

# 금형 높이가 다양한 프레스 공정의 금형 교체시간 단축 사례

정병호<sup>†</sup> · 라순영 · 박보은 · 장연상

전북대학교 산업시스템공학과

## A Case Study for Reducing Exchange Time of Die in Punch Press Process with Various Die Height

Byung-Ho Jeong<sup>†</sup> · Soon-Young La · Bo-Eun Park · Yan-Shuang Zhang

Dept. of Industrial System Engineering, Jeonbuk National University

The reduction of setup time is very important in a lot production system. A punch press is a typical system of lot production. This paper describes a case study to reduce setup time of a punch press manufacturing system. Especially, this case study reduced the time of die exchange in the case that the standardization of die height is impossible realistically because of diversity on die height and heavy expenses. This study adopts a supplementary die and supplementary blocks to make the use of auto-clamping device possible. The paper also gives a sequencing algorithm to reduce the number of exchange of the supplementary die.

**Keywords :** Die Exchange, Setup Reduction, Supplementary Die

### 1. 서 론

다품종소량 생산시스템인 자동차부품 회사에서 준비작업은 생산성에 지대한 영향을 미친다. 준비작업(Setup) 시간의 단축을 통해 로트의 크기가 줄어들고, 재고수준의 감축, 리드타임의 단축으로 이어져 수요에 기반한 생산이 용이해진다[7]. 따라서 전체적인 생산리드타임을 단축하기 위해 품종교체에 따른 생산준비시간을 단축하는 것이 절대적으로 중요하다. 60여종의 모델을 생산하는 다품종 생산 체제를 구축하고 있는 도요타자동차의 동력은 고품질과 아울러 다품종 생산이 초래할 수 있는 비효율성을 준비작업의 특성에 따라 10분 이내에 준비작업을 마칠 수 있는 싱글 셋업(Single setup) 또는 1분 이내에 마칠 수 있는 원터치 셋업(one touch setup)으로 생산 시스템의 유연성을 확보함으로써 수요에

부합하는 생산이 가능한 효율적 시스템을 구축에 있다 [11]. 고정된 생산준비비용과 재고비용의 절충을 통해 적정 로트 크기를 결정하는 EPQ 방식으로부터 생산준비시간의 단축을 우선시하고 이를 통해 자연스럽게 로트 크기가 작아짐으로써 리드타임이 단축되고 효율성이 증대될 수 있었다. 이러한 도요타의 사례에서 보듯이 다품종소량 생산 체제에서는 작업 전환시 발생하는 준비작업 시간을 줄이는 것이 생산성 향상의 필수적인 요소이다. 상용자동차 부품을 생산하는 협력업체들의 경우 프레스 금형의 경우 보통 30분 정도의 교체시간이 소요되고 있어 효율성 저하의 주요원인이 되고 있다[1].

준비작업시간의 단축의 이론적 중요성을 강조하고 있으나[1, 3, 7] 적용사례에 대한 보고는 저조한 상태이다. 강경석[1]은 싱글교환의 개념과 절차에 대해 설명하고 원터치 공구교환을 위해서는 개선을 위한 지속적인

논문접수일 : 2011년 05월 09일    논문수정일 : 2011년 06월 16일    게재확정일 : 2011년 06월 20일

<sup>†</sup> 교신저자 jeong@chonbuk.ac.kr

※ 본 연구는 중소기업청의 2009년, 2010년 산학공동기술개발 사업의 지원에 의해 이루어졌음.

연구와 훈련이 필요하다고 지적했다. 강무진[2]은 Flow Shop Scheduling에서 준비시간은 공정시간에 비해 그 비율이 높을 수록 일정계획의 결과에도 상당한 영향을 미치며, 준비시간/공정시간 비가 5%에 이르면 준비시간을 무시해서는 안 된다고 강조하였다.

프레스 공정이 주를 이루고 있는 본 연구의 대상 회사의 경우 금형의 교체 작업에 소요되는 시간은 생산성에 절대적인 영향을 미친다. 현재 2,000여종의 금형을 이용하여 각종 상용자동차 부품을 생산하고 있는 이 회사는 다품종소량 생산으로 금형 교체가 빈번하게 발생되고 있으며, 금형의 1회 교체에 대략 20~30분 정도 소요되고 있다. 본 논문은 상용자동차 부품회사의 보조다이와 보조블럭을 이용하여 금형교체 시간을 단축한 사례를 보여주고 있다.

제 2장에서는 대상 회사의 간단한 현황과 본 연구의 절차를 정리하였다. 제 3장에서는 현재의 교체작업 실태, 교체시간 단축과정에서의 문제점, 이에 대한 대처 방안을 포함하여 전반적인 교체작업 시간 단축 과정에 대하여 설명한다. 마지막으로 제 4장은 보조다이 활용의 효율성을 높이기 위한 일정계획을 포함한 정보시스템을 요약하고 있다.

## 2. 회사개요 및 연구절차

### 2.1 회사개요

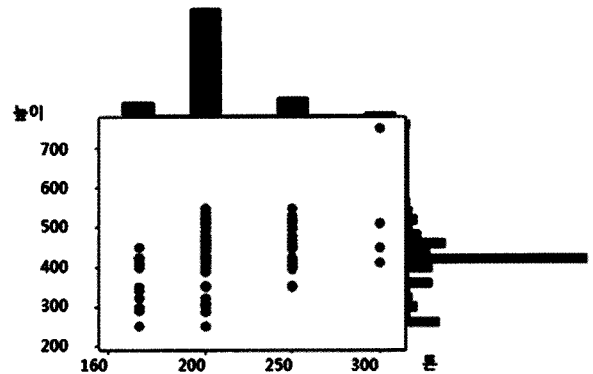
연구 대상회사는 H상용차에 자동차 부품을 납품하는 2차 협력회사로 연간 부품의 총 생산량은 대략 100만 개 정도 된다. 자동차 부품을 생산하는 프레스 공정이 주를 이루고 있으며 300톤, 250톤, 200톤, 150톤 등의 프레스 기계를 총 10대 보유하고 있고, 주로 200톤과 250톤 기계에서의 생산량이 많다.

본 회사에서 쓰이는 금형의 종류는 2,000가지 이상이며 상금형과 하금형의 높이를 합한 금형의 높이가 250~550mm로 매우 다양하게 분포되어 있다. 이처럼 표준화 되어있지 않은 금형의 높이는 현재 금형 교체시간을 증가시키는 중요한 요인이 됨은 물론이고 교체시간을 단축하는데 있어서도 절대적인 장애요인이 된다.

〈표 1〉 프레스 톤수 별 기계대수와 주요 금형대수

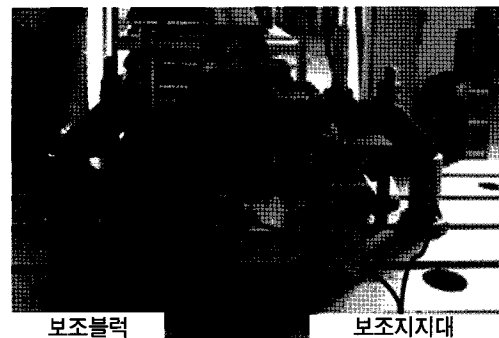
프레스 톤수	기계대수	금형대수
150, 160T	3	42
200T	3	355
250T	3	61
300T	1	8

현재 본 회사에서 쓰이는 금형 2,000종 중 사용빈도가 높은 금형 약 500종을 대상으로 정리하였다. <그림 1>에서 오른쪽 막대는 금형의 높이 별 분포를 나타내고 있으며 높이는 250~550mm로 넓게 분포되어 있다. 상단의 막대와 가운데의 붉은 점들을 통해 주로 200톤과 250톤의 프레스 기계에서의 사용빈도가 높은 것을 볼 수 있으며, 각 톤수 별 프레스 기계에서의 생산량은 사용빈도수에 비례한다.



〈그림 1〉 높이 대 톤수 별 주변 분포도

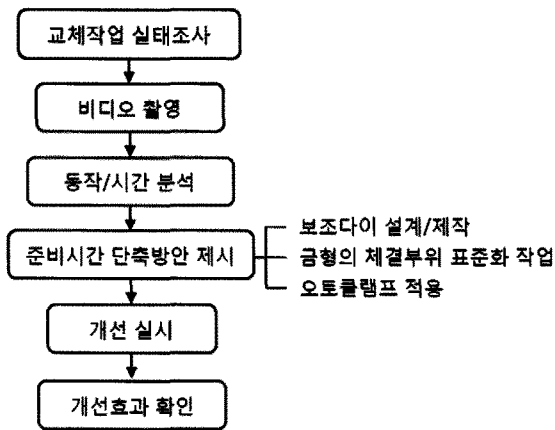
이와 같이 넓게 분포된 금형들의 높이 차이는 금형 교체시간을 증가시키는 중요한 요인이다. 프레스의 슬라이드 조정 범위에 들어가지 않을 정도로 낮은 금형의 경우 금형의 높이를 높이기 위해 <그림 2>와 같은 별도의 보조 지지대와 보조블럭을 이용하고 있는 실정이다. 금형의 높이를 조정하는데 많은 시간을 소비하고 있기 때문이다. 금형마다 사용되는 보조 지지대와 보조블럭이 각각 다르며 보조블럭의 종류 및 사이즈 또한 다양하지만 보조지지대와 보조블럭을 10대의 프레스에서 공용으로 사용하기 때문에 금형 교체시 해당되는 보조 지지대와 보조블럭을 일일이 찾아야 하며 이로 인해 낭비되는 시간 또한 많은 실정이다.



〈그림 2〉 보조블럭과 보조지지대

## 2.2 연구절차

금형의 교체시간을 단축하기 위해서 본 논문은 <그림 3>과 같은 순서로 진행되었다. 먼저 대상 회사의 준비작업에 대한 실태를 조사하고, 교체작업 과정을 5회에 걸쳐 비디오로 촬영하고 미세동작분석 및 시간연구 소프트웨어인 OTRS[12]를 이용하여 교체항목별 시간분석을 실시하였다. 이를 토대로 세 가지 준비시간 단축 방안을 찾아내어 실시하였다.



<그림 3> 교체작업시간 단축사례 연구순서

## 3. 금형 교체시간의 단축

### 3.1 교체작업 실태조사

대상 회사의 금형 교체작업의 공정도는 <표 2>에 나타나 있는 것과 같다. 금형의 교체작업은 먼저 이전 공정에서 완성된 작업물을 운반하고 금형의 볼트를 해체하는 작업으로부터 시작한다. 볼트를 체결하는데 사

<표 2> 금형 교체작업 공정도

설명	기호	시간(분)
1. 완성된 작업물 운반	○→□D▽	0.5
2. 볼트 해체	●→□D▽	2.5
3. 보조지지대/보조블럭 정리	●→□D▽	0.7
4. 공구/기계 정리	●→□D▽	0.5
5. 금형 운반	○→□D▽	8.0
6. 보조지지대/보조블럭 준비	○→□D▽	0.6
7. 금형의 위치조정	●→□D▽	0.2
8. 슬라이드 높이조정	●→□D▽	0.3
9. 공구/기계 세팅	●→□D▽	1.2
10. 볼트 조립작업	●→□D▽	3.0
11. 작업물 운반	○→■D▽	0.5
12. 테스트	○→□D▽	0.3
총 작업시간		18.3

용했던 보조지지대/보조블럭과 공구 및 기계를 정리하고, 해체한 금형을 제자리에 가져다 놓은 후 다음 공정에 필요한 금형을 기계로 운반한다. 다음으로 금형의 위치와 프레스 기계의 슬라이드 높이를 조정한다. 금형의 크기가 다양하기 때문에 볼트 체결작업을 위해 금형마다 요구되는 별도의 보조지지대와 보조블럭을 준비하고 공구 및 기계를 세팅 후 볼트 체결작업을 진행한다. 공정에 해당하는 작업물을 운반하여 기계 테스트 작업을 마치면 금형의 체결을 위한 준비작업이 완료된다.

OTRS를 이용하여 교체작업의 항목별 시간을 분석하였다. 각각 다른 5개의 프레스작업을 대상으로 여러 작업자들의 교체작업 과정을 촬영하고 시간분석한 결과를 이용하여 평균 시간을 정리한 결과를 <표 2>에서 보여주고 있다. 금형의 종류, 작업자들의 숙련도에 따라 교체작업 시간에 차이가 있어 교체작업 시간이 다르게 나타나고 있지만 평균 교체시간은 약 18분 정도로 나타났다. 본 연구가 시작되기 전 관리 담당자에 의해 확인한 실제 대상 회사에서 보고했던 교체시간은 20~30분 정도였다. 교체작업의 촬영시 이를 의식하여 작업자들의 작업속도가 평소보다 빨라지거나, 촬영을 위해 금형과 작업물, 보조지지대 및 보조블럭 등을 미리 확인해주는 등 평상시보다 빠르게 교체작업이 진행되었으리라 판단된다. 이는 시간연구에서의 보편적인 어려움에 속하는 문제로 효과 평가시 이를 고려하여야 할 것으로 보인다.

준비작업(setup) 시간은 기계 가동 중에도 수행할 수 있는 외준비 작업과 기계가 중단되어야만 수행할 수 있는 내준비 작업으로 구분될 수 있다[3, 11]. 따라서, <표 3>에서 정리한 항목 중 금형, 작업물의 운반, 보조지지대, 보조블럭의 준비 등은 대표적인 외준비 작업으로 분류할 수 있는 작업들이다. 현재 금형의 교체가 요구될 때 가동중인 기계를 멈추고 지게차를 이용하여 다음 공정에 해당하는 금형과 작업물을 운반하고 있다. 즉, 기계가 가동 중에도 수행할 수 있는 외준비 작업인 금형과 작업물의 운반을 내준비 작업으로 포함시키고 있는 것이다. 그러나, 현재 지게차를 이용하여 탈착한 금형을 원위치 시키고 장착할 금형을 가져오는 상황에서는 이들을 외준비 작업으로 전환할 수 없는 실정이다. 금형 운반 작업을 외준비로 전환하기 위해서는 별도의 대차를 개발하는 후속 작업이 있어야 할 것을 보인다. 또한 치공구 등이 어수선하게 널려져 있어 찾는 작업을 해야 하기 때문에 전반적인 교체 시간을 증가시키고 있다. 또한 금형이 표준화되어 있지 않음으로 인해 금형마다 필요한 별도의 보조지지대 및 보조블럭을 찾아다니는 시간이 상당부분을 차지한다. 이러한 외준비 작업들을 내준비 작업으로부터 분리해내는 것이 일차적으로 이루어져야 한다.

<표 3> 내준비 작업시간 단축방안과 세부내용

문제점	해결 방법	세부 내용
슬라이드의 조정 범위보다 금형의 높이차이가 큼	보조다이 설계 및 제작	금형 높이가 지나치게 낮아 슬라이드 조정 범위를 넘어서는 금형의 경우 보조 지지대와 보조블럭을 사용해야 하는 문제를 해결하기 위하여 금형의 높이에 따라 두 그룹으로 나누고 낮은 그룹을 위한 보조다이를 제작하여 활용
금형의 볼트체결 작업 제거	금형의 체결부위 높이 표준화	금형의 체결 및 해체작업을 볼트 대신 오토클램프를 이용하기 위해 금형의 체결부위 높이 표준화를 위해 동일한 크기의 블록을 부착
	오토클램프 적용	작업시간을 크게 줄이고 작업자들이 간편하고 손쉽게 금형을 교체할 수 있도록 유압을 이용한 윈터치 방식의 오토클램프를 적용

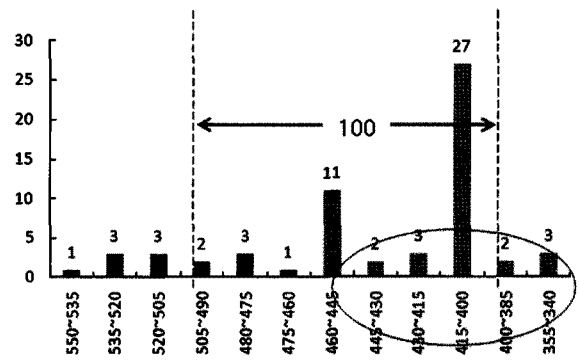
3.2 대상 금형 선정 및 교체시간 단축

본 연구에서는 주로 쓰이는 약 500여종의 금형과 10대의 프레스 기계 중 생산량이 많고 사용빈도가 높은 200톤과 250톤의 프레스 기계를 우선적인 개선의 대상으로 선정하였다. 선정된 프레스를 대상으로 우선적으로 내준비작업 시간을 단축하기 위한 방안을 모색하기로 한다. 먼저 내준비작업의 대부분을 차지하는 볼트를 이용한 체결 및 해체 작업과 금형의 높이를 높이기 위해 금형 아래 고이는 보조블럭과 볼트 체결시보조지지대를 이용한 높이 조정 작업을 제거하는 것이 필요하다. 10대의 프레스 기계에서 공동으로 사용되고 있지만 정리되어 있지 않은 보조지지대 및 보조블럭들 중 각 해당 금형에 맞는 블록 및 지지대를 찾아서 높이를 조정하는 시간은 완전한 낭비 시간으로 이를 제거하는 것이 급선무이다. 이를 위해서 금형을 높이에 따라 2개의 그룹으로 나누어서 각 그룹별로 사용 가능한 보조다이를 제작 활용함으로써 프레스의 슬라이드 조정 범위를 벗어나 보조 지지대를 사용해야 하는 문제를 해결하기로 하였다. 이와 더불어 볼트를 이용한 체결, 해체 작업을 제거하기 위하여 보편화되어 있는 윈터치 방식의 오토클램프를 적용하기로 한다. 오토클램프의 적용을 위해서는 금형의 프레스의 다이에 체결되는 부위의 높이가 일정해야 하나 이 또한 금형마다 높이차이가 있는 실정이다. 따라서 금형의 체결부위에 표준화된 사이즈의 보조블럭들을 부착하여 체결부위의 높이를 일정하게 하도록 한다. 이상에서 설명한 내준비작업 단축 방안을 요약하면 다음과 같다.

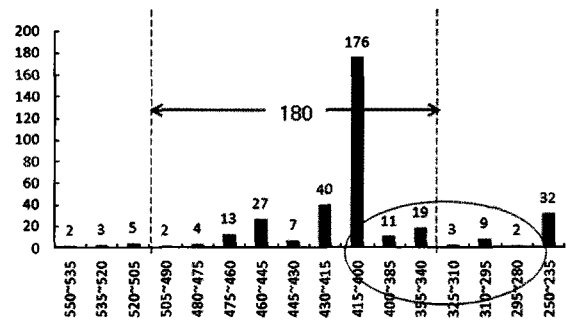
3.2.1 보조다이 설계 및 제작

<그림 4>와 <그림 5>는 200톤과 250톤의 프레스 기계에서 사용되는 금형들을 높이 별로 나열한 그래프이다. 금형의 높이 차이로 인하여 별도의 보조지지대 및 보조블럭을 이용한 보정시간의 낭비를 줄이기 위하여 금형들을 높이 별로 두 그룹으로 나누어 높이가 낮은 금

형들의 그룹에 보조다이(supplementary die)를 적용하고자 하는 것이 첫 번째 방안이다.



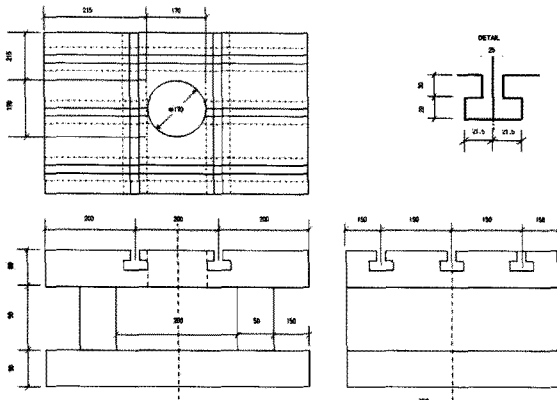
<그림 4> 200톤 프레스에서 사용되는 금형 분포



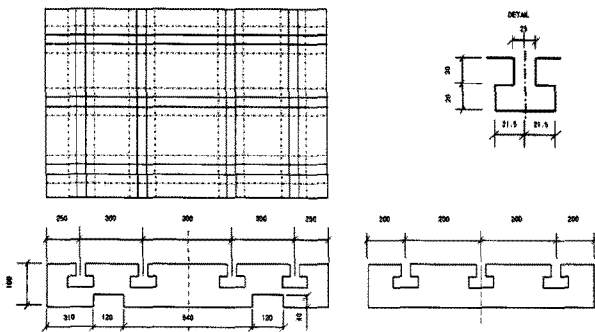
<그림 5> 250톤 프레스에서 사용되는 금형 분포

그림에서 타원형으로 표시된 부분의 금형들의 높이 보정을 위하여 일정 높이의 보조다이를 설계하였다. 보조다이의 높이는 각 그림에서 볼 수 있듯이 높은 그룹과 낮은 그룹 금형들의 높이차이의 평균을 채택함으로써 슬라이드 조정 범위를 벗어나는 낮은 금형의 문제를 해결하였다. <그림 6>과 <그림 7>은 200톤과 250톤의 프레스에서 사용되는 금형의 높이를 보정하기 위한

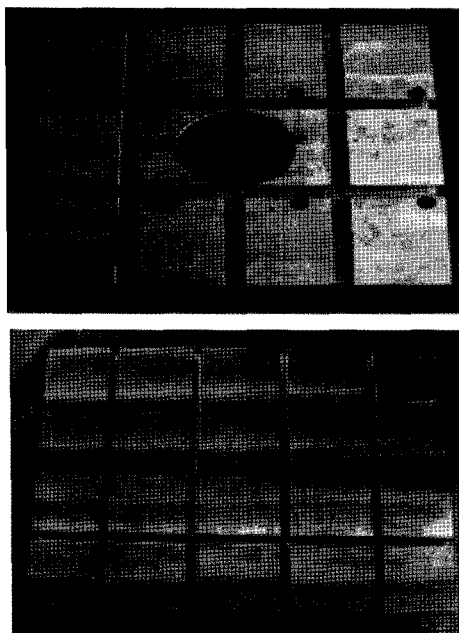
보조다이의 설계도면이며, <그림 8>은 제작된 보조다이의 모습이다.



<그림 6> 200톤 프레스용 보조다이 설계도면



<그림 7> 250톤 프레스용 보조다이 설계도면



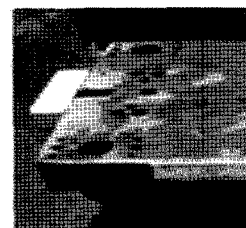
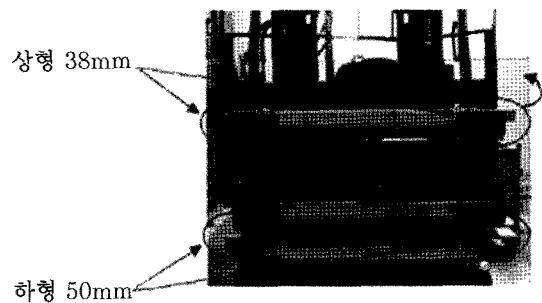
<그림 8> 제작된 200톤(위쪽), 250톤(아래쪽) 프레스용 보조다이

앞서 설명한대로 높이에 따른 두 그룹의 높이 차이 평균에 의해 200톤 프레스 기계용 보조다이의 높이는 180mm, 250톤 프레스 기계용 보조다이의 높이는 100mm로 설계 및 제작 하였다. 각 보조다이에 설치한 T형 슬롯은 하부 금형과의 체결을 위한 것이다. 이 T형 슬롯과 하부금형의 기저부위는 볼트나 오토클램프를 이용하여 체결이 가능하다. 이 보조다이를 사용함으로써 슬라이드 조정범위를 벗어나는 낮은 금형에 맞는 보조지지대 및 보조블록을 찾는 시간을 제거할 수 있다.

### 3.2.2 금형의 체결부위 표준화 작업

금형의 체결부위 높이가 일정하지 않아 금형의 체결시 오토클램프를 적용할 수 없는 문제를 해결하기 위하여 상부금형과 하부금형의 체결부위에 표준화된 크기의 블록을 추가로 용접 부착함으로써 체결부위를 표준화하였다. 사용빈도가 높은 500여종의 금형중 오토클램프의 체결 유격 범위를 벗어나는 금형들을 위하여 하부금형을 위한 50mm 높이의 블록 100여개, 상부금형을 위한 38mm 높이의 블록 240여개를 제작하여 부착함으로써 500여 개의 금형들에 대해서는 오토클램프의 적용이 가능하도록 하였으며 이를 확대 적용한다면 더 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다. <그림 9>는 연장블록을 금형에 용접시킴으로써 제작이 완료된 모습이다. 이로써 체결부위가 표준화되어 오토클램프의 원터치 방식으로 손쉽게 금형의 체결 및 해체가 가능하게 되었다. 기존의 볼트체결과 비교해봤을 때 오토클램프 체결은 시간단축은 물론이고 작업자들의 작업 환경이 개선되는 효과가 기대된다.

### 3.2.3 오토클램프의 적용



<그림 9> 표준화된 금형의 체결부

〈표 4〉 교체시간 항목별 개선 전후 시간비교

교체 항목	단축 전(분)	단축 후(분)	비고
완성된 작업물 운반	0.5	0	외준비
금형해체	2.5	0.3	오토클램프 해체
보조지지대/보조블럭 정리	0.7	0	불필요
공구/기계 정리	0.5	0	불필요
금형 운반	8.0	8.0	
보조지지대/보조블럭 준비	0.6	0	불필요
금형의 위치조정	0.2	0.2	
슬라이드 높이조정	0.3	0.3	
공구/기계 세팅	1.2	0.6	
금형체결	3.0	0.3	오토클램프 체결
작업물 운반	0.5	0	외준비
테스트	0.3	0.3	
총 합계	18.3	10.1	

볼트를 이용하여 금형을 체결 및 해체하는데 걸리는 시간을 줄이기 위하여 오토클램프 장치를 적용하였다. 오토클램프는 프레스 장비 내부의 유압 동력을 이용하여 클램프가 금형을 충분한 클램핑력으로 고정할 수 있도록 하여 금형의 체결 및 해체 작업을 안전하고 간편하게 할 수 있도록 고안된 장치이다. 기존에 볼트를 이용하여 긴 시간 동안 작업하던 것을 원터치 방식으로 단 몇 초 만에 가능하게 되었으며, 또한 작업 중에 가해지는 진동에 의해 금형이 움직이거나 볼트의 조임 상태가 풀어지는 현상을 방지하고 작업 불량률의 발생을 또한 줄게 한다. 금형의 교체가 빈번한 이 회사의 경우 오토클램프의 적용으로 교체시간 단축은 물론이고 작업자들의 작업 여건 또한 개선할 수 있게 되었다.

### 3.3 단축 효과와 한계

보조다이를 이용해 슬라이드 조정범위를 벗어나는 낮은 금형의 경우 보조지지대와 보조블럭을 찾는 시간을 제거하였고 체결부위 표준화를 통해 오토클램프의 적용이 가능해짐으로써 볼트체결/해체 방식으로 인한 금형 교체 시간을 크게 단축시켰다.

〈표 4〉에 요약된 단축 후 시간은 금형의 높이에 따라 보조다이 혹은 프레스 하부다이 위에 오토클램프를 이용하여 금형을 체결 혹은 해체하는 작업을 대상으로 평균 시간을 보여주고 있다. 작업물의 운반은 바로 외준비로 전환할 수 있으며 보조지지대, 보조블럭, 공구 정리 시간 등은 오토클램프를 채용함으로써 제거되었다. 다만 금형 운반 시간은 현재 방식인 지게차 운반

하는 현재 방식으로는 외준비로 전환하기에는 무리가 있으며 차후에 금형 교체를 위한 대차를 제작하여 사용할 경우에는 외준비로 전환하는 것이 가능하다. 금형 운반 시간을 제외하면 실질적인 금형교체시간은 크게 단축되었다는 것을 알 수 있다. 물론 보조다이의 사용 여부에 따라 교체 시간은 달라지게 될 것이다. 금형의 높이가 낮아 보조다이를 프레스의 하부 다이에 볼트를 이용해 체결한 후 보조 다이에 금형을 오토클램프를 이용하여 체결하는 방식이기 때문이다.

보조다이의 교체 회수가 많아지면 실질적으로 금형 교체시간 단축 효과는 그만큼 줄어들게 된다. 따라서 금형의 높이에 따라 달라지는 보조다이 필요 여부에 따라 당일 생산이 필요한 금형들의 순서를 정함으로써 보조다이 교체 회수를 최소화하도록 해야 한다. 다음 절에서 설명될 시퀀싱 알고리즘을 통해 보조다이 교체 횟수를 줄임으로써 전체적인 단축 효과를 높일 수 있었다.

## 4. 일정계획 모듈의 개발

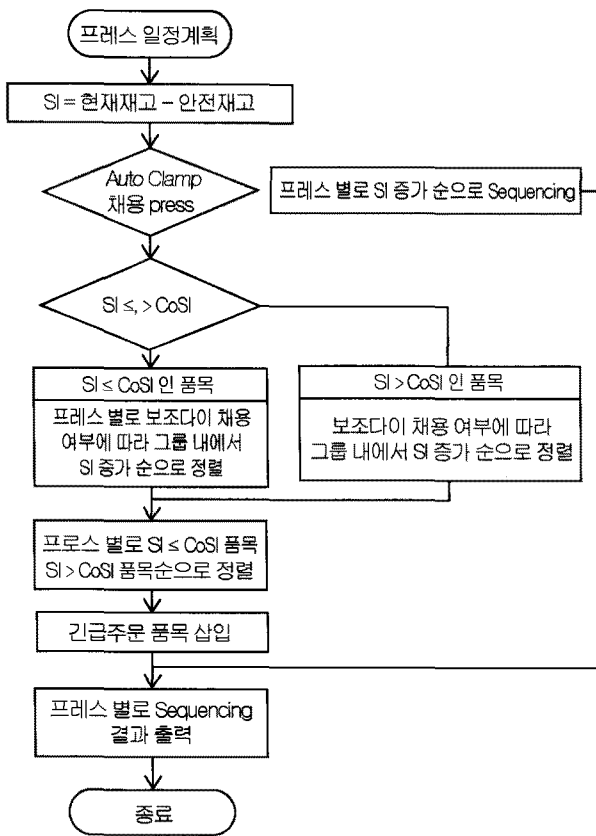
앞에서 언급한대로 높이가 낮은 그룹의 금형 사용시 슬라이드 조정 범위 문제로 보조다이를 사용하는 경우 보조다이의 사용을 위해서 볼트의 해체 및 체결 작업이 발생하게 된다. 따라서 보조다이를 사용해야 하는 금형들의 작업을 묶어서 처리할 수 있도록 프레스 공정의 작업순서를 정해줌으로써 보조다이 활용성 효율성을 높일 수 있다. 이를 위해 한번 장착된 보조다이를

이용하여 슬라이드 조정 범위 문제를 해결해야 하는 낮은 금형들에 의한 작업이 이어지도록 일정계획에 반영하도록 해야 한다. 이 경우 금형의 교체는 오토클램프를 이용하여 신속한 교체가 가능하고 오토클램프의 교체 회수를 줄일 수 있기 때문에 전체적인 교체 시간을 줄일 수 있다.

이를 위해 프레스 부품의 현재고, 리드타임을 고려한 안전재고, 부품별 로트 크기를 고려하여 당일 생산 품목과 생산량을 정한 뒤 보조다이 사용 여부를 고려하여 보조다이 교체 회수를 줄일 수 있도록 프레스 공정의 작업순서를 정하기 위한 경험적 알고리즘을 이용하기로 하였다.

### 4.1 Sequencing 알고리즘

<그림 10>은 프레스 공정의 생산일정계획을 수립하기 위해 적용한 Sequencing 알고리즘의 흐름도를 나타낸다.



<그림 10> Sequencing 알고리즘 순서도

이 알고리즘의 목적은 보조다이의 탈부착 회수를 최소화하기 위한 것이다. 금형의 높이에 따라 보조다이를 사용해야 하는 금형들과 사용하지 않는 금형들을 묶어

서 처리함으로써 보조다이의 탈착, 부착 회수를 줄일 수 있을 것이기 때문이다. 다만 각 금형에 의해 생산될 부품들의 수요와 현재고 사이를 고려해서 당일의 수요를 충족시키는 것 또한 중요하기 때문에 프레스 부품별 현재고 수준과 품목별 안전재고를 비교하여 품목별로 산출한 생산의 긴급성 지표(SI)를 생산의 우선순위 결정에 사용하였다. 오토클램프가 채용된 프레스의 보조다이 교체 회수를 하루 2회 이내로 하도록 SI 값의 크기에 따라 두 그룹으로 분류한 후 보조다이 사용 여부에 따라 순서를 반영하였다. 특히 긴급성을 나타내는 지표의 기준점(CoSI)을 설정하여 SI가 CoSI 이하인 품목들을 보조다이 사용 여부에 따라 두 그룹으로 분류하여 우선적으로 순서에 반영한 후 SI가 CoSI 이상인 품목들을 순서에 반영함으로써 보조다이 교체 회수를 줄이면서 재고 부족 현상을 방지할 수 있도록 하였다. 부품별 안전재고가 수요율의 변동과 리드타임을 고려하여 정해지기 때문에 CoSI = 0으로 놓으면 안전재고를 기준으로 분류하는 것과 같다. 보조다이 교체 회수 절감의 중요성과 결품 방지를 위한 재고 시스템의 안정성을 고려하여 CoSI는 관리자에 의해 결정할 수 있도록 해서 상황에 따라 탄력적으로 운영할 수 있도록 하였다.

#### 4.1.1 생산의 긴급성을 나타내는 SI 값 계산

현재고와 안전재고를 이용하여 SI 값을 계산한다. SI 값이 작을수록 우선적으로 생산해야 한다는 것을 나타낸다.

#### 4.1.2 오토클램프 채용 여부에 따라 분류

오토클램프가 채용된 프레스와 오토클램프 채용되지 않은 프레스에서 생산될 금형들을 분류한다. 오토클램프가 채용되지 않은 프레스의 경우 보조다이와 상관없으므로 SI 증가 순으로 정렬하여 순서에 반영한다.

#### 4.1.3 SI 값과 CoSI 비교

오토클램프가 채용된 프레스의 경우 SI값과 기준치인 CoSI를 비교하여 SI 값이 CoSI보다 작은 품목들은 오토클램프가 채용된 프레스 별로 보조다이 채용 여부에 따라 그룹 내에서 SI 증가 순으로 정렬하고 SI 값이 CoSI보다 큰 품목들도 마찬가지로 방법으로 보조다이 채용 여부에 따라 그룹 내에서 SI 증가 순으로 정렬을 하게 된다. 즉, 재고 기준으로 우선 생산해야 할 부품들을 보조다이 사용 금형들과 사용하지 않는 금형들로 묶어서 생산하도록 순서에 반영하고 다음으로 SI 값이 기준치 CoSI보다 커서 긴급성 면에서 여유가 있는 부품들을 두 그룹으로 묶어서 순서에 반영한다.

### 4.2 일정 계획 모듈

앞에서 설명한 일정계획 모듈은 Visual Basic 2008과 Microsoft Access 2003을 이용하여 구현하였다. 재고관리, BOM 관리, 생산, 납품실적관리 등 기본적인 생산정보시스템을 개발하였으나 본 논문의 주제인 금형교체 시간 단축과 관련된 부분만 간단하게 설명하기로 한다. <그림 11>에서 재고조회 화면을 보여주고 있다. 품목별로 현재고, 안전재고, 리드타임, 로트크기 등의 정보를 조회할 수 있고 이러한 재고 관련 정보는 프레스 공정의 작업 순서 결정에 활용한다.

품번	품명	현재고	안전재고	리드타임	로트크기	구분
1 02301-40340	PLATE HOOK	130	50	20	100	생산
2 11205-18553	PLATE HOOK	70	50	10	100	생산
3 11205-18553	PLATE HOOK	70	50	10	100	생산
4 11404-12395	PLATE HOOK	180	50	5	100	생산
5 11404-12395	PLATE	70	50	5	100	생산
6 11395-14403	PLATE	70	50	5	100	구매
7 13104-18020	PLATE	70	50	10	100	생산
8 13104-18020	NEAR-GEAR	100	50	5	100	생산
9 13804-18020	NEAR-GEAR	40	50	7	100	생산
10 13804-18020	NEAR-GEAR	40	50	5	100	생산
11 13804-18020	NEAR-GEAR	40	50	10	100	생산
12 13804-18020	FRAM ASSEY-OL	5	50	5	100	생산
13 13804-18020	FRAME-GEAR	40	50	7	100	생산
14 13804-18020	SIDE FRAME	100	50	5	100	생산
15 14101-12000	NEAR-FRT S.	50	50	3	100	생산
16 30201-40300	CHANNEL-CH	40	50	5	100	생산
17 54221-40700	PHS.	40	50	5	100	생산
18 54221-40700	SPRT-HP SP	40	50	7	100	생산
19 54270-40700	PLATE	40	50	5	100	생산
20 54301-40700	ANGLE	40	50	7	100	생산
21 54700-40700	ANGLE	40	50	5	100	생산
22 55005-50100	ANGLE	40	50	10	100	생산

<그림 11> 품목 재고 조회 화면

공정번호	품번	Q	유량	Lotsize	공정시간	공정	공정순서	공정시간	공정
1 013	1300-18000	50	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
2 025	5300-02000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
3 393	5422-40700	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
4 542	1300-18000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
5 541	1310-18000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
6 532	0230-40340	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
7 527	5900-14000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
8 517	3020-40300	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
9 514	1300-18000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
10 516	1410-12000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
11 540	0230-40340-5	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
12 546	0230-40340-10	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
13 544	5400-40000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
14 547	0230-40340-2	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15
15 542	1000-40000	10	2.00	100	0.00	250	1	01-2501	2014-05-15

<그림 12> 프레스공정의 작업 순서

<그림 12>에서 프레스 공정의 작업순서 계획의 예를 보여주고 있다. 예를 위해 CoSI를 0으로 설정하고 실행한 결과이다. 즉, 현재고가 안전재고보다 적은 품목들 중 보조다이를 사용하지 않는 품목들, 보조다이를 사용하는 품목들, 다음으로 안전재고보다 현재고가

높은 품목들중 보조다이를 사용하는 품목들, 마지막으로 보조다이를 사용하지 않는 품목들 순으로 순위에 반영되었다는 것을 알 수 있다. 물론 CoSI 값을 변화시킴으로써 긴급품목의 범위를 조정할 수 있도록 하였다.

### 5. 결론

본 논문에서는 금형의 높이 표준화가 현실적으로 불가능한 프레스 부품 가공 회사의 경우 적용할 수 있는 금형교체 시간 단축의 사례를 정리하였다. 금형의 높이 차이가 커서 프레스의 슬라이드 조정 범위를 벗어나는 문제를 보조다이를 제작하여 해결하였고 금형의 체별 부위 높이를 표준화하기 위하여 보조블럭을 부착함으로써 오토클램프 적용이 가능하도록 함으로써 금형 교체 시간을 단축할 수 있었다. 교체 시간 단축으로 소로트 생산이 가능하고 리드타임 또한 단축되는 효과를 기대할 수 있다. 이러한 생산성 향상 효과 외에도 볼트를 이용한 금형 해체 및 체결 작업을 제거함으로써 작업여건을 크게 개선함으로써 중량물을 다루는 공정의 특성상 향상 존재하는 근골격계 질환 발생 가능성 등 안전사고의 가능성을 낮추는 효과를 기대할 수 있다. 예산상의 문제로 현재 200톤과 250톤의 프레스 기계에만 적용시킨 보조다이나 오토클램프를 다른 프레스 기계에도 확대 적용하고, 오토클램프 사용을 위해 500여종의 금형에만 적용시킨 체결부위 표준화 작업을 다른 금형들로 차차 확대 적용해 나간다면 준비시간 단축 및 생산성 향상에 더 크게 기여할 수 있을 것이다. 다만 금형 운반을 대차를 제작하여 활용하도록 함으로써 금형 운반 시간을 줄일 수 있음은 물론이고 이를 외준비시간으로 전환함으로써 단축 효과 더 높일 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] 강경식, "Pull System을 위한 준비작업(set up)시간의 단축방법", 한국생산성논집, 8(1) : 245-251, 1994.
- [2] 강무진, "Setup 시간을 고려한 Flow Shop Scheduling", 대한기계학회 2000년도 춘계학술대회 발표논문집 : 797-802, 2000.
- [3] 구일섭, "생산준비시간 단축과 생산로트사이즈에 대한 연구", 산업경영시스템학회지, 17(32) : 121-126, 1994.
- [4] 김남훈, 알기 쉬운 금형, 기전연구소, 1988.
- [5] 김주일, "공정 교체 시간을 고려한 배치작업의 일정계획", 한국경영과학회지, 26(2) : 69-83 2001.
- [6] 김창호 외 2명, 프레스 금형설계, 북스힐, 2009.



- [7] 문상원; “생산시설능력, 생산준비시간 및 생산 LOT SIZE가 생산리드타임에 미치는 영향에 관한 분석”, 한국생산관리학회지, 5(1) : 171-184, 1994.
- [8] 엄동환; “작업 준비시간을 고려한 병렬기계 일정계획 수립에 대한 연구”, 박사학위논문, 고려대학교, 2003.
- [9] 이영해; “PCB 조립 라인의 준비 시간 단축 및 재공품 감소를 위한 스케줄링 전략”, 한국경영과학회지, 22(1) : 25-49, 1997.
- [10] 이종구; 프레스 금형설계, 세진사, 2003.
- [11] Monden,; 신도요타 시스템, 기아경제연구소, 1993.
- [12] (주)JASI, 미세동작분석·시간연구 소프트웨어 OTRS (Operation Time Research Software) User's Guide, 2007.