

과 업 지 시 서

[기 술 시 방 서]

**NBI 전원 및 전원제어부 데이터 전송부 점검 및 부품
교체, 동작 시험**
**(NBI Bending Magnet Power supply 유지 보수 및 성능
시험)**

2024. 02.

한국핵융합에너지연구원

목 차

I . 개요	1
II . 과업수행 일반지침	3

개요

1. 과업 개요

가. 과업명

NBI Bending Magnet Power supply 유지보수 및 성능시험

나. 과업 대상

- Bending Magnet Power supply 유지보수(3 SET) 및 예비품(1 SET) 제작
 - ▷ Bending Magnet Power supply 제어기 해체 및 설치
 - ▷ Bending Magnet Power supply 제어 보드 제작(예비품 포함)
 - ▷ Bending Magnet Power supply rack 통신부품 교체
 - ▷ 제어부 DC 공급전원(SMPS) 교체
 - ▷ DC power supply stack 점검 및 수리
 - ▷ 기존 Bending Magnet power supply 구성품에 대한 수리 및 세정 후 재 납품

- 출력 성능 확인을 위한 시험 진행

다. 과업의 목적

- '23년도 KSTAR 플라즈마 캠페인 진행 중, Bending Magnet Power supply의 제어불능 현상 발생
- Bending Magnet Power supply의 제어부 점검 및 제어보드의 제작을 통해 Bending Magnet Power supply의 재가동
- Bending Magnet의 정상적인 동작을 통해 이온원에서 가속된 중성빔 입자를 TOKAMAK에 안정적으로 입사하고자 함
- 가속전압(G1 전압)에 따라 적용된 Bending Magnet의 전류 제어를 통하여 Beam Line component의 손상을 주지 않고 빔인출의 과정이 필요함
- NBI Bending Magnet Power supply rack 내부의 노후 소자의 점검 및 교

체 작업

- Rack의 FAN 및 장치 간 cable의 점검 후 교체 작업
- Rack 내부의 DC 공급전원(SMPS)의 점검 및 교체 작업
- 안정적인 제어를 위해 KFE에서 사급한 통신부품(ETOS-150XP) 교체 설치 및 시험
- 전원장치의 유지보수 후 정상동작 확인을 위한 시운전 수행
- Bending Magnet의 안정적인 전류 제어와 빔인출 중 발생 할 수 있는 이상 상태에 대한 장치보호를 위해 전원장치 제어 보드 및 DC 전원 입력장치 (SMPS)등의 장치를 점검 후 노후된 소자 및 장치 교체 설치를 통한 안정성을 확보하고자 함
- Bending Magnet DC power supply stack의 전체적인 점검 및 수리를 통한 정상동작 상태를 확보함으로써 안정적인 빔인출을 하고자 함
- 기존의 제어 보드 및 제어 rack 구성 부품의 수리를 통하여 Bending Magnet power supply의 제어기 및 전원장치 부품의 예비품 확보

라. 과업 기간

계약일로부터 10개월 이내 완료

※ 용역기간과 일정은 우리 연구소의 사정에 따라 변경될 수 있음



과업수행 지침

1. 적용범위

본 과업지시서는 한국핵융합에너지연구원의 “NBI Bending Magnet Power supply 유지보수 및 성능시험”에 관련된 일체의 사항에 적용한다. 이하 한국핵융합에너지연구원을“갑”이라 하고 용역업체를“을”이라고 하며 아래의 사항을 적용한다.

가. 제작 항목과 구매 항목, 그리고 설치 및 점검, 시험 절차에 대해“갑”과 협의 후 확립한다.

나. 제작 및 설치절차가 확립되면 제작도면 및 제작방안, 설치 후 시험 방안을 검토한 후, 그 결과에 대해 “갑”에게 보고 후 및 승인 받도록 한다.

다. 제작 상황과 설치 및 점검, 시험 결과를 정리하여 제출한다.

라. 기타 특이사항이 있는 시 “갑”에게 보고 후 처리한다.

마. 제작 및 점검 수리 항목

- Bending Magnet Power supply 3 SET의 제어부 및 DC power supply stack 수리 및 제작

- 1) Bending Magnet Power supply 제어 보드

- ▷ Mother Board(DSP4K-VER3)

- ▷ DSP Board(DSP4KBM-VER2)

- ▷ 광신호 변환 board(FIO8-VER0)

- 2) 제어렉 노후 소자 및 장치 교체 설치

- ▷ Cooling FAN

- ▷ Fuse 및 제어기 SMPS, CHMC, ETOS(KFE 사급)

- ▷ Filter 및 Snubber circuit

- ▷ Relay, IGBT, Diode 등 소자류

- 3) Board 및 장치 간 Cable류

4) Bending Magnet DC power supply stack 정밀점검

- ▷ Power supply stack 내부 소자의 동작 상태 확인
- ▷ 점검 결과에 따라 내부 소자의 교체 및 수리 진행
- ▷ Stack 내부의 육안상 점검결과 및 성능시험 결과보고서를 바탕으로 ‘갑’과 논의하여 수리방안 및 교체방안을 논의한다.

- Bending Magnet Power supply 제어보드 예비품 1 SET를 제작한다.

바. 기존 Bending Magnet Power supply의 제어 보드 및 장구류의 수리 후 상태 및 성능을 확인하여 “갑”에게 보고하고, 사용가능 부품 및 board는 수리 후 세정하여 “갑”에게 재 납품한다.

바. Bending Magnet Power supply의 제어 보드 및 DC power supply의 점검 수리 및 성능 시험은 2024년 KSTAR Campaign(24년 6월부터 campaign 시작) 시작 전에 수행 완료 되어야 하며, Campaign 기간 중 과업대상인 전원장치의 동작 상태 monitoring 및 이상상태에 대한 대응을 한다.

사. 과업기간동안 예비품의 제작 및 과업대상인 전원장치의 유지보수를 진행한다.

2. 일반지침

가. 일반적 의무사항

- 1) “을”은 제작과정에서 감독관이나 감독관의 위임을 받은 “갑”측 직원의 지시 내용에 따라 신속, 정확하게 시험을 수행하여야 한다.
- 2) 용역업체로 선정된 “을”은 그 지위를 제3자에게 양도할 수 없다.

나. 관계법규 등 적용

- 1) 과업은 관계법규를 준수하여 계약하고, 용역계약 일반조건(계약 예규), 용역계약 특수조건 및 과업지시서에 따라 수행하는 것을 원칙으로 하되 “갑”과 “을” 쌍방 합의로 이행하도록 한다.
- 2) 과업 수행 중에 나타나는 문제점과 과업 내용 등에 관하여는 수시로 “갑”측 감독관과 협의하여야 하며, 본 과업지시서에 명

시되지 않은 사항이라도 필요하다고 인정되는 경우에는 “갑”과 협의하여 결정한다.

- 3) 본 용역의 수행 중 예측하지 못한 추가업무가 발생하거나 용역수행이 완료된 후라도 용역수행과 관련된 추가업무의 요청이 있으면 장비의 성능확보를 위한 범위에서 응하여야 한다.

3. 과업 사항

가. 세부 규격

- 1) NBI Bending Magnet 전원장치의 제어부 점검 및 설치(3 SET)
 - Bending Magnet 전원장치(A/B/C set) 제어기 점검
 - 동작 불능 상태에 대한 분석 및 조치 방안
 - 제어보드의 신규제작 및 프로그램 설치 후 제어렉 설치
 - 해체 분리된 전원제어부는 정밀 점검 및 원인 분석 진행
- 2) NBI Bending Magnet 전원장치의 제어렉 점검 및 수리(3 SET)
 - 제어렉 내부의 노후 부품 및 케이블의 점검
 - SMPS 및 제어렉 구성 보드류 및 relay등의 교체 및 수리
 - 제어렉 냉각을 위한 FAN 교체
 - Board 및 장치간 연결 케이블 교체
 - 교체 설치되는 ETOS(ETOS-150XP)는 KFE에서 사급하며, 설치 후 성능시험을 진행한다.
- 3) NBI Bending Magnet 전원장치 렉 내부 부품 수리 및 성능 시험 진행(3 SET)
 - 렉 내부 기존 부품의 해체 후 각 부품의 성능 확인 작업 진행
 - DC power supply stack의 개별 점검 및 수리 진행
 - 정상동작 및 수리가능 물품에 대해 성능확인 결과에 따라 수리 후 납품
 - 교체 및 수리가 완료된 Bending Magnet 전원장치의 성능 확인 시험은 정상적인 출력을 확인하며 운전 조건은 KFE 담당

자와 협의 후 진행



<그림 1. NBI Bending Magnet Power supply Rack>



<그림 2. NBI Bending Magnet Power supply Rack 후면 전원 제어부>

4) Bending Magnet 전원장치 제어기 예비품 제작(1 SET)

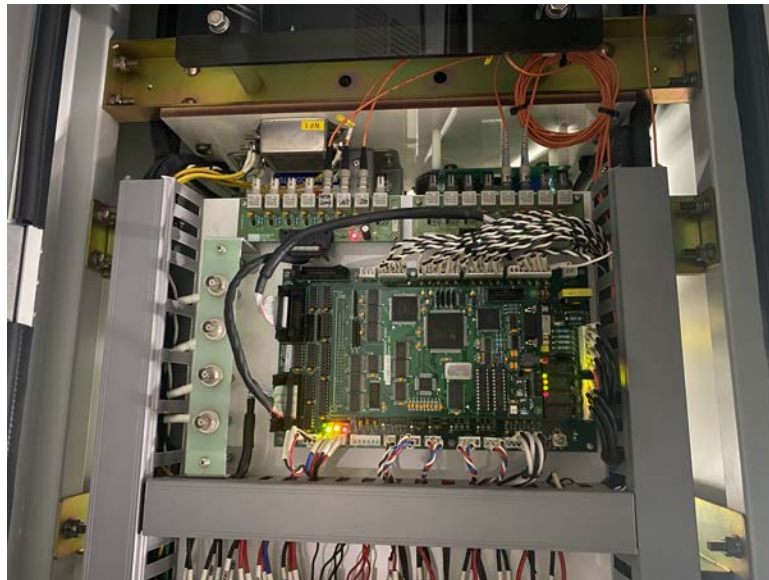
- 예비품 제작시 포함 사항

DSP4K CONTROL/MOTHER PCB board

광변환 board

Snubber PCB board

- 제작 board 별 gate 동작시험 수행 및 보고서 작성
- 제어 board 제작 후 연동운전 필수



<그림 2. Bending Magnet Power supply Control board part>

5) NBI Arc Power supply Gain 조정

- 현재 NBI Arc Power supply에 설정된 P/I gain의 확인
- Dummy load를 이용한 P/I Gain tuning
Dummy load 연결시 이온원의 Arc plasma load에 대해서는 ‘갑’과 논의 후 결정하여 진행한다.
- Arc power supply의 rising time은 ‘갑’과 논의 후 필요 rising time(약 4ms이내)내에 수행 될 수 있도록 tuning 한다.
- 실부하(NBI IS) 연결 후 정상 Arc discharge에서 rising time을

확인한다.

나. 확인 및 검수

본 과업에 관한 확인 및 검수는 “갑”의 부서책임자 및 실무책임자가 확인하고 “을”이 용역완료계를 제출하여 승인받는 것으로 검수한다. 상기 수행되는 과업은 2024년 KSTAR Campaign이 시작되기 전인 24년 6월 이전에 점검수리 및 성능시험이 완료되어야 하며, campaign 기간 중 과업 대상인 전원장치의 monitoring 및 event 대응이 이루어져야 한다.

다. 기타

본 과업지시서를 이행하면서 당사자 간에 해석상의 차이가 있을 때는 “갑”의 해석에 따르고 이 과업지시서에 규정하지 않은 사항은 “갑”이 정하는 바에 따른다.

5. 용역 결과물

- 1) 용역결과보고서
- 2) NBI Bending Magnet power supply Control board 예비품
- 3) 수리 및 세정된 기존 Bending Magnet power supply 부품

안전·보건에 관한 사항

- **(안전보건교육)** 발주기관은 계약상대자가 요청할 경우 계약상대자 소속 근로자의 안전보건 교육에 필요한 장소 제공, 자료 제공 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- **(위험성평가)** 계약상대자는 작업 시작 전에 위험성평가를 실시한 후 미리 위험성을 감소시키고, 그 결과를 발주기관 감독원에게 확인받아야 한다.
- **(안전보건 점검)** 계약상대자는 발주기관이 실시하는 작업장 순회점검, 안전보건 시정요구에 적극 협조하여야 한다.
- **(위생시설 등의 협조)** 발주기관은 계약상대자 소속 근로자의 건강을 보호하기 위하여 위생시설을 제공하거나 자신의 위생시설을 이용할 수 있도록 적절한 협조를 하여야 한다.
- **(안전보건 법령 준수)** 계약상대자는 산업재해 예방과 근로자의 건강관리를 위하여 산업안전보건법과 발주기관의 안전관리규정을 준수하고, 의무와 책임을 성실히 이행해야 한다.
- **(안전보건정보 제공)** 발주기관은 유해·위험 물질 및 설비의 작업을 실시하고자 할 때, 해당 작업의 안전보건에 관한 정보(유해물질의 명칭·유해성·유해성, 안전보건상의 주의사항, 사고 발생시 필요한 조치 등)를 작업이 시작되기 전까지 제공하여야 하며, 해당 근로자가 제공된 정보에 따라 필요한 조치를 받고 있는지 발주기관은 확인하여야 한다.

- (공사기간 등 준수-공사계약에 한함) 계약상대자가 안전보건 확보를 위해 공법 변경, 가시설 설계의 보강 등을 요청할 경우 발주기관은 이에 적극 협조하여야 하며, 이에 따라 증가된 비용에 대해서 계약금액에 반영하여야 한다.
- (공사 기간의 연장) 폭염, 한파 등의 사유로 안전보건상 계약이행이 어려울 경우 산업재해 예방을 위하여 계약기간을 요청하는 경우에는 특별한 사유가 없으면 계약기간을 연장하여야 한다.