

# 사출성형 유동해석 서비스 납기단축을 위한 프로세스 개발

이동윤<sup>†</sup> · 송기형\* · 최영재\* · 이석우\* · 최헌종\*

## The Delivery Shortening Process of Engineering Service for the Flow Analysis of Plastics Injection Molding

Dong-yoon Lee, Ki-hyeong Song, Young-jae Choi, Seok-woo Lee and Hon-zong Choi

**Key Words :** Engineering collaboration(엔지니어링 협업), CAE service(CAE 서비스), Injection mold(사출금형), flow analysis(유동해석)

### Abstract

The importance of simulation of plastic flow in the injection mold is increasing as the parts are more complex, but the small-scale enterprises can't afford to invest for the infra individually. CAE (Computer Aided Engineering) service was naturally born based on these needs. This paper presents the engineering collaboration model between the large and the small/medium enterprises in the field of injection molds. Based on the engineering collaboration hub and CAE service, small-scale enterprises could research the necessary technology and develop the proper products. The analysis results of CAE are provided by the integrated visualization system on the web. This paper also deals with the delivery shortening process of CAE service for electric/electronic parts which should meet the needs of customers as soon as possible.

### 1. 서 론

소비자의 기호가 다양해지고, 단납기 고품질 제품의 빠른 시장진입을 위해 전세계의 소비자를 상대로 업체간 경쟁이 발생하는 현재와 같은 글로벌 경쟁체제 속에서 생존하기 위해서 완성품을 생산하는 기업들은 제품의 표준화, 부품기업의 중층화, 부품의 모듈화, 기술 중심의 부품 전문기업의 육성, 전문기업과 아웃소싱(Out-sourcing) 확대 등의 다양한 전략을 시도하고 있으며, 이에 따라 한 기업 내에서 하던 일을 많은 전문기업 및 기업 내부 여러 조직과 신속하게 협력해야 하는 상황이 발생하고 있다.

결국, 기업 간의 협력 및 유기적 관계는 매우 중요한 제조전략으로서 이를 효과적으로 관리하고

협력을 유도하고 실시간 차원의 제조현황을 관리하기 위해 IT 기술 접목이 불가피한 상황이라 볼 수 있으며, 제품 개발에 있어서 동시공학 기술의 적용이 필요하고, 제품의 품질 향상과 개발 주기의 단축이 요구된다.

따라서 이러한 환경 변화에 대비하여 글로벌 시장의 다양한 고객요구를 적기에 대응하기 위하여 내부조직뿐만 아니라 협업업체 등과의 유기적인 협력관계가 요구되고 있다. 또한 이러한 협력관계를 통해 비용 및 시간의 손실을 줄이는 것이 중요하다. 그러나 대부분의 업체들의 경우, 기술, 인력, 장비 등 한계로 인해 자발적인 추진에 어려움을 겪고 있다. 또한 제품설계와 제조에서 점차 아웃소싱이 확대되면서 실제로 제품 개발에서 생산에 이르기까지의 업무의 진행이 서로 원격지에 위치한 사람들 간에 진행이 되는 것이 대부분인데, 신속한 제품의 설계와 제조를 위해서는 네트워크 기술을 이용한 협업과 여기에서 발생하는 문제점을 해소하기 위한 네트워크 기반의 협업 제품 개발의 환경 구축이 불가피 하다(1).

---

<sup>†</sup> 회원, 한국생산기술연구원 e가공공정팀  
E-mail : dylee@kitech.re.kr  
TEL : (032)850-0378 FAX : (032)850-0310

\* 한국생산기술연구원 e가공공정팀

e매뉴팩처링 기반구축사업은 2004년도 설계, 생산, 블로우제품 협업허브를 시범사업으로 하여 시작되었으며, 이들 3개 허브의 보완과 제품의 품질 혁신 지원을 위한 대·중소기업 상생모델로서 엔지니어링 기술정보의 축적 및 기술협업체인 구성을 목적으로 엔지니어링 협업허브가 2005년에 신규 구축되어 활용 중에 있다.

본 논문은 엔지니어링 협업모델의 구축으로부터 엔지니어링 협업허브의 설계 및 구현, 활용에 대한 내용이다. 2장에서는 엔지니어링 협업 모델의 개요에 대해서 논하고 있으며, 3장에서는 엔지니어링 협업모델을 통하여 현재 주로 진행되고 있는 사출성형 유동해석 서비스에 대하여 소개하고자 한다. 4장에서는 시공간의 제약을 극복하기 위해서 엔지니어링 협업허브상에서 제공하고 있는 CAE 가시화 (Visualization) 및 웹 기반 컨퍼런스 (Conference) 기능에 대해서 설명하였다. 5장에서는 서비스의 납기단축을 위해서 개발한 사출유동해석 라이브러리와 함께 중소기업들의 요구사항에 대한 대응을 위하여 협업허브의 서비스 중 하나로 개발하여 적용한 단납프로세스에 대하여 논하였다.

## 2. 엔지니어링 협업모델

### 2.1 엔지니어링 협업의 필요성

완성품을 생산하는 대기업 입장에서 보면, 협력업체가 영세하고, 부품 기술에 대한 부분이 매우 취약하다. 또한 제품개발을 하는 제품설계자의 경우 금형 및 사출에 관련된 기술을 보유하기 힘든 경우가 많아 생산기술이 고려된 제품 설계가 어렵고, 제작과정에서의 잦은 시방변경은 품질문제를 발생시킴과 동시에 개발기간을 지연시켜 시장 투입시점을 놓치는 경우가 빈번히 발생하고 있다.

금형을 설계하고 생산하는 기업의 입장에서 보면, 제품의 특성 및 기술 사양을 정확히 알 수가 없으며, 대기업과의 업무 협력체계는 업체간 기술 분담이 어려운 수직적인 구조로 되어 있다. 따라서 부품 및 제품생산에 관한 선행연구를 수행할 수 있는 구조를 갖추지 못하고 있어 국내 대다수의 제조업체는 경험에 의한 기술개발 방식을 취하고 있는 실정이다. 이러한 대기업과 중소기업의 입장 차이에서 오는 품질 문제와 협력의 문제를 해결하기 위해서는 기술적인 혁신뿐만이 아니라, 협업모델 개발 및 적용을 통해 제품을 개발하는

프로세스 및 생산방식 등 전 부문에서의 혁신 없이는 불가능하다.

일반적인 금형개발 프로세스를 살펴보면, 선행 기술개발과 상품기획, 조립설계, 부품설계 등은 대기업에서 담당하며, 금형의 제작, 시사출 및 양산은 중소기업에서 담당하고 있다. 제품개발 프로세스를 진행하는 과정 중에 대·중소기업의 대표적인 애로사항으로 들 수 있는 기술부문으로는 제품개발 관련 장비, 신뢰성 평가 및 시사출 지원, 설계의 사전 평가 부분 및 전문가의 지원 등을 들 수 있다. 엔지니어링 협업허브에서는 이러한 제품개발 프로세스 상에서 기업과 제품의 품질 혁신을 이룰 수 있는 기술 인프라를 구성하고자 한다. 대기업과 중소기업은 협업 인프라인 엔지니어링 협업허브를 통하여, 기술정보를 함께 구축하고, 정보의 공동활용을 통하여 금형의 사전평가와 사후검증을 웹 기반 협업시스템을 활용하여 수행할 수 있다.

### 2.2 엔지니어링 협업모델

엔지니어링 협업허브는 제품을 설계하는 대기업과 금형을 설계·생산하는 중소기업간의 기술협업체인을 기반으로 구성된다. 금형에서의 품질문제 메커니즘을 대략적으로 살펴보면 Fig. 1. 과 같다.



Fig. 1 Mechanism of quality problem of molds

이러한 품질문제는 보통의 경우 대기업에서 제품을 설계 할 때 금형/성형/조립/품질 등이 고려된 기구 디자인/개발/구매 역량의 부족에서 기인한다. 또한 중소 금형업체에서의 품질문제는 기반기술 및 지식의 부족과 더불어 품질관점에서의 협업체계를 갖추고 있지 못하여 발생한다. 대기업은 글로벌 제조기업으로 발전했으나, 협력업체는 10년 전의 기술과 규모를 가지고 있는 경우가 많으며, 임가공 등 노동생산 중심형 사업 및 방어적인 기

술관행을 유지하고 있다. 또한 조직 및 인력에 대한 부분에 대해 고려해 볼 때, IMF 이후 핵심역량을 보유하고 있는 인력이 대기업에서 중소기업으로 많이 진출을 한 바 있으나, 중소기업형업체에서는 경제적인 문제와 함께 여전히 인력수급이 어려운 것이 현실이다.

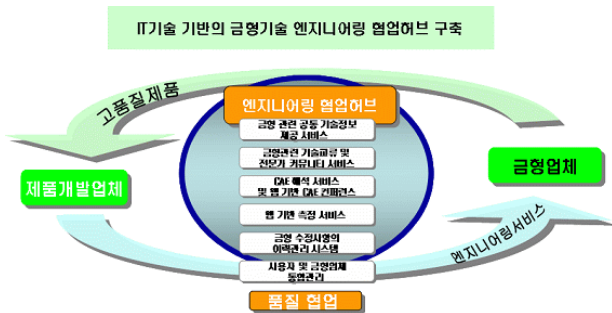


Fig. 2 Quality collaboration based on the system of engineering collaborative hub

이러한 문제를 해결하고자 Fig. 2. 와 같이 제품개발업체와 금형업체 간에 엔지니어링 협업허브를 통해 기술협업을 수행할 수 있도록 하였다.

금형업체는 금형의 사전검토(CAE; Computer Aided Engineering) 역량을 보유하기 힘든 구조적인 문제를 가지고 있다. 제품개발업체는 금형업체에서 보유하기 힘든 고가의 사출성형 CAE 해석 프로그램 및 인력을 엔지니어링 협업허브를 통하여 지원함으로써 전체적인 금형 사전검토 역량을 향상 시킨다. 사전검토 역량이 강화됨으로써 금형업체는 고품질의 제품을 생산 할 수 있어, 제품개발업체의 품질확보가 가능하게 된다.

### 3. 사출성형 유동해석 서비스

#### 3.1 엔지니어링 협업허브 요구사항 분석

엔지니어링 협업허브의 개발을 위하여 대기업과 중소기업의 부족한 기술부분 및 업체의 요구사항(VOC; Voice Of Customers)을 조사하였다. 제품을 개발하는 대기업의 VOC는 제품의 품질향상을 위해 우수한 기술을 보유하고 있는 협력업체의 육성과 지원의 필요성을 느끼고 있으며, 짧아지는 제품 Lifecycle에 대응하기 위한 단납기 금형개발이 절실한 실정이다. 또한 금형업체에 대한 인력 및 기술의 연계체제 및 제품설계자와 금형 설계자와의 의사소통 및 설계 개념의 공유가 절실한 상황이다. 한편 금형업체의 VOC로는 기술적인 측면에 있어서 2D 및 3D CAD 등 다양한 CAD가 혼용되

는 비효율적 개발 프로세스와 경험에 의존한 설계로 과학적 접근방안의 부재가 있으며, 경영적 측면에 있어서는 회사의 규모가 영세하여 인력, 설비 등에 대한 투자 여력이 부족하고 금형 신기술 및 신공법으로 경쟁력 강화의 필요성이 있으며, 인력 측면에서는 제조업 기피현상 및 기술적 고령화로 인한 우수인력의 확보가 어려우며 특히 CAE, 측정 등에 대한 전문기술을 보유하고 있는 인력이 부족함을 들 수 있다.

#### 3.2 엔지니어링 협업허브의 주요 기능

엔지니어링 협업허브는 포탈 협업허브의 기본적인 사용자 관리 및 권한관리에서부터 프로젝트 기반으로 협업을 수행할 수 있도록 구성이 되어 있다. 기본적인 기술정보로는 수치 및 재료의 물성 정보와 CAE 및 측정에 관련된 기술 정보를 포함하고 있다.

엔지니어링 기술정보를 관리하기 위하여 사용자는 프로젝트를 기반으로 기본적인 정보를 입력하고, 입력된 정보를 바탕으로 CAE 및 측정 서비스는 각각의 프로세스에 맞추어 진행되도록 되어 있다. 프로젝트 내부에는 금형의 사전 예측인 CAE 서비스와 품질의 검증을 할 수 있는 측정 서비스를 기반으로 구축이 되어 있다. 또한 서비스 수행 중에 필요한 기능으로 웹 기반 CAD/CAE 통합 컨퍼런스를 구축하였다. 이는 온라인상에서 CAD 및 CAE 결과를 전문가와 금형설계자, 금형설계자와 제품설계자 등이 컨퍼런스를 진행할 수 있게 하여 명확한 의사전달 및 의문사항에 대한 검토 등을 지원한다. 컨퍼런스를 진행하는 중에 변경사항 및 협의사항이 자동으로 DB에 저장될 수 있도록 구성이 되어 있다. 또한 기술적인 정보교류의 장을 마련하고자 엔지니어링 협업 커뮤니티를 신설하여 운영하고 있다. 커뮤니티는 일반 커뮤니티와 전문가 포럼 등으로 구성되어 있다.

Fig. 3은 엔지니어링 협업허브의 메인 화면으로서 이를 통해 지원되는 엔지니어링 협업허브의 주요기능은 협업 프로젝트를 기반으로 하는 엔지니어링 서비스의 수행과 엔지니어링 협업이며, 결과 보고서 및 기술 자료 또한 제공한다.



Fig. 3 Main page of engineering collaborative hub

### 3.3 사출성형 유동해석 서비스

엔지니어링 협업허브에서 지원하는 엔지니어링 서비스는 제품의 사전 예측인 CAE 서비스와 측정 서비스를 기본으로 하고 있다. 이러한 서비스는 프로젝트를 기반으로 구성되어 향후 기술자료 및 DB를 관리할 때 프로젝트와 제품을 기반으로 하여 운영을 하고자 한다. 엔지니어링 협업허브상에서 서비스 수행을 위한 프로세스는 Fig. 4와 같다.

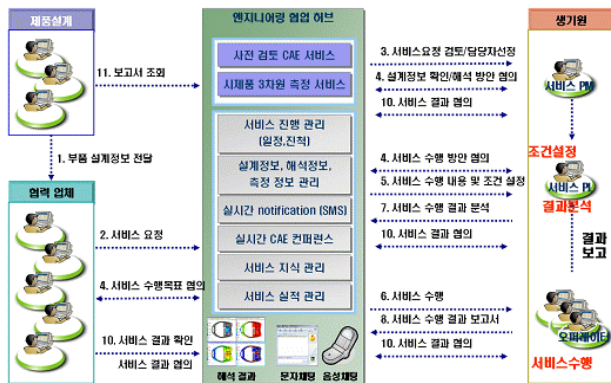


Fig. 4 Process of CAE engineering service

대기업 또는 제품을 설계하는 기업에서는 부품 설계 정보를 협력업체에 전달하게 된다. 이 정보를 토대로 엔지니어링 협업허브에 서비스를 요청하면 한국생산기술연구원(이하 생기원)과 전문가로 구성된 서비스 수행팀에서 서비스를 수행한 후 그 결과에 대해 서비스 의뢰업체와 협업허브를 이용하여 정보를 교환한다.

서비스의 요청은 온라인 상에서 이루어지며 총 4단계의 입력 형태를 가지고 있다. 1단계는 제품의 기본정보, 2단계는 요청 사항, 3단계는 제품의 설계 정보를 입력하도록 되어 있다. 마지막 4단계에서는 예측의 정확성을 높이기 위한 수치정보, 사출 조건 정보 및 사출기의 정보를 입력하도록 구성되어 있다. 이러한 입력정보는 서비스를 진행하기 위한 정보 이외에 향후 서비스의 결과를 DB화하고, 제품기반의 지식 시스템을 구축하여 제품의 기술이력 및 설계 표준서로 활용하고자 한다. 현재는 서비스를 수행한 후의 제품별, 수치별, 불량 발생별로 정보의 검색이 가능하도록 되어 있어 금형설계자 및 제품설계자가 가령 A의 수치를 사용할 경우 과거의 설계 경향과 문제점을 정리하여 볼 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 정보는 서비스 수행의 결과뿐만이 아닌 커뮤니티, 포럼, 기술자료실의 결과를 함께 검색하여 볼 수 있도록 되어 있어 사용자로 하여금 더욱 유용한 정보 습득 및 활용을 할 수 있도록 방안을 제공하고 있다.

## 4. CAE 가시화 및 웹 기반 컨퍼런스

### 4.1 사출성형 유동해석 결과 가시화

엔지니어링 협업허브의 주요 기능인 CAE 가시화 및 웹 기반 컨퍼런스 기능을 구현하기 위하여, 구조해석 및 사출성형 해석을 지원하기 위한 CAE 데이터 형식을 설계/구현하였다. CAE 해석 도구를 통해 생성된 해석 모델 및 결과 데이터를 분석하여 CAE 해석 데이터 및 결과에 대한 가시화를 위한 데이터로 변환하여 저장한다. 즉, 사용자는 고가의 CAE도구와 장비 등에 상관없이 가시화를 위해 변환된 데이터를 이용하여 볼 수 있다.

여러 CAE 해석 도구에서 생성된 해석 모델 및 결과를 분석, CAE 해석 가시화 데이터로 변환된 정보를 가시화 한다. 시스템은 여러 종류의 해석 솔루션(구조해석, 사출해석 등)들이 제공하는 정보를 변환할 수 있으며 그 결과를 다양한 방식으로 사용자에게 보여준다. 또한, 스냅샷(Snap shot)이나 마크업(Mark up) 등의 사용자 편의 기능을 제공하고 최종 결과에 대한 레포팅도 가능하다. 이는 해석 수행 결과뿐만 아니라 전문가의 다양한 지식 등을 직접 표현할 수 있도록 지원함으로써 해석 컨설팅 및 해석 컨퍼런스 등에 활용할 수 있다. Fig. 5는 노트북에 대한 사출 성형 해석을 수행한 결과를 보여주고 있다.

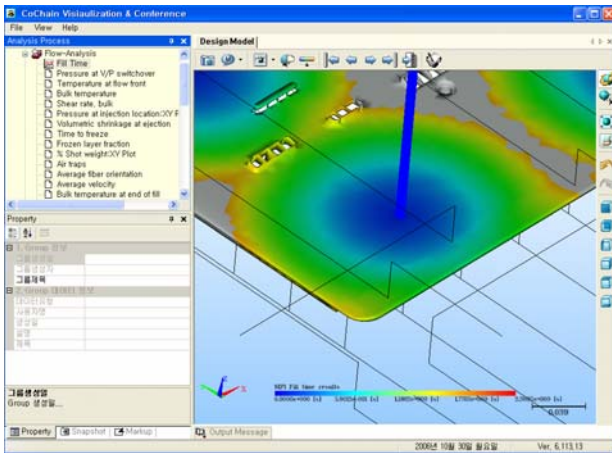


Fig. 5 Visualization of CAE Result

#### 4.2 웹기반 사출성형 유동해석 컨퍼런스

가시화를 위하여 변환된 결과 파일을 이용하여 원격지 간의 다중 사용자의 실시간 컨퍼런스를 수행할 수 있다. 엔지니어링 협업시스템의 각각의 서비스와 연동되어 실행되도록 구현되어 있으며, 컨퍼런스 시스템은 컨퍼런스 생성이나 수정, 삭제 등의 기능과 컨퍼런스 검색, 참여, 멤버수정, 삭제, 조회, 등록 등의 컨퍼런스 관리 기능을 제공한다. 또한 대상 파일 등록, 삭제나 통합 회의록 조회, 스냅샷이나 마크업 데이터 통합 조회와 같은 데이터 관리 및 통합 검색 기능 등을 제공한다.

### 5. 납기단축 프로세스

#### 5.1 유동해석 라이브러리 개발

금형의 납기 단축을 위해서는 정확한 사전해석을 통하여 사출금형설계를 조기에 결정하여야 하며, 향후 발생할 수 있는 다양한 불량문제를 사전에 인지하는 것이 필요하다.

사전해석에 소요되는 시간을 단축하기 위하여 금형과 관련된 다양한 기술정보를 통합적으로 관리할 필요성이 있으며, 이러한 기술 정보 중에서도 사출금형의 사전검토에 관련된 Feeding System 과 냉각 시스템을 라이브러리로 관리함으로써 사전 검토 시에 소요되는 시간을 절약하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 기대하고, 라이브러리를 개발/구축하였다. 엔지니어링 협업허브를 통해 수행된 프로젝트 중 CAE 해석 수행을 통하여 산출된 약 200건의 보고서 및 각종 해석 결과 자료들로부터 제품별/부품별/사례별/구조별로 분류하였다. 특히, CAE 해석 서비스를 신청하는 사출금형업체들의 요청을 최대한 반영하여 기존의 부품의 성형에

적용되었던 Feeding System의 전체적인 소개와 함께, 각 회사에 특화된 시스템을 구성할 수 있도록 자유도를 높임으로서 향후 라이브러리가 시스템적으로 자동 등록될 수 있는 여지를 마련하였다. Fig. 6은 LCD TV의 Cover Front에 기존에 사용되었던 Feeding System을 검색한 결과를 보여주고 있다. 사출금형업체에서는 CAE 해석 서비스를 신청할 당시에 Feeding System이 결정되지 않은 경우에도 기존의 방법을 참고로 하여 적용여부를 판단할 수 있을 것으로 기대되며, 금형도면의 출도 이전에 CAE서비스 신청이 가능하므로 납기단축이 가능하다.

선택	부품명	이미지	Feed 시스템 정보	보고서
선택	Cover Front		Gate 종류: 서브마진 Gate 수: 22 라디 종류: 핫타니	
선택	Cover Front		Gate 종류: 서브마진 Gate 수: 18 라디 종류: 핫타니/칼날	
선택	Cover Front		Gate 종류: 사이드/핫타니밸브(Valve) Gate 수: 6 라디 종류: 핫타니/칼날	
선택	Cover Front		Gate 종류: 서브마진(중) Gate 수: 8 라디 종류: 칼날	

Fig. 6 Searched Feeding System(LCD TV Cover Front)

#### 5.2 사출성형 유동해석 서비스 단납프로세스

2005년 이후 진행된 250여개의 사출성형 유동해석 서비스에 대하여 서비스를 의뢰한 30개 업체에 대한 설문조사 결과 사출성형 유동해석의 결과에 대하여 게이트 위치, 변형 예측, 미성형 예측에 대한 적용도가 가장 높은 것으로 나타났다. 이는 CAE의 주 목적인 '사전검토'에 대한 적용도가 높은 것은 의미하며, 이를 통하여 약 181회의 금형수정회수 절감효과를 기대할 수 있는 것으로 파악되었다. 그러나, 평균 신청 이후 3.5일정도 소요되는 해석기간에 대하여 극적인 단축에 대한 요구 사항이 빈번하게 발생하였다. 이에 대한 대응을 위하여 엔지니어링 협업허브의 사출성형 유동해석 부분에 대하여 단납프로세스를 구축하였다. 기본적인 유동해석 서비스만을 제공하는 것으로 해석 서비스를 제한하였으며, 해석을 위한 Mesh생성에 소요되는 시간을 최소화하여, 업체들에게 가장 시급하게 전달해주어야 하는 게이트 위치 및 유동성에 대한 결론만을 전달하였다. 특히, 해석결과에

대한 보고서를 자동생성하는 기능을 적용하여 납기 단축에 큰 효과를 거두고 있다.

## 6. 결 론

엔지니어링 협업시스템은 e매뉴팩처링 기반구축 사업의 일환으로 1차적으로 2005년도 에 설계, 구축되어 그 해 9월부터 본격적인 서비스를 제공하고 있으며, 이의 구축을 통한 성과를 간단히 살펴 보면 다음과 같다. 우선 엔지니어링 협업허브에는 총 20여 업체가 참여하고 있으며, 현재 지속적으로 참여업체가 증가하여 30여 업체가 참여하고 있다. 엔지니어링 협업허브를 통해 수행된 프로젝트는 총 261건('07. 2. 28 기준)의 사출성형 유동해석 서비스가 진행되었다. 엔지니어링 협업 프로젝트의 운영으로 품질향상에 기여한 부분을 제외한 직접적인 경제적 효과는 약 4억 3천만원의 불량개선 효과와 약 22억원의 비용절감 효과가 발생한 것으로 분석되었다. 비용절감 효과는 수치절감으로 인한 약 1억 5천만원의 재료비 절감, 수치 종류 및 중량 변경에 따른 약 1억 4천만원의 절감, 그리고 사출압 변경 등에 따른 사출 Cycle Time 감소에 의한 약 6억 4천만원 정도의 운영비 절감, 금형 수정회수 감소로 인한 제품의 적기 시장 출시에 의한 기회보전 금액 12억 6천만원의 절감효과에서 기인한다. 또한 변형개선, 웰드라인(Weldline) 개선, 유동밸런스 개선, 수축 개선, 사이클 타임 감소 등 많은 품질향상을 위한 사항들이 개선되었다.

이러한 엔지니어링 협업허브를 통하여 제품 설계자, 금형 설계자에게 금형설계의 사전검토로 CAE 해석 결과를 활용할 수 있도록 하여 금형 품질을 향상시킴으로써 엔지니어링 기술력 향상의

필요성을 인식시키고 이를 활용할 수 있는 창의적 협업 마인드를 제고할 수 있었다.

## 후 기

본 논문은 산업자원부에서 수행하는 i매뉴팩처링(한국형 제조혁신)사업에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

- (1) KITECH, “제조혁신 국제 포럼(International Forum on Manufacturing Innovation)”, <http://mif.imfg.com>
- (2) Choi, Y. and Yang, S. W., 1999, “Conference System for CAD Based on Product Data Standard,” Society of CAD/CAM Engineers, Vol.4, No.3, pp.200~209.
- (3) Choi, Y. and Yang, S. W., 2000, “CoDes: A Real-Time Collaborative Design System,” Society of CAD/CAM Engineers, Vol.5, No.1, pp.42~49.
- (4) Kan, H. Y., Duffy, V. G. and Su, C. J., 2001, “An Internet Virtual Reality Collaborative Environment for Effective Product Design,” Computer in Industry, Vol.45, pp.197~213.
- (5) 송인호, 정성중, 2004, “STEP 파일을 이용한 웹기반 설계 및 치수검증 시스템,” 대한기계학회논문집 A 권, 제 28 권, 제 7 호, pp. 961~969.
- (6) 박지형, 전진완, 김장원, 이제욱, 이규봉, 2005, “웹 서비스 기반 제품개발 엔지니어링 협업시스템,” 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, pp.214~219.