

사출제품 및 금형의 통합적 설계지원을 위한 지식형 CAD 시스템

허 용 정*

A Knowledge-based CAD System for Product and Mold Design in Injection Molding

Y. J. Huh*

ABSTRACT

The design of injection molded polymeric parts has been done empirically, since it requires profound knowledge about the moldability and causal effects on the properties of the part, which are not available to designers through current CAD systems. An interactive computer-based design system is developed in order to realize the concept of rational design for the productivity and quality of mold making. The knowledge-based CAD system is constructed by adding the knowledge-base module for mold feature synthesis and appropriate CAE programs for mold design analysis in order to provide designers, at the initial design stage, with comprehensive process knowledge for feature synthesis, performance analysis and feature-based geometric modeling. A knowledge-based CAD system is a new tool which enables the concurrent design with integrated and balanced design decisions at the initial design stage of injection molding.

Key Words : Injection Molded Parts(사출성형제품), Knowledge-based CAD System(지식형 CAD 시스템), Concurrent Product and Process Design(제품및 성형공정 동시설계), Supplementary Features(부형상)

1. 서 론

사출성형제품은 자동차분야로부터 첨단 전자광학 제품, 우주항공분야, 일상용품에 이르기까지 그 수요가 기하급수적으로 증가하고 있다. 사출성형제품의 설계 및

제조는 전문가의 축적된 경험과 시제품 제작을 통한 각종 시험평가를 거쳐서 만족할 만한 제품이 나올 때까지 반복적인 작업을 수행함으로써 이루어져 왔다.⁽¹⁾ 사출제품 형상의 설계는 사출성형에 관련된 광범위한 지식을 필요로 하며 설계의 성형성, 제품의 기계적 성능, 웰드

* 한국기술교육대 생산기계공학과

라인(weldline), 싱크마크(sinkmark), 변형등과 같은 기계적 결함의 발생 가능성등을 설계 초기 단계에서부터 종합적으로 고려하여 수행되어야 한다.^(2,3) 그러나 현재까지 사출성형 공정의 종합적인 지식을 고려하여 형상, 치수등의 설계를 지원해 주는 설계도구가 제공되지 못하였다. 이러한 이유로 현장에서의 설계는 전문가의 오랜 경험에 주로 의존해 왔다.

이와 관련된 중요한 연구분야로는 우선 특징형상 기반 CAD시스템의 연구를 들 수 있다. 특징형상 기반 CAD시스템은 기본적으로 제조를 고려한 설계 개념에 바탕을 둔 것으로서 설계 초기 단계에서 특징형상의 형태로 기계 가공을 고려한 설계를 하려는 시도이며 주로 기계 가공을 고려한 설계 혹은 기계 가공을 위한 창생적 공정설계(generative process planning) 문제에 주안점을 두고 있다.^(4,5,6) 반면, 사출성형 제품의 부형상 설계를 위해서는 특징형상 기반 CAD시스템에 제품의 성능과 성형성에 대한 설계 파라미터의 복잡한 인과관계에 관한 지식이 반드시 포함되어야 한다. 즉 플라스틱 제품의 리브구조의 예를들면 특징형상 기반 CAD시스템에서는 기계가공만을 고려하여 기계가공 특징형상으로서 사출금형 제작상의 경사진 슬롯(slot)으로만 고려한다. 그러나 사출성형 공정시 슬롯의 깊이, 구배각도, 위치 및 방향, 공정조건, 사용된 고분자 재료등이 종합적으로 최종제품의 보장성능, 이형성, 변형, 싱크마크등의 제품품질에 직접적 영향을 미치게 된다. 한편, 사출성형 공정해석을 위한 CAE 프로그램이 사출성형의 성형성 및 기계적 성능 검토를 위해 개발되어져 있으나,^(7,8) 이러한 소프트웨어의 성능은 유변학적 문제를 모델링함에 있어서 불가피하게 부수되는 가정과 단순화 과정때문에 사출제품 및 금형의 성능을 정량적으로 평가하기에 불충분하다. 또한 이러한 소프트웨어는 해석만을 위한 목적으로 작성되었으며 통합적 설계를 위한 것이 아니기 때문에 만족할만한 설계를 얻기 위해서는 설계 합성과 해석의 과정을 수없이 반복해야 하는 문제점이 상존한다. 플라스틱 제품의 설계 지원을 합리적으로 수행하기 위해서는 이와같은 문제점에 대한 해결책이 모색되어야 한다. 기존의 범용 CAD/CAM 시스템은 사출금형의 이러한 고유한 요구에 부응하지 못하고 있는 실정이다. 즉 설계에 필요한 설계 데이터베이스, 설계자의 경험적 지식, 사출금형 설계를 위한 전용 기하학적 모델러, 이론적 해석등의 기능이 통합적으로 이루어질 수 있는 설계환경이 제공되지 못하였다.

플라스틱 사출금형 전용 CAD 시스템을 구축함으로써 이러한 문제에 대한 접근이 이상현상에 의해 시도된 바 있다.⁽⁹⁾

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 특징형상 기반 CAD시스템을 바탕으로 구축된 금형 설계 시스템과 부형상의 설계 합성과 해석을 위한 사출성형의 광범위한 지식을 지원하는 지식형 시스템을 상호보완적으로 연계한 형태의 지식형 설계 지원 시스템을 제안하였다.

2. 시스템 개요

본 논문은 사출성형제품과 금형의 설계를 위한 대화식 지식형 설계 지원 시스템의 구축에 대하여 기술하였다. 설계 시스템은 제품및 금형 부품의 형상을 특징형상 기법에 의해 모델링하는 기하학적 모델러, 설계자의 부형상 설계경험을 전산정보화하는 지식베이스 모듈(knowledge-base module), 그리고 설계의 평가를 위해 필요한 해석을 수행하는 CAE 프로그램 모듈의 3가지 기능적 그룹으로 크게 구분할 수 있다. 각 그룹간의 전반적인 제어와 사용자와의 연계는 전문가 시스템의 기능에 의존한다.(Fig.1)

기하학적 모델러로는 한국과학기술연구원 CAD/CAM연구실에서 개발된 MOLDSYS를 사용하였다. MOLDSYS에서의 특징형상 설계 환경은 다시 3가지로 나뉘어진다. 우선 제품이나 금형의 형상을 표현할 수 있는 모든 기하학적 가공형상들을 기존의 특징형상 정의의 기준으로 특징형상 라이브러리, 금형 제품의 기하학적 형상을 그에 해당하는 3차원 특징형상으로 표현하는 데에 이용되는 3차원 솔리드 모델러, 그리고 금형 설계시 필요한 모든 표준 부품들을 용도에 맞게 선

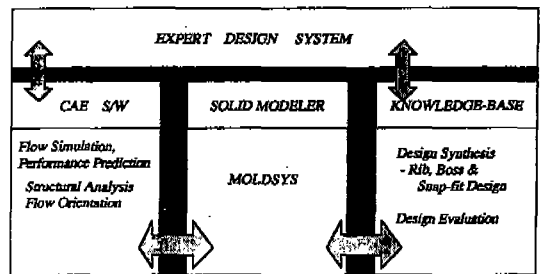


Fig. 1 Framework of knowledge-based CAD system for ribbed injection molded parts.

정, 설계할 수 있도록 현재 국내에서 많이 쓰이고 있는 KS, JIS, FUTABA 및 HASCO와 같은 금형부품 표준 사양들을 적절하게 결합하여 구성된 금형 표준 부품 사양 데이터베이스로 구성되어 있다.⁽¹⁾

사출성형의 특징인 부형상 합성을 위한 경험적, 이론적 지식이 지식베이스 모듈상에서 생성규칙의 형태로 전산정보화되었다. 지식베이스 모듈은 주어진 사출 제품의 주형상에 대해 사출성형 제품에 고유하게 추가되는 부형상을 적절히 설계할 수 있도록 지원해 주게 된다. 부형상의 위치, 갯수, 형상 파라미터가 주형상의 기하학적 조건, 사용되는 고분자 재료의 물성치, 하중 조건 및 구조조건, 고분자 재료의 성형성에 관한 설계조건등을 모두 고려하여 종합적인 설계 합성 작업을 수행하게 된다.⁽¹⁰⁾ 전문가 시스템 구축도구로는 CLIPS가 사용되었다.

CAE 프로그램은 성형성과 수축률 검토를 위한 유동 해석 프로그램, 그리고 변형해석을 위한 구조해석 프로그램등이 포함되어 있다.

MOLDSYS는 코아 모델러로서 PADL2를 이용하여 구축된 사출제품 및 금형형상 설계용 CAD시스템이며,

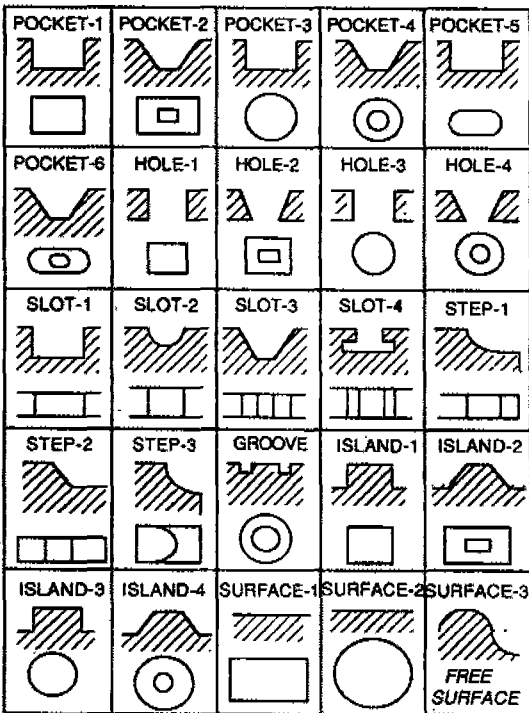


Fig. 2 Standard machining features used in this study.

특징형상 모델링 기법에 의해 모델링을 수행한다. MOLDSYS는 전체 프로그램의 윈도우와 메뉴를 제공한다.

개략적인 설계순서는 다음과 같다.

MOLDSYS의 윈도우 상에서 25개의 특징형상을 이용하여 주형상을 모델링한다.(Fig.2) 설계된 주형상을 가지고 부형상을 설계합성하기 위하여 지식베이스 모듈을 호출한다. 대화적인 방법에 의하여 부형상의 형상 파라미터를 설계하고 이를 모델링을 위한 명령어 파일로 변환한다. MOLDSYS상에서 기하학적 형상으로 변환하기 위하여는 이 명령어 파일을 구동하면 되고, 자동적으로 부형상의 기하학적 형상 데이터를 얻을 수 있다. 이렇게 얻어진 부형상을 주형상과 결합함으로써 최종적인 제품형상을 얻는다. 이 기하학적 모델을 유동해석 및 구조해석을 위하여 이용할 수 있다. 해석을 위한 결정은 지식베이스 모듈에서 하게 되는 데 성형성과 보강성능의 평가가 필요한 경우에 이루어진다. 유동해석을 위하여 코넬대학에서 개발된 C-MOLD 프로그램이 이용되었고 성형중에 발생한 잔류응력에 의한 변형해석을 위해 Abaqus프로그램이 사용되었다. CAE프로그램은 지식베이스 모듈의 결정에 의해 요구된 해석을 수행하고 적절한 부형상의 합성을 위해 요구되는 데이터를 공급하게 된다.

최종 설계된 제품형상에 대하여 코아와 캐비티를 생

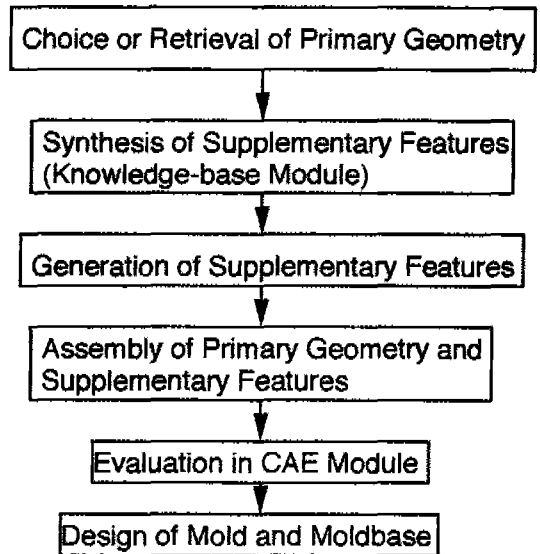


Fig. 3 Overall design procedure.

성하고, 적절한 금형형판의 크기와 부품, 그리고 몰드 베이스를 설계하는 것은 매우 복잡하고 중요한 과정이다. 본 연구에서는 설계작업시 필요한 여러 부품들의 표준사양들을 데이터베이스화하여 제공하고 대화식으로 부품의 크기나 위치를 선정할 수 있도록 제공하는 MOLDSYS의 기능을 이용하였다. 시스템이 제공하는 전반적인 설계작업의 흐름은 일반적인 수작업의 순서를 최대한 따랐고 오차가 발생되기 쉽거나 자주 작업해야 하는 부분은 시스템 상에서 기능화하여 신속하고 신뢰성있는 설계가 가능하도록 고려하였다. 이러한 작업순서가 Fig. 3에 나타나 있다.

3. 통합설계용 지식형 CAD시스템 구축

3.1 MOLDSYS 모듈

MOLDSYS에서는 특징형상 모델링 기법을 채택하여 모델링을 수행한다. 이와같은 방법으로 제품설계와 공정설계간의 정보전달 체계상의 문제점을 해결할 수 있다. 그러나 특징형상이 25개로 제한되어 있는 관계로 이를 이용하여 주형상 생성이 어려울 경우 PADL2의 기능을 활용할 수 있도록 하였다. PADL2 역시 사출 제품 설계시 빈번히 나타나는 자유곡면 생성등에 제한을 가지고 있다. 금형생산시 실제 가공되어야 하는 형상은 제품의 형상을 갖는 캐비티(cavity)이다. 그러므로 제품설계시 생성된 제품형상은 다시 캐비티 형상으로 변환되어야 하는데 이를 위하여 MOLDSYS상에서 다음과 같이 설계하였다. 금형에서의 제품형상은 캐비티 형상과 기하학적으로 대응관계를 이루게 되므로 각

특징형상들에 대응하여 맞물리는 형상을 상대 특징형상으로 정의하고 원래의 특징형상을 역으로 사상시켜 얻을 수 있도록 하였다.

금형의 개폐와 제품의 이형을 위해서는 분할선이 설계되어야 하는 데 분할선의 설계를 위하여 다음과 같은 과정을 거치게 된다. 즉, 각 특징형상 별로 그 위치와 방향을 고려하여 관계되는 성형부에 대한 상하 분할방향과 분할 형상을 인식한 다음 이들을 같은 방향끼리 분류, 재결합하여 전체 성형부의 분할선을 자동 지정하는 방식을 취하게 된다. 이러한 과정을 통하여 생성된 상, 하 성형부의 한예를 Fig. 4에 도시하였다.

3.2 지식 베이스 모듈

3.2.1 공리설계 접근방법을 통한 부형상 설계방안

부형상 설계의 초기단계를 합리화하기 위하여 공리설계 개념을 도입하였다. 공리설계 개념에 의해 부형상 설계를 표현하기 위해서 우선 기능적 필요성과 설계변수가 정의되어야 한다. 기능적 필요성을 다음과 같이 정의하였다.

FR1 = 보강 요구조건외의 체시

FR2 = 부형상 생성

FR3 = 구조해석에 의한 보강구조의 성능 검토

FR이 준연성(decoupled)이 되게하는 설계변수는 다음과 같이 선정하였다.

DP1 = 설계자에 의해 설계된 사출제품의 주형상

DP2 = 리브구조

DP3 = 부가되는 하중(예상치)

이상과 같이 정의된 기능적 필요성과 설계변수들을 설계행렬을 이용하여 표현하면 다음과 같은 형태로 된다.

$$\begin{bmatrix} FR1 \\ FR2 \\ FR3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X & 0 & 0 \\ X & X & 0 \\ X & X & X \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DP1 \\ DP2 \\ DP3 \end{bmatrix} \quad (1)$$

(1)식을 보면 설계행렬이 공리설계에 있어서 준연성임을 나타내 주는 삼각행렬(triangular matrix)로 됨을 알 수 있다. 공리설계의 전지에서 고찰하여 볼 때 사출제품 형상 설계시 부형상을 주형상과 분리하여 설계하는 방안이 보다 합리적임을 알 수 있다. DP1과 DP2값이 결정되면 FR3는 구조해석 프로그램을 이용하여 해결할 수 있게 된다. 사출성형 공정은 유동과 용융수지의 고화가 연성되는 복잡한 공정이므로 설계공차가 엄밀하

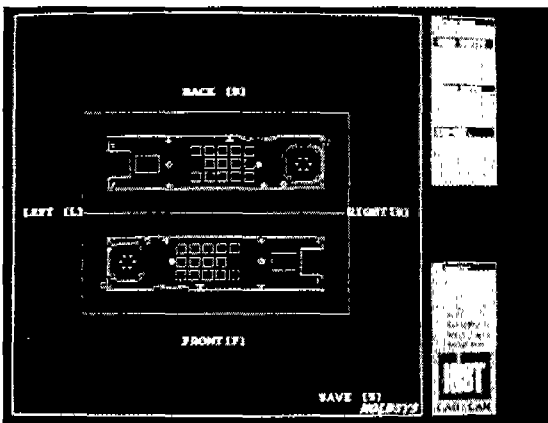


Fig. 4 Display of core and cavity.

게 주어질 경우 설계행렬을 비연성화(uncoupled) 또는
 준연성화시킬 수 있는 DP선정이 대단히 어렵게 될 수
 있다. 이러한 문제의 해결에 가장 적합한 방법중의 하나
 가 지식베이스 접근방법이라고 할 수 있다.

3.2.2 지식베이스 모듈 구축

사출성형 제품의 주형상은 대개 제품 설계자에 의해
 요구되는 기능적 필요성과 외관을 고려하여 설계된다.
 이 단계에서는 설계의 성형성과 성형공정에 관련된 제품
 의 기계적 성능은 고려되지 않는다. 제품설계자에 의해
 설계완료된 주형상은 사출금형 설계자에 의해 구조보강,
 유동원활, 변형방지, 조립등의 목적으로 부형상이 부가되
 게 된다. MOLDSYS상에서 주형상이 설계된 후 부형
 상 설계를 위한 주형상의 기하학적 정보, 즉 예를들면
 제품두께(wall thickness)등은 사용자 프로그램 기능
 을 이용하여 인터페이스 프로그램을 작성하여 주형상의
 데이터베이스로부터 읽어들이어 화일로 저장하고 이 화일
 의 수치정보를 전문가 시스템에서 입력받아 지식 베이스
 로 최종 전달될 수 있다. 지식 베이스 모듈에서는 부형
 상 설계를 위해 요구되는 재료의 종류, 하중의 종류와
 크기, 설계 목표등의 추가적인 정보를 사용자로부터 대
 화식으로 입력받아 설계를 진행하게 된다. 설계 가능한
 부형상으로는 리브, 보스, 스냅 핏(snap fit)등이 있
 다. 부형상 중에서 리브를 예로들면, 리브의 필요성 판
 단, 단면설계, 리브 빈도의 결정등을 수행하게 된다.

본 연구에서는 GE Plastics의 61가지 재료에 대해
 부형상을 설계할 수 있는 규칙이 구축되었다. 다음은
 지식베이스 RIBBER에 내장되어 있는 설계 규칙의 예
 이다.

IF: The Material is GE NORYL N190
 and The Wall Thickness is {t}
 and The Input Root Thickness {Tb}
 is bigger than 0.8{t}
 THEN: The Possibility of Bad Sinkmark
 = 9/10

and The Possibility of Warpage = 8/10
 and Warning Message: Reduce {Tb}
 Smaller than 0.8{t}

IF: The Material is GE NORYL N190
 and The Wall Thickness is {t}

and The Input Rib Height {h}
 is bigger than 3.0{t}
 THEN: The Possibility of Ejection Difficulty
 = 9/10
 and The Possibility of Short Shot = 7/10
 and Warning Message: Reduce {h} smaller
 than 3.0{t}

설계과정은 대화식으로 진행되며, 적절한 충고, 설
 명, 도움말, 경고, 공정상의 문제점, 설계 진행 상황등
 이 계속적으로 제공되어 설계자를 지원하게 된다.
 RIBBER는 설계자의 선택에 따라 적절한 부형상 파라
 미터 값을 선정해 주거나 설계자가 지정할 경우에는 결
 정과정에서 요구되는 정보를 제공해 준다. 또한 제안된
 설계의 사출성형 공정상의 문제점을 평가해 주고 경고
 나 조언등을 필요할 때마다 생성하게 된다.

최종적으로 결정된 부형상의 형상 파라미터 값은
 MOLDSYS로 전달되어 형상 생성을 위한 명령어 화일
 로 자동변환되며, 이 화일을 구동하여 부형상의 기하학
 적 형상을 얻게 된다. 지식 베이스 모듈의 입력과 출력
 의 예를 Fig. 5에 도시하였다.

3.3 지식 베이스 모듈과 MOLDSYS의 연계

MOLDSYS와의 연계를 위하여 요구되는 기능을
 MOLDSYS상의 메뉴로 구현하였고 지식베이스를 메뉴
 를 선택하여 호출할 수 있도록 하였다. 주형상및 부형
 상의 합리적 설계를 위하여는 초기 설계 단계에서 제품

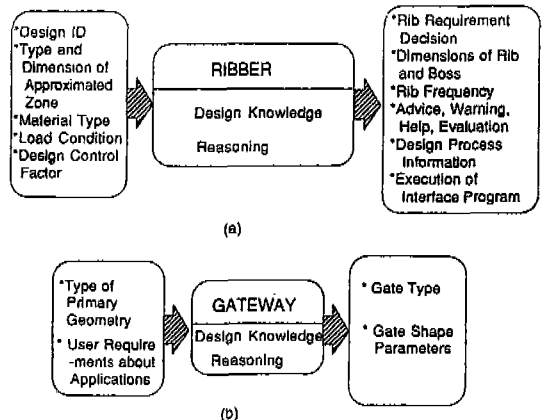


Fig. 5 Examples of input and output in knowl-
 edge-base module.

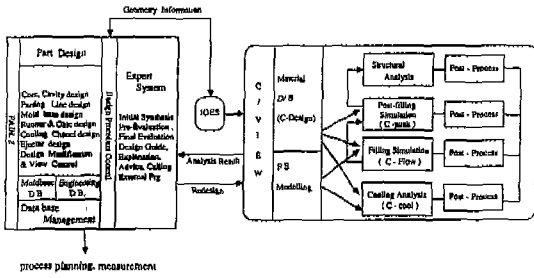
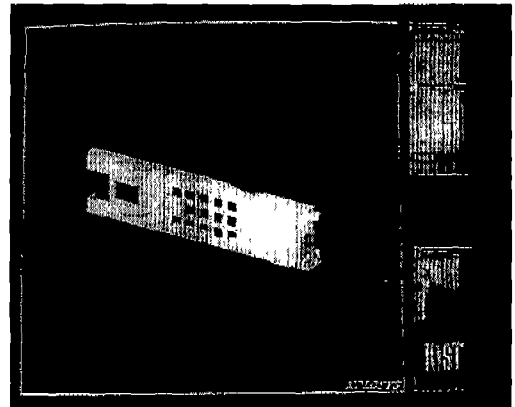


Fig. 6 Interface between MOLDSYS and knowledge-base module.

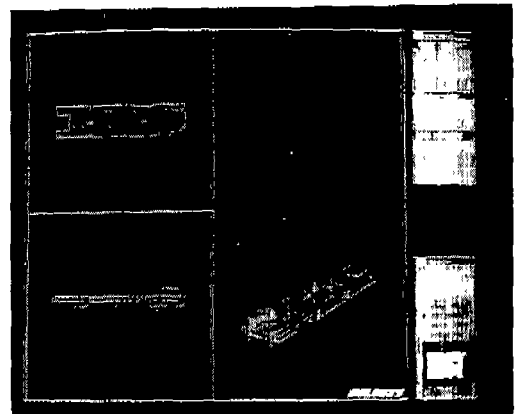
의 성형성, 가공성, 기계적 성능등의 종합적인 정보가 통합적으로 제공되어야 하고 이러한 종합적인 정보 하에서 최적으로 설계된 결과를 기하학적 형상으로 쉽게 표현할 수 있어야 하며, 생성된 기하학적 정보는 다음단계의 과정에서 정보상의 장벽이 없이 사용될 수 있어야 한다. 또한 형상정보의 생성과정도 수작업으로 진행할 경우 부형상의 형태가 복잡한 관계로 많은 시간과 노력을 요구하게 된다. 이러한 작업은 설계 고유 특성상 반복, 수정이 빈번하게 이루어지게 된다. 이와 같은 기능들을 가능한한 자동화함으로써 합리화를 도모하였다. 연계를 위한 구체적인 사항은 Fig.6에 나타나 있다.

4. 적용사례

본연구를 통하여 개발된 설계 지원 시스템을 이용하여 사출성형으로 제작되는 항공기용 전화기를 대상으로 사례연구를 수행하였다. 사출제품 및 금형을 통합적 방식으로 설계하기 위하여 특정형상 이용 설계, 지식 베이스 이용 설계, 설계 해석을 위한 CAE 프로그램 모듈등이 연구되었고 각 모듈간의 연계를 위한 방안이 제안되었다. 프로그램간의 연계는 전문가 시스템의 기능과 MOLDSYS의 윈도우 환경을 이용한다. 전문가 시스템 구축도구로서는 CLIPS가 사용되었으며, 이 구축도구는 C언어로 작성되어 호환성이나 이전성이 양호하다. 지식 베이스는 사실과 규칙의 형태로 구현되어 있다. 사실은 지식 베이스 구성시 데이터의 기본 형태를 나타낸다. 규칙은 사실의 존재 유무에 따라 작동되며 규칙의 구동 과정중에 사실이 첨가되거나 삭제될 수 있다. 이와같은 방법으로 구성된 지식 베이스의 형태는 대단히 알기 쉽고 지식의 첨가와 삭제에 따른 지식 베이스의 수정, 변경이 용이하다. 이러한 지식형 설계기법과 특정 형상



(a)



(b)

Fig. 7 Generation of final geometry.

(a) Generation of primary geometry

(b) Assembly of primary geometry and supplementary features

모델링의 기법이 상호보완적으로 연계되어 최적의 설계 시스템을 구성하게 된다. 이러한 설계과정을 좀더 자세히 설명하면 다음과 같다.

MOLDSYS상에서 25개의 특정형상을 이용하여 특정형상 기반 모델링의 방법으로 주형상을 설계한다. 부형상 설계시 필요한 기하학적 정보가 특정형상의 형태이면 형상정보를 직접 호출하여 사용할 수 있으나 특정형상으로 등록되어 있지 않을 경우에는 사용자 프로그램의 기능을 이용하여 형상정보를 전달받아 부형상설계를 시작하게 된다. 형상정보 이외에 다른 정보는 대개 사용자와의 대화를 통하여 입력받게 되는 데 예를 들면



Fig. 8 Melt-front distribution.

고분자 재료의 종류, 하중조건, 설계제어 인자등을 들 수 있다. 부형상의 경우도 많이 사용되는 형태는 메뉴의 형태로 이용될 수 있도록 하였기 때문에 전문가 시스템 으로부터 설계값을 추천받아 직접 입력하거나 명령어 화일로 자동으로 생성하거나 직접 수작업에 의해 작업 할 수 있도록 하였다. 설계가 수행되는 과정 중 의문점 이 있으면 설계를 중단하고 지식베이스를 쉽게 검토해 볼 수 있고 지식베이스가 마음에 들지 않을 경우 지식 의 삭제, 첨가가 가능하다. 설계의 각 단계를 통하여 전문가 시스템의 설명기능을 활용하여 정보를 제공하며, 필요한 경우 조언, 경고, 재설계 제안등의 메시지가 출력 된다.

이와같은 과정을 통하여 최종적으로 얻어진 부형상을 원래의 주형상과 결합하면 제품형상을 얻게된다. 지식 베이스에 의해 고립된 CAD시스템이 지식형 CAD시스템으로 되어 설계가 통합적으로 이루어지게 되는 것이다. Fig.7(a)는 MOLDSYS상에서 25개의 특징형상을 이용하여 특징형상 모델링의 기법으로 전화기의 주형상이 설계된 것을 보여준다. Fig.7(b)는 부형상과 결합된 전화기의 최종형상을 나타낸다.

이와같이 최종적으로 얻어진 설계는 정량적 평가가 필요할 경우 CAE프로그램에 연계되어 해석이 가능하다. CAE프로그램은 전문가 시스템의 결정에 따라 필요한 해석을 수행하고 해석결과를 제공한다. 성형성의 해석을 위해 C-MOLD프로그램을 사용하였다. Fig.8은 최종 설계된 제품에 대해 유동해석을 수행한 결과를 보여주고 있다.

해석 및 평가작업이 종료되어 제품설계가 완결되면 사

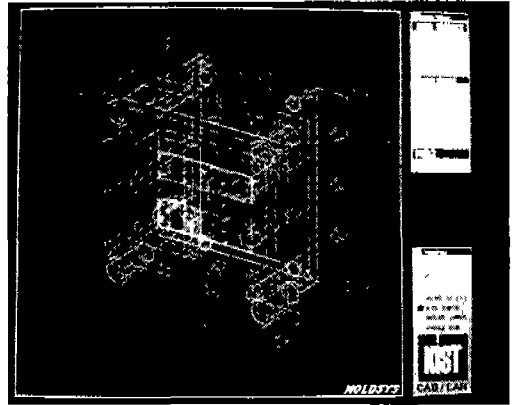


Fig. 9 Display of 3-dimensional mold and moldbase assembly.

출금형을 설계하게 된다. 주어진 제품형상에 대하여 적절한 금형을 설계하기 위해서는 금형형판의 크기결정, 캐비티의 설계, 몰드베이스의 선택등의 매우 복잡하고도 중요한 과정을 거쳐야 한다. 몰드베이스는 국내에서 많이 사용되는 형태를 데이터 베이스화 하였으므로 설계자가 쉽게 선택할 수 있다. 캐비티의 설계는 제품의 형상을 역사상시켜 얻어지게 된다. 캐비티의 설계가 완료 되면 분할선을 설계하여야 하는데 분할선 설계를 위하여 관계 특징형상 사상기법이 MOLDSYS상에서 이용된다. 이 기법을 이용하면 복잡한 분할선 설계가 비교적 쉽게 이루어질 수 있게 된다. Fig.9에 이러한 모든 과정을 거쳐 최종적으로 설계 완성된 금형 결합체 형상의 3차원 결과를 도시하였다.

5. 결 론

지식형 기법을 활용한 사출제품 및 금형의 통합설계를 위한 설계시스템이 제안되었다. 이 시스템은 특징형상 CAD시스템인 MOLDSYS와 지식베이스 모듈, CAE 모듈을 결합하여 구축되었다. 특징형상 설계를 위하여 3차원 솔리드 모델러, 금형정보 데이터 베이스, 특징형상 정보의 계층구조화등의 시스템 환경하에서 기존의 금형 설계 과정을 특징형상 설계의 개념으로 구현하였다.

이 시스템의 수행시 얻어지는 모든 설계 결과는 특징형상 정보 화일에 기록, 저장된다. 지식베이스 모듈에서는 부형상설계를 위한 이론적, 경험적 지식을 제공하여 설계를 수행할 수 있도록 지원하여 주며 해석 모듈에서 설계의 해석 및 평가가 가능하다.

본 설계 시스템은 설계를 합리화함으로써 작업시간과 노력을 절감할 수 있고 특징형상을 원용함으로써 공정 설계와 같은 다음 공정과의 연계가 이루어질 수 있게 된다. 앞으로 금형설계 현장에서의 직접적 활용을 위해서는 사출금형의 설계지식을 더욱 확충하여 지식베이스화 하고 보다 현장성있는 특징형상이 개발되어야 할 것이다.

참고문헌

1. 김태수, 허용정, 사출제품/금형의 통합설계 시스템 개발, 파기처 첨단 보고서, 1992.
2. Pye, R.G.W., Injection Mould Design, Pitman Press, 1983.
3. Rosato, D.V. and Rosato, D.V., Injection Molding Handbook, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1986.
4. Luby, S.C. et al., "Creating and Using a Features Data Base", Computers in Mechanical Engineering, pp.25-33, 1986.
5. Roller, D., "Design by Features: An Approach to High Level Shape Manipulations", Computers in Industry 12, pp.185-191, 1989.
6. Hummel, K.E. and Brooks, S.L., "Symbolic Representation of Manufacturing Features for an Automated Process Planning System", ASME WAM, PED-Vol. 24, pp.233-243, 1986.
7. Wang, V.W. et al., "Dynamic Simulation and Graphics for the Injection Molding of Three-Dimensional Thin Parts", J. of Polymer Engineering, Vol. 7, No. 1, pp.21-45, 1986.
8. Chiang, H.H., Simulation and Verification of Filling and Post-Filling Stages of the Injection Molding Process, Ph.D Thesis, Cornell University, 1989.
9. 이상헌, 이진우, 고천진, "플라스틱 사출 금형 설계를 위한 CAD시스템의 개발", 대한기계학회논문집, 제12권, 제6호, pp.1227-1237, 1988.
10. Huh, Y.J. and Kim, S.G., "A Knowledge-based CAD System for Concurrent Product Design in Injection Moulding", Int. J. Computer Integrated Manufacturing, Vol. 4, No. 4, pp.209-218, 1991.
11. L.T. Manzione, Applications of Computer Aided Engineering in Injection Molding, Hanser Publishers, 1987.