

자동설계 프로그램을 이용한 나사용 한계게이지 모델링에 관한 연구

김태호*, 김민주, 이승수(동아대 대학원 기계공학과), 전언찬(동아대 기계공학과)

A Study on the Modeling of Screw Thread Limit Gauge using Automatic Design Program

T. H. Kim, M. J. Kim, S. S. Lee(Graduate School, Mech. Eng. Dept., Dong_a); E. C. Jeon(Mech. Eng. Dept., Dong_a)

ABSTRACT

In this study, we try to develop the 3D automatic design program of screw thread limit gauge. When users, who have some mechanical information, input some date, they can do 3D-modeling easily like expert. This is one of the merit in automatic design program and the automatic design program can compare screw thread limit gauge made in this study with processed the bolt and nut model. This demonstrates the effective value of automatic design model. Screw thread limit gauge of sort divide into ring gauge of measuring bolt and pin gauge of measuring nut. The new created automatic design program follows the KS

Key Words : Screw thread limit gauge(나사용 한계 게이지), ADS(Automatic design system : 자동설계 시스템), Automatic design program(자동설계 프로그램), Pin gauge(핀형게이지-너트 측정용), Ring gauge(링 게이지-볼트 측정용)

1. 서론

나사를 측정하는데 있어서 공구현미경, 만능투영기 및 비전을 이용한 광학적인 방법과 표준게이지, 한계게이지, 지시식 나사게이지, 나사마이크로미터, 삼침법 등을 이용한 기계적인 방법이 있으나 체결용 나사 및 대량생산 공정에는 한계게이지를 이용한 측정이 가장 많이 사용되고 있다. 한계게이지를 이용한 측정은 해당 제품에 따른 소요 정밀도를 확보함과 동시에 각 부품의 호환성(Interchangeability)을 갖는 분업이 가능해짐으로써 대량생산 체제하의 품질 관리에 적합한 공작방식이다.^{1,2)} 나사용 한계게이지는 공작용과 점검용이 있으며, 유효경, 내경 및 외경을 측정한다. 이러한 한계게이지의 설계에 있어서 나사 및 한계게이지의 공차 및 한계게이지 관련자료를 일일이 찾아가며 공차를 계산하고, 한계게이지 형상에 따른 도면을 그려야 하나 이는 일반 사용자들에게는 매우 어려운 일이다. 이러한 문제점을 해

결하기 위해서 본 연구에서는 자동설계 프로그램을 제시하고자 한다. 이는 사용자가 약간의 기계공학적인 지식을 가지고 있다면 입력창에 몇가지 데이터를 입력함으로써 전문가 수준의 설계 및 제도가 가능하게 해주는 시스템으로 최근 활발히 연구가 이루어지고 있다. 김영남³⁾이 VisualLISP을 이용한 마스터기어 자동설계 프로그램을 개발하였고, 조종규⁴⁾가 AutoLISP을 이용한 기어설계 프로그램을 개발하는 등 활발히 이루어지고 있다. 하지만 지금까지의 연구들은 2차원 설계에 대한 것으로 3차원 서페이스 모델 및 솔리드 모델을 지원하는 연구는 전무하다.^{5,6,7)} 따라서 본 연구에서는 일반 생산현장에서 많이 사용되는 나사용 한계게이지를 3차원 모델링할 수 있는 자동설계 프로그램을 개발하여 실제 나사용 한계게이지의 설계 경험이 없는 초보자라도 게이지의 종류, 공차역 및 등급, 호칭경 등의 선택에 의해 전문가 수준의 설계 및 제도가 가능하게 하며, 자동설계 프로그램의 새로운 가능성을 제시하고자 한다.

2. 나사용 한계게이지

2.1 종류 및 구조

나사용 한계게이지(Screw thread limit gauge)를 사용하여 측정할 때에는 Taylor의 원리에 따라 통과측은 모든 요소를 갖춘 나사용 한계게이지를 사용할 수 있으나 정지측에는 개개의 요소를 각각 검사하는 게이지를 사용하여야 한다. 일반적으로 테일러 원리(Taylor principle)이란 '통과측에는 모든 치수 또는 결정량이 동시에 검사되거나 정지측에는 각 치수가 각각 검사되어야 한다.'는 것이며, 예를 들면 축과 구멍, 볼트와 너트의 끼워맞춤 등의 측정에 사용된다.8,9) 수나사의 측정에는 통과나사 링 게이지(Go screw ring gauge)와 정지나사 링 게이지(Not go screw ring gauge)가 사용된다. 통과나사 링 게이지는 스냅 게이지로 바뀌는 경향이 있다. 링 게이지보다 측정거리가 짧고 마멸이 적으며 통과측과 정지측을 동일 측정면에 위치시킬 경우 측정시간도 단축된다. 암나사의 경우 통과나사 플러그 게이지(Go screw plug gauge)와 정지나사 플러그 게이지(Not go screw plug gauge)에 의해 행하여진다. 한계 게이지를 용도별로 분류해보면 공작용, 점검용, 마멸점검용 등이 있다.

2.2 나사용 한계게이지의 허용차

나사용 한계게이지의 허용차를 선정함에 있어서 KS B 0412를 기준으로 하였으며, Table 1에 한계게이지의 절삭가공시 보통 허용차를 나타내었다.

Table 1 Common tolerance of metal cutting (KS B 0412)

등급 치수의 구분	정밀급(12급)	보통급(14급)	거친급(16급)
0.5이상 3이하	±0.05	±0.1	-
3이상 6이하			±0.2
6이상 30이하	±0.1	±0.2	±0.5
30이상 120이하	±0.15	±0.3	±0.8
120이상 315이하	±0.2	±0.5	±1.2
315이상 1000이하	±0.3	±0.8	±2
1000이상 2000이하	±0.5	±1.2	±3

3. 자동설계 프로그래밍

기계요소를 설계하는데 있어서 사용자의 입력값에 따라 자동적으로 3차원 모델링하는 프로그램을 개발하기 위하여 본 연구에서는 AutoCAD상의 개발

프로그램인 VisualLISP을 사용하였다. 그리고 자동설계 프로그램을 개발하기 위해 Fig. 1과 같은 순서로 작업을 진행하였다. 먼저 자동설계할 대상물체를 선정하고, ISO나 JIS, KS등을 참조하여 대상물체의 규격을 결정한다. 그리고 입력창(DCL)을 구성하는 프로그램을 작성한다. 이 때 입력창의 상단에 대상물체를 슬라이드 파일로 만들어 생성될 요소의 형태를 사용자에게 미리 보여준다.

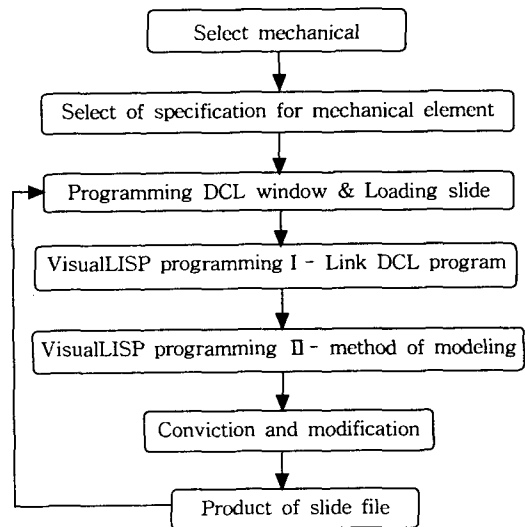


Fig. 1 Flowchart of evolution for ADS program

다음으로 입력창을 주 프로그램에 링크시키고, 생성될 요소의 모델링 방법을 결정한 후 이를 프로그래밍한다. 자동설계 프로그램에서 가장 중요한 부분이 이 모델링 방법의 결정으로 새로운 모델을 생성시킴에 있어서 항상 새로운 수학적·기하학적 알고리즘을 적용하여야 하며, 프로그래머의 경험치가 상당히 중요하다.

Fig. 2에 기하학적인 점들의 위치좌표를 수학적 으로 계산하는 예를 나타내었다. 원통 위에 키를 설계하고자 할 때 키의 크기는 규격집에 근거하여 정하여진다. 하지만 시작점의 위치나 모델링에 사용되는 좌표점들의 기하학적 위치 데이터는 주어지지 않는다. 따라서 좌표점들의 기하학적 위치 데이터를 수학적 개념인 사인과 코사인으로 변환하여 초기에 어떠한 값이 입력되더라도 연동하여 그 크기 및 기하학적 좌표값이 변화할 수 있도록 하는 수식을 정립할 수 있다. 이와 같은 전반적인 과정을 확인하고, 입력창에 치수 및 모델의 규격을 입력한 후 모델이 생성되는 과정 전체를 확인한다.

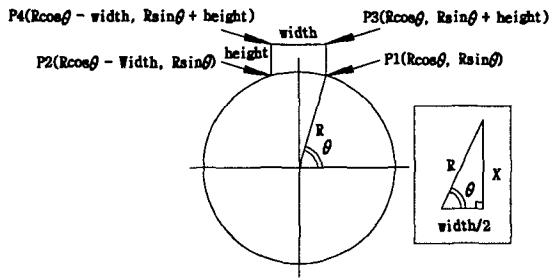
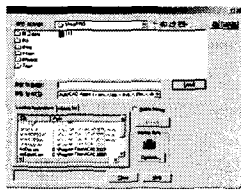
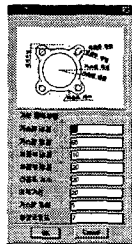


Fig. 2 Mathematical Transformation of positional coordinate

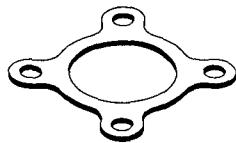
생성된 자동설계 프로그램을 사용하기 위한 과정을 Fig. 3에 나타내었다. 자동설계 프로그램을 사용하기 위해서는 AutoCAD 프로그램을 실행시킨후 `appload` 명령을 사용하여 작성된 프로그램을 로딩한다. Fig. 3의 a)에 `appload` 명령을 수행하면 생성되는 활성창을 나타내고 있다. 자동설계 프로그램의 로딩 후 예를 들어 가스킷(Gasket) 자동설계 프로그램의 경우 `gasket`을 입력하면 DCL창이 나타난다.



a) Active window for appload command



b) Active DCL window for gasket



c) 3D solid model for ADS

Fig. 3 Method of Behaviour for automatic design program

Fig. 3의 b)에 활성화된 가스킷의 DCL창을 나타내었다. 여기에 사용자의 요구대로 치수 및 규격을 입력하고 OK버튼을 클릭하면 Fig. 3의 c)와 같은 3차원 솔리드 모델을 얻을 수 있다. 이와 같은 일련의 과정에 요구되는 시간은 매우 짧으며, 채 1분을 넘지 않는다.

4. 나사용 한계게이지 자동설계 프로그램

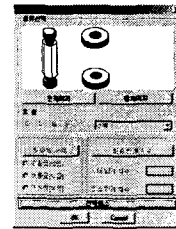


Fig. 4 Input window of Screw thread limit gauge program(first window)

본 연구에서 개발한 나사용 한계게이지 자동설계 프로그램은 KS B 0412를 기준으로 제작하였으며, Fig. 4에 나타낸 것이 나사용 한계게이지의 초기 입력창이다. 나사용 한계게이지 자동설계 프로그램은 사용자의 클릭에 따라 슬라이드 화면과 활성화버튼이 변화되는 형태로 프로그래밍하였다.

사용자는 볼트를 측정할지 혹은 너트를 측정할지에 따라 핀 게이지나 링 게이지를 선택하여야 한다. 핀 게이지를 선택하면 Fig. 5와 같이 슬라이드 그림이 변화한다. 그리고 KS규격에 입각한 호칭선택을 한다. 이 때 선택가능한 가짓수는 M1부터 M68까지 40개를 선택할 수 있으며, 그 내용을 Table 2에 나타내었다.

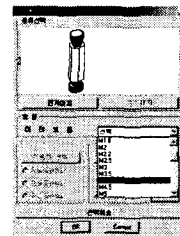


Fig. 5 Input window of Screw thread limit gauge program(choice pin gauge)

Table 2 Specification of meter common screw (KS B 0201)

M1	M1.1	M1.2	M1.4	M1.6	M1.8	M2	M2.2	M2.5	M3
M3.5	M4	M4.5	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33
M36	M39	M42	M45	M48	M52	M56	M60	M64	M68

다음으로 Fig. 6처럼 허용차 선택 버튼이 활성화 된다. 이는 KS규격에 입각한 허용공차를 입력하는 것으로 정밀급(12급), 보통급(14급) 및 거친급(16급) 등으로 나누어져 있다. 사용자가 임의로 입력하길 원하면 Fig. 7처럼 '허용한계 치수'버튼을 클릭하면 된다. 이때 허용한계 치수창이 활성화되면, 소숫점 네자리까지 입력하라는 안내창도 같이 활성화된다. 그리고 그 결과인 3차원 나사용 한계 게이지를 Fig. 8에 나타내었다.

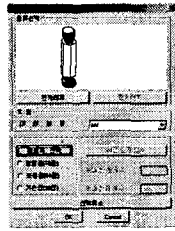


Fig. 6 Input window of Screw thread limit gauge program(choice common tolerance)

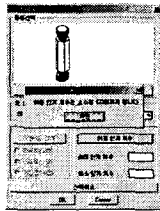


Fig. 7 Input window of Screw thread limit gauge program(choice common limits tolerance)

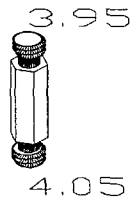


Fig. 8 solid model using visualLISP

링 게이지를 선택하면 Fig. 9와 같이 슬라이드 그림이 변화한다. 그리고 KS규격에 입각한 호칭선택을 한다. 호칭의 내용은 Table 2에 나타나 있다.

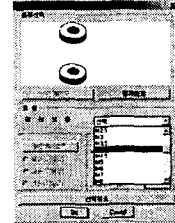


Fig. 9 Input window of Screw thread limit gauge program(choice ring gauge)

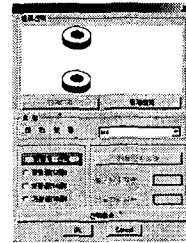


Fig. 10 Input window of Screw thread limit gauge program(choice common tolerance)

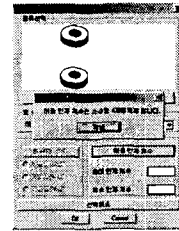


Fig. 11 Input window of Screw thread limit gauge program(choice common limits tolerance)

다음으로 Fig. 10처럼 허용차 선택 버튼이 활성화 된다. 이는 KS규격에 입각한 허용공차를 입력하는 것으로 정밀급(12급), 보통급(14급) 및 거친급(16급) 등으로 나누어져 있다. 사용자가 임의로 입력하길 원하면 Fig. 11처럼 '허용한계 치수'버튼을 클릭하면 된다. 이때 허용한계 치수창이 활성화되면, 소숫점 네자리까지 입력하라는 안내창도 같이 활성화된다. 그리고 그 결과인 3차원 나사용 한계 게이지를 Fig. 12에 나타내었다.

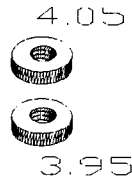


Fig. 12 solid model using visualLISP

Fig. 9와 10에서 M4를 선택하고, 정밀급을 선정하였기 때문에 나사용 한계게이지의 허용공차가 KS 규격에 의하여 ± 0.05 로 주어진다.

본 연구에서 제작된 나사용 한계게이지 모델은 이론식에 의하여 완전한 형태로 제작되었다. 따라서 실제 가공된 볼트나 너트를 비 접촉식 레이저 스캔이나 나사마이크로미터로 측정하고, 이를 이용한 나사모델을 만들어 본 연구에서 완성된 나사용 한계게이지 모델과 간섭을 체크할 수 있다. 따라서 볼트나 너트를 실제 가공함에 있어서 공정의 문제점을 파악하는 기준모델로 사용할 수 있다.

4. 결 론

일반 생산현장에서 많이 사용되는 나사용 한계게이지를 3차원 모델링할 수 있는 자동설계 프로그램을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 나사용 한계게이지 자동설계 프로그램을 통해 사용자의 편의성을 최대화시켰다.
- 2) 자동설계 프로그램을 통한 모델링을 가공공정의 문제점을 파악하는 기준모델로 사용할 수 있는 가능성을 확인하였다.
- 3) 모델링에 걸리는 시간을 최소화할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) 이동주, 김광길, "나사용 한계게이지의 CAD화에 관한 연구", 한국공작기계학회지, Vol. 7, No. 5, pp. 85-91, 1998. 10
- 2) 강명순, 손명환, "최신 기계공작법", 문운당, pp. 580-581, 1995
- 3) 김영남, 이성수, "VisualLISP을 이용한 마스터기어 자동설계 프로그램 개발", 한국공작기계학회 추계 학술대회 논문집, pp.169-174, 2000
- 4) 조종규, 김종석, "AutoLISP을 이용한 기어설계 프로그램 개발에 관한 연구", 한국공작기계학회 추계 학술대회 논문집, pp.422-427, 2000

- 5) 김일수, 정영재, 이창우, 박주석, "AutoCAD 프로그램을 이용한 자동펌프설계 시스템 개발", 한국공작기계학회지, Vol. 11, No. 1, 2002. 2
- 6) 박성관, 박종옥, 이준호, "휠볼트 제작을 위한 공정설계 자동화 시스템 개발", 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, pp. 983-987, 2001. 5
- 7) J. C. Choi and C. Kim, "An Integrated Design and CAPP System for Cold or Hot Forging", Products Int. J Adv. Manufacturing Technology Vol. 16, pp. 720-727, 2000
- 8) ISO/R, "ISO system of limits and fits inspection of plain workpiece", 1938
- 9) ISO/502, "ISO general purpose metric screw threads-Gauging", 1978