

# 인젝션 금형에 있어서의 CAD/CAM/CAE 구체사례

발췌인 \_ 박석환 \_ 한국기계연구원 기계시스템안전연구본부 \_ swpark@kimm.re.kr

## 1. 머리말

최근 인젝션금형 제조현장에서는 3차원 금형설계가 일반적으로 행하여지게 되었다. 3차원 데이터를 효과적으로 활용하기 위해서는 설계방법과 가공수순의 노하우를 시스템화하는 것이 중요시되어진다. 그 효과로서 설계미스의 절감 및 후공정(플레이트 가공 및 발주)공수의 절감 등을 들 수 있다. 또한, 금형설계가 3차원화 된다는 것에는 설계부터 제조공정에 이르기까지의 3차원 데이터를 일원화 하는 것도 포함되어 왔다. 공통의 데이터를 사용하고 상호간에 데이터 교환이 매끄럽다는 것으로부터 작업공수의 절감이 기대된다.

본고에서는 인젝션금형 메이커(Maker)에서 3차원 데이터를 효과적으로 활용하기 위한 시스템 구축사례를 소개한다.

## 2. 사용 시스템

본고에서 사례로 소개하는 CAD/CAM 시스템은 <Space-E>이다. <Space-E>는 부품 메이커의 생산기술부 및 금형부에서도 많이 사용되고 있지만, 금형메이커에서의 사용비율이 가장 높다.

## 3. 3차원을 중심으로 한 시스템 구축

3차원을 중심으로 한 시스템 구축을 위해서는 먼저, 금형설계 및 제작업무의 표준화, 즉 설계수순의 상세화와 수직화가 중요하다. 또한, 현황 업무 프로우를 명확히 하여, 이상적인 시스템 운용을 행할 시의 업무 프로우를 정리해 둘 필요가 있다. 전체적인 업무 프로우를 파악하지 못하면 개혁적인 시스템 구축에 의한 운용은 실현될 수 없다(그림 1).

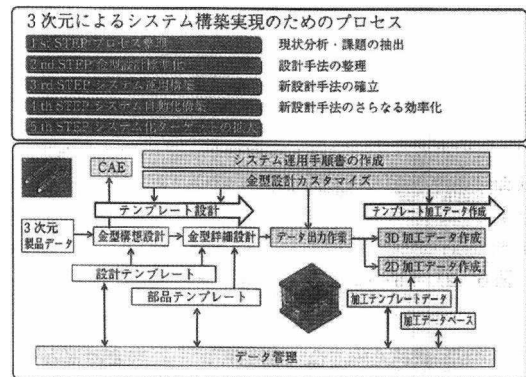


그림 1. 시스템구축 프로세스와 성과물

## 4. 템플릿 설계 운용

일반적으로 템플릿 혹은 데이터베이스를 활용하여 시스템을 운용하게 되면 업무효율화를 크게 기대할 수 있다. 또한, 그 효과를 지속시키기 위해서는 노하우를 지속적으로 축적하고 시스템에 반영시킬 필요가 있다.

지속적으로 노하우를 축적하기 위해서는 실작업의 전후에서 템플릿 구축작업이 가능하게 되면 이상적이다. 실작업 전에는 작업의 <段取り(순서, 절차)>로서 템플릿을 구축을 한다. 실작업 후에는 실작업에서 발생한 템플릿의 <발전성> 및 문제점의 <개선>을 템플릿으로 모아서 작업을 행한다. 다시 말해 PDCA 사이클을 반복함으로써 노하우를 축적하고, 템플릿 운용을 원활하게 한다(그림 2).

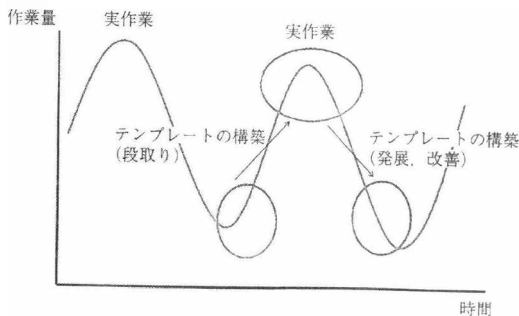


그림 2. 템플릿 구축 운용안

## 5. CAE에 대한 요구

수지금형에 있어서 주로 요구되어지는 해석은 2개로 분류된다. 1개는 제품부의 성형성 해석이다. 수지 유동해석에 의해 충전성 및 되돌림 등의 해석을 행한다. 다른 1개는 구조해석이다. 특히 중대형의 금형에서는 사출압 및 형압에 의한 금형의 처짐 및 금형의 파괴 등의 문제가 발생한다. 또한 편 등의 좌굴해석도 필요하다.

3차원 데이터를 유효하게 활용하기 위해서는 CAD와 해석시스템간의 매끄러운 운용이 필요하다<sup>1)</sup>. 해석

결과를 제품모델 데이터 및 게이트 위치 등에 반영하기 위해서는 파라미터릭한 형상 변경이 가능한 템플릿 부품을 작성하는 것으로 대응할 수 있다.

금후 기술적으로 중요한 해석시스템은 설계의 최적화이다<sup>2)</sup>. 수지유동해석 및 구조해석에 있어서도 결과를 확인하고 시행착오 하는 것만이 아니라, 최적해를 도출하는 것이 기대되어 진다. 그러나 최적해가 복수로 존재한다든지 해가 발산하는 경우도 많기 때문에 조건을 정밀히 반영하지 않는 한 자동화가 매우 어렵게 된다. CAD시스템에서 실현가능한 설계 최적화 사례로서는 서스펜션 볼트의 위치최적화 및 냉각관의 최적배치 등이 있다. Space-E에서는 이들에 관한 최적화 기능이 준비되어 있고, 금형설계 데이터에 반영시키는 것이 가능하다.

효율적으로 시스템을 운용하기 위해서는 해석조건 및 해석결과와 CAD반영 방법을 수순화하는 등 운용의 노하우를 축적하는 것이 복수의 시스템을 운용하는 데에는 중요하다.

## 6. 금형모델링

금형 모델링은 설계단계와 가공단계 2개로 분류하는 것이 가능하다. 설계단계에서는 <데이터 check>, <데이터 수정>, <금형요건 종합반영>, <PL의 작성>, <카비코어 분할> 등이 행해지고, 가공단계에서는 <버릴 면 작성> 및 <가공영역 작성> 등의 모델링 작업이 행해진다.

근년에는는 데이터 품질의 향상 및 기능 향상에 따라 모델링 작업공수가 감소해 오고 있다. 그렇지만 금형의 모델링에는 아직도 많은 공수가 소요되는 현황이다.

모델링 작업에 있어서는 모델링 방법이 확립되어 있지 않으면, 여러 가지 방법을 테스트해야 하기 때문에 공수가 커지게 되어 버리는 경우가 많다. 공수를 절감하는 예로서 사용하는 코멘드의 종류 및 코멘트 설정

방법 등을 정리하여 모델링 수준 정리를 해 줌으로써 모델링 공수를 절감하는 것이 가능하다. 수순화 하였던 것을 노하우로 활용함으로써 모델링 효율을 향상시킨 경우가 많다.

### 7. 유닛 부품에 의한 3차원 설계 효율화

3차원 금형설계에 있어서 이상적인 설계는 템플릿 설계에 있고, 템플릿 부품의 구축이 중요하게 된다. (그림 3)<sup>3)</sup>.

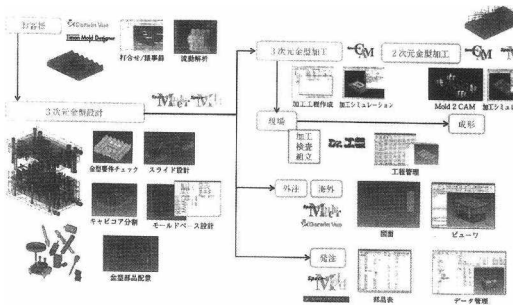


그림 3. 3차원 금형설계를 중심으로 한 시스템 구축

금형부품 및 구멍의 유닛화를 행하고, 템플릿 부품으로 등록하여 사용함으로써 3차원 설계 공수는 대폭적으로 절감할 수 있다. 그러나 금형 메이커에서 사용하는 금형부품은 품목별로 형상이 고유한 것이 많고, 게다가 구매처 메이커에 따라 금형형태가 다른 것이 현황이다. 그러나 품목별 형상이 고유하다 할지라도 사용되는 것이 많은 금형부품부터 템플릿 부품으로 구축함으로써 템플릿 설계는 실현가능하게 된다. 템플릿 부품 구축에서는 주요한 다음 2개의 사항을 고려하지 않으면 안 된다. 먼저 템플릿을 사용할 시의 효율성이다. 템플릿 부품이 사용성에 좋을까 아닐까하는 것은 설계자에 있어서 가장 중요한 판단요소이다. 또 하나는 템플릿을 구축할 시의 효율성이다.

사용하기 쉬운 템플릿 부품으로서, 실설계에서 활

용될 수 있는 부품데이터이고 설계 노하우를 잘 반영시킬 수 있는 것이 중요하다. 설계 노하우를 잘 반영시킴으로써 적은 수작업 수로 부품의 설계 및 배치를 수행할 수 있게 된다. 또한 부품배치의 수작업 수를 절감하는 기능으로서, <예약어>라 불리는 기능이 있다. 이 예약어 기능을 사용함으로써 부품배치 시에 배치하는 부품과 배치된 부품간의 파라미터를 자동적으로 링크 작성하는 것이 가능하다. 실작업에서는 CAD 내 조작에서 마우스 클릭이 많든지, 파라미터를 입력하는 작업이 많게 되면 설계자에게는 부하가 된다. 설계자에게 있어서는 수작업 수 절감에 의한 큰 효과는 설계자의 부하가 감소된다는 데에 있다. 금형의 동작을 템플릿 부품으로 모아서 반영하는 것도 가능하다. 슬라이드 유닛을 예로 들자면, 슬라이드 유닛에 금형의 개폐량 파라미터를 작성하고, angular pin을 뽑는 것으로서 슬라이드가 멈추도록 작성하여 둔다 (그림 4). 이러한 작업 구조를 모아 반영함으로써 슬라이드 개폐시의 간섭 체크 및 슬라이드 핀의 위치결정 등 구체적인 설계 현장에서 설계효율을 향상시킨다.

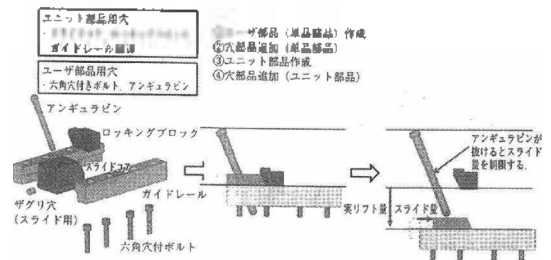


그림 4. 템플릿 모델 구축의 흐름

템플릿 부품을 구축하는 흐름을 기술하자면, 먼저 단품부품의 작성, 배치를 행한다. Space-E/Mold에서는 약 2700 종류의 부품이 등록되어 있다. 그 부품을 사용함으로써 템플릿 부품작성의 작업공수를 대폭적으로 절감할 수 있다. 다음으로는 user 부품과 구멍 부품을 조합시킨다. 그런 후, 구속 및 파라미터를 작성

하게 되면, 부품과 구멍의 위치, 사이즈가 연동되는 <유닛부품>이 완성된다. 유닛을 작성하면서 사내의 부품을 관리하고, 설계자 모두가 활용 가능한 rule을 구축한다(그림 5).

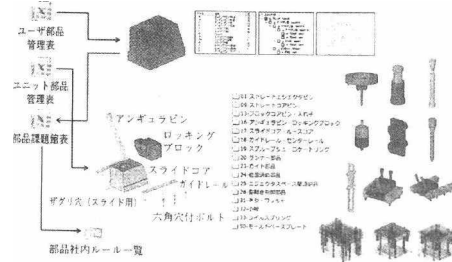


그림 5. 금형 메이커 내에서의 템플릿 부품의 관리 이미지

유닛 부품을 작성할 시, 이전에 작성하였던 유사부품을 활용하는 것으로, 구멍의 위치 및 파라미터 작성 등의 공수를 절감하는 것이 가능하다(그림 6). 부품을 작성할 시의 효율성은 템플릿 설계를 운용함에 있어 하나의 중요한 요소이다.

그러므로 템플릿 설계를 유효하게 하기 위해서는 <段取り(순서, 절차)>가 중요하게 된다. 업무가 빈 시간 등에서 유용(流用)한 빈도가 높은 부품, 이제부터 사용될 부품 등의 예측, 검토를 행함으로써 다음 설계 시간에 효율적인 설계를 실행하는 것이 가능해 진다.

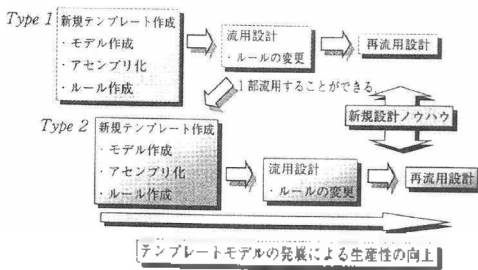


그림 6. 템플릿 모델의 전개도

## 8. CAM 시스템의 구축

CAM에 의한 운용의 효율화를 생각하는 경우, 2차원가공과 3차원가공을 분리하여 생각해볼 필요가 있다.

금형 메이커의 경우 제품형상이 틀릴 경우에도 금형구조의 가공은 표준화하기 쉽다. 플레이트 가공 및 2차원가공에 관해서는 단순한 형상이 많기 때문이다. 3차원가공에 관해서도 템플릿을 작성하는 것에서 상당한 효율화가 가능하다. 단, 제품형상이 한개 품목당 독립된 형상이라든지 부위별로 가공 공정을 숙고하지 않으면 안 되는 형상이라면, 당연히 수작업이 증가한다. Space-E/CAM에서는 공정 파렛에 가공공정 및 공구, 가공영역 등의 복수의 가공요소를 등록하고, 템플릿을 활용할 수 있다. 가공 노하우를 공정 파렛에 등록함으로써 유사품의 가공데이터를 작성할 시 공수는 매우 절감된다(그림 7).

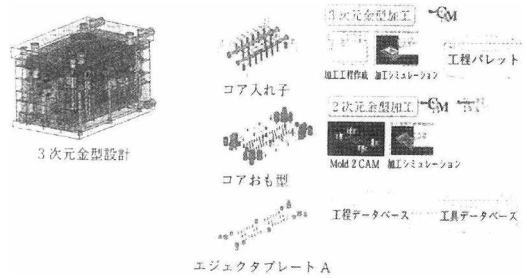


그림 7. CAM에 있어서의 유용(流用)설계와 데이터베이스 구축

금형 플레이트 등의 2.5 차원 형상에 관해서는 Space-E/CAM의 형상인식 기능을 사용함으로써 효율적으로 가공데이터 작성이 가능하다. 형상인식에서는 색속성(色屬性) 구멍부품에 추가하는 것으로 solid 면이 부가된 색부터 구멍종류 및 공차 등의 가공정보를 인식할 수 있다. 2.5차원 형상에 관해서는 가공공정은 표준화하기 쉽고 자동화하기도 쉽다<sup>4)</sup>.

가공용 템플릿과 가공 데이터베이스를 구축한다는 것은 <경험>과 <지식>이라 불리는 노하우가 필요하

지만 어떻게 그 노하우를 축적해 나갈까가 중요하다. 특히 3차원의 가공데이터를 작성하는 작업은 표준화가 어렵다. 그 때문에 처음부터 완벽한 것을 작성하고 자하지 않고 나누어서 조금씩 노하우를 축적하는 것도 하나의 방법이다. 완벽하지 않은 것을 추가해 나감으로써 시간이 경과함에 따라 가공 노하우가 축적되어진다.

### 9. PDM에 의한 일원 데이터 관리

금형설계에서부터 제조공정에서의 task가 진행됨에 따라 제품데이터, 금형데이터, 가공데이터 그리고 document(금형사양서, 제품표) 등의 데이터 량이 확대되기 때문에 관리가 어렵다. 데이터 관리는 PDM을 이용하고 프로젝트 별로 일원 관리하는 것이 소망스럽다.

PDM을 이용하는 경우 운용방법을 확립해 둘 필요가 있다. 사내외의 설계변경에 대하여 데이터의 reversion관리가 되지 않으면 오래된 데이터를 사용하여 설계를 진행해 버리고 마는 오류 발생가능성이 있다. 금형메이커에 있어서 PDM은 아직 침투되어 있지 않으나 데이터 관리시스템도 중요한 시스템의 하나이다.

### 10. 맺음말

수지금형에 있어서 3차원설계를 중심으로 한 구체 사례를 소개하였지만 시스템 구축에 있어서의 테마는 많이 남아 있다. 금후에도 고객의 문제해결을 위하여 적극적으로 대응해 나아가야 할 것이다.

#### 참고문헌

- 1) 藤井裕之 : 型技術, 25, 7 (2010) 52.
- 2) 是澤廣之, 鈴木裕 : 成形加工, 21, 4 (2009) 188.
- 3) 橋口淳一, 杉原隆夫 : 型技術, 25, 7 (2010) 48.
- 4) 橋口淳一, 阿部昭久, 鈴木貴亮, 伊藤順 : 型技術, 22, 14 (2007) 16.

<<일본정밀공학회지, Vol.77, No.7, 2011>>

본 기사는 한국기계연구원의 박성환 편집위원이 "일본정밀공학회지" 2011년 7월호 pp.644-647을 번역한 것으로 일본정밀공학회지의 연락처는 다음과 같다.

- 주소 : ㊦102-0073 東京都千代田區 九段 北 1-5-9 (九段誠和Building 2F)
- 전화 : +81-3-5226-5191 / FAX : +81-3-5226-5192
- URL : <http://www.jspe.or.jp/>