

**다축 초정밀 공작기계용 제어기
신뢰성평가 장비
제작사양서**

2021년 02월

제 작 사 양 서

1. 개요

본 시험장비 제작사양서는 「다축(5축) 초정밀 공작기계용 제어기(CNC)의 신뢰성평가를 위한 전용 장비」로, X/Y/Z축 과 A(B)/C축의 5축 동시제어가 가능한 초정밀급 공작기계용 제어기(Computer Numerical Control)를 시험 대상으로 한다. 또한, 공작기계의 기하학적 정확정밀도, 수치제어에 의한 위치정밀도, 수치제어 공작기계의 원운동 시험 등 공작기계용 제어기의 성능시험 및 비교 검증에 활용 가능하며, 가공 정밀도 $0.1\ \mu\text{m}$ 이하와 표면조도 $Ra < 0.1$ 의 초정밀 공작기계용 제어기의 신뢰성평가를 위한 시험장비의 제작을 위함이다.

2. 제작 목적 및 범위

가. 제작 목적

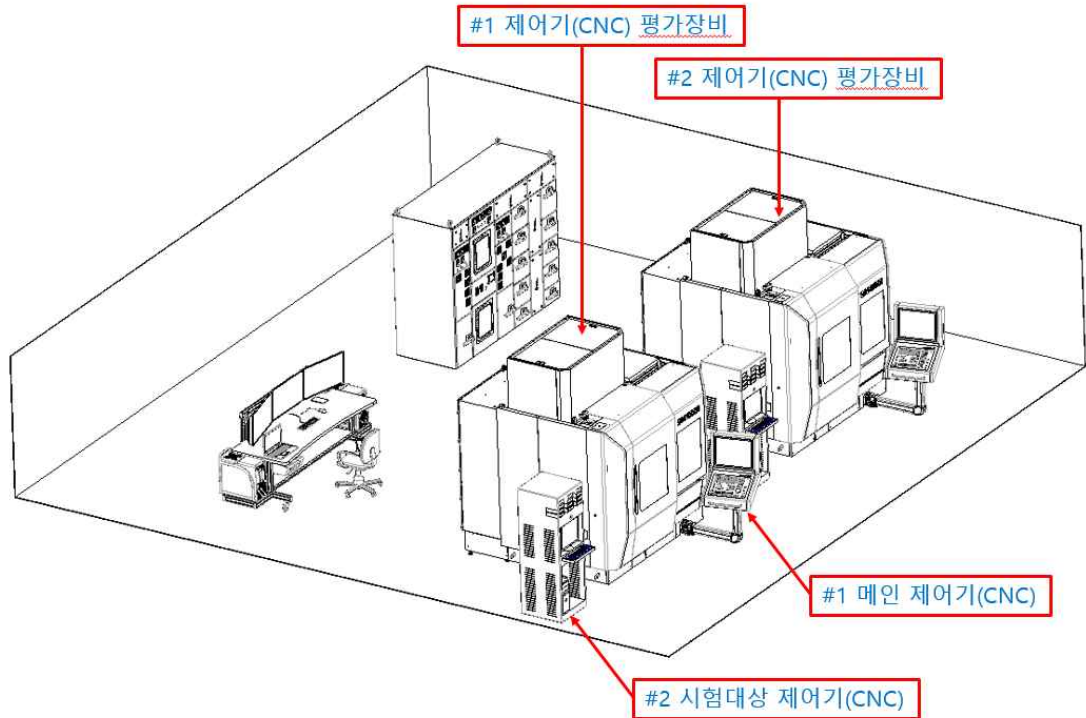
: 공작기계 시험 방법인 ISO-230(Test code for machine tools)을 적용하여

공작기계용 제어기(CNC)의 성능시험 및 비교시험

- 기계의 기하학적 정확정밀도 측정
- 수치제어에 의한 위치정밀도 측정
- 열적 효과 결정 측정
- 수치제어 공작기계의 원운동 시험
- 소음 측정
- 대각선 변위시험
- 회전축의 기하학적 정확정밀도 측정
- 진동 시험
- 국내 공작기계용 제어기(CNC)의 성능시험 및 비교 시험에 활용

나. 범위

1) 제작품 구성



다축(5축) 초정밀 공작기계용 제어기 신뢰성평가 장비는 다축(5축) 공작기계용 제어기(CNC)의 신뢰성평가 및 비교 평가를 위해 2개의 장비로 이루어지며, 각 장비는 기계시스템과 제어기(CNC) 제어반으로 구성되고, 제어기(CNC) 제어반은 메인 제어기(CNC)와 시험대상 제어기(CNC)를 선택하여 운용할 수 있어야 하며, 비교 시험 및 신뢰성평가를 위해 2대의 장비로 구성된다.

2) 구성품별 설명

- 기계시스템 : 다축(5축) 초정밀 가공을 위해 온도제어 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 의 냉각시스템이 적용된 일체형 본체 프레임으로 이송시스템의 정밀도와 반복성이 보장되어야 한다.
- 센서 및 계측시스템 : 다축(5축) 초정밀 가공을 위해 각 축의 진동 측정이 가능한 독립된 진동 측정시스템과 PXI bus type의 DAQ 계측시스템으로 데이터 측정 및 저장이 가능해야 한다.

- 제어시스템 : 다축(5축) 이송계 구동 드라이버를 포함한 메인 제어기(CNC)와 시험대상 제어기(CNC)를 선택하여 구동할 수 있어야 하며, 시험대상 제어기(CNC) 제어반에는 이송계 구동 드라이버를 포함해야 한다.
또한, 가공 정밀도 $0.1\ \mu\text{m}$ 이하, 표면조도 $Ra < 0.1$ 의 초정밀 가공이 가능해야 한다.
- 시험용 Jig 및 Accessories : 시험장비 성능확인에 필요한 시험가공 Jig 및 가공 공구류

3. 세부 제작 사양

가. 기계 매커니즘(공작기계)

- 1) 다축(5축) 초정밀 가공을 위해 진동과 온도 안정성을 위한 온도 $\pm 0.1\ ^\circ\text{C}$ 의 제어 냉각시스템이 적용된 일체형 본체 프레임을 적용할 것.
- 2) X/Y/Z축의 이송 매커니즘은 리니어 모션 모터 구동방식을 적용할 것.
 - 이송거리 (X/Y/Z축) : (600 x 250 x 400) mm 이상
 - 급속 이송속도 (X/Y/Z축) : 60m/min 이상
 - X/Y/Z축 제어 정밀도 : $0.1\ \mu\text{m}$ 이하
 - X/Y/Z축 스케일 분해능 : $0.01\ \mu\text{m}$ 이하
 - X/Y/Z축 리니어가이드 정밀도 : $2.0\ \mu\text{m}/1,000\ \text{mm}$, UP 등급 이상
- 3) A(B)/C축의 회전축은 다이렉트 드라이브 모터 구동방식을 적용할 것.
 - A(B) 축 회전각도 : $\pm 100^\circ$ 이상
 - A(B)/C축 제어 정밀도 : 0.001° 이하
 - C축 회전각도 : 무한회전
 - A(B)/C축 엔코더 분해능 : $\pm 2.5\ \text{arcsec}$ 이하
 - A(B)/C축의 모터 쿨링은 수냉식을 적용할 것
 - work table은 $\varnothing 200\ \text{mm}$ 이상
 - Spindle : 40,000 rpm 이상
 - 홀더 규격 : HSK-E40
- 4) 공구 길이 및 반경 측정용 비접촉식 레이저 공구 측정 적용할 것.

나. 제어부 및 2차 제어반(CNC)

1) 제어축 : 다축(5축) 동시제어 적용할 것.

- Linear Axis : X/Y/Z축
- Circular Axis : A(B)/C축

2) 메인 제어기 및 2차 제어기를 선택하여 시험 할 수 있도록 2차 제어반으로 메인 제어기 시스템과 동일한 드라이브 및 전장함을 구축 할 것.

(2차 제어기는 시험 대상으로 본 장비 구성에서 제외)

3) 메인 제어기는 Heidenhain TNC-640, Fanuc 30i Model-B 동급 이상

○ 구성 : Main Computer, Controller unit, 24" Monitor, Operating Panel

○ 저장 공간

- RAM : 4 GB 이상
- NC Program Memory : 32 GB 이상

○ Input Resolution

- Linear Axis : 0.01 μm 이상
- Circular Axis : 0.00001° 이상

○ Input Range

- Maximum 999,999,999 mm , 999,999,999° 이상
- Linear Axis : 3축
- Circular Axis : 2축

○ Block Processing Time : 0.5 ms 이하

○ Axis Feedback Control

- Position Controller Cycle Time : 100 μs 이하
- Speed Controller Cycle Time : 100 μs 이하
- Current Controller Cycle Time : 50 μs 이하

○ 3차원 터치 프로브 어플리케이션 포함

○ 충돌 모니터링 시스템 포함

○ 자동 5축 Geometry 보정기능 포함

4) 2차 제어기 제어반 구성

- 제어기를 제외한 전장기구부는 메인 제어기 시스템과 동일하게 구성할 것.
- 2차 제어기 제어반과 장비 본체와의 연결은 커넥터를 이용하여 전환가능하도록 구성 할 것.
- 메인 장비에 사용되는 모든 전원은 연결된 제어기 제어반에서 공급될 수 있도록 구성 할 것.
- 각 축 인버터 및 드라이브는 메인 제어기 시스템 사양과 동일한 것으로 구성 할 것.
- 2차 제어기 제어반 전장도면과 장비 인터페이스 관련 정보를 제공 할 것.

다. 진동측정 및 DAQ 장치

1) 진동측정 장치는 3채널 이상의 독립적인 측정 장치로 5축에 대하여 구성 할 것.

- Controller : Stand alone 방식, 3채널/축, 분해능 24 Bit 이상
 - Controller 5 EA, 총 15채널 이상
- 진동센서 : ICP type, 100 mV/g, 1 Hz to 4k Hz
- BNC-SMB cable

2) DAQ 장치는 PXI bus 방식의 PXI System으로 구성 할 것.

- PXI Controller
 - Processor : Intel i7 이상
 - RAM : 8 GB 이상
 - SSD : 200 GB 이상
 - PXI Chassis : 8 slot 이상, AC power supply
- PXI Module
 - Dynamic Signal Acquisition : 8 채널 이상, 분해능 24 Bit 이상
 - Analog Input : 16 채널, 분해능 16 Bit, 샘플링 200KS/s 이상
 - Analog Output : 8 채널, 분해능 16 Bit 이상
 - Terminal Block, Cable

라. 시험용 Jig 및 Accessories

- 각 장비의 가공 정밀도 성능확인을 위한 시험에 필요한 Jig 및 Accessories를 아래와 같이 공급 할 것.

No	품명	단위	수량
1	DIEBOLD 열박음 장치	EA	1
2	HSK-E40 Holder Ø12	EA	6
3	HSK-E40 Holder Ø10	EA	6
4	HSK-E40 Holder Ø8	EA	8
5	HSK-E40 Holder Ø6	EA	10
6	HSK-E40 Holder Ø4	EA	10
7	HSK-E40 ER20 Collet Holder	EA	2
8	ER20 Collet Ø10	EA	2
9	ER20 Collet Ø8	EA	2
10	ER20 Collet Ø6	EA	2
11	ER20 Collet Ø4	EA	2
12	ER20 Holder Wrench	EA	1
13	4날 Square 엔드밀(12x12x30x80)	EA	5
14	4날 Square 엔드밀(10x10x25x70)	EA	5
15	4날 Square 엔드밀(8x8x19x65)	EA	5
16	4날 Square 엔드밀(6x6x15x60)	EA	5
17	4날 Square 엔드밀(4x6x10x60)	EA	5
18	4날 Square 엔드밀(2x6x6x50)	EA	5
19	4날 Square 엔드밀(1x6x2.5x50)	EA	5
20	4날 Radius 엔드밀(12(r1)x12x30x110)	EA	10
21	4날 Radius 엔드밀(10(r1)x10x25x100)	EA	10
22	4날 Radius 엔드밀(8(r1)x8x20x100)	EA	15
23	4날 Radius 엔드밀(6(r0.5)x6x15x90)	EA	15
24	4날 Radius 엔드밀(4(r0.5)x6x10x70)	EA	10
25	4날 Radius 엔드밀(2(r0.2)x6x5x50)	EA	10
26	2날 Ball 엔드밀(8x8x14x100)	EA	10
27	2날 Ball 엔드밀(6x6x12x90)	EA	10
28	2날 Ball 엔드밀(4x6x8x70)	EA	10
29	2날 Ball 엔드밀(2x6x5x50)	EA	10
30	2날 Ball 엔드밀(1x6x2.5x50)	EA	10
31	PCDRB R1x5	EA	3
32	SSPB220 R1x4 or R1x5	EA	6
33	시험 소재 STAVAX(열처리연마 포함)	EA	5

4. 장비제작 제한 및 수행조건

장비 제작자는 다축(5축) 초정밀 공작기계의 특성 및 시험방법에 대한 지식을 충분히 갖춘, 직접 제작이 가능한 자로 한한다.

- 1) 장비 제작자는 계약체결 후 즉시 제작에 착수하여야 하며 계약체결 후 1개월 이내에 세부 제작도면을 포함한 제작 계획 및 일정 등 제반서류를 제출하여 승인을 득한 후 제작하여야 한다. 필요시 발주자는 작업의 진행과 품질을 감독한다.
- 2) 장비 제작자는 다축(5축) 초정밀 공작기계용 제어기 신뢰성평가 장비 제작과 관련하여 사업목적, 사양, 성능 등을 충분히 이해하고, 장비의 안전성과 시험결과의 정확성, 재현성 등 발주기관이 의도하는 목적 및 방향에 맞게 기획, 설계 및 제작 하여야 한다.
- 3) 장비 제작 중 발주기관이 인정하는 부득이한 사유로 인해 당초공정대로 수행이 어려운 경우에는 발주기관의 사전승인을 얻어 제작기간 등을 연장할 수 있다.
- 4) 장비 제작자가 제출한 자료가 장비 제작사양서에 명시된 규격에 미달된다고 발주기관이 판단하여 추가 보완을 요구할 경우, 장비 제작자는 납득할 만한 자료를 보완하여 제출하여야 하며, 이외 소요되는 모든 비용은 장비 제작자가 부담한다.
- 5) 장비 제작 결과, 장비 제작 사양서와 성능의 차이가 있을 경우 제작 금액의 조정 및 대금지급을 일부 유보할 수 있다.
- 6) 장비 제작 수행으로 인하여 장비 제작자가 제 3자에게 피해를 주었을 경우 장비 제작자가 책임지고 해결·보상하여야 한다.

5. 제작 시 고려사항

1) 일반사항

본 장비는 제작사양서에 따라 승인된 도면의 요건에 따라 제작 및 조립되어야 하며 장비의 설계 및 제작에 필요한 모든 사항은 업체에서 단독으로 결정하여 시행할 수 없다. 반드시 발주자와 승인을 받고 시행하여야 한다.

2) 시방 규정 및 표준규격

모든 규정, 규격은 장비의 Layout, Design, 제작, 검사, 설치 및 시운전의 전 과정에서 준수되어야 한다.

3) Layout

공급자는 발주자가 승인한 Layout에 따라 장비를 제작하여야 하며, 검사 및 유지보수가 용이하도록 충분히 고려하여 설계 및 제작하여야 한다.

4) 제작

공급자의 공장에서 제작된 장비를 완전 조립 후 발주자의 입회 하에 시운전을 시행하여야 한다. 공급자는 제작 중 검사를 위해 필요한 모든 기술문서를 제공하여야 한다. 기능검사는 발주 담당자의 입회 시험으로 수행된다.

5) 제작 중 감독 및 승인

- 제작 중과 제작 완료된 장비는 공급자가 발주 담당자 입회 하에 공장에서 성능시험 및 시운전을 실시하여 제작사양서의 내용과 부합하는지 확인한다.
- 시운전 완료 후 제품의 원활한 유지보수를 위해 유지보수 지침서, Spare Part List를 함께 제출한다.
- 성능검사 및 시운전 결과에 이상이 있는 경우에는 공급자는 공급자의 비용부담으로 이를 즉시 수정보완, 대체 혹은 재제작 하여야 하며 수정보완, 대체 혹은 재제작 여부는 발주자가 최종 결정한다.

6. 시험

○ 기능시험(공장 인수 검사)

공급자는 장비의 제작이 완료되면, 공급자의 공장에서 육안 및 기능시험(가공 테스트)을 실시한다.

- 육안검사 : 발주자의 승인된 도면과의 일치 여부 확인.
- 기능시험(가공 테스트) : 가공 테스트 수행 후, 가공 정밀도 확인.

7. 포장 및 운반

- 공급자는 운반 도중 적절치 못한 포장 또는 불완전한 보호조치로 인한 기자재 파손 및 손실에 대하여 모든 책임을 진다.
- 공급자는 장비의 운반에 영향을 받지 않도록 나무틀 등으로 충분한 보호를 하여야 한다.
- 공급자는 발주자가 원하는 장소, 위치에 운반 및 설치를 하여야 한다.

8. 품질보증 요건

- 공급자는 아래 사항에 대하여 품질을 보증해야 한다.
 - 사용 원자재 및 부품
 - 제품의 제작 품질, 특성, 기능 및 성능
- 공급자는 부품에 대한 재료요건 및 성능이 만족되도록 품질을 보증하여야 하며, 하자 발생 시 공급자 부담으로 요구하는 성능 및 품질이 만족되도록 보완, 수정하여야 한다.
- 성능 인수 검사 및 시운전 중에 이상이 있을 경우 공급자는 이를 공급자의 비용으로 보완해야 하고 승인 여부는 발주자가 최종 결정한다.
- 무상수리 하자 및 품질 보증기간은 발주자의 현장에서 시험 완료 후 12개월로 한다.
- 보증기간 중 결함이나 하자가 발생하면 공급자는 그 사실을 통보 받은 즉시 공급자의 비용으로 최단 시일 내에 보수 또는 대체해야 한다.

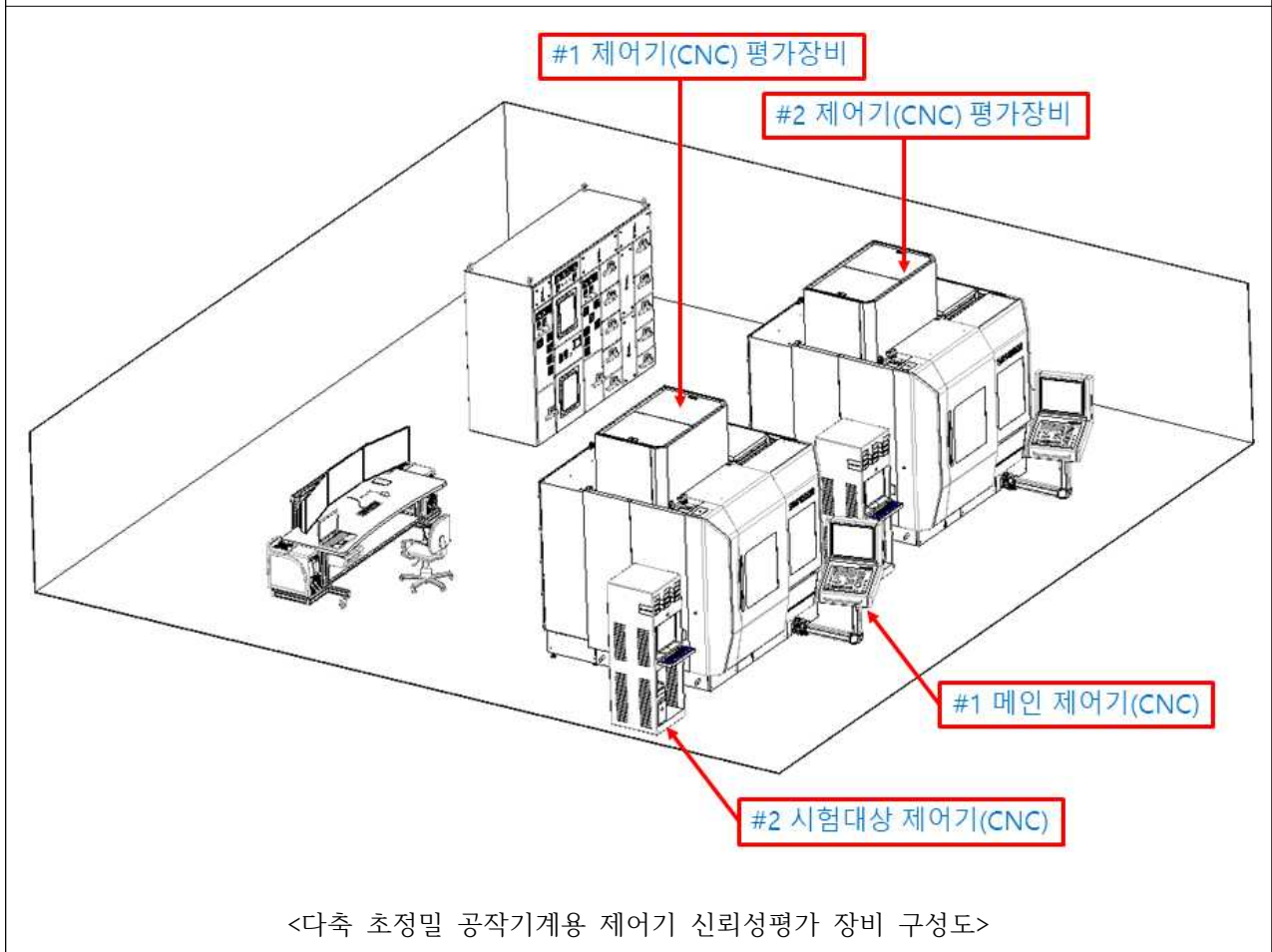
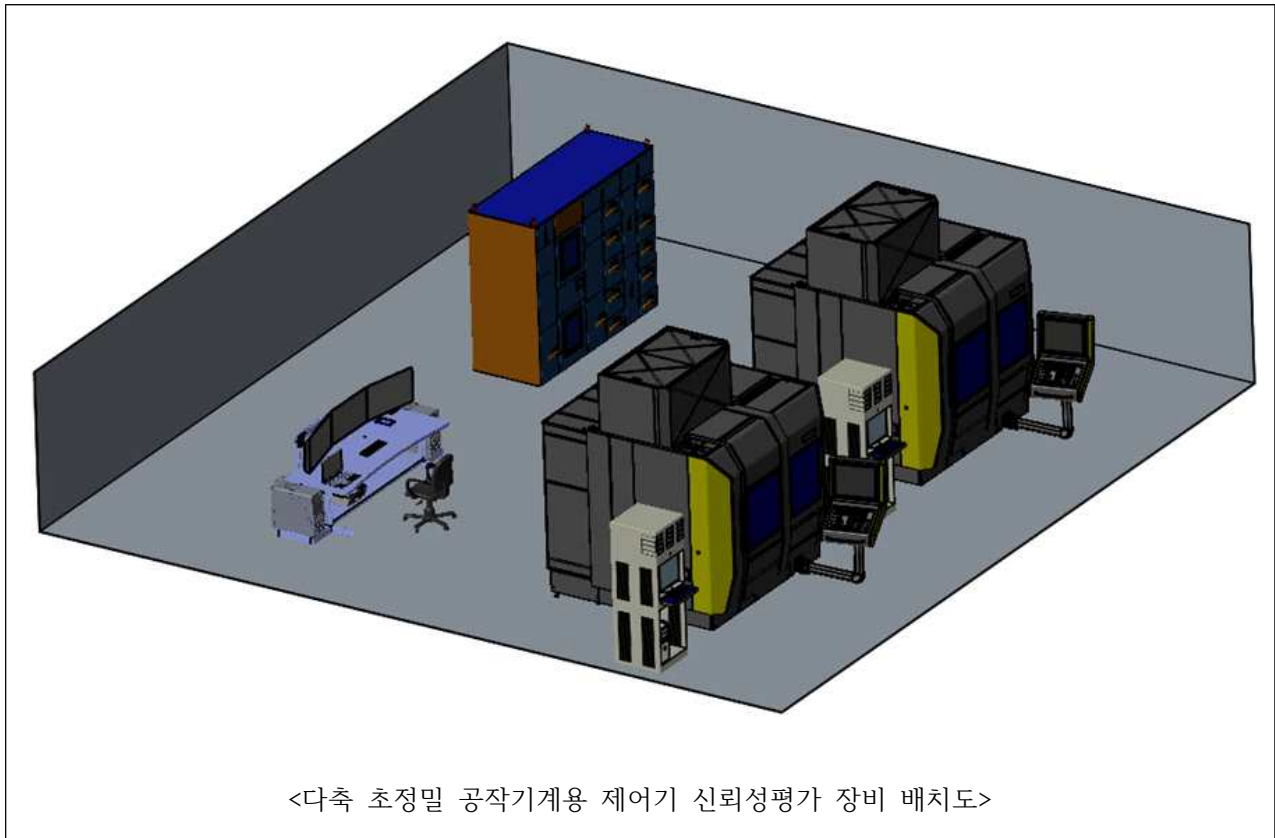
9. 특기사항

- 공급자는 계약 후 본 장비의 제작사양서를 충분히 검토 후 개선사항 및 미비점을 공동으로 검토할 수 있으며, 발주자의 승인을 득한 후 제작에 착수 할 수 있다.

10. 납품완료 요구일자

- 계약일로부터 3개월 이내

※ 다축(5축) 초정밀 공작기계용 제어기 신뢰성평가 장비 도면



○ 다축 초정밀 공작기계용 제어기 신뢰성평가 장비 도면

