

CAD/CAE 통합을 위한 구조설계 최적화에 관한 연구

A Study on the Structural Optimization for CAD/CAE Integration

박 창 규* 양 영 순* 류 원 선** 장 범 선***
Park, Chang-Kue Yang, Young-Soon Ruy, Won Son Jang, Beom-Seon
(논문접수일 : 2007년 10월 9일 ; 심사종료일 : 2008년 11월 3일)

요 지

제품개발단계에 있어서 필수적인 설계 프로세스인 CAD 및 CAE 시스템은 각각 개별적으로 발전되어 왔다. 더구나 제품 개발에 있어서 부서나 기업간의 CAD 또는 CAE 시스템의 이질성이나 제품 데이터 표현방법의 차이로 인해 이를 통합하기 위한 추가적인 비용과 개발기간이 발생하기도 한다. 따라서 설계과정에서의 협업을 성공적으로 수행하기 위해서는 제품 개발 초기 단계에서부터 이질적인 CAD와 CAE 등의 관련 시스템을 유기적으로 통합관리할 수 있어야 한다. 따라서 본 연구에서는 보다 효과적으로 통합관리하고 설계 및 해석도구들의 연계사용을 지원하기 위해 최적설계를 포함한 설계 및 해석 시스템을 통합화하는 기법을 제안하고, 보강판 예제를 통해 CATIA를 이용한 CAD와 CAE간의 데이터 전환의 문제점을 극복하는 것을 보여줌으로서 이 기법의 타당성을 보여주하고자 한다. 이와 아울러 최적화 과정을 수행함에 있어서 CAE 프로세스는 구조 최적화 과정에 있어서 하나의 필수적인 부분임을 확인할 수 있었다.

핵심용어 : 설계, 해석, 최적설계, 데이터 전환, 통합화

Abstract

In product development, CAD and CAE systems taking part in the design process were individually developed. Furthermore, in product development, different divisions and businesses often have heterogeneous CAD/CAE systems and methods for expressing product data, and addressing this heterogeneity creates additional costs and causes longer development periods. To ensure successful collaboration in the design process, it is therefore imperative that different CAD, CAE, and other related systems be managed in an organic and integrated manner from the initial stages of product development. Therefore, this study suggests an integrated CAD/CAE system including optimization in a more effective and integrated manner but also to support interfacing and the collective use of design and analysis tools. To validate the proposed method, a stiffened plate example is taken as an example. It is found that the proposed method could overcome the bottleneck of CAD and CAE such as transferability of data, though CATIA and ANSYS are used at the moment. Besides, carrying out an optimization process during the CAE process is another essential parts for the structural optimization process.

Keywords : CAD, CAE, optimization, transferability, integration

1. 서 론¹⁾

최근 제품개발에 있어서의 관건은 주어진 자원과 시간을 최소화하여 제품 경쟁력을 향상하고자 하는 것이다. 잦은 설계 변경이 불가피한 제품의 설계 시 형상의 상세 모델링이후에 성능의 검증을 위한 해석을 수행하는 순차적인 개발 프로

세스로서는 설계변경작업 및 업무프로세스에서 적지 않은 자원과 시간의 낭비를 초래하게 된다. 따라서 최적설계 시제품 개발 프로세스에서 소모되는 설계²⁾시간을 줄이고 제품 경쟁력을 향상시키기 위한 하나의 방안으로 설계 및 해석 프로세스의 통합화가 대두되고 있다. 1960년대초 인간이 컴퓨터와의 대화를 통해 도형을 그리는 기술을 개발함으로써 컴퓨터

* 책임저자, 정회원 · 전주비전대학 전임강사
Tel: 063-220-4095 ; Fax: 063-220-4099
E-mail: chkpark@jvision.ac.kr

* 정회원 · 서울대학교 조선해양공학과 교수 해양시스템공학연구소

** InfoGet(주) 개발실 실장

*** 정회원 · 삼성중공업(주) 선박구조설계 과장

• 이 논문에 대한 토론을 2009년 6월 30일까지 본 학회에 보내주시면 2009년 8월호에 그 결과를 게재하겠습니다.

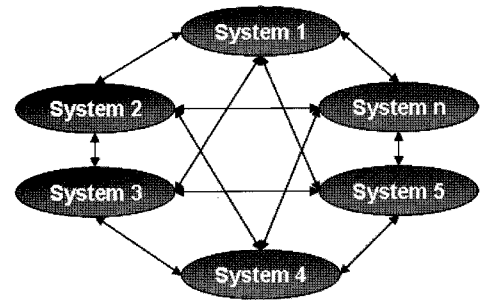
를 이용한 설계 작업을 지원하는 CAD의 개념이 정립된 후, 1980년대에는 2차원 CAD를 이용하여 도면을 작성하였고, 90년대에 들어와 3차원으로 전환되기 시작했다. 이후 CAD 기술은 3차원 형상 모델에서 제품모델로 발전하여 설계자의 지적사고에 부합하는 설계 지원이 가능할 수 있는 수준에 이르렀고, 최근엔 3차원 CAD시스템의 인터넷 지원이 가능하도록 점차 발전되고 있는 실정이다. CAE기술은 항공기 제작사에서 약 50년전에 개발된 유한요소법(Finite Element Method)의 개념을 전산화하여 60년대후반 NASTRAN, 70년대 ANSYS 프로그램의 개발과 더불어 상당한 발전을 하고 있다(홍재일 등, 1998). 이처럼 상용 CAD/CAE 시스템의 놀라운 발전에도 불구하고 CAD 및 CAE 관련 통합기술은 서로 상이한 시스템간의 데이터 교환 문제점 등으로 인해 아직도 활발한 연구가 수행되지 못하고 각각 개별적인 향상만 이루어지고 있을 뿐이다. 따라서 본 연구에서는 CAD/CAE 통합을 위한 하나의 방안으로 최적설계 관점에서 설계데이터를 해석에 직접 사용할 수 있도록 하는 인터페이스 및 해석 결과의 피드백을 위한 메커니즘을 연구하기로 한다.

2. 설계 및 해석의 통합화와 다분야 통합 최적설계

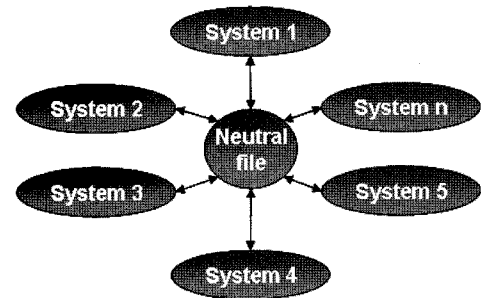
2.1. 설계 및 해석의 통합화

설계 및 해석의 통합을 위해 우선 제품 데이터 측면을 살펴보고자 한다. CAD/CAE 시스템은 서로 다른 제품 정의 데이터의 구조를 갖고 있기에 한 시스템의 제품 정의 데이터를 다른 시스템에 적합한 데이터 구조로 전달하기 위한 별도의 작업이 필요하게 된다. 즉, 이기종 CAD/CAE시스템의 결과로 발생하는 파일이 각 시스템에서 제공하는 고유의 데이터 포맷(Format)의 구조로 저장되기 때문에 다른 시스템에 적합한 데이터 구조로 변환되어 전달되어야 한다. 이러한 상이한 시스템간의 정보교환을 위해 데이터를 변환하는 것을 직접 변환 혹은 번역(Direct translation)이라 하고, 이를 수행하는 소프트웨어를 변환기 혹은 번역기(Translator)라 한다. 데이터 변환 방법상의 분류로는 그림 1에 나타난 바와 같이 특정 시스템 간에 1:1 변환을 하는 직접변환(Direct Translation)과 IGES 혹은 STEP등과 같은 중립파일(Neutral file) 포맷을 이용한 변환을 하는 간접 변환(Indirect Translation)으로 나눌 수 있다(한순홍 등, 1993).

직접변환은 특정 시스템 간에 데이터를 변환하기 때문에 비교적 정확한 데이터전달이 가능하지만 시스템의 수가 다양해짐에 따라 더욱 많은 변환기를 필요로 하게 된다. 일반적으로 n개의 시스템이 존재한다면 필요한 변환기의 수 N은



(a) 직접 변환



(b) 중립파일에 의한 간접 변환

그림 1 서로 다른 시스템간의 데이터 교환 방법 (김성환 등, 2002)

$N = \frac{n(n-1)}{2} = 2 \times \frac{n!}{2! \cdot (n-2)!} = n(n-1)$ 개가 되기 때문에 만약 10개의 시스템이 존재할 경우 무려 90개의 변환기를 필요로 하게 된다. 이러한 직접 변환은 너무 많은 변환기를 필요로 하기 때문에 많은 시스템을 사용할 경우에는 효율성이 떨어지게 된다.

중립파일에 의한 간접 변환은 직접 변환에서 발생하는 문제점을 해결하기 위해 중립 형태 표준의 개념을 도입한 것으로, n개의 시스템이 존재할 경우 필요한 변환기의 수는 2n개가 된다. 만약 10개의 시스템이 존재할 경우에는 20개의 변환기만 필요로 하게 되는 것이다. 그러나 이 방법은 아직까지는 완벽한 데이터 교환이 구현되지 않는 단점이 있다.

이러한 문제점을 보완하는 CAD 및 CAE관련 통합기술로는 주로 상용 CAD프로그램에서 제공하는 종속적인 CAD API(Application Programming Interface)기술을 이용한 방법과 형상 모델링 커널(Kernel)을 기반으로 하는 기술로서 크게 두 가지가 주류를 이루고 있다.

첫째는 상용 CAD 프로그램에서 제공하는 API기술을 이용한 해석 통합기술로서 BYU(Brigham Young University)의 Hogge는 상용 CAD 프로그램인 EDS(UG)사의 NX와 범용 해석 프로그램인 ANSYS와의 통합을 Airfoil 형상을 변수화하여 설계 및 해석을 통합했다(Hogge, 2002). 신정호 등은 CAD/CAE 및 최적화를 통합화하기 위해 CAD 커스터마이징 및 CAD API기술을 기반으로 CAD/CAE 및 최적화의 통합을 위한 연구를 하였다(신정호 등, 1999). 윤종민 등은 상용 CAD

인 EDS(UG)사의 Open API기술 및 범용 해석 프로그램인 ANSYS와의 통합을 위한 연구 하였다(윤종민 등, 2006).

둘째는 형상 모델링 커널(Kernel)을 기반으로 한 해석통합으로 영국의 QUB(Queen's University Belfast) 대학의 FEM 그룹(Finite Element Modelling Group, <http://www.fem.qub.ac.uk>)에서는 해석을 위해 CAD형상의 차원을 줄이기 위한 연구(Donaghy 등, 1996) 및 특징 형상에 기반을 둔 중립적 표현을 이용한 해석 등(Armstrong 등, 2002) 설계 및 해석을 위한 연구를 활발히 전개하고 있다.

2.2. 다분야 통합 최적설계(MDO)

다분야 통합 최적설계(MDO)는 통합설계기술, 최적화기술, CAD/CAE 연계기술 등을 복합하여 여러 분야의 전문가들이 모여서 유기적이며 체계적으로 연구를 수행하여 효과적인 결과를 창출하는 그룹 지향형 기술이다. 기존의 최적설계 기법으로는 다분야에서 최적해를 찾기가 어렵기 때문에 시스템의 다양한 분야를 동시에 고려하여 최적값을 찾아내기에 적합한 MDO를 이용하기로 한다. 특히 프로세스 기반의 MDO를 본 연구에 적용하여 설계 및 해석 프로세스의 긴밀한 연계를 통해 보다 더 효율적으로 작업을 수행하려 한다.

프로세스 기반 MDO 기법

기본설계의 수정 및 변형을 통해 이루어지는 제품설계 프로세스는 상세한 형상이 결정된 후에 해석을 수행하게 된다. 이때 상세설계 데이터를 이용한 해석은 필요이상의 계산시간을 필요로 하게 되고, 그것은 결국 업무 프로세스에서까지 많은 시간의 낭비를 가져오게 된다. 따라서 효율적인 설계 최적화를 위해 설계 및 해석 프로세스의 긴밀한 연계를 위한 연구와 해석을 위한 데이터의 단순화가 필요하다.

한편, 설계과정 중 무수히 발생하는 반복, 수정작업을 줄이기 위해 설계 과정에 관한 분석과 자동화에 대한 연구가 이루어지고 있지만, 아직 개념설계 분야에 대한 연구는 미미

한 것이 현실이다. 개념설계는 후속 설계와 전체 설계비용에 지대한 영향을 미치기 때문에 매우 중요하며, 이에 대한 방법론과 설계도구 개발에 관한 연구가 요구된다.

본 연구에서 제시하는 이 기법은 설계에 필요한 필수적인 CAD, CAE 및 최적화를 통합화 및 자동화하기 위한 개념으로서 전 설계 프로세스를 통합화 및 자동화를 구현함과 동시에, 프로세스 관리를 할 수 있는, workflow개념을 이용한 기법이라 할 수 있다. 그 기반은 그림 2와 같이 나타낼 수 있다.

3. 구조 설계 최적화 예

3.1 문제구성

본 예제는 그림 3에 나타난 바와 같이 가로, 세로가 각각 4000mm인 보강판의 Volume을 최소화하는 설계 최적화 예제이다. 보강판의 경계조건은 모두 단순 지지된 조건이며, 작용하중은 판에 수직한 0.09MPa의 법선 분포하중(P)이 작용한다. 설계변수는 보강재 치수인 L_w 와 T_w , 그리고 평판 두께인 T_p 이며 최적화를 위한 정식화는 아래 식 (1)~(4)와 같다.

$$\text{minimize } Volume(L_w, T_w, T_p) \tag{1}$$

$$\text{find } L_w, T_w, T_p \tag{2}$$

$$\text{subject to } g = \sigma - \sigma_\alpha \leq 0; \text{ Stress} \tag{3}$$

$$\text{where } 350 \leq L_w \leq 550, 10 \leq T_w \leq 20, 10 \leq T_p \leq 20 \tag{4}$$

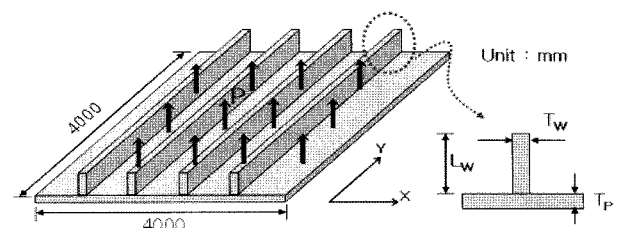


그림 3 Stiffened plate example

3.2 설계 인터페이스

80년대 중반이후 개인용 컴퓨터의 발전이 급속히 가속화 되었으며, 이를 바탕으로 기존에는 EWS(Engineering Work Station)급 이상의 고성능 컴퓨터에서나 가능했던 CAD 시스템관련 S/W들이 급격히 개인용 컴퓨터로 이식되어가는 추세에 있으며, 최근엔 대부분의 CAD시스템들이 윈도우 운영체제로 작업을 할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 본 연구에서도 범용 CAD시스템인 CATIA V5를 이용한 설계, 해석 및 최적화

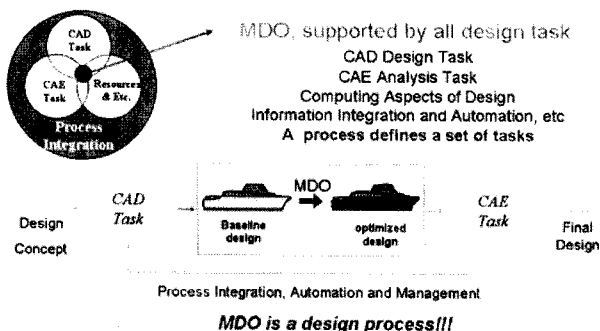


그림 2 Process-based MDO 기법

Table 1 CAD API(Application Programming Interface)

	Development	Latest Version	API (Programming)
PRO/ENGINEER	PTC www.ptc.com	Wildfire 3.0 (Mar. 2006)	Pro/Toolkit(C)
CATIA	3DS(Dassault) www.3ds.com	V5R17 (Sep. 2006)	CATIA CAA/Automation (C/C++, VB, VB.NET)
SolidWorks	3DS(Dassault) www.3ds.com	SolidWorks 2007 (2007)	SolidWorks API (C/C++, VB)
I-DEAS	EDS(UGS) www.ugs.com	V12 NX (Dec. 2005)	Open I-Deas (C++)
NX(UG)	EDS(UGS) www.ugs.com	NX5 (Apr. 2007)	UG/Open API (C)
SolidEdge	EDS(UGS) www.ugs.com	V19 (Jun. 2006)	SolidEdge API (VB, C++)
Tribon	AVEVA www.aveva.com	M3 Service Pack4 (Jun. 2005)	Tribon Vitesse (Python)

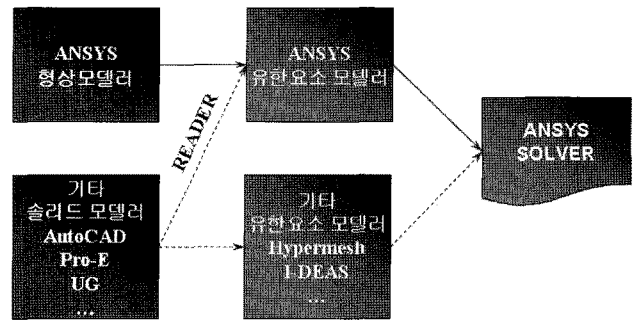


그림 4 ANSYS 형상 정의 모델링방법

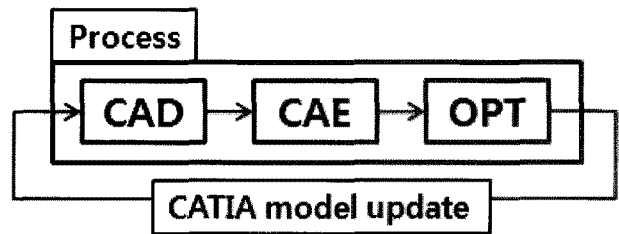


그림 5 제한한 시스템의 개략적 workflow

의 연계기술을 구축하였다. 대부분의 CAD는 자체 API (Application Programming Interface)(Table 1)를 제공하는데, 본 연구에서도 CATIA V5 Automation API(CAA V5 Automation, <http://www.3ds.com>) 기술을 활용하였다.

3.3 설계, 해석 및 최적화 인터페이스

본 연구에서는 CAE해석을 위해 범용 해석 프로그램인 ANSYS를 사용하였다. ANSYS는 1970년 미국의 John Swanson박사가 핵 공장에서 문제를 풀기 위하여 개발한 프로그램이며, 구조, 진동, 열전달, 전자장등 해석을 수행할 수

있고, 전·후처리기 및 해석기(Pre/Post Processor & Solver)가 통합된 환경을 제공한다. ANSYS에서 형상을 정의하는 모델링 방법은 그림 4에 나타난 바와 같이 3가지로 나눌 수 있다.

- 1) ANSYS자체 형상 모델러, ANSYS FE 모델러, 해석기(Solver)를 이용해서 해석을 수행하는 방법
- 2) CAD 모델러로부터 ANSYS FE 모델러로 CAD 입력을 통해 메시(Mesh)를 생성하고 ANSYS 해석기에서 해석을 수행하는 방법
- 3) CAD 모델러로부터 다른 FE모델러를 통해 메시지를 생

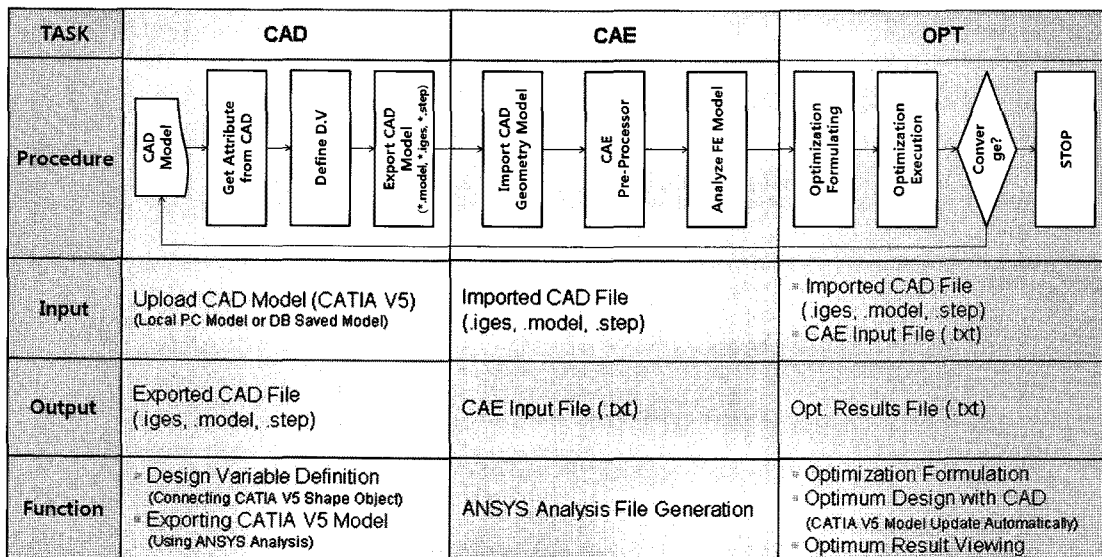


그림 6 설계, 해석 및 최적화 연계 시스템 procedure(workflow) 및 입·출력 구조

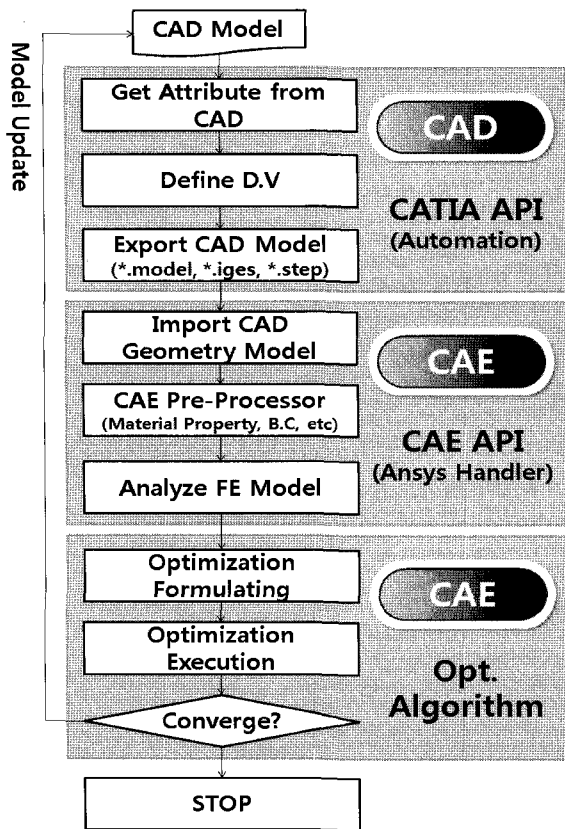


그림 7 설계, 해석 및 최적화 연계 방법

성하여 ANSYS입력 형식에 맞게 포맷(Format)을 변환하여 ANSYS 해석을 수행하는 방법

제품 개발에 있어서 필수적인 CAD/CAE 통합을 위해서 CAD시스템에서 정의된 형상 모델을 입력받아 ANSYS에서 해석을 수행하는 2)번의 경우를 채택하였고, 이 때 CAD 모델러는 CATIA이다. 하지만 이렇게 CAD에서 정의된 형상정보를 입력받을 경우 ANSYS는 CAD시스템으로부터 형상 정보를 입력받은 후 해석을 수행하는 것을 단 한번만 하게 되기 때문에 형상정보의 변경 및 수정작업을 통한 최적화된 해석을 수행하는 것이 불가능해진다. 또한 ANSYS에 내재된 최적화 모듈을 이용하게 되면 반복 과정에서 나오는 CAD 형상 변경 정보를 CAD에 재입력하기가 어렵기 때문에 ANSYS 외부 최적화 알고리즘을 적용하려 한다.

따라서 본 연구에서는 최적화를 수행하기 위한 별도의 API 핸들러(Handler)를 개발하였고, 프로세스 기반의 MDO를 적용하여 최적화 시 CAD, CAE 및 OPT 과정을 하나의 프로세스로 정의하여 최적화 반복과정에서 수정된 형상정보를 다시 프로세스의 처음단계인 CAD모델러로 돌아가 재입력하여 이 프로세스를 반복 수행한다(그림 5, 그림 7).

그림 5의 개략적인 내용은 다음과 같다. 구체적으로

ANSYS에 CAD모델(CATIA V4 file - stiffened_plate.model)이 입력되면, ANSYS 중립파일(Neutral Format)형식인 .anf파일 형식에 맞게 변환되어 CAD Geometry가 ASCII파일형태로 ANSYS DB에 저장되며, ANSYS 실행부(Command Line)에서는 import된 CAD Name, File Name, Directory만 식별되며, ANSYS DB에 ASCII파일 형식의 텍스트 파일(ANSYS_Input.txt)로 저장된다. 그리고 이 파일들을 바탕으로 최적화를 수행한다. 그림 6에는 시스템 입·출력 구조를 나타내었다.

다음은 ANSYS내부 최적화를 이용하는 경우와 ANSYS외부 최적화를 이용하는 경우의 비교이다.

ANSYS 내부최적화 모듈 이용	ANSYS 외부 최적화 적용
CATIA에서 형상정보를 입력 받아 ANSYS 내부 최적화 모듈을 이용하는 코드이다.	외부 최적화 모듈을 이용할 경우의 ANSYS 해석 Input file의 코드이다.
ANSYS Parameter 정의 <pre>*SET , X_1 , 44 *SET , X_2 , 44 *SET , X_3 , 5 *SET , X_4 , 5</pre>	<pre>/PREP7 pivcheck,off</pre>
CATIA에서 형상 정보를 얻음 <pre>~CATIAIN, Beam, model...0</pre>	Export된 CATIA file의 parameter 값을 얻어와 변수 x1, x2, x3로 지정 <pre>!-* Design variables *-! *dim, VAR, array, 3,1 *vread,VAR(1,1), VAR_IN, TXT (f5.0) !VAR(1,1)=Lw=x1 !VAR(2,1)=Tw=x2 !VAR(3,1)=Tp=x3</pre>
<pre>/SOL ... /POST1 ...</pre>	<pre>load=0.09 ET,1,SHELL63 !-- Plate thickness(Tp) --! ... !-- Web thickness(Tw) --! ...</pre>
ANSYS 내부 최적화 모듈 <pre>/OPT OPANL,'OPT_BEAM_TEST',';' OPVAR,X_1,DV,30,50,0.001 OPVAR,X_2,DV,30,50,0.001 OPVAR,X_3,DV,3,5,0.001 OPVAR,X_4,DV,3,5,0.001 OPVAR,SMAX,SV,,110,0.001 OPVAR,DMAX,SV,,13,0.001 OPVAR,VOLUME,OBJ, , .200 OPTYPE,FIRST OPEXE OPLIST,ALL,,,1 FINISH</pre>	<pre>/SOL ... /POST1 ... mid etab,m_se,s,eqv plet,m_se esort,etab,m_se,0,0,, *get,Max_Stress,sort,max *cfopen,ansys_out.txt *vwrite,Max_Stress (f10.5) *CFCLOS.</pre>
앞에서 언급했듯 CAD에서 형상을 받아와 내부 최적화로 작업하는 것은 실행되지 않는다.	이 후 C#으로 만든 최적화 핸들러를 통해 최적화를 진행한다.

3.4 설계, 해석 및 최적화 작업

본 연구에서 CAD, CAE 및 최적화 연계를 위해 사용한 기법은 CAD시스템인 CATIA로부터 형상을 정의하기 위한 모델링을 작업한 후에 해석을 위한 ANSYS프로그램 및 최적화를 통한 최적의 형상을 결정할 수 있도록 하였다. 특히나 최적화를 수행하는 동안 발생하는 반복과정에서 직접 CATIA 형상을 변경하여 ANSYS에 재입력 되는 피드백 메커니즘을 통한 직접 연결을 시도하였고 각각의 작업과정은 다음과 같다.

3.4.1 CAD Task

CAD 작업은 CATIA V5 모델을 열어서 작업을 수행하게 되는데, 최적설계를 수행하기 위해 설계 변수를 정의하고, CATIA V5 모델의 형상과 최적화과정의 설계변수를 연결하기 위한 속성을 설계 변수값과 연결하기 위한 속성정의(Attribute definition), 설계 변수의 초기값을 지정해주고

설계 변수의 타입과 스케일을 지정할 수 있게 된다. 여기서 설계치를 바꾸게 되면 자동으로 CATIA에서 형상 치수가 변경되도록 하였다.

설계 작업 시 해석을 위해 변환한 모델파일(*.iges, *.model, *.step)과 최적화를 위해 형상변수를 정의한 변수에 대한 정보 등이 CAE 작업에서 사용된다.

3.4.2 CAE Task

해석 작업은 설계 작업 시 만들어진 모델 파일을 바탕으로 ANSYS 해석을 위한 입력 작업을 수행하게 되는데, 이때 해석에 필요한 요소타입(Element Type), 물성치(Material Property), 경계조건(Boundary Condition) 및 메시 등을 입력하게 된다. 해석을 위한 입력 방식은 수많은 경우의 수가 발생하기 때문에, 사용자 편의를 위해서 UI방식과 텍스트(Text)방식의 2가지로 입력할 수 있도록 구성하였다.

3.4.3 OPT(최적화) Task

실제 최적화를 수행하는 프로세스로서, 최적화작업은 최적화 문제구성(Formulation)을 위한 작업을 수행하게 된다. 최적화를 수행하기 위한 문제 즉, 목적함수, 설계 변수 및 제약조건을 입력하는 과정을 수행한다. 해석을 위한 ANSYS버전을 선택할 수 있도록 구성하였는데, ANSYS 7.0, ANSYS 7.1, ANSYS 8.1, ANSYS 9.0을 선택할 수 있도록 하였다. 최적화의 결과는 크게 그래픽 뷰(Graphic View) 및 텍스트 뷰(Text View)로 나누어 최종결과를 확인할 수 있도록 하였다. 핸들러의 주요 기능은 다음과 같다.

- **CAD/CAE File Select** : 최적화 시 필요한 CAD 및 CAE 정보를 가져온다.
- **Objective Function** : 목적함수를 정의한다. 본 연

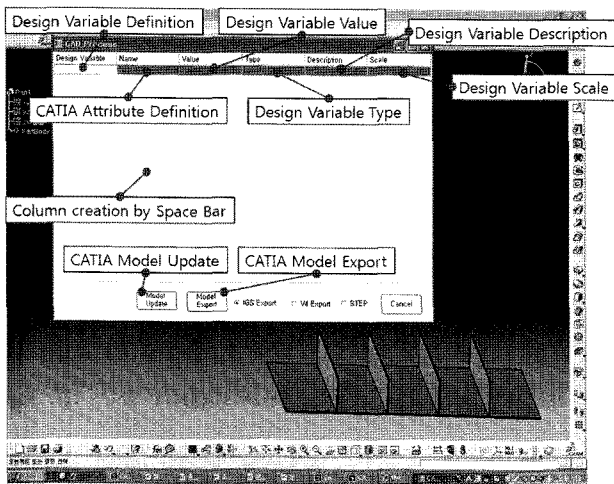


그림 8 CAD 작업 창

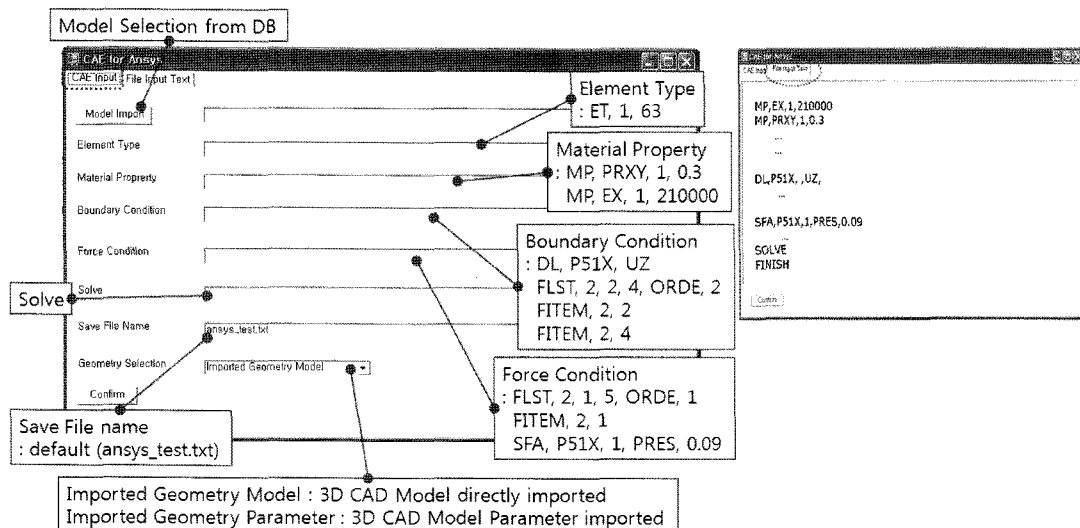


그림 9 CAE 작업 UI

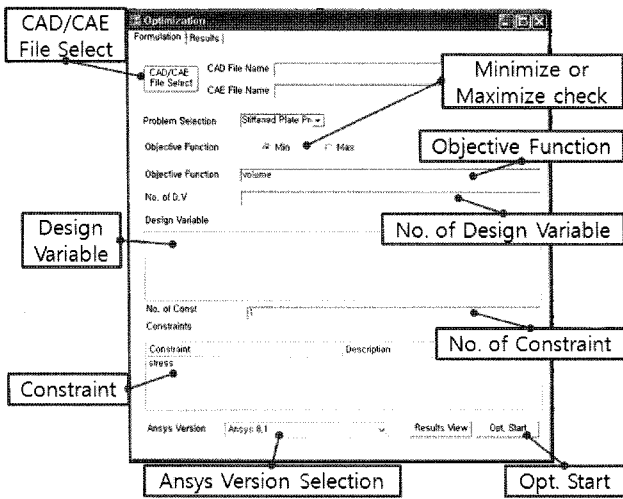


그림 10 OPT 입력 창

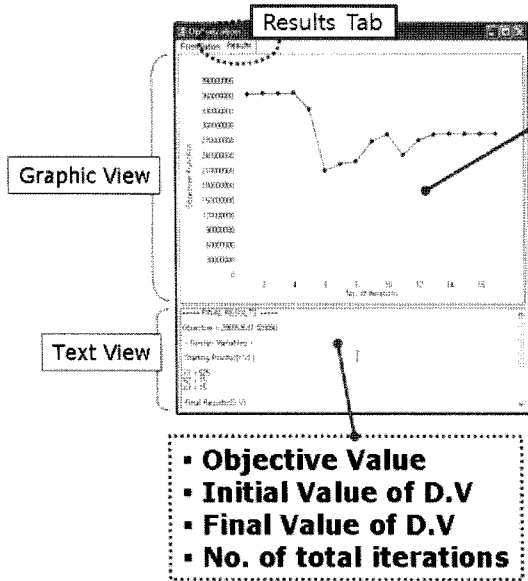


그림 11 OPT 결과 창

구에서는 보강판의 체적부피인 Volume을 목적함수로 놓고 이것의 Minimum을 구한다.

- **Design Variable** : 설계 변수 초기치 및 Bound 입력한다. 설계 변수 L_w, T_w, T_p 의 초기치는 CAD 작업에서의 결과물을 바탕으로 자동으로 UI창에 입력되고 이치수의 Bound(범위)를 입력한다.
- **Constraints** : 제약조건을 정의한다. 본 연구에서는 보강판에 걸리는 Stress가 제약조건이다.
- **Opt. Start** : 최적화를 수행하고 최종값에 대한 CATIA 모델 형상을 자동으로 업데이트 한다.
- **Results 탭** : 최적화의 결과를 그래픽 및 텍스트로 보여준다. 그림 11에서 밑의 텍스트 박스 안에는 설계 변수의 초기값 및 설계 변수의 최종값, 목적함수 및 수렴

을 위한 No. of Iterations(반복횟수)에 대한 내용을 보여주고, 최적화 과정에서 각 반복과정마다의 탐색점을 Graphic을 통해 보여준다.

4. 결 론

제품 개발 초기 단계에서 CAD/CAE 시스템의 통합을 위한 연계기술은 CAD 또는 CAE 시스템의 이질성이나 제품 데이터 표현 방법의 차이로 인해 이를 통합하기 위한 추가적인 비용과 개발기간이 발생하기도 한다. 따라서 초기 설계과정에서의 CAD/CAE 통합기술은 최근 점점 더 극대화되는 제품경쟁력을 제고하기 위한 성공의 기반이 될 수 있다고 판단된다. 이기종의 CAD/CAE 시스템은 서로 상이한 데이터 구조로 인해 하나의 시스템의 출력 결과물과 다른 시스템의 입력 간에 서로 상충이 발생하게 된다. 따라서 시스템간의 통합을 위해 데이터를 변환하기 위한 별도의 변환이 필요한데, 직접 변환을 수행하는 경우엔 각 시스템간의 데이터 교환을 위한 무수한 변환기의 개발이 필요하고, 중립 파일을 위한 경우도 아직까지는 완벽하게 데이터 교환이 이루어지지 않고 있다. 따라서, 본 연구에서는 CAD/CAE 및 최적화의 연계를 위해 CAD로부터 정의된 형상을 ANSYS에서 직접 입력받아 해석을 수행하고, 최적화 과정 중에 발생하는 다수의 반복 작업 중 각 단계에서 CAD형상을 직접 변경하여 해석을 위해 재입력 되는 구조로 통합화된 시스템을 개발 하였다. 본 연구에서 제안한 기법의 타당성을 위해 보강판의 구조설계 예를 통해 그 시스템의 효율성을 입증할 수 있었다.

5. 후 기

본 연구는 한국과학기술재단의 첨단조선공학 연구센터 지원과제(R11-2002-008-04001-0) 및 국방부/방위사업청/국방과학연구소가 공모, 지정한 수중운동체 특화 연구센터(Underwater Vehicle Research Center) 과제(SM-12)의 일부로 수행 지원에 의해 수행된 것을 정리한 것으로, 위 기관의 후원에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 홍재일, 류주현 (1998) 유한요소법과 ANSYS 프로그램, 한국전기전자재료학회지, 11(11), pp.86~91.
- 한순홍, 이성구 (1995) STEP 표준을 이용한 CAD 시스템간의 접속에 대한 조사 연구, 대한조선학회지, 32(1), pp.40~49.
- 김성환, 김영일, 박상호, 박종천, 이상현, 정윤희, 조경호

- (2002) CAD/CAM/CAE시스템, 피어슨 에듀케이션 코리아, p.593.
- Hogge D. G.** (2002) Integrating Commercial CAx Software to Perform Multidisciplinary Design Optimization, M. S. Thesis, Dept. of Mechanical Engineering, Brigham Young University.
- 신정호, 박병만, 박기성, 한영근** (1999) 최적설계를 위한 상용프로그램의 통합에 대한 연구, 한국군사과학기술학회지, 2(2), pp.209~217.
- 윤종민, 원준호, 최주호, 김종수** (2006) 통합된 CAD/CAE 자동화 System을 이용한 구조강도 해석 및 설계 최적화에 관한 연구, 한국CAD/CAM학회논문집, 11(2), pp.128~137.
- Donaghy, R. J., McCune, R. W., Bridgett, S. J., Armstrong, C. G., Robinson, D. J., McKeag, R. M.** (1996) Dimensional Reduction of Analysis Models, Proc. 5th Intl Meshing Roundtable, Sandia National Laboratories, Pittsburgh, USA, pp.307~320.
- Armstrong, C. G., Monaghan, D. J., Price, M. A., Ou, H., Lamont, J.** (2002) Integrating CAE Concepts with CAD Geometry, The 3rd International Conference on Engineering Computational Technology, Prague, Sept 4~7.