

# 프레스 끼임 재해 사례분석을 통한 안전금형 모델 연구

이 춘 규\* · 남 승 돈\*\* · 김 영 춘\*

\*공주대학교 기계공학부 · \*\*유한대학교 금형설계과

## A Study on safety die model through samples of the disaster analysis which gets jammed in

Chun-Kyu Lee\* · Seung-Don Nam\*\* · Young-Choon Kim\*

\*Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

\*\*Department of Tool & Mold Engineering, yuhan University

### Abstract

The accident which is caused by the press work remains a Permanent obstacle in worker's hand or arms, the disaster ratio is high and the fatal case is many. Mainly Like this accident occurs because the hand to enter with inside of the press die, therefore, basic countermeasure is the safety press. In order to prevent access to mechanical moving part by the hand or any part of the body, it is important to making a safety die design Structurally. It presents the design of the safety press die with suitable structure in the Product's attribute which it had shown in samples, There is a possibility of being difficult because the attribute of safety die design that had present all the productions from research does not agree each other. but because the representative process which is used most at sample had designed, If you were imitates with safety die design base which is presented from this research, It comes to be thought to be the part which can are used at the various sides.

**Keywords** : Safety die model, obstacle countermeasure research safety die design

### 1. 서론

프레스로 인한 사고는 작업자의 손이나 팔 등에 영구장애를 남기는 등 강도율이 높은 치명적인 경우가 많다. 이러한 사고는 주로 손이 금형 속으로 들어가기 때문에 발생한다. 그러므로 프레스 안전화의 근본적인 대책으로 기계 동작부위나 금형에 손 또는 신체의 일부가 접근하지 못하도록 구조적으로 안전화 하는 것이 중요하다.

프레스 안전에 관한 연구로는 2008년도 산업재해 현황 통계 자료<sup>1)</sup>, 프레스 작업시의 안전을 추구하기 위한 재료의 공급 장치에서 자동화에 관한 연구<sup>2) 3) 4)</sup>,

금정지 장치와 관련된 구조 개선에 관한 유사 연구<sup>5)</sup>, 프레스 사용 실태 조사 및 재해예방 전략 연구<sup>6)</sup> 프레스 산업재해 예방과 안전관리 모델에 관한 연구<sup>7)</sup>가 있었으나 재해의 근원적인 요소인 작업안전에 관한 금형의 연구는 미흡하였다. 아울러 금형에서의 안전화를 고려한 설계에 대한 연구는 전무한 상태이며, 프레스에 의한 재해예방의 방안은 안전한 작업이 이루어질 수 있는 금형 설계가 최우선 된다.

본 연구에서는 프레스 단발 공정에서 발생할 수 있는 재해의 근본적 원인을 파악하고 이를 예방하기 위한 방법의 일환으로 금형을 설계단계에서 안전을 고려한 설계가 가능한 방안을 제시하고자 한다.

† Corresponding Author : Prof. Chun-Kyu Lee, Industrial Management, Yuhan College, 185-34 Goean-dong, Sosa-gu, Bucheon-si, Gyeonggi-do, Korea.

M · P : 010-3078-3355, E-mail: sdnam@yuhan.ac.kr

Received April 15, 2013; Revision Received June 11, 2013; Accepted June 11, 2013.

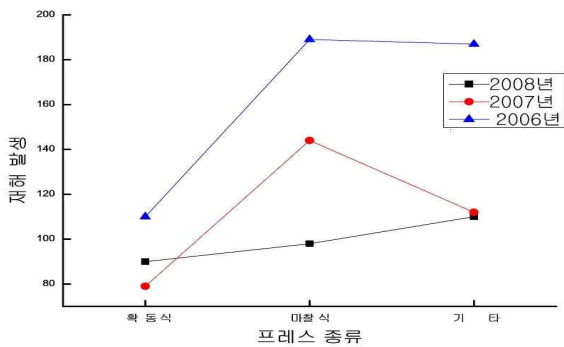
## 2. 선행연구

### 2.1 프레스 종류 및 작업 형태별 재해 현황

프레스 기계는 확동식, 마찰식, 기타로 분류하며, 2006~2008년의 3년간 전체 끼임 재해 발생 분포를 보면 총 4,508건의 프레스 관련재해가 발생하였으며, 이 중에서 프레스 종류를 분류하기 어려운 3,388 건을 제외한 1,119건 중 마찰식 프레스가 431(28.52%) 건으로 가장 많이 발생하였고, 확동식 프레스가 279(24.93%) 건의 재해를 발생하여 Fig.1과 같이 나타났으나 이는 프레스 기계의 보유대수 및 작업 빈도를 고려하지 않은 경우이다.

분류상 기타에는 공압식, 유압식, 에어 프레스 등이 포함되어 있다.

2006~2008년의 3년간 작업 형태별 프레스 끼임 재해 현황에서는 준비작업, 금형탈착, 가공작업, 보수작업, 기타, 분류 불가로 분류하여 조사한 결과 가공작업에서 재해가 발생된 경우가 3,728 건으로 전체 재해의 82.70%의 점유율을 보여 대부분의 재해가 프레스 가공 중 발생하는 것으로 나타났다. 또한 금형의 장착, 탈착에 435(9.65%) 건, 준비작업 110(2.44%) 건으로 발생한 것으로 Fig.2와 같이 조사되었다.



[Figure 1] press Kind pinch disaster

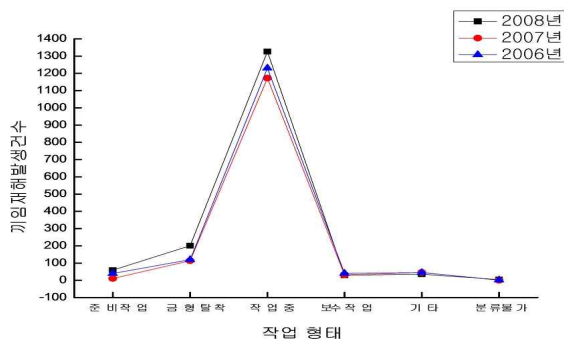
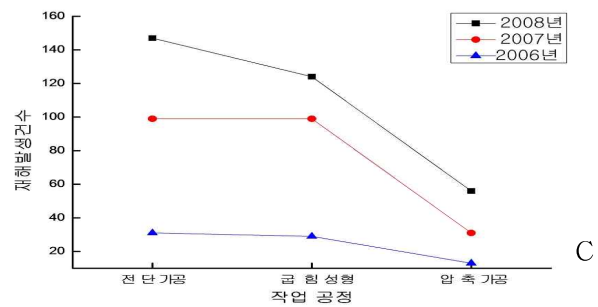


Fig. 2. Work by type pinch disaster

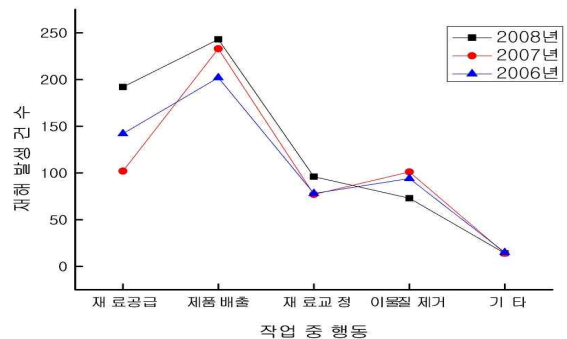
### 2.2 가공공정 및 행동별 재해 현황

프레스 작업 형태별 끼임 재해 발생 분석 결과를 토대로 2006~2008년의 3년간 발생한 재해를 가공작업 공정에 따라 분석하였다. 그 결과 가공작업 시 발생한 재해 건수 총 3,728 건 중 가공작업의 공정 파악이 어려운 3,099 건을 제외한 629 건을 대상으로 분석하였다. 분석 결과 전단 작업 중 발생한 재해가 327건(51.99%)으로 가장 높게 발생하였으며, 다음으로 굽힘 성형 229건(36.41%), 압축가공 73건(11.61%) 순으로 Fig.3과 같이 나타났다.



[Figure 3] Processing operations by process pinch disaster

또한, 가공작업에서 행동에 따라 분석한 결과 가공작업 시 발생한 총 3728건 중에서 행동별로 분류하기 어려운 2,052건을 제외한 1,676 건을 대상으로 분석하였다. 이 결과 제품 배출시 발생한 재해자 수가 678건(40.45%)으로 가장 많이 발생하였으며, 다음으로 재료 공급 시 436건(26.01%), 재료 교정 268건(15.99%)의 순으로 나타났다. 제품 배출 시에 재해의 발생이 가장 많이 발생한 것은 다음 작업을 준비하기 위해 작업자의 눈과 행동이 다음 제품에 집중되고 있으며, 수공구의 미사용 등으로 인하여 프레스 기계의 오작동이 발생하는 것으로 사료된다.



[Figure 4] Processing operating state pinch disaster action

## 2.3 선행연구 분석 결과

2006~2008년의 3년간 발생한 프레스 재해를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 프레스 종류별로는 마찰식이 가장 많았으나 효율적인 재해예방 차원으로는 국내 보유 대수가 확동식에 비해 마찰식이 많고, 실제 재해발생 사업장의 재해 분석 결과 마찰식보다 확동식이 많은 것으로 나타난바, 확동식 프레스에 의한 재해 발생 비율이 높으므로 우선적으로 확동식 프레스에 의한 재해예방 대책이 필요하다.

둘째, 작업 형태별로는 가공작업에서 가장 많은 재해가 발생하였으며, 가공작업 중 공정상으로는 피어싱 단발 공정과 같은 전단 공정이 재해가 가장 많았으므로 표준 작업 안전 수칙의 준수와 더 나아가 프레스의 위험성 평가 등이 뒤따라야 할 것이다.

셋째, 가공작업 중에서 동작별로 분류하여 조사한 결과 제품을 배출할 때 가장 많은 재해가 발생하였으며, 다음으로 재료를 금형 내에 넣을 때의 순으로 나타났다. 이는 작업시 안전금형이 재해 예방에 주요 요인으로 볼 수 있다.

위의 조사 내용을 근거로 하여 프레스 기계의 작업 중에서 확동식 프레스를 사용하고, 단발공정에서 피어싱 등의 전단 작업을 할 경우에 가장 많은 재해가 발생하였으며, 제품을 배출할 경우와 재료를 금형 내에 넣을 경우에 재해가 많이 발생한 것으로 조사되었으므로 단발 공정의 작업을 하더라도 금형내로 작업자의 손 또는 신체의 일부가 들어가지 않는 금형 설계 기술이 요구되었다.

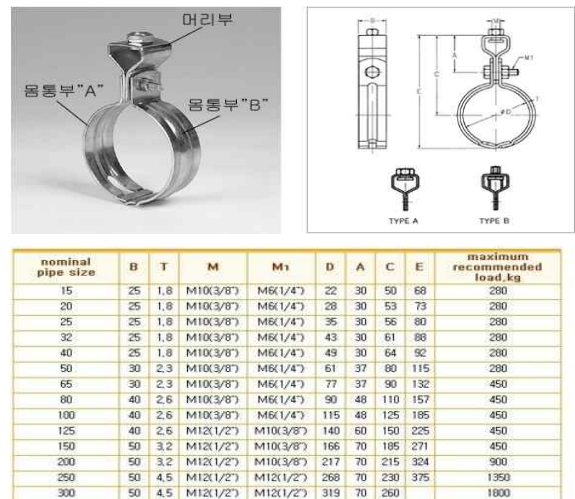
## 3. 안전을 고려한 금형모델 연구

### 3.1 표본 제품도 분석

안전을 고려한 금형설계를 제시하기 위하여 일반적인 제품을 선정하고, 각 공정별 안전을 고려한 설계를 제시하기 위해 다공정으로 제작되는 표본으로 사용한 제품은 프로그래시브(Progressive) 금형에 의하여 생산이 가능하나 여기서는 단발 공정에 의하여 가공되도록 설정하고 각각의 공정에 따른 안전을 고려한 금형설계를 제시한다.

Fig 5에 나타난 것과 같이 표본으로 선택한 파이프 행거는 볼트에 의해 고정되는 머리부와 파이프를 고정하는 몸통부로 구성되어 있으며, 몸통부는 요철의 형상에 의하여 조립 과정에서 결합되어지고, 이곳에 파이프

를 고정한다. 몸통부의 요철 형상 부품 "A","B"는 동일 치수, 동일 형상을 하고 있으므로 금형의 제작 시 밴딩 금형은 하나의 금형으로 하여 공용화하여도 가능하다. 파이프 행거는 건축 자재 부품이며, 벽면, 천정 등에 파이프를 거치할 경우에 사용하는 부품으로 파이프의 크기에 따라 각각의 행거가 필요하며, 머리부는 미리 매설되어있는 볼트에 의하여 고정되며, 파이프의 평행을 맞출 수 있도록 볼트를 조정할 수 있는 공간을 갖고 있다. 또한 본 제품은 비교적 쉬운 공차를 갖는 제품이며, 단발 공정에 의하여 설명하고 도면으로 제시하기에 적합하여 본 제품을 표본으로 선정하였다.



[Figure 5] Specifications of pipe hanger products

### 3.2 블랭킹, 수동 전단 공정의 안전금형 설계

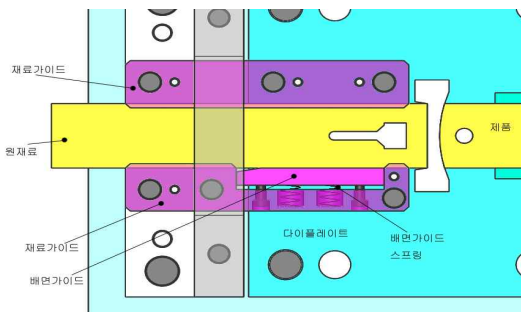
표본을 대상으로 프레스금형 중 가장 많이 사용되는 가공법으로 절단선이 폐곡선 즉, 소요의 윤곽으로 금형을 사용하여 재료를 절단하여 타발 된 것(blank)이 제품이 되고 나머지 부분은 스크랩이 되는 블랭킹 가공에 대한 안전금형 설계에서는 수동 전단에 의하여 생산하는 경우가 많고, 머리부와 몸통부(A, B)를 구성하는 부품의 1차 작업 공정에 사용되는 것으로 설계 방안은 Fig.6, Fig.7과 같다.

#### 3.2.1 원재료의 가이드 방법

수동 전단에 의하여 가공하는 경우에는 주로 발스 위치에 의해 프레스를 작동시키고, 양 손으로 원재료를 지지시키면서 연속 작업에 의하여 행하게 된다. 이 경우 원재료가 금형의 가이드 면에 정확하게 일치, 접촉되지 않아 작업자는 피로가 가중되고 금형의 가이드 면에 일치시키고자 금형 가까이 손을 가져가게 된다.

이로 인하여 검지 손가락이 위험에 노출되게 되며, 실제로 이로 인한 재해가 많이 발생한다.

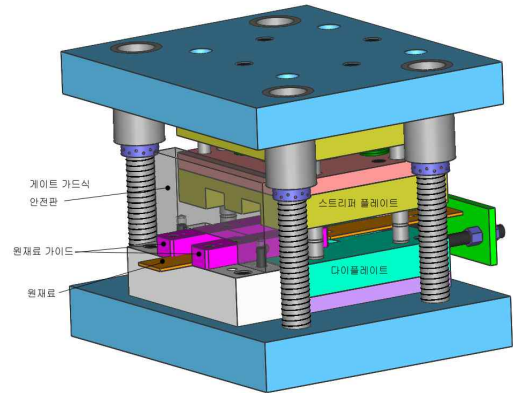
Fig.6의 원재료의 가이드에 나타낸 것과 같이 가이드의 한 쪽 면에 배면 가이드를 설치하여 반대쪽의 가이드 면에 재료를 일치시키고, 작업자는 단순히 재료를 프레스의 작동에 맞춰 밀어주는 역할을 하게 된다. 이로 인하여 작업자의 손은 금형으로부터 약간 멀리 위치하고 작업을 행할 수 있으며 안전한 상태로 작업을 하게 된다. 또한 가이드에 재료를 위치시키고자 하는 작업 부담을 덜게 되어 작업의 강도율이 저하되게 된다. 배면 가이드는 스프링에 의하여 작동되며, 스프링의 강도는 재료의 두께와 폭에 비례하여 적절하게 조정하여 사용하며 가이드는 STD11 또는 SKH9을 사용하여 열처리(HRC58~60)하여 사용한다.



[Figure 6] Materials Guide

### 3.2.2 금형에 설치한 게이트 가드식 안전판

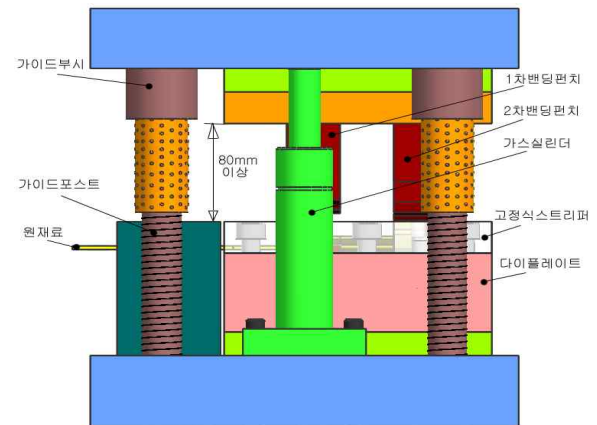
Fig. 7에 나타낸 것과 같이 원재료를 투입하는 입구에 투명한 아크릴을 사용하여 게이트 가드식 안전판을 설치한다. 안전판은 투명한 재료를 사용하였으므로 작업자는 금형의 내부 상황을 눈으로 확인하면서 작업이 가능하며, 오작동에 의한 금형의 파손 시에도 작업자를 보호할 수 있다. 또한 작업 중에는 작업자의 손이 금형의 내부로 유입되는 것을 방지할 수 있으므로 작업자는 심리적 안정 상태에서 프레스 가공을 행할 수 있게 된다. 금형에 설치한 게이트 가드식 안전장치는 기존의 게이트 가드식 안전장치와는 다르게 금형에 직접 설치하게 되므로 금형을 교환할 경우에도 설치, 제거를 할 필요가 없다. 제작비용도 적게 소요되면서 안전을 확실하게 확보할 수 있는 방법이다. 작업 간에는 금형에서 비산하는 기름, 먼지 등에 의하여 아크릴 면에 이물질의 부착으로 인하여 작업자의 시야를 흐리게 하는 경우가 발생할 수 있으며 이는 정기적인 점검 또는 수시 점검에 의하여 깨끗한 천으로 닦아내면 쉽게 해결이 가능하다. 이 작업을 행할 경우에는 프레스 기계의 가동을 정지하고 비상 스위치를 눌러 프레스 기계의 구동이 멈춘 것을 확인하고 시행하여야 한다.



[Figure 7] Gate guard type safety Edition

## 3.3 밴딩 공정의 안전금형 설계

### 3.3.1 금형의 구조 및 설치 방법



[Figure 8] structure of the Banding die

Fig.8에 나타낸 것과 같이 다이세트의 하형에 가스 실린더를 설치하여 상형과 볼트로 조립하여 고정하고, 금형을 프레스에 설치할 때는 하형 만을 클램핑하고 상형은 슬라이더만 상하 왕복 운동을 하면서 가공을 시행하도록 한다.

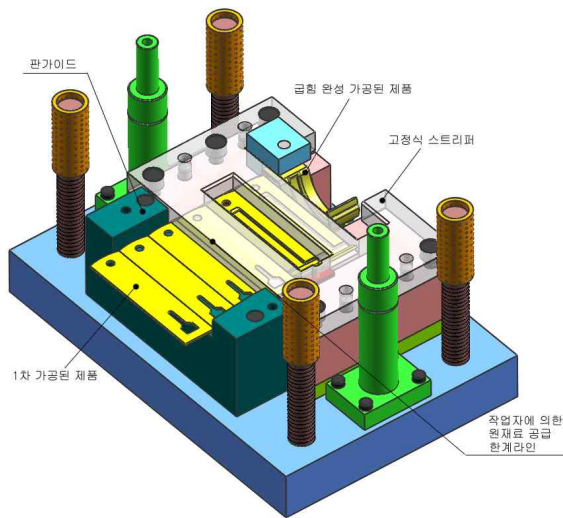
금형의 설계 과정에서는 펀치를 고정하는 펀치 플레이트와 하형 측의 고정식 스트리퍼와의 간격을 80mm 이상으로 설계하여 그 사이의 간격에 의하여 작업자의 손 등의 신체가 협착장해가 발생하지 않을 정도로 설계한다. 또한 FR 타입의 다이세트를 사용하여 밴딩 펀치가 고정식 스트리퍼와 다이의 관계 위치에 정확하게 안내되도록 한다.

### 3.3.2 원재료 투입 가이드와 제품의 배출

원재료(1차 가공품)의 공급은 단발 공정에 의하여 작업자가 직접 공급하도록 하여 가공하는 방법으로, 금형

의 전면부에 위치하는 판 가이드부에 제품을 공급하며, 작업자의 손은 고정식 스트리퍼의 전면부 위치 까지만 금형으로 들어가게 되며 직접적으로 굽힘이 진행되는 펀치부까지는 금형내로 들어가지 않기 때문에 작업자는 위험에 노출되지 않는다.

굽힘이 완료된 제품의 배출은 이전 단계의 제품에 의하여 밀려 뒤로 낙하되는 형태로 배출되며, 이 공정에 의하여 굽힘을 진행하면 작업자는 제품의 공급과 취출에서 금형의 내부로 손이 들어가지 않기 때문에 항상 안전한 상태에서 작업을 진행할 수 있다.



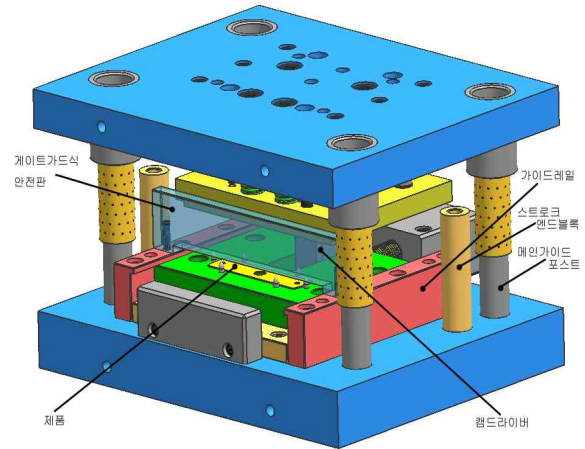
[Figure 9] Removal of the product and material input guide

### 3.4 피어싱 공정의 안전 금형 설계

#### 3.4.1 금형의 구조

금형의 상형에는 다이플레이트를 작동시키기 위한 슬라이드 캠 드라이버가 설치되어 있고, 다이플레이트는 가이드 레일에 의하여 금형의 뒷면으로 습동하는 구조로 이루어진다.

또한 금형의 전면부에는 작업자의 손이 안전하게 작업할 수 있도록 하기 위하여 게이트 가드식 안전장치를 설치하여 협착점으로 손이 들어가지 못하도록 차단하였으며, 투명 아크릴로 제작하여 작업자는 금형의 다이 표면 상황을 눈으로 보면서 작업할 수 있도록 한다. 금형의 상형과 하형의 위치 결정은 4개의 가이드 포스트(FR형)를 설치하여 위치를 맞출 수 있도록 하고, 최종의 위치 결정은 금형의 내부에 설치한 서브 가이드 핀에 의하여 결정되는 구조로 한다.

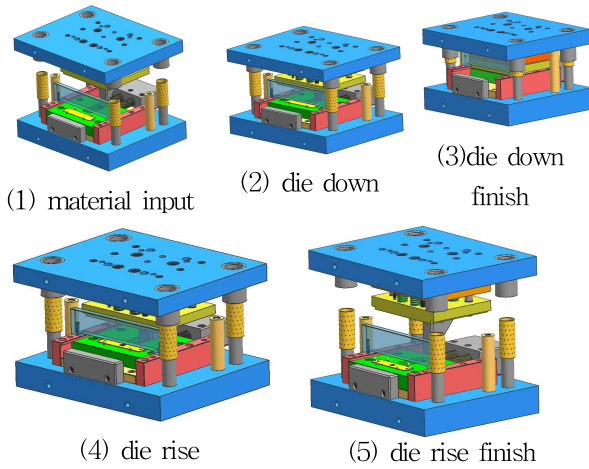


[Figure 10] Piercing die structure

#### 3.4.2 원재료 투입 및 배출

금형에 제품을 투입하기 전에는 피어싱 금형의 다이플레이트는 뒷면에서 밀고 있는 스프링에 의해 작업자의 전면으로 슬라이딩 되어 있다.

이때의 제품 투입 위치는 위험 요소로부터 밖으로 빠져나온 상태가 됨으로 안전하게 제품을 투입할 수 있다. 원재료의 투입이 완료되고 프레스를 구동시키면 금형의 상형은 프레스램과 함께 하강하게 되고, 다이플레이트는 상형에 설치되어 있는 드라이버에 의하여 작동된다. 프레스 기계가 더 하강하면 캠 드라이버에 의하여 다이플레이트는 습동하고, 서브 가이드 핀에 의하여 위치가 결정되며, 피어싱 펀치의 클리어런스가 일치하게 된다. 다이의 상황을 눈으로 확인하면서 작업할 수 있도록 투명 아크릴로 게이트 가드식 안전장치를 설치하였으므로 작업자의 심리적 불안감을 해소시킬 수 있다. 피어싱 가공이 완료 되고 프레스 램의 상승 작용에 의하여 금형의 상형이 열리게 되면 스트리퍼플레이트에 의하여 제품은 펀치로부터 빼내어지고, 다이의 뒷면에서 밀고 있는 스프링에 의하여 다이플레이트는 다시 앞으로 습동을 시작하게 된다. 프레스는 완전히 상승하여 상사점에 위치하고, 다이플레이트는 전면으로 습동하여 위험점에서 완전히 빠져나오게 되고, 이때에 작업자는 제품을 빼내고 다음 작업을 위한 제품을 다시 금형 다이플레이트의 안내핀 내부에 위치시킨다. 이상의 공정을 행함에 있어 모든 공정은 작업자의 손 또는 신체의 일부가 끼임점의 외부에서 이뤄지게 됨으로 안전한 프레스 작업을 할 수 있게 된다.



[Figure 11] Material input and discharge process

## 4. 안전금형 모델 분석 결과

### 4.1 블랭킹, 수동 전단 공정의 안전 분석

수동 전단에 의하여 가공하는 경우에는 주로 발 스 위치에 의해 프레스를 작동시키고, 양 손으로 재료를 지지시키면서 행하게 되므로 작업자 신체의 일부, 즉 손이 항상 위험점에 노출되게 된다. 그러나 본 연구에서 제시한 금형은 재료 가이드에 배면판을 부착하여 재료의 직선 이동이 가능하며, 금형의 전면부에 가드식 안전판을 설치하여 근본적으로 신체의 일부가 금형의 위험점에 접근되지 못하도록 차단되어 안전한 가공이 가능하다.

### 4.2 밴딩공정의 안전 분석

금형의 상형과 하형을 가스실린더에 의해 고정시키고, 하형만 프레스에 고정시키는 형태로 구성되었으며, 1차 전단에 의해 생산된 제품을 수동으로 금형에 공급하더라도 작업자의 손은 항상 위험점으로부터 외부에 위치되도록 하며, 금형의 상형이 하사점에 위치하더라도 상형과 하형의 간격을 80mm 이상 유지되므로 협착이 발생하지 않게 되어 안전한 가공이 가능하다.

### 4.3 피어싱공정의 안전 분석

금형의 상형에는 캠 드라이버를 설치하고, 이것에 의해 금형의 하형이 슬라이딩되면서 피어싱 가공을 하게 되며, 작업자의 손은 항상 위험점 외부에서 가공을 하게 되므로 안전이 보장되며, 금형의 파손과 같은 만일

의 경우를 대비하여 전면에 게이트 가드식 안전판을 설치하여 비산에 의한 재해를 방지할 수 있는 구조로 설계하여 안전한 가공이 가능하다.

## 5. 결론

2006~2008년의 3년간 재해 발생 현황을 분석한 결과 끼임에 의한 재해는 프레스에 의한 경우가 가장 많았으며, 그 중에서도 가해물로는 금형에 의한 경우가 가장 발생율이 높은 것으로 조사되었다.

첫째, 프레스의 종류 및 작업의 형태별로는 가공작업(80.1%), 금형의 탈부착(12.1%)의 순으로 나타났으며, 프레스의 종류별로는 마찰식 프레스가 28.52%로 가장 많았으며, 확동식 프레스가 24.93%로 발생하였으나 이는 프레스 기계의 보유대수 및 작업 빈도를 고려하지 않은 경우이며, 이를 적용할 경우에는 확동식 프레스에 의한 재해가 더 많은 것으로 나타났다.

둘째, 가공작업 중의 공정별로는 전단 작업(피어싱, 블랭킹 등), 굽힘작업, 압착작업 순으로 나타났으며, 가공작업 중의 동작별로는 제품의 꺼냄(42.3%), 재료의 투입(35.2%), 스크랩 제거(11.1%), 기타(11.4%)로 나타나 가공작업 중에 발생하는 재해의 77.5%가 금형내로 재료를 공급하고, 제품을 꺼내는 과정에서 발생함으로 이 공정의 자동화와 안전 금형의 제작 등이 재해 예방에 필요한 사항으로 나타났다.

셋째, 프레스 단발 공정에서 재해를 줄이기 위해서는 금형내로 손 또는 신체의 일부가 들어가지 않도록 하는 구조의 금형 설계 기술이 매우 절실하며, 본 연구에서는 재해가 가장 많이 발생하는 각 공정을 선정하여 안전 금형의 설계 예를 제시하였다.

본 연구에서는 표본으로 제시한 제품의 특성에 적합한 구조로 안전 금형의 설계를 제시하였으며, 모든 제품이 연구에서 제시한 형태로 안전 금형을 설계하기는 제품 특성에 따른 금형이 동일하지가 않아 곤란할 수 있으나 범용적으로 사용되어 가장 많이 사용되는 대표적인 공정에 대한 설계를 하였으므로 본 연구에서 제시된 안전금형 설계를 토대로 모방한다면 다방면으로 사용성이 있을 것으로 사료된다.

## 6. 참고 문헌

- [1] Industrial Accidents Statistics, 2008
- [2] Lee, Choong - Ryeol, "A study on automated delivery device material of the press work", Occupational safety and health Research Institute, 1991
- [3] Lee, Choong - Ryeol, "Study of simple automation of transport equipment press operation material handling, and supply", Occupational safety and health Research Institute, 1992
- [4] Yun-sang geon, "Study of automated transport device press operation material handling, and supply", Occupational safety and health Research Institute, 1992
- [5] Three of the shin-uncheol, "Improvement development and Research Press dangerous machinery, equipment and structure", 2009
- [6] Eleven of the lee-geunoh, "Disaster prevention strategies and research use survey of the press", 2009
- [7] Jeong-jaesu, "Studies on the safety management model and prevention of occupational accidents Press", Inha University Graduate School, 2002
- [8] BMA(독.일.연.방.노동.사.회.성.), Arbeitssicherheitsgesetz, 1997.
- [9] OSHA, Industrial Safety and Health Act, Dec, 29, 1970.
- [10] OSHA, OSHA Facts, 2002
- [10] Hammer, W. Occupational Safety Management and Engineering. Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1976.

## 저 자 소 개

### 이 춘 규



서울과학기술대학교 기계공학석사.  
공주대학교 기계공학 박사 재학 중.  
현재 유한대학교 금형설계과 산  
학협력교수.  
관심분야 : 프레스금형 및 사출금형

주소: 경기도 부천시 소사구 괴안동 185-34 유한대학교  
금형설계과

### 남 승 돈



명지대학교 산업공학과 공학사.  
명지대학교 대학원 산업공학과  
공학석사, 박사. 현재 유한대학교  
금형설계과 산학협력교수.  
관심분야: 생산관리, ERP, ISP,  
작업설계

주소: 경기도 부천시 소사구 괴안동 185-34 유한대학교  
금형설계과

### 김 영 춘



명지대학교 전기공학과 공학석사  
명지대학교 대학원 전기공학과  
공학박사. 현재 공주대학교 공과  
대학 기계자동차공학부 교수.  
관심분야: 전기자동차 전력변환,  
전장제어, 태양광에너지, 공정설계

주소: 충남 천안시 부대동 275 공주대학교 기계자동차  
공학부