

차체 조립용 3 차원 지그 설계 시스템에서의 실린더 및 베이스 설계 프로그램 개발

조병철*(국민대 자동차공학전문대학원), 이상현(국민대 자동차공학전문대학원)

Development of Design Capabilities for Cylinder and Jig Base in a 3-D Jig Design System for Automobile Body Assembly

B. C. Cho(Kookmin University), S. H. Lee(Kookmin University)

ABSTRACT

This paper introduces the development of design capabilities for air cylinders and jig bases in a three-dimensional jig design system for automobile body assembly. We first built the standard part library for these parts, and then developed the dedicated 3D design capabilities based on the Unigraphics system. By using this 3-D jig design system, design can be performed more intuitively, and verification and simulation of design results can be done more easily as the 3-D design result can be used readily for virtual manufacturing simulation.

Key Words : Jig (지그), Fixture (고정구), CAD (캐드), Automobile Body (차체)

1. 서론

현재 차체 조립용 지그 설계는 2 차원 설계가 주가 되고 있으며 3 차원 설계는 가공을 위한 데이터를 추출하는 정도로 부분적으로 도입하여 적용하고 있다. 하지만 현재 주로 사용되고 있는 2 차원 설계 방식은 많은 문제점들을 지니고 있다. 즉, 공간을 활용한 최적설계가 어려우며, 정확한 가상 동작 확인 및 설계 검증이 어렵다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 3 차원 설계 방식이 도입되고 있으며, 3 차원 설계를 용이하게 해주기 위한 지그 설계 전용 3 차원 CAD 시스템의 개발이 요구되고 있다. 이를 위하여 김형규 등^[1]은 Solid Edge 를 기반으로 한 3 차원 지그 설계 시스템을 제안하였으며, 조병철 등^[2]은 Unigraphics 를 기반으로 UG/Open^[3]을 사용하여 지그 설계 전용 CAD 시스템을 개발하였다. 본 연구는 [2]의 후속 논문으로서 그 논문의 발표 이후 개발된 기능들에 대한 소개를 담고 있다. 즉, 본 연구에서 개발된 자동 설계 프로그램에 대한 전체 기능은 아래와 같으며, 이 가운데 본 논문에서는 4), 5), 6)에 대한 내용을 소개하고자 한다.

- 1) 유닛의 생성, 치수 변경, 위치 이동 및 회전 기능
- 2) 판넬 형상에 따른 로케이터, 클램프의 불필요한 형상 제거기능
- 3) 로케이터와 클램프의 판넬 접촉면 편집 기능
- 4) 실린더 스트로크에 따른 클램프 동작 시뮬레이션 기능
- 5) 클램핑 포인트와 실린더 위치에 따른 실린더 바디부 크기 자동설계 기능
- 6) 베이스 및 홀 생성 기능

2. 지그 설계 시스템의 구성

지그 유닛을 구성하는 부품은 Fig.1 에서 보는 것과 같이 로케이터, 클램프, 브라킷, 서브베이스, 실린더로 구성된다. 이러한 부품들이 조립되어 있는 상태를 유닛이라고 말한다. 3 차원 CAD 시스템에서 지그 시스템을 표현하는 어셈블리 구조는 Fig.3 과 같이 대상이 되는 판넬과 유닛에 대한 어셈블리들의 조합으로 구성된다.

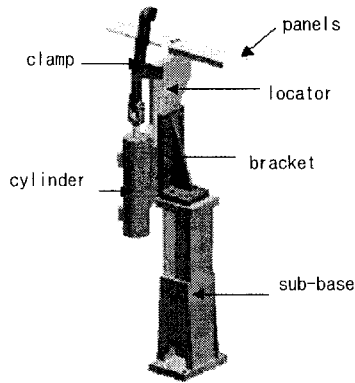


Fig. 1 Components of a jig unit

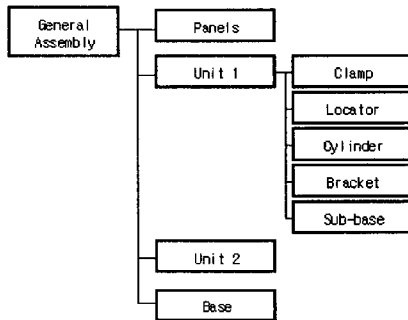


Fig. 2 Structure of a jig assembly

3. 공압 실린더의 설계 기능

3.1 실린더 바디부 크기 자동 설계

초기 유닛에서는 기본값으로 공압실린더의 크기가 설정되어 있다. 본 모듈은 실린더의 규격을 현실에 맞게 수정해 주는 모듈이다. 먼저 실린더의 타입은 클램프 위치와 힌지 포인트에 따라서 실린더 추력을 계산하여 선택할 수 있다. Fig. 3은 클램프 추력에 대한 역학적 계산식을 유도하기 위한 그림이다. 회전축에 작용하는 힘은 다음과 같이 정리할 수 있다.^[4]

$$W = F + P, \quad P = \frac{A}{B}F, \quad W = \left(1 + \frac{A}{B}\right)F \quad (1)$$

F : Cylinder Force(kgf)

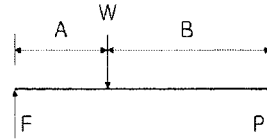


Fig. 3 Relation of the forces

실린더 추력에 대한 설계식은 Fig.4에서 F1과 P와의 힘의 관계에 의해서 식(2)이 유도될 수 있고 이것에 따라 계산된 실린더 추력은 실린더 바디의 크기를 선정하는데 기준이 된다. Fig.4는 실린더 바디의 설계를 위한 GUI를 나타내고 있다

$$F = \frac{BP}{Ay} \text{ (kgf)}, \quad y: \text{efficiency} \quad (2)$$

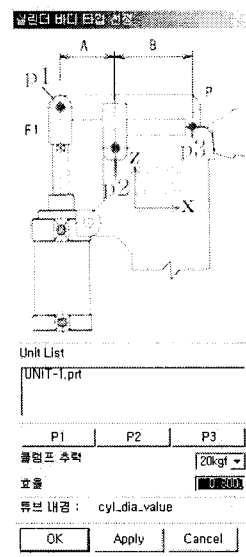


Fig. 4 GUI of the cylinder design module

Table.1은 설계식에 적용될 클램프력에 대한 적용 기준이다.^[4]

Table.1 Standard clamping forces

클램프력	제품 상태	판넬 두께
20kgf	단일제품 클램프	박판 : 0.8t 이하
	박판 2매 결합	중판 : 1.2t 이하
50kgf	후판 클램프	후판 : 1.8t 이하
	3매이상결합 박스형 단면으로 전 장이 긴 것	조후판 : 2.6t 이하

Table.2 는 본 연구에서 사용된 실린더 타입의 적용 기준이다.^[4]

Table. 2 Standard cylinder inner diameters

실린더 내경	공압 5kgf/mm ² 시 추력(kgf)	
	압축	인장
40	63.0	50.5
50	98.0	82.5
63	156.0	136.5
80	251.5	220.5
100	392.5	343.0
125	613.5	564.0

유닛 단위의 파트 리스트 창에서 유닛을 선택하면 선택된 유닛이 활성화되며 활성화된 유닛의 실린더 바디부에 대한 설계가 시작된다. 실린더 추력을 계산하기 위해서는 식(3.2) 에서 A, B 의 거리가 필요하며 이 거리는 사용자가 지정한 3 점(p1, p2, p3)을 이용하여 거리를 계산한다. 또한 클램프 추력은 20kgf 와 50kgf 가운데 하나를 선택할 수 있으며, 효율은 초기값이 80%로 설정되어 있으나 사용자가 변경할 수 있다. 이와 같이 사용자가 5 가지의 입력값을 주면 시스템은 실린더 추력을 계산하고 각각의 추력에 맞는 튜브내경을 선택하고, Table.3 에 나타난것과같이 해당 튜브 내경에 따라 실린더 바디의 각 부분의 치수가 결정되며, 최종적으로 모델에 대해서 치수정보에 대한 업데이트가 이루어지게 된다. Table.3 은 튜브 내경에 따른 실린더 바디의 표준 치수를 나타내고 있다.^[4]

Table. 3 Cylinder body dimension

Diameter	D	F	GA	GB	..
40	44	32	10	52	..
50	55	32	10	60	..
60	69	34	12	71	..

3.2 시뮬레이션

실린더 바디에 대한 설계 변경을 행하면 초기 클램프에 설정되었던 실린더 스트로크가 적절하지 않게 되어 실린더 스트로크를 변경해야 할 경우가 생긴다. 따라서 실린더 스트로크에 대한 클램핑 범위를 체크할 필요성이 있다. 이 모듈에서는 사용자가 실린더 스트로크의 값을 스크롤 또는 키인(key in) 방식으로 입력하여 실린더 스트로크에 따른 클램프와 실린더 바디의 상대적인 이동을 직관적으로

관찰하는 시뮬레이션 기능을 제공하고 있다. Fig.5 에서와 같이 사용자 입력값은 부가적인 거리 정보를 얻기위한 포인트 4 점(p1, p2, p3, p4)과 실린더 스트로크를 입력하게 되어있으며, 이 입력값으로부터 Fig.5 에서와 같이 P 의 궤적이 그려지게 되며 궤적 위에 포인트가 6 도 간격으로 자동으로 그려지게 되어 사용자는 가능한 언클램프 범위를 유추할 수 있다.

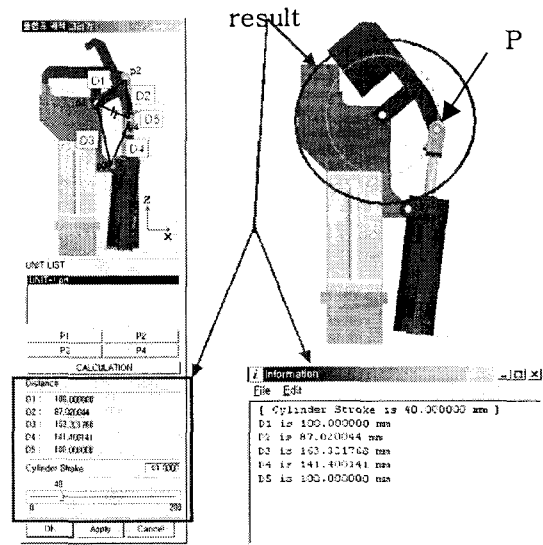


Fig. 5 Clamp motion simulation

4. 베이스 설계

4.1 베이스 생성

유닛의 설계가 모두 이루어지게 되면 베이스 설계가 이루어진다. Fig.6 은 베이스 생성 모듈의 GUI 나타내고 있다.

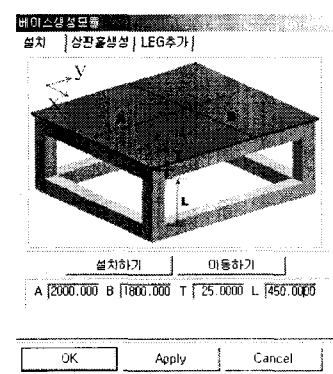


Fig. 6 GUI of the base generation module

베이스의 형상은 기본 형태만 가지고 있는 모델을 사용하였다. 베이스의 생성을 위한 입력값은 베이스가 위치할 곳의 포인트 1 개가 필요하며 베이스

설치위치가 적절하지 않을 경우 GUI의 이동 기능을 이용하여 적절한 위치로 재위치시킬 수 있다. 또한 베이스의 크기는 판넬에 따라서 사용자가 디자인 파라미터 값을 입력하여 변경하도록 되어있다.

베이스의 설치가 끝나게 되며 마지막으로 베이스의 상판에 위치할 각각의 유닛의 서브베이스의 홀의 위치에 맞게 베이스 홀을 생성하는 작업이 필요하다. 베이스 홀을 생성하는 작업은 아주 단순하고 반복적인 일이어서 이것을 기본기능을 이용하여 생성할 경우 설계에 필요한 시간이 상당히 많이 소요되게 된다. 이러한 불필요한 시간을 줄여주기 위해서 베이스 상판의 홀을 생성시켜주는 기능이 필요하다.

Fig.7은 베이스 상판에 홀을 생성시켜주는 GUI이다. 베이스 상판에 홀을 생성시키는 순서는 현재 어셈블리 구조에 있는 모든 서브베이스에서 베이스와 결합되는 홀들의 중심위치를 추출하여 이것을 베이스 상판에 투영시켜 투영된 점을 중심으로 홀을 생성하게 되어있다.

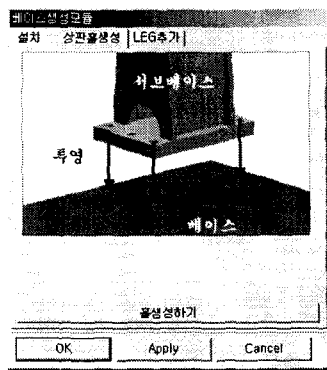


Fig. 7 Base hole generation module

4. 적용 예

Fig.8은 승용차의 엔진룸 론지 판넬(Engine Room Longi Panel) 모델의 일부분에 대하여 본 시스템을 이용하여 설계한 결과를 보여주고 있다.

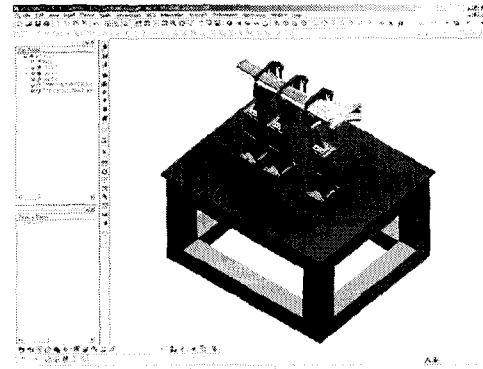


Fig. 8 Case study

5. 결론

본 연구에서는 Unigraphics를 기반으로한 3차원 지그 설계 전용 시스템 가운데 공압 실린더 및 베이스 설계 모듈을 개발하였고 실제로 이를 설계에 적용시켜 보았다. 본 시스템을 사용함으로써 3차원 CAD 시스템의 일반 범용기능만을 사용하여 설계한 경우에 비하여 설계 시간을 크게 단축시킬 수 있었으며 시스템에서 제안된 방법으로 실린더 어셈블리에 대한 설계를 수행할시 설계된 결과에 대한 동작 시뮬레이션을 수행시킴으로써 제작후 작동시 발생하는 문제점을 조기에 발견할 수 있었다. 또한 베이스의 상판면에 다수의 홀을 생성하는 단순하고 반복적인 작업으로 인하여 생기는 불필요한 시간적 낭비를 대폭 줄일 수 있었다. 그러나 본 시스템은 현재 한정된 표준 부품에 대한 라이브러리가 구축되어 있어 향후 이를 확장할 필요가 있다.

참고문헌

1. 김형규, 박홍석, "솔리드 기반의 지그 설계 시스템", 한국 CAD/CAM 학회 학술 발표회 논문집, pp.39-43, 2000
2. 조병철, 이상현, 우윤환, "차체 조립용 3차원 지그 설계 시스템 개발" 2002 기계관련 산학연 연합심포지엄, 대한기계학회 논문집 A, KSME 02F231, pp.1299-1304, 2002
3. Electronic Data System Corporation, Unigraphics Division, UG/OPEN API Reference Version 18.0, 2001
4. GM 대우자동차 생산기술연구소, "지그 설계 교육 교안", GM 대우자동차, pp.73-84, 1998