

CAD 소프트웨어를 이용한 기계요소 자동설계 시스템 개발

Automatic Design System Development for Machine Element using CAD Software

도성희 (한양대학교 대학원 기계설계학과)

박경진 (한양대학교 기계공학과)

이용재 (기린시스템 주식회사)

1. 서론

실제 산업 현장에서 어떤 제품을 생산해 내는데 있어서 그 제품에 대한 설계와 제작의 과정이 한 두번 반복해서 이루어지는 것이 아님은 주지의 사실이다. 무수히 많은 설계, 해석, 제작, 테스트의 과정이 반복되고 나서야 하나의 제품이 완성되는 것이 보통이다. 아울러 매번 설계 사양이 바뀔 때마다 각 기계 부품에 대한 강도 계산과 규격표에서의 선정을 거치고 도면을 수정해 나가는 일이란 여간한 시간, 인력의 낭비가 아닐 수 없다. 또 여러 기계에 대한 설계를 시도할 경우 나 도면에 그려 넣어야 할 부품의 수가 매우 많을 때도 역시 마찬가지이다. 이러한 일련의 과정은 그림 1과같이 표현할 수 있다.

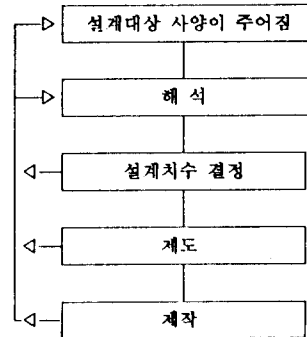


그림 1. 산업 현장에서의 설계 과정

최근 국내의 산업 현장에서 CAD 소프트웨어가 많이 보급 사용됨에 따라 그에 따른 부대적인 문제점도 새로이 발견되고 있다. 즉 CAD 소프트웨어 구입자들은 고가로 구입한 시스템이 각자의 문제점을 이해하고 설계(치수나 크기들의 결정)과정까지도 해결해 줄 것으로 기대하고 있으나 실지로는 제도의 수준으로밖에는 사용할 수 없다는 것을 발견하게 된다. 한편으로는 손으로 작성하던 재래의 기계 제도와 비교해 볼 때 부차 효과가 열등하다는 실망감까지도 가지게 된다. 이러한 상황으로 볼 때 현장에서 그들의 요구가 바로 CAD 소프트웨어가 나아갈 길이라 생각된다. 다시 말하면 사용자가 편리한 메뉴 시스템을 통해 사용자가 원하는 것을 고르면 컴퓨터가 이를 설계하고 CAD로서 그려지도록 하는 것이 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. 현재 CAD 업계에서는 이러한 환경을 구축하려는 움직임이 활발하게 진행되고 있으며 몇가지 소프트웨어도 개발되어 있기도 하다.[1,2] 그러나 대부분의 경우 도면 제작에 용이하도록 각종 기능 등으로 치장되어 있는 것이 보통이며 개발된 소프트웨어 내에 해석 과정은 배제되어 있는 것이 사실이다.

2. 기계 요소 설계

일반적으로 기계 설계(Machine Design)란 어떤 목적을 가진 기계 장치를 만들어 내는데 필요한 모든 조건을 생각하여, 이것을 기본으로 실제로 기계를 만드는 기초가 되는 것을 말하며, 공업 생산, 특히 기계나 그 부품의 제작, 개량, 보수를 할 때, 우선 착수하여야 하는 것이 기계 설계이다. 이 기계 설계의 방법, 수단은 다양하지만 일반적으로 기계를 설계할 경우에는, 먼저 그 기계의 사용 목적에 가장 적합한 기구(Mechanism)를 선택, 결정하여 이것을 여러모로 검토한 후에 모양, 치수를 결정하고 또한 제작이 용이하며 그 기능이 확실하게 나타나도록 고려하면서, 재료의 종류, 공작 방법, 그 밖의 사항을 결정해 나가는 것이다. 이와같이 설계를 하여 결정된 기계의 모양, 치수, 공작 방법, 사용 재료, 그 밖에 제작자가 필요로 하는 모든 사항은 모두 도면에 기재되는 것이 보통이다. 즉 설계자가 고안한 생각이나 계획은 최종적으로 모두 도면에 표현되어야 하며, 또한 제작자가 이 도면을 보고 충분히 설계자의 의도를 알 수 있어야 한다. 이와같이 기계 설계는 공업적인 생산을 하기 위한 기초가 되는 것이며, 모든 분야의 학문이 종합된 것이라고 볼 수 있다.

본 연구에서는 산업 현장에서 일반적으로 가장 많이 사용되는 CAD 소프트웨어를 이용하여 모든 기계류에 공통적으로 쓰이는 기본적인 기계 요소들에 대한 자동 설계 시스템을 구축하려는 데 목적을 둔다. 이는 단순히 제도 수준에만 머무르고 있는 현재의 CAD 시스템에 사용 조건에 맞는 기계 요소에 대한 강도를 평가하여 적절한 기계 부품을 자동적으로 선정하고 도면으로 보여 주는 기능을 부여하여 생산성을 높이는 데 그 의미가 있다. 또한 설계 과정의 자동화 가능성 여부에 대한 타당성을 검토하고자 한다. 연구 방법으로는 C언어를 이용하여 각 기계 부품에 대한 설계(선정)프로그램과 데이터 베이스 관리 프로그램을 작성하고, LISP언어를 이용하여 선정된 기계 부품을 자동적으로 도면에 그려 주는 방안을 제시한다. 개발에 사용된 CAD 소프트웨어는 PC에서 가장 많이 사용되는 AutoCAD를 사용한다.

이와같은 기계 설계를 시행함에 있어서 특히 고려하여야 할 사항을 들면 다음과 같다.

(1) 기계의 각 부분의 상호 운동 관계, 즉 기구(Mechanism)가 합리적이고, 사용하는데 무리가 생기지 않아야 한다.

(2) 기계의 재료, 재질, 치수, 모양 등이 적당하고 각 부분에 작용하는 외력에 충분히 견디고, 마모가 적고, 내구성이 있어야 한다.

(3) 공작은 물론 취급, 분해, 수리, 조립 등이 용이하여야 한다.

(4) 생산 원가를 낮추고 제품에 호환성(Interchangeability)을 주도록 고려하여야 한다.

(5) 기계의 성능을 향상시키고 동시에 모양의 미화 및 색깔의 조화도 고려하여야 한다.

(6) 기계의 여러 가지 부품, 즉 기계 요소는 되도록 가나라의 공업규격에 규정되어 있는 것을 사용하도록 한다.

(7) 위험 방지와 직업병 예방을 목적으로 한 안전 위생 대책에 맞도록 고려하여야 한다.

기계 또는 기구는 일반적으로 상당히 복잡한 구조를 가지고 있으나, 그 구조를 형성하고 있는 것을 세분하면, 비교적 간단한 단위 부품으로 나눌 수 있다. 이들을 기계 요소 또는 기소라고 한다. 기계 요소는 모든 기계에 공통된 단위 부품이며, 이들을 적당히 조합함으로써 목적하는 작동이 가능한 기계를 만들 수가 있으므로, 이것을 연구하고 설계하는 것이 기계 설계의 근본이라고 말할 수 있다. 보통 기계 요소라고 부르는 것은 다음과 같다.

(1) 결합 요소(Fastner & Joints)

- Screw, Bolt & Nut, Key, Cotter, Pin
- Rivets
- Welds
- Adhesive Joints

(2) 전달 요소 (Shafts & Their Devices)

- Shafts (Axile, Transmission Shaft, Spindle)
- Couples, Journal
- Clutches & Brakes
- Bearing : Sliding & Rolling Bearing

(3) 진동 요소 (Power Transmission Devices)

- 직접 진동 요소 : Friction Drive, Gear Drive
- 간접 진동 요소 : Belt, Rope, Chain

(4) 그 외의 전달 요소

- Spring & Damper
- 변속장치
- Pipe & Valve

기계 요소는 위에서 말한 바와 같이 많은 기계에 공통으로 사용되는 것이므로, 그 수요가 대단히 많으며, 따라서 이들을 제작하는 데에는 소위 대량생산 방식을 따라야 한다. 또 고장이 있을 때, 부품의 교환으로 보수할 수 있다는 것을 생각하면, 이들 부품은 소위 호환성을 가질 필요가 있다. 이러한 견지에서 각국마다 거의 모든 기계 요소에 대하여 표준의 모양, 치수 등을 규정하는 규격이 제정되어 있다. 이들 규격들은 데이터베이스화 할 수 있으며 이들 정보만을 모은 상용 소프트웨어도 있다.

기계요소설계의 과정으로는 보통 주어진 설계 변수에 따

라서 하중의 성질, 응력(Stress) 및 변형률(Strain), 안전계수(Factor of Safety)와 허용응력(Allowable Stress) 그리고 각종 파손의 법칙등을 적용하여 설계 변수를 만족하는 결과물 얻은 후 각종 규격집으로부터 데이터를 비교하여 적당한 표준 치수를 최종 선정하는 방법이 대부분이다.

3. 기계 요소 자동 설계 시스템의 구성

일반적으로 여러 기업체에서 수행하는 기계 설계는 그림 1에서 이미 설명하였다. 그림 1에서 보여지듯이 설계 과정은 크게 두 부분으로 나뉘어지는데, 원하는 대상물을 해석하여 주어진 사양에 맞게 설계하는 과정과 제작 도면으로 보여 주는 과정이 그것이다.

해석 과정의 경우, 대기업의 경우는 해석이 극히 복잡, 다양하므로 이를 자동화 하는 것은 대단히 어렵다고 알려져 있으나, 중소기업의 경우는 비교적 해석은 쉬운 반면 각 회사마다 외국 업체나 모회사의 영향으로 인하여 설계시 고려하는 사항은 조금씩 다른 것을 볼 수 있다. 또한 기계 요소는 산업계에서 공통으로 필요로 하는 제품의 특성상 자주 사용되는 부품으로서 이들의 설계는 몇가지 설계 계산 식을 이용하면 간단히 수행해 낼 수 있는 특징을 가지고 있다. [3]

한편, 그리고자 하는 대상체를 CAD 도면에서 자동으로 그리기 위한 방법으로는 여러 가지가 있을 수 있다. 그 중에서 현재 가장 많이 시도되고 있는 방법으로는 LISP 이라는어를 이용하여 CAD 상에 제작 도면을 작성하는 방법이 가장 많이 시도되고 있는 형편이다.[4] 또다른 방법으로는 CAD를 직접 제어할 수 있는 Library가 제공되는 프로그래밍 언어를 사용하는 방법이 있을 수 있다. 어떠한 방법이 가장 유효한 방법이 될 것인가는 소프트웨어의 개발 방향과 최종 사용자의 요구에 따라 결정될 사항이나, 현재 CAD Package에 첨가되는 Utility들의 개발 동향을 살펴보면 진자의 개발 방법을 많이 이용하고 있는 형편이므로 본 기계 요소 자동 설계 시스템의 개발 방향도 이를 따르기로 한다.

기계요소설계를 위해서는 앞에서 설명하였듯이 몇가지 고려해야 할 조건들이 있다. 최대 하중, 허용진단응력, 마찰계수 등의 항목들이 그것이며 이들 조건을 고려하여 실제 기계류의 치수를 선정할 수가 있다. 그러나 대부분의 기계 요소들은 표준화가 잘 되어 있어 대표가 되는 치수(예를들어 호칭, 형식번호 등)만 알고 있으면 필요한 부품들을 쉽게 선택하여 사용할 수 있으며 이러한 대표 치수들은 Table 형식(일종의 Database)으로 이미 KS 규격 등으로 등록되어 있는 경우가 많다. 따라서 해석된 결과에 맞는 Table 상의 표준 치수를 선정하게 되면 사용자가 원하는 부품의 모든 정보를 얻을 수 있다. 이러한 단계에 도달하면 CAD 소프트웨어를 이용하여 제대로 보여 주는 일은 그리 어렵지 않게 된다.

이러한 흐름을 만족하며 기계 요소를 설계하는 자동 설계 시스템의 구조는 그림 2에 나타내었다. 각각의 내용은 다음과 같다.

(1) LISP 프로그램으로는 설계를 수행하는 기능이 완벽하지 못하기 때문에 순수하게 설계만을 담당하는 부분은 상용 프로그래밍 언어를 사용한다.

(2) 설계 담당 Part는 C 언어를 사용하며, 설계에 필요한 모든 작업을 지원하도록 한다. 이때, 기계 요소의 종류가 늘어날 것을 대비해 모듈화 기법을 적용하여 새로운 요소의 추가가 용이하도록 한다.

(3) C 프로그램과 LISP 프로그램 간의 Interface는 CAD

메뉴 체계를 이용하여 해결한다.

Part I : 설계담당

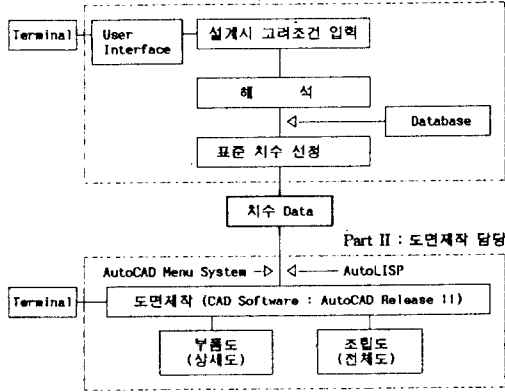


그림 2. 자동설계 시스템의 구조

(4) User Interface는 메뉴 시스템을 적용하여 사용자로 하여금 필요한 정보를 보다 손쉽게 정확히 입력하게 할 수 있도록 도와준다.

(5) Terminal은 Dual 시스템이 가능한 곳은 설계 담당 Part와 도면 제작 담당 Part를 따로 접속할 수 있으며 이 경우, 사용자는 양쪽 화면을 동시에 볼 수 있다.

(6) 해석 부분은 앞장에서 설명한 기계 요소의 설계 계산식을 이용하여 적당한 Data를 추출하는 역할을 담당한다.

(7) Database는 KS 규격에 정의되어 있는 각종 기계 요소들의 표준 Data들을 Table 형식으로 보관하며 해석 과정에서 나온 결과를 비교, 검토하는데 이용된다.

(8) 모든 설계결과과정정이 끝나면, 그 결과치는 File 형태(치수 Data)로 저장되며 이 Data는 LISP 프로그램으로 이전된다.

(9) AutoCAD 내부에서 사용되는 메뉴에 기계 요소물 Drawing할 수 있는 보조 메뉴를 첨가하여 기본 메뉴 시스템으로 사용한다.

(10) 도면 제작의 전략은 각 기계 요소의 상세도를 나타내는 부품도를 그리는 부분과 전체도 중에서 필요한 기계 요소를 삽입할 수 있는 기능을 가진 조립도를 그리는 부분으로 구별한다.

4. 소프트웨어의 개발

본 기계 요소 자동 설계 소프트웨어를 개발하기 위한 주변 환경은 AutoCAD Release 11 이상의 Version이 최적으로 동작할 수 있는 Personal Computer 기종이면 무리 없이 동작할 수 있다.

1) 외부 환경

제작되는 소프트웨어의 원활한 동작과 모뎀화를 위하여 DOS에서 제공되는 Directory 구조 및 File 시스템을 적절하게 이용하였다. 즉 각각의 요소마다 적절한 Directory를 구성하고 이 영역에 필요한 모든 내용을 저장하여 혼동의 소지를 없애고자 한다. 표 1에 그 내용을 설명하였다.

표 1 기계요소 자동설계 소프트웨어를 위한 Directory 구조

Directory 명	저 장 내 용
\ADME	- AutoCAD 에 적용할 Menu File (ADME.MNU, PROJECT.MNU) - AutoCAD 초기 Prototype Drawing File (ADME.DWG) - 설계과정을 위한 User Interface Program (*.C) - AutoCAD Shell 명령어 모음 File (ACAD.RGP) - 기타 초기 Setting File
\ADME\BOLT	- 설계계산용 Source Program (*.C) - 설계계산용 실행 File (*.EXE)
\ADME\RIVET	- 설계계산용 실행 File (*.EXE) - 설계계산을 위한 User Interface Menu File (*.DGN) - 기계요소 표준규격 Data File (*.DAT)
\ADME\GEAR	- 설계계산을 위한 Help File (*.HLP) - 설계계산 결과 출력 File (*.OUT)
\ADME\BELT	- 부품도를 그리기 위한 Lisp Program (*.LSP) - 조립도를 그리기 위한 Lisp Program (*.LSP)
\ADME\BEARING	- 조립도를 그리기 위한 ICON Menu File (*.SLB) - ICON Menu에 Load 되는 그림 File (*.DWG)
\ADME\SPRING	- 분할 Compile용 Project File (*.PRJ)
\ADME\MACHINE	- 조립도용 Sample 도면 File (*.DWG)
\ADME\FAN	

표 1에서 알 수 있듯이 필요한 기계 요소들은 몇가지 File들과 적당한 Directory만 추가하면 별다른 어려움 없이 바로 응용 가능하게끔 구성되어 있음을 볼 수 있다.

2) 설계 담당 Part

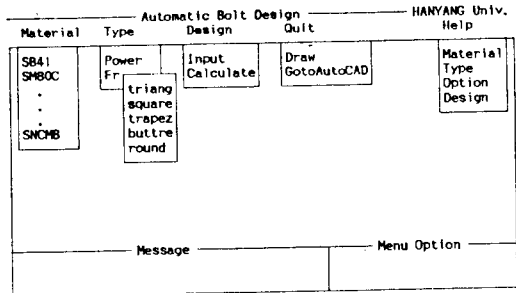
설계를 담당하는 부분은 앞에서도 설명하였듯이 C 언어로 작성되었으며 소프트웨어 제작 기법에 따라 다음과 같이 개발 과정을 거치면서 작성되었다. 우선 철저한 모뎀화 기법을 지원해야 하기 때문에 구성을 먼저 생각하고 그 다음 메뉴 Design, 프로그램 Design, Coding, Debugging 및 현장 실험 등과 같은 순으로 개발하였다.

(1) 메뉴 Design

Graphic User Interface를 위해서는 우선 화면 Design이 필요하다. 사용자가 사용하는 화면을 작성하는 방법은 여러 가지가 있으며, PC 에서 사용 가능한 방법은 Video Port를 제어하는 방법을 가장 많이 사용한다. 즉, 일반 Terminal 을 사용하는 방법으로 Text Mode와 Graphic Mode 두가지가 있어서 각각의 기능에 맞는 작업을 수행할 수 있게 하는 것이다.

Text Mode에서는 일반 ASCII Code로 구성된 Text들만을 출력할 수 있으며, 해상도가 80 × 25 정도로 낮은 반면에 처리 속도가 빠르고 Memory를 적게 차지한다는 장점이 있다. Graphic Mode에서는 Font만 제공되면 한글을 포함하여 어떠한 Text 및 Graphic들도 출력이 가능하며, 해상도는 Graphic Card에 따라 다르나 대략 620 × 480 정도이다. 한편 Graphic Mode는 처리 속도가 느리며 Memory를 많이 차지하여 커다란 프로그램을 작성하는 경우에는 어려운 점이 있다.

따라서 본 기계요소설계를 위한 Graphic User Interface를 위해서는 AutoCAD라는 상용 CAD Package가 Memory에 상주해 있는 환경(Memory 문제)과, ASCII Code만으로도 메뉴를 구성하는데 충분하기 때문에 일반 Graphic이 필요하지 않은 환경으로 Graphic User Interface는 Text Mode 에서 작성하며 그 구성은 그림 3에 나타낸다.



F1-Help F10-Menu ESC-Cancel

그림 3 메뉴 Design

(2) 메뉴 Data File (*.DGN)

보다 일반적인 Graphic User Interface 화면을 위해 본 기계요소설계 프로그램에서는 각각의 요소에 필요한 메뉴 Data File을 구축하였다. 따라서 기계 요소가 바뀌더라도 기존의 프로그램은 손대지 않고 메뉴 Data File만 작성하면 새로운 메뉴가 설치되도록 하는 기법을 적용한다. 표 2에 메뉴 Data File의 구성을 나타내었다.

표 2 메뉴 Data File의 구성

Title	초기 Menu 화면의 Title 항목				
Help File의 위치	Help 플러용 Data File 이 있는 Directory 및 File 명				
KS 규격 Data File의 위치	설계결정과정시 필요한 표준 Data File이 있는 Directory 및 File 명				
설계후 결과 Out File의 위치	설계과정 종료후 결과 File이 저장될 Directory 및 File 명				
Continue Code	Main Menu / Sub Menu 구분	최종용력 혹은 계산용 Data	기타 Data	Menu 선택 상황 Code	Menu Title
Menu 계속 : C	Main Menu : 0 First Sub Menu : 1			M : Material 1 m : Material 2 U : Quality J : Join L : Layer T : Type I : Input C : Calculate D : Direct Datch W : Draw Q : Quit	
Menu 종료 : Q	Second Sub Menu : 2				

3) 도면 제작 담당 Part

도면 제작을 담당하는 부분은 AutoLISP 언어로 구성되어 있으며 설계결정과정에서 결정된 Data를 입력으로 받아 필요한 도면을 자동으로 그려 주는 역할을 담당한다. AutoLISP은 AutoCAD Package안에 포함된 LISP 프로그래밍 언어로서 그래픽 응용에 적합한 기능을 갖는 고급 프로그래밍 언어이며, 이것을 이용하여 매크로 프로그램과 함수를 작성할 수 있다. 그림 4에는 기계요소설계를 위한 도면을 그려 주는 각각의 LISP 프로그램의 Flow Chart를 나타내었다.

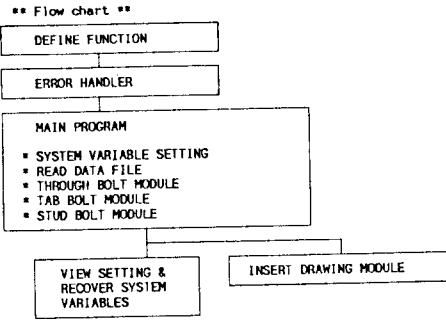
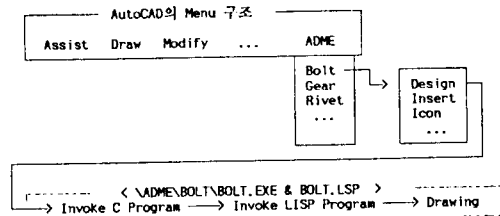


그림 4 기계 요소를 그려 주는 LISP 프로그램의 Flow Chart 의 예

5. 소프트웨어의 응용

모든 환경이 설정되었으면 자동 설계 소프트웨어를 구동시킬 수 있다. 그림 5는 통합된 환경에서의 실행 과정을 나타내고 있으며 그 밑에 환경 설정 상황을 예로 표시하여 나타내었다. 즉, ADME.MENU File에서 볼 수 있듯이 AutoCAD 주 화면에서 Bolt 라는 메뉴 항목을 선택하면 Bolt를 설계할 수 있는 주 메뉴가 출력되며, 이때 Bolt Design이라는 메뉴를 통해 bolt.exe라는 C 프로그램을 실행할 수 있다. bolt.exe는 외부 명령어이므로 ACAD.PGP File에 그림과 같이 등록되어 있어야 한다. 한편, bolt.exe를 실행하는 방법은 ACAD.PGP File에 나타내었듯이 GUI 메뉴 Data File을 프로그램 매개변수로 하여 실행하면 된다. 모든 설계결정과정의 끝이면 C 프로그램을 마치게 되며 그 다음 명령어인 CHKOUT.LSP 프로그램이 동작하여 정상적인 종료인지를 확인하고 정상이면 부품도를 그리는 BOLT.D.LSP 프로그램을 실행시킨다. 한편, 실제로 설계 계산 Part가 동작하는 동작 방식은 그림 6에서 볼 수 있다. 그림 7은 설계 계산의 한 실행 화면으로서 이 과정을 거쳐 생성되는 도면은 그림 8과 같다.



```
ADME.MNU File :
IBOLT      >isp10=bolt $p10=
IBOLT DESIGN  PC\CAP\BOLT\AC(chkout "bolt")#
              (= outchk "C")(C:bolhd)\(prnc)
```

```
ACAD.PGP File :
BOLT.BOLT\bolt BOLT\bolt.dgn,0,4
```

그림 5 기계요소 자동설계 프로그램의 동작 방식 (Bolt의 경우)

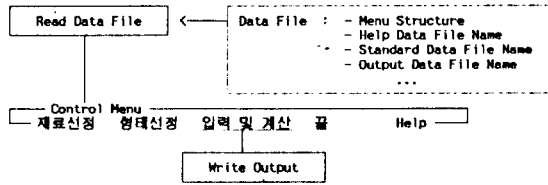


그림 6 설계계산 Part 동작 방식

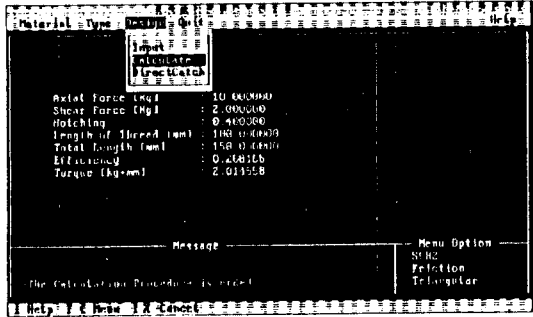


그림 7 Bolt의 설계결과

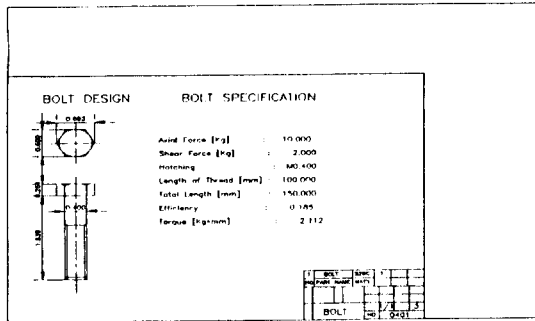


그림 8 Bolt의 설계도면

6. 결론

본 소프트웨어는 CAD 시스템에 제도 이상의 지능을 부여하여 설계를 결정하도록 하는 방법을 제시하였으며 또한 상용 소프트웨어화에 상당한 가능성을 이끌어 내었다. 우선, 무수한 기계요소설계의 경우중 가장 많이 생각할 수 있고 자동설계가 가능한 부품들을 대상으로 자동 설계의 체계를 구축하였고 이들 방법들을 이용하여 자동 설계 시스템의 가시적인 모습을 보여 줄 수 있었다. 아울러 제품의 생산비용과 시간, 노동력의 절약으로 생산성 향상은 물론, 표준화를 이루어 제품의 신뢰도를 높이는 데에도 크게 기여할 수 있으리라 기대된다.

그러나, 상용 소프트웨어를 위해서는 현재 개발된 프로그램만으로는 부족하며 보다 많은 내용을 첨가하고 다듬어야 할 것이다. 예를 들어 설계를 결정하는 설계 결정 과정에 대

한 부분은 아직도 많은 부분을 개선하고 추가해야 할 부분이 많다. 또한 결정된 설계 데이터를 이용하여 기존의 도면에 삽입하는 기법들은 보다 전문적인 방법을 도입하여 유연성이 있는 도면 제작을 추구하고자 할 것이다.

참고문헌

1. MECHSLIDE, 극동컴퓨터엔지니어링(주)
2. CADMEL, 홍성메가트로닉스
3. 박영조 외, 기계설계, 보성문화사, 1990
4. 김찬우, Auto LISP, 도서출판 청호, 1992