

자동차 차체금형 가공용 공정계획 시스템

신동목*, 이창호*, 이기우*

A Process Planning System for Machining of Dies for Auto-Body Production

Dongmok Sheen*, Chang Ho Lee*, Kiwoo Lee*

ABSTRACT

This paper presents a variant type process planning system for machining of dies for auto-body production. Through the analysis of dies and their manufacturing processes, the authors categorized the press dies into 15 groups according to the similarity of machining features. After critically reviewing current manufacturing procedures, a standard process plan was defined for each group. The authors present MP3D the process planning system built on the standard process plan database, and show how they apply it at the die manufacturing plant of an automobile company. MP3D is expected to reduce major losses in machining such as reworking caused by mistakenly uncut features and eventually to help to accumulate the knowledge of operators. The operation sheet MP3D produces is also used in monitoring the progress of manufacturing of dies. This paper explains the whole development cycle of a process planning system from process analysis to application so that it can help readers to develop and apply a process planning system to their machine shops.

Key Words : Variant Type (변형적), Press Die(프레스금형), Standard Process Plan(표준공정), IDEF model(아이데프 방법론), Machining Time(가공시간)

1. 개요

공정계획은 설계와 생산을 잇는 연결고리로서, 제품설계로부터 가공 공정 및 가공기, 가공 공정들간의 순서, 공작물 셋업 방법, 공구, 가공조건 등을 결정하며⁽¹⁾, NC 프로그램 생성을 공정계획 내용에 포함하여 정의하기도 한다. 컴퓨터를 이용한 공정계획 시스템(Computer Aided Process Planning)은 공정계획 생성방법에 따라, 가공형상 별로 가공방법을 논리적으로 추론하는 창생적(generative) 방법과 가공품을 GT(Group Technology) 코드 등으로 표현한 후 유사한 코드 즉, 유사한

형상을 갖는 부품들로 이루어진 부품군에 대하여 사전에 정의된 표준 공정계획을 추출하여 편집하는 변형적인(variant) 방법으로 나뉜다. 창생적인 방법은 가공형상을 CAD 모델로부터 자동 인식하는 전 처리 과정 즉, 형상인식(feature recognition) 기능이 포함될 경우 이를 자동 공정계획(Automatic Process Planning) 시스템으로 따로 구분하기도 한다.⁽²⁾ 창생적인 방법은 완전히 새로운 부품에 대해서도 공정계획을 창조할 수 있는 장점이 있고 형상인식 기능은 설계에서 생산에 이르는 완전 무인화의 핵심 기술로서 많이 연구되고 있다. 창생적인 공정계획 시스템이 성공적으로 적용되기 위해서는 모든 가공 형상들이 명확히 정의되어야 하고

* 고등기술연구원 생산기술연구실

가공형상별 가공방법 선정 기준도 분명해야 한다. 그러나, 이러한 지식들을 정형화하고 이를 추론하는 연구는 많이 진행되어있는 반면 공정계획에 필요한 지식 자체에 대한 연구는 미흡한 형편이다. 추론에 필요한 지식의 상당 부분은 현장 작업자들의 지식에 의존하여야 하나, 작업자들의 지식은 주관적이고 부정확한 면이 많아 이를 일반화하는 게 어려움이 있다. 또한, 가공 형상들은 대상 공장에 따라 즉, 보유한 가공기들과 생산제품의 특징에 따라 다르게 정의되고, 가공 방법 또한 표준 치그 및 공구들에 따라 달라지므로 현장 적용을 위해서는 적용 대상이 되는 공장에 연관된 지식 구축이 반드시 필요하다. 이를 해결하기 위한 노력들이 일부 성과를 보이고 있기는 하나⁽³⁾ 현장에서서의 안정적인 적용에는 시간이 소요될 것으로 보인다. 반면에 변형적 방법은 가공형상별 가공방법 지정 논리 등이 명시적으로 표현되지 않으나 과거의 공정계획들을 참조함으로써 모든 현장지식들이 데이터베이스에 암시적으로 포함되어 있는 형태이므로 현장에서의 활용가능성이 높다.

본 연구에서는 현장에서의 활용도를 최우선의 목표로 삼아 자동차 프레스 금형 공장을 대상으로 변형적 공정계획 시스템을 개발하였다. 먼저 공정 분석 및 생산 프로세스 리엔지니어링을 통하여 표준 공정을 설정하고 이를 데이터베이스로 구축하였으며 전산화하였다. 본 시스템을 적용함으로써 현장에서 흔히 발생하는 가공 누락에 의한 재가공(rework) 및 과도한 수사상 작업을 제거하였으며 가공에 관련된 현장 know-how 를 축적함으로써 향후 설계 및 생산을 개선할 수 있는 기반을 구축하였다.

본 논문은 먼저 프레스 금형을 가공형상에 따라 분류한 후 금형에 대한 공정분석 및 공정 표준 설정 과정 및 가공시간을 예측하는 기능에 대하여 설명하고, 공정계획 시스템의 기능 및 운영방법에 대하여 기술한 후 결론에서 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 금형공장 공정분석 및 표준화

2.1 프레스 금형 개요

자동차 차체 프레스용 금형 가공에 대한 공정 분석과 표준화에는 자동차 차체 프레스 공정과 각 프레스 공정에 사용되는 금형 및 금형을 구성하는

각 부품에 대한 이해가 요구된다.

자동차의 차체를 성형하기 위한 프레스 공정은 일반적으로 Blanking, Draw, Trim, Flange 등의 공정을 거치며, 판넬(Panel)의 형상을 일차 성형하는 Draw 공정은 프레스의 구조에 따라 Single Action 과 Double Action 으로 분류된다. 각 프레스 공정마다 사용되는 금형 한 세트는 다수의 부품으로 구성되며, 사용되는 프레스 공정에 따라 Blanking Die, Draw Die, Trim Die, Flange Die 등으로 불린다. 금형 한 세트를 대형 부품 단위로 볼 때, Double Action Draw Die 의 경우 상형 Punch, 하형 Die 및 상형 Blank Holder 의 세 부품으로 구성되며 Trim Die 의 경우, 상형 Die, 하형 Die 및 Pad 로 구성된다. 금형제작은 스티로폼으로 제작된 금형 패턴을 이용하여 주물을 제작한 후 주물에 대한 절삭가공을 거쳐 연마가공과 tryout 성형을 반복하며 양산 금형이 생산되며, tryout 성형 전까지는 대형 금형 부품 단위로 제작이 이루어진다.

절삭가공은 대형 부품 단위로 이루어지며, 가공이 필요한 부위는 크게 형상부와 구조부로 나뉜다. 형상부는 차체성형을 위해 최종 판넬 형상에 직접 접촉하는 일차적인 부위로 판넬 형상에 따라 달라지며, 구조부는 지지, 슬라이딩, 가이드, 힘의 전달 등을 위한 이차적인 부분으로 판넬 형상과는 무관하고 프레스 공정에 따라 달라지는 부분이다. 구조부는 금형이 최종 사용될 프레스의 구조특성과 금형부품을 가공할 가공기의 특성 등에 따라 서로 달라진다. 금형부품의 가공 자동화의 어려움은 일차적인 형상부보다는 이차적인 구조부에 있다. 형상부의 경우 CAM 시스템의 발달과 더불어 형상부위 설계에서 NC 프로그램 생성 및 가공까지 자동화가 가능하지만, 구조부의 경우 가공 기준면 및 프레스 성형 시의 기준면과 기능면 등을 포함하고 있어 스티로폼 주물 패턴의 완전한 3 차원 CAD 모델링과 주조 시의 수축율 등에 대한 완전한 해석이 가능하거나 입고된 주물에 대한 정밀 측정의 의한 모델링 등이 선행되지 않고서는 완전 자동화는 불가능하다.

2.2 가공공정 분석

본 연구에서는 금형 가공 표준 공정계획을 정의하기 위하여 현재의 금형 가공공정을 분석하였다. 분석 도구로 미 공군이 시스템 분석 및 설계 용으로 1980 년대에 개발한 방법론인 IDEF

(Integration DEFinition)를 이용하였다.⁽⁴⁾ Fig. 1 은 금형공장의 공정분석을 통한 “금형 가공을 위한 표준 공정계획 선정” 방법을 도시한 IDEF0(Function Modeling Method) 모델이다.⁽⁵⁾

표준 공정계획을 정의하기 위해서는 먼저 가공품을 부품군으로 분류하여야 한다. 금형부품은 판넬의 형상과 무관하게 프레스 공정별로 유사한 부품으로 구성되므로 먼저 프레스 공정별로 금형 세트를 분류한 후 대형 부품 단위로 분류한다.

Fig. 1 에서는 부품군 분류를 위한 프레스 공정 분류, 금형 세트 분류, 금형 부품 분류 단계와 각 부품군 별로 표준 공정을 정의하기 위한 가공공정 분류 및 표준 공정계획 작성단계로 나누었다.

공정 분류를 위해서는 프레스의 구조적인 특징과 가공기의 특징, 가공 Feature 특성 등을 반영한 분류기준이 마련되어야 하며, 이를 위해서는 설계와 생산부문 간 가공형상 및 가공방법에 관련된 용어들의 표준화가 이루어져야 한다

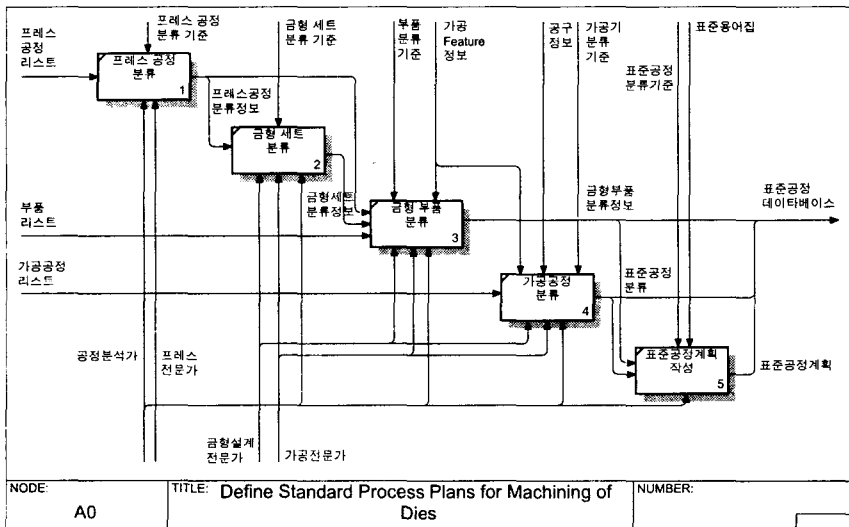


Fig. 1 IDEF0 Model for “Define Standard Process Plans for Machining of Dies”

2.3 금형 부품 분류

Fig. 1 에서 본 바와 같이 부품 분류를 위해서는 프레스 공정 분류, 금형 세트 분류가 사전에 완료되어야 한다. 금형부품은 대형 부품을 대상으로 분류하였으며, 공정계획 유사성 기준으로 보아 판넬 형상부의 특징은 고려하지 않았다. 형상부의 경우 통상적으로 구조부와 별개로 surface modeling 에서부터 NC 프로그램 생성까지 자동으로 이루어지며, 프레스 금형의 특성상 한 쪽면에만 존재하여 단일 셋업으로 가공이 가능하므로 공정계획 시 ‘형상부 가공’이라는 하나의 공정으로 간주할 수 있기 때문이다. Table 1 은 금형 부품을 15 개로 분류한 결과를 보여준다. Table 1 의 부품 분류체계에서는 차종에 따라 금형의 크기와 차체 부위에 따라 판넬의 종류 등이 달라져도 금형 부품의 크기

에만 영향을 주며 가공 공정 기준으로 보면 하나의 부품군 내에서는 큰 차이가 없다.

2.4 공정 분류

공정은 장비의 종류, 가공정도 등의 요소를 고려하여 중공정과 각 중공정을 구성하는 단위공정으로 구분하였다. 중공정의 경우, 셋업과 장비가 바뀔 경우에 대하여 새로운 중공정으로 분류하였다. 각 중공정은 다수의 단위가공으로 세분되며, 단위공정 분류는 가공형상의 특징이나 사용공구의 특징 등을 고려하였다. 중공정의 경우 장비 및 셋업에 따라 구분되는 반면, 단위공정은 장비의 가공 정도(精度)와 가공형상의 특징등에 따라 구분된다.

Table 1 Part List for Press Dies Grouped by Press Operations

| Press Op. Code | Press Operation | Part ID | Part |
|----------------|--------------------------------|---------|--------------------|
| 10 | Draw (Single Action) | 11 | Lower blank holder |
| | | 12 | Lower punch |
| | | 13 | Upper die |
| 20 | Draw (Double Action) | 21 | Upper blank holder |
| | | 22 | Lower die |
| | | 23 | Upper punch |
| 30 | Trim and Pierce | 31 | Lower die |
| | | 32 | Upper die |
| | | 33 | Upper pad |
| 40 | Others (Flange, Hemming, etc.) | 41 | Lower die |
| | | 42 | Upper die |
| | | 43 | Upper pad |
| | | 44 | Cam driver |
| | | 45 | Cam slider |
| | | 46 | Cam pad |

2.5 표준 공정계획

공정에 대한 분류가 완료되면 부품군 별로 표준 중공정과 단위공정을 할당하여 표준 공정을 작성한다. Fig. 2 는 표준 공정의 일 예로서 Table 1 의 부품 분류번호 (23)의 Double Action Draw 공정에 필요한 금형의 Upper Punch 에 대해 할당된 중공정 간의 관계를 보여준다. 부품분류번호 (23)의 1 차면삭, 2 차황삭, 조립 등과 같은 각각의 중공정 노드들은 다시 단위공정 노드들로 전개된다. 각 단위공정에는 작업표준이나 특징들이 기술되어 있다. Fig. 2 에서 RA03 조립 가공 공정의 경우, 상형 Blank Holder 는 제어번호로서 표시되어 있는데 이는 상형 Blank Holder 가 상형 Punch 와 조립되거나 가공 기준점을 제공할 뿐, 상형 Punch 와 달리 가공 되지 않는 것을 나타낸다. 이것은 또한 조립 가공 시점까지 상형 Blank Holder 가 가공되어져 있어야 함을 의미하며, 따라서 금형 세트단위의 생산 스케줄링 시 고려되어야 한다.

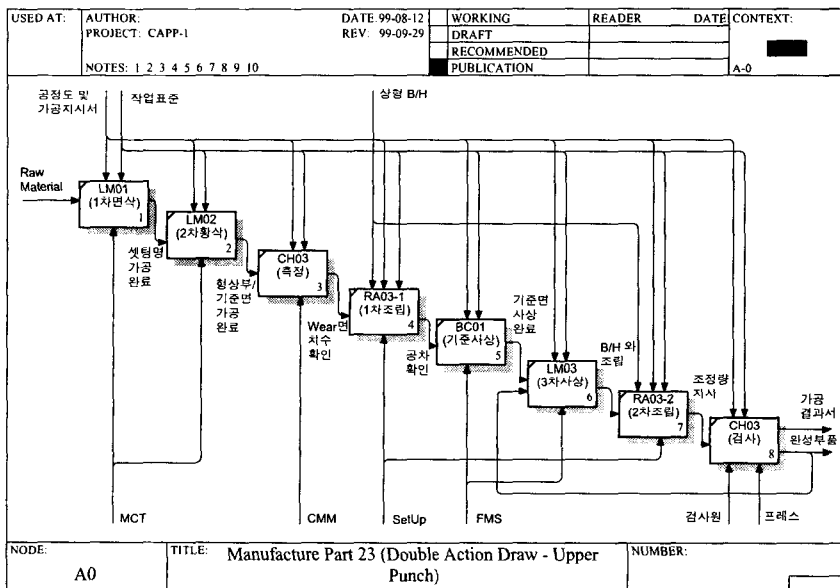


Fig. 2 IDEF0 Model for "Manufacture Part 23 (Double Action Draw-Upper Punch)"

2.6 표준 공정 데이터베이스

공정계획 시스템을 운영하기 위해서 표준 공정계획은 데이터베이스로 구축된다. Fig. 3 은 표

준 공정계획 데이터베이스 구조를 IDEF1x 모델로 표현한 그림이다. (6) Table 1 에서의 부품분류는 "표준 금형세트 분류" 개체(Entity)와 "표준 부품"

개체로 표현하였고, 상기에 의해 분류된 각 부품마다 “표준 공정계획” 개체의 자식개체(Child Entity)로서 “표준 중공정” 개체 및 “표준 단위공정” 개체가 할당되도록 설계하였다. 가공이 필요한 신규 부품에 대하여 상기 분류기준에 의해 부품을 분류하면 해당 부품군에 대한 유일한 표준 공정계획 하나가 선택되어진다. 표준 공정계획은 순서를 가진 중공정 리스트와 단위공정을 포함하고 있으며, 이는 특정 부품에 대한 공정계획이라기보다는 해당 부품군에 공통적으로 발생하는 공정들의 집합이다. 공정계획 작성 시 사용자는 특정 급형 부품의 특징을 고려하여 해당 단위공정을 선택하게 된다. 각 단위공정은 예상 소요시간을 산출할 수 있는 산출식이나 표준소요시간을 포함하고 있어서 전체 소요시간예측에 대한 기초자료를 제공할 수 있도록 설계하였다. 또한 단위공정별로 유사용어를 정의하여 작업자들간에 발생할 수 있는 의사소통의 오류를 방지토록 하였다.

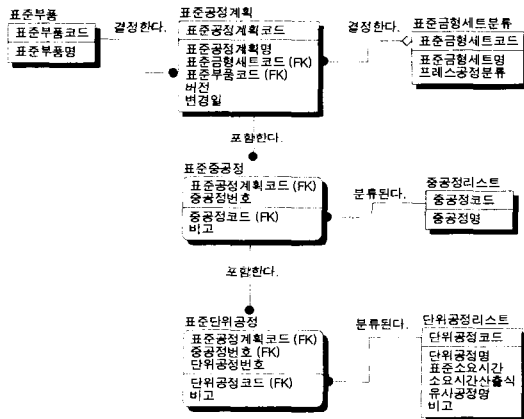


Fig. 3 IDEF1x Model for Standard Process Plan DB

3. 가공시간 예측

공정계획 단계에서의 가공시간 예측방법은 가공면의 형상을 고려하여 수학적으로 계산하는 방법과 GT 코딩 등을 이용하여 가공물을 분류한 후 가공물 전체의 부피 또는 중량에 비례하여 그래프 또는 산술식으로 개략적으로 추정하는 방법 등이 있다.⁽⁷⁾⁽⁸⁾ 본 연구에서는 단위 가공별로 가공면 형상의 크기, 복잡도, 수량 등에 따라 추정하는 방식

을 채택하였다. 가공형상에 따른 가공시간 계산방법은 작업자에 의한 지식의 축적, 공정의 변화에 따라 가변적이라는 가정 하에 수식을 프로그램화하는 대신 가공형상별 계산식을 데이터베이스에 저장함으로써 사용 중 발생할 수 있는 프로그램 유지보수 문제를 해결하였다. 먼저 형상관련 변수들을 정의한 후, 이들 변수들과 '+', '-', '*', '/'의 4 칩 연산자 및 '(', ')’를 이용하여 계산식을 정의하여 데이터베이스에 입력한다. 사용자로부터 형상관련 변수에 대한 값을 입력받으면 프로그램에 내장된 parser 에 의하여 계산식을 해석한 후 이를 실행하는 절차에 의하여 가공시간을 추정하게 된다. 계산식은 경험에 의한 수식, 예를 들어 가공형상의 수에 비례하는 함수와, 기하학적 정보에 의한, 예를 들어 가공면의 크기에 따른 계산식으로 구성되어 있다. 본 방식에서는 작업자들의 편의성을 위하여 기준 가공시간을 제시하며, 가공 know-how 가 축적되는 대로 데이터베이스에 저장된 수식을 수정함으로써 프로그램의 수정 없이 지속적으로 가공시간 예측정도를 개선해 나갈 수 있다. Fig. 4 와 Fig. 5 는 단위가공별 가공시간 계산식을 입력하는 화면과 가공시간 예측을 실행한 장면이다. Fig. 4 에서 셋팅면 가공시간 예측 수식 입력 장면을 예로 보여 주는데, 황삭과 정삭에 대하여 횡수, 횡수별 가공 path 수로 수식을 표현하였으며 급형 크기에 따른 가중치를 곱하게 되어 있다. 실제 가공시간 예측 시에는 Fig. 5 에서 이들 변수에 대한 값을 입력하여 가공시간을 계산한다.

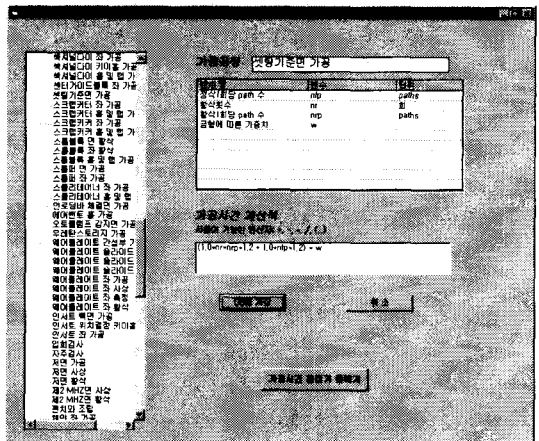


Fig. 4 Equation Editor for Estimating Machining Time

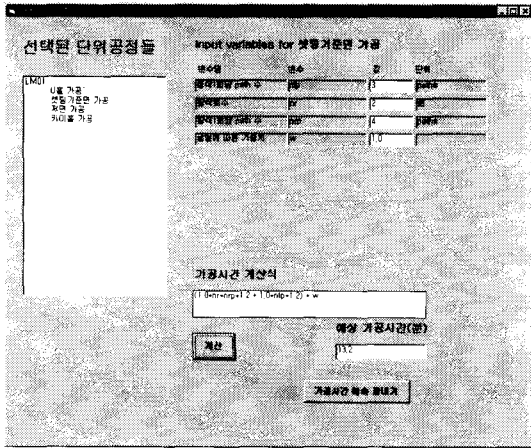


Fig. 5 Estimator for Machining Time

4. 공정계획 시스템 MP3D

4.1 MP3D 시스템 개요

공정계획 시스템 MP3D 는 앞서 설명한 표준 공정을 토대로 구축된 시스템으로서, 금형 가공 시 발생할 수 있는 가공누락 및 치수오동 등에 의한 불량률 최소화함으로써 재가공을 방지하고, 금형 가공이력 등을 관리하여 생산성 향상을 목적으로 한다. MP3D 의 주요 기능으로는 표준 공정을 관리하는 기능, 표준용어를 관리하는 기능, 가공순서표(작업지시서)를 발행하고 관리하는 기능, 가공시간 계산 기능 등으로 나눌 수 있다.

4.2 MP3D 시스템의 메뉴구성 및 기능

MP3D 시스템의 주 기능은 가공순서표 관리, 표준 공정 관리, 표준 용어 관리, 프로젝트 관리, 가공시간 관리로 구성되어 있으며, 부가 기능으로는 사용자 관리, 표준가공공정 보기, 도움말로 구성되어 있다. Fig. 6 에 나타난 MP3D 시스템의 주요 기능은 다음과 같다.

(1) 가공순서표 관리

표준가공공정에 따라 신규 가공순서표를 작성하고 발행하는 가공순서표 작성 기능 및 이를 조회하고 편집하는 기능을 갖추고 있다. 또한 가공 완료 시에는 실적 공수 및 현장 작업자의 의견 등을 입력한다.

(2) 표준 공정 관리

각각의 금형공정에 대한 표준 공정을 조회하고 출력하는 기능 및 각각의 금형부품에 대하여 단위공정 및 중공정을 편집할 수 있다.

(3) 표준 용어 관리

용어의 통일을 목적으로 단위공정, 중공정, 장비 및 소재의 재질 등과 관련된 표준용어의 설명, 유사용어의 등록, 조회 및 편집 등을 한다.

(4) 프로젝트 관리

자동차 모델 및 각 부위의 판넬로 정의되는 프로젝트 번호를 등록하며 관련 금형부품을 조회할 수 있다.

(5) 가공시간 관리

해당 금형의 단위공정에 대하여 가공면 형상의 크기, 복잡도, 수량 등에 따라 가공시간을 계산하는 계산식을 편집하고, 계산식에 근거하여 가공시간을 예측한다.

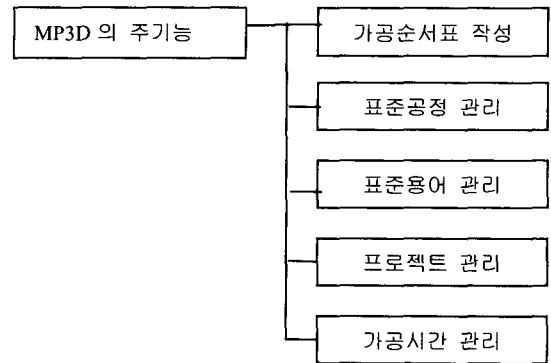


Fig. 6 Main Functions of MP3D

4.3 MP3D 시스템에 의한 금형 가공 공정

MP3D 시스템은 공정계획을 작성하는 소프트웨어와 더불어 Fig. 7 과 같은 금형 가공 절차를 포함한다. 금형설계부서에서 도면이 출도되면 가공순서표 발행 담당자는 출도된 도면에 해당하는 표준공정표를 MP3D 시스템에서 출력하고, 표준공정표를 기준으로 도면에 가공부위를 표시하면서 형상, 치수, 수량 등의 가공정보를 표준공정표에 기록한다. 이와 같이 작성된 표준공정표를 기준으로 MP3D 시스템에서 가공순서표를 작성하고 Fig. 8 과 같이 발행한다. 가공부위가 표시된 도면과 가

공순서표는 금형주물이 입고되면 현장으로 투입되고, 현장 금형 가공 담당자는 가공부위가 표시된 도면과 가공순서표의 지시대로 금형을 가공하며 가공순서표에 표시되지 않은 가공을 임의로 수행하지 않는다. 가공담당자는 하나의 단위가공이 완료될 때 마다 가공시작시간과 종료시간을 가공순서표에 기록하여 실제 가공시간의 이력을 남기고, 가공순서표에 완료된 단위공정을 표시함으로써 다음 작업자가 가공진행 상황을 알 수 있도록 하며, 가공상의 문제점 및 건의사항을 기록하여 가공개선을 위한 이력을 남긴다. 이러한 공정을 통하여 완료된 금형의 가공순서표는 가공순서표 관리 담당자에게 전달되어지고, MP3D 시스템에서 가공완료확인, 실가공시간 등을 입력함으로써 하나의 금형부품에 대한 가공공정이 완료된다.

MP3D 시스템에 의한 금형 가공 공정과 기존 금형 가공공정을 비교할 때, 기존 가공공정에서는 현장 가공담당자 개개인의 도면 판독기술 및 know-how 에 의존하기 때문에 가공누락 및 가공불량으로 인한 재가공(Rework)이 많았지만, MP3D 시스템에 의한 가공공정에서는 표준 공정계획 시스템에 의해서 모든 가공순서표가 발행되기 때문에 기존가공공정에 비하여 재가공이 크게 감소하여 생산성 향상을 기대할 수 있다.

**DWMC 프레스 금형
가공순서표**

발행번호 : MP1999-0007

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| 작업자 : 이창호 | 발행일 : 99-04-28 |
| 도면번호 : RD8163 | 작성일자 : 99-09-11 |
| 판공명 : CANTRAIL OTR RR LR(HIGH) | |
| 공정번호 : 30 | 부품명 : UPPER PAD |
| 가공시간 : 8830 분 | 재료 : PC30 |

| | | | | | |
|--|--------------------------------|---------------|--------|-------------|-----|
| 가공시작일시 | | 1차가공 (LMO1) | | 사용장비 : COPY | |
| NO | RD8163-3-10 | 종공명 | | | |
| ~ 절단 용삭 ~ 냉동용삭 가공 ~ 스토포스톤에서 용삭(175.0) ~ 커터용 가공 ~ 웨이퍼라인에서 용삭 가공 ~ 서이드로 간삭부 가공 ~ 가공관사 ~ 선밀가공용 가공 ~ 지면 가공 | | | | | |
| 비고 | 가공순서표 상수(데이터)는 0을작성하여제거 검토 있음. | | | | |
| 가공종료일시 | | 기준시간 | 2100 분 | 실가공시간 | 0 분 |

| | | | | | |
|---|---------------------|-------------------|-------|-------------|-----|
| 가공시작일시 | | PAD 가공검정 (PC01) | | 사용장비 : COPY | |
| NO | RD8163-3-20 | 종공명 | | | |
| ~ DDH 용삭 ~ 스토포스톤의 조화 ~ MHZ 용삭 ~ DDH 용삭 ~ 냉각 | | | | | |
| 비고 | MHZ용삭 표시된 부위에 가공 있음 | | | | |
| 가공종료일시 | | 기준시간 | 200 분 | 실가공시간 | 0 분 |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|--------|-------------|-----|
| 가공시작일시 | | 2차가공 (LMO2) | | 사용장비 : COPY | |
| NO | RD8163-3-30 | 종공명 | | | |
| ~ 절삭 용삭 ~ 절삭용삭 용삭 ~ 기타간삭부가공 | | | | | |
| 비고 | 표준공정관리인 도면검조 | | | | |
| 가공종료일시 | | 기준시간 | 6300 분 | 실가공시간 | 0 분 |

| | | | | | |
|------------|--------------------------|---------------|-------|---------------|-----|
| 가공시작일시 | | 후반조립 (RA03) | | 사용장비 : RADIAL | |
| NO | RD8163-3-40 | 종공명 | | | |
| ~ 기타 용삭 용삭 | | | | | |
| 비고 | Check point 및 도면상조정이 누락됨 | | | | |
| 가공종료일시 | | 기준시간 | 230 분 | 실가공시간 | 0 분 |

- 1 of 2 -

Fig. 8 Operation Sheet

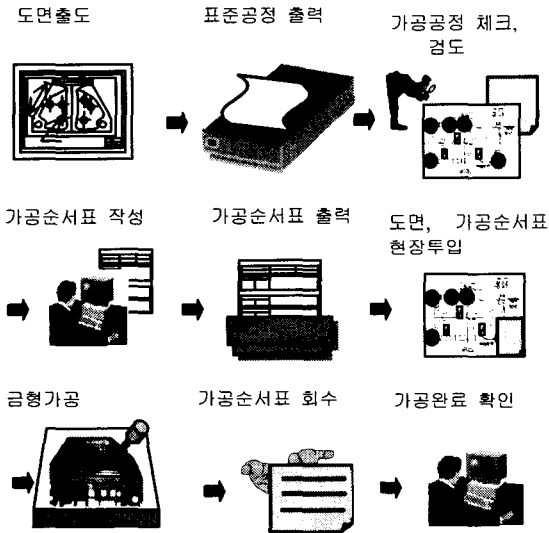


Fig. 7 Manufacturing of Dies by MP3D system

5. 결론

본 논문에서는 자동차 금형 가공공장을 대상으로 개발된 변형적인 형태의 공정계획 시스템에 대하여 설명하였다. 금형들을 프레스 공정별로 나눌 경우, 성형부위를 제외하면 차종 및 판넬에 무관하게 나머지 구조 가공 부분이 유사함에 착안하여 금형을 세트별로 분류한 후 이를 구성하는 대형 부품 단위로 총 15 가지 부품으로 구별하였다. 각 금형 대형 부품 별로 셋업방식에 따라 중공정 단위로 표준 가공방법을 설정한 후 각 중공정을 단위공정으로 분류하였다. 이를 토대로 공정계획 시스템을 구축하였으며 각 단위공정 단위로 가공시간을 예측하는 기능을 구현하였다. 가공시간 계산 모듈은 계산식을 데이터베이스에 저장하여 이를 parsing 하여 수행하는 방법으로 구성되어 프로그램 수정 없이 계산식을 수정, 적용할 수 있도록 함으로써 지속적으로 가공시간 예측 기능을 개

신할 수 있도록 하였다.

본 연구 결과 금형공장의 가공업무가 표준화 되었으며, 표준화된 작업지시서에 따라 가공이 이루어짐으로써 가공누락 및 재가공, 과도한 수사상 등에 의한 가공손실 및 품질 저하를 방지할 수 있게 되었고, 금형공장은 물론 외주 협력업체에 걸쳐 금형 진도 관리를 효율적으로 할 수 있게 되었다. 또한, 모든 금형가공 업무가 표준 데이터에만 의거하여 이루어지도록 함으로써 표준 공정계획에서 개선되어야 할 내용들이 명시되고 지식으로서 축적되도록 하였다.

본 논문은 공정계획 시스템 도입 단계별로 공정분석 방법, 공정계획 시스템 개발, 공정계획에 의거한 생산관리 방법에 대하여 기술함으로써 유사한 공장에 공정계획 시스템을 도입할 때 참조가 되도록 하였다. 공정계획 시스템은 향후 자동차 금형공장에 구축되어 있는 생산계획 시스템과 연계하여 금형생산 진도 관리 시스템을 구성하고, 협력업체들까지를 포함한 실시간 금형 생산관리 시스템을 구축할 계획이다. 또한 자동차 금형공장이 3 차원 솔리드 CAD 에 근거한 설계 및 생산 체제를 갖춰나감에 따라 표준 가공형상 기반 준창생적 공정계획 시스템을 계획하고 있다.

Design for Manufacture and Assembly, Dekker, pp. 240-318, 1994.

8. 小野 茂, 白石一男, 坂田眞一, 渡邊判一, 茶木茂義, 最新 加工コスト見積り技術, 総合技術センター, 1988.

참고문헌

1. I. Ham and S. C.-Y. Lu, "Computer-Aided Process Planning: The Present and the Future," Annals of CIRP, Vol. 37, No. 2, pp. 591-601, 1988.
2. T.-C. Chang, Expert Process Planning for Manufacturing, Addison-Wesley, 1990.
3. 한국과학기술연구원, 공정계획 및 품질관리 기술개발에 관한 연구, 산업자원부/과학기술부, 1998.
4. R. J. Mayer, M. K. Painter and P. S. deWhite, "IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and business Re-engineering Applications," Knowledge Based Systems, Inc., 1994.
5. R. J. Mayer "IDEF0 Function Modeling," Knowledge Based Systems, Inc., 1994.
5. R. J. Mayer, "IDEF1x Data Modeling," Knowledge Based Systems, Inc., 1994.
7. G. Boothroyd, P. Dewhurst, and W. Knight, Product