

기계부품의 파라메트릭 모델링 시스템

유우식 · 정종철

인천대학교 산업공학과

Development of the parametric modeling system for machine parts

Woo Sik Yoo · Jong Cheul Jung

Industrial Engineering, University of Incheon

This paper describes an automatic parts design system for gears, brake, and clutch. These parts are important components of the power transmission assembly. In conventional design process, the design of power transmission requires a number of recurrent calculations and drawings.

In this paper, we propose a three-dimensional automatic design system that reduces the number of recurrent calculations and drawings. The system consists of three modules for designing gear, brake, and clutch. The proposed system has been applied to develop a transmission of forklift truck and shown to be a useful system.

Keywords : Parametric modeling, gear, brake, clutch

1. 시스템의 목적

동력전달 장치란 엔진의 출력을 차륜에 전하기 위한 일련의 기구를 의미하는데 그 역할은 단순한 동력의 전달뿐만 아니라 엔진의 출력 특성을 수송장비가 요구하는 구동력 특성에 적합시키는 중요한 기능을 담당한다 [1]. 중장비의 일반적인 업무 프로세스에서 동력 전달장치는 잦은 시방의 변경과 새로운 공학변수의 적용, 설계 모델의 크기나 복잡성, 어셈블리 파일들의 상호연관 관계 등으로 설계 시 큰 부담으로 작용하는 문제들을 갖고 있다. 또한 중장비 제품의 특성상 많은 입력정보와 수치 값, 경계정보 등이 동시에 적용되어야 하며 반복적 재설계 작업과 이에 따라 제원산출을 위한 반복적 계산이 요구된다[1]. 따라서 설계의 효율성 향상과 신뢰성 확보, 제원산출에 따른 반복적 계산의 자동화, 설계변경

의 용의를 위해서는 3차원 파라메트릭 모델링 방법의 도입과 별도의 설계를 자동화 할 수 있는 전문가 시스템이 요구된다. 또한 3차원 파라메트릭 모델링 설계 시 기존의 2D 기반의 설계에서는 이해하기 힘들었던 각 부품들의 조립상태를 쉽게 이해할 수 있으며, 분석 시 별도의 작업이 필요했던 단점을 극복할 수 있다. 따라서, 이미 선진국의 우수한 기업들에서는 3차원 설계 시스템의 도입과 동시에 3차원 설계시스템에 수반된 전문가 시스템의 개발을 통한 설계 자동화 작업이 수행되고 있다[5]. 이러한 접근 방법은 기존의 회사 내부에 축적된 설계 방법론 및 공학적 지식과 접목되어 설계 생산성의 향상과 납기의 단축 그리고 설계품질의 향상을 도모할 수 있으므로 다양한 분야에서 시도되고 있다 [2,3,4,5].

본 연구에서는 여러 분야 중 중장비 동력 전달 장치 분야 설계의 설계생산성 향상과 설계 품질의 향상을 위하

여 상업용 CAD시스템의 API (Application Programming Interface)를 이용하여 동력전달 장치의 중요부품인 기어, 브레이크, 클러치의 전용설계 시스템을 개발하였다 [6].

2. 각 부품 설계 전용 시스템

2.1 시스템의 구성

3차원 파라메트릭 부품설계 시스템의 구성은 브레이크와 클러치의 형상제원을 결정하는 각각의 프로그램과 기어와 기어의 형상제원을 결정하는 프로그램으로 구성되어 있다. 또 생성된 기어, 브레이크, 클러치를 조립하는 프로그램등 4개의 프로그램으로 구성되어 있다. 본 시스템은 파라메트릭 모델링 기법을 기반으로 사용자들이 접근하기 더욱 편리하게 하였다. Fig 1. 은 본 시스템의 구성을 나타낸 구성도이다. 위에서 설명한 바와 같이 각각의 Gear, Brake, Clutch, Assembly는 독립적인 모듈이지만 Gear, Brake, Clutch에서 생성된 형상제원을 통해 전반적인 조립은 Assembly에서 이루어진다.

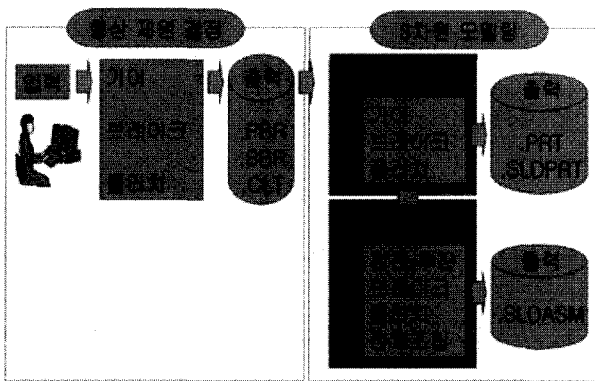


Fig.1 시스템의 구성

2.2 3차원 파라메트릭 모델링

본 시스템은 브레이크 및 클러치 기어 등의 형상제원 결정시스템을 이용하여 기초적인 형상제원을 결정한 후에 상업용 솔리드 모델링 시스템인 솔리드웍스를 이용하여 3차원 모델링을 하였다. 개발된 시스템은 윈도우 NT기반에서 사용자 편리성에 중점을 두어 개발되었는데, 솔리드웍스의 API를 이용하여 변수를 가진 반복 작업을 자동화하거나, 설계단계에서 필요한 각종 Feature들의 정보를 추출하고, 함수를 지닌 형상의 표현이 편리하게 모델링 될 수 있는 구조로 개발되었다. 또한, DB 서버나 Web서버와의 연계를 통하여 Network를 이용한

Top-down이나 Bottom-Up 설계가 가능하고 모듈 개발의 확장성이 용이하여 동시공학적 설계가 가능하게 개발되었다.

2.3 Gear 설계모듈

기어는 한 쌍의 마찰차 접촉면에 이를 깎아 미끄러지지 않고 서로 맞물려 회전력을 전달하는 기계요소로, 대표적인 기어로는 평기어와 헬리컬 기어가 있다.

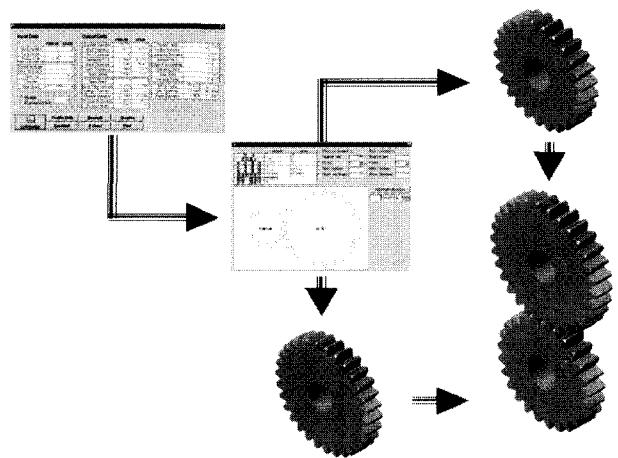


Fig.2 기어 형상변수 입력 및 모델링

Fig.2에서는 변속기의 주요부품인 평기어를 설계하기 위한 형상변수 입력화면과 모델링 절차를 보여주고 있는데 피니언과 기어의 잇수와 압력각, 전위계수 등을 입력받아 기본적인 형상변수 데이터를 결정시켜 주며, 이를 바탕으로 기초 설계 시에 반복설계의 시간을 절약할 수 있다.

Fig.3에서는 기어 모델링의 내부적 원리를 나타낸 것이

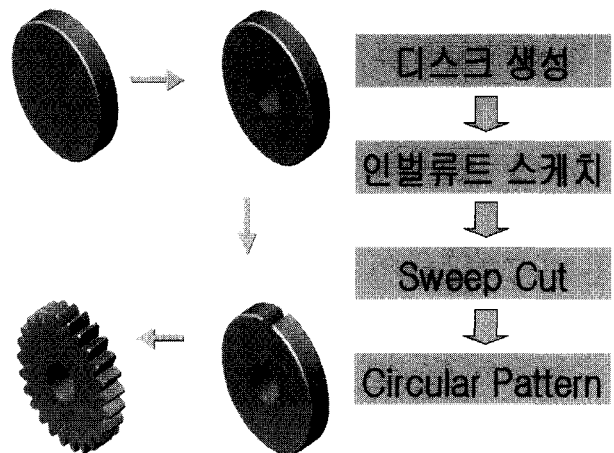


Fig.3 기어 구성의 내부적 원리

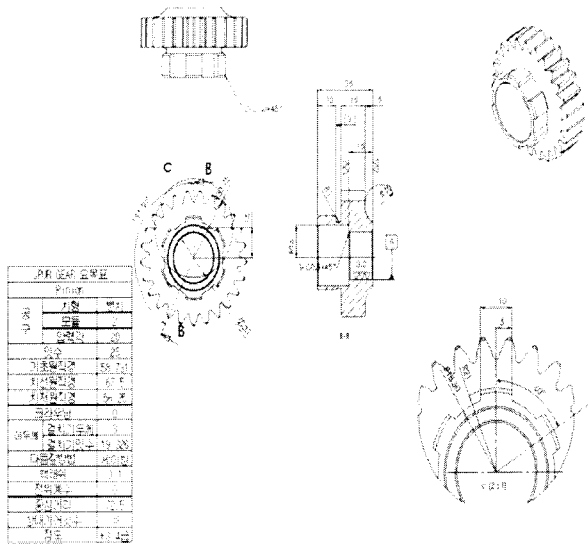


Fig.4 기어 형상도면

다. 기어의 모델링은 먼저 3차원 공간에 디스크를 생성하고 디스크의 한쪽 표면에 형상 제원의 입력을 통해 계산되어진 인벌류트 곡선상의 점들을 모두 지나가는 부드러운 곡선을 생성하고 그것을 이용하여 Sweep Cut 한다. Sweep Cut한 Feature를 디스크의 원점을 중심축으로 하여 기어의 잇수만큼 Pattern을 만든다.

Fig.4는 생성된 기어를 2D 도면으로 생성한 것이다. 현재, 2차원 도면의 중요성 또한 여전히 남아 있어 도면의 생성 기능은 매우 중요하다. 이는 과거의 작업이 2차원 도면위주로 진행되었고 도면을 기초로 각 공정이 수행되었기 때문이다. 각 단품의 기어가 완성이된 후 기어간의 관계에 의한 조립이 필요하다.

Fig.5에서는 전진기어의 조립을 나타내고있다. 두 기어

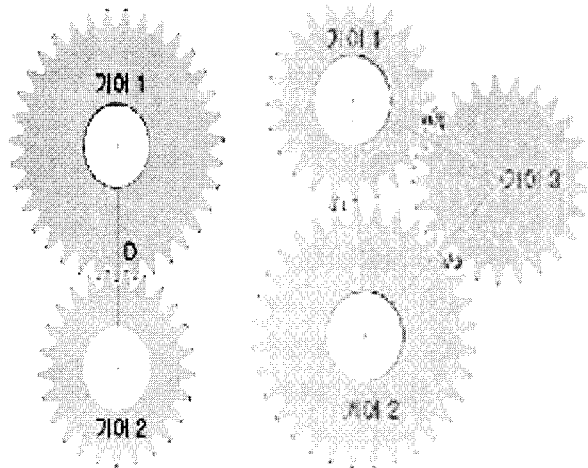


Fig.5 전진기어조립, 후진기어조립

의 중심간의 거리와 잇 수를 지정하여 이가 서로 맞물려 돌아갈 때 간섭이 생기지 않고 돌아갈 수 있도록 값을 지정한다. 후진기어의 조립은 전진기어와 유사하다. 각 세 기어의 중심의 거리 d_1 , d_2 , d_3 의 관계를 통해 세 기어가 조립된다.

2.4 Brake 설계 모듈

브레이크에서 첫째로 요구되는 성능은 제동거리이다. 제동력은 타이어와 노면간의 마찰력을 이용한 것이며 전륜과 후륜의 제동력의 배분은 차량 중량에 맞는 선정을 하여 동적인 배분을 하여야한다. Fig.6, Fig.7에서는 차량

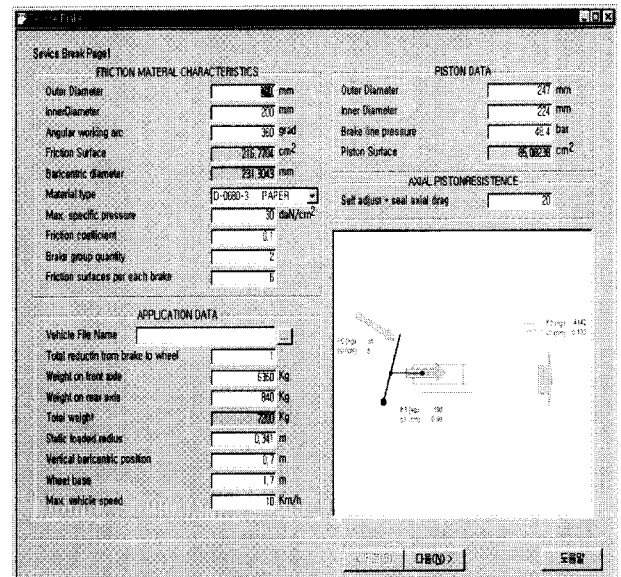


Fig.6 브레이크 입력 화면

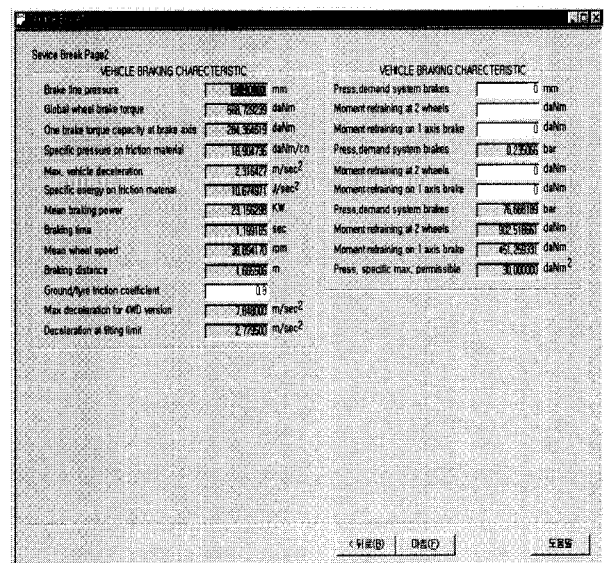


Fig.7 브레이크 출력 화면

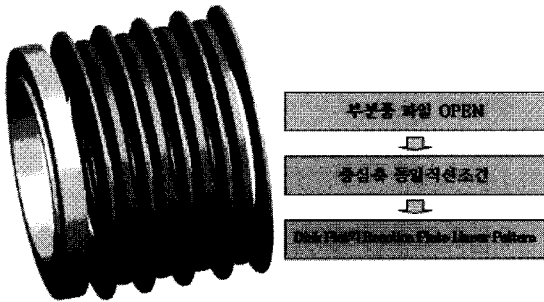


Fig.8 브레이크와 구성알고리즘

브레이크 피스톤 데이터를 입력하여 브레이크 특성데이터(브레이크에 걸리는 힘, 휠 브레이크 토크, 브레이킹 타임, 평균 휠 스피드)와 차량 브레이킹 출력을 받을 수 있는 모듈화면 이다. Fig.8에서는 브레이크와 브레이크 구성 알고리즘이 나타나 있다. 브레이크는 Fig.9에서 나타난 바와 같이 Piston, Disk Plate, Reaction Plate, Back Plate로 구성되어 있다. 각각의 피스톤 모델링 파일명과

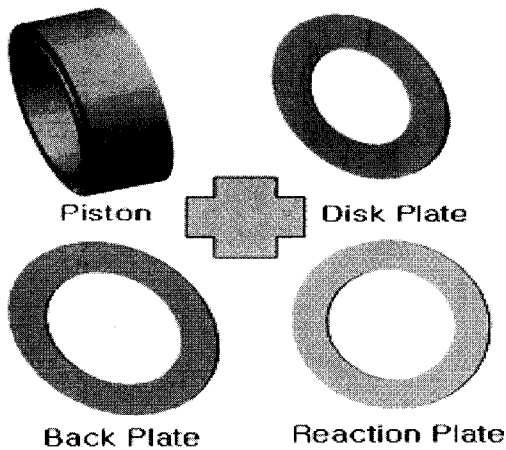


Fig. 9 브레이크와 구성요소

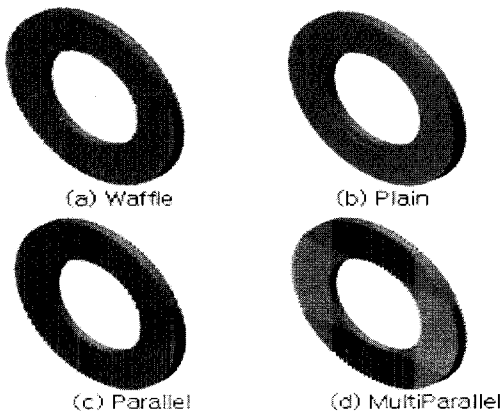


Fig. 10 Disk Plate 모델링 출력

플레이트의 파일을 지정한 후 디스크 플레이트의 장수를 지정하여, 각 중심축을 동일한 직선상에 일치시켜 브레이크를 모델링한다. Fig.10에서는 Groove Type의 선택에 따라 Disk Plate의 모델링된 형상이 다양하게 바뀌는 것을 나타낸다. Fig.11은 Disk Plate중 Waffle Type의 Disk Plate의 도면을 나타낸 것이다.

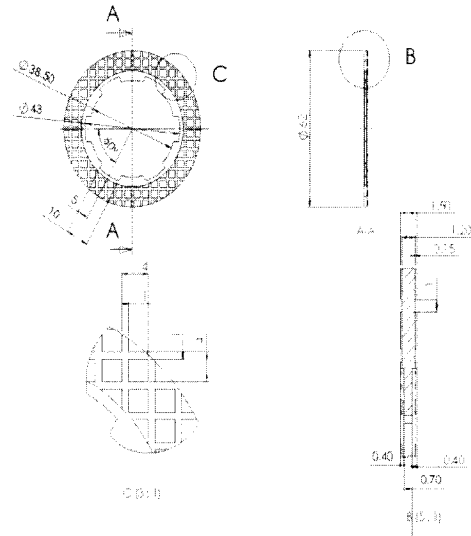


Fig.11 Waffle Type의 Disk Plate도면

2.5 Clutch. 설계 모듈

클러치는 자동차의 엔진과 변속기 사이에 설치되어 있는데, 자동차용 엔진은 어떤 일정한 회전 수 이하에서

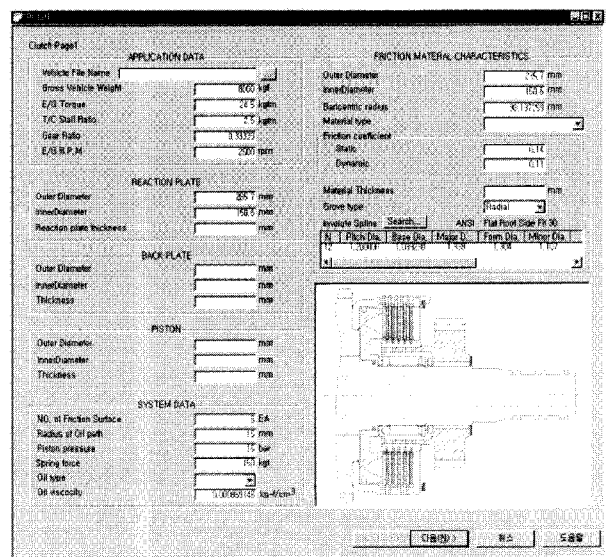


Fig.12 클러치의 입력 화면

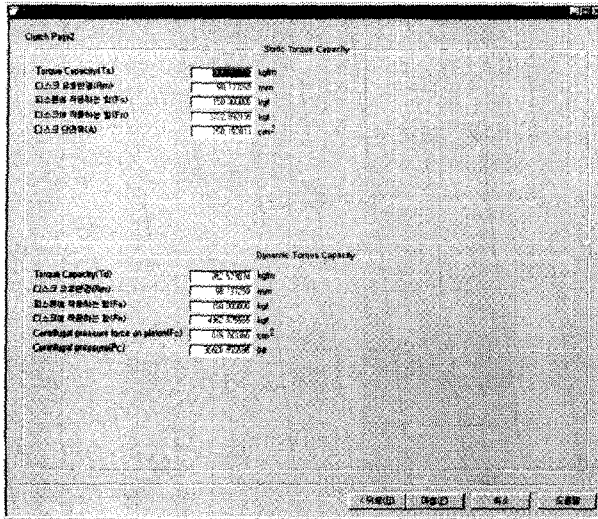


Fig.13 클러치의 출력 화면

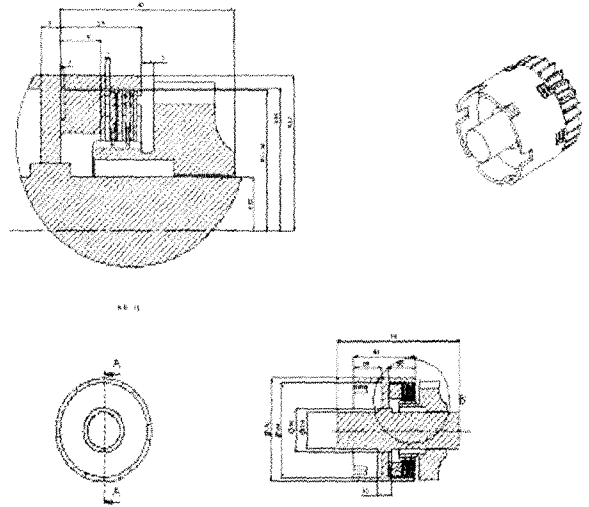


Fig.15 클러치 도면

정상의 회전을 할 수가 없기 때문에 일정한 회전 수 이상이 요구된다. 클러치는 엔진 동력의 전달 및 차단 역할을 한다. 클러치에는 마찰판이 건조상태에서 사용되는 건식과 기름 속에서 사용되는 습식 클러치가 있다. Fig.12, Fig.13에서 클러치설계 지원 모듈을 살펴보면, 입력정보로 차량정보, Reaction plate, Back plate, Piston Friction Material 정보를 입력하여 출력정보로 정적, 동적 해석치 디스크 유효반경, 피스톤에 작용하는 힘, 디스크에 작용하는 힘, 디스크 단면적 등을 얻는다. Fig.14에서는 클러치의 3차원 형상을 보여주고 있다. 클러치의 생성 또한 브레이크와 같지만 단지 원점을 지나는 축면도와 대칭이라는 것만이 다르다. Fig.15는 Fig 14의 클러치에 클러치 하우징을 씌운 형상을 도면으로 나타낸 것이다.

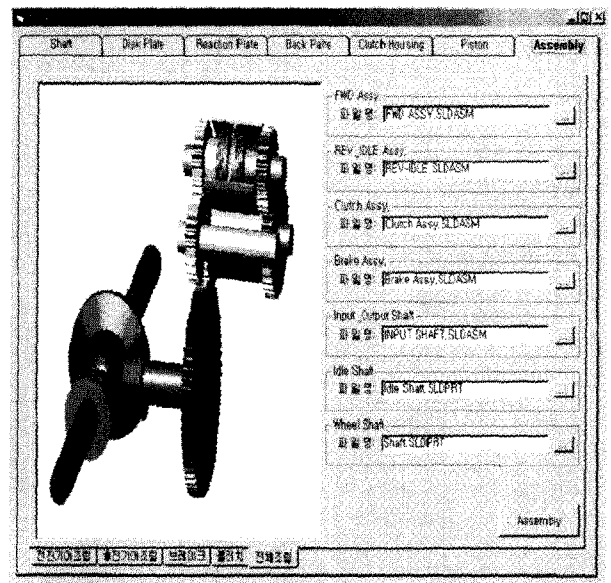


Fig.16 조립모듈

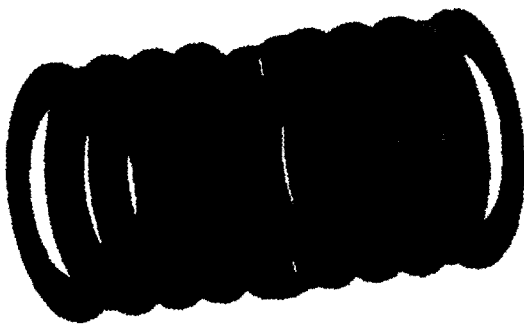


Fig.14클러치

로써 부분품 조립 파일들을 불러들인다. 그리고 클러치의 회전축, 전진기어, 후진기어, 그리고 입력 샤프트의 회전축을 일치시키고 거리를 조정한 후 출력 샤프트와 전진기어 후진기어의 회전축을 일치시킨다. 그리고 아이들 기어와 아이들 샤프트의 회전축을 일치시키고 중심거리를 조정한다. 출력기어와 휠 샤프트의 회전축이 공간상의 한 평면조건과 직교조건으로 구속하면 전체 조립모델이 완성된다.

2.6 조립모듈

조립 모듈은 동력전달 장치를 조립하기 위한 매개 변수의 입력화면으로 이미 생성된 기어, 브레이크, 클러치, 샤프트 등을 조립하는 모듈이다. Fig.16는 조립모듈

3. 결론

본 기어, 브레이크, 클러치의 부품설계 전용 3차원 파

라메트릭 기법에 의한 설계 모델링 시스템은 프로세스 중에서 상당한 시간을 차지하던 반복 재설계 작업시 형상변수의 결정 및 변수 변화에 따른 3차원 모델 재생시간을 획기적으로 줄여준다는데 큰 의미가 있다. 설계자가 결정한 제원을 이용하여 즉시 3차원 모델이 생성되므로 설계에서 도면까지의 동시공학적 설계가 가능해진다. 과거 2D 설계시 CAE등의 후속 분석작업을 위한 별도의 작업이 불필요하게 되고 3D 솔리드 형상을 이용하여 엔지니어링 해석, 동력학 해석, 시뮬레이션 등의 작업들이 가능해진다. 각 파트의 생성된 솔리드 형상을 이용하여 엔지니어링 해석, 동력학 해석, 시뮬레이션 작업이 가능해진다. 본 시스템은 윈도우 환경하에서 비주얼 C++ 6.0과 비주얼 베이직 6.0 그리고 솔리드웍스를 이용하여 개발하였다. 본 시스템은 중장비의 동력전달 장치의 설계 및 개발시 주요 부품인 기어, 브레이크, 클러치의 설계시간을 단축함과 동시에 동시공학적 설계를 가능하게 할 목적으로 개발되었다. 앞으로 더욱 연구가 진행되어 기어 브레이크 클러치뿐만 아니라 동력전달 장치의 주요 구성 요소들을 시스템으로 구성한다면, 보다 강력하고 유용한 시스템이 될 것이다.

참고문헌

- [1] 일본 자동차 기술회, "자동차 공학 대사전", 1997 년.
- [2] 이재열, 김광수, "파라메트릭 접근방법에 의한 특징 형상을 이용한 모델링", 한국CAD/CAM 학회 논문집, 1996년.
- [3] 이장용, 한순홍, "CAD와 인터페이스를 통한 공업용 재봉기의 구성설계" 한국CAD/CAM 학회 논문집, 2000년.
- [4] 황용근, 박용식, 곽규호, 손삼용, 박형우, 현재민, 장경일, 어윤중, "발전기 설계 자동화 시스템" 한국 CAD/CAM 학회 논문집, 2000 년.
- [5] 이상혁, 강희석, 유태석, 류승태, "CRT 부품 설계자동화 시스템 개발", 한국CAD/CAM 학회 논문집, 2000년.
- [6] 유우식, "수송장비 트랜스미션의 3차원 파라메트릭 모델링 시스템 개발", 98 산학연 컨소시엄 연구보고서, 인천대학교 중소기업 기술개발 지원센터, 1999.
- [7] AGMA 6010-E88, Standard for Spur, Helical, Herringbone, and Bevel Enclosed Drives, 1998.
- [8] Raymond J. Drago, P.E, Fundamentals of Gear Design, 1988.