	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 1/72

제 목 : NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체







개정 이력


개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2018. 10. 12.	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체를 위한 최초발행

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	통합설비기술팀/담당	임 동 석		'18. 10. 12.
검 토	통합설비기술팀/담당	김 영 진		'18.10.15
검 토	통합설비기술팀/담당	김 정 수		'18.10.15
검 토	통합설비기술팀/담당	정 남 용		'18.10.15
검 토	통합설비기술팀/팀장	김 상 태		'18.10.15
승 인	토카막장치기술부/부장	박 갑 래		2018.10.15

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 1/72

제 목 : NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체

개정 이력


개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2018. 10. 12.	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체를 위한 최초발행

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	통합설비기술팀/담당	임 동 석		
검 토	통합설비기술팀/담당	김 영 진		
검 토	통합설비기술팀/담당	김 정 수		
검 토	통합설비기술팀/담당	정 남 용		
검 토	통합설비기술팀/팀장	김 상 태		
승 인	토카막장치기술부/부장	박 갑 래		

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 2/72

목 차

1. 총 칙	3
2. 기술사양서	12
3. 배관작업	19
4. 용접작업	28
5. 도장작업	47
6. 보온작업	58
7. 시험 및 검사	62
8. 잡철물 제작설치	69

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 3/72

1. 총칙

1.1. 개요

국가핵융합연구소(이하 NFRI)에서 운영 중인 Loop 11. NBI-1 냉각수설비의 메인펌프 교체를 위한 기술사양 및 모든 공정(설계, 제작, 운반, 설치, 시험 및 검사, 품질보증)의 수행에 필요한 전반적인 요구사항을 규정한다. 다만, 본 시방서는 기본적인 기술요건을 명시한 것이므로 상세한 규격은 설계도서를 준용한다.

1.1.1. 제목

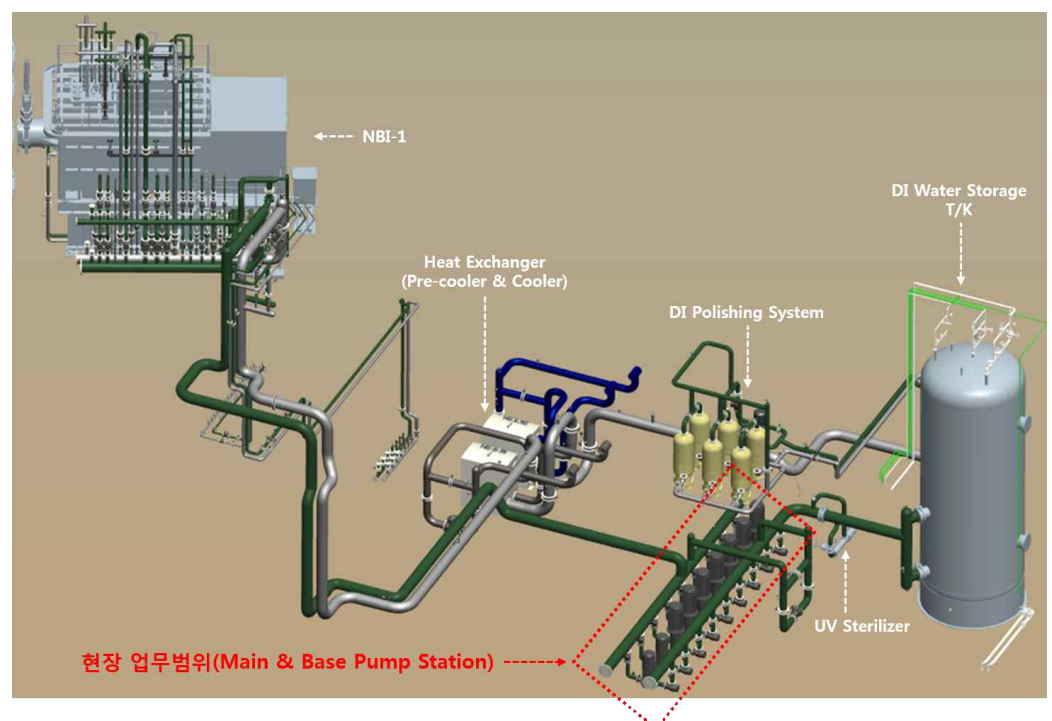
NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체

1.1.2. 위치

대전광역시 유성구 과학로 169-148 국가핵융합연구소 내

1.1.3. 적용범위

본 시방서에 명기된 NBI-1 냉각수설비의 메인펌프 교체와 관련하여 메인펌프 및 부대설비의 철거, 설계, 제작, 현장설치는 발주도서에 명시된 사항에 대하여 적용한다.



	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 4/72

- 1) 기존설비 철거 : NBI-1 펌프시스템의 철거 범위는 DWP111A/B/C/D/E/F 메인펌프 6대(입형 편흡입)와 부대설비(150A 석션디퓨저, 125A 컨트롤체크밸브, 밸브 & 게이지 류, support 등), 배관 400A DIS/R 메인헤더 등이다.
- 2) 기존설비 이설 : DWP112A/B 베이스펌프 2대와 DWP111A/B/C/D/E/F 6대 및 DWP112A/B 2대의 전원케이블을 이설한다.
- 3) 신규설비 설치 : KPV4012 모델 DWP111A/B/C/D/E/F 메인펌프 6대(입형 양흡입) 및 부대설비(125A 석션디퓨저 & 100A 컨트롤체크밸브, 게이지 류, support 등), 400A 메인헤더(DIS/DIR) 등이다.
- 4) NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 준공도면은 기존 NBI-1 1단계 및 3단계 1차 증설공사의 도면이 최종 up-grade된 “NBI-1 냉각수설비 냉각수저장탱크 제작 및 설치” 준공도면에 변경된 Equipment Schedule, Piping Plan, P&ID, ISO 등을 붙임하고, 펌프 교체가 반영된 최종 도면(2D Auto CAD, 3차원 형상 도면 Pro/Engineer)은 기록매체(CD-ROM)에 수록하여 제출한다.
- 5) NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 제작설치, 시운전, 관련인허가 등으로 최종 펌프시스템의 적용 운전에 필요한 모든 부분의 제작과 설치공정에 필요한 부수적인 부분을 포함한다.
- 6) 기타 세부적인 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 업무범위 및 사양은 본 시방서의 “2. 기술사양서” 내용을 참조한다.

1.2. 일반 공통사항

1.2.1. 일반사항

1) 관계법규 및 인허가사항

- 모든 작업은 관계법규(조례 및 규칙포함)를 준수하여 시공하고, 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 수반하여 발생하는 모든 운반비용뿐만 아니라 반입되는 모든 장비의 각종 통관 및 인허가업무는 공급자가 이행해야하며, 소요되는 비용은 공급자가 전면 부담하여야 한다.

2) 적용 및 우선

- 모든 작업은 설계도면 및 본 시방서에 준하여 시공하며, 서로 상이한 부분이 있을 때에는 감독원의 지시에 따른다.
- 시방서, 설계도면 및 내역서 중 어느 한 도서에서라도 표기되어 있는 사항은 시공하여야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 5/72

- 시방서 및 설계도면의 표기방법이 불명확하거나 이의가 생겼을 때에는 산업설비관련 국가표준시방서, 한국산업규격 관계법규 및 조례 등을 준용하며, 해석상의 이의가 발생할 경우에 감독원의 해석에 따라야 한다.
- 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체는 설치 및 시험 등을 포함한다.
- 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 대한 설계도서가 관계법령과 상이한 부분이 있을 경우에는 관계 법령에 따라 시공해야 하며, 설치기간 중 관계법령이 개정된 때에는 개정된 법령에 따라 설계 변경하여야 한다.

1.2.2. 용어의 정의

- 1) 본 시방서에서 “발주자”라 함은 국가핵융합연구소(NFRI)를 말한다.
- 2) 본 시방서에서 “공급자”라 함은 국가핵융합연구소와 계약을 체결한 계약상대자(공급자, 도급자, 시공사)를 말한다.
- 3) 본 시방서에서 “감독원”이라 함은 발주자가 지명한 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 관리 감독자를 말한다.

1.2.3. NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 시행

- 1) 모든 작업은 제반설비가 충분하고, 만족스러운 기능을 발휘하도록 확실하게 시공하고, 명시되지 않은 경우일지라도 제작 및 설치를 위한 내용상 당연히 필요하다고 판단되는 사항은 공급자 책임으로 성실히 시공하여야 한다.
- 2) 공급자는 착공 전에 공정표 및 세부시공계획서, 기술인력 현황 및 기술자의 인적 사항을 감독원에게 제출해야하고, 현장대리인은 상주하여 제반 공정 관리 및 안전관리에 책임을 다하여야 한다.
 - 전체공정계획표(막대식)
 - 시공도작성 및 승인신청계획서
 - 자재사용 및 제작도 승인신청 일정계획서
 - 자재 검수 및 반입, 설치 일정계획서
 - 설치 검수 및 시운전 일정계획서
 - 기타 감독원이 요구하는 내용
- 3) 공급자는 제작 및 설치 시행 전 관계설비의 계통을 숙지하고, 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체와 관계되는 해당 관공서의 법규에 따라서 제반설비가 그 기능을 완전히 발휘할 수 있도록 성실히 시공하여야 한다.
- 4) 공급자는 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체 중 감독원이 시공의 부실 또는 부정이라 인정할 시 감독원의 지시에 따라 즉시 재시공 또는 보수하여야

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 6/72

한다.

- 5) 공급자는 설계도면, 시방서 및 내역서에 명시되지 않은 사항일지라도 시공상, 구조상, 외관상, 기능상 당연히 필요한 사항 또는 법령에 규제된 사항은 감독원 지시에 따라 보완 시공하여야 한다.
- 6) 제작 또는 시공상 필요한 도면은 착수 전 시공도 및 제작도를 작성하여 감독원의 승인을 받고 시공 또는 제작하여야 한다.
- 7) 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체를 위한 현장사무소 및 창고 등 필요한 가설물을 설치할 경우 설치장소, 방법 등 제반사항은 감독원의 지시에 따른다.
- 8) 화기를 사용하는 장소, 인화성 재료의 저장소 등은 될 수 있는 한 건축물 또는 관계법규에 따라 방화구조 또는 불연재를 사용하고 소화기를 비치한다.
- 9) 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체는 모든 기능시험을 완료하여 감독원의 준공검사 완료 확인 시점을 준공으로 본다.
- 10) 시공 후에 검사가 불가능하거나, 감독원이 지시하는 개소에는 천연색 사진을 촬영하여 감독원의 확인을 받은 후 보관하여 준공 시에 제출하여야 한다.
- 11) 작업용 및 시험용 전력, 용수, 배수 등 임시 가설작업에 필요한 설비는 작업의 진행에 지장이 없도록 도급자가 시행하여야 한다.

1.2.4.

사용자재 및 기기

1) 재료, 기기의 요청 및 승인

- 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 사용되는 모든 제작도면, 시공도면, 장비 및 기자재는 감독원의 승인을 받아야 한다.
- 공급자는 1)항에 기재된 승인요청 계획을 작성, 감독과 협의 승인을 받아야 한다.
- 1)항에 명시된 승인요청은 지정된 양식에 감독원이 요구하는 자료, 시험성적표 및 성능보증서, 견본 등을 명기하여 승인 소요기간을 감안한 현장반입기간 전까지 감독원에 제출해야 하고, 감독원은 별다른 사유가 없는 한 그 결과를 통보하여야 한다.
- 공급자는 승인된 자재의 견본 및 자료를 별도의 장소에 분리, 보관 관리하여야 하고, 감독원의 승인이 없이 폐기 또는 사용하여서는 안 된다.

2) 기기 및 재료

- 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 사용되는 기자재는 KS(한국산업규

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 7/72

격)규격의 신품을 원칙으로 하고, KS 규격이 없는 것은 ASTM, JIS 등에 준하되 특별히 지정되지 않은 것은 감독원과 협의, 승인을 받아 사용해야 한다.

- 기기에는 제조자, 제품번호, 제조 년/월/일, 형식 및 용량 등을 표시한 명판을 부착하여야 한다.
- 모든 열사용 기자재는 에너지이용합리화법에 의한 등록업체 제품으로 한다.

1.2.5. 시험 및 검사

1) 일반사항


- 시험 및 검사의 방법은 관계법규, 한국산업규격 및 기타 준용기준이 있을 때에는 그것에 따른다.
- 관공서 또는 공인기관의 시험 및 검사를 필요로 하는 것은 그 시험 및 검사에 합격하여야 한다.

2) 시험 및 검사방법

- 공정 중 특기사항에 명시되었거나, 각 작업의 공정에 따라서 감독원이 지시하는 단계에서는 반드시 기기, 재료, 시공에 대한 시험 및 검사를 행한다. 다만, 제조회사들의 공인기관 검정 시험성적서 및 검사증 등에 의해 인정된 것, 또는 감독원이 승인하는 경미한 사항에 대하여는 시험 및 검사를 생략할 수 있다.
- 공급자는 시험 및 검사양식에 의거하여 시험 및 검사할 부분에 대하여 24시간 전에 시험내용, 장소, 시간, 기술, 특기사항 등을 명기하여 제출하여야 한다.

1.2.6. 시운전과 조정

- 1) 모든 작업의 완료시에는 장비, 기기별 성능검사 양식을 작성 협의 후 시운전과 조정계획을 수립하여 감독원에게 보고하여야 하며, 그 결과를 보고서로 제출해야 한다.
- 2) 시운전과 조정은 부하특성 및 운전조건에 적합한 시기 또는 조건을 조성하여 각각 시행계획을 수립하여 실시하여야 한다.
- 3) 조정에 필요한 기기, 기구 등은 작업 시에 예측하여 사전에 설치하고, 시험 장비는 공급자가 반입하고 시운전 종료 시 반출한다.
- 4) 용접작업 및 시운전시 소요되는 유틸리티(전력, 용수, 압축공기)는 발주자가 공급하고, 시운전에 필요한 소모품 및 약품류 등은 공급자가 공급하여야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 8/72

1.2.7. 뒷정리

작업자는 매일 일과 종료 후 현장정리를 철저히 하고 관계자의 확인 후 일을 종료하며, 공정별로 청소를 시행한다.

1.2.8. 인계인수

1) 준공검사 후에는 각종 관계도서, 시험성적서 및 검사증을 감독원에게 인계하여야 한다.

2) 주요기기 또는 필요한 개소에는 안전수칙 및 각종표찰을 부착하여 관리요원으로 하여금 안전 및 관리에 만전을 기하도록 하여야 한다.

3) 각 기계실 노출배관에는 종류별로 방향표시(identification) 및 칼라 코딩(color coding)을 부착하되 크기, 재질 및 위치는 감독원의 승인을 득한 후 부착하여야 한다.

4) 각종 장비에는 명판을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 부착하여야 한다.

1.2.9. 보양

제조업체에서 제작된 장비 및 자재는 현장 반입 후 공급자가 책임을 갖고 관리하여야 하며, 정해진 장소에 보관하고 먼지 등에 오염되지 않도록 보양하여야 한다.

1.3. 제출문서

1.3.1. 적용범위


1) 본 시방은 공급자가 NFRI에게 제출해야 할 각종 서류, 도면 및 품질증빙서류 등에 대한 세부요건을 규정한다.

2) 계약서 본문에 규정된 요건은 본 시방서에 기술된 내용에 우선하여 공급자에게 적용한다. 만일, 본 시방서와 계약서 본문내용이 상호 불일치하거나 불명확한 내용이 있을 경우에 공급자는 발주자에게 통보하여 명확한 해석을 받은 후 이행하여야 한다.

1.3.2. 일반요건

1) (공급자 의무) 공급자는 본 시방서에서 정하는 대로 계약 이행을 위한 각종 서류 및 도면을 발주자에게 제출하여야 한다.

2) (서류품질) 공급자가 제출하는 서류 및 도면은 정상적인 육안으로 판독이 가능할 수 있도록 작성 또는 복사상태가 양호해야 하며, 재복사 또는 전자매체 제작 등이 가능한 상태의 품질이 유지되어야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 9/72

- 3) (발주자의 검토) 공급자가 제출하는 서류 및 도면은 계약요건에 따라 업무에 적용하기 전에 발주자의 검토를 받아야 한다.
- 4) (서류식별) 공급자가 제출하는 서류에는 서류명칭, 서류번호, 개정번호, 작성일자 등이 명확하게 기재되어야 하며 서류의 각 면마다 서류번호, 개정번호, 페이지가 표시되어야 한다.
- 5) (서류번호) 계약서요건에 발주자가 제시한 서류분류번호 부여방법이 있을 경우 공급자는 이를 준수해야 한다.
- 6) (서류승인) 공급자가 제출하는 모든 서류에는 작성, 검토, 승인권자의 소속, 직책, 성명, 서명, 일자 등이 포함되어야 한다.

1.3.3. 서류 및 도면의 제출(협의 후 결정)

- 1) 공급자는 제작사양서 접수 후 아래에 명기된 사항이 포함된 제작 추진방안 및 추진일정을 제출하여야 한다.
 - 설계, 제작 및 품질관리 방안
 - 추진 인력 편성표(인원, 경력 등)
 - 제작 공정표
 - 기타 관련 자료
- 2) 제작 전 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작도
 - 검사 및 시험 절차서
 - 제작절차서(제작절차, 용접절차, 세정절차, 표면처리절차 등)
 - 검사 및 시험 계획서(ITP)
 - 포장 및 운송절차서
 - 설치 절차서
- 3) 제작 기간 중 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작공정에 대한 검사 및 시험 성적서
 - 주요공정의 제작 진행상황 사진
 - 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서
 - 부적합 보고서
- 4) 매주 주간 진척사항 및 업무진행 상황을 문서로 작성하여 제출한다.
- 5) 완료 시 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작도면(hard copy, 전자화일)

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 10/72

- 제작절차서(제작절차, 용접절차, 세정절차, 표면처리절차 등)
- 검사 및 시험 절차서
- 검사 및 시험 계획서(ITP)
- 검사 및 시험 성적서
- 설치 절차서
- 주요공정의 제작 진행상황 자료
- 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서
- 부적합 보고서
- 준공도서[준공보고서 5부, 준공내역서 5부, A3(도면) 5부, A4 책자(도면) 5부, CD-ROM 5매(CAD-A3/PDF)] 및 기타

6) 자료 제출 일정

- 제작 추진방안 및 추진일정 자료 : 계약 후 20일 이내
- 제작 전 제출자료 : 계약 후 1개월 이내
- 제작 중 제출자료 : 협의 후 결정
- 완료 시 제출자료 : 설치완료 검사 후 제출

7) (자체검토, 승인) 공급자가 발주자에게 제출하는 모든 서류 및 도면(2D 도면 Auto CAD 2009LT 작성, 3차원 형상 도면 Pro/Engineer 작성)은 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증계획서에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 공급자가 자체승인하지 아니한 서류가 발주자에게 제출되어서는 안 된다.


8) (용지사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.

9) (전자매체의 사용) 발주자의 요청에 따라 전자매체를 이용한 서류를 제출하는 경우, 이 전자매체는 관리기준이 수립, 운영된 것이어야 하며 검색가능, 복사가능, 재생가능, 이중보관 등의 품질 요건이 충족되어야 한다.

10) (제출) 공급자는 서류 송부전을 사용하여 서류 및 도면을 발주자에게 제출하여야 한다.

11) (재고기록) 공급자는 발주자가 제공한 품목의 물량에 대한 재고기록을 유지하고, 발주자의 요청 시 재고기록보고서를 발주자에게 서면으로 제출하여야 한다.

1.3.4. 기록매체 제작 및 검사요건

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 11/72

- 1) 기록매체(CD-ROM 등)에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)는 전자파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.
- 2) CD-ROM에 수록할 경우 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(file name) 등을 동일하게 부여하여 수록하여야 한다.
- 3) 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 NFRI 전산시스템에 등록 가능한 형태의 자료이어야 한다.
- 4) (기록검사) 공급자가 제출한 전자매체에 수록된 기록물은 발주자의 내부 기준(수량검사 및 파일수록 상태검사, 화질검사, 검색 연동성검사 및 외관검사, 표준색인 목록검사 등)에 따라 별도의 인수검사를 하여 전자매체 및 수록된 기록물의 품질이 불량하다고 판정될 때에는 인수를 거절할 수 있다.

1.3.5.

품질증빙서류

- 1) (제출요건) 공급자는 모든 작업이 완료되고 품질보증계획서의 요건에 따라 제품을 공급함을 보증하는 품질증빙서류를 발주자에게 제출하여야 한다.
- 2) (품질증빙서류의 종류) 일반적으로 품질증빙서류는 다음과 같다.
 - 품질보증확인서(Certificate of Compliance)
 - 품질증빙서류 목록(QVDL, Quality Verification Document List)
 - 자재/부품 목록 [재료시험성적서 또는 재료확인서(Certificate of Compliance) 포함]
 - 제작 중 발생된 각종 시험, 검사보고서
 - 특수 작업(용접, 비파괴검사, 세정) 기록
 - 부적합보고서(NCR), 시정조치요구서, 공급자 불일치사항 처리요청서(SDDR)종결분
 - 최종 제작도면(Final Fabrication Drawing)
 - 일반규격품 적합성 인증서(Certification of Conformance for CGI Dedication)
 - 기타 품질검사계획에 의거 요구되는 서류(공정별 절차서)
- 3) (편철) 품질증빙서류는 편철, 색인, 페이지 부여 등에 있어 찾아보기에 불편함이 없어야 하며 공급자의 책임자가 그 앞 페이지에 최종검토, 확인서명을 해야 한다.
- 4) (식별) 품질증빙서류의 바인더 앞표지에는 품목 WBS, 계약번호, 계약명, 기기명, 공급자 등의 필요한 식별표시가 되어야 한다.
- 5) (제출 서류의 소유권) 공급자가 발주자에게 제출한 서류 및 도면은 발주자의 소유이며 공급자는 제출한 서류 또는 도면의 반환을 요구할 수 없다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 12/72

2. 기술사양서

2.1. 업무범위

2.1.1. 업무범위 및 내용

“NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체”의 업무 범위는 NBI-1 냉각수설비에 설치된 메인펌프 DWP111A/B/C/D/E/F 6대를 동일한 성능의 KPV40121 펌프로 교체하고, 여기에 수반되는 부수적인 부분 및 발주도서에 명시된 사항을 포함한다. 또한 NBI-1 냉각수설비 펌프시스템에 대한 내용을 충분히 숙지하여 펌프 및 부대설비의 제작, 설치, 시험 및 사후관리를 수행하도록 하며, 제작 및 시험결과와 성능에 대한 품질보증 책임을 진다.

2.1.2. 기존설비 철거

NBI-1 냉각수설비 펌프시스템의 기존설비 철거 범위는 아래 그림에서의 메인펌프 DWP111A/B/C/D/E/F 6대(입형 편흡입)와 부대설비(150A 석션디퓨저, 125A 컨트롤체크밸브, 밸브 & 게이지, support 등), 배관 400A DIS/R 메인헤더 등이다.

- 1) 펌프 : DWP111A/B/C/D/E/F 메인펌프 6대(입형 편흡입)
- 2) 배관 : 400A 메인헤더(DIS/DIR) 및 펌프 in/out 배관
- 3) 부대설비 : 150A 석션디퓨저 & 125A 컨트롤체크밸브, 게이지, support 등
- 4) KSTAR 실험동 B202 NBI-1 펌프시스템 철거대상 현장사진



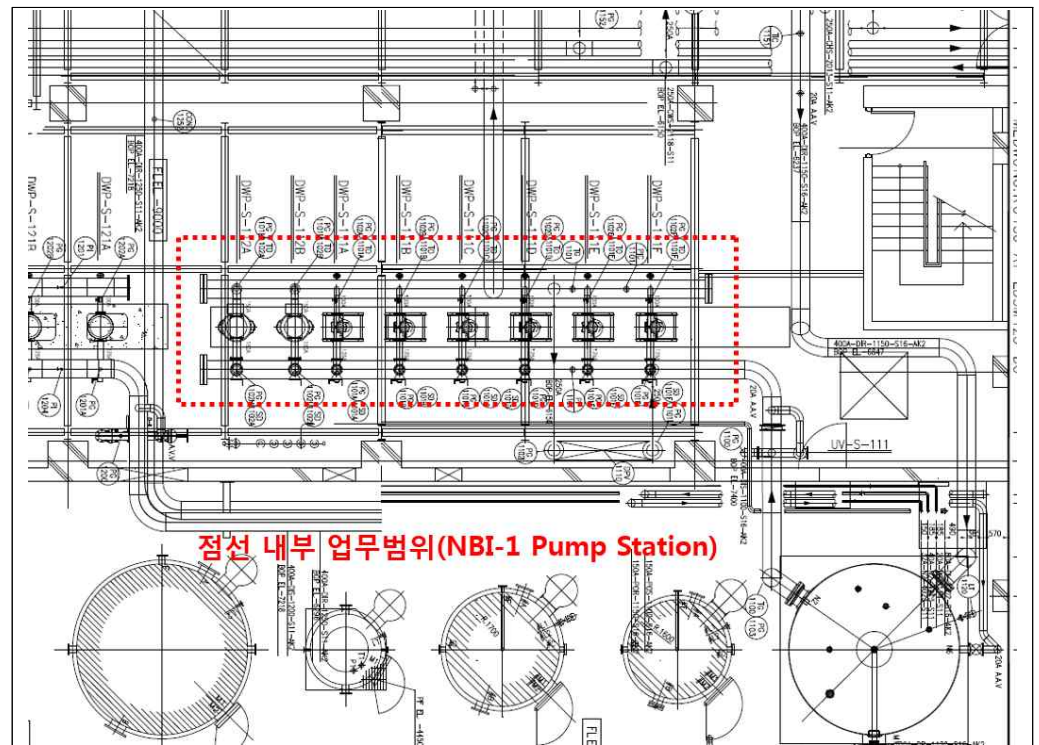
2.1.3. 기존설비 이설

- 1) 펌프 : DWP112A/B 베이스펌프 2대(입형 편흡입)
- 2) 전원케이블 : DWP111A/B/C/D/E/F 6대 및 DWP112A/B 2대

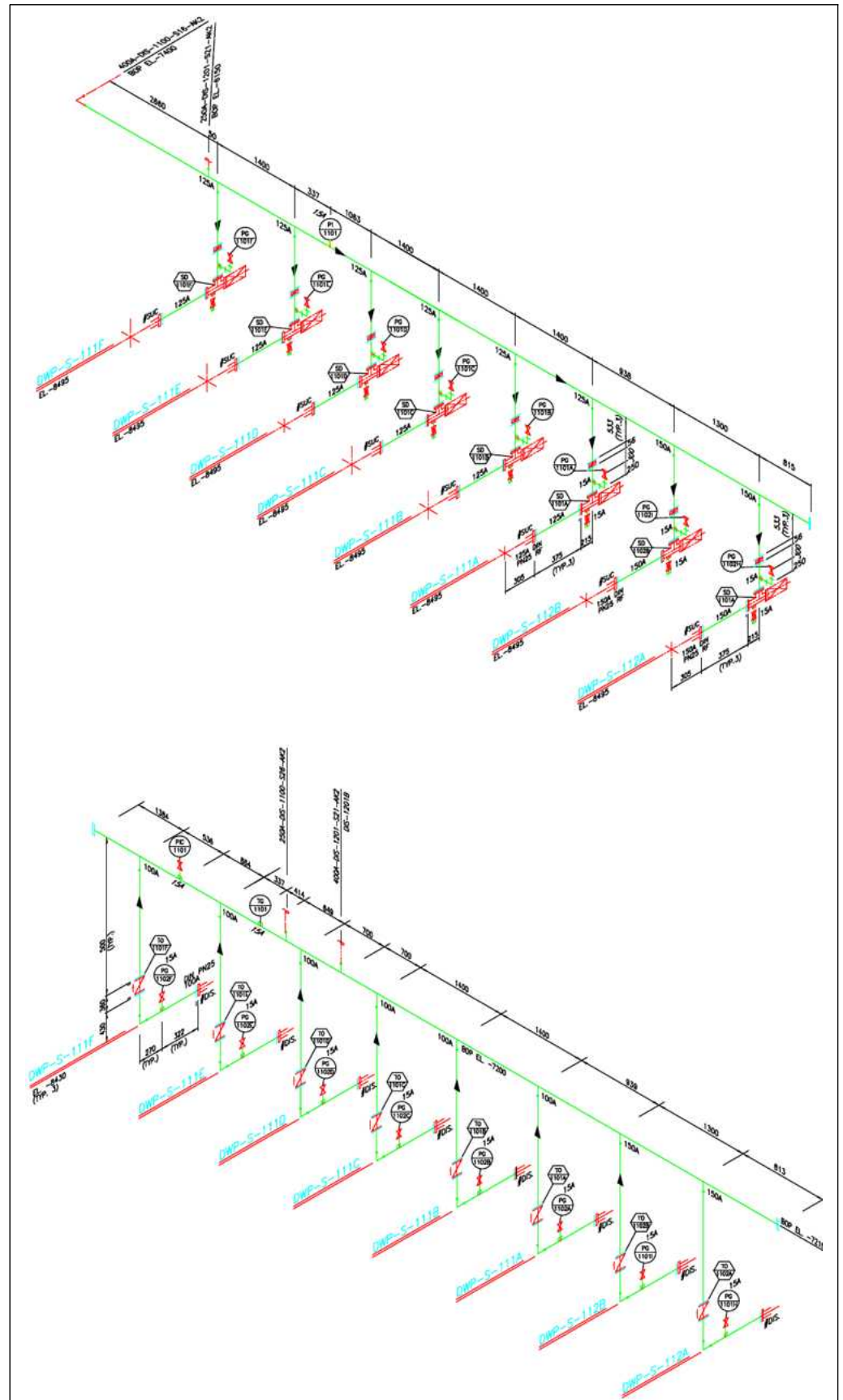
	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 13/72


2.1.4. 신규설비 설치

- 1) 펌프 : DWP111A/B/C/D/E/F 메인펌프 6대(입형 양흡입)
- 2) 배관 : 400A 메인헤더(DIS/DIR) 및 펌프 in/out 배관이며, 재질(Material)은 STS316 이상에 schedule은 DIS SCH20/DIR SCH10이다.
- 3) 부대설비 : 125A 석션디퓨저 & 100A 컨트롤체크밸브, 게이지, support 등
- 4) B202 Piping Plan : 붉은색 점선 내부 업무범위



- 5) DIS/R P&ID



	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 15/72

2.2. Main Pump

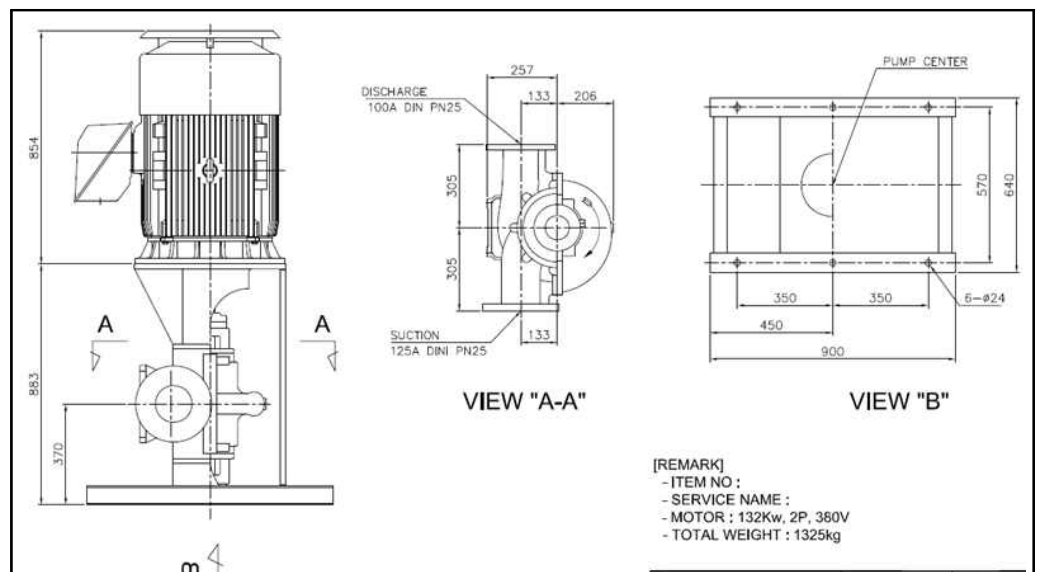
2.2.1. 일반 사항


- 1) NBI-1 냉각수 메인펌프에는 각 펌프의 냉각수 흡입을 총류로 유도하는 125 mm 석션디퓨저(Suction Diffuser), 토출 유량을 조절할 수 있는 100 mm 컨트롤 체크밸브, 압력게이지(PG), 흡·토출 배관을 설치한다.
- 2) 펌프의 모터는 고효율 모터 사용을 원칙으로 한다.
- 3) 각 펌프의 설치, 시운전에는 펌프 제작사 또는 납품사의 숙련된 인원이 반드시 참여하고, 주관해야 한다.
- 4) 펌프의 유지 관리를 위하여 샤프트 씸 2세트를 예비부품으로 이관한다.

2.2.2. 주요 사양

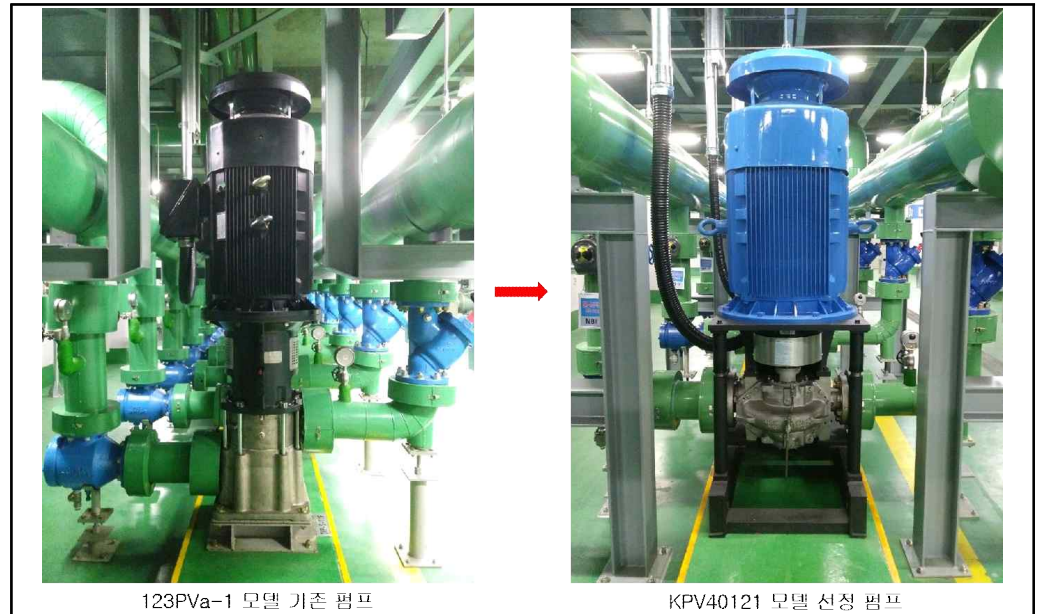
Item No.		DWP111A/B/C/D/E/F
모델		KPV4012-1/2(Grundfos Paco)
형식		Double Suction Vertical Pump(1 stage)
수량		6대
펌프	유량(lpm)	3,900
	양정(m)	125
	재질	Case SS304, Impeller SS304, Shaft SS
	축봉	Mech.
모터	전원(Ph/V/Hz)	3/380/60
	동력(kW)	132
Nozzle	SUC./DIS.	125A/100A
기타		모터 효성 or 현대 2극 효율등급 IE3

2.2.3. 펌프 외형도



	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 16/72

2.2.4. NBI-1 냉각수설비 기존 메인펌프 vs 교체 선정펌프 사진



2.3. 컨트롤 체크밸브

구 분		내 용
압력(kg/cm ²)		20 이하
온도(℃)		100 이하
Size(A)		100
수량(EA)		6
재 질	Body	GCD450
	Stem	STS304
	Disk	EPDM
	Spring	STS304
기타		- Indicator 및 액세서리(bypass & gauge 등) 부착 - 내부 특수코팅

2.4. 석션디퓨저(Suction diffuser)

구 분		내 용
압력(kg/cm ²)		10 이하
온도(℃)		100 이하
Size(A)		125
수량(EA)		6
재 질	Body & Cover	GCD450
	Mesh & Screen	STS304
기타		- Vane 설치위치가 스크린 내부가 아닌 출구 측에 설치 - 내부 특수코팅 및 스크린의 청소여부 확인 가능 - 자석내장, Quick-changable hinge 부착

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 17/72

2.5. 글로브밸브

구 분		내 용
Size(A)		15
수량(EA)		14
재 질	Body	A182-F304
	Bonnet	A182-F304
	Stem	A276-F304
	Disc	A351-CF8
기타		밸브는 STS304 또는 그 이상의 재질을 사용해야 한다.

2.6. 버티플라이밸브

구 분		내 용
Size(A)		125
수량(EA)		6
재 질	Body	SCS13
	Shaft	SUS304
	Seat	하이퍼포먼스 R-TFE/양방향 웨이퍼 EPDM
	Disc	SCS13
기타		Raised seat가 ISO 5208 rate A에 의한 zero leakage가 가능해야 한다.

2.7. 볼밸브


구 분		내 용
Size(A)		25
수량(EA)		6
재 질		SSC14A KS10K SCR'D

2.8. 계장계기

2.8.1. 일반사항

- 1) PT/PIC 및 TG 센서는 기존 위치에 맞게 신규 설치하는 400A DIS/R 배관에 이설한다.
- 2) 압력게이지의 크기는 펌프 in/out 배관 100 mm, 컨트롤체크밸브 60 mm로 한다.
- 3) 압력게이지의 접속부 재질은 STS304 이상, 나사는 NPT 1/2이다.

2.8.2. 압력게이지(PG)

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 18/72

설치위치	PG(kg/cm ²)		설치위치	PG(kg/cm ²)	
	Tag No.	Range		Tag No.	Range
펌프 흡입	1101A	0 - 10	펌프 토출	1102A	0 - 35
	1101B	0 - 10		1102B	0 - 35
	1101C	0 - 10		1102C	0 - 35
	1101D	0 - 10		1102D	0 - 35
	1101E	0 - 10		1102E	0 - 35
	1101F	0 - 10		1102F	0 - 35

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 19/72

3. 배관작업

3.1. 일반사항

3.1.1. 적용범위

- 1) 본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 구매내역 및 시방에서 지정한 배관재, 부속품, 밸브 류 등에 적용한다.
- 2) 본 시방서에 명시되지 않은 사항이나 현장 사정에 맞지 않은 것 등은 도면에 표시한 바와 감독원의 지시에 따라 시공함을 원칙으로 한다.
- 3) 도면과 자료에 사용하는 단위는 별도의 지시가 없는 한 Metric, Kilogram 및 Celsius로 한다. 배관의 호칭경은 millimeter로 하고 기호(A)를 사용한다.

3.1.2. 규격

모든 배관작업은 특별한 지시가 없는 한 KS 신품을 사용하는 것을 원칙으로 하며 KS 적용이 곤란한 경우는 JIS나 ANSI, ASTM 및 Maker STD.에 따른다. 규격, 규칙 등은 가장 최근에 채택된 기준을 적용하여야 한다.


- 1) KS : KOREA INDUSTRIAL STANDARDS
- 2) ISO : INTERNATIONAL STANDARDS ORGANIZATION
- 3) JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARDS
- 4) AWS : AMERICAN WELDING SOCIETY
- 5) ASTM : AMERICAN STANDARD FOR TESTING MATERIALS
- 6) ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE

3.1.3. 승인 서류

배관작업은 다음의 도면 및 서류에 따라 설치되어야 한다.

- 1) Equipment Layout(기기배치도)
- 2) Piping Plan(배관도)
- 3) Piping Support & Insulation detail
- 4) Line list
- 5) Piping Isometric Diagram
- 6) 기타 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체와 관련된 도면 및 자료

3.1.4. 운반, 저장, 보호

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 20/72

- 1) 운반 및 저장된 제품들은 안전한 장소 및 제품이 손상되지 아니하는 장소에 설치 전까지 보관되도록 한다.
- 2) 배관 자재는 반입 시 유분 등 불순물을 제거(acid 세정)하고 배관의 끝에는 종단 보호 캡을 씌워서 오염되는 것을 방지한다.

3.2. 배관재료

3.2.1. 일반사항

NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 배관을 위한 모든 배관자재는 본 장에서 규정된 제품에 따른다. 또한, 모든 배관자재는 신품으로 깨끗하게 청소된 것으로 사용하여야 한다.

3.2.2. 배관재 및 부속 류

- 1) 배관재료 및 부속 류의 규격은 스테인리스 강관(STS316, STS304)의 무용접관(seamless) 및 용접관(ERW, EFW)을 사용한다.
- 2) 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 사용되는 배관재 및 부속재는 다음 표에 준한다.

명 칭	규 격		비 고
	번 호	명 칭	
냉각수(DI) 배관	SCH 10	STS 316L	10 kg/cm ² 이하의 배관
	SCH 20	STS 316L	10~20 kg/cm ² 의 배관

- 3) 40A 이하의 접합은 소켓용접, 50A 이상은 플랜지(slip-on)를 사용한다. 다만, 위치 및 장소에 따라 설계도서에 따로 규정된 경우에는 그에 따른다.
- 4) 개스킷은 PTFE(테프론, Poly Tetra Fluoro Ethylene) 사용을 원칙으로 한다.

3.3. 배관 시공

3.3.1. 준비

- 1) 배관작업 전에 shop drawing을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 시공한다.
- 2) 배관 안팎에 있는 스케일 및 오염물들을 제거하여야 하며, 불규칙하게 절단된 부분은 평평하게 절단하고 연마하여 평활하게 한다.
- 3) 배관과 장비를 연결할 수 있도록 플랜지 또는 유니온을 준비한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 21/72

3.3.2.

배관 시공

1) 접합 및 설치

- 배관의 배열은 도면에 지시된 것과 같이 해야 한다. 실제 현장조건이나 혹은 다른 이유로 인하여 상세도면을 변경할 때는 감독자의 승인을 득한 후에 해야 한다.
- 배관의 접합은 원칙적으로 용접(TIG)접합 및 플랜지로 접합한다.
- 나사연결 부분은 테프론 테이프와 함께 접속되어야 한다.
- 모든 배관은 지시된 것과 같이 지지물(support)을 설치해야 한다.

2) 절단

- 배관 및 부속 류는 기계절단 또는 그라인더, 줄 등에 의해 예리하게 절단 하여야 한다.
- 고속그라인더 절단기의 날은 Austenite Stainless 강용과 탄소강용을 구분하여 각기 절단하고자 하는 재질에 적합하게 제작된 날을 사용한다.
- 배관용 관재를 파이프 카터를 사용하여 절단하는 경우에는 내면을 리머 또는 줄로 마감한다.

3) 용접

용접에 대한 사항은 용접시방서에 따른다.

4) 제작 및 설치

- 배관의 제작은 운반과 설치를 고려하여 적절한 piece로 제작되어야 한다.
- 배관재료를 운반할 때는 내부에 토사 등의 이물질이 들어가지 않도록 충분한 보호대책을 강구한다.
- 가공면은 손상을 방지하기 위한 필요한 조치를 해야 한다.
- 배관을 제작, 설치할 때는 그것에 필요한 재료가 도면 및 시방서에 적합한 것인가를 확인한 후 시공하여야 하며, 타 공사 또는 시설에 대해 방해나 손상을 주지 않도록 해야 한다.
- 배관은 설치 전에 공기에 의한 청소 또는 물 세척 등에 의해 관내의 스케일, 모래, 기름 등을 충분히 제거하고, 양 끝단은 즉시 제거가 적합한 소재(비닐 등)로 밀폐한다.
- 밸브를 설치할 때는 내부를 청소한 후 반드시 닫은 상태로 설치하여야 한다.
- 밸브의 내부가 용접 및 열처리에 의하여 영향을 받을 우려가 있는 경우

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 22/72

에는 밸브를 해체하여 시공하여야 한다.

- 밸브 등과 같이 조작이 필요한 부품의 핸들은 조작이 용이한 위치가 되도록 한다.
- 플랜지의 연결 시에는 중심 또는 플랜지면의 평행상태를 확인하고 볼트가 일치하도록 접속한다.
- 플랜지 볼트 구멍의 방향은 특히 지정하는 것을 제외하고는 중심선을 중심으로 대칭이 되도록 하며 동서남북의 방향이나 수직, 수평과 볼트 구멍이 일치하지 않도록 한다.
- 배관의 수평, 수직 및 관의 상호 평행간격은 Level Transit, 수준기 등을 사용하여 정확히 시공한다.
- 개스킷의 체결 시 과도한 힘(torque)을 가하여 개스킷이 손상되지 않도록 해야 한다.
- 배관 지지대는 배관 support와 hanger 및 상세도에 따라 제작 설치한다.
- 이중자재의 플랜지 접합은 A플랜지 + 절연스페이서 + B플랜지를 절연볼브/너트를 사용하여 연결한다.

5) 검사

- 검사의 종류
 - 배관사양의 준수 여부 검사
 - 직선도, 수직도, 표준고 및 제시도면 준수여부 검사
- 당 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 필요하다고 인정하는 시점에 여하의 검사를 행할 수 있다.

6) 기타 사항

- 본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체 중 타 시설물에 대한 파손이 있을 때는 파손자가 책임을 지고 원상 복구하여야 한다.
- 안전작업규칙 및 기타 안전수칙은 준수해야 한다.
- 시공자는 매일 작업 완료 후 작업장 내외를 청결히 정돈하여야 하며 장비 및 자재 관리를 철저히 하여 작업의 혼잡성을 피하여야 한다.

3.4. 배관 청소

3.4.1. 일반사항

배관의 청소방법 선택은 유체 종류별, 관 재질, 관의 내면상태 등을 고려하

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 23/72

여 실시하며, 공급자의 사양 및 적용기준이 있는 경우 그에 따른다.

3.4.2. 청소 방법

NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 사용되는 배관은 산세 작업(chemical cleaning)을 행한 후 입고한다.

3.5. Piping Material Specification

3.5.1. 일반사항

1) 업무범위

본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체(Material : STS316, STS 304L)에 사용되는 배관 재료의 품질에 관하여 규정한다.

2) 적용 범위

본 시방은 Piping and Instrument Diagram(이하 P & ID라 한다.)에 나타나는 배관재료(파이프, 밸브, 피팅, 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트 등)에 적용한다. 단, 기기 장치에 부속하여 공급되는 배관은 기기 제작자의 표준설계 조건에 따르고 본 시방서의 적용에서 제외한다.

3) 기기 및 장치

기기 및 장치와의 연결부에 대하여 본 시방을 적용하는 경우는 다음과 같다.

- 기기 노즐(nozzle)의 상대편 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트
- 기기 및 장치에 부속하여 공급되는 배관 연결용 상대편 플랜지, 개스킷, 볼트 및 너트

4) 관련 규격

- 모든 배관재료는 관계되는 KS, JIS, JPI 등의 관련규격에 의해 설계, 제작, 용접, 열처리(필요시), 시험 및 검사를 행한다. 규격에 대한 규정이 없는 경우에는 국산 최상품을 선정하여 감독원 승인을 득한 후 사용한다.
- 별도의 지시가 없는 한 기술된 규격은 최신판을 사용한다.

5) 단위

도면과 자료에 사용하는 단위는 별도의 지시가 없는 한 메트릭(Metric), 킬로그램(Kilogram) 및 셀시우스(Celsius)를 사용한다. 단, 배관의 호칭경은 밀리미터(Millimeter)로 하고 기호(A)를 사용한다.

3.5.2. 배관재

파이프(pipes)는 오스테나이트계 스테인리스 강관으로서 KS의 관련규정에

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 24/72

따른다.

3.5.3.

밸브(Valves)

1) 일반사항

- KS밸브의 표시 통칙은 KS 해당기준에 따르며, 사용 유체 및 온도에 적합한 것으로서 유체가 접하는 부분의 재질은 배관재와 동일한 STS316, STS304를 원칙으로 한다. 다만, 제어용 밸브 류는 일반적인 재질(Carbon Steel)의 제품을 사용하고, 위치 및 장소에 따라 “1. 기술사양서”와 설계도서에 따로 규정된 경우에는 그에 따른다.

- 40A 이하의 단조밸브는 JPI의 관련규정에 따르고, 50A 이상의 플랜지형 밸브는 KS 또는 JIS의 관련규정에 따른다.

- 기타의 모든 밸브 류는 KS 해당규격을 기준으로 하되 제조국이 국내가 아닌 경우는 관련 국제규격에 적합한 제품으로서 감독원의 승인을 득한 제품으로 한다.

- 밸브의 면간 치수

- KS 밸브의 면간 치수는 KS 관련규정에 따른다.

- 소켓(Socket) 용접형 밸브의 연결부는 KS 규정에 따르는 강제삽입 용접식 관 이음쇠의 가공 규격에 적합한 제품으로 한다.

- 본네프(Bonnet) 개스킷

개스킷의 재질은 별도의 지시가 없는 한 설계도면에 각각의 재질 구분에서 규정한 재질과 동등한 것으로 한다.

2) 글로브밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 디스크형으로 하고 40A 이하는 소켓용접, 50A 이상은 플랜지형으로 한다.

3) 버터플라이밸브

버터플라이밸브는 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

- 버터플라이 밸브는 50A 이상의 수배관에 적용하며, 플랜지의 규격은 KS의 규정에 따른 10 kg/cm² 및 20 kg/cm² 제품 또는 ANSI 관련규정에 따르는 양방향 웨이퍼(wafer)타입의 기어 작동식으로서 관련 규정에 의해 시험한 것으로 한다.

- 몸체 및 디스크는 사용처에 따라 SCS13A 및 EPDM 또는 SCS14 및

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 25/72

PTFE로서 API 또는 API 관련규정에 따른다.

- Raised seat가 ISO 5208 rate A에 의한 zero leakage가 가능해야 한다.
- Seat ring은 유지보수의 편리성을 위해 쉽게 시트의 교환이 가능해야 하며, 벗겨짐 현상 방지를 위한 firmer grip이어야 한다.
- Kick open 현상 없이 disc hold가 가능해야 한다.
- Metal ling을 이용한 self-aligning stem seal이 가능해야 한다.

4) 컨트롤 체크밸브

본 시방서 기술사양의 “1.3.”에 기술된 사항을 최우선 준수하고, 그 외에 다음 사항에 적합하여야 한다.

- 하나의 밸브로 햄머리스 체크, 게이트, 밸런싱 기능을 동시에 수행할 수 있는 것으로 한다.
- 몸체 및 디스크 홀더는 카본스틸, 스프링은 STS, 디스크는 EPDM로 제작되고 사용온도는 100℃이하에서 사용하는 것으로 한다.
- 인디케이터가 부착되어 개도를 확인할 수 있어야 한다.

5) 석션 디퓨저(Suction Diffuser)

본 시방서 기술사양의 “1.4.”에 기술된 사항을 최우선 준수하고, 그 외에 다음 사항에 적합하여야 한다.

- 여과면적이 크고 가이드(guide)가 부착되어 유체 흐름이 원활하게 제작되어야 한다.
- 몸체는 카본스틸, 스트레이너는 STS mesh 2중망으로 제작되고, 자체의 adjustable support에 의하여 지지할 수 있으며, drain plug가 부착된 것으로 한다.

6) 볼 밸브

볼 밸브는 KS의 관련 규정에 적합한 것으로서 조작레버나 핸들은 그 자신의 위치로 밸브의 개폐를 지시하여야 하며, 레버 또는 핸들에 의하여 밸브가 개방되도록 해야 한다. 또한, 밸브를 제조립할 때 부주의로 인하여 레버의 지시위치가 변경될 수 없도록 제작되어야 한다.

3.5.4.

플랜지(Flange)

1) 규격

플랜지는 KS 또는 JPI 관련규격에 따라 제작된 STS316 이상 재질의 것으로 한다. 플랜지용 볼트 및 너트는 절연용 볼트 및 너트, 와셔를 사용한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 26/72

이종소재의 플랜지 접합은 A플랜지 + 절연스페이서 + B플랜지를 절연볼트 및 너트를 사용하여 연결한다.

2) 플랜지 면 가공

별도의 지시가 없는 한 강재 플랜지면의 거칠기 처리는 해당 규격의 규정에 따라서 하도록 한다. 단, RF 플랜지의 면 가공은 125에서 250 마이크로인치 (μ inch)의 산술평균 거칠기 사이에 있어야 한다.

3) 규격 외 플랜지

상기 규격에 규정되지 않은 플랜지는 KS와 JIS 플랜지를 제외하고 모두 도면으로 규정해야 한다.

4) 플랜지의 끝단처리

부득이 welding neck 플랜지를 사용하는 경우 끝단 처리는 해당 플랜지의 규정에 따르되, 규정이 되어 있지 않을 경우에는 ANSI/ASME의 해당 항목에 따른다. welding neck 플랜지의 내경은 연결배관 또는 피팅이 내경에 따라야 하며 두께차이는 1.6 mm까지 허용된다. 연결되는 두 부품 사이의 두께 차이가 1.6 mm를 초과할 때에는 두꺼운 쪽을 ANSI/ASME의 규정에 따라 테이퍼 가공을 해야만 한다.

3.5.5. 개스킷(Gasket)

본 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에 사용되는 모든 개스킷은 KS 또는 JPI 관련규격에 따른다.

3.5.6. 부속 류(Fittings)

1) 규격

모든 배관 부속 류는 KS의 관련규격에 따라 제작한다.

2) 맞대기 용접형 피팅

맞대기 용접형 피팅의 끝단 처리는 해당 KS규격의 규정에 따르되 규정이 없는 경우에는 ANSI/ASME의 관련규정에 따른다. 맞대기 용접형 피팅의 두께가 관두께보다 크고 이로 인한 연결부의 내면 어긋남이 1.6 mm를 초과할 때는 피팅을 ANSI/ASME의 관련규정에 따라 테이퍼 가공을 해야 한다.

3) 분지관

계장용 연결배관, 배수배관 및 에어벤트를 포함한 모든 지관을 분지(branch connection)라 하며, 이것의 설계기준은 해당 배관라인의 특성, 제작자의 제조범위 또는 해당규격의 규정을 따라야 한다. 분지는 아래 항목을 제외하고

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 27/72

는 stub-in으로 하고 필요하다면 보강하도록 한다.

- 압력에 관계없이 2단계 치수까지의 분지는 티(Tee)를 사용하도록 한다.
- 1.1/2B 이하의 분지는 설계시부터 보강이 된 분지 피팅 류(보스, 하프 커플링) 또는 티(Tee)를 사용한다.

3.5.7. 체결용 볼트·너트(Bolts and Nuts for flange)

STS 배관 체결용 볼트 및 너트는 절연용 볼트/너트(SS400+절연재)를 원칙으로 한다. 다만, 발주자의 요구가 있을 경우 장비의 특성 및 현장 여건에 따라 배관 재질과 동종의 볼트/너트 사용을 하여야 한다.

3.5.8. 스톨드 볼트

볼트는 전체 길이에 나사를 가공한 것으로서 1개의 너트를 가진 머신 볼트보다 가능하면 너트 2개를 가진 스톨드 볼트를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

3.5.9. 절연용 와셔(Washer)

절연용 와셔는 베크라이트(페놀수지 PF : Phenol-Formaldehyde) 재질로서 외부 와셔의 직경이 절연용 와셔보다 커야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 28/72

4. 용접작업

4.1. 일반사항

4.1.1. 적용 범위

- 1) 본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 기계구조물, 관류 등의 제작, 설치작업에 대해 적용한다.
- 2) 사용하는 기자재 일체는 모두 KS 표준 제품을 사용하며, 부득이한 경우는 사전에 감독원의 승인을 받고 사용하여야 한다.
- 3) 본 시방서 이외의 기술적인 사항은 KS에 규정된 “용접공사 시공기준”에 따른다.

4.1.2. 용접 재료 및 절차

용접작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS 관련규정에 준한다. 단, KS에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 등의 관련규정에 따른다.

4.2. 용접공

NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 용접공은 발주처에서 요구하는 기능검사에 합격하여야 한다.

4.2.1. 용접사 자격시험 요청

시공사는 용접사 자격시험 요청서(Welder Qualification Test Schedule)를 작성하여 사전 발주처의 승인을 득하여야 한다.

- 1) 용접사 자격시험 입회 요청서
- 2) Welder Qualification Test Schedule
- 3) 용접사 이력서
- 4) 용접 절차서

4.2.2. 용접사 자격시험

용접사 자격시험은 테스트시편을 마련하여 용접자세(6G), 용접방법(GTAW) 등이 기술된 요청서와 용접 절차서에 의한다.

4.2.3. 용접사 자격시험 결과

용접사 자격시험 테스트시편은 육안검사, 비파괴검사를 하여 합격판정을 받은 용접사에게 자격을 부여한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 29/72

- 용접사 기량시험 결과
- 용접사 검인증 기록서
- 방사선 투과 검사보고서

4.3. 용접봉

4.3.1. 용접봉의 기호

1) 표기법(EX: KS E 4316)

KS E 00 X △

전극 Electrode의 약자 ↑ 용접자세 피복제와 전원의 특성
최저인장강도

2) 용접 자세 : 1. 전자세, 2. 수평 및 아래보기 자세, 3. 아래보기 자세, 4. 전자세 또는 특정자세

4.3.2. 용접봉의 선택

- 1) 모재의 두께에 적절한 크기의 용접봉을 선택하며 KS 제품을 사용토록 한다.
- 2) 수직 자세나 위보기 자세로 용접시는 용접봉의 굵기를 가능한 작은 것을 사용하며, 그 이외의 자세는 굵은 용접봉을 사용한다.(단, 제1층 용접시는 가는 것을 사용한다.)
- 3) Stainless 배관 용접봉은 아래사항을 참조한다.

- Stainless 소재

항 목	PIPE 소재	용 도	TIG용접봉	ARC용접봉
오스테나이트계 스테인리스강판	STS304	내식, 내열, 고온, 저온 배관용	E308	AWS308
냉간 압연 스테인리스강판	STS304	열교환, 축매, 가열로 용기용	E308	AWS308
Hot Coil	STS306	COG Drain pipe용		AWS308
스테인리스강판	STS316	GAS관 Expansion용		STS316L

- 용접봉 사양(TIG 및 ARC 용)

구 분	인장강도(kg/mm ²)	연신율(%)
TIG	60	40
ARC	55 - 65	35

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 30/72

- 기계적 성질

구 분	C	Si	Mn	Cr	Ni	분위기 Gas
TIG용	0.05	0.38	1.75	19.8	10.2	Argon
ARC용	0.06	0.27	1.68	19.52	10.26	-

4.4. 용접기 및 용접 Cable


4.4.1. 용접기 사용 시 주의사항

- 1) 용접기는 KS C 9602에 규정된 것이나 동등 이상의 성능을 가진 것을 사용해야 하며, 만일 교류전원이 없는 현장에서는 엔진구동식이나 KS C 9605에 규정된 용접기를 사용한다.
- 2) 용접기의 설치는 습기나 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 택한다.
- 3) 2차 케이블이나 모재접속 케이블 등이 파손된 부분은 바로 절연테이프를 감는다.
- 4) 조정 핸들, side 부분 차륜 등은 때때로 기름칠을 한다.
- 5) 전원스위치를 넣기 전에 아래사항을 확인한다.
 - 용접기는 바르게 접속되어 있고 케이블에 손상부는 없는가?
 - Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
 - 결선부의 나사가 풀어지지 않았는가?
 - 용접전류는 판 두께, 용접봉 직경에 알맞게 조정되었는가?
- 6) 교류용접기에는 전격방지 장치를 부착하며, 용접 전 이상 유무를 확인한다.

4.4.2. 용접 방법별 정격 사용율

용접기는 어스(earth)를 시켜주고 허용전류와 정격 사용율 범위 내에서 용접기에 무리가가지 않도록 주의한다. 용접 방법별 정격 사용율은 다음과 같다.

용접방법	정격 사용율
자동용접	100 %
반자동용접	80 - 85%
수동용접	30 - 60%
간헐적인용접	20%

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 31/72

4.4.3. 용접용 케이블

- 1) 케이블의 연결은 플러그(plug) 등을 사용하여 완전하게 한다.
- 2) 2차측 케이블의 일반적인 길이는 공장 내 조립작업에서는 25 m, 현장 조립작업에서는 50 m 정도가 가장 알맞으며, 100 m 이상은 되지 않도록 한다.(1차측 케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소와의 거리를 단축시킬 것)
- 3) 어스(earth)선을 불완전하게 하면 정류의 전류가 흐르지 않고 아크가 불완전하게 되고 전력의 손실을 가져오므로 어스선을 안정시킨다.
- 4) 정류의 어스선을 사용해야 한다.(철판, 앵글 등의 사용은 엄금)
- 5) 긴 부재의 용접시는 한 끝에만 어스하면 전류 부족현상을 일으키므로 양단 및 중앙의 3개소에 어스선을 설치토록 한다.

4.4.4. 기타

- 1) 전류 용접봉과 홀더와의 관계는 다음을 기준으로 한다.

Holder 종 별	규 격			적용 용접봉 직경(mm)	최대 Holder-용 Cable(mm ²)
	사용률 (%)	용접 전류 (A)	ARC전압 (V)		
100 호	70	100	25	1.2 - 3.2	22
200 호	70	200	30	2.0 - 5.0	38
300 호	70	300	30	3.2 - 6.4	50
400 호	70	400	30	4.0 - 8.0	60
500 호	70	500	30	5.0 - 9.0	80


- 2) 차광유리와 전류와의 관계는 다음을 기준으로 한다.

차광도번호	사 용 방 법
6 - 7	중정도의 GAS용접과 절단, 30A 미만의 ARC용접 절단에 사용
8 - 9	고도의 GAS용접 절단, 100A 미만의 ARC용접 절단에 사용
10 - 11	100A 이상 300A 미만의 ARC용접 절단에 사용
13 - 14	300A 이상의 ARC용접 절단에 사용

4.5. 절단

4.5.1. 일반사항

- 1) 절단작업은 작업의 특성상 자동절단기 또는 그라인딩을 할 수 있다. 이때 그라인더의 재료는 절단하고자 하는 배관 재료와 동일한 재료를 원칙으로 한다.
- 2) 절단효율, 절단면의 형상, 절단 정밀도가 좋도록 절단 계획을 수립한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 32/72

4.5.2. 절단 준비

- 1) 모재 표면에 스케일, 녹 등을 완전히 제거한다.
- 2) 마킹은 스트레인(strain)을 완전히 제거한 후에 정확히 시행한다.
- 3) 고정용 치구, 자동 절단기 등을 KS 규격품으로 완전히 준비한다.

4.5.3. 절단 시행

- 1) 절단은 치구를 갖춘 후 자동 절단기를 사용하여 정확하게 절단한다.(단, 부득이한 경우 수동으로 절단할 수 있으나 필히 그라인딩 할 것)
- 2) 절단 스트레인이 발생되지 않도록 적정한 절단 순서에 따라 치구를 사용하여 절단한다.
- 3) Angle, Channel 등의 절단은 반드시 cutter로써 절단한다.
- 4) 절단으로 인한 슬래그(slag), 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라인더 등으로 완전히 제거한다.
- 5) 제품에 절단 notch가 생기지 않도록 주의하며, 표면의 거칠기의 한도는 다음 기준 이하가 되도록 한다.

구 분	자유단	용접 이음단
거칠기	0.15 mm 이하	0.8 mm 이하
Notch 길이(R)	0.5 mm 이하	2 mm 이하


4.6. 개선 가공

4.6.1. 일반사항

- 1) 개선부의 수분, 녹, 도료, 유지류 등은 blow hole이나 갈라짐의 원인이 되므로 완전히 제거해야 한다.
- 2) 개선 가공에 의해서 발생하는 슬래그, 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라인더 등으로써 완전히 제거해야 한다.
- 3) 개선 형상이 불량한 경우 슬래그 혼입, 기포, 균열 등의 원인이 되므로 필히 그라인더로 정확히 다듬질한다.
- 4) 고장력강의 가공시 가능한 tempering은 온도(575℃ 이하)에서 가공되도록 온도조절에 유의한다.

4.6.2. 일반배관 개선형상

- 1) 판 두께별 홈 형상은 다음을 표준으로 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 33/72

관 두께(m/m)	형 상
6 mm 이하	V, I 형
6 - 20	X, Y 형
20 이상	X, U, H GUD

2) 홈의 폭을 좁히면 용접시간이 적어지지만, root의 용입이 불량하게 되므로 적정 간격을 유지토록 한다.

3) I형 또는 V형의 root 간격의 최대치는 사용봉경(심선 직경) 한도로 한다.

4.6.3. Stainless 배관

구 분		TIG		MIG
가 공	1) V 형 가공이음 Bevel 각	B	50 - 60°	40 - 45°
	Root 면 높이	S	0 - 2 mm	1.5 - 3 mm
	Root 간격	R	3 - 5 mm	3 mm
	2) X 형 가공 Bevel 각	B	80 - 90°	60 - 70°
	Root 면 높이	S	0 - 2 mm	2 - 3 mm
	Root 간격	R	0 - 2 mm	0 - 1 mm
이 음	3) T 형 가공 Bevel 각도	⊙ B : 45° - 60°		
	Root 면 높이	⊙ S : 0 - 2 mm		
	Root 간격	⊙ R : 0 - 2 mm		
	1) 용접 덧붙임	⊙ h = 0.25 - 0.3		
	2) Bead 요철	⊙ Bead 길이 100 mm 이내에서 Bead 폭 벗어남 5 mm 이내		
	3) Bead 폭 직선도	⊙ chipping 여부		
	4) Back chipping			

4.7. 조립 및 가용접

4.7.1. 조립

1) 조립순서는 용접순서, 용접작업의 특성을 고려하여 계획하고, 용접불능 개소가 없도록 하며, 또한 불필요한 변형 또는 잔류응력이 남지 않도록 미리 검토하여 결정 한다

2) 수축이 큰 맞대기 이음을 먼저 조립하고, fillet 용접을 다음에 시행한다.

3) 조립 및 가조립은 원칙적으로 정반 위에서 실시한다.

4) 형상이 복잡하고 다듬질 정도가 높고, 같은 형의 제품으로 수량이 많은 것 등은 조립용 지그(JIG) 또는 변형 방지용 보조 재료를 사용한다.

4.7.2. 가용접

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 34/72

- 1) 가용접은 본 용접 전에 좌우의 홈 부분을 잠정적으로 고정하기 위한 짧은 용접이나 터짐, 기공, 슬래그 섞임 등의 결함을 수반하기 쉬우므로 원칙적으로 본 용접을 하는 홈 내에 시행하는 것은 좋지 않다.(만약, 부득이한 경우에는 본 용접 전에 깎아 낼 것)
- 2) 가용접의 제거는 원칙적으로 초층의 반대편을 적당한 시기에 시행한다.
- 3) 가용접은 필히 숙련된 용접공이 시행토록 한다.
- 4) 가용접의 용접봉은 본 용접보다 한 치수 작은 것을 사용토록 한다.(통상 3.2~4 mm 정도의 것을 사용)
- 5) 가용접의 간격은 박판(3 mm 정도)에서는 50 mm 마다, 후판에서는 약 300 mm 마다 붙인다.(불필요한 가용접의 개소는 최소로 줄일 것)
- 6) 가용접 비드(bead)의 길이는 너무 짧으면 급랭 경화를 일으켜 재질의 결함을 초래하므로 최소 30 mm 정도로 한다.
- 7) 가용접 개소는 용접을 행하는 중간부분 또는 단속 용접부의 중간으로 취한다.
- 8) 가용접부에 균열, 기포 등을 발견했을 때는 필히 끝로 따내도록 한다.(또는 본 용접에 있어서 슬래그 침투가 없도록 자동 용접부의 슬래그는 완전히 제거한다.)

4.8. 용접 준비

4.8.1. 홈의(Groove) 확인, 보수

- 1) 용접 홈의 상태가 표준치수로 되어있는지 여부를 용접 전에 반드시 확인한다.
- 2) 이음 홈의 엇갈림이 과대하게 되면 용접결합이 생기기 쉽고, 이음에 굽힘응력이 생기므로 허용한계 내로 고정한다.
 - 길이방향 이음 : 판 두께의 5%(단, $T \leq 20$ 일때 1 mm, $T \geq 60$ 일때 3 mm)
 - 원주이음 : 판 두께의 10%(단, $T \leq 15$ 일때 1.5 mm, $T \geq 60$ 일때 6 mm)
- 3) 이음면의 개선 형상이 불충분하거나 간격이 너무 커서 용접봉이나 쇠파이를 끼우고 용접을 하면, 반드시 결함이 생겨 이음 강도가 부족하게 되므로 이런 방법은 절대로 사용하지 않도록 한다.
- 4) 이음면의 간격이 너무 벌어진 경우에는 다음과 같이 보수한다.
 - 맞대기 용접

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 35/72

- 편측 또는 양측에 덧붙임 용접을 하여 깎아낸 후 정규의 홈으로 만든 다음 용접한다.
 - 판 두께 6 mm 정도의 받침쇠를 대서 용접한다.(이 받침쇠는 떼어내서 뒷면 용접을 하여도 되나 그대로 남겨두어도 된다.)
 - 판을 전부 또는 일부(약 300 mm 길이) 교환한다.
- 필렛(Fillet) 용접
- 간격이 1.5 mm 이하이면 그대로 규정한 다리길이(각장)로 용접한다.
 - 간격이 1.5 mm~4.5 mm 경우에는 그대로 용접하여도 되나 벌어진 만큼의 각장을 증가시킨다.
 - 간격이 4.5 mm 이상일 때는 liner를 넣거나, 모자란 판을 300 mm 이상 잘라내어 교환한다.

4.8.2. 홈의 청소

수분, 빨간 녹, mill scale, 페인트, 기름, grease, 먼지, 슬래그 등은 기공, 균열의 원인이 되므로 용접 전 또는 각 층마다 완전히 슬래그를 제거하고, 와이어브러시, 그라인더, shot blast 또는 화학 약품에 의해 청소를 필히 해야 한다.(용접 전에 가스 염으로 홈 면을 약 80℃ 정도로 가열하여 수분이나 유지를 제거)

4.9. 용접시행(본용접)

4.9.1. 용착법

- 1) 용착법은 용접에 수반하는 변형과 수축 및 잔류응력의 경감, 공수의 저감, 모재의 재질 및 용접방법에 따라 적당히 선택한다.
- 2) 용접장이 길어지면 중단으로 향하여 수축과 잔류응력이 커짐으로, 전진법을 쓰지 말고 후퇴법, 대칭법, skip 법을 사용토록 한다.
- 3) 잔류응력을 특히 적게 해야 할 개소에는 후퇴법을 사용한다.
- 4) 변형의 비대칭을 피해야 할 개소에는 대칭법을 사용한다.
- 5) 다층 용접시에는 build up 법에 의해 비드를 붙이는 것이 보통이나 특히 변형 및 잔류응력을 적게 해야 하는 개소에는 cascade법 또는 block법으로 시행한다.

4.9.2. 용접순서

- 1) 용접순서는 제품의 조립이 용이하도록 선정하며 다음에 따른다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 36/72

- 수축이 자유롭게 일어나도록 하기 위하여 중앙에서 사방으로 미치게 한다.
- 수축량이 가장 크게 될 가능성이 있는 이음을 먼저 용접하고, 수축량이 적은 것을 나중에 한다.
- 좌우는 될 수 있는 대로 동시에 대칭으로 용접한다.

2) 밀면 파내기 및 뒷면 용접

- 맞대기 이음의 제1층 째는 용입불량 등의 결함이 생기기 쉬우므로 제2층 이후가 완료된 다음 밀면 파내기에 의해 제거하여 뒷면 용접을 한다.(단, 박판인 경우는 파내지 않고 뒷면용접 가능)
- 밀면 파내기는 일반적으로 gouging을 하여 시행할 것이나 특히 변형이나 모재에 손상을 주어서는 안 되는 경우에는 셰이퍼 등에 의한 기계적 방법으로 행한다.

4.9.3. Stainless 용접작업의 적정전류 및 분위기 가스량

1) TIG 용접(V 형 맞대기 용접)

소재두께 (mm)	PASS	용접봉경 (\varnothing)	전 류 (A)	전 압 (V)	분위기 gas 유량(ℓ /min)
2.3	1	1.2-2.4	90-130	25	5-10
3.2	1	1.2-2.4	110-150	25	5-10
4.0	1	1.2-2.4	130-180	25	5-10
5.0	1-2	1.2-2.4	150-220	25	6-13
6.0	1-2	1.2-2.4	180-250	25	6-13
8.0	2-3	1.2-2.4	220-280	25	6-13
12.0	2-4	1.2-2.4	240-300	25	7-16

2) ARC 용접 적정전류

구 분	용접봉경(\varnothing)	2.6	3.2	4.0	5.0
전류범위	하 향	50-85	70-115	95-145	135-180
	상 향	45-80	65-110	85-135	120-160

3) 기타 용접이음의 작업표준 및 용접조건에 대해서는 “3.1.1”항의 적용범위에 따른다.

4.9.4. 용접시 주의사항

1) 용접에 앞서 용접순서, 운봉법, JIG사용, 예열, 후열 등 변형방지 대책을

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 37/72

수립한다.

2) 형상이 복잡하고 다듬질 정도가 높고 또 같은 형의 제품으로 수량이 많은 것 등은 조립용 치구 또는 변형 방지용 보조 재료를 사용토록 하며 이때 치구의 정밀도를 확실히 하도록 한다.

3) 용접의 시작점과 끝나는 점은 용입이 불충분하여 갈라지거나 blow hole 이 발생하기 쉬우므로 아래와 같이한다.

- 용접선의 양단에 end tap을 붙여 결합부를 판 밖으로 이동시킨다.

- 아크를 다시 발생시킬 때는 아크를 끝부분 조금 앞에서 발생시켜 끝 부분을 완전히 보수한 후 전진을 시작한다.

- 용접을 완료한 후에는 끝 부분의 패인 곳을 완전히 제거하고 아크를 자른다.

4) Start시의 아크 발생 때문에 불필요한 곳에 아크를 일으켜 모재에 손상을 주는 일이 없도록 한다.

5) 용접을 이어가는 부분은 결함이 생기기 쉬우므로 특히 주의하여 슬래그를 청소하여 용입이 잘되도록 한다.

6) 용접 중에 크랙, 기공, 슬래그 침투의 불량을 발견하면 반드시 불량 부분을 수정한 후 보수 용접토록 한다.

7) 용접자세는 부득이한 경우를 제외하곤 언더컷이나 용입 불량이 없도록 하향 용접한다.

8) 기온이 -5℃ 이하의 한랭 시에는 용접작업에 앞서 반드시 이음부에 가스를 사용하여 30~37℃로 예열하여야 한다.


9) 용접선이 교차하는 곳에는 scallop을 붙여(부채꼴 오목부) 가능한 용접열의 영향부를 멀리하도록 한다.

10) 도면에 지시되지 않은 scallop은 다음의 기준에 따른다.

T(mm)	L(mm)	R(mm)
T < 30	$L \geq 80$	40
	$60 < L \leq 80$	1/2L
	$L \leq 60$	Scallop 필요 없음
T > 30		$R = T + 10$

11) 본 용접을 하지 않을 부분은 가용접을 해서는 안 되며, 변에는 15 mm 이내에도 가용접을 해서는 안 된다.

12) Weaving 폭은 비드(bead) 폭의 2.5배 이하로 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 38/72

4.9.5. 기타

- 1) 용접후의 슬래그 및 이물질을 완전히 제거한다.
- 2) 용기류의 경우는 슬래그 등이 내부에 남지 않도록 완전히 제거한다.
- 3) 용접 후 굴곡을 잡기위해 급냉법을 적용할 경우는 사전에 감독원의 승인을 받도록 한다.(원칙적으로 용접부는 물을 뿌려 급랭시켜서는 안 된다.)
- 4) 용접불량 항목의 판정과 관리방법 및 용접비드 외관의 판정기준은 다음과 같다.

- 용접 비드 외관의 판정기준

결함항목	결함의 한도	채점법	1 m 당 허용결함 점수			
			1급	2급	3급	4급
비드의 높이	< 1 mm	15 mm로 1점	1	2	4	8
비드의 폭	< 1 mm	20 mm로 1점	1	2	4	8
변의 길이	< ± 1 mm	20 mm로 1점	1	2	5	12
언더컷	< 0.2 mm	10 mm로 1점	0	1	3	10
겹침	< 0.5 mm	10 mm로 1점	0	0	2	6

- 불량 항목의 판정과 관리방법

불량항목	검사방법	검사기준
언더컷	외관검사	표준 견본에 의한 외관 검사기준
겹치기	외관검사	
비드가 고루지 못함	외관검사	
과열	자기검사	
슬래그 잔류	자기검사	
팁 부착	자기검사	
비이딩	r-ray 검사	r-ray 검사와 기타 비파괴 검사 기준과 판정기준
기공	r-ray 검사	
슬래그 잠입	r-ray 검사	
용입 불량	r-ray 검사	
변형-치수 불량	치수측정	변형, 치수검사기준
잔류 응력	잔류응력 측정	풀림 처리 후 측정
이음부 파괴	강도시험, 사고기록	강도시험 기준
부식	부식시험	시험표준
용접치수 불량	치수시험	도면과의 대조차에 의함
용접순위 불량	치수시험	
불완전	안전시험	안전관리 측정
시공증대	공수측정, 아크 측정	공비산출 기준 아크 시간
재료비 증대	용접봉 사용량 남은 봉 측정	봉 사용량 산정기준 잔류봉 관리기준

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 39/72

4.10. 예열 및 후열

4.10.1. 일반사항

- 1) 기온이 0℃ 이하에서 용접하는 경우에는 개선부로부터 양측 100 mm 범위(계 200 mm)를 40~70℃로 예열하여 수분의 침투로 인한 발생을 방지토록 한다.
- 2) 특별히 용접후의 수축량 감소 및 구속응력을 경감시킬 필요가 있는 개소에는 용접부를 중심으로 양측으로 6T(계 12T)이상의 범위로 예열토록 한다.
- 3) 예열 방법은 가스버너로 가열하며, thermostat 등의 테스터로써 필히 온도를 체크, 유지시키도록 한다.
- 4) 용접 후 잔류응력 제거를 위해 열처리를 실시한다.(단, 사양에 명시되어 있지 않으면 하지 않아도 좋다.)

4.10.2. 고장력강 예열

- 1) 고장력강이라 함은 인장강도 50 kg/cm² 이상을 말한다.
- 2) 잔류응력 제거가 필요한 경우를 제외하고는 예열은 다음의 표준에 따른다.

구분 강종	규격	소둔온도(℃) (a)	유지시간(hr) (b) (판 두께 25 mm 당)
탄소강	(C) C 0.35%, T ≤ 19 mm	해당 없음	-
	(C) C 0.35%, T ≤ 12 mm	해당 없음	-
	C 0.35%, T ≤ 19 mm	590~680	1
	C 0.35%, T ≤ 12 mm	590~680	1
STS 강	(C) T < 19 mm	해당 없음	-
	T ≥ 19 mm	815~870	2
동, 동합금		150~300	0.5 - 1
비고	a) 소둔온도는 완전응력 제거온도가 아님. b) 부품 전체가 그 온도로 유지되는 시간(판 두께가 25 mm 이상일 때는 표의 값을 비례적으로 증가시킨다.) c) 치수 틀림을 방지할 필요가 있을 때는 응력제거가 요망됨. * 이중재료 용접 시 가열속도는 두께 25 mm당 110℃/h 이하, 기타 철합금은 200℃ 이하.(모든 철합금은 응력제거 온도로부터 냉각속도를 100℃/h 이하로 한다. 판 두께가 25 mm 이상인 때는 가열과 냉각속도를 반비례적으로 적게 한다. 예를 들면 50℃/h의 경우에는 속도를 반감 할 것.)		

3) 강재의 가열시간은 판 두께 25 mm 당 1~2 시간으로 한다.

4) 일반 연강의 냉각속도는 아래의 식에 따른다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 40/72

$R \leq 200 \times 25/T^{\circ}\text{C}/h$ (T=판 두께)

5) 고장력강의 소둔 온도는 575℃ 이하로 30분간 유지한다.

4.11. 용접검사 및 결함의 보수

4.11.1. 일반사항

- 1) 용접 전, 용접 중, 용접 후에 있어서 용접공의 기능, 용접재료, 용접설비, 용접시공, 상황, 용접 후 열처리 등의 적부를 검사하는 작업검사(Procedure Inspection)를 필히 실시한다.
- 2) 용접 후 제품이 요구대로 완성되었는지 여부를 검사하는 수입검사(Acceptance Inspection)는 기술사양서에 명기되어 있거나 또는 감독원이 필요하다고 인정하는 경우 시공자는 파괴검사 및 비파괴검사를 실시하여 성적표를 감독원에게 제출하여야 한다.
- 3) 기타 검사에 대한 것은 KS 기준에 따른다.

4.11.2. 용접 전 작업검사

- 1) 용접봉, 모재, 용접 시공법 및 용접공에 대해서는 필히 검사를 실시한다.
- 2) 용접설비인 용접기, 부속기구, 안전기구, 지그 및 고정부의 적부와 작동의 정확성을 검사한다.
- 3) 용접봉은 외관과 치수 및 용착 금속의 성분과 제 성질, 모재와 조합한 이음의 제 성질, 작업성 등을 조사한다.
- 4) 모재는 화학성분, 기계적 성질, 물리적 화학적 성질 및 각종 결함(개재물, 라미네이션, 표면의 요철, 평활도, 표면의 흠, 기타)의 유무를 조사한다.
- 5) 용접준비로서, 흠의 각도, root간격, 이음면의 표면상황(산화막, 녹, 도료, 유지, grease, 먼지, 기타의 유무)이음의 맞춤, 가용접 상태, 받침쇠의 상황을 조사한다.
- 6) 기타 지그, 역변형, 고정상황 등 조립에 관하여 검사한다.
- 7) 모재와 용접봉이 결정되면 본 용접에 사용되는 흠의 형상, 용접조건, 예열 및 후 열처리의 적부를 조사하기 위해 반드시 용접시공법 시험(Welding Procedure Test, 즉 용접물과 동일한 모재, 용접봉 및 용접시공 방법을 사용하여 별개의 이음 시험편을 만들어서 외관검사와 방사선 투과검사 또는 기타 비파괴검사를 하여, 용접부의 건전성을 조사하는 이외에 이음의 인장, 굽힘, 충격 등의 기계적 시험 및 단면의 조직검사를 하여 용접부의 완전도를

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 41/72

확인하는 것을 말함)을 하고난 후 용접을 시행한다.

8) 용접공의 기능검사는 용접사 자격시험에 의거 실시하여 합격자에 한해 용접에 임하게 한다.

4.11.3. 용접 중 작업검사

- 1) 용접봉의 보관과 건조 상태를 반드시 검사하여 양호한 것만 사용토록 한다.
- 2) 이음의 표면청소 상황을 검사한다.
- 3) 각 층마다 비드형상, 융합상황, 용입부족, 슬래그 섞임, 터짐, 비드의 파형, 크레이터(crater)의 처리, 밀면 파내기 상황 등을 외관검사 또는 침투, 자기와류, 방사선 투과검사 등으로 검사한다.
- 4) 용접전류, 용접전압, 용접속도, 용작순서, 운봉법, 용접자세 등이 사전에 지정된 조건과 일치하는가를 검사한다.(필요에 따라서 예열온도와 중간온도 등도 검사한다.)
- 5) 결함이 발견되면 즉시 보수용접을 실시한다.

4.11.4. 용접 후 작업검사

- 1) 후 열처리, 변형교정 등 부가된 작업에 관련된 검사로서 적당한 온도, 유지시간, 가열과 냉각속도, 기타 작업조건이 지정된 조건대로 실시되고 있는가를 검사한다.
- 2) 균열, 변형, 치수틀림의 유무를 검사한다.

4.11.5. 수입검사

- 1) 수입검사는 일반적으로 육안검사만을 행하나 감독원이 필요하다고 요구하는 경우 파괴검사 또는 비파괴 검사를 실시할 수 있으며 그 시험성적서를 제출해야 한다.
- 2) 수입검사는 전반검사(전용접에 대한 것)와 발체검사(결함이 발생하기 쉬운 곳을 골라서 하는 것)로 구별한다.
- 3) 검사결과 수입(acceptance)의 가부를 판단하며, 수입 불능시는 보수용접을 한다. 보수 후에는 재검사를 하여 완전하다는 것을 확인해야 한다.

4.11.6. 시력검사 대상

시력검사는 검사관의 육안이나 렌즈로 직접 조사하며, 다음과 같은 사항들이 발견된다면 즉시 그 결함에 대한 보수를 실시한다.

1) 치수상의 결함

- 변형

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 42/72

- 치수 불량
- 형상 불량
- 2) 구조상의 결함
 - 기공
 - Under cut
 - 용접 표면의 crack
 - Overlap

4.11.7. 파괴, 비파괴 시험대상

육안으로 발견 불가능한 결함은 파괴시험법, 비파괴 시험법(X-선, γ-선, 액체침투 형상시험, 자분탐상, 초음파탐사) 등으로써 시험 검사하여 결함 발견 시 보수한다.

1) 구조상의 결함

- 불순물 용입
- 용입 불량
- 융합 불량
- 기공
- Under cut
- Crack

2) 성질상의 결함

- 기계적 성질(항복점, 인장강도, 연성, 경도, 충격치, 피로강도 등)
- 물리적 성질(열, 전자기적 성질)
- 화학적 성질(화학적 성분, 내식성 등)

4.11.8. 결함의 보수

- 1) 결함부의 보수는 당사 감독원의 지시에 따라 행하며 단독으로 처리할 수 없다.
- 2) 슬래그 침투나 blow hole 등은 충분히 제거한 후 재 용접한다.
- 3) Crack은 완전히 그 부분을 제거하고 개선 가공을 다시 한 다음 재 용접한다. 필요에 따라 stop hole을 가공하거나 인접 용접부의 일부를 절단하는 등의 처리를 해야 한다.
- 4) Under cut, 용입 부족 등은 동종의 재질로 정성껏 수정작업을 한다.
- 5) Overlap은 그 부분을 붙어내고 재 용접한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 43/72

4.12. 위생 및 안전

4.12.1. 일반사항

- 1) 용접 작업 시 감전충격, 화상, 유해광선, 가스중독, 화재, 폭발, 방사선 등에 의한 재해가 자주 발생하므로 안전 위생규칙, 취급요령 등 관계 법규에 준하여 안전한 작업을 수행해야 한다.
- 2) 전기충격에 의해 가사상태에 있는 사람을 발견했을 때의 처치 요령은 다음과 같이 한다.
 - 전기 스위치를 끊는다.(만일 스위치가 멀리 있는 경우엔 고무장갑, 고무장화 등을 이용하여 의복을 붙잡아 떼어놓거나, 케이블을 잡아당겨야 하며, 직접 재해자에게 손을 대서는 안 된다.)
 - 의사에게 연락한다.
 - 의식 불명 시 호흡이 정지해 있다면 심폐소생술을 실시한다.(호분하여 날 쉴 때는 진정시키며 머리를 식혀주거나 차가운 것을 먹인다.)
- 3) 용접작업에 대한 위생 및 안전대책을 수립하여 감독원의 승인을 받아야 하며, 작업을 수행한다.

4.12.2. 전기충격 방지

- 1) 용접 작업 시에는 용접기의 2차 측에서 한쪽이 접지되어 있어 홀더측의 잔압이 걸려있는 도체에 닿으면 전기충격을 받으므로, 다음 상태에 있는 경우에는 특히 주의해야 한다.
 - 온몸이 땀이나 비로 젖어있는 경우.
 - 의복의 땀이나 비로 젖어있는 경우.
 - 발밑에 물이 고여 있는 경우.
 - Holder의 통전 부분이 노출되어 있는 경우
 - 용접기의 절연이 불량한 경우.
 - 용접봉 끝에 몸이 닿는 경우.
 - 케이블의 일부가 노출되어 있는 경우.
- 2) 상기 '1)'항의 전기충격을 예방하기 위해 아래와 같이 처리한다.
 - 무부하 전압이 필요(90V) 이상으로 높은 용접기를 사용하지 않도록 한다.
 - 감전방지 제어회로가 있는 자동 전기충격 방지장치를 사용해야 한다.
 - 안전 홀더 및 안전한 보호구를 사용한다.(특히 홀더의 손잡이 부분은 잘

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 44/72

- 건조되고 적절히 절연된 것을 사용해야 한다. : 용접기에 의한 사고의 95%)
- 신체를 노출시키지 말고, 장갑, 다리 커버 등의 장비를 갖춘다.
 - 전격의 위험이 많은 장소에서는 용접봉의 교환 시 엎어두고 조작할 수 있는 개폐기를 설치하거나, 램프의 점멸 등 기타의 방법으로 감시인에게 송신하여 때마다 스위치를 끊게 하는 장치를 설치해야 한다.
 - 작업 완료시 또는 장시간 작업 중지 시에는 반드시 용접기의 스위치를 끊어 놓아야 한다.
 - 스위치의 개폐는 지정된 방법으로 하고, 절대로 젖은 손으로 개폐하지 말아야 한다. 만일 퓨즈가 끊어졌을 경우 함부로 교환하지 말고 담당자에게 그 원인을 조사 의뢰하여 교환토록 한다.

4.12.3. 아크 빛에 의한 재해방지

- 1) 아크는 다량의 자외선과 소량의 적외선이 포함되어 있으므로, 직접 또는 반사하여 눈에 들어오면 전광성 안염 또는 만성 결막염을 일으키며, 피부 화상을 유발하므로 눈의 장애를 방지하기 위해 차광면, 차광막, 차광 칸막이를 사용한다.
- 2) 아크로 눈병이 났을 때는 냉수로 얼굴을 씻은 후 냉습포로 찜질하거나 의사의 지시에 의거 세안토록 한다.

4.12.4. 가스중독에 의한 재해방지

- 1) 용접 작업 시 가스에 의한 중독은 다음과 같다.
 - 아연도금강관 또는 강관을 용접할 때 발생하는 산화아연가스에 의한 독.
 - 아크용접의 분위기에서 탄산가스 및 유독한 일산화탄소의 발생에 의한 가스 중독.
 - 용접봉 중 슬래그의 유동성을 좋게 하기 위해 피복제에 첨가된 불소성분에 의해 발생된 불소가스에 의한 중독.
 - 사염화탄소를 써서 청소한 알루미늄 등의 이음 홈에서 발생하는 염소가스에 의한 중독.
 - 상기 가스중독 예방으로 방독마스크 사용 및 작업 장소에 적합한 환기장치를 마련해야 한다.

4.12.5. 화재 및 폭발에 의한 재해방지

- 1) 불뚱에 의한 화재 및 폭발의 위험성이 있을 경우 불뚱 낙하방지 처리를 하고 관측자를 세우며, 소화기의 준비 등 적절한 대책을 강구한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 45/72

2) 가스용접 및 절단 시 아세틸렌 발생기에 의한 사고가 빈번하므로 안전기의 구조상 결함여부를 공사 전에 파악하며, 발생기 내에 혼입된 공기 또는 산소에 의한 아세틸렌 산화폭발을 방지하고, 염화에 의한 폭발이 없도록 사용에 주의한다.

3) 가스를 보내고 있는 가스관이나 인화성 물질의 용기 등을 어스 및 어스 회로의 일부로 이용해서는 안 된다.

4) 홀더선, 어스선 근처에 가연폭발성이 있는 것을 절대로 방치하지 않는다.

4.12.6. 기타

1) 관 및 용기의 용접 시에는 사전에 내용물의 잔존 여부를 확인한 후 용접한다.

2) Earth 판이 녹슬거나 망가진 절연 상태인 경우 깨끗이 긁어내고 청소한 뒤 사용토록 한다.(이동시는 ground holder 등을 사용할 것)

4.12.7. 용접기 사용할 때 주의사항

1) 용접기 설치는 습기, 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 선택한다.

2) 2차 케이블, 모재접속 케이블 등이 파손된 부분은 필히 절연 테이프로 감는다.

3) 조정 handle side 부분, 차륜 등은 때때로 기름칠을 한다.

4) 전원 스위치를 넣기 전에 다음과 같은 사항들을 필히 확인한다.

- 용접기는 바르게 접속되어 있는가?
- Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
- 결선부의 나사가 풀어져있지 않은가?
- 케이블에 손상된 부위는 없는가?
- 용접전류는 판의 두께와 용접봉의 직경에 알맞게 조정되어 있는가?

5) 용접을 중단하고 쉴 경우, 전극 홀더에 전압이 걸려있지 않도록 전압제거 장치를 용접 전원에 삽입하고, 전극 holder 전선의 접촉기 clamp 등 용접용구의 선정을 적절히 한다.

6) 용접기는 어스를 시켜주고, 허용전류와 정격사용 범위 내에서 용접기에 무리가 가지 않도록 한다.

7) 용접기에는 제3자가 알 수 있도록 “송전중” 또는 “정지중” 이란 표지판을 붙인다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 46/72

4.12.8.

용접용 케이블

- 1) 케이블의 연결은 플러그 등을 이용하여 완전하게 한다.
- 2) 2차측 케이블의 일반적인 길이는 공장내 조립 작업시 25 m, 지상조립 작업시 50 m정도로 하며, 100 m 이상이 되지 않도록 한다.(즉, 1차측 케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소간의 거리를 단축시킨다.)
- 3) 어스(earth) 선을 불완전하게 하면 정류의 전류가 흐르지 않고 ARC가 불안전하게 되며 전력의 손실을 가져오게 되므로 어스선을 안정시킨다.
- 4) 어스선은 반드시 규격의 정품 선을 사용한다.(철판, Angle 등의 사용금지)
- 5) 길이가 긴 부재를 용접할 때 부재 한쪽 끝에만 어스를 하면 전류의 부족 현상을 일으키게 되므로 부재의 양끝단과 중앙 등 3개소에 어스선을 설치한다.
- 6) 케이블의 피복이 열이나 화학약품 등에 의해 손상 받을 위험이 있는 장소에서는 용접작업 착수 이전에 대책을 적절히 강구해야 한다.
- 7) 용접 케이블, 용접기, 용접봉을 사람이 다니는 통로에 위치하지 않도록 한다.
- 8) 2차측 어스선은 절연성 및 전류용량이 충분한 것을 사용하고, 터미널을 되도록 용접부에 가까운 곳에 확실히 고정시킨다.
- 9) 어스선을 도중에 이어야 할 필요가 있을 때는 가능한 강하게 이음을 하되 전기저항부가 되지 않도록 결합해야 하며, 절연테이프 등으로 필히 절연시켜야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 47/72

5. 도장작업

5.1. 일반사항

5.1.1. 적용범위

- 1) 본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 도장 및 표면처리에 대하여 적용한다.
- 2) 도장작업을 시행하는 공장, shop, 기타 도장을 시행하는 작업장에서 표면처리 및 하도도장이 안된 내장과 외장, 강 구조물, 철제물 등에 대한 도장 및 표면처리 작업에 적용된다.
- 3) 현장에서 제작, 설치 등의 작업 중에 발생한 흠집이나 손상된 부분에 대해서도 현장 보수도장 및 표면처리 작업을 포함한다.
- 4) 발주자의 요청이 있거나, 설계상 혹은 기타 명기가 되지 않은 경우 노출된 모든 외장 및 내장에 대하여 표면처리 및 도장을 실시해야 한다.
- 5) 구체적으로 언급이 없는 품목에 대해서는 기기에 적용된 도장과 유사한 도료나 표면처리 방법으로 도장작업을 시행한다. 만약 색상이나 표면처리 방법이 설계되어 있지 않을 경우 발주자의 표준 색상이나 표준 표면처리 방법 중에서 선정하여 시공한다.

5.1.2. 관련 작업

- 1) 제작자에 의하여 제작공장이나, shop에서 하도도장이나 표면처리가 이루어질 수 있다.
- 2) 도급자는 본 시방서에서 중복되거나 빠지는 것을 방지하기 위하여 타 공정에서 실시되는 하도도장 및 표면처리에 대해서도 세심하게 조사하여 실시해야한다.
- 3) 도급자는 본 시방서에 계획되거나 규정된 모든 도장 및 표면처리 작업에 대한 책임이 있다.
- 4) 도장 색상에 대해서는 감독원의 승인을 득하여야 한다.

5.1.3. 도장하지 않는 범위

- 1) 만약 지시가 없을 때에는 보온재로 보호된 부분이나 기기의 기초, 배관 혹은 기타의 양각된 부분, 기계의 축 및 공동구 등과 피복되었거나 접근이 불가능한 곳은 도장을 하지 않아도 좋다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 48/72

2) 양극 산화 처리된 금속표면이나 알루미늄, 스테인리스강, 동, 황동, 청동 및 크롬 도금된 플레이트, 플랜지 면 등은 도장하지 않는다.

5.1.4. 관련 규격

도장작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS규격에 준한다. 단, KS규격에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 및 제작사 표준에 따른다.

5.1.5. 품질보증


- 1) 도장 및 표면처리의 모든 작업은 표준시방서에 부합되게 수행해야 한다.
- 2) 시공자의 품질보증서 : 도장 및 표면처리 작업의 품질 보증서를 작업시작 전에 감독원에게 제출하고 승인 받아야 한다.
- 3) 작업 전 협의 : 작업을 시작하기 전에 현장에서 발주자와 협의하여 작업 절차 및 시공자의 감독, 승인된 시공자와 자재 공급업자를 포함한 다른 작업 담당자와 조정사항을 검토하여야 한다.

5.1.6. 운반, 저장 및 취급

- 1) 도장재료의 현장에 운반, 저장, 보호 및 취급은 안전관리규칙에 따라 실시하여야 한다.
- 2) 도장재료의 현장반입은 밀봉된 상태로 인식표가 붙은 컨테이너를 이용하며, 반입검사를 받고 현장에 반입한다.
- 3) 컨테이너에 부착된 인식표에는 제조회사명, 페인트종류, 상표, 할당번호, 상품코드(brand code), 표면준비 방법, 건조시간, 세척 요구사항, 색상조합, 혼합 및 희석에 대한 지침 등이 기술되어야 한다.
- 4) 도장재료의 보관은 환기가 잘되고, 주변온도가 최소 7℃ 이상, 최대 32℃ 이하의 장소에 보관하여야 하며, 그 외에는 작업 절차서에 따른다.

5.1.7. 환경 요구사항

- 1) 작업 대상표면 및 주변의 온도가 도장재료 제조업자의 지침 온도 범위를 넘어설 경우 작업을 중지해야 한다.
- 2) 눈비가 올 경우 또는 도장재료 제조업자의 지침 습도 범위를 넘어설 경우 외부 도장작업은 중지해야 한다.
- 3) 라텍스(Latex) 페인트의 작업가능 최소 온도 : 내부 7℃, 외부 10℃
- 4) 바니쉬(Varnish) 마감 작업을 위한 최소 온도 : 내·외부 공히 18℃
- 5) 바탕재 표면의 중간 높이에서 측정했을 경우 조도는 860 LUX를 유지해야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 49/72

5.1.8. 보호

- 1) 화재의 위험성이 있는 잉여 도료, 신나가 적셔진 걸레, 쓰레기 또는 기타 오염 물질을 철제 용기에 화재 피해가 없도록 항상 주의하여 저장해 두었다가 공사 완료시 현장 밖으로 제거해야 한다.
- 2) 도장작업 및 마감작업이 진행되는 동안 다른 작업부위에 손상, 표식 피해가 가지 않도록 덮개 등으로 보호하여야 한다. 손상된 부위는 즉시 보수하여야 한다.
- 3) 작업원의 잘못이나 부주의 또는 불량자재에 의한 하자부위는 발주자의 지시에 따라 보수해야 한다.

5.2. 도장 재료

5.2.1. 표준 재질

본 시방서에 규정되어 있는 표준사양에 적합한 국산 재질을 사용하여야 한다. 만약 국산 재질이 표준사양에 적합하지 않을 때에는 이와 동등한 외국산 재질을 사용하도록 한다.

5.2.2. 재질의 일반적 요구사항

- 1) 별도의 지시가 없는 한 KS 규격품 제조업체의 정품을 제공한다.
- 2) 제품형태가 본 시방서에 규정되어 있더라도 휘발성 유기합성제의 사용을 통제하는 국내법규에 적합한 제품만 제공해야 한다.
- 3) 컨테이너의 라벨에는 제조사명, 셀락(Shellac), 아마인유(Linseed Oil), 테레빈유(Turpentine), 다른 희석제와 고품질의 솔벤트 등의 내용이 기술되어야 한다.
- 4) Block filler, 프라이머, 마감도장 재질 혹은 관련된 재질들은 제조업자의 검사 및 현장 경험에 따른 적합한 도장 재질이 제공되어야 하고 도장작업 환경에 적합하여야 한다.
- 5) 제작사 제품의 내용이 명기되지 않은 도장제품은 사용할 수 없다.

5.2.3. 철 구조물의 부식방지 프라이머

KS 관련규정에 적합한 부식방지 프라이머는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : 75% \pm 2%
- 2) Liter 당 이론면적범위(혼합상태) : 25 micron에서 30 m^2/ℓ
- 3) 색상 : 오렌지

	기술시방서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 50/72

4) 광택 : 반광택(semi-gloss)

5.2.4. 프라이머

Multi-component, self-curing, 무기질 아연 리치(Inorganic zinc-rich) 프라이머는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : 63% \pm 2%
- 2) 건조피막에서 총 아연량비 : 85% \pm 2%
- 3) 휘발성 유기용제량(회색시키지 않은 상태) : MAX. 480 g/ℓ
- 4) 적용온도 : MAX. 45℃, MIN. 3℃
- 5) 온도저항(Non-immersion) : 400℃ Continuous, 540℃ Non-continuous
- 6) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 75 micron에서 8.4 m²/ℓ
- 7) 저장수명(24℃에서) : 기본 - 12개월, 아연도금 - 24개월
- 8) 색상 : 회색
- 9) 광택 : 무광

5.2.5. 중도(Intermediate Coat)

Multi-component, 에폭시-폴리아미드(high-build 에폭시) 페인트는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : 65% \pm 2%
- 2) 휘발성 유기용제량(회색시키지 않은 상태) : MAX - 373 g/ℓ
- 3) 적용온도 : MAX. 45℃, MIN. 5℃
- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 125 micron에서 5.2 m²/ℓ
- 5) 저장수명(24℃에서) : 기본 - 12개월, 경화제 - 24개월
- 6) 건조시간(25℃에서) : Touch - 12시간, Hard - 24시간
- 7) 최소 over coating 간격 : 16시간
- 8) 발화점 : 페인트 혼합을 위한 23℃ 이상
- 9) 색상 : 다양함
- 10) 광택 : 반광택(semi-gloss)

5.2.6. 마감도장

Multi-component, 아크릴 폴리우레탄 페인트는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : 52% \pm 2%
- 2) 휘발성 유기용제량(회색시키지 않은 상태) : MAX. 466 g/ℓ
- 3) 적용온도 : MAX. 40℃, MIN. 3℃

	기술시방서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 51/72

- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 50 micron에서 10 m²/ℓ
- 5) 저장수명(25℃에서) : 기본 - 최소 12개월, 경화제 - 최소 24개월
- 6) 건조시간(25℃에서) : Touch - 2시간, Hard - 10시간
- 7) 최소 over coating 간격 : 16시간
- 8) 발화점 : 페인트 혼합을 위한 32℃ 이상
- 9) 색상 : 다양함
- 10) 광택 : 초광택(high-gloss)

5.2.7. 현장 Touch-up 페인트

변형된 알루미늄 에폭시 마스틱과 표면 내구력이 높은 에폭시 페인트는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : 80% ±2%
- 2) 휘발성 유기용제량(희석시키지 않은 상태) : MAX. 210 g/ℓ
- 3) 적용온도 : MAX. 45℃, MIN. 3℃
- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 125 micron에서 6.4 m²/ℓ
- 5) 저장수명(24℃에서) : 기본 - 6개월, 경화제 - 24개월
- 6) 건조시간(25℃에서) : Touch - 2시간, Hard - 16시간
- 7) 최소 over coating 간격 : 16시간
- 8) 발화점 : 페인트 혼합을 위한 23℃ 이상
- 9) 색상 : 회색
- 10) 광택 : 무광택

5.2.8. 기타 도장재료

본 시방서에 마감재질이 구체적으로 명기되어 있지 않더라도 도장작업에 필요한 모든 Putty, Filler, Sealers, Primers, Under-coats, 마감재 등을 제공하여야하고 도장작업은 완벽히 수행되어야한다. 본 시방서에 기타 도장재료가 규정되어 있지 않다면 도장작업 시작 전에 감독원의 승인을 득해야 한다.

5.2.9. 색상

색상은 감독원이 제시하는 색상을 사용해야한다.

5.2.10. 사용 장비

도장작업 및 부분도장에 사용되는 장비는 페인트 제조사가 권하는 장비를 제공하여야 하고 사용하여야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 52/72

5.3. 도장 시공

5.3.1. 준비작업

1) 인접된 작업부위의 보호

- 도장작업을 하는 동안 페인트가 Overlap, Over spray, Spillage 되는 것로부터 인접된 부위를 보호하고 도장작업에 필요 없는 것들은 제거해야 한다.

- 도장작업이 완료된 뒤 제거된 부분의 재설치 : 도장작업이 완료된 후 잠시 떼어놓았던 모든 것에 대한 재설치 작업은 숙련된 작업자로 하여금 수행되어야 한다.

2) 도장작업 준비

다음과 같이 shop에서 마감되어지지 않은 도장작업 대상물들을 준비한다.

- 일반사항

- 도장작업이 되어야 할 대상물이 하도도장이나 마감도장을 시작하기 전에 기름자국과 페인트 껍질이 벗겨졌거나 완벽히 도장이 안 된 부위, 다른 이물질이 있는 것들은 모두 제거한 후 깨끗한 상태로 하여야 한다.

- 부적합한 프라이머가 도장되었을 경우 제거하고 재 하도도장을 하여야 한다. 부적합한 도장으로 인하여 재 도장이 될 경우 감독원에게 재도장에 대한 비용을 청구할 수 없다.

- 표면처리 과정에서 발생하는 먼지나 오염물질들이 새로 도장되는 부분에 (마르지 않아 축축한 곳) 떨어지지 않게 주의해야 한다.

- 강재의 shop 준비사항

제작사의 마감 도장에서 제작사가 권유한 사항에 따라 shop 준비가 되었는지 확인하여야 하며 현장에서 추가공급 및 조치해야 할 사항들이 발주자의 추가비용 발생 없이 현장작업을 수행해야한다.

- 강재의 현장 준비사항

- 페인트 제작사가 추천한 솔벤트 세정제를 사용해서 표면을 세척하여야 한다. 핸드스크래퍼, 철솔, 파워브러시, 샌드블라스트를 이용하여 금속문, 철골 및 기타 철제품들의 모든 곳의 녹이나 먼지를 제거해야 한다.

- 도장하기에 앞서 샌드블라스트나 산세척을 이용해 표면처리를 해야 한다.

- 잘못된 도장부분은 깨끗하게 제거하고 정상적인 도장작업을 시작하기 전에 부분적으로 현장 보수도장을 실시하여야 한다. 또한 보수도장을 실시하는

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 53/72

프라이머의 재질이 적합한 것인지 확인하여야 한다.

3) 재질 준비

- 혼합 : 제작사의 요구사항에 따라 페인트 재료를 준비하고 혼합한다.
- 콘테이너 : 이물질이나 찌꺼기 등이 섞이지 않게 깨끗한 상태의 페인트를 사용할 수 있도록 하기 위해 콘테이너를 사용하여야 한다.
- 저장 : 페인트를 사용하지 않을 때에는 콘테이너의 뚜껑을 잘 막아 보관하여야 한다.
- 휘젓기 : 페인트를 사용하기 전에 같은 밀도를 가질 수 있도록 잘 섞어 사용한다. 또한 페인트를 보관하는 동안 만들어진 표면의 피막 부위는 제품과 섞이지 않도록 제거한다. 피막을 제거하기 위해 필요하다면 페인트를 걸러서 사용하도록 한다.
- 희석 : 제작사가 권유한 희석제와 수량만큼만 사용해야 한다.


5.3.2. 도장 schedule

- 1) 도장 색상에 대해서는 발주자의 색상 스케줄을 사용하여야 한다.
- 2) Shop 및 공장에서 실시된 하도도장이 된 곳에 대해서는 shop 및 공장에서 규정된 마감도장에 적합한지 확인하고 본 시방서 도장 스케줄에 적합한지 확인하여야 한다.
- 3) 제작자가 제시한 최소 건조피막두께를 각 도장에 적용해야 한다. 그러나 본 시방서 도장 스케줄에 규정된 최소 건조피막 두께보다는 얇게 하지 말아야 한다.

5.3.3. 도장 작업

1) 일반사항

- 도장할 대상물에 대한 검사나 환경은 본 시방서에 따라 수행되어야 한다.
- 도장작업 수행에 미비한 사항이 발견될 때에는 즉각 중지하고 미비한 사항이 완전히 수정 및 보완되기 전에는 작업을 진행하지 말아야 한다.
- 미비한 사항이 완전히 수정 보완이 되었을 경우는 감독원의 승인을 득한 후 작업을 재개하여야 한다.
- 도장피막 형성에 지장을 주는 더러운 먼지, 녹, 윤활유, 습기 및 거친 표면 등이 있을 경우에는 도장을 하지 않아야 한다.
- Shop에서 시행된 도장부위가 손상되었거나 벗겨진 부분의 보호를 위해 현장 보수도장을 실시하여야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 54/72

- 상대 습도가 85% 이상인 기후조건에서는 샌드블라스팅 작업을 금한다.
- 샌드블라스팅은 규정된 도장사양에 의하여 기준정도에 적합하게 실시되어야 하며, 샌드블라스팅이 완료된 후 최대 3시간 이내에 도장작업이 완료되어야 한다.

2) 도장 시공

- 도장작업 및 표면처리 작업을 시작하기 전에 성공적인 도장을 위하여 감독원에게 작업내용을 통보하여야 한다.
- 도장 스케줄에 나타나 있는 도장의 횟수는 shop에서의 도장과 공장에서의 도장을 포함하며 최소한으로 하여야한다. 부분적으로 미완성된 곳이 있다면 추가로 보수도장을 해야 한다.
- 피막두께와 도장의 횟수는 적용방법에 상관없이 동일하다. 제작사의 요구사항처럼 전단계의 도장이 완전히 건조되기 전까지는 후속 도장을 하지 말아야 한다.
- 마감도장이 완료되었을 때에 전단계의 도장 표면이 보이면 전단계의 도장 표면이 보이지 않도록 추가 도장작업을 해야 한다. 평평한 부분의 표면은 건조된 피막두께가 같게 도장하여야 하고 특히 모서리, 곡관부, 용접부위 등에는 두께가 같도록 주의해야 한다.

- 도장절차


- 페인트 제작자의 요구사항에 맞는 도장시스템을 적용한다.
- 별도 명기가 없는 한, 모든 철제품에 대한 표면에 대해서는 관련규정에 준한다.
- 페인트 스케줄에 규정되어 있는 것과 같이 혼합 및 하도, 중도, 상도의 최소 피막두께를 적용한다.
- 각각의 도장 두께는 페인트 스케줄에서 확인하고 도장을 하여야 한다.

3) 부식 방지 프라이머

부식방지 프라이머의 두께는 최소한 10 micron이 되어야하고, 또한 외장에 추가로 사용되는 프라이머의 두께는 최소한 25 micron이 되어야 한다.

4) 건 조

- 페인트 제작자가 요구하는 사항처럼 도장의 건조시간은 충분히 주어야 한다.
- 날씨 상태와 온도 및 습도 변화에 따라 충분한 건조가 되도록 건조시간을

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 55/72

증가시켜야 한다.

5) 고품질 도장

- 제작자의 요구사항에 따라 모든 도장은 스프레이식을 원칙으로 한다.
- 제작자의 요구사항에 부합되고 시방서의 도장 스케줄에 규정된 최소 건조 피막두께에 맞게 도장작업을 해야 한다. 표면온도가 응축이 예상되는 시점에는 도장을 하지 않는다.
- 현장에서 용접되어야 할 부위의 50 mm 이내에는 shop에서 도장을 생략하고 용접작업이 끝난 후에 도장을 하도록 한다.
- 설치 후에 현장에서 연결되는 노출부위와 도장이 안 된 부위 및 shop에서 도장한 것이 손상된 부위는 청소를 하고 동일한 마감 페인트로 도장을 해야 한다.

5.3.4. 현장 품질관리

감독원은 도장작업이 행해질 때 페인트 재질의 테스트가 필요하다고 생각될 때는 언제든지 테스트를 요구할 수 있다.


- 1) 발주자는 사용되고 있는 페인트 재질의 견본을 독립된 검사 대행인을 고용하여 계약자의 참석 하에 접수, 검사 및 확인할 수 있다.
- 2) 검사 대행인은 KS 또는 ASTM의 관련규정에 따라 검사를 수행하여야 하고 아래의 특성에 대한 검사를 해야 한다.

- 점착성
- 건조를 촉진시키기 위한 염분 분무에 의한 저항 값
- 건조 시간

- 3) 만약 검사결과가 기술시방서에 적합하지 않은 재질을 사용했다면, 계약자는 도장작업을 즉시 중지하고 부적합한 페인트로 도장된 부분도 깨끗이 제거하여야 하며, 시방서에 규정된 적합한 페인트로 재 도장을 하여야 한다.

5.3.5. 청 소

- 1) 매일 작업 종료 시에는 빈통, 형궤조각, 쓰레기 및 다른 폐기된 페인트 재료는 현장에서 치워야 한다.
- 2) 도장작업의 종료 시에는 모든 유리류, 기계설비, 철물 류 등을 주의해서 청소한다.
- 3) 마감 면이 손상되지 않도록 주의해야 하며 작업장 인근 표면에 묻은 페인트 및 기타 물질은 제거해야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 56/72

5.4. 도장검사

- 5.4.1. 샌드블라스팅은 기준정도에 적합하게 실시 후 외관 검사가 이루어져야 한다.
- 5.4.2. 도장 표면은 먼지, 모래 등 기타 이물질이 없이 미려하게 되어야 한다.
- 5.4.3. 도장 두께는 페인트 스케줄 내용을 확인하고 마그네틱 게이지로 건조피막 두께를 측정한다.
- 5.4.4. 도막 두께는 건조 도막두께 측정기에 의하여 규정된 도막두께로 도장되었는지 확인하며 측정기는 사용 전 반드시 표준 시편에 의거 검·교정되어야 한다.

5.5. 보호 및 현장보수

5.5.1. 보호

- 1) 도장작업의 최종 완료 때까지는 작업이 계속되기 때문에 손상을 입지 않도록 마감도장을 보호해야 한다.
- 2) 마감도장 직후에는 마감도장을 보호하기 위하여 “Wet Paint” 표시판을 설치하여야 한다.
- 3) 완료된 마감도장을 보호하기 위해 덮어두었던 임시보호 랩(wrap)을 도장작업이 완료되었을 때에는 제거해야 한다.

5.5.2. 현장보수

- 1) 도장작업이 최종 종료될 때 까지는 모든 마감표면의 손상부위에 대해서 현장 보수도장을 실시해야 한다.
- 2) Shop 마감항목
 - 현장설치 직후 현장의 용접부, 볼트 연결부, shop 도장의 벗겨진 부분, 얼룩진 곳 등을 브러시로 청소하고 시방서에 규정된 것과 동일 한 페인트로 최소 건조피막두께 75 micron으로 스프레이 도장을 하여야 한다.
 - 보수 도장한 부분이나 하도, 중도 및 상도도장을 할 때에는 shop에서 마감도장에 사용된 것과 같은 재질을 사용하여야 한다. 중도도장에서는 최소 건조피막 두께 125 micron으로 도장해야하고 상도도장에서는 50 micron으로 도장해야한다.(shop 도장과 동일)
 - 마감도장에 대한 보수도장을 실시할 때는 표시가 나지 않도록 하여야 한다.
- 3) 복합물, 에폭시 아연도금 류 등에 브러시나 스프레이로 보수도장을 실시

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 57/72

해야 될 현장마감도장에 대해서는 최소 건조피막 125 micron 두께로 실시하여야 한다.

4) 부식방지 손상부에 대한 보수는 대상 철제물들의 청소 및 재도장 준비를 하고 6시간 이내에 보수도장 작업을 해야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 58/72

6. 보온작업

6.1. 일반사항

6.1.1. 적용범위

본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체에서 기기 및 배관들의 온도를 유지하기 위한 보온에 관하여 적용한다. 배관의 보온은 설계도서에 명시된 재질과 방법에 따른다.

6.1.2. 관련 규격

보온작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS규격에 준한다. 단, KS규격에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 및 Maker Standard에 따른다.

6.1.3. 품질보증

보온작업을 시행하기 전 감독원이 지정하는 장소에 시험 시공을 하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

6.1.4. 운반, 저장 및 취급

보온재, 피복재, 접착제 및 도장재의 현장 운반 시에는 제조업자의 상표가 붙은 용기에 넣어서 운반한다. 용기에는 제품의 내화지수로 표시한다. 보온재는 오물, 물 및 화학적이나 기계적 손상으로부터 보호해야 한다. 손상되거나 물에 젖은 보온재는 설치할 수 없으며 현장에서 사용할 수 없도록 반출시켜야 한다.

6.1.5. 반입자재 검수

- 1) 시공자는 자재 현장반입 전에 감독원의 검수를 받고 반입하여야 한다.
- 2) 검수항목은 규격, 구조 등의 육안검사 및 성능에 대한 품질시험성과표를 확인해야 한다.

6.2. 보온 자재

6.2.1. 보온재

1) 보온통 및 보온대

- 경질 우레탄 보온재

KS로 규정된 경질 우레탄폼 보온재의 보온판 및 보온통으로 한다.

- 고무발포 보온재

EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer) 또는 NBR(Nitrile Rubber) 합성

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 59/72

고무 재질을 발포한 탄성계 독립기포구조 제품으로 한다.

2) 외장재

- 칼라아연철판 : KS 규정의 용융아연도금 강판 및 강대 또는 동등이상의 제품으로 판두께는 0.45 mm로 해야 한다.

- 알루미늄판 : KS 규정의 알루미늄 및 알루미늄 합금판 및 조 또는 동등이상의 제품으로 판두께는 보온외경 250 mm 이하의 판, 밸브 등에 사용하는 경우는 0.4 mm, 250 mm를 초과하는 경우는 0.6 mm 기타는 0.8 mm로 해야 한다.

3) 보조재

- 비닐접착테이프 : KS 규정의 포장용 폴리염화비닐 접착테이프에 의한 0.2 mm의 것, 또는 동등이상의 제품이어야 한다. 고무발포 보온재는 전용의 접착테이프를 사용한다.

- 아연철선 : KS 규정의 철선 또는 동등이상의 제품에 의한 아연도금철선으로서 굵기는 0.6 mm 이상이어야 한다.

- 메탈라스 : KS 규정의 메탈라스 또는 동등이상의 제품에 의한 호칭 망눈 21~28의 것으로 사용 철선은 지름이 0.4 mm 이상의 아연도금이 된 것이어야 한다.

- 밴드, 평밴드 : KS 규정의 냉간압연 스테인리스 강판 및 강대 등에 따라 제작한 것으로서 어느 쪽이든 두께 0.15 mm 이상이어야 한다.

- 밀봉재 : 클로로프렌 고무계 밀봉재 또는 실리콘 밀봉재로 해야 한다.

- 고무발포 보온재의 접착제 : 전용의 접착제를 사용한다.

6.3. 보온 시공

6.3.1. 일반사항

1) 배관보온용으로 보온통의 사용이 곤란한 곳은 동질의 보온대 및 보온판 등을 사용하여야 한다.

2) 배관의 보온 마감면의 간격은 수평 배관일 경우 50 mm, 근접 시설물에 대해서는 25 mm의 공간을 둔다.

6.3.2. 보온두께

1) 보온두께는 보온재만의 두께를 말하며 외장재, 보조재 등의 두께는 포함하지 않는다.

2) 기기 및 배관의 보온두께는 “5. 보온작업”에 있는 조건과 시공할 장소의 조건이 현저하게 다른 경우는 그 조건에 따라 KS F 2803(보온, 보냉 공사의 시공표

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 60/72

준)에 준해서 산정되어지는 것이어야 한다.

3) 보온과 보냉이 동시에 필요한 경우의 보온두께는 두 가지 중에서 두께가 큰 쪽의 시방을 적용해야 한다.

4) 도면의 보온기호 표기법

EX) 400A-DIS-1101-S26-AK2(400A DI Water Pipe 19 mm 고무발포 보온 후 컬러철판마감)

표기 방법	A	K	2
분류 명칭	Material	Cover	Insulation thick
세부 명칭	A : Cold Conservation	K : 0.45 mm Color sheet	2 : 19 mm 고무발포

6.3.3.

보온 시공

1) 보온될 모든 부위는 수분을 제거해야 하며 오염된 상태에서의 시공은 금한다.

2) 보온재의 이음부분은 틈새가 없도록 시공하고 겹침 부위의 이음선이 동일선상에 있지 않도록 해야 한다.


3) 고무발포 보온재는 보온통을 그대로 배관에 끼우거나, 절개 후 배관을 감싼 다음 절개부위에 전용의 흑색접착제를 도포하여 접착시킨다. 100 mm 이상 대구경인 경우는 보온 매트를 사용하고, 접착한 부위에는 난연성 PVC 보강테이프를 추가 조치할 수 있다. 특별히 금속표면의 부식을 막기 위해 코팅을 해야 할 때는 네오프렌계 접착제를 병용한다.

4) 배관의 철선감기는 대(帶) 모양재일 때는 50 mm 피치 이하의 나선감기로 조이고, 통모양재일 때는 1본에 대해 2개소 이상 감아 조인다.

5) 철판 등을 말아서 마감할 때에 관의 직관부에는 축방향 이음(seam)연결 또는 보턴편치이음, 곡관부에는 새우등형 카버 또는 공장가공 성형품으로 하고 옥내 다습한 곳의 이음매는 밀봉재로 마감해야 한다.

6) 결로방지 보온의 지지부는 보온재와 같은 두께의 목재, 콜크 또는 합성수지재 등의 잡자재로 지지대를 설치하고 행거밴드 또는 U-볼트로 고정하여야 한다. 부득이 지지대가 배관에 직접 접촉하는 경우는 보온표면보다 150 mm 거리까지 결로 방지를 위해 두께 13 mm의 고무발포 보온재(기타 보온재인 경우 20 mm)로 지지부를 피복해야 한다.

7) 옥내 노출관의 보온 변형부분 및 분기 굴곡부 등에는 밴드로 고정한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 61/72

밴드 폭은 보온외경 150 mm 이하는 20 mm로, 150 mm이상은 25 mm로 한다.

8) 밸브 및 플랜지의 보온시공은 배관시공에 준하고, 노출 밸브 류는 지정 외장재로 마감하여야 한다.

6.4. 보온 검사

6.4.1. 일반사항

- 1) 보온검사는 외관검사 및 두께검사로 한다.
- 2) 보온된 모든 부위는 보온재 및 외장재 표면에 오염이나 손상이 없어야 한다.

6.4.2. 시험 및 검사

- 1) 사용 재료 중 KS 표시품은 시험 및 검사를 생략할 수 있다.
- 2) 시공자는 KS 표시품이 아닌 것에 대하여는 사용재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고 품질시험대행기관의 품질시험성과표 또는 검사증을 제출하여 성능을 확인 받아야 한다. 필요한 경우에는 감독원의 입회시험 및 검사를 실시해야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 62/72

7. 시험 및 검사

7.1. 일반사항

7.1.1. 적용범위

본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 펌프와 배관, 계장계기, 제어시스템 등과 시운전을 포함한 모든 시험 및 검사에 대하여 적용하며 이상이 없어야 한다.

7.1.2. 시험 및 검사 방법

- 1) 자체검사 : 시공사 품질관리요원 및 검사원들에 의하여 수행되는 공정간 검사를 말한다.
- 2) 입회검사 : 발주처 감독원이나 혹은 그를 대행하는 제3의 검사기관의 입회하에 실시하는 검사를 말한다.
- 3) 육안검사 : 시력이나 렌즈로 직접 확인하는 검사를 말한다.
- 4) 촉수검사 : 손으로 만져 직접 확인하는 검사를 말한다.
- 5) 비파괴검사 : 시설물 또는 샘플을 파괴하지 않고 방사선투과, 칼라체크, 자분탐상 등의 방법으로 시행하는 검사를 말한다.
- 6) Sampling test : 시설의 일부를 지정 또는 시편을 마련하거나 수질검사와 같이 일부를 받아서 검사하는 방법을 말한다.
- 7) 공학적인 검사 : 검사 장비를 이용한 검사방법을 말한다.
- 8) 비교검사 : 표준자료와 대조하는 검사방법을 말한다.

7.1.3. 시험 및 검사

- 1) 검사 : 자재검사, 외관검사, 용접검사, 보온검사, 파괴 및 비파괴검사, 누설검사, 완성검사, 조립검사, 배선검사, 포장 및 출하검사, 입고검사, 운전상태 및 기능검사 등
- 2) 시험 : 내압 및 기밀시험(수압 및 공압시험, 통수시험, 진공시험), 성능시험(유량, 압력, 용량, 전류, 전압, 열성능, 소음 및 진동, 회전수 등), 안전장치 작동시험, 종합 성능시험 등

7.2. 시험 및 검사대상 기계

다음의 장비 및 장치는 설치 전·후 해당 시험 및 검사를 실시하여야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 63/72

품 목 (1)		검사 (○ 표를 실시한다.)		
		외관검사 (2)	기능 및 성능검사 (3)	시험항목 (4)
반송장치	펌프	○	○	양정, 양수량, 축마력 및 운전 상태에 따른 수압시험(펌프본체)
관류 및 관재류		○	-	수압 및 공기시험
밸브 류(Valve)	일반밸브	○	○	수압시험
계기 류(Gauge)	계량기	○	○	작동시험
보온재(Insulation)	주 재	○	-	
	외장재	○	-	
	보조재	○	-	

- a. 감독원의 검사를 받아야 할 기재는 (1)로 표시한다.
- b. 검사는 (2), (3)에 의해 완성검사(외관, 치수, 구조)와 기능 및 성능시험에 대해서 실시한다.
- c. (4)의 시험항목은 각각의 기기 시험방법에 따라 시험하되 누락 및 불분명한 사항은 KS 등의 해당 시험방법에 준한다.

7.3. 시험의 입회

7.3.1. 입회검사 신청

- 1) 시험 및 검사 절차서에 따라 최소한 검사 예정일 3일전 발주처에 서면으로 검사 신청이 되어져야 한다.
- 2) 만약, 검사관의 입회가 불가능할 때에는 품질관리 요원의 책임아래 입회 검사관의 입회 없이 검사가 수행될 수도 있으나, 사후에 반드시 감독원의 확인을 득하여야 한다.

7.3.2. 입회검사 대상

다음 항목에는 감독원과 시공자가 입회하에 시행한다.

- 1) 주요 장비와 장치의 시공 및 시험조정 시운전
 - 펌프류
 - 기타 장비 및 기기 류
- 2) 배관의 구간별, 전체 수압시험
- 3) 개별 제어시스템 및 자동제어시스템(DCS) 시운전 조정
- 4) 시스템(System)의 종합 시운전

7.4. 기기 및 배관의 시험

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 64/72

7.4.1. 압력 및 누수시험방법

NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 배관 내압시험은 실시하지 않으며, 펌프에 대한 시험기준은 아래 표를 기준으로 하되 감독원의 지시에 따른다.

종 별	시험방법	시험압력	시험기간
펌프본체	수압시험	진 양정 상당압 $\times 2$ 배압이 있을 때는(정양정상당압 $\times 2$)+(배압 $\times 1.5$)	제작사 기준

7.5. 자재검사 및 제작검사

7.5.1. 자재의 품질보증

1) 압력부위에 사용되는 모든 자재는 자재 사양에 맞는 화학성분, 기계적 성질 및 기타 요구되는 시험 등이 자재 보증서로서 확인되어야 한다.

2) 감독원은 자재 구매 시 작성된 구매요구서 및 사양에 맞는지 아래 항목에 따라 수입 검사가 실시되어야 한다.

- 자재 보증서 및 기타 요구되는 시험의 실시 확인
- 로트번호 및 사양에 따른 규격 표시 확인
- 라미네이션(lamination)이나 크랙 등 외관상 결함 유무 확인
- 두께 및 크기 확인

3) 수입검사 수행 시 자재의 이상이 발견되었을 때는 검사 담당자는 불일치 보고서를 발주처에 제출하며 수정조치 및 확인이 이루어질 때까지 해당 자재는 제작에 투입되어서는 안 된다.

4) 마킹검사

- 모든 자재(철판, 파이프, 플렌지, 기타 부속자재)는 자재보증서에 기록된 사양에 따라 품질표시가 기록되어야 한다.


- 마킹검사는 관련도면 및 절단 지시서에 따라 마킹이 되어야 하며 여러 조각으로 절단시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 실시하여야 한다.

- 마킹은 스틸펀치나 매직펜으로 실시한다. 절단시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 실시하여야 한다.

5) 개선 및 취부검사

- 개선 및 취부검사는 관련 도면 및 용접시방서에 따라 실시되어야 한다.

- 탄소강이나 저합금강은 산소절단에 의하고 스테인리스강이나 고합금강은 플라즈마나 기계절단에 의하여야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 65/72

- 검사 주요항목은 다음과 같다.

개선면과 루트 캡, 개선면의 외관상태, 가접상태, 외관 청결도

- 개선 및 루트 캡 : 용접시방서의 지시값에 따라야 한다.

- 맞대기 용접에서 취부 허용공차는 아래와 같다.

단면두께	최대 허용공차(mm)	
	길이 방향	원주 방향
두께 ≤ 4.5	1.0	1.0
$4.5 < \text{두께} \leq 6$	1.5	1.5
$6 < \text{두께} \leq 20$	두께 $\times 0.25$, 최대 3	두께 $\times 0.25$
$20 < \text{두께} \leq 38$	두께 $\times 0.25$, 최대 3	5
두께 > 38	두께 $\times 0.25$, 최대 3	두께 $\times 0.25$, 최대 6

7.5.2.

용접검사

- 1) 모든 용접은 규정된 용접시방서에 따라 기량시험에 합격된 용접사에 의해서 수행되어야 한다.
- 2) 모든 용접은 용접 전, 중간 용접상태, 최종 용접상태 등이 규정에 따른 해로운 결함이 없어야 한다.
- 3) 모든 용접은 크랙, 언더컷, 오버랩 등 외관상 해로운 것이 없어야 하며 최대 허용치는 아래와 같다.

크랙, 크레이터	허용치 없음
언더컷 레이더	최대 0.8 mm
오버랩	최대 1.5 mm
불충분한 각장	허용치 없음
필렛 용접의 크기	도면에 규정된 지시값 이상
필렛 용접의 블록도	최대 실제 각장의 0.1배

모재 두께 (mm)	최대 허용 덧살 두께
두께 ≤ 12	1.5 mm
$12 < \text{두께} \leq 25$	2.5 mm
두께 > 25	3.0 mm

7.5.3.

비파괴검사

- 1) 비파괴검사의 대상 및 방법은 감독원과 협의 결정한다.
- 2) 방사선 시험
 - 방사선 시험이 가능할 경우 다음의 규정을 준수하며, 시험 정도는 감독원

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 66/72

의 지시에 따라야 한다. 그러나 방사선 시험이 현실적인 제약으로 인하여 시행이 어려울 경우 적용이 가능한 적합한 시험으로 대체하고, 이마저도 어려울 경우에는 발주처와 협의하여 정한다.

- 온 길이 용접 방사선 시험이 규정된 경우에는 모든 길이 및 원주방향의 맞대기 용접 부위의 10% 이상 실시되어야 한다.
- 부분용접 방사선시험이 규정된 경우에는 각 길이 및 원주방향의 맞대기 용접부위에 최소 1개소 이상 방사선시험이 실시되어야 한다.
- 방사선 시험 규정 및 판정은 KS규정의 강 용접부의 방사선 투과시험 방법과 투과사진의 등급분류에 의거 실시한다.
- 방사선시험 결과 KS에 규정한 합격범위에 벗어났을 경우에는 수정 및 재시험이 다음 항목에 따라 이루어져야 한다.
- 온 길이 용접 방사선시험이 규정된 경우에는 불합격 개소에 수정 및 재시험을 실시한다.
- 부분용접 방사선시험이 규정된 경우에는 최소 불합격 시험부위와 동일한 용접부에서 추가로 2개소를 시험한다.
- 추가 2개소 시험결과 1개소라도 불합격 판정이 나면 그 부분 전 길이에 대하여 방사선시험을 실시한다.

3) 초음파 시험

- 모든 초음파시험의 적용규정도 발주자로부터 승인 받은 제조자의 표준규정에 따른다.
- 만약 시험 시 의심스러운 반사파가 발견되었을 경우에는 감독원과 협의 후 다른 검사방법으로 결함을 재확인할 수 있다.

4) 자분탐상 시험 및 액체 침투시험

- 시험의 판정기준은 KS 규정의 액체 침투탐상 시험의 방법 및 결함지시 모양과 등급분류, 철강 재료의 자분탐상 시험의 방법 및 등급분류에 따른다.

7.5.4. 치수검사

- 1) 치수검사는 제작도면의 치수에 따라서 확인되어야 하며 각 치수별 허용 공차는 허용공차 규정에 따른다.
- 2) 내경의 측정은 최소 4개소 이상 측정함을 원칙으로 한다.

7.5.5. 포장 및 출하 검사

- 1) 포장

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 67/72

- 완성된 기기 및 장비는 출하목적에 따라 기기번호 및 방향표시 등이 시행되어야 한다.
- 모든 기계 가공면은 테이프로 표면을 보호한다.
- 개방된 모든 노즐 구멍은 이물질의 인입 방지를 위해 밀폐 포장한다.
- 바닥면은 나무받침 포장을 원칙으로 한다.

2) 출하

- 사용처에서 쉽게 식별 및 인수가 가능토록 정확한 출하 목록표를 작성하여야 한다.
- 운반과정에서 요동에 의한 흔들림 방지를 위해 나무받침 포장을 실시한다.

7.6. 시험성적서

7.6.1. 시험성적서


- 1) 시험 및 검사 절차서에 따라 실시된 모든 시험 및 검사는 시험성적서로 기록이 유지되어야 한다.
- 2) 모든 시험성적서는 입고 전 감독원의 검토 및 승인을 득한 후 입고할 때에 기기와 동승될 수 있도록 한다.

7.6.2. 시험결과 보고서

시험 시행 전 협의 및 시행 후 결과를 정리하고, 종합평가 보고서를 작성하여 감독원에게 제출하여야 한다.

7.7. 부적합사항 관리

- 7.7.1. 계약자는 제작, 시험, 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 품질보증 요건에 따라 처리하여야 한다.
- 7.7.2. 부적합사항의 처리과정이 다중의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질검사 계획서를 작성하여 발주자의 검토를 받아 시행하여야 한다.
- 7.7.3. 부적합품목을 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리하여 사용할 경우 발주자의 승인을 받아야 한다.
- 7.7.4. 계약자는 발주자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 발주자의 담당 검사자로부터 종결확인 서명을 받아야 한다.
- 7.7.5. 종결된 계약자 부적합사항보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 68/72

7.8. 공급자 불일치사항 관리

7.8.1. 계약자는 계약 이행과정 중 아래와 같은 기술시방서 요건과 불일치사항이 발생한 경우에는 발주처 양식의 “공급자 불일치사항 처리요청서”를 발행하여 발주자에게 제출하여야 한다.

1) 제작된 또는 제작중인 기자재, 용역 및 공사가 구매 계약요건에 맞지 않을 때

2) 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때

3) 부적합사항에 대해 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리 사용 시

7.8.2. 계약자는 공급자 불일치사항 처리 요청서가 종결되지 않은 상태에서 기자재 (또는 용역 및 공사)를 출하할 수 없다.

7.8.3. 계약자 불일치사항 처리요청서는 부적합사항보고서(NCR : Non-Conformance Report)의 처리 수단으로는 가능하나 그 대체 목적으로는 발행할 수 없다.

7.8.4. 종결된 공급자 불일치사항 처리 요청서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 69/72

8. 잡철물 제작설치

8.1. 일반사항

8.1.1. 적용범위

본 시방은 NBI-1 냉각수설비 메인펌프 교체의 배관지지, 기기 등의 공작물의 철재 및 용접작업에 적용한다. 다만, 발주처의 지시가 있는 경우 설치위치의 주변여건과 특수성이 있는 부분은 주 구조물과 동일한 재질 또는 그 이상의 재료를 사용하여 설치한다.

8.1.2. 참조규격

- 1) KS B 0885 용접기술 검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
- 2) KS B 1002 6각 볼트
- 3) KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트, 6각 너트, 평와셔 세트
- 4) KS B 1012 6각 너트
- 5) KS B 1326 평와셔
- 6) KS D 3503 일반 구조용 압연 강재
- 7) KS D 3566 일반 구조용 탄소 강관
- 8) KS D 7004 연강용 피복아크 용접봉
- 9) KS D 7006 고장력강용 피복아크 용접봉


8.1.3. 제출물

자재공급 전 제출물 : 시공자는 다음의 사항을 자재공급 전에 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

- 1) KS표시품, 형식승인품 또는 기타 관계법령에 의하여 품질인증을 받은 제품을 사용하여야 하며, 품질인증을 받은 재료(이하 KS 표시품)인 경우에는 그 제품임을 증명하는 KS허가증 등의 사본을 제출하여야 한다.
- 2) 제품자료 : 각 기계설비 강재 및 용접봉 등 보조재에 대한 제조업자의 생산기술자료 및 설치 지침서를 제출하여야 한다.
- 3) 견본 : 해당 작업에 필요한 각종 강재 및 용접봉 등 보조재 견본을 제출하여야 한다.

8.1.4. 품질보증

기기 및 가대에 대한 강재제작 및 용접 작업을 시행하기 전 감독원이 지정

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 70/72

하는 장소에 시험시공을 하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

8.1.5. 운반, 저장 및 취급

강재 및 용접봉 등 보조재의 현장운반 시에는 제조업자의 상표가 붙은 용기에 넣어서 운반한다. 재료는 오물, 화학약품이나 기계적 손상으로부터 보호해야 한다. 손상되거나 파손된 재료는 설치할 수 없으며, 현장에서 사용할 수 없도록 즉시 반출시켜야 한다.

8.2. 재료

8.2.1. 강재

강재는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재) 및 KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관)에 따르고 용융아연도금, 전기도금, 또는 도장으로 옥외에 사용하는 경우는 용융아연 도금의 것으로 한다.

8.2.2. 볼트, 너트 및 와셔

- 1) 볼트, 너트 및 와셔의 재료는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재)의 제품 또는 동등이상 제품으로 하고, 전기도금 및 용융아연도금의 것으로 한다.
- 2) 볼트 또는 너트는 KS B 1002(6각 볼트) 및 KS B 1012(6각 너트)에 의한 제품으로 한다.
- 3) 와셔는 KS B 1326(평와셔)의 제품으로 한다.
- 4) 앵커볼트의 나사는 볼트나사에 준하며 미터나사 보통나사의 3급 이상으로 한다.
- 5) 고장력 볼트, 너트 및 평와셔의 세트는 KS B 1010(마찰 접합용 고장력 6각볼트, 6각 너트, 평와셔의 세트)의 제품으로 한다.

8.2.3. 용접재료

용접재료는 KS D 7004(연강용 피복아크 용접봉), KS D 7005(연강용 가스 용접봉), KS D 7006(고장력강용 피복아크 용접봉)의 제품 또는 기타 적합한 양질의 재료로서, 용접조건에 의해서 선정한다.

8.3. 시공

8.3.1. 강재가공

1) 선긋기 작업

- 선긋기 작업은 공작도, 현척도, 형판 및 자 등으로 정확하게 시행한다.

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 71/72

- 공작 시 결함이 발생하기 쉬운 부분 및 지정된 부분에는 유해한 손상을 일으킬 수 있는 정, 각인 및 센타펀치 등을 사용해서는 안 된다.

2) 절단 및 굽힘 가공

- 소재의 절단면은 지정한 것 이외에는 재료의 축과 수직이 되도록 한다.

- 가스절단을 할 때에는 자동 가스절단으로 하고 부득이 한 경우는 감독원의 승인을 득하고 수동 가스절단기로 해도 좋다. 수동 가스절단의 경우는 모양, 치수 등을 정확하고 깨끗하게 작업하고 절단면을 그라인더 등으로 다듬질을 한다.

- 절단면에 유해한 요철, 흠, 절단부족 및 슬래그의 부착 등이 생기는 경우에는 수정하거나 제거하여야 한다.

- 절단치수는 가공에 의해 생기는 수축, 변형 및 마무리 상태 등도 고려한 크기로 한다.

- 굴곡가공은 기계적 상온가공 또는 열간 가공으로 한다. 열간가공은 소재의 열처리에 알맞은 온도에서 행하고 급랭해서는 안 된다.

- 강판을 기계절단기로 절단 할 때에는 두께 9 mm 이하로 한다.

3) 교정 작업

소재 또는 조립되어진 부재의 변형은 각 공정에서 재질을 손상하지 않도록 교정한다.

8.3.2. 볼트 조이기

1) 조임 공구 및 검사용 기기는 볼트의 치수에 적합한 것을 사용한다.

2) 너트는 충분히 조이고 콘크리트에 매립되는 경우를 제외하고는 스프링와셔 또는 록너트 등을 사용해서 너트를 조인다.

8.3.3. 용접

1) 용접사

용접사는 원칙적으로 KS B 0885(용접 기술검정에 있어서 시험방법 및 판정 기준)에 의한 자격을 갖춘 자로 한다.

2) 재료준비

- 끝 가공 모양은 재질, 모양 또는 시공방법에 의해 정하는 것으로 한다.

- 끝 가공은 원칙적으로 기계가공으로 한다. 단, 부득이 한 경우는 자동 또는 수동의 열절단 가공으로서도 되지만, 그 경우는 필히 그라인더로 마무리를 한다. 끝 가공면을 깨끗하고 정확하게 마감하고 끝 가공면에 부착해 있는

	기 술 시 방 서	개정번호: 0
	NBI-1 냉각수설비 Main Pump 교체	발행일자: '18.10.12. 페이지: 72/72

슬래그는 완전히 제거하여야 한다.

3) 모재의 청소

모재의 용접면은 용접하기 전에 녹, 스케일, 수분, 기름, 슬래그 및 도료 등 용접에 지장이 되는 것을 제거한다. 단, 단단한 와이어브러시로 제거가 안 되는 검은 산화피막 및 용접에 지장이 없는 도료는 제거하지 않아도 된다.

4) 용접시공

- 용접기와 그 부속기구(전원 케이블, 용접 호, 용접 노즐 등)는 주어진 용접조건에 알맞은 구조 및 기능을 갖고 안전하게 용접할 수 있어야 한다.
- 용접부는 결함이 없고 표면이 매끈하여야 한다.
- 용접순서는 용접에 의한 변형 및 잔류응력이 작아지도록 정한다.
- 용접자세는 부재의 위치 조정이 용이하도록 하고 가능한 한 하향방향으로 한다.
- 재질, 두께 및 기온 등을 고려하여 필요에 따라서는 예열을 한다.
- 용접작업 중에는 누전, 전격 및 아크광 등에 의한 사고, 또는 아크 및 용융금속 등에 의한 화재 등을 방지하도록 조치한다.
- 용접에 의한 아연증기 등의 유독가스 발생우려가 있을 때에는 충분히 환기를 시킨다.

5) 용접 완료시의 확인

- 용접부 표면의 슬래그가 확실하게 제거되었는지를 확인한다.
- 용접부를 관찰하고 덧붙임 및 용접각장 부족 등 결함이 없는지를 확인한다.
- 용접금속의 크기 및 모양을 측정한다.