

나사용 한계게이지의 CAD화에 관한 연구

이 동 주*, 이 광 길**

A Study on the Development of the CAD System for Screw Thread Gauge

Dong-Ju Lee*, Kwang-Gil Lee**

Abstract

The CAD system which enables to design and draw the screw thread gauges was developed and constructed. This system was proposed based on Visual C++ Version 5.0.

Even beginners can get drawings as well as concerned data for the manufacturing of screw thread limit gauges by selecting the input data.

This system was constructed from relevant standards and regulations and was developed based on the Korean Standard and referred to ISO, JIS, handbooks and textbooks.

This system shall provide more powerful and user friendly tool for design and drawing for screw thread gauges such as metric fine and coarse threads, unified fine and coarse threads, parallel and taper pipe threads.

The results of this system are proved to be in good agreement with concerned standards and regulations.

1. 서론

1.1 연구 배경

나사의 측정에는 공구현미경, 만능투영기 등을 이용한 광학적인 방법과 표준게이지, 한계게이지, 지시식 나사게이지, 나사마이크로미터, 삼침법 등을 이용한 기계적인 방법이 있으나 체결용 나사 및 대량생산 공정에는 한계게이지를 이용한 측정이 가장 많이 활용되고 있다. 한계게이지를 이용한 측정은 해당 제품에 따른 소요 정밀도를 확보함과 동시에 각 부품의 호환성(Interchangeability)을 갖는 분업이 가능해짐으로 대량생산 체제하의 품질관리에 적합한 공작방식이다.¹⁾

나사용 한계게이지에는 공작용과 점검용이 있으며 유효경, 외경 또는 내경 등을 측정한다. 한계게이지를 설계하기 위해서는 나사 및 한계게이지의 공차, 한계게이지 관련 자료를 일일이 찾아가며 공차를 계산하고 한계게이지의 형상에 따른 도면을 그려야 하나 이는 공차와 나사에 대해 상당한 지식이 우선되어야하며 많은 노력과 시간이 소요된다.

본 연구에서는 나사용 한계게이지의 설계경험이 없는 초보자라도 나사의 종류, 공차역 및 등급, 호칭경 등의 선택에 의해 전문가 수준의 설계 및 제도가 가능하도록 CAD 시스템을 개발하고자 한다.

* 충남대학교

** 충남대학교 대학원

1.2 연구 동향 및 사용실태

국내외적으로 CAD화에 관한 연구는 활발히 진행되고 있으며 특히 건축분야, 기계공학분야, 의료분야 등이 주축을 이루고 있다.²⁻¹⁰⁾ 그러나 한계게이지의 CAD화에 관한 연구는 거의 전무한 상태이다.

한국 표준연구소에서는 2년마다 정밀계량계측 표준실태를 파악하고 있다. '95년 실태조사에서는 20인 이상의 전체 제조업체 27,811개를 모집단으로 하여 업종별, 종업원규모별 층화추출 방식에 의하여 약 3.77%에 해당하는 1,049개 업체를 표본업체로 선정, 조사하였으며 기관의 경우는 이공계 87개 기관을 특성별로 선정하였다. 나사용 한계게이지는 금속기계제조업, 운수장비, 전기, 정밀기기, 석유, 1차금속 등의 제조업과 연구소, 교육기관 등에서 광범위하게 사용되고 있다.¹¹⁾

나사용 한계게이지는 범용 측정기인 마이크로미터나 버니어 캘리퍼의 보유 수량대비 각각 58.8%, 85.7%에 이르며 총 보유 수량은 67만점 정도로 추산된다. 또한 측정 전담인력의 57.4%가 고졸이하의 단순기능 인력으로 구성되어 있어 첨단기술의 개발을 위한 자체기술 축적이 어려운 실정이다.

2. 나사용 한계게이지

2.1 종류 및 구조

나사용 한계게이지(Screw thread limit gauges)를 사용하여 측정할 때에는 Taylor의 원리에 따라 통과측에는 모든 요소를 갖춘 나사게이지를 사용할 수 있으나 정지측에는 개개의 요소를 각각 검사하는 게이지를 사용하여야 한다. 일반적으로 테일러 원리(Taylor principle)란 '통과측에는 모든 치수 또는 결정량이 동시에 검사되나 정지측에는 각 치수가 각각 검사되어야 한다'는 것이며 예를 들면 축과 구멍, 볼트와 너트의 끼워맞춤 등의 측정에 적용된다.^{12), 13)}

안나사 측정에는 통과나사 플러그 게이지(Go screw plug gauge)와 정지나사 플러그게이지(Not go plug gauge)가 사용된다. 골경의 검사는 플러그게이지(Plain plug gauge)에 의해 행해진다.

수나사의 경우에는 통과나사 링 게이지(Go screw ring gauge)와 정지나사 링 게이지(Not go screw ring gauge)가 사용된다. 통과나사 링 게이지는 스냅 게이지

로 바뀌는 경향이 있다. 링 게이지 보다 측정거리가 짧고 마멸이 적으며 통과측과 정지측을 동일 측정면에 위치시킬 경우 측정시간도 단축된다.^{14), 15)}

한계게이지를 용도별로 분류해보면 공작용(Working limit gauges), 점검용(Check and/or adjusting gauges), 마멸점검용(Wear check screw thread gauge)등이 있다.

2.2 공차 체계의 구조

Table 1 및 2는 공차 체계로서 공차등급 및 공차등급과 공차역의 조합에 관해 규정하고 있다.

Table 1 Tolerance grade

Description		Symbol	Tolerance grade
Bolt threads	Major diameter	d	4, 6, 8
	Pitch diameter	d ₂	3 [*] , 4, 5 [*] , 6, 7 [*] , 8, 9 [*]
Nut threads	Minor diameter	D ₁	4, 5, 6, 7, 8 [*]
	Pitch diameter	D ₂	4, 5, 6, 7, 8 [*]

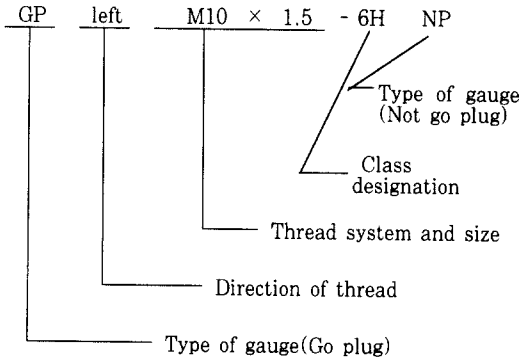
Note : KS doesn't have the tolerance grade marked with *.

Table 2 Combination of tolerance and its position

Description	Combination of tolerance and its position		
	Fine	Medium	Coarse
Bolt threads	4h	6h, 6g	8g
Nut threads	4H, 5H	6H	7H

2.3 호칭방법

게이지의 호칭방법은 규격번호 또는 규격명칭, 나사산의 감김방향, 나사의 호칭 및 게이지의 기호에 의해 다음과 같이 표현된다.¹⁶⁻²²⁾



2.4 나사산의 형상

나사링게이지 및 나사플러그 게이지의 나사산모양은 각각 완전한 플랭크를 가진 산 모양(Profile with complete flanks)과 짧게 한 플랭크를 가진 산 모양(Profile with truncated flanks)이 있다.¹⁵⁾

2.5 재료, 경도 및 표면 거칠기

게이지의 재료는 KS 3753(합금 공구 강재)의 STS3 또는 이와 동등 이상의 품질을 가진 재료로 하고, 게이지 부의 경도는 Hv 660~780 (HRC 58~63)으로 한다. 또한 바깥지름용 링 게이지, 바깥지름용 스넵게이지 및 안지름용 플러그 게이지의 재료, 경도 및 표면 거칠기는 KS B 5248 (한계게이지)에 따른다.

3. 나사용 한계게이지(Screw Thread Gauge)의 CAD 시스템(STG System) 구축

3.1 시스템의 구성

Fig. 1은 일반적인 한계게이지의 설계과정을 나타낸 것이다.

설계자는 나사의 종류, 호칭, 피치, 측정부위, 나사의 방향, 암·수나사 등을 확인한 후 지식과 경험에 의해 게이지 종류를 선정하고 나사용 한계게이지의 규격을 찾아 공차를 계산하고 게이지 치수, 진원도, 원통도, 평행도, 게이지면의 표면 거칠기, 재료 등을 선정한다.

이에 비해 본 나사용 한계게이지의 CAD 시스템(CAD

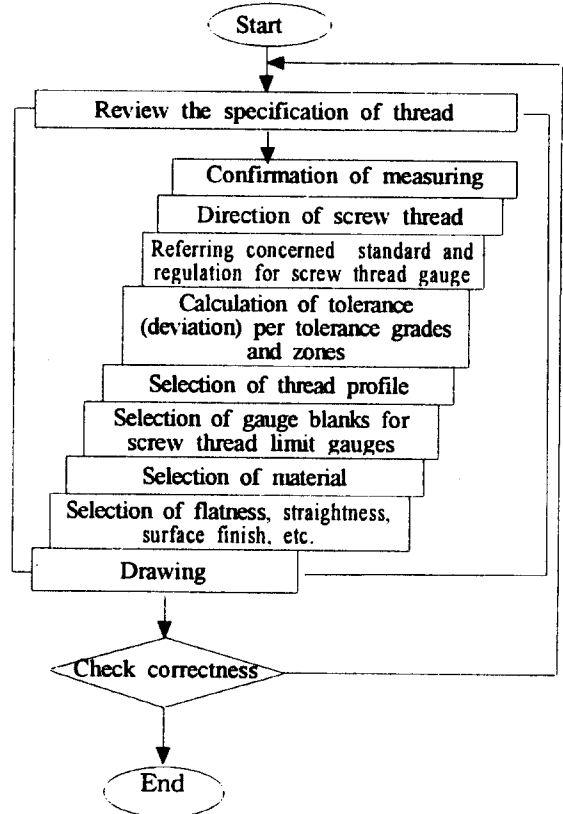


Fig. 1 Limit gauge design and drawing process

system for screw thread gauge : STG system)은 설계에 관련된 나사의 종류별 규격(호칭경, 피치, 공차역 및 등급 등), 나사용 한계게이지와 한계게이지의 종류별 형상 및 치수, 나사의 형상, 공차 등급별 진원도, 원통도, 평행도, 표면거칠기, 재질 등 설계에 관련된 모든 지식을 컴퓨터에 저장해 두고 이용할 수 있다. 본 시스템을 이용함으로써 나사용 한계게이지에 대한 지식이 없거나 도면을 그릴 줄 모르는 초보자도 전문가와 같은 수준의 설계가 가능해진다. Fig. 2는 CAD 시스템의 흐름을 나타낸 것이다.

설계 경험과 관련 규격, 서적 등에서 얻은 지식을 종합하여 시스템을 구축하고 이를 컴퓨터에 저장한 후 나사의 종류 및 호칭, 측정부위, 공차등급등의 입력 조건들과 연

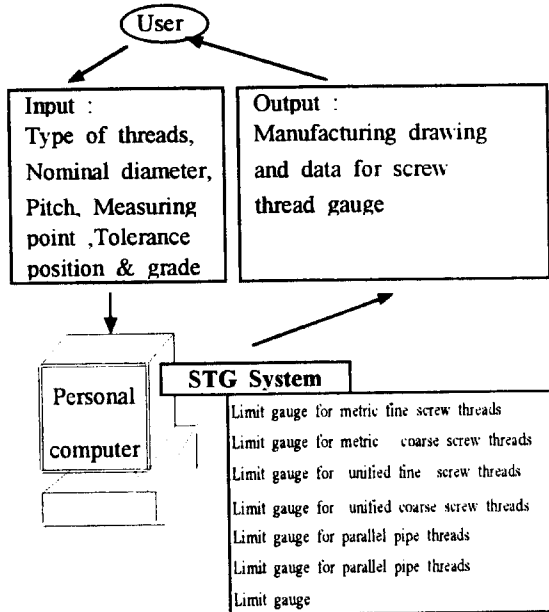


Fig. 2 Concept of the screw thread gauge CAD system

결시켜 설계목적에 부합하는 게이지 형상을 자동으로 선정하고, 공차를 계산하여 제작 최대치수와 최소치수를 계산하고 자동으로 도면을 그린 후 도면과 관련정보들을 컴퓨터 화면 또는 프린터로 출력하거나 파일로 저장한다.

3.2 시스템 구축용 도구

본 시스템을 구축하는데 사용된 도구는 80586 급 IBM 호환기종의 컴퓨터와 마이크로소프트사의 윈도우 95 환경하에서 구동되는 비주얼 C++ 버전 5.0을 사용하였다. 비주얼 C++은 객체 지향 프로그래밍의 중요한 부분인 클래스 라이브러리에서 볼랜드의 OWL (Object Windows Library)과 양대 산맥을 이루는 MFC(Microsoft Foundation Class)를 갖고 있다.

3.3 시스템의 구축

Fig. 3은 시스템의 구조를 나타낸다. 본 연구에서는 나 사용 한계게이지의 자동 설계 및 제도를 위해 한국산업규

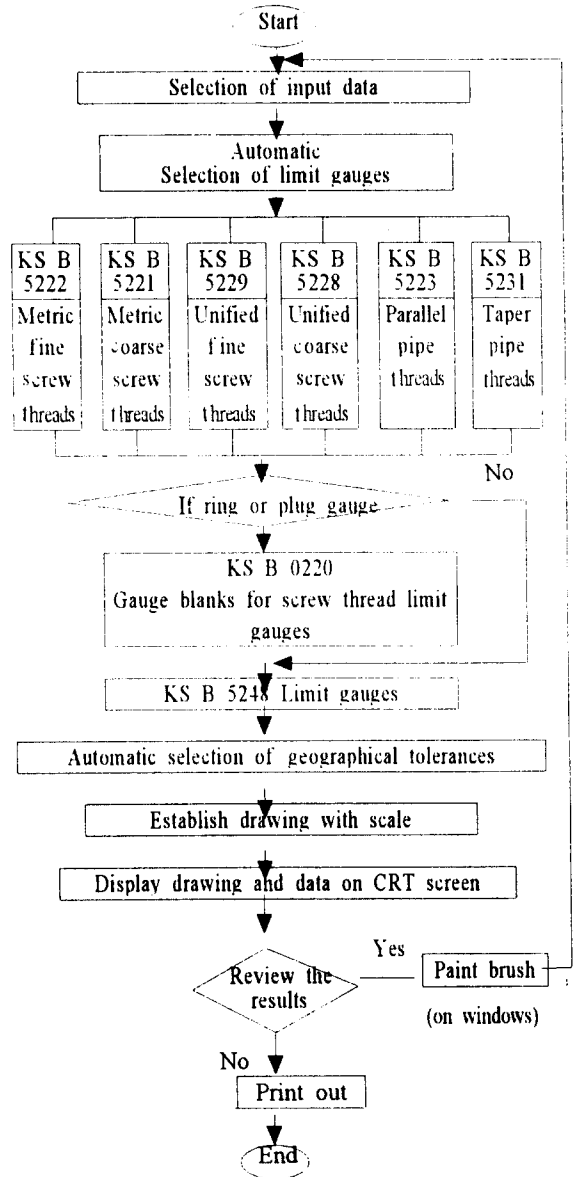


Fig. 3 Structure of STG system

격을 토대로 하여 미터 가는나사 및 보통나사, 유니파이 가는나사 및 보통나사, 파이프평행나사 및 테이퍼나사 등의 6종에 대해 데이터베이스를 구축하여 시스템화하였다.

Fig. 4는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI : Graphic User Interface)이며 마우스로 선택함으로써

입력이 가능하도록 하였다. Fig. 5는 입력자료의 선정방법을 보여주는 화면으로서 (a)는 나사의 종류중 미터보통 나사를, (b)는 공차역 및 등급중 4h를, (c)는 측정부위 및 게이지 종류를, (d)는 점검용 게이지중 통과나사링게이지를 각각 선택한 화면이다.

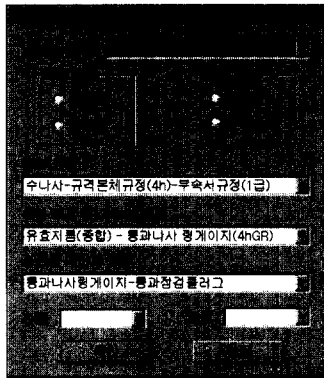
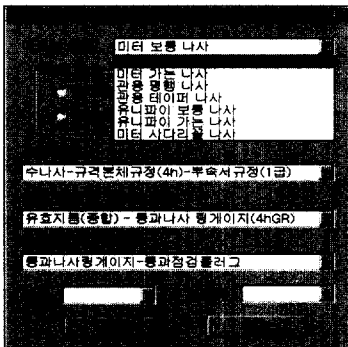
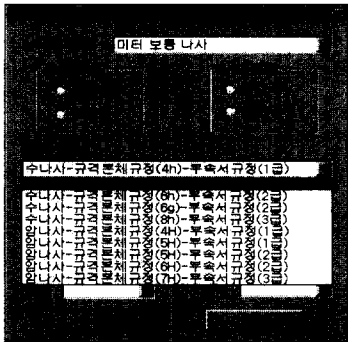


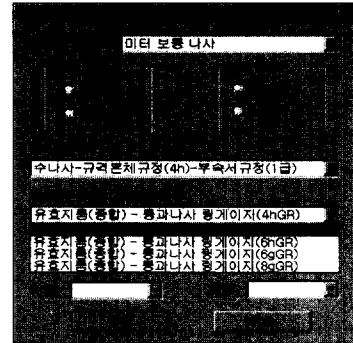
Fig. 4 Graphic user interface



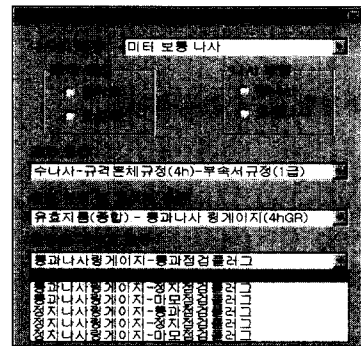
(a) Selection of screw thread



(b) Selection of tolerance grade



(c) Selection of gauge



(d) Selection of check gauge

Fig. 5 Selection of input data

4. 시스템의 적용

본 연구에서 개발된 STG 시스템의 성능을 확인하고자 각기 다른 나사종류, 호칭치수, 피치, 공차등급 및 공차역을 입력하여 각 종류별로 1모델씩 실행시켜 보았다.

4.1 미터가는나사용 플러그 게이지

설계하고자하는 게이지에 대한 자료를 다음과 같이 입력하였다.

(1) 입력내용

- 한계게이지의 종류 : 플러그게이지(7HPP)
- 측정부위 : 암나사 안지름
- 호칭 : M20 × 2
- 공차역 : H
- 공차등급 (IT) : 7

(2) 실행결과
위의 자료를 입력하여 실행시킨 결과 Fig. 6의 도면이 완성되었다.

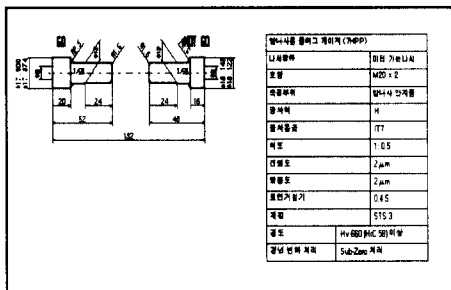


Fig. 6 Plug gauge for metric fine screw thread - Minor diameter

4.2 미터 보통나사용 한계게이지

- (1) 입력내용
- 한계게이지 종류 : 안지름용 플러그 게이지(6HPP)
 - 측정부위 : 압나사 안지름
 - 호칭 : M52×5
 - 공차역 및 공차등급 (IT) : H6

(2) 실행결과
위의 자료를 입력하여 실행시킨 결과 Fig. 7의 도면이 완성되었다.

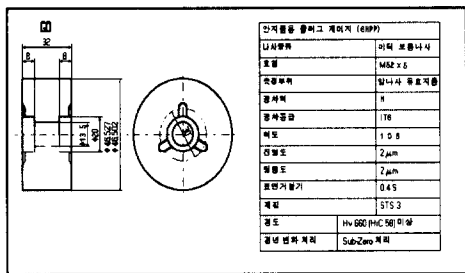


Fig. 7 Plug gauge for metric coarse screw thread - Pitch diameter

4.3 유니파이 가는나사용 한계게이지

- (1) 입력내용
- 한계게이지의 종류 : 공작용 스냅게이지(WS3A)
 - 측정부위 : 수나사 바깥지름

- 호칭 : 1-12 UNF
- 공차등급 : 3A

(2) 실행결과
위의 자료를 입력하여 실행시킨 결과 Fig. 8의 도면이 완성되었다.

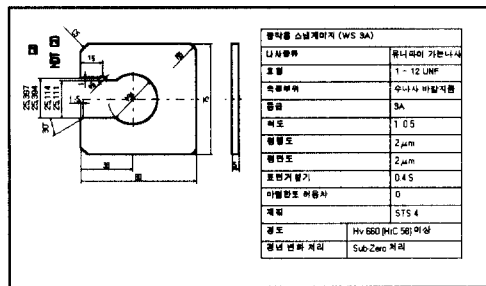


Fig. 8 Snap gauge for unified fine screw thread - Major diameter

4.4 관용 평행나사 게이지

- (1) 입력내용
- 한계게이지 종류 : 링게이지
 - 측정부위 : 수나사 유효지름(단독용) (GR-A)
 - 호칭 : G1

(2) 실행결과
위의 자료를 입력하여 Fig. 9의 도면이 완성되었다.

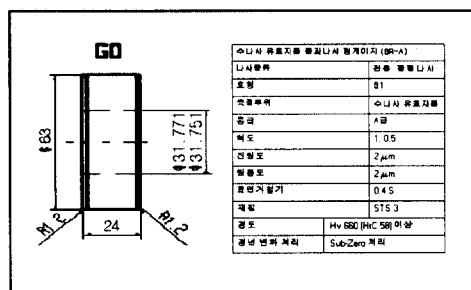


Fig. 9 Ring gauge for parallel pipe screw thread - Minor diameter

5. 결과 및 고찰

본 연구에서 개발된 STG 시스템의 성능확인을 위하여

나사종류별로 각기 다른 호칭치수, 공차역, 공차등급을 입력시켜 실행시킨 후 출력해본 결과, 관련기준 및 규격과 잘 일치되고 있으며 제작도로 사용해도 손색이 없음을 확인할 수 있었다.

본 시스템의 특징은 다음과 같다.

- (1) 수작업이나 범용 Cad Tool로 설계 및 제도를 할 경우 개인능력과 Cad Tool, 컴퓨터 기종에 따라 소요 시간 및 정확도의 차이가 심하게 빗어질 수 있으나 본 시스템을 이용할 경우에는 자료입력 후 수초 이내에 제작도면 및 관련 자료가 화면에 출력된다.
- (2) 실행결과는 화면, 파일, 프린터 중에서 선택하여 출력할 수 있으며 별도의 그래픽 처리 없이 원하는 방법으로 출력할 수 있다.
- (3) 도면은 축척에 맞추어 생성되며 별도로 축척을 조정하지 않을 경우에는 자동으로 화면크기에 맞추어 출력된다.

6. 결 론

본 연구에서는 나사용 한계게이지의 자동 설계 및 제도를 위한 CAD 시스템을 개발하였다. 본 시스템의 개발을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 나사용 한계게이지의 설계 및 제도를 신속하고 효율적으로 수행할 수 있게 되었다.
- (2) 본 연구에서 개발된 CAD 시스템을 실제 설계에 적용해 본 결과 해당 표준 및 규격과 잘 일치되고 있어 본 시스템이 정확하게 수행되고 있음을 확인할 수 있었다.
또한 본 연구에서 개발된 시스템을 활용하여 검정게이지의 설계 및 제도에 대해서도 확장할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 강명순, 손명환, "최신 기계공작법" 문운당 PP 58 0~581, (1995)
2. George F. Luger, William A. S., "Artificial Intelligence and the Design of Expert System", The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., (1989)
3. Waterman, D., A., "A Guide to Expert Systems", Addison-Wesley, (1986)
4. A. Willy, J. P. Sadler, R. D. Schraft, "Automated Fixture Design", Int J Adv Manuf Technol(1995) 10:27-35, (1995)
5. J. C. Trappey, C. R. Liu, "A literature Survey Of Fixture Design Automation", Int J Adv Manuf Technol(1990) 5:240-255, (1990)
6. Yon-Chun Chou, R. A. Srinivas Sujit Saraf, "Automatic Design Of Machining Fixtures : Conceptual Design", Int J Adv Manuf Technol(1994) 9:3-12, (1994)
7. 민상기, "CAD/CAM System을 이용한 블랭크 형상의 자동생성 및 가공에 관한 연구", 충남대학교, (1992)
8. 김희영, "조립공정의 조립순서 수집을 위한 전문가 시스템 개발에 관한 연구", 인하대학교, (1991)
9. 황기문, "연삭가공용 전문가 시스템 개발에 관한 연구", 부산대학교, (1993)
10. 오수철, "CAD/CAPP 인터페이스를 위한 형상특징의 자동인식 및 추출", 부산대학교, (1991)
11. 한국표준연구원, "95 정밀측정 표준실태조사 연구보고서", 명현문화사, PP i~v, 664~667 (1996)
12. ISO/R 1938, "ISO system of limits and fits inspection of plain workpiece"
13. ISO/(502, "ISO general purpose metric screw threads-Gauging", (1978(E))
14. JIS B 0251 메-트-르並目ねじ用 限界ゲ-ジ(1975)
15. 김종성, 한정빈, 김호길, "정밀측정공학" 기전연구사, PP 29~85, 334~368
16. KS B 5221, "미터 보통나사용 한계게이지", (1981)
17. KS B 5222, "미터 가는나사용 한계게이지", (1981)
18. KS B 5228, "유니파이 보통나사용 한계게이지", (1981)
19. KS B 5229, "유니파이 가는나사용 한계게이지", (1986)
20. KS B 5223, "관용 평행 나사게이지", (1985)
21. KS B 5231, "관용 테이퍼 나사게이지", (1991)
22. KS B 0220, "나사용 한계게이지의 모양·치수", (1987)