

전단기 안전장치 개발

1994. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION
산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업재해예방기술의 연구개발 및 보급사업의 일환으로 수행한 “전단기 안전장치의 개발” 사업의 최종 보고서로 제출합니다.

1994년 12월 31일

주관연구부서 : 산업안전연구원
기계전기연구실

연구수행자 : 이 충 렬

머 리 말

전단기로 인한 재해는 전체적으로는 프레스 재해에 비하여 그 발생건수가 적으나 현장에서 사용하고 있는 수요를 감안하여 볼 때는 프레스 못지 않은 재해다발 위험기계입니다. 전단기는 작업의 특성상 공작물을 두손으로 누른 상태에서 페달 스위치를 사용하여 작업하여야 하므로 재해발생 위험성이 매우 큽니다. 이러한 전단기는 중소기업체의 소규모 공장에서 대기업의 대규모 공장에 이르기까지 몇대 이상씩을 구비하고 있으며, 특히 금속제품 제조에 꼭 필요한 기계입니다.

전단기에도 물론 가드식이나 광전자식과 같은 안전장치를 설치하고 있습니다. 그러나 이러한 안전장치들은 작업에 불편을 초래하여 작업자들이 그 기능을 해제한 채 작업을 하는 경우가 많습니다. 이에 따라 산업현장에서 전단기에 의한 재해는 계속 발생되고 있습니다.

이러한 문제들을 해결할 수 있도록 본 연구원에서는 안전장치로서 기능을 충분히 하면서 작업에 불편을 주지 않는 안전장치인 이동가드 방식의 안전장치를 개발하였습니다. 이장치는 안전성과 편리성의 두가지 측면을 모두 만족시킬 수 있을 것으로 생각합니다.

아무쪼록 이 안전장치가 널리 사용되어 산업현장의 재해를 줄이는데 크게 기여할 수 있게 되기를 바랍니다.

끝으로 본 장치의 개발에 도움을 주신 관계 전문가 여러분들께 감사드리며 앞으로 본 보고서에서 미진한 점이나 더 좋은 방법을 담당 연구자에게 알려 주시면 향후 저희 연구에 많은 도움이 될 것입니다.

1994년 12월 31일

산 업 안 전 연 구 원 장

목 차

1. 서론	1
1.1 연구의 목적 및 배경	1
1.2 연구의 개요	2
2. 제조 및 사용실태조사와 재해조사	4
2.1 전단기 작업의 위험성과 재해	4
2.2 전단기 제조 및 사용업체의 실태조사	8
3. 전단기의 일반 사항	11
3.1 전단기의 특성	11
3.2 기존 안전장치의 종류 및 문제점	13
4. 이동가드식 전단기 안전장치의 개발	22
4.1 안전장치의 구상	22
4.2 개발시의 고려사항	22
4.3 이동가드식 전단기 안전장치의 원리 및 구성	23
4.4 시제품 제작	27
4.5 시제품의 현장 적용	31
4.6 시제품 개선	33
5. 결론	35
참고문헌	37
부록	38

1. 서론

1.1 연구 목적 및 배경

산업현장에서 금속제품을 생산하는 공장에서는 필요에 따라 금속재료를 전단하거나 성형하여야 하는데 금속판재등과 같은 재료를 전단 할때에는 전단기를 사용하게 된다. 우리나라의 실태상 전단기는 한 공장에서 여러대를 사용하고 있지는 않지만 소규모의 공장에서 대규모의 공장에 이르기까지 대부분 한,두대 또는 그 이상의 전단기를 사용하고 있으며 전단기는 제품생산시 꼭 필요로 하는 기계로 공장의 감초역할을 하고 있다.

이 재료를 전단하는 전단기는 재료성형,전단기능을 갖는 프레스의 일종으로 분류하여 전단기 재해 통계를 내고 있으나 사실상 전단기 작업은 기계의 구조적인면과 작업 공정의 측면에서 프레스 작업과는 다른 점이 많이 있다.

프레스 작업이 브랭킹(Blanking), 피어싱(Piercing) 등의 다양한 공정이 있는데 비해 전단기의 공정은 단지 전단공정으로 단순하다. 그러므로 프레스 작업에서 발생하는 재해의 형태는 다양하지만 전단작업에서 발생하는 재해는 비교적 단순하면서도 거의 유사한 재해가 계속해서 발생되고 있다. 이렇게 단순한 형태의 재해 발생 메커니즘을 조사하여 이에 대한 대책을 세우는 것이 가능하다면 이로 인한 재해는 대부분 예방이 가능하다고 볼 수 있다.

그럼에도 불구하고 아직은 이에 대한 관리적, 공학적 대책이 미흡하여 이러한 재해가 계속 발생된 것에 대한 아쉬움이 많다.

따라서 본 연구에서는 기존의 재해발생 원인을 면밀하게 조사하고 이에 대한 문제점을 분석하였으며 그 결과 기존의 안전장치를 이용하여서는 작업이 불가능하거나 매우 번거로워 사용하지 못한채 작업을 하다가 재해가 발생되고 있는 것을 알 수 있었다.

따라서 본 연구에서는 기존의 안전장치의 문제점에 대하여 전단기 제조 및 사용업체를 대상으로 실태조사를 실시하고 이들을 분석하여 작업이 용이한 새로운 안전장치를 개발하고자 하였다.

1.2 연구의 개요

현재 전단기에는 광전자식 안전장치와 가드식 안전장치 두가지가 사용되고 있다.

광전자식 안전장치는 작업자의 시야를 가리지 않는 장점을 가지고 있으나 작업시에 인체의 감지로 인하여 자주 정지하므로 작업이 불편한 단점을 가지고 있다. 가드식은 정확하게 설치만 한다면 방호가 확실한 장점이 있는 반면 가드에 의해 시야가 완전하게 확보되지 못하여 공작물을 전단선에 정확히 맞추기 어렵게 하거나 재료를 정확하게 넣기 위해 작업자의 손을 전단선 가까이 접근시키기 곤란하게 하는 등 정교한 작업에 불편한 단점이 있다. 본 연구에서는 이 두 안전장치의 단점을 보완하고 장점을 살리기 위해 가드를 상하로 이동하게 하는 이동가드식 안전장치의 연구를 시도하였다.

안전장치를 연구하기 위하여 문제점에 대한 실태 파악차 전단기 제조 및 사용업체를 방문하였으며, 동시에 재해조사를 실시하여 보완사항을 도출하였다. 또한 실태조사를 토대로 하여 용이하게 수정할 수 있도록 아크릴을 재료로 하여 시제품을 제작하고 이를 현장의 실제 전단기에 설치하여 작업을 하면서 실험 적용을 통하여 개선, 보완하여 철재를 재료로한 시제품을 제작하였다. 시제품 안전장치의 구조는 방호가 확실한 가드식 안전장치와 전단 동작 직전의 안전성 확보여부를 기계적으로 감응할 수 있게 하여 이상유무를 판별하고 이상이 없을 때에만 전단기 스위치가 자동으로 작동하게 하였다.

이러한 구조는 안전한 상태에서 작업이 시작될 수 있게 하고 가드에 의해 방호하게 하므로 안전성면에서 매우 신뢰도가 높은 시스템이라고 볼 수 있다.

이동 가드식 안전장치의 원리는 전단작업을 하지 않을 경우에는 가드가 브레이드의 상부에 고정되어 있도록 하고 스위치를 작동하면 스프링에 의하여 고정되어 있던 가드가 솔레노이드의 작동에 의하여 해제되어 브레이드 보다 먼저 하강하고 인체가 전단위험 영역에 없음이 확인된 경우에만 전단기가 작동하도록 함으로써 인체를 보호하게 하는 장치이다.

이번 연구에서는 기존 안전장치의 문제점인 작업이 불편한 점을 새로이 개선하고 안전한 상태에서 전단작업을 할 수 있도록 인터록을 시킨 것이 연구 개발의 핵심이다. 따라서 이러한 방식으로 연구한 결과 기존의 작업이 어렵거나 불가능한 문제점을 개선하였고 상존하던 재해의 위험성을 제거하여 작업자는 작업시에 안전성을 확보할 수 있을 것이다.

2. 제조 및 사용 실태조사와 재해 조사

2.1 전단기작업의 위험성과 재해

가. 전단기작업의 위험성

전단기는 주로 철판 등을 전단하는 기계로서 상부와 하부의 날사이에 재료를 삽입하고 동력이나 수동력에 의해 상하 브레이드 사이를 가압하여 재료를 전단하는 방식으로 작업이 이루어 진다. 전단기를 이용하는 전단작업은 재료를 전단하기 전에 정확하게 전단선에 맞추는 작업이 필요하며 이 작업을 마킹 작업이라 한다. 이러한 마킹 작업은 분필등을 사용하여 재료에 선을 표시하거나 송곳 등을 이용하여 선을 긋기도 한다. 또한 전단 위치를 수치제어로 조정해 주는 백게이지를 사용하는 경우도 있으나 이는 대량 생산되는 경우에 유리하다.

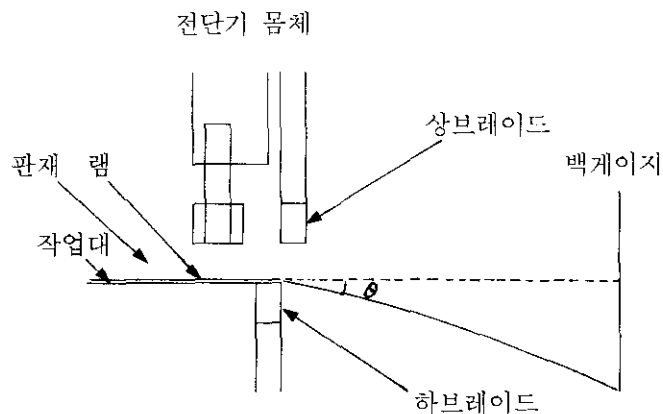


그림 1 백게이지 사용시 작업판재의 자중에 의한 휨 현상

그러나 많은 작업현장에서 대부분 다형재 소량 작업을 하고 있어 이를 사용하면 재료의 취부때 마다 수치를 입력시켜야 하므로 오히려 백게이지를 사용하는 것이 불편한 것으로 나타났다.

백게이지를 사용하지 않는 또 다른 이유는 전단시에 재료가 휘어서 오차가 발생하기 때문이다. 그림 1 은 백게이지 사용시 작업판재의 자중에 의한 휨현상을 나타낸 것이다. 이와 같이 전단이 필요한 재료의 길이가 길경우는 판재의 자중에 의해 각이 더욱 커져 직선 길이와 휘어진 길이는 차이가 많으므로 실제 재료의 전단선의 길이와 달라서 오차가 많이 발생된다.

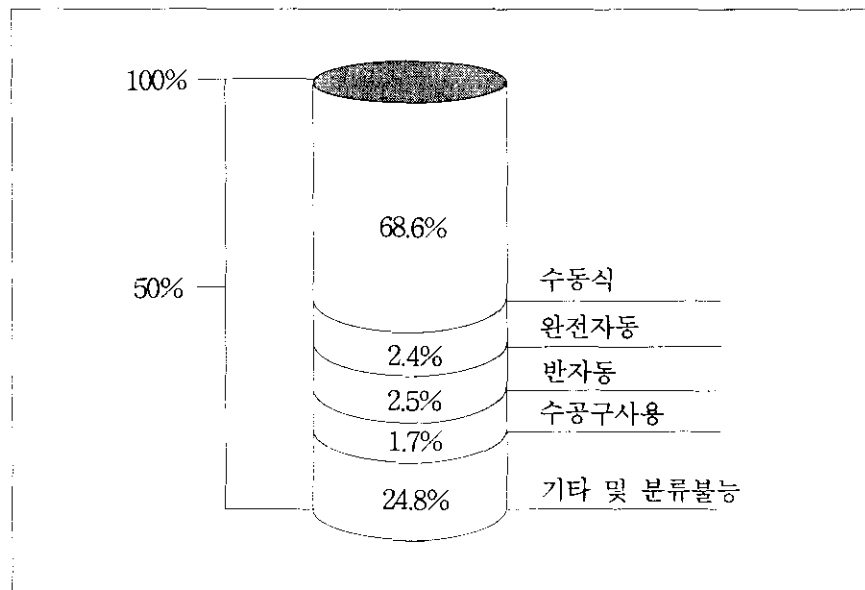


표 1 '89년도 송급배출방식별 재해분포

표 1 의 89년도 프레스의 송급 배출 방식별 재해 분포¹⁾에서 보여 주듯이 작업자의

손으로 재료를 투입하는 수동재료송급방식은 자동재료송급이나 지그를 이용한 송급방식에 비해 매우 위험하다. 더구나 전단기는 재료를 양손으로 밀어 넣어 누른 상태에서 작업을 해야 하므로 동력 스위치를 발을 사용하여 누르는 페달식 스위치를 사용한다. 작업현장에서는 안전화를 착용하여야 하므로 페달식 스위치를 발로 누를 경우 스위치의 작동 감각이 무디어 손의 인입 여부와 관계 없이 발로 페달을 밟고 재료를 전단시킬 수 있어 매우 큰 위험성을 내포하고 있다. 이러한 위험성은 표 2 의 '89년도 프레스의 기계 작동방식별 조작방식 분포¹⁾에서 잘 나타난다.

그리고 폭이 큰 재료를 가공하게 되면 1인이 작업하기에는 무겁거나 취급하기 힘들기 때문에 2인이 작업을 해야 한다. 이런 경우 상대방과 정확한 신호 전달이 되지 않으면 1인이 작업하는데 비해 더욱 더 위험하다.

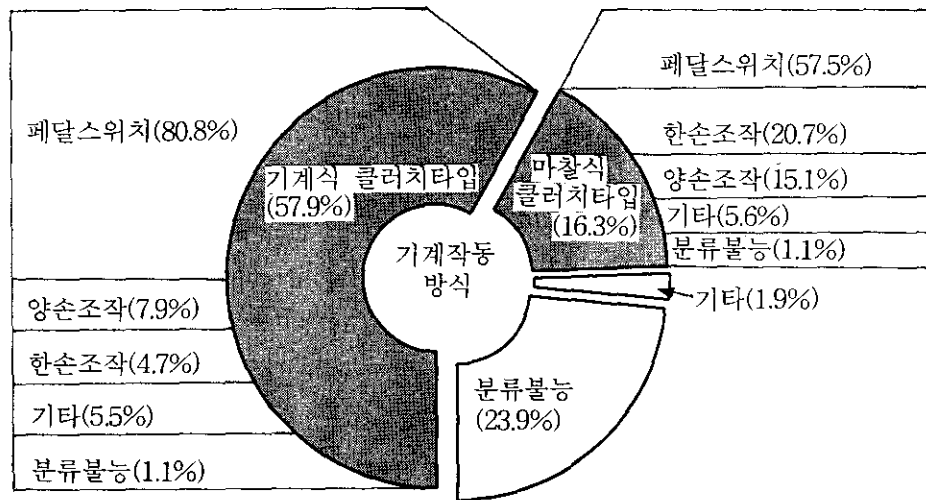


표 2 '89년도 기계작동방식별 조작방식 분포

2인이 작업을 하는 경우는 두 작업자 중 한사람이 스위치를 작동하게 되는데 서로의 의사가 정확히 전달되지 못하기 쉬워 사고가 발생할 확률이 크다. 또한 표 1 과 표 2 의 '89년도 프레스(전단작업 포함) 재해 통계 중 송급배출방식별 재해분포에서는 전단작업에서와 같이 작업자가 손으로 재료를 투입하는 수동작업이 68.6 %로 가장 많고 기계작동방식별 조작방식 분포에서는 페달 스위치방식을 사용하는 경우가 가장 많다.¹⁾ 이러한 재해통계에서도 전단기 작업의 위험성을 잘 나타내 준다.

나. 전단기 재해

프레스는 재료를 필요한 형태로 만들기 위해 상하형 금형이 작동되어 제품을 생산하는 것으로써 상하금형이 움직이는 거리를 스트로크라 한다. 프레스는 전단기에 비하여 스트로크가 크며 금형교환이 잦고 다양한 공정이므로 사고의 형태도 다양하며 중대 재해가 발생할 수 있으나 전단기의 재해는 주로 손가락이 전단되는 재해가 많다.

그 이유는 프레스의 경우 금형교환 등과 같은 가공작업이 아닌 경우에 발생하는 재해가 많은데 비하여 전단기는 브레이드 가까이서 수작업이 이루어지는 전단가공작업시에 사고가 많이 발생되기 때문이다.

그리고 가드식이나 광전자식 안전장치가 설치되어 있는데에도 이를 사용하지 않거나 무력화 시켜놓고 작업을 하다가 재해가 발생하기도 하는데 그 이유는 가드식이나 광전자식안전장치에 의해 작업중 재료 및 손 등에 걸리거나, 작업자의 손이 브레이드 가까이 근접시 광선을 차단하여 작업을 중지시키므로 작업하는데 불편이 커 대부분이 안전장치를 해체하거나 안전장치 기능을 제거하고 작업을 수행하기 때문이다.

2.2 전단기 제조 및 사용업체의 실태조사

이번 전단기 안전장치를 개발하기에 앞서 문제점 파악을 위하여 실시한 제조업체의 실태조사는 앞에서 서술한 바와 같은 위험성에 주안점을 두었다. 대부분의 전단기 제조업체는 제조실태가 비슷한 것으로 추정되어 제조업체로는 전단기를 주로 생산하는 K 기계와 D 기계를 대상으로 하였다. 그리고 사용업체는 대표적으로 S 기계와 B 산업을 대상으로 실태조사를 하였다. 다음은 이를 정리한 것이다.

(1) K 기계

-생산품:유압식 전단기 및 프레스

-인 원:약 40명

-의 견:광전자식 안전장치는 현장에서 사용하기 어려운 실정이나 사용업체에는 설비 구매시 구매비용을 산업재해예방 용자금으로 지원 받을 수 있으므로 전단기에 이 안전장치를 부착하여 판매하도록 요청하고 있다.

가드식은 광전자식보다는 사용하기에 어느 정도는 편리하나 이 장치도 작업에 장애가 되기는 마찬가지이다.

백게이지를 사용하면 마킹작업을 하지 않아도 되므로 안전장치가 있어도 작업에 편리할 수 있으나 재료의 휨에 의한 오차가 발생됨으로 사용이 잘되지 않고 있다.

(2) D 기계

-생산품:유압식 전단기

-인 원:약 20명

-의 견:사용업체에서 전단기 구매시 광전자식과 가드식안전장치를 함께 부착해

서 판매하기를 요구한다. 그러므로 많은 현장에서는 두 가지의 안전장치를 모두 사용한다.

그런데 이들 안전장치를 현장에서 사용하는데는 다음과 같은 문제들이 있다. 전단기 작업은 재료를 손으로 밀어 넣으면서 작업을 하여야 하는데 손이 광전자식 안전장치의 광축에 가까이 접근할 때마다 전단기의 작동이 정지되므로 안전장치를 무효화 시켜 놓게 되며, 가드식의 경우는 가드를 위로 올려 놓은 상태에서 작업을 하므로 안전장치의 설치는 의미가 없다고 본다.

특히 광전자식 안전장치는 작업이 가능한 경우라 하더라도 전자장치이므로 오동작이 있을 우려가 있고 고장률이 높다고 하며 현장의 작업중에 공작물과의 접촉으로 쉽게 파손될 우려가 있다.

(3) S 기계

-생산품:볼링장 자동화 설비

-인 원:약 110명

-의 견:광전자식 및 가드식 안전장치를 설치하였으나 마킹된 기준선을 전단선에 맞추기 어렵기 때문에 사용을 하지 못하고 있다.

전단작업은 재료를 눌러 주는 램이 내려오기 전에는 손으로 재료를 누른 상태에서 작업을 해야 하므로 램에 의한 손가락의 협착이 발생되었다.

백케이지를 이용하면 작업 속도가 늦어지고 보통 1mm정도 오차가 발생되므로 잘 사용되지 않고 있다.

(4) B 산업

-생산품:공중 전화기 내장품 및 케이스

-인 원:약 50명

-전단기:기계식 전단기 1대

-의 견:작업현장에서 철판등의 무거운 금속을 취급하므로 안전화를 신고 작업을 하여야 한다. 안전화를 신고 전단기 페달스위치를 작동함으로 발의 감각이 무디어져 스 위치가 작동이 되었는지 알기 어려워 매우 위험하다.

이현장에서는 전단기로 인한 재해가 2년에 1~2건 발생되었다.

3. 전단기의 일반사항

3.1 전단기의 특성

전단기는 프레스의 일종으로 전단력으로 주로 철판등의 금속 판재를 전단(오려냄)하는 공작기계로서 가공 형태별로 보면 이 전단기는 가공 형체가 일직선 모양을 전단하는 1 자형 전단기와 직각으로 ㄱ모양을 전단하는 ㄱ자형 전단기가 있다.

이중 ㄱ자형 전단기는 특수한 작업에만 사용되므로 현장에서 보유하고 있는 경우가 드물고 위험성이 거의 없는 편이나 1자형 전단기는 현장에서 많이 보유하고 사용되는 데에다 위험성이 높아 이로 인한 재해가 많이 발생된다. 사용되는 동력의 형태로는 모터의 힘이 기어 등의 구조로 전달되는 기계식 전단기와 모터의 힘이 유압으로 바뀌어 전달되는 유압식 전단기가 있다. 이 두 종류의 전단기는 각각의 장단점이 있지만 기계식은 동력이 연결되어 관성에 의한 충격력을 재료에 전달하지만 유압식은 동력이 유압으로 변환되어 유압 특성상 충격적인 힘이 전달되지 않으므로 가공 정밀도가 높다.

또한 유압식은 모터의 동력이 간접적으로 전달되기 때문에 기계식에 비해 진동이 작아 정밀한 작업을 할 수 있다.

이러한 이유로 우리나라에서는 고품질의 제품 생산이 요구됨에 따라 기계식은 퇴조하고 요즘은 대부분의 현장에서 유압식 전단기를 사용하는 추세이다.

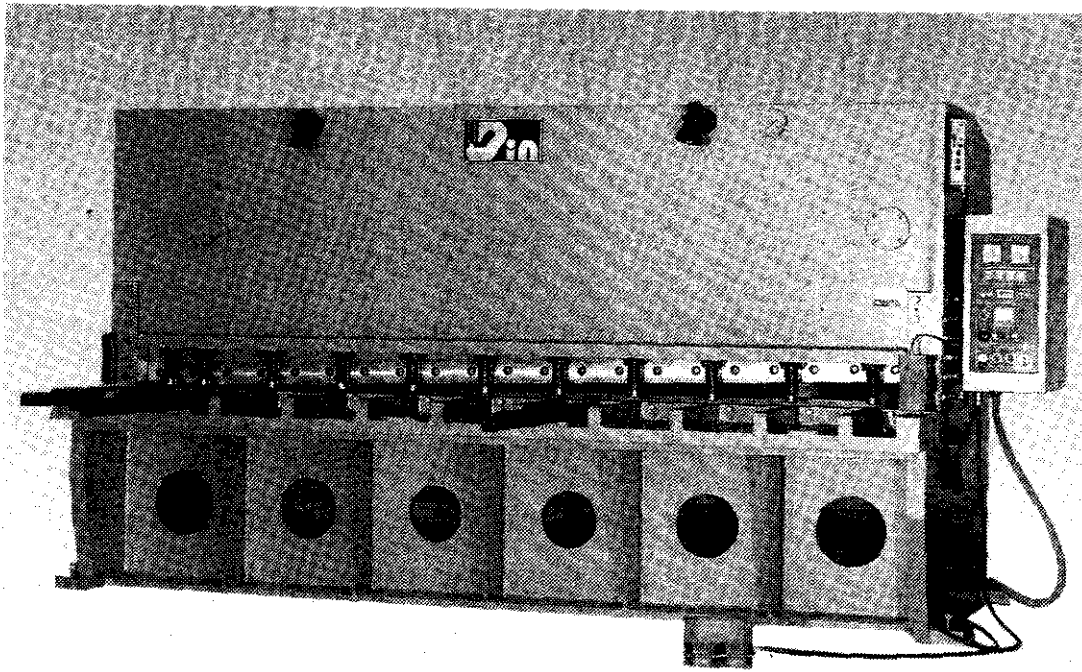


그림 2 유압식 전단기

프레스는 금형에 따라 여러형태의 가공을 할수 있고 전단기는 전단의 기능이 주가 된다. 또한 전단기는 프레스에 비하여 가공속도가 늦고, 스트로크가 작으며 안전거리가 짧은 것이 특징으로 다음 표 3 와 같이 차이점을 나타낼 수 있다.

표 3 프레스와 전단기의 차이점

종 류	일 반 프 레 스	전 단 기
가공모양	3차원 가공 가능	1 및 ㄱ자 형태의 전단만 가능
금형교환	필요에 따라 잦은 금형교환 필요	6개월 정도의 간격으로 브래드교환
작 동 원	기계, 유압 및 공압	기계식 모터 및 유압
가공힘의형태	충격력 및 압력	압력
가공속도	빠르다	비교적 늦다
스트록	비교적 크다	작다
안전거리	길다	짧다
가공형재각도조정	금형설치 각도조정 불필요	브래드설치 각도조정 필요

3.2 기존 안전장치의 종류 및 문제점

전단작업은 주로 두손으로 공작물을 잡고 작업을 하여야 하므로 프레스에서 사용되는 안전장치인 양수 조작식 스위치는 사용할 수 없으며 페달 스위치를 사용한다. 프레스 재해통계에서 보는 바와 같이 이와 같은 방법으로 작업하므로 많은 재해를 발생시키고 있다. 기존 프레스 안전장치인 손을 위험 영역에서 쳐내므로써 방호하는 손쳐내기식 안전장치나 작업자의 손을 줄로 묶어서 손이 움직이는 영역을 때에 따라 제한하는 방식인 수인식 안전장치는 전단기의 폭이 커 모든면을 방호한다는 것은 어렵다.

따라서 전단기의 기존 안전장치로서는 광전자식 및 가드식 안전장치가 사용되나 작업이 비능률적이고 작업에 불편한점이 많으므로 설치만 해놓고 사용하지 않는 경우가 대부분이다.

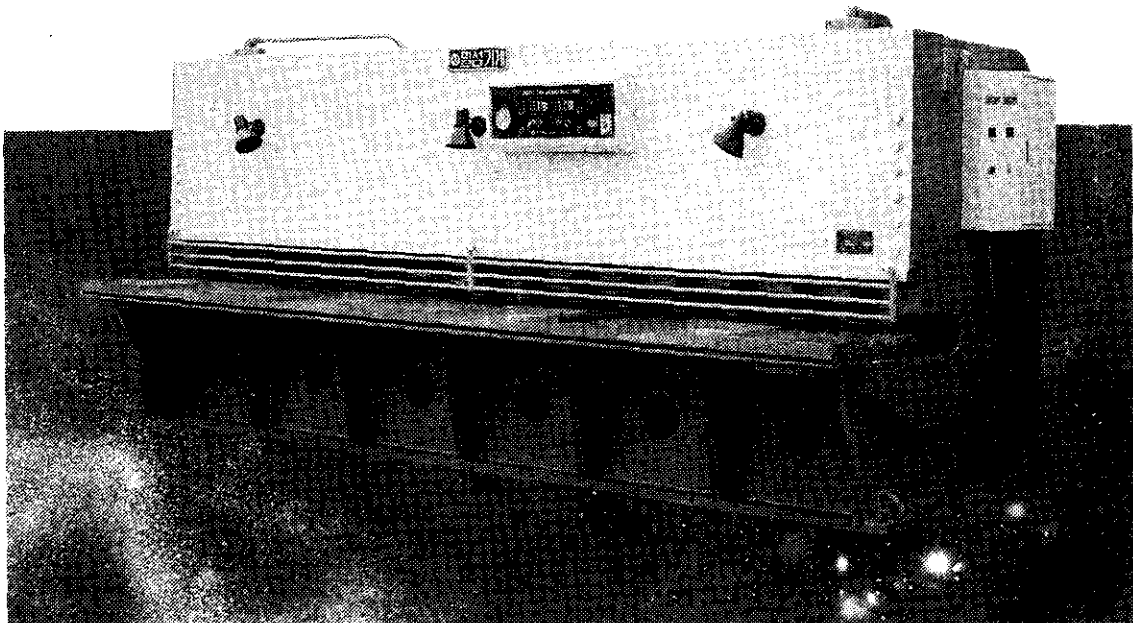


그림 3 가드식 안전장치가 설치된 전단기

전단 작업시에는 브레이드가 내려오는 전단선이 있는 내부까지 잘 볼 수 있도록 시야가 확보되어 있어야 한다. 작업자의 손이 전단선 가까이에서 공작물의 위치조정 작업을 하여야만 마킹된 재료를 원하는 위치에 정확하게 놓을 수 있고 따라서 정확한 가공이 가능한 것이다. 그러나 가드식 안전장치를 사용하는 경우 작업자의 손이 전단선 가까이 갈 수 없을 뿐아니라 전단선 부분이 가드에 의해 그림자가 지거나 가려져 잘 보이지 않아 전단작업을 정확하게 할 수 없는 등의 어려움이 많이 있다.

광전자식 안전장치도 작업시에 작업자가 손을 전단선 가까이 가져가야 하는데 안전장치의 광축이 작업점 앞으로 지나가는 위치를 확인할 수 없어 작업시 인체가 감지되는 경우가 잦게 되며 따라서 전단기가 자주 정지된다. 이러한 이유로 안전장치를 해체시킨 상태에서 작업을 하고 있는 형편이다.

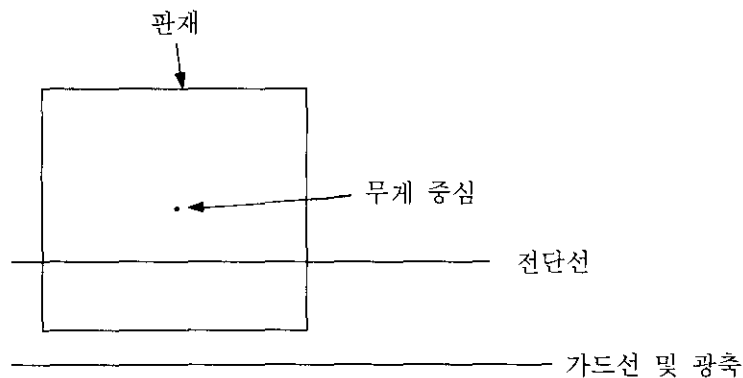


그림 4 판재의 무게중심이 전단선 후면부에 있을 경우 전단작업 공정의 윗면도

또한 길이가 짧은 재료의 작업시에는 광전자식이나 가드식 안전장치에서는 손이 전단선 가까이까지 가서 잡아야 하나 그림 4 에서 나타내는 바와 같이 손이 가까이 갈 수 없는 경우에는 전단작업이 매우 어렵거나 불가능하게 된다.

그림 5 는 작업 판재의 무게 중심이 전단선의 뒷부분에 위치할 경우에는 판재가 기울어진 상태를 측면도로 나타낸 것이다. 이와 같은 상태에서는 판재가 전도되어 떨어지지 않도록 잡아 주어야 하나 잡을 수 있는 부분이 안전장치의 가드나 광축에 의해 가려져 판재를 잡아주는 것이 불가능한 경우가 많다.

이러한 이유들로 인하여 기존의 안전장치를 설치는 하였지만 제대로 사용되고 있지 않으며 사실상 전단기의 재해는 거의가 이러한 상황에서 발생되고 있다.

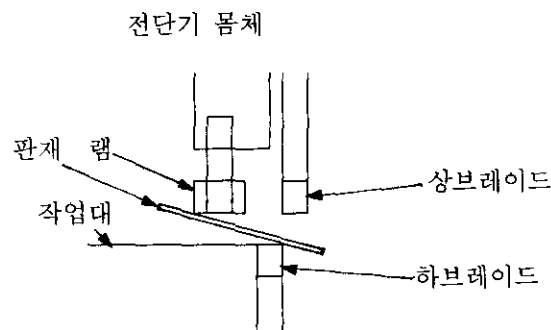


그림 5 작업 판재의 무게중심이 전단선 후면부에 있을 경우의 측면도

또한 가드를 최대한 브레이드에 가까이 설치하면 마킹선을 확인하는 데 좀더 용이하다고 생각되어 이러한 방법으로 안전장치로 인한 작업장애에 대한 문제가 해결될 수 있다고 볼 수도 있다.

그러나 다음과 같은 자료에 의하여 이를 고려해 본다면 이 방법도 작업장애로 인한 문제의 해결은 어렵다고 본다. 그 이유는 다음과 같다.

그림 6의 자료⁴⁾는 미국인을 기준으로 만든 콘트롤 보드작업에 대한 데이터이므로 작업특성과 인종면에서 어느정도 차이가 있다고 보아진다. 그러나 한국인에 대한 작업종류별 데이터가 아직 없으므로 부득이하게 이 데이터를 이용하였다. 그러나 우리나라에서 생산되는 전단기는 한국인의 체형에 알맞게 설계된 것이므로 다리의 치수나 허리 길이등이 어느정도 조정되면 이러한 데이터가 적용될 수 있다고 본다.

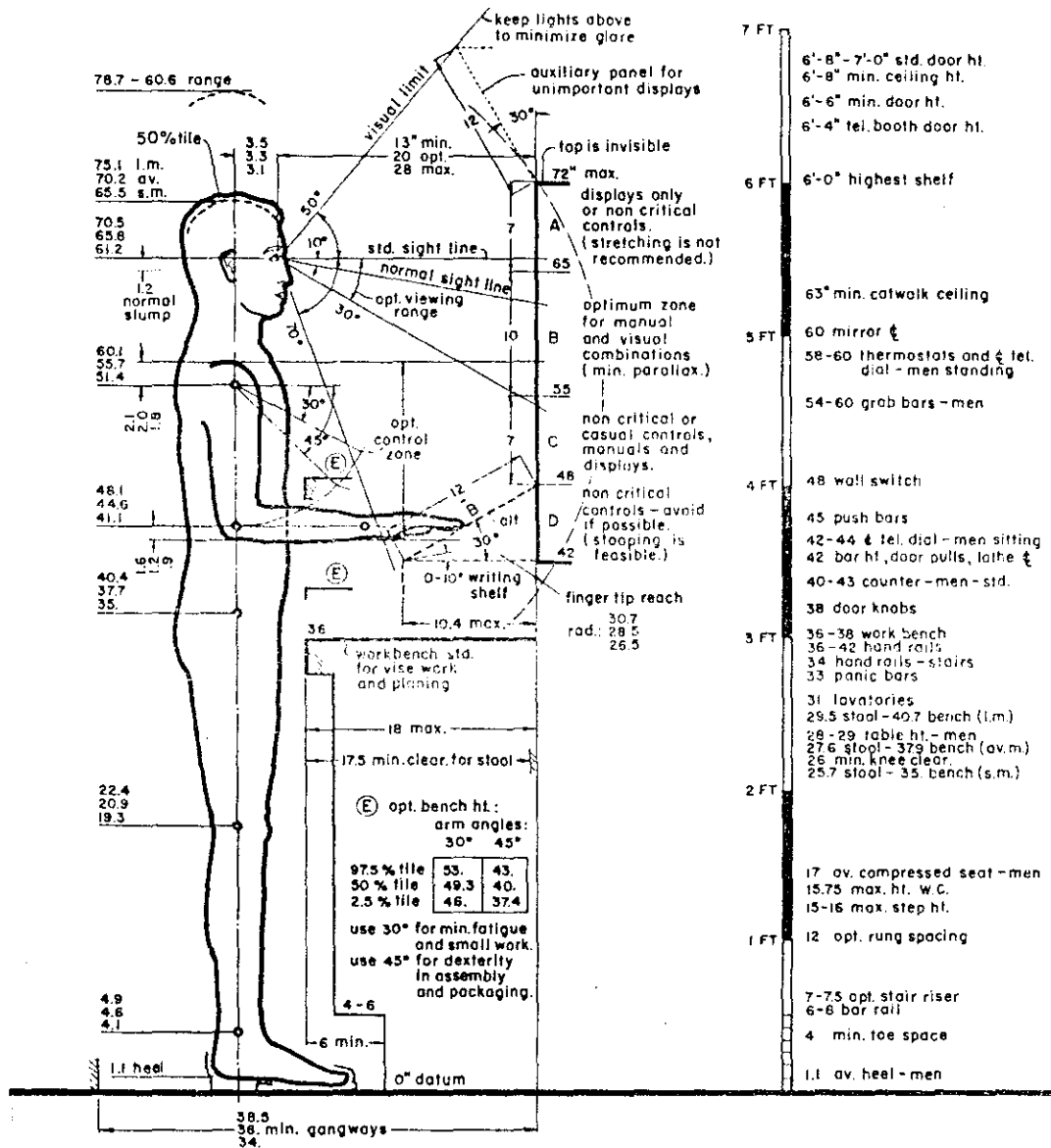


그림 6 ANTHROPOMETRIC DATA - ADULT MALE STANDING AT CONTROL BAORD

이 데이터와 같이 가능한한 작업자의 자세가 앞뒤의 한쪽 방향으로 치우치지 않도록 설계되어야 하고 작업자의 시야는 작업자가 수직으로 바라보는 방향과 이 방향에서 아래로 10도정도 이내로 바라보면서 작업을 할 수 있으면 좋다.

어떠한 기계든 이와같이 가능한한 작업자가 편안하게 작업을 할 수 있게 설계되어야 한다. 그렇지 못할 경우 작업자는 오랫동안 작업을 할 수 없을 뿐만아니라 요통이 생기거나 불안정한 행동이 발생되어 사고를 일으키는 원인이 될 수도 있다. 전단기는 작업특성상 이러한 정도로 편안한 작업조건을 만들 수 없다. 그 이유는 판재를 전단하여야 하므로 전단할 판재를 작업점 전에 놓아야할 공간이 필요하고 작업시는 작업점까지 손을 가져가서 판재를 잡아주어야 하기 때문이다. 이러한 작업조건은 작업자의 허리를 굽힌 상태에서만 손이 작업점에 도달될 수 있어 이러한 작업자세에서는 작업자의 무게 중심이 앞으로 쏠리게 된다. 그러므로 항상 작업자는 허리를 굽힌 상태에서 작업을 하게 될 뿐만아니라 작업자의 손이 작업다이나 판재를 잡고 있어야만 작업자세를 유지할 수 있으며 작업자의 손이 전단선위에 있어 위험한 상황이 되었을 경우 여기에서 급히 손을 빼기 어려운 면이 있게 된다.

더우기 이러한 작업조건에서 가드식 안전장치를 설치할 경우 그림 6과 같이 작업판재의 마킹선을 전단선에 맞추기 위해 이를 눈으로 확인하여야 하는데 이를 확인하려면 작업자의 자세를 더욱 굽혀야 한다. 이와 같이 허리를 굽힌 상태에서 작업을 계속한다는 것은 매우 어려운 일이다. 이 어려운 정도의 심각성은 다음과 같이 계산하면 작업자가 작업을 하기위해 어느정도 허리를 굽혀야 하는지 알 수 있다.

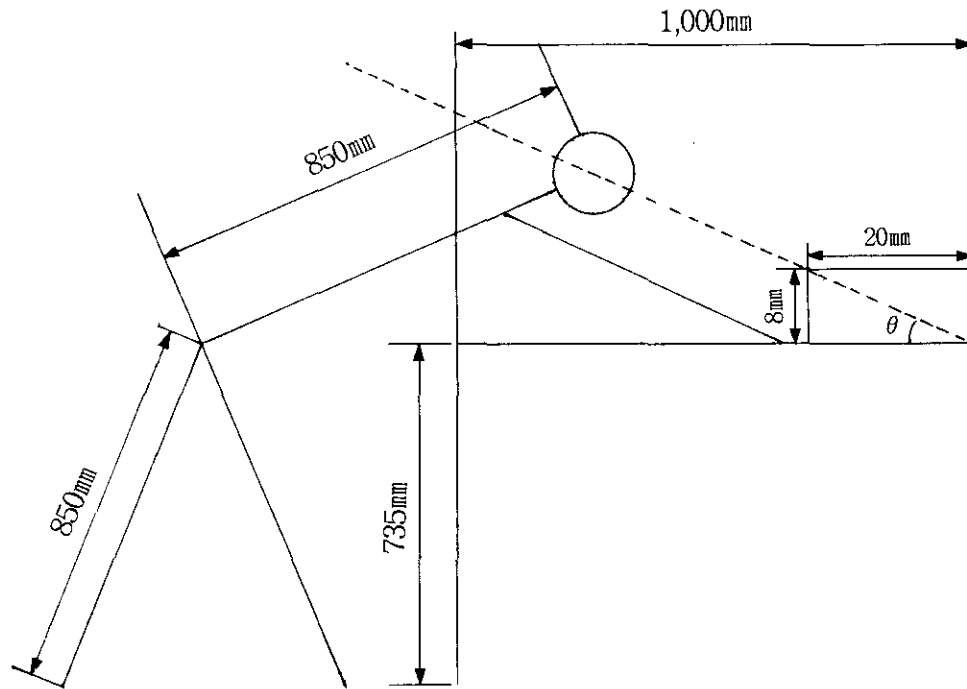
작업자가 마킹선을 볼 수 있는 시야 한계각을 계산하면 작업자가 허리를 어느정도 굽혀야 작업을 할 수 있는지 알 수 있다. 먼저 마킹선을 확인 할 수 있는 시야 한계각을 계산하기 위해서는 손가락이 가드와 작업다이 사이에 들어갈 수 있는 치수를 알면 이 각도를 계산할 수 있다.

이러한 각도의 치수를 다음과 같이 산출하였다. 가드의 설치시 작업다리와 가드의 간격은 손가락이 들어갈 수 없도록 8mm 이내로 하여야 한다. 이러한 간격으로 하였을 경우 손가락 끝이 어느정도 빠져나오게 되므로 가드의 설치시 브레이드와 접근한계를 두어야 한다. 이때 손가락이 가드와 바닥 사이로 빠져나올 수 있는 거리를 다음과 같이 계산하였다. 8mm 정도의 틈새로 들어갈 수 있는 손가락의 길이는 통계상으로 나와 있지 않으므로 한국인 근로자를 대상으로 80인을 샘플링 및 조사하였을 경우 손가락이 빠져나갈 수 있는 최대 한계 길이가 18mm가 되었다. 여기에서 더 많은 사람을 샘플링하여 조사하면 이 치수는 더 길어 질수도 있다고 본다. 또한 안전성을 기하기 위해 약간의 여유도 필요하므로 2mm 정도 여유를 주는 것이 필요하다고 생각되었다. 그래서 인체가 들어갈 수 있는 길이를 보면 18mm에 2mm를 더하여 20mm로 하였다.

이러한 시야 한계각에서 작업자가 마킹선을 바라보면서 작업을 할 때 허리를 굽힌 각도를 아래와 같이 계산하였다. 작업자의 체형 산정은 미국인의 체형기준으로 볼 때 한국인의 체형은 다리보다 윗몸의 사이즈가 다소 크므로 이것의 비를 1/2로 보면 많은 차이는 없다고 볼 수 있다. 이러한 면에서 한국인의 표준키를 1,700mm로 보고 이를 2로 나누면 허리 이상의 길이와 바닥에서 허리까지의 길이는 850mm로 된다. 전단기 업체중 규모가 가장 크고 전단기를 오래 생산해온 국도기계에서 생산되는 전단기의 치수를 기준으로 놓을 경우 바닥에서 전단기 다이까지의 길이가 735mm이고 작업다리의 길이는 1,000mm이다.

위에서 산출된 치수를 적용하여 그림 7에서 나타내는 바와 같이 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{8}{20} \\ \theta &= \tan^{-1} \frac{8}{20} \\ &= 21.80^\circ\end{aligned}$$



작업다이와 가드의 사이 : 8mm

가드 틈새로 손가락이 빠져나갈 수 있는 길이 : 20mm

표준키 : 1,700mm 표준 상반신의 길이 : 850mm

표준 하반신의 길이 : 850mm

바닥에서 전단기 작업대까지의 높이 : 735mm

작업대 전체 앞뒤 방향으로의 길이 : 1,000mm

그림 7 가드의 설치시 전단기 작업측면 간략도

그림 7에서 보는 바와 같이 가드식 안전장치를 브레이드에 최대한 가까이 설치하여도 작업자가 판재에 마킹된 선을 전단선에 맞추기 위해 작업자의 시야를 21.80° 이내로 하여 마킹선을 확인할 수 있도록 허리를 굽혀야 한다.

이러한 상태에서 작업은 매우 어렵다.

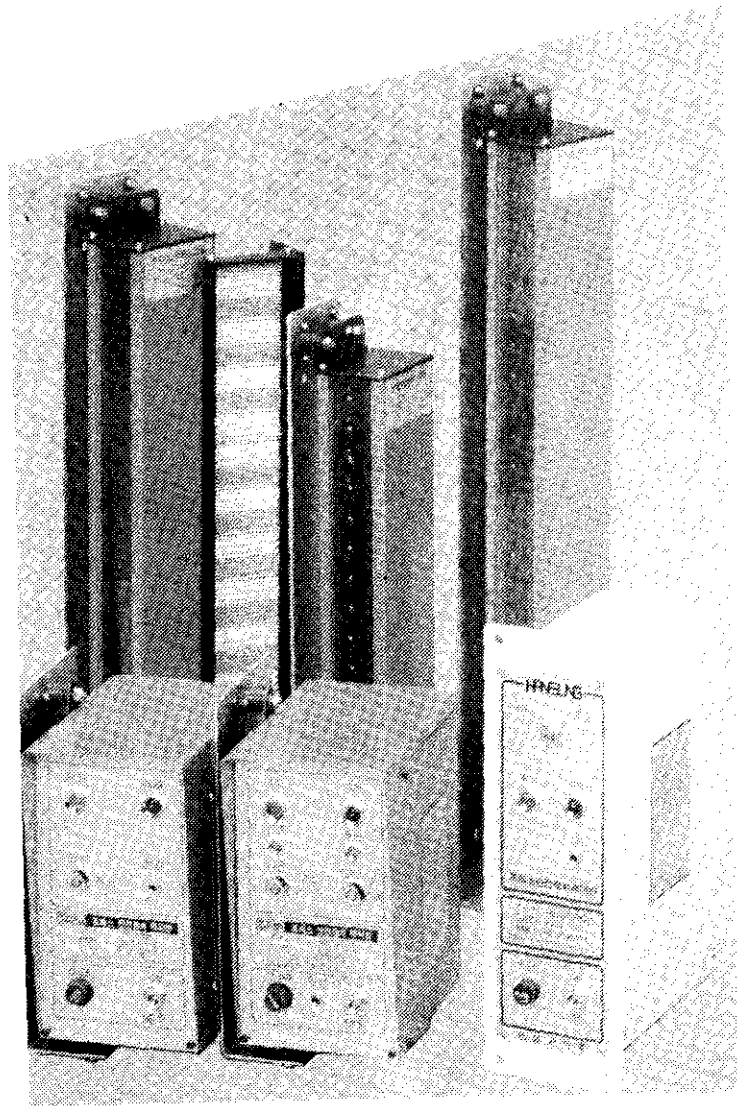


그림 8 광전자식 안전장치

광전자식 안전장치는 그림 8과 같이 발광부, 수광부 및 반사판으로 나누어져 있으며 발광부와 수광부는 한개의 케이스에 세로로 나란히 놓아 제작하고 반사판은 별도로

다른 한개의 케이스로 제작되어 있다. 이 두 케이스를 전단기 양측면에 각각 세워 설치한다. 발광부에서는 전자파가 발생하며 발광된 적외선이 미러로 반사되어 수광부로 되돌아 오는 과정으로 이루어져 있다. 이러한 과정에서 광축이 형성되고 인체나 타물체가 들어 갔을 경우 이 형성된 광축을 끊어 줌으로써 안전장치가 작동되게 된다. 이광전자식 안전장치를 전단기에 설치시도 마찬가지로 전단기의 위험영역의 한측면에 광전자식 발광 및 수광부를 설치하고 반대편의 한측면에는 반사판을 설치하여 광축을 형성하게 한다. 인체가 접근하여 이 형성된 광축을 끊을 경우 전단날의 하강을 정지하게 하는 방법으로 안전성을 확보케 한다. 그런데 이 방법은 안전장치 광축의 위치를 확인하기 어려워 인체의 잦은 감지로 전단작업이 자주 중단되어 안전장치의 기능을 해제시키고 사용하므로 전단기로 인한 재해를 예방하는데 도움이 되지 못한다.

4. 이동가드식 전단기 안전장치의 개발

4.1 안전장치의 구상

지금까지 현장 실태조사에서 나타난 기존 안전장치의 문제점을 해결하여 작업에 장애가 없고 안전성이 확보되도록 하고 현장에서 사용되고 있는 전단기에 쉽게 설치할 수 있으며 구입 가격면에서 가능하면 저렴하게 하여 현장에서 용이하게 구입할 수 있도록 해주는 것이 전단기 안전장치 개발의 과제이다.

이러한 문제들을 해결하기 위해 다음과 같은 메카니즘을 구상하였다.

첫번째로는 마킹선을 조정하는 작업중에 조정작업을 용이하게 하고, 브레이드가 낙하하지 않도록 전단기에 부착하는 가드는 상부에 위치할 수 있도록 구상하였다.

둘째로는 전단작업중 안전장치가 가드의 역할과 인체가 위험 영역에 있는지 여부의 감지역할을 동시에 하게 하였다. 가드가 브레이드 보다 먼저 하강하게 하여 인체 및 물체의 존재 유무를 감지한 후 인체나 타물체가 없을 경우에만 전단기가 작동케 함으로써 안전하게 전단기를 작동할 수 있는 구조로 하였다.

4.2 개발시의 고려사항

안전장치의 개발에서 구조를 간단하게 한다는 것은 여러가지 면에서 매우 중요하다.

그 이유는 고장율을 적게할 수 있어 신뢰도가 높고 사용되는 부품이 적고 간단하므로 생산단가가 저렴하여 현장의 보급율을 높일 수 있게 된다.

또한 안전장치는 현장의 기계에 장착이 용이하게 하여 보급이 가능하게 하여야 한

다.

아울러 전단기 안전장치는 브레이드의 교환이 용이하여야 하며 현장에는 공기압축기 유압펌프가 없는 경우도 많으므로 이러한 모든 현장 조건을 감안하여 부가적 장치가 없어도 사용할 수 있게 하여야 한다.

안전장치를 구동시킬 수 있는 방법은 여러가지가 있으나 위의 여러면을 고려하면 가드의 자중에 의한 낙하로 안전장치를 작동시키는 방법이 좋다. 이 방법에서 가드를 위로 올릴 경우는 상하로 왕복하는 램에 록크시키고 솔레노이드가 작동하면 이를 해제하여 전단기 가드 자중으로 낙하시키는 방법으로 안전장치를 구동시킬 수 있게 하여야 한다.

안전장치의 구동방법은 모터, 공압 실린더, 솔레노이드에 의한 왕복 작동 및 자중에 의한 낙하 등이 있으나 여기에서 모터, 공압 실린더, 솔레노이드 등의 구동에 의한 방법은 인체가 있을 경우 가드의 하강을 멈추게 하는 것이 어렵다.

또한 이방법들은 부가적 장치가 필요하고 구조도 복잡하여 생산단가가 비싼것이 단점이다.

4.3 이동 가드식 전단기 안전장치의 원리 및 구성

4.3.1 원 리

이동가드식 안전장치의 원리는 안전성과 편리성 모두를 만족시키기 위해 필요에 따라 가드의 위치를 이동시키게 하는 시스템이다. 이 가드를 이동시키는 방법은 가드 자체의 자중에 의해 낙하하고 전단기에서 작업판재를 눌러주는 램이 작동되는 힘에 의해 상승하게 하는 방법이다. 가드의 자중에 의하여 낙하시 인체와 타물체가 있으면 더

이상 내려오지 못하므로 전단날이 작동하지 못하고 판재만이 있을 경우에 전단날을 작동케하여 필요에 따라 가드를 하강시키므로써 작업을 편리하게 가드의 작동이 감지되어 전단날 작동스위치와 연동되게 함은 물론이고 인체 및 타물체를 감지하는 역할을 하게 하였다. 즉 전단작업을 하지 않을 때에는 가드, 램 및 브레이드가 상부에 위치하여 압축 코일스프링으로 체결되어 있다. 재료의 인입후 전단작업 중에는 먼저 가드가 하강하여 안전성이 확보된 것이 확인된 후 램이 내려와서 소재를 누른다. 이어 절단날이 하강하여 소재를 전단시키는 단계로하여 안전성이 확보된 후에야 전단작업이 이루어질 수 있도록 하는 방법이다.

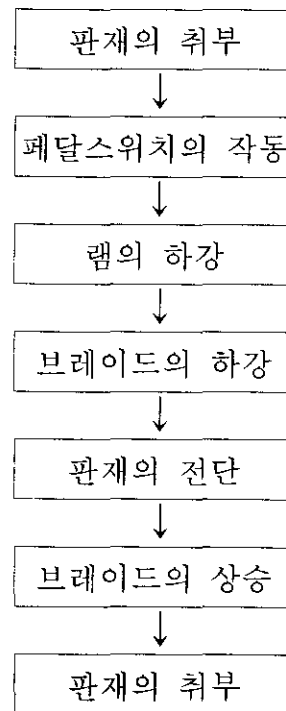


그림 9 안전장치 미설치시의 전단기 작동 순서

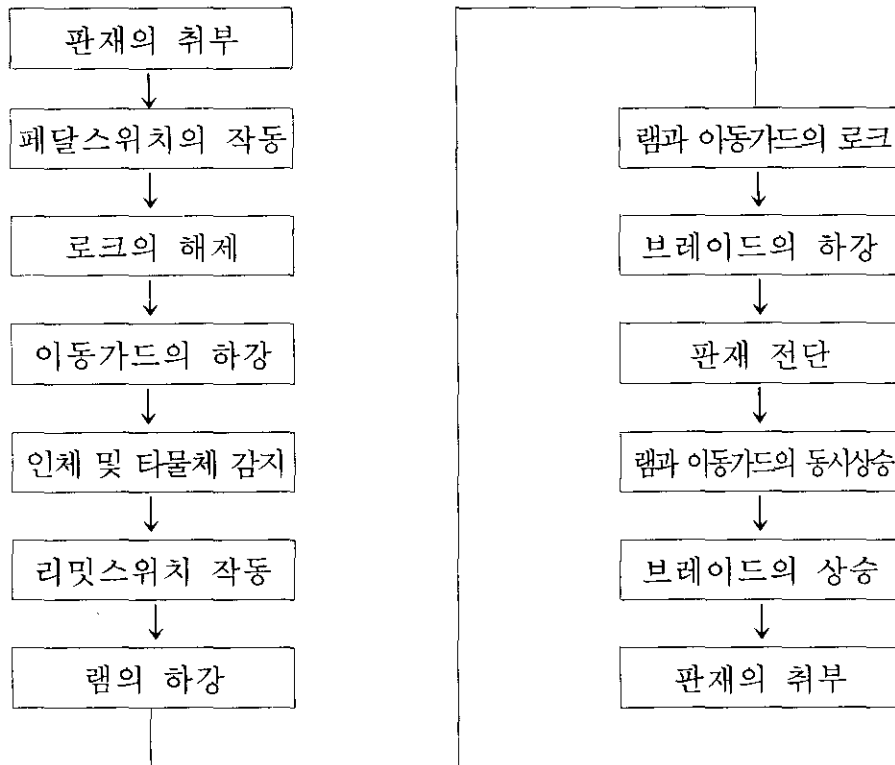


그림 10 안전장치 설치시의 전단기 작동 순서

가드는 브레이드의 상부에 솔레노이드 압축코일스프링에 의해 고정되어 있다가 스위치가 작동되면 스프링에 의하여 잠겨있던 가드가 솔레노이드의 작동에 의하여 해제되어 브레이드 보다 먼저 하강하게 하므로써 인체가 없을 경우에만 전단기가 작동하여 인체를 보호하게 하는 원리이다.

그림 9와 그림 10의 다이어그램은 이동가드식 안전장치의 미설치와 설치시의 전단기 작동순서를 비교한것으로 이동가드식 안전장치의 원리를 다이어그램으로 나타내었다.

4.3.2 구 성

본 장치의 구성은 이동 가드부,작동 가이드부,록 장치부,완충 장치부 등 5개 부분으로 이루어져 있으며 이동가드부는 주로 철재로 되어 상승시에는 브레이드와 같이 연동되어 상승하고 하강시에는 페달 스위치에 의해 하강하여 리밋스위치를 동작시켜 주는 구조로 되어 있다. 가드의 역할은 안전성을 확보하기 위하여 가드 이내에 인체의 일부 등이 들어 갈 수 없는 구조로 인체를 보호하는 역할을 한다. 따라서 가드는 인체가 방호되어 안전한 상태에서 전단스위치가 작동되도록 한다. 가드의 상하 섭동부는 가드가 이드라 하며 가드가 상하 운동만 하도록 안내 역할을 하는 것이다.

가드가 하강하여 리밋스위치의 외부에 나온 접점이 붙게되면 리밋스위치의 내부에 있는 접점이 붙어 동력회전축에 연결된 램 및 브레이드가 하강한다. 이때 이동가드는 압축코일에 의해 스프링의 힘으로 램과 로크된다. 램은 전단되는 판재를 눌러 주는 역할을 한다. 전단 작업을 마치고 브레이드와 램은 상승하는데 이동가드는 압축코일에 의해 스프링의 힘으로 램과 로크되었으므로 함께 올라 가게 된다. 페달을 밟으면 솔레노이드가 작동하여 압축코일스프링을 밀어서 로크장치가 해제되고 이어 처음의 가드가 하강하는 일련의 순환과정을 되풀이 하면서 전단작업을 할 수 있다.

여기에서 램과 가드를 로크시켜 주는 로크장치부는 브레이드가 하강하지 않은 상태에서 가드를 브레이드의 상부측에 유지 시키고 브레이드가 하강하는 상태에서 방호가 필요한 경우에만 가드의 자중에 의하여 내려 오도록한 부분이다.

또한 완충장치부는 가드의 낙하로 인한 충격을 스프링으로 완충시키므로써 인체의 타격을 줄일 수 있도록 한 부분이다.

4.4 시제품 제작

전단기에 가드의 장착이 용이하도록 하기 위하여 작업물을 눌러 주는 램을 사이에 두고 가드 자체를 끌 수 있는 구조로 하였다.

또한 짧은 소재도 작업자가 램의 내부에 까지 밀어 넣은 다음 손으로 잡아 줄 수 있고 마킹을 용이하게 할 수 있는 구조로 하였다. 그 방법으로 작업자의 손이 브레이드가 있는 전단선 가까이 까지 가져가기 위해 그림 10과 같이 가드 자체에 굴곡이 지는 형태로 하였다.

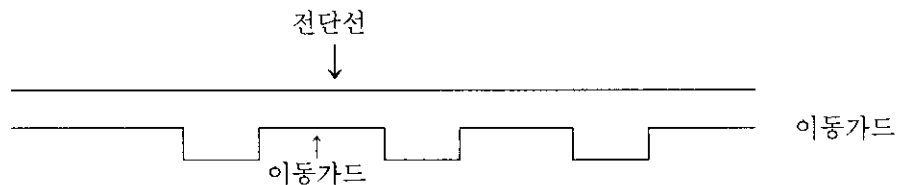


그림 9 이동가드식 안전장치 설치시 작업자의 손이 접근할 수 있는 정도

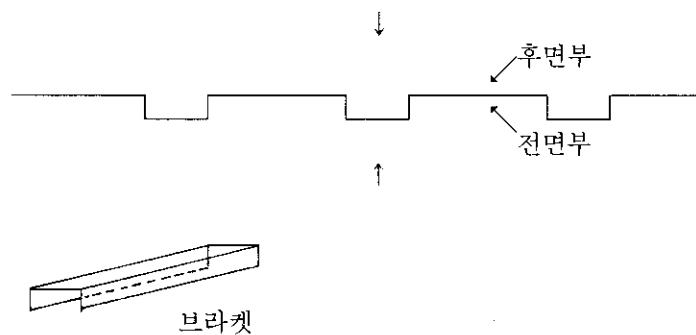


그림 12 가드의 횡강도 보강 구조

이러한 형태는 기능적인 면에서는 좋으나 가드자체의 측방향으로 강도가 취약하여 이에 대한 보강이 필요하다. 이를 보강하기 위해 그림과 같이 ㄷ자형 브라켓을 가드 전면부에 측방향으로 길게 설치하였다. 이 횡강도를 보강함으로써 안전장치의 이동 및 설치시에 파손되거나 휘는 것을 방지하였다.

그런데 이 브라켓의 설치로 인해 작업자의 시야를 방해하므로써 재료의 투입 및 위치조정에 장애가 될 수 있었다. 이러한 작업장애가 발생되지 않도록 이 브라켓을 가드의 전면부 상단에 설치하므로써 시야를 방해하지 않도록 하였다.

이동가드는 안전장치의 자중에 의해 하강하도록 하여 손이나 작업물이 아닌 다른 물건 이 있을 경우는 더이상 내려가지 않게 하므로써 스위치가 작동하지 않도록 하였다. 작업판재가 있을 경우에만 전단날을 작동시킬 수 있도록 설치된 리밋스위치를 작동시켜 작업이 이루어 질 수 있도록 하였다.

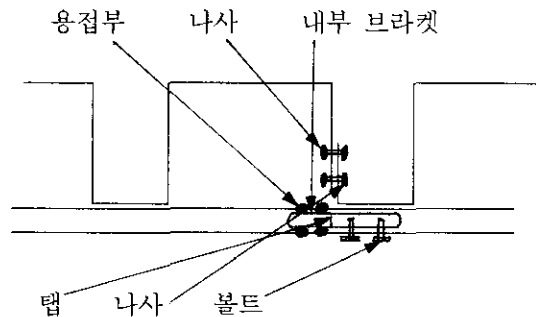


그림 13 이동가드의 이음새 부분

그리고 이 가드는 측방향으로만 매우 길어서 운반 및 저장에 불편함이 많다. 그림 13과 같이 이동가드를 횡방향으로 1/2이 되는 지점에서 둘로 나누어 제작하여 운반 및 보관하게 하고 이를 설치시에는 두부분의 연결부를 나사로 체결하여 이을 수 있게 하는

방법으로 하였다.

두 부분을 이음으로써 이동가드의 횡강도가 약해지는 것을 방지하기 위해 브라켓의 내부에 바를 설치하였다. 그리고 가드의 하단부는 부착 부분을 돌출시켜 수직으로 절곡하고 이 부분을 나사로 체결하여 횡강도를 유지하도록 하였다.

다음의 그림 14의 이동가드식 안전장치의 램 가이드 설계도는 이동가드의 금형을 제작하여 대량 생산시에 제작할 수 있는 방식으로 램 가이드부를 곡면으로 처리함으로써 미관상 및 작업자의 시야 확보상 좋으므로 이와 같이 설계하여 보았다.

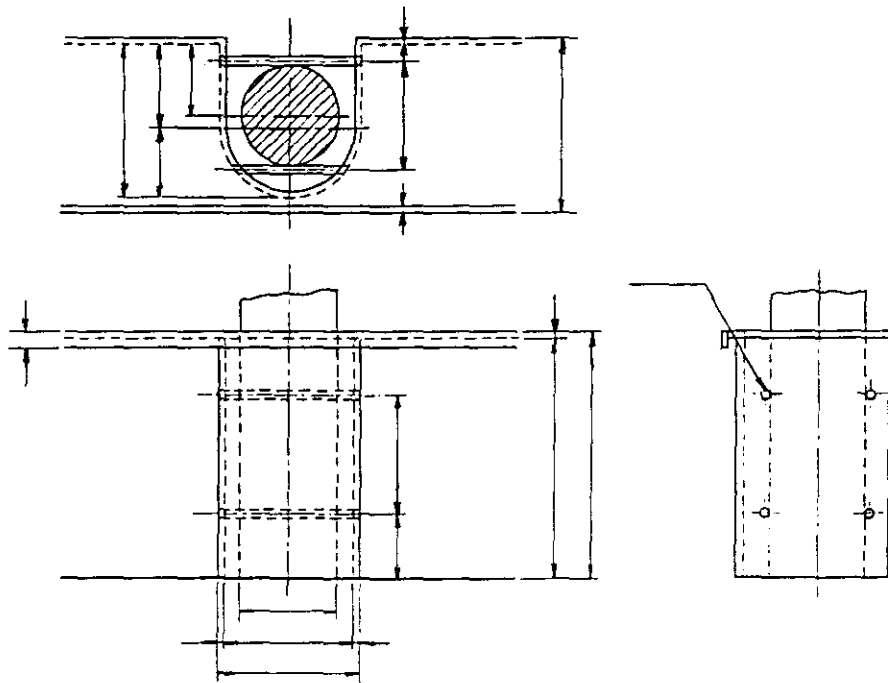


그림 14 이동가드식 안전장치의 램 가이드 설계도

이 방식은 금형을 제작하지 않은 상태에서 소량 제작시에는 곡면을 정확하게 처리하는 면과 각 램 가이드와의 간격을 정확하게 맞추는 것이 어려워 실제 실험용 샘플용 제작시는 램 가이드부를 직각의 형태로 제작하였다.

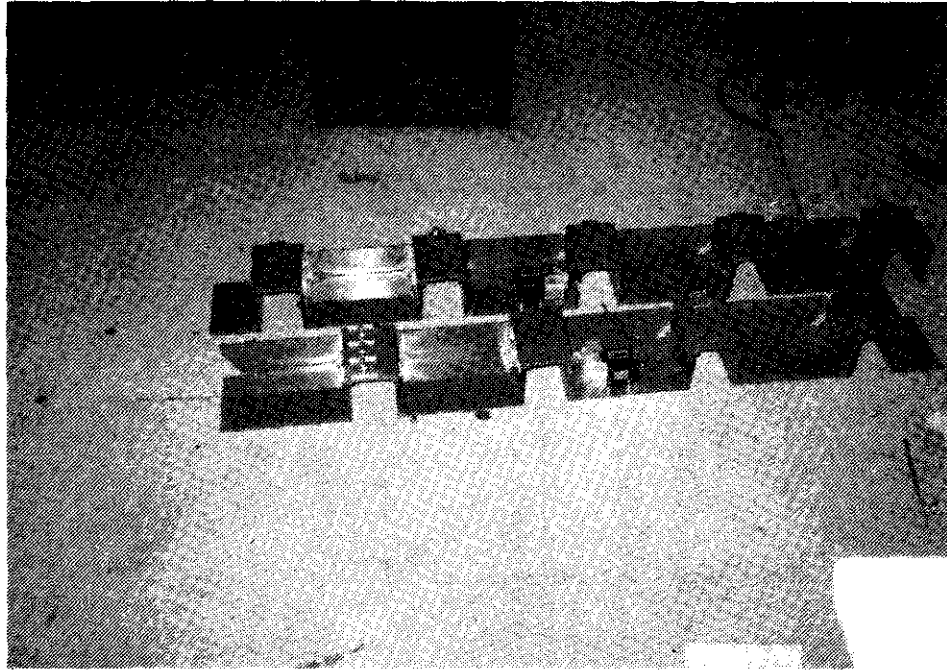


그림 15 이동가드식 안전장치

이러한 구조는 인체 및 타물체를 구별하여 안전한 상태에서 작업이 이루어 지도록 한다.

가드의 하강시 전단날의 작동이 가능한 동시에 가드 자체의 무게가 작업자의 손에 타격을 가하지 않도록 완충 스프링을 사용하였다. 이때 스프링은 인장스프링으로 하여 탄성강도 및 길이를 조절하여 인체에 충격을 최소화시킬 수 있도록 하였다. 참고문헌 2)의 8-9 페이지의 설계 응력을 취하는 방법에서 허용 비틀림 응력과 재료의 직경에 관한 그래프를 참고하여 허용 비틀림응력이 60% 이상이 되는 스프링으로 이용하는데에 충분한 것을 구입하여 사용하였다.²⁾

램이 위치한 곳은 그 앞단에 가드를 설치하고 램의 측면에는 연이어서 그 뒷단에

설치하였다.

이러한 구조는 안전장치 자체의 설치로 인하여 흔히 발생하는 작업의 장애를 없애 주고 램에 의한 협착을 방지하게 할 수 있으며 또한 안전장치의 장착도 용이하게 할 수 있도록 한것이다.

따라서 이러한 구조는 전단기의 제품 생산시에만 설치할 수 있는 것이 아니라 기존에 사용되는 전단기에도 쉽게 설치 할 수 있는 장점이 있다. 또한 전단날은 계속해서 사용되어 무디어지므로 3~6개월에 1번씩 이를 갈아 주어야 한다. 이때 가드를 해체시켜야 하는데 이 경우에도 안전장치를 용이하게 탈착시킬 수 있게 한다.

그리고 록크장치의 날을 램의 하단부 측면에 설치하므로써 간편한 구조로 안전장치가 재 작동을 할 수 있도록 하게 위하여 가드를 들어 올리는 장치를 설계하였다.

4.5 시제품의 현장 적용

위와 같이 시제품을 제작하여 현장에 적용하기 위해 구로공단에 소재하는 대생기계 공장내의 전단기에 설치하여 아래와 같이 실험하였다.

표 4 시제품의 현장실험

사	항	내	용
일	시	1994. 9.	
장	소	서울특별시 구로구 구로 제3공단내 (주)대생기계 공장	
전단기의	규격	유압식 전단기	
전단기의	용량	6mm이내 절단 가능	
시험	횟수	40회	
작업	내용	볼링 자동화 시설 부품제작을 위한 전단 작업	
작업자의	의견	작업성 및 안전성이 확보됨	
관리자의	의견	전단날이 있는 내부도 볼 수 있게 이동가드를 제작하였으면 좋을 것으로 생각됨	

위의 표에서와 같이 작업자의 의견대로 작업성 및 안전성이 확보됨으로써 기존안전 장치의 문제점을 해결할 수 있게되어 실험결과는 만족할만한 것이었으나 다음과 같은 개선할 점들이 있었다.

프레스 안전장치중 손쳐내기방식의 안전장치와 같이 작업자의 전면에서 가드가 움직이므로 작업자에게 심리적 부담을 줄 것이라고 생각될 수 있으나 이동가드식 안전장치의 경우는 손쳐내기 방식의 안전장치가 움직이는 것에 비해 매우 미약한 20mm정도의 상하 운동만 하므로 작업자에게 거의 부담을 주지 않는 상태였다.

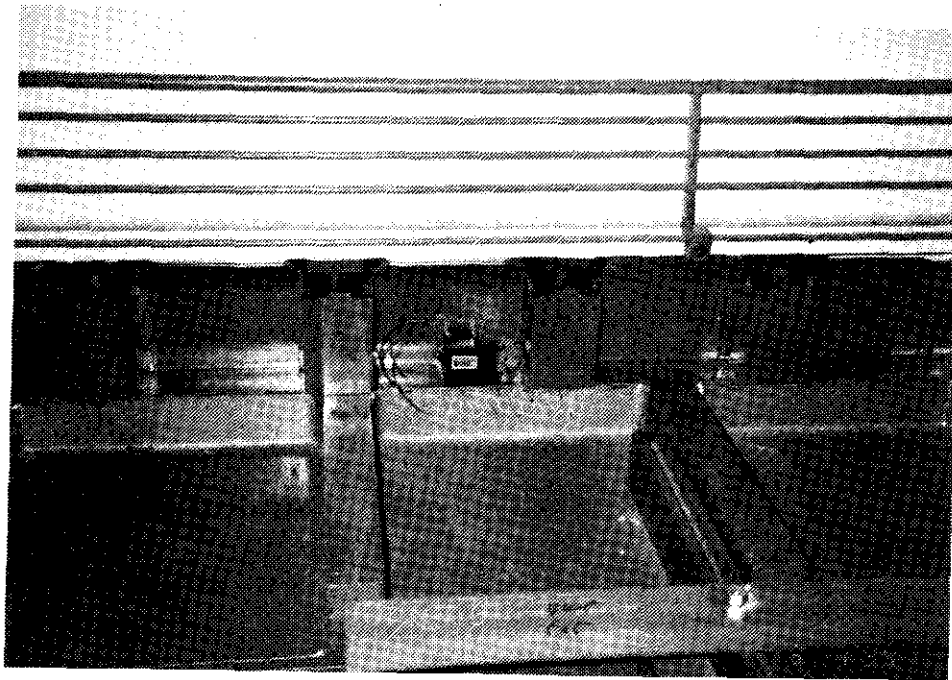


그림 16 이동가드식 안전장치가 설치된 전단기

먼저 전단 작업에는 불편함이 없으나 이동가드가 작업자의 시야를 가리게 하므로 작업자는 재료의 전단이 제대로 진행되는지 궁금하게 생각될 수 있다.

또한 가드의 무게와 낙하거리가 미소하고 완충스프링을 사용하므로 그 정도는 작으나 작업자의 손이 가드 내부까지 들어 갔을 경우 가드가 내려오면서 작업자의 손에 약간의 타격을 줄 수 있다.

그리고 안전장치를 설치시 가드를 끼우고 가이드편을 체결할 때에 가이드 편 홀이 작아서 끼우기가 어려운 문제도 있었다.

또한 현장적용시 각 생산회사마다 전단기의 용량이 같다고 해도 램과 램사이의 거리가 다르다. 이점은 이동가드식 안전장치를 규격화하는데 어려움을 줄 수 있다. 그 이유는 이동가드를 여러개의 램 사이사이에 끼워서 설치하므로 램과 램의 간격이 다른 장착이 불가능 하기 때문이다. 그러나 한 업체에서 생산되는 전단기는 용량 및 규격이 다르더라도 램사이의 간격은 일치하므로 생산업체별로 전단기 안전장치를 규격화할 수 있다. 따라서 이러한 방법으로 제품을 규격화 함으로써 생산 및 판매를 용이하게 할 수 있다. 만약 이러한 방법으로 규격화를 하지 않을 경우는 이를 판매시 주문생산을 하여야 하므로 단가를 상승하게 하는 요인이 된다.

제조단가가 비싸면 이 안전장치를 현장에 보급시키는 면에 있어서 어려움이 있으므로 이장치로서 전단기로 인한 재해를 예방하는데에 장애가 될 수 있다.

4.6 시제품의 개선

위의 시제품을 현장에서 시험한 결과를 여러가지 측면에서 고려하여 다음과 같이 개선하였다. 이동가드는 작업자의 시야를 가리게 되어 궁금한 생각이 들게 할 수 있으므로 작업자가 전단브레이드의 하강을 볼 수 있게 하여 재료의 전단이 진행 되는지 확인이 가능토록하여 작업자가 답답함을 느끼지 않도록 하였다. 그 방법으로 그림 15의 이동가드의 투시도와 같이 전단부에 가드판 전면부의 강도를 유지할 수 있는 정도로 최

대함으로써 크게 직사각형의 모양으로 따내고 이 부분에 철망을 부착함으로써 내부가 투시될 수 있도록 시제품을 개선하였다. 이 때 철망의 가로 세로 간격의 크기는 전단부 내부를 잘 볼 수 있도록 하려면 최대한 크게하여야 하나 손가락이 들어가지 못하도록 하여야 하므로 8mm 이내로 하였다.³⁾ 또한 슬레노이드에 부착되는 로크에 의하여 안전장치를 장착시킬 때 로크날이 통과하는 가드의 로크날 홈 측면에 걸리어 이동가드를 설치하기 까다로우므로 로크의 홈 부분 측면을 따내어 가드를 용이하게 끼울 수 있도록 개선 제작하였다.

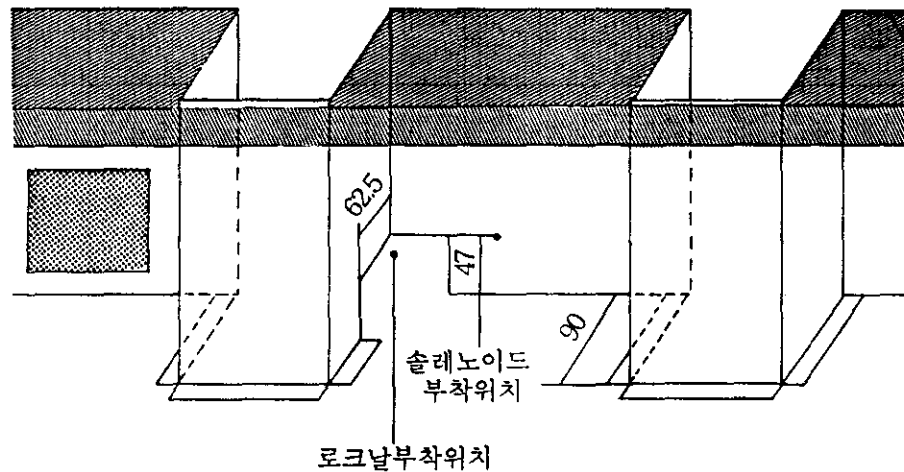


그림 18 개선된 이동 가드의 투시도

또한 로크부 자체로 좌,우측이 고정되므로 가드가 상하운동을 하는데 있어서 가이드 역할을 가능하게 하고 가이드 핀을 끼우기 좋게 핀자체의 끝단을 테이퍼를 내고 가이드 핀을 끼우는 홈을 테이퍼 가공하도록 개선하였다.

그리고 가드의 낙하에 의해 작업자의 손이 타격을 입을 수 있게 되므로 가드의 하단을 절곡하여 휘거나 고무를 끼워 손이 가드의 날카로운 하단에 의하여 타격을 입지 않도록 하였다.

5. 결 론

전단기의 작업은 재료를 두손으로 누르고 페달 스위치를 사용하여야 하므로 재해의 발생 위험성이 매우 크다.

이러한 위험성에 반하여 기존에 안전장치가 있으나 작업에 장애가 됨으로 사용하지 않고 작업을 하므로 계속해서 재해가 발생되었다.

이러한 문제점들을 해결 수 있는 방법으로 본 연구에서는 이동가드 방식의 안전장치를 개발하였다.

이동가드식 안전장치의 작동방식은 솔레노이드의 작동과 안전장치의 자중에 의하여 구동하게 되며 전단부에서 인체의 유무를 감지하게 하여 안전이 확인된 경우에만 작동할 수 있게 하였다.

표 6 기존 전단기 안전장치와 이동가드식 안전장치와의 원리 및 장단점 비교

분류	광 전 자 식	가 드 식	이 동 가 드 식
원리	적외선의 광축을 이용한 전자감응	가드들 사용한 인체를 위험영역에 들어오지 못하게 함으로서 방호함	안전성 및 작업 편리성의 필요에 따라 가드를 이동하게 함
방식	전자식, 감지식	고정가드식	이동가드식(감지역활가능)
장점	-시야의 장애가 없음	-정확하게 설치시 방호가 완벽함 -설치가 용이함 -가격이 저렴함	-작업자의 시야장애가 없음 -방호가 확실함 -가격이 비교적 저렴함
단점	-가격이 비쌈 -설치가 까다로움 -작업중 잦은 감지로 작업이 불편함	-작업자의 시야를 방해 함 -가드 내부로 손이 들어가지 못하므로 전단시 판재를 잡아 주기 힘들	

이러한 시스템은 가드를 자중에 의해 낙하시키고 램에 로크시킴으로써 구조상 간단하며 신뢰성이 확보되게 하였다. 또한 신속하게 전단기를 작동하게 하였으므로 작업자가 편리하게 작업할 수 있도록 하였다.

이러한 방법으로 가드식이나 광전자식 안전장치의 문제점을 해결하여 작업에 장애를 없애고 신뢰도를 확보함으로써 안전하게 작업할 수 있게 하였다.

그리고 저렴한 단가로 생산이 될 수 있는 구조이므로 전단기 사업장에 널리 보급되는 것이 가능하여 전단기 사용업체의 재해를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

1. 한국산업안전공단, 산업안전연구원, 1989년도 산업재해분석, 1990
2. 小栗富士雄, 小栗達男, “機械設計圖表便覽”, 大光書林編輯部 編譯 1987.2
3. Morgan, C.T., Cook, J.S., Chapanis, A., and Lund, M.W., Human Engineering Guide to Equipment Design, McGraw-Hill, N. Y, 1963.
4. Wesley, E., Woodson, “Human Engineering Gide for Equipment Designers”, 1984

부 록

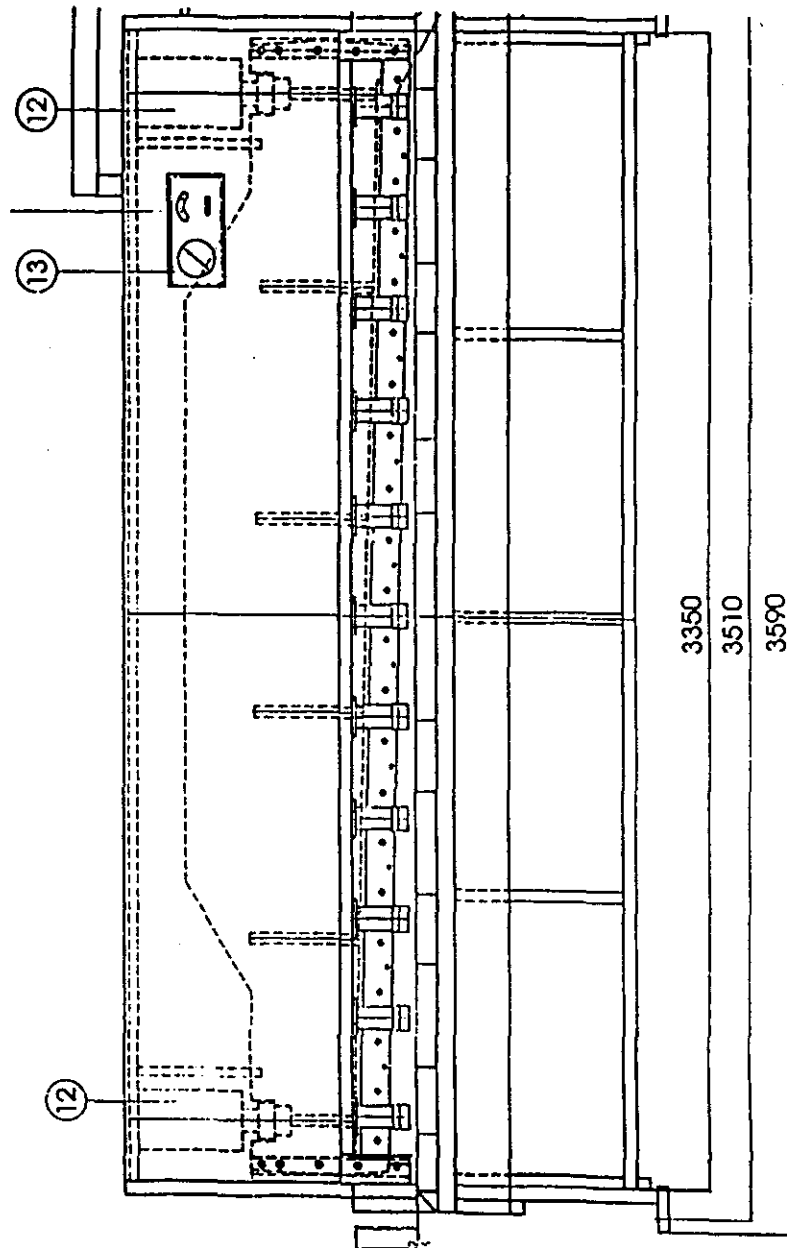


그림 A.1 전단기의 정면도

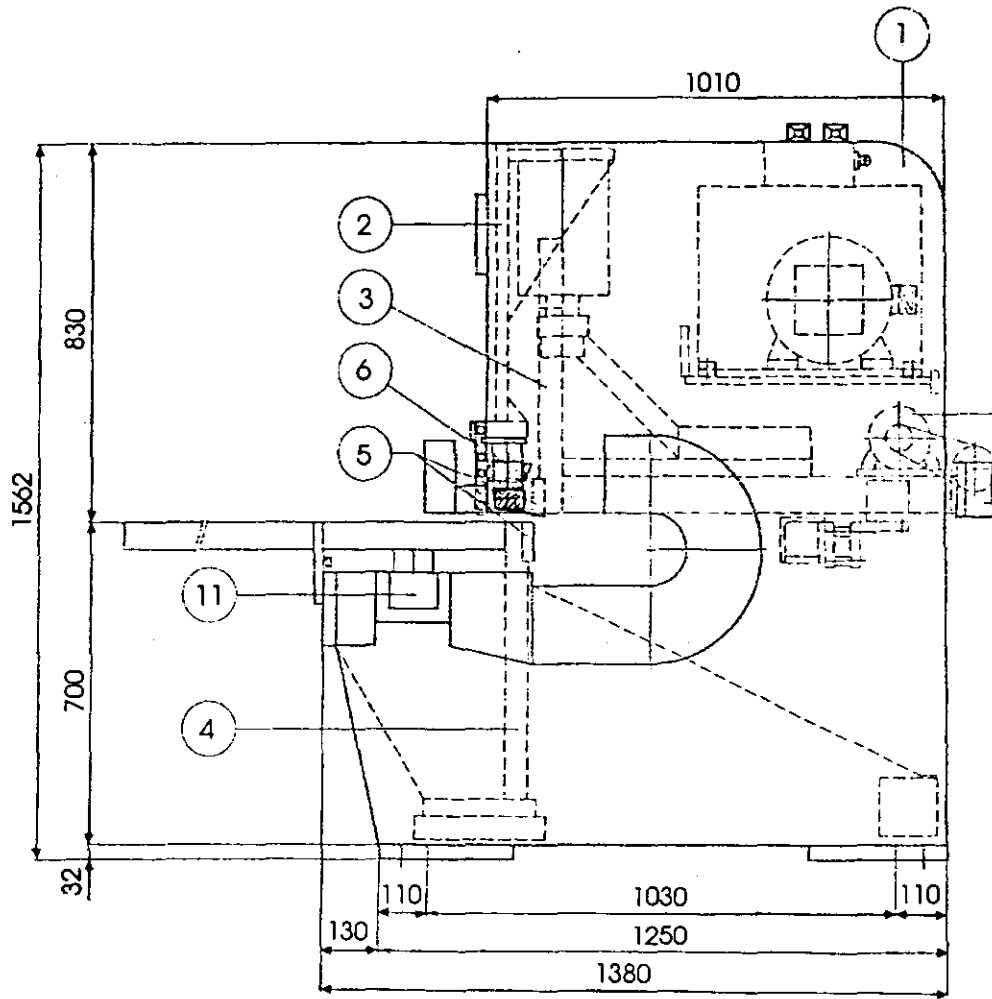


그림 A.2 전단기의 측면도

전단기 안전장치 개발

(기전연 94 - 4 - 6)

발 행 일 : 1994. 12. 31

발 행 인 : 산업안전연구원장 서 상 학

연구수행자 : [REDACTED] 이 충 렬

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

(기계전기연구실)

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34 - 4

전 화 : (032) 513 - 0230

(032) 502 - 0031 ~ 2

<비매품>