

## 프레스 금형의 가공 및 제작 공정의 자동화에 관한 연구

최계광\*, 김세환<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>공주대학교 기계자동차공학부

### A Study on the Automation of Manufacturing and production Process for Press Die

Kye-Kwang Choi<sup>1\*</sup> and Sei-Hwan Kim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Mechanical&Automotive Engineering, Kongju National Univ

**요 약** 프레스 금형의 가공 및 제작 공정의 자동화란 불필요한 반복 작업을 피하여 시간을 절약하고 표준 품질의 가공물을 얻고자 하는 것이다. 자동화의 범위는 3차원 금형설계, 머시닝 센터, 와이어 컷 방전가공, 도면작업까지를 포함하는 것이다. 본 논문에서는 컨트롤박스 제어 센서에 사용되는 Irp브라켓으로 3차원 금형설계 후에 동일한 환경에서 프레스 금형의 가공 및 제작 공정 자동화에 대하여 연구하고자 하였다.

**Abstract** The automation of the machining and manufacturing process of press die is designed to shorten the working time by avoiding unnecessary repetitive works and to obtain subject articles with standard quality. Automation as used in this paper includes 3-D die design, machining center, wire-cut electrical discharge machining, and drawing works. This paper deals with research work on the automation of the machining and manufacturing process of the press die after 3-D die design using the Irp bracket for the control box sensor. The research was conducted under the same setting as that of die design.

**Key Words** : Automation of the Manufacturing Process, 3-D Die Design, wire-cut electrical discharge machining

### 1. 서론

금형을 제작하는데 있어 설계가 가상적인 의미를 갖는다면 가공은 그것을 실현시키는 수단이라 할 수 있다. 따라서 가공의 여부에 따라 금형 품질 및 정밀도에 큰 영향을 미칠 수 있다 할 수 있다.[1] 이러한 정밀도를 유지하고 향상시키는 데는 여러 가지 요소들이 있겠지만 그 중 중요하다고 생각되는 것이 바로 가공 공정의 표준화, 자동화이다.[2-4] 이를 통해 우리는 가공 상의 실수를 줄이고 가공 데이터 산출을 위한 작업 및 계산 시간을 단축함으로써 생산성 향상에 크게 기여하고 일관성 있게 가공을 할 수 있어 항상 동일한 품질의 정밀도를 유지할 수 있을 것이다.

프레스 금형의 가공 및 제작 공정의 자동화란 불필요한 반복 작업을 피하여 시간을 절약하고 표준 품질의 가공물을 얻고자 하는 것이다. 자동화의 범위는 3차원 금형설계, 머시닝 센터, 와이어 컷 방전가공, 도면작업까지를 포함하는 것이다. 자동화 공정의 구축이 완료되면 동일한 품질의 가공품을 얻을 수 있고 가공정보는 3D 카탈로그 및 다이셋을 기준으로 작업을 한다.[5] 본 논문에서 사용한 제품은 컨트롤 박스 제어 센서에 사용되는 Irp-브라켓이며 그림 1에서 보는바와 같이 홀의 지름부분의 직경과 밴딩 부위의 수직도가 중요한 부품이다. 그림 2에서는 Irp-Bracket의 3D 스트립 레이아웃도[6]를 나타내었고, 그림 3에서는 Irp-Bracket의 완성한 다이셋을 나타내었다.

본 논문은 공주대학교 2009학년도 공학연구원 학술연구과제로 수행되었음.

\*교신저자 : 최계광(ckkwang@kongju.ac.kr)

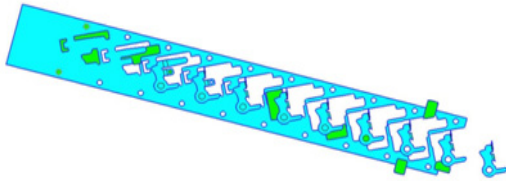
접수일 10년 10월 29일

수정일 10년 11월 18일

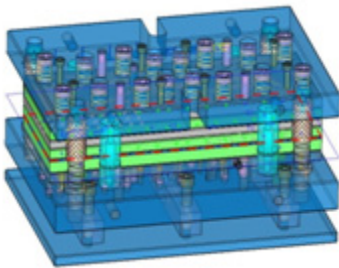
게재확정일 10년 11월 19일



[그림 1] Irp-Bracket 의 3D모델링



[그림 2] Irp-Bracket 의 스트립 레이아웃도



[그림 3] Irp-Bracket 의 다이셋

## 2. 본론

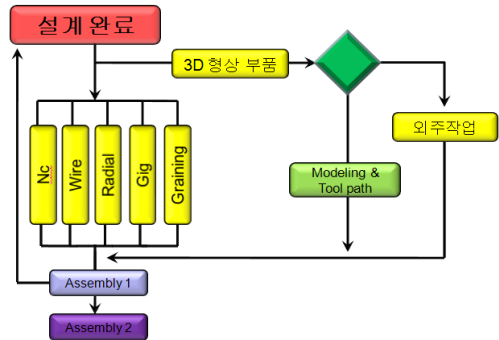
### 2.1 공정의 비교

#### 2.1.1 기존작업공정

설계된 모든 부품에 대한 치수정보는 필수적으로, 현장의 가공 담당자에게 형상에 대한 충분한 정보를 제공하고 전달해야 하는데 2D 도면 시스템의 기반에선 기존 작업 공정은 평면적인 설계정보 만을 가지고 있어 이를 충족시키지 못하는 경우가 있을 수 있다. 지나치게 2D의 준도가 높은 현실에서 가공자가 도면을 이해해야 가공을 진행할 수 있고 가공을 위한 작업내용을 전달하지 못하는 경우가 많다.

2D 도면의 색상 별 레이어 분류 이외에 별도의 작업 분류 기준이 없고 3D 형상가공을 위해 별도의 모델링 작업이 필요하며, 2D로 설계된 부품과 실제로 가공된 부품의 치수가 맞지 않는 경우가 자주 발생이 된다. 그림 4에

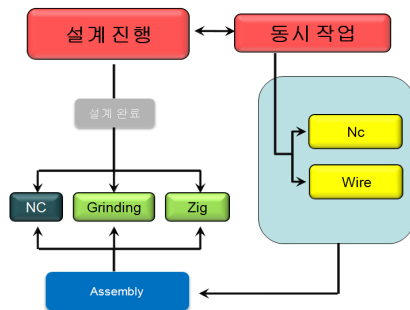
는 기존작업공정에 대하여 나타내었다.



[그림 4] 기존 작업공정도

#### 2.1.2 자동화 공정

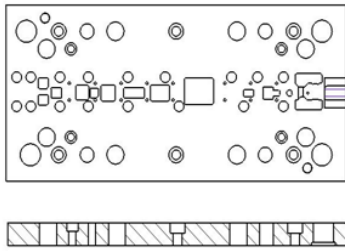
가공의 자동화 공정을 현장에서 적용하기 위해서는 가공 템플리트와 3D 설계 단계에서부터 3D 형상가공을 위한 속성들이 정의된 파트 혹은 카탈로그를 삽입하여 2D 도면뿐만 아니라 3D 형상에서 표현할 수 있도록 설계 환경을 구축함으로써 진일보한 가공 공정으로 개선할 수 있다. 기존 공정이 2D기반으로 진행하였다면 자동화 공정에서는 3D 데이터 기반으로 업무를 변경해야 하며 불필요한 도면작업을 줄이고 표준화된 가공 데이터를 사용하게 된다. 그림 5에서 보는 바와 같이 설계와 동시에 머시닝 센터작업과 와이어 컷 방전가공작업을 동시에 진행을 시킬 수 있는 자동화 공정에 대하여 나타내었다.



[그림 5] 자동화 작업공정도

#### 2.1.3 두 공정의 비교

그림 6, 7에서는 기존공정과 자동화공정의 공정순서를 나타내었다. 그림6에서 보는바와 같이 공정의 순서가 10 개에 달한다. 그러나 자동화 공정은 그림 7에서 보는바와 같이 공정순서가 4개면 모든 작업이 끝나게 된다.

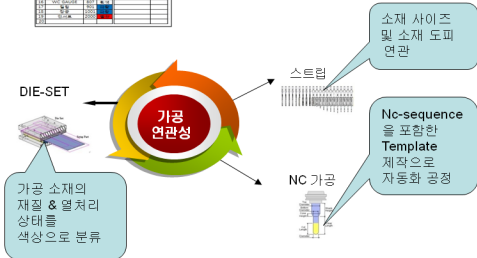


- 1.2차원 설계 완료
- 2.도면화 작업 완료
- 3.도면 전달
- 4.가공 공정 분할 (nc, Wire ...)
- 5.도면 분석 → 설계자와 작업 미팅
- 7.가공
- 8.조립 파트로 전달 (가공품 전달)
- 9.assy 및 가공 상태 확인
- 10.조립

[그림 6] 2D 작업공정도



- 1.설계작업 중 3D 데이터 전달(가공정보)
- 2.NC, wire 순으로 작업 가능
- 3.기타 가공
- 4.조립



[그림 7] 3D 자동화 작업공정도

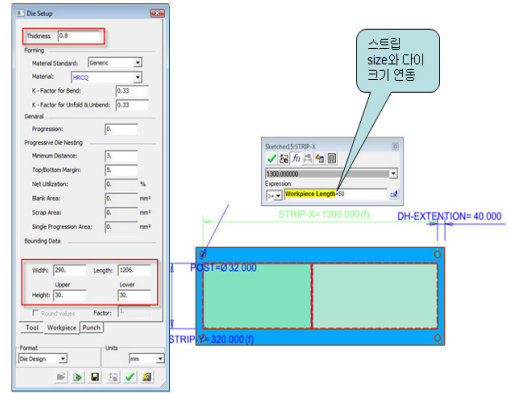
## 2.2 단계별 자동화 구축

### 2.2.1 셋업

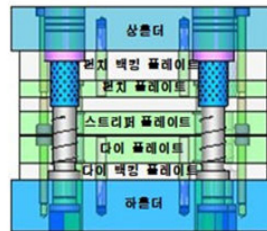
단계별 자동화 구축을 1단계로는 스트립 레이아웃과 다이셋의 연관이라고 들 수 있다.

다이셋은 3D 금형 설계의 가장 기본적인 표준 구조로써 스트립 및 금형 형태에 따른 플레이트 및 기본 부품들로 구성된 어셈블리로 프레스 금형의 자동화 설계를 하고자 할 때, 스트립 레이아웃 정보를 인식하고, 이에 필요한 금형 전체의 길이와 폭을 결정한다. 따라서 각각의 플레이트의 가로, 세로 크기 및 필요에 따라 높이까지도 자동 연동시켜 불러오는 단계이다. 여기에서 중요한 기능은 실제 제작하고자 하는 공정에 따른 다이셋을 소재 별로 분류하는 것이다. STD11 재질일 때는 연녹색, S45C 재질일 때는 흰색, S20C 재질일 때는 청색으로 분류하여 셋

업을 완료한다. 그림 8, 9에서 스트립 레이아웃과 다이셋의 연관도와 소재 별 다이셋 분류를 나타내었다.[7]



[그림 8] 3D 스트립과 다이셋의 연관도



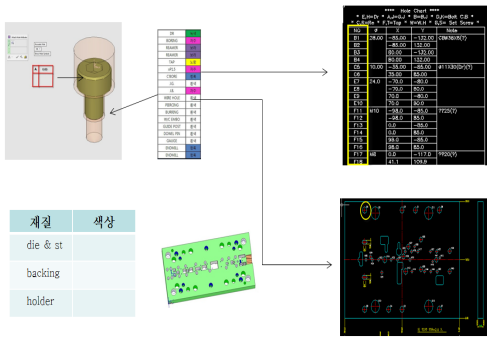
재질	색상
SKD11	연녹색
S45C	흰색
S20C	청색

[그림 9] 3D 소재별 다이셋 분류

### 2.2.2 카탈로그

#### ① 칼라코드 적용

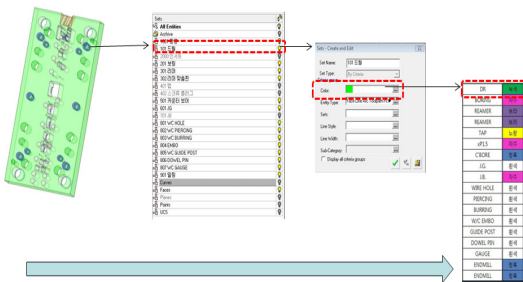
자동화 구축의 2단계는 카탈로그 정의라 할 수 있다. 금형 설계에 일반적인 표준 부품 혹은 자사 표준 부품을 사용하게 되는데 이 부품들이 삽입될 때, 간접 부위들이 자동 커팅 되는데, 이러한 도피 부분들을 가공해야 한다. 이때 가공의 종류에 따라 구분이 되어야만 현장에서 그 정보에 따라 가공을 하게 된다. 이것은 설계와 가공 현장 간에 서로 약속된 부분으로 그러한 표시를 금형 설계에 적용함으로써, 원활한 가공 작업을 진행할 수 있는 것이다. 따라서 카탈로그 정의는 칼라코드 적용과 정밀도와 가공분류에 따른 적용으로 나눌 수 있다. 칼라코드 적용이라 함은 앞에서 언급한 재질 별 칼라적용이 아닌 가공 방법에 따른 칼라적용인 것이다. 그림 10에서 보는 바와 같이 볼트일 경우에 노란색, 드릴일 경우 녹색, 리머일 경우 보라색 등 다양한 칼라로 표현하여 분류를 하는 것을 말한다.



[그림 10] 칼라코드 적용 작업공정도

② 정밀도와 가공 분류 적용

자동화 구축 2단계에서 정밀도와 가공 분류에 따른 적용은 다음과 같다. 2.2.1에서 언급한 칼라적용에 따라 각 플레이트의 1차적인 분류를 하고 이번에는 이 칼라에 따른 정밀도와 가공분류를 하는 것이다. 한 예를 들어 보겠다. 볼트 관통 부라면 정밀도가 +0.1정도로 하면 되고, 맞춤 핀 자리라 하면 +0.01로 하면 될 것이다. 파일럿 핀 통과 자리면 +0.01 등과 같이 나누어 질 수 있을 것이다. 이렇게 정밀도와 가공에 따른 분류를 적용하는 것이다. 플레이트를 가공코드 별로 분류하여 레이어에 적용을 시키고 레이어 항목은 자동으로 엔티티를 분류할 수 있게 작성하며 최종적으로 분류된 레이어는 칼라코드와 부합이 되어야 한다. 그림 11에 적용사례를 나타내었다.



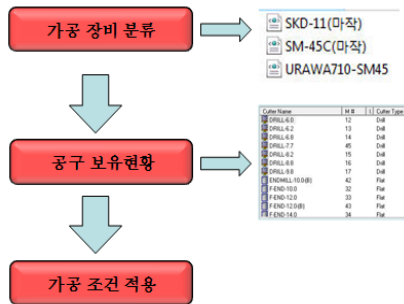
[그림 11] 정밀도에 따른 가공분류도

2.2.3 템플리트

① 절삭조건

자동화구축의 3단계는 기존에 구축 되어있는 템플리트 라이브러리들을 적용하는데, 이것은 공구를 정의할 때, 각각의 NC 기계 장비 안에 공구 정보들을 파악하고, 그것과 일치되도록 공구번호를 지정하고 필요한 절삭 조건을 설정한 후 가공 템플리트에 그 공구를 포함한 그밖에 조건을 지정하여 가공을 위한 최종 템플리트를 만든

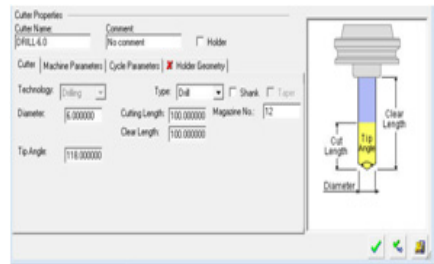
다, 그 중 절삭조건에 의한 것은 다음과 같다. 셋업에서 재질 별로 칼라로 구분한 것을 가지고 가공장비의 분류를 하는 것이다. 예를 들면 STD 11이면 마작 공작기계, S45C면 마작공작기계, S20C면 우라바710 공작기계 등 분류를 하는 것이다. 이렇게 분류한 다음에 공구의 보유상태를 설계자와 협의하게 된다. 회사에서 보유하지 않은 공구로는 가공이 불가하기 때문이다. 그림 12에서는 템플리트에 따른 작업공정도를 나타내었다.



[그림 12] 템플리트에 따른 작업공정도

② 공구번호

공구번호를 지정 할 경우, 공구 보유상태를 설계자와 협의한 다음 공구번호에 따라 가공을 분류하게 된다. 이를 하기 위해서는 가공 조건에 따라 분류를 하게 된다. 표준화된 가공 조건에 의해 정밀도에 대한 내용을 전달하고 공구번호를 가공장비 번호와 일치시킬킨다. 가공조건이라 함은 피드, 스피들, 사이드피치, 다운스텝 등을 말하는 것이며 이를 가공 재질 별로 적용을 하는 것이다. 그리고 가공코드(G81, G73, G83...Q, R)를 공구에 적용을 시킨다. 그림 13에서는 공구의 가공조건에 따른 셋업창을 나타낸 것이다.



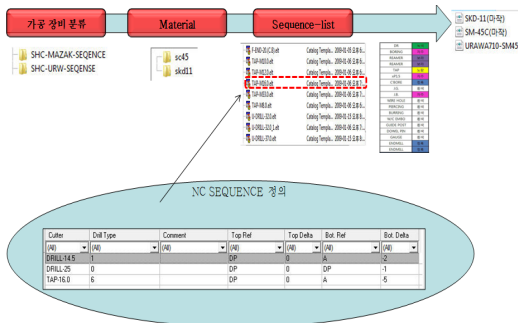
[그림 13] 공구 가공조건에 따른 셋업창

2.2.4 NC 시퀀스

자동화 4단계는 NC 시퀀스라 할 수 있다. NC 시퀀스라 함은 각각의 가공 형상과 종류에 따른 작업순서를 정

의하는 것을 말한다.

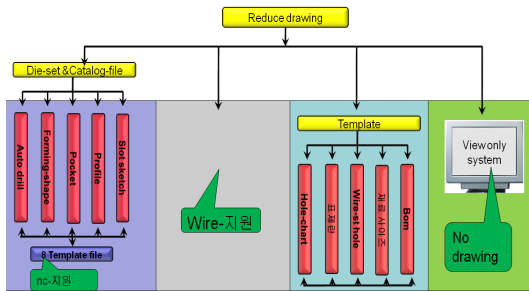
이 안에는 작업 순서만 자동으로 지정되는 것이 아니라 가공을 위한 공구, 절삭 조건 등과 같은 필요한 모든 것이 정의되어 있을 뿐만 아니라 가공될 형상을 자동 감지하여 그 형상에 맞는 NC 시퀀스를 찾아 가공 데이터를 산출되도록 시스템화 되어 있다. 예를 들면 드릴 가공은 먼저 센터드릴로 공작물에 초기구멍을 뚫고 원하는 크기의 드릴 가공을 하게 된다. 맞춤 핀 자리가공은 먼저 센터드릴로 공작물에 초기구멍을 뚫고 맞춤 핀 구멍크기보다 적은 드릴로 구멍가공을 한 다음에 리머가공으로 맞춤핀 구멍가공을 완료하게 된다. 이와 같이 가공종류에 따른 가공순서를 정의하는 것을 말하는 것이다. 그림 14에서는 NC 시퀀스정의에 대한 프로세스를 나타내었다.



[그림 14] NC 시퀀스정의의 프로세스

### 2.2.5 가공순서의 정의

단계별 자동화 마지막인 5단계는 가공순서의 정의라 할 수 있다. 가공 순서의 정의는 먼저 센터드릴 작업을 우선으로 하고, 작은 드릴에서 큰 드릴 순으로 작업을 하는 것을 원칙으로 한다. 그림 15에서는 가공순서에 따른 정의에 대한 개념을 나타내었다.



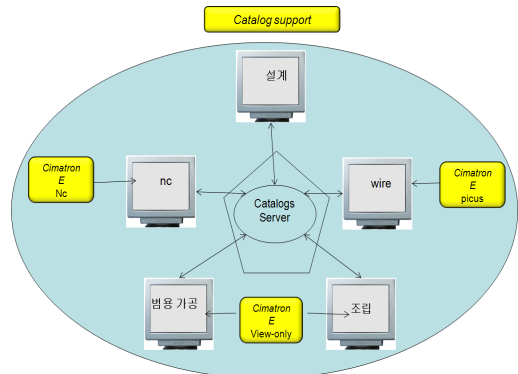
[그림 15] 3D 가공순서에 따른 정의개념

### 2.3 구축된 자동화 데이터의 관리

구축된 자동화 데이터의 관리는 그림 16에서 보는 바

와 같이 카탈로그서버를 중심으로 설계, NC가공, 와이어 컷 방전가공, 범용가공, 조립 작업을 쌍방향으로 진행하여 포괄적이며 일괄적인 데이터의 관리시스템을 구축하는 것을 말한다. 자동화를 위한 데이터 베이스를 구축하는데 있어 어느 한 공정, 한 분야에 국한 된 것이 아니라 전체 작업 공정의 전 분야 걸쳐 시스템적으로 유연하게 이루어 져야 하고, 또한 구축된 데이터베이스를 유지하고 관리하는 것도 중요하다. 왜냐하면 설계와 가공 현장 간에 협업이 실수 없이 잘 이루지는 것이 매우 중요하기 때문이다.

자세히 살펴보면 프레스 금형설계는 자동화 모듈을 이용한 설계를 하고 NC가공은 NC모듈을 이용하여 가공을 하게 된다. 와이어 컷 방전가공을 위한 피커스(Fikus) 모듈을 사용하고 범용가공과 조립에서는 3D 설계되어 조립된 상태를 참고할 수 있도록 뷰온리(View Only) 모듈을 이용하여 설계 파트 간에 간섭점검 및 범용가공의 정도를 파악할 수 있도록 하는 것이다.



[그림 16] 3D 자동화 작업공정도

## 3. 연구 결과

### 3.1 두 공정의 가공시간 비교

본론 2.1.3의 두 공정의 비교에서 본 바와 같이 2D 공정에서는 10개의 작업이 필요하고 3D 공정에서는 4개의 작업이 필요하게 된다. 이러한 2D, 3D공정에 대하여 비교한 것을 표 1에 나타내었다. 표 1에서 주목할 점은 머시닝센터, 조립이다. 와이어 컷 방전가공, 범용가공, 기타 등에서는 별반 차이가 나지 않았다.

[표 1] 2D, 3D 공정의 가공시간비교 (시간)

구분	2D	3D	비교
머시닝센터	20	10	10
와이어 컷 방전	30	30	0
범용	20	20	0
조립	10	5	5
기타	20	20	0
합계	100	85	15

표 1에서 보는바와 같이 머시닝 센터에서 10시간, 조립에서 5시간 정도가 절감되는 것을 볼 수가 있다. 본문에서 언급한 다양한 자동화 구축방안에 따라 절감이 될 수 있었다고 사료 된다. 이러한 요인은 동일한 소프트웨어 환경에서 3D 모델링, 다이 디자인, NC가공, 조립 시뮬레이션이 가능하기 때문이라고 사료된다. 이중 와이어 컷 방전가공에서 차이를 보이지 않은 것은 동일한 환경이 아니기 때문이고, 범용가공과 기타가공에서는 가공자가 손수작업하기 때문에 가공시간의 차이를 보이지 않은 것이다.

### 3.2 자동화공정의 효과

3.1에서 살펴본 바와 같이 2D공정보다 3D공정으로 프레스 금형의 가공 및 제작 공정의 자동화를 할 경우에 머시닝 센터 및 조립에서 15%정도의 시간을 절약할 수 있다. 15% 절약된 시간을 설계자나 작업자는 좀더 설계나 가공의 중요한 부분을 점검하는데 사용할 수 있다. 그림 5에서 보는 바와 같이 설계를 진행하면서 머시닝센터 및 와이어 컷 방전가공을 동시에 할 수 있으며, 그림 16과 같이 자동화 공정을 위하여 구축된 데이터 베이스를 이용하여 일부 분야가 아닌 전체 작업 공정에 걸쳐서 설계와 가공 현장간에 협업이 잘 이루어 질 것이라 사료된다.

## 4. 결론

프레스 금형의 가공 및 제작 공정의 자동화에 대하여 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 2D 도면정보에 의해 기존의 가공방식은 가공 자동화를 하는데 있어 적지 않은 한계가 있다. 이에 반해 3D 설계된 데이터를 활용 하였을 경우 가공을 자동화하는데 필요한 보다 많은 속성 정보로 유연하게 대체할 수 있었다. 이는 설계자에 의해 3D 설계와 동시에 가공 속성들이 미리 지정됨으로써 현

장에서 NC 가공 담당자들이 가공 데이터를 생성하는데 소요되는 시간을 최소화 시켜주어, 가공자의 불필요한 작업 시간을 없애 이로 인한 머시닝센터 작업이 10%정도의 시간을 단축함으로써 3D 데이터에 의한 가공 자동화의 효과를 볼 수 있었다.

- 2) 또한 조립 부분에서는 3D 설계 데이터를 활용하여, 금형의 조립 상태를 입체적으로 실제 조립될 금형과 동일한 조립 상태를 확인하면서 작업을 할 수 있어, 조립 상태를 파악하는데 걸리는 시간이 2D 도면을 참고로 할 때와 달리, 이해하기 쉬워서 조립 시간이 5% 정도 단축되었다고 판단된다. 부가적으로 조립 과정 중에 발생할 수 있는 파트간의 간섭 유무도 검토 가능하며, 그 결과를 금형 조립에 반영함으로써 이러한 오류에 미리 대처할 수 있어, 이 또한 전체 금형 제작 시간을 단축하는데 일조하였다고 사료 된다.
- 3) 범용장비를 활용한 NC 가공을 하는데 작업 효율상에 따라서는 3D 형상뿐 만 아니라 2D 도면을 참고하는 것이 더 효과적인 경우도 있다. 3D설계의 경우는 3D 형상을 기반으로 2D 도면 출력이 가능하므로, 필요에 따라 2D 도면을 출력하여 활용하는 것도 가공하는데 많은 도움이 될 수 있다. 현재의 제작 상황에서는 이와 같이 3D 형상과 3D에 의한 2D 도면을 효과적으로 활용한다면, 좀 더 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 안중호, 박근, 김천기, “3차원 CAD/CAM 기반 초단납기 금형제작기술 개발”, 한국정밀공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집, Apr.01, 2001.
- [2] 박용국, “프린트 도어의 드로잉 공정해석과 프레스금형 제작 공정에 관한 연구”, 한국소성가공학회지, 제7권, 제 6호, pp.586~593, 1998.
- [3] 최재찬, 김철, “박판제품의 블랭킹 및 피어싱과 굽힘 가공을 위한 순차이송용 공정 및 금형설계와 가공자동화 시스템”, 한국소성가공학회 98춘계학술대회 논문집, pp.155~159, 1998.
- [4] 김재훈외, “박판제품의 블랭킹 및 굽힘 가공을 위한 통합적 공정 및 금형설계와 가공 시스템”, 한국소성가공학회지, 제7권, 제3호pp.246~249, 1998.
- [5] 최계광, 박찬교, “프레스 금형의 가공 및 제작 공정의 자동화에 관한 연구”, 2009년 한국산학기술학회 추계 학술발표논문집, pp.275~278, 2009.
- [6] 최계광, 이동천, “씨마트론 다이디자인을 활용한 브라

켓의 스트립레이아웃설계에 관한 연구”, 2008년 한국  
산학기술학회 춘계학술대회논문집, pp. 35-39, 2008.

[7] Cimatron, Co., “Cimatron E Die Design Guide”

---

### 최 계 광(Kye-Kwang Choi)

[종신회원]



- 1993년 2월 : 부산공업대학교 금형공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
- 2010년 11월 : 공주대학교 기계자동차공학부 조교수

<관심분야>

3차원 금형설계, 와이어 컷 방전가공

---

### 김 세 환(Sei-Hwan Kim)

[종신회원]



- 1971년 2월 : 수도공과대학 기계공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 1979년 2월 : (주) 삼아 공장장
- 1982년 3월 : 천안공업대학 금형설계과 교수
- 2010년 11월 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

프레스 금형, 단조가공, 금형열처리