

CNC 공작기계의 프로그램 설계 보고서(V-1)

Program Design Report of the CNC Machine Tool(V-1)

KAERI



한국 원자력 연구원
Korea Atomic Research Institute

제 출 문

한국원자력연구원장 귀하

본 보고서를 “원자력기기장치개발지원” 과제의 일환으로 수행된 “CNC
공작기계의 프로그램 설계”에 대한 기술보고서로 제출합니다.

2010년 월 일

KAERI

주 저 자 ; 장치개발팀 염 기 언

공 저 자 ; 장치개발팀 문 제 선

이 인 배

염 정 현

요 약 문

I. 제 목

CNC 공작기계의 프로그램 설계 보고서 (V-1)

II. 연구개발의 목적 및 필요성

과학기술의 발전과 더불어 공작기계 분야도 고속·고능률 가공을 위한 공작기계와 절삭공구가 눈부시게 발전되고 가공방식도 다양화되어 감에 따라 CNC 공작기계의 활용범위는 광범위하게 확대되어 가고 있다.

원자력기기장치 개발·제작지원업무와 관련된 “연구기기의 제작 및 보수”업무를 보다 효율적이고 안정적으로 수행하기 위해서는 생산설계 및 가공기술의 지속적인 기술개발이 병행되어야 하며 특히, 인력감소에 따른 문제점을 해소하고 생산성 및 품질 향상을 위해서는 CNC 공작기계의 활용이 매우 중요하다. 이와 관련하여 과제 수행 중에 생산된 CNC 공작기계의 프로그램과 도면을 기술보고서로 발간하므로써 원자력기기장치·요소의 CNC 프로그램 설계 및 가공기술향상을 위해 활용하는데 그 중요성이 있다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 원자력기기장치·요소의 생산성 및 품질향상을 위하여 활용 빈도가 증가하고 있는 CNC 공작기계(선반, 밀링)와 관련한

- CNC 공작기계 개요
- 과제 수행 중에 생산된 CNC 프로그램과 도면
- 원자력기기장치·요소가공에서 금속의 성질을 변화시켜 고유성질과 다른 특성을 얻기 위한 열처리 등을 내용으로 한다.

IV. 연구개발 결과

기계가공분야의 생산방식이 수요자의 요구에 따라 소품종 다량생산 체제에서 다품종 소량생산 체제로 급속히 전환되면서 고속, 고능률, 고정밀 가공으로의 기술개발이 꾸준히 진행되고 있다. 특히, 컴퓨터 기술이 발달하면서 공작기계 분야에도 컴퓨터 활용 범위가 증가하여 생산성 향상과 제조공정 개선 및 인건비 절감 등에도 크게 기여하고 있다.

이와 같은 변화에 적응하면서 원자력 연구기기개발지원 업무를 효율적으로 생산설계, 제작 및 보수하기 위해서는 범용기계에만 의존하던 제조공정 시스템을

범용 공작기계와 CNC를 접목함으로써 정밀성, 생산성 향상 등을 통하여 고객만족을 보다 체계적으로 보완하여 DNC(Direct Numerical Control)와 FMS(Flexible Manufacturing System)으로 점진적인 발전을 기대 할 수 있다.

V. 연구개발 결과의 활용계획

CNC 공작기계의 프로그램 설계 보고서는 전문성이 필요한 programming 교육 자료로 활용 할 수 있으며, CNC 공작기계의 활용도를 극대화함으로써 다기능, 고정밀화 되어 가는 원자력 연구기기 및 요소의 제작 업무에 효율적으로 활용 할 예정이다.



SUMMARY

I. Project Title

Program design report of the CNC machine tool(V-1)

II. Objectives and Importance of the Project

The application of CNC machine tool being widely expanded according to variety of machine work method and rapid growth of machine tool, cutting tool for high speed efficient machine work.

Production design and machine work technology are continually developed for which service of the manufacture and maintenance for nuclear laboratory equipment are efficiently performed.

The application of CNC machine tool is very important for the improvement of productivity, quality, clearing up a manpower shortage.

We publish technical report which it includes CNC machine tool program and drawing, it contributes to the systematic development of CNC program design and machine work technology.

III. Scope and Contents of the Project

Program design of the CNC machine tool

- An outline of the CNC machine tool
- CNC machine tool program & drawing
- Reference data of metal heat treatment

IV. Results

In order to meet demand of user in production method of machine work, we convert a item large quantity production system to many items small quantity production system.

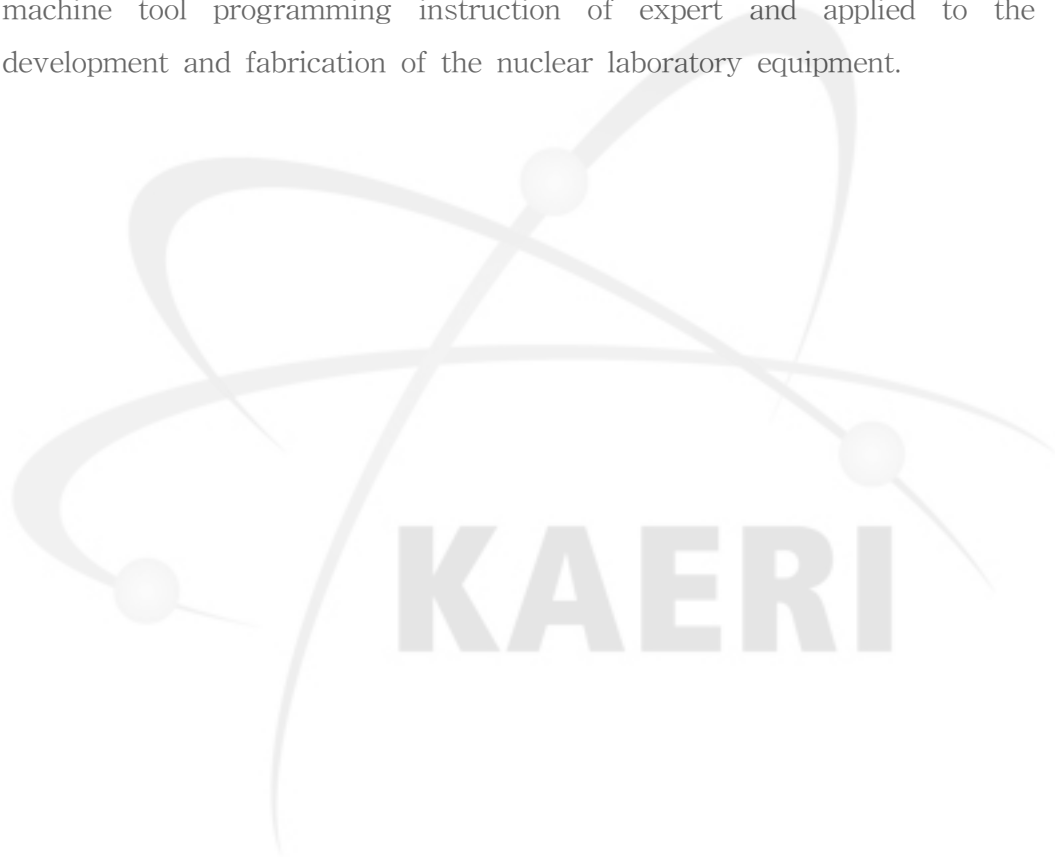
Therefore we continually developing high speed, efficiency and precision machine work technology. especially, as computer technology is being developed, it contributes to production efficiency, improvement of manufacturing process and saving personnel expenses in machine tool field.

In order to support task of development and manufacture of the nuclear Laboratory equipment, we use general purpose machine tool together with CNC machine tool.

We expect precision, productivity, direct numerical control and flexible manufacturing system in fabrication process. also, meet user satisfaction.

V. Proposal for Applications

Program design of the machine tool by this study are direct used for CNC machine tool programming instruction of expert and applied to the for development and fabrication of the nuclear laboratory equipment.



Contents

Summary	v
Contents	vii
Chapter 1 Introduction	1
Chapter 2 Main subject	3
Section 1 Abstract of CNC machine tool	3
Section 2 Program & drawing of CNC	6
(1) Tensile specimen	7
(2) Inner & outer irradiation specimen	24
(3) Pb container for I-131 capsule	34
(4) Saddle for crud specimen	42
(5) Sr cylinder end piece	62
(6) LIBS sample mold	69
(7) I-131 capsule container	77
(8) CuCrZr alloy junction specimen	86
Section 3 Metal heat treatment	85
Chapter 3 Conclusion	99

KAERI

목 차

요 약 문	iii
목 차	viii
제 1 장 서론	1
제 2 장 본론	3
제 1 절 CNC 공작기계의 개요	3
제 2 절 CNC 프로그램 및 도면	6
(1) 인장시편 제작	7
(2) 박판 조사시편 튜브 제작	13
(3) I-131 캡슐용 납용기 제작	25
(4) 크러드 시료 거치대 제작	45
(5) Sr cylinder end piece 제작	49
(6) LIBS sample mold 제작	52
(7) I-131 capsule container 제작	58
(8) CuCrZr 합금 접합시편 및 cladding	79
제 3 절 강의 열처리 기초이론	85
제 3 장 결론	99

KAERI

제 1 장 서 론

모든 산업기술의 발전과 더불어 공작기계분야도 고속·고능률 가공을 위한 공작기계와 절삭공구로 크게 발전함에 따라 CNC 공작기계의 활용범위는 광범위하게 확대되어 가고 있다.

NC(Numerical Control : 수치제어)는 “부호와 수치로써 구성된 수치정보로 기계의 운전을 자동으로 제어하는 것”을 의미한다. 즉, 사람이 이해할 수 있게 작성된 설계와 도면을 기계가 받아들일 수 있는 고유의 언어로 정보화하고 이를 천공 tape 또는 floppy disk 등을 이용하여 수치제어장치에 입력시켜 입력된 정보대로 기계를 자동제어 하는 것을 말한다.

최근에는 컴퓨터의 발달로 NC 공작기계에 computer를 내장한 CNC(Computer Numerical Control)공작기계가 널리 이용되고 있으며 통상 NC라고 하면 CNC를 지칭하고 있다.

CNC는 여러 분야의 공작기계에 적용되어 사용되고 있으며 특히, 현대사회의 급격한 정보화, 전문화에 따른 다품종 소량생산 체제가 요구되고 원가절감 및 품질·생산성 향상으로 경쟁력을 갖추기 위하여 CNC 공작기계가 널리 사용되고 있으며 여러 대의 CNC 공작기계에 공작물이나 공구 등을 운반하는 자동 반송장치와 자동화 창고, 로봇 등과 연결하여 이들을 computer로 관리하는 공장 자동화도 급속도로 보급되고 있다.

이상과 같은 CNC 공작기계의 활용범위가 확대되고 있으나 우리과제에 의뢰되고 있는 업무는 시제품 성격인 1~2개의 제작의뢰가 많으므로 범용 공작기계의 활용을 배제할 수 없는 실정이기 때문에 CNC와 범용 공작기계를 유연성 있고 적절하게 운영하여 효율적으로 대처하고 있다.

우리 과제에서는 CNC 공작기계를 이용하여 하나로 에서 생산하고 있는 진단, 치료 및 산업용 각종 동위원소 생산에 필요한 여러 형태의 조사용기 및 조사표적 등을 품질보증은 물론 생산성 향상을 통하여 안정적으로 전량 생산, 공급하고 있으며, 그 외에도 가공형태 및 정밀도가 요구되는 연구개발 기기, 부품 등을 가공하는 등 활용범위는 계속 증가하고 있다.

제 2 장 본 론

제 1 절 CNC 공작기계 개요

1. CNC 란?

NC는 numerical control의 약자로서 “공작물에 대한 공구의 위치를 부호와 수치로써 구성된 수치정보로 자동제어 하는 것”을 말한다.

즉, 가공물의 형상이나 가공조건의 정보를 편칭한 지령테이프(NC 프로그램)를 만들고 이것을 정보처리회로가 인식하여 지령 펄스를 발생시켜 서보기구(servo motor)를 구동시킴으로써 지령한대로 자동적으로 가공하는 제어방식이다.

CNC란 computer numerical control의 약자로서 computer를 내장한 NC를 말한다. NC와 CNC는 다소 차이가 있으나 최근 생산되는 CNC를 통상 NC라 부르고, NC와 CNC를 외관상으로 쉽게 구별하는 방법은 모니터가 있는 것과 없는 것으로 구별할 수 있다.

일반적으로 범용 공작기계는 사람이 두뇌로써 도면을 이해하고, 눈으로 끊임없이 공구의 끝을 감시하면서 손과 발로써 기계를 운전하여 원하는 가공물을 완성한다. 그러나 CNC 공작기계는 범용 공작기계에서 사람이 하는 일을 컴퓨터가 대신한다. CNC의 정보처리 회로에서는 사람의 두뇌와 같이 외부에서 주어지는 모든 자료들을 계산하고 순서대로 진행시켜 원하는 가공물이 조금도 틀림없이 가공될 수 있도록 한다. 외부에서 CNC 장치로 주어지는 모든 자료들이 data bus를 통하여 CPU(중앙제어장치 : central processing unit)에 들어가면 CPU에서 정보처리를 하고, 기계의 모든 작동원리 및 순서 등을 기억하고 있는 ROM에게 어떻게 어떠한 순서대로 출력할 것인가 자문을 얻은 다음 address bus를 통하여 정보 처리된 결과를 출력한다.

CNC는 공구 이동경로와 형상에 따라 다음 3가지로 분류할 수 있다.

가. 위치결정 회로 ; 공구의 최후 위치만을 제어하는 것으로 도중의 경로는 무시하고 다음 위치까지 얼마나 빠르게, 정확하게 이동시킬 수 있는가 하는 것이 문제가 된다.

나. 정보처리 회로 : 간단하고 프로그램이 지령하는 이동거리 기억회로와 테이블이 재위치 기억회로, 그리고 이 두 가지를 비교하는 회로로 구성되어 있다. 위치결정 NC와 비슷하지만 이동 중에 소재를 절삭하기 때문에 도중의 경로가 문

제된다. 단, 그 경로는 직선에만 해당된다. 공구치수의 보정, 주축의 속도변화, 공구의 선택 등과 같은 기능이 추가되기 때문에 정보처리회로는 위치결정 NC보다 복잡하게 구성되어있다.

다. 연속절삭 회로 ; S자형 경로나 크랭크형 경로 등 어떠한 경로라도 자유자재로 공구를 이동시켜 연속절삭을 한다. 위치결정 회로, 정보처리 회로는 가감산을 할 수 있는 회로에 불과하지만 연속절삭 회로는 가감산은 물론 승제산까지 할 수 있는 회로를 갖추고 있다. 그러므로 일정의 컴퓨터가 필요하게 되었고 그러한 연산을 하면서 항상 공구의 이동을 감시하고 있으므로 S자형 같은 복잡한 경로를 이동시킬 수 있는 것이다. 종래의 범용 공작기계에서 공구의 움직임은 수동핸들 조작에 의해 이루어졌지만 CNC공작기계는 그 움직임을 CNC 프로그램에 의해 자동 제어한다. 또한 종래의 기계는 복잡한 2차원, 3차원 형상을 가공할 때는 동시에 2개 혹은 3개의 핸들을 서로 관련을 유지하면서 조작해야만 했다. 때문에 작업이 어려울 뿐 아니라 정밀도도 좋지 않고 작업시간도 많이 소요되었다. 반면에 CNC 공작기계는 수동핸들 대신 서보모터를 구동시켜 2축, 3축을 동시에 제어하여 복잡한 형상도 정밀하게 단시간에 가공할 수 있게 되었다. 이와 같이 프로그램에 의하여 자동으로 작동되는 공작기계를 CNC 공작기계라 한다.

CNC 공작기계의 초기 목적은 복잡한 형상의 것을 높은 정밀도로 가공하기 위해 밀링이나 선반 등에 많이 적용되었지만, 최근에는 생산성 향상의 목적으로 CNC 공작기계를 사용하며 적용기계도 선반이나 머시닝센터 외에 대부분의 공작기계에 적용된다. 특히 최근에는 wire Cut, 방전가공, laser 가공기, 가스 절단기, 목공기계, 측정기 등 모든 산업기계 분야에도 CNC가 폭넓게 적용되고 있다.

2. CNC의 장·단점

① 장점

- 제품의 균일성
- 품질의 향상
- 검사의 생략
- 재고 비용 절약
- 제조원가 및 인건비 절감
- 생산성 및 가공성 향상
- 한사람이 여러대 가동 가능

② 단점

- 기계 가격이 고가
- 관리비용의 과다
- 프로그래머가 필요
- 소량 가공에는 제조원가 상승

3. CNC 제어 시스템

가. 개방 회로 방식(open loop system)

- 감지기가 현재 위치를 검출하여 비교하는 기능을 삭제 방식으로 정밀도가 낮기 때문에 오늘날 CNC 공작 기계에서는 거의 사용되지 않는다.

나. 반 폐쇄 회로 방식(semi-close loop system)

- 모터 축의 회전 각도를 검출하거나 ball screw 의 회전 각도를 검출하는 방식으로 테이블 직선운동을 회전운동으로 바꾸어 검출한다. 오늘날 대부분 CNC 공작기계에서는 높은 정밀도의 ball screw 가 개발되어 있어 실용상의 정밀도가 문제되지 않아 대부분 이 방식을 채택하고 있다.

다. 폐쇄 회로 방식(close loop system)

- 테이블에 스케일을 부착하여 위치를 검출한 후 위치 편차를 피드백 하여 사용한다. 즉 이 방식은 ball screw의 백래쉬량의 변화 등을 정확히 제어 할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 이 방식은 기계의 강성을 높이고 마찰 상태를 원활하게 하여 비틀림이 없어야 된다. 특별히 정밀도를 요하는 정밀 공작기계나 대형 기계에 사용된다.

라. 복합 제어 방식(hybrid loop system)

- 반폐쇄 및 폐쇄 회로 방식을 절충한 것으로 정밀도를 향상시킬 수 있어 대형의 공작기계에서 많이 사용되고 있다.

4. CNC 공작 기계의 구조

CNC 공작기계를 구성하고 있는 주요 요소는 다음과 같다.

가. 컨트롤러 : 명령을 처리하여 제어.

나. 강전반 : 기계의 구동, 공구 선택, 주축 제어.

다. 서보기구 : 정밀도와 아주 관계가 깊은 X, Y, Z 등 각 축을 제어.

라. 기계본체 : 베드, 칼럼 등 기계의 구조적 골격.

마. 볼스크류 : 회전운동을 직선운동으로 바꾸어 주는 장치 등.

5. CNC 공작기계의 변화

NC → CNC → DNC → FMS → CIM

* DNC : Direct Numerical Control / Distributed NC.

* FMS : Flexible Manufacturing System

* CIM : Computer Integrated Manufacturing

제 2 절 CNC 프로그램 및 도면

2009년도 상반기에 우리 과제에서 수행한 제작업무 내용 중 CNC 선반 및 machining center 를 활용한 프로그램 및 도면 목록은 다음과 같다.

가. CNC program & drawing list



Job. name	Code no.	Name of parts
(1) 인장시편 제작	09-L021-1-SP-T-S	Tensile specimen(screw) 7
	09-L021-2-SP-T-G	Tensile specimen(groove) 10
(2) 박판 조사시편 튜브 제작	09-L041-1-SP-I-I	Irradiation specimen(inner) 13
	09-L041-2-SP-I-O	Irradiation specimen(outer) 19
(3) I-131 캡슐 용납용기 제작	09-L023-1-V-B-ML	vessel body(M, lower) 25
	09-L023-2-V-B-MI	vessel body(M, inside) 27
	09-L023-3-V-C-MU	vessel cap(M, upper) 30
	09-L023-4-V-C-ML	vessel cap(M, lower) 32
	09-L023-5-V-B-BL	vessel body(B, lower) 35
	09-L023-6-V-B-BI	vessel body(B, inside) 37
	09-L023-7-V-C-BU	vessel cap(B, upper) 40
	09-L023-8-V-C-BL	vessel cap(B, lower) 42
(4) 크러드 시료 거치대 제작	09-L043-1-Pa-SC	Support cup 45
(5) Sr cylinder end piece 제작	09-L175-1-Pa-EP	End piece 49
(6) LIBS sample mold 제작	09-L190-1-M-Bo	Mold body 52
	09-L190-2-M-Ba	Mold base 55
(7) I-131 capsule container 제작	09-L197-1-Co-B-ML	Container body(M, lower) 58
	09-L197-2-Co-B-MI	Container body(M, inside) 60
	09-L197-3-Co-C-MU	Container cap(M, upper) 63
	09-L197-4-Co-C-ML	Container cap(M, lower) 65
	09-L197-5-Co-B-BL	Container body(B, lower) 68
	09-L197-6-Co-B-BI	Container body(B, inside) 70
	09-L197-7-Co-C-BU	Container cap(B, upper) 74
	09-L197-8-Co-C-BL	Container cap(B, lower) 76
(8) CuCrZr 합금 접합 시편 및 cladding	09-L207-1-SP-J-L	Junction specimen(L) 79
	09-L207-2-SP-J-R	Junction specimen(R) 82

나. CNC program

(1) 인장시편 제작

가) Tensile specimen(screw)

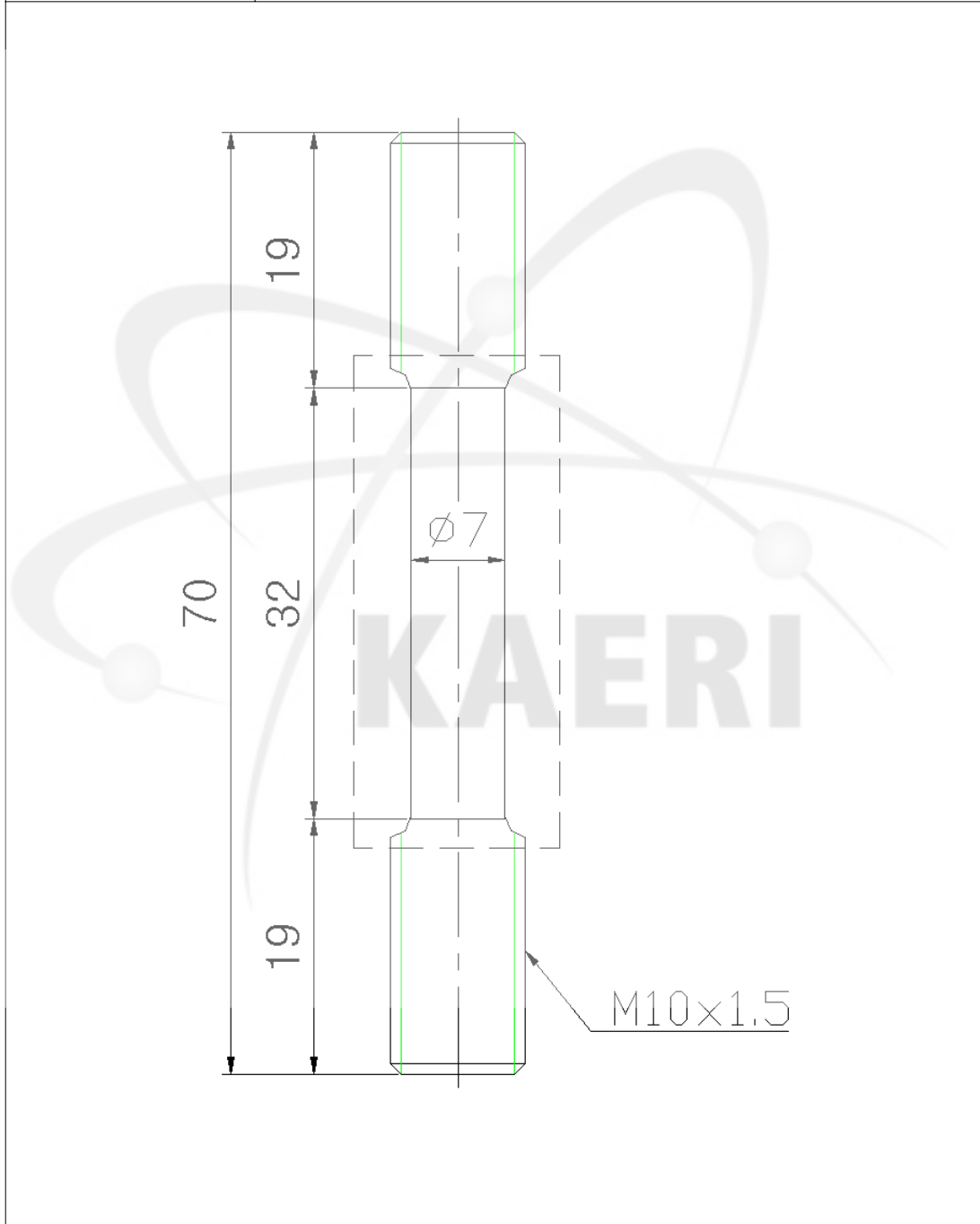
1/2

CODE NO.	09 - L021 - 1 - SP - T - S				
NAME of PARTS	Tensile specimen(screw)				
MATERIAL	STS304, STS316, Al-6061				
%	(CENTER DRILL 3 MM)				
:0211(09-01-021-1)	G28U0.W0.				
N00	G50X300.000Z172.600S1800T0200				
(DRILL CHUCK 045 + 26.0)	G97S500T0202				
N01	G00X150.Z80.				
(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)	X20.Z3.M10				
G28U0.W0.	X0.				
G50X241.000Z223.500S3000T0100	G01Z-4.5F0.12				
G97S1300T0101	G04U2.				
G00X120.Z110.	G00Z80.M12				
X14.Z5.M10	X150.				
G01X12.Z0.1F0.12	G28U0.W0.T0200				
X-1.2	M01				
G00X4.1Z2.1	N03				
G01X10.1Z-0.9	(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)				
G00X12.Z5.	G28U0.W0.				
X4.1Z1.6	G50X241.770Z223.620S3000T0900				
G01X10.1Z-1.4	G97S1300T0909				
Z-21.	G00X120.Z110.				
G00X12.Z5.M12	X14.Z3.M10				
X120.Z110.	G01X12.Z0.F0.12				
G28U0.W0.T0100	X-1.2				
M01	G00X12.Z5.				
N02	X3.9Z1.4				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L021 - 1 - SP - T - S
G01X9.9Z-1.6F0.12	G00X12.Z5.
Z-21.	X3.9Z1.4
G00X14.Z5.M12	G01X9.9Z-1.6F0.12
X120.Z110.	Z-20.
G28U0.W0.T0900	G00X14.Z5.M12
M01	X120.Z110.
N04	G28U0.W0.T0900
(THCER 2525 M16Q 16 ERM 2.0)	M01
G28U0.W0.	N06
G50X243.500Z225.900S1000T0300	(THCER 2525 M16Q 16 ERM 2.0)
G97S300T0303	G28U0.W0.
G00X120.Z110.	G50X243.650Z225.900S1000T0300
X14.Z5.M10	G97S300T0303
G01X10.1Z5.F0.15	G00X120.Z110.
G76P010060Q100R025	X14.Z5.M10
G76X8.16Z-20.P0970Q0300F1.5	G01X10.1Z5.F0.15
G01X14.Z5.	G76P010060Q100R025
G00X120.Z110.M12	G76X8.16Z-20.P0970Q0300F1.5
G28U0.W0.T0300	G01X14.Z5.
M01	G00X120.Z110.M12
N05	G28U0.W0.T0300
(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)	M30(05 00)
G28U0.W0.	%
G50X241.880Z223.620S3000T0900	
G97S1300T0909	
G00X120.Z110.	
X14.Z3.M10	
G01X12.Z0.F0.12	
X-1.2	

DRAWING of CNC MANUFACTURING




CODE NO.	09 - L021 - 1 - SP - T - S
NAME of PARTS	Tensile specimen(screw)
MATERIAL	STS304, STS316, Al-6061



DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

나) Tensile specimen(groove)

1/2

CODE NO.	09 - L021 - 2 - SP - T - G				
NAME of PARTS	Tensile specimen(groove)				
MATERIAL	STS304, STS316, Al-6061				
%	G01X10.6Z17.F0.13				
:0212(09-01-021-2)	G02X7.6Z16.R1.5				
N00	G01X7.64Z-16.				
(DRILL CHUCK 027 + 025)	G02X10.6Z-17.R1.5				
N01	G01X14.0Z-22.				
(SVVBN M16 VCGT 04 KT 300)	G00X44.Z35.M12				
G28U0.W0.	X180.Z100.				
G50X241.260Z262.100S1800T1100	G28U0.W0.T1100				
G97S500T1111	M01				
G00X180.Z100.	N02				
X44.Z35.	(SVVBN M16 VCGT 04 KT 300)				
X14.0Z22.M10	G28U0.W0.				
G01X12.2Z17.F0.15	G50X241.260Z262.100S1800T1100				
G02X9.2Z16.R1.5	G97S700T1111				
G01X9.24Z-16.	G00X180.Z100.				
G02X12.2Z-17.R1.5	X44.Z35.				
G01X14.0Z-22.	X14.0Z22.M10				
G00X44.Z35.	G01X10.4Z17.F0.12				
X14.0Z22.	G02X7.2Z16.R1.5				
G01X11.4Z17.F0.14	G01X7.23Z-16.				
G02X8.4Z16.R1.5	G02X10.44Z-17.R1.5				
G01X8.44Z-16.	G01X14.0Z-22.				
G02X11.4Z-17.R1.5	G00X44.Z35.				
G01X14.0Z-22.	X14.0Z22.				
G00X44.Z35.	G01X10.25Z17.F0.11				
X14.0Z22.	G02X7.05Z16.R1.5				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

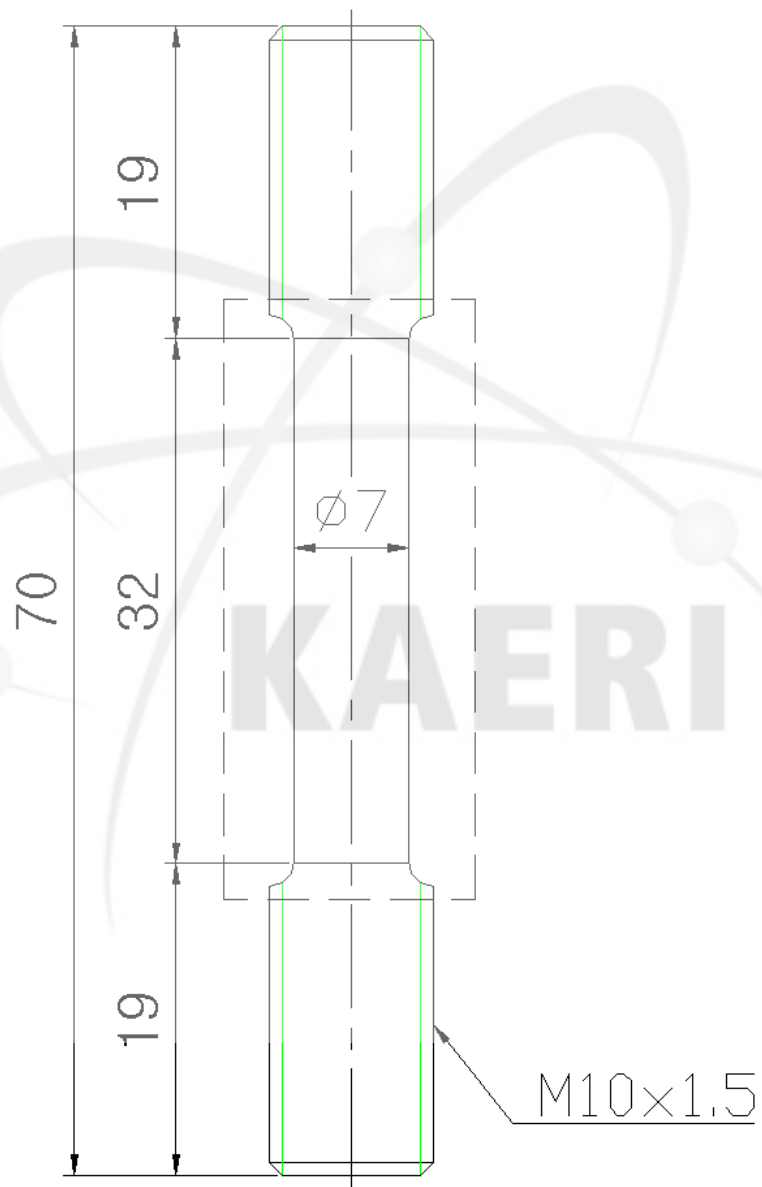
CODE NO.	09 - L023 - 2 - V - C - M
G01X7.08Z-16.	
G02X10.29Z-17.R1.5	
G01X14.0Z-22.	
G00X44.Z35.	
X14.0Z22.	
G01X10.2Z17.F0.10	
G02X7.0Z16.R1.5	
G01X7.03Z-16.	
G02X10.24Z-17.R1.5	
G01X14.0Z-22.	
G00X44.Z35.M12	
X180.Z100.	
G28U0.W0.T1100	
M30(06 00)	
%	

A large, light gray watermark of the KAERI logo is centered on the page. The logo consists of the word "KAERI" in a bold, sans-serif font, with a stylized graphic of three curved lines and three spheres above it, resembling an atomic or molecular structure.

KAERI

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L021 - 2 - SP - T - G
NAME of PARTS	Tensile specimen(groove)
MATERIAL	STS304, STS316, Al-6061



DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

(2) 박판 조사시편 튜브 제작

가) Irradiation specimen(inner)

1/5

CODE NO.	09 - L041 - 1 - SP - I - I		
NAME of PARTS	Irradiation specimen(inner)		
MATERIAL	Al-1050		
&HE:%	Z-18.		
:0411(09-02-041-1)	Z-40.F0.12		
N00	Z30.F5.		
(STOPPER BAR 190)	Z-38.		
G28U0.W0.			
G50X305.500Z099.500T0200	Z-60.F0.12		
G00X155.Z50.	Z30.F5.		
X30.Z10.	Z-58.		
Z0.5	Z-80.F0.12		
/M69	Z30.F5.		
G04U3.	Z-78.		
/M68	Z-100.F0.12		
G04U1.	Z30.F5.		
G00Z10.	Z-98.		
X155.Z50.	Z-120.F0.08		
G28U0.W0.	Z30.F5.		
N01	Z-118.		
(22MM SOLID DRILL)	Z-130.F0.08		
G28U0.W0.	Z30.F5.		
G50X305.500Z064.860S1500T1200	Z-128.		
G97S1000T1212	Z-140.F0.08		
G00X155.Z32.	Z32.F5.		
X0.Z5.M10	G00X155.M12		
G01Z-20.F0.12	G28U0.W0.T1200		
Z30.F5.	N02		
PROGRAM		CHECKED	
		APPROVED	

CODE NO.	09 - L041 - 1 - SP - I - I
(24.0 MM DRILL)	Z-159.F0.15
G28U0.W0.	G00Z18.
G50X305.500Z040.680S1500T1000	G01Z-158.F5.
G97S1000T1010	Z-162.F0.15
G00X155.Z20.	G00Z18.
X0.Z5.M10	M01
G01Z-30.F0.15	G01Z-161.F5.
Z18.F5.	Z-164.F0.15
Z-28.	G00Z18.
Z-60.F0.15	G01Z-163.F5.
Z18.F5.	Z-166.F0.15
Z-58.	G00Z18.
Z-90.F0.15	G01Z-165.F5.
Z18.F5.	Z-168.F0.15
Z-88.	G00Z18.
Z-120.F0.15	M01
Z18.F5.	G01Z-167.F5.
M01	Z-170.F0.15
Z-118.	G00Z18.
Z-150.F0.15	G01Z-169.F5.
Z18.F5.	Z-172.F0.15
Z-148.	G00Z18.
Z-153.F0.15	G01Z-171.F5.
Z18.F5.	Z-174.F0.15
M01	G00Z20.M12
Z-152.	X155.
Z-156.F0.15	G28U0.W0.T1000
G00Z18.	N03
G01Z-155.F5.	(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)

CODE NO.	09 - L041 - 1 - SP - I - I
G28U0.W0.	G00X24.54
G50X268.880Z217.700S3000T1100	Z4.
G97S1300T1111	G01X24.84Z-128.F1.8
G00X135.Z109.	X25.31Z-167.F0.12
X44.Z3.M10	G00U-0.5Z4.M12
G01Z0.1F0.12	X165.Z23.
X24.	G28U0.W0.T0400
G00X44.Z3.	N05
X36.10	(S20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)
G01X36.05Z-168.	G28U0.W0.
X46.05Z-173.	G50X331.270Z047.380S2200T0400
G00X44.Z3.	G97S1300T0404
X32.10	G00X165.Z23.
G01X32.05Z-168.5	X25.4Z4.M10
X42.05Z-173.5	G01X25.34Z-128.F0.12
G00X44.Z3.M12	G00U-0.5Z23.
X135.Z109.	X180.
G28U0.W0.T1100	M01
N04	G00X25.04
(S20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)	Z4.
G28U0.W0.	G01X25.34Z-128.F1.8
G50X331.270Z047.380S2200T0400	X25.31Z-167.F0.12
G97S1300T0404	G00U-0.5Z4.M12
G00X165.Z23.	X165.Z23.
X24.9Z4.M10	G28U0.W0.T0400
G01X24.84Z-128.F0.12	N06
G00U-0.5Z23.	(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)
X180.	G28U0.W0.
M01	G50X268.880Z217.700S3000T1100

CODE NO.	09 - L041 - 1 - SP - I - I
G97S1300T1111	X24.Z3.M10
G00X135.Z109.	G01X28.90Z0.1F0.10
X44.Z3.M10	Z-20.
G01Z0.F0.12	S600
X24.	G01Z-40.
G00X29.50Z4.	S700
G01X29.45Z-168.5	G01X28.885Z-60.65F0.12
X39.45Z-173.5	X28.485Z-60.85
G00X44.Z3.M12	S900
X135.Z109.	X28.470Z-105.30
G28U0.W0.T1100	X28.870Z-105.50
N07	S1200
(C20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)	X28.855Z-167.
G28U0.W0.	G00X44.M12
G50X331.350Z046.320S2200T0600	Z10.
G97S600T0606	X135.Z115.
G00X165.Z24.	G28U0.W0.T0500
X29.90Z2.1M10	M01
G01X25.90Z0.1F0.12	N09
X25.79Z-167.	(C20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)
G00U-0.5Z4.M12	G28U0.W0.
X165.Z24.	G50X331.230Z046.320S2200T0600
G28U0.W0.T0600	G97S400T0606
N08	G00X165.Z24.
(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT3000)	X29.90Z2.1M10
G28U0.W0.	G01X25.90Z0.1F0.12
G50X268.510Z217.630S2500T0500	X25.79Z-167.
G97S500T0505	G00U-0.5Z4.M12
G00X135.Z115.	X165.Z24.

CODE NO.	09 - L041 - 1 - SP - I - I
G28U0.W0.T0600	G28U0.W0.
N10	G50X252.390Z228.550S1800T0700
(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT3000)	G97S1300T0707
G28U0.W0.	G00X125.Z120.
G50X268.630Z217.630S2500T0500	X55.Z-160.M10
G97S300T0505	G01X32.Z-166.F1.5
G00X135.Z109.	X18.F0.02
X24.90Z2.1M10	S1300
G01X28.90Z0.1F0.10	X8.F0.12
Z-20.	G00X55.Z0.M12
S450	X125.Z120.
G01Z-40.	G28U0.W0.T0700
S600	M30(40 00)
G01X28.885Z-60.65F0.12	%
X28.485Z-60.85	
S900	
X28.470Z-105.30	
X28.870Z-105.50	
S1200	
X28.855Z-166.3	
X28.455	
Z-167.	
G00X44.M12	
Z10.	
X135.Z109.	
G28U0.W0.T0500	
M01	
N11	
(GVR2525-4 GV504 P20)	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L041 - 1 - SP - I - I				
NAME of PARTS	Irradiation specimen(inner)				
MATERIAL	Al-1050				
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

나) Irradiation specimen(outer)

1/5

CODE NO.	09 - L041 - 2 - SP - I - O				
NAME of PARTS	Irradiation specimen(outer)				
MATERIAL	Al-1050				
&HE:%	Z-40.F0.12				
:0412(09-02-041-2)	Z30.F5.				
N00	Z-38.				
(STOPPER BAR 190)	Z-60.F0.12				
G28U0.W0.	Z30.F5.				
G50X305.500Z100.000T0200	Z-58.				
G00X155.Z50.	Z-80.F0.12				
X30.Z10.	Z30.F5.				
Z0.5	Z-78.				
/M69	Z-100.F0.12				
G04U3.	Z30.F5.				
/M68	Z-98.				
G04U1.	Z-120.F0.12				
G00Z10.	Z30.F5.				
X155.Z50.	Z-118.				
G28U0.W0.	Z-130.F0.08				
N01	Z30.F5.				
(26MM SOLID DRILL)	Z-128.				
G28U0.W0.	Z-140.F0.08				
G50X305.500Z049.490S1500T1200	Z30.F5.				
G97S1000T1212	Z-138.				
G00X155.Z25.	Z-150.F0.08				
X0.Z5.M10	Z25.F5.				
G01Z-20.F0.12	G00X155.M12				
Z30.F5.	G28U0.W0.T1200				
Z-18.	N02				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L041 - 2 - SP - I - O
(24.0 MM DRILL)	N03
G28U0.W0.	(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)
G50X305.500Z040.680S1500T1000	G28U0.W0.
G97S1000T1010	G50X268.880Z217.700S3000T1100
G00X155.Z18.	G97S1300T1111
X0.Z5.M10	G00X135.Z109.
G01Z-145.F5.	X44.Z3.M10
Z-160.F0.12	G01Z0.1F0.12
Z18.F5.	X26.
Z-158.	G00X44.Z3.
Z-163.F0.12	X37.20
Z18.F5.	G01X37.13Z-168.
Z-161.	X45.13Z-172.
Z-166.F0.12	G00X44.Z3.
Z18.F5.	X34.20
Z-164.	G01X34.13Z-168.
Z-168.F0.12	X44.13Z-173.
Z18.F5.	G00X44.Z3.M12
Z-166.	X135.Z109.
Z-170.F0.08	G28U0.W0.T1100
Z18.F5.	N04
Z-168.	(C20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)
Z-172.F0.08	G28U0.W0.
Z18.F5.	G50X331.270Z047.380S2200T0400
Z-170.	G97S1300T0404
Z-175.F0.08	G00X165.Z23.
Z18.F5.	X27.2Z4.M10
G00X155.M12	G01X27.15Z-128.F0.12
G28U0.W0.T1000	G00U-0.5Z23.

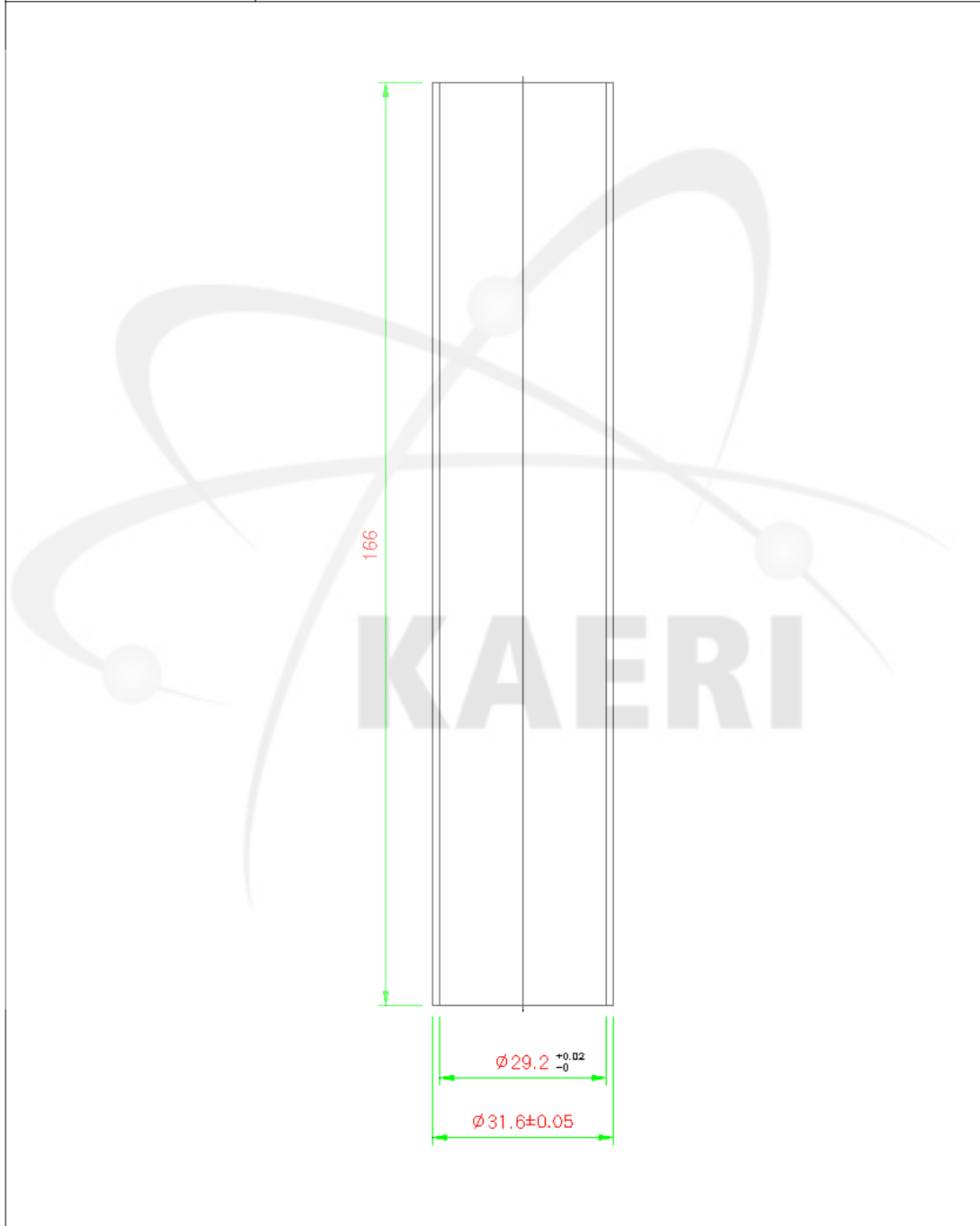
CODE NO.	09 - L041 - 2 - SP - I - O
X180.	G00X165.Z23.
M01	X28.7Z4.M10
G00X26.85	G01X28.65Z-128.F0.12
Z4.	G00U-0.5Z23.
G01X27.15Z-128.F1.8	X180.
X27.13Z-167.F0.12	M01
G00U-0.5Z4.M12	G00X28.35
X165.Z23.	Z4.
G28U0.W0.T0400	G01X28.65Z-128.F1.8
N05	X28.63Z-167.F0.12
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	G00U-0.5Z4.M12
G28U0.W0.	X165.Z24.
G50X268.880Z217.700S3000T1100	G28U0.W0.T0400
G97S1300T1111	N07
G00X135.Z109.	C20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)
X44.Z3.M10	G28U0.W0.
G01Z0.1F0.12	G50X331.350Z046.320S2200T0600
X24.	G97S600T0606
G00X32.2Z4.	G00X165.Z24.
G01X32.13Z-168.	X33.20Z2.5M10
X42.4Z-173.	G01X29.20Z0.5F0.12
G00X44.Z3.M12	X29.09Z-167.
X135.Z109.	G00U-0.5Z4.M12
G28U0.W0.T1100	X165.Z24.
N06	G28U0.W0.T0600
(C20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)	N08
G28U0.W0.	(SDJCR M11 DCMT11T304CT3000)
G50X331.270Z047.380S2200T0400	G28U0.W0.
G97S1300T0404	G50X268.490Z217.630S2500T0500

CODE NO.	09 - L041 - 2 - SP - I - O
G97S500T0505	G28U0.W0.T0600
G00X135.Z114.	N10
X27.6Z2.5M10	(SDJCR M11 DCMT 11T304
G01X31.6Z0.5F0.10	CT3000)
Z-18.	G28U0.W0.
S600	G50X268.690Z217.630S2500T0500
G01Z-37.	G97S300T0505
S700	G00X135.Z109.
G01X31.590Z-56.F0.12	X27.6Z2.5M10
S900	G01X31.6Z0.5F0.10
G01X31.580Z-112.	Z-18.
S1200	S450
G01X31.570Z-167.	G01Z-37.
G00X44.M12	S600
Z10.	G01X31.585Z-56.F0.12
X135.Z114.	S900
G28U0.W0.T0500	G01X31.570Z-112.
M01	S1200
N09	G01X31.555Z-166.3
(C20S SCLCR09 CCGT 04 FL 175)	X31.170
G28U0.W0.	Z-167.
G50X331.250Z046.320S2200T0600	G00X44.M12
G97S400T0606	Z10.
G00X165.Z23.	X135.Z115.
X33.20Z2.5M10	G28U0.W0.T0500
G01X29.20Z0.5F0.12	M01
X29.09Z-167.	N11
G00U-0.5Z4.M12	(GVR2525-4 GV504 P20)
X165.Z23.	G28U0.W0.

CODE NO.	09 - L041 - 2 - SP - I - O
<p>G50X252.390Z228.440S1800T0700 G97S1300T0707 G00X125.Z120. X55.Z-160.M10 G01X36.Z-166.F1.5 X26.F0.02 S1300 X13.F0.12 G00X55.Z0.M12 X125.Z120. G28U0.W0.T0700 M30(40 00) %</p>  The image contains a large, faint watermark of the KAERI logo. The logo consists of three curved lines forming a stylized 'K' shape, with three small circles at the ends of the lines. Below the logo, the word 'KAERI' is written in a bold, sans-serif font.	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L041 - 2 - SP - I - O
NAME of PARTS	Irradiation specimen(outer)
MATERIAL	Al-1050



DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

(3) I-131 캡슐용 납 용기 제작

가) Vessel body(M, lower)

1/1




CODE NO.	09 - L023 - 1 - V - B - ML				
NAME of PARTS	Vessel body(M, lower)				
MATERIAL	Pb				
<p>&HE:% :0231(09-03-023-1) N00 (JIG CHUCKING 028 + 025) N01 (PCLNR M12 CCGT 04 FL K10) G28U0.W0. G50X268.880Z355.800S3000T1100 G97S1300T1111 G00X135.Z180. X58.Z5. Z-2.M10 G01X56.F6.6 X53.8F0.18 G02X49.6W2.R2. X-1.2 G00X58.Z5.M12 G04U4. X135.Z180. G28U0.W0.T1100 M30(0027 0024 0021) %</p>					
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - 1 - V - B - ML				
NAME of PARTS	Vessel body(M, lower)				
MATERIAL	Pb				
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

나) Vessel body(M, inside)

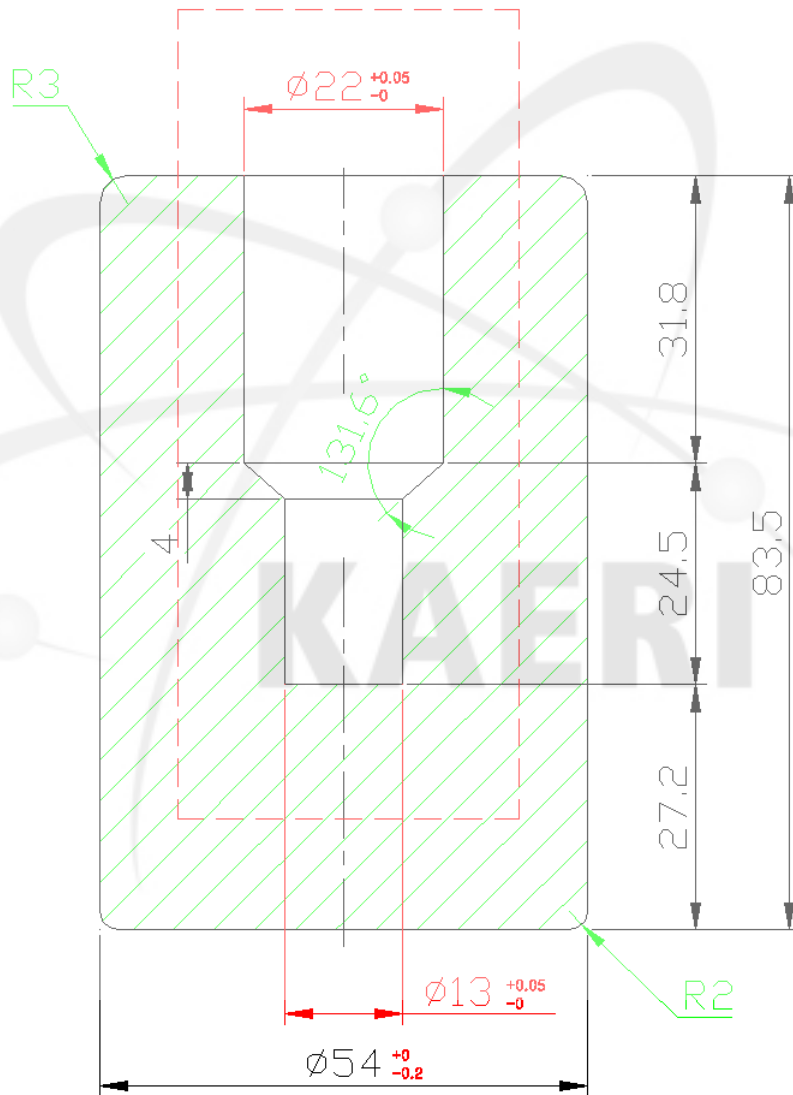
1/2

CODE NO.	09 - L023 - 2 - V - B - MI				
NAME of PARTS	Vessel body(M, inside)				
MATERIAL	Pb				
&HE:%	G00X155.Z90.M12				
:0232(JIG CHUCKING 028 + 024)	G28U0.W0.T0600				
N01	N03				
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	(13.0 MM DRILL)				
G28U0.W0.	G28U0.W0.				
G50X268.880Z356.900S3000T1100	G50X305.500Z200.400S1500T0800				
G97S1000T1111	G97S500T0808				
G00X135.Z180.	G00X155.Z100.				
X58.Z3.M10	X0.Z5.M10				
G01Z-4.F6.6	G01Z-30.F6.6				
X55.	Z-60.5F0.15				
X53.8Z-2.9F0.18	Z10.F6.6				
G02X47.4W3.R3.	G00X155.Z100.M12				
X18.	G28U0.W0.T0800				
G00X58.Z5.M12	M01				
X135.Z180.	N04				
G28U0.W0.T1100	(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)				
N02	G28U0.W0.				
(20.5 MM DRILL)	G50X323.660Z282.800S1500T0400				
G28U0.W0.	G97S1000T0404				
G50X305.550Z182.770S1500T0600	G00X160.Z140.				
G97S500T0606	X55.Z2.M10				
G00X155.Z90.	G01Z0.F0.15				
X0.Z5.M10	X23.5				
G01Z-37.F0.12	X21.9Z-0.8				
Z10.F6.6	Z-31.8				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L023 - 2 - V - B - MI
X12.9Z-35.8	
G00Z3.3	
X160.Z140.M12	
G28U0.W0.T0400	
M01	
N05	
(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)	
G28U0.W0.	
G50X323.420Z282.000S1500T1000	
G97S1000T1010	
G00X160.Z140.	
X22.Z2.M10	
G01X21.98Z-31.8F0.12	
X14.Z-35.3	
X12.Z-36.3	
G00U-1.Z3.3M12	
X160.Z140.	
G04U4.	
G28U0.W0.T1000	
M30(0607 0440 0344 0306 0238)	
%	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - 2 - V - B - MI
NAME of PARTS	Vessel body(M, inside)
MATERIAL	Pb



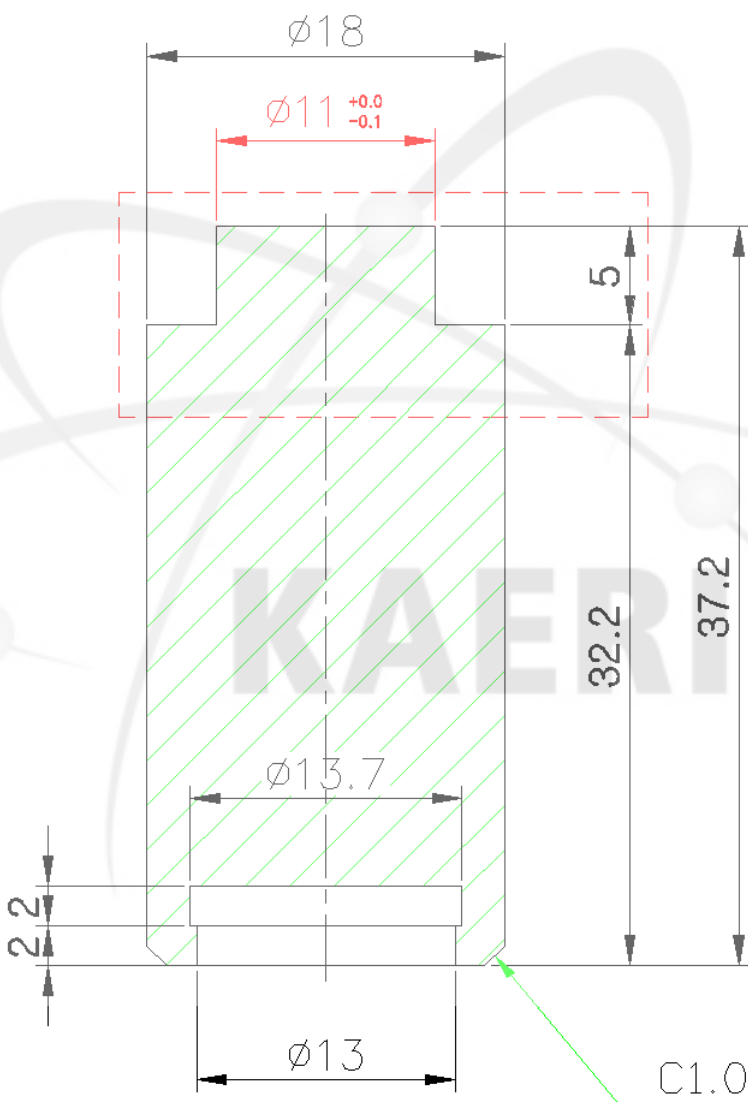
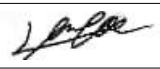
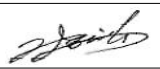
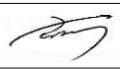
DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

다) Vessel cap(M, upper)

1/1




CODE NO.	09 - L023 - 3 - V - C - MU				
NAME of PARTS	Vessel cap(M, upper)				
MATERIAL	Pb				
<p>% :0233(09-03-023-3) N00 (JIG CHUCKING 010) N01 (SDJCR M11 DCGT 11T304 K10) G28U0.W0. G50X241.880Z278.800S1500T0900 G97S2200T0909 G00X120.Z140. X11.4Z3.M10 G01Z-4.8F0.12 G00X13.Z0.2 G01X-1.2 G00X20.Z2. M09 Z-6.75 X11. Z-0.7 X9.6Z-0. `' X-1.2 G00X22.Z3M12 X120.Z140. G28U0.W0.T0900 M30(0017 0020 0026) %</p>					
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	


DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - 3 - V - C - MU		
NAME of PARTS	Vessel cap(M, upper)		
MATERIAL	Pb		
			
DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

라) Vessel cap(M, lower)

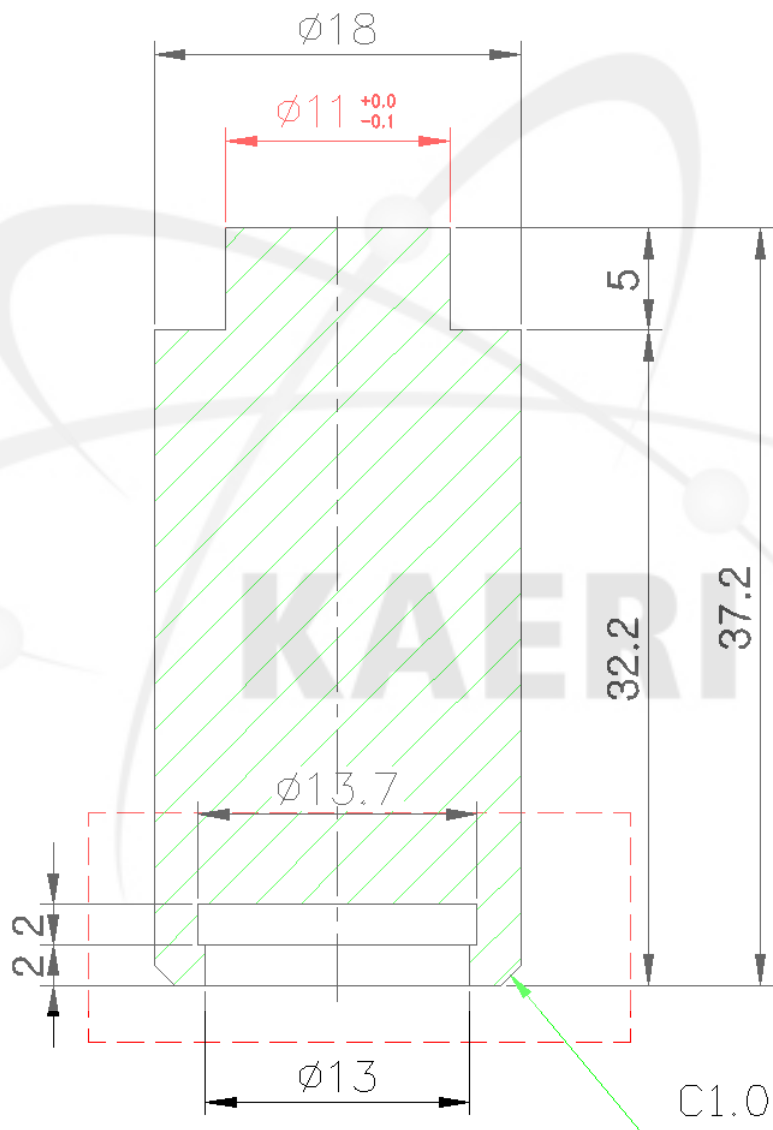
1/2

CODE NO.	09 - L023 - 4 - V - C - ML				
NAME of PARTS	Vessel cap(M, lower)				
MATERIAL	Pb				
%	M09				
:0234(09-03-023-4)	G01Z-3.9F0.18				
N00	G00Z2.				
(JIG CHUCKING 005)	X1.8				
N01	G01Z-3.9				
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	G00Z2.M12				
G28U0.W0.	X150.Z115.				
G50X241.880Z284.880S1500T0900	G28U0.W0.T0600				
G97S2200T0909	M01				
G00X120.Z140.	N03				
X21.5Z2.M10	(IN SIDE HSS BITE)				
M09	G28U0.W0.				
G01Z-3.1F0.18	G50X285.350Z245.350S1800T1200				
X15.1Z0.1	G97S2200T1212				
X-1.2	G00X150.Z115.				
G00Z2.M12	X12.6Z2.M10				
X120.Z140.	G01Z-3.8F0.15				
G28U0.W0.T0900	X13.7				
M01	X10.				
N02	G00Z2.				
(END MILL 12 MM)	X18.				
G28U0.W0.	Z0.				
G50X299.550Z229.200S1800T0600	G01X13.6				
G97S2200T0606	X13.Z-0.3				
G00X150.Z115.	M09				
X0.Z2.M10	Z-4.				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L023 - 4 - V - C - ML
X13.8 X0. G00Z2.M12 G04U2. X150.Z115. G28U0.W0.T1200 M30(0035 0038 0041) %	 The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features a stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three spheres representing protons and neutrons. Below the symbol, the word "KAERI" is written in a bold, sans-serif font.

DRAWING of CNC MANUFACTURING




CODE NO.	09 - L023 - 4 - V - C - ML
NAME of PARTS	Vessel cap(M, lower)
MATERIAL	Pb



DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

마) Vessel body(B, lower)

1/1

CODE NO.	09 - L023 - 5 - V - B - BL				
NAME of PARTS	Vessel body(B, lower)				
MATERIAL	Pb				
&HE:%	G01X49.1Z-0.75				
:0235(09-03-023-5)	G02X46.W0.75R2.5				
N00	G01X-1.2				
(JIG CHUCK 41.5+34.5=106.5)	G00X60.67Z2.M12				
N01	X135.Z160.				
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	G28U0.W0.T1100				
G28U0.W0.	M01				
G50X268.480Z332.200S3000T1100	N02				
G97S1800T1111	(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)				
G00X135.Z160.	G28U0.W0.				
X60.67Z2.M10	G50X268.550Z332.500S3000T0500				
G01X70.Z-3.6F0.18	G97S1800T0505				
G00X77.Z2.	G00X135.Z160.				
X56.67	X77.Z2.M10				
G01X70.Z-6.04	G01X72.Z-16.2F3.3				
G00X77.Z2.	X69.5Z-14.2F0.18				
X52.67	G02X66.7W3.55R5.				
G01X70.Z-8.4	G01X48.6Z-0.75				
G00X77.Z2.	G02X45.5W0.75R2.5				
X48.67	G01X-1.2				
G01X70.Z-10.8	G00X77.Z2.M12				
G00X77.Z2.	G04U4.				
X45.67	X135.Z160.				
G01X71.5Z-12.6	G28U0.W0.T0500				
X70.5Z-14.2	M30(0112 0104 0058)				
G02X66.7W3.55R5.	%				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - 5 - V - B - BL		
NAME of PARTS	Vessel body(B, lower)		
MATERIAL	Pb		
DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

바) Vessel body(B, inside)

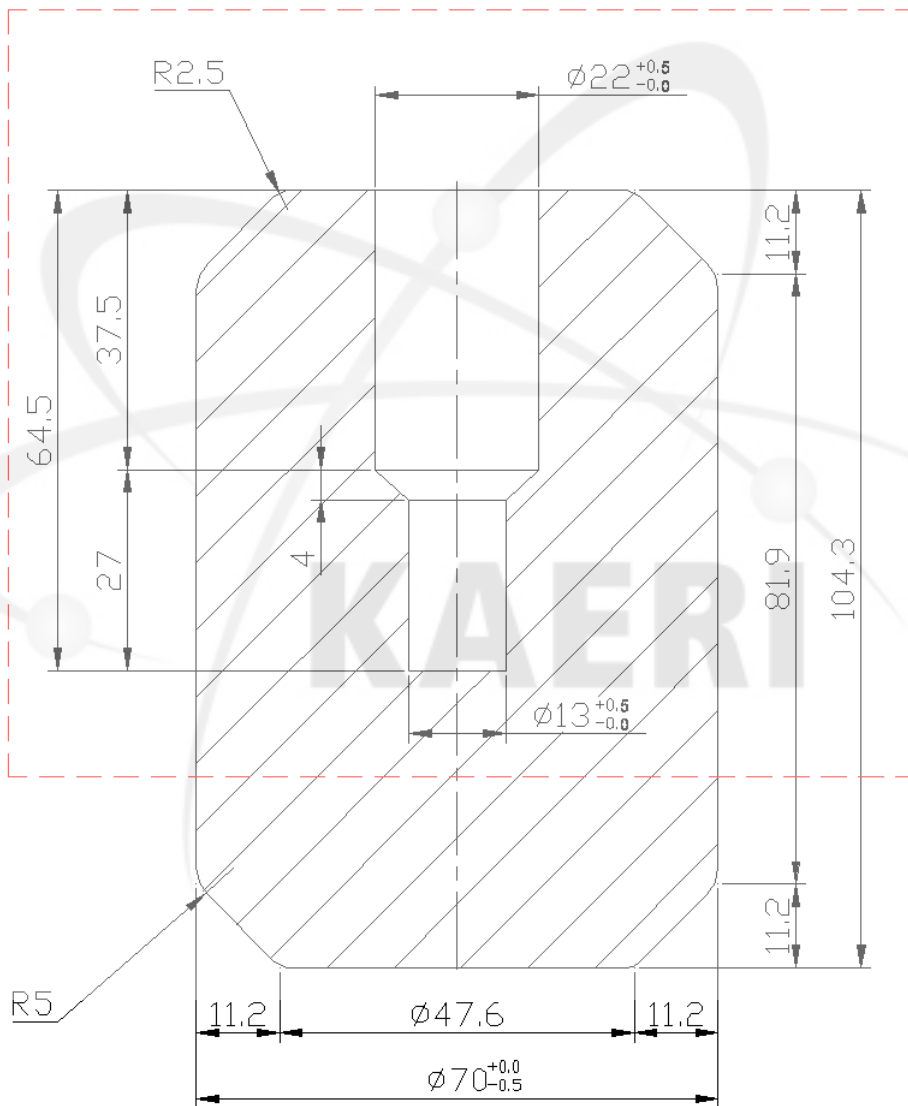
1/2

CODE NO.	09 - L023 - 6 - V - B - BI				
NAME of PARTS	Vessel body(B, inside)				
MATERIAL	Pb				
&HE:%	G01X49.1Z-0.75				
:0236(09-03-023-6)	G02X46.W0.75R2.5				
N00	G01X-1.2				
(JIG CHUCK 41.5+29.5=105.5)	G00X60.67Z2.M12				
N01	X135.Z160.				
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	G28U0.W0.T1100				
G28U0.W0.	M01				
G50X268.480Z337.900S3000T1100	N02				
G97S1800T1111	(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)				
G00X135.Z160.	G28U0.W0.				
X60.67Z2.M10	G50X268.550Z338.200S3000T0500				
G01X70.Z-3.6F0.18	G97S1800T0505				
G00X77.Z2.	G00X135.Z160.				
X56.67	X77.Z2.M10				
G01X70.Z-6.04	G01X72.Z-16.2F3.3				
G00X77.Z2.	X69.5Z-14.2F0.18				
X52.67	G02X66.7W3.55R5.				
G01X70.Z-8.4	G01X48.6Z-0.75				
G00X77.Z2.	G02X45.5W0.75R2.5				
X48.67	G01X18.				
G01X70.Z-10.8	G00X77.Z2.M12				
G00X77.Z2.	G04U4.				
X45.67	X135.Z160.				
G01X71.5Z-12.6	G28U0.W0.T0500				
X70.5Z-14.2	M01				
G02X66.7W3.55R5.	N03				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L023 - 6 - V - B - BI
(20.5 MM DRILL)	G00X160.Z140.
G28U0.W0.	X28.Z2.M10
G50X305.550Z163.770S1500T0600	G01Z0.F0.15
G97S500T0606	X23.9
G00X155.Z90.	X21.9Z-1.
X0.Z5.M10	Z-37.5
G01Z-46.0F0.15	X12.9Z-41.5
Z10.F6.6	G00Z3.3
G00X155.Z90.M12	X160.Z140.M12
G28U0.W0.T0600	G28U0.W0.T0400
M01	M01
N04	N06
(13.0 MM DRILL)	(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)
G28U0.W0.	G28U0.W0.
G50X305.500Z181.880S1500T0800	G50X323.300Z263.100S1500T1000
G97S700T0808	G97S1300T1010
G00X155.Z100.	G00X160.Z140.
X0.Z5.M10	X22.02Z2.M10
G01Z-36.F6.6	G01X21.98Z-37.8F0.12
Z-68.5F0.18	X14.Z-41.8
Z10.F6.6	X12.Z-43.8
G00X155.Z100.M12	G00U-1.Z3.3M12
G28U0.W0.T0800	X160.Z140.
M01	G04U4.
N05	G28U0.W0.T1000
(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)	M30(0459 0403 0326)
G28U0.W0.	%
G50X323.660Z263.930S1500T0400	
G97S1300T0404	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - 6 - V - B - BI
NAME of PARTS	Vessel body(B, inside)
MATERIAL	Pb



DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

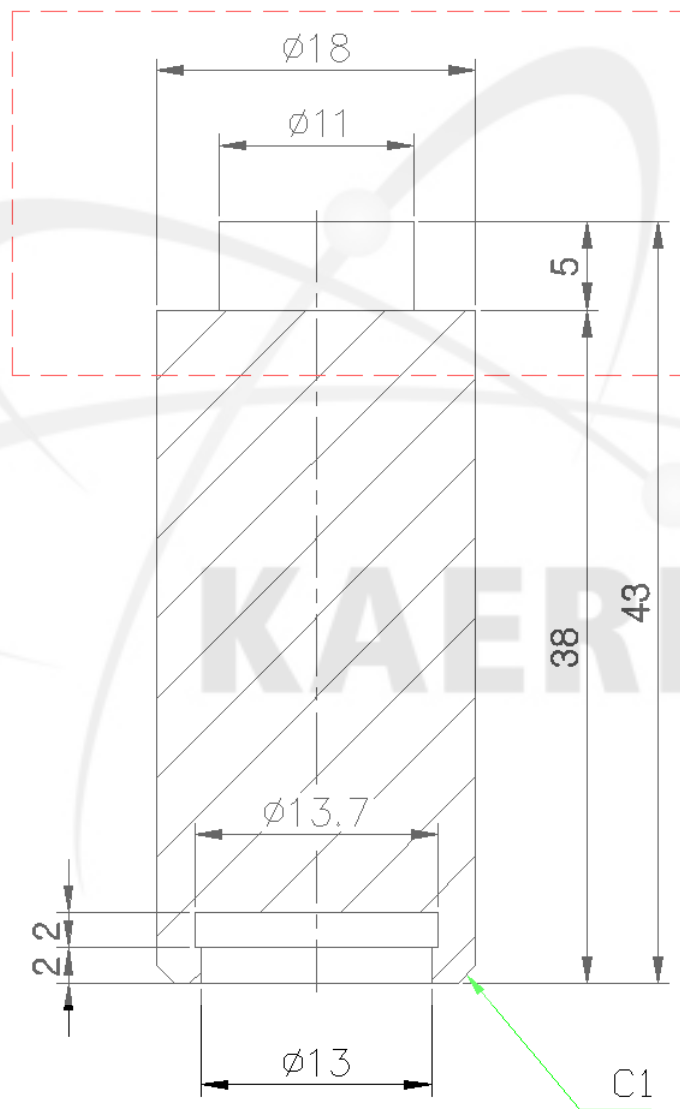
사) Vessel cap(B, upper)

1/1

CODE NO.	09 - L023 - 7 - V - C - BU				
NAME of PARTS	Vessel cap(B, upper)				
MATERIAL	Pb				
<p>% M30(0022 0020 0019)</p> <p>:0237(09-03-023-7) %</p> <p>N00</p> <p>(JIG CHUCKING 06 + 18)</p> <p>N01</p> <p>(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)</p> <p>G28U0.W0.</p> <p>G50X241.880Z272.500S1500T0900</p> <p>G97S2200T0909</p> <p>G00X120.Z140.</p> <p>X11.4Z3.M10</p> <p>G01Z-4.8F0.08</p> <p>G00X13.Z0.2</p> <p>M09</p> <p>G01X-1.2</p> <p>G00X20.Z2.</p> <p>Z-6.75</p> <p>G01X16.5Z-5.</p> <p>X11.</p> <p>X9.6Z-0.</p> <p>X-1.2</p> <p>G00X22.Z3M12</p> <p>G04U4.</p> <p>X120.Z140.</p> <p>G28U0.W0.T0900</p>					
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING




CODE NO.	09 - L023 - 7 - V - C - BU
NAME of PARTS	Vessel cap(B, upper)
MATERIAL	Pb




DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

ㅇ) Vessel cap(B, lower)

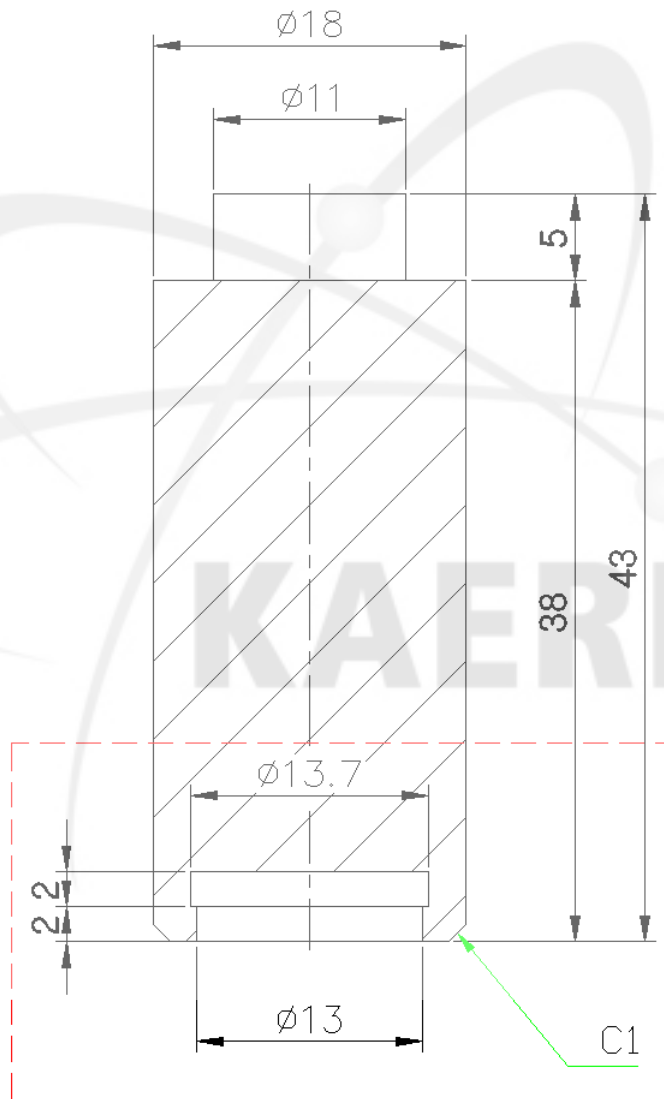
1/2

CODE NO.	09 - L023 - 8 - V - C - BL				
NAME of PARTS	Vessel cap(B, lower)				
MATERIAL	Pb				
%	M09				
:0238(09-03-023-8)	G01Z-3.9F0.18				
N00	G00Z2.				
(JIG CHUCKING 005)	X1.8				
N01	G01Z-3.9				
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	G00Z2.M12				
G28U0.W0.	X150.Z115.				
G50X241.880Z279.130S1500T0900	G28U0.W0.T0600				
G97S2200T0909	M01				
G00X120.Z140.	N03				
X21.5Z2.M10	(IN SIDE HSS BITE)				
M09	G28U0.W0.				
G01Z-3.1F0.18	G50X285.350Z239.600S1800T1200				
X15.1Z0.1	G97S2200T1212				
X-1.2	G00X150.Z115.				
G00Z2.M12	X12.6Z2.M10				
X120.Z140.	G01Z-3.8F0.15				
G28U0.W0.T0900	X13.7				
M01	X10.				
N02	G00Z2.				
(END MILL 12 MM)	X18.				
G28U0.W0.	Z0.				
G50X299.550Z223.450S1800T0600	G01X13.6				
G97S2200T0606	X13.Z-0.3				
G00X150.Z115.	M09				
X0.Z2.M10	Z-4.				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L023 - 8 - V - C - BL
X13.8 X0. G00Z2.M12 G04U4. X150.Z115. G28U0.W0.T1200 M30(0035 0038 0041) %	 The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features a stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three spheres representing protons and neutrons. Below the symbol, the word "KAERI" is written in a bold, sans-serif font.

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - B - V - C - BL
NAME of PARTS	Vessel cap(B, lower)
MATERIAL	Pb






DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

(4) 크러드 시료 거치대 제작

가) Support cup

1/3

CODE NO.	09 - L043 - 1 - Pa - SC				
NAME of PARTS	Support cup				
MATERIAL	Acryl				
%	X18.Z3.M10				
:0430(09-04-043-0)	G01Z-10.F0.12				
N00	X25.Z-13.5				
(ZERO POINT 30.5 [8.5])	G00X22.Z3.				
G98	X15.5				
G28U0.W0.	G01Z-7.5				
G50X298.500Z198.000T0400	G00X18.Z3.				
G00X150.Z90.	Z0.				
X0.Z15.	G01X-1.2				
G01Z-8.F1000	G00X12.Z1.2				
/M69	G01X15.Z-0.3				
G01W7.	Z-5.				
G04U3.	X14.				
/M68	G00X22.M12				
G01W22.	Z10.				
G00X150.Z90.	X120.Z130.				
G28U0.W0.	G28U0.W0.T0900				
M01	M01				
N01	N02				
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	(END MILL 08 MM)				
G99	G28U0.W0.				
G28U0.W0.	G50X299.550Z200.430S1800T0600				
G50X241.880Z256.500S1500T0900	G97S1800T0606				
G97S1800T0909	G00X150.Z100.				
G00X120.Z130.	X0.Z3.M10				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L043 - 1 - Pa - SC
G01Z-2.0F0.12	G00Z80.M12
G04U2.	X150.
G00Z3.M12	G28U0.W0.T0200
X150.Z100.	M01
G28U0.W0.T0600	N05
M01	(HHS DRILL 02 MM)
N03	G28U0.W0.
(END MILL 04 MM)	G50X299.550Z149.650S1800T0800
G28U0.W0.	G97S700T0808
G50X299.550Z206.410S1800T1000	G00X150.Z80.
G97S1300T1010	X0.Z3.M10
G00X150.Z100.	G01Z-6.0F0.08
X3.9Z3.M10	G04U2.
G01Z-2.1F0.08	G00Z80.M12
X-1.9	X150.
G04U2.	G28U0.W0.T0800
G00Z3.M12	M01
X150.Z100.	N06
G28U0.W0.T1000	(GVR2525-3 GV503 P20)
M01	G28U0.W0.
N04	G50X230.000Z266.460S1500T0700
(CENTER DRILL 3 MM)	G97S1800T0707
G28U0.W0.	G00X120.Z130.
G50X299.550Z205.440S1800T0200	X30.Z-4.M10
G97S1800T0202	G01X-1.2F0.05
G00X150.Z80.	G04U2.
X0.Z2.M10	G00X18.M12
G01Z-2.7F0.12	Z20.
G04U2.	X120.Z130.

CODE NO.	09 - L043 - 1 - Pa - SC
----------	-------------------------

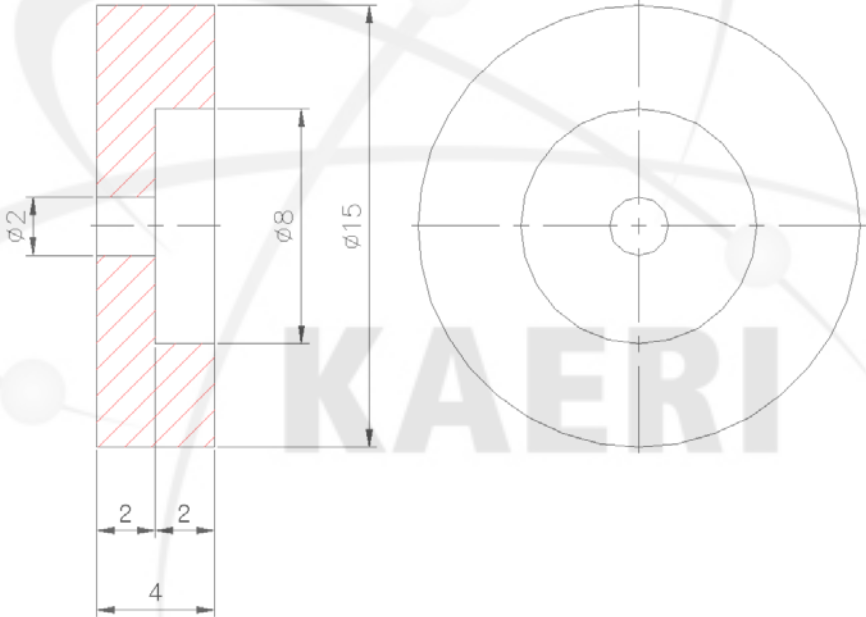



G28U0.W0.T0700

M30(02 04)

%






DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L043 - 1 - Pa - SC				
NAME of PARTS	Support cup				
MATERIAL	Acryl				
					
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

(5) Sr cylinder end piece 제작


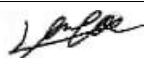


가) End piece

1/2

CODE NO.	09 - L175 - 1 - Pa - EP				
NAME of PARTS	End piece				
MATERIAL	STS304				
%	X14.Z0.6M10				
:1750(09-05-175-0)	G01X-1.2F0.12				
N00	G00X14.Z2.				
(ZERO POINT 26.0 [16.5])	G01Z0.1				
G98	X-1.2				
G28U0.W0.	G00X11.2Z2.				
G50X298.500Z204.000T0400	G01Z-6.8				
G00X150.Z90.	X10.2				
X0.Z15.	G00X14.M12				
G01Z-8.F700	Z3.				
/M69	X120.Z130.				
G01W8.5	G28U0.W0.T0100				
G04U3.	M01				
/M68	N02				
G01W22.	(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)				
G00X150.Z90.	G28U0.W0.				
G28U0.W0.	G50X241.770Z268.550S1500T0900				
M01	G97S1800T0909				
N01	G00X120.Z130.				
(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)	X-1.2Z2.M10				
G99	G01Z0.F0.10				
G28U0.W0.	X10.2				
G50X241.440Z268.400S1500T0100	X11.Z-0.4				
G97S1800T0101	Z-6.8				
G00X120.Z130.	X10.				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L175 - 1 - Pa - EP
G00X14.M12	X12.
Z3.	X-1.2F0.01
X120.Z130.	G04U2.
G28U0.W0.T0900	G00X20.M12
M01	Z20.
N03	X120.Z130.
(T-C TTER 2525-3 TDT 3E-0.4)	G28U0.W0.T0700
G28U0.W0.	M30(02 00)
G50X240.800Z278.460S1500T0500	%
G97S1800T0505	
G00X120.Z130.	
X14.Z-5.6M10	
G01X3.F0.02	
G00X14.	
X12.6Z-4.1	
G01X9.6Z-5.6	
G00X14.M12	
Z3.	
X120.Z130.	
G28U0.W0.T0500	
M01	
N04	
(T-C TTER 2525-3 TDT 3E-0.4)	
G28U0.W0.	
G50X243.850Z278.410S1500T0700	
G97S1800T0707	
G00X120.Z130.	
X20.Z20.M10	
G01Z-5.5F3.3	




DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L175 - 1 - Pa - EP				
NAME of PARTS	End piece				
MATERIAL	STS304				
					
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

(6) LIBS sample mold 제작

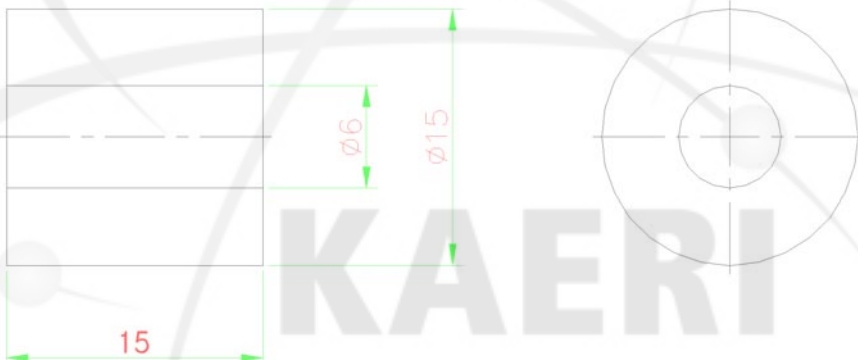
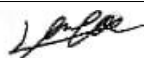


가) Mold body

12

CODE NO.	09 - L190 - 1 - M - Bo		
NAME of PARTS	Mold body		
MATERIAL	STS304		
%	G00X120.Z140.		
:1901(09-06-190-1)	X15.5Z2.M10		
N00	G01Z-19.F0.13		
(ZERO POINT 19.0 [38.5])	G00X20.Z0.2		
G98	G01X-1.2		
G28U0.W0.	G00X17.Z2.		
G50X298.500Z200.000T0400	Z0.		
G00X150.Z90.	G01X-1.2F0.08		
X0.Z15.	G00X11.Z1.45		
G01Z-10.F1000	G01X15.Z-0.55		
/M69	Z-15.8		
G04U1.	X14.		
G01W16.5	G00X20.M12		
G04U1.	Z2.		
/M68	X120.Z140.		
G01W22.	G28U0.W0.T0900		
G00X150.Z90.	M01		
G28U0.W0.	N02		
M01	(CENTER DRILL 4 MM)		
N01	G28U0.W0.		
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	G50X299.550Z202.960S1800T1000		
G99	G97S2200T1010		
G28U0.W0.	G00X150.Z100.		
G50X241.790Z256.750S1500T0900	X0.Z2.M10		
G97S2200T0909	G01Z-7.F0.12		
PROGRAM		CHECKED	
		APPROVED	




CODE NO.	09 - L190 - 1 - M - Bo
G04U2.	Z20.
G00Z2.M12	X120.Z130.
X150.Z100.	G28U0.W0.T0500
G28U0.W0.T1000	M30(01 57)
M01	%
N03	
(HHS DRILL 06 MM)	
G28U0.W0.	
G50X299.550Z194.280S1800T0200	
G97S700T0202	
G00X150.Z80.	
X0.Z3.M10	
G01Z-17.5F0.13	
Z3.	
G00X150.Z100.M12	
G28U0.W0.T0200	
M01	
N04	
(GVR2525-3 GV503 P20)	
G28U0.W0.	
G50X230.900Z266.660S1500T0500	
G97S2200T0505	
G00X120.Z130.	
X20.Z20.M10	
G01Z-15.F3.3	
X16.	
X-1.2F0.12	
G04U2.	
G00X20.M12	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L190 - 1 - M - Bo				
NAME of PARTS	Mold body				
MATERIAL	STS304				
					
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

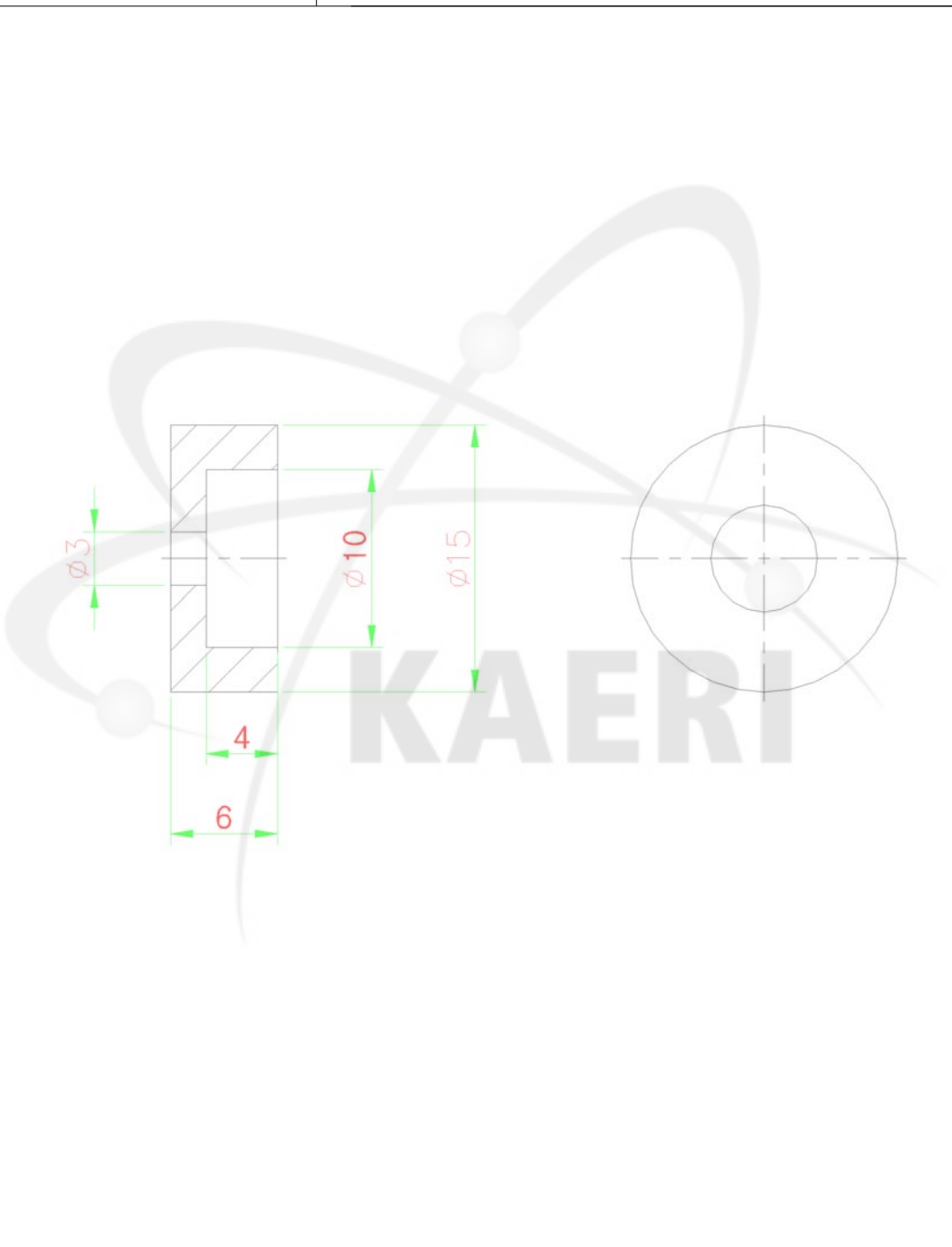
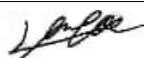


나) Mold base

1/2

CODE NO.	09 - L190 - 2 - M - Ba				
NAME of PARTS	Mold base				
MATERIAL	STS304				
%	X15.5Z2.M10				
:1902(09-06-190-2)	G01Z-10.F0.18				
N00	G00X20.Z0.2				
(ZERO POINT 17.0 [27.5])	G01X-1.2				
G98	G00X17.Z2.				
G28U0.W0.	Z0.				
G50X298.500Z200.000T0400	G01X-1.2F0.08				
G00X150.Z90.	G00X11.Z1.45				
X0.Z15.	G01X15.Z-0.55				
G01Z-10.F1000	Z-6.8				
/M69	X14.				
G04U1.	G00X20.M12				
G01W6.6	Z2.				
G04U1.	X120.Z140.				
/M68	G28U0.W0.T0900				
G01W22.	M01				
G00X150.Z90.	N02				
G28U0.W0.	(CENTER DRILL 3 MM)				
M01	G28U0.W0.				
N01	G50X299.550Z223.080S1800T1000				
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	G97S2200T1010				
G99	G00X150.Z100.				
G28U0.W0.	X0.Z2.M10				
G50X241.790Z267.750S1500T0900	G01Z-7.7F0.12				
G97S2200T0909	G04U2.				
G00X120.Z140.	G00Z2.M12				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L190 - 2 - M - Ba
X150.Z100.	X20.Z20.M10
G28U0.W0.T1000	G01Z-6.F3.3
M01	X16.
N03	X-3.F0.08
(IN SIDE HSS BITE)	G04U2.
G28U0.W0.	G00X20.M12
G50X284.470Z228.000S1800T1200	Z20.
G97S2200T1212	X120.Z130.
G00X150.Z115.	G28U0.W0.T0500
X6.Z2.M10	M30(01 20)
G01Z-3.9F0.08	%
G00U-0.5Z2.	
X9.5	
G01Z-3.9	
G00U-0.5Z1.7	
X14.	
G01X10.Z-0.3	
Z-4.	
X2.	
G00Z2.M12	
X150.Z115.	
G28U0.W0.T1200	
M01	
N04	
(GVR2525-3 GV503 P20)	
G28U0.W0.	
G50X230.900Z277.650S1500T0500	
G97S2200T0505	
G00X120.Z130.	



DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L190 - 2 - M - Ba				
NAME of PARTS	Mold base				
MATERIAL	STS304				
					
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

(7) I-131 capsule container 제작

가) Container body(M, lower)

1/1

CODE NO.	09 - L197 - 1 - Co - B - ML		
NAME of PARTS	Container body(M, lower)		
MATERIAL	Pb		
&HE:%	N02		
:1971(09-07-197-1)	(SDJCR M11 DCGT 04 FL K10)		
N00	G28U0.W0.		
(JIG CHUCKING 027 + 026)	G50X268.550Z354.480S3000T0500		
N01	G97S1800T0505		
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	G00X135.Z180.		
G28U0.W0.	X58.Z-2.5M10		
G50X268.880Z354.500S3000T1100	G01X56.F0.18		
G97S1800T1111	X54.		
G00X135.Z175.	G02X49.5W2.5R2.5		
X56.Z4.M10	X-1.2		
G01X-1.2F0.18	G00X58.Z5.M12		
G00X56.Z6.5	G04U1.		
Z0.5	X135.Z180.		
G01X-1.2	G28U0.W0.T0500		
G00X56.Z3.	M30(00 40)		
Z-1.8	%		
G01X56.			
X54.8			
G02X50.6W2.R2.			
X46.			
G00X56.Z4.5M12			
X135.Z175.			
G28U0.W0.T1100			
M01			
PROGRAM		CHECKED	
		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L197 - 1 - Co - B - ML				
NAME of PARTS	Container body(M, lower)				
MATERIAL	Pb				
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

나) Container body(M, inside)

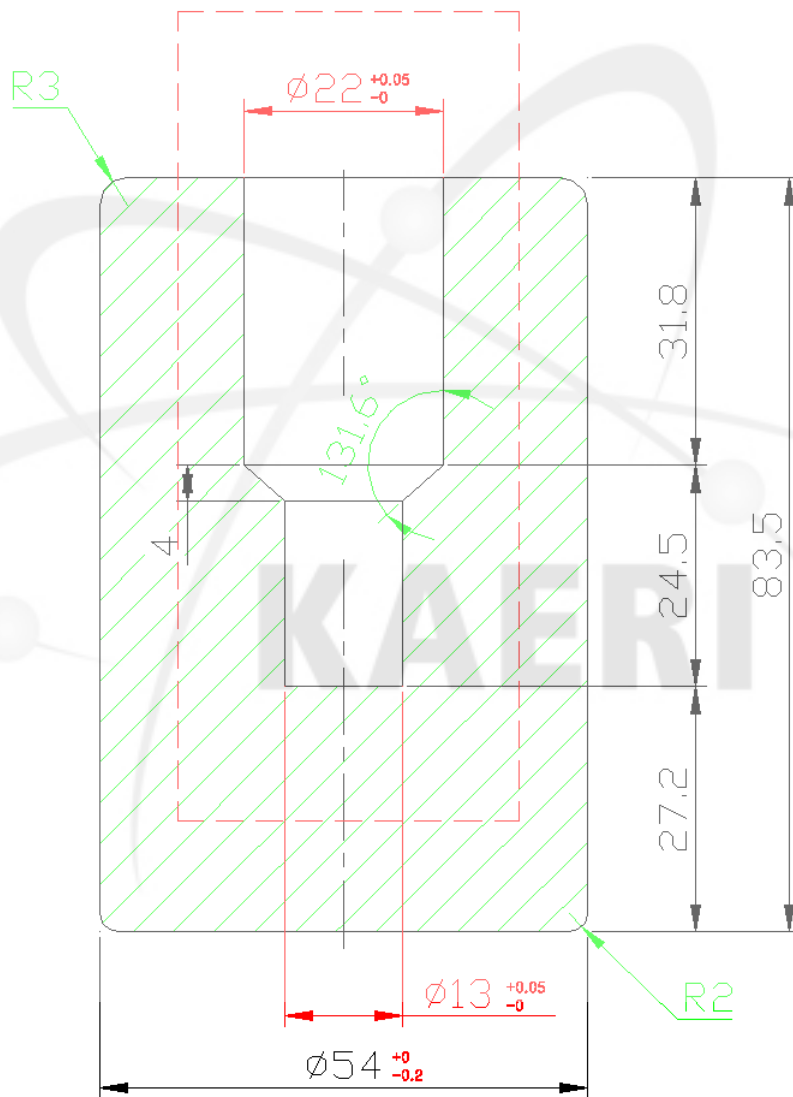
1/2

CODE NO.	09 - L197 - 2 - Co - B - MI				
NAME of PARTS	Container body(M, inside)				
MATERIAL	Pb				
&HE:%	X0.Z5.M10				
:1972(09-07-197-2)	G01Z-37.F0.18				
N00	Z10.F6.6				
(JIG CHUCKING 027 + 024)	G00X155.Z90.M12				
N01	G28U0.W0.T0600				
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	N03				
G28U0.W0.	(13.0 MM DRILL)				
G50X268.880Z357.100S3000T1100	G28U0.W0.				
G97S1500T1111	G50X305.500Z201.020S1500T0800				
G00X135.Z180.	G97S700T0808				
X58.Z3.M10	G00X155.Z100.				
G01Z-4.F0.15	X0.Z5.M10				
X56.	G01Z-30.F6.6				
X54.8Z-2.9	Z-60.5F0.15				
G02X49.6W3.R3.	Z10.F6.6				
X18.	G00X155.Z100.M12				
G00X56.Z2.M12	G28U0.W0.T0800				
X135.Z180.	M01				
G28U0.W0.T1100	N04				
M01	(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)				
N02	G28U0.W0.				
(20.5 MM DRILL)	G50X323.660Z283.050S1500T0400				
G28U0.W0.	G97S1300T0404				
G50X305.550Z182.770S1500T0600	G00X160.Z140.				
G97S700T0606	X21.9Z2.M10				
G00X155.Z90.	G01Z-31.8F0.15				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L197 - 2 - Co - B - MI
X12.9Z-35.8	G01X53.8F0.13
G00Z3.3	G02X48.6W3.R3.
X160.Z140.M12	X18.
G28U0.W0.T0400	G00X58.Z5.M12
M01	G04U1.
N05	X135.Z180.
(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)	G28U0.W0.T0500
G28U0.W0.	M30(02 35)
G50X323.330Z282.220S1500T1000	%
G97S1100T1010	
G00X160.Z140.	
X28.Z2.2M10	
G01X22.Z-0.8F0.13	
X21.97Z-31.8	
X14.Z-35.3	
X12.Z-36.3	
G00U-1.Z3.3M12	
X160.Z140.	
G28U0.W0.T1000	
M01	
N06	
(SDJCR M11 DCGT 04 FL K10)	
G28U0.W0.	
G50X268.550Z357.080S3000T0500	
G97S1300T0505	
G00X135.Z180.	
X58.Z2.M10	
G00Z-3.0	
X55.	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L197 - 2 - Co - B - MI
NAME of PARTS	Container body(M, inside)
MATERIAL	Pb



DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

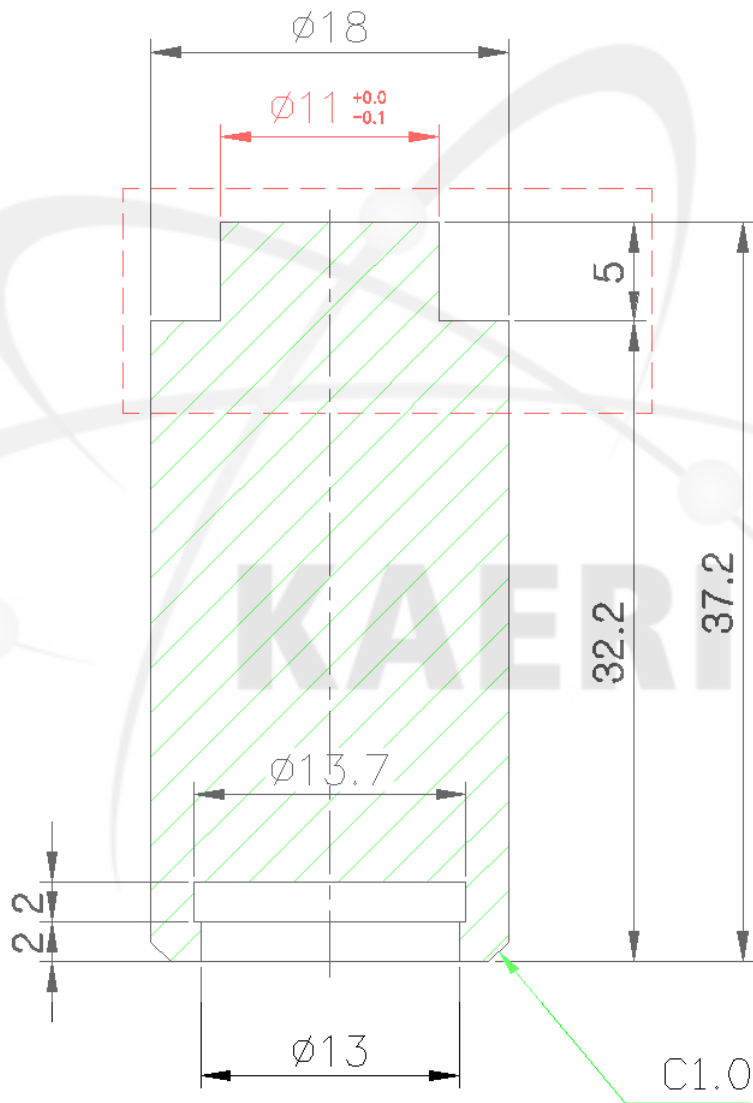
다) Container cap(M, upper)

1/1

CODE NO.	09 - L197 - 3 - Co - C - MU				
NAME of PARTS	Container cap(M, upper)				
MATERIAL	Pb				
<p>% G04U1. :1973(09-07-197-3) X120.Z140. N00 G28U0.W0.T0900 (JIG CHUCKING 06 + 15) M30(00 20) N01 % (SDJCR M11 DCGT 11T304 K10) G28U0.W0. G50X241.600Z273.500S1500T0900 G97S2200T0909 G00X120.Z140. X20.Z2.M10 G01X-1.2F0.15 G00X20.Z4. Z0.2 G01X-1.2 G00X11.4Z2. G01Z-4.8 G00X20.Z2. M09 Z-6.75 G01X16.5Z-5. X11. Z-0.7 X9.6Z-0. X-1.2 G00X22.Z3M12</p>					
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING




CODE NO.	09 - L197 - 3 - Co - C - MU
NAME of PARTS	Container cap(M, upper)
MATERIAL	Pb




DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

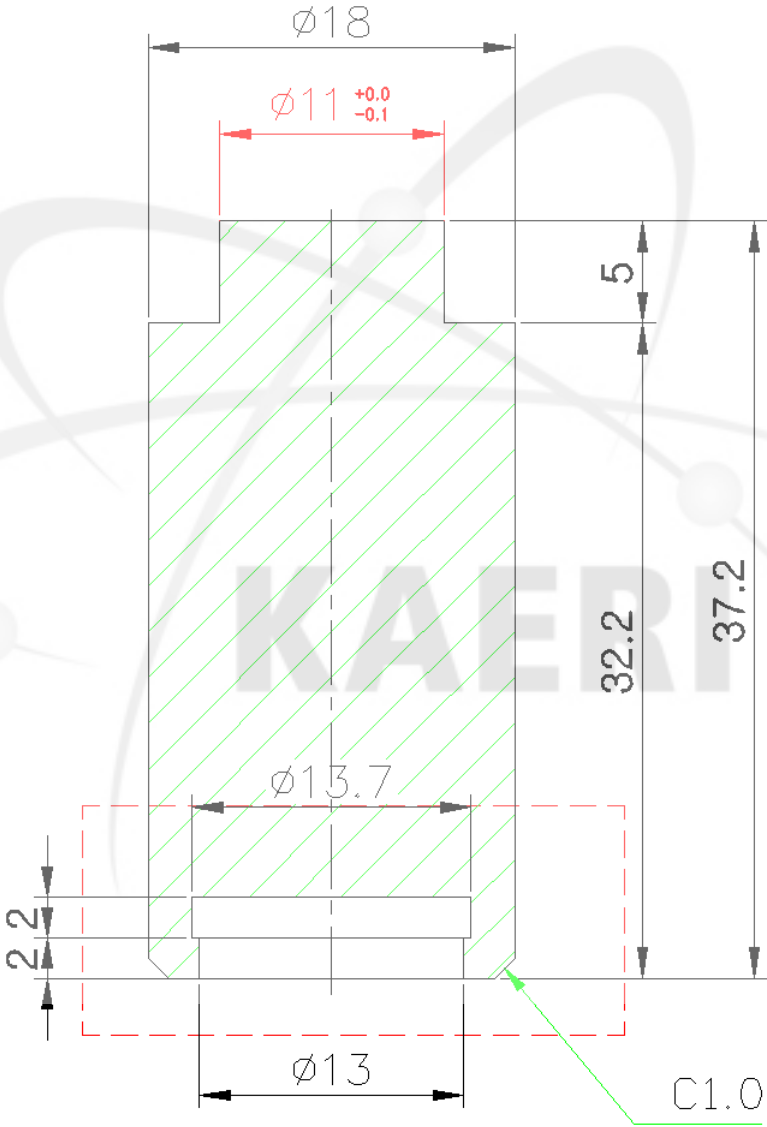



라) Container cap(M, lower)

1/2

CODE NO.	09 - L197 - 4 - Co - C - ML				
NAME of PARTS	Container cap(M, upper)				
MATERIAL	Pb				
%	G01Z-3.8F0.13				
:1974(09-07-197-4)	G00Z2.				
N00	X1.8				
(JIG CHUCKING 06 + 13)	G01Z-3.8				
N01	G00Z2.M12				
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	X150.Z115.				
G28U0.W0.	G28U0.W0.T0600				
G50X241.730Z275.440S1500T0900	M01				
G97S2200T0909	N03				
G00X120.Z140.	(IN SIDE HSS BITE)				
X21.5Z-3.1M10	G28U0.W0.				
M09	G50X284.530Z235.800S1800T1200				
G01X15.1Z0.3F0.13	G97S2200T1212				
X-1.2	G00X150.Z115.				
G00Z2.M12	X12.8Z2.M10				
X120.Z140.	G01Z-3.9F0.15				
G28U0.W0.T0900	X13.7				
M01	X10.				
N02	G00Z2.				
(END MILL 10 MM)	X18.				
G28U0.W0.	Z0.				
G50X299.550Z213.240S1800T0600	G01X13.8				
G97S2200T0606	X13.Z-0.4				
G00X150.Z115.	M09				
X0.Z2.M10	Z-4.				
M09	X13.8				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	


CODE NO.	09 - L197 - 4 - Co - C - ML
X0. G00Z2.M12 G04U1. X150.Z115. G28U0.W0.T1200 M30(00 40) %	 The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features a stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three spheres representing protons and neutrons. Below the symbol, the word "KAERI" is written in a bold, sans-serif font.

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L197 - 4 - Co - C - ML		
NAME of PARTS	Container cap(M, upper)		
MATERIAL	Pb		
			
DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

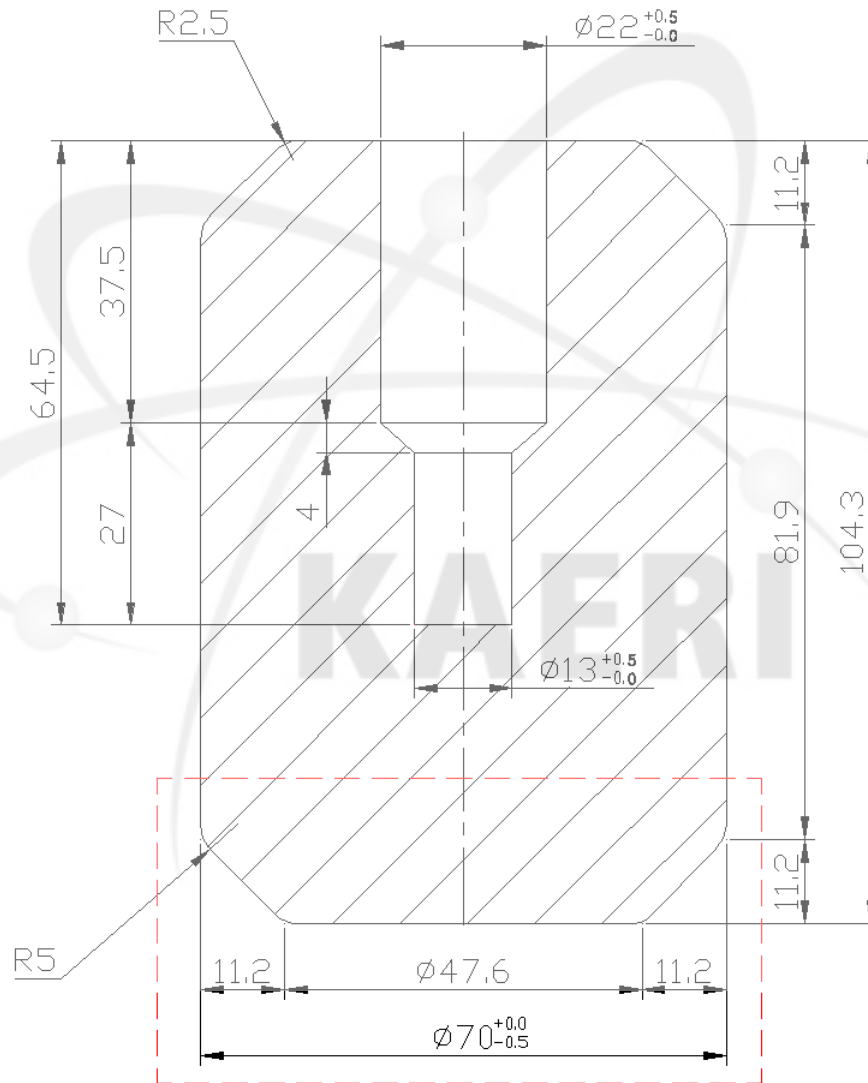
마) Container body(B, lower)

1/1

CODE NO.	09 - L197 - 5 - Co - B - BL				
NAME of PARTS	Container body(B, upper)				
MATERIAL	Pb				
&HE:%	X70.5Z-14.2				
:1975(09-07-197-5)	G02X66.7W3.55R5.				
N00	G01X49.1Z-0.75				
(JIG CHUCK 41.5+35.5=105.3)	G02X46.W0.75R2.5				
N01	G00X60.67Z2.M12				
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	X135.Z165.				
G28U0.W0.	G28U0.W0.T1100				
G50X268.480Z332.200S3000T1100	M01				
G97S1800T1111	N02				
G00X135.Z165.	(SDJCR M11 DCGT 04 FL K10)				
X77.Z0.M10	G28U0.W0.				
G01X-1.2F0.18	G50X268.770Z332.800S3000T0500				
G00X60.67Z2.	G97S1800T0505				
G01X70.Z-3.6	G00X135.Z165.				
G00X77.Z2.	X77.Z2.M10				
X56.67	G01X72.Z-16.2F3.3				
G01X70.Z-6.04	X69.5Z-14.2F0.18				
G00X77.Z2.	G02X66.7W3.55R5.				
X52.67	G01X48.6Z-0.75				
G01X70.Z-8.4	G02X45.5W0.75R2.5				
G00X77.Z2.	G01X-1.2				
X48.67	G00X77.Z2.M12				
G01X70.Z-10.8	X135.Z165.				
G00X77.Z2.	G28U0.W0.T0500				
X45.67	M30(01 13)				
G01X71.5Z-12.6	%				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L197 - 5 - Co - B - BL
NAME of PARTS	Container body(B, upper)
MATERIAL	Pb




DRAWN		CHECKED	
		APPROVED	

바) Container body(B, inside)

1/3

CODE NO.	09 - L197 - 6 - Co - B - BI				
NAME of PARTS	Container body(B, inside)				
MATERIAL	Pb				
&HE:%	G01X70.5				
:1976(09-07-197-6)	G02X66.7W3.55R5.				
N00	G01X49.1Z-0.75				
(JIG CHUCK 41.5+29.0=104.3)	G02X46.W0.75R2.5				
N01	G01X-1.2				
(PCLNR M12 CCGT 04 FL K10)	G00X60.67Z2.M12				
G28U0.W0.	X135.Z170.				
G50X268.480Z338.000S3000T1100	G28U0.W0.T1100				
G97S2200T1111	M01				
G00X135.Z170.	N02				
X60.67Z2.M10	(20.5 MM DRILL)				
G01X70.Z-3.6F0.15	G28U0.W0.				
G00X77.Z2.	G50X305.550Z167.440S1500T0600				
X56.67	G97S800T0606				
G01X70.Z-6.04	G00X155.Z80.				
G00X77.Z2.	X0.Z5.M10				
X52.67	G01Z-33.F0.18				
G01X70.Z-8.4	Z20.F6.6				
G00X77.Z2.	Z-31.				
X48.67	Z-46.F0.18				
G01X70.Z-10.8	Z10.F6.6				
G00X77.Z2.	G00X155.Z80.M12				
X45.67	G28U0.W0.T0600				
G01X71.5Z-12.6	M01				
G00X130.Z13.	N03				
X72.Z-14.2	(13.0 MM DRILL)				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L023 - 6 - Co - B - BI
G28U0.W0.	N05
G50X305.500Z182.260S1500T0800	(SDJCR M11 DCGT 04 FL K10)
G97S700T0808	G28U0.W0.
G00X155.Z90.	G50X268.550Z338.310S3000T0500
X0.Z5.M10	G97S1800T0505
G01Z-36.F6.6	G00X135.Z170.
Z-55.F0.18	X77.Z2.M10
Z10.F6.6	G01X72.Z-16.2F3.3
Z-53.	X69.5Z-14.2F0.13
Z-68.5F0.13	G02X66.7W3.55R5.
Z10.F3.3	G01X48.6Z-0.75
G00X155.Z90.M12	G02X45.5W0.75R2.5
G28U0.W0.T0800	G01X18.
M01	G00X77.Z2.M12
N04	X135.Z170.
(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)	G28U0.W0.T0500
G28U0.W0.	M01
G50X323.660Z264.290S1500T0400	N06
G97S1800T0404	(S12R-SCLCR-06 CCGT 04 K10)
G00X160.Z130.	G28U0.W0.
X28.Z2.M10	G50X323.300Z263.470S1500T1000
G01X23.9Z0.2F0.15	G97S1800T1010
X21.9Z-0.8	G00X160.Z130.
Z-37.5	X28.Z2.2M10
X12.9Z-41.5	G01X22.02Z-0.8F0.13
G00Z3.3	G01X21.98Z-37.8
X160.Z130.M12	X14.Z-41.8
G28U0.W0.T0400	X12.Z-44.8
M01	G00U-1.Z3.3M12

CODE NO.	09 - L023 - 6 - Co - B - BI
X160.Z130. G04U1. G28U0.W0.T1000 M30(04 00) %	 The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features a stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three spheres representing electrons. Below the symbol, the word "KAERI" is written in a bold, sans-serif font.

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L023 - 6 - Co - B - BI		
NAME of PARTS	Container body(B, inside)		
MATERIAL	Pb		
<p style="text-align: center;"> $R2.5$ $\phi 22^{+0.5}_{-0.0}$ 64.5 37.5 27 4 11.2 81.9 104.3 $\phi 13^{+0.5}_{-0.0}$ $R5$ 11.2 $\phi 47.6$ 11.2 $\phi 70^{+0.0}_{-0.5}$ </p>			
DRAWN	<i>[Signature]</i>	CHECKED	<i>[Signature]</i>
		APPROVED	<i>[Signature]</i>

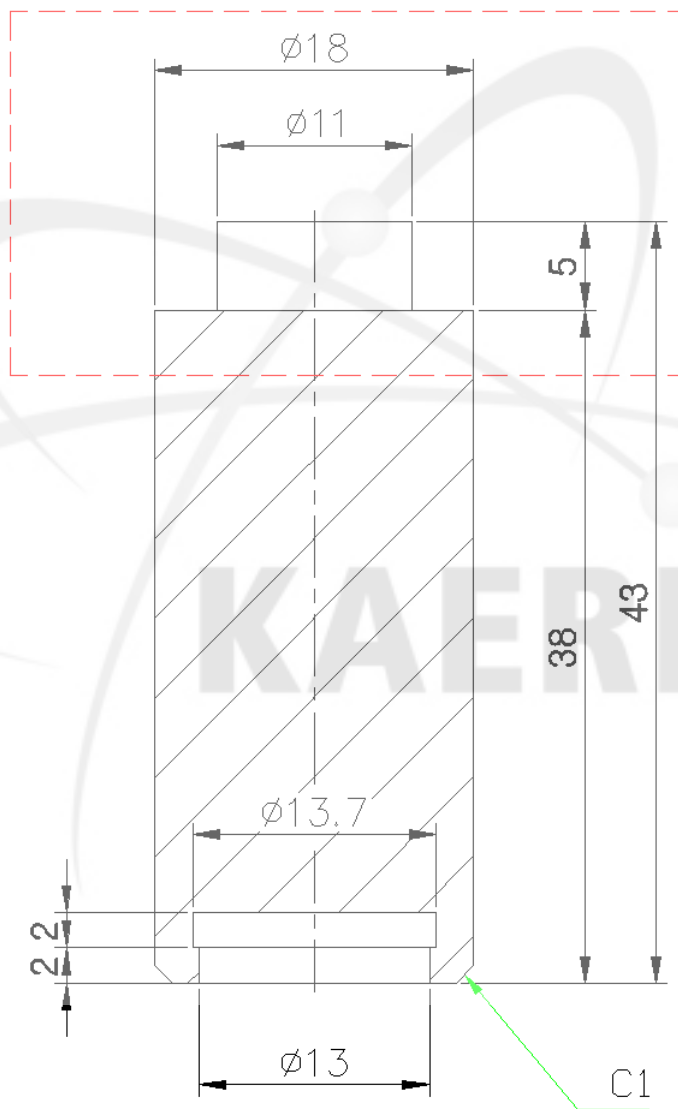
사) Container cap(B, upper)

1/1

CODE NO.	09 - L197 - 7 - Co - C - BU				
NAME of PARTS	Container cap(B, upper)				
MATERIAL	Pb				
<p>% X120.Z135. :1977(09-07-197-7) G28U0.W0.T0900 N00 M30(00 20) (JIG CHUCKING 06 + 21) % N01 (SDJCR M11 DCGT 11T304 K10) G28U0.W0. G50X241.610Z268.000S1500T0900 G97S2200T0909 G00X120.Z135. X22.Z1.5M10 G01X-1.2F0.18 G00X11.4Z3. G01Z-4.8F0.13 G00X13.4Z0.5 G01X-1.2F0.15 G00X20.Z2. M09 Z-6.75 G01X16.5Z-5. X11. Z-0.7 X9.6Z-0. X-1.2 G00X22.Z3M12 G04U2.</p>					
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

DRAWING of CNC MANUFACTURING




CODE NO.	09 - L197 - 7 - Co - C - BU
NAME of PARTS	Container cap(B, upper)
MATERIAL	Pb




DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

☞) Container cap(B, lower)

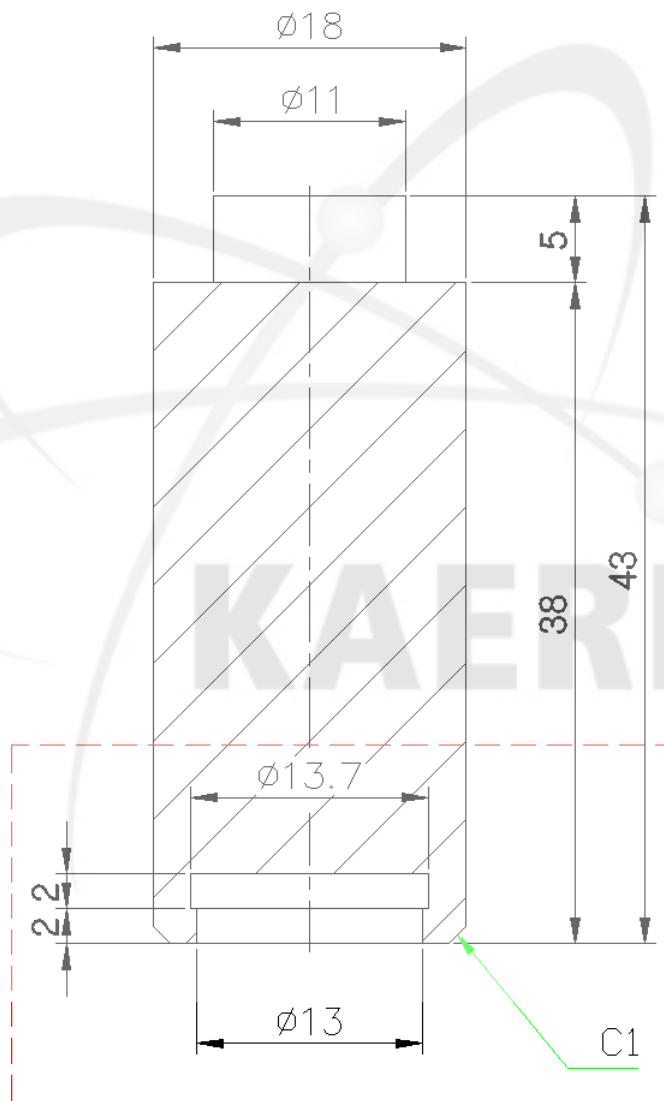
1/2

CODE NO.	09 - L197 - 8 - Co - C - BL				
NAME of PARTS	Container cap(B, lower)				
MATERIAL	Pb				
%	M09				
:1978(09-07-197-8)	G00Z2.				
N00	X1.8				
(JIG CHUCKING 06 + 19)	G01Z-3.8				
N01	G00Z2.M12				
(SDJCR M11 DCGT 11T304 K10)	X150.Z110.				
G28U0.W0.	G28U0.W0.T0600				
G50X241.810Z269.680S1500T0900	M01				
G97S2200T0909	N03				
G00X120.Z140.	(IN SIDE HSS BITE)				
X21.5Z-3.1M10	G28U0.W0.				
M09	G50X284.520Z230.050S1800T1200				
G01X15.1Z0.3F0.13	G97S2200T1212				
X-1.2	G00X150.Z120.				
G00Z2.M12	X12.8Z2.M10				
X120.Z140.	G01Z-3.9F0.15				
G28U0.W0.T0900	X13.7				
M01	X10.				
N02	G00Z2.				
(END MILL 10 MM)	X18.				
G28U0.W0.	Z0.				
G50X299.550Z207.490S1800T0600	G01X13.8				
G97S2200T0606	X13.Z-0.4				
G00X150.Z110.	M09				
X0.Z2.M10	Z-4.				
G01Z-3.8F0.13	X13.8				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L197 - 8 - Co - C - BL
X0. G00Z2.M12 G04U4. X150.Z120. G28U0.W0.T1200 M30(00 40) %	 The logo for KAERI (Korea Atomic Energy Research Institute) is centered on the page. It features a stylized atomic symbol with three elliptical orbits and three spheres representing protons and neutrons. Below the symbol, the word "KAERI" is written in a bold, sans-serif font.

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L197 - 8 - Co - C - BL
NAME of PARTS	Container cap(B, lower)
MATERIAL	Pb






DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	---	---------	---	----------	---

(8) CuCrZr 합금 접합 시편 및 cladding

가) Inner capsule cap

1/2

CODE NO.	09 - L207 - 1 - SP - J - L		
NAME of PARTS	Junction specimen(L)		
MATERIAL	Cu		
%	(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)		
:2071(09-08-207-1)	G28U0.W0.		
N00	G50X241.600Z225.000S3000T0900		
(DRILL CHUCK 040 + 030)	G97S1800T0909		
N01	G00X120.Z110.		
(PDJNR M15 DNMG 150604 TT3500)	X15.Z3.M10		
G28U0.W0.	G01Z0.F0.12		
G50X241.370Z224.880S3000T0100	X-1.2		
G97S1800T0101	G00X4.85Z1.8		
G00X120.Z110.	G01X11.85Z-1.7F0.13		
X22.Z3.M10	Z-18.		
G01X15.Z0.F0.13	X13.85Z-20.		
X-1.2	G00X15.Z3.M12		
G00X5.Z2.6	X120.Z110.		
G01X12.Z-0.9	G28U0.W0.T0900		
G00X15.Z3.	M01		
X5.Z2.	N03		
G01X12.0Z-1.5	(CENTER DRILL 3 MM)		
Z-22.	G28U0.W0.		
X14.Z-24.	G50X300.000Z180.130S1800T0200		
G00X22.Z3.M12	G97S700T0202		
G00X120.Z110.	G00X150.Z90.		
G28U0.W0.T0100	X20.Z3.M10		
M01	X0.		
N02	G01Z-5.F0.13		
PROGRAM		CHECKED	
		APPROVED	




CODE NO.	09 - L207 - 1 - SP - J - L
G04U2.	G01X11.85Z-1.7F0.12
G00Z3.M12	Z-18.
X150.Z90.	X13.85Z-20.
G28U0.W0.T0200	G00X15.Z3.M12
M01	X120.Z110.
N04	G28U0.W0.T0900
(THCER 2525 M16Q 16 ERM 2.0)	M01
G28U0.W0.	N06
G50X243.350Z225.130S1000T0300	(THCER 2525 M16Q 16 ERM 2.0)
G97S300T0303	G28U0.W0.
G00X120.Z115.	G50X243.750Z225.130S1000T0300
X18.Z5.M10	G97S300T0303
G01X12.2Z5.F0.175	G00X120.Z115.
G76P010060Q100R025	X18.Z5.M10
G76X9.95Z-19.P1130Q0300F1.75	G01X12.2Z5.F0.175
G01X18.Z5.	G76P010060Q100R025
G00X120.Z115.M12	G76X9.95Z-19.P1130Q0300F1.75
G28U0.W0.T0300	G01X18.Z5.
M01	G00X120.Z115.M12
N05	G28U0.W0.T0300
(SDJCR M11 DCMT 11T304 CT300)	M30(02 53)
G28U0.W0.	%
G50X241.600Z225.000S3000T0900	
G97S1800T0909	
G00X120.Z110.	
X15.Z3.M10	
G01Z0.F0.13	
X-1.2	
G00X4.85Z1.8	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L207 - 1 - SP - J - L				
NAME of PARTS	Junction specimen(L)				
MATERIAL	Cu				
<p style="text-align: center;">M12x1.75 25 SMOOTH BLEND NO UNDERCUT = 0.2%</p> <p style="text-align: center;">R12 0.2 $\varnothing 6.35$</p> <p style="text-align: center;">20 40 20</p> <p style="text-align: center;">80</p>					
DRAWN		CHECKED		APPROVED	

나) Junction specimen(R)

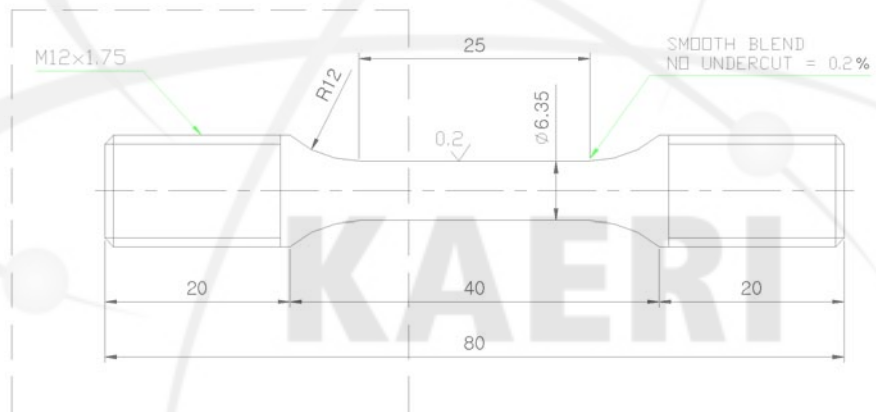
1/2

CODE NO.	09 - L207 - 2 - SP - J - R				
NAME of PARTS	Junction specimen(R)				
MATERIAL	Cu				
%	G01X14.95Z20.F0.10				
:2072(09-08-207-2)	G02X9.30Z12.5R12.				
N00	G01Z-12.5				
(DRILL CHUCK 040 + 040)	G02X14.95Z-20.R12.				
N01	G01X16.95Z-22.				
SVVBN M16 VCGT 04 KT 300)	G00X55.Z39.M12				
G28U0.W0.	X180.Z100.				
G50X241.260Z272.500S1800T1100	G28U0.W0.T1100				
G97S1000T1111	N02				
G00X180.Z100.	(SVVBN M16 VCGT 04 KT 300)				
X55.Z39.	G28U0.W0.				
X18.65Z22.M10	G50X241.230Z272.500S1800T1100				
G01X16.65Z20.F0.13	G97S1000T1111				
G02X11.00Z12.5R12.	G00X180.Z100.				
G01Z-12.5	X55.Z39.M10				
G02X16.65Z-20.R12.	X15.95Z22.				
G01X18.65Z-22.	G01X13.95Z20.F0.13				
G00X33.Z39.	G02X8.30Z12.5R12.				
X17.95Z22.	G01Z-12.5				
G01X15.95Z20.F0.10	G02X13.95Z-20.R12.				
G02X10.30Z12.5R12.	G01X15.95Z-22.				
G01Z-12.5	G00X33.Z39.				
G02X15.95Z-20.R12.	X14.95Z22.				
G01X17.95Z-22.	G01X12.95Z20.				
G00X33.Z39.	G02X7.30Z12.5R12.				
X16.95Z22.	G01Z-12.5				
PROGRAM		CHECKED		APPROVED	

CODE NO.	09 - L207 - 2 - SP - J - R
G02X12.95Z-20.R12.	G02X6.40Z12.5R12.
G01X14.95Z-22.	G01X6.44Z-12.5
G00X33.Z39.	G02X12.05Z-20.R12.
X14.45Z22.	G01X14.05Z-22.
G01X12.45Z20.	G00X33.Z39.
G02X6.8Z12.5R12.	X14.Z22.
G01X6.83Z-12.5	G01X12.Z20.
G02X12.45Z-20.R12.	G02X6.35Z12.5R12.
G01X14.45Z-22.	G01X6.39Z-12.5
G00X55.Z39.M12	G02X12.Z-20.R12.
X180.Z100.	G01X14.Z-22.
G28U0.W0.T1100	G00X55.Z39.M12
M01	X180.Z100.
N03	G28U0.W0.T1100
(SVVBN M16 VCGT 04 KT 300)	M30(05 39)
G28U0.W0.	%
G50X241.240Z272.500S1800T1100	
G97S1000T1111	
G00X180.Z100.	
X55.Z39.M10	
X14.15Z22.	
G01X12.15Z20.F0.13	
G02X6.50Z12.5R12.	
G01X6.54Z-12.5	
G02X12.15Z-20.R12.	
G01X14.15Z-22.	
G00X33.Z39.	
X14.05Z22.	
G01X12.05Z20.	

DRAWING of CNC MANUFACTURING

CODE NO.	09 - L207 - 2 - SP - J - R
NAME of PARTS	Junction specimen(R)
MATERIAL	Cu



DRAWN		CHECKED		APPROVED	
-------	--	---------	--	----------	--

제 3 절 강의 열처리 기초이론^[1]

금속에 특정한 온도변화(가열/냉각)를 가함으로서 금속 고유의 성질과 다른 특성을 얻어내는 작업을 "열처리"라고 한다. 일반적으로 열처리를 통하여 순금속에서 얻을 수 없는 우수한 성질을 얻을 수 있으며, 화학성분이 동일하더라도 열처리에 의해서 조직과 성질이 현저하게 변화한다.

강의 열처리 방법으로는 크게 불림(Normalizing), 풀림(Annealing), 담금질(Quenching), 뜨임(Tempering) 등이 있으며,

그 외에도 특수열처리로 다음과 같은 것을 들 수 있다.

항온풀림(Ausannealing), 오스템퍼(Austempering), 마르켄칭(Marquenching), 마르템퍼(Martempering), 시간 담금질(Time Quenching), 파텐팅(Patenting), 베이나이트 열처리(Bainite Treatment), 심냉처리(Sub-Zero Treatment)

1. 열처리 종류

가. 불림(Normalizing)

강을 Ac_3 또는 A_{cm} 이상으로 가열하여 오스테나이트화로 한 후 공기 중에서 냉각하여 강재의 성질을 표준상태로 만들기 위함.

(1) 불림의 목적

- 구조조직을 미세화
- 내부응력 제거
- 결정조직과 기계적, 물리적 성질 개선
- 구상화 풀림의 전처리

(2) 불림의 종류

(가) 보통 불림(normal Normalizing)

- 온도 : $Ac_3+30\sim 50^{\circ}C$ (아공석강), $A_{cm}+30\sim 50^{\circ}C$ (과공석강)로 가열하여 공냉
- 조직 : 표준조직 또는 불림조직(normal structure)이라 하며

아공석강의 경우에는 페라이트와 펄라이트의 혼합조직, 공석강의 경우에는 펄라이트, 과공석강은 펄라이트와 시멘타이트 조직으로 되어 있다.

(나) 2단 불림(Stepped Normalizing)

- 온도 : 오스테나이트화 온도보다 30~50℃ 높은 온도로 가열하고 임계구역까지 공냉 후 서냉.
- 대형부품(직경 75mm 이상) 고탄소강 등에서 백점, 내부 균열 방지 효과.

(다) 항온 불림

- 온도 : 강재를 오스테나이트화 온도로부터 50℃ 높은 온도로 가열하고 등온처리한 후 약 550℃에 해당하는 열욕에 투입하고 항온을 유지시켜 변태 완료시킨 후 공냉 또는 수냉 처리
- 조직 : 미세 펄라이트
- 기계 구조용 탄소강이나 저탄소 합금강의 피절삭성 향상에 좋은 효과.

나. 풀림(Annealing)

냉간가공이나 담금질에 의한 영향을 완전 제거하기 위하여 오스테나이트화 온도로 가열하고 노냉처리 하는 방법

(1) 풀림의 종류

(가) 확산풀림(안정화풀림, 균질화풀림)

대형 강괴는 주조 상태에서의 1차 조직인 주상정 또는 수지상 결정은 내적으로 초기결정이 생성 성장하므로 불순물이나 성분원소가 응고과정에서 농축현상이 일어나 편석을 일으키는데 열간 가공 시 줄무늬조직을 일으키고 가공성을 저하시킨다. 특히 황화물은 적열취성의 원인이 되므로 확산풀림으로 제거하여야 한다. 이러한 편석을 열처리(1,050~1,300℃)에 의하여 확산 제거하고 성분을 균질화 시키는 것을 목적으로 한다.

(나) 변태풀림(완전풀림, 결정립 조대화 풀림)

보통 단순히 풀림이라고 하면 완전풀림(변태풀림)을 말하는 것으로 강재의 조직을 개선하고, 냉간가공이나 담금 경화현상을 제거하여 연화시킬 목적으로 오스테나이트화 온도로 가열하여 노중냉각으로 서냉하는 처리이다.

가열온도가 높을 때 성분의 균일화, 잔류응력의 제거 연화가 이루어진다.

완전 풀림 열처리 시 아공석강에서는 페라이트와 층상 펄라이트의 혼합조직이 되고(조대한 입자의 경계에 망상으로 존재) 과공석강에서는 층상 펄라이트와 초석 시멘타이트가 된다. 가열시간이 길어지면 새로이 생긴 미세결정립이 조대화되므로 다시 기계적 성질을 악화시키므로 Ac3 변태점보다 30~50℃온도에서 등온유지 후 노중에서, 또는 회중에서 서냉 처리한다.

(다) 연화풀림

연화 풀림은 이미 열처리되어 있거나 경화되어 있는 것을 기계가공 할 수 있도록 연화시키기도 하고 강의 내부에 존재하는 응력을 제거하여 담금질 작업과정에서 발생하는 변형과 균열 등을 방지할 수 있다.

(라) 구상화풀림

구상화 풀림은 유리 망상탄화물인 시멘타이트를 가열에 의하여 구상화하는 조작을 말하며, 탄소공구강이나 합금공구강 등의 내충격 및 내피로성을 개선할 수 있다. 또 가공성과 인성을 개선한다. 망상 시멘타이트나 층상 펄라이트 중의 시멘타이트가 재료에 존재한다면 기계가공성이 저하되고 담금질 시 균열과 변형이 발생이 쉽고 또 무르다.

다음과 같은 열처리 방법에 의하여 망상 시멘타이트를 구상화하여 안정된 구상 시멘타이트를 구상 퍼얼라이트화 한다.

1) 구상화 풀림의 목적

- 담금질 효과를 균일하게 하기 위해
- 담금질 변형을 작게 하기 위해
- 담금질 경도를 높이기 위해
- 기계가공성을 좋게 하기 위해

2) 구상화 풀림 방법

- Ac1직상으로 가열한 후 Ar1점 이하로 서냉하거나 Ar1이상의 온도로 가열하여 보온 후 냉각하는 범으로 탄소공구강의 구상화에 적합하다. 보통 냉각의 속도는 30℃/h이하로 냉각한다.

- Ac1점 직하(650~720℃)로 장시간 가열 유지하는 방법은 주로 담금질 또는 냉간 가공된 강재에 적용된다.

아공석강이라도 냉간가공을 30%이상 행한 후에는 구상화 열처리를 하여야 한다. 그러나 조대한 망상 시멘타이트는 이 방법으로 구상화하지 않는다.

- Ac1점의 상하 20~30℃사이에서 가열과 냉각을 몇 번 반복(5~6회) 가열-냉각하는 방법이다.

아공석강에서 가장 빨리 구상화가 일어나는데 가열온도가 높아지면 탄화물의 석출이 소실되어 구상화가 어렵게 된다. 냉각속도는 1℃/min이하가 바람직하다.

- Ac_m선 이상으로 가열하여 시멘타이트를 완전히 고용한 후 급랭하여 망상 시멘타이트를 구상화하는 방법으로 망상 탄화물을 갖는 과공석강재의 구상화에 적합하나 구상화 속도는 대체적으로 늦다(공냉).

- Ac1점(760~780℃)에서 A1변태점 아래(700℃)로 열욕 중에서 등온 처리하여 공냉한다.

3) 구상화 조직의 제성질

탄화물은 왜곡을 받으면 고용도가 늘어나기 때문에 저온에서도 구상화되기 쉽다. 강은 구상화 조직이 되면 절삭저항이 가장 낮다. 특히 고속 절삭시 공구의 수명과 절삭속도에 구상화 조직이 가장 우수하다. 따라서 피삭성을 결정하는 인자는 절삭면이 좋고 나쁨에도 관계되며 구상화 조직은 거친 가공에 적합하다.

4) 구상화 풀림의 적용 범위

구상화 처리의 대상 강종은 0.5~1.5%C로 결정립 조대화 풀림하여 사용하는 것이 좋다. 열처리 균열과 변형 방지 및 인성향상에 좋은 효과

를 얻기 위해 탄화물 감소와 균일하게 분포되도록 하기 위하여 구상화 처리한다.

구상화 풀림은 냉간압연이나 냉간 선재 연신작업에도 가공성을 크게 향상시키므로 냉간가공 전처리 작업으로 이용되고 있다.

다. 담금질(Quenching)

강을 임계온도 이상에서 물이나 기름 중에 침적시켜 급랭하는 작업은 담금질이라고 한다. 담금질의 주목적은 경화에 있으며 가열온도는 아공석강에서는 $Ac3+30\sim 50^{\circ}C$, 과공석강에서는 $Ac1$ 점 이상 $30\sim 50^{\circ}C$ 로 균일가열한 후 담금질을 행한다.

(1) 담금질에 따른 용적변화

열처리 과정에서 나타나는 조직 중에서 용적변화가 가장 큰 것은 다음과 같다.

마르텐사이트 > 소르바이트 > 트루스타이트 > 펄라이트 > 오스테나이트 로 마르텐사이트의 팽창이 크며 그 이유는 고용된 γ 가 고용 α 로 변태하기 때문이며 오스테나이트가 펄라이트로 변화하는 것은 위의 변화와 함께 고용탄소가 유리탄소로 변화하기 때문이다. 여기서 γ 가 α 로 변태할 때 팽창하지만 고용탄소가 유리탄소(Fe_3C)로 변태할 때에는 수축하게 된다.

그러므로 완전한 Pearlite로 변태하였을 때에는 Martensite보다 수축되어 있다. 따라서 퍼얼라이트량이 많을수록 팽창량이 적어진다.

(2) 담금질 법

강의 담금질은 보통 오스테나이트화의 온도 $Ac1$ 또는 $Ac3$ 변태점 보다 $30\sim 50^{\circ}C$ 높은 온도로 가열하고 물 또는 기름 중에 연속 냉각시키는 방법으로 물 담금질은 큰 경도를 부여하고 고탄소강이나 합금강인 경우에는 담금질 균열과 응력을 발생시키기 쉬우므로 기름 중에서 담금질 한다.

담금질 작업에서 제일 중요한 점은 임계구역까지 가급적 빨리 냉각시키는 일이다. 이 온도 범위를 천천히 냉각하면 풀림 열처리가 되고 말기 때문이다. 이 임계구역을 신속히 냉각시키느냐 천천히 냉각시키느냐에 따라서 담금질이 되느냐 안 되느냐가 결정문이다이 구역을 임계구역이라 한다. 임계구역에서 신속히 냉

각된 것은 담금질의 결과가 약속된 것이며 실제 경화되어지는 것은 250℃이하의 저온에서 일어난다. 강은 경화할 때 팽창하게 되며 담금질에서 250℃이하로 굳어짐과 동시에 팽창이 수반된다. 팽창의 비율은 강의 종류에 따라서 다르지만 0.9%탄소강은 길이에서 0.3%, 체적에서 0.9%팽창한다. 이처럼 강이 냉각되어 가고 있을 때 팽창되므로 강의 내부는 매우 무리한 결과가 되기 때문에 이 구역을 위험구역이라고 하며 담금질 균열과 변형의 발생 원인이 되며 이곳을 Ms구역이라고도 한다.

담금질 균열은 급랭된 순간에 발생하는 것이 아니라 Ms구역 내에서 과생되므로 Ms구역을 천천히 냉각 시키므로써 팽창과 수축의 무리가 없어지고 균열하지 않게 된다. 이러한 사실에서 임계구역은 신속히, 위험구역은 천천히 냉각시키므로 경화와 균열을 방지할 수 있으므로 Ms점을 아는 것은 대단히 중요한 것이다.

(3) 담금질 작업

(가) 수 냉

강을 급속히 냉각할 때에는 20℃이하의 물을 사용하고 20℃의 물인 경우는 120~160℃/sec정도가 좋다. 수냉시 냉각속도는 수온에 따라 크게 달라지는데 수온이 40℃가 되면 80~140℃/sec, 수온이 60℃가 되면 60~80℃/sec, 수온이 80℃가 되면 20~30℃/sec로 냉각속도가 저하되므로 주의가 필요하다.

10%식염수(NaCl 수용액)를 쓰면 160~200℃/sec의 냉각속도의 상승효과를 가져온다. 수냉시 냉각액이 가열되면 수증기의 기포 형성으로 열처리 부품의 표면에 부착되어 냉각속도를 저하시키므로 충분한 교반과 새로운 물의 유입으로 냉각효과 증대에 힘써야 한다. 냉각이 제때에 되지 못하면 경화하지 않고 연점이 발생된다.

(나) 유 냉

고탄소강 및 고합금강에는 주로 기름 담금질을 한다. 20℃의 기름인 경우 냉각속도는 20~80℃/sec정도로 유온이 상승하여도 냉각속도는 그다지 변하지 않는 것이 특징이며 실제 작업에서는 유온을 60~80℃가 적합하고 기름의 양은 물건(열처리 제품)의 6~10배가 적당하다. 기름 속에 물의 혼입이 없도록 할 것이며 수분이 0.5~1%정도이면 105~110℃로 가열하면 수분이 증발한다.

(4) 담금 균열

담금질 할 때에 생기는 균열을 말하며 여기에는 2개의 원인이 있다. 급랭으로 인한 열변형과 변태에 의한 변형에 의한 것으로 담금 균열의 대부분은 변태 변형, 즉 오스테나이트 → 마르텐사이트 변화로 이상 팽창에 따른 것이다. 열 변형으로 인한 담금 균열을 담금질 직후에 물건의 밖에서 안을 향하여 균열이 발생시킨다.

이것은 높은 온도로부터 급랭시켰을 경우에 일어나는 균열로써 냉각속도가 낮은 부분과 빠른 부분의 경계면에서 발생한다. 따라서 빨리 냉각되는 3면각이나 2면각에는 캡을 씌워 냉각하고 모서리 부분에 라운딩을 주어 냉각속도가 균일하도록 냉각시켜야 한다.

변태 변형에 따른 담금 균열은 물건의 내부에서 바깥쪽을 향해서 발생하며 담금질 후 상당시간이 지난 연후에 일어나는 수가 많다. 이는 물건의 외부와 내부의 냉각속도의 차에 따라서 오스테나이트 → 마르텐사이트로 변태할 때 균열이 발생하며 같은 질량의 오스테나이트와 마르텐사이트의 체적을 비교하면 마르텐사이트쪽이 훨씬 크므로 강을 담금질하면 마르텐사이트가 되고 체적 팽창 현상이 일어난다.

이 때문에 복잡한 형상과 냉각차가 일어나기 쉬운 형상이면 재료가 팽창력에 견디지 못하고 담금 균열을 발생시킨다. 따라서 담금 균열은 담금질한 순간에 발생하며 물건이 150~200℃로 냉각되었을 때 즉, 위험구역에서 균열을 보이는 경우가 많다. 그러므로 위험구역 부분을 서냉 시키므로 변태 변형에 따른 담금 균열을 방지할 수 있으므로 항온 냉각 또는 2단 냉각 등은 효과적이다.

이와 같은 담금 균열 방지에 유효한 담금질 법으로는 마르켄칭과 시간 담금질 법 등이 있다.

(5) 질량 효과

강의 담금 열처리시 재료의 두께가 크면 표면은 냉각속도가 크고 내면은 냉각속도가 완만하여지므로 표면에서는 경화가 일어나지만 내면에서는 경화현상이 일어나지 않게 된다. 크기가 작은 재료에 있어서는 내면이나 표면 모두 경화가 잘 일어나는데, 이처럼 재료의 질량의 대소에 따라 열처리 효과가 달라지는 것을 질량 효과라 한다. 탄소강은 합금강에 비하여 질량 효과가 크다.

(6) 내부응력

담금질의 급랭은 각 부분 균일 냉각이 없으며 표면은 빠르고 내부

는 느린 것이 보통이다.

단면 온도의 불균일 분포가 체적의 변화를 고르지 못하게 하는 것이므로 표면은 매부보다 빠르게 수축하려고 한다. 그러나 이 수축은 내부에 의해서 방해된다. 이 때문에 최초는 표면에 인장응력 및 내부의 압축응력은 감소해 가고, 최후로는 내외부가 냉각되어서 같은 온도로 되면, 표면의 응력 상태는 압축응력이 되고 내부는 인장응력이 된다. 급랭으로 인한 불균일 냉각에 의해서 생기는 응력을 열응력이라고 한다. 열응력은 강(鋼)제품 및 동제품의 재질에 관계없이 발생한다.

그런데 급랭에 의해 조직 변화를 일으키는 재질의 예를 들면 강(鋼)등은 급랭에 의해서 열응력 외에 변태응력이 생기게 되는데, 변태응력은 두 가지의 원인에 의해 유발된다.

하나는 오스테나이트와 그 분해 생성물의 비용적에 따르기 때문이고, 다른 하나는 변태가 물체의 내부와 외부에서 다른 시기에 발생하기 때문이다. 담금질에 의한 내부응력의 발생은 완전히 방지할 수는 없다. 단지 이를 완화시킬 수 있을 뿐이다. 이 완화를 위하여 여러 가지 방법의 담금질 작업이 사용되고 있다.

라. 뜨임 (Tempering)

뜨임이란 담금질한 강이 매우 경하고 취약하므로 변태점 이하의 온도로 가열하여 불안정한 조직을 안정한 조직으로 변화시키기 위하여 A1변태점 이하로 가열한 후 냉각시켜 강에 양호한 강인성을 부여하는 것을 본질로 열처리하는 것을 말한다.

이 때 고속도강이나 고합금강을 담금질 후 뜨임하면 더욱 경화되어 가는데 이 시점을 뜨임 경화라 한다.

(1) 뜨임의 목적

- 조직 및 기계적 성질의 안정화
- 경도는 다소 낮아지나 인성이 좋아짐
- 잔류응력을 경감시키거나 제거하고 탄성한도와 항복강도를 항상 일반적으로 경도 및 내마모성을 필요로 할 때에는 고탄소강을 저온에서 뜨임하고 경도보다는 인성을 필요로 할 때에는 저탄소강을 고온에서 뜨임하여 사용한다.

(2) 뜨임의 종류

(가) 보통 뜨임

담금질한 강철을 변태점 이하로 가열한 후 냉각하는 것을 보통 뜨임이라 한다. 보통 뜨임을 하면 강철은 인성이 증가하고 연하게 되는 것이 보통이다. 강철은 어떤 경우에도 담금질한 상태로 사용하면 내부응력으로 인한 균열, 변형으로 재료를 못쓰게 되는 경우가 많기 때문이다. 따라서 반드시 뜨임을 하여 사용하여야 한다.

뜨임은 담금질 직후에 하는 것이 원칙이며 강(鋼)이 완전히 냉각되기 전 대략 100℃이하가 되었을 때 꺼내서 뜨임하는 것을 원칙으로 하고 있다.

뜨임 시 주의할 것은 뜨임 취성인데 250~300℃의 저온 뜨임취성, 450~525℃의 1차 뜨임 취성, 525~600℃의 2차 뜨임 취성이 있다.

이중에서 300℃취성에 가장 주의하여야 한다.

(나) 반복 뜨임

고합금강이나 고속도강과 같이 1회의 뜨임으로 뜨임 효과가 충분하지 않는 경우는 뜨임을 2~3회 반복하는 것이 좋다. 뜨임 경화되는 강철은 뜨임 온도에서 서냉하여야 한다.

(다) 점성 뜨임

담금질한 강은 매우 단단하며 내부응력이 존재하므로 취약하고 내마모성도 그다지 크지 않으므로 점성과 내마모성을 주기 위하여 100~200℃로 저온 뜨임하면 내부응력이 제거되면서도 경도는 감소하지 않고 점성과 내마모성이 향상되며 뜨임 후 냉각은 수냉이다.

(라) 스프링 뜨임

스프링과 같이 강인성과 탄성을 주기 위하여 400~500℃로 뜨임하는 조작을 말하며 조질이라고도 한다. 뜨임 온도에서 냉각은 수냉하며 이때 냉각의 속도가 늦으면 1차 뜨임 취성이 일어나고 취약해진다.

(마) 고속 뜨임

고속도강은 담금질 후 500~600℃로 뜨임하면 담금질한 것보다 더욱 경화되어 절삭성과 내마모성이 향상하게 된다. 따라서 이것을 고속 뜨임이라고 한다.

W, Cr 등이 탄화물 형성으로 Self Hardening, 즉 2차 경화현상이 발생하기 때문이다. 경 뜨임 때는 뜨임 온도에서 공랭한다. 수냉이나 유냉을 하면 뜨임 균열이 발생하기 때문이다.

(바) 블루잉(blueing)

상은 가공한 강철을 250~370℃로 가열하면 시효 경화현상이 신속하게 일어나므로 인장강도, 탄성한도, 피로한도와 경도가 증가하게 된다. 위의 온도에서 가열하면 표면에 산화막이 청색으로 나타나게 되는데서 블루잉이라고 부르게 되었다. 특히 탄성한도만을 높이고자 할 때에는 200~250℃로 피로한도를 높이기 위해서는 300~375℃의 온도가 적당하다. 블루잉할 때 가열하면서 하중을 가하면 보다 효과적으로 인장강도나 항복점을 상승시킬 수 있다. 이러한 새로운 방법을 하중 가열법이라고 한다.

(사) 프레스 템퍼

담금질한 탄소강을 뜨임 온도로 가열하면서 프레스하면 조직이 변화되면서 소성 변형되기 쉽다. 이것을 프레스 템퍼 또는 하이트 세팅이라 하며 재료가 경화된 것에 유효하고 연한 재료는 프레스 템퍼의 효과가 작다.

프레스 템퍼는 최초 1회에서만 효과가 있고 2회에서는 그 효과가 없다. 다시 말해서 소성 변형이 일어나지 않는다.

(3) 뜨임 취성

(가) 저온 뜨임 취성(300℃ 취성)

탄소강은 담금질 한 후 300℃에서 뜨임하면 충격치가 현저하게 감소한다. 이러한 현상은 300℃ 부근에서 탄화물이 Fe₃C로 변화하는데 기인한다.

저온 뜨임 취성은 순도가 낮은 P와 N등의 불순물이 많을수록 심하게 나타난다.

(나) 고온 뜨임 취성(500℃ 취성)

500℃ 전후 뜨임 열처리시 충격치가 급감하게 되는데 이것을 결정 입계에 탄화물, 인화물, 질화물 등이 석출하기 때문이며 급랭시보다 서냉시에 현저하게 많이 나타난다.

(다) 제2차 뜨임 취성(2차 경화)

합금강에서 600℃ 전후의 뜨임에 의하여 현저하게 경화하는 현상이다. 이를 방지하기 위해서는 P, Sb, N 등 감소, 고온 뜨임 후 급랭(탄화물, 질화물, 인화물 생성 억제), 오스테나이트 결정립 미세화, 탄소강의 P 함량에 따라서 0.2~0.5%Mo 첨가, 담금질 시 완전한 마르텐사이트가 되도록 한다.

그리고 Austempering을 하여 높은 인성을 얻어야 한다.

(4) 강종에 따른 뜨임 방법

(가) 기계 구조용 탄소강

뜨임 온도 범위 550~600℃에서 조질 처리하여 소르바이트로 조직화하며 냉각은 공냉한다. 침탄용강을 150~200℃에서 저온 뜨임한다.

(나) 기계 구조용 합금강

뜨임 온도 범위 550~650℃에 고온 뜨임하여 조질 처리한다.

침탄용강은 150~200℃의 저온 뜨임한다.

청열취성 온도 300℃에서는 충격저항과 인성이 급감되므로 이 온도에서 뜨임하는 것은 피하여야 한다. 또한 서냉취성에도 주의하여야 하나 그렇다고 수냉하게 되면 변형과 산화가 수반하므로 공냉하는 것이 좋다.

(다) 탄소 공구강

탄소공구강의 뜨임은 170℃ 전후에서 실시하며, 뜨임유에서 냉각한다. 경도는 HRC 54~65정도가 적당하다.

(라) 합금 공구강

내마모성과 경도를 요하는 냉간 금형공구강은 저온 뜨임하며 충격저항과 인성을 요구하는 열간금형용은 고온 뜨임을 실시한다.

2. 특수열처리 종류

가. 항온풀림(Ausannealing)

S곡선의 코 또는 그 이상의 고온(600~700℃)에 있어서 항온 처리를 하면 짧은 시간에 연화 풀림할 수 있다. 보통 풀림은 노중 냉각으로 작업시간이 매우 길었으나, 항온 풀림온도에서 항온 변태 완료시키고 공냉 또는 수냉 시킴으로 작업시간이 30분~1시간에 마치므로 신속한 연화를 가져올 수 있다.

항온 풀림 열처리법은 공구강, 특수강 기타 자경성이 강한 고속도강 등에 적용되고 있다.

나. 오스텨퍼링(Austempering)

오스테나이트 항온 변태처리를 오스텨퍼라 한다. 일명 하부 베이나이트 담금질이 라고 부르기도 하는 이것은 오스테나이트 상태에서 Ar'와 Ar''의 중간 영역에 담금질하여 강인한 하부 베이나이트로 만든다.

Austempering 열처리한 것은 뜨임 작업이 필요 없으며, 인성이 풍부하고 담금질 균열이나 변형이 적고 연신성과 단면 수축, 충격치 등이 향상된 재료를 얻게 된다. 탄소강에 적합한 열처리를 100% 오스테나이트의 열욕을 통과하는 것이 중요하며 S곡선의 온도에서 유지시간이 크면 전부 베이나이트화하게 된다

오스텨퍼 열처리 후 300~400℃로 장시간 가열하면 시효가 생겨 강인성이 향상되는데 이를 뜨임 베이나이트라 한다.

다. 마르켄칭(Marquenching)

오스테나이트 구역에서 Ms점 직상의 영역에 담금질하여 강의 내외가 동일한 온도가 되도록 항온을 유지한 후 공냉하여 Ar'' 변태가 천천히 진행되도록 하면 담금질 균열이 작고 열에 의한 변형도 생기지 않는 이점이 있어 고탄소강, 특수강, 침탄강, 게이지강, 기어, 베어링강 등에 적용되고 있다.

이 방법은 물에서 담금질할 때보다는 경도가 다소 저하되고 있다.

라. 마르템퍼링(Martempering)

Ar"구역 중에서 Ms와 Mf점 사이에서 항온 처리를 행하는 것으로 열욕의 온도는 100~200℃로 변태 완료시까지 등은 유지한 후 공기 중에서 냉각한다.

이러한 열처리로 오스테나이트의 일부는 마르텐사이트가 되고 일부는 베이나이트의 혼합조직이 된다. Bainite화는 정도는 동일하고 충격값은 향상되지만 등은 유지 시간이 긴 것이 결점이다.

마. 시간 담금질(Time Quenching)

담금질 온도로부터 물이나 기름 중에 넣어 급랭과 서냉의 속도 변화를 주면서 냉각하는 것을 시간 담금질이라 한다.

즉 1차에서 수냉에 의한 급랭의 온도가 300~400℃가 되면 인상하여 2차로 유냉 또는 공냉으로 서냉시키므로써 두께 변화가 심한 탄소공구강 등에 표면과 내부의 온도가 균일하여지도록 시간적 차를 두어 접근되도록 한다.

이 때 침적시간이 너무 짧으면 풀림현상이 일어나고 침적시간이 길면 내부응력이 커져서 균열을 파생시킬 우려가 있으므로 적절한 인상시기를 택하여 1차에서 2차로 옮겨 주어야 한다.

시간 담금질의 주의점으로는 강재의 질량에 따라 1단 급랭시 외부와 내면의 온도차가 생겨 내부 보유열을 받아서 단면의 경도차가 생긴다. 즉, 외면에는 자기 뜨임의 뜨임 마르텐사이트 중간에는 담금 마르텐사이트와 내부에는 펄라이트 조직으로 단면의 경도는 중심선에 대칭으로 표면 가까이에 경도의 극대점이 생긴다.

바. 파텐팅(Partenting)

파텐팅은 오스텨퍼 열처리 온도의 상한에서 미세한 Sorbite조직을 얻기 위하여 행하며 오스테나이트 가열온도로부터 500~550℃의 용융납(Pb)의 욕중에 서 항온 유지시킨 후 공냉시키는 방법으로 강선제조, 와이어로프, 피아노 선재, 저울의 스프링 등의 열처리에 적용한다.

사. 베이나이트 열처리(Bainite Treatment)

고속도강에 베이나이트 조직을 생성시켜 강하고 부드러운 성질을 부여

하기 위하여 열처리하는 것을 말한다. 고속도강을 베이나이트 변태 범위의 열욕 담금질하여 1차 베이나이트와 1차 마르텐사이트에 잔류 오스테나이트가 혼합되도록 한다. 베이나이트 처리는 다음의 세가지 방법이 있다.

베이나이트 담금질과 보통 뜨임, 보통 담금질과 베이나이트 뜨임 그리고 베이나이트 담금질과 베이나이트 뜨임의 3가지 방법인데 어느 것이나 경하고 취성이 있는 조직이 얻어지므로 반드시 뜨임을 행한다.

아. 심냉처리(Sub-zero Treatment)

소입한 강은 마르텐사이트 중에 10~30%정도의 잔류 오스테나이트가 존재하고 있어 경도저하 및 시효 균열과 변형의 원인이 되어 치수 불안정의 원인이 되므로 심냉 처리한다. 심냉처리란 담금질 처리시 잔류하는 오스테나이트를 완전 마르텐사이트로 변태시키기 위하여 영하의 온도에서 처리하는 것을 말한다. 잔류 오스테나이트가 재료의 내부에 존재할 때에는 재료의 경화현상이 작아지고 시효변형, 즉 치수변형이 일어난다. 또한 오스테나이트는 비자성이므로 흡착력이 약하게 된다.

그러므로 심냉처리에 의하여 경도를 향상시키고 시효변형 및 치수의 안정 등을 가져올 수 있게 된다. 잔류 오스테나이트를 완전 마르텐사이트화 하기 위하여서는 0℃이하에서 냉각시켜야 된다. 심냉 처리를 하였을 때 나타나는 효과로는 자연균열을 방지할 수 있으며, 경도와 인성에 효과적이고 경년 변형에 대한 우수한 성질을 나타낸다.

제 3 장 결 론

“원자력기기장치개발지원”과제를 효율적이고 안정적으로 수행하면서 생산성과 품질향상을 위하여 CNC lathe (model ; Hi-ECO21HS), High performance turning M/C(CUTEX-160)machining center (model ; ECOMIL-43V), CNC milling machine (model ; HISUPER-2N) 및 KANDAN-2 (각 1대씩)등의 CNC 공작기계를 운영하면서 생산된 CNC 프로그램과 도면을 요약 정리하여 기술보고서로 발간하므로써 과제 참여원은 물론 타 과제에서도 관심 있는 연구원들이 이를 참고로 CNC 공작기계의 기본 자료로 활용하며 보다 발전된 연구기기 요소의 설계 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

또한 이와 같은 “CNC 공작기계의 프로그램 설계보고서”가 매년 발간되면 의뢰자(고객)는 물론 CNC 프로그램 설계자가 유사한 제품에 대한 프로그램 설계시 참고자료로 활용할 수 있으며 생산성 및 정밀성이 향상된 프로그램으로 발전시킬 수 있는 설계기술 향상에도 좋은 자료가 될 것이다.

특히, 하나로 운영, ITER mock-up 개발, 이용 및 관련 연구 등에 필요한 기기와 요소 등의 품질보증 문제가 계속 대두되면서 장치개발팀에서도 보다 신뢰성 있는 지원업무를 수행하고자 2006년 9월 ISO-9001 획득하였으며, 이를 토대로 하여 고객만족을 위한 공작지원 체제를 강화 해가고 있다.

참 고 문 헌

- (1) 강의 열처리 기초이론, 네이버 블로그 아좌아사



서 지 정 보 양 식

수행기관보고서번호	위탁기관 보고서번호	표준보고서번호	INIS주제 코드
KAERI/TR-4114/2010			
제목/부제	CNC 공작기계의 프로그램 설계 보고서(V-1)		
연구책임자 및 과제명 (AR,TR 등의 경우 주저자)	염 기 언(장치개발팀)		
연 구 자 및 과제명	장치개발팀; 문제선, 이인배, 염정현,		
출 판 지	대전	발행기관	한국원자력연구원
발 행 년	2010		
페 이 지	100 P.	도표	있음(※), 없음()
크 기	27 Cm		
참고사항			
공개여부	공개(※), 비공개()	보고서종류	기 술 보 고 서
비밀여부	대외비(), ___급비밀		
연구위탁기관		계약번호	
초록(15-20줄 내외)	<p>산업기술의 발전과 더불어 공작기계분야에서도 고속·고능률 가공을 위한 CNC 공작기계는 꾸준히 발전하면서 활용범위는 광범위하게 확대되어 가고 있다. 원자력기기장치개발지원과제를 보다 효율적이고 안정적으로 수행하기 위해서는 생산설계 및 가공기술의 지속적인 기술개발이 병행되어야 하며 특히, 인력부족에 따른 어려움을 해소하고 생산성 및 품질향상을 위하여 CNC 공작기계의 활용이 매우 중요하다. 이와 관련하여 과제 수행 중에 생산된 CNC 공작기계의 프로그램과 도면을 기술보고서로 발간하므로써 전문성이 요구되는 프로그램 교육자료로 활용하며 다기능, 고정밀화 되어 가는 원자력연구기기 및 부품의 제작업무에 효율적으로 활용할 수 있다.</p>		
주제명 워드(10단어 내외)	CNC공작기계, 원자력기기장치, 제작 및 보수, 프로그램, 가공기술		

BIBLIOGRAPHIC INFORMATION SHEET						
Performing Org. Report No.		Sponsoring Org. Report No.		Standard Report No.		INIS Subject Code
KAERI/TR-4114/2010						
Title/Subtitle						
Program design report of the CNC machine tool(V-1)						
Project Manager and Department (or Main Author)		Ki Un Youm(Laboratory Equipment Development Team)				
Researcher and Department						
Laboratory Equipment Development Team ; J.S. moon, I.B. LEE, J.H. YOUM						
Publication Place	Daejeon	Publisher	KAERI	Publication Date	2010	
Page	100 P.	Ill. & Tab.	Yes(*), No()	Size	27 Cm	
Note						
Open	Open(*), Class()		Report Type	Technical Report		
Classified	Restricted(),_Class Document					
Sponsoring Org.			Contract No.			
Abstract(15-20 Lines)						
<p>The application of CNC machine tool being widely expanded according to variety of machine work method and rapid promotion of machine tool, cutting tool, for high speed efficient machine work.</p> <p>In order to conduct of the project of manufacture and maintenance of laboratory equipment, production design and machine work technology are continually developed, especially the application of CNC machine tool is very important for the improvement of productivity, quality and clearing up a manpower shortage.</p> <p>We publish technical report which it includes CNC machine tool program and drawing, it contributes to the systematic development of CNC program design and machine work technology.</p>						
Subject Keywords(About 10 words)						
CNC machine tool, nuclear laboratory equipment, manufacture, maintenance, program, machine work technology.						