

프레스 작업시 원주형 재료의 간이 자동공급 장치에 관한 연구

윤 상 건

한국산업안전공단 산업안전보건연구원

A Study on the Feed Apparatus of Low Cost Automation for Circumferential
Workpiece in Press Working

Abstract

Press is one of the most dangerous machine among the hazardous machinery. So, the apparatus of low cost automation is suggested to supply circumferential workpieces to press. And the apparatus is mocked up to apply practically.

1. 서 론

산업재해 발생원인 중 동력기계에 의한 재해가 전체 재해의 27%를 차지하고 있으며, 동력기계 중 산업안전보건법 상 위험기계는 프레스, 로울러기, 연삭기, 크레인 등으로 구분되나, 이 중에서 프레스 재해는 위험기계 전체 재해의 62%를 점유하고 있어(1), 프레스는 가장 위험한 기계로 지목되고 있다. 프레스 재해예방에 관한 최근의 국내 연구로는 주요산업 재해분석(1), 위험기계 안전성 점검 기준에 관한 연구(2), 프레스 재해예방 대책(3), 산업재해 예방 기술에 관한 연구(4), 프레스 안전장치(5), 금형의 안전(6) 등이 있으며, 여기서는 프레스 재해분석, 프레스 사용 실태와 개선대책, 프레스의 안전관리, 프레스 자동화 기술의 현황과 사례 소개, 프레스 안전장치 사용법, 금형의 설치, 조정, 해체시 안전작업 요령 등의 소개에 관한 연구가 한국산업안전공단, 노동과학연구소에 의해 수행되었다. 또한 외국의 연구로는 수직유압 프레스의 안전설계 작동 정비에 관한 연구(7), 목재가공업에 쓰이는 프레스 안전연구(8), nip 방호 등을 위한 기술적인 안전 사항 등에 관한 연구(9) 등이 있다.

또한 프레스 자동화에 관한 연구로는 간이자동화 기술 I(10) 부터 자동화와 생산관리 성공사례집(17) 까지 프레스 자동화 개선사례 소개, 공장자동화 수준평가, 자동화 설비의 활용실태, 자동화 기술인력 양성, 공장자동화 기술지도, 공장자동화 자금 지원, 일본의 공장자동화 현황, 공장자동화 촉진에 따른 문제점 및 개선방안, 치구와

고정구의 자동화, 기초자동기구, 자동화 제어기기, 프레스 라인의 자재 자동 공급 이송시스템 개발 등의 연구가 수행되었다.

프레스 재료 공급 이송장치는 Reel Stand를 비롯하여 수종의 장치가 개발되어 판매되고 있고, 단위 기계의 일부자동화 즉 간이자동화가 자동화의 기초 단계이며, 프레스 자동화는 재료의 제원, 가공방법, 프레스 종류 등에 따라 case by case로 해결해야 되는 경우가 많으므로 본고에서는 환봉 등에서 얻어지는 원주형 재료의 간이 자동 공급 장치를 그 연구 대상으로 하였다. 프레스 재해분석과 실태조사를 통하여 프레스 자동화, 프레스 재료 공급 이송장치에 대하여 기술하며 간이 자동 공급장치 모델 3가지를 설계하고 현장 적용을 위한 공급장치 모형을 제작하였다.

2. 본 론

2.1 재해분석

프레스 재해를 주요산업재해 분석보고서(1)를 참고로 표시하면 제조업의 위험기계 재해 기인물 분포 현황은 프레스 62%, 로울러기 9.2%, 등근톱 4.7%, 연삭기 4.4%, 크레인 3.4%, 기타 16.3%로 나타났다. 이것은 1989년도에 전국 사업장에서 발생한 2631건의 위험기계재해를 위험기계별로 그 재해분포를 나타낸 것인데 프레스 재해가 차지하는 비중이 62%로 나타나 위험기계 중에 가장 위험한 기계가 프레스임을 알 수 있다. 그러면 어떤 프레스 작업에서 재해가 많이 발생하는가를 살펴보면 재료의 송급배출중 37%, 급형의 부착수리조정중 19.3%, 송급재료의 위치 수정중 4.9%, 슬러그 칩 제거중 2.5%, 기타 12.5%, 분류 불능 23.8%로 프레스 작업중 재료를 작업점에 송급하고 작업점에서 배출하는 과정에서의 재해가 37%로 가장 높음을 알 수 있다. 그러면 재료 송급 배출 방식별 재해 분포를 살펴보면 재료 송급 배출 방식이 수동식인 경우가 68.6%, 반자동 2.5%, 완전자동 2.4%, 수공구 사용이 1.7%로 재료 송급 배출 방식을 수동식에서 자동식으로 유도함이 필요함을 알 수 있다.

2.2 실태조사

프레스 안전화 대책 수립을 위한 실태조사 기간 중 기초자료 조사를 1991년 2월 19일부터 동년 3월 16일까지 중소기업진흥공단 등 15개사를 대상으로 실시하여 간이자동화 기술 I(10) 등 10여 가지 자료를 수집하였다.

2.3 프레스 자동화 장단점

최근의 생산기술은 생산비의 염가화, 생산부품의 경량화 및 소량 다품종화를 추구하고 있다. 재료는 양산되는 자동차 및 가전부품의 생산에서도 1일의 재료량 만큼만 확보 하는 것을 기준으로 하고 있다. 더구나 가중되는 인력난과 인건비 상승 및 작업의 안전성 문제 때문에 Press 작업의 자동화가 더욱 절실히 요구되고 있다.

Press 가공은 다른 어느 가공보다 생산을 용이하게 하고 양산에 적합하다. 이러한 Press 가공을 자동화 함으로써 인건비의 절약, 생산성의 향상, 작업의 안전성 확보, 숙련된 작업자의 불필요, 공정의 합리화, 제품 품질의 향상, 생산 기술의 신뢰도 향상 등의 이익을 얻을 수 있다.

이러한 자동화의 효과를 살리면 생산성이 확실히 향상될 수 있다. 그러나 자동화를 추진할 때에는 설비비의 증가, 작업 준비 시간의 증가, 금형의 복잡화 및 고장도 증가, 자동화 장치 전문 취급자의 필요, 정비 및 수리 시간과 경비의 증가 등의 문제점을 고려하여야 한다.

따라서 Press 자동화에 의한 최대한의 효과를 최소의 경비로 거두는 방향으로 프레스 자동화는 추진되어야 할 것이다.

2.4 프레스 자동화에서의 기본 구성단위

Press 자동화를 위한 장치는 일반적으로 다음과 같이 분류한다. (3)

(1) 재료공급 및 이송장치

(가) Coil재 공급 $\left[\begin{array}{l} \text{경량재 - Reel Stand} \\ \text{중간하중재 - Coil Cradle} \\ \text{중하중재 - Uncoiler} \end{array} \right] + \text{Leveller} + \text{Roll Feeder}$

(나) 판재의 공급

일반적으로 Destacker를 사용한다. 이 장치는 분리장치와 Sheet Loader나 Strip Feeder 등의 공급장치가 부착되어 주로 쓰이고 있다.

(2) 운반 이동기구

운반 이동기구란 Press 등의 작업에 의한 반가공품을 다음 작업장치까지 운반이동 하는 장치를 의미하며 Chute 이송장치, Conveyor 이송장치, Shuttle 이송장치, Turnover 이송장치, Transfer Robot에 의한 이송장치, 산업용 Robot에 의한 이송장치와 같은 것들이 주로 쓰이고 있다.

(3) 검사 이상 검출은 금형의 보호, 작업자의 안전 및 가공제품의 품질 등을 유지

하는데 중요한 장치이다.

검사 이상 검출기구는 검출 Sensor부는 기계적 Limit Switch에 의한 검출방식과 Beam Sensor를 이용한 전자감응식 방법이 주로 사용된다.

(4) Press 자동화를 위한 부대장치

(가) 급형 교환장치와 부대기구

(나) 재료 교환장치와 부대기구

2.5 재료 공급 장치 간이자동화 모델 설계

재료 공급 장치는 사용재료의 치수, 형상 등에 따라 Coil材用, 大板用, Strip材用, Blank材用 및 2차 가공재용 등을 만들어서 사용하고 있다. Coil材의 공급에는 하중에 따라 Reel Stand, Coil Cradle, Uncoiler가 사용되고 있고 교정(Straightening)을 위해 Leveller가 사용된다. 또 大板 이나 Strip材의 공급에는 Sheet Loader, Strip Feeder, Stacker Feeder 등이 사용되고 있다.

이러한 재료 공급 장치는 시판되고 있어 사용업체에서 구입하여 재료 공급자동화를 원하는 프레스 공정에 사용할 수 있으므로 판매되지 않고 있는 재료 공급 장치에 대하여 연구한 것을 본절에서 기술한다.

자동화는 단위 기계의 일부 자동화 즉 간이자동화와 단위기계의 완전 자동화, 생산라인의 자동화, 공장 전체의 자동화 즉 Factory Automation의 순으로 발전되어 가므로 본고에서는 단위기계인 프레스의 일부 자동화 가운데서도 재료공급장치 간이 자동화에 관하여 언급한다.

프레스 자동화는 작업조건, 재료 제원, 프레스 종류 및 대수, 공정의 순위, 가공방법과 공정수 등에 따라 case by case로 해결해야 되는 경우가 많으므로 우선 환봉 등에서 얻어지는 원주 모양 (직경 11~60mm, 두께 2.9~50mm)의 재료를 공급하는 간이 자동화 장치의 모델을 설계하였다. 그림1의 홑퍼 공급장치의 십자바퀴 하단부의 슈우트는 재료의 직경변화 (11~60mm)에 따라 그 폭이 변화할 수 있게 설계 되었다. 또한 십자바퀴는 재료의 두께변화 (2.9~50mm)에 따라 그 길이가 변화한다. 그림1 모델 A의 메거진 직경은 재료의 최대직경 60mm에 맞추고 4개의 조절판으로 직경이 다른 재료의 공급이 가능하게 한다. 그림2의 모델 B는 토오쇼날 스프링이 멈춤판과 고정대 사이에 붙어 있어 프레스의 슬라이드와 멈춤판 사이에 연결된 끈이 당겨지고 늦추어짐에 따라, 재료를 일시 정지 시켰다가 다시 공급하는 운동을 반복한다. 그림3의 모델 C는 리미트 스위치 와 솔레노이드 및 트랜스포머로 구성되며 프레스의 슬라이드와 리미트 스위치 사이에 연결된 끈이 당겨지고 늦추어짐에 따라 솔레노이드가 재료를 일시 정지시켰다가 다시 공급하는 운동을 반복한다. 이상 3가지 모델의 투시

도가 그림1에서 그림3까지 나와 있으며 이에 따라 모형이 제작되었다. 모델 A는 그림 1 투시도 좌상 부분의 홑퍼(Hopper) 공급장치와 우하 부분의 분리장치로 구성되어 있고, 이 홑퍼 공급장치는 모델 A, B, C 3가지 모델에 공통으로 이용하며 십자바퀴 하단부의 슈우트(Shoot)는 재료의 직경변화에 따라 그 폭을 조정할 수 있게 되어 있다. 또 십자바퀴도 재료의 두께변화에 따라 그 길이를 조정할 수 있게 설계하였다.

투시도 우하 부분의 분리장치는 프레스의 운동에 맞추어 실린더를 1회 작동시켜서 슈우트 내에는 재료가 1개만 흐르도록 되어있으며 메거진 (Magazine)의 직경은 재료의 최대직경에 맞추고 4개의 조절판으로 직경이 다른 재료의 공급을 가능하게 하였으며 재료의 두께 변화에도 대처가 가능하게 조절판의 길이가 변할 수 있게 설계하였다.

이 모델 A는 공기압축기를 사용함에 따라 다른 모델 B, C 보다 고가의 유지비가 드는 반면 작업점 (Point of Operation)에 재료의 공급이 확실하게 되는 장점이 있다.

그림2의 모델 B는 토오쇼날 스프링 (Torsional Spring)이 3발 달린 멈춤판과 슈우트 중간의 고정대 사이에 붙어있어 프레스의 슬라이드와 멈춤판의 상부고리 사이에 연결된 끈이 당겨지고 늦추어짐에 따라, 재료를 일시 정지 시켰다가 다시 공급하는 운동을 반복한다.

재료의 직경 변화에 따라 슈우트의 폭이 조정되게 되어 있으므로 토오쇼날 스프링은 슈우트 중간의 고정대와 멈춤판 사이의 축 좌우에 잘 고정시켜야 한다.

재료 직경 변화에 따라 멈춤판의 3발도 간격이 조정되게 되어 있다. 이 모델 B는 모델 A보다 비교적 저렴하고, 고장이 적은 장점이 있는 반면 공작물 형상을 조정하려면 멈춤판의 설계가 복잡하게 되며 Slide와 연동되는 Timing을 정확히 맞추기 어려운 단점이 있다.

그림3 모델 C는 리미트 스위치(Limit Switch)와 솔레노이드(Solenoid) 및 트랜스포머(Transformer)로 구성된 모델로서 모델 B보다 Slide와 연동되는 Timing을 더 정확하게 맞출 수 있는 장점이 있는 반면에 Solenoid 과다 사용으로 인하여 Solenoid 수명이 짧아지는 단점이 있다.

2.6 현장적용

2.5의 모델을 현장에 적용하기 위해 연구 초기부터 협조를 구한 부천시 소재 S社를 수차례 방문하였고, 이 모델을 프레스 작업 공정에 적용하였을 경우, 현재 사용하고 있는 유사한 자동화 장치의 예에 비추어 아래와 같은 효과가 예측되었다.

- (1) 적용예정사업장: S社 (방산업체 부품 납품업체)
- (2) 적용예정 공정명: 1차 성형 제품의 2차 정형 자동화 공정

- (3) 적용예정 설비명: 기계식 프레스 (압력 능력 110톤)
- (4) 재료 사양: A1, 원주 모양 재료 (11 ~ 60φ, 2.9 ~ 50t)
- (5) 개략도

개선전	개선후 (적용 예정)
재료 수동 공급	2.5의 모델 이용 간이 자동 공급

- (6) 간이 자동화 내용 설명
 - (가) 1차 성형된 원주 모양 재료가 Hopper에서 Shoot를 타고 정렬하여 Magazine 까지 오면 실린더가 작업점까지 밀어 재료를 공급한다.
 - (나) 단조 작업이 되고 작업된 재료를 공기로 불어내면 다시 실린더가 재료를 하 금형속에 공급한다.
 - (다) 상기 (가) (나) 공정을 반복한다.
- (7) 예상효과

	개선전	개선후
생산성	작업량 1,000개/시간	3,000개/시간
인력	프레스 1대 / 1명	2대 / 1명
품질향상	불량률 0.5% 금형파손 0.25%	불량률 0.25% 금형파손 0.12%
재해건수	1건 / 년	0건 / 년
투자금액	0원	약 1,000만원 / 대

- (8) 적용 가능 공정: 1차 성형 재료 (원주 모양, 직경 11~60mm, 두께 2.9~50mm)의 2차 정형 재료 공급 공정.

3. 결 론

이상 프레스 재해를 분석하고 실태조사를 통하여 프레스 자동화, 프레스 재료 공급 이송장치에 대해 기술하고 간이 자동 공급장치 모델 3가지를 개발하였다.

본 연구를 통하여

1. 원주형 재료 (직경 11~60mm, 두께 2.9~50mm)의 간이 자동 공급 장치를 설계하고 현장 적용을 위하여 그 모형을 제작하였다.
2. 원주형 재료를 사용하는 프레스 작업에 이 간이자동 공급 장치를 적용할 수 있

는 가능성을 보였다.

3. 3가지 제안된 공급장치 모델은 각각 장단점이 있으므로 사업장 특성에 적합한 모델이 선정되어야 한다.

본 모델이 현장에 보급되어 프레스 재료 공급기구로 활용되면 프레스 재해예방에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

금후, 본 연구의 보다 효율성이 있는 내실을 기하기 위하여 다음과 같은 추가적인 작업이 수행되어야 할 것으로 사료된다.

1. 재료의 형상 등 다른 작업조건에 관한 보완작업
2. 기 개발된 모델의 현장 보급 및 미비점 보완 등.

참고 문헌

1. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 1990, 주요산업재해보고서
2. 한국산업안전공단, 1989, 위험기계 안전성 점검기준에 관한 연구
3. 한국산업안전공단, 1991, 프레스 재해 예방 대책
4. 한국산업안전공단, 1988, 산업재해 예방 기술에 관한 연구
5. 한국산업안전공단, 1989, 프레스 안전장치
6. 노동부, 1986, 금형의 안전
7. Machine Tool Trades Association, 1981, Safeguarding vertical hydraulic presses - Code of practice
8. National Board of Labour Protection, 1984, Safety of presses in the woodworking industry
9. Finnish Standards Association, 1987, Machines for the printing branch. Printing presses. Safety
10. 중소기업진흥공단, 1986, 간이자동화 기술 I
11. 중소기업진흥공단, 1987, 간이자동화 기술 II
12. 중소기업진흥공단, 1989, 자동화 사례, 중소기업현장기술 89-4호
13. 한국기계연구소, 1979, 치구와 고정구의 자동화 도집
14. 한국기계연구소, 1988, 기초 자동기구도집
15. 한국생산성본부, 1989, 생산 자동화 성공 사례집
16. 한국생산성본부, 1990, 국내 공장 자동화 현황조사 보고서
17. 생산성 배가 민간 추진위원회, 1990, 자동화와 생산관리 성공사례집

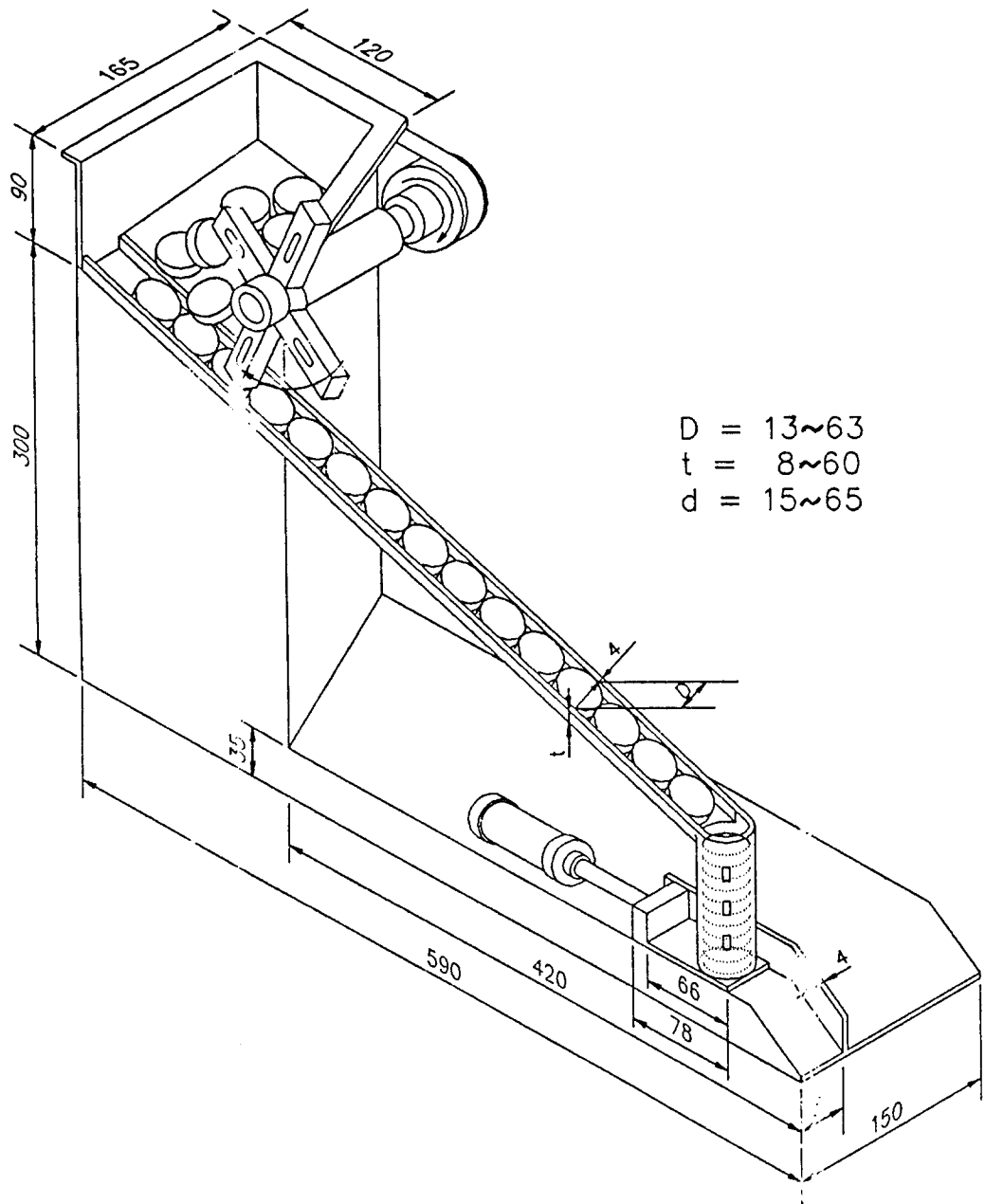


그림 1 모델 A의 투시도

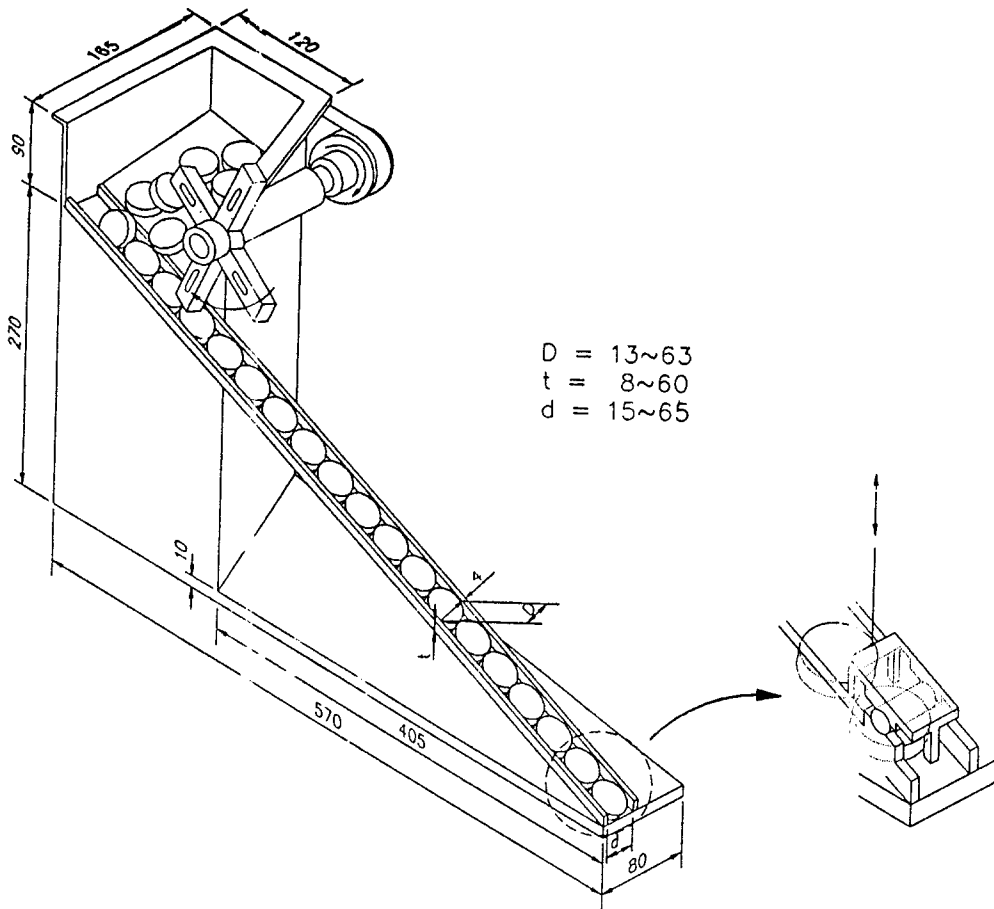


그림 2 모델 B의 투시도

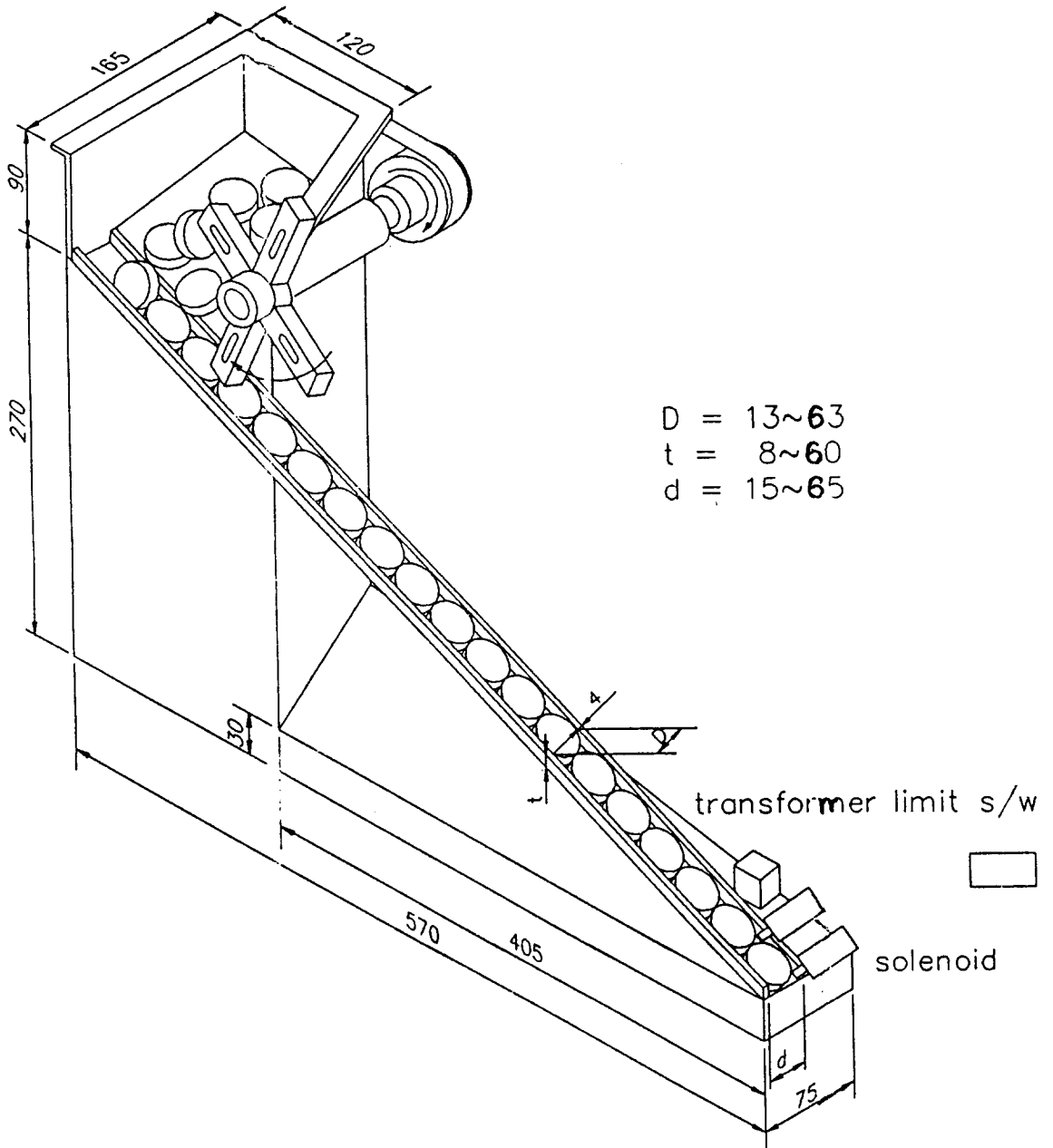


그림 3 모델 C의 투시도