

다단식 프레스의 안전금형 개발

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 “다단식 프레스의 안전금형 개발” 사업의 최종보고서로 제출합니다.

1992. 12.

주관 연구부서: 산업안전연구원
기계전기연구실

연구책임자: 실 장 이 관 형

연구수행자: 이 충 렬

머 리 말

다단식프레스를 사용하고 있는 업체는 수출하거나 국내에 판매하는 대기업에서 주문받아 주로 신발창을 생산하는 업체들로서 대부분 영세한 실정이며 이들 업체에서는 프레스의 일종인 다단식프레스를 사용하여 제품을 생산하는데 이 다단식프레스는 스팀의 열로써 고무재료를 압착하여 신발창을 만드는 기계로서 기존의 프레스 안전장치의 적용이 어려워 작업자는 위험한 상태에서 작업을 하게 됩니다.

이러한 재해는 열상을 동반하여 상해부위의 재생이 불가능할 뿐만 아니라 계속해서 상해부위가 주위로 번져 손목까지 잘라야 하는 경우가 대부분으로서 상해의 정도가 심각한 상태입니다. 사고가 발생하면 상해를 입은 근로자들은 물론이고 이로 인해 기업들도 어려움을 당하게 됩니다.

다단식프레스는 작업이 복잡하고 까다로와 기존의 일반 프레스 안전장치의 사용이 어려워 적절한 안전대책이 미흡하고 이미 개발된 자동화 프레스가 있으나 다품종 소량 생산에는 적용하기 어려우며 설치비용이 비싸 이들 영세업체에서 설치하여 사용하기는 어려운 형편입니다.

본 연구에서는 기존의 안전대책이 미비한 실정에 비추어 기존 생산 시설에 저렴하고 간편하게 설치할 수 있는 안전금형을 개발하여 이의 시제품을 제작하였습니다. 다단식프레스의 구체적인 사고원인 분석을 하고 작업공정에서 재해예방이 가능한 안전금형을 구상하고자 하였습니다. 이러한 구상을 설계를 통하여 정형화 시키고 모형을 제작하였으며 실험을 하여 문제점을 분석하고 개선점을 찾아 보완하였습니다.

아무쪼록 이 안전금형의 개발이 현장에서 널리 사용되어 다단식프레스로 인한 재해가 예방되었으면 합니다.

산업안전연구원장

목 차

1. 서	론	.....	3
1.1	목적 및 배경	.....	3
1.2	연구개발의 개요	.....	4
2. 본	론	.....	5
2.1	다단식프레스 실태조사 및 재해조사	.....	5
2.2	다단식프레스의 일반사항	.....	7
2.2.1	다단식프레스의 작업공정	.....	7
2.2.2	다단식프레스 작업의 위험성	.....	9
2.3	일반프레스 안전장치 적용성 검토	.....	10
2.4	안전금형의 모델구상	.....	11
2.4.1	손잡이형 안전금형의 설계	.....	12
2.4.2	링크식 안전금형의 원리 및 설계	.....	14
2.4.3	안전금형 모형 실험 및 시제품 제작	.....	19
2.4.3.1	안전금형의 시제품제작	.....	19
2.4.3.2	문제점 분석	.....	20
2.4.3.3	보완 연구	.....	20
2.5	결과 및 고찰	.....	21
3. 결	론	.....	22
참고문헌		.....	23
부록		.....	24
a.	안전금형 측면도	.....	24
b.	링크 측면 프레임	.....	25
c.	로울러, 로울로핀 및 와셔	.....	26
d.	밀대 및 밀대길이 조정부	.....	27
e.	밀대 및 밀대길이 조정부 부품도	.....	28

여 백

1. 서 론

1.1 목적 및 배경

우리나라 신발 산업은 60년대 이후 계속 번창하여 왔으나 저렴한 인건비에 의한 생산이 주종을 이루어 왔으므로 현재는 채산성 문제로 감소하는 추세이다. 다단식프레스를 사용하고 있는 업체는 수출하거나 국내에 판매하는 대기업에서 주문 받아 신발창을 생산하는 업체들로서 대부분 영세하다. 이들 업체에서는 프레스의 일종인 다단식프레스를 사용하여 제품을 생산하는데 이 다단식프레스는 스팀의 열로써 고무재를 압착하여 신발창을 만드는 기계로서 기존의 프레스 안전장치의 적용이 어려워 작업자는 위험한 상태에서 작업을 하게 된다.

이 신발창 제조 공정은 고무재료를 바꾸어 넣을 때마다 손으로 금형을 프레스 안으로 밀어 넣어야 하는 작업이 반복되어 손가락 및 손목의 협착 사고가 발생할 우려가 있다. 이러한 재해는 열상을 동반하므로 상해부위의 재생이 불가능할 뿐만 아니라 계속해서 상해부위가 주위로 번져 손목까지 잘라야 하는 경우가 대부분으로서 상해의 정도가 심각한 상태이다. 사고가 발생하면 상해를 입은 근로자들은 물론이고 이로 인해 기업들도 어려움을 당하게 된다.

다단식프레스는 작업이 복잡하고 까다로와 기존의 일반 프레스 안전장치를 적용하기 어려워 적절한 안전대책이 미흡한 실정이고 이미 개발된 자동화 프레스가 있으나 설치비용이 비싸 이들 영세 업체에서 설치하여 사용하기는 어려운 형편이다. 또한 이 자동프레스는 자체의 뜨거운 열로 인해 고장이 자주 발생하여 작업이 중단되는 경우가 많고 신발창 제조와 같은 다품종 소량 생산방식에는 적용하기 어려운 점이 있다.

본 연구에서는 다단식프레스 사용실태 및 사고조사를 하였으며 기존의 안전대책이 미비한 실정에 비추어 기존 생산 시설에 저렴하고 간편하게 설치할 수 있는 안전금형을 개발하였고 이의 시제품을 제작하였다.

1.2 연구개발의 개요

다단식프레스 기계는 그 크기가 표준화 되어 있지 않고 수요자의 요구에 따라 주문 생산하고 있으며 신발의 크기와 종류가 다양하고 유행에 따라 모양이 바뀌므로 금형의 크기 또한 매우 다양하다. 본 연구에서는 다단식프레스의 재해자료를 조사하고, 신발창 제조업체의 현장 실태 조사를 실시하여 구체적인 사고원인 분석을 하고 작업공정에서 재해 예방이 가능한 안전금형을 구상하고자 하였다. 이러한 구상을 설계를 통하여 정형화시키고 모형을 제작하였으며 실험을 하여 문제점을 분석하고 개선점을 찾아 보완 하였다. 또한 '92 국제안전기기 전시회 (부산 K B S) 에 출품하여 관련업체의 안전관리자와 기술자의 의견을 수렴하여 본 연구에 참고하였다. 이러한 과정들을 통하여 다단식 프레스 안전금형 개선모형을 구상, 설계, 모형제작, 실험 및 시제품을 제작하였다.

2. 본 론

2.1 다단식프레스 실태조사 및 재해조사

재해조사는 신발창 제조공장이 밀집되어 있는 부산지역을 대상으로 실시하였다. 부산북부지방노동사무소 관내의 재해조사 보고서로부터 다단식프레스에 의한 120 건의 재해자료를 분석하였다. 그 외의 지역은 신발창 제조공장들이 많지 않으며 여러 곳에 산재되어 있어 현재로서는 재해가 조사되지 못하였으나 미미한 것으로 알려지고 있다.

90년도 1년간에 부산 북부지역에서의 다단식프레스의 재해를 살펴보면 표 1 과 같다. 이 표에서 보는 바와 같이 다단식프레스에 의한 사고는 손으로 금형을 프레스에 밀어 넣고 손을 완전히 빼지 않은 상태에서 조금씩 스위치를 작동시켜 손목이나 손가락을 다치는 경우가 대부분이다.

현장 실태조사는 부산북부지역에 있는 Y산업 등 4개업체를 대상으로 하였다. 이들 업체에서는 주로 운동화의 중간제품을 생산하고 있는데 수출을 하거나 국내에 판매하는 큰 신발회사에 생산품들을 납품하고 있다.

이 지역의 공장은 생산원가를 낮추기 위해 도급식으로 제품을 생산하고 있었고 이로 인하여 근로자의 작업이 조급하게 이루어지게 되어 사고가 많이 발생된다고 생각

표 1. 재해 현황

형 태	손 상 부 위	원 인	건 수
협 착	손목 및 손가락	손으로 금형을 투입함과 동시에 스위치를 작동시킴. (대부분 열상으로 영구 불능 재해, 재해당시보다 상해부위의 확산)	111
절 꿀	손가락	금형의 뚜껑을 열어서 수직으로 세울 때 불안정하 게 세워둠.	9
기 타	발 및 기타	프레스에서 과도하게 힘을 주어 금형을 꺼냄.	

되었다. 기타지역인 경기도 안산에 있는 업체 S에서는 신사 숙녀화, 안전화 및 군화 등의 신발창을 생산하고 있었다. 이 업체에서 생산하는 신발창들은 정밀한 작업을 요하여 도급식 생산방식은 택하지 않고 있는데 재해는 거의 발생되지 않았다.

위의 재해조사에서 나타난 바와 같이 부산북부지역에 재해가 많은 이유는 도급식 생산 방법을 택하고 있기 때문으로 볼 수 있다. 이 업체들은 도급식 생산을 하지 않고서는 생산능률이 오르지 않으므로 생산 원가를 맞추기 어려운 형편이어서 이런 생산방법을 피하기 어려운 상황이라고 한다.

또한 이 업체들의 작업현장은 무덥고 고무냄새가 많이 나는 등 작업조건이 매우 열악하며 금형이 무거우므로 금형 이송작업이 힘이 들어서 25~35세의 젊은 남성 근로자들만이 작업이 가능하다. 이러한 이유로 작업이 가능한 근로자들도 취업을 기피하거나 작업자에게 비교적 많은 임금을 지불하여야만 한다. 따라서 안전한 설비를 하는 것이 재해 예방에 급선무라 할 것이다.

사고는 한가지 원인에 의해서 발생하는 것이 아니며 직접적, 간접적, 인적 및 물적의 여러조건에 의한 원인들이 복합되어 있다. 다단식프레스의 재해의 경우에도 이와 같은 많은 사고원인을 찾아낼 수 있다.

그 중에서 본 연구의 대상이 되는 기술적 원인으로는 다단식프레스 제조업체에서 설계시 근원적인 안전설계 개념이 고려되지 못하였을 뿐만 아니라 다단식프레스 작업이 가능한 프레스 안전장치가 개발되지 못하였다.

물적인 원인은 안전설계가 되어 있지 않았고 프레스 안전장치가 설치되지 못하였음에 있다고 본다.

인적 원인은 금형 송급시 금형을 손으로 밀면서 손이 작업점에서 완전히 빠지지 않은 상태로 프레스 작업 스위치를 작동하는 불안정한 작업 (조급한 행동)이 가장 많다.

그러므로 이로 인한 재해를 근본적으로 예방하려면 기술적 대책으로서 안전설계 개념을 도입하여 프레스와 금형을 안전하게 하는 것이 효과적이라 할 수 있다. 다단식프레스의 작업 특성상 프레스 자체에 부착되는 안전 장치의 개발은 어려우므로 금

형의 크기가 다양하지만 금형자체로 안전하게 작업할 수 있도록 안전금형을 개발하는 것이 필요하다.

2.2 다단식프레스의 일반 사항

2.2.1 다단식프레스 (Hot Press)의 작업공정

다단식프레스는 고온의 스팀으로 금형에 열을 가하면서 유압장치에 의하여 금형에 압력을 가하여 압축 시킴으로써 고무와 같은 연성재료를 열간 성형하는 것으로 일명 핫프레스라고도 하며 통상 여러층의 압축 단으로 이루어져 있으므로 다단식프레스라고도 한다. 다단식프레스는 일정한 규격이 없고 제작업체는 수요자의 다양한 요구에 따라 프레스를 제작하고 있다.

다단식프레스에 의한 신발창 제조는 다음과 같은 공정을 거치게 된다. (그림1 참조)

- ① 프레스 작동레버를 완전히 풀어 압력을 제거하고 각 볼스터가 완전히 이완되도록 한다.
- ② 성형공정이 끝난 금형이 있는 볼스터의 높이로 작업대를 옮기고 금형을 꺼낸다.
- ③ 작업대를 작업자가 작업하기 편리한 위치까지 내려 놓고 상금형을 열어 세워둔다.
- ④ 압축 성형된 제품을 꺼낸다.
- ⑤ 재단기등의 전가공 공정을 거친 원재료(통상 고무제품)를 금형 내의 적당한 위치에 배치하여 놓고 금형을 닫는다.
- ⑥ 여러 단으로 이루어진 볼스터중 제품이 성형될 칸과 같은 높이로 작업대를 상승시키고 금형을 밀어 넣는다.
- ⑦ 각 단에 모두 성형될 금형이 채워질 때까지 ②~⑥의 작업을 반복한다.
- ⑧ 프레스 작동레버를 조작하여 금형에 압력을 가한다. 통상 성형과정은 10분 가량 소요되며 제품에 따라 다르지만 대부분의 경우 성형 도중에 작동레버를 풀어

공기빼기 작업을 하여야 한다.

⑨ 다음 기계에 가서 ①~⑧의 과정을 반복한다.

이 작업은 통상의 프레스와는 달리 성형시간이 많이 소요되기 때문에 근로자 1인이 3대 정도의 프레스를 동시에 관리하며 순차적으로 작업하는 것이 보통이다.

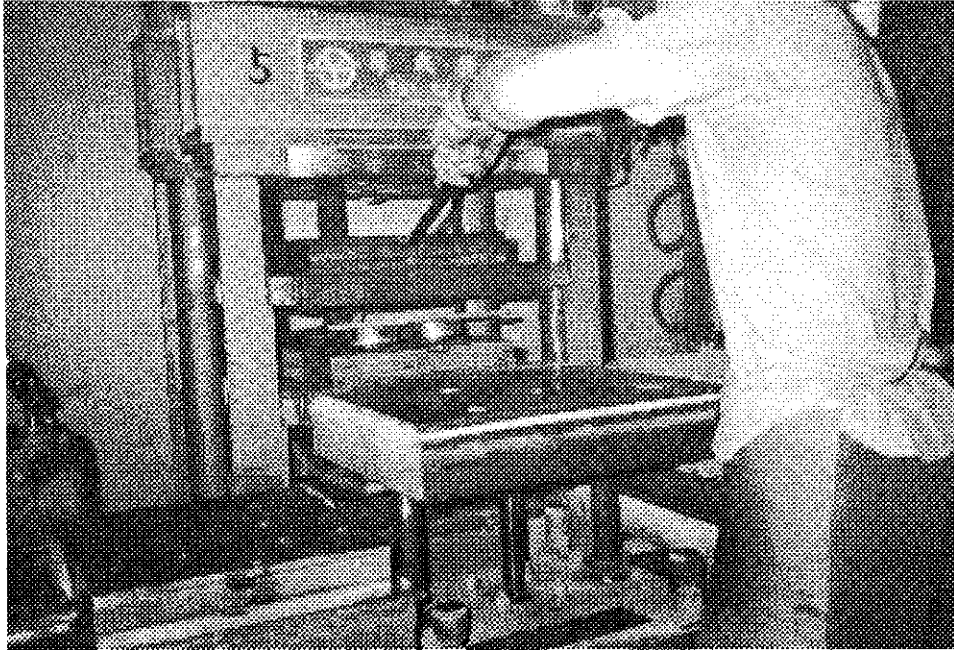


그림 1 다단식프레스 작업

2.2.2 다단식프레스 작업의 위험성

다단식프레스에 의한 신발창 제조업체에서의 생산방식은 도급식을 택하고 있는 경우가 많아 근로자가 조금하게 작업을 하기 쉽다. 다단식프레스 작업은 고압으로 150°C 정도의 비교적 높은 온도에서 열간작업으로 이루어지며, 매 작업시 마다 금형을 이동시켜야 하고 손으로 금형을 열고 수작업을 하여야 하는 번거로움이 있는 작업이다. 그림 2는 다단식프레스 작업 장면을 보여주고 있다.

다단식프레스는 기계 자체의 규격 뿐만 아니라 금형의 규격도 없다. 신발은 그 종류와 크기가 매우 다양할 뿐만아니라 유행에 따라 계속해서 그 모양이 변하므로 한개의 금형에서 생산하는 제품의 수효가 적고 수시로 금형을 교체하여야 한다. 업체마다 차이가 있으나 1일에 두번 정도 금형을 교환하는 것이 보통이다.

다단식프레스 금형은 매우 다양한 신발의 디자인에 의해 금형이 새롭게 만들어지므로 특별한 분류법이 있지는 않으나 신발을 주로 생산하는 비교적 큰 기업인 S산업에서는 대, 중, 소 크기 별로 대략 다음의 표 2와 같이 구분하고 있었다. 또한 금형의 형태는 2 또는 3단으로 이루어지고 비교적 단순한 형태를 가지고 있다. (표 3 참조)

현장의 작업 조건은 매우 열악하기 쉽다. 실제로 대부분의 작업장에서 강한 고무냄새가 발생하고 있고 작업시 주위 온도가 높아 작업자에게 많은 스트레스를 주는 요인으로 되고 있다.

표 2 다단식프레스 금형의 크기

(단위: mm)

구 분	길이 넓이	두 겹	무 게
대	450*450	약 120	약 110kg
중	300*300	약 90-40	약 70kg
소	280*280	40미만	25~30kg

표 3 다단식프레스 금형의 재료특성

금형 재료	비 중	금형의 형태	규 격
FC 45	7.8	2,3단 단순함	없음

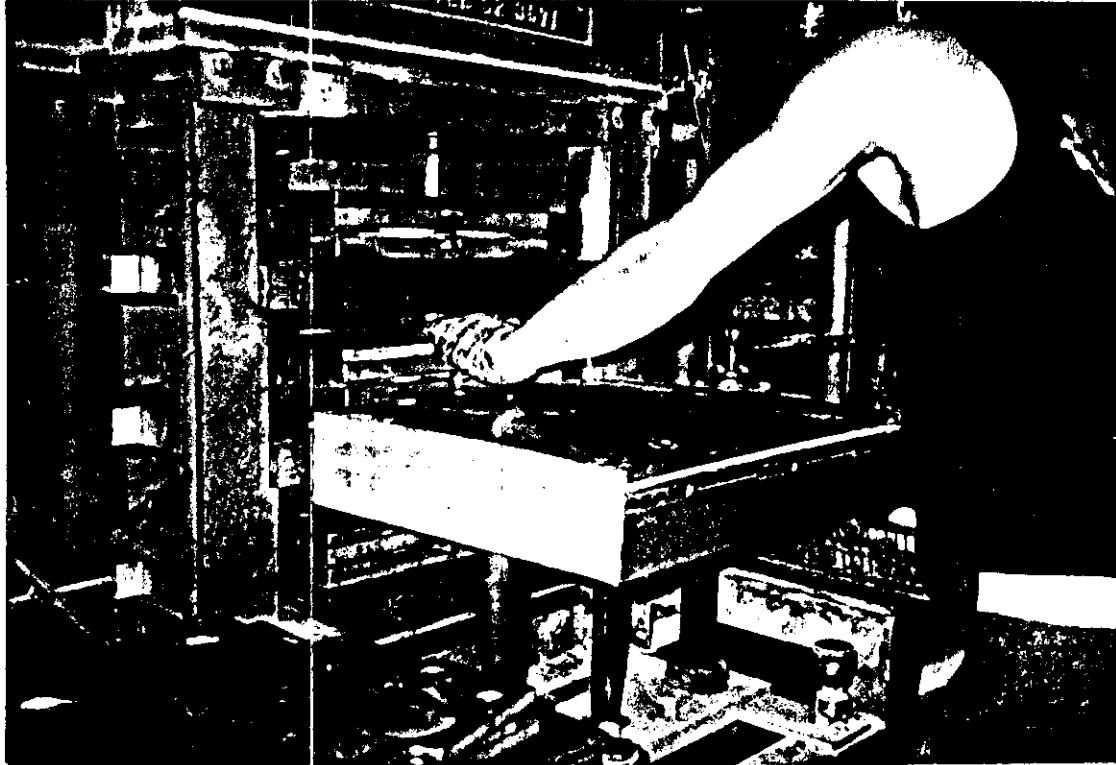


그림 2. 다단식 프레스의 금형 송금작업

2.3 일반프레스 안전장치 적용성 검토

기존 일반 프레스 안전장치의 적용성을 검토한 결과를 표 4에 나타내었으며 적용
상에 어려움이 있다.

표 4. 다단식 프레스에 기존프레스 안전장치 적용상 문제

안전장치명	적 용 상 문 제 점
광 전 자 식	작업에 장애가 됨. (금형 덩개를 열어 세워 놓음으로 프레스의 정상 작동 시에 광선식 안전장치의 광선을 끊어 버림, 작업다이가 상하로 이동함)
가 드 식	설치 불가능 (작업다이가 상하로 이동하므로 설치 할 공간이 없음)
양 수 조 작 식	작업상 어려움. (작업 공정중 에어제거 공정에 속도를 조절해야 하므로 스위치 방식의 안전장치는 사용이 어려움)
손 쳐 내 기 식	설치가 불가능. (작업다이 상하 이동)
수 인 식	작업 거리에 제한이 있음. (3대 정도의 프레스를 작업자가 동시에 관리함)
자 동 화	가격이 매우 비싸므로 영세업체에서 사용이 어려움 다품종 소량 생산시 제품 생산이 어려움. 고장이 많아 생산공정이 자주 정지됨.

2.4 안전금형의 모델 구상

다단식프레스 안전금형 설계의 기본 방향은 신뢰성 및 내구성이 있고 간단히 부착시킬 수 있으며 간편한 구조로 현장에서 저렴하게 설치하여 사용할 수 있도록 하여야 한다.

처음에는 금형의 윗 부분에 홈을 파서 작업시 손이 그 안으로 들어가게 함으로써 금형을 압축시에 손이 상볼스터에 닿지 않게 하는 구조로 설계를 시도하였었다. 이 방법은 사용하기에 어려운 문제가 있는데 스틱으로 가열하여 고무를 성형하므로 금형자체에 홈을 파면 금형 안에 있는 고무재료에 열전달이 제대로 되지 않아 정상적인 제품성형이 이루어 지지 않는다.

또한 두개의 링크를 사용한 안전금형의 설계도 시도하였다. 이 방법은 구조가 간단하고 견고하며 설치가 쉽다. 그러나 볼스터와 금형간의 행정거리가 짧아 작업자가 프레스 안으로 금형을 밀때 손이 접하는 금형 윗부분의 작업점 확보가 쉽지 않다. 이 방법은 상볼스터와 금형상면의 공간이 충분히 큰 경우에만 적용이 가능하다.

금형 전면에 손잡이를 부착하여 작업자가 금형을 밀어 넣을 때 손이 금형에 닿지 않게 하는 방법으로써 간편하고 견고하며 길이가 비교적 작은 금형에는 적용이 가능하다. 그러나 금형이 큰 경우에는 프레스 앞면에 있는 작업다이가 상승할 때에 손잡이가 작업대에 걸리게 되므로 적용하기 어렵다. 따라서 금형의 길이가 비교적 작은 소형일 경우에는 가장 간단한 손잡이 방식의 안전금형을 적용하고 상볼스터와 금형 상면의 공간이 충분히 큰 경우에는 두개의 링크를 이용한 방식을 적용하는 것이 좋겠다.

2.4.1. 손잡이형 안전금형의 설계

현재에도 작업의 편의성을 위하여 현장에는 금형에 손잡이를 만들어 사용하는 경우가 있다. 그러나 이 손잡이는 금형이송의 목적이 아니라 성형물을 탈착할 때 상금형을 쉽게 열기 위한 목적으로 설치된 것이며, 따라서 그 금형의 손잡이가 수평으로 이루어져 있지 않으므로 프레스로부터 꺼낼 때에는 손잡이를 사용하게 되지만 금형을 프레스 안으로 밀어 넣는 위험한 작업은 손을 금형자체에 대고 밀게 된다. 실제로도 손잡이가 재해 예방에 도움이 되지 못하였다.

안전목적의 손잡이를 설치하는 경우에는 손이 손잡이 이상 안으로 들어가지 않도록 인간공학적인 치수를 이용한 안전공학적 설계로 만들어야 재해 예방에 도움이 될 수 있다. 이 때 고려되어야 할 인간공학적 변수는 손잡이와 금형전면과의 거리 및 손잡이의 넓이와 설치각도 등이다.

금형의 크기와 작업 방법이 다양하여 금형과 프레스의 규격으로는 현실적으로 설치 가능한 기준을 세우는 것이 쉽지 않다. 그러나 프레스에 금형을 안착시키는 볼스터의 넓이와 금형의 길이의 차이로 어느 정도 손잡이 방식의 사용기준을 정할 수는 있다.

손잡이의 부착은 작업을 용이하게 할 수 있는 구조로 하는 것이 좋으므로 금형을 프레스에 밀어 넣는 작업은 물론이고 프레스로부터 금형을 당기는 작업과 프레스의

압력에 의해 압착시킨 다음 고무를 꺼내기 위해 금형을 여는 작업을 모두 쉽게 할 수 있도록 만들어야 한다. 따라서 그림 3에 나타난 바와 같이 우측의 손잡이는 금형의 덮개에 고정시키고 좌측의 손잡이는 하금형측에 고정시켜 양손으로 금형의 덮개와 아랫판을 잡고 열 수 있도록 해준다. 이 그림에서 금형과 작업자에 따라 다르지만 손잡이와 손잡이 사이 부분 c의 크기는 50mm 정도로 하여 지그를 사용하여 수작업으로 금형을 열 수 있게 하였다. 여기에서 손을 금형의 위험점으로부터 방호할 수 있는 중요한 치수는 a, b인데 손의 두께를 35mm, 손바닥의 길이를 150mm로 보면 1) a는 35 mm 이상이어야 하고, 손끝에서 부터 2/3지점의 손바닥 부분을 손잡이에 대고 밀므로 b는 100 mm 이상이어야 한다

- a: 금형의 윗면과 손잡이와의 간격
- b: 금형앞면과 손잡이와의 간격
- c: 좌측손잡이와 우측손잡이의 간격
- d: 금형좌측면과 손잡이 좌측면간의 간격

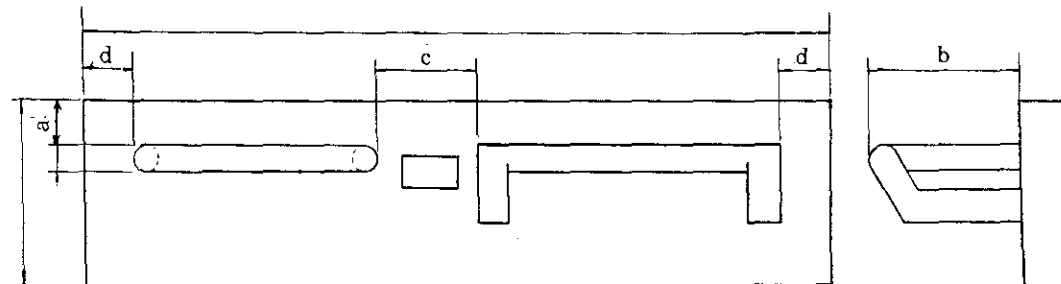


그림 3 손잡이형 안전금형

2.4.2 링크식 안전금형의 원리 및 설계

링크식 안전금형은 아래의 그림 4와 같이 일반 프레스의 손쳐내기식의 원리를 응용한 것으로 상하 볼스터가 접근함에 따라 강제로 손을 위험구역 밖으로 밀어내는 접근 거부형의 적극적인 방법이다. 이는 인체의 접근시 이를 밀어주는 밀대, 이를 지지 하는 지지대, 이것을 고정하는 고정부 및 복원 스프링으로 구성 되어 있다.

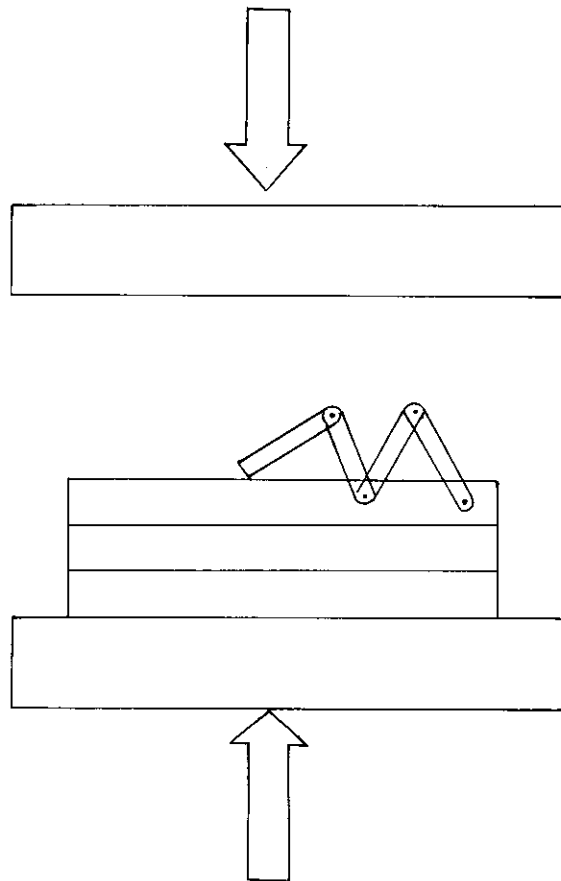


그림 4. 링크식 안전금형 작동도

스프링은 내구성이 있어야 하므로 변형률을 고려하여 설계하여야 하는데 링크의 이동거리가 길어 설계하기가 쉽지 않다. 그러나 이 문제는 링크와 링크사이에 스프링을 경사지게 설치하므로써 해결 가능하다.

밀대 폭의 치수는 손을 확실하게 밀어 줄 수 있는 정도만 되게 하면 충분하다. 밀대의 행정거리는 상부 볼스터가 최상점에 있을 때 손을 자유롭게 놓일 수 있게 하는 것이 좋으나 금형이 작은 경우에는 공간 확보상 어려운 문제가 있다

또한 링크의 두께는 충분한 내구성을 가질 수 있도록 충분한 강도의 재료를 사용하도록 하는 것이 좋다. 링크의 폭은 링크 운동의 직진성이나 폭에 대한 링크의 강도를 확보하기 위해 되도록이면 넓게 하는 것이 좋으나 폭이 넓으면 행정거리가 짧아져 밀대의 운동길이가 짧아지고 상하부 금형이 완전히 밀착되었을 때 금형 두께만큼의 공간내에 설치되어야 하므로 공간확보가 어렵게되어 복원성이 적어진다. 따라서 이러한 여러가지 측면을 고려하여 설계를 하여야한다.

링크를 고정하는 힌지의 위치를 설치하는데는 프레스의 압력에 의하여 링크가 펴졌을 때의 복원력을 고려하여야 한다. 링크의 위치에 따라 이때의 각도가 결정되기 때문이다. 링크의 여유 길이 설정은 링크가 금형전면에 내려와 프레스의 압축이 끝난 후 자유롭게 복원할 수 있게 한다.

설치를 간편하게 하기 위해 측면에 플레이트를 설치할 수 있도록 하고 금형에 부착시켜야 할 모든 요소들을 이 플레이트에 부착 하게 함으로써 금형 양측에 각각 하나의 플레이트만 금형에 부착하면 간단히 설치할 수 있는 구조로 하였다. 링크 설계의 변수와 관계식은 다음과 같다. (그림5 참조)

m: 금형의 길이

t: 금형의 두께

f: 링크의 총 길이

Ds: 금형의 안전 길이

e: 링크의 여유 길이

Q: 헌지에서 금형 뒷면 까지의 거리

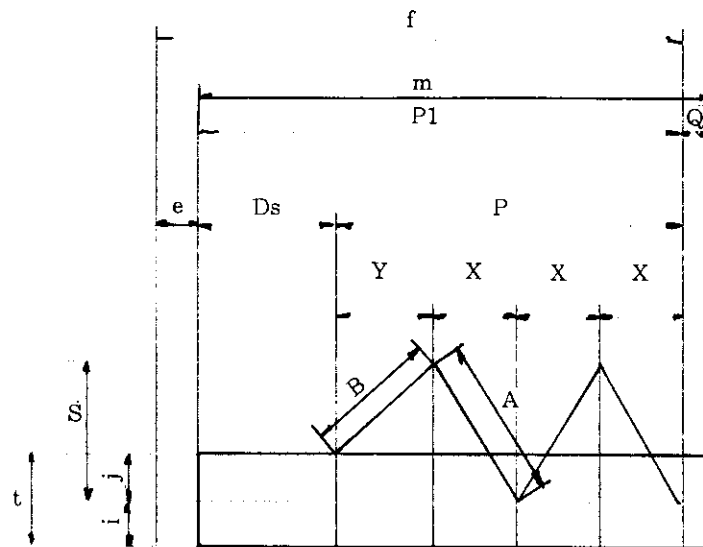


그림 5. 링크모델

각변수에 대한 관계식은 아래와 같다.

$$Ds + P + Q = m \cdots \cdots (1)$$

$$e + Ds + P = f \cdots \cdots (2)$$

$$3X + Y = P \cdots \cdots (3)$$

$$3A + B = f \cdots \cdots (4)$$

$$t = i + j \cdots \cdots (5)$$

$$3X + Y = m - Ds - Q \cdots \cdots (6)$$

$$X = \sqrt{A^2 - S^2} \cdots \cdots (7)$$

$$Y = \sqrt{B^2 - (S - j)^2} \cdots \cdots (8)$$

힌지점과 금형의 표면이 수직으로 만나는 점을 원점으로 놓고 링크 밀대 끝단을 점 P라고 하면 P점은 $(3X+Y, 0)$ 으로 표현할 수 있다.

$P(3X+Y, 0)$ 에 (3)식과 (4)식을 대입하면 다음과 같다.

$$P \left(3\sqrt{A^2 - S^2} + \sqrt{B^2 - (S - j)^2}, 0 \right)$$

링크의 길이를 설정하는 방법은 다음과 같다. 중간정도의 크기인 금형에 대하여 링크 구조인 안전금형을 설계 하고자 하였을 때에는 아래와 같이 다음 식에 대입하면 된다.

P의 값은 (1)식에서 구할 수 있다.

f값은 e, Ds, P값이 주워졌을 때 이들 각각의 값을 (2)식에 대입하면 구할 수 있다. 링크 A, B의 길이의 값은 (4)식에 (5)식을 대입하면 아래와 같이 유도할 수 있다.

A와 B의 비를 k로 놓으면

$$B/A = k \cdots \cdots (9)$$

$$f = 3A + B \cdots \cdots (10)$$

따라서 A와 B의 각각의 값은 아래와 같다.

$$A = \{ 1/(k + 3) \} f \cdots \cdots (11)$$

$$B = \{ k/(k + 3) \} f \cdots \cdots (12)$$

링크의 밀대가 금형 끝단에 위치할때 P의 길이를 P_1 이라하면 $P_1 = m - Q$ 이므로 (7)식과 (8)식을 (3)식에 대입하면 다음과 같이 유도된다.

$$3\sqrt{A^2 - S^2} + \sqrt{B^2 - (S - j)^2} = m - Q$$

금형의 측면에 부착하는 플레이트의 로울러가이드의 윗단에서 부터 깊이를 Md 라고 하고 이를 설계하고자 할 때에는 다음과 같이 식을 유도하여 설계할 수 있다.

링크의 작동시 각부에서의 스트로크의 높이 = S'

링크의 작동시 링크 B의 수평조사 길이 = Y'

로울러의 반지름 = r

밀대의 끝단과 로울러의 힌지점까지의 거리 = B'

로울러가이드의 깊이 = Md

링크와 플레이트의 사이에 형성된 각 = θ

힌지점에서의 수직조사 길이 = n

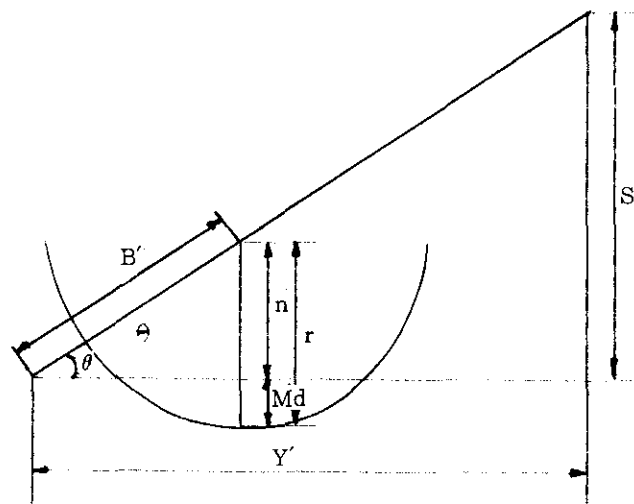


그림 6. 로울러가이드의 설계

$$\theta = \tan^{-1} \frac{S'}{Y'} \dots\dots\dots(13)$$

$$n = B' \sin \theta \dots\dots\dots(14)$$

$$Md = r - n \dots\dots\dots(15)$$

(14), (15)식에서 다음 식을 유도 할 수 있다.

$$Md = r - B' \sin \theta \dots\dots\dots(16)$$

2.4.3 안전금형 모형 실험 및 시제품 제작

2.4.3.1 안전금형의 시제품제작

아크릴을 재료로 링크식 안전금형을 실제금형과 같은 치수의 안전금형 모형을 제작하였으며 모형 프레스를 만들어 실험하였다. 안전금형의 시제품 제작은 직진성과 내구성을 보강 하였는데 그 방법으로 로울러핀의 측면에는 틈새를 적게하여 요동이 없게 하였다. 그리고 링크의 연결부에 있는 로울러 와셔 및 링크가 접촉하는 로울러축 각 부분의 직경은 차등을 두어 단을 만듦으로써 축방향의 틈새가 한쪽으로 치우치지 않게 하여 링크의 작동에 있어서 직진성을 갖게 하였다. 로울러와 로울러축 사이에는 어느 정도 틈새를 주어 바퀴를 원활하게 움직일 수 있게 하였다.

2.4.3.2 문제점 분석

프레스와 금형을 모형으로 제작하였으며 실제 프레스에 넣어 모의 실험을 하였고, 업체의 의견을 수렴하여 개선한 다음 시제품을 설계 및 제작하였다. 실험 과정에서 첫 번째의 문제점으로 로울러가 없이 실험하여 링크의 조인트부와 프레스의 상볼스터간에 마찰이 크게 작용하여 링크의 운동이 원활하지 못하였으나 조인트부에 로울러를

부착하여 이를 해결하였다. 또한 링크와 링크 사이에 토크 스프링을 사용하였으나 이스프링은 구하기가 쉽지 않고 내구성이 적어 소성 변형이 생겼다. 따라서 인장 스프링을 사용하게 되었다.

2.4.3.3 보완연구

실제 현장에서는 금형이 다양하고 자주 금형을 교환하여 주어야 하므로 어떠한 크기의 금형이라도 쉽게 부착이 될 수 있는 구조가 필요 하였다. 이에 대하여 다음과 같이 구조를 보완 하였다. 이 구조는 그림 7에서 보는 바와 같이 조임나사로 연결된 봉을 사용하여 플레이트의 양측을 금형에 용이하게 설치할 수 있게 하였다. 이 때 조임나사를 사용하여 플레이트의 앞뒤를 조이므로써 금형의 크기에 따라 견고하게 부착할 수 있도록 하였다.

밀대의 후면에 밀대의 길이 방향으로 평행하게 홈을 내고 이홈에 "ㄱ"자형의 밀대 고정 조정판을 링크에 고정시킨 다음 이를 움직이게 하여 길이를 금형크기에 따라 맞추어 고정할 수 있게 하였다. 이에 대한 도면은 부록에 수록 하였다.

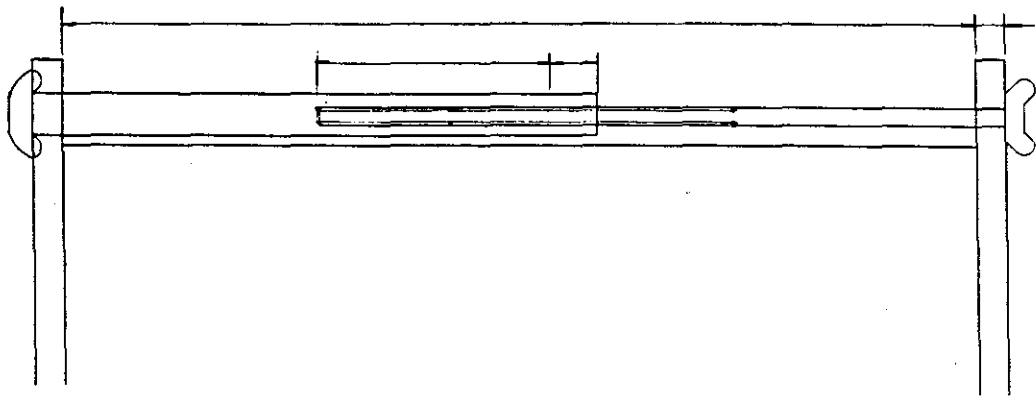


그림 7. 부착장치도

2.5 결과 및 고찰

현장에서 금형의 크기에 따라 적절하게 사용할 수 있도록 두가지의 안전금형 모델을 제시하였고 그중 손잡이형 안전금형은 작업자의 안전뿐만 아니라 작업이 용이하게 이루어질 수 있도록 하였다. 또한 링크식 안전금형도 손잡이형 안전금형보다 약간 복잡하나 되도록이면 간단하게 하고 금형의 다양한 크기에도 쉽게 장착할 수 있게 하여 복잡하고 까다로운 현장에 적용이 가능하게 하여 부산의 S 산업 현장에서 적용을 하고 있다. 링크식 안전장치의 설계도를 부록에 수록하였다.

3. 결 론

신발창 제조용 다단식프레스는 재해가 빈발하고 있으나 적합한 안전장치가 미비된 상태에 있다.

본 연구에서는 다단식프레스 작업현장의 실태와 재해사례를 조사하였으며, 작업이 쉽고 신뢰성이 있어 현장에 적합한 다단식프레스 안전금형을 구상, 안전금형의 모형을 제작하였다. 이 모형에 대하여 실험과 업체의 의견수렴을 통해 문제점을 분석 보완한 개선모형을 설계하였으며 시제품을 제작였다. 이 완성된 모형을 다단식 프레스 현장에 활용토록 함으로써 재해의 예방을 도모하였다.

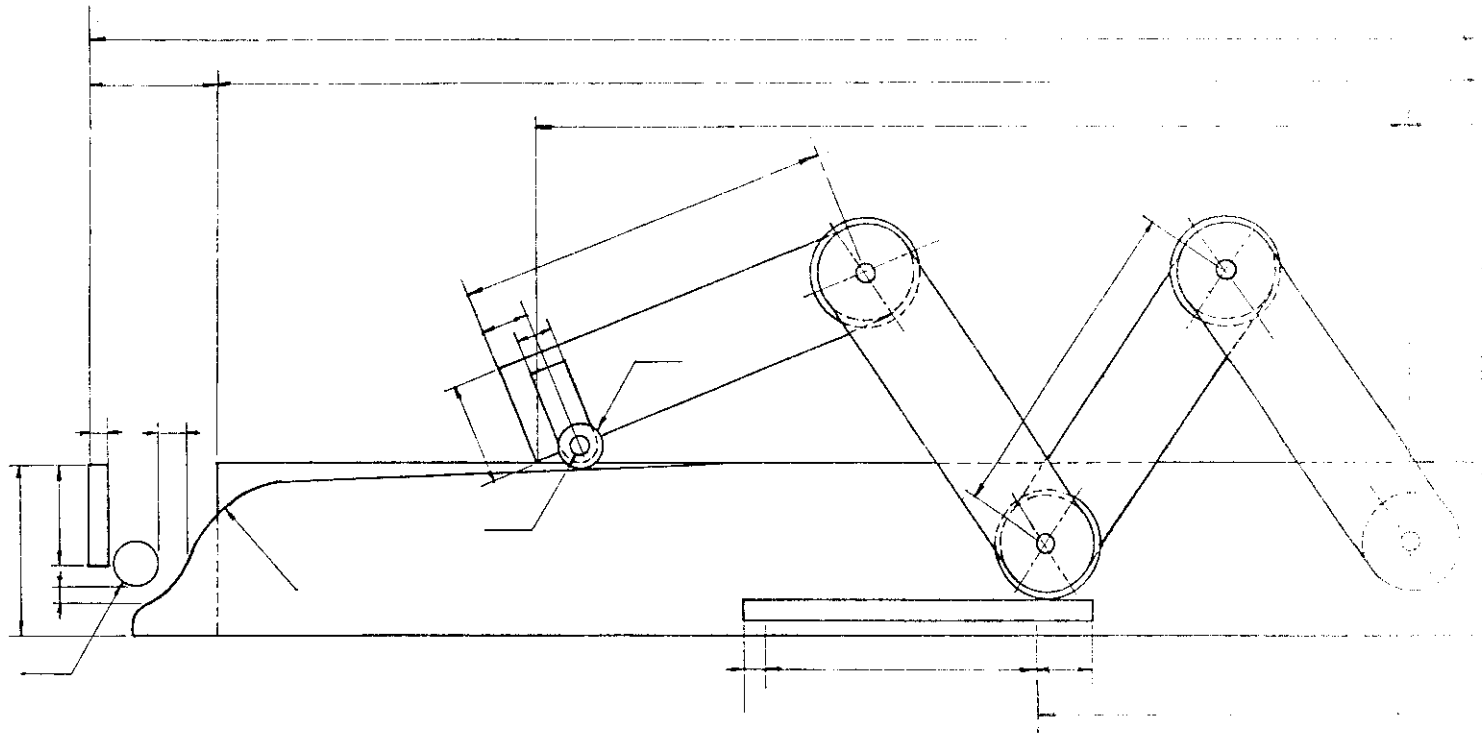
이 안전금형은 현장에 계속 활용함으로서 지속적인 보완이 이루어져야 하겠고 차 후에는 프레스자체에 부착할 수 있는 안전장치나 금형 이송장치가 개발되면 현장의 활용성이 더욱 증대되길 바라며 앞으로 다단식프레스에 의한 재해예방 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

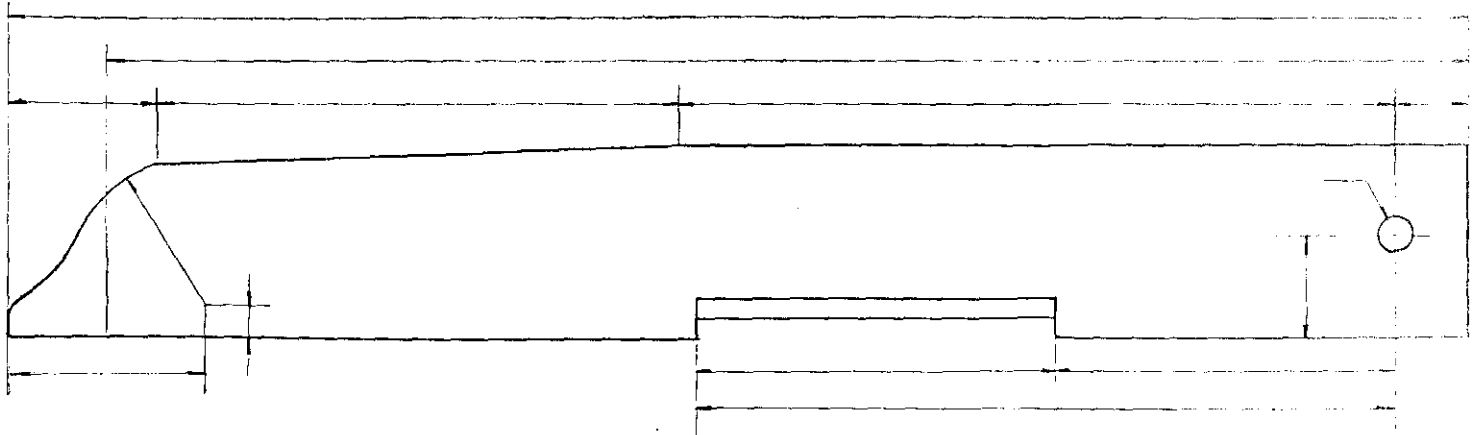
1. Morgan, C. T., Cook, J. S. , Chapanis, A., and Lund, M. W., Human Engineering Guide to Equipment Design, McGraw-Hill, N. Y, 1963, Japanese translation., 近藤武 外譯

부록

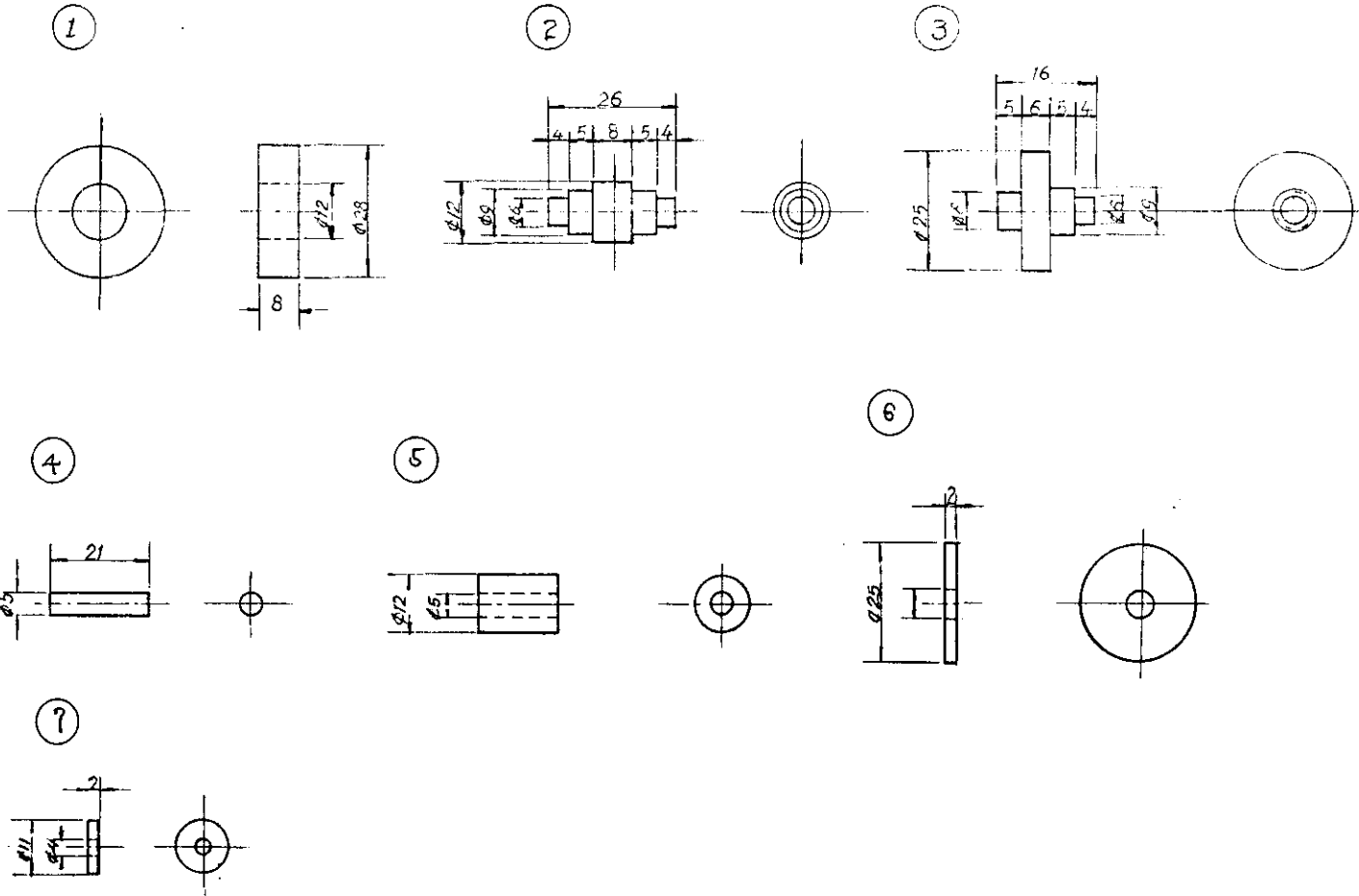
a. 안전금형축면도



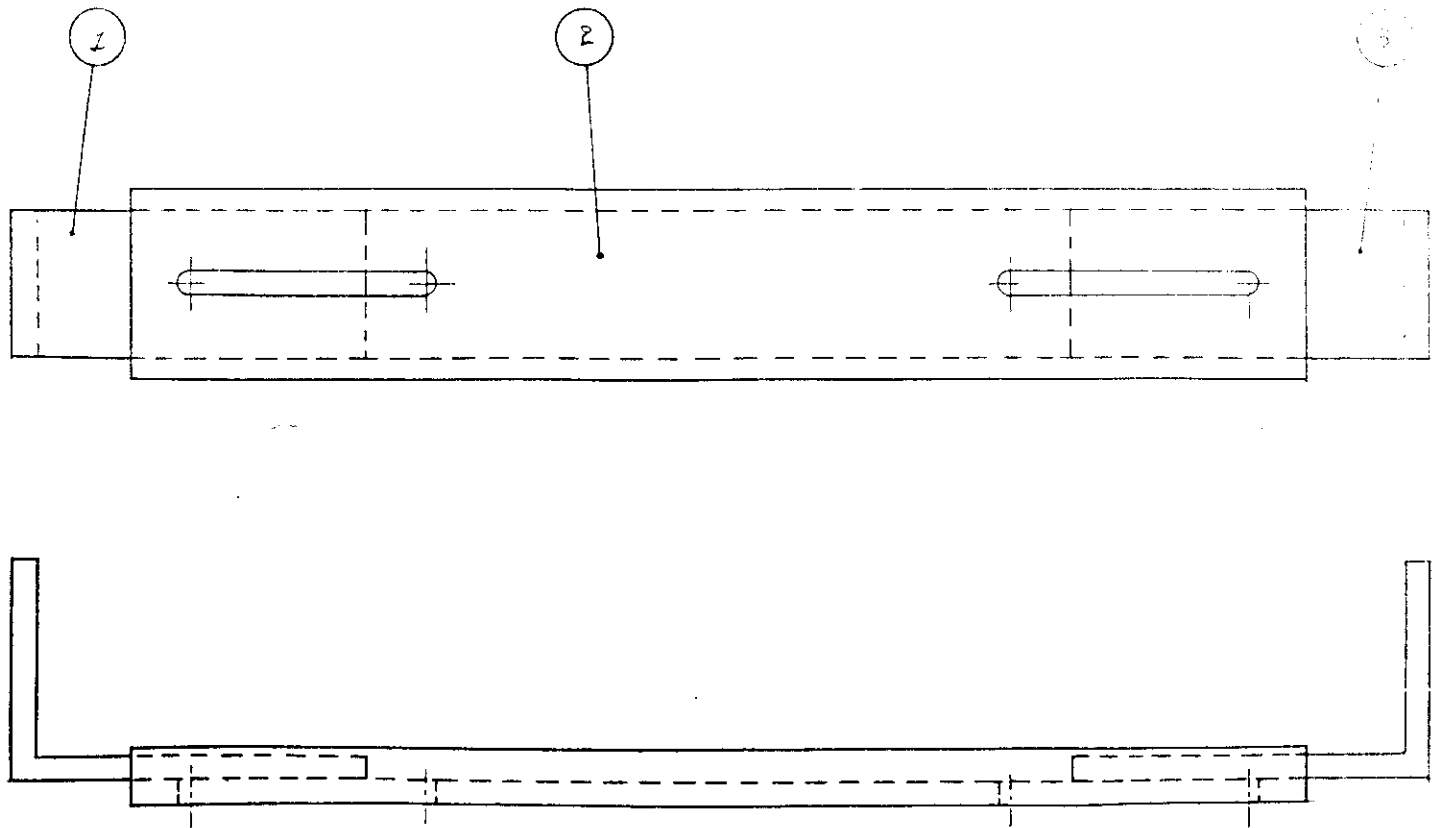
b. 링크 측면 프레임



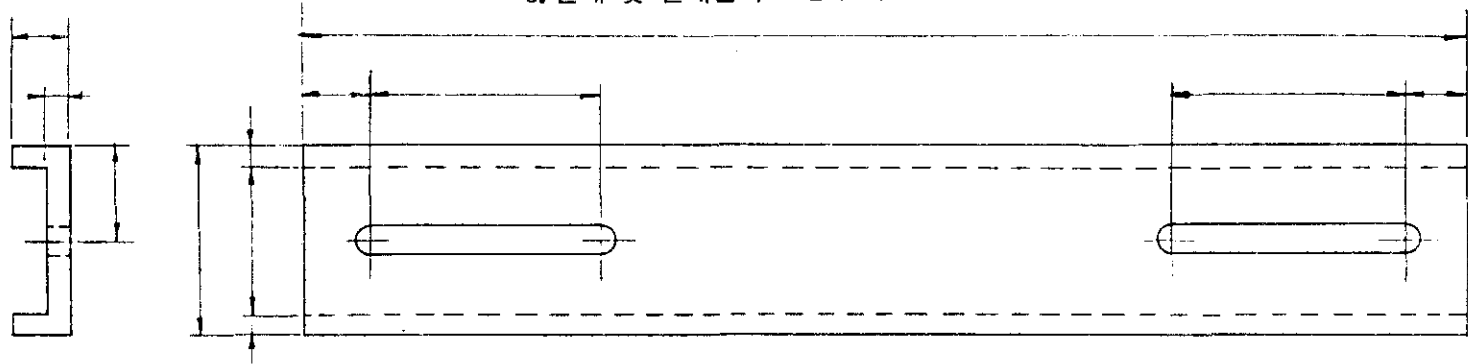
c. 로울러, 로울러핀 및 와셔



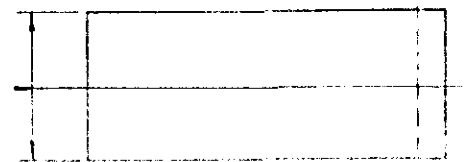
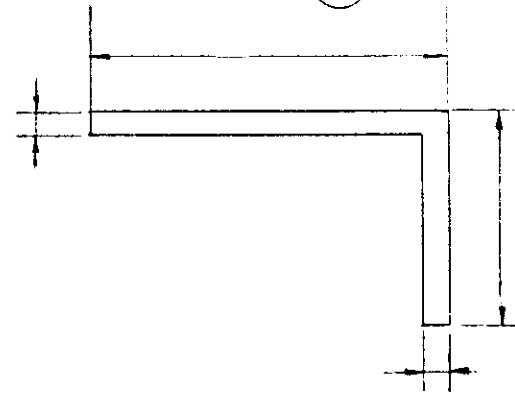
d. 밀대 및 밀대길이 조정부



e. 밀대 및 밀대길이 조정부 부품도



1



2

다단식 프레스의 안전금형 개발
(기연 92-081-07)

발 행 일 : 1992. 12.

발 행 인 : 원 장 서 상 학

연구책임자 : 실 장 이 관 형

연구수행자 : 이 충 열

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

기계전기연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-3

전 화 : (02) 742-0230

〈비매품〉