

재해다발 작업공정의 Man-Machine 시스템 개선모델 개발

(수송용 기계기구 제조공정 모델)

1992. 12.



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업재해예방기술의 연구 개발 및 보급사업의 일환으로 수행한 “재해다발 적업공정의 Man-Manchine 시스템 개선모델 개발(수송용 기계기구 제조공정 모델)” 사업의 최종보고서로 제출합니다.

1992. 12.

주관 연구부서: 산업안전연구원
기계전기연구실

연구책임자: 실 장 이 관 형

연구수행자: 연구원 고 영 식

머 리 말

산업안전보건법이 제정되고 1991. 1. 13. 동법이 전문개정된 이래 사업장에서 근로자를 산업재해로부터 보호하기 위한 산업재해예방활동이 활발히 전개되어왔습니다.

그러나 산업재해예방을 효과적으로 수행하기 위하여는 의욕만을 갖고는 해결할 수 없습니다. 이것은 기술상의 방법을 모르거나 단편적인 활동만을 갖고는 근원적인 재해를 예방할 수 없다고 사료되기 때문입니다.

한국산업안전공단 산하 산업안전연구원에서는 연구과제로 재해다발사업장의 man-machine 시스템을 모델화하여 사업장에 필요한 기술상의 방법을 제시하고 경험과 전문성을 가다듬어 적절한 방어조치방법을 연구하였습니다.

이보고서는 수송용기계기구제조공정에서 위험작업으로 나타난 수동기계 및 반자동기계에서의 성형작업과 작업에 수반되는 운반작업과정에서의 근원적인 안전성 확보를 위한 것입니다.

이보고서가 사업장의 재해예방을 위해 노*사*정 공히 사용되며 특히 사업장안전관리자, 안전담당자 및 근로자등 모든 관계자가 활용하므로서 쾌적한 작업 환경이 이루어지는데 도움이 되기를 바랍니다.

산업안전연구원 기계*전기연구실

목 차

머리말

1. 서 론	3
가. 연구배경	3
나. 연구목적	3
다. 연구기간	4
라. 연구방법 및 범위	4
(1) 연구방법	4
(2) 연구범위	5
2. 인간-기계 시스템 설계	7
가. 기본원리	7
나. 재해사례조사 및 설문조사	9
(1) 재해사례조사	9
(2) 설문조사	10
다. 인간의 작업기준	18
(1) 작업공간의 확보	18
(2) 작업방법의 합리화	20
(3) 작업의 부담감소	22
라. 기계의 기능기준	24
(1) 조작기구	24
(2) 기계의 안전성	25
마. 작업환경기준	25

(1) 작업장의 온도	25
(2) 조명	26
(3) 소음	27
(4) 작업장내 공기오염	27
3. 표준모델개발	28
가. 재해유형	28
나. 표준모델설계	29
4.. 재해방지효과	33
가. 재해발생사례	33
나. 기대효과	33
5. 결 론	34
별 첨 부 록	34

1. 서 론

가. 연구배경

재해다발사업장의 기계안전을 위한 한국산업안전공단의 지속적인 연구개발의 일환으로 열악한 작업조건의 개선과 표준안전작업의 설정이 절실히 요구되고 있다.

1990년 노동부 및 당공단에서 조사한 재해통계에 의하면 총재해건수는 132,893건이 발생하였으며 이중에서 제조업에서의 재해발생건수는 68,869건이 발생하였다. 수송기계기구 제조업에서의 재해발생건수는 5,809건으로서 전체재해건수의 4.3%이다.

아울러 근로자의 작업측면과 기계의 조건과를 조화시키는 제조업에서의 작업공정상 인간-기계계의 표준모델을 개발함으로써 반복재해예방을 위한 연구가 절실히 요구되고 있다. 본 연구에서는 인간, 기계, 환경의 관계정립에 주안점을 두었으며 이를 적용하여 개선발전시키는 계기가 되도록 연구하였다.

나. 연구목적

최근 수출물량의 대형화와 증가추세에따라 수송기계류의 수요가 증가하고 있다.

수송기계를 조립하기위한 수송기계의 부품제조업은 작업방법이 난이하여 산업재해의 발생빈도가 높다.

수송기계기구제조업종의 산업재해발생유형은 주로 협착재해로서 강도율이 높은 위험한 재해이다. 재해발생원인의 직접원인은 무리한 동작에 의한 인적원인과 소음, 진동등에 의한 작업조건이 변화하는데 따른 불완전상태의 물적요인이 있다.

간접원인은 안전의식의 부족 및 교육의 미비, 안전담당자되 광범위한 업무부담등

안전활동의 불충분함에 있다. 따라서 근로자의 심적상태, 감각능력, 작업자세 및 각종 통제기기의 작업상 관련된 인간공학적 측면에서의 재해의 원인을 파악하고 이를 토대로 재해다발사업장에 있어서 불합리한 인간-기계시스템을 개선하여 재해예방함에 목적이 있다.

다. 연구기간

1992. 1. 1. ---- 1992. 12. 31. (12개월간)

라. 연구방법 및 범위

본연구의 목적에 적합한 재해다발공정의 선정 및 재해예방대책의 표준모델을 설계하기 위하여 다음과 같은 연구방법 및 범위를 설정하였다.

(1) 연구방법

(가) 적용사업장선정

- 조사업체

동양기공(주), 창화공업(주),
서해공업(주), 코리아스파이서(주)
강원산업(주), 동부제강(주)
만호제강(주).

- 조사공정

수송기계기구제조부품 성형공정

인발가공작업공정

용접조립공정

운반공정

(나) 관련기술자료 및 문헌수집조사

- VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE)
- KINITI(wire rope)
- ANSI(Horizontal hydraulic extrusion presses)
- 작업환경측정보고서(고려대 환경의학연구소)
- 작업개선관련기술자료집 (일서)
- 인간공학데타북 (일서, 코로나사) 등

(다) 협착재해사례조사 및 근로자의 설문조사

(라) 표준모델설계를 위하여 인간공학전문가의 자문을 실시

(포항공대 인간공학연구소)

- 작업조건에 관한사항
- 인간공학에 관한사항

(2) 연구범위

(가) 인간측면에서의 최소한의 작업조건

- 작업공간의 확보
- 작업방법의 합리화
- 작업의 부담

(나) 기계의 기능기준

- 조작기구의 기능
- 기계의 안전성

(다) 작업환경기준

- 작업장의 온도
- 조명
- 소음
- 작업장내 공기오염

2. 인간-기계시스템 설계

가. 기본원리

문명의 발달과 더불어 인간의 생산활동은 수공업에서 기계공업으로 진보되었다. 현재는 더욱 발전되어 자동기계가 상당히 많이 사용되고 있다. 이러한 시대의 흐름에 따라 인간의 작업조건이나 작업환경도 많이 변화되었다. 근본적으로 인간-기계시스템을 생각하면 그림2-1과 같이 시스템을 표시할 수 있다.

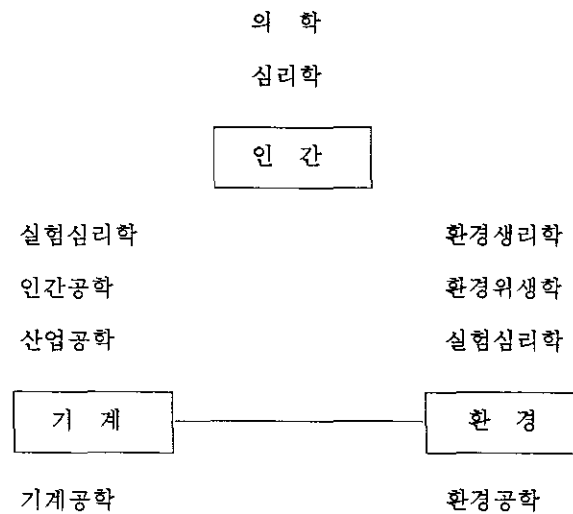


그림2-1 인간-기계시스템

여기서 인간과 기계와 환경이 일체가 되어 하나의 시스템을 구성할 수 가있다. 이 시스템을 완전하게 하기 위하여는 상호관계를 잘 파악하여 개선하며 전체시스템을 최적의 상태가 되도록 한다. 인간과 환경의 상호관계는 작업환경의 문제이다. 또

한 인간-기계시스템에서의 환경은 외부환경, 내부환경을 말하며 충분히 조건을 만족시켜야 한다. 작업환경은 작업조건에 영향을 끼친다. 즉 실내온도의 범위는 인간의 작업능률과 관계되며 소음이 발생하는 작업장은 작업능률이 저하되는 등 근로자의 생리적인 문제가 발생한다. 인간이 직접 기계와 접촉하는 관계는 그림2-2에서 자동차를 운전하는 경우로 설명된다.

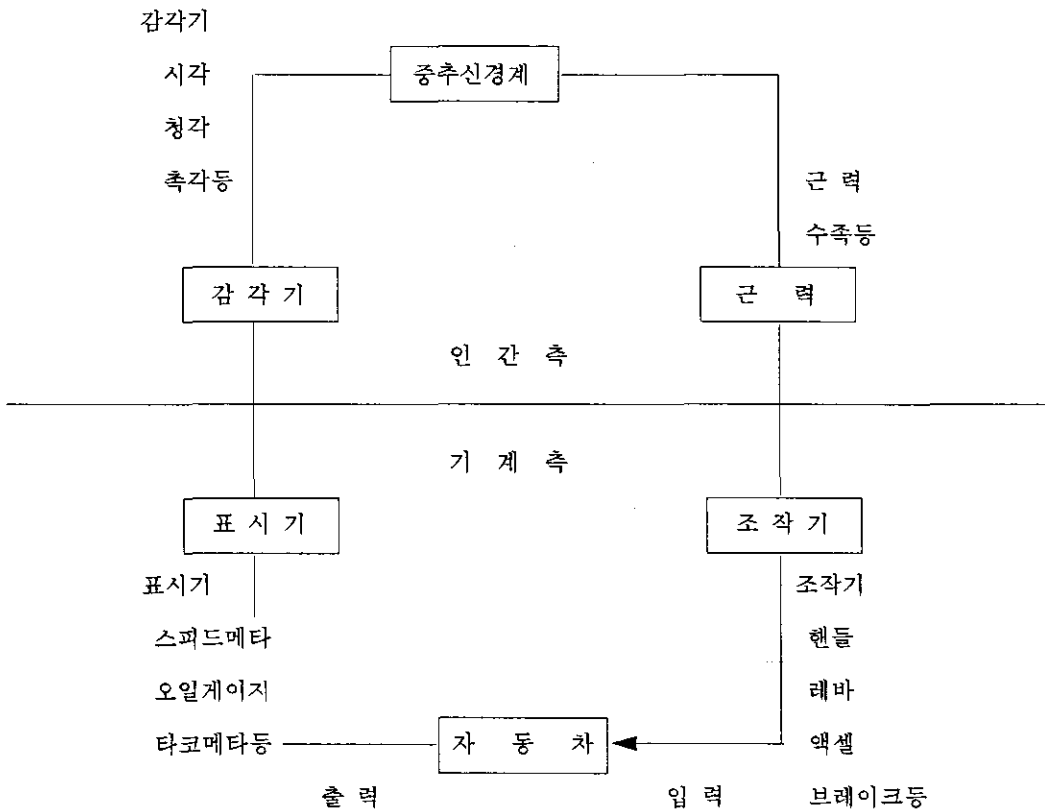


그림2-2 인간-기계시스템 사례

위에서 기계의 상태를 인간이 알기 위하여는 기계의 상태를 표시하는 메타와 지각과의 관계, 핸들을 조작하는 근력과 조작구와의 관계등 두가지가 있다. 이 두가지의 관계를 개선하는 것이 인간-기계시스템을 개선하는 키포인트가 된다.

인간공학의 연구분야도 대부분이 인간과 기계와의 관계이다. 인간측에는 정보의 접지, 정보의 처리, 운동범위등이 있으며 기계측에는 기계상태의 표시, 조작구와의 관계가 있다. 여기서 각각의 역할이 잘 이루어 지어야 전체의 시스템이 제약조건하에서도 가장 우량한 상태가 되어 전체적인 균형이 이루어 진다.

인간-기계시스템을 설계하기 위한 단계로 다음사항을 참조한다.

1. 인간-기계시스템에서의 인간과 기계의 역할분담
2. 인간과 기계와의 융합
- 3 전체시스템속에서 인간이 이용하는 도구나 계가공간, 작업자세는 어떻게 하는 것이 좋은지 등
4. 전체시스템의 평가.

나. 재해사례조사 및 설문조사.

(1) 재해사례조사

(가) 1992년 1월 X일 대형성형기 후면에서 재해자가 주작업자와 작업중 주작업자가 전공정의 컨베이어에서 이동해 오는 제품을 금형에 삽입하고 스위치를 작동하여 작업하고 재해자는 후면에서 제품을 꺼내어 옆공정으로 던지는 동작을 반복하던중 제품을 꺼내던 왼손을 하형금형에 올려놓고 있는 순간 상형금형이 1행정하여 좌측수지가 협착됨.

(나) 1992년 4월 X일 대형반 지게차운전공이 600톤프레스후면에서 케이싱을 운반하기 위하여 전진하며 회전하던중 로봇반의 재해자가 다이에있는 다른 소재를 손으로 운반작업을 같은시각에 하고 있었으나 지게차운전공이 미처 이를 확인하지 못하고 그대로 왼쪽다리를 치어 골절상을 당함.

(다) 1992년 8월 X일 대형반 1,000톤프레스 전면에서 재료를 금형에 삽입하여 성형작업을 하던중 금형의 배출측에는 자동화 장치가 설치되어 있었으나 사고당시에는 순간작동이 불완전하여 제품이 추출되지 않는 것을 오른손으로 추출동작을 하다가 상형금형이 하강하여 손등을 눌러 골절상을 당함.

(라) 1992년 2월 X일 프레임반에서 재해자가 운반작업중 피레트의 가공품을 옮기려고 어깨를 숙이는 순간 옆에서 작업중이던 가해자가 같은 순간에 제품을 들어 옆에 있던 재해자의 얼굴을 제품으로 때림으로 눈에 부상을 가함.

(마) 1992년 2월 x일 중형반 재해자가 160톤프레스에서 작업하던중 재료를 삽입하고 양수버튼을 조작한 후 제품을 빼어내려는 순간 브레이크 패드가 마모되어 정지작동이 되지 않아 기계설비의 램이 그대로 하강하여 금형사이에 우수가 협착됨.

(바) 1992년 3월 X일 300톤프레스 3호기에서 범퍼공정작업을 하던중 옆의 500톤프레스 2호기에서 1차로 가공된 반제품이 벨트컨베이어로 부터 흘러 나오는 것을 양손으로 잡고 금형내에 안착시키고 다시 왼손으로 스위치를 작동시키는 순간 금형내에 안착이 잘못된 것을 확인하고 오른손으로 수정하려고 반제품을 만지는 순간 슬라이드가 하강하므로 위험을 인지하여 155도 각도에서 스위치로부터 왼손을 떼는 순간 이미 손은 금형안에 있었으므로 오른손 4지가 협착당함.

(2) 설문조사

수송용기계기구제조업체 근로자 400명에 대하여 안전활동과 관련된 가상위험요소 제거를 위한 설문조사를 실시하고 통계표를 작성하였다.

1. 안전수칙의 인지도 및 실효성

* 잘알고 준수한다.	51.4%
* 알고만 있다.	37.7%
* 실효성이 없다.	6.8%
* 모른다.	3.0%

안전수칙의 인지도 및 실효성에 대한 경우중에서 가장 많이 찾아하고 있는 것은 잘 알고 준수한다. (51.4%)와 알고만 있다. (37.7%)로 나타났으며 실효성이 없다. (6.8%), 모른다. (3.0%)도 약간 있으나 이것도 재해원인이 될 수 있다.

2. 산업안전보건법과 관련된 경우

* 해당규정을 잘 알고 준수한다.	24.3%
* 알고만 있다.	31.4%
* 작업과 관련이 없다.	4.8%
* 모른다.	38.7%

산업안전보건법과 관련된 경우중에서 가장 많이 차지하는 것은 모른다. (38.7%)로 나타나 있으며, 알고만 있다. (31.4%)도 상당부분 차지하고 있다. 이것은 법의 준수가 미흡한 실정을 표시하고 있다. 해당 규정을 잘알고 준수하는 경우(24.3%)도 있으나 아직도 계속적인 관계법규의 인식이 필요하다.

3. 사고발생시원인

* 실수가 많다.	43.5%
* 시설의 결함.	24.3%
* 작업방법의 모순	24.1%
* 원인불명	7.3%

사고발생시 사고원인에 대하여는 실수가 많다. (43.5%)로 사고는 주로 부주의에 의한 사고가 가장 많이 나고 있음을 알수가 있다. 시설의 결함에 의한 사고(24.3%), 작업방법의 모순에 의한 사고(24.1%)도 주요재해원인이 되고 있으므로 인간-기계시스템의 안전대책이 요구되고 있다.

4. 사고와 생산차질

* 일시적 생산중단(수리를 요함)	50.9%
* 일시적 생산지연(복귀가 빠름)	28.4%
* 시설의 파괴손상(대수리)	13.4%
* 심각한 손실(재사용 불가)	6.6%

사고발생시 시설의 피해정도 에서는 일시적생산중단(50.9%)이 많이 찾아하고 있으며 재사용이 불가능한 시설(6.6%)과 복귀가 빠름(28.4%), 대수리를 요하는 시설의 파괴손상(13.4%)도 나타남으로서 상당부분 생산차질이 예상되고 있다.

5. 작업장에서의 건강상 유해정도

* 공기오염으로 인한 피해있다.	21.8%
* 공기오염으로 인한 피해우려.	44.6%
* 폭로시간이 길다.	16.7%
* 별로 영향이 없다.	15.2%

작업장에서의 건강상유해정도를 묻는 설문에서는 공기오염으로 인한 피해우려가 (44.6%)로 가장 많고 실제로 피해가 발생되는 작업(21.8%)도 많이 나타나 있다. 이것은 작업환경이 열악한 것을 표시하며 또한 폭로시간이 긴경우(16.7%)와 별로 영향이 없는 경우(15.2%)도 있었으므로 대부분 유해한 환경임을 알수가있다.

6. 사고발생시 물적/환경적 손실

* 사고발생시 손실발생.	78.0%
* 사고발생되어도 손실을 동반하지않음.	17.5%

사고발생시 물적손실과 환경파괴는 거의 치명적이며 이것은 손실발생(78.0%)이 잘 나타내고 있다. 한편 경미한 손실의 경우도(17.5%)있었으나 대체로 손실발생이 크다.

7. 무상해 사고인 경우

* 작업체계의 결점을 알 수 없다. (생산적인 측면)	27.3%
* 사고의 원인으로 발전될 수 있다. (안전적인 측면)	61.8%
* 기타.	4.8%

사고는 발생되었으나 재해로 연결되지 않는 무상해사고의 경우 사고의 원인으로 발전된다. (61.8%)가 과반수 이상이며, 원인을 알 수 없는 작업체계의 결점도(27.3%) 많이 있다. 기타는(4.8%)적게 나타났으나 무상해사고의 중요성을 알수가 있다.

8. 위험상황

* 자재취급	49.1%
* 송급작업	22.8%
* 배출작업	13.7%
* 기타	7.6%

위험상황이 전개되는 경우는 주로 자재취급시(49.1%)에 발생되며, 송급작업(22.8%)과 배출작업(13.7%)에서도 많이 나타나 있다. 따라서 자재운반작업과 저장작업

이 재해의 주요원인이 되고 있음을 알 수 있다. 기타는 (7.6%)는 적게 나타났다.

9. 동시발생

* 인적, 물적, 환경적 손실이 동시에 발생	55.9%
* 각각발생	32.9%
* 기타	3.5%

사고발생시 발생과 동시에 인적, 물적, 환경적 손실발생이 (55.9%)대부분을 차지하고 있다. 따라서 사고발생은 동시성이 중요한 결과이며, 각각 발생(32.9%)도 있으나 상대적으로 적다. 기타는(3.9%)약간 나타났다.

10. 위험에너지

* 기계적 에너지	50.6%
* 전기 에너지	27.1%
* 열 에너지	10.1%
* 기타	7.3%

동력원을 이루는 에너지원으로는 기계적 에너지(50.6%)가 가장많고 전기(27.1%), 열(10.1%), 기타(7.3%)의 순으로 나타났다. 따라서 기계적인 에너지가 제일 위험요인임을 알 수 있다.

(11) 불안전한 상태

* 기술적인 결함(시설물,기계,공구 등)	29.9%
* 작업에 집중할 수 없는 상태(예;스트레스 등)	57.7%
* 자연상태의 결함(눈, 비, 실내온도 등)	9.1%
* 기타	1.3%

불안전한 상태에 이르는 근로자의 작업환경적인 요인으로서 작업에 집중할 수 없는 심리상태(57.7%)가 과반수를 넘고 있으며 기술적인 결함(29.9%), 자연환경 상태의 이상현상(9.1%), 기타(1.3%)로서 심리적인 안정감이 요구되고 있다.

12. 불안전한 조직

* 유지보수계획의 불철저	22.5%
* 점검제도의 불비	23.0%
* 교육의 불철저(미숙련작업자등)	48.9%
* 기타	3.5%

불안전한 제도에 관한 경우는 교육의 불철저(48.9%)가 많으며, 점검제도의 불비(23.0%), 유지보수계획의 불철저(22.5%), 기타(3.5%)의 순으로 나타났다. 교육의 불철저와 점검을 이행치 않는 경우가 재해의 주요원인이 되고 있다.

13. 불안전한 행동

* 정신적, 육체적인 영향	51.6%
* 습관, 욕구, 관심등의 영향	24.1%
* 책임소재의 불명확	19.5%
* 기타	3.5%

불안전한 행동을 하는 경우는 정신적, 육체적인 영향(51.6%)이 많으며, 습관, 욕구, 관심 등의 영향(24.1%), 책임소재의 불명확(19.5%), 기타(3.5%)의 순으로 나타났다.

14. 알지못함(무지)

* 지침의 무지	15.9%
* 실습의 부족	19.2%
* 주변의 여건 변화 미예측 (예:미끄럼, 중량초과 등)	53.7%
* 기타	1.8%

작업을 수행할 때 주변의 여건변화를 예측하지 못하는 경우(53.7%)가 과반수 이상이며, 실습과 훈련의 부족(19.2%), 지침을 모르는 경우(15.9%), 기타(1.8%)등으로 작업의 완전한 숙지여부가 재해의 주요원인이 되고 있다.

15. 능력부족

* 시력, 청력등의 부족	13.7%
* 경험의 부족	45.6%
* 순발력 부족	14.7%
* 음주, 밤샘등의 신체조건 악화	18.0%

작업의 숙련과 관련된 작업상의 능력을 표현하는 경우에 경험부족의 경우(45.6%)가 가장 많으며 다음이 음주, 수면부족등의 작업조건악화(18.0%), 순발력의 부족(14.7%), 시력청력의 부적격(13.7%)등으로 나타났다. 이것은 작업조건의 변화에 따른 적응상태가 충분치 못함을 알수있다.

16. 불필요한 조건

* 귀찮아서 방치	17.5%
* 작업상의 거리가 멀어서 생략	11.6%
* 알고 있으면서도 설마 하는 행위	60.8%
* 기타	4.6%

불필요한 조건이 발생하는 경우 알고 있으면서도 설마하는 행위(60.8%)가 의외로

높게 나타나 있다. 귀찮아서 방치(17.5%), 작업상의 거리가 떨어져 생략(11.6%), 기타(4.6%)등으로 교육훈련의 부족에 의한 안정도가 미흡한 것이 주요재해의 원인이 되고 있다.

17. 의지부족

* 보호구 미착용	26.8%
* 경쟁적인 과당 경합행위(위험을 무릅쓰고)	41.8%
* 자기능력의 과신	19.7%
* 기타	3.5%

안전의식에 대한 의지를 묻는 경우에 과당 경합행위(41.8%)가 의외로 많으며 다음이 보호구의 미착용(26.8%), 자기능력의 과신(19.7%), 기타(3.5%)의 순으로 나타났다. 이것은 위험을 무릅쓰고 과도한 행동을 하고 있음을 알 수 있다.

18. 사고원인 제거(개선사례)

* 작업물질 대체(안전한 방법)	22.0%
* 기계설계변경(안전한 설비)	37.2%
* 주변환경(소음, 조명등)	35.4%
* 기타	1.5%

사고원인을 제거하기 위한 개선대책 수립 및 실시사례의 경우에는 기계의 설계변경(37.2%), 주변환경개선(35.4%)등이 대부분을 찾아하고 있으며, 작업물질대체(22.0%) 기타(1.5%)순으로 나타났다. 따라서 안전한 설비와 주변환경의 개선이 주요안전대책이 된다.

19. 안전장치 활용

* 프레스안전장치 (광선식, 양수보턴식)	21.3%
* 울, 커버, 건널다리등	2.5%
* 원격조정기구	1.0%
* 기타	1.8%

안전장치는 프레스인 경우에 주로 광선식, 양수보턴식 안전장치를 사용(21.3%)하고 있으며, 울, 커버, 건널다리등(2.5%)과 원격조정기구(1.0%)도 약간 사용되고 있다. 그밖에 기타(1.8%)의 순으로 나타났으나 안전장치가 부족한 것이 사고의 주요 원인이 되고 있다

다. 인간의 작업기준

(1) 작업공간확보

(가) 기본작업자세

보행이나 승강동작에 의한 작업자의 불필요한 이동은 되도록 줄이고, 서있는 자세에서 장시간 있는 것도 금한다. 앞으로 굽으려는 자세는 빈번하게 하지 않고, 웅크리는 자세도 과격하게 하지 않도록 한다. 특이하게 부자연스러운 작업자세를 취할 경우에도 가급적 빨리 자연스러운 자세로 바꿀 수 있어야 한다, 또한 작업자세의 변화는 자주 너무 크게하지 아니하고, 작업범위도 작업자세에 적합하여 작업범위를 넘는 작업은 하지 않도록 한다. 연속동작을 하는 단위작업은 작업자세에 적합하고 작업자가 임의로 자세의 변화를 갖일 수 있는 여유를 준다.

(나) 작업자세에 필요한 공간

공간은 작업을 수행함에 있어 작업자세와 작업위치에 돌입하기 위한 충분한 공간이어야 하고, 작업자세의 변화에도 충분하여야 한다. 작업장의 천정의 높이는 최소 4미터이상으로 하고 한사람이 맞이하는 기적도 기준치이상으로 한다. 작업의 진행에 따른 작업자세의 공간이 확보되고 타기계와의 거리나 기계에 접하는 부분이 작업수행에 지장이 없는 거리도 확보되어야 한다. 신체의 일부분이 상시 또는 간헐적으로 물리적인 압박은 없어야 하고 가공물의 이동에 따른 필요한 공간도 확보되어야 한다. 주변에는 다른작업에 의해 작업공간이 적어져서 필요한 작업공간확보에 방해 받는 일이 없도록 하고 최소한 자유동작을 위한 공간과 선자세에서 오래 있을 경우 걸어 다닐 수 있는 여유를 고려해야 한다.

(다) 작업바닥

작업바닥은 수평으로 잘 되어 있고 전도의 원인이 되는 요철부분이 없어야 하고 바닥에 구멍이 없어 신발이나 의자, 작업대등이 미끄러져 빠지는 일이없는 구조이어야 한다. 바닥재료는 탄성,경도가 적합하고 열전도성이 좋으며 구조는 배수도 잘 되고 물이 고이지 않아 청소하기도 좋도록 한다. 발받침대도 적당히 설치되어 특수한 작업이 아니면 작업바닥으로 부터 추락등의 위험이 없고 서서작업할 경우에도 작업자의 앞쪽에 발되딜 틈을 두어 여유있게 작업을 하도록 한다.

(라) 작업면의 높이

작업을 실시하기 위한 작업면의 높이는 작업자세에 적당하고 작업을 수월하게 할 수 있어야 하며 어려운 조정을 요하는 작업면의 크기는 눈과의 거리가 적당하여야 한다.

작업면이 낮으런 요통이 생길 위험이 있고 높으면 견비통이 생길 위험이 있다.

작업면상에서는 작업동작의 공간이 확보되어 어렵지 않게 작업을 할 수 있도록 되

어 있어야 하며 앉아서 작업을 할 경우에는 앉은면의 높이가 적당하여야 한다. 작업 내용을 기입할 필요가 있는 작업면의 높이도 적합하도록 한다.

(마) 작업대

작업에 필요한 작업대, 작업책상은 충분한 수량이 확보되고 상면은 형태나 크기, 깊이 등이 적합하여야 한다. 또한 작업대의 구조는 경사면이 원활하고 재질 및 경도가 양호하며 표면의 반사광은 강하지 않으며 색상 및 휘도도 적합한 것으로 한다.

작업내용이 변화할 경우를 대비하여 작업대의 변화도 감안하여야 한다.

(2) 작업방법의 합리화

(가) 작업동작의 정확성

작업의 동작은 연속 실시 되어 불필요한 동작이 없도록 하고 가능한한 작업자세를 단정하게 갖어야 한다. 작업동작에 필요한 공간을 충분히 확보하고 동작의 순서가 자연스러운 리듬에 맞추는 듯 하여야 한다. 작업의 동작중에도 부적당한 구속이나 제약이 없는 활동을 할 수 있으며 활동의 방향은 갑자기 부자연스럽게 바뀌는 경우가 없도록 한다. 작업동작을 할 때 양손을 사용하는 경우에는 필요에 따라 양팔이나 양다리를 번갈아 사용하도록 한다. 관절의 운동은 능력범위내에서 작업하도록 하고 작업동작에 따른 부자연스러운 자세나 신체의 상하움직임은 되도록 피한다. 신체의 회전운동은 체중의 중심을 이탈하지 않도록 하고 수하물작업은 적절한 자세와 동작을 하므로써 척추와 관절에 무리를 주지 않도록 한다. 이상과 같이 작업하므로써 일관작업시에 작업의 흐름이 부드럽게 이루어 지도록 한다.

작업동작의 힘은 동작방향, 속도와 빈도 및 일의 성질상 느끼지 않고, 정확히 처리할 수 있는 한계내에 있으며, 힘의 크기도 사람의 근력을 불필요하게 사용하지 않게

함으로서 힘의 역학균형이나 동력의 균형에 적합하도록 한다.

작업의 동작은 범위나 자세가 억제되어 과도한 근력을 필요하지 않게 하며 동작의 속도도 적절하게 하여 피로하지 않게 한다. 작업자세의 유지시간도 특정의 신체부위에 편중함으로서 피로를 야기치 아니하고 작업동작상의 위치가 불합리하여 어깨나 허리에 피로감을 주어 통증이 생기지 않도록 한다.

앞으로 굽으리는 자세는 장시간 취할 경우 복부나 하지가 피로하여 통증이 생기기 쉬우므로 주의를 요하고 인력에 의한 물건의 이동은 능력범위내에서 수행하고 과중한 중량물의 운반은 사람이 하지 않도록 한다. 특히 손으로 하는 운반작업은 특정한 신체부위에 피로를 주어 통증이 일어나지 않도록 한다. 재료 또는 도구나 조작구를 손으로 취급할 때에는 특정의 신체부위에 피로가 생기지 않도록 주의하고 승강운동도 불필요하게 반복하면 안된다.

작업의 동작방향은 일반적으로 불매 현저하게 어긋나지 않도록 하고 같은 동작을 하더라도 효과를 생각하며 유사동작에 있어서도 동작효과를 기대하여야 한다. 동작은 규정대로 실시하여 동작의 결과가 부정확하지 않도록 하고 조작구를 사용하기 위하여 동작의 정확도를 해치는 일이 있어서도 안된다. 도구류는 동작의 정확도를 유지하기에 알맞게 배치되고 작업자는 동작이 정확한지를 판단하여야 한다. 정확한 작업동작은 근육에 강한힘을 필요로 하지 않게하며 부주의에 의하여 동작을 쉽게 하다가 의외로 중대한 위험이 생기지 않도록 한다.

(나) 정보체제의 흐름

작업을 적절하고 확실히 수행하려면 먼저 필요한 서류, 데이터를 보기쉬운 작업자의 가시범위내에 있어야 한다. 작업자는 작업공정의 흐름이나 결과에 대하여 필요한 정보를 즉시 감지할 수 있어야 한다. 작업상의 같은 신호는 언제나 같은 의미를 갖어야한다. 작업과 관련된 정보도 똑같이 항상 같아야 한다. 정보는 상세하게 표시되고 서로 다른정보는 될 수 있는한 두가지 이상으로 표시되어야 한다.

신호는 혼동되지 않도록 작업상황을 명확히 구분하고 서로 다른 정보원의 신호가 동시에 발생할 경우에는 가장 중요한 것부터 우선적으로 표시되도록 한다. 우선적으로 나타나는 신호는 항상 먼저임을 알 수 있도록 한다.

위급한 신호는 자체로 주의환기가 되도록 하고 드물게 나타나더라도 중요한 정보의 신호는 더욱 주의환기가 이루어 지도록 한다. 규정된 신호가 불완전할 수가 있으므로 신뢰성을 위하여 비공식적인 신호도 준비한다.

정보의 판단을 정확히 하기 위하여 필요한 모든 정보는 정확하게 준비하여 정보부실에 의한사고도 없도록 한다. 정보의 선택도 순서대로 판단하기 쉬우게 되어 틀리지 않도록 하고 정보의 선택에 따른 동작의 흐름은 적절한 여유시간을 두어 완전하게 하고 복잡한 판단을 요하는 신호의 빈도는 많지 않게 한다. 작업자 한사람이 담당하는 판넬의 크기도 적당한 크기로 하고 정보량이 적어 단조로운 부담이 되는 것은 피하도록 한다.

특별히 한가지의 확인이 필요한 정보는 가급적 별도로 관리하는 것이 좋다. 정보의 량이 너무 많아서 감각기관의 일부가 과중한 부담이 되지 않도록 한다. 탐지된 정보가 수초 이상 머물러 있어야 할 경우에는 대응하는 조작시까지 정보표시가 유지되어 있어야 한다. 동일 신호가 장시간 계속되어야 할 경우에는 확인과 점검이 충분히 이루어 지도록 하여 착오가 생기지 않도록 한다. 동일하거나 동종의 신호가 자주 바뀌는 경우 응답조작의 착오가 없도록 한다. 간헐적으로 나타나는 중요한 신호의 표시시간은 확인실수를 없애기 위하여 충분히 길게하고 가능한 한 두개이상의 감각기관이 감지하도록 한다.

(3) 작업의 부담감소

(가) 신체적 부담

작업에 의해 숨이 차거나 불쾌한 호흡의 흐름이 없어야 하며 작업을 함으로서 땀

을 많이 흘려 하루의 체중감소가 뚜렷하게 나타나면 안된다. 작업시간중에 체온이 점점 올라가는 내부열이 없고 작업중에 떨리거나 습도에 의해 냉기가 들지 않도록 한다. 또 근육통이 생기어 작업후에 손과발이 절이지 않게 한다. 과중한 신체적인 작업을 계속하거나 반복함으로서 과로하지 않도록 하며 작업후에는 피로회복시간을 충분히 갖도록 한다. 하루의 일량과 에너지량이 균형을 이루워야 한다.

(나) 정신적 부담

작업내용이 과중하여 정신적인 촉박감이 없도록 하고 긴장상태의 장시간 지속에 의한 과도한 부담으로, 고통이나 실수를 유발하는 원인이 되지 않도록 한다. 작업의 단조로움은 정신적인 고통을 유발하며 작업의 진행상황에 대한 작업자의 현저한 불안감은 없어야 한다. 사전에 마음의 준비없이 작업요구가 일시에 중복되면 안되고 신체적 부담과 정신적 부담이 함께 어울려 작업행동을 방해하여서는 안된다. 작업시간의 경과와 더불어 실수의 가능성도 커지고 작업행동의 진척상황을 무의식적으로 처리하는 위험성도 있다. 근무종료후에 피로가 과도하게 쌓이지 않도록 한다.

(다) 건강장해

과중한 피로의 영향이 다음날까지 가지 않도록 하고 작업내용과 작업방법에 의한 건강장해를 느끼지 않도록 한다. 작업조건에 의한 시력의 저하가 없어야 하며 작업환경조건에 기인하는 작업자의 건강장해도 없도록 한다. 작업자의 부적격으로 인한 안전이나 건강장해에 문제가 있어도 안되고 작업자의 일반영양상태도 양호하게 판정된 상태라야 한다. 질병이나 결근의 통계가 위생관리에 활용되고 재해통계는 작업개선에 적용되어야 한다. 부녀근로자, 임산부 및 유아를 갖는 부녀근로자는 작업부담이 적어야 한다. 연소근로자의 작업부담도 적어야 하며 신체장애자의 경우에도 작업부담을 규제하는 특별한 배려가 있어야 한다. 건강회복기에 있는 근로자도 작업부담도

적절하도록 배려한다.

라. 기계의 기능기준

(1) 조작기구

기계의 조작구는 되도록 간단하게 조작할 수 있어야하고 팔하나로 조작함에 있어 과중한 부담이 없도록 조작구의 배열이 적당하여야 한다. 조작구의 설정은 작업자가 편리하게 사용할 수 있도록 손과발의 행동거리도 고려하여야 한다. 조작구의 취급에 필요한 힘의 세기도 고려하여 적당한 형식의 조작구를 선정한다. 빠르고 정확하게 조작할 필요가 있는 조작구는 손으로 조작하고 발로 조작하는 조작구는 되도록 피하고 부득이한 경우에도 앉아서 작업할 수 있도록 한다. 조작구의 형태와 크기는 전체의 공간배치로 보아 적절하여야 한다. 조작구의 취급범위는 크지 않고 긴급할 경우에도 조작시에 착오가 없는 조작구를 선정하여야 한다. 또한 조작구는 작업자에 의한 조작상의 자체 위험이 없도록 한다.

일반용조작구나 중요한 조작구 모두 작업자세로 볼때 팔과 다리사이의 적절한 동작영역내에 있어야 한다. 특히 빈번히 사용하고 정확한 조작을 요하는 조작구는 작업자의 앞에 있어 상체로 조작할 수 있는 가장 좋은 동작범위내에 있도록 한다. 조작구는 작업자세로 보아 용이하게 취급할 수 있는 범위에 있으며 작업자의 앞에 있는 조작구는 시야의 적절한 범위내에 있어야 즉시 취급할 수 있다. 조작구는 작업의 흐름과 관련하여 적당히 배치되고 시동과 정지용의 조작구는 다른 조작구와 명확히 구별하여 오동작이 없도록 한다. 정해진 순서에 의해서 조작을 함에 있어 우발적으로 조작구를 건드리거나 동작되는 일이 없도록 한다.

비상용조작구는 일반조작구와 구별하여 배치하며 비상용조작구는 오동작이 없도록 특히 유지관리를 잘 하여야 한다.

(2) 기계의 안전성

작업과정은 계획대로 진행되고 있으며 안전성확보가 이루어져 있어야 한다. 기계나 설비의 유지보수계획은 잘 이루어지고 기계설비의 고장시에는 즉시 대처할 수 있어야 한다. 작업자의 잘 못된 조작행위가 중대한 사고를 발생시킬 위험이 있을 경우에는 조작결과에 따른 안전성에 유의하여야 한다. 작업자사이의 연락이 잘 이루어지므로써 안전사고방지에 전념하여야 하고 기계설비의 고장이나 작업불량으로 인한 작업자의 위험상태가 없도록 하며 작업자의 돌발사고가 발생되어도 이와 연관되어 중대한 장애가 유발되지 않도록 고려하여야 한다. 작업과정에서의 사고는 주변의 작업자에게 확대되지 않도록 하고 작업과정과 관계없이 발생하는 불의의 재해나 환경의 돌발변화에 따른 안전대책도 수립하여야 한다. 긴급시에도 충분히 대처하기 위하여 만반의 대책수립과 근로자에 대한 훈련을 실시한다.

산업재해발생사례를 중심으로 기계의 위험요인을 분석한 결과는 다음과 같다.

- * 안전장치의 부적정한 배치
- * 송급배출장치의 결함
- * 기계의 보전상태불량

마. 작업환경기준

(1) 작업장의 온도

기온은 작업하기에 쾌적대의 범위내에 있어야 하고 온도는 작업온도와 관련하여 적합하여야 한다. 작업중에 이상고온이 발생되면 안되고 작업자는 고온물체로부터 열복사를 받을 위험이 있을 때에는 내열복을 입는다. 작업장의 온열조건이 기계나 제품중심으로부터 발생될 경우에는 작업자에게 피해를 주지 않도록 격리하고 불쾌한 고온조건의 작업장에서는 송풍기나 환풍기 냉방기등의 온도대책을 세워 실시한다. 냉

방온도는 외기온도에 따라 적절하게 하고 실내의 냉난방을 할 때에는 실내의 기온분포가 균일화되도록 배려하여야 한다. 작업장내의 공기조절작업도 온열조건이 계절차이와 관계됨을 고려하여 실시한다. 방열구나 방한구를 사용할 때에는 적합한 것을 사용함으로써 작업에 방해가 되지 않도록 한다. 작업이 쾌적기온대에서 수행하지 못하는 경우에는 휴업시간, 휴식시간을 적절하게 사용한다. 작업장내에서의 적정기온온도는 섭씨 20-25도로 한다.

(2) 조명

어떠한 작업조건하에서도 조명이 어두어서는 아니되고 작업에 방해가 되는 광원으로로부터의 가물거림이 없어야 한다. 조명은 작업자의 눈이 부시는 현상이 없어야 하고 자연채광하에서의 작업은 채광방법이 작업을 방해하는 채광법이 되어서는 안된다. 작업자의 작업시야 범위내에서는 표면반사로호 인하여 눈이 부시는 일이 없도록 하고 조명시에 부적당한 그림자가 생기어 작업을 방해하는 일이 없도록 한다. 전체의 조명은 국소조명과 적절히 배열하여 설치하고 보조조명이 필요한 때에는 휴대용 조명기구를 사용하기도 한다. 조명설비는 보수체제를 갖추고 조명기구의 사고방지를 위하여 안전대책을 세운다.

표2-1 수송용기계기구제조업에서의 조명수준

작업의 형태	조명수준(LUX)	조명방법	비 고
창고, 계단, 재료공급	50	일반조명	시행규칙제16조 (기타75LUX이상)
세면장, 휴게실	100-200	자연조명 인공조명	없음
기계조작, 수리, 재료 검사	500-1000	일반조명 보조조명	150-750LUX

(3) 소음

작업환경중에서 작업자를 괴롭히는 소음이 발생되지 않도록 하고 소음이 작업을 방해하여서는 안된다. 소음의 음질이 갈라지는 등 불쾌한 음질이면 더욱 나쁘고 청력장애를 일으키면 안된다. 소음의 크기는 작업조건의 수준에 적합하고 일반적으로 작업장내에서 회화에 지장이 없어야 한다. 소음원은 가능한한 격리시키고 소음으로 인하여 흔들리는 기계는 다수의 작업자로부터 될 수 있는 한 멀리 설치하고 소음을 줄이기 위한 차음, 흡음시설을 하여야한다. 허용한계를 넘는 소음을 발생하는 작업장에서는 귀마개, 귀덮개등을 사용하여 청력을 보호하여야 한다. 적합한 소음의 수준은 65db-75db이 쾌적한계이다

수송용기계기구제조사업장에서의 소음원은 다음과 같다.

- * 재료를 금형으로 가압하여 타발시 프레임의 진동에 의한 소음이 되는 것
- * 금형끼리의 충돌진동이 소음이 되는 것
- * 프레스의 진동이 지면 및 공장벽면을 진동하여 소음이 되는 것

귀마개의 차음효과는 그림2-3과 같다

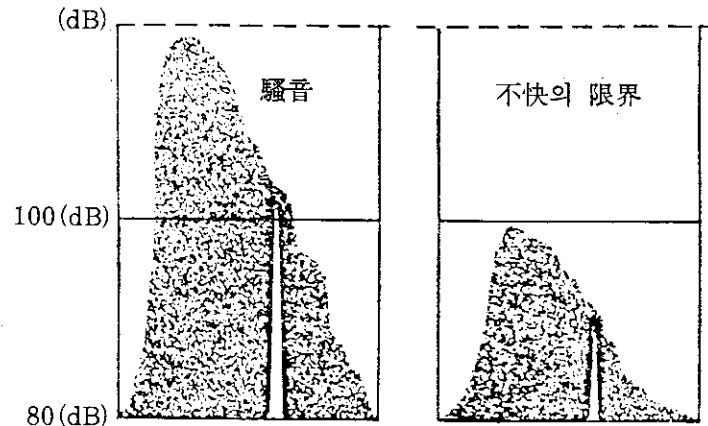


그림2-3 귀마개의 차음효과

(4) 작업장내 공기오염

작업장내의 유해물의 사용은 최소한으로 억제하고 유해물의 발생원은 적절하게 격리시킨다. 공기중의 유해물은 배출설비로 배출시켜 공기중의 농도를 허용농도 이하로 한다. 유해물이 피부에 닿아 장애를 일으키지 않도록 적절한 수단을 강구하고 유해물의 취급시에는 위생기준을 따르도록 한다. 작업상 유해물을 부득히 취급하는 경우에는 적절한 보호구를 사용하도록 한다.

표2-2 수송기계기구제조업에서의 유해물

발생원	유해물	최대허용농도 (PPM)
배기가스	일산화탄소	100
	이산화탄소	5000
용접기	이산화탄소	5000

3. 표준모델개발

가. 재해유형

- (1) 작업자세의 부적합로 인한 협착.
- (2) 작업방법의 모순으로 인한 절단.
- (3) 소재운반의 안전수칙 위반으로 인한 충돌.

나. 표준모델설계

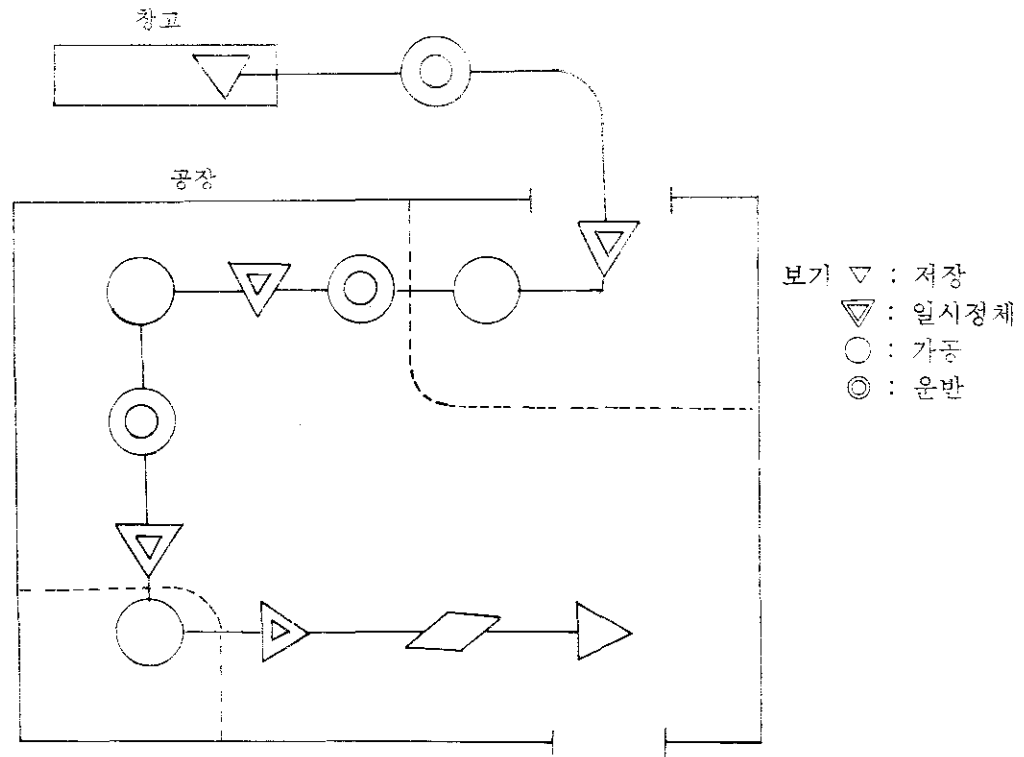


그림3-1 표준모델 배치도

(1) 일반설계

A Block'출입구의 크기

사람의 출입 2,200mm-2,400mm(폭) X 1,800mm-2,000mm(높이)

차량(중형) 2,500mm-2,900mm(폭) X 2,400mm-2,800mm(높이)

B Block : 통로

주통로 이방통로설치(폭) 3,900mm-4,100mm

보조통로 일방통행설치(폭) 2,100mm-2,300mm

지게차(폭) 차량양편에 400mm여유를 두었음.

C Block : 바닥은 벽면과 평행이고 직선으로 설치하며 평탄하고 급경사 없이 함.

D Block : 천정은 설비의 높이 와 재료, 제품의 크기 및 환기와 냉난방에 적합하도록 높이를 정하였으며 최저 4M이상으로 하였음.

(2) 성형공정설계

A. 인간측면 ; 충분한 활동을 할 수 있는 작업공간확보를 위하여 작업공간을 다음과 같이 설계하였음

- * 작업자의 크기 : 가로 600mm × 세로 350mm
- * 움직일 수 있는 공간 : 가로 900mm × 세로 650mm
- * 기계와 인간사이 공간 : 정지물체 150mm × 이동물체 300mm

작업시 잠시 머물 수 있는 시설확보

- * 지지대, 작업대, 의자, 족대, 간이휴게실 설치
- * 샤워장, 흡연실 설치

개인보호구 확보

- * 수송용기계기구제조업에 필요한 개인보호구 : 귀마개, 귀덮개, 안전모, 용접안경, 안전화, 안전장갑, 보안경, 방진마스크 등
- * 작업에 필요한 장비보관함 설치 : 공구함, 사물함 설치

B. 기계측면 ; 기계조작의 합리화를 위하여 조작기구는 가동범위내에 배치함.

- * 소재의 공급작업자가 가동스위치를 조작하도록 할 것
- * 양손조작스위치 및 비상정지스위치를 공급작업자의 활동범위내 배치

금형, 지그, 공구의 확보

- * 작업대를 작업범위내에 설치하여 작업이 수월하게 함
- * 금형은 중량을 감안하여 이동상자에 보관함

안전장치의 유효범위내 설치

- * 광선식안전장치는 작업위험점에 근접배치 함
- * 기계주위에 안전울을 설치함

C. 환경측면 ; 작업장의 온도

- * 섭씨 20도-25도를 유지하기 위하여 하절기에는 선풍기를 동절기에는 기름난로를 설치한다. 특히 기계의 발생열도 감안하여 기계의 상부에 선풍기를 부착함
- * 열스트레스의 방지를 위하여 작업장내의 열발생장치는 격리시킴

조명

전체작업장의 조명은 확산조명으로 하고 조도는 다음과 같이 함

- * 창고, 계단, 재료취급장 : 50LUX
- * 샤워장, 휴게실 : 200LUX
- * 기계조작, 수리, 검사 : 500LUX

소음

- * 크라운부분을 방음패널로 밀폐
- * 방음장치설치
- * 방음보호구 사용 : 구마개, 귀덮개

장내공기오염

- * 환기시설설치 : 국소배기장치, 자연환기, 선풍기 설치
- * 개인보호구 착용 : 방진마스크, 가스마스크, 호스마스크, CO₂흡수마스크, 보호용 작업복

(3) 운반공정설계

A. 인간측면 ; 동시 작업금지

- * 자재운반작업시에 충돌의 위험방지를 위하여 가까이에서 작업하지 않는다.

신호의 준수

- * 휘크리프트이용시 신호를 준수한다.

요통방지

- * 작업중의 요통방지를 위하여 출근과 동시에 요통방지체조를 실시

B. 운반통로측면

- * 통행로의 확인체제
- * 통행의 제한조치실시
- * 운반구는 경량용과 중량용으로 구분하고 중량용은 바퀴를 단다.

C. 환경측면

- * 밀폐된 장소의 공기오염방지시설
- * 소음차단시설

4. 재해방지효과

가. 재해발생사례

- * 성형작업중에 가공재의 송급과 배출작업을 반복하던중 금형사이에 협착된 사고
- * 작업장내에서 지게차를 운전중 근로자를 치인 충돌사고
- * 자동화금형장치에서 배출작업중 배출이 불완전하여 손을 넣어 꺼내다가 발생한 협착사고
- * 제품반출시 제품이 근로자를 때린 사고
- * 브레이크성능 불량으로 상금형이 불의에 하강하여 발생한 골절사고

나. 기대효과

(1) 성형작업의 협착재해 방지

- * 인간과 기계의 일체감성립으로 기계오동작 감소
- * 작업조건의 개선으로 기계에 이상이 있을 시 기계를 정지하고 위험점에 손을 넣어 작업하프로서 재해방지
- * 수공구의 활용으로 직접 손으로 작업하지 아니함으로서 재해를 방지

(2) 운반작업중의 충돌사고 방지

- * 인간능력의 한계를 운반구로써 보완하여 인간의 실수를 방지
- * 작업장내 운반작업중에는 주위에 알리고 기지범위내에서 운반작업을 함으로서 사고 방지
- * 제품반출시 무리한 동작에 의한 접촉사고 방지

5. 결 론

가. 인간-기계 체계구성의 일체감을 주기 위하여 연구기간내 근로자에 대한 설문 조사를 실시하여 제반 숨어 있는 문제점을 도출하여 이를 개선모델에 반영하였으며 주요내용은 다음과 같다.

- * 광선식안전장치의 전진배치
- * 작업중에 손을 지지하기 위한 보호카바 설치
- * 수공구의 사용으로 직접 손을 위험점에 넣지 않도록 함

나. 인간-환경 체계구성의 합리화를 위하여 사업장을 실시한 결과를 토대로 환경 설비의 문제점을 도출하고 이를 개선모델에 반영하였으며 주요내용은 다음과 같다.

- * 실내온도유지를 위한 선풍기의 기계상부 부착
- * 확산조명을 위한 채광법의 채택
- * 공기오염원의 국소배기장치 설치

부 록

여 백

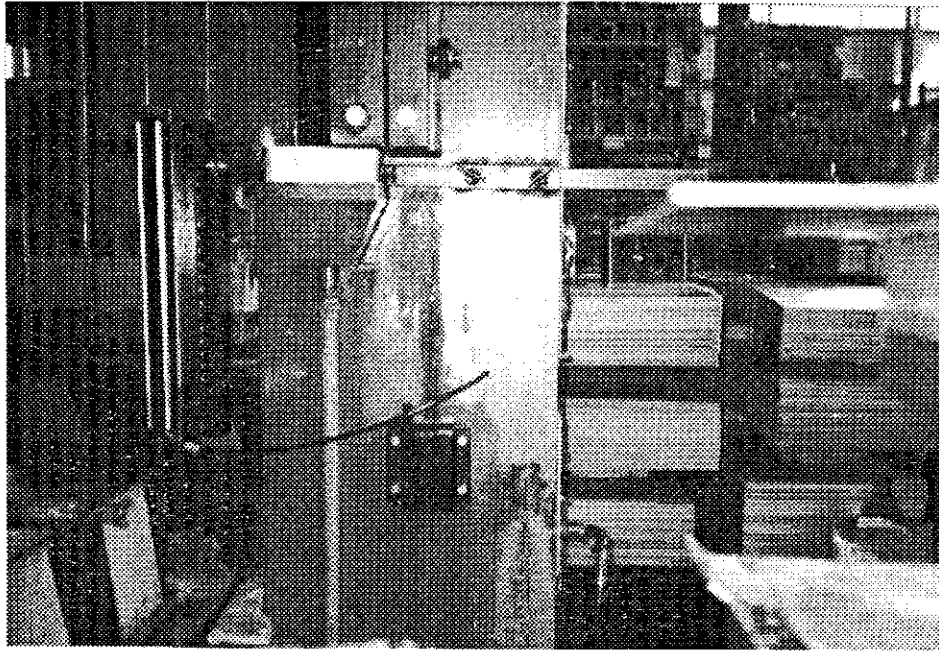


FIG1. 성형작업을 위한 소재 준비

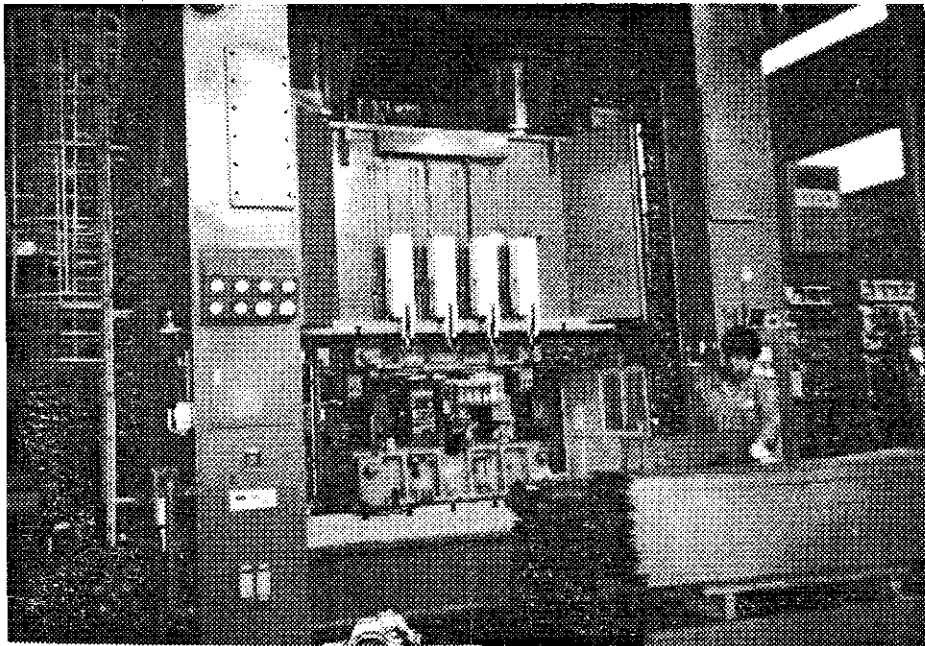


FIG2. 소재 반입준비 작업

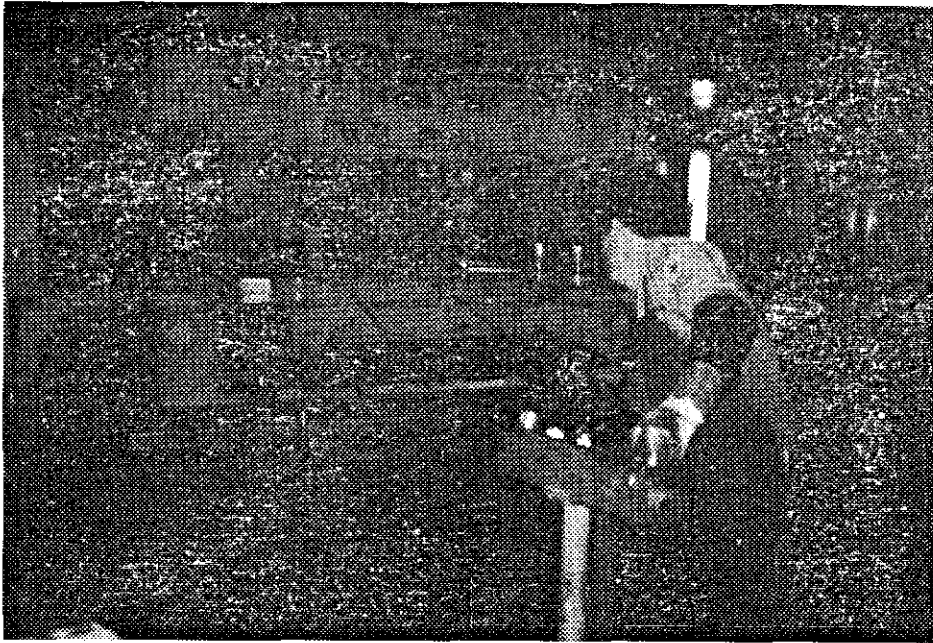


FIG3. 성형가공작업 시작

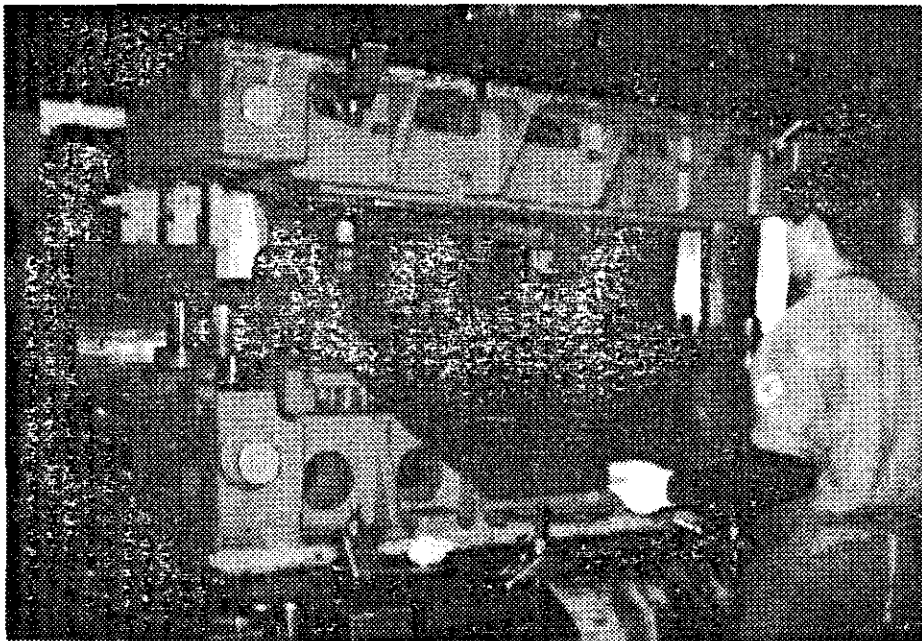


FIG4. 작업완료후 배출작업



FIG5. 작업공간 개선 상태

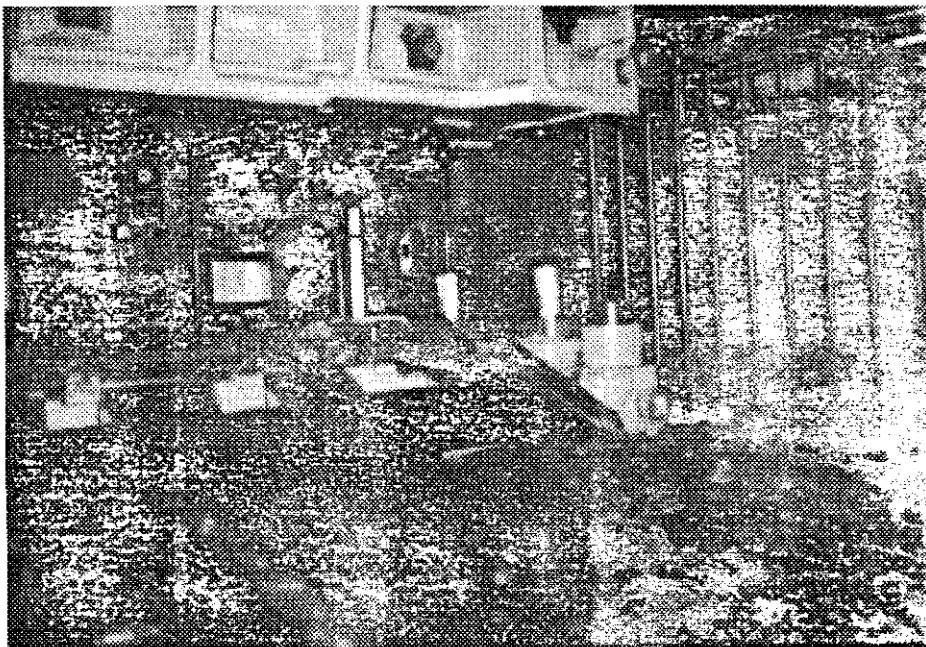


FIG6. 상형금형의 반발장치



FIG7. 금형의 반발장치 작동

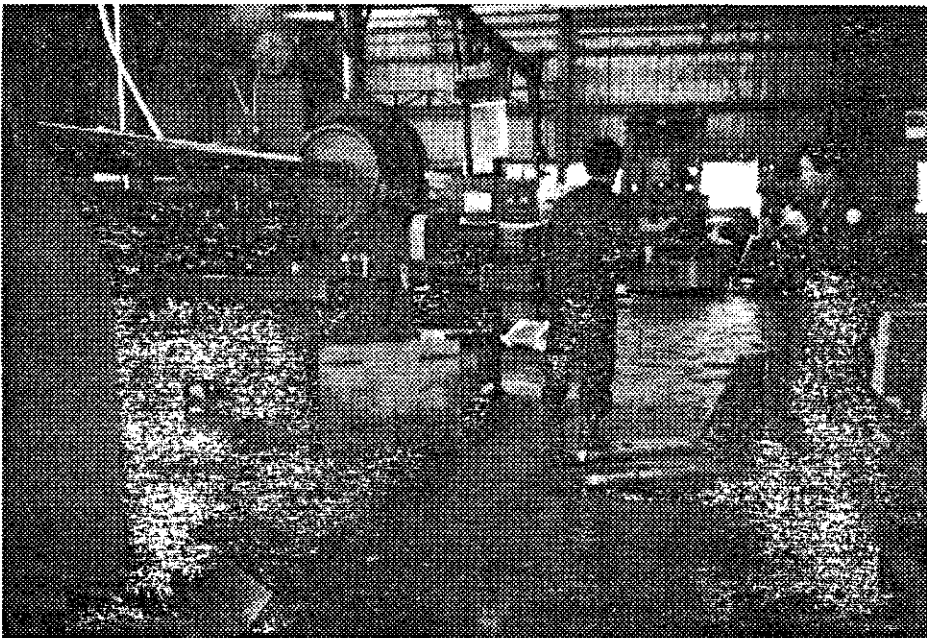


FIG8. 작업통로의 구획

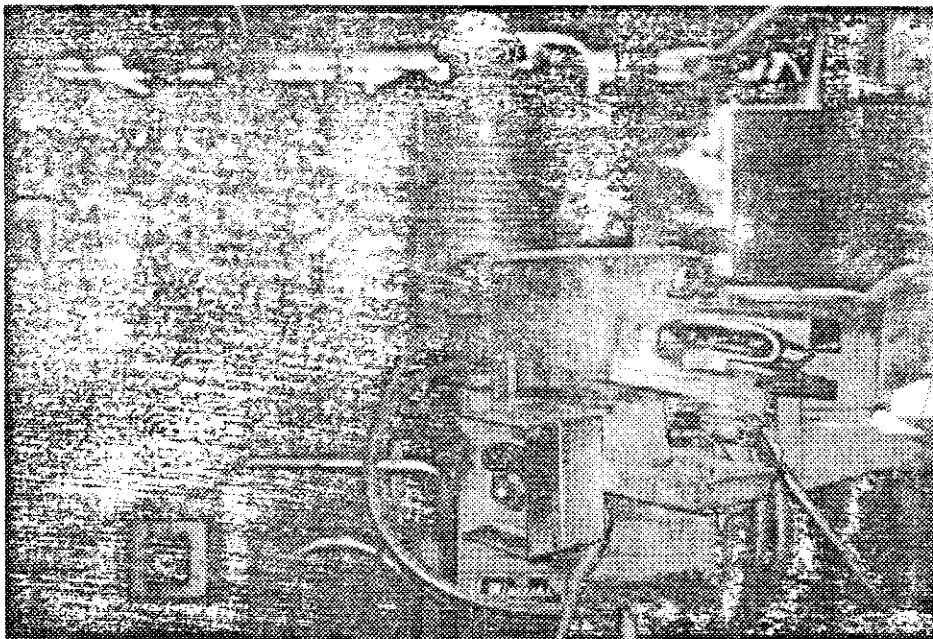


FIG9. 창문에 의한 자연조명

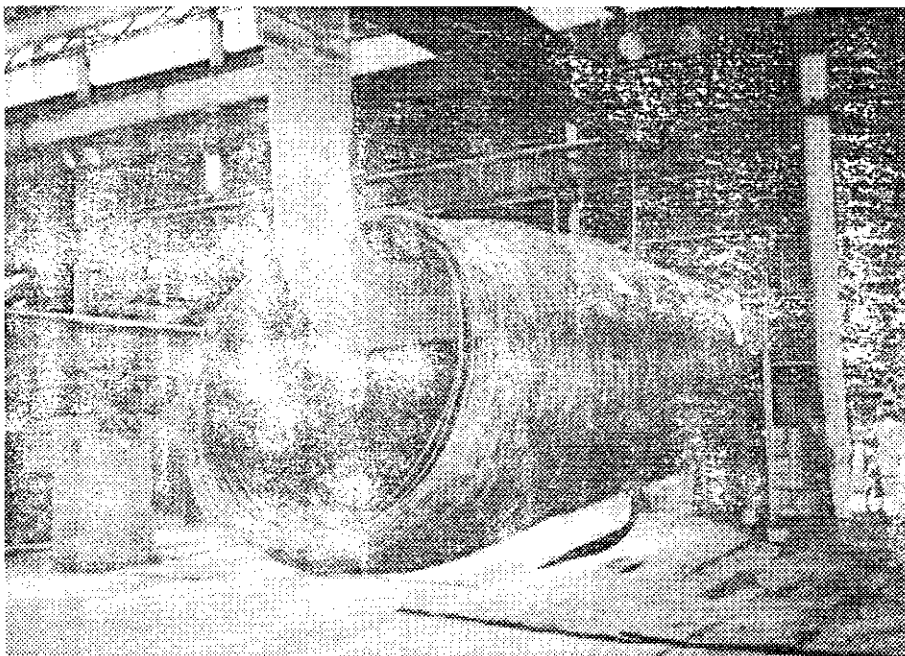


FIG10. 천정에 의한 자연조명

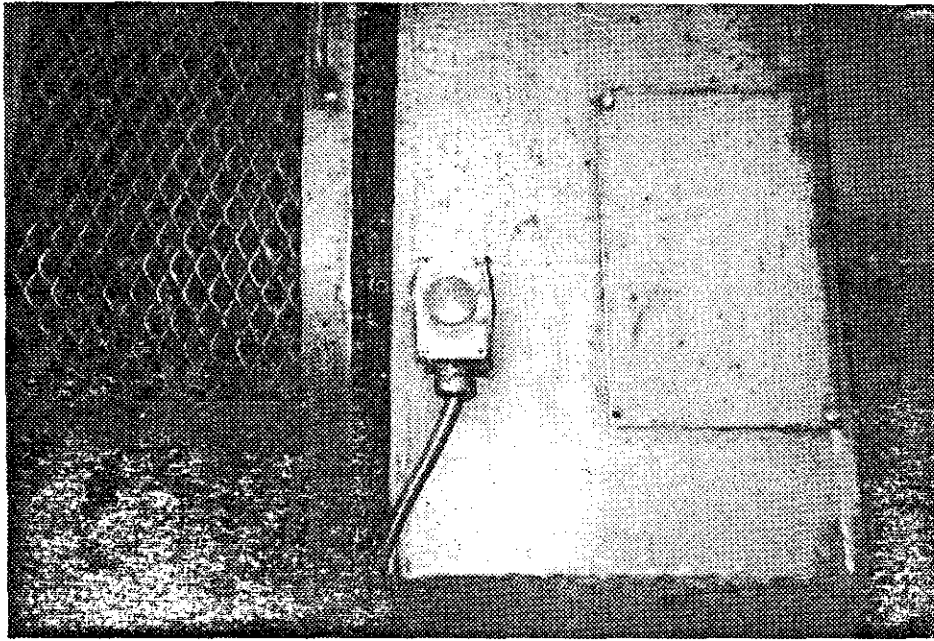


FIG11. 비상정지 스위치

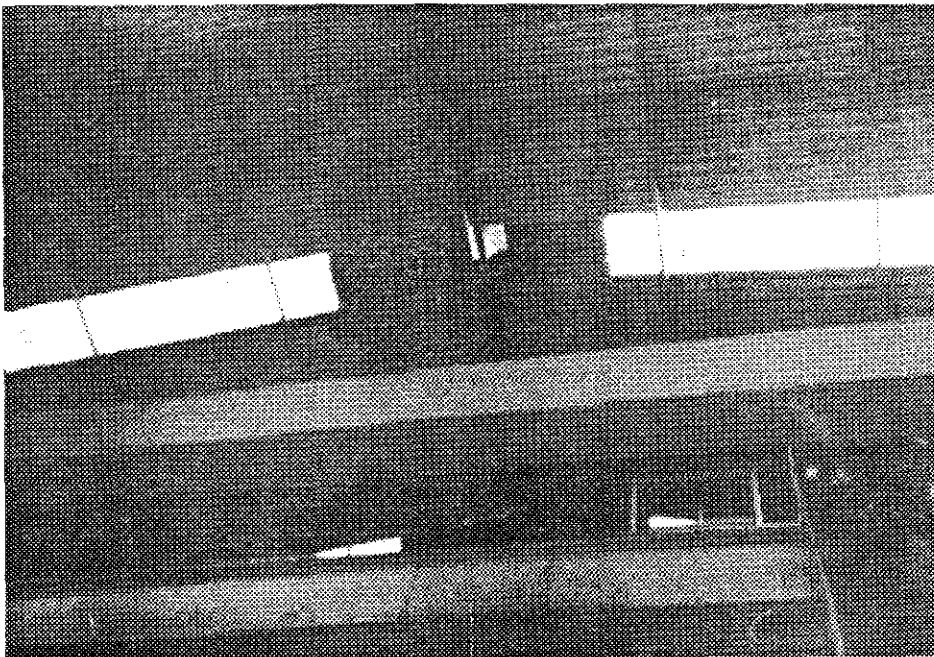


FIG12. 천정에 의한 채광

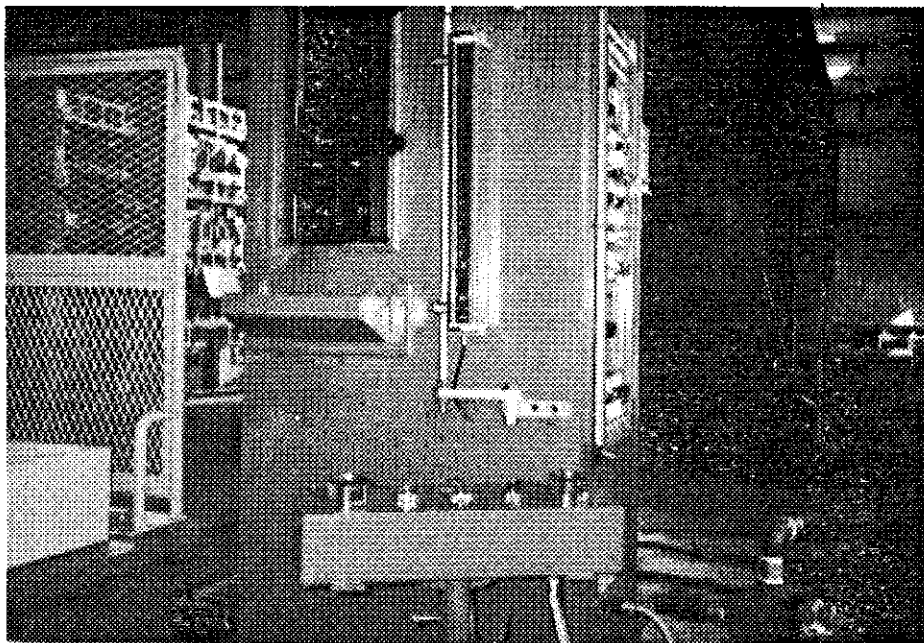


FIG13. 광선식 안전장치

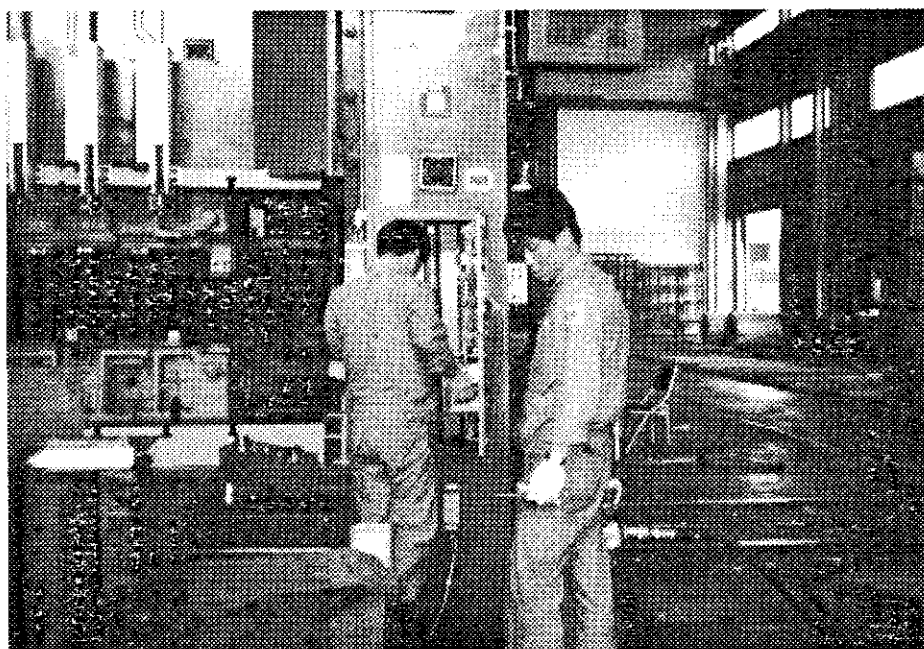


FIG14. 기계의 안전점검

재해다발 적업공정의 Man-Machine 시스템 개선모델 개발
(수송용 기계기구 제조공정 모델) (기연 92-3 나)

발 행 일 : 1992. 12. 31

발 행 인 : 원 장 서 상 학

연구책임자 : 실 장 이 관 형

연구수행자 : 연구원 고 영 식

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

기계전기연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-3

전 화 : (02) 742-0230

<비매품>