

**중규모 수력플랜트
발전기 파트
운영 및 유지보수
매뉴얼**

수력플랜트

On-site

설계/제작/

설치 기술

**연구과제 성과물
추가 1.1**

연구개발 기간

2017. 4. 15 ~ 2022. 12. 31

1장 : 운영 및 유지보수 매뉴얼 구성

1. 발전기

1.1 설계 및 기술 데이터	M950-5J5944
1.2 정기 유지보수 및 검사	M950-5J5945
1.3 오버홀(O/H) 검사	M950-5J5946
1.4 베어링 교체	M950-5J5947
1.5 쓰러스트 베어링 분해	M788-290935
1.6 브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링의 유지관리	M500-5J6474

2. 보조 기기

2.1 공기 냉각기	M950-5J5948
2.2 오일 냉각기	M950-5J5949
2.3 브레이크 & 잭	M950-5J5950
2.4 브레이크 & 잭 밸브 작동 방법	M950-5J5951
2.5 수동 잭업 펌프	M950-5J5952

3. 도면 및 계산서 목록

1) 발전기 단면도	M905-287464
2) 발전기 외형도	M905-288299
3) 발전기 배선도	M555-288301
4) 발전기 배관도	M790-288300
5) 발전기 배관 조립도	M905-290717
6) 발전기 도장 사양	M905-5H9382
7) 고정자 권선단면도	M905-3C8759
8) 고정자 권선절연사양	MI23-3904
9) 고정자 권선도	MI23-3898
10) 회전자 자극 조립도	M905-3D0376
11) 고정자 및 회전자 인양도	M905-3D0377
12) 고정자 및 회전자용 인양 지그의 외형도	M905-4J6889
13) 베어링 구조도	M905-288302
14) 명판 도면	M091-289364
15) 예비 부품 및 액세서리 목록	M096-5J2400
16) 발전기 기초 하중 계산서	M905-5J4018
17) 임계 속도 계산서	M905-5H9724
18) 플라이휠 효과 계산서	M905-5H9680
19) 발전기 효율 계산서	MI23-3899
20) 발전기 전기 상수 계산서	MI23-3900
21) 발전기 용량 곡선	MI23-3901
22) 발전기 냉각풍량 계산서	M905-5H9632
23) 발전기 축계 강도 계산서	M905-5H9722
24) 발전기 회전부 강도 계산서	M905-5H0335
25) 고정자 프레임 강도 계산서	M905-5J0291
26) 브라켓 강도 계산서	M905-5J0215
27) 발전기 쓰러스트 베어링 면압 계산서	M905-5J0153
28) 발전기 베어링 손실 계산서	M905-5J0138
29) 브레이크 & 잭 용량 계산서	M905-5J0376
30) 브레이크 링 온도 계산서	M905-5J0378
31) 스페이스 히터 용량 계산서	M905-5J0374
32) 전달 매트릭스 방법	M905-5J2837
33) 계자 부스 바 절연 사양	M905-5J6063

1.1 설계 및 기술 데이터

1) 일반 데이터

	Generator
Type	GDH7439S-24
Output	50,000 kVA
Voltage	13,200 V
Current	2,187 A
Power Factor	0.9
Frequency	60Hz
Speed	150 min ⁻¹
Flywheel effect	GD ² = more than 2,500 t • m ²
Rating	Continuous
Direction of rotation	Clockwise as view from top

2) 유지보수 관련 데이터

2)-1 허용 온도

	발전기
하부 가이드 베어링	Alarm : 75°C , Trip : 85°C
쓰러스트 베어링	Alarm : 75°C , Trip : 85°C

2)-2 냉각수 (최대 냉각수 온도 : 25°C)

	냉각수량	운전 수압	시험 수압
공기 냉각기	2,700 Liter/min	0.72 MPa	1.08 MPa
오일 냉각기	300 Liter/min	0.72 MPa	1.08 MPa

2)-3 윤활유

오일 양	하부	2,500 Liters (오일 냉각기 포함)
윤활유 등급		ISO VG 46
오일 레벨 한계 값 (지정된 레벨의)		상승 : 35 mm 하강 : 35 mm

2)-4 가이드 베어링

	하부 가이드 베어링
Type	Segmental
수량	12
지름	1,920 mm
공차 (반지름 기준)	0.21 ~ 0.24 mm

2)-5 브레이크 슈

재질	비석면 수지 (금형)
브레이크 슈 두께	40 mm
허용 마모량	25 mm

2.6 회전자 잭업의 허용최대치 ----- 6mm

1.2 정기 유지보수 및 검사

1) 정기 유지보수 및 검사

발전기의 적절한 기능과 성능을 보장하려면 발전기의 운전 상태에 대한 기록을 항상 유지하여 과거 기록과 비교할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

이것은 또한 초기 단계에서 문제를 찾는 데 매우 유용하다.

효과적인 유지보수를 위해 발전기의 운전 조건에 따라 검사 주기를 결정하는 것이 중요하다.

다음 표를 사용하여 검사 주기를 결정한다 :

항목	검사 주기				관리 항목	검사 및 유지보수 방법
	일간	주간	월간	연간		
1. 정기 유지보수 및 검사						
각 항목을 기록한다.	O				출력	발전기 운전 중에는 항상 표시창(Meters) 등을 관찰하여 운전 상태를 확인한다. 초기 단계에서 문제를 발견할 수 있도록 일상 점검을 수행한다. 발전기의 정상적인 운전 상태 (진동, 소음, 냄새 등)를 기록하면 사소한 문제라도 찾는데 도움이 되므로 매우 중요하다. 결함이 발견되면 공지하고 즉시 수리를 실시해야 한다.
	O				전압	
	O				전류	
	O				역률	
	O				여자 전류	
	O				고정자 권선 온도	
	O				베어링 온도	
	O				냉각수 온도	
	O				냉각 공기 온도	
				O	진동	
					그 외	
오일 레벨			O		오일 게이지	오일 게이지를 점검하여 오일 탱크에 지정된 레벨까지 윤활유가 채워져 있는지 확인한다. 오일 레벨이 너무 높으면 노일 누유가 발생되고 너무 낮으면 열로 인해 베어링 등이 손상될 수 있다. 단, 발전기 시동시 오일 레벨이 약간 변동 될 수 있다.
			O		오일 누유	
냉각수 흐름		O			냉각수 흐름 릴레이	냉각수가 정격 수량으로 흐르고 있는지 확인한다. 냉각수 흐름이 감소하면 베어링 온도가 상승하여 베어링 금속에 영향을 미친다. 냉각수에 포함된 이물질로 냉각관이 막히거나 장시간 운전으로 냉각수 배관 내벽에 스케일이 쌓이면 냉각수 수량이 감소할 수 있다.

권선	○	○			비정상적인 냄새	발전기가 운전하는 동안 비정상적인 냄새가 나는지 확인한다. 점검을 위해 권선에 접근하려면 위험을 방지하기 위해 발전기를 정지하고 실시한다.
				○	절연물의 변색	
				○	웨지의 느슨해짐	
				○	접착물(binding)의 깨짐 또는 느슨해짐	
				○	권선 상태 점검	
온도	○	○	○	○	온도계	권선과 베어링이 타는 것을 방지하려면 항상 온도계를 관찰하고 급격한 온도 변화가 있는지 확인한다. 고정자 권선은 장기간 운영하는 동안 먼지가 축적될 수 있고 이것은 냉각 효과에 악영향을 미쳐 권선 온도를 약간 증가시킬 수 있다. 유사하게, 냉각수 배관 내면의 스케일 축적은 냉각 효과를 감소시켜 베어링 온도를 증가시킬 수 있다. 그러므로 일정 주기로 고정자 권선과 냉각수 배관 내면을 청소해야 한다. 대부분 청소 후 온도가 원래 수준으로 돌아올 것이다.
진동				○	상부 및 하부 브라켓	상부 및 하부 브라켓에 비정상적인 진동이 발생하지 주기적으로 확인한다. 진동은 항상 각 브라켓의 동일 지점에서 측정하도록 한다. 과도한 진동은 기계의 수명을 단축시킬 뿐만 아니라 심각한 문제를 일으킨다..
냉각수 누수			○		냉각기	누수는 발전기의 적절한 기능에 영향을 미친다. 기계 내부에 누수된 물에 의해 발전기 단락 문제가 발생할 수 있으므로 정확히 점검한다.
			○		냉각수 배관	

누유			○		오일 냉각기	베어링 오일 저장소 덮개를 확인하여 팬과 고정자 권선에 유증기가 없는지 확인하고 유증기 방지를 위해 느슨한 볼트가 있는지 확인한다. 또한 피팅류와 조인트를 통해 오일이 누유되는 것을 방지하기 위해 관련 볼트가 느슨한지 확인한다.
			○		유압 잭	
			○		오일 배관	
			○		베어링 오일 저장소	
회전자 리드 및 계자 권선			○		연결부	모든 연결부에 변색 및 과열 징후가 있는지 확인한다. 또한 모든 볼트가 잘 조여져 있고 리드 민 권선이 정상인지 확인한다.
부스 바			○		연결부	모든 연결부에 변색 및 과열 징후가 있는지 확인한다. 또한 모든 볼트가 잘 조여져 있는지 확인한다.
브레이크 슈			○		브레이크 슈 마모	브레이크 슈의 마모 여부를 주기적으로 점검하고 마모와 작동 빈도 사이의 관계를 분석한다. 이는 브레이크 슈 교체 시기를 추정하는데 유용하게 쓰인다.
브레이크 링			○		브레이크 링의 마모 및 손상	브레이크 링에 마모 및 손상 흔적이 있는지 확인한다. 브레이크 링의 과도한 손상은 수정해야 하며 고정 볼트의 머리에도 제동 스크래치가 보이는 경우 브레이크 링을 교체하거나 수리해야 한다.
브레이크			○		브레이크 피스톤의 움직임	압력이 제거되면 브레이크 피스톤이 배기측에 가장 가까운 것부터 순서대로 하강한다. 모든 피스톤이 부드럽게 하강하는지 확인한다. 필요한 경우 문제가 있는 피스톤을 손으로 움직여보고 하강하지 않는다면 해당 브레이크를 분해하여 점검한다.

윤활유				○	오일의 열화 혹은 오염	<p>윤활유 교체 주기는 운전 중 오일의 온도와 오일에 들어갈 수 있는 이물질의 양에 따라 다르다. 교체 주기를 결정하는 지침인 수분 함량, 이물질 양, 산가의 징후가 있는지 주기적으로 확인한다.</p> <p>윤활유의 산가가 0.4~0.5 KOH-mg/g.를 초과하면 급속히 열화 하기 때문에 이 값을 오일 교체를 위한 지침으로 사용한다.</p>
브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링	○	○	○	○		“브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링의 유지 보수”에 대한 절차서 참고

2) 정지 중 유지보수 및 검사

- (1) 발전기가 몇 주 동안 정지된 경우, 위에서 서술한 “정기 유지보수 및 점검”의 요구 사항에 따라 정지 중에도 적절한 점검을 유지해야 하며 아래 항목을 고려한다.

항목	점검 항목	유지보수 및 점검 방법
슬립 링 및 브러시 홀더		“브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링의 유지보수” 참고 발전기를 장기간 운전하지 않을 경우 브러시를 분해해서 임시 보관하거나 슬립 링과 브러시 사이에 녹 방지 용지를 삽입한다. 특히 발전기를 몇 개월에 걸쳐 운영정지할 계획이라면 브러시를 분해해서 건조 보관한다.
스페이스 히터		발전기 운전 정지 기간동안 스페이스 히터의 정상 작동을 확인한다.

- (2) 발전기를 장기간 정지 후 작동할 때 운전전 유지보수 및 점검, 다음 항목을 확인하고 필요시 수리를 수행해야 한다.

항목	점검 항목	유지보수 및 점검 방법
권선	절연 저항	권선의 절연 저항은 발전기가 장기간 정지됨에 따라 열화될 수 있다. 발전기의 적절한 기능을 보장하기 위해서 메거(Megger)를 사용하여 고정자 및 계자 권선의 절연 저항을 측정해야 한다. 측정하기 전에 슬립 링의 기름, 먼지 등의 오염 물질을 제거해야 한다. 고정자 권선과 계자 권선의 절연 저항은 각각 12MΩ / 0.5MΩ 이상이어야 한다. 절연 저항이 지정값 보다 낮을 경우 발전기를 공회전(dry-run) 상태로 유지한 다음 재측정하여 절연 저항 기준 값을 만족해야 한다.
슬립 링 및 브러시 홀더		“브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링의 유지보수” 참조
냉각수	냉각수 흐름 누수	냉각수가 정격 수량으로 공급되고 누수가 있는지 확인한다.
윤활유	오일 레벨 누유	윤활유가 지정된 레벨로 공급되고 누유가 있는지 확인한다.
발전기 내부점검		발전기 내부에 남겨진 공구 등이 있는지 확인하여 조치한다.
회전자 작업		발전기가 2주 이상 정지되면 발전기를 시동하기 전에 오일 리프터 또는 오일 잭을 사용하여 발전기의 회전자(엄밀히 말하자면 회전부)를 들어 올리고 쓰러스트 베어링과 쓰러스트 칼라 사이에 윤활유 유막을 형성할 수 있도록 한다.

축전류 방지 절연	오염 등	축 전류 방지 절연을 확인하고 청소한다.
-----------	------	------------------------

주)

1. 우산형 발전기의 경우 축 전류 방지 절연에 대한 검사가 필요 없음.
2. 발전기가 장기간 정지되어야 할 때 냉각수 배수 방법(동결 방지)
 - 급수 시스템이 완전히 정지되었음을 확인한후 배수밸브를 열어 냉각수를 배출한다.
 - 공기 냉각기와 오일 냉각기의 배수 방법은 각 사용설명서 참조

1.3 오버홀 검사 (정밀 검사)

1) 일반

각 부품을 자세히 점검하기 위해 발전기를 주기적으로 분해하는 것을 권장한다. 불량 부품이 발생하면 추가 고장 발생을 방지하기 위해 반드시 수리해야 한다. 오버홀 검사는 최초 운전 후 약 1년, 그 후 3~5년에 한번씩 수행하는 것이 일반적이다. 발전기는 회전자와 베어링부를 세부적으로 점검할 수 있는 수준으로 분해해야 한다.

오버홀 검사 전에 각 부품에 대한 데이터를 점검 기록하고 시운전 시 각 부품의 기능을 점검한 결과를 이전 데이터와 비교해야 한다. 오버홀 검사 후의 데이터가 상당히 다른 경우 이를 고려하여 적절한 정비 대책을 세워야 한다.

2) 분해 및 재조립 시 주의사항

항목	주의 사항
가이드 베어링 갭	재조립 후 기준으로 사용할 수 있도록 분해하기 전에 가이드 베어링 갭을 측정하여 기록해야 한다.
리드 와이어 처리	리드를 분리하기 전에 각 리드에 끝에 있는 일치표시 등을 확인해야 한다. 표시가 없는 리드는 식별 및 적절하게 표시하도록 한다.
고정 볼트 점검	분해를 위해 볼트를 풀 때 해당 볼트의 체결 상태가 올바른지 확인한다. 느슨한 볼트가 발견될 경우 식별되도록 표시하고 재조립시 완벽하게 체결하도록 한다. 또한 다음 정밀 검사 및 오버홀 검사시 주의 깊게 점검해야 한다. 특히 Foundation base 고정 볼트의 헐거움 징후가 있는지 확인해야 한다.
하부 브라켓 인양	일반적으로 발전기 단독 오버홀 검사시 하부 브라켓을 인양할 필요가 없다. 그러나 필요한 경우 고정자 권선 및 코어의 손상 방지 조치를 하고 특별한 주의를 기울여 인양하도록 한다.
일치 표시	정의된 일치 표시에 따라 발전기를 재조립한다.

3) 분해 후 유지보수

(1) 고정자의 점검 및 청소

항목	점검 항목	점검 사항
고정자 코어	녹	녹 또는 흔적은 미세한 사포 (#320 또는 동등)를 사용하여 제거해야 하며 제거 영역에는 바니시 처리를 해야 한다. 고정자 권선 등이 손상되지 않도록

		록 주의하면서 녹이 제거될 정도까지만 긁어낸다.
고정자 권선	단열재 손상	절연이 손상되거나 열화된 경우(웻지 포함), 즉시 수리하거나 제조업체에 문의해야 한다. 느슨하거나 끊어진 묶음 끈이 발견되면 제조업체에 문의한다.
	리드 연결부의 절연 불량	
	웻지 느슨함	
	묶음 끈의 느슨함 또는 끊어짐	
고정자 권선	기름 또는 먼지	고정자 권선의 먼지는 압축 공기(컴프레서 등)로 제거한다. 권선의 더러운 기름은 휘발유 또는 벤진을 적신 천으로 닦아낸다. 두 경우 모두 절연재가 손상되지 않도록 주의해야 한다. 휘발유 및 벤진과 같은 세정유는 권선 절연재의 화합물을 용해시키는 경향이 있으므로 최대한 빨리 작업을 종료하도록 한다.
	니스 칠 (바니싱)	청소 또는 검사 중에 바니싱된 권선 표면이 손상된 경우 내유성(Oil-resistant) 자체 건조 바니시(self-drying varnish)로 손상된 부분을 리터치해야 한다. 바니시는 스프레이 건 혹은 손으로 고르게 코팅하고 완전히 건조되어야 한다.
고정자 권선 리드	서포트링 묶음끈의 느슨함 또는 파괴	고정자 권선 묶음끈과 동일한 절차를 수행한다.

(2) 회전자 검사 및 청소

항목	점검 항목	점검 사항
계자 권선	절연체의 비정상적인 변형	다른 정상적인 자극과 대조한다. 결함이 발생되면 수정하거나 제조업체에 문의한다.
	기름과또는 먼지	고정자 권선과 동일한 방법으로 권선을 청소한다.
	니스 칠 (바니싱)	고정자 권선과 동일한 방식으로 바니시 코팅을 적용한다.

(3) 기타

항목	점검 항목	점검 사항
오일 저장소 (하부브라켓 내부)	오염	오일 저장소의 내부면의 모든 침전물을 제거한다.
냉각기	냉각 배관	나일론 브러시를 사용하여 냉각 배관 내벽의 스케일을 제거한다.
볼트 및 너트	느슨함	회전자의 모든 볼트와 너트에 느슨함이 없는지 확인한다. 또한 다른 부품의 주볼트(main bolt)와 너트를 확인한다. 회전자의 모든 볼트와 너트가 완전히 잠겨져 있다면 로킹 와셔 등의 상태도 확인한다.
축 전류 방지 절연	오염	축 전류 방지 절연의 청결을 확인한다.

주)

1. 우산형 발전기의 경우 축 전류 방지 절연에 대한 검사가 필요 없음.

(4) 시운전 전 주의 사항

항목	주의 사항
“일간 유지보수” 항목 및 방법을 참조하여 전체 검사를 수행한다.	
운전 조건	발전기 근처에 기기 정상 운전을 방해하는 장애물이 없는지 확인한다.
	발전기 운전을 공지/경고하는 알림이 가능한지 확인하고 실시한다.
	발전기 외 모든 장비가 운전가능한 상태 및 준비되었는지 확인한다.

(5) 시운전 간 주의 사항

오버홀 검사 전 각 데이터를 확인하여 운전 조건을 준수한다.

결과가 데이터와 상당히 다른 경우 이를 고려하여 적절한 수단을 취해야 한다.

(6) 기타 주의 사항

발전기를 오버홀 검사할 때 순환 송풍 경로에 실리콘 조인트 재료와 밀봉재료를 적용하면 안된다. 이러한 재료의 적용은 슬립 링 브러시에 과도한 마모를 유발할 수 있기 때문이다. (슬립링 하우스 내부 공기 과열에 의한 브러시 마모량 증가를 의미하는 듯)

1.4 베어링 교체

1) 가이드 베어링 교체 및 갭 조정

A. 가이드 베어링 갭 설정 방법

회전자를 하강한후 베어링 갭은 코터에 의해 조정되어야 한다.

(그림 1 참조)

- (1) 베어링 오일 저장소의 센터링을 위한 샤프트와 데이텀 표면 사이의 거리 “X” 는 샤프트 둘레를 중심으로 균등하게 분할된 4개의

위치에서 측정되어야 한다.

센터링하기 전에 샤프트 중심이 데이텀 면의 중심에 있는지 확인해야 한다. 편차의 허용 값은 0.03mm를 초과하지 않아야 한다. 정렬이 허용 값을 초과하면 해당 부품을 제거하고 잭으로 샤프트를 밀어 샤프트의 위치를 조정해야 한다.

(2) 코터를 삽입한 상태에서 베어링 겹과 포인트 "A" 사이의 간격이 0mm가 될 때까지 코터 헤드를 부드럽게 칠수 있다.

이 작업을 수행할 때 샤프트의 위치가 이동되지 않았는지 확인해야 한다.

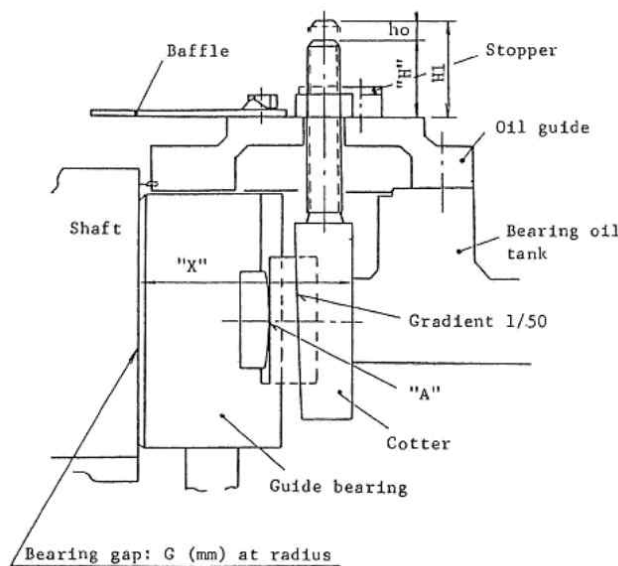
(3) 코터 헤드의 길이 "H"는 깊이 게이지로 측정하고 기록해야 한다.

(4) 코터의 나사 부분에 너트가 체결된다.

코터는 베어링 간격이 시공 매뉴얼에 지정된 값($G = 0.215 \sim 0.24\text{mm}$)이 될 때까지 너트를 회전시켜 올린다. 상승거리(h_0)는 $50 \times G$ ($10.75 \sim 12\text{mm}$)와 같다.

(5) 코터에 장착된 너트가 느슨해지지 않도록 스토퍼로 고정한다.

Fig. 1



B. 가이드 베어링 갭의 재조정 방법

베어링 갭의 재조정이 필요한 경우 방법은 아래와 같다.

- 베어링 갭 조정 값, 반경 : $g(\text{mm})$
- 코터의 올리기 혹은 내리기 높이 : $h' = 50 \times g(\text{mm})$

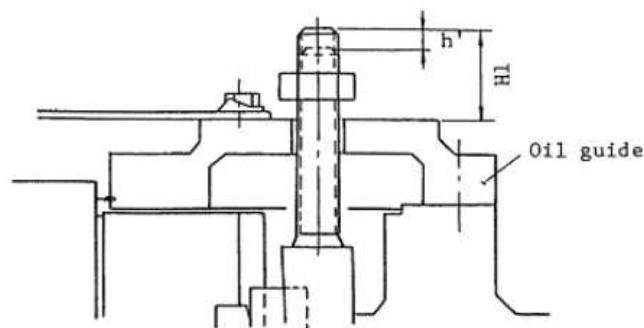
(1) 갭 늘리기

(1.1) 스톱퍼를 제거한다.

(1.2) 코터 헤드의 높이가 $(H1 + h')$ 가 되도록 너트로 코터를 올리
고 기록한다.

(1.3) 스톱퍼를 다시 장착한다.

Fig. 2



(2) 갭 줄이기

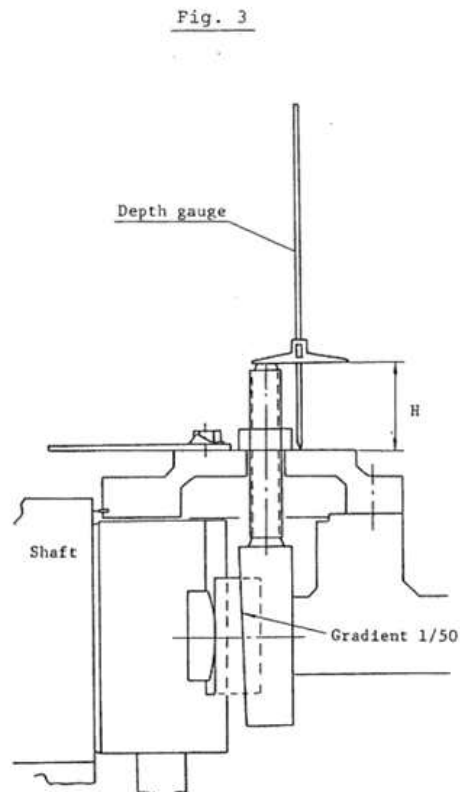
(2.1) 스톱퍼를 제거한다.

(2.2) 그림 2와 같이 너트를 올리고 고무 망치로 코터 헤드를 부드럽게 두드린다.

(2.3) 코터 헤드 높이가 $(H1 + h')$ 가 되도록 너트로 코터를 조정하
고 기록한다.

(2.4) 스톱퍼를 다시 장착한다.

Fig 3 shows method of head length measurement of the cotter with a depth gauge.



2) 피팅 런

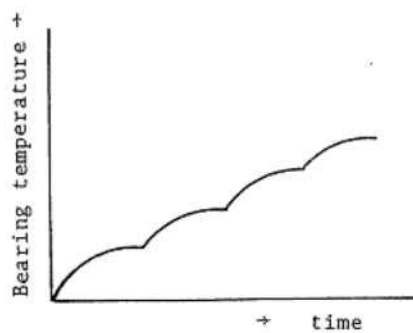
- (1) 가이드 베어링 또는 쓰러스트 베어링을 새 것으로 교체한 후에는 피팅 런을 실시해야 한다.
- (2) 유압 잭(공압 브레이크로도 사용됨)을 사용하여 발전기 로터를 최대 허용 작업 높이까지 올리고 15~20분 동안 유지하여 쓰러스트 베어링의 슬라이딩 표면에 유막이 형성되도록 한다.
- (3) 그 후 유압 잭이 완전히 내려갔는지 확인하고 피팅 런을 실시한다.
- (4) 아래 (6)과 같이 각 회전속도에 따른 온도 포화 수준을 확인하면서 수행한다. 예를 들어 첫 번째 RPM 수준의 운전상태에서 베어링 온도가 포화가 확인되면 다음 RPM 수준으로 회전속도를 증가시키고 포화온도를 확인하는 식이다. RPM이 정격 값에 도달할 때

까지 나머지 RPM 수준에 대해 피팅 런을 실시한다.

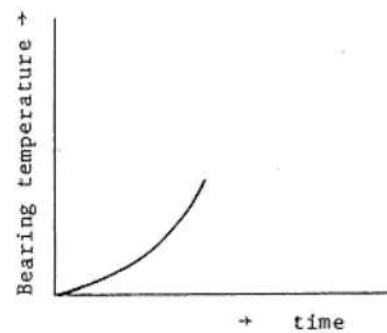
(5) 피팅 런 실시 중에는 베어링 온도를 주의깊게 관찰해야 한다. 베어링의 정상적인 온도 상승은 그림 (A)와 같으니 참고한다. 혹시 그림 (B)와 같은 온도상승이 계측되면 발전기를 즉시 정지시키고 분해하여 급격한 온도 상승의 원인을 파악하여 조치한다.

(6) 피팅 런의 RPM 수준 예시

- i : 정격속도의 약 50%
- ii : 정격속도의 약 70%
- iii : 정격속도의 약 85%
- iv : 정격속도의 약 100% (즉, 정격 속도)



(A)



(B)

(7) 잭업 작동 중에 밸브를 올바르게 작동했는지 확인한다.

(브레이크 & 잭 사용 설명서를 참조한다.)

1.5 Disassembly of thrust bearing

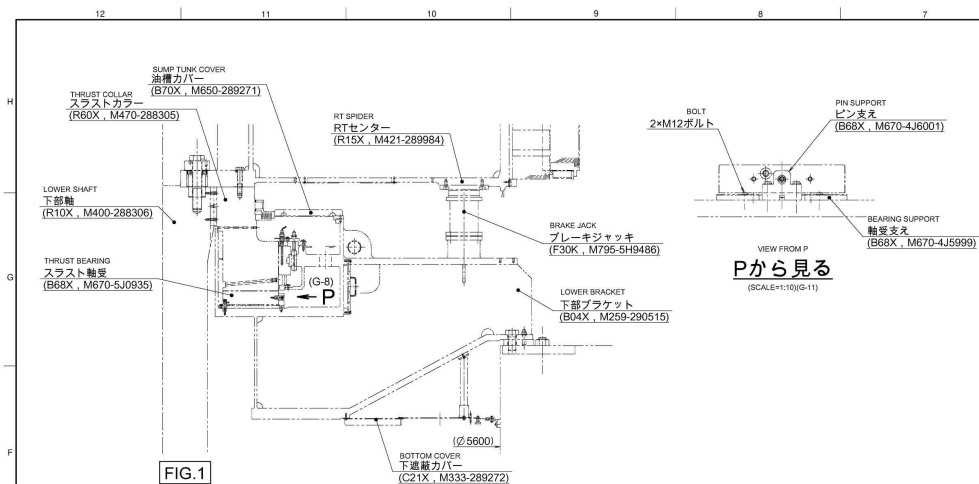


FIG.1

- 1) DISASSEMBLE THE PIN SUPPORT (B68X).
 - 2) DISASSEMBLE THE 2 x BOLTS M12 x 40.
 - 3) REMOVE THE THRUST BEARING TEMPERATURE DETECTOR.
 - 4) LIFT THE ROTOR BY 5 mm WITH THE BRAKE/JACKS.
-
- 1) ピン支えを分解する(B68X)。
 - 2) 2xM12ボルトを分解する。
 - 3) スラスト軸受用温度計を取り外す。
 - 4) 回転子を5mmジャッキアップする。

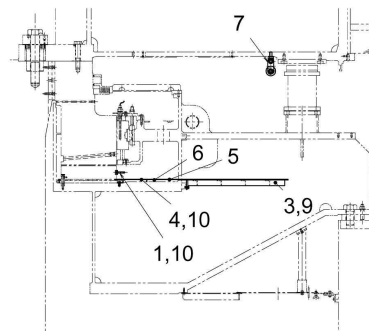


FIG.2

- 1) INSTALL THE P7 (PULLEY) TO RT SPIDER.
 - 2) ASSEMBLE THE P4 AND P5 (FLOOR PLATES - SEE FIG. A).
 - 3) APPLY TURBINE OIL(VG46) TO UPPER SURFACE OF P5
TO REDUCE FRICTION WITH THE THRUST PAD.
 - 4) ASSEMBLE THE P3 (PLATFORM).
 - 5) ASSEMBLE THE P1 (PAD HANDLE).
 - 6) INSERT THE THIN PLATES P9 UNDER THE THRUST BEARING PAD.
-
- 1) P7(滑車)をRTセンターに取り付ける。
 - 2) P4とP5(床板)を組み立てる。(FIG.A参照)
 - 3) スラスト軸ととの摩擦を減らす。P5の上面にはタービン油(VG46)を塗布する。
 - 4) P3(滑出板)を取り付ける。
 - 5) P1(スラスト軸ハンドル)を取り付ける。
 - 6) P6(プレート)をスラスト軸の軸に差し込む。

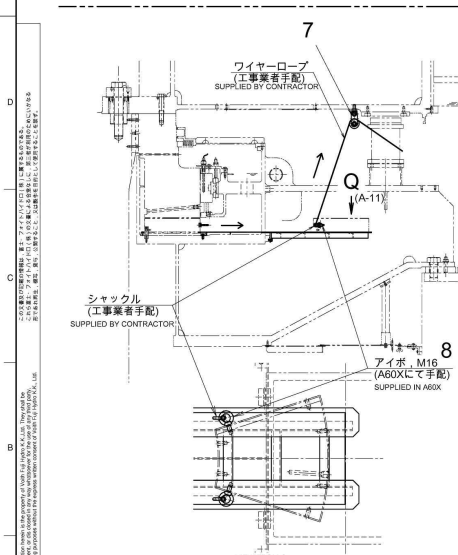
[illegible]

FIG.3

Qから見る (D-10)

- 1) MOVE THE THRUST PAD TO THE OUTSIDE
(USING THE P1 (PAD HANDLE)).
 - 2) LIFT THE THRUST PAD.
 - 3) DISASSEMBLE THE P3 (PLATFORM).
-
- 1) P1(スラスト軸受用ハンドル)を使い、スラスト軸受を外側へ引き出す。
 - 2) スラスト軸受を吊り上げる。
 - 3) P3(搬出支え)を取り外す。

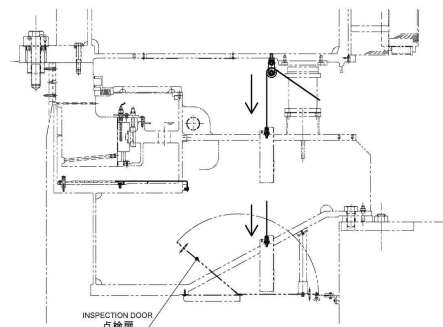


FIG.4

- 1) OPEN THE INSPECTION DOOR OF THE BOTTOM COVER (C21X).
2) LIFT DOWN THE THRUST PAD TO TURBINE PIT AND THEN CARRY IT OUT.
- 1) 下遮蔽カバーの点検扉を開ける。
2) スラスト軸受を水車ピットに吊り降ろして搬出する。

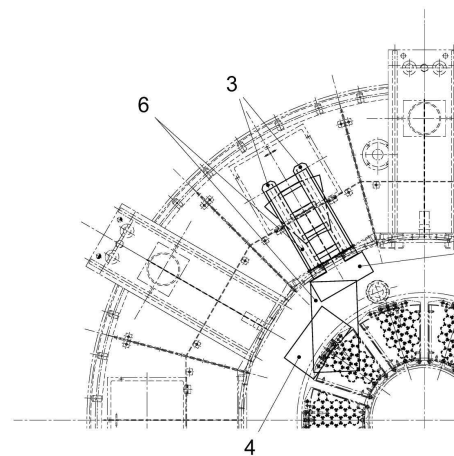


FIG.A

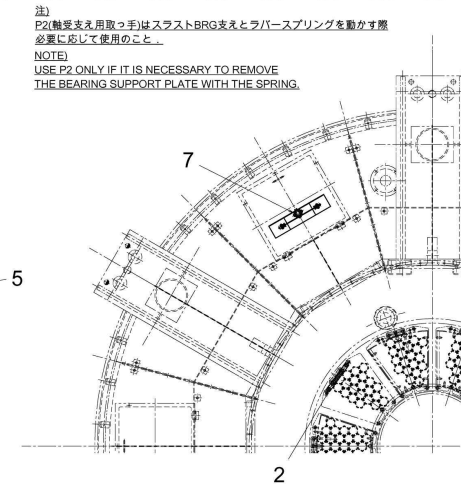


FIG.B

注)
P2(軸受支え用取っ手)はスラストBRG支えとラバースプリングを動かす際
必要に応じて使用のこと。
NOTE)
USE P2 ONLY IF IT IS NECESSARY TO REMOVE
THE BEARING SUPPORT PLATE WITH THE SPRING.

[illegible]

1.6 브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링의 유지보수

1. 일반 검사

슬립링과 브러시 부품은 청결하게 유지하고 매일 조심스럽게 유지 보수하여야 한다. 유지 보수에 주의를 기울이지 않으면 비정상적인 브러시 마머, 슬라이딩 거칠기, 돼지꼬리(fig tail) 소손 및 기타 문제가 발생할 수 있다.

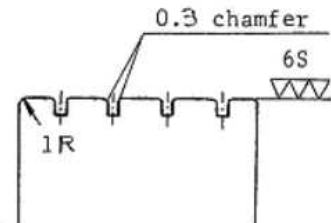
항목	검사 주기			검사 중점
	일간	주간 혹은 월간	연간	
브러시	○			마모 정도
	◎			스파크, 슬라이딩 소리 또는 진동 (발생 시점 및 브러시 위치/번호)
		◎		마모량 (교체 시기 및 제품 마크)
		○		홀더 내에서 부드럽게 미끄러지는지 (흑연 먼지의 양)
		○		슬립 링 접촉면의 먼지. 슬라이딩 접촉 상태
		○		브러시 손상
		○		전기 전도성 부품의 느슨함
		○		돼지 꼬리의 비정상적인 상태 (변색, 코킹, 열화)
브러시 홀더		○		브러시 홀더 및 주변 부품의 오염
		○		스프링의 열화, 움직임의 불규칙성
			◎	브러시 압력
			○	고정물의 손실
슬립 링	○			표면 상태 (스크래치, 브러시 자국, 녹)
		○		각 극 절연체의 오염 등
		◎		온도 상승
		○		먼지 축적
			◎	슬립 링 마모
			◎	편심 여부
부하 조건	◎			여자 전류
	◎			실내 온도 및 습도
	○			실외 조건 (Ambient condition)
		○		운전 시간

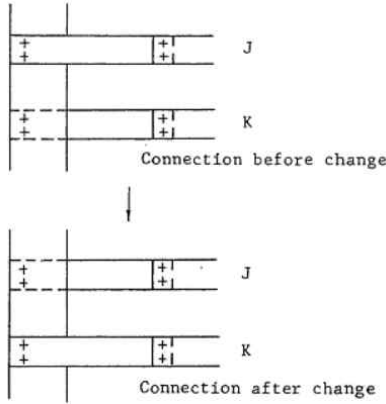
[브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링 유지보수 고장 진단 표]

													고장 사항	
			✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	브러시 스파크 브러시의 과도한 소음, 딱딱거림 혹은 리드 탈락	
✓				✓				✓	✓				브러시 리드의 변색	
	✓			✓		✓	✓		✓				개별 브러시 리드의 변색	
					✓	✓							과도한 브러시 마모	
													과도한 슬립 링 마모	
											✓		슬립 링의 탄 자국 : 브러시 내면과 접촉하고	
						✓		✓		✓	✓		브러시 간격의 순서대로 생긴 경우	
													상기와 같지만 : 브러시 앞쪽 가장자리에 불규	
	✓		✓		✓								칙한 분포를 보일 때	
													슬립 링에 흠이나 나사형 표면이 생길때	
													슬립 링 구간의 섬락(Flashover)	
불충분한 환기													장기간 정지중 습기 침투로 전해작용 발생 녹, 슬립 링 윤유막 슬립 링의 편심 운전 (신료값에서 벗어나거나 느슨한 경우) 나온 브러시 압력 (130g/cm ² 이하) 불규칙한 브러시 압력 (개별 브러시에 과부하) 브러시가 홀더에서 자유롭게 움직이지 못함 홀더가 과하기 기어해진 경우 (브러시 홀더와 슬립링 편차)	가능한 원인
환기 증대 : 필터 점검 및 청소 / 교체													정기가 더 길어진다면 브러시 건조보간 슬립 링을 청소하고 재연마하여 방지 슬립링 재연마 혹은 조정 필요시 장력이 약한 스프링 및 홀더 교체 필터 위치를 올바르게 조정 브러시 등급 청소 공급업체 문의 후 브러시 등급 변경 브러시 등급 변경 적절한 부하로 조정 브러시 수량 줄이기 발생경로 청소	해결책

2) 슬립 링 유지보수

항목	점검 사항	유지보수 / 점검 방법
슬립 링 청소	청결 상태	<p>(1) 브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링의 먼지 또는 브러시 입자를 제거한다.</p> <p>(2) 슬립 링의 표면을 깨끗한 천으로 닦는다. 기름진 천의 사용은 금지한다.</p> <p>(3) 슬립 링 표면에 기름이 있다면 휘발성 용제 (무연 휘발유, 벤진, 알콜 등)에 적신 천으로 닦아낸 다음에 마른 천으로 닦는다.</p> <p>(4) 브러시와 접촉 되었거나 표면 재 연마 후에는 특히 주의해서 슬립링을 청소한다.</p>
장기 운전 정지 중 유지보수	슬립 링 표면	<p>발전기가 장기간 정지 될 때 브러시를 빼거나 브러시와 슬립 링 사이에 적절한 두께의 판지를 삽입하여 슬립 링이 녹슬지 않도록 조치한다. 단, 장기 운전 정지중에 흑연 도금막이 슬립 링에 형성되는데 균일하고 줄무늬가 없는 찬새 막이 이는 경우 좋은 슬라이딩에 필수적이므로 제거하지</p>

		않아야 한다.																																													
슬립 링 연마	편심 또는 회전 균일에 문제가 있을때	(1) 슬립 링에 굽힘, 거칠거나 고르지 않은 부위 또는 스파크 자국이 있는 경우 브러시를 제거하고 연마석 또는 사포(#320)로 슬립 링 표면을 연마 한다. (2) 사포를 사용하는 경우 슬립 링을 연마하는 동안 일정한 압력을 유지 하고 사포가 슬립 링을 굽는지 확인하면서 작업하고 “편차(높고 낮은 곳)” 가 생기지 않도록 주의한다. (3) 연마후에 기름이나 사포 먼지를 제거하고 마른 천으로 슬립 링 표면 을 밝은 광택이 날 정도로 닦아준다.																																													
슬립 링 스키밍 (Skimming)	편심 또는 회전 균일에 심하게 문제가 있을 때	(1) 편심, 편차 또는 표면 거칠기 저하로 인해 슬립 링 표면이 원형에서 심하게 벗어나는 경우 기계 등으로 스키밍해야 한다. (a) 스키밍은 슬립 링을 선반에 장착하는 것이 가장 좋지만 불가능 할 경우 슬립 링이 평면 지지대에 단단히 장착되어 고정된 상태에서 수행해 야 한다. (b) 기계는 반경 방향/축 방향 모두 조정 및 이송이 가능해야 하며 가공 고정 부품이 슬립 링 축방향과 정확하게 평행하게 정렬되었는지 확인해야 한다. (c) 슬립 링 스키밍을 위한 조건의 예는 아래를 참조 <table border="1"><thead><tr><th rowspan="2">슬립 링 재질</th><th rowspan="2">절삭 공구 재질</th><th rowspan="2">절삭 속도 (m/min)</th><th colspan="2">황삭</th><th colspan="2">정삭</th></tr><tr><th>이송 속도 (mm/rev)</th><th>깊이 (mm)</th><th>이송 속도 (mm/rev)</th><th>깊이 (mm)</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="7">- 선반 사용시</td></tr><tr><td rowspan="2">steel</td><td>고속도강 (grade 4)</td><td>20~30</td><td>0.1~0.3</td><td rowspan="2">0.1~0.3</td><td rowspan="2">0.05~0.08</td><td rowspan="2">0.05~0.1</td></tr><tr><td>초 경 강</td><td>80~150</td><td>0.05~0.2</td></tr><tr><td colspan="7">- 평면 지지대 사용시</td></tr><tr><td rowspan="2">Steel</td><td>고속도강 (grade 4)</td><td>최대 30</td><td>0.1~0.2</td><td rowspan="2">0.1~0.15</td><td rowspan="2">0.05~0.08</td><td rowspan="2">0.05</td></tr><tr><td>초 경 강</td><td>30 이상</td><td>0.05~0.1</td></tr></tbody></table> (d) 스키밍한 후 나선형 홈의 가장자리를 모따기한다. (e) 최종 가공 표면을 사포로 매끄럽게 하여 불규칙성을 6μm 이하 (6S) 로 줄인다. 	슬립 링 재질	절삭 공구 재질	절삭 속도 (m/min)	황삭		정삭		이송 속도 (mm/rev)	깊이 (mm)	이송 속도 (mm/rev)	깊이 (mm)	- 선반 사용시							steel	고속도강 (grade 4)	20~30	0.1~0.3	0.1~0.3	0.05~0.08	0.05~0.1	초 경 강	80~150	0.05~0.2	- 평면 지지대 사용시							Steel	고속도강 (grade 4)	최대 30	0.1~0.2	0.1~0.15	0.05~0.08	0.05	초 경 강	30 이상	0.05~0.1
슬립 링 재질	절삭 공구 재질	절삭 속도 (m/min)				황삭		정삭																																							
			이송 속도 (mm/rev)	깊이 (mm)	이송 속도 (mm/rev)	깊이 (mm)																																									
- 선반 사용시																																															
steel	고속도강 (grade 4)	20~30	0.1~0.3	0.1~0.3	0.05~0.08	0.05~0.1																																									
	초 경 강	80~150	0.05~0.2																																												
- 평면 지지대 사용시																																															
Steel	고속도강 (grade 4)	최대 30	0.1~0.2	0.1~0.15	0.05~0.08	0.05																																									
	초 경 강	30 이상	0.05~0.1																																												
슬립 링 표면 거칠기	슬립링 표면	(2) 슬립 링의 편심은 0.05mm 이하이어야 한다. 이 공차는 중심의 편차, 즉 편차 계측기 판독값의 절반을 의미한다. 슬립 링 표면의 브러시 자국은 흔히 발생한다. 브러시와 동일한 간격으 로 생기거나 불규칙한 간격으로 미끄러짐 방향으로 확장될 수 있다. 이 자국은 브러시와 슬립 링 사이의 전기적 접촉을 방해하고 스파크를 일으																																													

		<p>킬 수 있다.</p> <p>(1) 브러시와 동일한 간격을 둔 브러시 자국은 발전기가 운전정지 상태 일때 주로 발생하며 습도가 높거나 주변 온도의 변화에 따라 발생할 수 있다.</p> <p>이러한 이유로 발전기를 오랫동안 정지시킬 계획이라면 브러시를 분해 보관하는 것이 좋다.</p> <p>자국이 특히 많거나 불량할 경우 연마석이나 사포로 완전히 제거한다.</p> <p>(2) 미끄러짐 방향으로 연장되는 열방향에 자국이 나타나면 먼지나 가스에 의한 미끄러짐 표면의 오염, 브러시의 마모, 부적절한 브러시 압력, 고르지 못한 브러시 압력, 브러시 홀더의 마모 입자 달라 붙음, 슬립 링의 편심 또는 거칠기 불량, 브러시 결함으로 인한 접촉 불량 등의 가능성있는 원인을 조사하고 문제를 분석해야 한다. 이러한 자국은 스파크 또는 불균형 전류 흐름을 유발할 수 있으므로 연마석 또는 사포로 제거한다.</p>
슬립 링의 극성 변화		 <p>동기 발전기의 슬립링 표면 손상은 두 링의 면중 하나에 발생하는 경향이 있다. 습도가 높거나 온도 변화가 심한 환경에서 발전기를 운영하거나 슬립 링에 오일이 있는 경우 특히 더 심하다. 표면 손상을 줄이기 위해서는 1년에 한번씩 극성을 전환하여 각 링의 마모를 균등화하는 것이 좋다. 문제가 특히 심한 경우 큰 손상이 발생하기 전에 극성을 전환해야 한다.</p> <p>슬립 링의 극성을 전환하려면 위의 그림과 같이 브러시 홀더 지지대에 연결되는 리드의 연결 탭을 전환해야 한다.</p>

3) 브러시 유지보수

항목	점검 사항	유지보수 / 검사 방법
브러시 교체	마모 정도	<p>브러시는 고르게 마모되지 않는 경향이 있으며 마모는 극성에 따라 다르므로 브러시가 심하게 마모되지 않도록 주의해야 한다. 마모된 브러시는 부적절한 브러시 압력, 부적절한 돼지꼬리 길이 또는 브러시 홀더에 의한 과도한 마모 등으로 인해 스파크가 발생할 수 있다.</p> <p>(1) 브러시의 마모한계는 25mm이다.</p> <p>브러시 홀더의 압축팔은 두가지 색으로 도장되어 있으며 압축팔의 끝 부분은 빨간색, 그 뒤는 흰색이다. 흰색 부분이 브러시 홀더 박스 안으로 완전히 들어간다면 브러시 마모한계에 도달한 것으로 교체가 필수다.</p> <p>(2) 마모된 브러시를 기존 브러시와 동급으로 교체한다.</p>

		<p>(3) 또한 마모량과 관련없이 브러시를 너무 오래 사용해서 오일이 함침되었거나 돼지꼬리의 장착부가 느슨한 경우 브러시를 교체해야 한다.</p>
브러시 피팅	접촉 조건	<p>(1) 새 브러시의 평평한 미끄러짐 표면을 슬립 링 곡률에 맞춰 장착해야 한다. (그림 1 참조)</p> <p>(a) 브러시를 장착하기 위해 브러시와 슬립 링 사이에 비교적 거친 사포(약 #120)를 한 장 삽입해서 슬립 링 표면에 대고 브러시가 슬립 링 표면의 곡률과 동일해질 때까지 브러시를 가로질러(왼쪽/오른쪽) 연마한다. 이때 브러시 가장자리가 동그랗게 마모되지 않도록 주의해야 한다.</p> <p>(b) 다음으로 더 미세한 등급의 사포 (#220 또는 #320)로 바꿔 브러시 미끄러짐 표면이 슬립 링 표면과 정확하게 일치하도록 과정을 반복한다.</p> <p>(2) 위 공정을 거쳐 브러시를 장착하고 브러시, 브러시 홀더 및 슬립 링과 절연체 표면을 청소하여 브러시 먼지와 사포 먼지를 모두 제거해야 한다.</p> <p>(3) 브러시 홀더 내부에서 브러시가 부드럽게 움직이는지 확인한다.</p> <p>(4) 발전기가 운전중일 때 비상 교체에 사용할 여분의 브러시를 발전기 정지 중에 확보하는 것이 좋다.</p> <p>(5) 발전기 운전중 브러시를 교체할 때는 단락 사고를 방지하기 위해 충분한 시간과 주의를 기울여 브러시를 한번에 하나씩 교체해야 한다.</p> <p>(6) 슬립 링은 작업 공간을 확보하기 위해 멀리 떨어져있는 상태이지만 절연 장화, 장갑 등을 착용해서 팔이나 다른 신체 부분이 전기사고에 노출되지 않도록 해야 한다.</p> <p>(7) 다음 그림은 상기 절차를 간략하게 설명한다.</p> <div data-bbox="869 1366 1173 1579"> </div> <p>Pull the emery paper back and forth to bed in the brush.</p> <p>Fig. 1 (Good)</p> <div data-bbox="909 1713 1181 1926"> </div> <p>Doing it this way will round the edges of the brush.</p> <p>Fig. 2 (Bad)</p>

길들이기 운전	브러시 미끄러짐 소음과 스파크	<p>(1) 1/3 혹은 이상의 브러시가 교체 되었다면 청소후 길들이기 운전이 필요하다. 먼저 발전기를 무부하 상태에서 1~2시간 운전한 다음 경부하로 그리고 브러시 미끄러짐 표면이 80% 이상 접촉한다면 정격 부하로 전환하여 운전한다.</p> <p>(2) 여러 이유로 길들이기 운전을 수행할 수 없을 경우 사포로 브러시 길들이기를 각별히 주의하여 실시한다.</p> <p>(3) 연삭 또는 절삭 공구로 표면 가공을 한 경우 표면에 탄소층이 형성 되도록 가능한 오랫동안 길들이기 운전을 수행한다.</p> <p>(4) 브러시 교체 후 브러시 소음, 스파크 및 진동을 특히 주의해서 점검한다. 부적절한 길들이기는 브러시 교체 후 운전 중에 다양한 문제를 유발 할 수 있으므로 주의한다.</p>
브러시 마모		전류 분포 및 층 형성 특성이 양호한 전기-흑연 카본 브러시를 사용하는 경우 1,000시간당 약 3~12mm 정도를 마모량 기본으로 추측한다.
브러시 등급 및 섞임		<p>(1) 다른 등급의 브러시를 절대로 혼용하지 말아야 한다.</p> <p>(2) 브러시의 물리적 특성과 미끄러짐 특성의 차이는 사고로 이어질 수 있다. 이러한 이유로 브러시 등급이 같더라도 오래동안 사용된 브러시와 함께 새 브러시를 같이 사용하지 말아야 한다. 브러시를 다른 등급의 브러시로 교체 하기 전에 충분히 검토하고 모든 브러시를 제거하고 새유형으로 교체하는 것을 원칙으로 한다.</p>
압력 조정		적용된 메커니즘은 브러시 압력조정이 필요 없다.

※초기 브러시 치수

슬립 링 표면의 탄소층은 브러시 마모를 안정화 시킨다. 브러시 마모가 운전 시간에 따라 어떻게 달라지는지 확인하기 위해서는 길들이기 운전이 완료된 후 브러시 초기 치수를 측정하고 기록해야 한다.

4) 브러시 홀더 유지보수

항목	점검 사항	유지보수 / 검사 방법
청소	청결 상태	<p>건식 압축 공기 또는 진공 청소기를 사용하여 브러시 홀더 주변의 먼지와 오물을 제거한다. 잘 지워지지 않는 먼지의 경우 깨끗한 천이나 비금속 브러시를 사용하여 제거한다. 벤진에 적신 천으로 기름 등을 제거한다.</p> <p>※브러시 홀더를 청소하기 전에 브러시를 제거한다.</p>
브러시 홀더 교체	브러시 홀더의 위치	<p>(1) 새 브러시 홀더를 설치할 때 브러시 출구면과 슬립 링 표면과 약 2mm의 간격이 있는지 확인한다.</p> <p>(2) 브러시 홀더를 슬립링 표면에 올바른 각도로 설치하고 브러시 홀더와 슬립 링이 축방향으로 일치하게 같은 지점에 고정되어 있는지 확인한다.</p>

5) 예비 부품 주문

브러시, 브러시 홀더의 예비 부품을 주문할 때 다음 세부 사항을 지정하고 가능하면 표본을 같이 동봉한다.

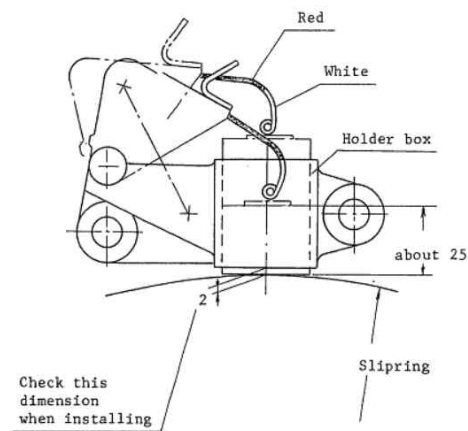
1) 발전기 명판 정보

(특히 모델 및 일련 번호)

2) 필요 수량

3) 브러시 등급과 치수 (thickness × width × length)

Drawing of slipring and brush assembly



2.1 공기냉각기 유지보수

1) 제품 개요

공기 냉각기의 표준 설계는 구리 또는 구리-니켈, 스테인레스 스틸 재질 튜브에 알루미늄 또는 구리 플레이트 핀의 결합으로 구성된다. 이 핀 번들의 튜브는 롤러로 두 개의 탄소강(규격) 또는 구리-아연 합금 또는 스테인레스 스틸 튜브 시트로 확장된다. 탄소강 또는 스테인레스 스틸, 구리로 만든 탈찰식 메니폴드 헤더가 각 튜브 시트에 장착되어 번들 전체에 냉각수를 분배한다. 모터 또는 발전기에 장착 및 설치 중 취급할 수 있도록 두 개의 탄소강 측면 케이싱이 두 튜브 시트 사이에 볼트로 고정되어 있다.

- 1) 측면 케이싱
- 2) 핀 번들
- 3) 튜브 시트
- 4) 연결 헤더
- 5) 리턴 헤더
- 6) 벤트 플러그
- 7) 드레인 플러그

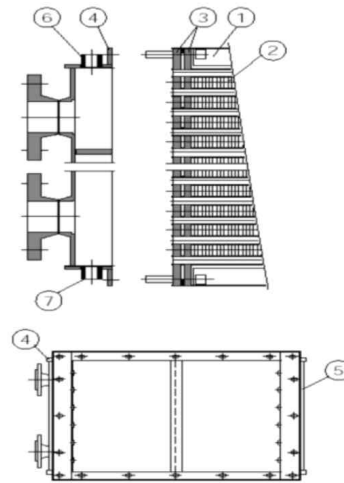


그림 1 - 모터 & 발전기 공기냉각기 표준 구성 요소

냉각기를 수평으로 설치하면 벤트 플러그가 입구/출구 헤더 상단에 설치된다. 드레인 플러그는 리턴(또는 입구/출구) 헤더 하단에 설치된다. 쿨러가 수직으로 설치되면 벤트 플러그가 상부 헤더 상단에 설치되고 드레인 플러그는 헤더 하단에 설치된다.



압력 : 코일은 냉각기 명판에 명시된 대로 최대 작동 압력과 온도에 맞춰 설계되었으며 각 정격을 초과해서는 안된다. 이 작동 압력과 온도는 명판 또는 외곽에 표시된 유체만을 기준으로 한다. 유체마다 최대 운전 압력과 온도가 다를 수 있으니 확실하지 않거나 추가 정보가 필요한 경우 제조사에 문의한다.

2) 취급



절절한 리프팅 절차가 사용되는지 확인해야 한다.

리프팅 : 부적절한 취급으로 인해 부상이나 제품 손상이 발생할 수 있다. 리프팅 포인트는 전체 장비를 들어올리기 위해 측면 케이싱에 제공된다. 크레인을 사용한 2체인 또는 4체인 리프트 방식의 경우 각 체인 사이의 각도가 120도를 초과하지 않도록 주의한다.

입고 검사 : 냉각기를 반입하고 육안 검사를 수행하여 운송중에 냉각기가 손상되었는지 확인한다. 열교환기의 핀 표면을 검사하는 것은 매우 중요하다. 기본적으로 냉각기는 운송중 정상 하중을 견디도록 설계되어 있다. 발견된 운송중 손상은 운송업체와 제작업체에 보고해야 한다. 손상 위치에 표식 혹은 메모를 적용한다.

3) 저장

냉각기를 일정기간 보관해야 하는 경우 다음 절차를 따르는 것을 권장한다.



냉각기는 액체로 채워진 상태에서 보관해서는 안된다. 주변온도의 변화에 따른 열팽창 및 수축으로 손상이 발생할 수 있기 때문이다.

권장 보관 : 가능하면 이러한 장치는 통행 및 작업 공간에서 멀리 떨어진 4°C (39°F) 이상으로 유지되며 건조한 장소에 실내 보관하는 것이 좋다.

- 장치를 이미 사용한 후 보관하는 경우 노즐과 통풍/배수 연결부에 캡을 씌워 먼지나 기타 이물질이 들어가지 않도록 해야 한다. 보관 기간동안 밀봉을 위해 캡 및 가스켓 등 적절한 조치를 취한다.
- 장치가 사용중이라면 배수를 완벽하게 하고 건조용 따뜻한 공기로 말린 다음 공기를 제거하고 질소 기준 5psi로 가압해야 한다.

WARNING

튜브 시트의 얼음이나 손상을 방지하기 위해 장치를 보관하기 전에 냉각기 내부가 완전히 배수되었는지 건조용 따뜻한 공기로 건조되었는지 다시 확인한다.

CAUTION

질소 주입의 압력 수준을 정기적으로 점검하여 25psi를 초과하지 않는지 확인해야 한다. 지속적으로 일정수준 이상의 고온에 보관하면 내부 질소의 팽창으로 압력이 안전 한계를 넘게 상승할 수 있다.

- 핀 표면을 보호하기 위해 운송 상자에 냉각기를 넣기 전에 폴리에틸렌(또는 이에 상응하는) 랩으로 완전히 덮는다. 단 폴리 랩은 공기 순환을 차단하기 때문 바닥을 뚫어 준다.
- 가스켓은 보관 중에 수축 및 건조 될 수 있으므로 오랜 보관 기간이 끝나면 교체하는 것이 좋다.
- 설치하기 전에 외부 표면이 먼지로 덮여져 있다면 이 매뉴얼의 “유지보수” 장에 설명된 대로 핀을 청소해야 한다.

4) 설치

CAUTION

이 설치 절차를 수행하는 동안 해당 현장 안전 규정 및 요구 사항을 준수해야 한다.

설치를 시작하기 전에 이러한 요구 사항을 확인한다. 냉각기를 발전기에 연결하는 동안 모든 전기 및 전기 구동장비의 전원이 모두 차단되어 있는지 확인해야 한다.

냉각기에 대한 모든 배관 연결은 팽창력이나 배관의 사하중이 냉각기 플랜지에 부담을 주지 않도록 설계되어야 한다. 열팽창을 고려한 설계가 반영되어야 함

다(긴 배관 라인이 있는 경우). 배관 플랜지를 냉각기 플랜지 또는 가스켓 실에 맞추기 위하여 배관에 힘을 주면 안된다. 냉각기로 연결되는 공급 및 리턴 배관은 연결 작업 전에 플러싱 세척을 해야 한다. 세척 절차 중에 스트레이너를 사용하는 것이 좋다.

CAUTION

외부 하중 및 냉각기 플랜지에 대한 충격은 냉각기를 손상시킬 수 있다. 냉각기는 플랜지 및 헤더는 내부 압력 및 열하중만 고려하여 설계, 제작 되었다.

냉각기는 도면 및 계약 요구 사항에 따라 결정된 위치에 고정되어야 한다. 냉각기의 위치와 공기 흐름 및 배관 입구/출구 방향이 지정된 방향과 일치하는지 확인한다. 냉각기는 지정된 흐름 방향에만 성능이 극대화 되도록 설계되었기 때문이다. 이 방향이 바뀌면 성능이 급격하게 저하 될 수 있다.

CAUTION

최초 혹은 저장 조치 이후에 냉각기를 설치하기 위해서 커버류를 제거하기 전에 모든 내부 압력을 제거해야 한다.

연결 커버 중 하나에 있는 타이어 밸브를 활용하여 냉각기 내부 압력을 제거해야 한다. 냉각기는 질소로 충전되어 있고 내부 압력은 5~10psi이다. 그러므로 내부 압력이 높은상태에서 커버를 제거할 때 부상이 발생할 수 있다. 또한 냉각기 내부가 먼지나 부스러기 등으로 오염되지 않도록 주의한다.

플랜지 :

각 노즐 플랜지가 아래의 순서대로 설치되는지 확인한다.

노즐 가스켓을 설치할 때 플랜지 면이 정렬되고 평행해야 한다. 면과 홈에 오염물질이 없는지 확인한다. 가스켓에 누출을 유발할 수 있는 결함이나 손상이 있는지 확인한다. 가스켓 표면은 밀봉을 돕기 위해 바셀린 처리를 할 수 있다.

최상의 결과를 얻으려면 새 볼트/너트 및 와셔를 사용하는 것이 좋다. 패스터의 모든 결합 표면은 볼트에 균일한 응력을 얻기 위해 윤활되어야 한다. 스테인리스 스틸 패스너를 사용하는 경우 마모를 방지하기 위해 고착 방지 화합물을 사용해야 한다. 토크 렌치를 사용하기 전에 볼트를 손으로 조이는 등 사전 조임을 실시한다.

첫 번째 볼트에 있는 토크 렌치를 사용하고 볼트 체결 패턴 조임 순서에 따라 각 볼트를 최종 권장 토크 값의 30%까지 조인다. 모든 볼트를 지정 토크의 30%로 조인 후 처음 체결한 볼트부터 동일한 패턴으로 60%까지 조인다. 반복하여 동일한 원형 패턴을 따라 권장 토크값으로 완전히 조인다.

Grade 8.8 M 볼트의 권장 토크값

Nominal bolt size, Gr, 8.8	M12	M14	M16	M20	M24
Torque Range N-M ($\pm 10\%$)	70	112	170	330	570

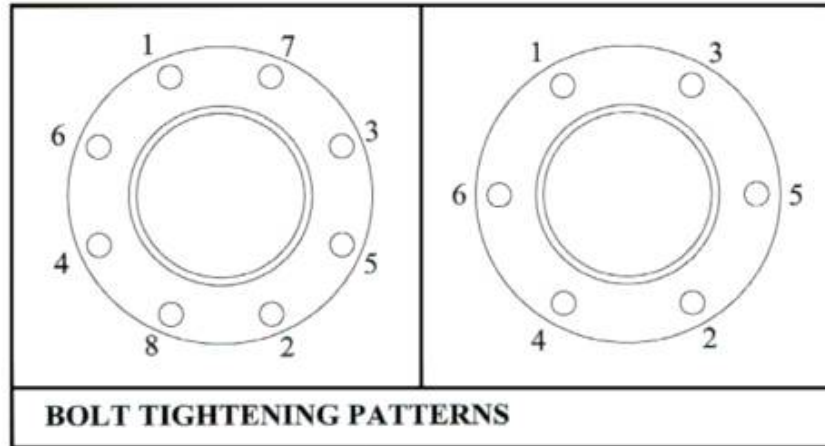
Grade 5 UNC 볼트의 권장 토크값

Nominal bolt size, Gr, 5	9/16" 14mm	5/8" 15mm	3/4" 19mm	7/8" 22mm	1" 25mm
Torque Range Ft-lb ($\pm 10\%$)	110	150	300	500	800

Stainless steel 볼트의 권장 토크값

Nominal bolt size, Gr, 8.8	M12	M14	M16	M20	M24
Torque Range N-M ($\pm 10\%$)	40	80	120	200	330

Nominal bolt size, Gr, 5	9/16" 14mm	5/8" 15mm	3/4" 19mm	7/8" 22mm	1" 25mm
Torque Range Ft-lb ($\pm 10\%$)	66	90	180	300	480



헤더 :

냉각기를 시운전하기 전에 “유지보수” 항목에 포함된 지침에 따라 필요한 경우 헤더 볼트를 점검하고 조이는 것을 권장한다.



볼트를 과도한 토크로 조이면 볼트의 수명이 단축되고 연결부를 과도하게 조이면 가스켓 고장으로 인한 누출이 발생한다.

[특수 설계에 대한 고려 사항]

Expansion Joints : 튜브 토는 “면” 길이가 8ft보다 큰 냉각기의 경우 측면 케이싱과 튜브사이의 차등 열팽창을 고려한 내부 Expansion joint가 필요할 수 있다. 이 경우 냉각기 리턴 헤더가 움직이지 않도록 제한하면 안된다.

아래 권장 작동 지침은 냉각기를 가장 효과적으로 사용하기 위한 모범 사례이다. 냉각기를 시운전하는 동안 다음 항목을 따라 점검해야 한다.

■ 냉각기에 연결하기 전에 공급/리턴 배관 시스템이 플러싱 세척 되었는지 확인한다.

■ 모든 어셈블리와 배관을 올바르게 설치하고 누출이 없는지 확인한다. 모든 패스너가 “설치” 항목에 제공된 권장 토크값으로 적용되었는지 확인한다.

■ 튜브측에 작동 액체가 채워지는 동안 모든 내부 공기가 방출될 때까지 모든 밴트 밸브를 연다. 이 과정은 시운전 기간동안 반복이 필요할 수 있다. 장치가 누출 감지기가 적용된 설계일 경우 누출 감지기 챔버의 상단의 밴트라인도 열어 과

도한 압력에 노출되지 않도록 조치한다. 누출 감지기는 가장 낮은 꼭지부분에 장착하는 것이 일반적이다.

■ 열 충격을 방지하기 위해서 냉각기에 설계 유량보다 적은 양의 냉각수를 채우고 점차 설계 유량으로 증가 시킨다.

■ 냉각기를 오가는 모든 밸브가 완전히 열려 있는지 확인한다.

CAUTION

냉각수가 가득 찬 상태에서 냉각기가 배관 시스템에서 격리된 경우 냉각기가 손상될 수 있다.

냉각기에 포함된 냉각수는 태양의 복사열 또는 다른 열원을 통해 팽창 또는 수축될 수 있다. 냉각기가 설계 변수에 따라 작동하고 냉각수 유동이 설계에 따라 이루어 지는지 확인한다.

CAUTION

냉각수 흐름이 설계에 따라 이루어지는지 꼭 확인한다.

만약 냉각수 흐름이 거의 없다면 냉각 성능이 저하되고 튜브에 침전물이 형성될 위험이 높아진다. 냉각수 흐름이 너무 과다하면 튜브와 헤더가 침식될 수 있고 냉각기 용량을 초과할 수 있다.

5) 유지 보수

CAUTION

해당 현장의 안전 규정 및 요구사항에 따라 모든 절차를 수행해야 한다.

냉각기의 외부 및/또는 내부의 오염은 냉각 용량을 감소시킨다. 따라서 냉각기는 공기와 냉각수의 구성에 따라 정기적으로 청소해야 한다. 적어도 1년에 한번 청소할 것을 권장하며 냉각수 조건에 따라 더 자주 청소해야 한다. 공기 또는 냉각수 온도가 여름 수준으로 상승하기 전인 봄에 정기적인 유지보수가 권장된다. 초

기 운전 기간 동안은 냉각기를 자주 검사해야 한다.

청소 - 튜브 내부

냉각기 튜브의 내부를 청소하기 위한 세가지 방법이 있다.

(1) 경미한 오염의 경우 일시적으로 냉각수 유량을 늘리면 플러싱 효과를 얻을 수 있다. 단 냉각기의 최대 작동 압력을 초과하지 않도록 주의해야 한다.

(2) 냉각기 구성재질에 부식 등 손상을 주지 않은 세척제로 화학적 세정을 실시할 수 있다. 해당 장비의 화학 세정을 전문적으로 하는 숙련된 제 3자 업체 활용을 강력하게 권장한다.

(3) 기계적 청소는 튜브 내부를 청소하는 가장 효과적이고 안전한 방법이다. 다음 절차를 따라 실시하되 권장하는 해체 절차가 완료된 뒤에 적용되어야 한다.

기계적 청소는 다음과 같이 수행한다 :

i) 올바른 재조립이 가능하도록 헤더와 커버 플레이트 모두에 각 위치를 표시한다.

ii) 튜브용 섬유 브러시를 사용하여 핀 튜브 내부를 물과 함께 플러싱한다. 전통적인 확장 브러시 클리너는 주의해서 사용할 수도 있다. 튜브를 물로 세척하는 것은 냉각기 또는 수도 시스템의 오염을 방지하는 가장 합리적인 방법이다. 되도록 전문 튜브 청소 업체를 사용하도록 한다.



모든 튜브의 청소는 극도로 주의를 기울여 수행해야 한다. 튜브를 통과하여 공구를 강제로 투입하면 안된다. 거칠게 취급하면 튜브의 영구적인 손상을 발생시킬 수 있다.

iii) 튜브 내부를 청소할 때마다 헤더 가스켓을 교체하는 것이 좋다. 가스켓을 제거하고 알코올(스테인리스 스틸 헤더의 경우 아세톤)로 밀봉 표면을 청소하고 절차에 따라 새 가스켓을 장착한다.

iv) 시운전 절차에 따라 냉각기 시운전을 실시하여 이상유무를 확인한다.

핀 표면 청소

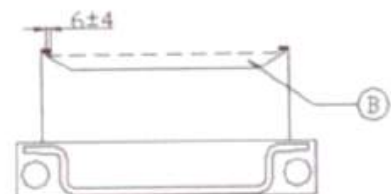
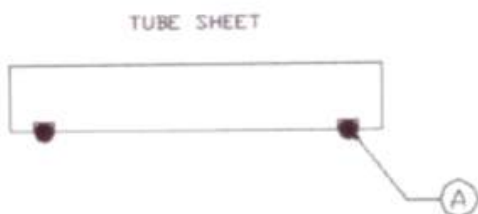
핀 외부 청소는 압축 공기 또는 온수를 사용하여 수행할 수 있다. 일반적인 규격의 냉각기라면

- 분무기의 노즐 끝은 핀에 수직이어야 하며 핀 끝에서 6in 이상 떨어져 있어야 한다.
- 약 50psi의 공기 또는 온수를 분사하여 세척한다.
- 해당 현장의 보건 및 안전 규정을 준수하는 세제는 냉각기 금속에 해롭지 않은 경우 온수와 함께 사용할 수 있다. 핀 튜브 번들에는 청소후에 세제 흔적 등이 있으면 안되며 이는 먼지의 응축을 발생시킬 수 있기 때문이다.
- 청소 중에 핀이 변형된 경우 핀 교정 지침을 참조하여 복원한다.

헤더 설치 및 가스켓 교체

표준설계에 따르면 외부 표면에 O링 가스켓을 사용하고 헤더 구획 사이를 밀봉하기 위해 U 채널 가스켓을 사용한다. 이러한 가스켓을 교체하려면 다음 절차를 따른다. :

- 1) 올바른 재조립이 가능하도록 헤더와 커버 플레이트의 각 위치에 일치 표시를 한다.
- 2) 오래된 가스켓을 제거하고 아코올(스테인리스 스틸 헤더라면 아세톤)로 밀봉 표면을 청소한다. 밀봉표면이 긁히지 않도록 주의한다.
- 3) 헤더 또는 커버 플레이트의 기존 O-링 및 U-채널 가스켓을 신규 O-링(아래 ㉠) 및 U-채널 가스켓(아래 ㉡)으로 교체한다.



- 4) O-링 가스켓은 롤형태로 공급된다. 튜브 플레이트 또는 커버 플레이트 짧은 면 중간에 O-링 가스켓을 삽입하고 홈 둘레길이보다 8~10mm 길게 자른다. 가스켓을 튜브 플레이트 또는 커버 플레이트 홈 위에 놓은 끝까지 들어가도록 누른

다. 남은 길이는 챔버를 조일 때 고무가 함께 뜨게 한다.

5) U-채널 가스켓도 롤형태로 공급된다. 헤더 칸막이용 U-채널 가스켓을 자른다. 끝을 평면화하고 길이를 O-링과 튜브플레이트 사이의 거리로 조정한다.

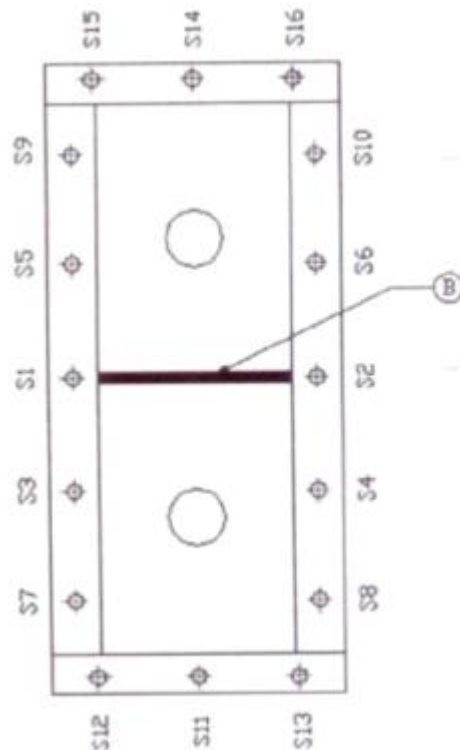
6) U-채널 가스켓을 칸막이 벽으로 밀어준다.

7) 헤더의 내부 청결도를 확인하고 눈에 띄는 손상이 없는지 확인한다. 챔버 결합면은 천으로 닦아 준다.

8) 튜브 플레이트와 커버 플레이트도 천으로 닦아준다.

9) 헤더와 커버 플레이트를 재 결합할 때 위치가 올바른지 주의한다.

10) 토크렌치를 사용하여 S1에서 S16까지 표시된 순서대로 볼트를 조인다. 필요 토크는 70 Nm (52ft. lbs)이다.



⚠ CAUTION

가스켓이 제대로 장착될 때까지 볼트를 조이지 않아야 하며 가스켓이 잘못 장착 되면 가스켓 실에 누수가 발생할 수 있다.

⚠ CAUTION

볼트에 토크를 무리하게 주면 볼트의 수명이 단축되고 가스켓 고장으로 인해 추

가 누출이 발생할 수 있다.

다른 표준 설계 중 다른 하나는 헤더 구획 사이의 밀봉 표면에 대해 압축 섬유 가스켓을 사용하는 것이고 이러한 가스켓을 교체하려면 아래 단계대로 작업한다.

- 1) 올바른 재조립이 가능하도록 교체하기 전에 헤더/커버 플레이트 모두 위치 및 일치 표시를 한다.
- 2) 오래된 가스켓을 제거하고 알코올 (스테인리스 스틸이라면 아세톤)로 밀봉 표면을 청소한다. 밀봉 표면이 긁히지 않도록 주의한다.
- 3) 원하는 압축 섬유 가스켓은 제조업체에 주문해야 한다. 기존 가스켓의 도면 혹은 치수를 확인하여 누출이 발생하지 않도록 동일하게 유지한다. 더 넓거나 좁은 가스켓은 각각 많은 압축이 발생하거나 실링이 충분하지 않아 누출을 일으킬 수 있다.
- 4) 현장 환경 및 조건, 안전 규정에 어긋나지 않고 가스켓 재료 및 모든 냉각기 금속에 해가 없는 불용성 접착제를 사용하여 전면 가스켓을 장착한다.
- 5) 위와 동일한 토크 패턴으로 볼트를 순차적으로 조인 뒤에 다음 토크 값으로 토크 렌치를 사용하여 최종으로 조인다.

Bolt Diameter	M12	M16	M18	M20	M24
Grade 8.8	87Nm	174Nm	348Nm	580Nm	928Nm
Stainless Steel 18-8	99Nm	136Nm	193Nm	334Nm	
	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
Grade 5 UNC	75ft.lbs	150ft.lbs	300ft.lbs	500ft.lbs	800ft.lbs
Stainless Steel 18-8	35ft.lbs	71ft.lbs	127ft.lbs	206ft.lbs	310ft.lbs
SA193 Grade B7UNC	83ft.lbs	166ft.lbs	297ft.lbs	481ft.lbs	723ft.lbs
SA193 Grade B8UNC	79ft.lbs	158ft.lbs	283ft.lbs	458ft.lbs	689ft.lbs

튜브 조인트 누수의 유지보수

핀 튜브와 삽입된 튜브 플레이트 사이에 누수가 발견되면 튜브를 튜브 시트로 다시 삽입하여 수리할 수 있다. 튜브는 금속 플러그를 사용하여 삽입할 수 있다. 플러그의 길이는 50mm이고 테이퍼형이어야 한다. 플러그의 작은 끝은 튜브 내경

보다 3mm 작아야 하고 큰 끝은 튜브 시트 구멍 직경보다 3mm 커야 한다. 그러나 이 두 작업 모두 특별한 도구와 절차가 필요하다.

7) 유지보수 또는 제거를 위한 해체

이 절차는 유지보수를 위해 셧 다운 될 때를 위한 것이다. 몇 가지 단계를 추가하면 이 절차를 모터 및 발전기의 냉각기를 제거하는데도 사용할 수 있다.

! 주의

이 절차를 구현하는 동안 현장 안전 규정 및 요구 사항을 따라야 한다. 모터 및 발전기 냉각기를 연결하는 동안 모든 전기 및 구동 장비의 전원이 차단되어야 한다. 전기적으로 “살아있는” 장비 주변에서 작업할 경우 극도의 주의를 기울일 것을 권장한다.

유지보수를 위해 냉각기를 해체하는 동안 이러한 항목을 따르고 점검해야 한다.

■ 해당 현장 환경 조건 및 안전 규정을 충족하는 냉각기에서 배출된 물을 담을 수 있는 장비를 고정한다.

■ 냉각기가 누출 감지기 적용 장치인 경우 모든 경보 시스템을 분리하고 냉각기로 전환한다. 누출 감지기 챔버에 배수 플러그를 설치하되 폐기 중에 챔버에 과도한 압력이 축적되는 것을 방지하기 위해 통풍구를 열어 둔다.

■ 냉각기로 가는 공기 흐름을 차단한다.

■ 냉각수 흐름을 쓰로틀 다운하여 정지시키고 쿨러의 모든 배관을 닫는다.

!경고

물을 배출할 준비가 된 경우에만 냉각기를 격리한다. 냉각기에 물이 가득 찬 상태로 배관 시스템에서 분리되면 냉각기가 손상될 수 있다. 또한 냉각기에 차있는

물은 태양 등으로부터의 복사열 또는 다른 소스로부터의 열흡수를 통해 팽창 또는 수 있으므로 주의해야 한다.

- 주 배수 플러그를 열어 물 배출을 하기위해 준비한 장비에 배치/연결한다.
장비가 제자리에 있을 때 배수 플러그를 연다.

■ 배수가 완료되더라도 유지보수 중에 냉각기에 남은 물을 배출하거나 배관 시스템의 밸브를 통해 누출될 수 있는 물을 배출하는데 도움이 되므로 배수 플러그를 닫지 않는다.

■ 장비에 마감된 표면에 흠집이 있는지, 냉각기가 손상되지 않았는지 검사한다. 완성된 표면에서 발견된 흠집은 녹이 발생하지 않도록 처리해야 한다.

제거후 냉각수를 폐기하는 경우 이러한 항목을 따라 확인해야 한다.

■ 배수가 완료되면 모든 통풍구와 배수 플러그를 닫고 이 설명서의 “모터 및 발전기 냉각기 제거” 섹션에 따라 냉각기를 제거한다.

■ 장비의 마감된 표면에 긁힌 자국이 있는지, 냉각기가 손상되지 않았는지 검사한다. 완성된 표면에서 발견된 흠집은 녹이 발생하지 않도록 처리해야 한다.

■ 이 설명서의 “보관” 섹션에 표시된 지침을 따른다.

8) 모터 및 발전기 냉각기 제거

! 주의

이 절차를 구현하는 동안 현장 안전 규정 및 요구 사항을 따라야 한다. 모터 및 발전기 냉각기를 연결하는 동안 모든 전기 및 구동 장비의 전원이 차단되어야 한다. 전기적으로 “살아있는” 장비 주변에서 작업할 경우 극도의 주의를 기울일 것을 권장한다.

! 주의

이 섹션에서는 “유지보수 또는 제거를 위한 해체” 섹션에 포함된 지침에 따라 필요에 따라 조인다.

헤더 :

모든 헤더 볼트를 확인하고 이 설명서의 “유지보수” 섹션에 포함된 지침에 따라 필요시 조인다.

플랜지 :

쿨러가 배수되고 헤더 볼트를 확인했으면 플랜지 풀기를 시작한다. 플랜지를 풀기 위해 이 절차서의 “설치” 섹션에 제공된 것과 동일한 패턴을 따를 것을 권장한다.

장착 지지대 :

모터 및 발전기의 냉각기의 시스템 설계에서 장착 지지대의 배열을 결정하지만 일반적으로 냉각기를 제거할 때 다음을 권장한다.

냉각기가 모터 및 발전기 측면에 장착된 경우 :

!경고

지지 구조의 본체를 풀기 전에 이 절차서의 “취급(Handling)” 섹션에 있는 지침에 따라 냉각기가 완전히 지지되었는지 확인해야 한다.

하단 지지대에서 시작하여 최상단 지지대 순서로 풀거나 제거한다.

!주의

지지대 구조 본체가 제거되면 적절한 인양 장치가 지지하더라도 냉각기가 여전히 흔들릴 수 있다.

손, 손가락 또는 기타 신체 부위가 냉각기와 지지 구조물 또는 기타 장비에 끼이지 않도록 주의해야 한다.

- 현장 모든 장비에 유의하면서 냉각기를 모터 또는 발전기에서 멀리 옮긴다.

- 냉각기 제거에 사용될 스킴드 또는 기타 포장재에 냉각기를 내린다.

냉각기가 “슬리브” 또는 “서랍(Drawer)” 유형 마운트에 장착된 경우 :

- 마운트에서 쿨러를 천천히 제거하면서 인양 장치를 부착한다. 이 작업 중에는 튜브 플레이트와 측면 케이싱에만 지게차 또는 가위책을 놓고 바닥에서 냉각기를 지지해야 한다.

!경고

어떤 식으로든 냉각핀 표면에서 냉각기를 지지하면 안된다. 이것은 냉각 핀을 손상시키고 냉각 튜브에 구멍을 뚫을 수 있다.

!경고

지게차 또는 가위책을 제거하기 전에 이 설명서의 “취급” 섹션에 있는 지침에 따라 냉각기가 완전히 지지되었는지 확인한다.

!주의

지지 구조 본체가 제거되면 적절한 인양 장치로 지지되더라도 냉각기가 여전히 흔들릴 수 있다.

손, 손가락 또는 기타 신체 부위가 냉각기와 지지 구조물 또는 기타 장비에 끼이지 않도록 주의해야 한다.

- 현장 모든 장비에 유의하면서 냉각기를 모터 또는 발전기에서 멀리 옮긴다.

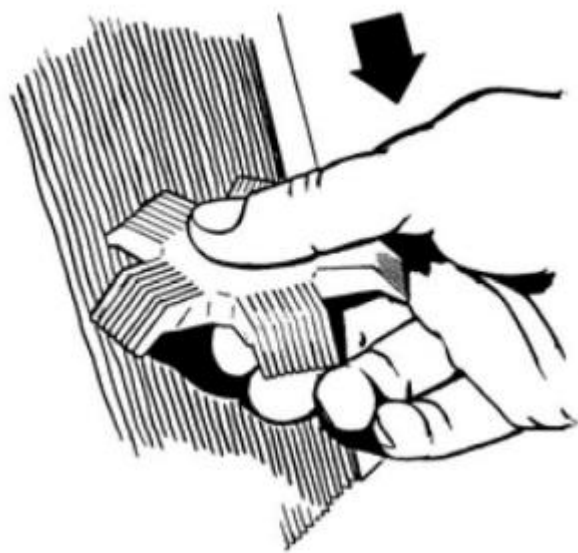
- 냉각기 제거에 사용될 스킴드 또는 기타 포장재에 냉각기를 내린다.

부록 1: 핀 면 고르기 절차

유지보수 또는 작동 중에 핀이 변형된 경우 나일론 핀 빗을 사용하여 핀을 바로잡을 수 있다.

핀 빗에서 적절한 틱니 간격을 찾는다. 틱니의 곡선이 변형된 부위를 향하도록 핀에 핀 빗을 삽입한다. 변형된 영역을 통해 핀 빗을 당긴다.

심하게 변형된 경우 핀을 똑바로 잡아당겨야 할 수 있다. 위와 같이 세 개의 틱니 중 두 개의 틱니 곡선이 변형된 부위의 가장자리를 향하도록 핀 빗을 삽입한다. 핀 빗이 멈출 때까지 변형된 부위로 밀어 넣는다. 핀 빗을 회전시켜 영역에서 멀리 떨어 뜨려 틱니가 변형된 영역 아래로 파고들어 핀을 안쪽에서 바깥쪽으로 곱게 한다. 변형된 부위로 천천히 옆으로 이동하는 이 절차를 반복한다.



참고 : 핀의 가장자리는 매우 날카로우므로 해당작업을 하면서 장갑을 착용하는 것이 좋다.

핀 빗 크기	핀 간격 제안 (mm)
1.6 mm	1.6mm
1.75 mm	1.75mm
2.0 mm	2.0 mm, 4.0 mm, 8.0 mm, 10.0 mm
2.5 mm	2.5 mm, 5.0 mm, 10.0 mm
3.0 mm	3.0 mm, 6.0 mm

인치당 8개, 11개 및 15개 핀과 함께 사용되는 핀 빔은 각각 “8FPI”, “11FPI” 및 “15FPI”로 표에 지정된다.

미터법 간격 및 인치당 8개 및 15개의 핀의 핀 빔은 냉각기 및 냉각 구성요소 공급 업체에서 상업적으로 구매할 수 있다. 인치당 11개의 핀에 적합한 핀 빔은 자동차 부품 공급 매장에서 상업적으로 구매할 수 있다.

2.2 오일 냉각기의 유지보수

Operating and maintenance instruction

Shell-and-tube heat exchangers

for heat exchangers with non-removable bundles

FUNKE-Types: BCF, CCF, SSCF, CCFA, SSCFA, C200, CX200, C210, WRA200

for heat exchangers with U-tube bundles

FUNKE-Types: BCU, CCU, CCUG, CCUT, SSCU, C300, CX300, C320, TDW, SSW

for safety type heat exchangers

FUNKE-Types: SWF, SWP

for heat exchangers with removable floating tubesheets

FUNKE-Types: BCP, CCP, SSCP, CP, CXP, A100, C100, CX100, C101,
UNIVEX

for heat exchangers with removable floating heads

FUNKE-Types: C400, CX400, C500, CX500

주) 대청수력 신규발전기는 위 FUNKE-Types - CP(붉은상자)에 해당된다.

1. 일반

1.1 열교환기 / 시리즈의 식별

이 작동 및 유지보수 지침은 작업자에게 FUNKE 열교환기의 구조와 기능을 알리기 위한 것이며 올바른 작동을 위한 지침이다. 해당 현장의 안전 규정 등을 준

수하는 것을 전제로 한다.

FUNKE-Fail-Safe 열교환기 ;

FUNKE FAIL-SAFE 열교환기는 하나의 튜브 벽 대신 두 종류의 유체가 두 개의 튜브 벽으로 분리되는 “하나에 두 개의 교환기”로 설명될 수 있다. 튜브 벽 사이에는 분리된 액체가 포함되어 있다. 열을 전달하는 이 분리된 액체는 보상장치와 압력조절장치로 연결된다. 튜브 벽을 돌파하는 유체 압력은 전기스위치로 작동되는 압력제어로 자체 전파된다. 이로써 누출이 생기고 시스템에 따라 알람이 울리거나 열교환기 동작이 중지된다.

FUNKE-Fail-Safe 열교환기는 사용된 재료에 적합한 매체로만 운전되어야 한다.

모든 FUNKE 열교환기에는 열교환기를 설명하는 모든 기본 데이터가 포함된 평판이 제공된다.

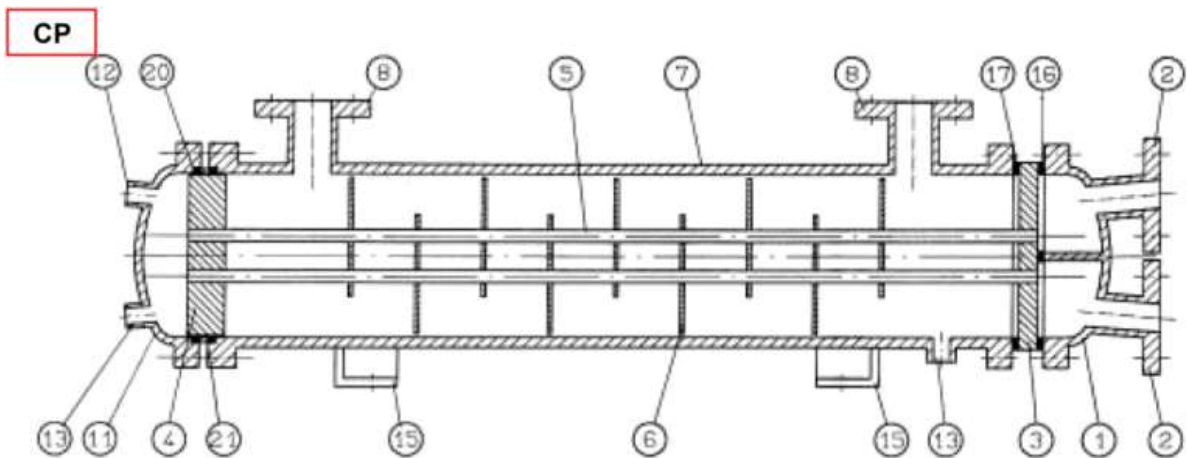
FUNKE 열교환기는 압력용기로 분류되며 97/24/EG of 29th may, 1997 또는 국제 규격의 적용을 받는다.

열교환기에 관한 질문에 답하려면 다음 데이터를 알아야 한다.

-유형, 도면 번호, 일련 번호 및 주문 확인번호

항목 설명 :

1	bonnet	16	flat gasket connection bonnet
2	connection flange bonnet	17	flat gasket fixed tubesheet shell
3	fixed tubesheet	18	flat gasket bonnet
4	floating tubesheet	19	flat gasket shell cover
5	tube	20	packing ring
6	baffle	21	lantern ring
7	shell	22	packing galnd
8	connection flange shellside	23	plate
9	expansion bellow	24	plate
10	shell cover	25	channel cover
11	bonnet	26	flange cast iron bonnet
12	vent	27	gasket - cast iron bonnet
13	drain	28	pressure control
14	backing ring	29	expansion tank
15	saddle	30	zinc anode



1.2 적용

FUNKE 열교환기는 두 매체를 혼합하지 않고 한 매체에서 다른 매체로 열을 전달한다.

튜브 묶음이 사용되며, 하나의 매체가 튜브를 통해 흐른다.

두 번째 매체는 튜브 묶음 주위를 흐른다. 따라서 우리는 각각 튜브 사이드(Tube side)와 셸 사이드(Shell side) 라고 부른다.

FUNKE 열교환기의 최적 효율을 보장하기 위해 세그먼트 배플이 셸 사이트에 배열되어 셸 사이트의 매체가 튜브 묶음에 십자형으로 다른 방향으로 흐른다.

열교환기 TDW 유형에는 세그먼트 배플이 없고 대신 나선(Spiral)이 있다.

FUNKE-Safety 열교환기 :

FUNKE-safety 열교환기는 어떤 경우에도 열교환기를 통해 흐르는 두 매체의 혼합을 피해야 하는 경우에 사용된다.

각 매체는 기체 또는 액체일 수 있다.

1.3 기술 데이터

기술 데이터는 사양 시트 또는 해당 열교환기 브로셔에 나와있다.

FUNKE-Safety 열교환기 :

FUNKE-Safety 열교환기의 기능을 보장하려면 열교환기 내 모든 지점의 유체 압력이 0.6 bar 이상이어야 하며 압력 제어는 최소 유체 압력보다 최소 30% 낮은 값으로 설정되어야 한다. 0.5 bar로 제조업체에서 압력제어를 조정했다면 0.4 bar 미만으로 조정하면 경고가 울릴 수 있다.

진공의 경우 안전 구역은 요청시 특수 압력 제어 기능이 있는 안전장치로 제어할 수 있다.

분리 액체는 식품 부문에 적합하며 -20℃까지 결로방지 기능을 제공하며 표시된 동작 압력을 정기적으로 점검해야 한다.

공급된 압력 상태는 연구적으로 유지되어야 한다.

2 구조 설계

2.1 열교환기의 구조 설계

열교환기의 구조 설계는 해당 도면 또는 브로셔에 나와 있다.

3 운송

3.1 적재 및 하역

적재 및 하역시 항상 적절한 인양 장치를 사용한다.

열교환기에 리프팅 러그를 가지고 있다면 인양에 사용한다.

FUNKE 열교환기의 운반을 위해 클램핑 벨트는 손상을 방지하는 것이 좋다.

또한 표면적은 손상되지 않아야 한다.

더 나아가 모든 개구부가 단단히 고정되었는지 확인한다.

3.2 완전성

FUNKE 열교환기를 수령하면 화물이 완전하고 결함 없는 상태인지 확인한다. 운송 범위는 배송 노트에 표시된다. 운송 손상은 상품 수령 직후 해당 운송인의 배송 노트에 기록되어야 한다.

3.3 임시 저장

FUNKE 열교환기의 임시 저장은 열교환기의 안전한 보관을 보장하기 위해 토양

안전성이 있는 평평한 지반을 지정해 관리한다. 또한 열교환기는 풍화 영향으로부터 보호되어야 한다.

4. 작동

4.1 열교환기 설치

FUNKE 열교환기를 설치하기 전에 운전 데이터가 명판에 표시된 데이터와 일치하는지, 열교환기에 눈에 띄는 손상이 있는지 확인한다. 튜브를 점검하는 것, 즉 운송을 위한 모든 플러그가 제거되었는지 확인하는 것이 매우 중요하다. 또한 열교환 매체 지침을 준수해야 한다.

FUNKE 열교환기의 안정성을 보장하려면 앵커 볼트가 세들에 고정되어야 한다. 배관은 어떠한 누출이 없도록 스테인리스로 연결되어야 한다.

플랜지의 연결은 적절한 볼트와 가스켓만 사용되어야 하며 조립중에 과도한 압력이 가해지지 않도록 한다.

FUNKE 열교환기에 압력을 가하기 전에 연결 볼트를 조이거나 다시 조여야 한다. (가스켓이 자리를 잡을 수 있도록)

도면에 표시된 비틀림 모멘트를 준수해야 한다.

4.2 가동

이제 FUNKE 열교환기는 선택한 매체로 채워야 하며 이후에 배출할 수도 있다. 그렇지 않으면 열 전달이 줄어 들 수 있다.

가압은 FUNKE 열교환기 내부를 손상시킬 위험을 피하기 위해 갑작스럽지 않고 천천히 지속적으로 이루어져야 한다.

먼저 차가운 매체를 연결하고 다음으로 뜨거운 매체를 연결한다.

그런 다음 모든 플랜지 연결부와 나사 조인트의 조임 상태를 점검해야 한다.

가동 후 연결 볼트를 다시 조인다.

FUNKE-Fail-Safe 열교환기 :

열교환 회로도에 따라 연결된 압력제어 필요 (압력 제어 또는 작동 지침)

5 유지보수

5.1 수행할 작업

시험주기와 관련하여 법적 규칙이 충족되어야 한다.

FUNKE 열교환기의 유지보수 작업은 열교환기의 압력이 없는 상태에서만 수행된다.

오염 조건에 따라 주기적으로 서비스를 받아야 하는 장치의 청소는 500 ~ 2,000 시간 마다로 권장된다.

효율이 떨어지면 열교환기를 배출하거나 청소를 실시한다.

열교환기가 아연 부식 방지기로 구성된 경우 표시된 부식이 보이면 교체한다. 물때가 낀 경우 물때를 제거한다. 아연 양극에는 시그널 보어가 장착되어있고 물이 새는 경우 아연 양극의 교체가 필요하다.

해당 회로의 모든 오물 트랩 / 필터를 청소한다.

보닛(bonnet)의 나사를 풀어 제거하고 부식이나 침식, 이물질이 있는지 확인하고 튜브를 조심스럽게 삽입하고 필요시 청소한다.

FUNKE-Fail-safe 열교환기 :

압력 제어 및 보상장치가 있는 시스템은 폐쇄형 시스템이며 유지보수가 필요하지 않다. 부적절한 개방으로 인해 분리 액체가 빠져 나가는 경우, 어떠한 경우에도 분리 액체를 다시 채워야 한다.

소량의 분리 액체는 FUNKE에서 구할 수 있으며 그 자리에서 다시 채울수 있다. 공기없이 보상장치에 채울 수 있도록 주의해야 한다. 보상 장치에 채우기 위해

노즐의 여단은 캡을 연다 . 보상 장치의 부피에 최대 50%까지만 리필한다. 수평 위치의 필터 넥은 최대 리필 레벨을 제한한다. 다량의 분리 액체가 빠져 나간 경우 수리를 위해 장비를 FUNKE로 보내야 한다.

5.2 청소

FUNKE 열교환기는 수동 또는 화학적으로 세척할 수 있다.

집중된 워터 빔으로 튜브를 통과하는 수동 청소하고 나일론 브러시로 완고한 잔여물을 제거한다.

튜브 주변에는 화학적 세척만 가능하다. (튜브 피치에 따라 다름)

재료에 따라 적절한 세척제로 튜브를 통해 화학적으로 석회질을 제거하고 둥글게 만든다. 가스가 생길 수 있으므로 시스템이 열려있어야 하며 이러한 가스가 흡입되지 않도록 주의해야 한다.

중화를 목적으로 5% 탄산나트륨 용액으로 플러싱한다. 오일 잔유물은 P3로 제거할 수 있다.

5.3 예비 부품 목록

FUNKE 열교환기에 대해 요청시 예비 부품의 목록을 얻을 수 있다.

서비스 가능성을 보증하기 위해 FUNKE ORIGINAL 예비 부품만 사용할 수 있다. 아연 양극 및 가스켓과 같은 제품은 FUNKE ORIGINAL 마모 부품만을 사용해야 한다.

6 정지

FUNKE 열교환기를 정지시키 전에 플랜트 사용자는 플랜트의 작동 안전에 영향을 미치지 않도록 파악하고 실시해야 한다.

열교환기 전후의 모든 차단 피팅을 닫는다. 압력은 위험없이 배출되어야 한다. 작동 압력 게이지가 무압력 상태를 표시하는지 확인한다.
또한 냉각된 온도가 40°C 미만인지 확인한다.

폭발성 및 독성 또는 생태학적으로 유해한 매체를 사용하는 경우 튜브 체결부를 풀 때 빠져 나가지 않도록 주의해야 한다.

폭발성 또는 독성 가스 또는 가스 혼합물의 경우 개봉 전에 항상 “퍼지”해야 한다.

매체마다 다르지만 FUNKE 열교환기를 열 때 안면 마스크를 착용해야 한다.

7 기타

7.1 폐기

열교환기의 폐기는 플랜트 운영자의 의무이다. 열교환기를 폐기할 때 효과적으로 현재의 법적 요구 사항이 준수될 수 있도록 해야 한다.

7.2 안전설명서

플랜트 운영자는 열교환기를 폐기하는데 충분한 지식을 가진 운영 및 유지보수 직원이 폐기하도록 하고 특히 모든 안전 규정이 준수되도록 보장해야 한다.

FUNKE-Fail-Safe 열교환기 :

결코 해당 시스템을 열어서는 안된다. 그렇지 않으면 열교환기의 기능과 안전에 영향을 미친다. (셸 볼트가 아닌 덮개 볼트를 푼다)

2.3 브레이크 & 잭

개요

브레이크 & 잭은 fig 1과 같이 브레이크와 잭 모두에 대해 동일한 피스톤이 동작하는 1기통 유형이다.

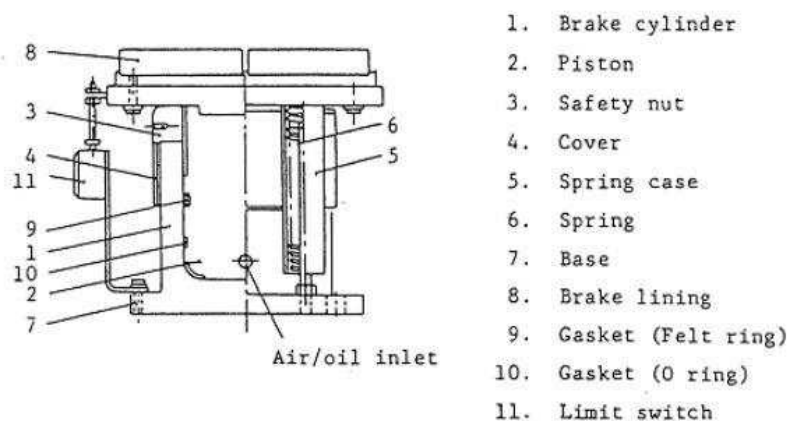
브레이크 & 잭을 브레이크로 사용하면 피스톤 ②가 압축공기로 움직이고 잭으로 사용하면 압력 오일로 움직인다.

압축 공기 또는 압력 오일은 실린더 ①을 바닥에서 밀어올려 피스톤을 밀어 올린다. 브레이크 또는 잭이 해제되면 실린더 외부에 장착된 스프링 ⑥에 의해 피스톤이 원래 위치로 다시 당겨진다.

브레이크 & 잭을 장시간 잭으로 사용할 것으로 예상되는 경우 핀 ⑫를 빼내고 잭업 후 오일 압력을 유지하면서 안전 너트 ③을 시계 방향으로 돌리고(피스톤에는 안전 너트와 일치하는 나사산이 있음) 바닥면이 실린더 상단 표면에 닿을 때까지 안전 너트 ③을 내린다. 회전부는 기계적으로 지지될 수 있고 이 경우 피스톤 ②는 오일 압력이 배출되어도 내려오지 않는다. 회전부를 지지하는 안전 너트 ③을 해제하려면 안전너트를 초기위치로 완전히 돌리고 핀 ⑫를 삽입한다.

(오일 압력이 배출되고 회전부가 안전 너트 ③으로만 지지된 경우 안전 너트를 추기 위치로 돌리기 전에 반드시 오일 압력을 가해야 한다.)

Fig. 1 Air brake/pressure oil jack



2. 운영 절차

브레이크 & 잭의 밸브 작동 절차는 아래에 설명되어 있다.

1) 브레이크로 사용하는 경우

(1) 준비

- a) 잭 밸브 ④를 완전히 닫는다.
- b) 브레이크 밸브 ②와 배출 밸브 ③을 완전히 연다.

(2) 운전

- a) 압축 공기를 실린더에 자동 또는 수동으로 공급하면 브레이크 활성화 된다.
- b) 브레이크가 해제되면 fig 1. 에 표시된 스프링 ⑥으로 인해 fig 2.의 브레이크 제어 밸브 ⑧을 통해 공기가 실린더 밖으로 배출된다.

2) 잭으로 사용하는 경우

(1) 준비

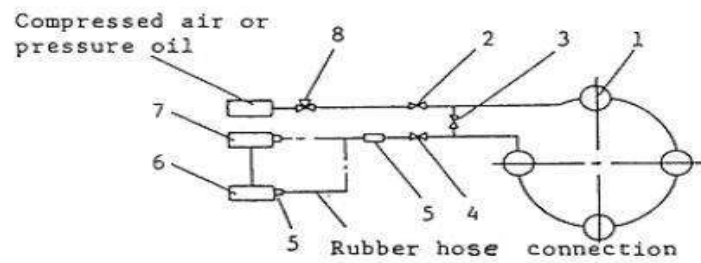
- a) 브레이크 밸브 ②를 완전히 닫는다.
- b) 배출 밸브 ③과 잭 밸브 ④를 완전히 연다.

(2) 운전

- a) 잭업 운전을 위해 콕 커플러로 잭 펌프 ⑦을 잭 파이프에 연결한다.
- b) 잭을 사용한 후에는 다음 절차에 따라 배관에서 오일을 최대한 배출 한다.
 - 오일 저장 탱크 ⑥에 고무 호스를 연결하여 브레이크 실린더의 오일을 배출한다. : 배출 밸브 ③은 완전히 닫은 상태로 유지한다.
 - 브레이크 밸브 ②를 서서히 열고 압축 공기를 넣어 브레이크 실린더와 배관에 남은 오일을 오일 저장 탱크로 보낸다.
- c) 오일 저장후 잭 밸브를 완전히 닫고 브레이크 및 배출 밸브를 완전히 연다.

3. PIPING SCHEME

Fig. 2 Piping diagram of brake and jack



- | | |
|----------------|---|
| 1. Brake jack | 5. Rubber hose connection (quick coupler) |
| 2. Brake valve | 6. Oil sump tank |
| 3. Drain valve | 7. Jack pump |
| 4. Jack valve | 8. Brake control valve |

2.4 브레이크 & 잭 밸브 작동 방법

일반

브레이크 & 잭의 구성에는 단일 실린더가 적용되었으므로 다음 절차에 따라 작동해야 한다.

2. 잭 작동

(1) 잭을 사용할 때는 브레이크 밸브를 완전히 닫고 잭 밸브를 완전히 연다.

(2) 잭 펌프를 잭 배관에 연결하고 잭을 작동한다. (잭 펌프 수동 동작)

(3) 잭 작동을 완료한 후 다음과 같이 배관 내부의 오일을 회수한다.

(a) 잭 펌프에서 오일 저장 탱크로 고무 호수의 연결을 변경한 다음 브레이크 실린더 내부의 오일을 회수한다.

(b) 배출 밸브를 완전히 닫고 브레이크 밸브를 점차적으로 열어 배관에 압축 공기를 강제로 넣어 배관의 오일을 오일 저장 탱크로 회수한다.

※ 해당 공정의 압축 공기 공급 등은 플랜트 운영자의 의무이다.

(4) 오일 회수를 완료한 후 잭 밸브를 완전히 닫고 배출 밸브를 완전히 열어야 한다.

3. 브레이크 작동

(1) 준비

a) 잭 밸브를 완전히 닫는다.

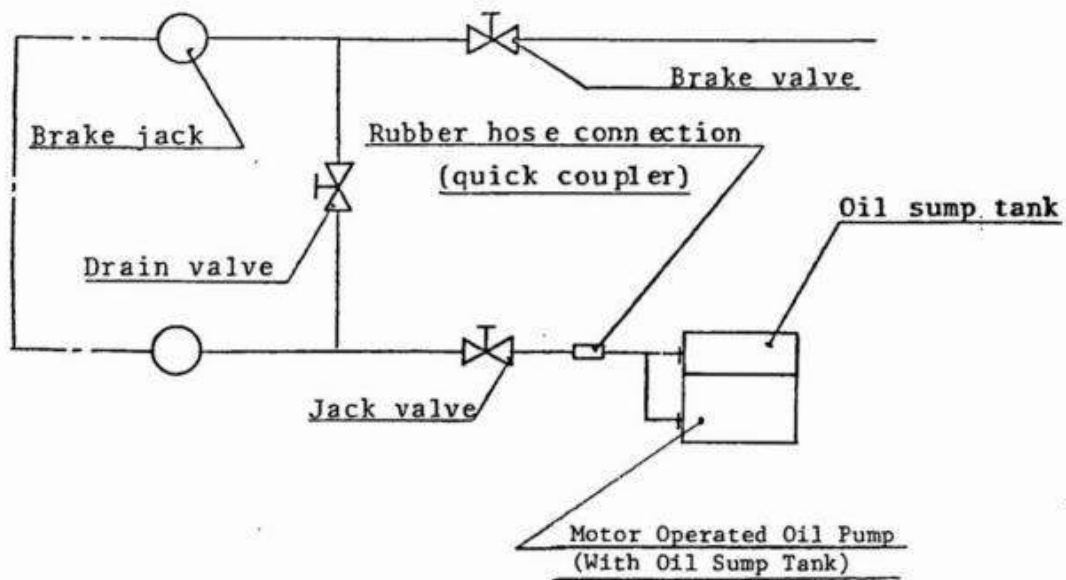
b) 배출 밸브를 완전히 연다.

c) 브레이크 밸브를 완전히 연다.

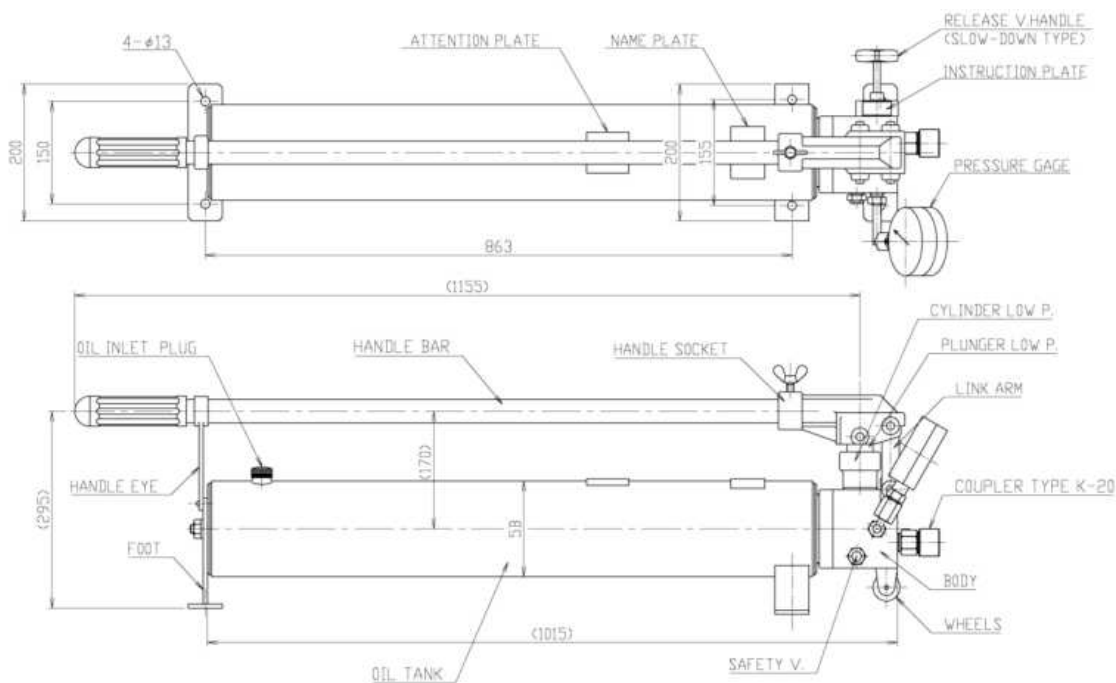
(2) 작동

브레이크는 압축 공기를 공급하여 작동을 시작한다.

4. Piping Diagram



2.5 수동 작업 펌프



SPECIFICATIONS

DELIVERY PRESSURE(MAX.)	68.6	MPa
PLUNGER DIA.(HIGH P.)	12	mm
PLUNGER AREA(HIGH P.)	1.13	cm ²
PLUNGER DIA.(LOW P.)	40	mm
PLUNGER AREA(LOW P.)	12.6	cm ²
STROKE OF PLUNGER	34	mm
DELIVERY (HIGH P.)	3.85	cc
DELIVERY (LOW P.)	42.7	cc
WORKING PRESSURE	27.02	MPa
TEST PRESSURE (FOR 30 min)	40.53	MPa
EFFECTIVE OIL CAPACITY (APPROX.)	10	L
NET WEIGHT(INCLUDING OIL)	38	kg
PAINT COLOR	MUNSELL 7.5BG 6/1.5	

이 수동 작업 펌프는 발전기의 회전부를 작업하는데 사용되며 모든 작업을 한번에 작동시킬 수 있다.

작동 절차 (fig. 1, 2 참조)

1.1 핸들 아이 ④를 핸들 바 ⑤에서 제거한다.

1.2 오일 탱크 플러그 ③을 풀어 오일 탱크 ② 내부에 공기가 들어가도록 한다.

1.3 고압 고무 호스를 사용하여 작업을 펌프와 연결한다. 고무 호스는 fig. 2의 ⑪과 ⑫와 같이 콕커플러로 구성된다. 콕 커플러는 아래와 같은 방법으로 연결한다.

1.3.1 호스 한쪽의 퀵 커플러를 fig.1 의 펌프측 퀵커플러 ⑦에 연결한다.

1.3.2 반드시 클램프 핸들 ⑥을 누른 다음 핸들 바 ⑤를 2~3회 밀어 내부의 공기를 배출해야 한다.

1.3.3 잭측 퀵커플러 호스의 퀵 커플러의 푸쉬 밸브 ⑬에 손가락으로 오일이 완전히 채워졌는지 확인한 후 호스를 잭측 퀵 커플러와 연결한다.

1.4 오일 잭 배관의 밸브를 연 후 핸들 바 ⑤를 위아래로 조작하면 잭업이 이루어진다.

1.5 발전기를 운전할 때 오일 펌프를 제거한다. 오일 펌프 세트를 운반할 때 그림과 같이 핸들 아이 ④를 핸들 바 ⑤에 고정한다.

2. 장치 및 각 구성 요소

2.1 고압 및 저압 자동 변경 장치

이 펌프에는 잭의 부하에 따라 저압 대용량 토출이 고압 소용량 토출로 자동 변경되는 장치가 장착되어 있다. 잭 램에 가해지는 힘이 작을 때 펌프는 램을 갑자기 올리기 위해 많은 양의 오일을 배출하고 램에 하중이 걸리면 이 장치가 자동으로 작동하여 펌프의 기능을 변경하고 고압 소용량의 오일을 배출한다. 그리고 램의 속도는 1/10으로 낮아진다. 실제로 펌프를 사용할 때 잭 램이 갑자기 상승하여 부하에 닿으면 펌프의 핸들 바 ⑤가 무거워진다. 이 때 핸들 바에 대한 미는 힘이 약해지면 핸들 바를 다시 민다. 이 순간 고압 및 저압 변경 장치가 자동으로 작동하여 핸들 바의 작동을 매우 쉽게 만든다.

2.2 오일 공급 플러그 ③은 일반적으로 오일 주입과 공기를 보충 하는데 사용된다. 펌프 사용시 플러그 ③을 1~2바퀴 돌려 반드시 풀고 탱크 내부 ②를 공기 흡입이 잘되도록 한다.

2.3 핸들 ⑥은 밸브를 닫거나 여는 역할을 한다. 밸브는 완전히 닫힌 위치에서 약 1.5 회전으로 완전히 연될 것이다. 이것은 초기 한번의 회전을 위한 감속 밸브 역할을 하고 나머지 절반 회전을 위한 서든 다운 밸브 역할을 한다. 잭업할 때는 반드시 이 밸브를 닫은 다음 핸들 바 ⑤를 작동해야 한다. 잭을 내리려면 핸들

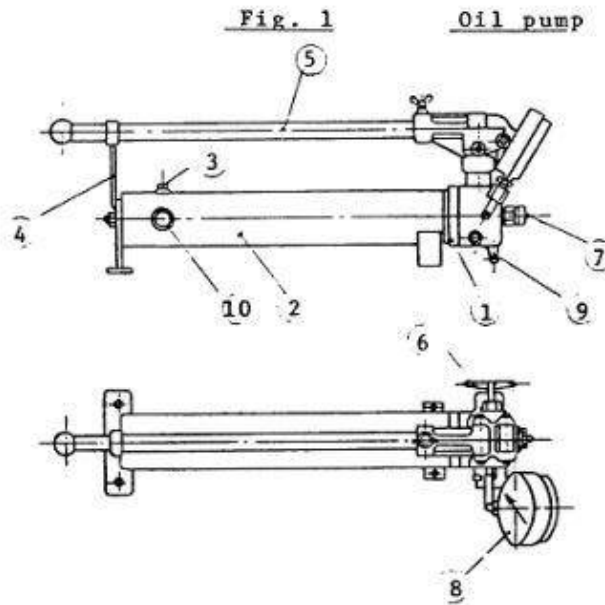
⑥을 서서히 푼다.

2.4 배출 조정 나사 ⑨는 이미 필요한 압력에 맞게 조정되었으므로 이 나사를 돌리지 않는다. 나사 ⑨를 풀면 토출 압력이 내려간다. 따라서 이러한 압력은 적절하게 변화될 수 있다.

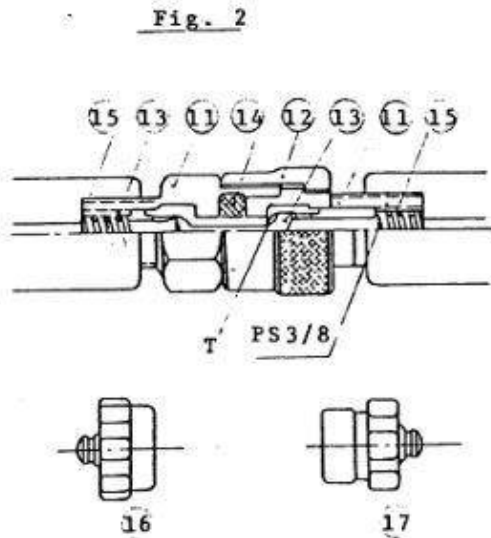
2.5 호스의 양쪽 끝과 연결되는 펌프와 잭의 각 연결부에 오일 누출 방지 기능이 제공 되므로 호스가 제거 된 후에도 오일이 누출되지 않는다. 그러므로 오일 보호 장치가 적용되어 있으므로 호스를 제거하는 동안 펌프를 작동하지 않는다.

2.6 쿼 커플러의 ⑪ 과 ⑫를 조이면 밸브 ⑬이 서로 밀어 배관 경로를 열고 패킹 ⑭와 밀착하여 외부로의 추가 오일 누출을 방지할 수 있다. 쿼 커플러의 ⑪과 ⑫의 나사가 풀리면 밸브 ⑬이 스프링 ⑮에 의해 외부로 밀려 (T)와 접촉하여 배관 경로가 닫힌다.

커플링의 체결이 확실하게 이루어져야 한다. 체결이 확실하지 않으면 오일 누출이 발생한다. ⑪과 ⑫의 나사는 커플레에서 제거할 때 보호를 위해 캡 ⑯과 ⑰의 나사로 조여야 한다.



NO.	NAME
1	Valve mechanism
2	Oil tank
3	Oil tank plug
4	Handle eye
5	Handle bar
6	Handle
7	Quick coupler
8	Pressure gauge
9	Pressure adjust valve
10	Oil gauge



NO.	NAME
11	Connecting bolt
12	Cap nut
13	Valve
14	Packing
15	Spring
16	Cap
17	Cap

3. 오일 펌프의 압력 조정

오일 펌프의 경우 조립 도구를 사용하며 안전 밸브(Safety valve)는 다음 순서에 따라서 작동되고 압력이 조정된다. (Fig. 3 참조)

- 1) 컵 ②을 시계 반대 방향으로 돌려 제거한다.
- 2) 잠금 나사 (25-1)를 반시계 방향으로 돌려 제거한다.

3) 잠금나사 (25-2)를 돌려 압력을 조절한다.

잠금 나사 (25-2)가 시계 방향으로 회전하거나 그 반대로 회전할 때 압력이 높아진다.

4) 필요한 밸브에서 압력이 조정되면 잠금나사 (25-1)를 시계방향으로 회전시키고 잠금나사 (25-2)가 잠긴다.

5) 컵 ④를 다시 조립한다.

최대 압력은 68.747MPa (700kgf/cm²) 미만이어야 한다. 오일 펌프를 사용한 후 잭의 실린더를 안전하게 유지하기 위해 오일 압력을 정상 압력으로 되돌려 놓아야 한다.

Fig.3 Safty valve

