

소형 단동프레스 급정지장치 개발

1993. 12. 31



한국산업안전공단
KOREA INDUSTRIAL SAFETY CORPORATION

산업안전연구원
INDUSTRIAL SAFETY RESEARCH INSTITUTE

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서를 산업재해예방기술의 연구개발 및 보급 사업의 일환으로 수행한 “소형 단동프레스 급정지장치 개발”의 최종보고서로 제출합니다.

1993. 12. 31

주관연구부서 : 산업안전연구원

기계전기연구실

연구 책임 자 : 이 충 렬

머 리 말

위험기계에 의한 재해의 심각성은 누구나 인식하고 있으며 그 중 프레스 재해가 가장 큰 문제로 대두되어 왔습니다.

이런 프레스 재해는 큰 업체에서 주로 사용하는 마찰식 클러치 방식의 프레스에서도 발생하는 경우도 있지만 대부분 소규모 영세업체의 프레스에서 발생합니다.

여기에서 확동식 프레스는 기계식 프레스 중 보유 비율이 약 60%로 가장 많지만 재해 비율은 이것보다 더 많은 약 80%를 차지하고 있습니다.

프레스 사용업체의 확동식 프레스는 주로 재래형 프레스로 어디서나 쉽게 구할 수 있어 대부분 이러한 프레스를 사용하며, 이러한 상황에서 프레스 재해를 줄일 수 있는 대책으로 우리 연구원에서는 신뢰성이 있으며 관리가 쉽고 가격이 저렴한 솔레노이드를 이용한 급정지장치를 개발하게 되었습니다.

본 연구보고서에서 잘못된 점 등 미진한 사항이 발견되거나 이 분야 연구 주제와 관련된 좋은 의견이 있을 경우 연구자에게 알려주시면 차후 연구를 수행하는데 큰 도움이 될 것입니다.

개발된 급정지장치가 부족하나마 산업현장에서 널리 활용되어 프레스로 인한 재해를 예방하는데 조금이나마 기여할 수 있게 되기를 바랍니다.

1993. 12. 31.

산업안전연구원장

목 차

1. 연구의 개요 -----	3
1.1 연구의 목적 및 배경 -----	3
1.2 연구개발의 개요 -----	6
2. 실태조사 및 재해조사 -----	8
2.1 소형 단동프레스 사업장 실태조사 -----	8
2.2 재해조사 -----	8
3. 소형 단동프레스의 일반사항 -----	11
3.1 구조 -----	11
3.2 소형 단동프레스 작업의 위험성 -----	13
3.3 기존 급정지장치 -----	13
4. 로크방식의 급정지장치 개발 -----	16
4.1 원리 및 설계 -----	17
4.2 모형 실험 및 시제품 제작 -----	18
5. 연구결과 및 고찰 -----	27
참고 문헌 -----	29
부록: 설계 -----	30

여 백

1. 연구의 개요

1.1 연구의 목적 및 배경

위험기계기구 중 프레스의 재해율은 62%¹⁾로 이 프레스로 인하여 '92년도 재해자 수는 3,538명¹⁾이었다.

특히 제조업 분야의 소규모 사업장일수록 프레스에 의한 재해는 매우 심각하여, 근로자의 손가락을 앓아가는 일이 많아, 프레스 재해로부터 근로자의 보호가 시급히 요청되고 있는 실정이다.

현재 프레스 현장에서는 급정지장치가 부착되지 않고 생산되는 확동 클러치 방식의 프레스가 약 60%이다.²⁾

이 프레스 현장에서 급정지장치를 장착하는 데 소요되는 비용은 프레스 가격에 비하여 과다한 편이다.

그럼에도 불구하고 현장에 이 기종의 프레스가 많은 이유는 저렴한 가격으로 프레스를 구입할 수 있기 때문이다.

이들 프레스 현장은 제반 조건이 열악하고, 프레스에 급정지장치가 장착되어 있지 않아, 광전자식 안전장치를 부착해도 기능을 발휘하지 못하는 등의 이유로 인하여, 이 프레스에 의한 재해는 전체 프레스로 인한 재해 중 80%를 차지하고 있다.²⁾

확동 클러치 방식의 프레스 중 100톤 미만의 프레스를 소형 단동프레스라고 하는데 영세업체에서는 주로 이러한 프레스를 사용한다.

이 소형 단동프레스에 대한 급정지장치를 개발하게 된 동기는 이러한 확동 클러치 방식 프레스 중에서 이 프레스에서 대부분의 재해가 발생할 뿐만 아니라, 기존의 재해 예방 대책이 미비하여, 신뢰성이 있고 가격이 저렴한 안전장치를 개발함으로써 프레스 재해 예방에 기여하고자 하는 데 있다.

기종별 프레스 수와 재해비율을 살펴 보면 아래와 같다.

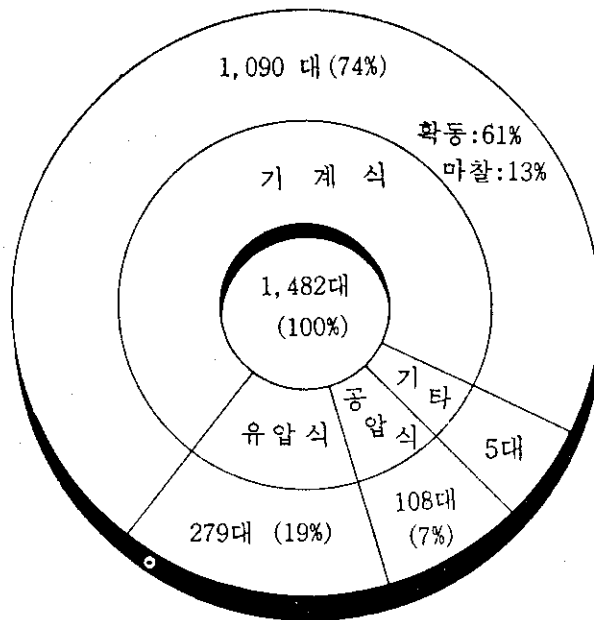


그림 1 기종별 프레스 보유 현황

그림 1 에서 보면 다음과 같은 것을 알 수 있다.

기종별 프레스의 보유수를 보면 확동 클러치 방식의 프레스가 61%를 차지하고, 마찰 클러치 방식의 프레스는 13%이며 나머지는 유공압프레스로 나타났다.²⁾

이에 비해 기종별 재해 현황은 확동 클러치방식의 프레스가 80%로 이 프레스의 보유율보다 많고 마찰 클러치방식의 프레스는 8%로 적게 나타나 있다.

나머지는 유공압프레스의 재해율이다.

표 1 기종별 재해 실태 현황

(단위:건)

재해발생건	기종			유압	공압	기타
	계	확동	마찰			
339 (100%)	298 (88 %)	272 (80 %)	26 (8%)	26 (8%)	14 (4%)	1

확동 클러치 방식 프레스의 보유율보다 재해율이 더 높은 이유는 아래와 같다.

- (1) 확동 클러치 방식의 프레스는 생산시부터 브레이크가 달려 있지 않다.
- (2) 프레스 가격에 비해 기존 브레이크 설치 비용이 매우 과다한 편이다.
- (3) 장착할 수 있는 기존의 브레이크가 미흡한 점이 많다.
- (4) 이러한 프레스를 사용하는 업체들이 대부분 영세하다.
- (5) 작업현장의 안전관리가 제대로 되고 있지 않다.

이와 같이 영세한 업체는 가격이 저렴하지만 더 위험한 확동 클러치 방식의 프레스를 사용함으로써 재해율이 높을 수 밖에 없는 것이다.

그런데 이러한 프레스에 안전장치와 급정지장치를 부착한다는 것은 프레스 가격보다 이들 비용이 더 드는 경우가 많다.

이들 프레스 사용업체는 부가되는 급정지장치의 설치 비용 부담이 커 이를 설치하기가 어려운 형편이다.

일부 업체에서는 기존 브레이크를 설치하여 사용하고 있지만 성능상의 미흡한 문제도 있다.

마찰 브레이크 방식은 프레스의 클러치를 개조하는 방법으로 두개의 디스크판을 압착시킴으로써 발생하는 마찰력을 이용하여 작동되게 하는 구조이다.

이 방식은 정지신호가 발생할 때 즉시 브레이크가 작동된다는 장점이 있지만 공압이 떨어지거나 디스크의 마모로 브레이크가 밀리는 단점이 있다.

무엇보다도 마찰식 브레이크는 설치 가격이 매우 높아 프레스에 장착하기에 어려운 형편이다.

또한 에어 실린더에 의해 스톱바를 작동하여 프레스를 정지시키는 에어실린더식 급정지장치는 마찰식 브레이크보다 비교적 가격이 저렴하다.

그렇지만 응축작용으로 인한 수분 발생으로 오작동이 일어나거나 겨울철에 냉해로 작동이 불가능할 때가 있다.

따라서 가격과 성능상의 문제점을 해소시킬 수 있는 로크(Lock) 방식의 브레이크를 개발하게 되었다.

이 장치의 원리는 인체 및 물체를 감지한 광전자식 안전장치에서 신호를 받아 솔레노이드가 작동됨으로써 프레스를 급정지시키는 것이며, 또한 솔레노이드의 열화를 방지하면서 이 솔레노이드의 상태를 감지하여 자동으로 로크 장치를 작동시키고 프레스의 정지상태를 지속시키는 것이다.

1.2 연구개발의 개요

종래에는 솔레노이드에 전기를 인가시 자체에서 열이 발생하여 열화됨으로써 솔레노이드를 소형 단동프레스 급정지장치에 적용하는 데 어려움이 있었다.

본 연구에서는 이 문제를 해결함으로써 솔레노이드의 적용이 가능하도록 하는데 주안점을 두었다.

솔레노이드 적용상의 문제점 해결은 급정지장치의 신뢰도, 현장에서의 관리 및

생산 단가 등 여러 가지 문제들을 해결할 수 있는 중요성을 갖는다.

이러한 것들을 해결하기 위하여 솔레노이드의 작동시 자동으로 램(Ram)을 로크(Lock)하도록 하고 이 상태를 감지, 전원을 차단함으로써 솔레노이드를 열화로부터 보호하게 하여 위의 문제의 해결이 가능토록 하였다.

이 장치의 원리는 인체 및 물체를 감지한 광전자식 안전장치에서 신호를 받아 솔레노이드가 작동됨으로써 프레스를 급정지시킨다.

또한 솔레노이드의 열화를 방지하면서 이 솔레노이드의 상태를 감지하여 자동으로 로크장치를 작동시키고 프레스의 정지상태를 지속시킨다.

이러한 원리를 이용하여 가격과 성능상의 문제점을 해결한 로크방식의 급정지장치를 개발하였다.

이것의 장점으로서는 감지시스템(광전자식)과 연결시켜, 신뢰성 및 작동 속도를 향상시켰고 솔레노이드를 이용하여, 신속하고 강력하게 프레스의 램이 정지되도록 하였다.

또한 급정지장치 작동시 전원을 차단함으로써 솔레노이드를 보호하고 급정지장치의 설치 및 관리를 용이하게 하며, 생산 원가를 줄일 수 있게 하고 급정지장치와 솔레노이드의 내구성을 향상시켰다.

2. 실태조사 및 재해조사

2.1 소형 단동프레스 사업장 실태조사

경인지역의 소규모 사업장인 00정밀 등의 5개 업체를 대상으로 실태조사를 하였는데 이들 업체들은 모두 확동식 프레스를 사용하고 있었다.

이 업체들의 프레스는 대부분 소형 단동프레스였는데 근로자의 이동이 많고 프레스 작업 안전교육이 실시되지 않은 채로 작업이 진행되고 있었다.

사업장의 영세성으로 인하여 안전장치가 부착되지 않은 경우가 많고 현장의 법적 규제도 어려운 형편이다.

또한 사업주의 안전에 관한 의식 결여도 재해 발생에 한 몫을 하고 있다. 이러한 결과로 소규모 사업장에서 일어나는 프레스 사고는 산업재해통계에 잡히지 않는 경우도 많다고 추정되므로 프레스로 인한 재해율은 발표되는 통계치를 능가할 것으로 생각된다.

2.2 재해조사

소형 단동프레스에서 발생하는 재해는 매우 빈번하여 손가락에 상해를 입지 않은 사람은 작업반장의 자격이 없다는 말이 있을 정도로 사업장에서 많은 사고가 발생하여 왔다.

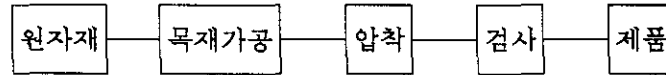
확동 클러치 방식의 프레스로 인한 재해로, 급정지장치가 부착되지 않아 안전장치를 설치하지 못하여 재해를 입은 사례를 하나 들어 보면 아래와 같다.

(1) 재해 개요

1991.1.29 17:00 모 기업에서 피해자가 크랭크 프레스로 타일이 접촉된 나무 판넬을 압착하는 금형에 양손이 협착되어 좌우 제1지가 절상된 재해임.

(2) 재해 발생 내용

(가) 공정



(나) 작업 상황

크랭크 프레스로 컴퓨터 받침대를 압착하는 작업 중 슬라이드가 연속 작동함.

(다) 사고 발생 설비

- * 용량: 100톤
- * 형식: C 형 싱글 크랭크 프레스
- * 클러치: 작동 클러치 (PIN CLUTCH)
- * 방호장치: 미 부착

(3) 재해 요인 분석

(가) 원인 추정

- * 푸트 페달은 불안정한 행동에 의해 오조작이 가능함.
- * 캠 복귀 스프링 이탈시 오작동함.

(나) 추정 결론

푸트 페달(Foot Pedal)에 덮개가 없는 상태에서 작업자가 불안정한 행동으로

오조작하였거나, 또는 푸트 페달에 부착된 복귀 스프링의 탄성력이 미흡한 것으로 판단됨.

(4) 재해 원인

(가) 직접 원인

- * 푸트 페달을 작업자가 오조작함.
- * 푸트 페달이 노출되어 있음.
- * 방호장치가 부착되지 않음.
- * 푸트 페달 복귀 스프링, 클러치 핀 스프링 기능이 불량함.

(나) 간접 원인

- * 작업자에게 안전교육을 실시하지 않음.
- * 관리감독자의 감독 기능이 결여됨
- * 자체검사 등에 의한 설비관리가 미흡함.

위의 사례는 사고의 다른 원인도 있었지만 급정지장치가 부착되어 안전장치의 설치가 가능하였다면 이와 같은 사고는 발생하지 않았을 것임을 보여 준다.

3. 소형 단동프레스의 일반사항

3.1. 구조

산업안전보건법에서는 금정지장치가 없는 100톤 미만의 확동 클러치 방식의 프레스는 위험하므로 단동프레스 작업에만 사용할 수 있도록 규제를 하고 있다.

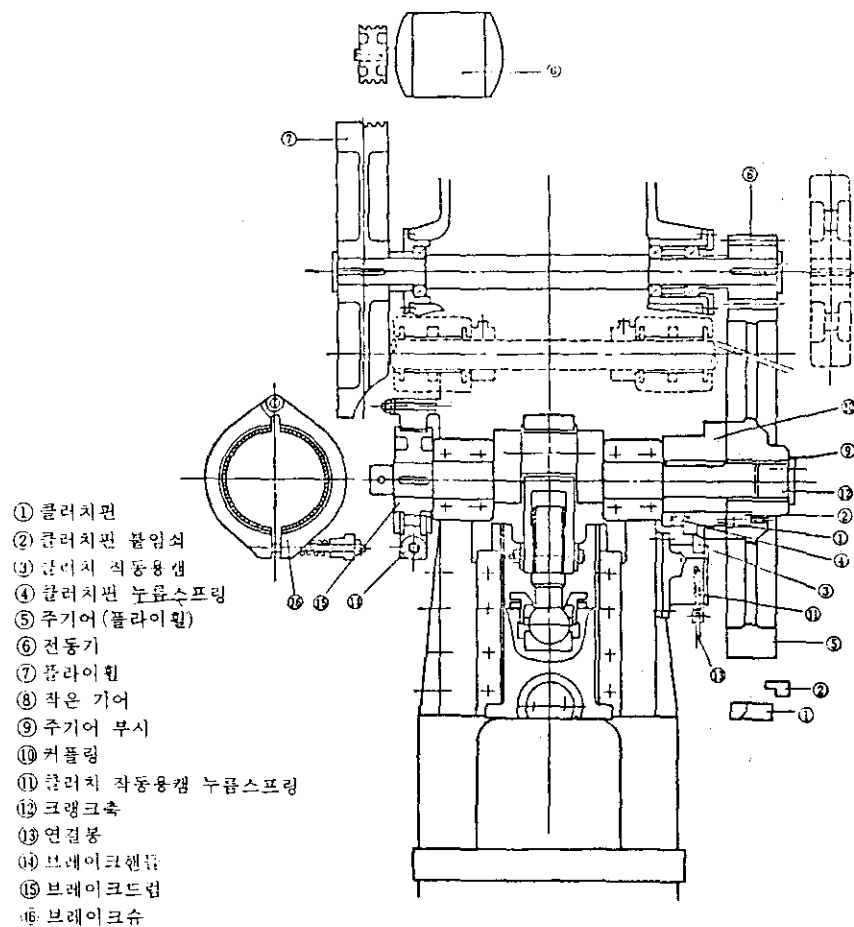
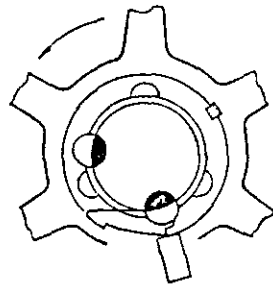
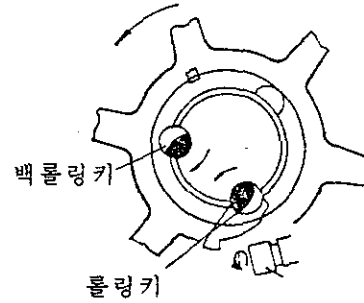


그림 2 소형 단동프레스의 구조

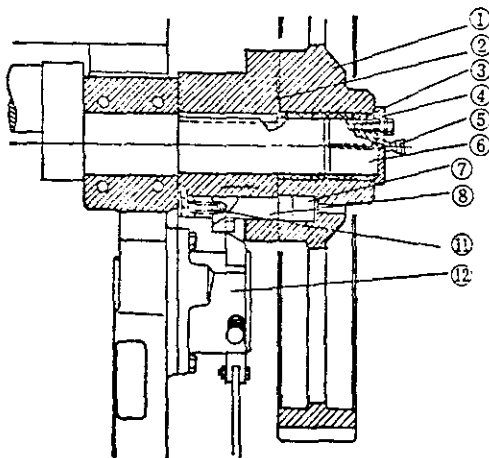


(a) 클러치를 끊은 상태



(b) 클러치가 연결된 상태

그림 3-a 롤링 키 클러치



- ⑨ 클러치 작동용 캠
- ⑪ 클러치편 누름 스프링
- ⑫ 클러치 브래킷
- ⑬ 클러치 작동용 캠 누름 스프링
- ⑭ 클러치 작동용 연결봉
- ⑮ 주기어 보스면
- ⑯ 커플링면
- ⑰ 커플링 키

그림 3-b 슬라이딩 키 클러치

이와 같은 이유로 이러한 프레스를 소형 단동프레스라고 정의하고 있다.
이들 프레스는 확동 클러치를 사용하는데 롤링 키(Rolling Key)와 슬라이딩 핀 클러치(Sliding Pin Clutch)방식 등이 있다.³⁾

프레스 생산업체에서는 영세업체에서 저렴한 가격의 프레스를 원하므로 급정지 장치가 없는 이러한 프레스를 생산 판매하고 있다.

3.2 소형 단동프레스 작업의 위험성

프레스 사용업체에서는 근로자들의 이동이 많을 뿐만 아니라 작업물이 자주 바뀌고 한 사람이 여러 대의 프레스에서 작업하는 등 작업자의 일이 일정치 않다.

또한 소규모 업체에서는 안전관리자가 따로 없을 뿐만 아니라 업체의 여러 가지 어려운 여건으로 말미암아 사업주가 안전 관리에 대한 관심을 갖기가 어려운 형편이다.

따라서 현장의 작업안전교육이 거의 이루어지지 않고 있는 실정이므로, 근로자가 재해를 입을 위험성은 다른 사업장에 비하여 상당히 높은 편이다.

실린더식 급정지장치의 구조는 구동부의 공압 실린더, 구동부의 힘을 전달하는 램 및 클러치를 로크시켜 프레스를 정지하게 하는 스톱바로 이루어졌다.

3.3 기존 급정지장치

기존의 방법으로는 마찰식 급정지장치로 개조하거나 에어 실린더 방식의 급정지 장치를 장착하는 방법이 있다.

마찰식 급정지장치의 구조는 두 개의 원판 형태의 디스크판으로 이루어져 있다.

이 두 개의 판이 압착되면 두 판 사이의 면에 마찰력이 발생하여 프레스가 정지하게 된다.³⁾

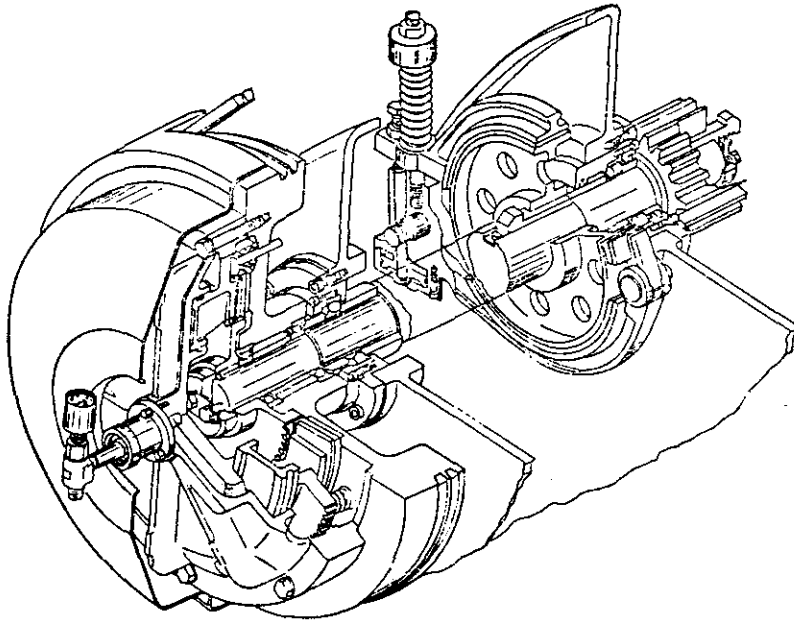


그림 4 마찰식 급정지장치

이 방식은 마찰식 급정지장치와 마찬가지로 공압으로 급정지장치를 작동시키나 디스크 판에 의한 방법이 아니라 에어 실린더에 의해 구동하여 스톱바로 프레스를 정지시키는 것이 다르다.

마찰 브레이크 방식은 프레스의 클러치를 개조하는 방법으로 두 개의 디스크 판을 압착시킴으로써 발생하는 마찰력을 이용하여 작동하게 된다.

이 방식은 정지신호가 발생할 때 즉시 브레이크가 작동된다는 장점이 있지만 공압이 떨어지거나 디스크의 마모로 브레이크가 밀리는 단점이 있다.

무엇보다도 마찰식 브레이크는 설치가격이 매우 높아 이러한 종류의 프레스에 장착하기에는 어려운 형편이다.

또한 에어 실린더에 의해 스톱바를 작동시켜 프레스를 정지시키는 에어 실린더식 급정지장치는 마찰식 브레이크보다 비교적 가격이 저렴하다.

그렇지만 응축 작용으로 인한 수분 발생으로 오작동이 일어나거나 겨울철에 냉
해로 작동이 불가능할 때가 있다.

4. 로크 방식 급정지장치의 개발

종래에도 기존 안전장치 업체에서 솔레노이드를 사용하여 급정지장치를 제작하거나 이를 개발하려고 시도하였다.

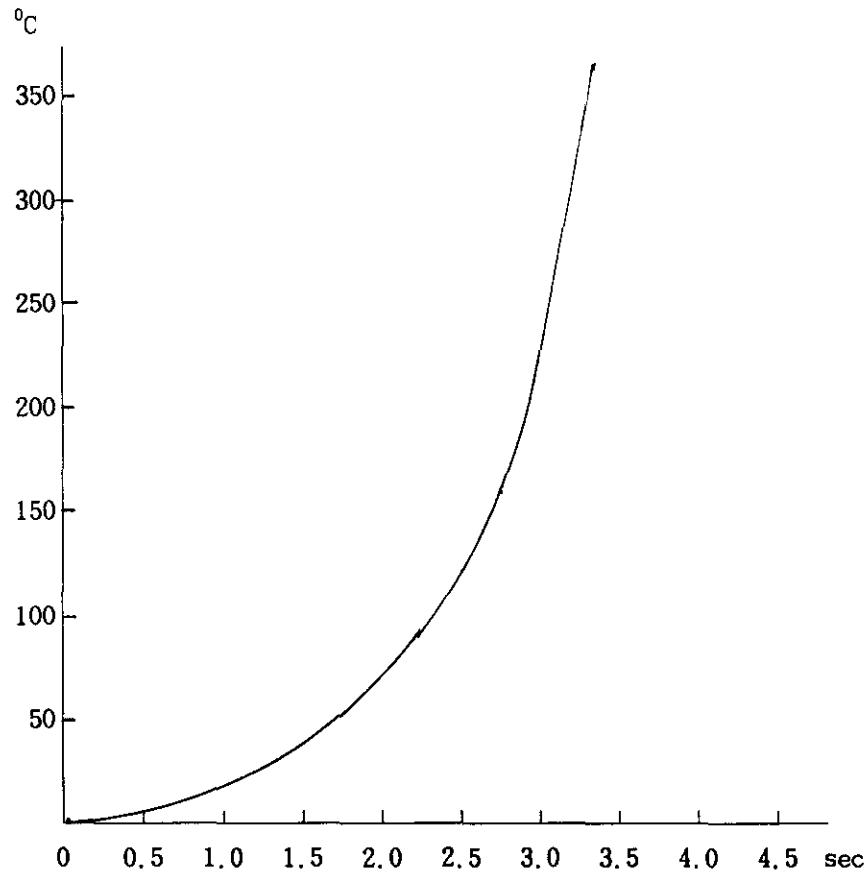


그림 5 솔레노이드의 통전 실험

<실험조건> 솔레노이드 용량: 10Kgf
사용 전압: 220 V
통전 시간: 4.5 sec

그러나 통전시에 솔레노이드의 열화로 인하여 이것이 이루어지기 어려웠다.
아래의 솔레노이드 통전 실험은 그 어려움을 보여 준다.
솔레노이드의 열화는 다음과 같이 통전 시간이 지남에 따라 온도가 올라감으로
서 코일이 타 버려 솔레노이드의 기능이 상실된다.
솔레노이드의 열화 실험을 한 결과 그림 5와 같은 데이터가 주어졌다.

4.1 로크 방식 급정지장치의 원리 및 설계

로크 방식은 두가지의 방법이 있다.

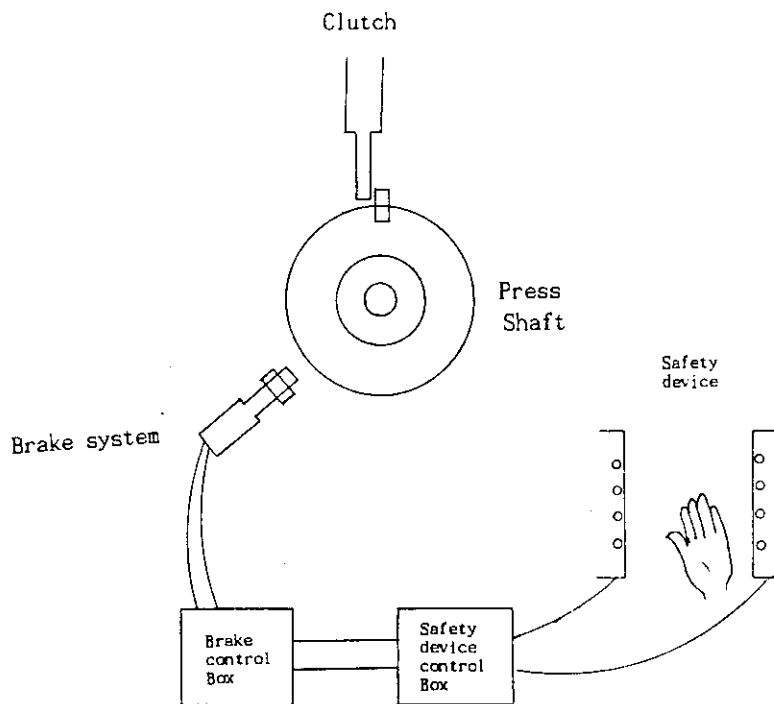


그림 6 소형 단동프레스의 급정지 원리도

첫번째 방법인 로크방식의 급정지방식은 솔레노이드의 작동에 의하여 램이 구동되며 이 램의 끝 단에 부착된 스톱바로 클러치를 로크시켜 프레스를 급정지시킨다.

구동시에는 동력을 차단하고 급정지시킨다.

로크장치로 램의 측면에 부착된 돌기 부분을 로크시켜 전원을 차단하여도 작동된 상태로 유지가 가능하다.

4.2 모형 실험 및 시제품 제작

(1) 급정지장치의 모형 제작 및 실험

모형은 손쉽게 수정할 수 있도록 시제품과 동일한 크기의 아크릴로 제작하여 실험하였다.

모형 제작 과정에서 중요한 것은 로크장치의 로크 면 가공인데 이 중에서도 경사도 및 표면거칠기가 중요하다.

그 이유는 로크의 해제가 즉시 가능해야 하기 때문이다.

보조 솔레노이드의 용량, 로크 면의 경사도와 표면 거칠기 및 스프링의 강도는 서로 연관성이 있다.

로크의 해제가 유연하게 될 수 있도록 로크 면의 끝 단을 약간 Rounding하였다.

솔레노이드는 10Kgf의 용량의 것을 사용하여 급정지장치의 해제가 용이하게 이루어지도록 하였다.

작동 스프링의 탄성강도를 설정하는 데는 판매되는 스프링이 한정되어 실험치의 데이터를 사용하였다.

로크 면의 가공 특성이 결정된 상태에서 급정지장치가 작동하는데 충분한 탄성강도를 가진 스프링을 사용하였다.

다음 사진은 시제품 제작을 위하여 만든 급정지장치의 모형이다.

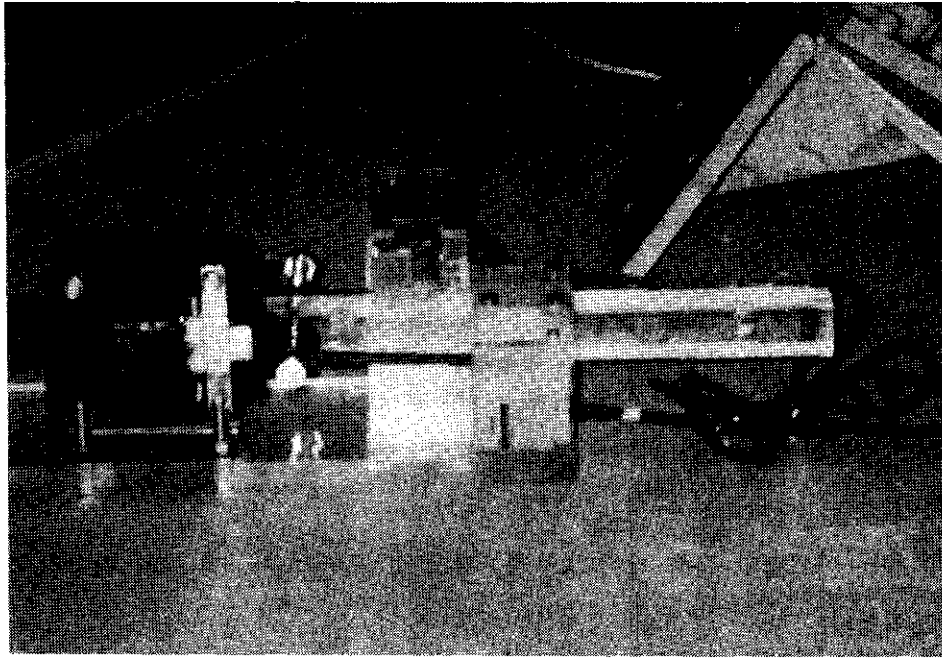


그림 7 급정지장치의 모형

급정지장치의 작동순서는 아래와 같다.

- (가) 프레스의 위험영역에 인체가 들어 온 것을 광전자식 등의 감응식 안전장치로 감지한다
- (나) 급정지장치의 입력장치는 이 때 감지한 신호를 릴레이를 통하여 받는다
- (다) 이 신호를 받아 릴레이가 작동하여 급정지장치에 있는 토크장치가 해제된다.
- (라) 토크가 해제됨으로써 스프링과 중력의 힘이 작용하여 램이 급하강한다.

(마) 램이 하강함으로써 램의 끝 단에 붙어 있는 스톱바가 클러치를 로크시켜 프레스를 급정지시킨다.

(바) 해제 스위치를 누르면 메인 솔레노이드가 작동되어 램을 상승시킴으로써 스톱 바가 클러치에서 빠져 나와 급정지장치는 원상태로 된다.

(2) 급정지장치의 시제품제작

모형 제작에서 시제품으로 제작시 유의 사항들은 다음과 같다.

모형의 재질인 아크릴과 시제품 제작에서 필요한 금속 재질과는 상당한 제작상의 차이가 있었다.

그 이유는 아크릴과 금속 자체의 무게, 강도 및 표면의 가공성 등의 차이가 있었기 때문이었다.

금속으로 이루어진 램 자체의 무게로 말미암아 모형 제작시의 스프링으로 램이 원위치되는 것이 어려웠다.

이의 원활한 작동을 위하여 좀 더 강도가 큰 스프링을 사용하였다.

로크 면의 경사 각도와 표면거칠기는 로크를 해제시키는 데 영향을 미치므로 정확한 로크 면의 경사 각도와 표면거칠기의 정밀성이 필요하나 이의 가공이 까다로웠다.

용량이 충분한 솔레노이드를 사용하면 위의 가공성이 정밀하지 않아도 원활하게 작동되므로 1.6Kg의 용량을 사용하였다.

또한 로크 면 거칠기 및 경사도 재조정이 필요하다.

급정지장치의 무게가 무거우면 현장으로 이를 운반하거나 프레스에 장착시 어려움이 많이 있다.

그래서 되도록이면 자체의 무게를 줄이기 위해 강도에 문제가 없는 한도 내에서 급정지장치의 각 부분의 두께와 길이를 조정하였다.

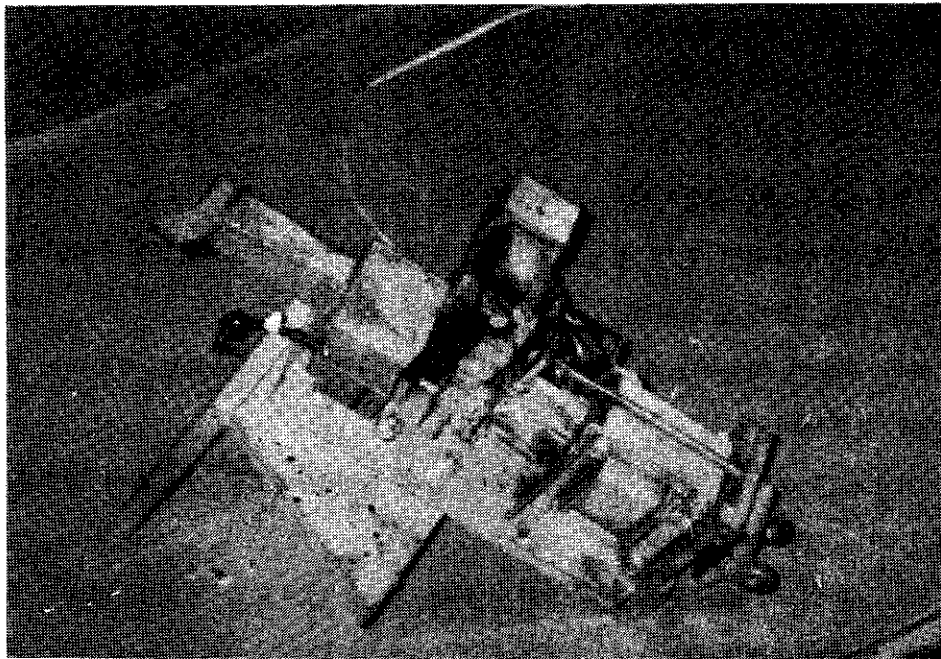


그림 8 급정지장치의 시제품

(3) 급정지장치의 실험 및 보완 연구

제작한 시제품으로 급정지 작동시 로크 및 해제 기능 등을 반복 실험하였다. 브라켓을 사용하여 실제 프레스에 장착하여 프레스, 브라켓 및 급정지장치의 부착면에 각각 용접하였다.

용량이 큰 프레스에도 사용할 수 있도록 작동부에 여러 개의 솔레노이드를 직렬 연결할 수 있는 구조로 설계하였다.

스프링 작동과 솔레노이드를 역방향으로 작동하게 설치하여 급정지장치의 해제

가 용이하도록 하였다.

2 개의 스톱바를 직렬로 설치하여 2 단으로 급정지가 가능하도록 하였다.

작업 중에 전기가 정전될 수도 있으며 특히 프레스의 스위치가 작동된 바로 후에 슬라이드가 내려 오는 순간 정전될 수도 있다.

이 경우 프레스의 급정지장치가 작동되기는 어렵다.

확률적으로 희박하지만 만약 이를 대비하여 프레스를 자동으로 로크를 시킬 수 있는 구조로 하는 것이 필요하다.

이러한 구조가 가능하도록 하려면 정전시 급정지장치가 자동으로 작동되게 하는 시스템이 필요하다.

이 시스템은 용량이 작고 정격 전압보다 높은 솔레노이드를 사용하여 열화를 거의 없게 하는 방법을 사용한다.

그러나 이 때 이 솔레노이드는 거의 부하를 걸 수 없으므로 프레스 자체의 힘을 이용하지 않으면 안된다.

이것이 가능하도록 슬라이드가 하강하는 힘을 이용할 수 있는 구조로 설계했다.

이 구조는 슬라이드 로크부, 솔레노이드 작동부, 로크대 고정부, 연결 와이어 등으로 이루어져 있다.

작동 원리는 통전시에 솔레노이드의 작동으로 스프링의 힘을 이기고 걸림바를 당긴 상태로 있다.

이 상태에는 걸림바가 뒤로 나와 있으므로 슬라이드가 하강하여도 걸림바가 걸리지 않으므로 급정지장치가 작동되지 않는다.

정전시에는 솔레노이드의 작동이 해제됨으로 걸림대의 조정바가 앞으로 나와 슬라이드가 하강시 슬라이드에 걸리게 된다.

걸림대와 연결되어 있는 와이어가 급정지장치의 로크를 해제하여 급정지장치가 작동된다.

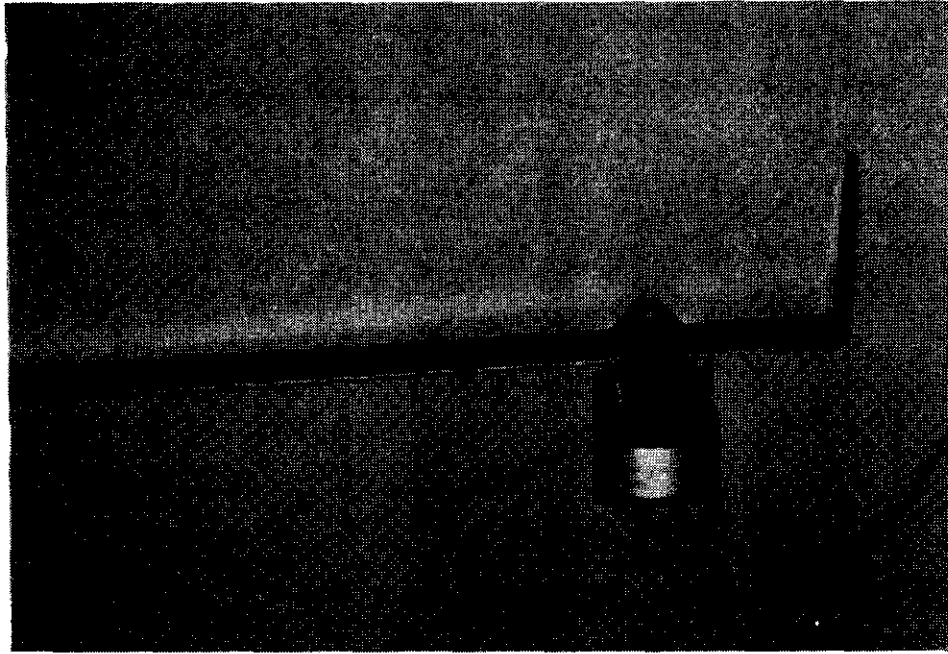


그림 9 정전시 급정지장치의 자동 작동장치

이 때 걸림대에 길이 방향으로 각도를 주어 행정의 어느 정도 위치에서 걸림대가 슬라이드의 걸림 상태에서 빠져 나올 수 있도록 하였다.

아래의 솔레노이드 열화 실험의 데이터는 정전시에도 급정지장치가 작동될 수 있도록 하기 위한 장치에 필요한 솔레노이드의 실험치이다.

이 실험의 목적은 현장에 이 장치가 계속 부착되어 있을 때 이 솔레노이드가 열화에 의한 어떤 손상도 없는 가를 알아 보는 실험이다.

이 데이터는 솔레노이드에 계속 통전시켜도 자체의 코일에 어떤 손상도 없음을 보여 준다.

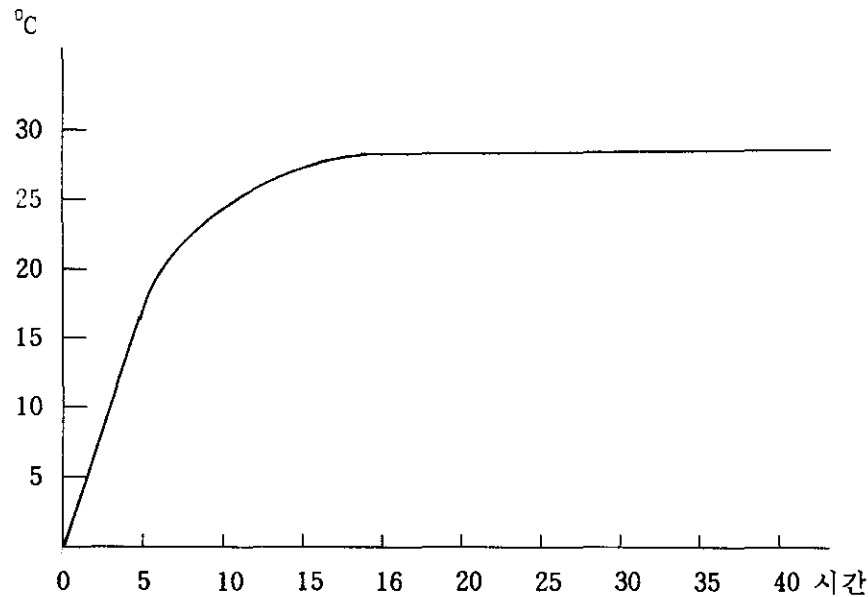


그림10 정전시 자동작동장치 솔레노이드의 통전 실험

〈실험조건〉 사용 솔레노이드의 정격 전압 : 380
 사용 솔레노이드의 힘 3Kgf
 통전전압 : 220V
 통전시간 : 40 시간

금정지장치를 현장의 프레스에 부착하여 실험하였는데 설치시에는 프레스의 상단에 용접하여 부착한다.

이러한 방식의 금정지장치는 최저 낙하점에서 걸리므로 인체가 최저 낙하점에서 상해를 입지 않도록 그 위치를 결정 하여야 한다.

최저 낙하점의 설정시에는 프레스 상금형의 아랫면이 하금형의 윗면사이에 어느 정도 간격을 유지하게 함으로써 작업자의 손이 그 사이에 있어도 안전하게 하여야 한다.

최저 낙하점은 급정지장치를 프레스에 부착할 때 부착 각도에 따라 달라진다.

이 때 브라켓을 사용하여 급정지장치를 부착하는데 급정지장치의 브라켓에 부착되는 각도에 따라 최저 낙하점이 결정된다.

그리고 급정지장치의 작동으로 프레스의 클러치가 로크됨으로써 프레스의 플라이휠 및 기어의 관성과 슬라이드의 하강이 급정지되어야 한다.

이 충격력은 급정지장치와 프레스의 부착 부분에 모우멘트를 준다.

급정지장치의 충격을 흡수할 부분은 램의 고정부인데 이것의 측면부에 힘을 받으므로 고정부의 측면 두께를 두껍게 하여야 하고 플레이트에 용접을 잘 하여야 한다.

따라서 이 부분의 브라켓은 충분한 강도로 유지될 수 있는 두께와 넓이로 설계되어야 한다.

그러므로 브라켓은 용접하기 쉽고 충격 모우멘트를 견딜 수 있도록 두껍고 넓게 하여 이것의 안전율을 16으로 놓아야 한다.

그 이유는 급정지장치의 브라켓은 연철이고 프레스 자체는 주철이므로 취약한 브라켓의 안전율을 적용하면 16이 되기 때문이다.

실제로 실험실 내에서의 실험 데이터는 현장에서보다 악조건으로 만들기 어렵다. 정확한 실태조사가 되었다면 실험 데이터를 프레스 사용업체의 급정지장치 설치 실태 현황에서 찾을 수 있다.

따라서 무거운 금형을 장착한 상태 등 다양한 조건에서의 계속적인 실험 데이터는 현재 설치되어 가동 중인 프레스 현장의 급정지장치 실태조사가 무엇보다도 중요한 실험 데이터가 될 수 있다.

공압 실린더식 급정지장치를 생산하는 A업체를 실태조사 한 결과 대형 프레스에 장착시 램의 용접이 불량하여 용접 부위가 떨어진 경우가 있었다.

업체에서 급정지장치를 설치시에 처음에는 충분한 강도로 이를 설치하고 계속적

인 실험을 통하여 부피와 무게를 작게 할 수 있도록 하면 더욱 안전하게 급정지장치를 설치하는 방법이 될 수 있다.

급정지장치의 강도 보강에 영향을 미치는 힘을 분석해 보면 플라이휠과 슬라이드, 상볼스터와 그 아래에 붙어 있는 상금형의 운동 에너지이다.

여기에서 플라이휠의 운동에너지는 무시할 수 있다.

그 이유는 급정지장치의 작동시에 플라이휠의 힘이 미치기 전에 슬라이드의 하강하는 힘이 미소하게 영향을 미쳐 이것에 의해 클러치가 빠져 이 힘이 전달되지 않기 때문이다.

따라서 슬라이드부의 전체 무게가 자유 낙하 및 플라이휠의 힘을 전달 받는 관성의 힘 즉 이 자체의 무게 M 와 속도 V 에 의한 관성이 일정한 시간에 멈추는 데 드는 충격량이 축을 통하여 급정지장치에 도달된다.

급정지장치는 이 힘을 받아 취약한 부분이 파괴되지 않도록 제작되어야 한다.

힘을 가장 많이 받고 약한 부분은 급정지장치에서 탭 고정부의 좌측면이 된다.

이 부분을 처음에는 안전율을 충분하게 하여 제작하고 피로 실험을 통하여 이것의 두께를 줄이는 방법을 사용하면 된다.

5. 연구결과 및 고찰

종래에는 솔레노이드의 열화로 이를 소형 단동프레스의 급정지장치에 적용하는데 어려움이 있었다.

따라서 에어 실린더를 사용하여 램을 구동하거나 공압에 의한 디스크 판의 구동으로 급정지장치를 작동시켰다.

확동 클러치 방식의 프레스로 인한 재해가 프레스 재해 중 80%를 차지하나, 이러한 장치는 신뢰도가 적거나 설치 가격이 높다는 등의 문제점이 많아 이에 대한 대책이 미흡했다.

이번에 개발한 솔레노이드를 급정지장치에 적용하는 구조는 신뢰성과 작동 속도가 향상 되었고 저렴한 단가로 현장 공급이 가능하게 되었다.

표 2 기존 급정지장치와 솔레노이드 로크식 급정지장치의 비교

	마찰식	공압 실린더식	솔레노이드 로크식
장 점	신뢰도 양호한 편. 감지시 즉시 정지 작동.	마찰식 브레이크에 비해 가격이 저렴.	신뢰도 양호. 설치 및 관리 용이. 생산 단가 저렴.
단 점	생산 단가가 고가. 제작이 어려움. 브레이크가 밀림.	최저 낙하점에서 걸림. 관리가 어렵다. 공압실린더에 기름주입 공압컴프레서를 주문. 공기 응축으로 오작동. 겨울철 수분 동결로 미작동.	최저 낙하점에서 걸림

그리고 이러한 구조는 설치 및 관리가 용이할 뿐만 아니라 관리의 용이성으로

인하여 사용성이 향상되었다.

표 2는 기존 급정지장치와 솔레노이드 로크식 급정지장치를 비교한 것이다.

이러한 급정지 시스템은 감지시스템(감응식 안전장치)과 결합, 신뢰성 및 작동 속도를 향상시킬 수 있었다.

또한 용량이 큰 프레스에도 사용할 수 있도록 솔레노이드를 연결하여 사용할 수 있는 구조로 보완 설계하였다.

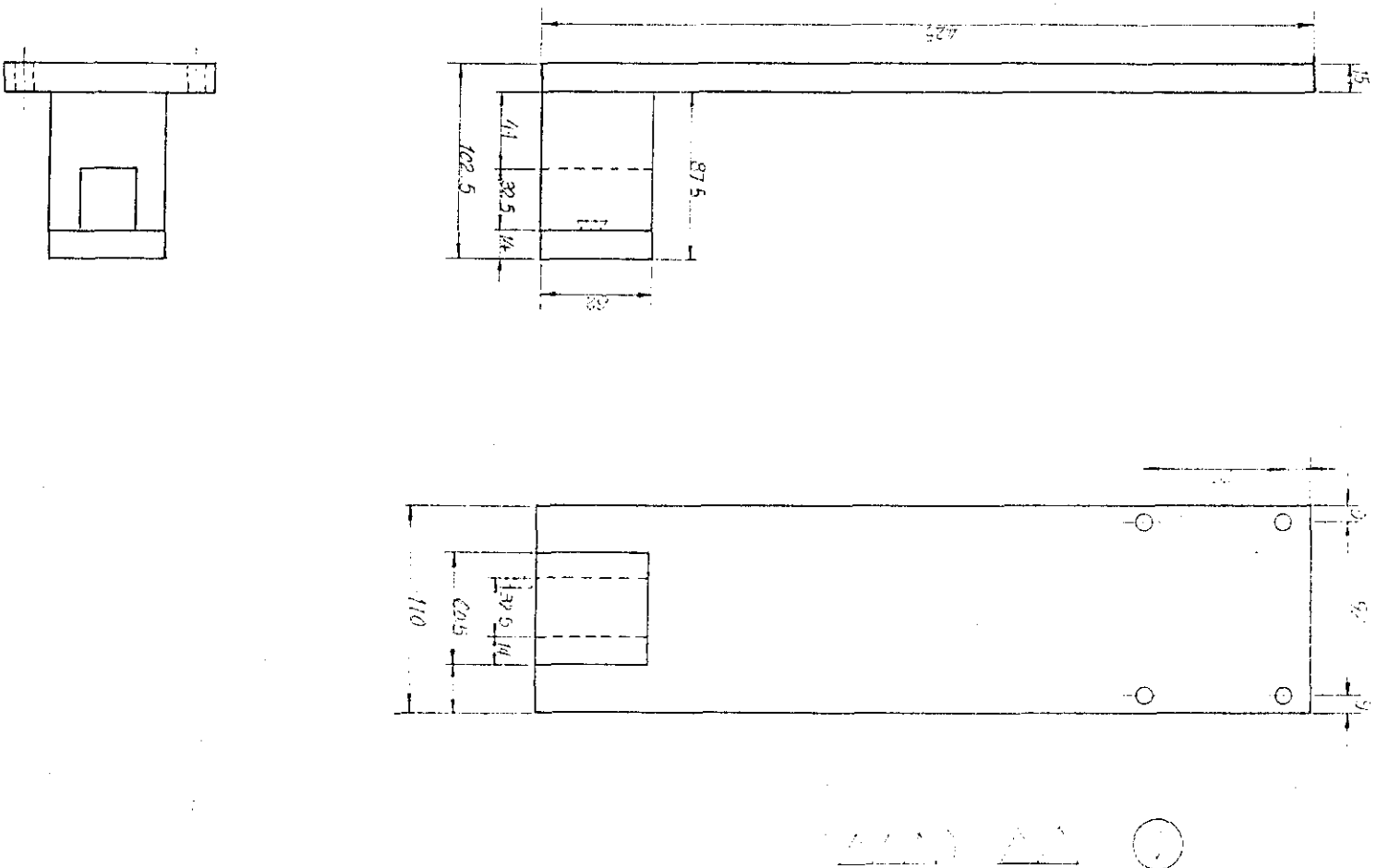
차후에 생산업체의 양산단계에서는 더욱 더 현장의 프레스에 설치가 용이하고 생산 단가가 저렴하게 보완되어 영세업체의 현장에 많이 설치됨으로써 활동 클러치 방식에 의한 재해를 줄이는 데 많은 도움이 되었으면 한다.

참고문헌

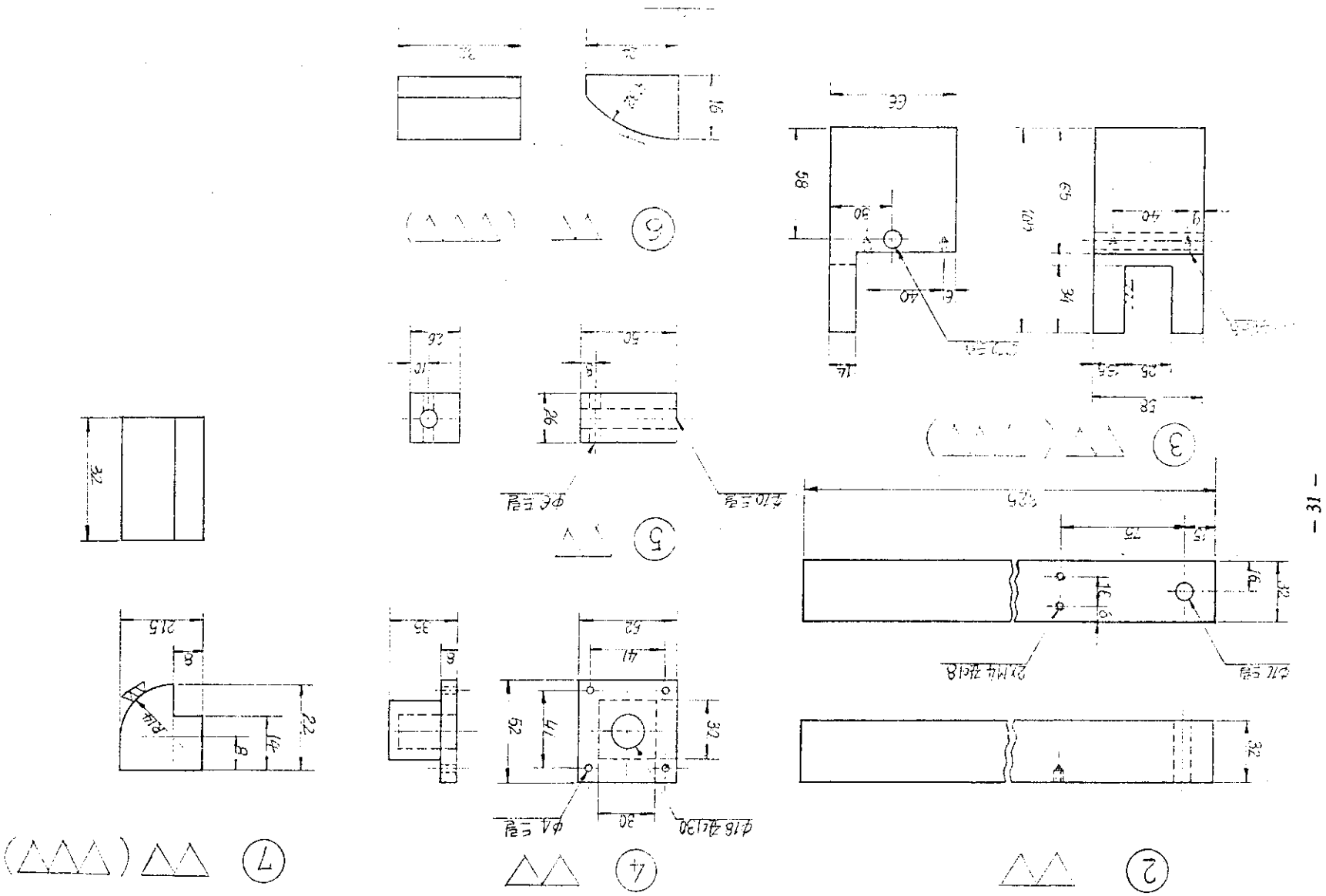
1. 노동부, 1992년도 산업재해분석, 1993
2. 한국산업안전공단, 산업안전부, “프레스 재해예방 대책”, 1991.7.
3. 최 정영, 프레스 1,2 (자체검사원전문과정), 한국산업안전공단, 1993.6.
4. 中田裕康, “프레스의理論と實際” 株式會社コロナ社, 1973

부록: 설계도면

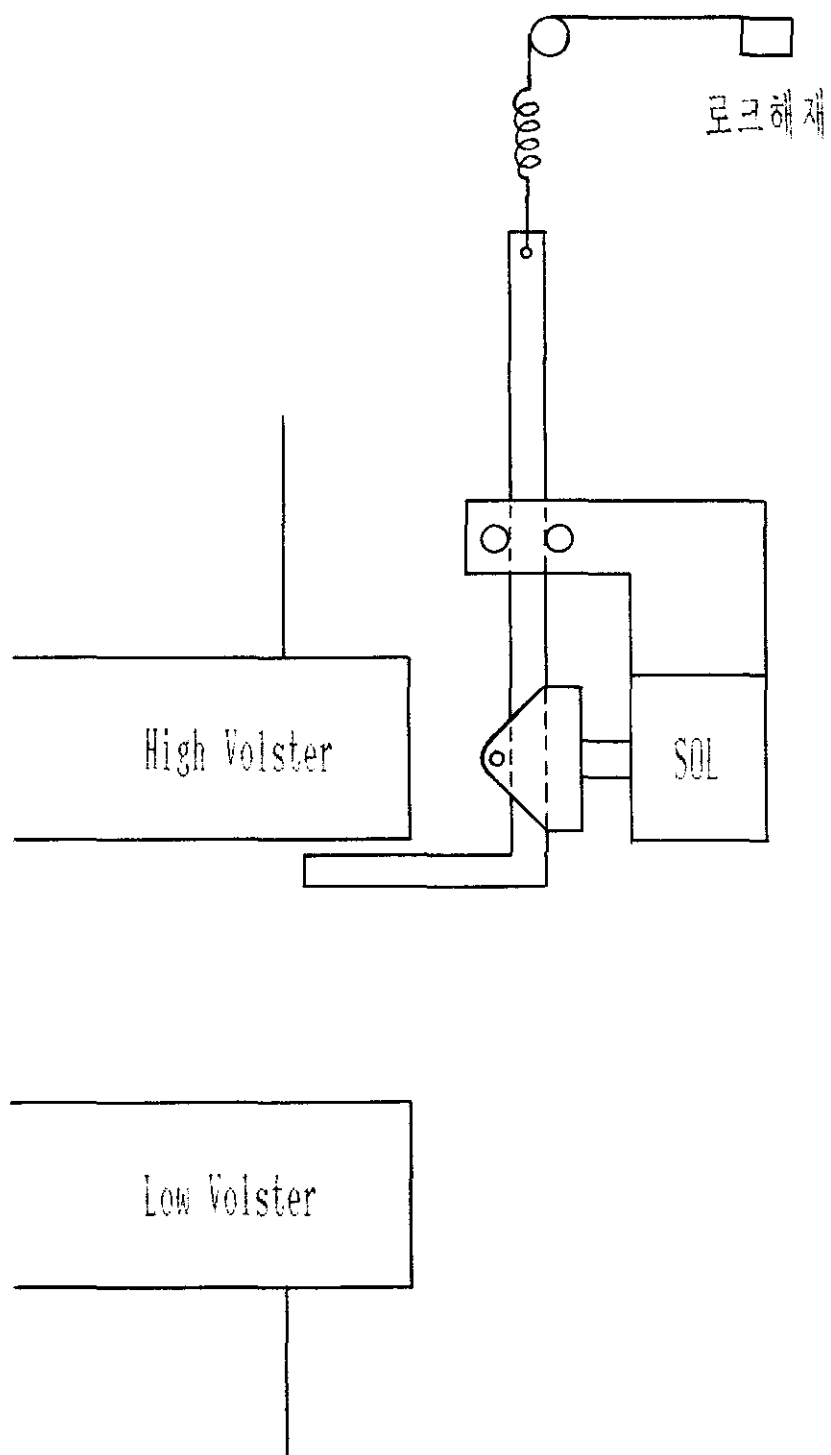
a. 프레임트 및 고정부 제작도



b. 금형지장치 각 부품 제작도



c. 급정지 자동작동장치 원리도



소형 단동프레스 금정치장치 개발(기전연 93-13-19)

발 행 일 : 1993. 12. 31

발 행 인 : 산업안전연구원장 서 상 학

연구책임자 : 이 충 렬

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전연구원

기계전기연구실

주 소 : 인천직할시 북구 구산동 34-4

TEL : (032)513-0230

(032)518-6484~6

<비매품>