (28.1)	27 (42.2)	6 (9.4)	2 (3.1)	64 (100.0)
금속	6 (13.0)	8 (17.4)	26 (56.5)	6 (13.0)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	30 (47.6)	9 (14.3)	20 (31.7)	3 (4.8)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	14 (28.0)	7 (14.0)	23 (46.0)	2 (4.0)	4 (8.0)	50 (100.0)
비금속광물	6 (30.0)	1 (5.0)	8 (40.0)	5 (25.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	7 (31.8)	6 (27.3)	6 (27.3)	2 (9.1)	1 (4.5)	22 (100.0)
기타	18 (25.0)	11 (15.3)	29 (40.3)	10 (13.9)	4 (5.6)	72 (100.0)
계	92 (27.3)	60 (17.8)	139 (41.2)	34 (10.1)	12 (3.6)	337 (100.0)



[그림 3-14] 방폭지역 구분도 보유 활용상태

[표 3-29] 전기접지 시설관리 상태

구분	모두접지	일부접지	접지안함	무응답	계
기계	39 (60.9)	18 (28.1)	7 (10.9)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	29 (63.0)	12 (26.1)	4 (8.7)	1 (2.2)	46 (100.0)
화학	53 (84.1)	6 (9.5)	4 (6.3)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	30 (60.0)	15 (30.0)	3 (6.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	11 (55.0)	5 (25.0)	4 (20.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	20 (90.9)	2 (9.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	48 (66.7)	18 (25.0)	5 (6.9)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	230 (68.2)	76 (22.6)	27 (8.0)	4 (1.2)	337 (100.0)



[그림 3-15] 전기접지 시설관리 상태

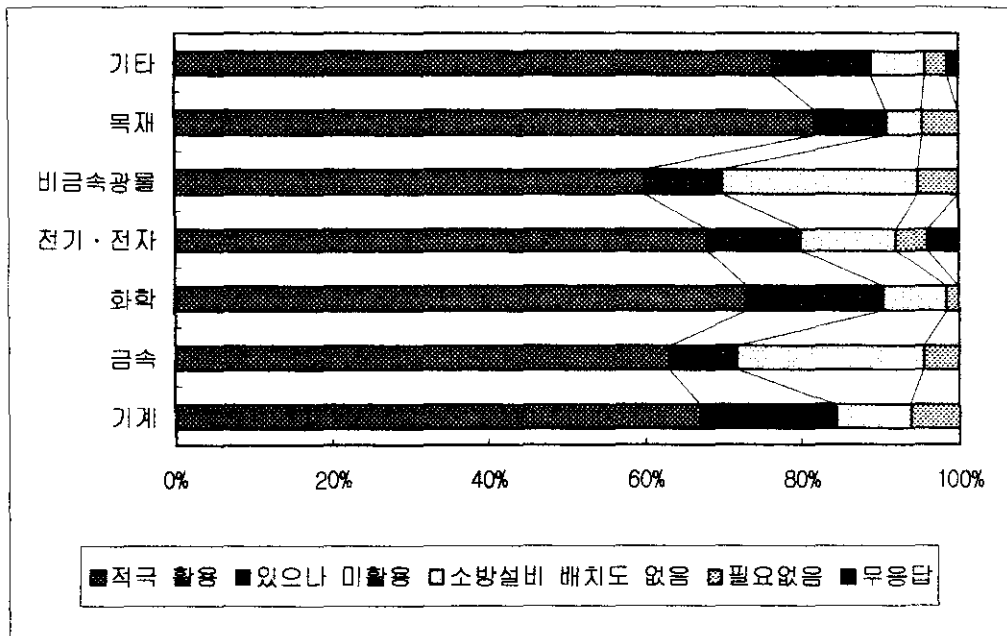
15) 소방설비 배치도 보유상태는 전업종의 70.3%가 소방설비 배치도를 보유 및 활용하고 있고, 13.4%는 배치도가 있으나 미활용하고 있다. 소방설비 배치도가 없는 경우는 11.6%를 차지하고 있다. 업종별 현황은 목재업종의 81.8%가 소방설비 배치도를 보유활용하고 있다. 이는 전업종의 소방설비 보유비율인 70.3%보다 높게 나타나 목재업에서 소방에 많은 관심을 보이고 있으며, 다음으로는 화학 73%, 전기·전자 68%, 기계 67.2%가 소방에 관심을 보이고 있다. 소방설비 배치도가 없는 비율은 비금속광물 25%, 금속 23.9%로 나타났다[표 3-30], [그림 3-16].

16) 가스검지기 및 가스검지기 배치도 보유상태는 배치도가 있는 경우가 37.4%, 배치도 없음이 25.5%, 가스검지기가 없거나 가스검지기 있으나 미작동인 경우가 35.6%로 나타났다. 업종별현황은 화학이 47.6%, 기계 37.5%, 금속 37%, 전기전자 34% 순으로 가스검지기 배치도를 보유하고 있고, 가스검지기는 있으나 미작동인 경우가 목재 27.3%, 전기전자 22%, 비금속광물 20%, 화학 17.5%의 분포를 보이고 있어 전반적으로 가스검지기 배치 및 보유상태는 미흡하다[표 3-31], [그림 3-17].

17) 국소배기장치 설치도 보유상태는 49.9%가 설치도를 활용하며, 국소배기장치가 있으나 설치도가 없는 경우가 26.4%이다. 업종별 활용현황은 화학 65.1%, 목재 63.6%, 전기·전자 54%, 기계 42.2%, 금속 41.3%순으로 국소배기장치를 설치하고 있어서 화학, 목재, 전기·전자는 타업종보다 국소배기장치 설치도 보유 및 활용 정도가 높다[표 3-32], [그림 3-18].

[표 3-30] 소방설비 배치도 보유상태

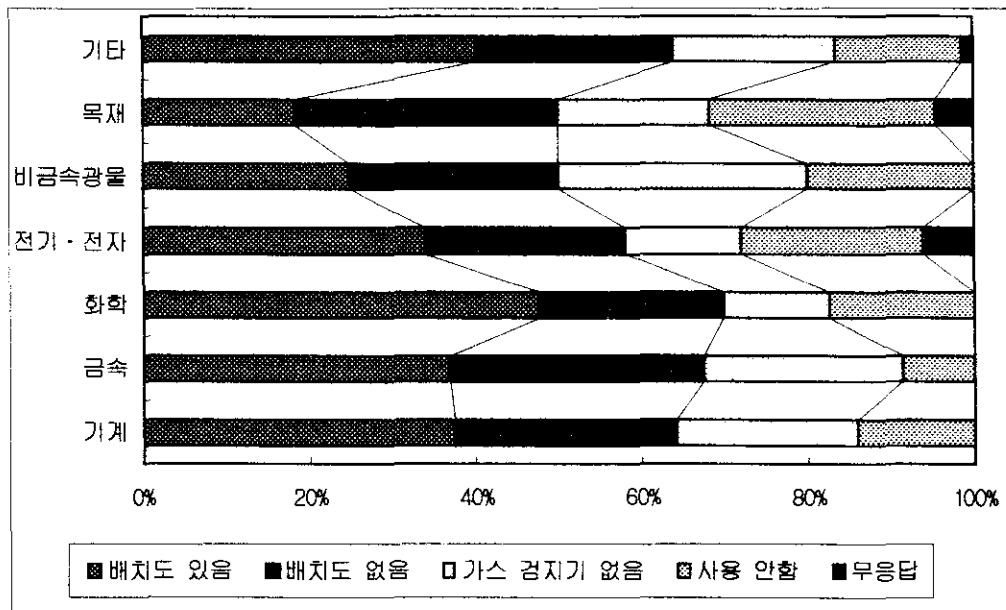
구분	적극 활용	있으나 미활용	소방설비 배치도 없다	필요없다	무응답	계
기계	43 (67.2)	11 (17.2)	6 (9.4)	4 (6.3)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	29 (63.0)	4 (8.7)	11 (23.9)	2 (4.3)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	46 (73.0)	11 (17.5)	5 (7.9)	1 (1.6)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	34 (68.0)	6 (12.0)	6 (12.0)	2 (4.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	12 (60.0)	2 (10.0)	5 (25.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	18 (81.8)	2 (9.1)	1 (4.5)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	55 (76.4)	9 (12.5)	5 (6.9)	2 (2.8)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	237 (70.3)	45 (13.4)	39 (11.6)	13 (3.9)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-16] 소방설비 배치도 보유상태

[표 3-31] 가스검지기 및 가스검지기 배치도 보유상태

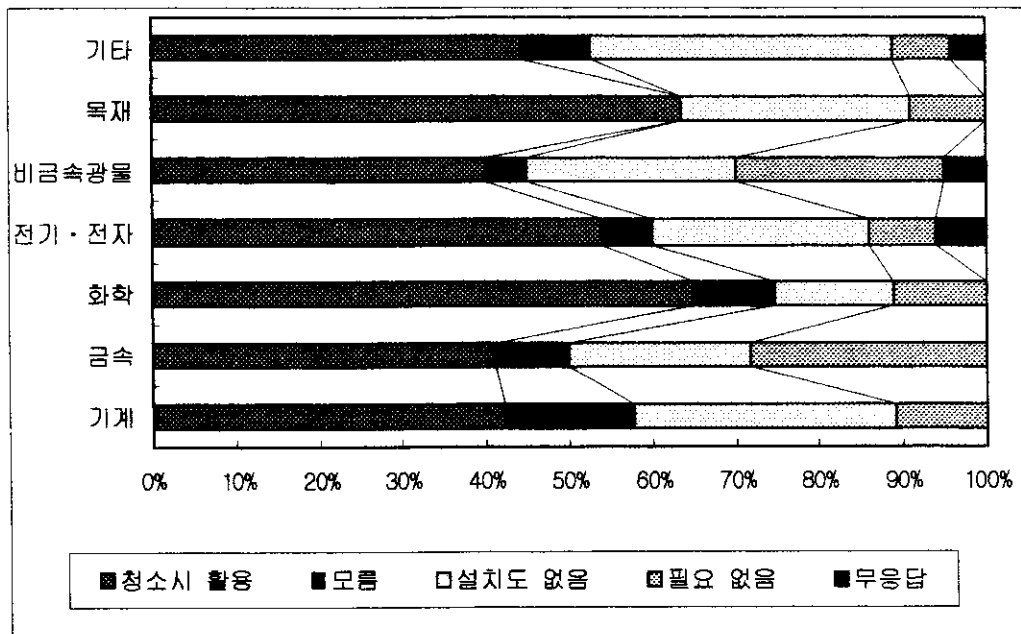
구분	배치도 있음	배치도 없음	가스검지기 없음	미 작동	무응답	계
기계	24 (37.5)	17 (26.6)	14 (21.9)	9 (14.1)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	17 (37.0)	14 (30.4)	11 (23.9)	4 (8.7)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	30 (47.6)	14 (22.2)	8 (12.7)	11 (17.5)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	17 (34.0)	12 (24.0)	7 (14.0)	11 (22.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	5 (25.0)	5 (25.0)	6 (30.0)	4 (20.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	4 (18.2)	7 (31.8)	4 (18.2)	6 (27.3)	1 (4.5)	22 (100.0)
기타	29 (40.3)	17 (23.6)	14 (19.4)	11 (15.3)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	126 (37.4)	86 (25.5)	64 (19.0)	56 (16.6)	5 (1.5)	337 (100.0)



[그림 3-17] 가스검지기 및 가스검지기 배치도 보유상태

[표 3-32] 국소배기장치(후트 덕트 등 환기장치)의 설치도 보유상태

구분	청소시 활용	모름	설치도 필요하나 없음	필요없음	무응답	계
기계	27 (42.2)	10 (15.6)	20 (31.3)	7 (10.9)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	19 (41.3)	4 (8.7)	10 (21.7)	13 (28.3)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	41 (65.1)	6 (9.5)	9 (14.3)	7 (11.1)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	27 (54.0)	3 (6.0)	13 (26.0)	4 (8.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	8 (40.0)	1 (5.0)	5 (25.0)	5 (25.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	14 (63.6)	0 (0.0)	6 (27.3)	2 (9.1)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	32 (44.4)	6 (8.3)	26 (36.1)	5 (6.9)	3 (4.2)	72 (100.0)
계	168 (49.9)	30 (8.9)	89 (26.4)	43 (12.8)	7 (2.1)	337 (100.0)



[그림 3-18] 국소배기장치(후트 덕트 등 환기장치)의 설치도 보유상태

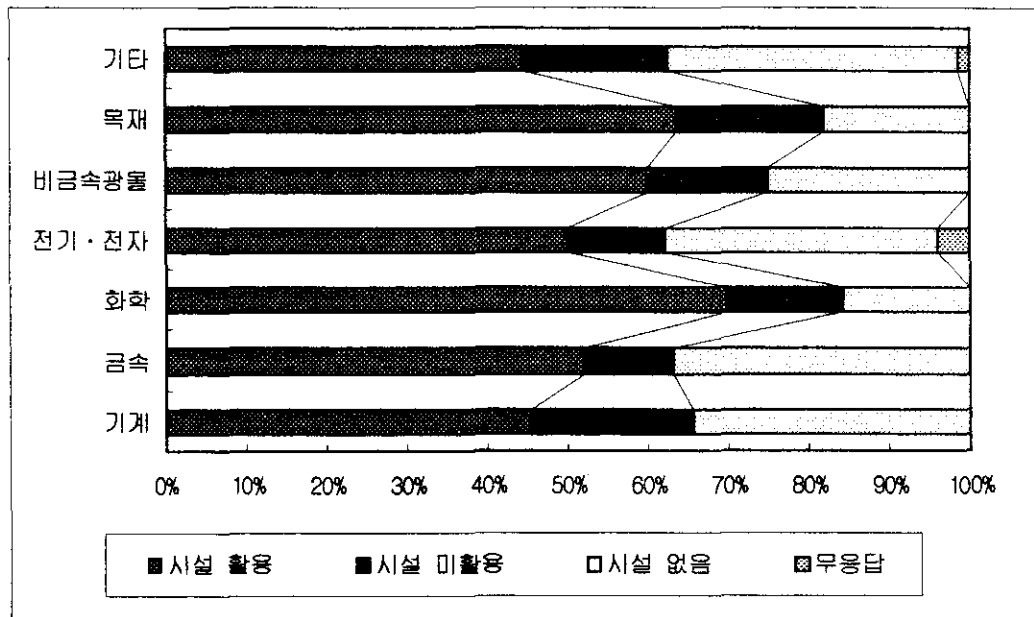
18) 세척·세안시설, 안전보호장구 보관시설 설치상태는 시설활용이 53.4%, 시설이 없음이 30%, 시설이 있으나 미활용이 15.7%, 시설이 있는 경우가 69.1%로 나타났다. 업종별현황은 화학 69.8%, 목재 63.6%, 비금속광물 60%가 보호장구 보관시설을 활용하며 시설이 되어있지 않은 경우도 금속 37%, 기계 34.4%, 전기·전자 34% 순으로 나타났다[표 3-33], [그림 3-19].

19) 화재탐지기 및 경보설비에 대한 설비도 보유상태는 58.2%가 수시로 점검하며 설비도를 보유하고 있고, 목재 77.3%, 화학 66.7%, 전기·전자 62%로 응답대상자중 60%이상이 화재경보설비의 설비도를 보유하고 있고, 기계 54.7%, 비금속광물 50%, 금속 45.7%가 설비도를 활용하고 있다. 경보설비를 점검하지 않는 경우도 전체 20.5%를 차지하며 그중 업종별로는 금속 30.4%, 기계 23.4%, 전기·전자 16%순으로 점검이 소홀하였다[표 3-34], [그림 3-20].

20) 위험설비, 안전설계에 대한 제작 및 설치관련 지침서 보유상태는 40.7%가 지침서가 있어 활용하며, 35.9%는 안전설계지침서가 없다고 하였다. 업종별로는 화학 60.3%, 목재 54.5%, 기계 45.3%, 비금속광물 40%, 전기전자 36% 순으로 안전설계지침서를 활용하고 있으며, 지침서가 있으나 미활용하는 경우는 19%로 나타났다. 목재 27.3%, 금속 23.9%, 화학 20.6% 순으로 지침서는 있으나 미활용으로 나타났다[표 3-35], [그림 3-21].

[표 3-33] 세척·세안 시설, 안전보호장구 보관시설 설치상태

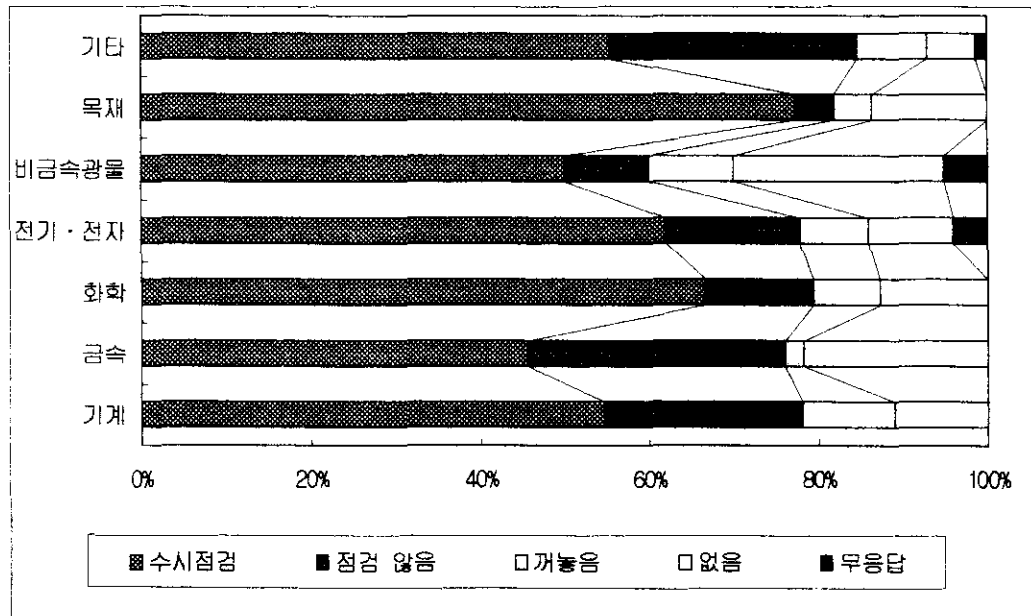
구분	시설 활용	시설 있으나 미활용	시설 없음	무응답	계
기계	29 (45.3)	13 (20.3)	22 (34.4)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	24.0 (52.2)	5.0 (10.9)	17.0 (37.0)	0.0 (0.0)	46.0 (100.0)
화학	44.0 (69.8)	9.0 (14.3)	10.0 (15.9)	0.0 (0.0)	63.0 (100.0)
전기·전자	25.0 (50.0)	6.0 (12.0)	17.0 (34.0)	2.0 (4.0)	50.0 (100.0)
비금속광물	12.0 (60.0)	3.0 (15.0)	5.0 (25.0)	0.0 (0.0)	20.0 (100.0)
목재	14.0 (63.6)	4.0 (18.2)	4.0 (18.2)	0.0 (0.0)	22.0 (100.0)
기타	32.0 (44.4)	13.0 (18.1)	26.0 (36.1)	1.0 (1.4)	72.0 (100.0)
계	180.0 (53.4)	53.0 (15.7)	101.0 (30.0)	3.0 (0.9)	337.0 (100.0)



[그림 3-19] 세척·세안 시설, 안전보호장구 보관시설 설치상태

[표 3-34] 화재탐지기 및 경보설비에 대한 설비도 보유상태

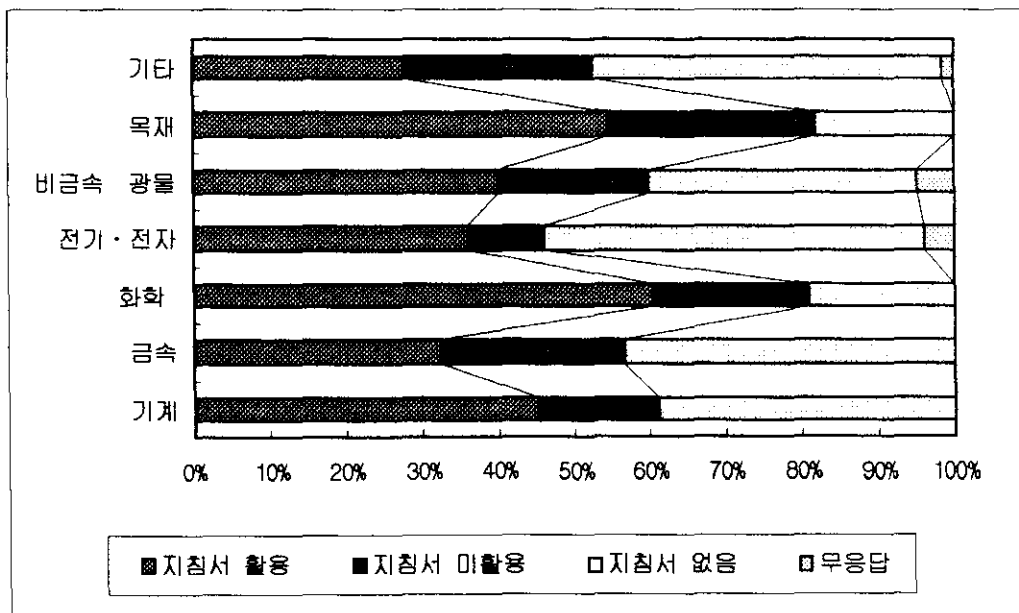
구분	설비도 활용 하여 수시점검	설비도 없고 점검않음	꺼놓음	없음	무응답	계
기계	35 (54.7)	15 (23.4)	7 (10.9)	7 (10.9)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	21 (45.7)	14 (30.4)	1 (2.2)	10 (21.7)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	42 (66.7)	8 (12.7)	5 (7.9)	8 (12.7)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	31 (62.0)	8 (16.0)	4 (8.0)	5 (10.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	10 (50.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	5 (25.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	17 (77.3)	1 (4.5)	1 (4.5)	3 (13.6)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	40 (55.6)	21 (29.2)	6 (8.3)	4 (5.6)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	196 (58.2)	69 (20.5)	26 (7.7)	42 (12.5)	4 (1.2)	337 (100.0)



[그림 3-20] 화재탐지기 및 경보설비에 대한 설비도 보유상태

[표 3-35] 위험설비, 안전설계에 대한 제작 및 설치관련 지침서 보유상태

구분	지침서 활용	지침서 있으나 미활용	지침서 없음	무응답	계
기계	29 (45.3)	10 (15.6)	25 (39.1)	(0.0)	64 (100.0)
금속	15 (32.6)	11 (23.9)	20 (43.5)	(0.0)	46 (100.0)
화학	38 (60.3)	13 (20.6)	12 (19.0)	(0.0)	63 (100.0)
전기·전자	18 (36.0)	5 (10.0)	25 (50.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속 광물	8 (40.0)	4 (20.0)	7 (35.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	12 (54.5)	6 (27.3)	4 (18.2)	(0.0)	22 (100.0)
기타	17 (23.6)	15 (20.7)	28 (39.0)	12 (16.7)	72 (100.0)
계	137 (40.7)	64 (19.0)	121 (35.9)	15 (4.5)	337 (100.0)



[그림 3-21] 위험설비, 안전설계에 대한 제작 및 설치관련 지침서 보유상태

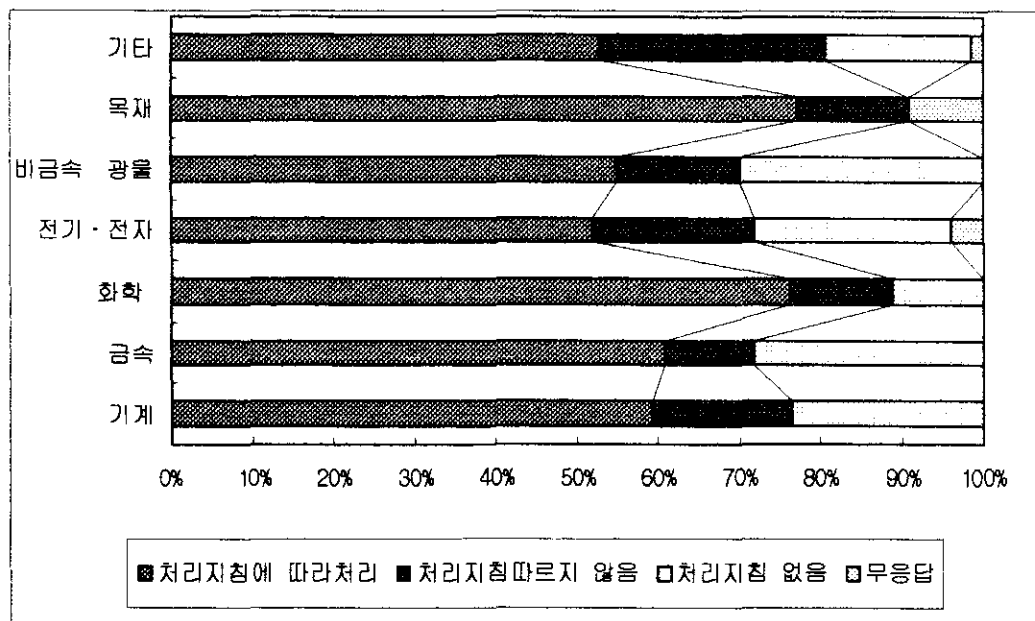
21) 환경관련 폐기물처리지침서 보유현황은 61.1%가 지침서에 따라 처리하며 처리지침서 없음이 19.6%, 지침서는 있으나 미활용이 17.8%로 나타나 37.4%는 폐기물처리지침이 없거나 지침서를 활용하지 않는 것으로 나타났다. 업종별로는 목재 77.3%, 화학 76.2%, 금속 60.9%, 기계 59.4%, 비금속 광물 55%순으로 폐기물지침서를 활용하는 것으로 나타나 목재, 화학이 타업종에 비해 폐기물처리를 잘하며 이에 따른 지침서를 잘 활용한다[표 3-36], [그림 3-22].

(다) 설비 및 공정의 위험성 평가제도의 인지도 및 활용현황

1) 위험성 평가기법중 체크리스트 방법을 이용한 설비 및 공정의 위험성 평가를 하고 있는지의 응답에서 체크리스트를 이용하여 수시로 위험성 평가를 한다가 31.1%, 작업내용 변경시에만 위험성 평가를 하고 있다는 사업장이 21.7%로 전체평균 52.8%가 체크리스트를 활용하고 있었고, 27.0%가 육안 검사 등 기타 방법으로 가끔 점검하는 것으로 나타났다. 설비 및 공정에 대해 6.2%가 점검을 전혀하지 않는 것으로 나타났다. 업종별로 살펴보면 화학업종은 39.7%가 수시로 체크리스트에 의한 위험성 평가를 수행하고 있고, 33.3%정도는 작업변경시에 활용한다고 하여 화학업종에서 위의 두가지 경우를 합하면 73%가 체크리스트를 활용하여 위험성 평가를 실시한 경험이 있는 것으로 나타났다. 다른 업종은 체크리스트를 수시 사용하는 경우와 작업변경시 사용하는 경우가 기계업은 29.7%, 20.3%, 금속업 23.9%, 17.4%, 전기·전자업종은 36%, 20%, 비금속광물업은 15%, 5%, 목재업은 31.8%, 27.3%, 기타가 30.6%, 19.4%로 화학업종에 비해 많은 격차를 보였으며, 비금속광물업에서는 20%만 체크리스트를 사용하고 있는 것으로 나타났다[표 3-37], [그림 3-23].

[표 3-36] 환경관련 폐기물처리 지침서 보유현황

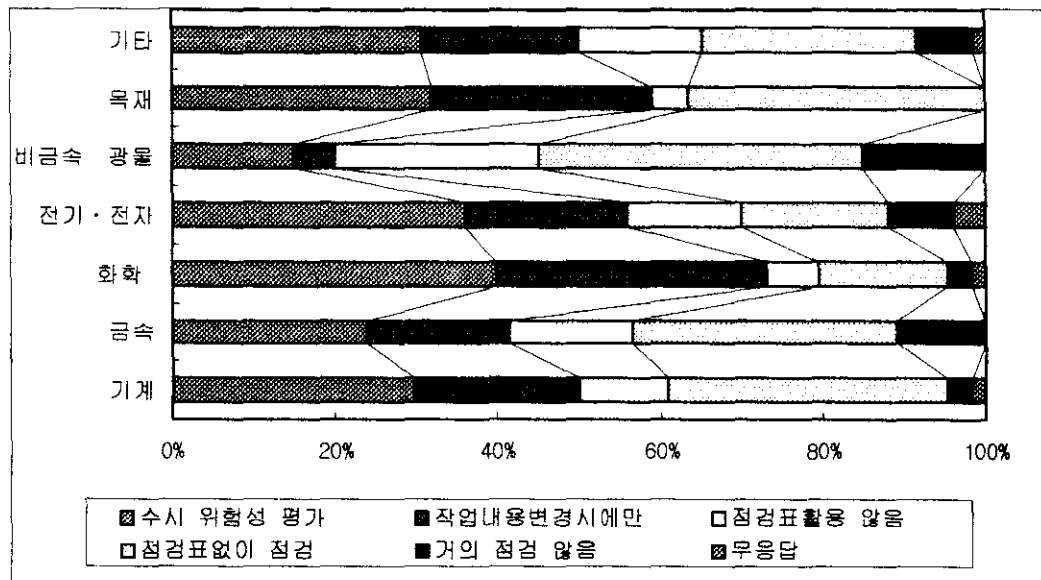
구분	처리지침에 따라 처리	처리지침 따르지 않음	처리지침 없음	무응답	계
기계	38 (59.4)	11 (17.2)	15 (23.4)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	28 (60.9)	5 (10.9)	13 (28.3)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	48 (76.2)	8 (12.7)	7 (11.1)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	26 (52.0)	10 (20.0)	12 (24.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	11 (55.0)	3 (15.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	17 (77.3)	3 (13.6)	0 (0.0)	2 (9.1)	22 (100.0)
기타	38 (52.8)	20 (27.8)	13 (18.1)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	206 (61.1)	60 (17.8)	66 (19.6)	5 (1.5)	337 (100.0)



[그림 3-22] 환경관련 폐기물처리 지침서 보유현황

[표 3-37] 체크리스트를 이용한 설비나 공정등의 위험성평가 유무

구분	수시위험성 평가	작업내용변 경시에만	점검표활 용없음	점검표없 이점검	거의 점검없음	무응답	계
기계	19 (29.7)	13 (20.3)	7 (10.9)	22 (34.4)	2 (3.1)	1 (1.6)	64.0 (100.0)
금속	11 (23.9)	8 (17.4)	7 (15.2)	15 (32.6)	5 (10.9)	0 (0.0)	46.0 (100.0)
화학	25 (39.7)	21 (33.3)	4 (6.3)	10 (15.9)	2 (3.2)	1 (1.6)	63.0 (100.0)
전기·전자	18 (36.0)	10 (20.0)	7 (14.0)	9 (18.0)	4 (8.0)	2 (4.0)	50.0 (100.0)
비금속광물	3 (15.0)	1 (5.0)	5 (25.0)	8 (40.0)	3 (15.0)	0 (0.0)	20.0 (100.0)
목재	7 (31.8)	6 (27.3)	1 (4.5)	8 (36.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	22.0 (100.0)
기타	22 (30.6)	14 (19.4)	11 (15.3)	19 (26.4)	5 (6.9)	1 (1.4)	72.0 (100.0)
계	105 (31.2)	73 (21.7)	42 (12.5)	91 (27.0)	21 (6.2)	5 (1.5)	337.0 (100.0)



[그림 3-23] 체크리스트를 이용한 설비나 공정등의 위험성평가 유무

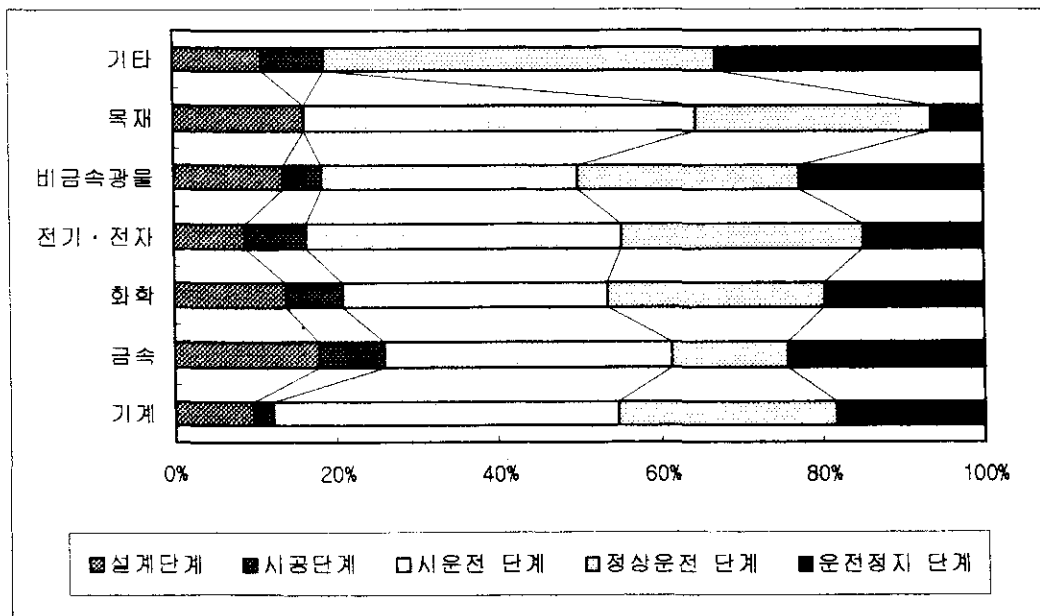
2) 체크리스트를 이용하여 위험을 평가하는 시기를 묻는 질문에 대한 응답은 시운전단계 32.2%, 정상운전단계 28.9%, 운전정지단계 20.5%이며 설계 및 건설단계는 각 12.6%, 5.8%로 낮게 나타나 설계 및 설치단계보다는 운전 단계에서 평가하는 경우가 높게 나타났다. 설계 및 건설단계에서 체크리스트를 이용하여 위험성 평가를 실시하는 업종분포는 금속 25.8%, 화학 20.8%, 비금속광물 18.1%, 목재 16.1%, 기계 12.2%로 나타났다[표 3-38], [그림 3-24].

3) 설비 및 시설에 대한 안전성검토 실시현황은 자체적 실시가 37.1%이며, 실시경험이 없음도 35.3%의 응답을 보이고, 외부기관에 의뢰실시도 27%로 나타나 전반적으로 비슷한 비율을 나타내고 있다. 업종별로는 자체적 실시가 화학 55.6%, 기계 40.6%, 금속 34.8%, 전지전자 34%, 목재 31.8%의 비중을 보이고 있었고, 실시경험이 없다는 응답은 비금속과 목재가 동일하게 50%이며, 금속 45.7%, 기계 37.5%, 전기·전자 32%의 응답을 보이고 있다[표 3-39], [그림 3-25].

4) 위험 및 운전성 검토(HAZOP)기법을 활용할 수 있는냐는 질문에 11.3%만 사용이 가능하고 17.5%가 활용한 경험이 있다고 하여 전체 28.8%가 적용하여 활용할 수 있는 것으로 나타났다. 그러나 43.9%가 HAZOP에 대한 지식이 없어 활용이 불가능하다고 응답하였고, 25.2%가 전문가의 도움이 있으면 사용이 가능하다고 응답하여 HAZOP에 대한 지식 및 보급이 이루어지지 않고 있는 것으로 나타났다. 현재 PSM을 법제화하여 시행하고 있는 화학업종에서 28.6%가 사용이 가능하고 19%가 사용한 경험이 있어 타 업종에 비해 비교적 높은 응답률을 보이고 있다[표 3-40], [그림 3-26].

[표 3-38] 체크리스트를 이용한 평가시기

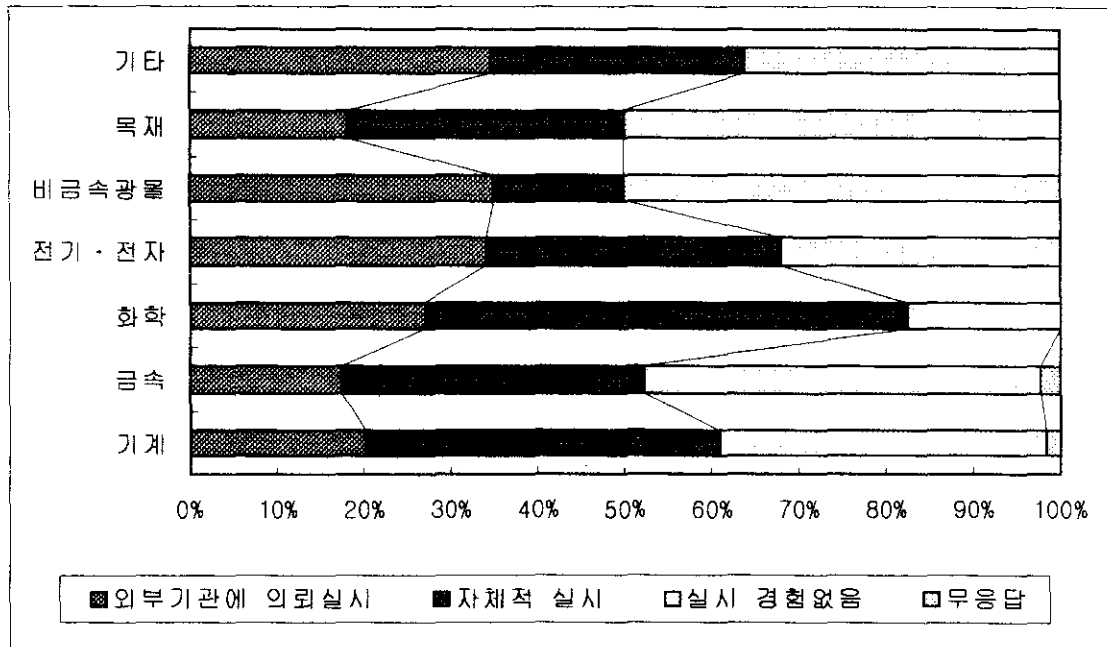
구분	설계단계	시공단계	시운전단계	정상운전단계	운전정지단계	무응답	계
기계	8 (9.8)	2 (2.4)	35 (42.7)	22 (26.8)	15 (18.3)	0 (0.0)	82.0 (100.0)
금속	11 (17.7)	5 (8.1)	22 (35.5)	9 (14.5)	15 (24.2)	2 (0.0)	62.0 (100.0)
화학	14 (13.9)	7 (6.9)	33 (32.7)	27 (26.7)	20 (19.8)	0 (0.0)	101.0 (100.0)
전기·전자	6 (9.0)	5 (7.5)	26 (38.8)	20 (29.9)	10 (14.9)	0 (0.0)	67.0 (100.0)
비금속광물	3 (13.6)	1 (4.5)	7 (31.8)	6 (27.3)	5 (22.7)	0 (0.0)	22.0 (100.0)
목재	5 (16.1)	0 (0.0)	15 (48.4)	9 (29.0)	2 (6.5)	0 (0.0)	31.0 (100.0)
기타	7 (10.9)	5 (7.8)	0 (0.0)	31 (48.4)	21 (32.8)	1 (0.0)	64.0 (100.0)
계	54 (12.6)	25 (5.8)	138 (32.2)	124 (28.9)	88 (20.5)	3 (0.7)	429.0 (100.0)



[그림 3-24] 체크리스트를 이용한 평가시기

[표 3-39] 설비 및 시설에 대한 안전성검토 실시현황

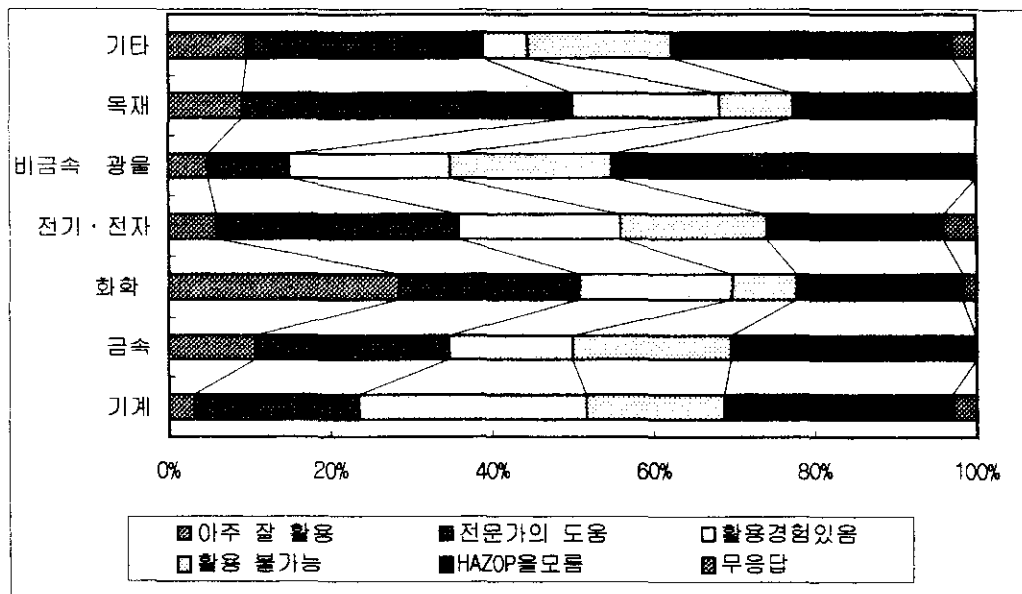
구분	외부기관에 의뢰실시	자체적 실시	실시경험없음	무응답	계
기계	13 (20.3)	26 (40.6)	24 (37.5)	1 (1.6)	64 (100.0)
금속	8 (17.4)	16 (34.8)	21 (45.7)	1 (2.2)	46 (100.0)
화학	17 (27.0)	35 (55.6)	11 (17.5)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	17 (34.0)	17 (34.0)	16 (32.0)	0 (0.0)	50 (100.0)
비금속광물	7 (35.0)	3 (15.0)	10 (50.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	4 (18.2)	7 (31.8)	11 (50.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	25 (34.7)	21 (29.2)	26 (36.1)	0 (0.0)	72 (100.0)
계	91 (27.0)	125 (37.1)	119 (35.3)	2 (0.6)	337 (100.0)



[그림 3-25] 설비 및 시설에 대한 안전성검토 실시현황

[표 3-40] 위험 및 작업성 검토(HAZOP)의 활용능력

구분	아주 잘 활용	전문가의 도움	활용경험 있음	HAZOP을 모름	무응답	계
기계	2 (3.1)	13 (20.3)	18 (28.1)	29 (45.3)	2 (3.1)	64.0 (100.0)
금속	5 (10.9)	11 (23.9)	7 (15.2)	23 (50.0)	0 (0.0)	46.0 (100.0)
화학	18 (28.6)	14 (22.2)	12 (19.0)	18 (28.5)	1 (1.6)	63.0 (100.0)
전기·전자	3 (6.0)	15 (30.0)	10 (20.0)	20 (40.0)	2 (4.0)	50.0 (100.0)
비금속광물	1 (5.0)	2 (10.0)	4 (20.0)	13 (65.0)	0 (0.0)	20.0 (100.0)
목재	2 (9.1)	9 (40.9)	4 (18.2)	7 (31.8)	0 (0.0)	22.0 (100.0)
기타	7 (9.7)	21 (29.2)	4 (5.6)	38 (52.8)	2 (2.8)	72.0 (100.0)
계	38 (11.3)	85 (25.2)	59 (17.5)	148 (43.9)	7 (2.1)	337.0 (100.0)



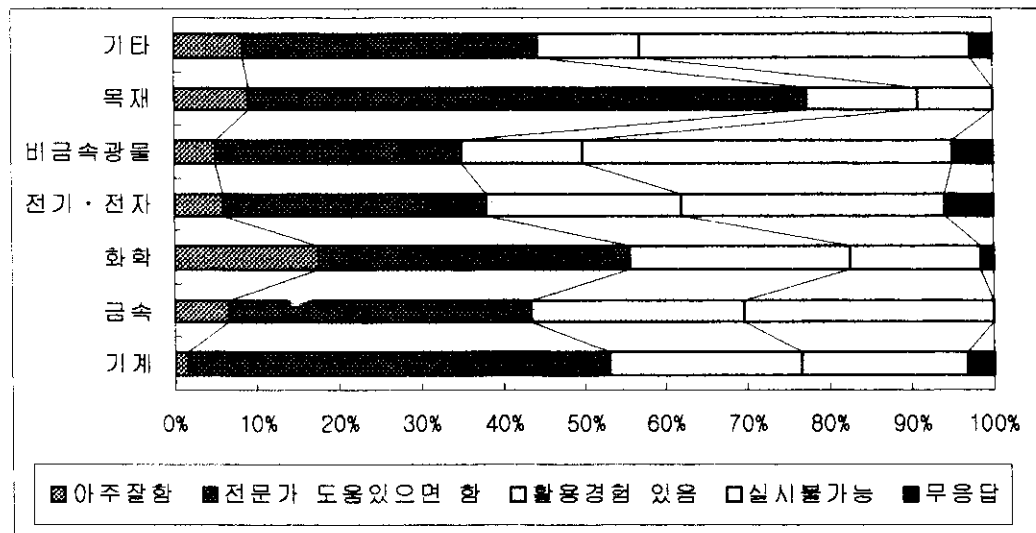
[그림 3-26] 위험 및 작업성 검토(HAZOP)의 활용능력

5) 체크리스트 및 HAZOP기법외의 위험성 평가기법의 활용이 가능한지에 대한 질문에 8%가 잘 사용할 수 있다고 응답하였고, 21.1%가 사용경험이 있는 것으로 나타났다. 이를 업종별로 살펴보면 화학업종이 27%로 가장 높았으나 기계업이 23.4%, 금속이 26.1%, 전기·전자업이 24%로 화학업종과 비슷하게 사용 경험에 있는 것으로 나타났다. 전체의 40.6%가 전문가의 도움이 있으면 사용이 가능하다고 하였고, 27.6%가 잘 몰라서 사용이 불가능한 것으로 나타나 위험성 평가기법 보급이 잘 안되었음을 알수 있다 [표 3-41], [그림 3-27].

6) 기계·기구·설비 등의 주요부분 변경시 위험성평가 실시유무를 묻는 질문에 기계·기구설비 등의 주요부분을 변경시 변경관리팀을 운영하여 안전성 평가를 실시한 후에 설비를 변경하는 경우가 14.2%이며, 이중 전기·전자업이 화학업종의 19%보다 높은 22%로 나타났으며, 비금속광물업은 변경관리팀을 운영하지 않는 것으로 나타났다. 42.1%가 중견기술자의 설비안전성 회의결과에 따라 설비를 변경하였고, 이중 화학업종이 52.4%이고 목재업이 50%, 금속업이 47.8%, 기계업이 43.8% 순이다. 기술자 스스로 또는 작업담당자가 안전성을 판단한 후 설비를 변경하는 경우가 28.3%, 11.8%로 38.3%가 기술자 및 작업자 판단에 의해 변경함을 의미하는 것으로 이를 업종별로 보면 기계업이 44.8%, 전기·전자업이 38%, 비금속광물업이 50%, 목재업이 57.2%로 나타났다. 설비변경 및 그에 대한 위험성 평가는 작업자에 의해 이루어지고 있음을 알수 있다[표 3-42], [그림 3-28].

[표 3-41] 사업장에서 체크리스트법, HAZOP기법외의 위험성평가 기법 활용실시 정도

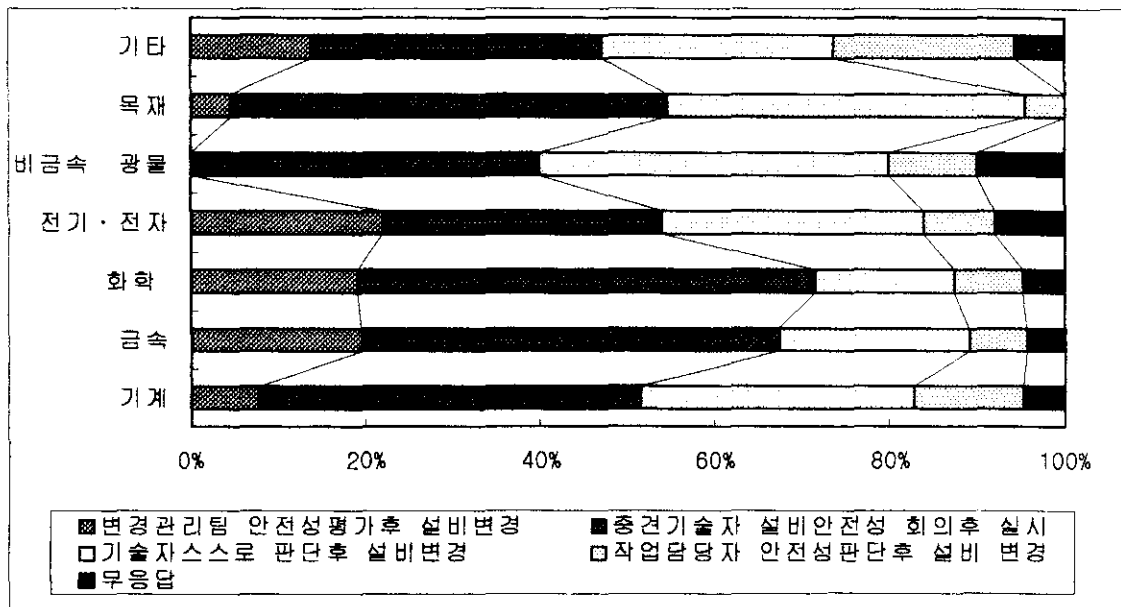
구분	아주잘함	전문가 도움 있으면 함	활용경험 있음	실시불가능	무응답	계
기계	1 (1.6)	33 (51.6)	15 (23.4)	13 (20.3)	2 (3.1)	64 (100.0)
금속	3 (6.5)	17 (37.0)	12 (26.1)	14 (30.4)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	11 (17.5)	24 (38.1)	17 (27.0)	10 (15.9)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	3 (6.0)	16 (32.0)	12 (24.0)	16 (32.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	1 (5.0)	6 (30.0)	3 (15.0)	9 (45.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	2 (9.1)	15 (68.2)	3 (13.6)	2 (9.1)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	6 (8.3)	26 (36.1)	9 (12.5)	29 (40.3)	2 (2.8)	72 (100.0)
계	27 (8.0)	137 (40.7)	71 (21.1)	93 (27.6)	9 (2.7)	337 (100.0)



[그림 3-27] 사업장에서 체크리스트법, HAZOP기법외의 위험성평가 기법 활용실시 정도

[표 3-42] 기계·기구설비 등의 주요부분을 변경시 위험성평가 실시유무

구분	변경관리팀 실시후 변경	중견기술자의 회의후 실시	기술자 스스로 판단후 변경	작업담당자 판단후 변경	무응답	계
기계	5 (7.8)	28 (43.8)	20 (31.3)	8 (12.5)	3 (4.7)	64 (100.0)
금속	9 (19.6)	22 (47.8)	10 (21.7)	3 (6.5)	2 (4.3)	46 (100.0)
화학	12 (19.0)	33 (52.4)	10 (15.9)	5 (7.9)	3 (4.8)	63 (100.0)
전기·전자	11 (22.0)	16 (32.0)	15 (30.0)	4 (8.0)	4 (8.0)	50 (100.0)
비금속광물	0 (0.0)	8 (40.0)	8 (40.0)	2 (10.0)	2 (10.0)	20 (100.0)
목재	1 (4.5)	11 (50.0)	9 (40.9)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	10 (13.9)	24 (33.3)	19 (26.4)	15 (20.8)	4 (5.6)	72 (100.0)
계	48 (14.2)	142 (42.1)	91 (27.0)	38 (11.3)	18 (5.3)	337 (100.0)



[그림 3-28] 기계·기구설비 등의 주요부분을 변경시 위험성평가 실시유무

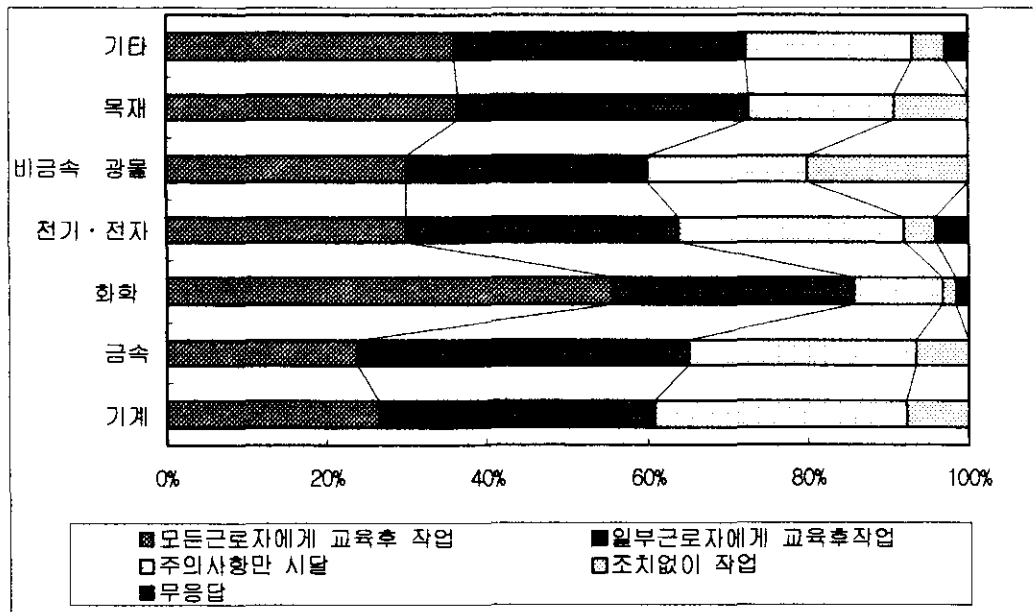
(라) 작업내용 변경시 안전작업 현황

1) 작업내용의 변경시에 안전작업방법을 근로자에게 교육을 실시하는가에 대한 질문에 모든 근로자에게 교육을 실시한다는 응답이 35%이고, 일부 근로자에게 교육을 실시한다는 응답이 34.7%로 작업내용 변경에 따른 안전작업방법에 대한 교육이 대체적으로 이루어지고 있으며, 이들 중 화학업종이 55.6%와 30.2%로 가장 잘 실시되고 있었다. 작업내용 변경에 따른 주의사항만 전달한다는 경우도 22.9%로 작업내용 변경시 안전교육이 미비한 것으로 나타났다. 이중 기계업종은 모든 근로자에게 변경작업내용을 교육과 주의사항만 전달하는 경우가 각각 26.6%와 31.3%로 주의사항 전달으로 작업에 임하고 있는 것으로 나타났고, 그 다음은 금속업 28.3%, 전기·전자업이 28% 등으로 아직도 형식적인 교육에 치우치고 있음을 보여주고 있다. 그러나 아무조치를 취하지 않고 작업을 하는 경우가 평균 5.9%이고 비금속광물업이 20%, 목재업이 9.1%, 기계업 7.8%, 금속업 6.5%으로 이들 업종의 안전교육비 실시정도는 전체 제조업의 평균치보다 높은 것으로 나타났다[표 3-43], [그림 3-29].

2) 작업내용 변경시 안전작업방법 지시서를 작성하여 이를 활용하고 있는가의 질문에 지시서를 보유하고 있는 경우는 51.3%였으나, 이들 중 36.5%만 활용하고 있을 뿐 나머지 14.8%는 활용하지 않고 있었다. 업종별로 보면 화학업종이 보유 및 활용도면에서 61.9%로 가장 잘 시행정착되고 있었고, 그 다음은 목재업이 45.5%, 전기·전자업이 36% 순으로 나타났고, 기계업과 금속업은 25%, 26.1%로 저조한 보유활용도를 보이고 있었다. 그러나 평균 35.3%가 아직 작업지시서를 작성되지 않고 있었으며, 필요없다고 판단하고 있는 경우도 12.2%나 응답율을 보였다[표 3-44], [그림 3-30].

[표 3-43] 작업내용변경시 안전작업방법 교육

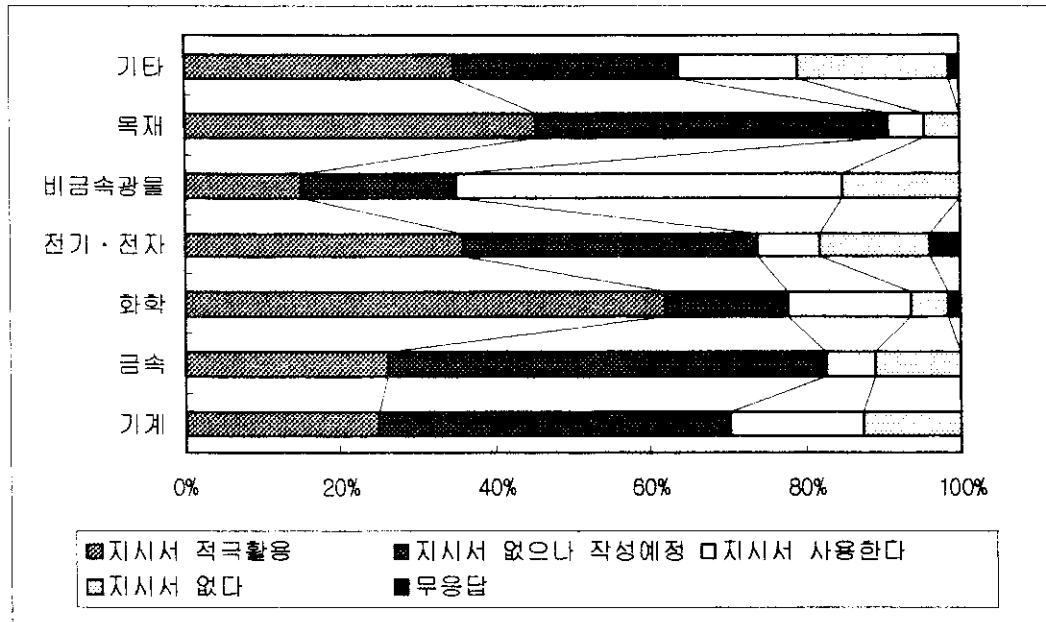
구분	모든근로자에게 교육후 작업	일부근로자에게 교육후 작업	주의사항만 시달	조치없이 작업	무응답	계
기계	17 (26.6)	22 (34.4)	20 (31.3)	5 (7.8)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	11 (23.9)	19 (41.3)	13 (28.3)	3 (6.5)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	35 (55.6)	19 (30.2)	7 (11.1)	1 (1.6)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	15 (30.0)	17 (34.0)	14 (28.0)	2 (4.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	6 (30.0)	6 (30.0)	4 (20.0)	4 (20.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	8 (36.4)	8 (36.4)	4 (18.2)	2 (9.1)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	26 (36.1)	26 (36.1)	15 (20.8)	3 (4.2)	2 (2.8)	72 (100.0)
계	118 (35.0)	117 (34.7)	77 (22.8)	20 (5.9)	5 (1.5)	337 (100.0)



[그림 3-29] 작업내용변경시 안전작업방법 교육

[표 3-44] 작업내용변경시 안전작업지시서 보유현황

구분	지시서 적극활용	지시서 없으나 작성예정	지시서 사용한다	없다	무응답	계
기계	16 (25.0)	29 (45.3)	11 (17.2)	8 (12.5)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	12 (26.1)	26 (56.5)	3 (6.5)	5 (10.9)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	39 (61.9)	10 (15.9)	10 (15.9)	3 (4.8)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	18 (36.0)	19 (38.0)	4 (8.0)	7 (14.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	3 (15.0)	4 (20.0)	10 (50.0)	3 (15.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	10 (45.5)	10 (45.5)	1 (4.5)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	25 (34.7)	21 (29.2)	11 (15.3)	14 (19.4)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	123 (36.5)	119 (35.3)	50 (14.8)	41 (12.2)	4 (1.2)	337 (100.0)



[그림 3-30] 작업내용변경시 안전작업지시서 보유현황

(마) 안전작업 및 안전운전계획 및 절차

안전작업 및 안전운전에 대한 지침서 보유현황은 전체업종의 54%가 지침서에 따라 안전한 작업을 하고 있었다.

업종별로는 화학업이 66.7%, 금속업이 56.5%, 전기·전자업이 56%, 목재업이 59.1%, 기계업이 53.1% 안전운전지침서를 보유하고 있어서 대부분 50%이상 잘 시행되고 있었으나 28.2%가 미사용하고 있었고, 16.9%는 근로자 스스로 조심한다는 판단에 의해 작업을 하고있는 것으로 나타나 언제든지 위험에 노출될 가능성이 있는 것으로 보인다.

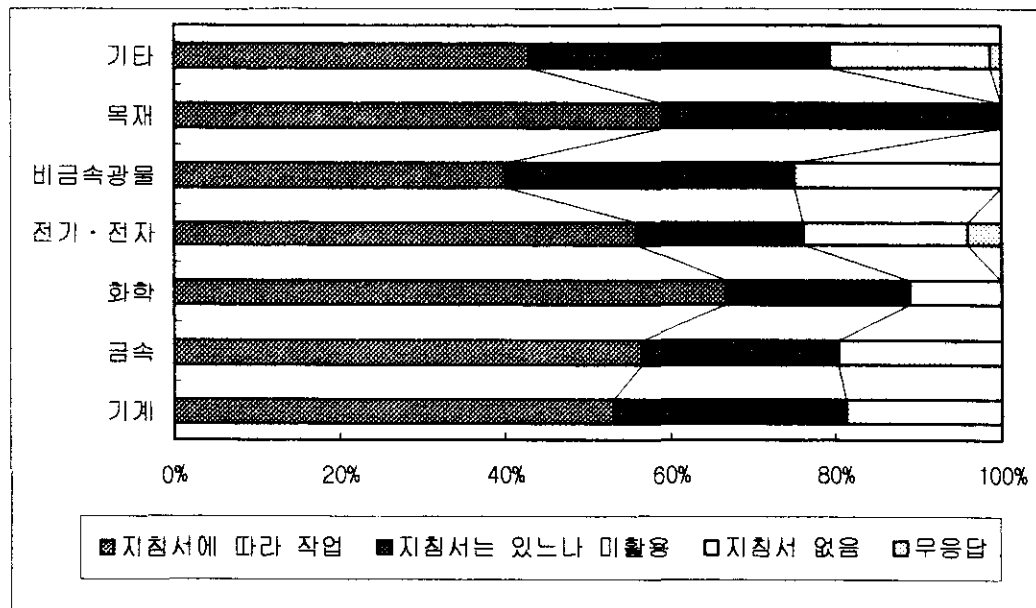
지침서를 보유하지 않고 근로자 스스로 경험에 의한 작업을 하는 경우는 비금속광물이 25%, 전기·전자업이 20%, 금속업이 19.6%, 기계업이 18.8% 순으로 나타나고 있었으며, 목재업에서는 모두 지침서는 작성하고 있는 것으로 나타났다[표 3-45], [그림 3-31].

(바) 안전작업 허가제도 현황

안전작업 허가제도의 활용여부에 대한 물음에 안전작업 허가제도가 있으며, 적극적으로 활용하는 경우가 23.4%, 제도는 있으나 일부활용이 22.6%, 사업장내 규정화되어 있지 않고 필요에 따라 구두로 허가후 작업하는 경우가 27%로 나타났다. 안전작업에 대한 아무런 규정도 없고 조치도 없이 작업하는 경우가 24.6%로 높은 비중을 보였으며, 안전작업제도가 있으며 적극활용하는 업종은 화학 42.9%, 목재27.3%, 금속 23.9%, 전기·전자 16% 순으로 나타나 화학업종이 타업종에 비하여 안전작업 허가제도가 잘 지켜지고 있다[표 3-46], [그림 3-32].

[표 3-45] 안전작업 및 안전운전에 대한 지침서 보유현황

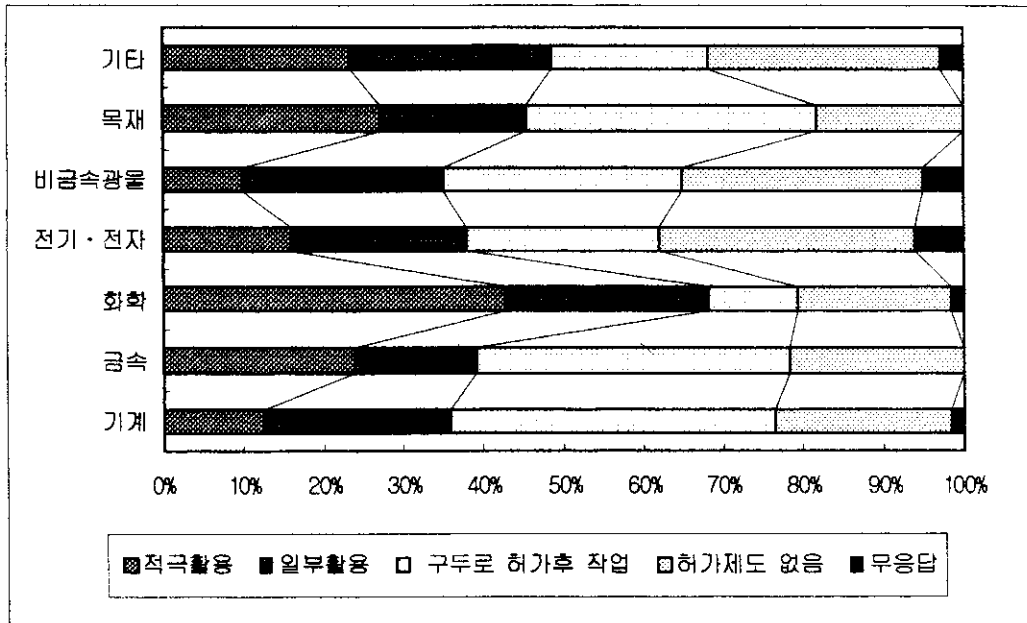
구분	지침서에 따라 작업	지침서는 있으나 미활용	지침서 없음	무응답	계
기계	34 (53.1)	18 (28.1)	12 (18.8)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	26 (56.5)	11 (23.9)	9 (19.6)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	42 (66.7)	14 (22.2)	7 (11.1)	0 (0.0)	63 (100.0)
전기·전자	28 (56.0)	10 (20.0)	10 (20.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	8 (40.0)	7 (35.0)	5 (25.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	13 (59.1)	9 (40.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	31 (43.1)	26 (36.1)	14 (19.4)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	182 (54.0)	95 (28.2)	57 (16.9)	3 (0.9)	337 (100.0)



[그림 3-31] 안전작업 및 안전운전에 대한 지침서 보유현황

[표 3-46] 안전작업 허가제도 실시현황

구분	적극활용	일부활용	구두로 허가후 작업	허가제도 없다	무응답	계
기계	8 (12.5)	15 (23.4)	26 (40.6)	14 (21.9)	1 (1.6)	64 (100.0)
금속	11 (23.9)	7 (15.2)	18 (39.1)	10 (21.7)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	27 (42.9)	16 (25.4)	7 (11.1)	12 (19.0)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	8 (16.0)	11 (22.0)	12 (24.0)	16 (32.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	2 (10.0)	5 (25.0)	6 (30.0)	6 (30.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	6 (27.3)	4 (18.2)	8 (36.4)	4 (18.2)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	17 (23.6)	18 (25.0)	14 (19.4)	21 (29.2)	2 (2.8)	72 (100.0)
계	79 (23.4)	76 (22.6)	91 (27.0)	83 (24.6)	8 (2.4)	337 (100.0)



[그림 3-32] 안전작업 허가제도 실시현황

(사) 협력업체 안전관리 현황

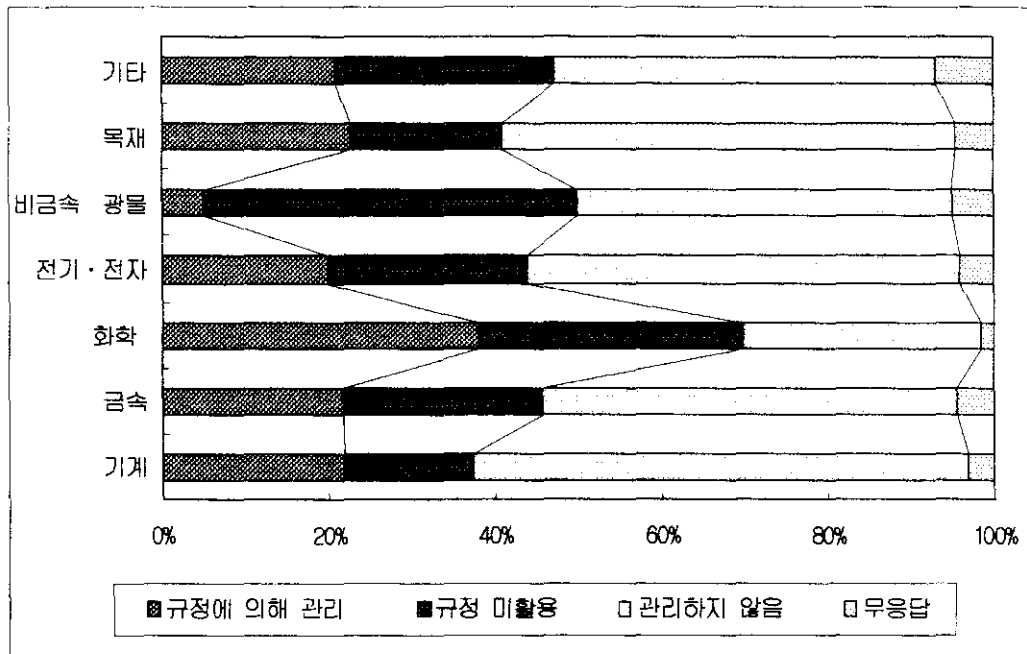
협력업체에 대한 안전관리 지원현황을 묻는 질문에 대하여 안전관리 절차에 정한 규정대로 활용한다는 경우가 23.4%로 나타났다. 업종별로 보면 화학업종이 38.1%로 가장 많은 분포를 나타나고 있었고, 기계업 21.9%, 금속업 21.7%, 목재업 22.7% 등의 순이다. 비금속광물업은 5%에 지나지 않고 있으며, 규정은 있으나 활용하지 않는 경우는 25.2%이고, 비금속광물업은 45%로 가장 높아 안전관리에 대해 협력업체간의 협력관계가 이루어지지 않고 있었다 [표 3-47], [그림 3-33].

(아) 교육·훈련 실시현황

- 1) 안전교육계획 및 실시절차 수립에 대한 현황을 묻는 질문에 대하여 계획은 수립되어 있으나 상황발생에 따라 실시한다는 경우가 40.1%로 가장 많았으며, 그 다음은 계획수립으로 체계적인 교육을 실시한다는 응답이 37.7%로 나타났다. 업종별로는 비금속광물업이 65%, 금속업이 52.2%가 상황에 따라 실시한다고 하였다. 대체적으로 교육계획 및 실행절차 수립이 잘 이루어지는 경우는 97.3%로 나타났다. 실시가 저조해 형식적인 계획수립을 하고 있었다[표 3-48], [그림 3-34].
- 2) 위험성 평가기법 등 전문안전교육 실시계획을 하고 있는냐는 질문에 위험성 평가 등 전문안전교육을 실시한 경험이 있다는 경우가 19.3%, 실시할 계획이 있는 경우 21.5%, 일반안전교육은 실시하나 전문안전교육은 실시하기가 어렵다가 42.2%로 나타났다. 교육에 대한 필요성이 없다고 응답한 경우도 17%나 되었다. 화학업은 31.4%가 전문안전교육을 실시한 경험이 있고, 32.9%는 전문안전교육을 실시하지 못한다고 응답하였다. 기계업은 51.5%가 일반근로자 교육만 가능하다고 하였으며, 교육의 필요성을 못느끼는 경우도 18.2%로 나타났고, 금속업, 전기·전자업도 비슷한 추이를 보이고 있었으며, 비금속광물업은 55%가 전문안전교육을 실시하지 못하였고, 30%가 필요성을 느끼지 않는 경우로 나타났다[표 3-49], [그림 3-35].

[표 3-47] 협력업체 안전관리에 대한 절차수립 현황

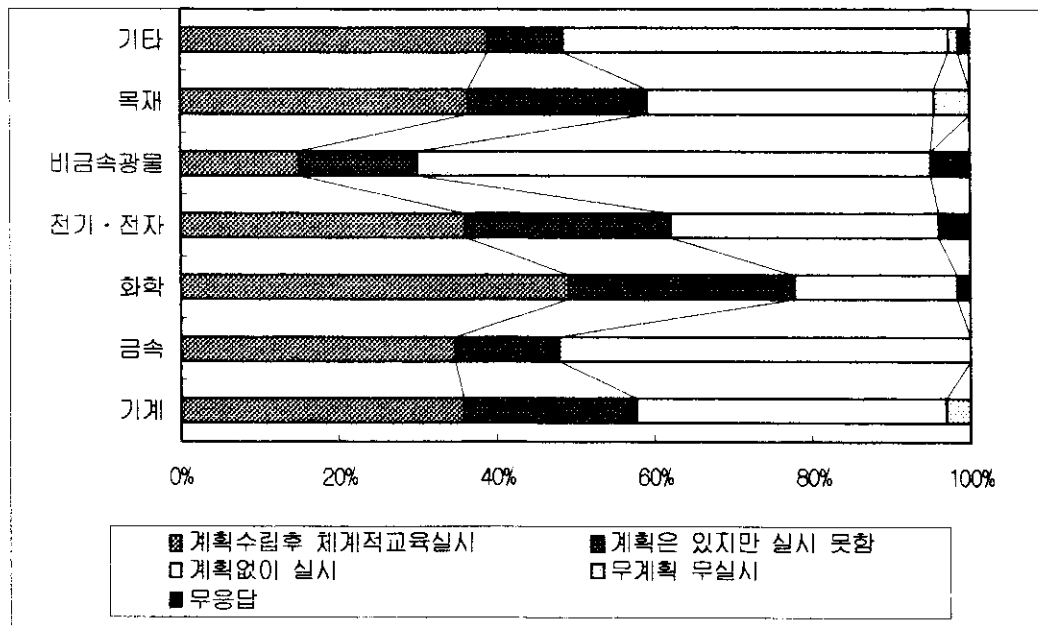
구분	규정에 의해 관리	규정은 있으나 미활용	협력업체 자체관리	무응답	계
기계	14 (21.9)	10 (15.6)	38 (59.4)	2 (3.1)	64 (100.0)
금속	10 (21.7)	11 (23.9)	23 (50.0)	2 (4.3)	46 (100.0)
화학	24 (38.1)	20 (31.7)	18 (28.6)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	10 (20.0)	12 (24.0)	26 (52.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속 광물	1 (5.0)	9 (45.0)	9 (45.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	5 (22.7)	4 (18.2)	12 (54.5)	1 (4.5)	22 (100.0)
기타	15 (20.8)	19 (26.4)	33 (45.8)	5 (6.9)	72 (100.0)
계	79 (23.4)	85 (25.2)	159 (47.2)	14 (4.2)	337 (100.0)



[그림 3-33] 협력업체 안전관리에 대한 절차수립 현황

[표 3-48] 교육계획 및 실행절차 수립현황

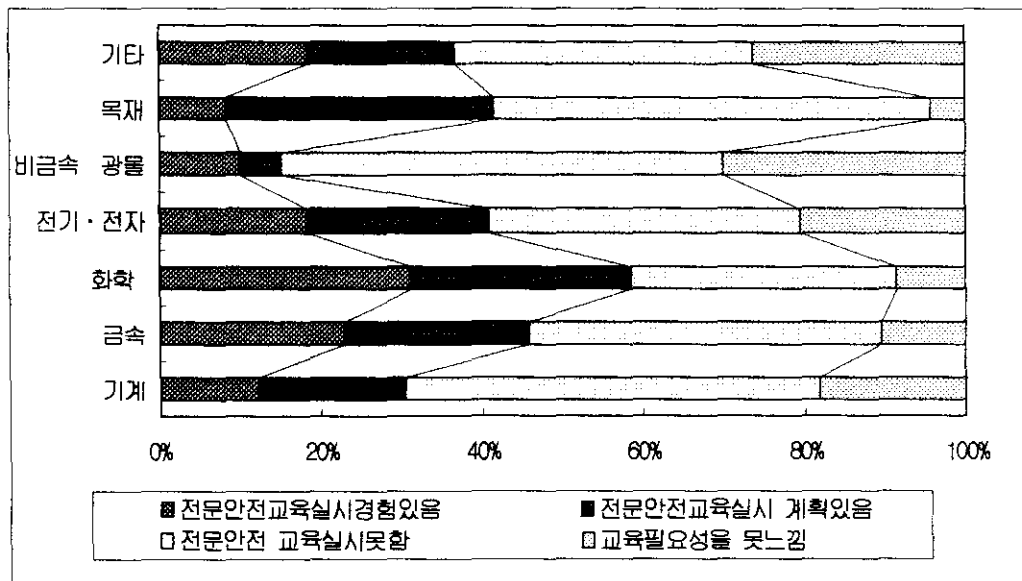
구분	계획수립으로 체계적교육	계획수립되고 실시하지 못함	상황발생에 따라 실시	무계획 무실시	무응답	계
기계	23 (35.9)	14 (21.9)	25 (39.1)	2 (3.1)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	16 (34.8)	6 (13.0)	24 (52.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	31 (49.2)	18 (28.6)	13 (20.6)	0 (0.0)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	18 (36.0)	13 (26.0)	17 (34.0)	0 (0.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	3 (15.0)	3 (15.0)	13 (65.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	8 (36.4)	5 (22.7)	8 (36.4)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	28 (38.9)	7 (9.7)	35 (48.6)	1 (1.4)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	127 (37.7)	66 (19.6)	135 (40.1)	4 (1.2)	5 (1.5)	337 (100.0)



[그림 3-34] 교육계획 및 실행절차 수립현황

[표 3-49] 위험성 평가기법 등 전문안전교육 실시계획 현황

구분	전문안전교육 실시경험있음	전문안전교육 실시계획있음	전문안전교육 실시못함	교육필요성을 못느낌	계
기계	8 (12.1)	12 (18.2)	34 (51.5)	12 (18.2)	66 (100.0)
금속	11 (22.9)	11 (22.9)	21 (43.8)	5 (10.4)	48 (100.0)
화학	22 (31.4)	19 (27.1)	23 (32.9)	6 (8.6)	70 (100.0)
전기·전자	9 (18.4)	11 (22.4)	19 (38.8)	10 (20.4)	49 (100.0)
비금속광물	2 (10.0)	1 (5.0)	11 (55.0)	6 (30.0)	20 (100.0)
목재	2 (8.3)	8 (33.3)	13 (54.2)	1 (4.2)	24 (100.0)
기타	14 (18.4)	14 (18.4)	28 (36.8)	20 (26.3)	76 (100.0)
계	68 (19.3)	76 (21.5)	149 (42.2)	60 (17.0)	353 (100.0)



[그림 3-35] 위험성 평가기법 등 전문안전교육 실시계획 현황

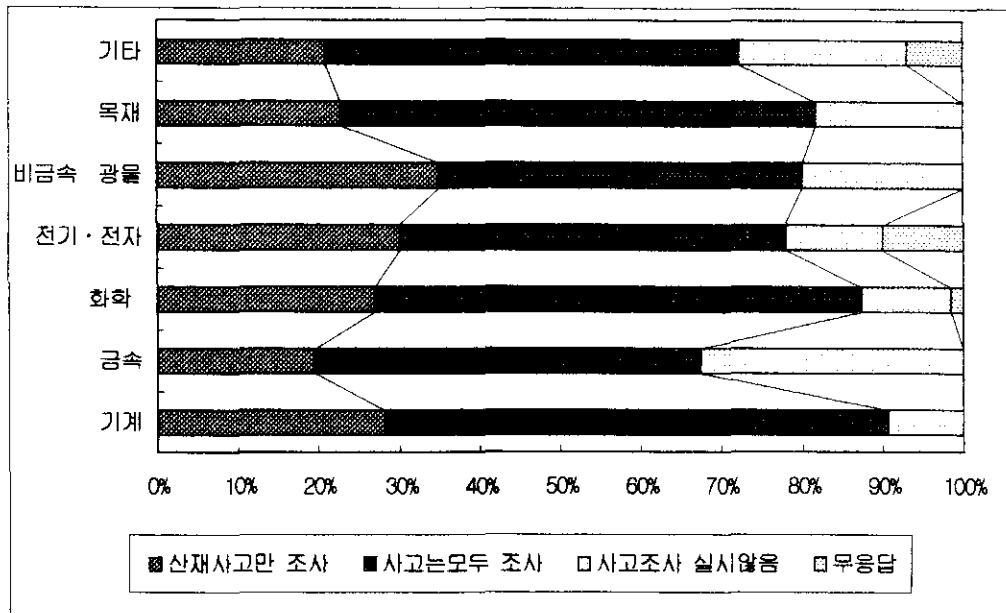
(자) 사고조사 보고서 및 전달절차 현황

1) 사고발생시 사고조사 실시현황에 대한 응답은 사고발생에 대해 앗차사고까지 조사하는 경우가 전체의 54.3%이고, 산재처리된 사고만 조사하는 경우가 25.5%로 나타나 80% 정도가 사고조사를 실시하고 있다. 업종별로 보면 사고가 일어난 경우만 사고조사를 실시한다고 하는 응답은 전기·전자업이 30%, 비금속광물업이 35%, 기계업이 28.1%등으로 나타났다. 또한 사고조사를 전혀 실시하지 않는다는 사업장도 16.9%로 비교적 높은 비율을 차지하고 있었으며, 이중 금속업은 32.6%가 사고조사를 실시하지 않는다고 하였다[표 3-50], [그림 3-36].

2) 재해자 발생시 응급조치 계획수립현황은 재해자에 대한 응급조치 계획을 수립하여 적극 활용하는 경우가 40.9%로 나타났다. 업종별로 보면 화학업종이 55.6%가 적극 활용한다고 하여 가장 높았고, 금속이 41.3%, 전기·전자업이 38%, 목재업이 40.9%, 기계업이 35.9% 순이다. 계획 및 수립은 되어 있으나 활용하지 않는 사업장은 28.8%이고, 업종별로 보면 화학업종이 25.4%, 목재업이 27.3%, 기계업이 28.1%이며, 나머지 업종은 30%를 넘는 것으로 나타났고, 계획을 수립하지 않는 경우도 28.8%로 비교적 높았으며, 화학업종이외에는 기계업 35.9%, 금속업 28.3%, 전기전자업 28%, 비금속광물업이 30%, 목재업이 31.8%, 기타업종이 31.9% 순으로 나타났다. [표 3-51], [그림 3-37]

[표 3-50] 사고발생시 사고조사 실시현황

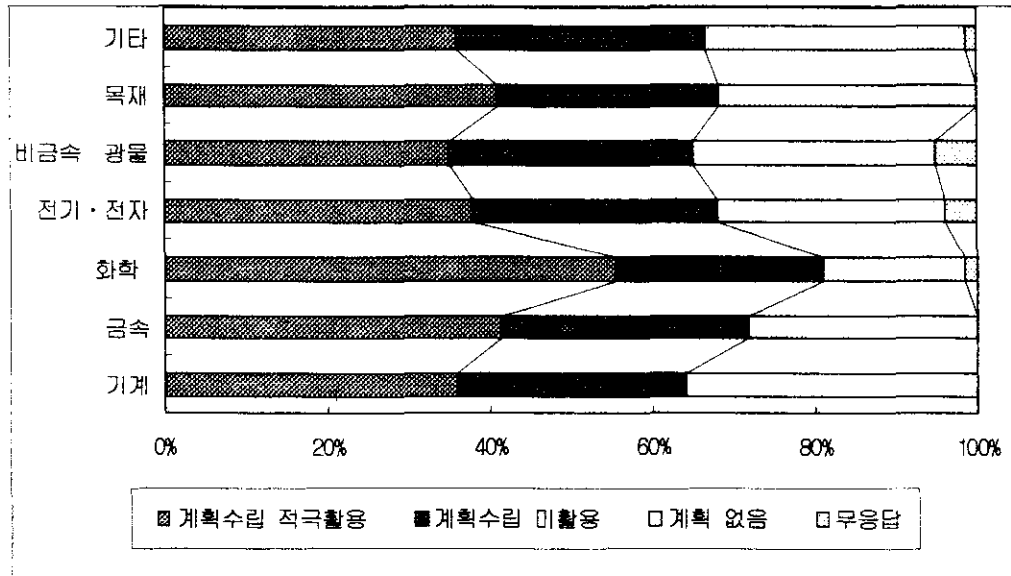
구분	산재처리된 사고조사	모든사고 조사	실시하지 않음	무응답	계
기계	18 (28.1)	40 (62.5)	6 (9.4)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	9 (19.6)	22 (47.8)	15 (32.6)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	17 (27.0)	38 (60.3)	7 (11.1)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	15 (30.0)	24 (48.0)	6 (12.0)	5 (10.0)	50 (100.0)
비금속광물	7 (35.0)	9 (45.0)	4 (20.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	5 (22.7)	13 (59.1)	4 (18.2)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	15 (20.8)	37 (51.4)	15 (20.8)	5 (6.9)	72 (100.0)
계	86 (25.5)	183 (54.3)	57 (16.9)	11 (3.3)	337 (100.0)



[그림 3-36] 사고발생시 사고조사 실시현황

[표 3-51] 재해자 발생시 응급조치 계획수립 현황

구분	계획수립 적극활용	계획수립 미활용	계획 없음	무응답	계
기계	23 (35.9)	18 (28.1)	23 (35.9)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	19 (41.3)	14 (30.4)	13 (28.3)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	35 (55.6)	16 (25.4)	11 (17.5)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	19 (38.0)	15 (30.0)	14 (28.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	7 (35.0)	6 (30.0)	6 (30.0)	1 (5.0)	20 (100.0)
목재	9 (40.9)	6 (27.3)	7 (31.8)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	26 (36.1)	22 (30.6)	23 (31.9)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	138 (40.9)	97 (28.8)	97 (28.8)	5 (1.5)	337 (100.0)



[그림 3-37] 재해자 발생시 응급조치 계획수립 현황

(차) 비상조치계획 및 수립현황

비상조치계획 수립현황은 화재·폭발 등의 비상사태에 대해 비상조치계획을 수립하고 적극 활용하는 경우가 45.1%이다.

업종별로 보면 화학업종이 63.5%로 가장 높았으며, 금속업이 45.7%, 목재업이 40.9%, 전기·전자업이 40%, 기계업이 34.4%, 비금속광물업이 30% 순으로 비상사태에 대한 대책수립이 비교적 활용도가 높았으나 전체의 27.9%가 계획수립은 하였으나 실시되지 않고 있었다. 이와 같은 현상은 비금속광물업은 40%로 가장 높았고, 기계업이 31.3%, 전기·전자업이 26%, 목재업이 22.7%, 화학업종이 22.2%, 금속업이 19.6%순으로 나타났다. 그리고 비상조치계획 수립이 전혀 이루어지지 않는 사업장도 25.8%나 되고 있어 심각성을 나타냈으며, 재해율이 높은 목재업의 경우는 36.4%가 실행되지 않고 있었고, 금속업이 34.8%, 기계업이 34.4%, 전기·전자업이 30%, 비금속광물업이 30% 순으로 나타났다[표 3-52], [그림 3-38].

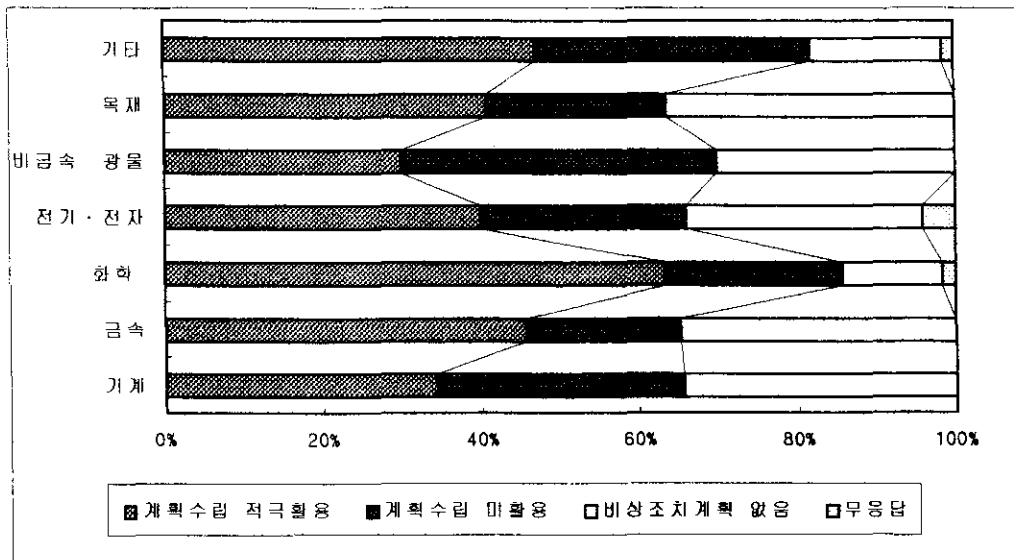
(카) 자체감사 실시현황

안전에 대한 자체감사 실시현황은 안전에 관련하여 자체감사를 실시하고 있는 사업장은 본청, 본사 감사가 18.7%, 부서운영자에 의한 감사가 16.7%, 자체적인 감사가 31.4%로 이를 합하면 66.8%로 전체의 3분의 2가 어느 형태로나 감사를 실시하고 있음을 알 수 있다.

업종별로 보면 화학업종이 19%, 22.2%, 34.9%로 가장 많았고, 전기·전자업이 24%, 14%, 36%, 목재업이 23.6%, 9.1%, 54.5% 순으로 나타났으나 안전감사가 전혀 이루어지지 않고 있는 경우도 31.4%가 되고 있고, 이를 업종별로 보면 비금속광물업이 45%, 금속업이 39.1%, 기계업이 35.9%, 목재업이 22.7%, 화학업이 20.6% 순으로 나타났다. [표 3-53], [그림 3-39]

[표 3-52] 비상조치계획 수립현황

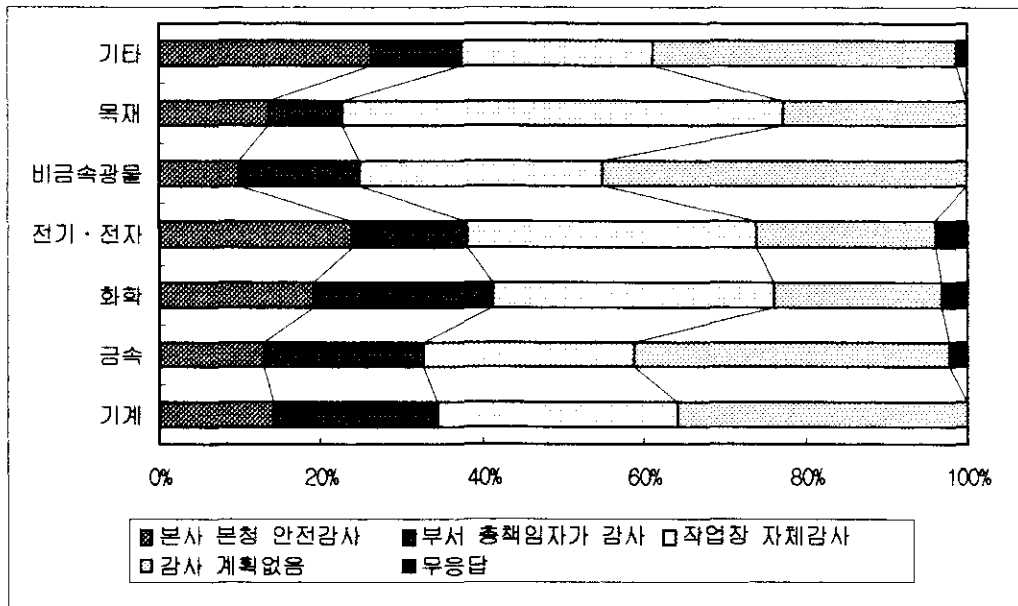
구분	계획수립 적극활용	계획수립 미활용	비상조치 계획없음	무응답	계
기계	22 (34.4)	20 (31.3)	22 (34.4)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	21 (45.7)	9 (19.6)	16 (34.8)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	40 (63.5)	14 (22.2)	8 (12.7)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	20 (40.0)	13 (26.0)	15 (30.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	6 (30.0)	8 (40.0)	6 (30.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	9 (40.9)	5 (22.7)	8 (36.4)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	34 (47.2)	25 (34.7)	12 (16.7)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	152 (45.1)	94 (27.9)	87 (25.8)	4 (1.2)	337 (100.0)



[그림 3-38] 비상조치계획 수립현황

[표 3-53] 안전에 대한 자체감사 실시현황

구분	본사·본청 안전감사	부서 총책임자가 감사	작업장 자체감사	감사계획 없음	무응답	계
기계	9 (14.1)	13 (20.3)	19 (29.7)	23 (35.9)	0 (0.0)	64 (100.0)
금속	6 (13.0)	9 (19.6)	12 (26.1)	18 (39.1)	1 (2.2)	46 (100.0)
화학	12 (19.0)	14 (22.2)	22 (34.9)	13 (20.6)	2 (3.2)	63 (100.0)
전기·전자	12 (24.0)	7 (14.0)	18 (36.0)	11 (22.0)	2 (4.0)	50 (100.0)
비금속광물	2 (10.0)	3 (15.0)	6 (30.0)	9 (45.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	3 (13.6)	2 (9.1)	12 (54.5)	5 (22.7)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	19 (26.4)	8 (11.1)	17 (23.6)	27 (37.5)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	63 (18.7)	56 (16.6)	106 (31.5)	106 (31.5)	6 (1.8)	337 (100.0)



[그림 3-39] 안전에 대한 자체감사 실시현황

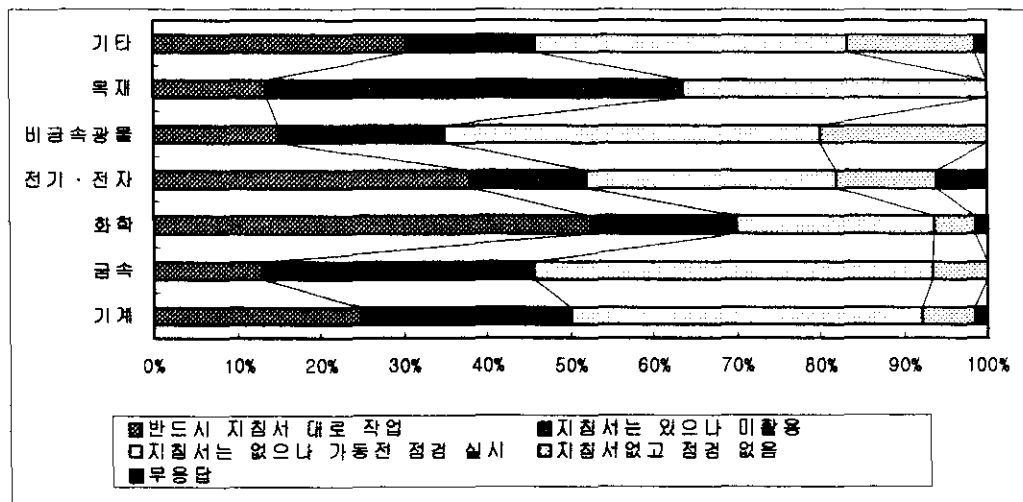
(타) 작업전 안전작업 점검 실시현황

1) 기계 및 설비의 가동전 이상유무 점검지침서 보유현황은 기계 및 설비에 대한 가동전 이상상태 점검의 66.8%가 점검하였으며, 지침서에 의한 점검이 30.3%였고, 지침서 없이 자체점검을 하는 경우는 36.5%로 어느 형태나 가동전 점검이 대체적으로 많이 이루어지고 있었으며, 가동전 점검을 하지 않는 경우도 31.4%나 되고 있었다. 이를 업종별로 보면 목재업이 50%로 가장 많고, 비금속광물업이 40%, 금속업이 39.1% 순으로 가동전 점검이 저조하게 나타났다. 가동전 점검지침서 보유실태는 전체적으로 52.5%가 보유하고 있었으며, 업종별로는 화학업종이 69.9%로 가장 높았고, 목재업이 63.6%, 전기·전자업이 52%, 기계업이 50%, 금속업이 45.6% 순이었으며, 지침서를 보유하지 않고 있는 경우도 전체적으로는 45.7%였으며, 업종별로는 비금속광물업이 65%로 가장 많았으며, 금속업이 54.3%, 기계업이 48.5%, 전기전자업이 42%, 목재업이 36.4%, 화학업종이 28.6% 순으로 나타났다[표 3-54], [그림 3-40].

2) 기계 및 설비 점검·검사, 보수계획 및 유지관리지침서 보유현황 점검·검사·보수계획 및 유지관리지침 계획에 대한 수립 및 시행을 묻는 질문에 대하여 83.1%로 대체적으로 지침서를 수립하고 있다고 응답하였고, 지침서는 있으나 활용하지 못한다는 경우가 43.9%나 되었다. 업종별로는 지침서를 활용하지 못하다는 응답은 목재업이 54.5%로 가장 많았고, 금속업이 54.3%, 기계업이 48.4%, 전기·전자업이 42%, 비금속광물업이 40%, 화학업종이 33.3% 순으로 지침서 수립에 따른 실시가 이루어지지 않고 있었으며, 지침서 수립없이 근로자경험에 의해 점검,검사,보수를 하는 경우가 평균 15.1%였다. 이러한 경우는 비금속광물업이 35%, 기계업이 18%, 전기·전자업이 16%, 금속업이 10.9%순으로 나타났다[표 3-55], [그림 3-41].

[표 3-54] 기계 및 설비 가동전 이상유무 점검지침서 보유현황

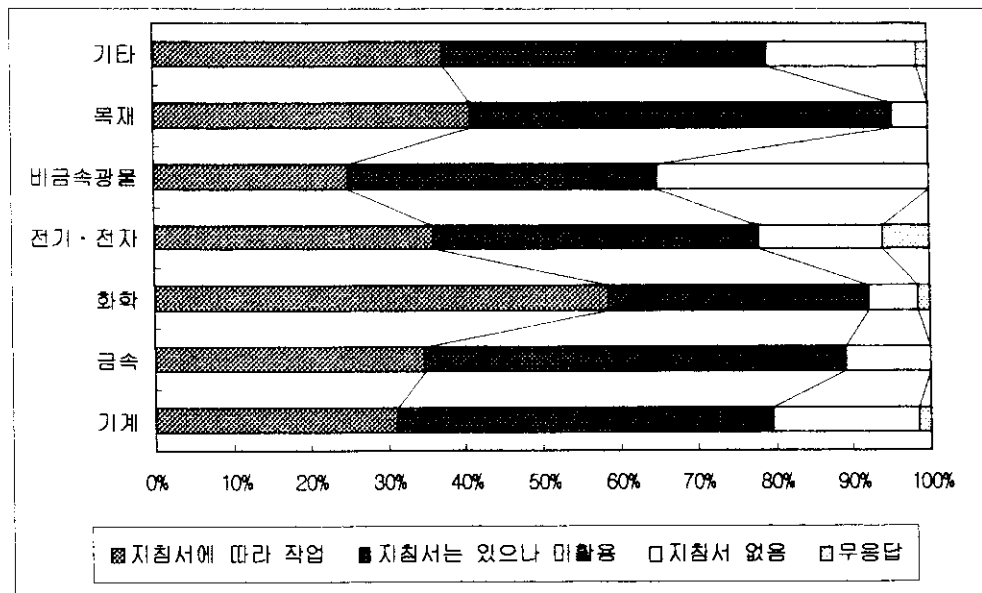
구분	반드시지침서 대로 작업	지침서는 있으나 미활용	지침서는 없으나 가동전 점검 실시	지침서없고 점검없음	무응답	계
기계	16 (25.0)	16 (25.0)	27 (42.2)	4 (6.3)	1 (1.6)	64 (100.0)
금속	6 (13.0)	15 (32.6)	22 (47.8)	30 (6.5)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	33 (52.4)	11 (17.5)	15 (23.8)	3 (4.8)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	19 (38.0)	7 (14.0)	15 (30.0)	6 (12.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	3 (15.0)	4 (20.0)	9 (45.0)	4 (20.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	3 (13.6)	11 (50.0)	8 (36.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	22 (30.6)	11 (15.3)	27 (37.5)	11 (15.3)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	102 (30.3)	75 (22.3)	123 (36.5)	31 (9.2)	6 (1.8)	337 (100.0)



[그림 3-40] 기계 및 설비 가동전 이상유무 점검지침서 보유현황

[표 3-55] 기계 및 설비 점검·검사·보수계획 및 유지관리지침서 보유현황

구분	지침서에 따라 작업	지침서는 있으나 미활용	지침서가 없다	무응답	계
기계	20 (31.3)	31 (48.4)	12 (18.8)	1 (1.6)	64 (100.0)
금속	16 (34.8)	25 (54.3)	5 (10.9)	0 (0.0)	46 (100.0)
화학	37 (58.7)	21 (33.3)	4 (6.3)	1 (1.6)	63 (100.0)
전기·전자	18 (36.0)	21 (42.0)	8 (16.0)	3 (6.0)	50 (100.0)
비금속광물	5 (25.0)	8 (40.0)	7 (35.0)	0 (0.0)	20 (100.0)
목재	9 (40.9)	12 (54.5)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
기타	27 (37.5)	30 (41.7)	14 (19.4)	1 (1.4)	72 (100.0)
계	132 (39.2)	148 (43.9)	51 (15.1)	6 (1.8)	337 (100.0)



[그림 3-41] 기계 및 설비 점검·검사·보수계획 및 유지관리지침서 보유현황

3. 제조업 공정안전관리의 당면문제

최근 10년간 국내 제조업에서 발생한 재해자수는 615,000여명으로 전산업에서 발생한 재해자수 1,200,000여명의 52%에 이른다.

정부와 기업 그리고 안전전문기관에서 이 분야의 재해를 줄이기 위하여 부단한 노력을 기울이고 있으나 크게 감소되지 않고 있다. 이는 이 분야 직종의 안전관리에 본질적인 취약점이 있는 것을 입증하는 것이다.

화학산업을 제외한 제조업에서의 안전관리에 대한 당면과제를 산업재해 발생현황, 제조업종의 안전관리 수행현황 설문조사, 제조업의 공정 및 공정위험특성을 조사결과를 중심으로 살펴보면 다음과 같다.

가. 제조업의 산업재해 발생현황 및 안전관리의 당면과제

(1) 제조업 재해의 기인물별 재해발생 현황

제조업재해는 동력기계에 의한 협착재해가 차지하는 비중이 가장 높다. 제조업의 협착재해는 공정의 위험성을 분석하여 설비성능을 확보하고, 시설의 보수·유지관리, 안전작업 및 안전운전계획서 수립, 근로자 안전교육 및 안전·훈련 실시, 안전작업 허가제도 실시 등이 제대로 이루어지지 않기 때문에 발생하는 것으로 사료된다.

(2) 제조업의 기술, 교육, 관리적 원인별 재해발생현황

기술적 원인에 의한 재해는 기계·기구의 구조·기계장치설비 불량에 의한 재해, 생산방법의 부적당에 의한 재해가 가장 많다.

기계·기구의 구조 기계장치 설비불량에 의한 재해는 기계 등의 설계·설치단계에서 사전위험성 평가가 되지 못하였음을 의미하고 있다. 생산방법의 부적당에 의한 재해는 공정에 관한 지식이나 기술위험에 관하여 정확하게 평가하여 공정지식 정보를 체계화하여 치밀한 운전계획, 위험작업허가, 작업시작전 안전점검, 공정변경시의 관리

등을 적절하게 수행하지 못하였기 때문에 발생하는 경우가 대부분이다.

재해발생의 교육적원인중 안전지식 부족으로 인한 재해는 기업 구성원들에게 작업과 관련된 안전지식과 기술을 지속적으로 습득하고 반복적인 학습을 시키는 체계적인 안전교육을 실시하지 않아서 발생한 것으로 나타났다.

재해원인 중 경험이나 훈련미숙, 작업방법교육 불충분에 의한 재해는 신규입사자 또는 작업내용변경시 안전작업요령에 대한 충분한 교육훈련을 실시하지 않았기 때문이다.

재해원인중 작업관리상 재해원인은 작업준비 불충분 및 작업지시 부적당에 의한 작업관리적 원인이 가장 높은 비중을 보이고 있다. 이는 작업전 안전점검실시, 안전작업 및 안전운전계획, 안전작업절차 수립, 작업전 안전작업 허가제도 등에 관한 관리가 부족하여 발생한 것으로 판단된다.

(3) 제조업 재해중 불안정한 상태 및 행동에 의한 재해발생현황

불안정한 상태에 의한 재해는 안전방호장치의 결함에 의하여 발생한 재해가 가장 높게 나타났다. 이는 안전방호장치의 설치 및 부착이 철저하지 못하였고, 위험성 평가 실시, 작업전 안전점검 및 시설보수 유지관리가 미흡하고, 안전방호장치의 성능 미확인 등이 주요원인으로 나타났다.

불안정한 행동에 기인된 재해는 작업자의 불안정한 자세동작, 불안정한 상태방치, 위험장소 접근, 안전장치 기능제거, 기계·기구의 잘못사용 순으로 나타났다. 이는 체계적이고 실질적인 안전교육 및 안전훈련을 실시하지 못하여 불안정한 자세나 동작, 기계·기구의 잘못사용, 위험장소 접근에 의한 재해가 발생한 것으로 추정된다.

(4) 제조업 재해중 작업내용 및 작업과정별 재해발생현황

작업내용 및 작업과정별 재해발생은 기계장치·설비의 작동중에 일어난 재해가 대부분이다. 이는 기계장치의 사전위험성 평가가 이루어지지 않은 데다 작동중 점검이나 안전운전절차 등을 지키지 않았기 때문이다.

(5) 제조업 재해중 입사근속기간별 재해발생현황

입사 근속기간별 재해발생 현황은 근속기간이 1년미만 근로자의 재해가 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 이는 사업장내에서 신규입사자 또는 작업내용변경에 대해서 사전에 충분한 교육 및 훈련을 습득하지 않고 작업현장에 투입하여 작업자가 작업안전에 대한 지식부족에 의하여 발생하는 재해이다.

상해별로는 골절재해자수가 가장 많고 그 다음은 타박상, 절상, 찰과상의 순이며, 상해부위는 손가락 부상이 가장 많고 다음은 손, 두부, 다리, 척추, 안면부 부상 등이다.

위의 결과를 종합하면 다음과 같다.

우리나라 제조업종에서 재해자수를 가장 많이 내는 경우는 금속가공처리업에서 금속처리공이 기계장치설비 중 동력기계에 의하여 협착에 의하여 손가락 부상이나 골절임을 알 수 있다. 그 다음은 기계설비 및 조립분야의 업종에서 위와 비슷한 사고를 많이 낼 수 있다.

금속가공처리업이나 기계설비 및 기계조립의 경우에는 기계적 위험요소 이외의 위험요소는 거의 존재하지 않는다. 여기에는 프레스나 밀링머신, 선반, 드릴링머신, 연삭기계와 여러가지 공구에 의한 수작업이나 로봇 등에 의한 자동화 작업이 진행되는 곳이다. 이러한 기계들은 강한 기계적에너지를 가지고 회전운동이나 직선운동 또는 왕복운동 등을 하는 부위가 있어서 접촉이나 말려들 등 끼임, 협착, 트랩, 칩의 비산, 가공물 등의 비래·낙하에 의한 충격, 기계 등의 파열에 의한 충격 등이 일어날 가능성이 많다. 따라서 이러한 기계적 에너지가 인체와 접촉이나 충돌이 일어나지 않도록 근원적인 조치가 이루어지고, 기계의 오동작이나 오조작을 방지할 수 있도록 인간의 불안정한 행동을 막아야 할 것이다.

그러나 생산현장에서 위와 같은 종합적인 위험관리가 이루어지지 않고 있는 실정이다.

나. 제조업의 안전관리 현황 및 당면과제

제조업종의 안전관리현황을 알아보기 위하여 실시한 설문조사결과 나타난 안전관리의 현황을 열거하면 다음과 같다.

(1) 공정위험정보자료 활용 현황

(가) 유해·위험물질정보 자료는 화학업종은 83%가 비치하고 있으며, 전기·전자 71%, 금속 70%, 기계업종이 67%가 비치하고 있음을 보였다. 대부분의 업종이 위험물에 대한 자료를 비치하여 활용하고 있는 것으로 판단된다

(나) MSDS에 관한 자료활용현황은 총 71%가 자료작성이 되어 있으며, 57%가 MSDS자료를 활용하고 있으며, 유해물질의 종류 및 수량에 대한 자료는 71%가 사업장에서 비치하고 있다.

(다) 동력기계 또는 공정장치의 설비사양은 전체응답자 중 대부분 파악하고 있다

(라) 전기단선도는 화학업종이 70%, 금속업종이 63%, 기계업종이 53%가 활용하고 있다.

(마) 방폭지역 구분도는 화학업종이 47%, 전기·전자업종이 28%, 기계업종이 17%가 비치·활용하는 것으로 나타나 비교적 낮은 분포를 보인다.

(바) 소방설비 배선도는 대부분의 업종에서 70%이상이 비치·활용하고 있다.

(사) 국소배기장치 설치도는 화학업종의 경우 65%, 전기·전자업종의 경우 54%, 금속 41%, 기계 42%로 나타나 비치 활용도는 비교적 미흡한 상태이다.

(2) 위험성 평가 인지도 및 활용

체크리스트를 활용하여 공정의 위험성 평가를 실시하는 회사가 가장 많고, HAZOP을 활용하여 위험성을 평가한다는 경우는 화학업종 29%, 금속업종 11%, 기계업종 3%로 나타났다. HAZOP이 무엇인지 모르는 경우도 28%로 나타났다.

(3) 작업내용 변경시 안전작업현황

모든 근로자에게 변경내용을 교육한 후 작업을 실시하는 경우가 35%, 아무런 조치 없이 작업을 실시하는 경우가 29%로 나타났다.

(4) 안전작업 및 안전운전계획 및 절차

사업장에서 54%가 안전운전지침에 따라 작업을 수행하며 안전운전지침은 있으나, 미활용 경우가 17%로 나타났다.

(5) 안전작업 허가제도 현황

안전작업 허가제도가 있으며 활용하는 경우가 155(46%)이며 이 제도가 없는 경우도 174(51%)로 나타났다

(6) 협력업체 안전관리현황

협력업체 안전관리규정은 164(49%)가 가지고 있고, 이중에서 규정을 활용하는 경우는 79(23%)로 나타나 협력업체 관리가 미흡한 편이다.

(7) 교육훈련 실시현황

PSM에 관한 체계적인 교육을 실시한다는 회사가 127개사(38%)이며, 계획없이 실시한다고 하는 회사가 135개사(40%)로 나타나 교육계획을 세워서 체계적 교육을 실시하지 못하는 것으로 나타났다.

(8) 사고조사 보고서 작성 및 전달절차 현황

사고조사는 응답사업장 중 269개사(80%)가 실시하고 있으며, 조사를 하지 않는 경우도 57개사(17%)로 나타났다.

(9) 비상조치계획 현황

설문응답자 중 246개사(78%)가 비상조치 계획이 있으며, 152개사(45%)가 적극 활용한다고 하였다.

(10) 자체감사 실시현황

화학, 전기·전자는 자체감사를 많이 실시하고 있으며 금속계열에서는 자체감사 실시가 거의 이루어지지 않고 있다.

(11) 작업전 안전작업점검 실시현황

66%가 가동전 점검을 실시하며 별도지침서 없이 안전점검을 실시하는 경우도 123건 (37%)으로 나타났으며, 가동전 점검은 화학업종 76%, 기계업종 67%, 금속업종 61%가 실시하며, 화학, 기계, 금속 순으로 높으나 별도 지침서가 있는 경우는 화학업종이 가장 높고, 기계, 금속 순이다. 기계, 금속업종은 가동전 점검을 실시하며 체계화가 이루어지지 않는 것으로 나타났다.

(12) 설비 보수·유지·관리 현황

기계설비 검사보수시 지침서 활용상태는 금속 35%, 기계 31%로 나타나 PSM적용업종인 화학업종의 59%보다 낮은 분포를 보였다.

위의 결과를 종합하여 제조업종 안전관리의 당면과제를 요약하면 다음과 같다.

- ① 공정에 관한 안전정보를 확보하고, 이를 활용하여 공정중에 존재하는 위험성을 평가하고 이 평가자료를 기초로 하여 안전운전지침 및 비상조치계획을 수립하여 위험을 제거하거나 제어하는 것과 같은 종합적인 안전관리를 실시하여야 하나 이러한 안전관리활동을 실시하지 못하고 있다.
- ② 공정설비 및 공정기술에 대한 안전자료를 체계적으로 갖추어 이를 안전관리에 활용하지 못하고 있다.
- ③ 위험성 평가기법을 활용한 공정위험분석을 실시하고, 과학적인 방법으로 위험을 측정하는등의 과학적이고 방법론적인 안전관리활동을 전개하지 못하고 있다.

- ④ 기계·기구설비 등의 주요부분을 변경할 때에는 그 변경에 따른 위험성을 평가하여 안전이 입증될 때에 변경을 실시하는 등의 변경관리가 실시되어야 하나 이의 실시가 미흡하다.
- ⑤ 신규채용시에나 작업내용을 변경할 때에는 적절한 안전교육을 실시하고 작업에 임하도록 하여야 하나 안전교육 실시가 미흡하다.
- ⑥ 안전작업 및 안전운전절차서를 정확하고 간결하게 작성하여 이에 의한 순서와 절차를 철저히 준수하여 정확한 방법으로 작업하도록 하여야 하나 이의 관리가 미흡하다.
- ⑦ 위험작업 등은 위험을 사전에 확인하고 위험을 제거한 후 작업에 임하게 하는 등 위험작업의 책임을 명확하게 하고 철저한 안전조치를 취한 후 작업에 임하게 하는 위험작업허가 관리가 미흡하다.
- ⑧ 협력업체 안전관리가 취약하나 이에 관한 관리가 미흡하다.
- ⑨ 사고가 발생하였을 때에는 그 사고가 경미하더라도 사고조사를 실시해서 동종사고가 다시는 일어나지 않도록 하여야 하나 이의 관리가 미흡하다.
- ⑩ 정전이나 사고의 발생 등 비상사태가 발생한 경우를 대비하여 비상조치 계획을 수립하여 적절한 훈련을 실시하는 등의 비상사태시의 관리를 실시하여야 하나 이의 관리가 미흡하다.
- ⑪ 안전관리계획을 수립·활동을 전개할 때 그 활동이 계획대로 잘 이루어지고 있는지를 감사하는 제도가 사내에서 실시되어야 하나 이의 관리가 미흡하다.
- ⑫ 기계·기구·설비에 대한 과학적인 정비주기를 측정하여 예방정비를 수행하여야 하나 이의 실시가 미흡하다.

제 4 장 제조업 위험성평가기법 당면과제 및 도입적용

1. 위험성 평가기법 특징과 종류

기업의 사고방지를 위하여 설비를 신설할때 공정상의 위험성을 사전에 검토하여 재해 잠재위험성을 최소화하고 설계측면에서 적절한 대책을 강구하려면 작업중에 운전을 안전하게 관리하여 잠재하고 있는 위험성이 인간 실수나 기계고장으로 이어져 사고가 되지 않도록 해야 한다. 만약 이상발생등 긴급시에 적절한 대응이 가능하도록 사전에 검토되어야 하며 과학적이고 체계적이며 조직적으로 예방안전관리 시스템이 확립되어야 한다.

그러나 제조업종은 위험기계·설비 및 현장에서 취급하는 원재료의 성상, 온도, 압력, 생산반응에 의한 변화, 반제품, 물질의 발화성이나 인화성이 높은 물질을 저장·취급하는 과정에서 생산기술상의 결함으로 위해사고의 가능성과 확률 및 사고로 인한 재해의 크기를 추정하는 기법이 이용되고 있지 않고 있어, 정성적, 정량적으로 기술관리가 안되고 있다.

특히 화학산업은 화학프랜트의 설계 시공기술이 외국에서 도입·건설·운전되고 있어, 어느정도 잠재위험을 파악하는 기술이 일부 습득되었으나 아직도 미진하며, 더욱이 화학산업을 제외한 제조업에는 위험성평가 기법이 연구되고 있지않아 위험이 파악되었을 경우에도 어떻게 의사결정에 이용할지가 결정되고 있지않고 있어, 대단히 불안한 실정이다.

따라서 생산공정상의 물질, 공정조건, 공장의 설계, 설비의 설치변경, 운전순서, 운전자의 교육훈련, 위기상황에 대처한 방안, 경영층의 관심 등 여러 요인이 공정상 복합적인 영향을 받아 반복적인 사고가 발생되고 있는 실정이다.

그러므로 공장에서 생산활동을 하고 있는 동안에도 공장시설이 설계대로 안전하게

운전·유지되는지, 시스템의 보수, 변경 등 수정사항이 있을시 안전성은 확보되는지, 계획단계에서 먼저 위험성을 평가하고, 공장을 start-up, shut down시도 최종상태에서 예측되는 모든 위험요소들을 점검확인, 관리할 수 있도록 적정한 위험분석 기법을 선정·활용하여 각각 위험성을 종합산정할 수 있어야 하며, 이를 위해 풍부한 분석기법 활용경험과 안전기술지식을 습득한 요원들이 확보되어야 할 것이다.

구미 선진국에서는 20여년 전부터 여러 가지 위험에 대응하기 위하여 위험성 평가 기법을 개발하여 잠재위험요소의 색출과 안전대책을 강구하여 왔다[표2-3 참조].

EC는 세베소 지령에 따라 각국의 생산시설에 위험성평가 결과를 안전보고서로 행정부에 제출토록 권고하고 있으며, 미국에서는 미국보험협회(1975), DOWChemical, 화학기술자협회등이 위험분석기법 지침을 만들어 보급·실시하고, 1991년 2월 OHSA규칙속에 공정안전관리 제도를 도입하여 실시하고 있다.

일본도 선진국의 안전활동제도를 도입하여 1976년 노동성방식의 위험성평가 지침을 개발하여 기업에 보급하였고, 고압가스 보안협회는 사업장의 자율안전 인정 사업장 제도를 체크할 수 있는 기법을 제시하여 실시하고 있다.

우리나라는 1980년 산업안전보건법에 유해위험방지계획서를 제출토록하여 위험성평가를 검토하여 왔으나, 제조업에 맞는 기법개발 보급이 없었다. 1996년부터 화학공장에 공정안전관리제(PSM)를 도입 적용하도록 의무화시키고 위험성 평가기법 종류를 KISCO기준으로 선정 제시하였다. 최근 선진국의 화학업계에서는 자율적인 지역주민의 환경안전대책을 위한 레스폰시블케아를 적극적으로 추진하도록 각국에 권장하고 있어, 우리나라도 실시해야 할 시점에 와 있다.

현재 각국에서 개발하여 사용하고 있는 위험성평가 방법의 종류와 특징은 [표 4-1]과 같이 여러종류가 있다. 기존 공장의 일반적인 위험요소를 파악할 때는 체크리스트 기법, 사고예방 질문법, 위험과 운전분석(HAZOP) 등을 활용하고 장치이상이나 특정사고, 사고유발 원인해명에는 정량적인 기법인 결함수분석(FTA), 사건수분석(ETA), 원인결과분석(cca)등이 사용되고 있다.

따라서 위험성평가를 각 공정에 도입시는 목표나 목적을 명확히하여 안전관리가 정착되도록 실시할 필요가 있다. 전형적인 위험평가 분석기법을 검토하는 순서는 다음과 같다.

- (1) 공정에 존재하는 위험요소를 알아낸다.
- (2) (1)의 위험요소에 의해 발생하는 사고의 파급효과를 평가한다.
- (3) (2)의 파급효과는 감소시킬수 있는 방법을 찾는다.
- (4) 사고를 일으키는 초기사건을 알아낸다.
- (5) 초기사건의 발생 확률을 계산한다.
- (6) 초기사건의 발생확률을 감소시킬 방법을 찾는다.
- (7) 사고를 유발하는 일련의 사건순서를 알아낸다.
- (8) 사고유발 사건들이 일어날 확률과 파급효과를 평가한다.
- (9) 사고유발 사건들이 일어날 확률이나 파급효과를 감소시킬 방법을 찾는다.
- (10) 평가한 계산의 불확실성을 줄이기 위해서 정량적인 위험요소 분석법을 실시한다.
 - ① 물리적인 설계나 제어시스템의 변화
 - ② 운전방법의 변화 ③ 온도, 압력 등 공정변수에서 변화
 - ④ 공정상의 원료물질의 변화 ⑤ 핵심 안전항목의 검증과 조사 보정변화등에 따라 위험을 제거해주는 조치, 파급되는 영향을 제거하거나 줄여주는 조치, 위험을 받아들일수 있는 수준까지 완화시켜주는 조치들을 선택해야 한다.

이때, 또 인정할 만한 작업수행의 위험율을 찾기위해 최소한의 투자비용을 계산해야 한다. 위험요소 평가결과는 공장관리자, 엔지니어 등에 제공되어 생산시설을 신설, 증설, 개조시 위험을 감소를 위한 사전조치가 설계단계에서 수행된다면 불필요한 경비도 줄일 수 있을 것이다.

특히, 평가요원들이 생산 위험시설에 대한 안전성 평가 방법으로 검토할 사항은,

- (1) 생산시설에 취급되고 있는 물질자체의 위험성 평가

- (2) 당해시설의 위험성에 대한 정성, 정량평가
- (3) 종합적인 위험성 평가
- (4) 위험도에 따른 안전대책의 적정검토
- (5) 안전대책의 실시, 재평가
- (6) 재해상정의 대책검토방법 등을 체계적으로 검토하지 않으면 안된다.

[표 4-1] 위험성 평가방법의 종류와 특징

방 법	개 요	목 적	적용시기	결과의 형태	결과의 성격	필요한 정보	필요한 인원	필요한시간 및 경비	기타
공정/시스템 체크리스트 (Process/ Sustern Checklist)	프로젝트의 개발을 조정, 확인하기 위하여 기준대조표(Check List)를 활용하는데 이는 기준, 절차에 대한 확인의 기능을 가지며 단점은 작성자의 경험에 기반을 두기 때문에 주의 를 요한다.	- 일반적인 위험요소 들의 확인 - 일의 진행 이 기준절 차에 의한 가를 확인	- 설 계 - 건 설 - Start-up - 운 전 - S / D	- 대조표를 이용한 사 실의 확인 (Check-list) - 검사보고서	기준, 절차 에대한Yes or No의 결정	- 대조표 - 매뉴얼 - 시스템 공정식의 지식	숙련된 대 니저 또는 엔지니어	가장 빠르 고 저렴한 비용	일반적인 위험요소 파악에 적합
안전성 검토 (Safery Re-view)	재검토는 공장내 여러분야 사람들과의 인터뷰를 통하여 주요 위험요소를 찾는 것을 말한다. 재검토의 마지막 단계는 정당성, 대응 행동이 추천되어야 하고, 책임소재 및 완성날짜등이 표시되어야 한다.	공장의 운 전과 유지 절차가 설계 목적과 기준에 부 합 되는가 를 확인	- 위험한 공장 : 2~3년 - 기타 : 5~10년	검사보고서	정성적	- P & ID - Manual - 사고보고서 - 설비관리 기록 - 물질(원료) 의 성질	스텝 및 각 부문 기술자	2~5인 - Min · 1주	
상대위험순 위 결정기법 (Relative Ranking Dow & Mond Indi - ces)	- 화학공장에 존재하는 위험에 대하여 간단하고 직접적인 상대위험 순위를 제공 - 페널티(사고가능성, 공정조건, 물질) - 크레딧(사고가능성, 공정조건, 물질) - 페널티와 크레딧의 조합을 통하여 상대위험순위를 결정하는 지표로 사용	공정의 상대 위험순 위 제공	- 설 계 - 운 전	공정의 상대 위험순 위	정성적 정보	- Layout - Process Flow & Operation Condition - 소방 관련 자료 - 공정설비의 비용자료	공장설계에 능통한 화공 기술자	2~3개 단위 공정/1주, 1인	

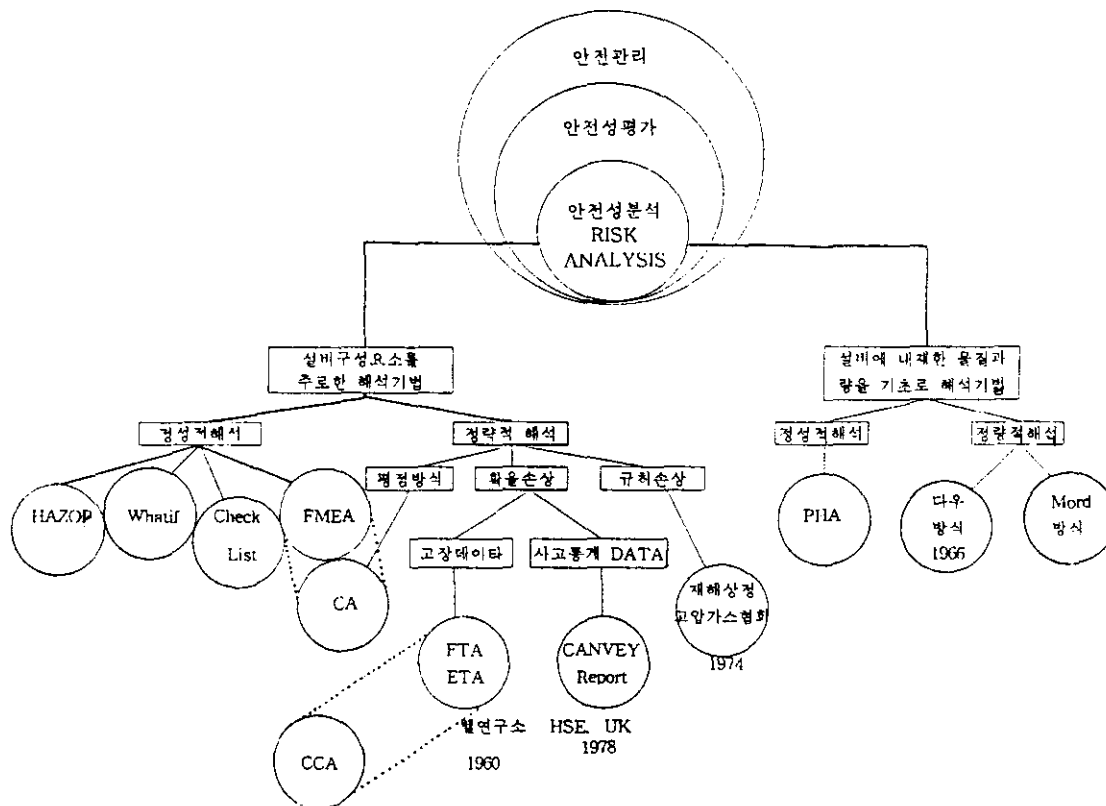
방 법	개 요	목 적	적용시기	결과의 형태	결과의 성격	필요한 정보	필요한 인원	필요한 시간 및 경비	기 타
예비위험분석(Preliminary Hazard Analysis)	· 공정초기, 신공정 등에 적용 · 안전문제에 대한 경험이 거의 없는 경우에 적용	· 설계자에 도움을 주기위함	· 설계초기 단계(공정 및 물질의 기본요소가 정해진상태)	· 위험요소 의 목록표 · 제안사항	· 정성적 목록	· 설계기준 · 장치특징 · 물질특징	· 1~2명의 숙련 엔지니어링	· 비교적 적은 노력으로 수행가능	
사고예상 질문분석(What if Analysis)	· 정확하게 구조화되어 있지않은 방법으로서 사용자가 특별한 상황에 맞추어 기본 개념을 수정해 가면서 수행 · 원치않는 사건이 발생할 경우 가정하여 이로인한 결과를 예측하고 대응책을 마련	· 공정에 잠재하는 위험요소의 확인 및 감소방법 제시	· 공정의 개발단계 · 초기 Start-up	· 잠재사고의 시나리오 · 재해감소 및 예방방법	· 우선 순의 불표시	· 조업관례 서류 · 조업자 면담	· 2~3명의 전문가/분야별	· 공정의 수와 크기에 비례	
위험과 운전분석(Hazard & Operability Studies)	· Guide Word를 사용하여 Brain Storming방법으로 진행 · Guide Word(No, Less, More, Part of, As wellas, Reverse, Other then)	· 위험요소 및 조업상의 문제점 사전 파악	· 신규공정 :설계도면이 거의완성된 시점 · 기존 공장	· 문제점도출 · 수정안제시 · 보완후속 연구제안	· 정성적	· 설계도 (P & ID, PFD,, Manual)	· 5~7명/팀 · 작은규모 (2~3명 가능)	· 5명×2일/P & ID, 1장	
이상위험도 분석(Filure Modes, Effects Criticality Analysis)	· 중대사고에 영향을 미치는 직접적인 원인이 되는 시스템, 설비 등을 파악 · 작업자의 실수는 확인되지 않는다.	· 장치,이상 양식,시스템, 공장 등에서발생하는 이상 상태에 대한 영향 파악	· 설계 · 건설 · 조업	· 체계적 참고 목록	· 정성적(다소 정량적)	· 장치목록 · 장치기능	· 시스템의 대상의 크기와 수에 따라 다름	· 좌 동	

방 법	개 요	목 적	적용시기	결과의 형태	결과의 성격	필요한 정보	필요한 인원	필요한 시간 및 경비	기 타
결함수분석 (Fault Tree Analysis)	· 특정사고에 대한 연역적 해석 · 특정사고가 발생하기 위한 사건 사고의 원인을 파악 · 실비결함 및 작업자의 실수도 포함	· 장치이상 · 작업자의 실수 · 조합을 발견	· 설계 · 조업	· 에러의 집합목록	· 정량적	· 공정의 완전한 이해	· 1인 혹은 팀	· 복잡성에 의해 결정됨	
사건수분석 (Event Tree Analysis)	· 초기사건(특정장치 결함, 조업자 실수)으로부터 발생하는 잠재적 사고 결과를 평가하는 기법	· 사고유발의 초기사건과 후속사건의 순서 파악	· 설계 · 조업	· 사고, 사건의 순서를 제공	· 정량적(정성적 기능 포함)	· 사건, 사고의 원인 · 안전시스템의 기능, 지식	· 2~4 명/Team (Brain Storming)	· 소규모 : 3 ~ 6일 · 복 잡 : 2 ~ 4주	
원인결과분석 (Cause Con- sequence Analysis)	· 결함수 + 사건수의 혼합형	· 사고결과와 사고원인 해명	· 설계 · 조업	· 사고원인, 결과를 정량적으로 계산	· 정략적(정성적 기능 포함)	· 사고의 History · 안전시스템의 기능, 지식	· 다양한 경험의 2~4명/Team	· 초기화사건 분석 : 1주일 이내 · 상세원인 결과분석 : 2 ~ 6주	
작업자 실수 분석 (Human Error Analysis)	· 작업자가 작업에 영향을 미치는 요소를 평가 · 설계의 변경에 따른 작업자의 작업에 미치는 영향 · 하드웨어적 특성과 작업설계의 특징 확인	· 작업자의 잠재적 에러 원인 파악	· 설계 · 건설 · 조업	· 에러형태 목록 · 시스템 변경 사항	· 에러의 영향을 받는 시스템 · 에러의 상대적 순위	· 운전절차 · 면담정보 · 제어,경보 시스템	· 평가 전문가	· 대략적분석 : 1시간 · 복잡한 분석 및 문서화 작업 : 1주 이내	

2. 적정 위험성 평가기법 선정조건 및 도입적용

가. 위험성평가 기법 분류 및 선정조건

위험성 평가기법은 정성적평가 방법과 정량적 평가방법으로 크게 나눌 수 있으며 설비 구성요소를 주로한 해석기법과 설비내에 내재되어 있는 물질과 량을 기초로 하는 해석기법으로 [그림4-1]과 같이 나타낼 수 있다.



[그림 4-1] 안전해석에 사용하는 주된 기법

- ①정성적평가방법 - 체크리스트, 예비적 위험도평가(PHA)
이상위험도분석FMEA(Failure Modes & Operability study)
위험과운전분석(HAZOP), What if (사고예상 질문법)
- ②정량적평가방법 - 결합수분석(FTA)상대, 위험도평가법(Relative Ranking Techniques)
사건수분석(ETA)
원인결과분석(Cause & Consequence Analysis)

이들 위험성평가기법은 주로 화학프랜트의 안전성을 평가하는 기준으로 만들어졌기 때문에 기계, 전자등 제조업종의 기준에 맞는 평가기법을 선정하려면 그 목적과 특징을 먼저 이해하고 자기 업종에 맞게 기준을 재편성하여 선택해야 한다. 분류된 기법의 그 목적과 특성을 비교, 적용하면 [표 4-2]와 같다.

정성적평가중 체크리스트에 의한 평가방법은 일반적인 교육을 받은 비전문가도 빠른 결과를 도출할 수 있어 시간과 경비가 절약되나 경험자의 주관평가가 되기 쉽다.

특히 정성적 평가는 대상 전반에 대해서 빠짐없이 공평하게 점검하고 신설하는 시설은 물론 기존시설의 안전성 평가, 시설개조시 평가까지 광범위하게 적용할 수 있다.

그러나 문제점으로 다음과 같은 점을 착안할 수있다.

- (1) 과거 경험으로부터 위험하다고 생각되어 수록된 사항만으로는 재해의 예지가능이 약하다.
- (2) 위험성에 대해서 모두 망라한 항목이 너무 많아서 산만하고 주요항목이 누락될 가능성도 있다.
- (3) 판단기준에 따라 평가자 경험, 지식, 인격등 기량에 따라 결과가 좌우된다.
- (4) 일반적으로 공표되 정성적 평가는 어떠한 경우에도 적용가능하며 범용성을 갖고 있어 실용에 합치된다.

이상의 미비한 점을 보완키 위해서는

- (1) 정량평가인 FTA분석, oberability 분석등 문제발견형 기법을 합쳐서 실시하는 것이 바람직하다.
- (2) 평가목적에 대한 중점범위의 계획을 세워 집중적인 주의력을 잠재한 위험성을 포함시켜 체크하는 것이 바람직하다.
- (3) 정성적 평가방법은 간단한 조사항목을 나타낸 것, 질문형식의 것, 최적상태를 나타낸 것등 있고 도입할 사람의 능력을 고려하여 사업장에 통일된 판단기준들을 작성하는 것이 바람직하다.

[표 4-2] 위험성평가 기법 비교

[illegible]

(주) ㉠아주좋다. ㉡좋다. ✕불가능하다.

(4) 체크리스트 항목은 일반적으로 공표되었는 것을 평가할 대상 및 사업장 특수성을 고려하여 독자적인 것으로 작성하는 것이 바람직하고 보다 충실한 정성적 평가가 가능하게 된다.

구체적인 위험성평가 체크리스트방식에 따른 14개 체크 대항목을 [표 4-3]과 [표 4-4]에 제시했다. 이 체크항목은 공정안전관리 평가에서 사용되는 항목과도 유사하게 비교할 수 있다. 특히 이들 대항목별로 구분한 세부문항 수는 각국에서 사용되는 평가방법에 따라 차이가 많이 있다. 좀더 세분한 항목내용을 구체적으로 제시한 표는 [부록 7]을 참조해 주기 바란다.

[표 4-3] 체크리스트의 체크내용과 방식

체크항목	소방청방식 184개항목	일본노동성 방식 94개항목	고압가스 보안협회방식	CMA방식 282개항목	미국다우방식 135개항목	KISCO코드 310개항목
입지조건	○	○		○		○
프랜트Layout	○	○		○	○	○
건축물	○	○		○	○	○
물질(원료제품)	○	○		○	○	○
프로세스	○	○		○	○	○
저장수송	○	○		○	○	○
운전교육	○	○		○		○
장치기기	○	○		○	○	○
방재설비	○	○	○	○	○	○
방재계획 긴급대책	○	○	○			○
공해위생				○	○	
생산제품관리					○	
사고조사		○				○
조직관리			○			
특 정	재해발생시 대책을 중점 으로 진단하 고 있다.	산업안전관리 중점으로 진 단하고 있다.	지진발생시 방재체제를 중점으로 하 고 있다.	보일러항목 이 독립되어 있다.	방재설비취급 물질의 체크리 스트에 중점을 두고 있다.	산업안전공정 전반에 중점을 두고 진단한 다.

정량적 평가는 전문가에 의해서 객관적인 결과 적출로 시간이 걸리며 신뢰성과 데이터 확보가 어려우나 그 목적은 평가대상의 시설에서 취급하는 위험성 물질의 종류, 량, 상태에 따라서 위험성을 파악하여 그 영향과급 범위의 평가 및 등급을 정하고 그 등급에 따라서 상세하게 안전대책을 세우는 이점이 있다. 그러므로 정성적 평가와 정량적 평가를 함께 행할 수 있다면 안전기술수준을 향상시키는데 크게 기여할 수 있을 것이다.

[표 4-5]는 각종 위험성평가 기법을 주로 사용하는 목적에 따라 선정하기 쉽게 평가 단계를 예시하여 「주 적용」으로 표시하였다. 즉 정상적인 시설을 운전하고 있을 때 정상에서 이탈 가능성이나 일반적인 위험성을 명확히 파악하기 위해서는 체크리스트 기법이나 DOW지수기법을 이용하여 평가할 수 있고, 사고발단과 사상 가능성은 주로 FTA기법을 사용할 수 있다. 이 방법을 병용하면 좀더 상세한 위험성평가를 할 수 있을 것이다.

그러나 위험성 평가기법 선택에 영향을 미치는 요인으로 공정개발의 각 단계에서 위험성 평가에 대한 우선순위를 정해서 처음에는 개략적 평가방법을 적용하고 최종설계 도면과 상세 정보이용시에는 비용이 많이 들더라도 외부전문가에 의한 정량적인 전문 분석법을 이용해야 할 것이다. 제조공정의 복잡성에 따라 어떠한 평가기법을 선택하는 것이 유용할 것인가를 파악할 수 있어야 하고, 중첩되는 제어 안전시스템, 완화시스템 등을 통해 여러단계 안전대책 설비를 포함하여 공장에 일어날 수 있는 여러 요인과 결과를 예측·확인하는 평가시스템이 필요하다.

따라서 전문화된 스태프들은 각종 분석기법에 대한 이해도와 친숙성에 따라 적용할 기법의 분석시간과 평가비용을 줄일 수 있는 위험성 감소법을 비교할 수 있어야 한다. 경험자의 분석비용은 대부분 위험을 감소방법에 드는 비용에 비해 적게든다는 사실을 경영주는 알아야 한다. 또한 필요에 따라 위험성평가 분석기법의 특성과 기초인자를 검토할 수 있는 능력이 있어야 필요성에 적합한 그 역할과 요인의 상대적 우선순위를 고려하여 최선의 위험성 평가분석법을 선택할 수 있다.

[표 4-4] 위험성 평가 체크리스트 비교

구분	미국보험협회 1975	DOW Chemical 1976('87)	일본노동성방식 1976	일본神奈川현 1992(고압가스시설)	한국 KISCO		미국화학자협회 (MCA)1985
입지 조건	plant side 3.5% 10개 항목	-	지리적조건, 주변시가지 등 3개항, 완충지대 1개 항, 지반조건지형 2개항	입지환경 6개항	기술자료검토, 설계배치도, 지 질도, 지형등검토		3개항
레이 아웃	plant layout 2.0% 10개항	9개항	9개항	4개항	일반배치12개항	공정배치17항	작업장소 23개 구내(통로등)8개
건조물 (안전 설계)	구조물 3.3% 10개항	17개항	기기설비구조 10개항, 정조안전설개 4개항, 내화구조 3개항	-	7개항	건물 및 구조 물 19개항	건물 5개항
원료 중간 제품	원료중간제품물질 20.2%, 9개항	인화성 분진가스 9 개항, 원료 4개항, 최 종제품 9개항	위험성물질 3개항, 원재료운영 6개항	-	원료 8항	위험물관리 17 개항	원재료 15개항
프로 세스	프로세스 평가 10.6%, 8개항	화학물질 등 21개항	기기설비 10개항	-	19개항	공정전반 24개 항	반응 17개항, 배치계획 4개항
수송 저장	유니트operation (단위조작)수송 저장 4.4%, 8개항	저장 수송 10개항	저장 Tank 10개항 보관운반조직 5개항	-	-	저장설비탱크 15개항, 압축냉 동펌프 11개항, 배관 29개항	-
장치 기기	기기 31.1%, 10개항	기계류 15개항	이상대비설비 2개항 설비관리 운영기준 8개항, 오조작방지 1개항, 운전관리 3개 항, 운전차단기준 4 개항	방재능력 9개항, 경과년수 3개항	배관 16개항 장치 12개항 배출 6개항 계장설비 18항	화학장치 18항 압력방출 25항 반응설비 14항 압력용기 14항 보일러 12항 압축설비 8항 계장설비 14항 전기설비 16항	장치 23항, 계장 11항, 조작 12항, 고장 4항, 전기 15 항, 보일러 11항, 배관 13항, 기계장 치 등 24항
소방 설비	방재계획 8%, 10개항	살수소화전 8개항, 배수로 6개항, 안전 장치설비 10개항	긴급시 체제조직 2 개항, 위험방호 대책 3개항	보안체제 13개항	안전장치 외 7 항	소방설비 20항 안전관리 15항 가스검지 8항	소화 25개항
교육 훈련	operation 17.2%					운전절차교육 14항	

[표 4-5] 위험성 검토 순서

위험성 평가단계	체크리 스트법	DOW 지수	예비위 험분석	Whatif 기법	HAZOP	FMEA	FTA	ETA	원인결과 분석	휴먼에 라분석
정상운전 부터이탈 명확화	주 적용 목적	주 적용 목적								
위험성 명확화	주목적	주목적	주목적	주목적	주목적	주목적	상황제공			
최악결과 추정		주목적		주목적	상황제공	주목적				
사고결과 를 삭감 할 기회		주목적	부목적		상황제공	상황제공				
사고발단 사상의 명확화				주목적	주목적	주목적	주목적			주목적
발단사상 의가능성 명확화					상황제공	상황제공	주목적		주목적	주목적
발단사상 가능성을 감소할기 회명확화							주목적		주목적	주목적
사상순서 와 결과 명확화				주목적			주목적	주목적	주목적	
사상순서 발생가능 성 추정							주목적	주목적	주목적	
결과크기 추정								상황제공	상황제공	
가능성과 결과삭감 기회 명 확화								주목적	주목적	주목적
정량적 위험성 평가							주목적	주목적	주목적	주목적

제조업종에는 보편적으로 HAZOP기법을 사용하여 위험성평가를 활용할 수 있고, 필요시 체크리스트나 FTA기법 등을 병행하여 사용할 수 있어야 한다.

나. 제조업에 Hazop기법의 도입 적용

Hazop은 화학공장에서 위험성(Hazard)과 작업성(operability)을 정해진 규칙과 설계도면에 의하여 체계적으로 분석·평가하는 방법이다.

(1) 장점으로는

- ① 총괄적으로 간단한 분석기법이다.
 - 공정의 이상을 상정하여 원인 결과 및 다른 영향력을 판단키 위한 기술교육이 필요치 않다.
- ② 용어(Guide Word)를 사용한 계통적인 정형기법이다.
 - 공정의 이상 검출은 운전조작 방법등에 관한 계획으로 6종류 기본 용어를 사용한다.
- ③ 자유토론 방법 채택으로 광범위한 분야 검토가 가능하다.
- ④ 독특한 검토기록 양식을 사용한다.

(2) 단점으로는

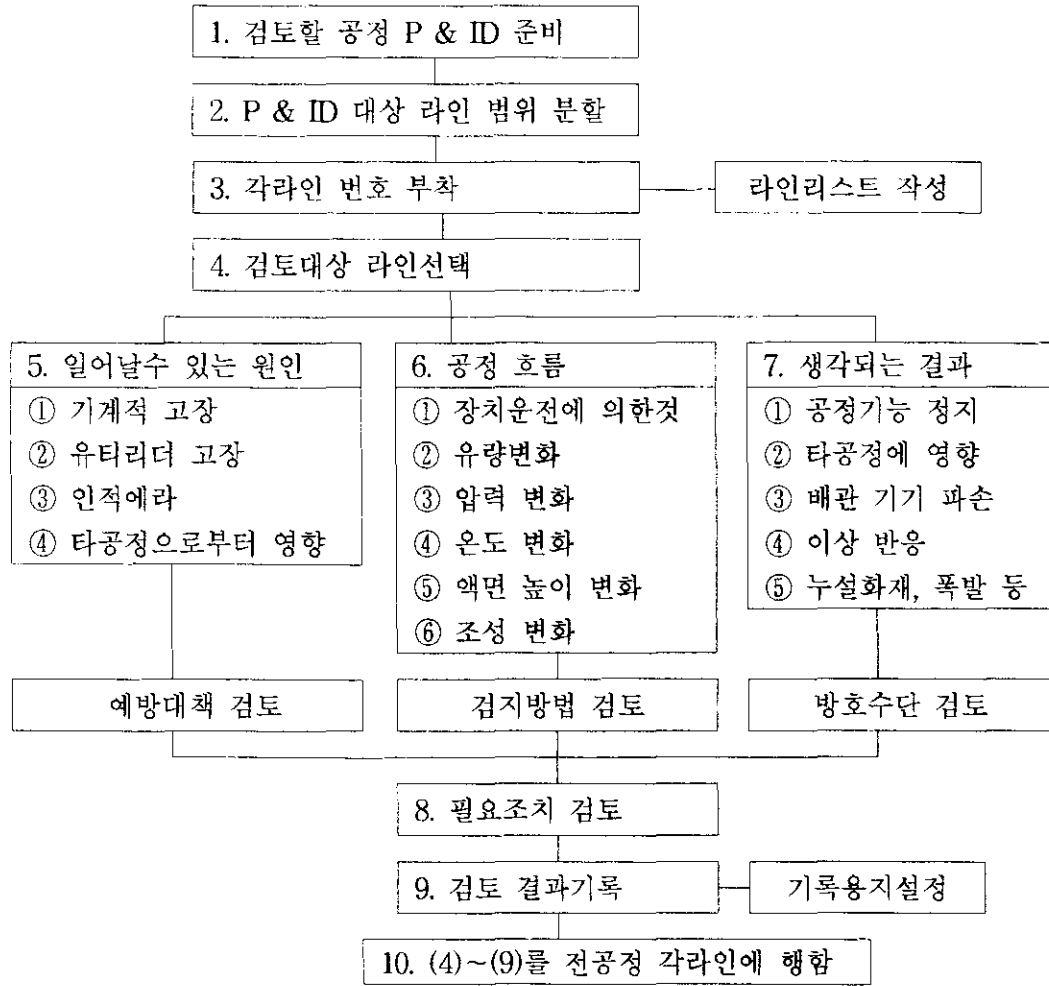
- ① 정성적 평가에 한정될 가능성이 있다.
 - FTA방법 병용으로 정량평가 보완이 필요하다.
- ② 제어설비가 중요시되어 과잉제어가 되기 쉽다.
- ③ 소프트적 대책 분류항목 설계가 필요하다.
 - 순찰강화, 메뉴얼정비, 교육훈련강화, 통보체제, 설비관리충실
- ④ 검토에 많은 시간과 노력이 필요하다.

Hazop기법의 기초가 되는 원리는 대상이 되는 공정을 충분히 이해할 수 있는 도면, 사양서준비와 어떤것이 발생하는가를 공정 각 부분에 검토하고 최후에 어떤 위험이 발생할 것인가 여부를 결정한다.

Hazop기법은 P & ID를 사용한 공정조건 및 시스템기능으로부터 공정라인을 몇개로 분할하고 각 공정라인의 지정용어를 사용하여 5단계 방법으로 검토한다.

- ① 용어를 유량, 압력, 온도 등 운전조건 및 단위조작등의 설계조건을 조합한 것에 따라 정상운전으로부터 차이를 설정한다.
- ② 생각되는 정상운전으로부터 사고에 대한 원인, 생각되는 결과 및 다른 영향 등 전체를 검토한다.
- ③ ②에 대한 원래 계획설계에서 고려하고 있는 소프트면과 하드면의 대책을 검토·평가한다.
- ④ 원래 계획, 설계, 개선 또는 타당성 평가를 위해서 추가조치, 검토 필요한 검토 항목을 지적한다.
- ⑤ ①~④에 대한 결과를 검토 기록한다.

효과적인 Hazop진행[부록1 참조]을 하기 위해서는 구성원의 교육이수 및 경영층의 필요성에 대한 공감대 형성과 기술지원이 되어야 하며, 적절한 팀리더가 구성되어 계속적인 행동이 되도록 해야 한다. Hazop의 흐름은 [그림 4-2]와 같다.

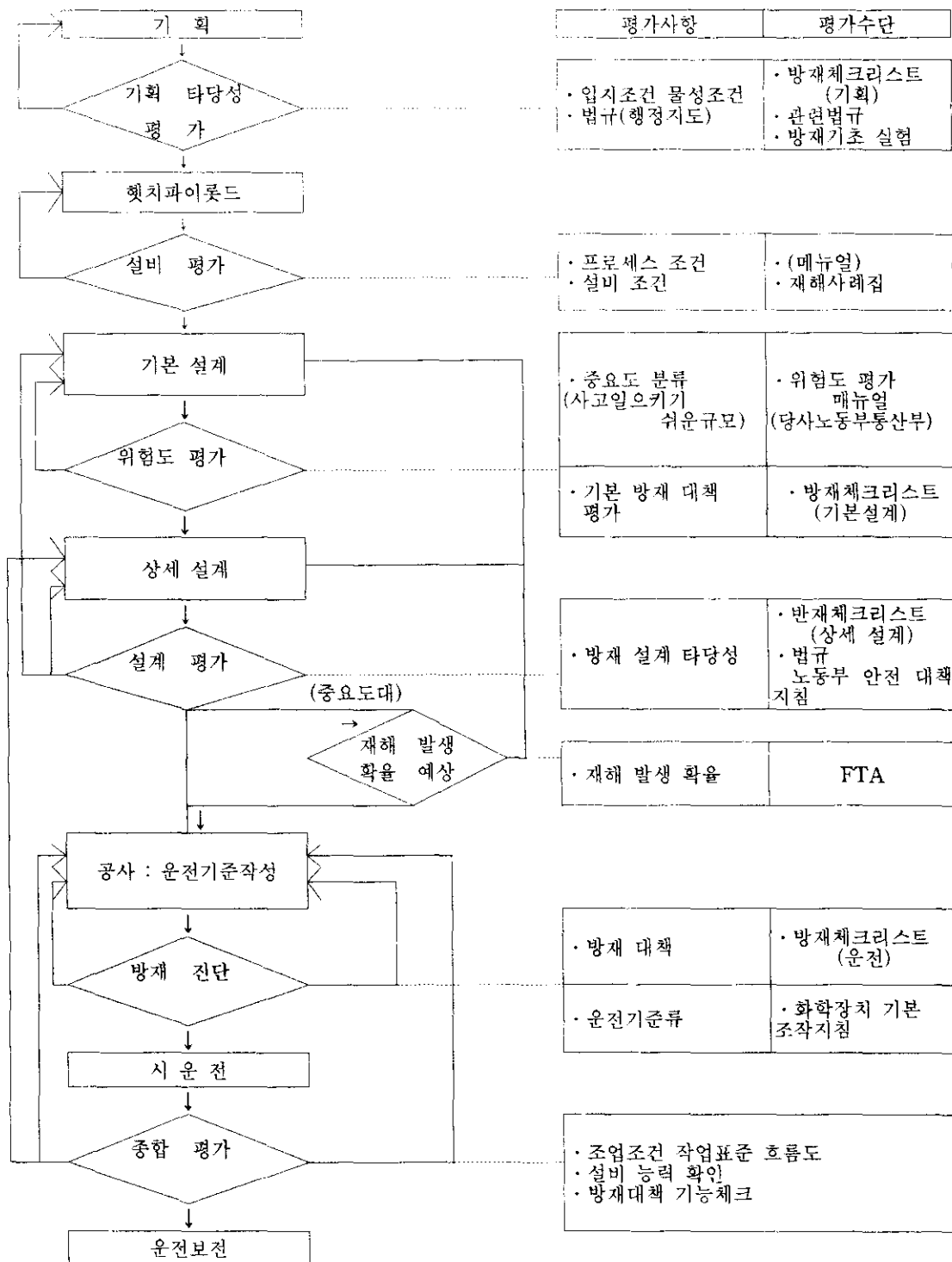


[그림 4-2] Hazop 기법 흐름도

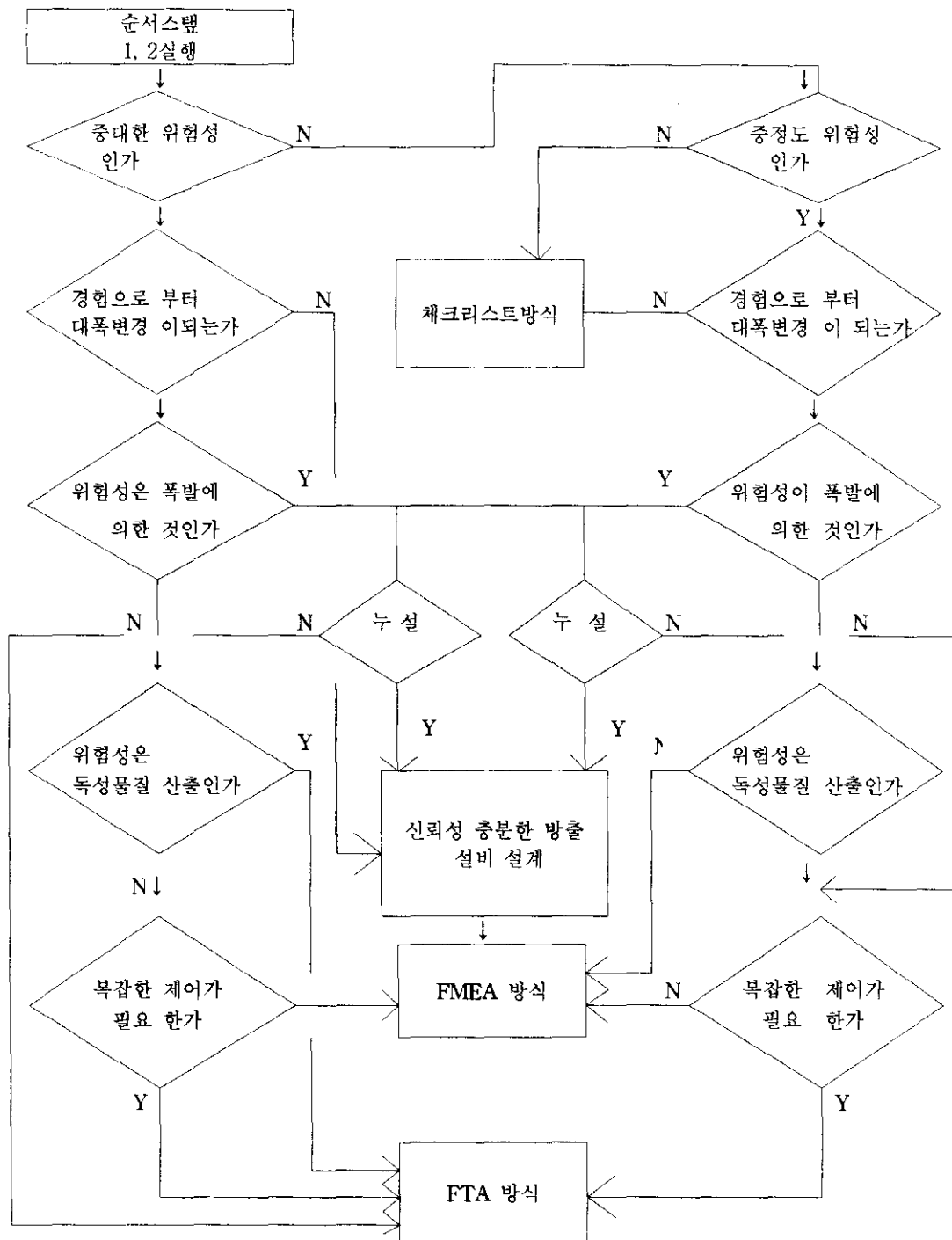
위험성평가 방법을 결정하는 흐름은 [그림 4-3]의 기획단계에서 시운전까지 흐름을 검토하여 필요한 위험성평가 방식을 선택할 때는 [그림 4-4]의 흐름에 따라 결정한다. 따라서 제조업 특성에 맞는 기법을 선정하여 가감하는 것이 효율적이라 사료된다.

[표 4-6] 위험성 특징 계통적 기법

기 법	목 적	이탈Deviation	원 인	결 과	안전대책
HAZOP기능 과 공정변수 이탈	공정 파라메타	MORE(증가)	압력저하로 실패	온도 상승	수동으로 폐지
	기능이탈	증기열			공급정지
	(편중)을 명확 히 한다.	None(무시)	냉각수 정지	반응제어가 불량	긴급냉각
		냉각수교반기 Reverse(역) 역회전	밸브 불량 구동 불량 취부 불량	열제거가 저해됨 고체의 침전	공급정지 긴급냉각 회전방향지시 계장
FMEA 장치결함	기기 기능 결함검출	교반기	정전	열전도저해	회전계
		회전시킨다		고체침전	공급정지
		역회전한다	취부불량		계장
휴먼 에라	사람 조작상 에라 검출	증기발브 폐지시킴	고착	반응온도가 상승	공급정지
		증기정지	주의 부족	온도 상승	알람
		냉각수 들어감		반응제어	공급정지
		조작시킴		불능에 의한위험	긴급냉각
		증기정지	주의 부족		자동공급정지
		잘못	원료잘못혼합	미지 반응	라벨분석



[그림 4-3] 방재 사전 평가체계



[그림 4-4] 평가방법 선정 흐름도

3. 공정분석 및 공정위험특성 관리의 당면과제

금속제련 및 기계공업공정 자동차 공장의 제조공정을 공정별로 분석한 결과 그 특성을 [그림 4-5]와 [그림 4-6]과 같이 생산공정에 따른 잠재요인과 재해가능성을 제시했다. 이 내용을 구체적으로 열거하면 다음과 같은 점을 찾아볼 수 있다.

가. 기계공업 공정분석상의 위험특성

기계공업에서는 주조, 소성가공(단조, 압연, 인발 및 압출, 전조, 프레스 가공 등) 절삭가공(선반, 드릴링머신, 연삭기, 수치제어 공작기계 가공 등), 용접(가스용접과 절단, 전기용접, 납땜) 등의 가공을 비롯하여 검사, 조립, 원재료 제품이나 중간제품의 운반 등의 작업이 이루어진다.

이들 작업시에는 회전동작, 횡축동작, 왕복동작 등 기계설비의 운동 및 동작이 다르고 이러한 운동에너지가 인체와 접촉할 때에는 협착점, 끼임점, 절단점, 물림점, 접선 물림점, 회전말림점 등의 위험점이 많아서 인간이 충격이나 협착, 절상, 물림, 끼임, 말림 등의 사고를 유발시킬 수 있다. 또한 기계등에는 실수나 오동작 등을 일으킬 때에는 협착이나 끼임, 절단, 물림, 말림등이 일어나 상해나 사망에 이르게 할 수 있는 잠재위험성이 많이 내포되어 있다.

나. 기계공업등 공정위험관리의 당면과제

기계설비는 위험점이 많고 에너지의 운동이 많으므로 이의 안전을 확보하기 위해서는 기계설비의 설계, 제작, 건설, 설치, 사용에서 폐기에 이르기까지 전 과정에 대한 주기적인 위험성평가를 구체적으로 실시하여 위험에 대한 안전조치를 강구하여야 한다.

그러나 현재 기계설비 등을 운영하고 있는 기업의 경우에는 위의 여러 단계에서 종합적인 안전조치가 이루어지도록 적절한 평가기법의 개발·보급, 경영자의 의지, 근로자의 수용태세 등의 여건이 미흡한 것으로 보인다.

특히, 기계공업 등 공정에 관련된 위험관리의 당면과제를 공정위험 특성조사를 중심으로하여 열거하면 다음과 같다.

(1) 본질적 안전화 미흡

기계설비 등은 근로자가 동작상 과오나 실수를 하여도 사고나 재해가 일어나지 않고, 기계설비에 이상이 생겨도 안전이 확보되도록 설계·제작되어 근본적으로 안전하게 기계설비를 운용하여야 하나 이러한 안전화가 미흡하다.

근본적인 안전화의 미흡은 기술력이 부족하여 본질적인 안전한 기계설비를 제작할 수 없기 때문인 경우도 있고, 경제적 여력이 없거나 안전을 과거 관례에 따라 덜 중요하게 생각하고, 생산성 위주의 기계설비를 설계, 제작하기 때문인 경우도 있기 때문이다. 따라서 계획단계에서 안전확보를 위한 신중한 검토가 생략되거나 부족하기 때문에 그 영향력이 설계단계, 생산단계에서도 예외시 된 것으로 사료된다.

(2) 기계설비의 안전조건 구축 미흡

기계설비 등은 외부에 나타나는 위험부분(예 회전등 운동부분, 날카로운 각, 돌출비)이 없어야 하고, 운전조건 등의 변동시에 오동작 등이 없어야 하며, 구조적으로 결함이 없어야 하고, 작업시 위험이 적고 유지·보수시 안전이 확보되는 등 여러 가지면에서 기술적인 안전이 확보되어야 하나 이러한 안전화가 미흡하다.

이와 같은 조건은 사전에 안전성이 확보되도록 철저한 기술관리가 이루어지지 않았기 때문이다.

(3) 기계설비의 방호장치 관리 미흡

근원적으로 안전하지 못한 기계설비 등에는 인위적으로 위험을 제거하거나 위험과 인체와의 접촉, 위험을 덮어 씌우거나 위험에 적절한 방호장치를 설치하여야 하나 이의 설치 및 관리가 미흡하다.

(4) 기계설비 및 작업안전관리 및 통합 안전관리 미흡

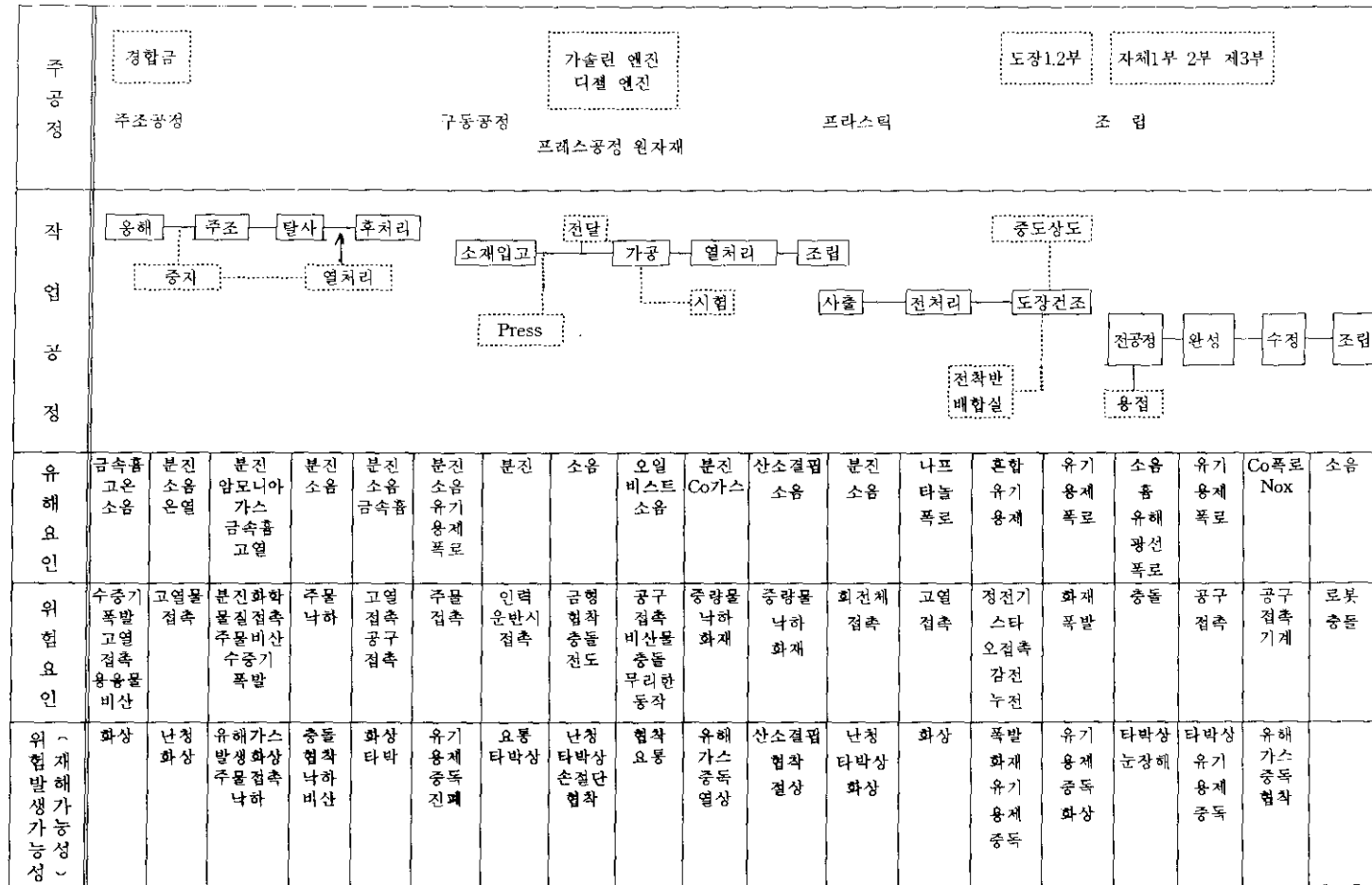
기계설비 등은 잠재된 위험요인이 많으므로 이러한 요인을 각종 시험을 통하여 점검·측정하거나 위험성 평가기법 등을 활용하여 진단평가를 실시하고, 이를 토대로하여 안전작업 절차를 제정하여 근로자들에게 철저히 교육·훈련을 실시한 후 운전을 실시하도록 하여야 한다.

변경관리, 유지·보수·정비 등에 관한 관리, 사고조사, 교육·훈련등 공정안전관리 요소들에 관한 구체적이고 통합적인 관리가 이루어져야 한다. 대부분 국내 기업에서는 이러한 관리가 부분적으로는 이루어지나 통합적인 안전기술관리는 미흡한 것 같다.

따라서 화학산업을 제외한 제조업의 종합적인 잠재위험을 감소 또는 제거시키기 위해서는 이미 개발된 위험성평가 기법중에서 선정하여 사용해 볼 필요가 있다. 또한 기계나 전기 제조업종에도 사용할 수 있는 HAZOP기법을 적용하여 기존 시설 전반에 위험성평가를 실시해 보는 것이 모델개발에 바람직할 것으로 사료되며, 검토결과 미비점이 발견되면 HAZOP과 체크리스트 기법이나 FTA기법 What-if기법을 결합시켜 기업특성에 맞게 보완하는 것을 권장한다.

주공정	주 조 ————— 소성 ————— 절삭가공 ————— 용접 ————— 운반기계										
작업공정	원료 ————— 용해 ————— 주조 ————— 단조 ————— 압출 ————— 인발 ————— 압연 ————— 프레스가공 ————— 밀링 ————— 선반 ————— 용접 ————— 운반 ————— 드릴 ————— 연삭										
유해요인	분진소음	분진소음 고열금속흄	분진소음	소음분진 진 동	소 음 고온접촉	소 음 진 동	소 음	소 음 진 동	소 음 진 동	금속흄 고열 소음 유해광선	소 음
위험요인	크레인접촉 추 락	고열접촉 수증기폭발	용탕비산 주형접촉	공구접촉 낙하비래 고온비산 동력전달 장 치 접 촉	가공소재에 접 촉 고온유탄유 비 산	소재에 충 들 소재비산 끼 임	고온접촉 로울러 말려들 재료충돌 협 착 유탄유 비 산	금형사이 끼 임 금형운반시 낙 하	칩비산, 재료에 접촉 휘말림 격 들	감 전 아크광선 스래그 접 촉 용접뚝에 의한 화재	운반물 접 촉 끼 임 낙 하 추 락
위험발생가능성 (재해가능성)	추 락 타 박	화 상 진 난 폐 청	화 상 협 착	협 착 화 상	화 상 협 착	충 들 타 박 낙 끼	화 상 끼 임 협 착	협 착 질 상	타 박 충 협 화 상 눈장애	화 상 화재폭발 눈장애	타박상

[그림4-5] 기계공업의 공정별 유해위험요인



[그림4-6] 자동차 생산공정별 유해위험요인 분석

여 백

제 5 장 제조업종의 위험분석기법 모델개발 및 도입 개선방향

1. 제조업종에 필요한 위험분석기법 개발

앞의 제2장에서 살펴본 바와 같이 화학산업을 제외한 제조업의 안전관리가 소기의 목표를 달성하려면 먼저 공정위험이 과학적으로 분석·평가되어야 한다.

공작기계 등의 위험성을 평가하는 방법으로는 이제까지 체크리스트 기법이나 FMEA기법이 활용되어 왔으나 체크리스트 기법은 체크리스트상에 나타나지 않는 항목에 대해서는 점검을 실시하지 아니하여 위험을 찾을 수 없고, 이미 사고나 위험이 발생하였던 것을 기준으로 체크리스트를 만들기 때문에 공정중에 깊게 숨겨져 있는 모든 위험을 찾아내기가 어렵다. 또한 FMEA기법은 지나치게 난해하여 비 안전전문가들이 손쉽게 사용할 수 없다는 결점을 가지고 있다.

따라서 체크리스트나 FMEA과 같은 위험성 평가기법으로는 구조적인 위험성 평가를 실시하기가 어렵다. 이에 따라 최근 화학산업에 잘 적용이 되는 HAZOP기법을 전자공장이나 기계공장 또는 건설현장에 적용하려는 움직임이 있다.

가. 기계공업 등 제조업을 위한 HAZOP Study

HAZOP기법은 위험을 가정하는 방법이 구조적(예 Guide Word×Process Parameter = Deviation : 가정된 위험)이어서 위험을 찾는 일감을 체계적이고 구체적으로 쉽게 정할 수 있으며, 팀(Team)을 구성하여 기술자들과 안전전문가들이 함께 공동으로 위험을 찾는 작업을 실시하게 하여 위험을 찾게 하는 동기유발요소가 있고, Brain storming 회의기법을 사용하므로 위험을 경쟁적으로 찾게 하는 등 위험을 찾는 방법은 물론 위험을 찾게 하는 요소를 포함하고 있어서 정성적 위험성 평가기법으로 아주 크게 활용하고 있다.

기계공업 등 비화학산업에서도 HAZOP을 활용할 수 있을 것이다. 단, 기계공업 등에서는 앞에서 살펴본 바와 같이 화학산업과 달리 위험물질의 이동이나 반응이 없고 기계적에너지에 의한 위험요소가 많다. 따라서 기계공업에 HAZOP과 같은 위험성 평가 기법을 활용하려면 HAZOP에서 가장 중요한 이탈(Deviation)을 화학산업과 다른 방법으로 유도할 수 있는 방법이 강구되어야 할 것이다.

HAZOP에서 이탈현상은 Guide Word와 공정 Parameter로 만들어지므로 기계공업 등에서 이 기법을 활용하게 하려면 먼저 HAZOP의 Guide Word를 새롭게 정의하여 활용하여야 할 것이다.

(1) 기계공업에서 활용할 수 있는 Guide Word

기계공업과 같은 제조업에서 HAZOP을 활용하기 위한 Guide Word를 화학관련 산업에 활용되고 있는 것과 같은 Guide Word(부록 1참조)를 사용하되 그 의미를 기계공업 등에서 활용할 수 있도록 다시 정의하여야 한다. 기계공업 등과 같은 제조업에서 활용할 수 있도록 Guide Word를 정의하면 [표 5-1]과 같다.

(2) 기계공업용 HAZOP을 위한 공정변수

(가) 공정변수(Process parameter)

기계공장에서 사용되는 변수는 화학공장에서 사용되는 변수와 그 성질이 크게 다르다. 화학공장에서는 유체의 이동, 단위조작, 위험물질의 반응 등을 제한하는 요소나 운전조건을 공정변수로 할 수 있으나 기계공장 등에서는 운전방법이 연속적이 아니고 유체 등의 흐름보다는 기계적 에너지에 의한 기계적 가공동이 많기 때문에 공정변수가 위험요소와 유사한 개념으로 정의되어야 할 것이다. 따라서 공정변수의 종류로는 이송속도(컨베이어), 소음, 조작, 진동, 냄새, 분진, 작업자세, 정전, 정전기, 추락점, 감전, 기타등을 들 수 있다. 또한 온도와 힘(압력)같은 변수는 공정성격에 따라(용융 및

성형공정, 프레스공정 등) 공정변수로 적절히 적용될 수 있을 것이다. 이들 공정변수를 나타내면 [표 5-2]와 같다.

기계공장에서는 화재·폭발등의 중대산업사고의 발생빈도는 적으나 손가락 절단이나 협착등 부상사고의 발생이 많다. 따라서 이러한 사고의 요인이 될수 있는 모든 것을 이탈로 가정하여야 할 것이다. 이러한 관계로 전개될 이탈가능한 모든 변수를 찾아야 되는데 이러한 변수는 기존에 사용하고 있는 체크리스트가 적합할 수 있을 것이다.

[표 5-1] 기계공업용 HAZOP의 Guide Word 정의

가이드워드	정 의	예 또는 코멘트
없음 (No, Not or None)	설계의도 표준안전작업방법·안전 조치(방호조치)와 달리 변수가 없는 상태	속도 없음으로 표현할 경우 : 검토 구간내에서 운송속도가 없는 경우 (정전 등으로 인하여), 적정 안전 조치가 없는 경우
있음, 발생 (Something Else)	설계의도 표준안전작업방법·안전 조치(방호조치)의 기준에 맞지않는 변수가 발생함	정전기 있음으로 표현할 경우 : 검토구간내에서 정전기가 발생한 경우, 적정안전조치가 없는 경우, 작업방법이 옳지 않는 경우
증가 (More, High, Large)	변수가 양적으로 증가되는 상태	소음증가로 표현할 경우 : 검토구간내에서 소음이 설계의도보다 많을 경우
감소 (Less, Low, Small)	변수가 양적으로 감소되는 상태	증가의 반대이며 감소가 아주 적은 경우에 NO라고 표현될 수도 있음
반대, 역행 (Reverse)	설계의도 표준안전작업방법·안전 조치(방호조치)에 반대되어 변수가 발생함	역이송으로 표현할 경우 : 검토구간내에서 역으로 이송
부가 (As Well As)	설계의도 표준안전작업방법·안전 조치(방호조치)와 관계없는 변수가 추가로 나타나는 상태	오염 등과 같이 설계의도외에 부가로 이루어지는 상태를 포함
부분 (Parts Of)	설계의도 표준안전작업방법·안전 조치(방호조치)가 완전히 이루어지지 않는 상태	부분조립으로 표현한 경우 : 공정에서 완전한 조립이 되지 못하고 다음 공정으로 이송되는 경우
기타 (Other than)	설계의도 표준안전작업방법·안전 조치(방호조치)로 설치되지 않거나 운전 유지되지 않은 상태	기계설치 잘못, 나쁜자세(인적 예러 포함)

[표 5-2] 기계공정등의 변수(Parameter), 이탈(Deviation) 및 가능한 원인

변 수	이 탈	가능한 원인
이송/회전속도	속도증가 속도감소	컨베이어나, 지게차등의 이송/회전속도가 규정보다 빠르거나 늦음, 조작편년의 고장
조 작	조작지연	운전의도보다 늦게 조작
	조기조작	운전의도보다 빠르게 조작
	역행조작	조작이 전단계로 역행함
	부분조작	행위가 부분적으로 이루어짐
	부가조작	규정된 행위 이외의 조작이 추가로 이루어짐
	틀린조작	규정된 행위와 틀린 조작이 이루어짐
소 음	소음증가	소음이 규정치를 초과
진 동	진동증가	진동이 규정치를 초과
온도·열	온도증가	연료 과잉공급, 냉각불량
	냉 동	냉동부위 발생
	고온·고열	고온·고열부위 발생
유해광선	유해광선발생	용접으로 유해광선 발생
유해냄새	유해냄새증가	유해냄새가 운전원에 영향을 줄 정도로 발생
분 진	분진증가	분진이 규정치 초과
비산물	비산물발생	칩비래, 연삭숫돌 파괴 비래
힘·무게(압력)	힘 증 가	규정된 힘보다 큰 힘 발생
	힘 감 소	규정된 힘보다 적은 힘 발생
	붕괴·도괴	과도한 적재 등으로 붕괴·도괴 발생
정전기	정전기발생	운전중에 정전기 발생
감 전	감전발생	접지잘못, 도선노출 등으로 감전발생
정 전	정전발생	운전중에 정전발생
충 돌	충돌발생	운반구 등과 충돌
불균형	불 균 형	지반침하, 설치불량, 잘못된 적재
	전 도	불균형상태 지속으로 전도발생
자체절단	낙 하	와이어로프 절단
용융물	용융물발생	용해로, 용광로 용철이송중 용융물 비산
	용융물과 수증기접촉	씻물 등과 수증기접촉에 의한 수증기 폭발
파 열	파열발생	과도한 회전, 체결력부족, 결합부위 등으로 파열
부 식	부식증가	부식분위기 하에서 부식이 증가
미끄럼	미끄럼발생	기름누출, 마모 등으로 미끄럼 발생
개구부·추락점	추락발생	개구부, 난간설치 불량으로 추락발생
협착점	협착발생	크레인과 기동사이에서 협착발생
물림점	물림발생	롤러의 개구부에서 물림발생
절단점	절단발생	전단기, 등근톱날에서 절단발생
끼임점	끼임발생	회전부와 고정부 사이에서 끼임발생
회전말림점	말림발생	회전부위에 작업복 등의 말림발생
작업자세	무리한동작	중량물을 인력운반, 과도한 체결
	나쁜자세	적절한 운전자세가 불가능한 상태의 운전

(3) 이탈 및 가능한 원인

이탈은 가이드워드와 변수의 조합으로서 만들어지는 것이 원칙이나 기계공장등에서는 이러한 원칙을 지키기가 어렵다. 기계공장의 특성중 하나는 운전이 단계별로 이루어지며 각 단계에서 조립 등이 완전히 이루어지지 않은 상태에서 다음 단계로 넘어가면 결국 불량품이 만들어지게 되므로 절차와 관련된 [표 5-3]과 같은 이탈도 적용하여야 한다. 그리고 기계제조과정에서 많이 발생하는 위험요인 도출을 위해 [표 5-4]와 같은 일반적 이탈도 적용하도록 하여야 할 것이다.

[표 5-3]과 [표 5-4]에 나타난 이탈외에도 기계가공과 같은 분야에서는 많은 종류의 이탈을 예견할 수 있다. 이러한 이탈은 기존에 활용하던 체크리스트를 이탈로 놓고 이에 대한 원인과 결과 등을 찾아나가는 것도 좋은 결과를 얻으리라 사료된다.

(가) 이탈의 행렬표(Deviation Matrix)

검토구간이 정해지면 구간내에서 이탈을 손쉽게 도출할 수 있도록 기계공장에서 발생할 수 있는 이탈을 정리하여 [표 5-5]와 같은 이탈의 행렬표와 [표 5-6]과 같은 이탈의 가능한 원인표를 만들어 활용할 수 있다.

이때 주의할 점은 각 구간에서 이탈을 찾을 때 선입견을 버리고 가능한 많은 이탈을 가정하는 것이 좋다. 이렇게 함으로서 그 원인과 결과를 도출할 때 뜻하지 않은 개선점(안전 및 품질향상)을 찾아낼 수 있기 때문이다.

운전을 오랜기간 동안 사고없이 했다하여 검토구간내에서 극소수의 이탈만 선택하면 바람직한 HAZOP 수행이 되지 못한다.

(나) 가능한 원인

이탈이 발생할 수 있는 가능한 원인은 이탈의 성격에 따라 여러 가지가 나올 수가 있는 바 이를 예시하면 [표 5-2]와 같다.

[표 5-3] 절차(Sequence)관련 이탈

이 탈	정 의
조작지연 (Step Too Late)	허용범위(시간, 조건)내에서 시작하지 못함.
조기조작 (Step Too Early)	계획보다 조기에 조작함.
조작생략 (Step Left Out)	조작을 생략함.
역행조작 (Step Back Wards)	단위공정이 부정확하게 전단계 단위공정으로 역행함.
부분조작 (PART Of Step Missed)	한 단계 조작내에서 하나의 부수조치가 생략됨.
다른조작 (Extra Action Included)	한 단계조작중 불필요한 다른 단계의 조작을 행함
틀린조작 (Wrong Action Taken)	예측불가능한 기타 틀린조작

[표 5-4] 일반이탈

협착, 폭발, 화재, 충돌, 파열, 감전, 유해물질 누출/접촉, 이상온도 접촉, 소음, 유해광선, 전도, 추락, 낙하, 비래, 붕괴·도괴, 무리한동작, 물림, 절단, 기타
--

[표 5-5] 이탈 행렬표

공정변수	가 이 드 위 드							
	증 가	감 소	없 음	있음·발생	반대·역행	부 분	부 가	기 타
이송/ 회전속도	속도증가	속도감소	속도없음		반대이송 / 회전			
조작 (STEP)	조작지연	조기조작	조작생략		역행조작	부분조작	다른조작	틀린조작
소음	소음증가							
진동	진동증가							
온도·열	온도증가	냉동		고온·고열				
유해광선				유해광선발생				
유해냄새	유해냄새증가							
분진	분진증가							
힘·무게 (압력)	힘증가	힘감소		붕괴·도괴				
정전기				정전기발생				
감전				감전발생				
정전				정전발생				
충돌				충돌발생				
불균형	불균형증가			전도				
자체절단				낙하·비래				
파열				파열발생				
부식	부식증가							
미끄럼				미끄럼발생				
개구부· 추락점				추락발생				
협착점				협착발생				
물림점				물림발생				
절단점				절단발생				
끼임점				끼임발생				
회전말림점				말림발생				
작업자세	무리한동작							나쁜자세

(4) 기계공업 등에 적합한 HAZOP 적용 예

위에 제시된 제조업에 활용할 수 있는 HAZOP기법을 전기공업의 LED공장 중 Alloy공정 및 자동차공업의 제조공정 중 구동부 열처리공정에 적용하여 위험성 평가를 실시하였는 바, 그 실시결과는 [부록 3]과 [부록 4]와 같다.

나. 기계공업 등에 필요한 정성적 위험성평가 기법 모델(model)

기계공업 등과 같은 제조업에서 HAZOP기법만을 활용하기는 어려움이 많을 것으로 예상된다. 기계공장 등에는 여러가지의 단위 기계들이 사용되고 있고, 단위 기계들은 독특한 구조와 독특한 위험특성을 가지고 있다. 또한 이러한 기계들은 수많은 부품과 모듈들로 이루어져 있고 이들 부품이나 모듈들은 상호 유기적인 관계를 가지고 자기의 기능을 발휘하고 있다. 따라서 화학산업과 같이 위험물질을 배관 등을 통하여 연속적으로 이송시키면서 단위조작을 행하는 장치산업과 같은 방법으로 공정위험이 평가되기는 어렵다.

따라서 기계공업 등에 존재하는 위험을 찾아내어 평가하는 위험성평가 기법은 평가를 위한 점검기준을 구체적으로 제시한 체크리스트기법과 위험을 경쟁적으로 찾도록 유도하는 방법을 지닌 HAZOP기법을 조합하여 새로운 형태의 평가기법으로 만드는 것이 어울릴 것으로 예측된다. 즉 점검법의 다양한 점검항목을 각각 HAZOP 분석기법의 이탈(Deviation)로 하고 위험을 찾게 하는 요소인 Team work과 경쟁을 유도하는 Brain storming 회의기법을 융합하여 활용한다면 훌륭한 정성적인 위험성평가 기법이 만들어질 것이다. 즉, 체크리스트의 모든 항목을 HAZOP의 이탈현상으로 하고 나머지는 HAZOP의 방법을 활용한다면 바람직한 위험성평가 기법이 될 것으로 판단된다.

제조업에 적합한 HAZOP의 이탈로 사용될 수 있는 기계공장 중 일부공정에 대한 체크리스트의 예를 들면 [표 5-7]과 같다.

이에 관한 구체적인 작업모듈이나 평가방법은 추후에 지속적으로 연구하여 개발하는 것이 바람직할 것이다.

[표 5-7] HAZOP의 이탈로 쓰일 수 있는 유압프레스 안전점검표의 예

점검항목	점 검 사 항(Deviation)
슬라이드	기름누설의 원인이 되는 흡의 유무
	외관상 이상유무 및 작동의 원활성
유압계통	유압 펌프의 작동상태 이상유무
	각종 압력의 이상유무
	작동유 탱크, 주유탱크의 유량상태
	배관 및 호스의 누유상태
정지기구	1행정 1정지기구의 작동상태
	급정지 장치의 기능상태
	비상정지 버튼의 작동후 정지상태
안전장치	설치의 적정성
	동작의 정확성
	금형의 조정, 교체시 안전블록의 사용성
조 작 반	조작반의 기기(누름버튼, 파이롯 램프, 선택 스위치류)의 동작상태 및 표시확인
	전환키의 관리상태
금 형	상·하형의 볼트, 너트 체결상태
	금형 및 볼스터 표면에 이물질의 유무 및 그 영향
전기계통	스위치 커버의 파손여부
	전선의 연결상태의 양호성
	접지선의 상태
	배선의 피복의 손상여부
부대설비	재료의 송급, 배출시의 위험성
보 호 구	안전화 및 귀마개

2. 제조업종의 공정안전관리 모델 도입

가. 제조업종에 적합한 PSM모델 개발

현행 공정안전관리제도는 공정안전정보, 공정위험분석, 안전운전절차, 안전교육훈련, 협력업체관리, 가동전 안전점검, 기계적 완결성, 변경관리, 사고조사, 비상조치계획, PSM제도 감사 등 12가지 구성요소에 대한 체계적인 관리를 요구하고 있다.

위의 관리요소는 공정중에 존재하는 위험요소를 모두 찾아내어 이해하고 이를 제거 또는 제어하고, 사고시 피해를 극소화하기 위한 공학적이고 관리적인 모든 이론과 실재를 포함한 것이다. 따라서 위의 관리요소를 기술적이고 체계적으로 정확하게 관리한다면 산업재해를 최소화할 수 있을 것이다.

현행 공정안전관리제도는 화학관련 산업에서 화재·폭발, 유해·위험물질 누출 등 중대산업사고를 예방하기 위하여 마련된 제도이다. 따라서 모든 관리요소가 유해·위험물질을 사용하는 설비의 안전관리에 적합하도록 구성되어 있다.

산업안전보건법 시행규칙 제130조의 2(공정안전보고서의 세부내용 등)에 규정한 공정안전보고서에 포함되어야 할 세부내용중 공정안전자료에 관한 사항을 보면 다음과 같다.

(1) 공정안전 자료

- (가) 취급·저장하고 있는(또는 취급·저장할) 유해·위험물질의 종류 및 수량
- (나) 유해·위험물질에 대한 물질안전보건 자료
- (다) 유해·위험설비의 목록 및 사양
- (라) 유해·위험설비의 운전방법을 알 수 있는 공정도면
- (마) 각종 건물·설비의 배치도
- (바) 방폭지역 구분도 및 전기 단선도

〔사) 위험설비의 안전설계·제작 및 설치 관련 지침서〕

위에서 살펴본 바와 같이 공정안전보고서에 포함되어야 할 공정자료는 거의 모두가 유해·위험물질과 관련이 있는 내용들이다. 금속가공이나 기계공업 등에서는 이와 같은 유해·위험물질보다는 금속재료 등 각종 재료와 소성가공용 기계(인발장치, 압출기, 프레스, 로울러 등), 절삭가공기계(선반, 밀링머신, 드릴, 슬로터, 세이퍼, 연삭기 등), 용접기, 양중기, 그리고 각종 공구들을 주로 많이 다룬다.

이들 자료와 기계들은 화재 및 폭발이나 누출과 같은 사고는 일으키지 않는다. 그러나 이러한 기계들은 큰 에너지로 회전운동, 직선운동, 원운동 등 각종 운동을 하고 있어서 협착점, 끼임점, 절단점, 물림점, 회전말림점 등 위험점이 많고, 이와 관련된 각종 원재료들도 어느 것은 중량물이거나 또는 모서리가 날카롭다는 등 위험요소가 많다. 따라서 이러한 기계나 재료등이 인체와 접촉할 때에는 협착이나 끼임, 절단, 물림, 말림, 자상 등의 재해를 입게 된다.

금속가공이나 기계공업에서 위와 같은 사고나 재해를 줄이기 위해서는 종합적인 안전관리시스템인 공정안전관리제도를 도입·적용하는 것이 바람직하다. 그러나 위에서 언급한 것처럼 현행 PSM의 관리요소인 12가지 요소는 화학산업에 적용하기 위한 것이므로 적절한 변형이 필요하다.

PSM의 장점은 이들 12가지 요소를 유기적이고 통합적으로 관리하는데 있다. 그리하여 기계공업등에도 현행 PSM에 관한 큰 틀을 그대로 두고 일부 관리요소를 수정·보완하는 것이 좋다. 따라서 기계공업등에 적합한 PSM모델을 위해서는 현행 PSM의 12가지 관리요소는 그대로 두되 각 관리요소중 일부는 해당업종에 적합하도록 수정·보완하여야 할 것이다. 즉, 큰 틀은 그대로 두고 일부 관리요소에 대해 세부세항은 대폭적으로 수정·보완하여야 하겠다.

각 업종에 적합한 PSM을 개발하는 것은 단시일내에 이루어질 수 없는 사항이다. 현행 PSM제도가 탄생되기까지는 여러 나라에서 여러 사람에 의하여 무려 20여년간의

연구를 수행하고 현장 검증을 거쳐 제도화된 것이다. 새로운 안전관리기법은 적어도 1~2년의 기간을 두고 깊게 연구한 후 현장에 적용하여 검증을 받아야 할 것이다.

본 연구에 주어진 연구기간으로 이에 관한 활동요소를 완벽하게 개발하여 현장에 적용한다는 것은 무리이다. 따라서 여기에서는 기계공업등 제조업에 적합한 공정안전 관리 모델을 개발하는데 도움을 줄 수 있도록 일부 관리요소에 대하여 의견을 제시하려 한다.

현행 공정안전관리(PSM)의 관리요소중 기계공업 등에 적용하기 위한 일부의 관리 요소(elements)들에 대하여 수정·보완할 내용을 간략히 제시하면 다음과 같다.

(2) 기계공업 등에 적합한 PSM 관리요소 모델(안)

(가) 공정안전 정보

공정안전정보는 공정 또는 운전에 대한 설명을 제공하는 것으로 원재료의 위험도, 공정장치(설비)의 위험성, 공정지식 등 3가지로 구성된다.

1) 원재료의 위험도

- 물리적 데이터
 - 현상
 - 성분
 - 강도(경도)
 - 밀도
- 열적/충격적 안정도 데이터
- 재료의 유해·위험성
- 운반위험성

2) 장치(기계/설비)의 위험성

- 장치/기계 사양

- 기계/장치 상세도면
- 기계/장치 등의 연동장치 등 안전장치 사양
- 유틸리티 계통도
- 기계/장치 설계조건, 계산명세서
- 전기 단선도
- 건물도면
- 소방시스템 관련도면
- 환기 장치 도면
- 장비 구입명세
- 기타

3) 공정지식

- 안전운전을 설명하는 기계등의 문서
 - 기계 등의 운전조건
 - 작업 방법 및 작업 흐름 개요도
 - 공정변수의 최대 허용조건, 정상조건, 최저 허용조건
- 안전장치(방호장치, 연동장치등)의 설치기준, 사용방법, 점검등에 관한 지식

(나) 공정위험분석

공정의 위험을 찾아내어 얼마나 위험하며 사고결과 어느 정도의 손실을 줄 것인가를 평가하기 위한 것으로 평가기법, 평가자, 평가수행시기, 평가결과 처리방법 등에 관한 사항이 필요하다.

1) 평가기법

기계공업 등의 위험성평가 기법으로는 정성적 평가기법으로 체크리스트법, FMEA, 기계공업 등에 적합하게 변형된 HAZOP, What-if기법이 있고, 정량적 위험성평가 기법으로 FTA, ETA 등을 활용할 수 있다.

2) 평가자

평가자는 다음과 같은 다양한 분야의 인력으로 구성된 팀에 의하여 평가되도록 하는 것이 좋다.

- 운전관련 기술자
- 유지 보수관련 기술자
- 엔지니어링(설계분야) 기술자
- 평가기법에 관한 지식과 경험을 가진자
- 평가 공정에 관한 지식과 기술을 가진 사람

3) 분석결과 처리

분석결과는 평가기록표에 기록하고 권고사항이나 안전조치사항은 기술진에게 넘겨 검토를 실시하게 한후 그 처리 결과를 추적·관리한다.

(다) 안전운전 절차

안전운전절차는 해당 공정을 운전하는 사람들에게 공정운전방법 및 그 위험성에 대한 명확한 이해를 제공한다. 또한 공정한계를 벗어난 운전의 결과를 명확하게 설명하고 이러한 이탈을 수정하거나 보완하기 위해 취해야 할 조치들을 제공한다.

안전운전지침은 공정구역에서 비 이상적인 작업을 수행하기 앞서 반드시 거쳐야 하는 확인 및 승인절차에 대해 주의깊게 계획된 절차 또는 허용한계치를 제공한다.

1) 운전절차 작성시 유의사항

- 안전운전절차서는 모든 기계나 공정마다 개발하여 문서화한다.
- 공정안전정보와 일관되게 작성한다.
- 의미가 명확하고 간단하도록 작성한다.
 - 운전자가 이해가능한 언어로 작성한다.
 - 그래프와 스케치 사용한다.
 - 준비 및 평가과정에 운전담당자가 참여한다.

- 원료로부터 최종생산에 이르는 각 단계에서 다음 상황에 대응하는 적절한 운전절차
 - 최초 시운전절차
 - 정상적인 운전중지 절차
 - 유지보수를 위한 분해수리, 공정변경 또는 비상조업중단 이후의 공정 재가동 절차
 - 정상운전 절차
 - 조업중단을 포함하는 비정상운전 절차
 - 긴급할 경우의 임시운전 절차
- 공정한계치(최대, 최저, 적정 수치) 등 제시
- 공정장치와 연동장치 설정점을 포함한 제어기기 설명
- 이상상태 설명
- 공정의 운전 및 유지관리를 담당하는 사람들이 즉시 이용할 수 있도록 제작
- 작업허가 및 승인규정 작성

다음의 (4)항~(12)항에 관한 관리요소는 기계공업 특성에 필요한 것외에는 현행 공정안전관리의 관리요소와 같은 원칙으로 적용한다.

- (4) 변경관리
- (5) 품질 보증
- (6) 가동전 안전점검
- (7) 기계적 결함방지
- (8) 교육 및 훈련
- (9) 협력업체 관리
- (10) 사고조사
- (11) 비상조치계획
- (12) 감사

3. 제조업 안전관리 개선방향

가. 공정안전관리 적용대상업종 확대

(1) 제조업 안전관리 당면과제를 중심으로한 개선방향

화학산업을 제외한 제조업 공정안전관리의 당면과제를 중심으로 한 개선방향을 모색하면 다음과 같은 점을 들 수 있다.

- (가) 제조업체 중 재해율이 높은 분야는 금속가공, 기계설비 및 기계가공업, 비금속광물업 분야로 이 분야의 산업재해를 경감시키는 안전관리기법을 구축하여 체계적으로 전개한다.
- (나) 기계·기구·설비 및 공정기술, 원재료·제품등에 관한 안전정보를 확보한 후 체계화하여 근로자를 교육시키는 등 안전정보자료 확보 및 활용을 강화한다.
- (다) 기계·기구·설비 등 공정의 위험을 과학적으로 측정·평가하여 과학적인 안전관리를 실시하도록 한다.
- (라) 기계·기구·설비나 공정기술 또는 인력등을 변경할 때에는 당해 기술자와 안전전문가로 구성된 변경관리위원회에서 위험성평가를 실시한 후 변경을 실시하는 등 철저한 변경관리를 수행한다.
- (마) 안전작업 및 표준안전 운전절차서를 간결하고 적절하게 작성하여 이 절차서에 의하여 작업이 이루어지도록 운전관리를 철저히 수행한다.
- (바) 탱크내 작업 등 위험작업을 수행할 때에는 위험작업 책임자를 선정하여 위험을 확인한 후 안전한 상태에서 작업이 이루어지도록 위험작업허가제도를 체계적으로 실시하도록 한다.

(사) 협력업체 안전관리를 강화한다.

(아) 비상조치계획을 합리적이고 체계적으로 수립하여 적절한 교육·훈련을 실시한다.

(자) 안전관리 감사를 강화한다.

(차) 예방정비 등 기계적 안전성을 확보한다.

(카) 신규채용자, 작업내용변경자, 관리감독자 등의 교육을 강화한다.

(타) 각 공정별 위험요소(기계적 위험요소)를 파악하여 각종 교육 및 안전대책에 활용한다.

위의 결과를 종합하면 제조업종에서도 공정의 위험성을 적절한 방법으로 정확하게 평가한 후 공정안전관리에서 요구하는 12가지 관리요소를 적절하게 관리하면 제조업종의 산업재해를 줄일 수 있다는 결론이 된다.

(2) PSM 대상사업장 확대적용의 당면과제

(가) 제도적(법률적) 문제

현행 PSM은 일부 한정된 업종(화학관련업종)에서 실시되고 있으나 상대적으로 재해율이 높은 금속, 목재, 기계, 비금속광물업종에는 적용되지 못하고 있다.

금속, 목재, 기계공업 등에서 발생하는 산업재해의 원인은 공정안전관리 중 필수관리요소인 변경관리, 설비의 완벽성, 공정위험성 평가, 위험작업허가, 작업변경시 교육 등을 제대로 실시하지 못하여 발생되고 있다.

공정안전관리제도는 안전에 관해서 체계적이고 종합적인 선진안전관리제도로 외국뿐만 아니라 국내에 도입되어 안전관리는 물론 기업의 생산성 향상에도 많은 역할을 하는 것으로 나타났다.

현재 정부에서는 기업규제를 완화에 관한 특별조치법에 의하여 안전관리체계의 변혁이 일어나서 산업재해가 증가되고 있는 추세에 있다. 따라서 규제완화를 보완할 수 있는 자율적인 안전관리시스템이 도입이 되어야 하는 바, 그 보완수단이 있어야 할 것이다. 위와 같은 여러 요인을 감안할 때 공정안전관리 적용 대상업종을 모든 제조업으로 확대 적용하여야 하나 현재 이러한 제도적 장치가 마련되어 있지 못하다. 점진적인 확대를 유도할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 할 것이다.

(나) 기업의 준비 및 대응태도

제조업종의 안전관리실태 설문조사결과 공정안전관리제도에 관한 인지도는 24.6%가 잘 알고 있고, 61.1%는 개념정도를 알고 있어 85.7%는 공정안전관리제도를 인지하고 있다고 응답하였다. 이 제도에 대한 관심이 아주 큼을 나타내는 것이다. 각 제조업에서 공정안전관리의 관리요소별 현재까지의 준비현황을 열거하면 다음과 같다

1) 설비 및 공정안전자료의 작성·보유 및 활용현황

가) 유해·위험설비의 목록, 기계·기구·설비 등 공정안전자료의 일부 또는 전부를 비치·활용하고 있다고 응답한 비율이 70%이다.

나) 위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료는 잘 관리하고 있으나, MSDS에 관한 자료의 관리상태는 화학관련 업종이외에는 미흡하나 57.3%는 활용하고 있다.

다) 작업장내에 안전운전지침서 즉, 안전작업운전에 대한 표준지침서는 54%가 활용하고 있다.

라) 방폭지역 구분도 등의 활용정도는 27.3%이다.

2) 위험성평가 인지도 및 활용

대부분 사업장에서는 체크리스트를 활용하여 위험성평가를 실시하고 있고(31.2%), HAZOP을 활용할 수 있는 경우도 28.8%정도이다.

3) 작업내용 변경시 안전작업 현황

사업장에서 작업내용을 변경할 때 변경내용을 작업자에게 충분히 교육 및 훈련을 실시하는 사업장은 35%이다.

4) 안전작업 및 안전운전계획 및 절차

사업장에서 안전운전지침서 등을 작성하여 안전작업을 실시하는 경우가 54%에 이른다.

5) 안전작업 허가제도 현황

안전작업허가 제도를 실시하고 있는 회사는 51%에 이른다.

6) 협력업체 안전관리 현황

협력업체 안전관리를 적절하게 수행하고 있는 회사는 23.4%이다.

7) 교육훈련 실시현황

신입사원교육 등 안전교육을 실시하고 있는 회사는 37.7%이다.

8) 사고조사 보고서 작성 및 전달절차 현황

제조업에서 사고조사를 실시하고 있는 사업장은 269개사(80%)이다.

9) 비상조치계획 현황

제조업종 중 비상조치계획을 수립하여 수행하고 있는 회사의 비율은 45%이다.

10) 자체감사 실시현황

제조업종 중 자체감사를 실시하고 있는 사업장의 비율은 66.8%이다.

11) 작업전 안전작업점검 실시현황

정비를 하거나 새로운 공정을 설치할 때 가동전 점검을 실시하는 경우는 화학업종 76%, 기계업종 67%, 금속업종 61%로 나타났다.

12) 설비보수 유지·관리현황

기계설비 검사·보수시 지침서를 활용하여 정비 등을 실시하는 회사는 금속 35%, 기계 31%로 나타났다.

위 1)~12)항까지 살펴본 바에 의하면 많은 제조업종 사업장에서 공정안전관리요소와 같은 관리요소를 택하여 안전관리업무를 수행하고 있다. 그러나 공정위험성 평가 등은 대체적으로 활용할 능력이 커 보이지는 않는다. 다른 관리요소도 설문조사상에 나타난 양적인 요소외에 질적인 요소로 직접 활용능력을 면담등을 통하여 추정하여 보면 직접 공정안전보고 제도를 확대 적용시킬 만큼 공정안전관리 요소를 체계적으로 관리하는 것은 아니다.

(3) 공정안전관리 대상업종 확대실시를 위한 제언

공정안전보고서를 확대 실시하기 위해서는 다음과 같은 사항이 선결된 후 단계적으로 실시하도록 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

(가) 제조업체의 PSM제도 도입방법 및 교육

제조업체에 대한 공정안전관리 대상업종 확대방법은 다음과 같은 원칙을 기준으로 하여 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

- 1) 점진적이고 단계적으로 업종간 시차를 두어 확대한다.
- 2) 제조업체에 적합한 위험분석기법을 개발하여 사업장에 보급한다.
- 2) 초기에는 사고가 많이 발생한 사업장을 대상으로 적용하고, 순차적으로 확대 적용한다.
- 4) 사업장에 충분한 교육기회가 주어지도록 한다.
- 5) 제조업체에 공정안전관리(PSM) 제도가 가져오는 경제적인 이익을 예측·제시하여 경영층으로 하여금 공정안전관리를 활용하고 싶은 의욕이 생기도록 유도한다.

(나) 점진적이고 단계적인 확대시기 및 방법

위의 원칙을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

1) 제1단계 : 1998년도

현재 안전보건개선 대상사업장에서 안전보건 개선계획을 제출할 때 제조업체의 경우에는 개선계획서 대신에 공정안전보고서를 작성·제출토록 한다.

2) 제2단계 : 1999년도

재해율이 높은 조선, 중공업 및 기계·기구제조업 등으로부터 시험 적용기간을 거쳐서 확대 적용한다.

3) 제3단계 : 2000년도

제조업의 전 사업장으로 공정안전관리 적용사업장을 확대한다. 이를 위해서는 가급적이면 공정안전보고서를 자율적으로 작성할 수 있도록 교육 및 지원이 확대되어야 할 것이다.

(다) 제조업체에 적합한 위험분석기법 개발

기존의 체크리스트에 의한 위험분석기법은 간단하지만 깊이 있는 위험분석이 어렵다는 단점을 가지고 있다.

화학산업을 대상으로 한 위험성평가 기법인 HAZOP을 제조업종에 이용할 수 있도록 개발하는 것이 바람직할 것이다. 이를 테면 전기·전자공장에 대한 위험과 운전분석기법(E-HAZOP)이나, 기계공장에 대한 위험과 운전분석기법(M-HAZOP) 등을 활용하거나 필요시 What-if법 등을 활용할 수 있도록 한다.

또는 체크리스트와 HAZOP, What-if와 HAZOP 등을 결합한 새로운 형태의 위험성평가 기법을 개발하여야 하겠다.

(라) 사업장에서의 교육기회 제공

사업장에서 자체 기술진들에 의해 충분히 공정안전보고서를 작성할 수 있도록 하기

위하여 한국산업안전공단이나 전문교육기관에서는 저렴한 비용의 제조업 공정안전관리(PSM) 교육코스를 개설 운용하여야 할 것이다.

그리고 필요할 경우 기업등에서 일정한 인원이 단체교육을 원할 때에는 출장교육을 실시할 수 있도록 할 필요가 있다.

또한 안전관련기관이나 학계에서도 본 교육이 실시될 수 있는 기회를 제공하여야 할 것이고, 학계등에서는 이러한 교육을 위한 준비를 하여야 할 것이다.

제조업종의 안전정보를 Database화 하여 위험성 평가를 사업장 스스로 수행할 수 있도록 하는 전산프로그램을 개발·보급하여 다양한 교육 기회를 제공할 필요성이 있다.

(마) 제조업체 공정안전관리 대상 확대의 경제적 이익

정부 및 공단에서는 제조업체에 공정안전관리 대상을 확대 적용할 때 공정안전관리 적용 확대가 경제적으로 얼마나 이익이 될 수 있는가를 예측할 수 있는 평가 모델(Model)을 연구 개발하고, 이를 사업장 및 사업주에 홍보함으로써 사업장에서 본 제도가 자율적으로 도입·활용될 수 있는 여건조성에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

여 백

제 6 장 결 론

제조업의 위험성평가 제도를 도입하기 위한 조건으로 재해발생현황 분석, 공정안전 관리 및 위험성평가 현황을 설문으로 조사분석하고 기계제조업종 등의 공정분석을 실시하여 제조업의 위험성평가 도입에 따른 문제점과 개선방향을 제시하고 모델을 개발하였다.

제조업종의 위험성평가 제도를 도입 확산시키고 산업재해를 극소화시켜 무재해 산업현장을 유지시키기 위하여 다음조건이 선행되는 것이 바람직하다고 사료된다.

1. 제조업종 중 화학업종을 제외한 기계, 금속, 전기·전자업종등의 재해발생원인에 대한 생산공정의 요소분석이 정확히 선행되어 공정안전관리에 적용될 수 있어야 한다. 따라서 공정요소 위험분석을 평가하여 안전관리에 접합시켜 관리할 수 있도록 각종관련 기본자료 작성과 도면관리등 종합안전관리를 기술적으로 실시할 수 있는 사업장의 인재양성이 시급히 이루어져야 한다.
2. 제조공정중의 위험특성을 쉽게 평가하여 효율적인 안전관리에 적용될 수 있도록 기계 제조업종등에 적합한 위험분석기법과 공정안전관리를 수정·보완한 모델을 개발하여 제시하였다. 제조업에 적극 도입·적용되면 재해감소에 크게 기여할 수 있다.
3. 제조업종의 공정안전관리가 확대도입 실시될 수 있도록 제도적인 지원과 법적 보완이 선행되고 기업의 자발적인 실시될 수 있는 유인정책이 필요하다.

4. 화학업종의 제조업의 공정안전관리제도가 조기에 정착의 타당성과 일정기간 시범 적용후 효과분석을 정량화한 홍보가 범국가적 차원에서 이루어져야 한다.

5. 제조업종별로 한국형 복합 위험분석 평가기법(가칭 CHAZTA) 개발을 위한 TASK팀 조직과 운영이 장기 계획적인 측면에서 정책적으로 연구가 지속되어야 한다.

참 고 문 헌

1. 김두환 : 화학공정의 재해위험성 실태동향과 예방안전 대책방안, 한일기술사 심포지움, 1993. p.p.
2. 김두환 : 물질의 폭발위험 특성과 위험성평가 실예, 화학공학회 안전부문 국제 세미나, 1994. p.p. 283-331
3. 김두환 : 석유화학단지 위험성평가 시스템구축 당면과제와 대책방안, 한일기술사 심포지움 1995 p.p. 125-129
4. 한국안전관리 정책연구소편 : 안전관리실무 법규집, 자료속보, 행정경영자료사 발행 vol. 6, 1997. p.p. 29.-33
5. 한국산업안전공단 : 공정위험평가, 1993. p.p 1-9
6. 한국산업안전공단 : 공정안전관리 업무편람, 1995. p.p. 4-7~4-78
7. 한국산업안전공단 교육원 : 화학공정 위험성평가 전문과정 1992. p.p. 41-69
8. 한국산업안전공단 교육원 : 공정안전관리자 지도자과정 1994. p.p. 25-33,
p.p. 86-89
9. 노상규외 3인 : 화학공정의 위험성평가를 위한 화재폭발지수 산정 프로그램 개발, 한국산업안전학회지, 1993. p.p 6-9
10. 윤인섭 : 공정위험성 평가기법, 화학공학회 안전부문 국제세미나 1994. p.p 72~100
11. 우에하라 : 산업시설의 안전평가, 한국화학공학회 국제세미나자료, 1994. 4. p.p 230-250
12. 니시가와 히가리이치 : 화학회사에서 위험성평가 일본안전공학회 1997. p.p. 3-9
13. 일본 위험물보안기술협회 : 위험성평가, 시스템구축을 위한 조사연구 1992. p.p. 3-17
14. 일본 고압가스보안협회 : 위험예방 규정조사보고서 1987. p.p. 82-96
15. 화학공학협회편 : 화학plant의 안전대책기술, 위험도평가, 환선(주) 발행1978.
16. 다나가고우 : 화학plant의 리스크아세스먼트와 안전성평가, 일본 안전공학협회

세미나자료 1996. p.p. 2-6

17. 일본안전공학협회 : 안전해석수법, 화학프로세스 위험성평가방법에 관한 강습회,
1995. p.p. 4~5
18. 나가라이도요아기 : 유럽의 화학공업에서의 폭발위험리스크 평가수법, 일본 안전
공학회지, vol. 36 No. 5 1997. pp. 296~300
19. TA Kletz : Hazard Analysis -A Quantitative Approach to safety, chemical
Engineering symposium series No. 34. 1976.
20. American Institute of chemical Engineers (AIChE),
; "Fire & Explosion & Loss prevention Guide-Hazard classification &
protection" AIChE Technical manual, 1973.
21. CCPS : Guideline for Hazard Evaluation procedures CCPS of the AIChE,
New York NY, 1992.
22. Ram K Goyal ; Hazops in Industry, "professional, AIChE p. 34, 1993.
23. Primatech Training Institute ; "Overview of process Hazard
Analysis Techniques "primatech Inc, 1992.
24. Dow chemical : process safety Manual Hazard classification and protection,
Chem, Eng Progr, 1966.
25. Dupont, Dupont Safety and Occupation Health Guidelines, 1985.
26. Philcharley : Hazop Leader's course Training Manual Technica Fne, 1991.
27. Dupont : process safety management, Dupont de Nemoursk Company,
1991. p.p. 8-17
28. FluoridaniInc, process safety g Hazards Group, Tem Leder Treming course
PHA, 1992
29. Center for chemical process safety, AIChE, GuideLines for Hazard Evaluation
procedures, New York, 1992.

부 록

I. HAZOP 수행절차

II. 화학관련 산업에 활용하는 HAZOP의 Guide Word 정의

III. E-HAZOP 기법

IV-1. 전기부품 제조공장에 대한 HAZOP평가 예

IV-2. 기계공업 등에 적합한 HAZOP(M-HAZOP)적용한 예

V-1. 설문지(1)

V-2. 설문지(2)

VI. CMA 체크리스트

VII. 공표된 위험성평가 기법의 예

여 백

I . HAZOP 수행절차

HAZOP에 의한 공정위험성 평가는 다음과 같은 절차로 수행된다.

- (1) 목적과 연구범위의 결정
- (2) HAZOP팀의 구성
- (3) 토론 및 검토
- (4) 후속조치
- (5) 결과의 기록

1. 연구수행 동기

- 가. 설계의 안전성을 체크
- 나. 건설부지를 결정
- 다. 공급업체에게 요구할 목록을 작성
- 라. 운전/안전 절차를 체크
- 마. 기존 시설의 안전성을 향상
- 바. 안전장치가 가장 적절한 변수들에 대해서 작동하고 있는지를 확인

2. 결과의 정의

- 가. 근로자의 안전(공장 또는 연구소 부근)
- 나. 공장 또는 설비의 손실

다. 생산의 손실(시장에서의 경쟁력 저하)

라. 책 입

마. 보 험

바. 공공의 안전

사. 환경에 대한 영향

팀 리더는 HAZOP을 이끄는 데 경험이 있어야만 한다. 또한 나머지 구성원들도 공장 운전과 관련된 분야에서 각기 전문가이어야만 한다. 예를 들어, HAZOP팀은 다음과 같은 분야의 사람들을 포함한다.

- (1) 설계기술자(Design engineer)
- (2) 공정기술자(Process engineer)
- (3) 운전감독자(Operations supervisor)
- (4) 계기설계자(Instrument design engineer)
- (5) 화학자(Chemist)
- (6) 보수정비 감독자(Maintenance supervisor)
- (7) 안전관리자 만약HAZOP리더가 없다면)

예비조사로서 필요한 작업의 양은 공장의 규모와 복잡성에 의해 결정된다.

- (1) 필요한 자료의 수집
- (2) 수집된 자료의 가공
- (3) 회의 일정 및 절차의 계획

(1) 필요한 자료의 수집

검토에 필요한 자료의 종류는 다음과 같이 구분할 수 있다.

(가) 설계도면 : 공정도, line diagram, 공장 Layout, 제작도면등

(나) 보조자료 : 운전지침서, Instrument sequence conteol chart, Logic diagram, 컴퓨터 프로그램등

(다) 기타자료 : 공장 메뉴얼, 설비제조사 메뉴얼 등

(2) 수집된 자료의 가공

(가) 연속식 공장의 경우

연속운전 공장의 경우는 준비작업의 양이 적고 비교적 단순한 특성을 갖는다.

1) 준비사항

기존의 공정도나 P&ID등 기본적인 설계도면에 검토를 위한 정보가 충분히 확보되어 있으므로 이들 자료의 유용성 여부를 확인한 후 복사본을 준비하면 된다.

2) 자료의 가공

- 공정 흐름에 따라 순차적으로 검토구간을 결정한다.
- 검토구간의 구분은 배관구분을 전후로 하며 정해진 검토구간에서의 공정 변수들(온도, 압력, 유량등)의 값은 일정한 값을 갖게되므로 이들 요약정리한다.
- 이들 배관들사이의 공정변수가 변화를 일으키는 주요설비(펌프, 열교환기, Vessel등)에 대하여 적용할 공정변수를 검토한다.

(나) 회분식 공장의 경우

회분식 공장은 연속시에 비하여 가공 준비사항이나 이들 자료의 가공이 많이 필요하다. 이것은 대개의 경우가 운전단계따라 위험요소와 작업방법이 변하기 때문으로서 상세하고 폭넓은 자료의 준비가 요구된다.

1) 준비사항

- 운전지침서, 공장Layout
- Instrument sequence diagram
- Logic diagram 등

반증조를 중심으로 진행하게 되므로 운전단계별, 혹은 시간대별로 반응조의 상태를 구분하여 한다.

물질적 공정관여(예를들어 원료의 충전등) 행위가 발생하므로 작업 방법도 공정흐름도 나타낼 필요가 있게 된다.

- 주요 공정 단계의 분류
- 각 공정별 세부작업 절차의 정리
- 세부작업 절차별 특기사항의 요약(운전조건, 반응메카니즘, 상용원료, 세부작업방법 및 소요시간등

(다) 검토용 시간의 추정

- 배관 Vessel등 기본적인 검토구간의 평균 소요시간을 정한다.
- 검토 대상 공정의 검토구간을 분할한다.
- 기본적인 검토구간별 평균시간을 고려하여 검토대상 공정의 소요시간을 계획

(라) 절차의 계획

- 한 단위의 회의시간은 3시간이내로서 가능하면 오전을 택한다.
- 더 긴시간을 요구할 경우의 검토분량이면 이틀로 분할하는 것, 집중도 등 효율을 고려할 때 바람직하다.
- 대규모 공정의 검토는 여러개의 hazop팀과 리더가 필요하며, 이 경우에는 리더중의 한 사람이 프로젝트 전체를 총괄 검토하고 검토에 필요한 시간을 배정한다.

- 검토결과에 대한 후소조치에 필요한 시간이 있으므로 검토회의는 1주일에 2회이상 실시하지 않는 것이 좋으나 회의참석을 위해 구성원의 출장이 필요한 경우에는 부득이 연속적으로 검토 회의를 진행한다.
- 검토장소는 조용하고 각종 도면을 펼칠수 있는 넓은 책상이 있는 곳이 좋다.

HAZOP검토는 검토구간, 가이드워드, 그리고 공정변수로 순차적으로 적용시키며 진행한다. 즉, [그림3-2]에서와 같이 토론의 결과는 다음과 같은 두가지 형태중에 하나로 기록된다.

① 더 많은 정보의 필요

② 결과, 원인 및 제안상황

(3) 결과기록 및 후속조치

(가) 결과의 기록

서식의 채택

HAZOP 검토의 결과기록은 사전에 준비된 일정한 서신을 이용한다.

사업장이나 공정의 특성을 고려하여 서식을 준비하되 몇몇 공통되는 기본사항을 제외하고 부분적인 수정, 보완이 필요할 때도 있다.

II. 화학관련 산업에 활용하는 HAZOP의 Guide Word 정의

<표 1> 연속공정의 가이드워드의 의미

가이드워드	정 의	예 또는 코멘트
없음 (No, Not or None)	설계 의도에 완전히 반하여 변수의 양이 없는 상태	No Flow라고 표현할 경우 : 검토구간내에서 유량이 없거나 흐르지 않는 상태를 뜻함
증가(More)	변수가 양적으로 증가되는 상태	More Flow라고 표현할 경우 : 검토구간내에서 유량이 설계의도보다 많이 흐르는 상태를 뜻함.
감소(Less)	변수가 양적으로 More의 반대이며 적은 경우	감소되는 상태에 있어서는 No로 표현될 수도 있음
반대(Reverse)	설계의도와 정반대로 나타나는 상태	유량이나 반응등에 흔히 적용되며 Reverse flow, Reverse Reaction Reverse Flow라고 표현할 경우 : 검토구간 내에서유체가 정반대 방향으로 흐르는 상태
부가 (As well As)	설계의도 외에 다른 변수가 부가되는 상태	오염(Contamination)등과 같이 설계의도 외에 부가로 이루어지는 상태를 뜻함.
부분(Parts Of)	설계의도 대로 완전히 이루어지지 않는 상태	조성비율이 잘못된 것과 같이 설계의도 대로 되지 않은 상태
기타 (Other than)	설계의도 대로 설치되지 않거나 운전	원료공급 잘못, VALVE 설치잘못등 유지되지 않는 상태

<표 2> 회분공정의 가이드워드 의미

- 시간에 관련한 가이드워드

가이드 워드	정 의
생략(NO TIME)	사건 또는 조치가 이루어지지 않음
지연(MORE TIME)	조작 또는 행위가 시간적으로 늦게 일어나거나 예상보다 오래 지속됨
단축(LESS TIME)	조작 또는 행위가 시간적으로 일찍 일어나거나 예상보다 짧게 지속됨.
오차(WRONG TIME)	조작, 행위 또는 조치가 일어나지 말아야 할때에 일어남.

- 시퀀스에 관련한 가이드워드

가이드 워드	정 의
조작지연 (STEP TOO LATE)	허용범위(시간,조건)내에서 시작하지 못함.
조기조작 (STEP TOO EARLY)	운전조건이 형성되어 조기에 조작함
조작생략 (STEP LEFT OUT)	조작을 생략함
역행조작 (STEP BACKWARDS)	단위공정이 부정확하게 전 단계 단위공정으로 역행함.(WRONG TIME 참조.)
부분조작 (PART OF STEP MISSED)	한단계 조작내에서 하나의 부수조치가 생략됨.
다른조작 (EXTRA ACTION INCLUDED)	한단계 조작중 불필요한 다른 단계의 조작을 행함
기타 오조작 (WRONG ACTION TAKEN)	예측 불가능한 기타 오조작

Ⅲ. E-HAZOP 기법

1. 전기/전자 공장의 특성

- 전기/전자 공장의 특성을 위험요소별로 본다면 공정에 필요한 유해·화학물질을 취급하는 부분에서의 화재·폭발·독성물질 누출위험과 판금, 성형, 연마공정 등 조립공정에서의 협착, 절단, 물림위험 등 크게 두부분으로 나눌 수 있다.
- 예비위험분석(PHA)이나 고장의 형과 영향분석(FMEA) 등은 위험요인을 논리적이고 체계적으로 도출하기 어려우므로, 위험요인 도출에 HAZOP이론의 도입이 필요하다.
- 유해·화학물질을 취급하는 부분의 위험성평가는 화학공장 위험성평가에 사용되는 HAZOP기법을 활용하여 수행하면 되나 조립공정에서는 화학공장에서 사용되는 것과 같은 공정변수와 가이드워드를 적용할 경우 바람직한 위험성 평가가 되지 못하므로 적합한 변수와 가이드워드의 개발이 필요하다.
- 따라서 전기/전자공장의 위험성 평가는 위에서 기술한 두부분으로 나눈 후 각 PART에 적합한 변수와 가이드워드를 적용하여 위험성 평가를 수행하도록 하는 새로운 위험성평가 기법이 개발되어야 한다.

2. E-HAZOP의 특성

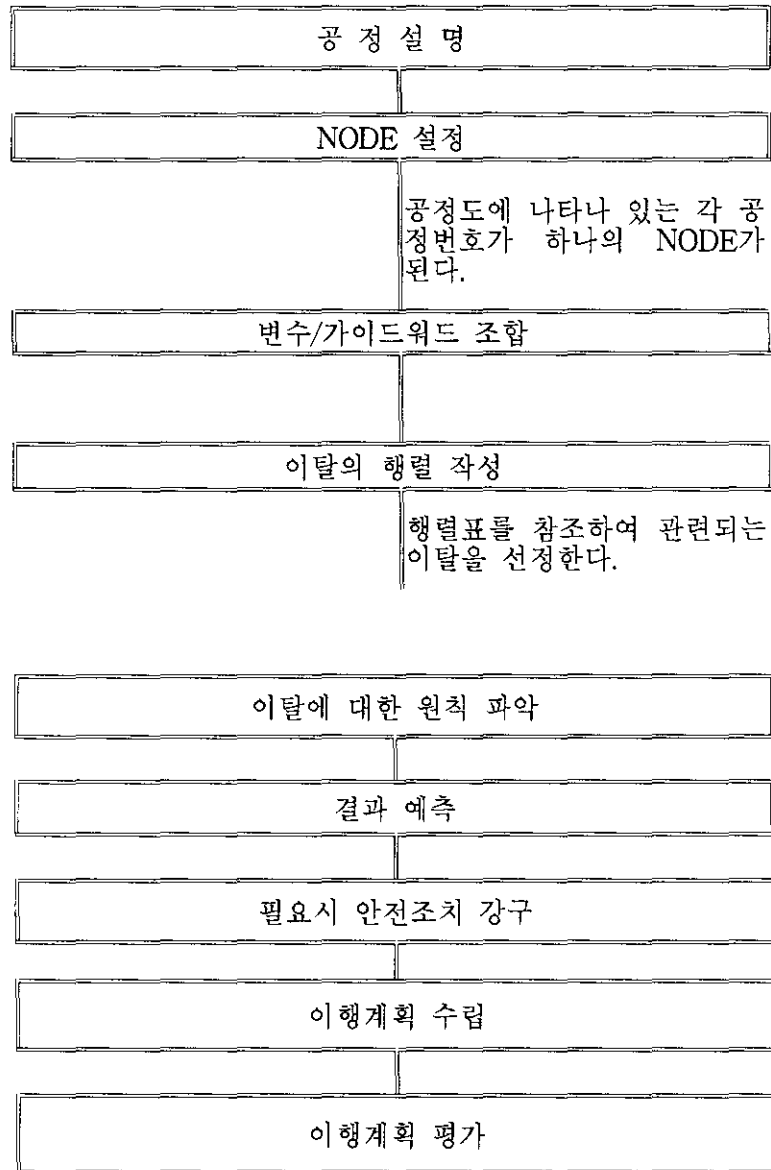
E-HAZOP은 PHA(예비위험분석)에 SSHA(System Safety Hazard Analysis)을 보완하고, 유해위험배관 등 화학설비의 위험성 평가에 활용되고 있는 HAZOP의 원리를 응용하여 제조업에 적합한 새로운 위험분석기법을 개발하였는 바, 이 분석기법은 다음과

같은 특성을 갖도록 한다.

- (1) 설계 및 운전목적에 벗어난 이상상태는 위험요인을 운전변수와 Guide word를 활용하여 체계적·논리적으로 도출한다.
- (2) 위험요인이 실체화되어 사고로 발생할 수 있는 원인을 정확히 분석한다.
- (3) 사고발생시의 피해정도를 등급화하여 준정량적으로 예측하고 이를 위험 등급에 따라 제거 또는 극소화하기 위한 대책을 수립하도록 한다.
- (4) 대책은 기술적·설비적·인적의 3개 분야로 명확히 설정되도록 한다.
- (5) 수립된 대책을 적용하였다고 가정하고 사고영향을 재평가하여 원하는 위험수준이하로 저하되는지를 평가하고, 만약 미흡할시는 대책을 보완하여, 원하는 위험수준이하로 관리하도록 한다.
- (6) 각각의 대책은 개선책임자 및 개선완료일을 설정하여 이행계획이 충실히 반영되도록 한다.

위험분석의 주체는 라인에서 안전요원과 함께 이루어지고 안전 Staff은 이의 평가관리를 체계적으로 수행하도록 설비를 System, Sub System, Element별로 체계적이고 과학적인 방법으로 전산관리하도록 한다.

3. E-HAZOP 수행절차



4. 가이드워드 및 변수

가. 가이드워드

E-HAZOP에서 사용되는 가이드워드는 기존의 HAZOP에 사용되는 것과 동일하다

가이드워드	정 의	예 또는 코멘트
없음, 못함 (No, Not, Node)	설계의도 표준안전작업방법 · 안전조치(방호조치)에 반하여 변수가 없는 상태	속도 없음으로 표현할 경우 : 검토크간내에서 운송속도가 없는 경우(정전등으로 인하여), 적정 안전조치가 없는 경우
있음, 발생 (Something Else)	설계의도 표준안전작업방법 · 안전조치(방호조치)에 반하여 변수가 발생함.	정전기 있음으로 표현할 경우 : 검토크간내에서 정전기가 발생한 경우, 안전조치가 없는 경우, 작업방법이 옳지 않은 경우
증 가 (More, High, Large)	변수가 양적으로 증가되는 상태	소음증가로 표현할 경우 : 검토크간내에서 소음이 설계의도 보다 많을 경우
감 소 (Less, Low, Small)	변수가 양적으로 감소되는 상태	증가의 반대이며 적은 경우에 No라고 표현될 수도 있음
반대, 역행 (Reverse)	설계의도 표준안전작업방법 · 안전조치(방호조치)에 반하여 변수가 발생함.	역이송으로 표현할 경우 : 검토크간내에서 유해가 정반대방향으로 흐르는 상태
부 가 (As Well As)	설계의도 표준안전작업방법 · 안전조치(방호조치)와 정 반대로 나타나는 상태	오염 등과 같이 설계의도 외에 부가로 이루어지는 상태를 뜻함
부 분 (Part Of)	설계의도 표준안전작업방법 · 안전조치(방호조치)와 완전히 이루어지지 않는 상태	부분조립으로 표현한 경우 : 공정에서 완전한 조립이 되지 못하고 다음 공정으로 이송되는 경우
기 타 (Other Than)	설계의도 표준안전작업방법 · 안전조치(방호조치)로 설치되지 않거나 운전유지되지 않은 상태	기계 설치 잘못, 무리한 행동(인적 에러 포함)

나. 변 수

전기·전자공장에서 사용되는 변수는 화학공장에서 사용되는 변수와 그 성격이 틀린 데 그 종류로는 이송속도(콘베어), 소음, Sequence(조립 절차 등), 진동, 회전, 냄새, 분진, 작업자세, 정전, 정전기, 추락, 감전, 조립 등이 있다. 온도와 힘(압력)같은 변수는 공정성격에 따라 (용융 및 성형공정, 프레스 공정 등) 적절히 사용될 수 있다.

전기·전자공장에서는 화재·폭발 등의 중대산업 사고의 발생빈도는 적으나 손가락 절단 등 부상사고의 발생이 우려되는 바 이탈로 전개될 수 있는 가능한 모든 변수를 찾아야 되며, 특이한 점은 다양한 변수를 적용함으로써 안전뿐만 아니라 작업절차 또는 품질개선의 방법으로서 E-HAZOP이 활용될 수가 있다.

5. 이탈 및 가능한 원인

이탈은 가이드워드와 변수의 조합으로서 만들어 진다. 전기/전자 공장의 특성 중 하나는 운전이 단계별로 이루어지며 각 단계에서 조립 등이 완전히 이루어지지 않은 상태에서 다음 단계로 넘어가면 결국 불량품을 만들게 되므로 Sequence와 관련된 표 1과 같은 이탈을 적용하게 한다. 그리고 전기/전자 제조과정에서 많이 발생하는 위험 요인 도출을 위해 표 2와 같은 일반적 이탈을 적용한다.

가. 이탈의 행렬표(Deviation Chart)

검토구간이 정해지면 구간내에서 이탈을 손쉽게 도출할 수 있도록 전기·전자공장에서 발생할 수 있는 이탈을 정리하여 첨부 #1과 같은 이탈의 행렬표와 이탈요인표를 만들어 활용한다. 이때 주의점은 각 구간에서 이탈을 찾을 때 선입견을 버리고 가능한 많은 이탈을 가정하는 것이 좋다. 이렇게 하여 그 원인과 결과를 도출할때 뜻하지 않은 개선점(안전 및 품질향상)을 찾을 수가 있다.

<표 1>. Sequence 관련 이탈

이 탈	정 의
조작지연 (Step Too Late)	허용범위(시간, 조건)내에서 시작하지 못함
조기조작 (Step Too Early)	계획보다 조기에 조작함
조작생략 (Step Left Out)	조작을 생략함
역행조작 (Step Back Wards)	단위공정이 부정확하게 전단계 단위공정으로 역행함
부분조작 (Part Of Step Missed)	한단계 조작내에서 하나의 부수조치가 생략됨

<표 2> 일반이탈

협착, 폭발, 화재, 충돌, 파열, 감전, 유해물질 누출·접촉, 이상온도 접촉, 전도 추락, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 무리한동작, 기타

운전을 오랜기간 동안 사고없이 했다하여 검토구간내에서 극소수의 이탈만 선택하면 바람직한 HAZOP수행이 되지 못한다.

나. 가능한 원인

이탈의 가능한 원인은 이탈의 성격에 따라 여러가지가 나올 수가 있으며 이를 첨부 #2에 정리 하였다.

(첨부# 1)

이탈의 행렬표 (Deviation Chart)

공정변수	가이드워드							
	증 가	감 소	없 음	있음·발생	반대·역행	부 분	부 가	기 타
이송/ 회전속도	속도증가	속도감소	속도없음		반대이송/ 회전			
조작(Step)	조작지연	조기조작	조작생략		역행조작	부분 조작	부가 조작	틀린 조작
소 음	소음증가							
진 동	진동증가							
냄새(유해)	냄새증가							
분 진	분진증가							
정 전				정전발생				
정전기				정전기발생				
감 전				감전발생				
온 도	온도증가							
힘(압력)	힘증가	힘감소						
작업자세								나쁜 자세
회전반경	큰 반경	작은 변경						

(첨부 #2)

이탈의 가능한 원인

변 수	이 탈	가 능 한 원 인
이송 /회전속도	속도증가 속도감소	콘베어나 회전로봇의 이송/회전 속도가 규정보다 빠 르거나 늦음. 조작 Panel 고장
조 작 (Step)	조작지연	운전의도보다 넘게 조작
	조기조작	운전의도보다 적게 조작
	조작생략	조작이 누락되거나 생략됨, 기계적 잘못으로 운전 불 가능
	역행조작	조작이 전단계로 역행함
	부분조작	행위가 부분적으로 완성됨
	부가조작	규정된 행위 이외의 조작이 추가로 이루어짐
	틀린조작	규정된 행위와 틀린 조작이 이루어짐
소 음	소음증가	공기중의 소음이 규정치 초과
진 동	진동증가	공정중의 기기 진동이 증가
냄 새	냄새증가	냄새가 운전원의 영향을 줄 정도로 발생
분 진	분진증가	분진이 규정치 초과
정 전	정전발생	공정중에 정전이 발생
정전기	정전기발생	공정중에 정전기 발생
감 전	감전발생	접지 잘못 등으로 감전 발생

변 수	이 탈	가 능 한 원 인
온 도	온도증가	연료 과잉공급, 냉각불량 등
힘(압력)	힘 증가	로봇손의 기계적 잘못으로 부속품 파괴
	힘 감소	규정된 힘보다 적은힘 발생
작업자세	나쁜자세	작업용 설비의 설치 잘못으로 적절한 운전자세 불가능함. 중량물을 사람이 운반
회전반경	큰 반경	로봇 팔의 큰회전 반경으로 사람과 접촉
추 락	추락발생	Lift 추락(추락시 Lift 추락(추락시 Lift House 안에 사람 있으면 사고)
협 착	협착발생	공정설비 운전중에 보호용 가이드 부족 등으로 운전원 협착. 보수중 Switch On 하여 수선공 협착
물 립	물림발생	콘베어 벨트간의 큰간격 때문에 물림발생. 보수중 Switch On하여 수선공 물림
절 단	절단발생	공정설비 운전중에 보호용 가이드부족 등으로 절단발생. 보수중 Switch On하여 수선공 절단

6. 위험분석 카드

운전변수		1
Deviation (운전범위 이탈)		간략한 명칭 2
원 인		사고 원인이 되는 내용의 기술 3
사고의 영향		인원 및 장치에 대한 사고의 영향의 기술 4
위험등급		영향에 따라서 4가지 카테고리의 1가지로 분류된 위험. 최소의 란은 수정 또는 최소화의 대책전의 위험의 분류 제2란은 수정조치가 취해진 후의 분류 5A
		5B
개선대책	인적	사고를 제거하고 또는 최소화 하여 제어하기 위하여 취해지는 조치의 기술. 모든 안전성 설계의 필요사항, 안전성 확보의 절차, 발생확률, 사용되는 안전장치 및 기타의 사고를 최소화하고 제어하기 위하여 취해지는 의미가 있는 여하한 조치도 이 란에 포함된다. 6
	설비	
	절차	
조치 책임자		7
조치 완료 예정일		8
조치완료 확인		9
비 고		10

위험등급 : I 등급 - 인적·물적 손실이 치명적 위험

II 등급 - 인적·물적 손실이 상당한 위험

III 등급 - 인적·물적 손실이 한정적 위험

IV 등급 - 인적·물적 손실이 무시가능 위험

① 조치일정 등은 안전팀장 협의 최종결정

② 분석에 안전관계자 참석 원칙

☞ 절차사항은 개선대책의 공통사항으로 반영되어야 한다.

위험분석 카드(SSHA)

발생빈도의 구분(예)	
빈 도	내 용
(1) 상	설비 수명기간에 한 번 이상 발생
(2) 중	설비 수명기간에 발생할 가능성이 있음
(3) 하	설비 수명기간에 발생할 가능성이 없음

위험등급의 구분(예)				
빈도 치명도		(1) 상	(2) 중	(3) 하
		I	I	III
(1)	치명적	I	I	III
(2)	보통	II	III	IV
(3)	경미	III	IV	IV
(4)	운전상	IV	IV	IV

치명도의 구분(예)	
치명도	내 용
(1) 치명적	사망, 다수부상, 설비파손 1000만원 이상, 설비 운전 정지기간 5일 이상
(2) 보통	부상 1명, 설비파손 500만원이상 1000만원미만, 설비 운전정지기간 1일이상 5일미만
(3) 경미	부상자 없음, 설비파손 500만원미만, 설비 운전 정지기간 1일미만
(4) 운전상	안전설계, 운전성 향상을 위한 변경

7. 위험분석 방법

- (1) 시스템을 선택한다.
- (2) 그 시스템과 분속된 서브시스템의 설계의도를 설명한다.
- (3) 한개의 서브시스템을 설명한다.
- (4) 그 서브시스템에 대한 설계의도를 설명한다.
- (5) 첫번째 Guide Word를 적용한다.
- (6) 의미있는 Deviation을 찾는다.
- (7) 가능한 원인을 검토한다.
- (8) 결과를 검토한다.
- (9) 위험요인을 찾는다.
- (10) 적당한 기록을 찾는다.
- (11) 첫번째 Guide Word로부터 유래된 모든 의미있는 Deviation에 대해서
(6)~(10)을 되풀이 한다.
- (12) 모든 Guide Word에 대해서 (5)~(12)을 되풀이 한다.
- (13) 검토된 서브시스템에 표시를 한다.
- (14) 각 서브시스템에 대해서 (3)~(13)을 되풀이 한다.
- (15) 한 부수장비(예 : 가열 시스템)를 선택한다.
- (16) 그 부수장비의 설계의도를 설명한다.
- (17) 그 부수장비에 대해서 (5)~(12)를 되풀이 한다.
- (18) 검토된 부수장비에 표시를 한다.
- (19) 모든 부수장비에 대해서 (15)~(18)을 되풀이 한다.
- (20) 완료된 시스템에 표시를 한다.
- (21) Flowsheet상의 모든 시스템에 대해서 (1)~(20)을 되풀이 한다.
- (22) 완료된 Flowsheet에 표시를 한다.

(23) 모든 Flowsheet에 대해서 (1)~(22)을 되풀이 한다.

위험성 평가 결과 조치계획

사업명 :

단위공정번호 :

번호	조치순위	위험등급	개선권고사항	책임부서	조치일정	조치진행결과

IV-1. 전기부품 제조공장에 대한 HAZOP평가 예

1. 적용 대상공정 및 공정설명

가. 적용 대상공정 : Alloy 공정

나. 공정설명

- Pattern 형성된 N/P Metal Layer와 기판 표면과의 접착력을 향상시키기 위해 기판을 고온(400-500⁰C)에서 열처리함

* BHF처리

- 20 sec DIP→DI→N2

* Alloy

- Furnace center 온도 5200C확인→H2 V/V closed, N2V/V Open 2L/min Flow → Water를 Alloy Boat에 장착, Furnace입구에서 10min대기→N2 1L/min, H21L/min→10분 경과후 Quartz Rod로 Boat를 Furnace center로 밀어넣고 18min Alloy한다.

→대기 Quartz Rod이용 Boat를 끌어당겨, Furnace입구에서 5min대기, H2 Gas V/V Closed, N2 2L/min으로 Flow→검사

- 사용 Gas : BHF, H2, N2
- 장비명 / 번호 : Alloy Furnance / 33, 33-1
- 위험요소 : 가스누출 화재, 폭발, 화상

2. 이탈 행렬표

이탈(Deviation) Node No.		P&ID No.	LED 공정
			Node7
이송/ 회전속도	증가/감소		×
	없음/반대		×
조작 (STEP)	조작지연		●
	조기조작		×
	조작생략		●
	역행조작		●
	부분조작		×
	부가조작		×
	틀린조작		●
소음/진동	소음/진동증가		×
유해가스	유해가스노출		●
정전	정전발생		●
정전기	정전기발생		×
감전	감전발생		●
온도	온도증가/감소		●
작업자세	나쁜자세		×
협착/말려들	있음		×
물림/자상	있음		×
절단	있음		×
화상	있음		●
낙하/충돌	있음		●
누출,접촉	있음		●
U/T(Air, 진공, 냉각수, 순수 등)	공급불량		●

3. HAZOP 평가 실시결과 예

HAZOP 검토 결과 기록지					
■ 검토구간	Node #7			■ 사업부/팀/공정명	
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy			■ 검토자, 일자	
이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
조작지연 * Wafer의 Furnace앞 대기시간 10min을 초과함 * 18min Alloy시간이 초과함	* 휴먼에러 - 작업수칙을 잊음 단순작업, 피로, 실수, 착오, 미숙련, 부주의, 질병, 수면부족 - 교육불충분 - 지식부족	* 제품불량발생	* 작업자가 수동 Timer 사용하여 시간을 체크함 * 정기적 교육 * 작업지도서 비치	* 설비자동화 검토 (자동 Wafer 투입, 제거, Timer, Alarm, 취출기...)	없음

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
조작생략 * BHF처리를 생략함 * H2,N2 V/V의 Open, Closed 작업시, 절차를 생략함	* 휴먼에러 - 작업수칙을 잊음 단순작업,피로,실수,착오,미숙련,부주의,질병,수면부족 -교육불충분 -지식부족 *V/V식별표시 불량하여 작업자 실수	*제품불량발생 *V/V 오조작시, H2 gas누출하여 화재,폭발사고 발생함	*작업지도서 비치 *정기적 교육	*정기적인 보수교육 실시 (1회/월) *V/V마다 정상작업조건을 식별표시할 것.(Color Tag)	3

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
역행조작 * H2,N2 V/V의 Open, Closed 작업시, 절차 순서가 바뀜	* 휴먼에러 - 작업수칙을 잊음 단순작업,피로,실수 착오,미숙련,부주의, 질병,수면부족 - 교육불충분 - 지식부족 * V/V식별표시 불량 하여 작업자 실수	* 제품불량발생 * V/V 오조작시, H2 gas누출하여 화재, 폭발사고 발생함	* 작업지도서 비치 * 정기적 교육	* No58과 동일	3

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
틀린조작 * Alloy시, H2,N2 공급유량을 잘못 설정하여 공급함 H2,N2 V/V조작시 오조작하여, H2 gas, N2 gas가 다량으로 공급됨 (needle v/v오조작) 1l/min이상공급	* 휴먼에러 - 작업수칙을 잊음 단순작업,피로,실수, 착오,미숙련,부주의, 질병,수면부족 - 교육불충분 - 지식부족 * V/V식별표시 불량 하여 작업자 실수	* 제품불량 발생 * V/V 오조작시, H2 gas누출하여 화재, 폭발사고 발생함	* 작업지도서 비치 * 정기적 교육 * Flow Indicator (F1 1-1,1-2) * N2 gas에 위해 폭발하한(4%)이하 로 유지됨 (H2 gas 10vol% 로 유지됨)	* Needle V/V에 정상조건 Tag를 부착하여 오조작을 방지할 것 * H2 gas배기상태를 확인할 것(1회/일) * Handy Type Gas Detector 로 H2 gas누출을 주기적으 로 점검할 것 (1회/일, 일지작성)	3

IIAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
유해가스 농도증가 (유기용제,가스...) * Alloy 작업시, H2 gas가 누출되어 유해가스가 증가함	* 배출시설 세정탑이 비상가동 정지됨 - 정전,순화,공급펌프 고장,분사노즐막힘.. * 휴먼에러 - 배기덕트의 댐퍼를 담힘으로 놓음 →H2 gas가 배출안됨	* 작업자 유해가스 흡입하여 건강장 애 발생 (MSAD 참조) * 밀폐공간에 H2 가스가 채류되어, 폭발범위내에 존재시 화재,폭발 가능성	* 세정탑 정지시 알람장치 가동됨 * 풍량확인 실추 * 보호구착용 * 작업전 H2 gas 배기상태를 확인	* No37과 동일	3

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
정전발생 * 정전발생으로 세정탑 가동중지 Wet Station 중지 * Alloy작업시, Alloy Furnace 가동중지	* 변전실송전 비상 중단	* 유해가스 배기가 안되어, 작업장내 유해가스 농도가 증가됨 ▶ No61와 동일 결과	* 세정탑 정지시 알람장치 가동됨 * 풍량확인 실추 * 보호구착용	* No38과 동일	4

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
감전발생 * Hot Plate, Alloy Furnace 전기계통의 절연파괴 부분과 콘센트, 플러그 부분 전선류에 물기있는 손으로 접촉시 감전발생	* 휴먼에러 부주의, 실수 * 접지선 불량 * 전선카바가 벗겨지 고 전선류가 무수하 게 늘어져 있는 등 전선류 정리정돈 불량	* 감전사고 발생	* 없음	* 감전가능부위 안전보호망 설치 * 감전주의 경고표시 스티커 부착 * 전선류 정리정돈 * Alloy Furnace 플러그, 콘센트 불량 수리할 것	4

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
온도증가/감소 * Alloy Furnace 작업시, Furnace QTZ Tube 온도가 520 ⁰ C이상/이하 로 온도 증가/감소됨	* Alloy Furnace TIC1,2 고장, 과열로 으로 520 ⁰ C이상으로 520 ⁰ C이하 온도감소 * 휴먼에러 - 작업자 setting 오류 실수,착오,지식부족, 미숙련,교육불충분	* 제품불량발생 * Alloy Furnace 온도 과열되고, 작업자가 작업중 실수로 고온에 접촉하면 화상 위험이 있음	* 온도지시계 * 작업중 수시로 Furnace온도를 체크함	* TIC에 정상 운전조건을 (520 ⁰ C) Tag로 부착 * High T alarm 설치검토	5

HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
누출발생/접촉발생 * H2 gas가 누출됨	* Gas Line Leakage (배관부식 경우) * QTZ Tube파손에 의한 누출 * V/V연결부에서 누출	* 화재,폭발위험	* Gas Detecor로 체크함 * Leak Check함 (작업전후)	* Gas Lipe을 비파괴검사 실시 (주기를 설정하여 관리) * V/V연결부위를 주기적으로 점검,정비실시할 것 (1회/월)	3

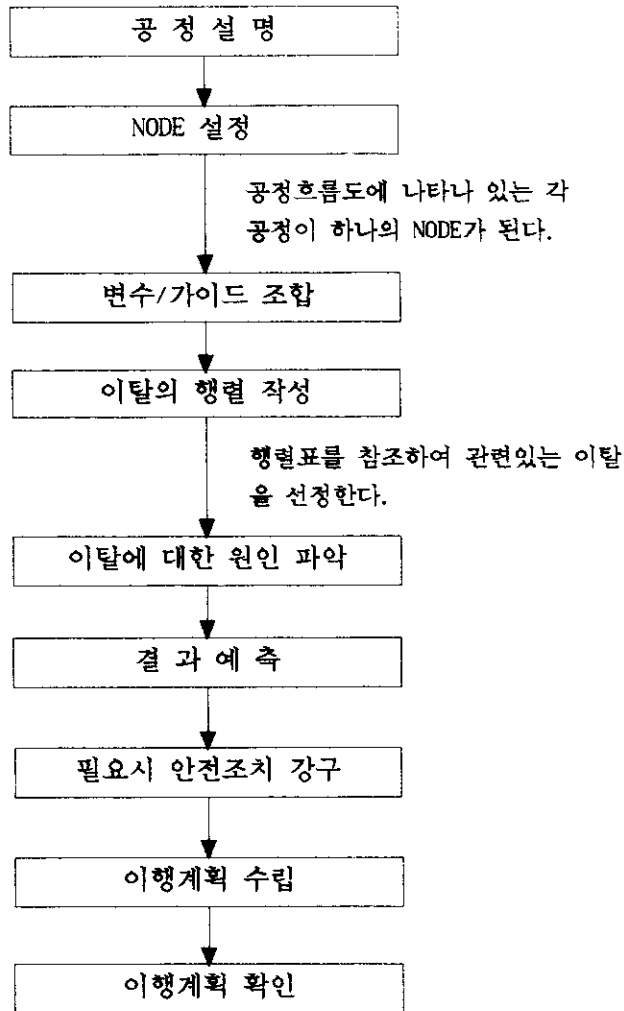
HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #7	■ 사업부/팀/공정명
■ 설계의도	* BHF 20sec*Alloy 5200C, H2, N2 GAS 18min Alloy	■ 검토자, 일자

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
U/T공급불량 * 용수공급중단 (냉각수) 520 ⁰ C고온을 냉각하는 용수(냉각수)공급이 중단됨	* 용수공급밸브 작업 자 실수로 닫혀있음 * 용수라인 부식으로 막힘 * 용수라인 Leakage	* 제품불량발생 * 냉각이 안되어 고온부위에 작업자 접촉시, 큰 화상위 험	* 냉각수 유량계 * 작업전 용수공급 라인 확인	* 작업지도서상에 작업시작전 U/T공급확인 사항을 첨부할 것	5

IV-2. 기계공업 등에 적합한 HAZOP(M-HAZOP) 적용한 예

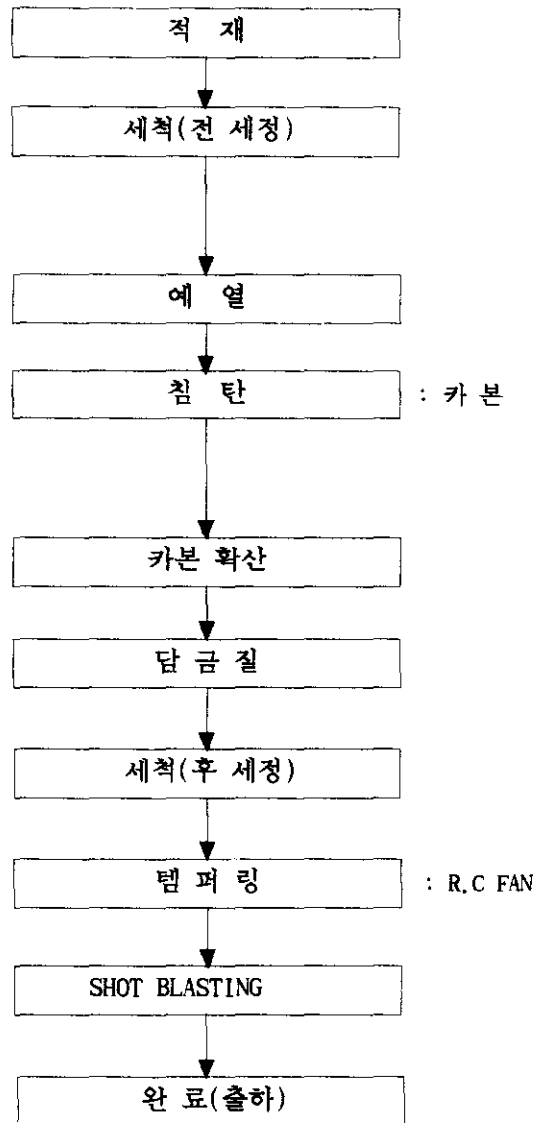
기아자동차 아산만공장 구동부 공정에 M-HAZOP을 적용하여 위험성평가를 실시하였는 바, 그 적용절차는 그림 A-1과 같다.



〈그림〉 M-HAZOP의 위험과 운전분석 수행 흐름도

1. M-HAZOP 적용공정

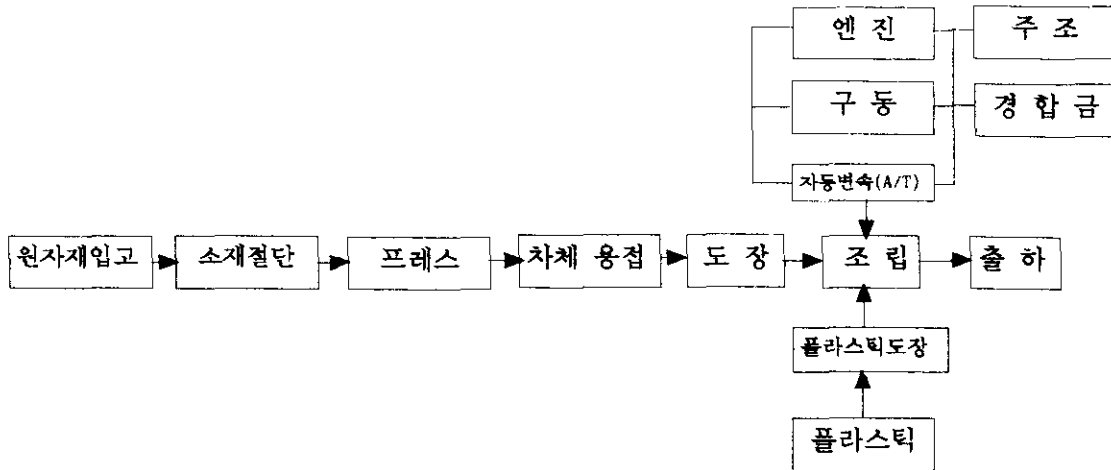
M-HAZOP 평가 대상설비는 구동부 열처리공정으로 그 공정도는 그림 A-2와 같다



<그림> 구동부 열처리 공정도

2. 제조공정별 이탈

자동차 제조공정은 그림 A-3과 같고 제조공정별 변수 및 이탈표는 다음 1~8과 같이 작성하였다.



< 그림 A-3> 자동차 제조 공정

1) 원자재 입고 공정의 이탈

작업공정	변 수	이탈
입 고	충 돌	충돌발생
하 차	낙 하	낙하발생
노 관	협 착 충 돌 낙 하	협착발생 충돌발생 낙하발생
절 단	소 음 진 동 끼 입	소음증가 진동증가 끼입발생
출 하	충 돌 낙 하	충돌발생 낙하발생

2) 소재절단 공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
원자재 입고	충 돌 낙 하	충돌발생 낙하발생
BLANK	소 음 끼 임 협 착	소음증가 끼임발생 협착발생
PRESS	소 음 진 동 미끄럼 협 착 작업자세	소음증가 진동증가 미끄럼발생 협착발생 무리한동작

3) 프레스 공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
가 공	소 음 분 진 미끄럼 절 단	소음발생 분진발생 미끄럼발생 절단발생
조 립	협 착 끼 임 소 음	협착발생 끼임발생 소음증가
TEST	소 음 유해가스	소음증가 유해가스발생

4) 차체 용접 공정의 이탈

작업공정	변수	이탈
용접(P.S.W) & SETT'G	정전	정전발생
	무게	힘증가
	조명	어두움
	작업자세	무리한동작
	작업방법	틀린작업
	파열	파열발생
	유해가스	용접흠발생
	감전	감전발생
	분진	분진발생(용접티)
	조작	조작지연, 틀린조작
	미끄럼	미끄럼발생
	협착점	협착발생
	이송	속도증가
	소음	소음증가
	유해광선	용접전류발생
조립 & 사상	속도	속도증가
	미끄럼	미끄럼발생
	작업자세	무리한동작, 나쁜자세
	조명	어두움
	작업방법	틀린작업
	소음	소음증가
	진동	진동증가
	회전작업	회전탈립발생
	분진	분진발생
운반(지게차운전)	무게	무게증가
	속도	속도증가, 전후진
	미끄럼	미끄럼발생
	조작	조작지연, 틀린조작
	작업자세	나쁜자세
	조명	어두움
	무게	힘증가
	유해가스	LNG연소 가스발생
	분진	분진발생
	충돌	충돌발생
	불균형	전도
	소음	소음발생

5) 도장공정의 이탈

도장공정의 변수 및 이탈은 기존 HAZOP의 변수 및 이탈과 타공정의 이탈 및 변수를 복합적으로 적용한다.

6) 조립공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
조 립	소 음 협 착	소음증가 협착발생
완 성	유기용제 충 돌	유기용제 발생 충돌발생
수 정	유해가스	유해가스발생

7) 경합금 공정의 이탈

작업공정	변 수	이 탈
용 해	유해가스 분 진 협 착 화 상	유해가스 발생 분진 발생 협착 발생 화상 발생
중 자	진 동 협 착 끼 임 소 음 열 고 온 도	진동 증가 협착 발생 끼임 발생 소음 증가 고 열 고 온
주 조	유해가스 분 진 충 돌	유해가스발생 분진 발생 충돌 발생
열처리 (후처리)	유해가스 분 진 소 음	유해가스발생 분진 발생 충돌 발생

8) CYL-BLOCK 제조공정의 이탈

작업공정	변수	이탈
축로	소음 진동 미끄럼 분진 작업자세	소음증가 진동증가 미끄럼발생 분진증가 무리한동작
용해	소음 분진 감전 정전 온도·열 조작 미끄럼 충돌 용탕비산 추락 유해광선 작업자세 화재	소음증가 분진증가 감전발생 정전발생 고온·고열 조기조작, 역행동작, 오조작 미끄럼발생 충돌발생 용탕비산발생 추락발생 유해광선발생 무리한동작 화재발생
주입	온도·열 용탕비산 정전 조작 미끄럼 추락 유해광선 작업자세 화재	고온·고열 용탕비산발생 정전발생 조기조작, 역행조작, 오조작 미끄럼발생 추락발생 유해광선발생 무리한동작 화재발생

작업공정	변수	이탈
중자생산	소음 미끄럼 분진 작업자세 협착점 온도·열 조작	소음증가 미끄럼발생 분진증가 무리한동작 협착발생 고온·고열 조기조작, 역행조작, 오조작
MOULDING 작업	소음 분진 감전 정전 조작 미끄럼 작업자세 화재 협착점	소음증가 분진증가 감전발생 정전발생 조기조작, 역행동작, 오조작 미끄럼발생 무리한동작 화재발생 협착발생
후처리	조작 미끄럼 작업자세 화재 소음 분진 협착점	조기조작, 역행동작, 오조작 미끄럼발생 무리한동작 화재발생 소음증가 분진증가 협착발생

9) 기계작업공정의 이탈

작업공정	변수	이탈
가동	OIL MIST (절삭중 OIL탐 발생)	유해분진 & GAS
	비산(절삭유 & 미첨유)	
	화상	
	베임(절삭CHIP. WORK 단면)	화상
	수신호 OR 신호착각 (2인 이상 작업시)	
	설비오조작(작업자 MISS)	좌상
	취급부주의	
	설비 ERROR(폐도이탈)	
	AIR BLOW	
	유해 가스	
	튀김(Spring 력)	
이송	운전속도(규정미준수) (지게차 OR 차량)	
	추락(양중기)	

4. 자동차 제조공정의 이탈의 행렬표

공정변수	가 이 드 위 드							
	증 가	감 소	없 음	있음·없음	반대·역행	부 분	부 가	기 타
이송/회전속도	속도증가	속도감소	속도없음		반대이송/회전			
조작(STEP)	조작지연	조기조작	조작생략		역행조작	부분조작	다른조작	틀린조작
소 음	소음증가							
진 동	진동증가							
온도·열	온도증가	냉동		고온·고열				
유해광선				유해광선발생				
유해냄새	유해냄새증가							
분 진	분진증가							
힘·무게(압력)	힘증가	힘감소		붕괴·도괴				
정전기				정전기발생				
감 전				감전발생				
정 전				정전발생				
충 돌				충돌발생				
불균형	불균형증가			전도				
자체절단				낙하·비래				
파 열				파열발생				
부 식	부식증가							
미끄럼				미끄럼발생				
개구부·추락점				추락발생				
협착점				협착발생				
물림점				물림발생				
절단점				절단발생				
끼임점				끼임발생				
회전말림점				말림발생				
작업자세	무리한동작							나쁜자세

이탈의 행렬표

공정변수	가 이 드 위 드							
	증 가	감 소	없 음	있음·발생	반대·역행	부 분	부 가	기 타
파편				파편됨				
조명		어두움						
작업방법	위반작업							틀린작업
OILMIST								
비산								
추락								
화재				화재발생				
화상								
베임(CHIP)								
2인 작업시 수신호, 신호착각								
설비 오조작								
운전속도								
취급 부주의								
설비 ERROR (과도 이탈)				오동작				
AIR BLOW (비산)								
유해 GAS								
팅김 (SPRING 력)								

5. M- HAZOP 수행결과

M- HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #8	■ 사업부/팀/공정명 : 구동부/열처리
■ 설계의도	* 노내의 분위기가스 및 온도분포를 균일하게 하기 위한 교반	■ 검토자, 일자 : 1997. 12. 4

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
* 회전속도 증가	* 과전압 발생(부하변동에 따라) - 460V 까지 상승가능 (전격전압 440V)	* 분위기 가스 및 온도 분포의 영향(품질차원)		1. 자동전압조절장치 설치 2. 전원전압 제어장치	III
* 회전속도 감소	① FAN벨트 이완 ② 전압 변동 ③ 모터 KEY마모 ④ 모터 베어링 손상	* 품질저하 및 생산중단	* 회전 센서장치(회전 속도감지기) 및 알람 장치의 연동 * 냉각 장치	1. 정기적 센서점검 2. 예비센서 부착 3. Flow s/w 정기적 점검 (육안점검 : 체크리스트 이용)	III

M-HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #8	■ 사업부/팀/공정명 : 구동부/열처리
■ 설계의도	* 노내의 분위기가스 및 온도분포를 균일하게 하기 위한 교반	■ 검토자, 일자 : 1997. 12. 4

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
* 회전 없음	① 1,2차 전원공급 불능 ② FAN 벨트 파손 ③ FAN SHAFT절손 ④ 베어링 소착	* 품질저하 및 생산 중단 → 노내의 재품불량 발생(Main line 중단 우려) * 내화재 및 JLG파손	① 비상발전기 대응 ② 주기적 점검 조치 ③ 정기 점검 실시 (1회/년 교환 - 침탄 확산) ④ - 자동 GLEASE 주입기설치 - 냉각수 공급시스템 - RC FAN 베어링 별도 특별관리	① 공급전원 2중화 시스템 구축 ② 교체주기 설정 및 교환 ③ - FAN SHAFT형상 개선 - 전 ZOON의 교체주기 설정 및 교환 ④ - GLEASE 잔존량 점검 및 교환주기 설정 - FLOW S/W 점검	III

M-HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #8	■ 사업부/팀/공정명 : 구동부/열처리
■ 설계의도	* 노내의 분위기가스 및 온도분포를 균일하게 하기 위한 교반	■ 검토자, 일자 : 1997. 12. 4

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
* 회전 없음	⑤ 모터 KEY 마모 이탈	* 품질저하 및 생산중 단 → 노 내의 제품 불량 발생(Main line중단 우려)	⑤ 회전 감지용 센서	⑤ - 이탈방지용 SET볼트 추가보안 - 점검 및 교환주기 설정 관리	III
	⑥ 모터 소손	* 내화제 및 JLG파손	⑥ - 과부하 방지장치 - 회전 감지용 센서	⑥ 모터코일 절열량 측정 관리(점검/교환주기 설정관리)	

M-HAZOP 검토 결과 기록지

■ 검토구간	Node #8	■ 사업부/팀/공정명 : 구동부/열처리
■ 설계의도	* 노내의 분위기가스 및 온도분포를 균일하게 하기 위한 교반	■ 검토자, 일자 : 1997. 12. 4

이탈 (Deviation)	원인 (Cause)	결과 (Consequence)	현재의 안전조치 (Protection)	개선 권고 사항 (Recommended Action)	위험 등급
* 충돌	① RC FAN분해시 의 사소통 불능 ② 운반중 낙하 (약 25Kg)	① 인적사고 발생 ② 인적/물적손실 발생	① 3인 1조 (1인 : 의사 매개체 역할) ② - 이동시 2인 1조 작업 - 이송 물류 장비 활용	① - 무전기 보급 - RC FAN 분해작업시 OJT안전교육실시 ② 안전교육실시	II

V-1. 설문지(1)

안녕하십니까?

본 설문조사는 사고예방을 위한 위험성 평가기법을 우리나라 실정에 맞는 기법으로 작성하는데 필요한 기초자료로 활용코자 합니다. 진심으로 성의있는 답을 제시하여 사고방지기술에 기여할 수 있도록 적극 협조바랍니다.

1. 사업장 개요

- (1) 사업장명 업종
- (2) 소재지
- (3) 안전관리자의 직책(사원, 반장, 주임, 계장, 과장, 차장, 부장, 기타)
- (4) 근로자수 : 남()명, 여()명
합계(50명이하, 51~100명, 101~300명, 301~500명, 501~1,000명, 1,000명이상)
- (5) 주요 생산품목
- (6) 교대근무제가(있다, 없다) 교대가 있다면()교대 예) 4직 3교대
- (7) 사업장에서 취급되는 유해 위험물종류
- ① 고압가스 (주요)종류 ()외 ()종 (예, LPG외 5종)
- ② 유해위험물 주요종류 ()외 ()종 (예, 신나외 10종)
- ③ 안전관리자 수 ()명, (일근자)명, 교대자 ()명
- ④ 유해위험물 주사용 시설명()

2. 위험성 평가

- (1) 위험성평가 체크리스트양식은 자사의 방식이 별도로 (있다, 없다)
- (2) 공정안전성평가(PSM) 방법은 (알고 있다, 모른다)
- (3) 위험성평가(HAZOP)은 실시하고 (있다, 없다).
혹은 연구단계에(있다, 없다)
- (4) PSM은 실시(한다. 안한다)

다음 가, 나, 다항 중 귀사업장에 해당되는 항에 기입하여 주십시오.

[예, 실시한다 (다)항, 안한다 (가)항]

가. 실시하고 있지않는 사업장에 대해서(복수로 표시해도 무관함)

(1) 지금까지 실시하고 있지않은 이유로

- ① 위험설비가 없다() ② 위험도평가를 요하는 신설설비가 없다()
 - ③ 법적인 요청이 없다() ④ 충분한 효과나 기대가능성이 없다()
 - ⑤ 서류가 너무 복잡하다() ⑥ 서류작성 내용이나 기술이 없다.
 - ⑦ 기타(상세히 기술해 주십시오)
-
-
-

(2) 금후

- ① 연구하여 필요하고 인정되면 실시한다()
- ② 장부로부터 요청이 있으면 실시할 예정()
- ③ 종전과 같이 시행할 생각이 없다()
- ④ 기타(구체적으로 기입요망)

나. 연구단계에 있는 사업장일 경우

(1) 기 실시하고 있는가(있다, 실시하지 않는다)

- ① 실시한다면 별도의 자사방식이(있다, 없다)
- ② 연구중의 방식 및 적용분야를 별지1에 기입해 주십시오
- ③ 실시하는 가장최근 방식 :
특징 :
- ④ 연구가 종료되는 시기()년 이내 실시한다.

(2) 연구배경

- ① 법규제(노동부, 통산부, 기타 부처)에 의해서()
- ② 잠재적 위험성이 높은 플랜트시설 ()
- ③ 지역안전을 위한 자율적 활동에서() ④ 회사방침에 의해서()
- ⑤ 사고발생 계기에서() ⑥ 기 타

다. 실시중인 사업장의 경우

- (1) 실시상황방식, 적용분야를 별지에 기입해 주십시오.
- (2) 위험도 평가에 관한 사업장 규정은(있다, 없다)
- (3) 규정은 없으나 시설에 대해서 매번 독자적으로 실시하고(있다, 없다)
- (4) 평가하고 있는 경우(전사 통일조건, 시설 일부분)
- (5) 규정이 있다면 (사용에 적합, 개정필요, 불필요)
- (6) 위험도평가 추진전담부서(있다, 없다)
- (7) 위험도평가 실무자는(관리자, 감독자, 중역, 기타)
- (8) 위험도평가의 문제점이 있다면 간단히 기입요망.

예)

- 여러 가지 기법이 있으나 어떤 것을 채택할 것인지를 모른다.
- 기법이 어려워 이해하기 쉽지않다.
- 사업장내 각양각색의 성격의 시설이 있고 한가지 기법으로 통일하기 곤란.
- 어느정도 시설로부터 위험도평가를 해야할 것인지 판단기준이 어렵다.
- 평가할 룯트가 다변하다.
- 평가결과가 실속이 있어도 재산(자금)면에 제약이 있고, 하드, 소프트면 강화에 반영시키기 어렵다.
- 평가결과 판정이 어려워 활용되기 어렵다.

(9) 위험도평가에 대한 귀 사업소의 금후대책이 있다면 기입해 주십시오

(예)

1. 적용기법을 확립한다.
 - 별도기법을 시험적으로 행한다.
 - 적절한 기법을 찾아본다.
 - 실시하기 쉬운 기법을 검토한다.
 - 체계화, 기준화시킨다.
 - 미완성을 완성시킨다.
 - 대상별로 적용기법을 정리한다.
 - 범용적이고 통일된 기법 검토
 - 현행 기법을 바로 실시한다.
 - 실적을 쌓아 숙련시킨다.
2. 금후 평가를 지속한다.
 - 현행 방법을 계속 활용
 - 신설시에 실시
 - 실시대상을 확대
 - 기초 DATA의 정비에 충실히 한다.
3. 평가결과의 활용방법을 검토한다.
 - 멘탄난스에 활용을 검토
 - 소프트웨어에서 활용검토
 - 보안대책으로 활용검토
 - 활용방법의 검토
4. 추진체제를 강화한다.
 - 실시 운용요령을 책정
 - 추진체제를 강화
 - 실시자를 확충한다.

(10) 앞으로 『중소기업형 위험성평가 기법』을 개발코자 합니다.

작성연구에 대한 고견이 있으면 기입하여 주십시오.

(11) 귀사에서 정성, 정량평가법을 사용하는 방식은? ○표 하시오(복수사용시 모두 표시요망)

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| ① 일본 노동성 정성적평가() | ② 회사 독자적 평가방식() |
| ③ 듀폰 방식() | ④ 다우케미칼 방식() |
| ⑤ FTA방식() | ⑥ 고압가스 보안방재방식() |
| ⑦ 미국화학기술자협회 방식(AICHE) | ⑧ 미국보험협회 방식() |
| ⑨ ICI Mond 방식() | ⑩ 미국방화협회(NFPA)방식() |
| ⑪ ETA방식() | ⑫ 일본노동성방식 정량적방식() |
| ⑬ 특성요인도 방식() | ⑭ 기 타 |

♠ 감사합니다 ♠

(별지 1)

보고서에 대한 의견요망

(예)

1. 타사 실시예를 소개
 - 타사의 실시예를 알고싶다.
 - 업종별 실시예를 알고싶다.
 - 해외 선진사례를 알고싶다.
2. 평가기법에 대해서
 - 지침서 같은 것을 작성하고 싶다.
 - 기법의 통일된 양식을 기대한다.
 - 특수물질의 취급에 대해서 알고싶다.
 - BACK DATA에 관한 자료를 알고싶다.
 - 평가기법을 평가해서 알고싶다.
 - 정량적인 것을 갖고싶다.
3. 대책에 결부한 사례소개를 해주었으면
4. 손해보험과 관계있는 것을 알고싶다.

(별지 2)

위험성평가 실시 사업장

1. 방 식 : _____

자사에서 개발한 방식으로 사외비라면 자료첨부, 자료첨부가 불가능한 경우는 내용개요를 기입해 주십시오.

2. 도입배경

- (1) 법규제(산업안전보건법, KISCO코드 등)에 의해서()
- (2) 잠재적 위험성이 높은 프랜트 신설()
- (3) 지역방재 자율적 안전활동에서()
- (4) 회사의 방침()
- (5) 사고발생 계기()
- (6) 기타(구체적으로 기입하여 주십시오)

3. 이 방식을 채택한 이유

- (1) 법규제(산업안전보건법, KISCO코드) 때문에()
- (2) 정량적 평가(), 정성적 평가()를 한다.
- (3) 보통()
- (4) 적용예가 많다()
- (5) 기타(구체적으로 기입하여 주십시오)

4. 대상으로 한 프로세스(공정)의 제품을 기입해 주십시오.

5. 실시상황 (199 년부터 실시)

6. 실시 프랜트수

(1) 실시 프랜트수()

(2) 실시 프랜트수의 전 Plant수에 대한 점유율(%)

7. 위험성평가 결과의 안전면에 대응은 어떤가

(1) 하드면 강화

① 인터록시스템 채용()

② 설비의 예비기가 설비()

③ 설비 지하시스템(배관, 밸브) ()

④ 내진설계(법규제 없는 것에 대해서도 실시) ()

⑤ 유더리터 백업시스템(예: 2전원등) ()

⑥ 설비의 긴급차단벨급 등에 의한 브록화()

⑦ AE(Acoustic Emission) 채택()

⑧ 보안설비 강화(법규정 이상으로)

- 방·소화 설비()

- 가스검지 경보설비()

- 감지기()

- 동상집중 감시시스템()

⑨ 하드면에 특히 반영하지 않았다()

⑩ 기타사항(구체적으로 기입하여 주십시오)

(2) 소프트웨어 충실

- ① 운전매뉴얼 개정 충실()
 - ② 교육철저(교육효과의 평가시스템 포함) ()
 - ③ 방재훈련 충실()
 - ④ 운전원 현장순찰 빈도증대()
 - ⑤ 기타사항(구체적으로 기입하여 주십시오)
-

(3) 보안면에 효과영향

- ① 사고가 있던 것을 트러블이(감소하고 있다. 증가하고 있다. 불명)
 - ② 안전비용이(증가하고 있다, 감소하고 있다. 불명)
 - ③ 기타사항(구체적으로 기입하여 주십시오)
-
-

8. 위험평가의 문제점(구체적으로 기입하여 주십시오)

(별지)

실시중
위험도 평가기법과 적용분야(연구중)

적용분야 평가 기법종류	설비의 신설시	설비개조		기존설비의 안전도평가		운전조건의 대폭변경(①)		안전심사 감사등		작업표준개정시등 (②)		운전자교육		기타(③) ()
		프랜트 단 위	공 정/ 기기단위	프랜트 단 위	공 정/ 기기단위	프랜트 단 위	공 정/ 기기단위	프랜트 단 위	공 정/ 기기단위	프랜트 단 위	공 정/ 기기단위	프랜트 단 위	공 정/ 기기단위	

※ 평가기법은 별지 참고자료의 번호(예: 체크리스트방법 1-①, 자사정성방식 경우 1-자, 적용범위에 ○표하여 주십시오)
노동성정량방식Ⅱ-1, 자사정량방식 Ⅱ-자, FTA : Ⅱ-2, ETA : Ⅱ-3

- 주) 1. 원료나 제품의 변경 Process의 대폭변경등 경우
2. 운전조건의 소폭변경 등의 경우
3. 지진대책 검토등 적절()중에 기입

V-2. 설문지(2)

사업장 안전관리 설문서

■ 사업장 현황 및 일반사항

※ 작성요령 : 각항목에 대하여 “○” 표 또는 “기재” 하여 주시기 바랍니다

업종							상시 근로자수				주 생산품			
안전 관리자 선임	안전 전담 부서	안전관리자 자체선임		대행 기관에 위탁	안전 관리자 없음	귀하 의 연령	20세이하		귀하 의 학력	고 졸	대 졸	대 학 원		
							21~29세							
							30~39세							
							40~49세							
							50~59세							
	있음	없음			60세이상		귀사 의 설립 년수	년						
		계장급 (직반장)	대리 과장											
귀하의 업무는	안전	환경	총무 관리	공무	생산	귀하 의 직급			산재 발생 건수	96년	97년			
							차장 부장	공장 장		사장				
	기타 :													

1. 공정안전관리 (Process Safety Management, PSM) 정의를 알고 있습니까?
① 잘 알고 있다 ② 개념 정도만 알고 있다 ③ 모른다
2. 귀사는 어떤 안전관리 조직을 가지고 있습니까?
① Line 조직 ② Staff 조직 ③ Line-Staff 조직
3. 공정안전 보고서 제도(법 49조의2)에 대해서 알고 있습니까?
① 잘 알고 있다 ② 개념 정도만 이해한다 ③ 모른다
4. 취급 또는 저장할 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료가 비치되어 있습니까?
① 모든 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료를 작성하여 비치하고 있다
② 일부 유해·위험물질만 종류 및 수량에 대한 자료를 작성하여 비치하고 있다
③ 유해·위험물질은 있으나 종류 및 수량에 대한 자료가 없다
④ 사업장내에 유해·위험물질이 없다
5. 유해·위험물질을 취급하고 있다면 유해·위험물질의 물질안전정보(MSDS)에 관한 자료목록을 작성 및 활용하고 있습니까?
① 모든물질의 MSDS정보를 비치 활용하고 있다
② 일부물질의 MSDS정보를 비치 활용하고 있다
③ 모든물질의 MSDS정보를 작성하였으나 활용하고 있지 않다
④ 물질안전정보(MSDS)정보를 작성 또는 활용하고 있지 않다
⑤ 물질안전정보(MSDS)정보가 무엇인지 모른다

6. 다음은 현행 공정안전관리(Process Safety Management, PSM)보고서의 구성요소입니다. 알고계신 내용에 대해 응답해 주십시오. (중복 기재 가능)

① 공정안전 자료 작성	② 공정위험 평가
③ 변경관리	④ 안전작업 및 안전운전 계획
⑤ 안전작업허가	⑥ 협력업체 안전관리
⑦ 안전교육 및 훈련	⑧ 사고조사
⑨ 비상조치 계획	⑩ 안전에 대한 감사
⑪ 가동전 안전점검	⑫ 시설보수 유지 관리

가. 귀사가 사업장 내에서 활용하고 있는 항목을 모두 써 주십시오

()

나. 위의 항목중 귀사에서 가장 필요하다고 생각되는 항목부터 차례로 항목번호를 써 주십시오

(1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12.)

다. 위의 요소외에 추가로 알고계신 내용이 있으면 써주십시오

7. 취급 또는 저장할 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료가 비치되어 있습니까?

- ① 모든 유해·위험물질의 종류 및 수량에 대한 자료를 작성하여 비치하고 있다
- ② 일부 유해·위험물질만 종류 및 수량에 대한 자료를 작성하여 비치하고 있다
- ③ 유해·위험물질은 있으나 종류 및 수량에 대한 자료가 없다
- ④ 사업장내에 유해·위험물질이 없다

8. 유해·위험물질을 취급하고 있다면 유해·위험물질의 물질안전정보(MSDS)에 관한 자료목록을 작성 및 활용하고 있습니까?

- ① 모든물질의 MSDS정보를 비치 활용하고 있다
- ② 일부물질의 MSDS정보를 비치 활용하고 있다
- ③ 모든물질의 MSDS정보를 작성하였으나 활용하고 있지 않다
- ④ 물질안전정보(MSDS)정보를 작성 또는 활용하고 있지 않다
- ⑤ 물질안전정보(MSDS)정보가 무엇인지 모른다

9. 유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료가 있습니까?

- ① 모든 유해·위험설비의 목록 및 사양에 대한 자료가 있다
- ② 일부 유해·위험설비만 목록 및 사양에 대한 자료가 있다
- ③ 유해·위험설비는 보유하고 있으나 목록 및 사양에 대한 자료가 없다
- ④ 사업장내에 유해·위험설비가 없다

10. 동력기계 또는 공정장치의 설비사양을 파악하고 있습니까?

- ① 자료를 모두 파악하여 안전상태를 관리하고 있다
- ② 일부자료만 파악하여 관리 하고 있다
- ③ 설비사양을 파악 할 필요가 없다
- ④ 설비사양이 필요하나 없다

11. 각종 건물, 설비의 배치도에 대한 자료가 있습니까?

- ① 배치도가 있으며 사업장내에서 활용되고 있다
- ② 배치도는 있으나 어디있는지 잘 모른다
- ③ 배치도가 필요 없다
- ④ 배치도가 필요하나 없다

12. 기계 설비 배치도에 대한 자료가 있습니까?

- ① 배치도가 있으며 사업장내에서 활용되고 있다
- ② 배치도는 있으나 어디있는지 잘모른다
- ③ 배치도가 필요없다
- ④ 배치도가 필요하나 없다

13. 안전운전에 대한 지침서가 있습니까?

- ① 지침에 따라 작업 한다
- ② 지침은 있으나 지침에 따르지 않는다
- ③ 지침이 없다

14. 운전방법을 알수 있는 공정도면이 있습니까?

- ① 공정도면이 있으며 사업장내에서 활용되고 있다
- ② 공정도면이 있으나 어디있는지 잘모른다
- ③ 공정도면이 필요없다
- ④ 공정도면이 필요하나 없다

15. 작업방법 또는 공정에 대한 설명서가 활용되고 있습니까?

- ① 설명서가 있으며 작업에 활용되고 있다
- ② 설명서는 있으나 활용되고 있지 않다
- ③ 설명서가 필요없다
- ④ 설명서가 필요하나 없다

16. 공정배관 및 계장도(P&ID:Process Piping & Instrument Diagram)가 있습니까?

- ① P&ID가 있고 활용하고 있다
- ② P&ID는 있으나 활용하지 않는다
- ③ P&ID가 없다
- ④ P&ID가 무엇인지 모른다

17. 공정흐름도(PFD : Process Flow Diagram)가 있습니까?

- ① PFD가 있고 활용하고 있다
- ② PFD는 있으나 활용하지 않는다
- ③ PFD가 없다
- ④ PFD가 무엇인지 모른다

18. 전기 단선도(배선도)가 있습니까?

- ① 전기 단선도가 있고 작업에 활용하고 있다
- ② 전기 단선도는 있으나 작업에 활용하지 않는다
- ③ 전기 단선도가 없다
- ④ 전기 단선도가 무엇인지 모른다

19. 방폭지역 구분도가 있습니까?

- ① 방폭지역 구분도가 있고 작업에 활용하고 있다
- ② 방폭지역 구분도는 있으나 작업에 활용하지 않는다
- ③ 방폭지역 구분도가 없다
- ④ 방폭지역 구분도가 무엇인지 모른다

20. 전기 접지에 대한 계획이 있습니까?

- ① 감전의 위험이 있는 설비는 모두 접지를 시킨다
- ② 일부 감전의 위험이 있는 설비만 접지를 시킨다
- ③ 접지를 거의 시키지 않는다

21. 소방설비 배치도가 있습니까?

- ① 소방설비 배치도가 있고 활용하고 있다
- ② 소방설비 배치도는 있으나 어디 있는지 모른다
- ③ 소방설비 배치도가 없다
- ④ 소방설비 배치도가 필요없다

22. 가스검지기 및 가스검지기 배치도가 있습니까?

- ① 가스검지기 및 가스검지기 배치도가 있다
- ② 가스검지기는 있으나 가스검지기 배치도는 없다
- ③ 가스는 사용하나 가스검지기가 설치되어 있지 않다
- ④ 가스를 사용하지 않는다

23. 국소배기장치(후드 덕트등 환기장치)의 설치도가 있습니까?

- ① 설치도가 있고 청소 및 보수작업시 활용한다
- ② 설치도는 있으나 어디있는지 모른다
- ③ 국소배기 장치는 있으나 설치도가 없다
- ④ 국소배기장치가 필요없다

24. 세척·세안시설 또는 안전보호장구 보관시설이 되어 있습니까?

- ① 시설이 되어 있으며 활용 하고 있다
- ② 시설이 되어 있으나 활용되고 있지 않다
- ③ 시설이 되어 있지 않다

25. 화재탐지기 및 경보설비에 대한 설비도를 갖추고 있습니까?

- ① 설비가 갖추어져 있으며 수시로 작동상태를 점검한다
- ② 설비는 갖추어져 있으나 작동상태를 점검하지 않는다
- ③ 설비는 갖추어져 있으나 오작동을 우려하여 꺼놓는다
- ④ 설비도가 필요하나 설비도가 없다

26. 위험설비, 안전설계에 대한 제작 및 설치관련 지침서가 있습니까?

- ① 지침서가 있으며 제작 및 설치시 지침서를 활용한다
- ② 지침서는 있으나 활용은 하지않는다
- ③ 지침서가 없다

27. 환경관련 폐기물 처리 지침이 있습니까?

- ① 처리 지침이 있으며 처리 지침에 따라 처리 한다
- ② 처리 지침은 있으나 지침대로 처리하지는 않는다
- ③ 처리 지침이 없다

28. 체크리스트를 이용하여 설비나 공정등의 위험성을 평가합니까?

- ① 체크리스트를 이용하여 수시로 위험성 평가를 한다
- ② 체크리스트를 이용하여 작업내용(공정 및 설비변동 등)변경시 평가한다
- ③ 점검표는 있으나 점검은 하지 않는다
- ④ 점검표 없이 가끔 점검한다
- ⑤ 거의 점검을 하지 않는다

29. 체크리스트를 이용하여 위험성을 평가한다면 언제 합니까? (중복선택)

- ① 설계 ② 건설 ③ 시운전 ④ 정상운전 ⑤ 운전정지

30. 귀사는 설비 및 시설에 대해서 안전성검토(SAFETY REVIEW)를 실시합니까?

- ① 외부전문기관에 의뢰하여 안전성검토를 실시한다
② 사내 팀을 구성하여 안전성검토를 실시한다
③ 전문적인 안전성 검토를 실시한적이 없다

31. 위험 및 작업성 검토(HAZOP)를 활용할 수 있습니까?

- ① 아주 잘 활용할 수 있다
② 전문가의 도움이 있으면 활용할 수 있다
③ 활용해 본 경험이 있다
④ 활용할 수 없다
⑤ 위험 및 작업성 검토(HAZOP)가 무엇인지 모른다

32. 체크리스트법, HAZOP 기법외의 위험성 평가 기법을 활용하여 위험성 평가를 실시할 수 있습니까?

- ① 아주 잘 할 수 있다
② 전문가의 도움이 있으면 할 수 있다
③ 활용해 본 경험이 있다
④ 실시할 수 없다

33. 다음은 위험성평가 기법의 대표적인 방법입니다, 아래 위험성평가 기법중 알고 있는 내용에 대해서 응답해 주십시오. (중복기재가능)

- | | |
|---------------------------------|-----------------------|
| 1. 체크리스트 분석(CHECK LIST) | 2. 사고예상 질문분석(what if) |
| 3. 위험과 운전 분석(HAZOP) | 4. 이상위험도 분석 (FMEA) |
| 5. 원인결과분석 (CCA) | 6. 사건수목 분석(ETA) |
| 7. 공정위험분석 (PHR) | 8. 작업자 실수 분석 (HEA) |
| 9. 상대위험 순위결정(Dow & Mondindices) | |
| 10. 예비위험분석(PHA) | 11. 결함수분석(FTA) |
| 12. 사건수목 분석(ETA) | |

가. 귀사가 사용하고 있는 위험성 평가 기법을 모두 쓰십시오? (번호 기재)
()

나. 귀하가 알고 있는 위험성 평가 기법을 모두 쓰십시오 ? (번호 기재)
()

다. 귀사가 사용할수 있는 기법을 모두 쓰십시오. (번호 기재)
()

라. 위 항목외에 알고 있는 위험성 평가 기법이 있으면 써 주십시오?

34. 기계·기구설비 등의 주요부분을 변경할때는 변경에 따른 위험을 평가하십니까?

- ① 변경관리 팀을 설치하여 안전성을 평가한 후 설비를 변경을 실시한다
 - ② 중견기술자의 설비안전성 회의결과에 따라 설비 변경을 실시한다
 - ③ 기술자 스스로 안전성을 판단후 설비를 변경한다
 - ④ 작업담당자 스스로 안전성을 판단후 설비를 변경한다
 - ⑤ 기타(구체적인 방법이 있으면 기록하여 주십시오)
-

35. 작업내용 변경시 안전작업 방법을 근로자들에게 숙지시키고 있습니까?

- ① 변경된 안전작업내용을 모든 근로자에게 교육후 작업하게 한다
- ② 변경된 안전작업내용을 일부 근로자에게 교육후 작업하게 한다
- ③ 주의 사항만 하달하고 작업하게 한다
- ④ 아무런 조치 없이 작업 시킨다

36. 작업내용 변경시 안전작업 지시서가 있습니까?

- ① 변경된 안전작업 지시서가 있으며 지시서에 따라 작업한다
- ② 변경된 안전작업 지시서가 없으나 작성할 예정이다
- ③ 변경전 안전작업 지시서를 사용해도 무관하다
- ④ 안전작업 지시서의 필요성을 느끼지 못했다

37. 안전작업 또는 안전운전 지침서가 있습니까?

- ① 지침서가 있으며 작업시 활용한다
- ② 지침서는 있으나 활용 하지 않는다
- ③ 안전작업 또는 안전운전 지침서는 있으나 경험에 의존하여 작업한다
- ④ 안전작업 작업지침서 없이 작업한다

38. 작업전 안전작업허가제도가 있으며 이를 실행하십니까?

- ① 안전작업 허가제도가 있으며 모든 작업에 활용하고 있다
- ② 안전작업 허가제도가 있으며 특히 위험한 작업만 활용 한다
- ③ 이 제도가 없이 위험작업은 주무서장의 구두허가를 받아서 실행한다
- ④ 모든 작업은 근로자가 판단하여 실시하므로 필요가 없다
- ⑤ 이 제도에 대해서 잘모른다

39. 협력업체에 대한 안전관리 절차 및 규정이 있습니까?

- ① 협력업체에 대한 안전관리 규정이 있으며 잘 활용하고 있다
- ② 규정은 있으나 지켜지지 않는다
- ③ 협력업체 스스로 알아서 한다

40. 교육계획 및 실행절차가 수립되어 있습니까?

- ① 계획이 수립되어 있어 체계적으로 실시한다
- ② 계획이 수립되어 있지만 거의 실시하지 못한다
- ③ 계획이 수립되어 있지 않지만 상황이 발생할때마다 실시한다
- ④ 안전교육 계획이 수립되어 있지 않고 안전교육을 거의 실시하지 못한다

41. 위험성평가 기법등 전문안전교육을 실시하거나 실시할 계획을 가지고 있습니까?

(중복표기 가능)

- ① 전문안전교육을 실시한적이 있다
- ② 전문안전교육을 실시할 계획이 있다
- ③ 일반근로자 안전교육은 실시하나 PSM 등 전문안전 교육은 실시하지 못한다
- ④ 전문안전교육을 받을 필요성을 느끼지 못한다

42. 사고발생시 사고조사를 실시하십니까?

- ① 산재처리되는 사고만 조사한다
- ② 아차사고 뿐만아니라 모든사고에 대해서 사고조사를 실시한다
- ③ 사고조사를 거의 실시하지 않는다

43. 재해자 발생시 응급조치계획이 수립되어 있습니까?

- ① 응급조치 계획이 수립되어 있으며 이를 적극 활용 한다
- ② 응급조치 계획이 수립되어 있으나 실제 활용은 하지 않는다
- ③ 응급조치 계획이 수립되어 있지 않다

44. 화재 폭발 등에 관한 비상조치계획이 수립되어 있습니까?

- ① 비상조치 계획이 수립되어 있고 비상시 활용한다.
- ② 비상조치 계획은 수립되어 있으나 활용하지는 않는다
- ③ 비상조치 계획이 수립되어 있지 않다

45. 화재폭발등 비상시 작업중단이나 대피등에 대한 수습대책은 수립되어 있습니까?

- ① 비상시 활동에 대한 비상계획이 수립되어 있고 비상훈련을 실시한다
- ② 비상계획이 수립되어 있으나 비상훈련을 실시하지는 않는다
- ③ 비상계획이 수립되어 있지 않다

46. 안전에 대한 회사 자체감사를 실시하십니까?

- ① 본사 또는 본청 에서 안전에 대한 감사를 실시한다
- ② 부서운영자 등에 의하여 감사를 실시한다
- ③ 자체적으로 안전에 대한 감사를 실시한다
- ④ 감사를 받거나 실시한적이 없다

47. 기계 및 설비의 가동전 이상상태 유무에 대한 점검 지침서가 있습니까?

- ① 가동전 이상상태 유무점검에 관한 지침서가 있어 반드시 실시한다
- ② 가동전 이상상태유무에 관한 점검지침서는 있으나 거의 지켜지지 않는다
- ③ 이상상태 유무에 관한 점검지침서는 없으나 가동전 이상상태를 점검한다
- ④ 가동전 이상상태 유무점검 지침서도 없고 점검도 하지 않는다

48. 기계 및 설비 점검·검사·보수계획 및 유지관리지침서가 있습니까?

- ① 점검 및 정비시 작업자 유지관리 지침서에 따라 작업한다
- ② 유지관리 지침서가 수립되어 있으나 지켜지지 않는다
- ③ 보수유지는 지침서대로 하지 않고 경험에 의해서 개별수행한다
- ④ 지침서가 없다

VI. CMA 체크리스트

1. 인간에 대한 안전

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
1.1	입지조건	1. 주변으로부터 또는 주변에 대한 화재, 폭발, 소음, 대기오염, 수질 오염의 영향은 없는가 2. 긴급용 자동차사용은 편리한가 3. 철도 고속도로의 복잡으로부터 지키지 않는가 4. 급카버 또는 교통표지 등 적절한 조치가 되었는가		
1.2	건 물	1. 계단, 바닥, 화물적치장, 의자등의 설계기준은 되어 있는가 2. 출입구 또는 피난통로의 적성 피난통로에 대한 방호조치는 적정한가 3. 조명장치는 적절한가 4. 쉼, 창, 도로 출구 등에 대해서 돌출된 상황은 없는가 5. 강구조의 각은 등근형으로 되었는가		
1.3	작업장소	1. 스팀, 물, 공기, 전기, 접속구, 기타 호수 또는 전선등이 작업장소 나 도로등에 널려져 있지 않은가 2. 유해가스, 증기, 분진증기등에 대한 환기는 양호한가 3. 환기구는 오염되었지 않은가 4. 원재료의 일시적 적치장이 생산이나 제품적치장에 적절하게 준비 되어 있는가 5. 재해 폭발화재의 잠재위험성이 있는 장소에 있어서 운전관리실은 별도로 건설되어 있는가. 제어실벽의 보강 및 창은 적지 않은가 6. 안전한장소로 피난통로의 배치상황은 어떤가 7. 필요한 장소에는 폭풍압의 방출구가 배치되어 있는가 8. 바닥의 설비보존에 필요한 면적은 확보되었는가 9. 용기의 노즐 또는 맨홀의 설치스위치는 사람을 탈출시키고 청소 소나 보전이 안전하게 되도록 되어 있는가 10. 가열표면으로부터 방호는 되어 있는가 11. 도로나 작업장소 머리위에는 적절한 거리가 유지되는가 12. 동력장치는 적절하게 방호되어 있는가 13. 인력으로 조작하는 발브는 용기로부터 긴급한 경우 사람을 탈출 시키고 청소나 보전이 안전하게 조작되는가 14. 배수 환기장치는 종업원, 주민 재산에 위험이 없는 위치에 설치 되어 있는가. 또 안전하게 후레아스텍이 설치되어 있는가 15. 자유선회 가능한 호이스트의 설치유무 및 전동호이스트의 경우, 안전부록 리미트스위치의 설치유무		

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
		16. 승강기에는 승강대 및 승강기대에 각각 인터로구식으로 승강대에는 리미트스위치의 설치유무 17. 재로운반에 대해서 인력을 기계화하도록 노력하고 있는가. 18. 긴급용 사외 및 세안장치는 설치되어 있는가 19. 가연성액체 드럼통 적치 및 트럭 배송장소의 생산설비와 거리가 떨어져 있는가 20. 위험성이 있는 공장은 2개소이상 출입구가 있는가 21. 격렬한 소음을 발생하는 작업에 대해서 방음대책이 되어 있는가 22. 제조공장내의 사무실 및 연구소의 출입구의 안전이 확보되어 있는가 23. 토크아웃목적으로 전원이 차단 가능한 시스템인가		
1.4	구 내	1. 통로는 보행자,차(구급부품)가 안전하게 이동출입이 가능하도록 배치되어 있는가 2. 궤도에 의한 탈인차에 대해서는 케이블이 파단한 경우 안전조업이 될 수 있는가. 그 경우 운전자는 감아올리는 드럼 또는 카프스탄과 동색간의 좁지않은 구조가 되어 있는가. 3. 가연성액체의 탱크로리 정전 접지시킨 하치장으로 적치된 구조인가 4. 탱크로리 또는 탱크차의 하치장소는 작업에 안전한 넓이가 되어 있는가 5. 탱크로리 또는 탱크차 위에서 작업하는 종업원에 대해서 추락방지의 안전대책 유무 6. 저장량 계측 또는 작업장의 머리위에 안전한 공간 또는 압력방출발브 보전을 위한 탱크로 올라가는 종업원의 안전대책은 어떤가		

2. 프로세스에 대한 안전 체크리스트

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
2.1	재 료	발화성의 평가 1. 충격에 대한 발화성에 대한 평가방법은 어떤가 2. 예상되는 이상반응 또는 분해반응의 평가방법은 어떤가 3. 프로세스내의 물질분해시 발생열량을 산출 가능한 자료는 비치되어 있는가 4. 가연물에 대한 관리는 되어 있는가 5. 분진폭발의 잠재폭발 위험성은 없는가 6. 특성물질은 없는가		

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
		7. 설비에 사용되고 있는 재료는 취급 화학물질은 적절한 성분인가 8. 부식이상 반응을 방지하기 위하여 보안관리는 어떻게 하는가 9. 취급물질을 변화 또는 운전조건의 변경 가능성은 있는가 10. 취급 물질의 성상파악은 하고 있는가 11. 프로세스내 취급물질의 한가지이상 있는 경우 잠재위험의 발생 가능성은 있는가 12. 원료공급의 확보는 되어 있는가 13. 방출차폐 보안용 불활성가스 공급이 정지한 경우 위험이 있는가. 보안용 불활성가스 저장량은 어떤가 14. 화재에 대한 긴급차단장치 긴급대책의 준비는 어떤가		
2.2	반 응	1. 잠재적 위험한 반응으로부터 격리방법은 어떤가 2. 운전상태의 변동이 폭발한계밖에서 일어날 가능성은 있는가 3. 위험성을 품고있는 반응에 영향이 있는 유량 프로세스 조건오염의 가능성은 어떤가 4. 프로세스내에서 가연성 반응의 가능성은 어떤가 5. 프로세스내에서 취급물질의 인화적 부근 온도에서 운전할 경우 주의점은 6. 프로세스내에서 모든 반응성 물질 및 중간물질에 대한 안전여유도 취급물질이 일부 결합있는 경우 또는 혼합비가 틀려 운전된 경우 안전대책은 되어 있는가 7. 통상 운전상태 또는 이상 운전상태에 있어서 반응속도 가능성 여부 8. 통상 운전상태 또는 이상발열 반응사에서 냉각에 필요하는 열량은 9. 해당 프로세스의 화학 기술적 관명도는 어떤가 10. 위험성이 있는 프로세스내에 혼입물명은 있는가 11. 이상반응 운전시 반응물질의 긴급방출 조치의 유무 12. 폭주반응 긴급정지조치 대책 유무 13. 통상반응 및 이상반응 가능성 이해도 유무 14. 회전기계의 고장에 의한 위험한 반응 가능성 여부 15. 긴급차단 또는 통상 폐한에 의한 위험성 상태의 가능성 여부 16. 기후이변에 의한 원재료 또는 프로세스중 이상발생 가능성여부 17. 설비의 전회 점검이후의 운전조건 변화 유무		
2.3	설 비	1. 전회 검사이후 설비의 증설에 대한 기존설비 규격의 적합유무 2. 복수의 개수로부터 환기시스템의 잠재위험 유무 3. 밀봉한 장치내의 위험성액체 적정유지 여부 4. 외부로부터 화재에 의한 프로세스내의 위험성 여부 5. 폭발 발생에 대한 억제를 요하는 설비에 대한 대책 여부 6. 화재억제 또는 폭굉억제가 필요한 곳 여부 7. 밀폐개소 발재에 대하여 사용한 소화기 정비상태 여부 8. 저장지역내 안전관리상태 여부		

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
		9. 유리 등 파손 가능성이 높은 부품을 견고한 재료로 교환가능 여부. 이것이 불가능한 경우 방호대책의 가능성 및 파괴시의 위험성 여부 10. 사이드창용 유리의 한정사용상태, 고압단은 독성의 반응기에 서 고압용 특제유리창의 부착유무 11. 긴급정지 발브 또는 긴급개폐구 조작성은 좋은가 12. 중요장치 특히 프로세스용 압력용기의 최근 압력검사기는 적정한가 13. 고반기 고장에 의한 위험상태의 가능성은 없는가 14. 배관의 폐한 사고종류 및 그 위험성유무 15. 보존작업 개시시 드레인 완전배출 설치유무 16. 환기의 적정도의 판정기준 유무 17. 정전기에 의한 불꽃방전방지 대책유무 18. 폭발예에 의한 장치의 격리된 작업잠근방의 차단 또는 바리 게이트에 대한 규정유무 19. 건물 또는 작업장에서의 폭발 완화조치유무 20. 압력용기에서 적용한 기술기준 21. 압력용기에 대한 관계기관에 등록상황 22. 압력용기에 대한 목시검사, 치수검사, 비파괴검사, 내압검사의 실시상황 유무 23. 전압력용기의 경력서에 대한 검토상황		
2.4	계장 제어장치	1. 전제어장치용 동력원의 긴급정지지에서 발생할 위험성 유무 2. 전제어 장치고장에 대한 해일세이프 설치상황 3. 프로세스 제어장치의 일부고장 또는 보전작업에 의한 제어장치 의 일시정지가 있는 계기표시가 단독 불가능시에 대한 대책유무 4. 직접 또는 순간적 프로세스 안전용 제어장치의 반응속도에 대 한 검토노력정도, 중요한 제어장치 작동 불능시에 대한 독립된 별도제통에 따른 제어시스템의 유무 5. 사업장전체의 제어 시스템에 대한 안전설계표준의 일환으로서 당해 프랜트에 적용상황 6. 대기, 습도, 온도변화에 대한 계장제어장치의 영향유무 7. 게이지메타 및 기록장치에서 판독하는 것에 대한 개선대책 8. 게이지,유치,사이드창 유리등이 파괴한 경우 내용물 누설방지대책 9. 위험한 환경에 따라 적절한 계장설비에 대한 보호카바의 취부 상태유무 10. 제어기능시험 또는 검사방법유무 11. 잠재적고장 또는 성능열화에 대한 정기점검방법 및 그 냄새유무		

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
2.5	운 전	1. 운전메뉴얼에 대한 최근 재검토 상황유무 2. 신입생에 대한 경험자에 따라 프랜트의 운전방법 특히 기동 정지 긴급조작에 대한 교육훈련 상황유무 3. 최근 파손된 프랜트의 안전점검 이후의 점검상황 유무 4. 기동전의 프랜트내의 특별한 청소 및 점검상황 유무 5. 긴급차단 발브 또는 긴급스위치를 쉽게 조작가능치 않은 상황이 있는 경수조건과 여기에 대한 조작순서 유무 6. 탱크내의 수불시 안전대책 정전기 발생에 대한 적절수단 유무 7. 일상의 보존작업시에서 발생할 가능성이 있는 잠재적 위험종류 유무 8. 통상 및 이상운전시에 방출되는 물질의 위험성에 대한 평가방법 9. 독립한 불활성가스의 보급시스템의 유무 각 유니드에 보급용이 유무 10. 설계변경 용량확대 운전조건의 변경에 의한 안전성 저하 가능성 유무 11. 운전요령서에서 기동정지 예상시를 포함해서 기재유무 12. 배치시스템이 연속프로세스선택에 대한 경제평가 유무		
2.6	고 장	1. 각 공급물의 정지시 또는 그이상 공급물의 정지동시 발생시에 생각되는 위험성 유무 2. 각 유더리더의 정지시 또는 그이상의 유너리더정지의 동시발생에 생각되는 위험성 유무 3. 기득동시 고장에 따른 최악의 사고상태 유무 4. 누설 가능성 및 이에 따른 위험종류 유무		
2.7	배 치 계 획	1. 적절한 간격으로 배치 운전시에서도 보전작업 가능한 배치상황 유무 2. 예상되는 설비로부터 누설에 따른 프로세스 전체에 대한 영향의 종류유무 3. 하수도에서 방출된 폐기물로부터 위험성 유무 4. 분진, 흙, 미스트 등에 따른 공해발생의 가능성 및 그러한 발생원의 감소관리상태 유무		

3. 전기설비에 대한 안전체크리스트

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
3.1	설 계	전기계통에 대해서 1. 플랜트의 일부에서 고장발생시에 동플랜트에 다른 부분에 대한 영향유무 2. 플랜트내에서 다른부분에서 결함 또는 전압변동에 의한 제어 시스템에 의한 보호대책 3. 인터록 및 긴급정지시스템에 필요한 상태의 종류유무 4. 사용되고 있는 인터록 및 긴급정지시스템에 필요한 상태의 종류유무 5. 사용되고 있는 인터록 및 긴급정지시스템의 단순화 상황유무 6. 보험관련 기준에 정해져 있는 보호구는 항상 사용하고 있는가 7. 전기설비에는 어떠한 설비기준을 채용하고 있는가 - 국내법규에 준한 전기계통에 대해서 각전기설비의 기술 8. 전기설비에 대한 프로세스의 위험성별의 방폭기준은 틀림이 없는가 9. 손해보험협회에서 승인되고 있는 부품을 사용 가능치 않은 경우 유무 10. 전기설비에 대한 신기술의 채용유무 11. 전기계통을 가능한 단순화하고 또는 전기조작반의 배열을 단순화하고 오조작방지대책을 고려한 설계유무 12. 예방보전위한 운전중의 오프로세스 설비로부터 전기설비의 교환가능성 유무 13. 사용전력의 과부하방지의 제어시스템에 의한 고장방지책의 유무 과부하 단락방지 대책 1. 전기계통의 고장발생 방지대책을 위한 동력배선에 대한 고려 유무 2. 전선파괴발생이 되는 경우 전기용량의 정도 3. 전기파괴발생에 대한 고장발생 방지대책과의 관계여부 4. 전기기구의 내구수명 현장시험의 기준여부 정전기 접지 1. 안전운전에 대한 조명조도의 정도여부 2. 파괴방지 대책은 되었는가 3. 동력케블 파손시의 인체에 대한 안전대책은 되어있는가 조명설비 1. 안전운전에 대한 조명조도의 정도여부		

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
		2. 보전작업에 대한 조명조도의 정도여부 3. 전력공급사에서 보안용 조명설비의 유무 4. 탱크본체의 정전접지에 의한 음극방식대책 정도유무 5. 동력개폐기 또는 기동기 고장시의 대책의 가능성 유무 6. 통신전달망의 그계통화의 유무 7. 통상 운반차동에 의한 교통 또는 소화활동시의 통로여유의 유무 8. 인터록 작동점검 예정표의 유무 9. 시퀀스 제어장치에 대한 정기적작동시험후의 경보 및 자동 조작상황의 점검유무		

4. 보일러 및 부속설비

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
1.	안 전 발 브	1. 안전발브 출구측 방출관의 대구경관의 고정지지 유무 2. 트레인 배관상황 3. 보일러본체의 저압측 드림의 안전밸브의 설정압력이 보일러 증기토출 최고사용압력에 있는가 4. 보일러 본체의 저압측 드림의 안전발브 설정압력이 보일러 증기토출압력의 103%이하에 있는가		
2.	토출측 배관	1. 안전밸브 토출압력에 의한 두께보다 한개단 두꺼운 것을 사용하고 있는가 2. 대반경의 오르포의 사용 드레인배출에 필요한 경사 및 드레인 배관의 설치상황 여부		
3.	보일러급수배관	1. 보일러 본체 운전장소로부터 급수제어장치 바이패스 배관의 조작 및 드림 액연감시의 가능성 여부 2. 급수펌프가 전기구동의 경우 증기구동과 병용 가능성 여부		
4.	증기토출배관	1. 2기이상 보일러증기 토출배관이 연락되어 있는 경우 각 보일러 출구배관에 역지발브 및 폐지발브의 설치유무 2. 역지발브 및 폐지발브사이에 자유롭게 흡출하고 드레인배관의 설치유무 3. 배관 각 부분에서 응축증기 드레인 고려유무 4. 배관의 열팽창에 대한 보호대책 및 지지방법 상황유무		

No	항 목	검 토 내 용	예	아니오
5.	증기드럼용액 면계 (운전원이있는경우)	1. 고수위 및 저수위 검지경보설비의 설치유무 2. 트랜트의 증기압력저하에 따라 위험성이 없는 경우 저수 위 검지와 바나의 연속정지와의 연동제어장치의 설치유무 3. 급속 제어밸브의 조작위치로부터 맥면계의 게이지 계측 가능성유무 4. 원격지시의 드럼의 액면계와 드럼액면 제어장치와의 별 도 설치유무		
6	증기압드럼용액 면계 (운전원이부재경우)	1. 고수위 및 저수위 검지 기록계의 유무 2. 저수위 검지시의 바나연소, 공급차단밸브와의 별도 설치 유무		
7	가스바나 제어장 치 및 배관일반	1. 수동식 차단밸브에 대한 트랭크로그 설치유무 2. 가스연료 경우 조절밸브 및 안전차단밸브 증류측에 여과기 설치유무 3. 전부하상태에 대해서 안정한 가스압 공급에 필요한 4. 이중의 차단밸브 및 통기밸브의 설치유무 및 리세트방법 의 종류 5. 연료대공기비율 조정장치의 종류 6. 점화가스계통에 대한 독립한 압력제어장치의 유무		

(별지)

각종 체크리스트 개요

목적	노 동 성	K H K	소 방 청	H 사
	화학 플랜트 안정성평가	방 재 체 제	콤비넌트 방재체제	플랜트 안전
체 크 리 스 트 항 목	(1) 설계관계 ① 입지조건 6항목 ② 공장내 배치 9항목 ③ 구조물 9항목 ④ 소방용설비등 5항목 (2) 운전관계 ① 원재료·중간체제품등 7항목 ② 프로세스 7항목 ③ 수송저장 등 9항목 ④ 프로세스기기 11항목	(1) 방재설비 ① 방재설비 유의점 ② 기업내 방재계획 ③ 방재설비 ④ 긴급보안설비 ⑤ 긴급설비 및 긴급차단방심 ⑥ 유동 확산 방지설비 ⑦ 방화소화설비 ⑧ 통신설비 ⑨ 긴급용 자기재 (2) 방재활동 ① 방재계획과 방재활동 유의점 ② 긴급체제 ③ 연락 공법활동 ④ 방재조치 ⑤ 피난 ⑥ 방재활동을 위한 상정훈련	(1) 입지조건 ① 입지적 조건 6항목 ② 기상조건 5항목 ③ 지반조건 3항목 (2) 안전설계 ① 위험성 분류 7항목 ② 프린세스 안전성 17항목 ③ 운전안전성 13항목 ④ 피해극한 대책 9항목 ⑤ 소방용설비등 4항목 (3) 운전관리 ① 정상운전 9항목 (4) 보안관리 ① 보안관리조직 8항목 ② 긴급시 체제 6항목 ③ 설비관리 15항목 ④ 보안교육 6항목 (5) 독성시설대책 ① 방호대책 8항목 (6) 과거 재해사례	(1) 서 장 (2) 입지 배치계획 (3) 물류 위험성 취급 (4) 프로세스안전성 (5) 토목 건축설비 (6) 기계설비 (7) 전기설비 (8) 계장설비 (9) 방재설비 (10) 조업 (11) 건설 (12) 설비보전과 관련
특 징	노동재해를 중시한 프로세스 안전 관리	· 평소 및 파과적 지진에 대한 방재 체제 · 각자 단독 및 콤비넌트 상호체제	사고 발생후의 소방활동중시	· 전부 846항목 · 안전대책 검토를 향하여 어떤가를 유무를 묻는 형식 · 모든 화학플랜트에 적용가

목적	M C A	D u P o n t	Cheveron Chemical	
	사 고 방 지	프로세스 위험성	안전 및 손실방지의 감사	
체 크 리 스 트 항 목	(1)인간에 대한 안전체크리스트 ① 입지조건 4항목 ② 건물 5항목 ③ 작업장비 23항목 ④ 구내 8항목 (2) 프로세스에 대한 안전체크리스트 ① 재료 15항목 ② 반응 17항목 ③ 장치 23항목 ④ 계장관리 11항목 ⑤ 조작 12항목 ⑥ 고장 4항목 ⑦ 배치계획 4항목 (3) 전기안전에 대한 체크리스트 ① 설계 15항목 (4) 보일러와 기계장치의 체크리스트 ① 보일러 11항목 ② 배관과 밸브 13항목 ③ 압력 없는 진공개방 11항목 ④ 기계장치 13항목 ⑤ 소화장치 25항목	(1) 저장 탱크 7항목 (2) 물질취급 5항목 (3) 설비와 운전 14항목 (4) 인체방호 6항목 (5) 운전제어 10항목 (6) 폐기 3항목 (7) 샘플링 7항목 (8) 방호 4항목	(1)조직과 관리 ① 방침명시와 책임할 당명시 ② 종업원 채용과 배속 ③ 긴급대재해 화재 및 액류실 방재계획 ④ 공장장 직접관리 ⑤ 안전규제와 표준 ⑥ 안전조직 (2) 재해 전반 방지 ① 정리정돈 ② 장치방호 ③ 작업구역 보호 ④ 재료 취급 ⑤ 보호구 (3) 프로세스 위험유해성 관리 ① 방제시스템 ② 환경과 위생 ③ 화학약품과 유해위험성 ④ 유해위험성 확인해석 ⑤ 안전작업허가와 탱크내 작업 ⑥ 프로세스 안전장치 신뢰성 ⑦ 프로세스 메타난스 ⑧ 고형 폐기물 ⑨ 안전설계	(4) 훈련과 동기부여 ① 감독자 안전교육 훈련 ② 신종업원 교육 ③ 종업원 훈련 ④ 안전운전의 지침서 ⑤ 공장내 자주점검 및 자체검사 ⑥ 안전회의 ⑦ 안전상 접촉과 커뮤니케이션 ⑧ 안전제안 ⑨ 안전인식과 장려 (5) 사고조사와 원인해석 ① 감독자에 의한 사고조사 ② 인신사고 원인해석 ③ 크래임 조사와 Follow up ④ 보고와 기록보존 (6) 업무외 안전 ① 조직과 관리 ② 조사보고 및 원인해석
특 징	• 모든 화학프랜트에 가능 • 체크항목이 많다 282항목	• 조사사항에 관련한 프로 세스 위험성에 대한 검토 진행방법 • 프로세스 전방 검토가	각 공장의 안전과 손실 방지와 수준을 평정하여 지도교육 방법 장래계획자료를 얻을 목적으로 감사로 사용	

목적	미국 보험 협회		A Spiegle lman		Dow Chemical		노 동 성	
	화학공장의 위험성과 피해		화학공장의 안전성		안전성평가		화학설비등 정기자체 검사지침	
체 크 리 스 트 항 목	(1) 프랜트 사이드	10항목	(1) 입지조건	7항목	(1) 공장의 로케이션	8항목	(1) 탑조류	
	(2) 프랜트 사이드	10항목	(2) 프랜트 레이아웃	10항목	(2) 건물	17항목	(2) 열교환 기류	
	(3) 건조물	10항목	(3) 건조물	10항목	(3) 스프링쿨러,소화전 및 소화용수주관	8항목	(3) 가열로	
	(4) 물자	9항목	(4) 원료 중간제품	9항목	(4) 전기설비	15항목	(4) 냉각장치	
	(5) 프로세스의 평가	9항목	(5) 화학프로세스	7항목	(5) 배수설비	6항목	(5) 가열장치	
	(6) 유닛 오퍼레이션 수송저장	8항목	(6) 수송 이동	8항목	(6) 저장	4항목	(6) 교반장치	
	(7) 오퍼레이션	7항목	(7) 교육	7항목	(7) 불활성가스의 사용	2항목	(7) 이송, 압축장치	
	(8) 기기	10항목	(8) 장치	7항목	(8) 물자의 취급	10항목	(8) 예비동력원	
	(9) 방재계획	10항목	(9) 검사계측장치	9항목	(9) 기계설비	3항목	(9) 예측, 제어장치등	
			(10) 긴급대책	10항목	(10) 프로세스	22항목	(10) 안전장치	
				(11) 안전설비	17항목			
특 징	화재폭발에 의한 손해배상에 중점을 두기 위하여 체크포인트가 한정되었고 적잖은 항목에서 손해사고 발생건수를 Hzard로 기재.		미국 보험협회에 유사		· 화학프랜트의 화재폭발 위험 의 평가 · 소방조직의 회복 · 신설프랜트에 적합		정기 자주검사의 항목, 방법, 판정기준을 정한것.	

부적	Allied Chemical	I C I	E x x o n
	위험성 검증과 리스크평가	프랜트 개조시에 있어 기술적인 관리	저온액화탄화수소의 저장 취급설비 안전성
체 크 리 스 트 항 목	(1) 프랜트 시설 전반 ① 프랜트 부지 ② 프랜트 레이아웃 ③ 건축물과 가설구조 ④ 소화설비와 수원 (2) 물질과 Hazard ① 사람훈련과 운전방법 ② 예방보전 중요기기 검사방법 ③ 안전과 방화 자주검사 프로그램 ④ 프랜트의 관리프로그램 ⑤ 프랜트의 방재조직과 재해대책 (4) 누설과 공해대책 프로그램 (5) 생산책임 ① 생산 ② 품질관리 ③ 표시주의 사항 사용법 ④ 포장과 출하	part I 개조의 실시에 따른 토의 영향 체크 ① 개조의 실시에 따른 토의 영향 체크 ② 리리프 부록 다운 ③ 지역 분류 ④ 일반 part II 개조공사의 상세 설계내용 체크 part III 개조가 설계내용과 일치하도록 완성되었는가.	(1) 토목 (2) 기계, 재료 (3) 해양시설 (4) 오브사이트의 안전설비, 방화 설비등
특 징		· 재조실시시의 기술관리를 확실히 행하기 위 한 질문형식 · 전부 40항목	· 신설비에 구비해야 할 요건을 나타내고 기존 설비에는 안전성 평가 할 지침 · 전부 150항목

(첨부 2)

A. Spiegelman. 미국 보험협회와 다우케미칼사의 체크리스트 비교

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
A. 입지조건 1) 지형과 배수관계 2) 기온 풍토경향 · 지진 · 홍수 · 태풍 · 벼락 · 저온스모크 3) 재해발생 경우 순환조건 4) 도로, 공항 밀집지대 긴급 물질 반입편리 5) 물, 가스, 전기편리 6) 긴급대책(소화)를 공여 가능 한 공동체 7) 긴급차, 병원, 경찰서, 소방서 의 편리	프랜트사이드(3.5%) 1) 지세는 적절한가 배수는 적당한가 2) 자연재해 : 지진, 홍수, 안개, 태풍, 낙뢰, 스모크, 한랭 3) 화재폭발 기타사고에 의한 유독한 가 스나 힘이 부근에 피해를 미치지 않는 않는가 4) 고속도로, 비행장과 과밀지대가 프랜 트 근방에 없는가 5) 유더리터는 적절한가(물, 전기, 가스) 6) 지구의 소방요원 및 설비는 적절한가 7) 지구의 구급차, 병원, 경비는 적절한가 8) 폐기물의 지구에 대한 공해 9) 근방 프랜트로부터 화재폭발에 의한 위험 10) 근방의 프랜트로부터 유해가연가스 에 의한 위험	
B. 프랜트 레이아웃 1) 경계책 2) 경계선으로부터 안전거리 3) 주거구역, 창고, 사업장, 연구 소등 분리, 발화원 풍향 4) 위험구역과 관제실, 전자계산 기실, 중요지점과 거리 5) 취급물질의 특성량 감도 프 로세스를 고려한 간격 6) 소화활동 소요공간 귀중품의 밀집도 7) 프랜트 주변의 화물 집산 체크리스트와 발화원 관계 8) 저장공간의 거리와 방액제 9) 폐기물 및 장치와 상태관계 10) 긴급사태에 있어 출입구와 차도와의 관계	프랜트레이아웃 (2.0%) 1) 프랜트는 적절한 방재과 문이 설치되 어 있는가 2) 프랜트는 뉴니트로부터 경계 또는 안 전거리가 충분한가 3) 프로세스공간은 유더리티 저장사무실, 실험실로부터 거리가 떨어져 있는가, 착화원의 풍에 위치하고 있는가 4) 위험한 유니트는 조정룸 프로세스 컴퓨터 설비로부터 떨어져 있는가 5) 기기사이 공간은 아래향을 고려하고 있는가 물질위험성량 운전조건 기기의 작동 방재활동 귀중품 집중 6) 출하설비는 프랜트의 주변에서 가스 착화원으로부터 떨어져 있는가 7) 사무실, 창고는 프랜트주변에 있는가 8) 저장탱크 및 경계로부터 떨어져 있는가 9) 폐기물처리 설비는 과밀지대의 풍하 에 있는가 10) 긴급시에 자동차출입이 가능한 도로 인가	1. 사람이 손 닿는 거리 2. 교통차 사람 3. 주차장 출입구 4. 여유-철도 및 차에 의한 수송에 대한 건조놀이폭 방향전환 5. 배수 6. 도로배치 및 표시 7. 출입구-사람, 차, 철도 8. 변전소 배치 9. 로, 열매사용 유니트 후레 아스텍 배치

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
C. 구조물 (1) 건축기준법으로 본 검토 (2) 접지압 지반을대 강도 (3) 강 구조의 화재시 강도 (5) 바닥벽 에레베이터 샤프트 환기단계등 화재확대부분 (6) 폭발위험물의 구조물 범규 폭발가스방 출구 (7) 독물 및 가연물에 대한 환기 (8) 전기설비에 대한 기술기준 검토 (9) 비상구의 크기와 표시 (10) 배수설비	건조물 (3.3%) 1) 건축 기준법과 일치 2) 기초 및 지대력은 충분한가 3) 강제스트락치는 내하라이팅이 충분한가 4) 파염전 파알 바닥벽 개구에 레베이타 공조 통풍타트는 최소로 되어 있는가 5) 위험프로세스는 방화벽에서 떨어져 있는가 6) 폭발위험이 있는 건물의 밴트는 충분한가 7) 독성이 있는 가연성물질의 환기는 적정한가 8) 충분 명확하게 표시된 피난구가 있는가 9) 전기설비는 코드에 합치하는가 10) 건물내 배수설비는 적정한가	1. 창외내압 적설하 바닥부하 내진 2. 지붕내부 고정방법 3. 지붕환기 및 배수배연 4. 계단 경사로(연락로)조명 5. 에레베타 및 화물용리포트 6. 방화벽 개구부 방화휰 7. 폭발구제책 8. 출구, 피난구 표시 안전비계 9. 기록보관실 10. 환기 환기휰, 브로라 공기조절 유독증기포집, 환기 입구배치, 열등배제, 요담파, 방화카텐 11. 조명의 보호구조 접지기구 12. 건물온방(위험구역 및 비위험 구역)배제방법 13. 락카룸(락카포함)그수 및 환기 14. 건물배수 내외부 15. 구조장재 및 장치 내화시공 16. 외부로부터 지붕, 사다리, 피난사다리, 피난로 17. 기반 내압부하
D. 원료, 중간제품 (1) 생산단계 저장시에 있어 화재폭발 독성 부식대책 (2) 물질 용해점 비등점 증기압 등 독성의 명확도 (3) 화학적 분류와해석 (4) 위험물질의 격부와 소재위치의 확인 (5) 독성물질의 독성 허용한계의 확인 (6) 이상반응, 자연발화, 중합등의 불안전성 확인 (7) 부식성 (8) 화재폭발, 독성, 부식성, 불안전성에 의한 불순물 영향	물 질 (20.2%) 1) 제조과정 모든 상황에 있어서 물질량은 화재폭발 독성 및 부식위험과 관련이 고려되었는가 2) 각 물질에 관련한 물리적 성질은 이해하는가. 용점, 비점, 증기압, 입자경등 3) 각 물질의 화학적 성격은 분류되었는가 4) 물질의 위험성은 분류 되었는가 극도로 위험한 물질이 밝혀지고 프랜트 및 위치가 결정되었는가 5) 물질은 독성이 있는가 허용한계는 어떤가 6) 질의 안정성은 이해되고 있는가	1. 인화성 액체, 가스분진, 물방울 a) 밀폐형 시스템 b) 대기에 안전한 방출시스템 c) 살수설비를 설치한 구역에 있는가 d) 비상배출구와 화염방지장치 리리브발브후레이아를 포함한 안전한 배출장소의 위치 e) 박면 배수화학배수용 전용호름 f) 환기·승온에 대한 조절 및 그 장치

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
(9) 포장배치에 재질 식별에 대한 기준으로부터 검토	7) 물질은 부식성이 있는가 8) 불순물이 물질화재 9) 물질의 충전 표시는 국가지방 규제에 따르고 있는가	g) 탱크저장상 사이론류 지하, 지상 거리 내화지지구조, 축제방 및 배수, 불활성분위기 h) 특별소화 시스템 폭발억제대책 포알, 드라이케미칼, 탄산가스 소화제 i) 한계상태가 되는 화학약제에 대한 신뢰성이 있는 냉동시스템 2) 원 료 a) 위험도의 등급부여(충격에 민감한 물질포함) b) 수입저장에 대한 설비(난이도) c) 표식 및 순도검사 d) 부적당한 탱크에 넣는 경우등에 대한 방호물질의 준비 3) 최종물질 a) 표식 및 고개우선 안전에필요 b) icc있는 기타 수송에 필요한 규제에 순응 c) 위험물질 간격 d) 오물에 대한 방호(특히 탱크차에 충전에 대해서) e) 수송차의 표식 게시 f) 위험물질 수송의 경로 g) 고객우선 안전지시에 대한 데이터 쉬트 h) 안저장에 대해서 준비 i) 안전수송용기
E. 화학프로세스 (1) 평상 이상상태에 있어 온도, 압력충격을 받은 경우 폭발 가능성 (2) 물 또는 오염물과 접촉한 경우 이상반응을 일으킬 가능성	프로세스 평가 (10.6%) 1) 실험실로부터 프랜트에 스케일 UP은 적정히 행하였는가 2) 프로세스의 주요한 위험성이 명확하게 되어 있는가 3) 뻗차가 연속 프로세스인가	1. 화학물질에 대해서 화재 및 보건상의 위험(피부 및 호흡기관을 통해서)계장, 조작규제 보수 적합성, 안전성등 2. 임계 온도 및 압력

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
(3) 자연중합 발열반응의 가능성 (4) 온도 압력의 상승에서 발열 반응을 일으킬 가능성 (5) 고온·고압에서 작용할 프로세스 대량의 가연성 가스증기를 발생할 프로세스 (6) 폭발한계 부근에서 작용할 프로세스 (7) 분진, 미스트가 폭발할 가능성 있는 프로세스	4) 프로세스는 반응 방정식이나 프로쉬트에 따라서 충분히 검토되고 있는가 5) 정상프로세스 코디네이션은 명확하게 기술되어 있는가 6) 하기를 방지할 방법은 확립되어 있는가 이상온도, 이상압력, 이상반응, 반응물질의 부적당한 첨가 흐름상태, 기기로부터는 누설 7) 상기의 사고가 발생한 경우 긴급대책은 확립되었는가 8) 잠재한 불안정 반응은 검출되어 있는가 9) 프로세스의 독성은 명확하게 되는가 그 대책은 확립되었는가	3. 구조장치 및 화재방지기 4. 규제에 따라서 용기 및 적합한 배관재료 5. 반응정신에 대한 취급법 6. 고정된 방화시스템 CO₂ 포대 발대량 방수 7. 적정한 배기를 시킨 용기 및 배치 8. 진공에 따른 청정시스템 9. 폭발에 대한 장벽 및 간벽 10. 불활성 가스에 의한 피복보호 시스템- 피복된 장치표기 11. 비상정지밸브 및 스위치 문제 되는 장소와 위치관계, 작동에 필요한 시간 12. 금속제 지연 내화시공 13. 열교환 장치의 안전장치 배기구 발브드레인 14. 가열 작용상기 배관에 팽창막음(루푸포함) 15. 증기계의 추적 피가열 배관의 열팽창 대책준비 16. 인적안전에 대한 방호 17. 용기 및 배관접지 18. 용기 탱크류의 세정과 보수 충분한 매뉴 프랜트홈, 사다리 세정피 출구 19. 부식제어에 대한 준비 20. 배관표식 21. 소방대에 대한 방사성 위험, 방사성동위원소 및 X선 등에 대한 취급 및 상징기
F. 수송·이동 (1) 재해잠재위험을 가진 물질에 대해서 검토 (2) 가연성 독성가스분진에 대해서 방호장치의 검토 (3) 열 압력 충격 마찰영향을 받지않는 대책 (4) 단위조작에 대한 설계 제척 제어 양부	유니트 운전조작 수송저장(4.4%) 1) 취급물질의 잠재적 위험성은 평가되어 있는가. 2) 인화성 독성의 기체, 액체 및 가연성 분진에 의한 사고에 대한 대책은 어떠한가 3) 불안정 물질에 대한 가열압력 측정마찰은 최소가 되도록 되고 있는가	1. 트럭에 적재적치에 대한 준비 (난이) 2. 철도 수송에 대해서 3. 일반트럭, 트레라, 휘발유, LPG 4. 수송용화차(철도화차,트럭,트레라)의 하역장소 인화성 액체에 대한 지상설비

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
(5) 열교환기의 위험예방 장치 (6) 화학물질 포장라벨 수송규정으로 부터 검토 (7) 폐기물처리, 대기오염기준으로부터 검토 (8) 운전자의 안전성에 관한 검토	4) 장치는 사고방지를 위한 적정 설계계측 운전이 되고 있는가 5) 모든 가열조작은 위험에 대한 평가가 되고 있는가 6) 모든 수송방법은 운전자의 안전 배려가 되고 있는가 7) 프랜트로부터 출하는 최신규격체로서 충전표시된 수송이 되고 있는가 8) 폐기물처리 대기오염은 최신 규칙에서 하고 있는가	5. 크레인 가동성 하중표시 과중 보상 방식 리미트스위치 6. 창고구역 바닥 부하 배치물의 환기 7. 물품 취급구역에서 콤포아와 그 배치 8. 인화성액체 저장포인트유, 용매류 9. 반응성 및 폭발성 물질 저장, 량 이격거리 근접 10. 폐기물처리 - 소각로 대기 및 수질오염 보호
G. 교 육 (1) 매뉴얼의 정비상황 프로세스의 변화개정 상황 (2) 관리자와 운전자 양자에 대한 교육정도 (3) 시동정지 프로그램에 대한 안전계에 검토 방법 (4) 위험한 프로세스에 대한 운전자의 인식 (5) 재해 잠재위험에 대한 확인과 교육정도 (6) 운전자에 대한 비상시훈련과 공사의 소방대협력태세 (7) 보호구이용에 대한 훈련정도	운전자(17.2%) 1) 적절한 표준운전과정 매뉴얼이 준비되어 있는가. 이것은 정기적 또는 프로세스의 변경이 검토되어 있는가. 2) 적절한 종업원 훈련계획이 되고 있는가. 그것은 감독자 및 운전자의 쌍방에서 되고 있는가 3) 적절한 개시, 샷다운 계획이 되고 있는가 이것은 안전심사실에서 체크를 받는가 4) 위험한 작업에 대한 퍼미트 시스템이 확립되어 있는가. 그것은 강제적인가 5) 종업원은 잠재적 프로세스의 위험을 잘 인식한 훈련이 되어 있는가 6) 종업원은 긴급사태에 대처가능토록 훈련되어 있는가 7) 종업원은 방재기구의 사용에 대한 훈련을 받고 있는가	

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
H. 장 치 (1) 단위조작(신뢰성) (2) 조작용이성 (3) 장치 다양성 (4) 검사보정에 대한 편리성 (5) 긴급차단장치 (6) 급속이동가능성 (7) 예상되는 온도압력에 대한 제어장치의 신뢰성	기 기(31.1%) 1) 각 기기는 각각 상세한 안전 체크리스트를 비치했는가 2) 기기의 설계에서 공적스탠다트가 채택되어 있는가 3) 기기는 이상압력이나 이상온도에 대한 적절한 안전제어기구를 갖고 있는가 4) 기기는 적정하게 제작되어 설치되었는가 5) 기구는 신뢰성있는 운전이 쉬운가 6) 기구는 검사 및 펜타난스가 쉽게 설치되어 있는가 7) 전체계장 및 제어는 웨일세이프인가 8) 펜타난스 및 검사계획은 적정한가 9) 예비품 및 수리요원은 준비되어 있는가 10) 안전설비는 위험에 대해 적정한가	기계류 1. 근접가능성 보수조작 a. 적열예방 대책(마찰열포함)의 준비(난이) b. 기계의 고장부터 생기는 방화 장치의 지장 c. 차륜(리프트 트러포함) 배관보호 2. 긴급 전기스위치 전기기기 1. 위험에 대한 등급별 2. 한계 회로차단기에 근접하기 쉽게 3. 성극한 경우 대책 및 시스템 4. 극한상태에 있는 장치나 기계에 대한 스위치 및 차단기류 5. 조명 위험구역 및 바위험 구역에 대해서 조도 적용기구 비상등 6. 전화류-위험구역 및 비위험구역에 대해서 7. 배전시스템형식 전압 지상배선식인가, 고소배선식인가, 지하배선식인가 8. 배선대, 배선로 피복부식대책 9. 전동기 및 회로 방어 10. 변압기 배치와 형식 11. 내화제어기구 12. 한계부하에 대한 회로선택 13. 안전에 필요한 시선에 의한 인터로구 전용의 패찰사용, 2중배전선 14. 한계차전기 및 스위치 장치에 접근한 프로세스 및 계장용 트레이 화재에 의한 지장에 대해서 대응

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
J. 긴급대책 (1) 긴급대책에 대한관리 (2) 긴급대책에 대한 교육훈련 (3) 긴급대책에 대한 이해화 책임 개념 (4) 프랜트내 긴급대책 (5) 보호의료설비적부 (6) 작업환경의 안전성 (7) 방화 소화설비와의 소방 계획 (8) 안전장치의 검사와 보호 (9) 폭발재해 잠재위험에 대한 검토정도 (10) 재해사고 조사의 적부와 개선대책의 실시	방재계획(8%) 1) 방재계획은 TOP의 지시지선을 받고 있는가 2) 방재조직의 진용 훈련방침은 적정한가 3) 방재부분은 그 책임을 이해하고 또한 부과하고 있는가 4) 적절한 사고방지계획이 있는가 5) 적절한 의료가 되고있는가 6) 프랜트는 전 종업원에 대한 안전한 작업환경을 제공하고 있는가 7) 잘 개발된 방화 및 소방계획이 있는가 방화설비시설 훈련된 요원 8) 방재부분을 전체 방재설비 검사와 센타난스를 실시하고 있는가 9) 프랜트는 폭발위험이 있는 부분 10) 전체사고 화재폭발에 대해서 충분히 검토하고 있는가, 적절한 조치가 각각에 대해서 되고 있는가	살수 장치 소화전 수도 본관 1. 1차, 2차급주 방법 저수지 2. 수도본관 충분한 루핑(환상관로로 한다)음극방식(필요시)도막 또는 피복 3. 소화전 배치 4. 자동급수장치 점유의 등급별 웨이트 시스템 드라이시스템 대량 방수 시스템 5. 급수탑 및 탱크류 6. 필요한 소화기종류, 크기, 배치수 7. 고정자동 소화기의 시스템 CO₂ 질소, 포말식 드라이케미칼장치 8. 특별한 방화 시스템 감온경보장치 방수시스템과 연관한 경보장치, 충전식연 또는 열감지 경보장치등 배 수 로 1. 화학배수-트랩의 필요성 부가 배출장치 배기구, 장소청분 폭발에 의한 위험포집탱크 강제환기, 이화성 증기의 자동검지기 및 경보장치 2. 위생상 배수처리법 폐기물 폐기구 3. 유전식 배수 4. 폐기물처리 화재의 위험있는 것을 포함해서 하천을 오염하는 것에 따라 하천이나 호수에 흘러들어갈 위험 5. 배수구- 개방식인가 매몰식인가 부가배수장치가 필요한 사절판 설치 6. 폐기물의 처분 수질오염보호

A. Spiegelman	미국 보험협회	다우케 미칼사
		안전장치설비 1. 구급처치소 및 장소 2. 구급차 3. 소방차 4. 화재경보장치 5. 화재사이렌, 사업장내 폰이 있는가 6. 소화용펌프-승인된 것 7. 보호상에 있는 프로세스로부터 폐기물처리 8. 제설 및 빙결 제어장치 9. 안전샤와 및 세안장치 10. 안전사다리 및 레이저 11. 비상용장치 배치 가スマ스크, 방호의 방회회복, 내부소화 호수, 당가 12. 실험실용 안전순환기 13. 당직장소 14. 소화호수장치 형식 배치 호수 및 관련장치 15. 계장-인화성 증기가스 및 유 독성 증기등에 대한 연휴분서기 16. 통보- 비상전화 무선통신기 주거로부터 호출시스템 통보 센타의 안전배치 및 연락자 배치

(첨부 3)

공표된 위험성평가 기법의 예

표 제	발표/발령 년 월 일	편집 기관	개 요
DOW'S Safety and Loss prevention Guide(다우법)			이 방식은 화재폭발 재해시에 process유니트가 피해물적 손실을 최소한으로 하기 위한 평가방법으로 만들어졌다. 이 방법이 6회 개정이 있으며 본항 및 10개항으로 설명되고 있다.
1) 다우법 제1판	1964년	미국화학학회	
2) 다우법 제2판	1966년 개정	미국화학학회	1. 종래 plant전체로부터 plant를 유니트별로 분할하여 평가한다. 2. 화재 폭발지수의 평가수법을 도입했다. 3. 화재 폭발의 위험에 대한 14항목의 대책을 결정하고 있다.
3) 다우법 제3판	1973년 개정	미국화학학회	1. 제2판에서 물질의 위험성 결정된 방법을 인화점과 연소범위에서 결정 된 것을 연소열량 및 반응열량으로 결정했다. 2. 화재 폭발지수의 크기에 따라서 표준화된 보안대책을 하는 것을 하고 있다.
Fire & Explosion Index, Hazard Claification Guide (통칭 DOW법)	1976.	미국화학학회	제3판에서는 화재 폭발지수의 크기에 따라서 보안대책을 하기위한 것을 제4판에서는 보안대책을 먼저 만들어 그 정도에 따라서 화재·폭발지수를 할인형으로 하고 있다.
4) 다우법 제4판			① 재해 예상손해(MPPD Maxomum plobable properties Damege)를 도입한다 ② 물질지수산출표에 따라서 특수물질의 위험성(SHM Special Hazardous Material)을 삭제하여 반응성을 가한다. ③ 프로세스독성 위험에 대한 폭로정도 (Toxicity Index)를 부록으로 설계한다.
5) 다우법 제5판	1981.		① 최대 예상손실일수(MPPD)의 산출 방법을 추가한다. ② 물질지수 산출에 따라서는 비점인화점, 분해온도도 고려하도록 하고있다. 평가계수를 종래는 4항목 있던것을 보다 혁신산적으로 하여 그 내용의 변경을 합하여 다음항목에 대해서 개정하고 있다.

표 제	발표/발령 년 월 일	편집 기관	개 요
6) 다우법 제6판	1987.		① 운전온도 및 반응성의 평가를 보다 현실적으로 하여 물질계수 산출방법을 변경하였다. ② 제4판 부록에 기재한 독성평가를 개정하여 긴급시 평가내용에 독성물질에 대한항목을 추가하였다. ③ 신뢰계수의 계산방법을 단순화 하였다. ④ 근대적 프로세스에 적합하고 명확한 process의 위험성. ⑤ 생산손실예상을 포함한 손실분석방법의 항을 설치했다. ⑥ 화재 폭발지수를 구하는 예제를 기재했다.
화학 Plant에 있어 재해상정 및 보안 지침(CMA방식)	1970년	미국의 화학 생산자협회	정량적 평가로서는 재해상정의 계산에 화재와 폭발지수를 구하고 그것을 기반으로 최대 위험성을 구하는 위험성이 높은 Plant에 대해서 표준화된 체크리스트에 따라서 정성평가를 행하는 것으로 한다.
콤비넨트 보안지침 (고압가스법)	1974년. 9.	일본 고압가스 보안협회	콤비넨트에 파괴적 지진시에 있어 방재체제를 각 기업내와 콤비넨트로 나뉘져 정성적으로 체크하는 「방재체제 체크포인트」 등을 작성하고 있다.
몬드화재폭발 독성 지침(ICI방식)	1979.	영국ICI사	DOW법을 확장한 수법이다. 잠재위험성의 기초평가는 다우법과 유사 평가 방법으로 행하였으나 몬드법에서는 배관의 위험성 독성의 위험성등 평가항목을 추가하고 있다.
안전성 체크리스트	1975년. 5.	듀폰사	화학프랜트에 대한 정성평가를 행하는데는 체크리스트에서 종래의 체크리스트로부터 체크항목을 감하여 체크리스트 대상 주변상태를 검토할 항목을 설계하고 있다.
HIKIDA방식	1975.	일 본	물질물량 상태로부터 폭발지수를 결정하는 방법.
석유 콤비넨트 방재진단 항목 (소방청법)	1976. 11.	일본소방청	일반항목 및 내진 항목으로부터 임지조건 안전 설계 운전관리 및 독성시설대책에 관한 표준화된 체크항목과 조사상의 유의사항을 기초로 조사 보고서를 작성하게 된다. 내용으로서는 소방활동이 주다.

표 제	발표/발령 년 월 일	편집기관	개 요
화학 Plant 안전성평가 (노동성식)	1976. 12.	일본노동성 기준국안전 위생부	노동안전위생법 제88조에 정해진 「계획의제출」에 첨부한 자료로서 입지조건에 진단항목에 따라 정성 평가를 행한다. 일반적인 안전성 및 취급물질에 대 하여 진단항목에 따라서 정성평가, 취급물질에 대한 화재폭발에 대한 잠재적인 위험성장치의 용량, 온도, 압력등의 조작조건에 따른 위험을 여러 가지 방면으 로부터 평가하여 제조 저장등의 각 뉴니트가 갖는 종합적 정량적 평가를 6단계로 나뉘행하고 여기에서 얻어진 결과로부터 위험도 랭크별 안전대책을 강구 하는 것을 목적으로 하고 있다.
보안방재체제 모델에 관한 조사, 연구 (OKAYAMA방식)	1976. 3.	일 본 오가야마현	오가야마현이 미쓰시마지구 콤비나트 보안강화를 목 적으로 히로시마대학 가부라교수에게 지침작성을 의 뢰한 성과물로서 내용으로는 상기의 다우법 2판, 제3 판을 기초로 다음 사항을 개정했다. ① 특정물질의 위험성평가 항목에 인화·폭발성 항목 을 가한다. ② 일반 process항목에 반응성의 평가방법을 간단히 하여 기계의 조작성 난이도에 관한 항목을 추가 ③ 특정 프로세스항목에 부식등의 재료문제 긴급조작 의 난이성 레이아웃 특수성등의 항목추가. ④ 위험성이 크고 작음에 대응한 량적 위험치를 별 도 항목으로하여 물질고유의 연소열도 병행하여 평가하는 것으로 했다.
오가야마방식Ⅱ	1978. 8.	일 본 오가야마현	오가야마 방식-1 특히 평가기준(각 항목의 가중치)의 결정 난이도를 완화하기 위하여 4단계 평가방법을 채택하는 것으로 했으며 평정표 형식이다. 평점의 산출방식은 오가야마 방식-1과 다른 방식으로 한다.
화학plant에 있어 안전성 평가지침 (유안공업협회방식)	1987. 3.	일 본 유안공업협회	동협회 가맹각사가 방식을 만들은 것은 아니다. 종래부터 수법을 간편하게 평가 가능한 수법을 적합 하게 선택하여 실시순서로 마무리한 것이다.
고압가스시설 위험도평가 수법 (콤비나트사업자용)	1992. 4.	일본가나가와 환경부공업 보안과	본 방법은 운전개시후 30년정도 경과한 플랜트, 특히 고압가스를 취급하고 있는 plant의 안전성을 평가하 는 것으로 내용으로는 다우방식 제5판 방법을 고압 가스 플랜트에 한정해서 산출방법을 간단히 하는 방 법이다.

표 제	발표/발령 년 월 일	편집기관	개 요
특정방재구역에 설치되어있는 불 특정다수의 자가 이용 가능한 시설 에 관한 방재대책 조사 검토보고서의 제2장 안전성평가 수법.	1992. 6.	일 본 소방청특수 재해과장통달	본 방법은 석유 콤비넨트등 재해방지법에서 정한 특정 방재구역내에서 특정시설이 설치된 경우 그 주위에 대한 안전성을 평가하기 위한 수법이다. 내용적으로는 재해상정을 결정한 계산식을 사용하 여 재해영양 범위를 구하고 그것에 대한 안전대책 에 대한 예를 예시하였다.
화학 plant의 안전 성평가지침 (KISCO- 코드	1995	한국산업안전 공단	산업안전보건법 제49조 2에 정해진 계획서 제출시 첨부할 자리로서 정성,정량적 평가를 행하도록 하고 안전관리대책을 강구하여 생산공정의 사전안전성을 확보 관리하도록 하고 있다.

제조업종의 위험성 평가제도 도입에 관한 연구

연구보고서 (안전연 97-8-29)

발 행 일 : 1997. 12. 31

발 행 인 : 원 장 이 한 훈

연구수행자 : 수석연구원 김 두 환

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업 안전 연구원

안 전 연 구 실

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : (032) 5100-840
