
노량진배수지 소수력발전설비 시설공사

운전 및 유지보수지침서

2013. 7

서울시 상수도사업본부

목 차

| | |
|-------------------------------|----|
| I. 일반사항 | 1 |
| II. 기동 및 운전 | 4 |
| III. 수차 유지보수 설명서 | 8 |
| IV. 발전기 및 부대설비 유지보수 설명서 | 13 |

I. 일반사항

I. 일반 사항

1. 운영자의 일반적 의무

기계에서 작업하는 모든 사람은 신체 상해 및 물적 손상을 방지하기 위해 다음의 안전지침을 준수하여야 한다.

- 1) 수차발전기를 포함한 기계 및 전기설비의 운영지침과 안전에 관련된 모든 지침들을 숙지하고 준수하여야 한다.
- 2) 안전과 관련하여 기능 이상이 발생할 경우 작동을 정지시키고, 그 사실을 보고하고 이상 상태를 점검하여 복구시켜야 한다.
- 3) 모든 작동 안전필수 모드는 통제되어야 한다.
- 4) 사용할 목적에 맞게 계획된 기계 접근 방법과 사용하는 길 및 통로를 이용하여야 한다.
- 5) 회전부분을 만지지 말고 접근하지 않아야 한다.
- 6) 기계 및 작업장을 청결하게 유지하고, 관련 도구 및 기타 물체들을 펌프터빈 위에 두어서는 안 된다.
- 7) 회전/회전/움직이는 펌프터빈 부품에 끼일 수 있는 의류/보석을 착용해서는 안 된다. 여기에는 넥타이, 스카프, 반지 및 목걸이도 포함 된다.
- 8) 긴 머리를 풀어 헤친 채 있지 말아야 한다.
- 9) 작업 시작 전에 기계 모니터링 장비(업무 일지)의 기능 및 장애에 대해 반드시 숙지하여야 한다.
- 10) 발전소 내에서는 금연하여야 한다.
- 11) 발전소 내에서 작업 시 반드시 개인 보호장구를 착용하여야 한다.
- 12) 고온 및 습도로 인해 안경에 김이 서릴 수가 있다. 이는 안경을 착용한 사람이 부상의 위험에 더욱 취약하게 노출되게 합니다.
- 13) 운영 직원은 화학물질의 위험성을 인식할 수 있도록 안전 보건 자료에 대해 충분히 교육을 받아야 한다.

2. 안전기능의 설치와 부착

사용자는 발전소에서 작업하는 모든 사람의 신체 상해 및 물적 손상을 방지하기 위해 다음의

안전기능을 보기 쉽게 설치하거나 부착하여야 한다.

- 1) 안전장치 및 규정
- 2) 화재예방 규정
- 3) 차량 길, 보호벽 및 위험지역 표시(황색)
- 4) 비상등
- 5) 비상 점등 스위치
- 5) 소화장비
- 6) 긴급 전화번호
- 7) 출구
- 8) 탈출 경로
- 9) 응급 처치소

3. 검사 및 테스트

사용자는 발전소에서 작업하는 모든 사람의 신체 상해 및 물적 손상을 방지하기 위해 다음의 사항에 대하여 정기적으로 확인하고 교육을 실시하여야 한다.

- 1) 수차발전기를 포함한 기계 및 전기설비의 안전지침과 규정을 준수하는지에 대해 정기적으로 확인하여야 한다.
- 2) 작동 및 유지관리 직원의 지식수준을 확인하기 위한 정기적 교육을 실시하여야 한다.

Ⅱ. 기동 및 운전

Ⅱ. 기동 및 운전

1. 기동전 점검표

- 1) 한전 측 22.9KV 배전선로, 송전설비는 정상일 것.
(24KV VCB반 각상 22.9KV 전압 확인, 보호계전기 확인, 주변압기 권선온도 확인)
- 2) 발전기의 베어링 주유상태(주유계획표에 의해 적절히 주유를 실시하고 있는지 여부확인)
- 3) 발전기 조작패널의 지시등 "준비(READY)"등이 점등되어 있을 것.
- 4) 발전기 보호계전기가 모두 복귀되어 있을 것.
- 5) 직류전압(DC 110V, DC 24V)이 정상일 것.
- 6) 발전소 내부가 청소 및 정리 정돈되고, 기계 가동부위 근처에 사람이 접근하지 않는지 확인.

2. 발전기 기동절차

- 1) "기동전 점검표"에 의해서 점검절차를 완료한다.
- 2) 발전기 기동전의 점검사항은 별표① 발전기 예방점검표를 참조한다.
- 3) 터빈을 기동하기 전에 조작패널에 대한 점검 및 지침사항은 유도기 보호 및 조작 장치 지침서와 터빈제어기 지침서를 참조한다.
- 4) 유입변을 'OPEN' 한다.
- 5) 터빈 케이싱 충수 확인
- 6) 유출변을 'OPEN' 한다.
- 7) 바이패스변을 'CLOSE' 한다.
- 8) 발전기 ACB OPEN 상태 확인 후 24KV VCB를 투입한다.
- 9) 터빈 제어기의 선택스위치를 "MANUAL"로 조정한다.
- 10) 터빈 제어기의 "START"스위치를 누른다. 그러면 START/STOP LAMP에 불이 들어온다.
- 11) 유입밸브 ON S/W를 조금씩 누른다.
- 12) 발전기 속도가 900 rpm까지 상승되면 발전기의 차단기(ACB)가 자동으로 투입된다.
- 13) 발전기의 출력계(KW METER)를 확인하면서 전동밸브 OPEN S/W를 조작하여 발전기 출력을 조절한다.

14) 발전기 기동 후에는 각종계기의 상태, 유압장치, 수차, 수압관로의 외부상태를 다시 확인한다.

3. 발전기 정지절차

- 1) 발전기 정지 시에는 먼저 터빈 제어기의 전동밸브 CLOSE S/W를 조작하여 발전기 출력을 무부하까지 낮춘다.
- 2) 발전기 차단기를 'OFF' 한다.
- 3) 바이패스변을 'OPEN' 한다.
- 4) 유출변을 'CLOSE' 한다.
- 5) 유입변을 'CLOSE' 한다.
- 6) 3대의 발전기가 모두 정지되면 24KV VCB를 차단시킨다.
- 7) 수차 발전기기가 완전히 정지하면 수차실에서 입구밸브 등의 상태를 육안으로 확인한다.

4. 발전기 자동정지시의 조치절차

- 1) 자동 정지시간을 기록한다.
- 2) 수차발전기가 자동으로 정지되고, 입구밸브가 닫히는 것을 확인한다.
- 3) 24KV VCB반, 수차제어반에 설치된 보호계전기 동작상황, 시그널 램프의 점등상태를 확인, 비상조치를 취하고 사업소에 보고하여 지시를 받고 필요한 조치를 취한다.

5. 비상조치법

정상적으로 수차발전기가 정지하지 않을 때는 터빈 제어기의 "EMERGENCY STOP" 푸쉬 버튼을 누른다. 그래도 터빈이 정지되지 않을 때에는 아래와 같이 "비상 조치절차"를 수행한다.

- 1) "EMERGENCY STOP" 푸쉬버튼을 다시 누른다.
- 2) 터빈이 정지되면 통상적인 "정지 절차"를 따른다.
- 3) 정지되지 않을 때는 입구변을 'CLOSE' 한다.
- 4) 터빈이 정지된 후에는 발전기 고장에 대한 고장진단을 실시한다.

별표 ① 발전기 예방 점검

| 점검 주기 | 절 차 |
|------------------|---|
| 주유 : 주유지침표 참조 | 주유 : 원동기, 벨트장치 및 커플링등에 대한 주유는 제작자가 제공하는 지침에 따라 주유를 실시한다. 볼베어링 또는 로울러 베어링 이부착된 발전기는 주유지침표에 표기된 대로 주유한다. 밀폐된 베어링(SEALED BEARINGS)에 대하여는 주유가 필요없다. |
| 반기 점검 | 리드선(발전기 출력모선)과 제어장치 배선에 대하여 절연물이 갈라지거나 단자가 풀렸는지를 점검하라. |
| 반기 점검 | 제어장치의 조립나사가 풀렸거나 점검하라. 계기의 지침이 휘거나 유리가 파손되었는지 여부를 점검한다. |
| 반기 점검 | 제어장치에 먼지가 쌓였는지 습기 또는 다른 이물질이 축적되었는지 점검하라. |
| 반기 점검 | 발전기 본체와 환기스크린의 외부를 청소하라. 먼지나 습기가 많이 있으면 청소하거나 발전기 본체의 내부를 검토시킨다. |
| 일상 점검 | 발전기가 가동 중일 때, 제어장치와 계기가 정확히 조정되고 동작하는지 점검하라. |
| 일상 점검 | 발전기가 가동 중일 때, 비정상적인 소음 또는 진동이 발생하지 않는지 관찰한다. 소음 또는 진동이 비정상적으로 발생하면 고장 조치표를 참조하라. |

ㅍ. 수차 유지보수 설명서

Ⅲ. 수차 유지보수 설명서

1. 개요

소수력 발전소에 설치된 수차발전기는 펌프터빈으로서 주요 제원은 다음과 같다.

1) Turbine(터빈) 주요 제원

| 형식 | 내 용 | 비 고 |
|---------------------------|--|-----|
| 수차 형식 | 펌프 터빈 | |
| 러너r | 고정형 | |
| 정격출력(P) | 94(107) kW (정격유효낙차 : 10.0m) (정격유량 : 1.15cms) | |
| 수차 정격 속도 | 370rpm | |
| 무구속 속도 (Runaway Speed) | 620rpm | |

2) Generator(발전기) 주요 제원

| 형 식 | 내 용 | 비 고 |
|--------|--------------|-----|
| 발전기 형식 | 농형, 3상 유도발전기 | |
| 정격 출력 | 100 kW | |
| 출력 전압 | 380V | |
| 주 파 수 | 60Hz | |
| 절 연 | F 종 | |
| 냉 각 방식 | 자냉형 | |
| 역 율 | 0.82 | |
| 효 율 | 0.93 | |

2. 수차발전기의 현장조립

터빈은 발전기와 관련되어 설치되는 구성품과 여러 볼트, 너트, 와셔를 제외하고 완전히 조립된 채 도착한다.

- 1) 현장을 청소해서 피트에 수차발전기의 기초 프레임을 설치할 수 있도록 한다.
- 2) 수차발전기의 기초 프레임을 베이스 위에 내려놓는다.
- 3) 기초 프레임의 중심선과 수평을 맞춘다.
- 4) 터빈을 터빈 기초 프레임에 올려놓는다.
- 5) 터빈 입구관의 중심선을 현장의(수압관의) 입구 관로에 맞춘다.
- 6) 터빈을 터빈 기초 프레임에 볼트로 꼭 고정시킨다.
- 7) 터빈의 유출관을 유출밸브에 연결시킨다.

3. 운전지침서

3.1 기동전 점검표

- 1) 모든 잠금 기구가 조립되고 적당히 조여져 있을 것.
- 2) 발전기는 기초 프레임에 적절히 설치되어 있을 것.
- 3) 상류 측 헤드커버에 있는 점검 구멍을 통하여 러너의 간극을 점검한다. 세 개의 점검 구멍을 통해서 점검한 러너와 웨어링 사이의 간극은 개략 동일해야 한다.
- 4) 발전기와 밸브 설비의 전기배선은 올바로 되어 있을 것.
- 5) 모든 가동부분은 적절히 윤활이 되어 있을 것.
- 6) 조작반의 모든 지시등(제어실에 있는)은 "준비(READY)"상태일 것.
- 7) 발전소는 청결하고 기계 가동부위 근처에는 사람이 없어야 한다.

3.2 기동 절차

- 1) "기동전 점검표"에 기술된 절차를 완료한다.
- 2) 발전기 기동전의 모든 주위사항에 대하여는 발전기 교재를 참조한다.
- 3) 터빈을 기동시키기 위해 "START"버튼을 누른다.
- 4) 모든 계통의 상태의 주시한다.
- 5) 터빈 기동후의 모든 기능에 대하여는 조작반의 지시장치를 참조한다.

3.3 정지 절차

- 1) 조작반에 있는 “정지” 푸시버튼을 누른다.
- 2) 터빈이 정지하는 동안 조작반의 모든 상태를 주시한다.
- 3) 발전기의 주차단기를 개방한다.
- 4) 터빈이 일련의 주기에 정지되면 유입밸브를 닫는다.

3.4 비상 조치법

비상시 터빈을 정지시켜야 할 경우에는 조작패널에 있는 “EMERGENCY STOP” 푸시버튼을 누른다. “EMERGENCY STOP” 푸시버튼을 누른 후에 터빈이 정지되지 않으면 아래와 같이 “비상 조치절차”를 시행한다.

- 1) “EMERGENCY STOP” 푸시버튼을 다시 누른다.
- 2) 터빈이 정지되면, 통상적인 “정지절차”를 따른다.
- 3) 터빈이 정지된 후에는 발전소 고장에 대한 고장진단을 실시한다.

4. 정비지침

4.1 계획 정비

4.1.1 가동정비

발전소가 가동 중일 동안에는 발전소를 주기적으로 둘러보고 아래에 기록된 가동 중 정비/점검을 실시한다.

- 1) 조작반의 모든 표시등이 정상 운전상태일 것.
- 2) 이상 음이 들리지 않을 것.
- 3) 바닥에 누유된 것이 없을 것.
- 4) 바닥에 과대한 물이 없을 것.
- 5) 배관에서 새지 않을 것.
- 6) 발전기에 과도한 진동이 발생하지 않을 것.
- 7) 터빈 케이싱에 과도한 진동이 없을 것.
- 8) 볼트 너트가 육안으로 보아 움직인 흔적이 없을 것.
- 9) 발전기로부터 적절히 전기가 생산되고 있을 것.
- 10) 모든 것이 원활히 가동될 것.

위에 기술된 1)에서 10)까지의 어느 단계라도 양호한 상태에 있지 않을 때는 “비계획적 정비”

절의 “고장진단 조치표”를 참조하여 적절히 조치를 취한다.

주의 : 모든 안전 예방책은 발전소 내를 순시하며 가동점검 정비 업무를 수행할 때 달성할 수 있다.

4.1.2 정지하의 정비

정기적으로 아래에 열거된 “추천 정비 계획표”에 의해 예방정비를 위하여 터빈을 정지시킨다.

주 : “추천 정비 계획표”는 연간 점검 필요조건에 기초한 것이다. 대부분의 육안 점검활동은 기계의 분해가 필요 없다.

4.2 비계획적인 정비

터빈이 자동 정지된 때마다 또는 운전정비/점검시 결함이 발견된 때에는 비계획적인 정비를 위해 발전소를 세워야 한다.

일반적으로 이러한 비계획적 정비는 고장진단 조치 수리법에 의하여 실시된다.

IV. 발전기 및 부대설비

IV. 발전기 및 부대설비

1. 설치 및 운전에 대한 설명

1.1 개요

농형(SQUIRREL CAGE TYPE)유도 발전기는 기본적으로 동기속도 보다 높게 운전하는 SQUIRREL CAGE TYPE 유도 MOTOR이다. 발전기가 동기속도를 초과하여 운전을 시작하는 것과 동시에 모선으로부터 자화전류를 취하고 고정자 코일에서 발생한 전력은 모선으로 공급한다. 유도발전기는 (-)슬립과 같은 속도에서 운전 시에 모선에 정격전력을 공급할 것이다.

1.2 인수 시 점검

발전기는 선적에 대비하여 나무상자로 포장되었고 운송 도중에 발생하는 대부분의 충격에서도 견딜 수 있다.

운송회사로부터 선적화물을 받아들이기 이전에 만약 어떠한 손상이 선적하는 동안에 발생했는지를 확인하기 위하여 주의하여 나무상자를 검사한다.

END COVER와 FAN SCREEN을 제거하고 권선들(WINDINGS), 리드선들과 다른 내부 부품들에 대한 손상의 징후가 있는지 발전기의 내부를 검사한다.

습기의 존재와 느슨하게 설치된 기계요소들이 있는지 점검한다.

포장을 해체하는 동안에 기계 안쪽으로 떨어질지도 모르는 PACKING재료, 또는 풀어진 볼트, 나무상자, 못과 같은 이물질이 있는지를 조사한다.

만약 손상이 발견되면 손상의 범위를 확인하고, 즉시 운송회사와 제작사에 통지한다.

손상 통보 시에는 완전하고 정확한 세부사항을 명기한다. 만약 발전기를 저장소에 보관해야 한다면, 발전기 SET를 나무상자에 넣고 다시 재포장하여 보관한다.

1.3 비포장 보관

만약 발전기를 추운 날씨 동안에 인수할 때는 보호하는 나무상자와 포장 재료를 제거하기 이전에 나무상자로 된 UNIT가 실내온도에 도달하도록 놓아둔다. 이렇게 함으로서 코일표면에서의 습기의 응축을 최소로 할 것이고, 발전기가 조기에 열화되는 원인이 되는 절연물이나 권선에 습기가 침투할 가능성을 제거할 것이다.

유니트는 손상을 피하기 위하여 주의해서 발전기를 풀고, 발전기 틀에 설치된 EYE볼트TS 천장주행 HOIST에 매달거나 또는 FORK LIFT로 발전기 베이스 아래를 들어서 발전기를 설치

위치로 옮긴다.

HOIST를 사용할 때에는 발전기의 무게를 적절히 달아 올릴 수 있는 충분한 용량의 것을 결정하여야 한다.

HOIST와 HOIST CABLES은 발전기 무게의 1.5배 이상의 정격을 가지고 있어야 한다.

FORK LIFT를 사용하여 UNIT를 옮길 때에는 확실히 FORK LIFT TINES위에 얹어서 완전히 균형을 맞추어 옮긴다.

주의(CAUTION)

발전기를 옮길 때에는 다른 물체나 사람에 부딪치지 않도록 항상 최대한의 주의를 해야 한다. 권양의 목적으로 제작된 부분 이외의 구조점에는 권양력이 절대로 가해지지 않도록 하라. LIFTING EYE에 각도의 힘이 가해지지 않도록 하라.

만약 발전기를 인수 즉시 운전위치에 설치하지 않는다면 갑작스런 온도나 습도변화에 영향을 받지 않도록 깨끗하고, 건조한 지역에 보관해야만 한다. 가능하다면 보관은 대략 정상실내 온도의 주위 온도 하에 해야 한다.

발전기를 온도 및 습도가 조절되는 장소에 보관할 수 없거나 6 개월 이상 보관해야하는 경우에는 보관 시에 아래와 같은 준비를 해야 한다.

1. END COVER와 FAN SCREEN 내부에 건조재 BAGS를 설치한다.
2. 발전기를 플라스틱 덮개 또는 그런 목적의 다른 재료로 덮어 밀봉한다.
3. 발전기를 설치장소로 옮기기 전에 보존 그리스 및 건조 BAG을 확실히 제거하도록 발전기에 적당한 꼬리표를 붙인다.

1.4 위치선정

발전기는 UNIT의 운전과 보수를 위해 쉽게 접근할 수 있고 냉각공기의 흐름일 방해받지 않고 충분히 유통되는 깨끗하고, 건조하고, 잘 통풍되는 곳이면 어디든지 설치할 수 있다. 지나친 습기, 먼지, 증기 또는 산, 알카리 또는 다른 부식성 화학성분에 의한 증기 등에 의해 발전기가 영향 받을 위치들을 피하시오. 만약 그러한 물질에의 노출을 피할 수 없다면 엄격한 주기적인 정비계획을 확립해야 한다.

제어 패널과 발전기 FRAME은 보통 바닥의 기초위에 설치하여야 한다. 모든 인입케이블과 부하케이블 뿐만 아니라 제어 패널과 발전기 사이를 연결하는 케이블들은 국제적인 전기 CODE와 LOCAL ELECTRICAL CODE요구 조건들을 충족하여야 한다.

발전기가 원동력과 무게를 지지할 수 있는 강도와 수평이고, 충분한 크기이고 견고하게 설치

하여야 한다.

비록 강화 콘크리트 기초가 보통 무거운 기계류에 대한 최상의 기초가 되지만 발전기와 원동기는 유니트의 무게를 적절히 지지할 수 있는 어떤 콘크리트, 강철 또는 다른 구조재료로 대체할 수 있다. 구조재의 베어링 부하들은 엔지니어링 핸드북을 참고하여 얻을 수 있다.

1.5 취급방법

LIFTING EYE는 발전기를 틀의 최상부에 취부 한다. 발전기는 천장주행 HOIST에 의하여 발전기 SET 기초 위치로 옮겨진다. 권양력은 수직방향으로 인가한다. LIFTING EYE에다 ANGULAR FORCE를 인가하는 것을 피한다.

* **주의** : 수직으로 들어 올려야 한다. ANGULAR FORCE는 HOIST케이블에 장력을 증가시키고 LIFTING EYE에 전단력(SHEAR FORCE)를 인가시킬 수 있다.

과도한 ANGULAR FORCE는 중대한 상해나 설비 손상의 원인이 될 수 있는 LIFTING EYE나 케이블의 파손 원인이 될 수 있다. 추후의 이동 또는 취급은 발전기나 원동기가 단일 기초위에 설치된 후에는 전체 설비에 대한 기초에 설치하는 권양 기구를 사용하여 시행하여야 한다.

* **경고** : 발전기 기초와 원동기가 포함된 전체의 발전기 SET를 들어올리기 위하여 발전기 LIFTING EYE를 사용하면 안 된다. 이 경고를 준수하지 않을 때에는 중대한 상해나 설비손상의 결과를 초래할 수 있다.

1.6 기초설치

벨트 운전되는 발전기와 원동기는 단일 기초, 분리된 기초, BED PLATES위에 견실하게 설치되고 또한 수평기초위에 직접적으로 설치될 것이다. 진동완충기(Vibration Isolator)가 필요하여 적용하는 경우에는 발전기와 그것의 원동기 모두를 베이스와 기초대 사이에 진동완충기를 사용하여 견고한 구조의 단일 베이스 위에 설치하여야 한다.

1.7 베어링 간격

과도한 THRUST LOAD(추력)는 베어링 수명을 단축할 것이고 소음과 진동은 증가할 것이다.

베어링의 추력을 피하기 위하여 베어링과 베어링 하우징의 기계 끝 사이에 간격이 있어야 한다. 발전기를 원동기에 결합하기 이전에 베어링 간격이 정확한지 확인하기 위해 점검한다. 두 개의 베어링 발전기들에서 회전자는 1/16 인치부터 3/32 인치까지 AXIAL TRAVEL을 억제하지 않아야 한다.

두 개의 베어링 발전기에서 각개의 베어링은 1/32 인치에서 3/64인치까지 간격을 가져야 한

다. 발전기의 구동 단에서 축의 길이 측정에 의해 아래와 같이 점검할 수 있다.

- 1) 회전자의 멈출 때까지(구동단 쪽으로) 회전자를 앞으로 당긴다. 그때 전면 베어링은 END CLEARANCE 0일 것이다.
- 2) DRIVE END BELL의 범위를 넘어서 확장된 축의 길이를 측정한다.
- 3) 회전자가 멈출 때까지 회전자를 뒤로 민다. 그때 뒤의 베어링은 END CLEARANCE가 9일 것이다.
- 4) DRIVE END BELL을 초과하여 확장된 축의 길이를 다시 측정한다.
- 5) 전체의 회전자 동정을 계산하십시오. 2STEPS에 의해 측정된 축 길이 에서 4STEP에 의해 측정된 축 길이를 뺀 것은 전체의 회전자 동정과 같다.
- 6) 전체의 회전자 동정의 1/2를 계산하십시오.
- 7) 6STEPS에 의해 결정된 거리만큼 앞 쪽으로 회전자를 당긴다. 회전자는 중심이 맞을 것이고 각 베어링은 정확한 END CLEARANCE를 갖게 된 것이다.
- 8) DRIVE END BELL을 초과하여 튀어나온 축의 길이를 측정하고 기록한다. 이 측정치는 커플링 및 발전기 셋트 심 맞추기 동안과 발전기 셋트를 운전한 후에 회전자가 계속 Align되어 있는지 결정하는데 사용된다.
- 9) 발전기 셋트를 설치하고, 결합하고 중심에 맞춘 후에 DRIVE END BELL을 초월하여 확장된 축의 길이가 8TEPS에 의해 측정된 것과 같은지를 맞추어 본다.

1.8 두 개 베어링 발전기의 구동선택

만족한 발전기 운전은 구동 커플링의 지적인 선정에 의존 할 것이다.

일반적으로 견고한 커플링들은 발전기와 원동기 틀들이 직접적으로 접속되었을 때를 제외하고 권고 되지 않는다.

BELT DRIVES은 벨트속도가 분당 5,000피트를 초과할 때는 사용하지 않아야 한다.

1.9 벨트 구동

벨트구동에서 정확한 심 맞추기와 볼트 조임은 필수이다. 부적당한 심 맞추기와 벨트 조임을 베어링 부하와 진동은 물론 벨트마모가 증가할 것이다. 벨트 제작자의 규격서에 따라 벨트구동을 선택하고, 발전기와 원동기를 확실하게 설치해야 한다. 일반적으로 벨트구동은 벨트속도가 분당 5,000피트를 초과 시는 추천되지 않는다.

- 1) V-BELT

단지 조합된 벨트 셋트를 사용하고 최소의 피치활차들 그리고 벨트들을 피하십시오.

SHEAVE PITCH에 대해서는 NEMA 제한규정의 제작자 사양을 따르시오, 원동기와 발전기 축의 축선은 반드시 평행이 되도록 하시오. 벨트들은 측면 벤딩이 없이 활차들이 들어가고 나가야 한다. 전부하에서 미끄러짐을 방지하기 위하여 단단히 조여야 한다. 결코 그리스나, 벨트에 BELT DRESSING을 사용하면 안 된다.

2) 동기속도의 BELTS

동기의 벨트는 PULLEY위에서 홈통으로 맞물린 밑바닥 표면위에서 고른 간격으로 된 이를 가지고 있다. 일반적으로 동기의 벨트설치는 FLAT BELTS(평평한 벨트)의 경우와 같을 것이다. 다음의 동기 벨트구동을 설치 시에는 다음의 예방점검을 수행해야 한다.

- (1) 벨트들은 너무 단단하거나 느슨하지도 않은 SNUG FIT(미끄림끼워 맞춤)로 설치하여야 한다. 시초의 고장력을 필요하지 않지만 토오크가 비정상적으로 높을 때 느슨한 벨트는 JUMP GROOVES의 원인이 될지 모른다. 만약 벨트가 GROOVES를 뛰어 넘는다면 만족한 운전은 얻을 수 있을 때까지 장력을 점차적으로 증가해야 한다.
- (2) 축들이 평행으로, PULLEY가 일직선으로 되도록 확실히 하시오.
LONG CENTER 구동에서, 벨트가 플랜지에 충돌하는 경향이 있기 때문에 그것을 보상하기 위해 구동 PULLEY를 봉상이 되도록 때때로 필요하다.
- (3) LONG CENTER 구동에서는 팽팽한 쪽에서 이들을(TEETH) 맞물리게 하고 처진 쪽에서는 이들을(물리지 않게) 통과하도록 벨트 처짐은 크지 않아야 한다.
- (4) 벨트장력에 의한 진동을 방지하기 위하여 원동기와 발전기 둘 다 견고하게 설치하는 것이 중요하다.
- (5) 비록 벨트장력이 시초의 설치 후에는 주의가 별로 필요하지는 않더라도 벨트제거와 설치의 용이를 위해 어떤 중심거리 조절을 위한 설비를 제작하여야 한다. PULLEY의 플랜지위의 벨트에 힘을 가하지 마시오.

1.10 개요성 이음

벨트 구동 대신에 사용되는 형식을 채용하는 데는 발전기와 원동기는 견고한 기초위에 견고하게 설치하고, 축들은 주의하여 심 맞추기를 하여야 한다. COUPLING HALF-SECTION 설치에 앞서 발전기와 원동기의 축들은 베어링 END CLEARANCE를 부여하는 위치에 조정되어야 한다. : UNIT를 MOUNTING와 COUPLING하는 동안에 축은 그 위치에서 주의하여 유지해야만 한다. 유닛을 설치 및 커플링 HALF-SECTIONS 설치 시에 축 끝부분들 사이의 간격을 확실히 유지해야 하고 발전기 여자기 굴대(AXIAL) ALIGNMENT를 점검 한다.

베이스는 기초대에 견고하게 설치하고 주의할 점은 고르지 않는 기초대에서 MOUNTING 기초설치는 비틀리고 또는 기초가 구부러지고 COUPLING MISALIGNMENT의 원인이 되기 때문에 기초대(FOUNDATION)는 수평이 되도록 주의해야 한다. VIBRATION ISOLATORS(진동격리)를 베이스와 기초대 사이에 설치할 경우에는 굽힘 또는 뒤틀림이 없이 자중 및 비틀림 부하를 지지할 수 있는 베이스를 설치하도록 주의해야 한다.

1.11 전기적 접속

전력 모선에 발전기를 접속하기 전에 전기적인 특성들에 관해 명판을 점검하고, 접속도에 있는 대로 정확히 발전기를 접속한다. 케이블 사이즈 전선관 및 덕트, 보호 장치에 대한 최소한의 사양에 대해서는 국제 전기규격(NEC)과 현지 전기규격을 참조하라. 제어 구성품에 대한 내부결선을 변경하고자 할 때는 사전에 제작사에 연락하여야 한다.

1.12 PROTECTIVE DEVICES(보호장치)

엔진 구동하는 발전기는 적절한 엔진 조속기를 사용하여 보호해야 하고 극도의 과속에 대하여도 보호해야 한다. 발전기 셋트에 대한 최소의 전기적인 필요 구성품에 대해서는 NEC CODE 및 현지의 전기규격을 참조하여야 한다.

발전기 부하로 공급하는 출력은 회로차단기나 퓨즈와 같은 과부하 보호 장치를 사용하여 항상 보호하여야 한다. 퓨즈는 전부하 전류 정격보다 위에서 가능한 가장 낮은 전류정격을 사용하는 크기이어야 한다. 정격전류의 115%를 보통 추천하고 있다. 퓨즈 또는 회로 차단기는 국가전기 규격 및 현지전기 기호와 일치하는 규격이어야 한다.

1.13 시운전 설비점검 (PRE-OPERATION EQUIPMENT CHECK)

발전기와 제어설비를 완전히 설치하고 결선한 후에, 처음으로 UNIT를 운전하기 이전에 아래 같이 설비의 점검을 수행한다.

- 1) 만약 발전기가 선적 또는 저장동안에 극도의 습기의 영향을 받았을 때는 UNIT를 운전하기 이전에 권선을 건조시켜야 한다. 이 지침의 2절에서 서술된 건조에 대한 절차를 설명하였다. 매우 낮은 온도를 냉각되어 있다가 운전 상태로 되는 발전기는 결로를 방지하기 위하여 서서히 온도를 높여야 한다.
- 2) 발전기 셋트에 대하여 제공된 접속도와 대조하여 모든 상호 접속배선을 점검 한다.
- 3) 이물질들이 발전기에 들어 있지 않은지 확인하십시오
- 4) 설비의 근처로부터 모든 도구들과 SHOP 형겅들을 제거하십시오.
- 5) 모든 커버와 보호기구가 설치되어 있는지 확인하십시오

1.14 OPERATION(운전)

유도 발전기출력은 ACB를 통하여 SYSTEM BUS에 공급한다. 발전기는 동기 속도보다 조금 높은 RPM에서 운전해야 한다. 저속도 운전동안에 발전기는 모선에 에너지를 공급하기 보다는 오히려 모선으로부터 에너지를 유입하는 유도전기와 같은 작용을 할 것이다. 정확한 운전속도는 발전기 위에 설치한 명판에 주어져 있다.

2. 유지보수 설명서

2.1 사전보수

예방 점검정비는 발전 시 셋트 점검, 청소 그리고 심각한 상태로 파급되기 이전에 작은 결함을 제거하기 위해 행하는 업무이다. 성실히 실행된 매일의 규칙적인 예방정비 점검 PROGRAM은 최대의 성능, 발전기 수명연장 그리고 고장시간 제거 또는 적어도 상당한 감소를 보증 할 것이다. 아래 표에서 서술된 예방정비 계획표는 표준상태에서 발전기를 운전할 경우의 예방점검정비 PROGRAM의 확립을 위한 길잡이로서 기술되어 있다.

사전보수 점검표

| 권 장 주 기 | 진 행 |
|----------------------|---|
| 주유 지침표를 참고하십시오 | 주유 : 이 제품의 제작사에서 공급된 지침서에 따라서 커플링과, 기어종속기 원동기에 주유한다. 주유 지침표에 서술된 대로 로울러 베어링 또는 BALL BEARING이 부착된 발전기에 주유한다. 밀봉한 베어링이 사용된 UNIT에는 주유할 필요가 없다. |
| SEMI-ANNUALLY 반 년 | 동력선과 제어케이블에 대한 절연물의 손상 또는 단자 상태를 검사. |
| 반 년 | 제어설비에 대하여 부착된 부품이 풀려 있는지 검사한다. 계기를 검사하여 구부러진 바늘이나 깨어진 유리가 있는 확인한다. |
| 반 년 | 먼지의 축적, 습기 그리고 제어장치들에 이물질이 있는지를 검사한다. |
| 반 년 | 발전기 장치와 통풍 스크린의 외부를 청소한다. 먼지나 습기가 많을 때 발전기 장치의 내부를 청소하고 건조시킨다. |
| 매 일 | 설비가 가동 중인 상태에 정확한 조정과 운전이 되고 있는지에 대해 제어장치와 계측기를 점검 한다. |
| 매 일 | 설비가 가동 중인 상태에서 이음 또는 진동을 관찰한다. 소음과 진동발생시의 가능한 원인에 대해서는 고장발견수리 CHART를 참조 한다. |

2.2 CLEANING (청소)

검사를 해서 청소가 필요하다고 결정을 했을 때는 아래와 같이 발전기와 제어장치를 청소한다.

1) 발전기 및 이에 결합된 발전기 제어 패널장치(CONTROLLER)외부의 도장 표면에 붙은 부석 푸석한(LOOSE)먼지를 닦기 위해서는 깨끗한 헝겊을 사용한다. 승인된 세척제와 솔벤트(SOLVENT)를 사용하여 굳게 퇴적된 그리스와 먼지를 제거한다. 25-40PSI의 압력으로 압축 공기 또는 여과한 것이나 진공청소기를 사용하여 모든 통풍구를 청소한다.

* 주의 : 사용하는 SOLVENT의 제작자가 적어 넣은 주의사항을 살펴본다.

2) 진공청소기는 또는 25-40 PSI의 압력으로 건조 및 여과되고, 압축된 공기를 사용하여 발전기의 내부를 청소한다. NAPHTHA를 사용하여 권선으로부터 그리스와 먼지의 견고한 축적물을 제거한다.

* 주의 : 나프타를 사용할 때는 극도의 주의를 기울인다. 반드시 FLAME과 SPARKS로부터 떨어진 잘 통풍되는 장소들에서 사용된다.

3) 승인된 점점 청소제를 이용하여 단자들과, 스위치점점들, 계전기 점점들과 같은 전기적인 점점들을 청소한다.

2.3 결선보호

매우 습기가 많은 지역에서 발전기를 간헐적으로 운전할 때는 SPACE HEATER를 사용하여 보호하여야 한다.

매우 낮은 온도 예측된 후의 운전에 들어가는 발전기는 과도한 응축을 예방하기 위해 서서히 따뜻하게 하여야 한다.

만약 유닛이 극도의 습한 환경에 예측되어 있었다면 발전기를 운전하기 이전에 권선저항을 점검해야 한다.

2.4 절연저항 측정

500V 이하의 HAND CRANKED MEGGER는 편리하고 안전한 시험 방법이다.

아래와 공식은 고정자권선의 절연저항 측정값에 대해 인정하는 표준이다.

500V DC로 1분후의 (손잡이를 돌린지)권선 절연 저항 값은 기준치 이상이어야 한다.

위 공식은 대부분의 점검에 대해서 만족한 값이다. 더 이상의 자료는 절연저항시험 AC 회전 기계에 대한 권장실례, AIEE 표준 NO 43을 참고한다. 발전기 권선들을 TESTING 하기 이전에 발전기 고정상 LEAD로부터 모든 제어장치들과 부하선들을 분리시킨다.

2.5 건조

만약 절연이 시험표준치를 만족치 못할 때 발전기는 따뜻한 공기OVEN, 열 램프, 또는 STRIP HEATER의 열에 의해 건조해야 할 것이다. 온도는 75C (167F)를 초과하지 않아야 한다.

CAUTION(주의) :

OVEN 건조 시, RADIANT TYPE(복사의 형태)가 아닌 강제 공기순환 OVEN)를 사용한다.

RADIANT TYPE OVEN은 거리가 먼 부분이 만족한 온도에 이르기 이전에 일부 발전기 부분이 과열 될 수 있다. 발전기 부분의 열이 고르게 상승하도록 하기 위해 HEAT LAMP 또는 STRIP HEATER는 주의해서 배치해야 한다.

2.6 고정자 코일 단락회로 시험

내측형의 GROWLER를 사용하고 고정자에서 각개의 코일을 시험한다. GROWLER를 고정자 안에 두고 톱날과 비슷한 얇은 금속편을 Core Slot에 평행하게 유지한다.

GROWLER에 전원을 가하고 GROWLER의 각 측면에서 CORE 표면을 개략적으로 1극의 거리 씩 조사하시오, 모든 코일을 시험할 때까지 한번에 1 CORE슬롯씩 시험을 계속한다.

만약 권선이 단락 되었다면 금속조각을 결함이 있는 코일을 포함하는 슬롯 위에 있을 때 진동할 것이다.

2.7 고장발견 수리방법

고장 발전수리를 시스템의 기능약화를 알아내고, 약화된 기능의 지적인 분석 및 적합한 운전 상태로 되돌리기 위해 필요한 수정을 해하는 것이다. 규칙적인 예방정비 점검을 하는 동안에 발전기 세트의 이상에 대한 징후가 있으면 경고해야 한다.

가능한 원인뿐만 아니라 일반적인 징후들과 가능한 보수방법은 아래에 기록으로 되어있다. 어떠한 조그만 고장이라도 즉시 고쳐야 한다. 수리하지 않고 방치된 작은 경험이 값비싼 수리비와 기동정지의 결과로 될 수 있는 중대한 손상의 원인이 될 수도 있다.

보수방법

| 증 상 | 예 상 원 인 | 보 수 방 법 |
|-------------|--|---|
| 출력 없음 | <ul style="list-style-type: none"> - 회로 차단기 또는 퓨즈 개방 (만약 전압이 퓨즈 또는 CB의 부하 측면에서 인가되었을 경우) - 과전압, 저전압 또는 과부하 트립 보호 장치에 의한(보호 장치들이 회로 차단기와 연결되었을 때에) - NO MAGNETIZING POWER - 동기속도보다 낮은 속도에서 운전 - 고정자 권선의 회로 개방 - 저 속 도 | <ul style="list-style-type: none"> - 퓨즈를 교환하거나 CB를 복귀시킨다. - 비정상 상태의 원인에 대해서 점검한다. - 어느 결함을 수리한다. - 장치들을 RESET 한다. - 정상적인 운전값들에 대해 발전기 명판을 점검한다. - BUS 전압과 주파수를 점검한다. - 원동기 속도를 증가시킨다. - 정격출력은 동기속도*(-)슬립에서 얻을 수 있다. - 권선의 연속성에 대해서 점검한다. - 만약 개방되었다면 수리를 위해 제작소로 보낸다. - 발전기의 정격 RPM으로 속도를 증가시킨다.(동기속도*(-)TMFFLQ) |
| 불안정 전압 및 출력 | <ul style="list-style-type: none"> - 부적합한 MAGNETIZING 전압 주파수 - 전압의 불안정 - 과부하 - 내부 또는 부하 접속점이 풀렸음 | <ul style="list-style-type: none"> - 입력전압을 점검한다. - 결함들을 수정한다. - 정상적 운전값들에 대해서 DATA PLATE를 점검한다. - 유도 발전기의 출력 전압과 주파수는 INPUT BUS전압과 주파수에 의해 제어된다. - 정격치에 이를 때까지 부하를 줄인다. - 접속점을 개선한다. |

| 증 상 | 예 상 원 인 | 보 수 방 법 |
|------|---|--|
| 저 출력 | <ul style="list-style-type: none"> - 부적당한 속도 - 불량 베어링 | <ul style="list-style-type: none"> - 결합들을 점검하고 수정한다. - 정격출력은 동기속도*(-)슬립에서 얻어짐 - 베어링을 교체한다. |
| 과부하 | <ul style="list-style-type: none"> - 발전기의 과부하 | <ul style="list-style-type: none"> - 정격치에 이를 때까지 부하를 줄인다. - 어느 결합이 있으면 수정한다. |
| 과 열 | <ul style="list-style-type: none"> - 통풍 스크린과 공기통로가 막힘. - 불량 베어링 | <ul style="list-style-type: none"> - 모든 SCREEN과 공기통로를 청소한다. - 베어링을 교체한다. |
| 진 동 | <ul style="list-style-type: none"> - 결합이 있거나(윤활유가) 말라버린 베어링 - 발전기와 원동기의 잘못된 심맞추기 (MISALIGNMENT) - 적합하게 설치되지 않은 발전기 - 다른 근원지로부터 발전기까지 진동의 이동 | <ul style="list-style-type: none"> - 결합이 있는 베어링을 교체한다. - 발전기 셋트를 맞춘다. - MOUNTING를 점검한다. - 발전기 셋트 기초와 토대사이에 진동DAMPENERS에 의해서 진동의 근원으로부터 발전기 셋트를 격리한다. |

2.8 REMOVING AND INSTALLING END BELL(외함 설치 및 해체)

발전기 OUTBOARD 끝부분에서 충분한 공간이 있는 곳에서는 외함은 원동기나 발전기 셋트 기초로부터 발전기의 이동 없이 옮길 수 있다. Flexible로 결합된 발전기 셋트는 구동부 외함을 이동하기 위해 커플링을 해체해야하고, 발전기는 기초로부터 철거해야하고, 발전기 분해를 위해 충분한 공간이 있는 지역으로 이동해야만 한다.

2.9 REMOVING AND INSTALLING END BELL(외함 설치 및 해체)

발전기 OUTBOARD 끝부분에서 충분한 공간이 있는 곳에서는 외함은 원동기나 발전기 셋트 기초로부터 발전기의 이동 없이 옮길 수 있다. Flexible로 결합된 발전기 셋트는 구동부 외함을 이동하기 위해 커플링을 해체해야하고, 발전기는 기초로부터 철거해야하고, 발전기 분해를 위해 충분한 공간이 있는 지역으로 이동해야만 한다.

2.10 REMOVING AND INSTALLING END BELL(외함 설치 및 해체)

발전기 OUTBOARD 끝부분에서 충분한 공간이 있는 곳에서는 외함은 원동기나 발전기 셋트 기초로부터 발전기의 이동 없이 옮길 수 있다. Flexible로 결합된 발전기 셋트는 구동부 외함을 이동하기 위해 커플링을 해체해야하고, 발전기는 기초로부터 철거해야하고, 발전기 분해를 위해 충분한 공간이 있는 지역으로 이동해야만 한다.

2.10.1 REMOVING END BELL(외함의 제거)

외함이나 구동부 외함 어느 것도 이동시에는 아래의 절차를 준수해야 한다.

- 1) 외함의 외부의 표면으로부터 덮개를 제거한다.
- 2) AIR GAP BLOCKING을 설치하여 회전자를 지지한다.
- 3) 외함에서 GUSSETS(보강판들) 또는 RIBS을 통하여 SLING을 걸고 HOIST에 SLING을 건다.
- 4) 외함 볼트를 제거 한다.
- 5) FRAME END RING에서 MACHINE PING으로부터 느슨하게 외함을 지레로 들어올린다.
- 6) 썰기를 사용하는 베어링 HOUSING에서 FIBER SHIM에 대해서 점검하고, END BELL를 설치할 때 위치를 확인한다.
- 7) END BELL 위의 BEARING HOUSING과 설치 표면으로부터 BURR를 제거한다.

2.10.2 외함 설치

외함을 설치할 때는 REMOVING(해체)의 공정을 역으로 한다. 발전기 AIR GAP으로부터 지지 BLOCKING를 제거한다. 발전기는 기초로부터 이동하거나 커플링을 이동하는 곳에서 매뉴얼에서 서술된 것 과 같이 발전기를 설치하고 심 맞추기를 시행한다.

2.11 REPLACING BEARING(베어링 교체)

유도발전기가 방사상의 BALL 베어링들을 가지는 곳에서 베어링 외부의 RACE는 END BELL의 중앙에 MACHINED 베어링 틀에 설치한다. END BELL의 해체는 베어링 설치와 빼내기 위한 접근이 가능하게 한다.

2.11.1 REMOVING BEARING(베어링 해체)

- 1) END BELL를 제거한다. 앞서 설명한 END BELL 해체공정을 참조한다.
- 2) 수압 또는 수동으로 조작하는 PULLER 사용하여 베어링을 끌어당긴다.

2.11.2 BEARING 설치

청결한 온도조절 장치로 조절된 OVEN에서 220 F에서 250 F 까지의 온도에 이르기까지 베어

링을 가열한다. 축 쪽으로 과열된 베어링을 움직인다. 그때 설치점 안쪽으로 BEARING을 가볍게 치기 위하여 FIBER나 부드러운 금속관을 사용한다. 압력이 베어링 INNER RING이 축 위에서 베어링 SHOULDER에 접하게 될 때까지 축 위의 베어링을 압박한다. 베어링 냉각 후에 "END BELL 설치" 절차에서 서술된 것과 같이 END BELL를 설치한다.

2.12 회전자 설치 및 해체

2.12.1 회전자 해체

- 1) 전기선을 끊고 기초로부터 발전기를 해체한다.
- 2) 회전자 해체를 위해 충분한 공간이 있는 지역으로 발전기를 이동시킨다.
이 매뉴얼에 기록된 취급설명서를 참고한다.
- 3) 앞의 "REMOVING END BELL"절차에서 서술된 것과 같이 회전자를 고정시키고 END BELL를 해체한다.
- 4) OUTBOARD 베어링을 해체한다.
- 5) 발전기 축보다 조금 큰 내경을 가진 속이 빈 강철 파이프를 발전기 축의 OUTBOARD END에 설치한다. 발전기는 발전기 틀보다 길거나 길이가 같아야 만 한다.
- 6) 아래에 서술된 것과 같이 동식의 JACK 또는 호이스트에 부착된 SLING중 어느 한쪽을 사용한다.
 - 파이프의 OUTBOARD 끝부분 아래에 이동식의 JACK과 발전기축의 DRIVE END 아래에 또 다른 JACK를 설치한다.
 - 파이프 주위에 SLING을 부착하고 호이스트로 매달으시오. 발전기 축의 DRIVE END주위에 SLING을 설치하고, 다른 호이스트에는 SLING을 부착한다.
- 7) 호이스트나 JACK을 이동시켜 고정자 가운데서회전자를 빼시오
AIR GAP이 유지되고 권선이 CORE 구조 또는 틀에 부딪치거나 마찰되지 않는지 확인을 위해 주의 깊게 관찰한다.

2.12.2 INSTALLING ROTOR

회전자 해체의 절차를 역으로 한다. 앞서 서술한 것과 같이 END BELL과 베어링을 설치한다. 이소책자에서 "나. 유지보수 설명서"에 서술된 것과 같이 발전기 심 맞추기를 하고 설치한다. 회전자지지 BLOCKING AIR GAP에서 제거되었는지 확인한다.

3. 시운전

3.1 무수시험 절차 DRY TESTING PROCEDURE

아래의 절차는 결선을 완료하고 계통에 물이 없는 상태로, 발전기의 단자를 분리한 상태에서 수행되어야 한다. 조정이 행해진 때마다 조작 전원을 개방한다.

- 1) 모든 트립 기능은 요구하는 대로 맞춘다. 이때 특별한 정정이 요구되지 않으면 스위치는 개방위치에 그냥 놓아둔다.
- 2) 발전기의 RPM에 패널을 맞춘다.
- 3) 전면 패널의 "RECLOSE"스위치가 OFF되어 있는지 확인한다.
- 4) 조작원을 인가한다. "READY"표시등이 점등될 것이다.
- 5) START PB를 누른다. 그러면 "STARTING"램프가 켜진다. 이때에 유입밸브 조절기구는 개방되어 있어야 한다.
- 6) 17초 후에 패널은 "RUNNING"모드로 들어가거나 트립이 발생할 것이다.
"RUNNING" 모드에서 접촉기 코일이 투입(연결)되어 있는지 점검한다. 트립이 발생 했을 때는 접촉기가 개방되고 수량(조절)기구가 닫히고 트립 출력이 개방되었는지 점검한다.
- 7) 전력계통으로부터 역상정압이 인가되면 트립이 된다. 주인입선의 2개를 바꾸어 높고 시험을 반복한다. 만일 트립이 계속 일어나면 P.T의 퓨즈가 끊어지고 그렇지 않으면 결선이 잘못된 것이다.
- 8) 패널을 끄고 INCOMPLETE SEQUENCE(불완전결과) 시험모드를 선정 한다. 일단 발전기가 가동상태로 되면(접촉기 투입 코일만 여자되는 상태임) 다시 정지 PB를 누르면 발전기는 정지하고 신속히 READY(대기) 모두로 들어간다.
- 9) 이번에는 부족전압 시험모드를 선정하고 6에서 8단계 까지를 반복한다. 계통전압이 정정값 이하로 내려가지 않을 때에는 트립은 일어나지 않을 것이다. 이것은 전압계로 점검이 가능하다. 전력계통에 의한 이 트립의 확인과 검증은 이 시험의 계통이 만족하는 경우에 실시 가능하며, 이것이 결상 시 회전하는 터빈의 소음하에 운전되는 것을 방지해 준다.
- 10) 이번에는 과전압 시험모드를 선정하고 시험을 반복한다. 트립은 계통전압이 설정값(정정값)보다 높은 경우에만 일어난다.
- 11) 이것으로 무수시험을 완료한다. 이제는 수압관을 충수 시키고 유수시험을 준비한다.

3.2 유수시험 절차 WET TESTING PROCEDURE

조정을 할 때마다 패널의 전원을 차단시켜라

- 1) 실제로 발전량을 발전기가 과속도 점까지 상승하는데 허용하는 범위내로 한다.
- 2) 테스트 스위치를 과속도 시험모드에 맞춘다.

3) 스타트 버튼을 누른다. 물이 공급되고 발전기의 속도는 상승한다.

잠시 후 주접축기는 투입되고 발전기는 "과속도 트립"에 의해 트립 될 것이다. 별도의 속도계를 사용하여 접축기 투입 지점(95%)과 과속도 트립 지점(120%)을 확인할 수 있고, 그러면 컴퓨터가 RPM에 조정된 것을 확인할 수 있다.

4) 발전기를 기동하고 운전한 후, 접속되지 않은 발전기 리드로 부터의 개방 리드단자와 접속되지 않은 계통 측 결선사이의 전압을 측정한다. 이 전압이 선간전압의 25%보다 적으며, 발전기의 회전은 계통전력과 부합한다. 그렇지 않으면 발전기의 개방단자를 발전기의 결선된 단자중 하나와 바꾸고 반복한다.

5) 발전기의 3상(단자) 모두를 접속시킨다. 전 수량을 터빈에 공급한다.

6) "NORAMAL-FULL TRIPS"모드를 선정한다. 그리고 발전기를 기동하여 운전한다. 과전류 트립 동작을 측정된 전류보다 더 낮게 탭을 조정하여 점검한다. 각상의 과전류 트립 시험 후에 패널의 전원을 끄고 발전기의 과전류 트립에 대한 컴퓨터의 기억을 지운다.

7) 발전기 시운전은 이제 완료되었다. 트립 조정의 최종 점검을 실시하고, 결과를 기록한다.

4. 유도 발전기

4.1 개요

유도발전기와 동기발전기에 의한 발전은 원리가 유사하다. 어느 종류의 발전기도 회전자계에 의하여 기계적인 일을 전기적인 힘으로 변환시킨다.

유도발전은 통상적으로 독립된 전력을 필요로 하지 않고 이 추가설비도 필요하지 않는다.

그러므로 유도발전기는 계통에 투입하기에 더 안전하고 용이하다. 물리적으로 발전기의 회전자계의 속도와 맞물려 있는 (그러므로 "동기"라는 단어가 포함됨) 동기 전동기의 회전자와는 달리 유도전동기의 회전자 발생 시에는 (동기속도보다)실제적으로 속도가 초과하고, 전동기로 동작 될 때는 속도가 떨어진다. 발전기는 자계의 회전 속도와 실제의 회전자의 회전속도와의 차이에 해당하는 기계적인 힘을 전기적인 힘으로 변환시켜 전력을 공급하게 된다.

4.2 수차 발전기 점검정비 방법

가. 추천 정비 계획표

추천 정비 계획표

| 조 항 | 정 비 할 사 항 | 주기 (달) |
|-----|---|--------|
| (1) | 러너 | |
| | ○ 웨어링 사이의 간격 | 12 |
| | ○ 육안 점검 | 12 |
| | 주 : 시운전후 3달이 되면 러너를 점검한다. 그리고 시운전후 6달이 되면 점검하고 다음에는 시운전후 12달이 되면 점검하고 그 후에는 매년 점검한다. | |
| | ○ NDT-FPI | 48 |
| (2) | ○ 밸런스 체크 | 48 |
| | 테이퍼 슬리브 | |
| | ○ 육안 점검 | 48 |
| (3) | ○ 슬리브 교체 | 48 |
| | 주축 웨어 슬리브 | |
| | ○ 육안 점검 | 48 |
| | ○ 0-링 교체 | 필요시 |
| | ○ 슬리브 교체 | " |

나. 비계획적인 정비

터빈이 자동 정지된 때마다, 또는 정비/점검도중에 고장이 발견된 때에는 비계획적 정비를 위해 발전기를 세워야 한다. 일반적으로 비계획적 정비사항에 대하여는 고장 진단보수(절차)를 참고하시오.

추천 고장 보수 차트

| 조 항 | 고 장 상 태 | 조 치 법 |
|-----|---|---|
| (1) | <p>어떤 계통의 경보표시등이 점등</p> <ul style="list-style-type: none"> - 조작패널 램프 불량 - 계통의 조작패널 불량 - 계통 불량 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 조작패널의 램프점검 ○ 조작패널의 점검 ○ 불량계통을 점검 <p>(필요하면 발전기를 정지시킨다.)</p> |
| (2) | <p>이상 음이 들린다.</p> <p>(a) 베어링에서 과도한 소음이 들린다</p> <ul style="list-style-type: none"> - 발전기 베어링의 윤활유 부족 - 터빈이 정지하지 않고 과속도로 회전 - 발전기 베어링의 불량 - 러너가 웨어링에 접촉한다. <p>(휠러게이지를 사용하여 점검 구멍을 통하여 점검한다.)</p> <p>(b) 날카로운 채터링 소음이 들린다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 러너가 웨어링에 접촉한다. (점검구멍을 통하여 점검한다.) - 발전기 회전자가 고정부분에 접촉한다. - 러너의 언밸런스 - 발전기 회전자의 언밸런스 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 발전기의 윤활유 계통 점검 1) 발전기 전기출력 점검 2) 발전기 속도계센서 점검 3) 조작 패널 점검 ○ 조작패널의 램프점검 1) 터빈 정치 상태를 점검 2) 발전기 정치상태를 점검 ○ 발전기의 윤활유 계통 점검 1) 터빈 정치 상태를 점검 2) 발전기 정치 상태를 점검 1) 발전기 회전자를 점검 2) 발전기 베어링과 베어링 지지대를 점검한다. 1) 러너 플러그와 끝 덮개(end cover)를 점검 2) 러너의 밸런스를 점검 ○ 발전기 회전자를 점검한다. |

| 조 항 | 고 장 상 태 | 조 치 법 |
|-----|--|--|
| | (c) 큰 허밍소음(윙윙거리는 소리)이 들린다. - 배관의 막힘 | 1) 입구밸브를 점검한다. 2) 터빈 입구배관을 점검한다. 3) 게이트 밸브를 점검한다. |
| (3) | 바닥에 과도한 물 - 배관 접속부 누수 | 1) 배관 접속부를 점검한다. 2) 모든 플랜지를 볼트를 다시 조인다. |
| (4) | 배관의 누수 - 배관 접속 가스켓의 손상 - 배관 연결구의 풀림 | ○ 결함 있는 O-링 또는 가스켓을 교체한다. ○ 배관 연결구 또는 플랜지 볼트를 다시 조인다. |
| (6) | 발전기의 과도한 진동 - 발전기 베어링의 마모 - 터빈 러너의 언밸런스 - 터빈의 오조정 - 발전기의 오조정 - 발전기 회전자의 언밸런스 - 발전기의 불안정한 설치 - 발전기의 부정치(misalignment) - 공기주입의 부적절 | ○ 결함있는 베어링을 교체한다. 1) 러너를 러그와 끝덮개(end cover)를 점검한다. 2) 러너의 밸런스 체크를 실시한다. ○ 터빈 정치 상태를 점검한다. ○ 발전기 정치 상태를 점검한다. 1) 발전기 베어링 지지대를 점검한다. 2) 발전기 회전자를 점검한다. 1) 발전기 꺾쇠(hold down, clamp)볼트를 다시 조인다. 1) 발전기 기초프레임을 점검한다. 2) 기초프레임 그라우팅을 점검한다. 1) 발전기의 정치 상태를 점검한다. 2) 터빈의 정치 상태를 점검한다. 1) 공기주입(상태)을 점검한다. |

| 조 항 | 고 장 상 태 | 조 치 법 |
|-----|--|---|
| (7) | 볼트 너트가 과도하게 움직인다. - 볼트, 너트가 풀림 - 볼트너트의 나삿니(thread)가 마모됨 - 과도한 발전기의 진동 - 과도한 터빈의 진동 - 터빈에의 물공급이 일정치 않음 | 1) 볼트너트를 조인다. 1) 손상된 볼트를 교체한다. 1) 발전기의 진동을 점검한다.(#6조항 참조) 1) 터빈의 진동을 점검한다.(#7조항 참조) 1) 파이프가 막혔는지 점검한다. 2) 물의 공급을 점검한다. |
| (8) | 전기출력의 부적절 - 발전기의 동작불량 | 1) 발전기의 전기 결선을 점검한다. 2) 발전기를 점검한다. |