

모듈식 프레스 다이 설계 시스템 개발

박홍석*, 정진형**

Development of a Modular Design System for Press Die

Hongseok Park* and Jinhyung Jung**

ABSTRACT

The reduction of product development time is exposed to the competitive pressure due to shortened product-and production technology lifecycles as well as increasingly dynamic markets. Specially in automobile companies, that is of major importance for designing die because it is a bottleneck process in the development of a new car. To improve this conventional design process, this paper describes how to design it fast and flexibly. This was done by a modular method using standard template and a feature and knowledge based design method along the design process.

Key words: Modular design, Standard template, Feature and knowledge based design

1. 서 론

자동차 산업은 생산액, 고용, 수출 등 국가 경제에 큰 비중을 차지하고 있어 그 나라의 경제 발전이나 경기 순환에 지대한 영향력을 행사한다. 또한 한 나라의 산업에 기간 역할을 담당하는 매우 중요한 국가 발전의 원동력이라고 할 수 있다. 이처럼 중요한 자동차 산업이 국가 경쟁력을 확보하기 위해서는 제품 품질 향상, 제조 원가 절감, 개발 기간 단축 등과 같은 요구조건을 만족해야 한다. 특히 전체 자동차 개발 기간의 약 40%를 차지하는 프레스 금형 개발 기간을 줄이는 것은 단순히 금형 개발 비용 절감 및 생산성 향상 차원을 넘어 궁극적으로 신차개발기간 단축과 같은 엄청난 파급효과를 가져오기 때문에 무엇보다도 혁신되어야 할 과제라고 할 수 있다. 이를 위하여 국내·외 자동차 업계는 DM(Digital Manufacturing) 기술 중 성형해석, 생산·가공 시뮬레이션을 도입하였고, 그 결과 T/O(Try Out)기간은 상당히 단축할 수 있었다¹⁾. 하지만 금형 설계 기간 자체로만 본다면 3D 모델 작성을 설계자가 담당하여 업무 부담이 증가하였고, 3D 설계 후 다시 가공을 위한 2D 도면을 생

성하는 작업이 여전히 필요하므로 설계 기간 단축은 사실상 이루어지지 않았다²⁾. 최근 금형 개발 기간의 Bottleneck인 설계 기간을 혁신적으로 단축하기 위하여 TBD(Template based design) 방법론이 제시되었다³⁻¹⁰⁾. TBD 방법론은 처음부터 상세한 설계 정보를 모듈화된 데이터로 관리하지 않고 편집 설계 및 parametric 변경이 가능한 부분까지 template화 한 후, 그 나머지 부분은 설계 표준 방식에 의해 설계자의 의도대로 수행하는 방식을 말한다. 하지만 기존의 템플릿들은 생성하는 기준이 모호하여 재활용성 및 적용성의 한계를 나타내었고, 자동화를 강조하기 위하여 유연성은 상대적으로 고려되지 못한 경우가 많았다. 또한 간단한 형상 치수 변경은 설계 특징 형상 내의 parameter간의 relation으로 자동 변경 가능하였지만, 형상 자체의 변경이 복잡해진 경우 과도한 relation으로 인하여 오히려 새롭게 모델링 작업을 하는 것보다 수정 시간이 길어지는 문제점을 해결할 수가 없었다.

금형 설계 관련 기존 연구는 크게 부품 라이브러리 구축에 관한 연구와¹¹⁻¹³⁾ 시스템적인 설계¹⁴⁾ 연구로 나누어진다. 부품 라이브러리는 주로 금형에 소개되는 표준품들을 위주로 구성되었다. 이들의 규격 기준으로는 한국금형협동조합 및 중소기업청의 표준화 부품들과 제작자들의 자체 기준들이 사용되었다. 설계자는 대화식 방법에 의해 구축된 라이브러리에서 근

*교신저자, 종신회원, 울산대 기계자동차공학부

**울산대 기계자동차공학부

- 논문투고일: 2006. 12. 29

- 심사완료일: 2007. 05. 07

접한 유사 부품을 찾아 설계를 진행한다. 시스템적인 방법론으로는 자동차 보닛의 트림 및 피어스 공정의 트림 날과 스크랩 키터의 치수들간의 구속 조건들의 노하우를 체계화하고 파라메트릭 모델 기법을 이용하여 다이 설계 기간을 단축하고자 한다. 즉, 보닛 드로잉 금형 설계 시 비슷한 형상의 보닛에 대해서는 펀치 프로파일과 다이 페이스의 반경 값만 입력하여 40-50% 정도의 완성도를 갖는 초기 금형을 생성한다. 다른 한편으로는 3D CAD Tool인 UGS사의 Unigraphics를 기반으로 3개의 시스템 구성 모듈들(형상 설계, 특징 형상 설계와 표준 부품 설계 모듈)에 의해 3D 설계가 빠르게 진행되도록 하였다.

소개된 기존 시스템들은 대부분 구조가 간단한 드로우 다이에 집중되어 있으며, 제품 변경에 신속하게 대응할 수 있는 다이의 모듈화를 추구하지 않았거나 극히 부분적으로만 다루었다. 따라서 본 연구는 모듈화 기반의 표준 구조부 템플릿을 개발하여 자동화와 유연성을 동시에 만족시키고, 이를 통해 금형 구조부 설계 기간을 혁신적으로 단축시키고자 하였다. 또한 템플릿 생성 시 명확한 근거를 가지고 생성하여 템플릿의 재사용성 및 적용성을 높이고자 하였다. 자동차 패널 생산을 위한 프레스 금형은 생산방식에 따라 T/D(Tandem)금형과 T/F(Transfer) 금형으로 나누어지며 공정에 따라 OP10(Draw) 금형, OP20(Trim) 금형, OP30(Cam Flange) 금형, OP40(Restrike) 금형으로 나누어진다. OP10(Draw) 금형은 성형해석이 중요하고 OP20(Trim) 금형은 금형 설계가 중요하므로 현재 가장 널리 사용되는 T/D 생산방식의 OP20 금형을 연구 대상으로 선정하였고, 개발 Tool은 CATIA V5 R16을 사용하여 구현하였다.

2. 개발 시스템의 프레임워크

오늘날 제조업 특히 자동차 산업은 글로벌화에 따른 경쟁 심화로 인해 금형 설계 기간 단축을 통한 신차 개발 기간 단축을 가속화하고 있다. 아울러 2D 금형 설계에서 3D 금형 설계로 전환되면서 새로운 기법들(Parametric design, Knowledge, Feature based design)이 등장하고 있다. 이에 따라 자동차 업계는 이들을 자사의 규정과 주어진 조건에 맞게 효율적으로 활용할 수 있는 새로운 3D 설계 방법론을 개발하기 위해 노력을 경주하고 있다. 이를 위해 개발된 시스템의 구성을 Fig. 1에 나타내었다.

금형 설계는 표준 템플릿을 기반으로 설계 프로세스를 따라가면서 이루어지게 하였고 각 설계 공정 수

행 시 필요한 지식은 데이터베이스로부터 공급되도록 하였다. 또한 금형 구조의 계층에 따른 금형 요소들의 모듈화를 통해 적합한 모듈이 해당 공정에 제공되도록 하였다. 라이브러리에서 선택된 모듈은 개발 사양에 따라 금형 내에 기 존재하던 모듈과 직접 교환되거나 사양 변경을 통하여 지원된다.

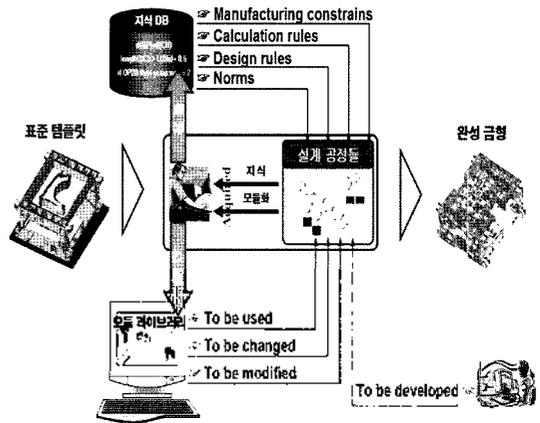


Fig. 1. Concept of an agile and flexible die design system.

모듈 라이브러리에 존재하지 않는 요소들은 사양에 따라 개발되어 해당공장에서 표준템플릿에 적용되도록 하였다. 공정 수행 중에 새롭게 획득된 지식이나 모듈들에 의해 지식 데이터 베이스 및 모듈 라이브러리는 지속적으로 확장된다.

3. 설계 시스템의 요소기술

3.1 표준 부품의 관리

표준화는 설계에 있어서 상당한 시간과 비용을 절감하므로 기능상 허용 범위 내에서 가능한 표준품을 사용하기 위해 설계 변경도 주지하지 않는다.

자동차 패널 생산을 위한 프레스 금형의 경우 300여 개 이상의 부품들이 존재한다. 패널 종류와 라인 설비 유형이 동일할 경우 기본적으로 사용되는 부품의 종류는 유사하다. 기업의 설계 경험에 따라 이 중 40%는 표준부품으로 관리된다. 이 부품들은 주로 기계적인 구동, 감지, 체결 및 세팅, 제품 위치결정, 제품 투입, 취출, 금형 운반, 보관용으로 사용되는 부품들이며 대개 외주 업체로부터 납품받거나 표준부품으로 구매된다.

표준부품들의 효율적인 활용을 위해 사용 방법에 따라 4가지 유형(변화 없음, 치수 변화, 치수에 따른 형상 변화, 형상 변화)으로 분류하여 라이브러리로 구

축하였다. 또한 기존 부품 사양에 따른 형상 변화로 인하여 별개의 부품으로 인식되던 부품들도 틀 기판으로 생성하여 라이브러리에 추가하였다(Fig. 2).

표준 부품들은 3D 파라메트릭 기법을 사용하여 모델링 되었고, 이들과 관련된 설계 지식은 CATIA V5 R16 Knowledgeware의 Formula, Rule 기능 및 API 를 이용하여 기준이 되는 부품의 치수 사양과 상관관계를 맺고 있는 부품의 치수사양을 논리IF문 형식으로 프로그래밍하였다. 이에 의해서 부품의 기준이 되는 치수만 선정하면 나머지 치수는 자동적으로 결정되게 하였다.

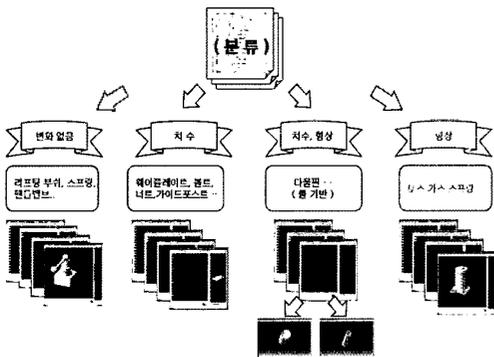


Fig. 2. A classification of standard parts.

실제 사양에 따라 요구되는 부품의 형상 변화는 치수 정보에 의해 적합 형상이 제안되도록 틀에 의해 이루어지게 하였다. 이후 설계자의 의도에 따라 라이브러리에서의 선택도 가능하도록 하였다.

선택된 부품 고정을 위한 자리면 정보와 간섭 방지용 안전 블록에 대한 설계 법칙이 고안되어 부품 사양에 따라 이들에 대한 정보도 자동으로 변경되게 하였다. 설계 표준 및 규범 등 문서화된 지식들도 부품 모델과 연결시켜 설계 시 참조할 수 있도록 하였다. 아울러 부품 사양은 Microsoft excel sheet의 테이블 값과 연계하여 프로그램 지식이 없어도 설계자가 쉽게 유지 보수할 수 있도록 하였다.

3.2 설계 노하우의 관리

지식 관리의 중요성이 대두됨에 따라 국내외 기업들은 자사의 방대한 노하우를 체계적으로 정리하고 문서화하고자 하였다. 최근에는 이러한 문서들을 웹에서 통합 관리하기 위해 웹 기반의 지식 관리 시스템을 구축하고 있다. 금형 설계 역시 진행되는 동안 부품 사양 선정에서부터 구조 결정까지 수많은 설계 지식들이 필요하므로 기업들은 이들을 통합 관리하기 위한 금형 설계 지식 관리 시스템을 사용하고 있다.

하지만 온라인 문서를 기업의 표준으로 채택하고 있음에도 불구하고 설계자들은 여전히 오프라인 문서를 선호한다. 이로 인하여 여러 가지 문제점들이 발생하게 되었다(Fig. 3).

이를 해결하기 위해 설계 시스템 내에서 3D 모델과 기존 업체의 웹에서 관리하는 설계 노하우들(설계 문서, 기술 문서)이 연동되도록 하였다. 3D 부품 모델에 관련 설계 노하우들의 집속은 CATIA 디자인 테이블 기능에 의해 이루어진다. 이를 통해 표준 부품 및 모델은 가장 최근의 설계 표준이 적용된 상태를 유지할 수 있고, 설계 불량을 사전에 차단할 수 있게 되었다.

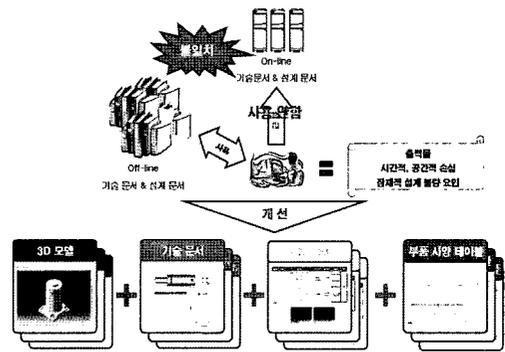


Fig. 3. Method for reusing design know-how.

또한 오프라인 문서를 보관하지 않아도 되므로 사무실 내 많은 공간을 차지하던 공간적 낭비를 제거할 수 있고 웹에 접근하기 위하여 보통 3분 정도 과정을 거쳐야 확인 가능하였던 설계 문서와 기술 문서 등을 설계 시스템 내에서 실시간으로 확인할 수 있게 되어 접근성 및 설계 노하우의 재사용성이 크게 향상되었다.

3.3 표준 템플릿 생성

자동차 패널 생산을 위한 프레스 금형의 경우에는 패널 종류와 생산 설비가 유사하면 금형 구조에 큰 차이가 없다. 이에 근거하여 조립의 메이스팩트 개념의

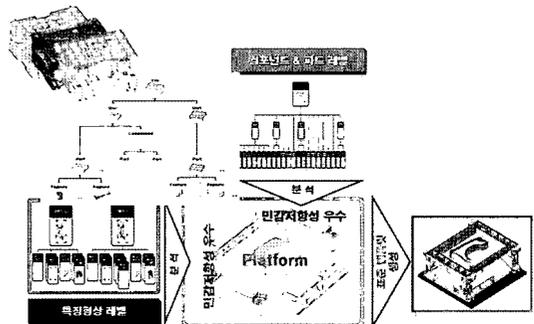


Fig. 4. Procedures for generating the standard template.

플랫폼을 형성하고 제품의 변화에 따라 변경되는 부분은 모듈화로 구현하여 설계 변경에 민첩하고 유연하게 대응할 수 있는 표준 템플릿을 개발하고자 하였다(Fig. 4).

표준 템플릿의 생성을 위해 다양한 종류의 금형을 계층적으로 분석하여 금형 요소들을 상위 유니트 레벨에서부터 특징 형상 레벨까지 트리 구조로 분석하였다. 이의 바탕 위에서 구성 요소들 간의 결합성 및 그들의 기능성을 해석함으로써 플랫폼과 컴포넌트, 파트, 특징 형상 모듈들이 계층적으로 생성되었다. 이들을 가지고 설계 사양 및 설비 유형의 변화에 따른 변경 정도에 따라 그들의 변화 민감성을 파악하였다. 표준 템플릿은 많은 모듈들을 수용할 수 있는 베이스 부품의 성격을 갖는 플랫폼과 민감 저항성이 우수한 표준 모듈로 구성된다. 민감 저항성이 우수하다는 것은 설계사양의 변경에도 불구하고 지속적으로 사용되거나 약간의 치수변경 정도 발생함을 말한다.

금형 설계는 표준 템플릿을 기반으로 각 설계 공정을 통해 모듈들이 치환되거나 삽입되면서 완성된다. 이를 통해 다양한 금형이 빠른 시간 내에 개발될 수 있다.

3.4 금형 요소들의 모듈화

금형설계는 설계 진행 도중이나 설계가 완료된 후에도 끊임없이 설계 수정이 발생한다. 형상 치수의 변경은 파라메트릭 모델링에 의해 문제가 되지 않지만 설계 사양의 변경에 의한 구조부의 형상 변경은 어려웠다. 기존 금형 설계 방식은 자동화율을 높이기 위해 불완전한 룰에 의한 복잡한 상관 관계를 만들어 조그마한 사양 변경에도 많은 부품들이 영향을 받고, 그 요구 조건들을 제대로 충족시키지 못하였다. 이로 인해 부품들의 독립성이 보장되지 않기 때문에 심한 경우에는 설계를 처음부터 다시 해야만 했다. 이러한 문제점들을 해소하기 위해 모듈화 개념이 응용되었다.

3.4.1 모듈화 방안

개발 사양의 변경 시 복잡한 상관 관계에 의한 잦은 재설계 제거와 새롭게 모델링 작업을 하지 않고 최소한의 노력으로 금형을 설계할 수 있는 모듈들을 개발하고자 하였다(Fig. 5).

합리적인 모듈 구성을 위해 금형 구조를 계층적으로 파악하였다. 즉 유니트(상형 나이, 하형 나이), 컴포넌트(캠부, 피어스부, 세트 부품들 등), 파트(주물 구조인 베이스 파트, 기능 부품, 표준 부품 등)와 특징 형상(힐, 클램프, 핀홀 등) 레벨로 나누었다. 계층적 구

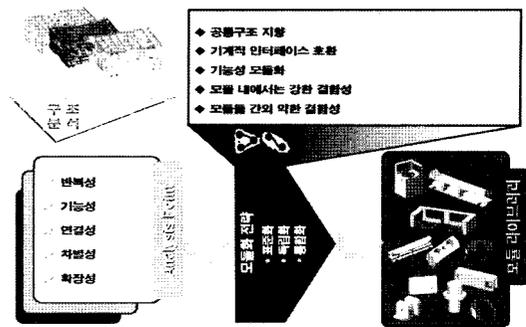


Fig. 5. Strategy of modularization.

조 각 레벨에서 요소들을 반복적인 재사용, 기능성, 결합 기능성, 특이성 및 요구에 따른 확장성 관점에서 분석하여 모듈 형성 방안을 구상하였다. 이에 바탕을 두어 모듈화 기본 전략을 유도하였다. 구성된 모듈은 표준적인 공통 구조를 가져 다른 금형들에도 응용될 수 있게 하고자 하였다. 이에 따라 기계적인 인터페이스, 즉 구조적으로 동일 형상을 갖는 요소들의 결합부를 조사하였다. 기능적으로는 이들이 하나의 독자적인 기능을 수행하는 것으로 하였다. 모듈 내의 구성 요소들은 강한 결합성을 가지나 모듈들 간의 상호 영향성은 아주 약하도록 구성하였다. 이런 전략들은 표준화, 독립화 및 통합화 추구로 요약될 수 있다. 표준화는 설계 사양이 변한다 하더라도 모듈의 변경이 요하지 않도록 하는 것이며, 독립화는 플랫폼 품의 개념으로 설계 변경이 일어나더라도 지속적으로 사용될 수 있는 모듈이다. 통합화는 생산 방식 및 수량과 금형 종류 등과 같은 설계 조건들에 영향을 받는 요소들을 결속시켜 하나의 모듈로 형성하는 것이다. 소개된 전략에 따라 생성된 모듈들은 컴포넌트 레벨의 캠부에서는 기계적인 구동부 모듈과 전단 기능의 전단 인부 모듈이다. 파트 레벨에서는 표준품을 제외하면 슬라이드, 가이드 모듈 등으로 구성된다. 특징 형상 모듈들은 대개 표준 템플릿의 주 부분을 이루는 베이스 파트 내에서 존재하였다. 이렇게 생성된 모듈들은 라이브러리에 저장되며 설계 사양에 따라 호출되어 금형 내 기존 모듈들과 치환된다. 모듈화에서 간과될 수 없는 사항은 모듈들의 치환에 의해서도 금형의 각 기능들이 충실히 수행되어야 하는 것이다.

3.4.2 모듈 응용 방안

개발 시간의 최소화와 사양 변경에 대응할 수 있는 유연성 향상을 위해 생성된 모듈들의 효율적인 활용이 중요하다. 이를 위해 재사용되는 방법에 따라 캠부

의 파트 모듈들이 4가지 그룹으로 분류되었다(Fig. 6).

“To be used”에 속한 그룹은 설계 사양 변경에 대해서도 치수 및 형상 변화가 전혀 발생하지 않는 부품군들로 주로 표준 부품들이다. “To be changed”는 설계 사양에 따라 모듈 라이브러리에서 선택되어 금형 내 기존 모듈과 치환되는 모듈들이다. 대개 치수 변화가 요하여지는 모듈로써 설계자가 대화식으로 치수를 정한다. 사용의 편의성을 위해 치수 사양 표를 작성하여 설계자가 원하는 치수 사양을 선택할 수 있도록 하였다. “To be modified” 모듈은 치수뿐만 아니라 부분적인 형상 변화도 발생한다.

이의 수정은 CAD 시스템과 연동되어 이루어지게 하였다. “To be developed”는 모듈 라이브러리에 존재하지 않아, 새롭게 설계자에 의해 생성되어야 하는 모듈들이다. 이 모듈들은 모듈 라이브러리를 확장시키고, 향후 대개 “To be modified” 모듈로써 재사용될 것이다.

설계 공정 수행 시 모듈들의 활용은 설계 사양 및 생산 조건에 따라 적합 모듈이 선정되어 해당 설계 공정에서 활용됨으로써 금형 설계가 신속하게 진행되도록 한다. 설계 시 선정된 모듈이 상대 부품의 정해진 위치에 정확하게 놓이기 위해서는 안착을 위한 인터페이스 정보가 주어져야 한다(Fig. 7).

두 모듈간의 결합은 인터페이스 정보, 즉 접촉면 정보에 의해 이루어진다. 이 정보는 상대 모듈을 수용하

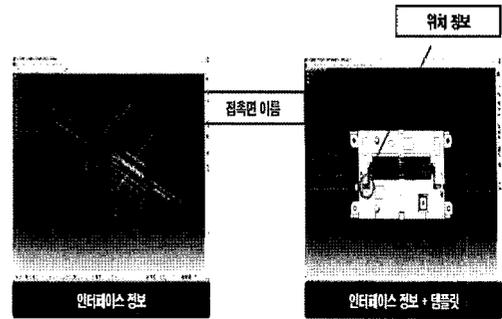


Fig. 7. Interface information for combining modules.

는 역할을 하는 모듈을 기준으로 기술된다. 정보의 내용은 접촉면의 이름과 위치 정보로 구성된다. 베이스 파트에 다른 부품이 결합될 경우에는 베이스 파트가 수용 모듈의 역할을 하며 이 부품이 접촉 정보를 갖는다. 결합 시 두 모듈간의 치수 정보가 다른 경우에는 베이스 파트 정보에 따라 호출된 모듈의 치수가 자동적으로 변경된다.

이 목적을 위해 모듈들 간의 치수 정보들은 관계식을 구성하고 있다. 기존 방식은 상대 모듈이 교체되면 관계식 자체가 제거되어 치수 변경이 일어나지 않았다. 이것은 설계자가 인지를 못할 경우에는 심각한 설계 불량 요인이 될 수 있다. 이를 해결하기 위해 OOP(Object Oriented Programming) 기법을 도입하였다(Fig. 8).

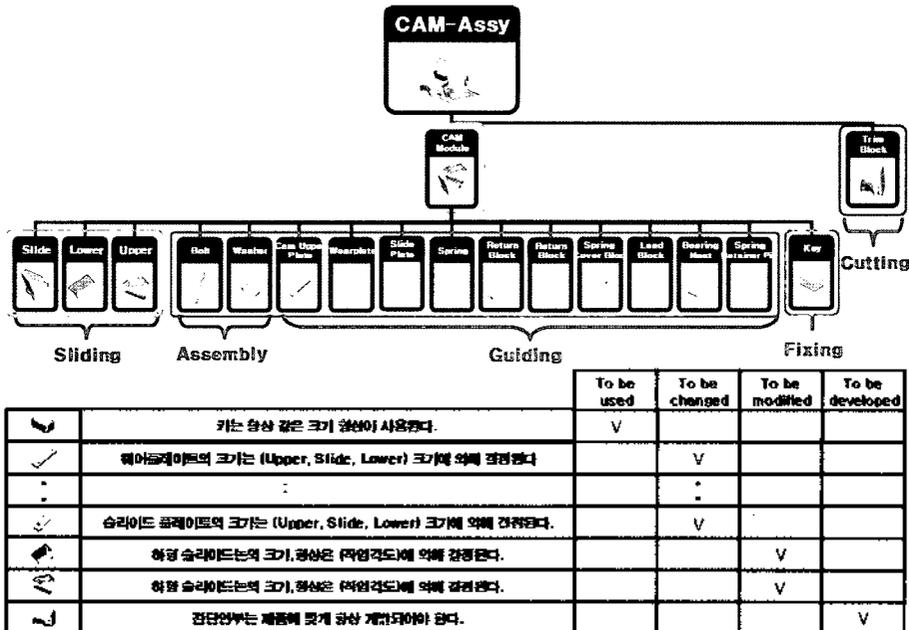


Fig. 6. A classification of the generated modules in the part level.

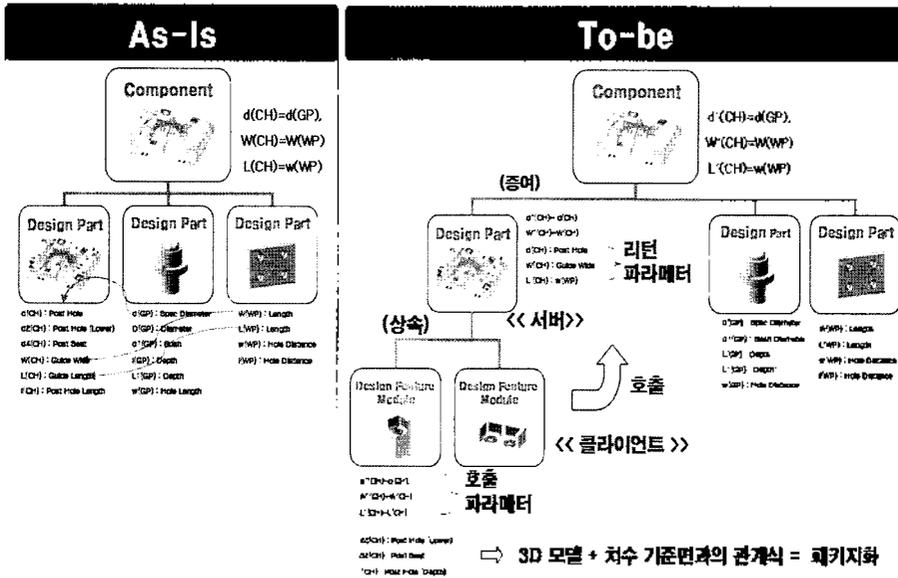


Fig. 8. OOP based information model.

기존 A₅-I₅에서는 부품과 부품간의 관계식에 의해 치수 변경이 이루어졌다. 상대 부품이 사양에 따라 다른 모듈로 변경이 될 경우에는 새 모듈을 기존 부품의 상대 부품으로 인식하지 못하기 때문에 두 부품간의 관계식은 성립되지 않는다. OOP 개념의 To-be 모델에서는 하위 레벨의 모듈들은 상위 레벨 모듈들의 속성 정보를 물려받게 하였다. 베이스 파트의 힐 모듈의

설계 시 사양에 따라 호출된 힐 모듈은 베이스 파트의 속성 정보를 상속받아 상대 파트너인 가이드 포스트와의 치수 관계를 인지한다. 이 룰에 의해 설계된 힐 모듈의 치수 정보에 따라 가이드 포스트의 기하학적 치수가 정해진다. 모듈 내의 치수 변경은 모듈의 기준 치수에 의해 행해진다. 모듈의 나머지 치수들은 기준 치수와 관련된 관계식에 따라 결정된다.

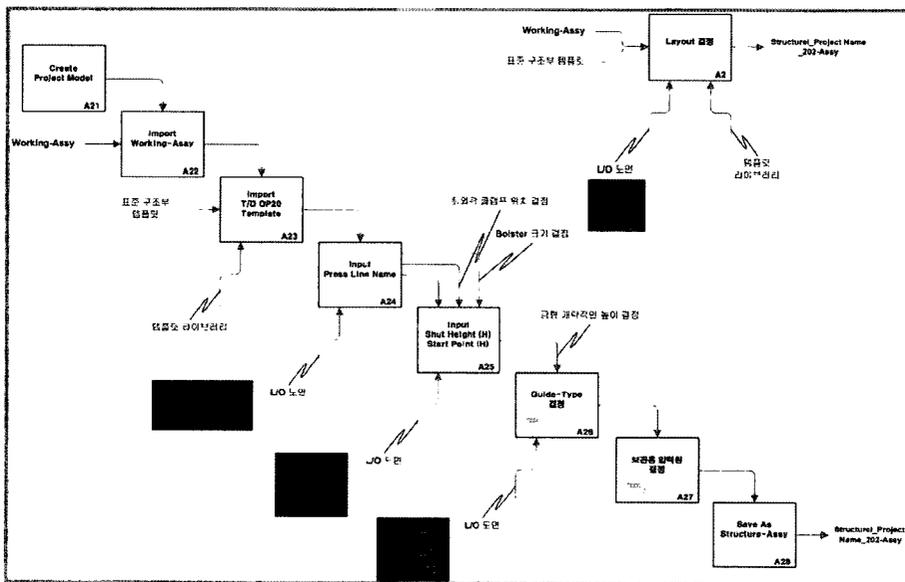


Fig. 9. Design process of die layout.

4. 개발된 시스템의 현장 응용

구현된 시스템의 현장 적용성을 검증하기 위해 자동차 외판 중 Fender 패널 생산을 위한 트림 & 피어스 다이 설계에 적용하였다. 본 논문에서 다이의 설계 과정 전체에 대한 적용 내용을 기술하기 어려우므로 Die Layout을 결정하는 A2 공정을 대상으로 설명하고자 한다. A2 Die Layout 결정 공정은 A21 프로젝트 모델 생성, A22 가공부 어셈블리 호출, A23 T/D OP20 구조부 템플릿 호출 A24 프레스라인명 입력 A25 Shut-Height, Start Point 입력, A26 Guide Type 결정, A27 보관용 압력원 결정, A28 프로젝트 파일 저장으로 구성된다(Fig. 9).

A23 T/D OP20 구조부 템플릿 호출 공정에서는 표준 트림 구조부 템플릿을 라이브러리에서 호출한다. A24 공정에서는 프레스라인명 입력으로 생산라인의 특성에 의해 요구되는 설계사양이 자동적으로 적용된다. A25 Shut-Height, Start Point 입력 공정에서는 호출된 템플릿에서 L/O (Lay out) 도면에 기재된 패널 생산 정보, Shut Height, Start Point 등의 금형 구조에 대한 정보를 입력창에 입력함으로써 금형의 전체적인 외곽 크기가 정해진다(Fig. 10).

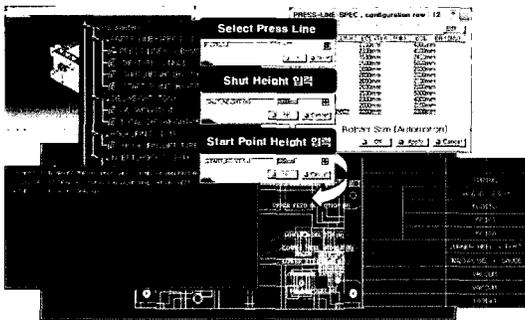


Fig. 10. Layout of the initial die from the standard template.

금형에서는 생산 라인에 따라 볼스터 크기, 클램프 위치 등의 금형 기본 사양이 정해지므로 이를 설계 물로 구성하여 생산정보에 의해 기본 사양이 자동으로 결정되도록 하였다. A26 Guide Type 결정 공정에서는 민감저항성을 높이고자 금형 가장자리에 가이드부가 위치한 코너힐을 기본으로 채택하여 재활용성을 높이고자 하였다(Fig. 11).

프레스 라인의 사양에 따라 코너힐 모듈을 제거하고 금형 가장자리 중앙에 가이드부가 위치한 힐박스 모듈이 선택되면 초기 금형 내의 관련 모듈들이 관계 법칙에 의해 자동으로 그에 맞게 적용된다. 이후 모듈

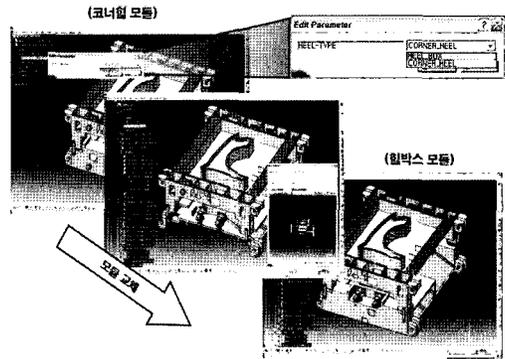


Fig. 11. Working procedure for replacing a module.

라이브러리에서 힐박스 모듈이 호출되어 안착될 면의 정보(안착 면의 이름과 치수)에 의한 적용을 통해 금형에 안착된다.

기존의 설계 시스템은 금형 가이드를 위한 힐모듈을 고려하지 않아 생산 사양이 변경되거나 간섭이 발생하게 되면 코너힐에서 힐박스로 설계 변경을 하는 모델링 작업에 중급자의 경우 최소 10분, 초급자의 경우 20분 이상이 소요되었다. 본 시스템에서는 라이브러리에서 힐모듈을 호출한 후 2분 정도 소요되는 간단한 작업만으로 설계 변경에 대응할 수 있게 되었다. 마찬가지로 각 계층별 모듈 생성을 통해 시간이 많이 걸리던 수작업을 모듈 교체로 대응하였다.

A27 보관용 압력원 결정공정에서는 초기 금형의 효율적인 설계가 행해지도록 기업 내에 존재하는 노하우는 충분히 활용할 수 있도록 하였다. 설계자는 압력 스프링 모델에 연결된 기술문서와 설계사양을 부품 삽입전에 실시간으로 검토가 가능하게 하여 해당 공정에 적합한 설계 지식이 요구되는 시점에 설계자에게 정확한 지식을 제공함으로써 신속하고 올바른 결정이 이루어지도록 하였다(Fig. 12).

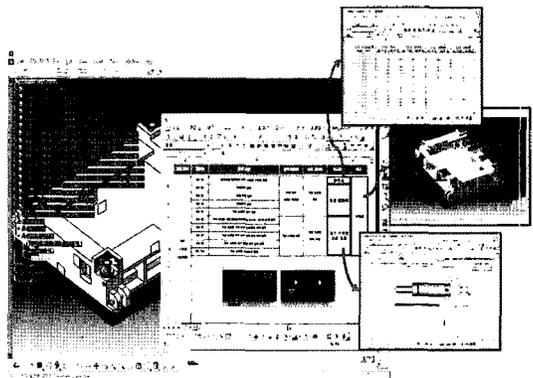


Fig. 12. Know-how to the process.

특정 설계 프로세스에서 주어진 문제에 최적 해를 찾기 위해서는 공정이 체계적으로 수행되어야 한다. 이를 지원하기 위해 금형 설계 절차가 새롭게 정의 되었고, 이에 적합한 공정 계획서가 작성되었다. 세부 실행 업무들이 이 계획서에 제시되었다. 또한 해당 공정에 관련되는 설계 규범과 기술적인 Know-how들이 제공되어 해의 결정에 도움이 되도록 하였다¹¹⁾. 이를 통해 설계자는 정해진 설계 공정을 순차적으로 수행하게 되었으며 초급자라 하더라도 원하는 품질의 금형 설계가 가능하게 되었다.

5. 결 론

신차 개발 기간 단축의 병목 공정인 금형 설계의 혁신을 지속적으로 요구하여 왔다. 이에 따라 템플릿 기반의 설계가 제안되었으나 설계는 존재하는 완성 금형을 수정, 보완하는 것이었다. 이러한 기존의 방식은 설계 기간의 단축에 공헌하지 못하였다.

본 연구를 통해 개발 및 개선된 사항들로는 먼저 금형 요소들 중 40% 이상을 차지하는 표준 부품들을 사용-용도와 치수·형상 변화에 따라 관리하였다. 기존에 고려되지 않았던 형상 변화까지를 기반으로 생성하여 기본 치수에 따라 자동적으로 변화되게 하였다. 이를 통해서 반복적인 3D 모델링 작업이 획기적으로 감소되었다. 또한 선정된 부품 고정 시 자리면 정보와 간섭 방지용 안전 범위가 틀에 따라 자동적으로 정해진다. 이전 차종의 완성 금형에 의한 설계와 달리 새로운 개념의 표준 템플릿이 제시되었다. 이는 관계식으로 구성된 파라메트릭 변경률을 낮추고 대신 모듈 교체를 통한 설계 변경이 이루어지게 하였다. 이를 통해 표준 템플릿은 어떠한 차종 설계에도 사용이 가능하므로 재사용성이 크게 향상될 수 있었다.

금형 설계는 표준 템플릿 위에서 설계 프로세스를 따라 가면서 모듈들의 치환과 삽입을 통해 설계 지식 기반 하에서 이루어지게 하였다. OOP 기법을 이용하여 기존 시스템에서는 설계자에 의해 행해졌던 금형 요소의 형상 수정이 모듈 치환으로 자동적으로 이루어지게 하였다. 아울러 설계 프로세스상 각 공정에 모듈과 함께 설계 노하우가 제공되어 설계가 신속하고 정확하게 행해지게 되었다.

이런 속성들을 갖는 새롭게 개발된 표준 템플릿 기반의 모듈화 설계 시스템은 지식 기반의 설계가 유연하게 진행되도록 하여 금형 설계에서 경쟁력을 강화시켰다. Trim 공정 금형의 개발에 응용되었던 이 시스템은 향후 자동차 패널 생산의 다른 공정들의 금형 개

발을 위해 확장될 것이다.

감사의 글

이 논문은 2006년 울산대학교의 연구비에 의하여 연구되었음.

참고문헌

1. Cheon, J. S., Kim, S. Y. and Im, Y. T., "Three-dimensional Bulk Metal Forming Simulations under a PC Cluster Environment", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 140, pp. 36-42, 2003.
2. 박정환, "자동차 프레스 금형의 스티로폼 패턴 가공을 위한 전용 CAM 시스템 개발", 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제3권, 제4호, pp. 223-235, 1998.
3. Park, H. S., Choi, H. W., Kang, M. J. and Lee, H. B., "Implementation of Digital Laser Welding System for Automobile Side Panels", *38th CIRP Int. Seminar on Manufacturing System*, pp. 1-7, 2005.
4. 이상헌, 임성락, 이강수, "의사 솔리드 부품 모델에 대한 금형 설계 시스템의 개발", 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제10권, 제3호, pp. 151-161, 2005.
5. 윤정호, 진형환, 안상훈, 조명철, "3차원 설계/FP/CAE/3차원 금형설계/제작 정보일원화시스템 개발", 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제2권, 제1호, pp. 35-43, 1997.
6. 정종훈, 이건우, "사출 금형을 위한 협업 설계 시스템의 개발", 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제5권, 제1호, pp. 50-60, 2000.
7. 김보현, 이규봉, 이주영, 이석우, 최현종, "사출 금형 설계를 위한 협업 허브 시스템 구축", 한국정밀공학회지, 제23권, 제3호, pp. 7-11, 2006.
8. Kow, T. S., Kumar, A. S. and Fuh, J. Y. H., "An Integrated Approach to Collision-Free Computer-Aided Modular Fixture Design", *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, Vol. 16, No. 4, pp. 233-242, 2000.
9. Kakish, J., Zhang, P. L. and Zeid, I., "Towards the Design and Development of a Knowledge-based Universal Modular Jigs and Fixtures System", *Jr. of Intelligent Manufacturing*, Vol. 11, No. 4, pp. 381-401, 2000.
10. Jose, A. and Tollenare, M., "Modular and Platform Methods for Product Family Design: Literature Analysis", *Jr. of Intelligent Manufacturing*, Vol. 16, No. 3, pp. 371-390, 2005.
11. 박철현, 이성수, "3차원 CAD 라이브러리를 이용한 프레스 금형 부품의 설계", 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 제9권, 제4호, pp. 373-381, 2004.
12. 이창근, 이수홍, 방건동, "웹 기반 통합 설계 환경 구축에 관한 연구", 한국 CAD/CAM 학회 논문집,

- 제7권, 제4호, pp. 110-120, 2002.
13. Wu, S. H., Lee, K. S. and Fuh, J. Y. H., "Feature-Based Parametric Design of a Gating System for a Die-Casting Die", *Int. J. Adv. Manufacturing Technology*, Vol. 19, No. 11, pp. 821-829, 2002.
 14. 정효상, 이성수, "관계식을 이용한 본네트 금형설계 지원 시스템", 한국 CAD/CAM학회 논문집, 제7권, 제4호, pp. 233-239, 2002.
 15. 이상화, 이상현, 유승우, "자동차용 외판 금형 설계를 위한 3차원 설계 지원 시스템의 개발", 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, pp. 709-714, 2005.
 16. 정효상, 이성수, "자동차 프레스 금형 자동 설계 지원 시스템", 한국정밀공학회지, 제19권, 제8호, pp. 194-202, 2002.
 17. Park, H. S., Jung, J. H. and Lee, G. B., "A Knowledge and Modular Based Die Design System", *39th CIRP Int. Seminar on Manufacturing System*, pp. 545-550, 2006.



박 흥 석

1979년 한양대학교 기계공학과 학사
 1987년 RWTH Aachen, Germany. Dipl.-Ing
 1992년 Hannover, Germany. Dr.-Ing
 1980년~1987년 KIST Researcher
 1987년~1992년 IFW Researcher
 1993년~현재 울산대학교 기계자동차공학부 교수

관심분야: Digital Manufacturing, PLM, Virtual Engineering



정 진 형

2004년 울산대학교 기계공학과 학사
 2006년 울산대학교 기계자동차공학부 석사
 2006년~현재 한국생산기술연구원 생산공정기술본부 연구원
 관심분야: Intelligent Manufacturing system, Digital Manufacturing Techniques, CAD/CAM/CAE