

모듈화 개념을 도입한 하이브리드 다이 템플릿

박홍석*(울산대 기계·자동차공학부), 정진형(울산대 기계·자동차공학부 대학원)
이규봉(한국생산기술연구원)

Modular based hybrid die template

H. S. Park (School of Mech. And Auto. Eng. UOU),
J. H. Jung (Graduated school of Mech. And Auto. Eng. UOU)
G. B. Lee (KITECH)

ABSTRACT

Nowadays, because of the frequent market change and variable customer requirements, product life-circle is becoming shorter. So, automobile companies are forced to rapidly develop new products and efficiently reduce both manufacturing lead time and cost, with the world level quality. Among them, Press Die is not only just a bottle neck but also an important resource exerting certain effect in quality of car body appearance.

Since 2000, due to efforts to reduce the time of design phase, many companies have used 3D design methods. Actually the method didn't reduce the period of design because the company didn't develop the best practice. This paper wish to solve this problem by modular based hybrid dies template.

Key Words: Die Design(프레스 금형설계), Standardization(표준화), Modular structure (모듈 구조), Template (템플릿)

1. 서론

최근의 자동차 산업은 소비자 기호의 다양화와 국내·외 시장에서의 기업 간 경쟁 심화, 신기술 개발 경쟁 가속화, 제품 수명주기 단축 등으로 대변되는 급속한 시장 환경의 변화로 인하여 신속한 제품개발 및 설계, 효율적이고 유연한 제조, 개발 기간의 단축, 원가절감 및 품질향상 기술개발 등의 요구를 받고 있다. 이에 따라 기업은 생존을 위한 차별화 전략의 수립 및 신기술의 개발 등의 변화를 모색하고 있다.

특히, 프레스 금형은 신차개발 소요기간 중 가장 오랜 시간을 차지하고 있으며 차체의 외관 품질에도 결정적인 영향을 미치는 중요한 생산요소이다. 따라서 금형제작의 리드타임 단축은 국내 자동차 산업의 국제경쟁력 확보에 필수적으로 요구되는 기술 개발 과제라고 할 수 있다.

자동차업계는 이를 위해 3D 설계방법을 2000년 이후 도입하였지만 효율적인 설계 방법론을 찾지 못하고 오히려 설계자들에게 많은 부담을 주고 있는 실정이다. 효율적인 설계를 지향한다는 것은 무조건적인 최상의 설계와 최적의 설계를 한다는 것이 아니라 주어진 시간 동안에 가장 합리적으로

할 수 있는 최상의 설계'라고 해석되어야 한다.

금형은 크게 실제 작업이 이루어지는 성형부와 이를 뒷받침해주는 구조부, 그리고 표준부품 이렇게 3 가지로 구분될 수 있다. 이 중에서 설계자가 자신의 Engineering 역량을 발휘해야 하는 곳은 실제 Draw, Trim, Pierce 등의 작업이 이루어지는 성형부라고 볼 수 있다. 따라서 구조부 설계기간을 효율적으로 단축할 수 있는 방법론이 개발되어 좀더 많은 시간을 성형부에 투자할 수 있게 되면 제품품질 향상, 설계기간 단축, 비용절감 등의 효과를 얻을 수 있게 된다. 이를 위해 본 논문에서는 금형설계 리드타임을 획기적으로 줄일 수 있으며 다양한 제품에 대응 가능한 방법을 모듈화 개념을 도입한 하이브리드 다이 템플릿의 개발로 해결하고자 한다.

2. 모듈화 설계 전략

자동차 Panel 제작을 위한 프레스 금형 중 OP20(Trim)의 경우 Panel 종류와 라인설비가 동일할 경우 구조에 있어서 많은 차이가 없다. 따라서 자동차의 Platform 처럼 기본적으로 동일한 부분을

30% ~ 40% 정도의 완성도를 가지는 Template 으로 구축하여 설계기간을 단축할 수 있다. 하지만 Template 을 구현할 때 자동화율을 높이기 위하여 과도한 Relation 을 사용하게 되면 이에 따른 부작용으로 설계변경에 유연하게 대응하지 못하게 된다. 즉, 잦은 Error 발생으로 인하여 수시로 수정작업이 필요 하게 되어 결과적으로는 설계기간 단축을 이룰 수 없게 된다. 따라서 본 논문에서는 User Target 을 미숙련자로 잡고 자동화율보다는 편의성에 바탕을 두어 유연하게 설계변경에 대응할 수 있는 시스템을 구축하고자 한다.(Fig.1)

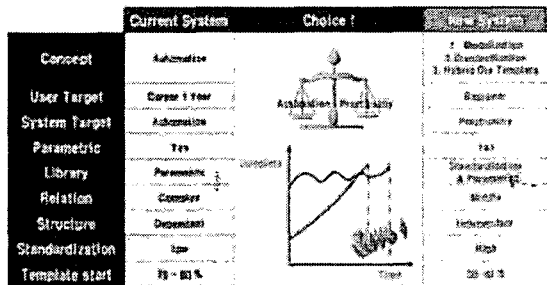


Fig. 1 개발 방안

OP20(Trim) 금형세트의 경우 300 여개의 부품으로 이루어져 있다. 이를 지속적으로 사용이 가능한 부분, 약간의 변경을 해야 하는 부분, 약간의 형상 수정을 해야 하는 부분, 그리고 새롭게 형성해야 하는 부분, 이렇게 4 가지 분류체계(Fig.2)를 이용하여 분류를 하였다. 이를 통해 지속적으로 사용 가능한 부분을 Template 로 구축하고자 한다.

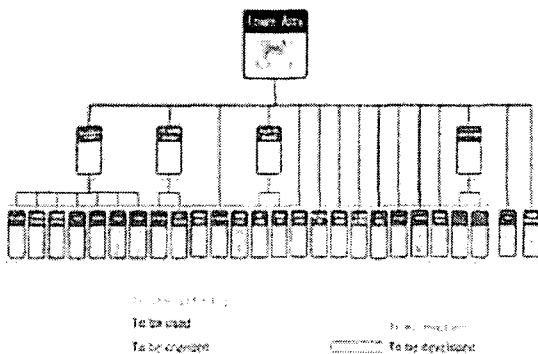


Fig. 2 금형 분류체계

또한 이러한 Template 은 설계자의 의도를 잘 반영하며 설계변경에 유연하게 대응할 수 있어야 한다. 따라서 OP20(Trim) 금형을 설계함에 있어서 필요한 지식을 체계적으로 분류하여 각각 Template 에 쉽게 적용할 수 있는 방법론이 필요하다. 설계지식

은 크게 Tacit Knowledge(암묵지식) 과 Explicit Knowledge(형식지식)으로 구분되며 다시 형식지식은 명확하게 정의된 정치수와 설계자의 경험과 지식을 바탕으로 결정되어야 하는 설계치로 구분된다(Fig.3) 암묵지식은 필요한 경우 설계지식을 문서 형태로 제공할 수 있게 하였다. 형식지식에서 정치수는 적절한 Rule 과 Formula 로 구성된 Part Level 에서의 Relation 과 Assembly Level 에서의 Relation 으로 나누었으며 표준화와 모듈화 방식을 이용하여 사용자 편의성을 높이고 설계불량을 줄이고자 하였다.

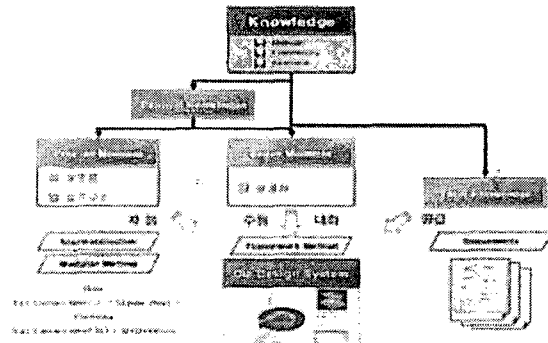


Fig. 3 설계 지식분류 및 구현방법

하지만 설계치는 이러한 정형화된 방법으로는 적용이 어렵기 때문에 수동이나 대화식으로 설계자가 직접 변동해야만 한다. 본 논문에서는 Part Level 과 Assembly Level 에서 각각 적용될 수 있도록 FBD(Framework based design)방식으로 구현하여 설계변경에 유연하게 대처하고자 하였다.

3. 지식기반 모듈화 설계방안

3.1 암묵지식 응용

암묵적인 지식은 일반적으로 명확한 표현을 가지고 있지 않고, 설계자의 Know-how 로 인식되는 것이 보통이다. 대부분의 기업들은 문서형태로 정리하여 기업의 Know-how 로 활용하고 있다. 이러한 지식은 크게 Part Level 과 Assembly Level 에서 활용될 수 있다. 금형설계에서 Part Level 은 표준품을 선택하여 구조부에 장착할 때 사용된다. 이러한 표준품들의 Solid Model 은 기하정보만 가지고 있으므로 효용가치가 떨어진다고 볼 수 있다. 따라서 Solid Model 이 고부가가치를 가지기 위해서는 기하정보뿐만 아니라 설계지식과 표준품 사양정보 등을 포함한 Functional Part(Fig. 4)가 되었을 때 아래와 같은 장점을 가질 수 있다.

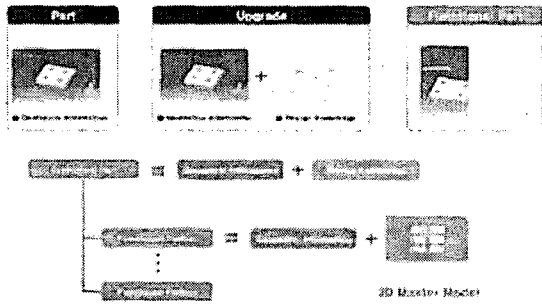


Fig. 4 Functional Part 의 정의

금형설계에 쓰이는 상당수의 부품들은 표준품이다. 숙련된 설계자는 설계사양에 맞게 표준품을 선택하여 사용이 가능하지만 미숙련자는 설계를 진행하면서 지침서를 보고 선택해야 하는 경우가 많아 시간 손실이 발생하게 된다. 하지만 Functional Part로 구성해 둘 경우 시스템 내부에서 모든 표준을 관리가 가능하며, 매번 설계지침서를 참조하지 않아도 되므로 불필요한 시간손실을 줄여 설계기간이 단축될 뿐만 아니라 표준의 불일치로 인한 설계 불량을 사전에 차단시켜 준다. Assembly Level 역시 마찬가지로 암묵적지식이 존재하며, 구조부 설계에도 암묵지식을 참조할 수 있게 한다면 위와 같은 효과를 거둘 수 있다.

3.2 형식지식 응용

형식지식은 설계지침서상에 명시되어 설계 표준으로 활용된다. 지능형 설계시스템에서는 보통 Rule 과 Formula 를 이용한 Relation 으로 설계자동화를 구현하는데, 자동화율을 높이기 위해서는 이러한 Relation 이 많아질 수 밖에 없다. 만일 필요이상의 Relation 을 사용한다면 자동화율은 상승할 수 있지만 잦은 Error 발생으로 진정한 설계기간 단축을 이루기 어렵다. 본 논문에서는 정치수를 가진 지식은 Standardization, Modular Method 로 구현하였으며 설계자가 직관적으로 결정하여야 하는 부분은 Framework Method 를 이용하여 구현하였다.

3.2.1 표준화 방안

노력과 시간과 비용의 관점에서 볼 때, 경제적으로 일을 진행하는 매우 필수적인 수단은 표준화된 부품과 재료를 사용하는 것이다. 대부분의 기업에서는 이러한 것을 강조하고, 표준을 문서화하여 효율적으로 설계를 진행하고 있다. 표준화는 설계에 있어서 상당한 시간과 비용을 절감하므로 어떤 경우에는 표준화된 부품과 재료를 사용하기 위해 설계사양이 변화되기도 한다. 3D 금형설계에서도

예외는 아니다. 설계에서의 표준화는 크게 2 가지 측면에서 이루어진다.

첫째는 부품의 표준화이고 둘째는 구조의 표준화이다. 부품의 표준화는 표준화된 부품을 사용하는 것이고 이를 위해서는 라이브러리가 잘 구축되어 있어야 한다. 구조의 표준화는 부품이 금형에 부착되는 부분이 표준부품에 의해서 결정되도록 해야 하며 이미 정형화된 표준 구조는 Type 별로 정리되어 선택적으로 구성 할 수 있어야 한다. 이를 통해 표준화된 부품과 구조만을 사용하게 된다면 실수로 인한 설계불량을 사전에 차단할 수 있다. 또한 부품과 구조간의 불일치로 인한 실수를 방지하기 위해 이를 방지해 줄 수 있는 실수방지 장치가 설계시스템 내부에 존재하여야 한다. 본 논문에서는 금형표준품을 각각의 용도로 분류하여 Catalog로 구축하였고, 표준화 될 수 있는 구조 역시 Type 별로 선택할 수 있게 하였으며 설계자가 구조 표준을 위반하였을 경우 실수를 방지해 줄 수 있도록 메시지를 보임으로서 해결하였다.

3.2.2 모듈화 방안

금형설계는 설계진행 도중이나 설계가 완료된 후에도 끊임없이 설계수정이 발생한다. 설계수정에는 크게 형상치수를 변경하는 경우와 형상자체를 변경하는 2 가지 경우가 있다. 형상치수를 변경하는 경우는 크게 문제가 되지 않지만 프레스 라인 사양의 변경과 같은 문제로 인하여 형상자체를 수정할 경우가 발생하게 되면 변경자체가 어려워 최악의 경우 설계를 처음부터 다시 해야 하는 경우도 발생하게 된다. 이는 구성 부품간의 독립이 명확하게 나누어져 있지 않기 때문에 발생하는 문제이다. 본 논문에서는 이와 같은 어려움을 해결하기 위하여 금형설계에 모듈화를 도입하였다.

우선 기능의 분해를 통한 모듈화를 하기 위해 하향적 분석을 통해 금형을 기능단위로 분류하여 단일 부품으로 기능을 수행하는 부품은 Part Catalog로 구축하고 2 가지 이상의 부품이 결합되어야만 기능을 수행하는 조합들은 Module Catalog로 구축하였다. 그리고 Module 을 형성하는 부품들간의 Relation 을 만들어 둬서 인하여 관리가 용이하게 하였다. 또한 잦은 형상변경이 일어나는 구조 역시, 교체가 용이하도록 Module 로 생성하였다. 이러한 Module 은 설계변경이 발생하여도 독립성을 가지고 있기 때문에 다른 Part 에 영향을 미치지 않고, 하나의 표준처럼 활용하여 재사용성을 높이고자 하였다. 이를 통해 설계변경에 유연하게 대처할 수 있게 되어 설계기간 단축의 효과를 가질 수 있게 될 것이다. (Fig. 5)

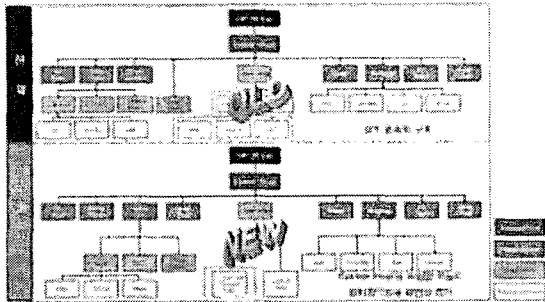


Fig. 5 Functional Module

3.2.3 금형구조의 유연화

금형구조가 설계변경에 유연하게 대처하기 위해서는 크게 구조부의 형상변경과 구조부의 형상치수 변경에 손쉽게 변화되어야 한다. 형상변경은 모듈화되어 신속하게 변경이 가능하다. 하지만 형상치수 변경 중에서 명확한 값을 가지지 못하고 일정범위를 가지거나 최소값만 명시되어, 설계자의 직관이 필요한 설계치의 경우 시스템 내부에서 자유롭게 변동이 어렵다. 또한 미숙련자의 경우 설계의도를 명확하게 파악하기 힘들기 때문에 애로사항이 되기가 쉽다. 본 논문에서는 이를 위해 구조부 Solid Model 에 변화를 쉽게 줄 수 있고 설계자의 설계의도를 파악하기 위하여 Key Point 를 삽입하여 이를 연동하고자 하였다. 이는 각각의 Part Level, Assembly Level 에서 이루어져야 한다. Part Level 에서는 자작품의 경우 설계치가 존재할 경우 수정이 용이하도록 구현하였고, Assembly Level 에서는 구조부의 변경이 용이하도록 Solid Model 에 Key Point 를 삽입한 형태로 구현하였다. 이를 통해 미숙련자라 하더라도 설계변경 요청에 구조수정을 할 수가 있으며, 숙련자의 경우에는 설계기간을 단축할 수 있는 효과를 얻을 수 있게 되었다. 또한 높은 설계 유연성을 얻을 수 있게 되었다. (Fig. 6)

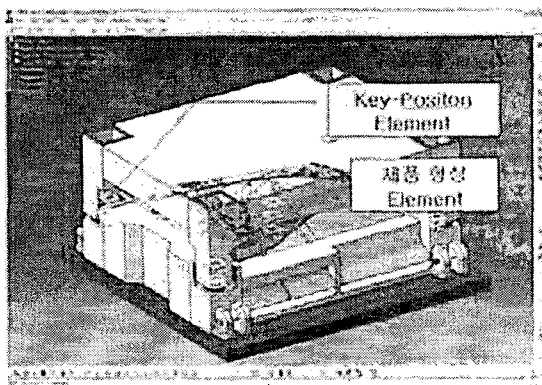


Fig. 6 Frame based Model

4. 결론

오늘날 자동차 업계는 품질향상, 비용절감 등의 압력을 받고 있다. 또한 신차개발기간 단축으로 인한 설계기간 단축의 압박과 설계직의 잦은 이직률 등이 심각한 문제로 부각되고 있다. 이를 해결하기 위해서는 3D 설계의 효율적인 방법론이 필요하다.

본 논문에서는 이에 대한 해법으로 Modular 기반의 지능형 유연설계시스템을 CATIA V5 를 사용하여 개발하고자 하였다. 우선 설계지식을 체계적으로 분류하고, 설계지식의 유형별로 이를 활용할 수 있는 방법론을 제시하였다. 이러한 방법론을 기반으로 하는 지능형 유연설계시스템은 금형리드 타임과 설계자의 편차를 줄일 수 있고, 설계자의 Engineering 역량을 품질향상을 위하여 투자할 여유를 가지게 해줄 것이다. 향후 OP20(Trim)공정 뿐만 아니라 OP10, OP30, OP40 에도 이를 확대 적용하고자 한다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 추진하는 차세대신기술 개발사업의 하나로 수행되는 글로벌 정보공유 및 지식기반의 차세대 생산시스템 개발과제의 지원을 받아 수행되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. R. Soenen and G.J.Olling **Advanced CAD/CAM Systems?** CHAMPMAN & HALL
2. R. Pilani , K. Narasimhan , S. K. Maiti , U. P. Singh , P. P. Date **Hybrid Intelligent Systems Approach for Die Design in Sheet Metal Forming?** Int. Journal Adv. Manuf. Technol. (2000) 16:370? 75
3. Dun-Bing Tang, D.B. Li and S.Q. Zhang **conceptual approach for the die structure design?** Journal of Intelligent Manufacturing 12, 43-56, 2001
4. Dr. I. C. Wright **Design methods in engineering and production design?** The McGraw-Hill (1998)
5. 정효상, 이성수 **자동차 프레스 금형 자동 설계 지원 시스템** 한국 정밀공학회지 제 19 권 8 호, pp. 194-202
6. S. H. Wu, K. S. Lee, J. Y. H. Fuh **Intelligence-Based Parametric Design of a Gating System for a Die-Casting Die?** Int. Journal Adv. Manuf. Technol. (2002) 19:821? 29