



We love electric motors

지식자산 나눔 : NAVER cafe "박태용의 전동기 사랑"  
http://cafe.naver.com/motorpro

TEL No. : 032-571-0416 (대표전화)  
E-mail : motor\_pro@naver.com  
Mobile : 010-5358-7211



We love electric motors



일진엠텍서비스는 이러한 회사입니다.

우리는 **전동기의 정비업을 지식기반 업종**으로

자리 매김하기 위해 **실천적 기술력**을 가지고 다음과 같은 일을 하고 있습니다.

**1. 인지 (싸앗업무) : 회전기 보전관련 요소기술의 교육**

- 하나 : 전동기 선정의 기초
- 하나 : 회전기의 고장진단 및 대책과 사례
- 하나 : 윤활관리 및 전동기 윤활
- 하나 : SLIDE BEARING의 분해점검 및 고장대책과 사례
- 하나 : 회전기의 진동, 소음대책 및 사례
- 하나 : 전동기 열화 및 대책과 사례

● 정비 및 유지보수 인력들의 SKILL UP이 필요 하십니까?

전문가의 사내에서 요소기술 교육은 저 비용으로 많은 직원들에게

SKILL UP을 위한 학습기회를 부여할 수 있습니다.

**2. 발견 (점검업무) : 회전기의 보전관리 지원사업**

- 하나 : LMCS-L1 CARE (2회/年 : 운전상태) → 전문가에 의한 운전상태 점검 → 운전상태 진단
- 하나 : LMCS-L2 CARE (1회/年 : 간이점검) → L1 CARE + 정지상태 점검 → AGING FACTOR발굴제어로 수명연장
- 하나 : LMCS-L3 CARE (1회/2年 : BEARING INSPECTION) → L1 + L2 + BRG INSPECTION → 계속 운전여부 진단
- 하나 : HIGH VOLTAGE MOTOR기술자문 및 유지관리 CONSULTING → LMCS-L1,2,3점검지도 및 진단/교육

**3. 소비 (지원업무) : 예방정비 및 OVERHAUL**

- 하나 : LMCS-L4 CARE (반출점검) → L1 + L2 + L3 CARE결과 반영 + 분해점검에 따른 SOLUTION제공 → 조치
- 하나 : VIBRATION DIAGNOSIS & SHOOTING
- 하나 : TROUBLE SHOOTING 및 문제점 개선
- 하나 : SLIDE BEARING RE-BABBITTING 및 기술지원/상태진단
- 하나 : H.V MOTOR 유지관리 기술자문 및 CONSULTING (직원 SKILL UP교육 및 유지보수 점검 지도)

● 30여년 지식자산 나눔 → ON LINE Naver Cafe "박태용의 전동기 사랑" → OFF LINE (교육, 컨설팅)



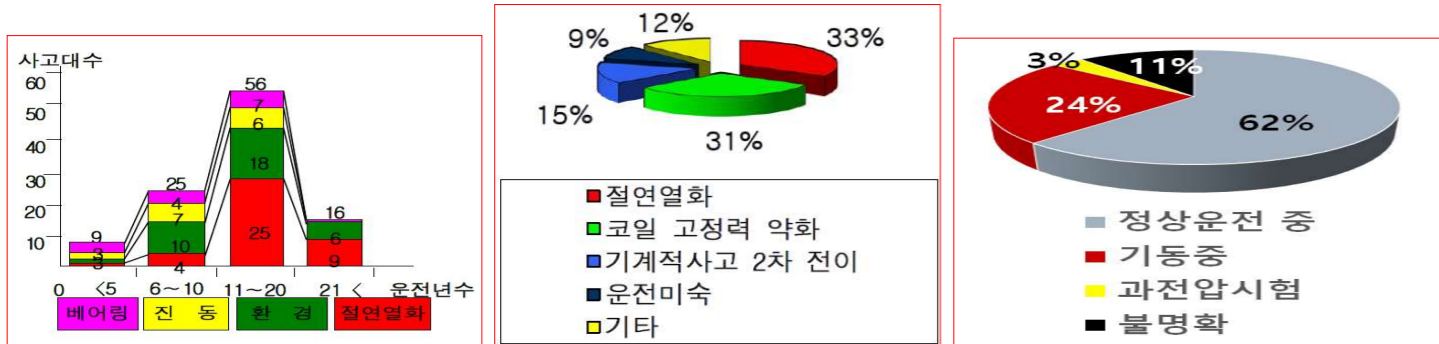
6744 부분발전기, 6562 표적항암 CARE, 6570 표적항암치료  
우리들의 최종목표는 고객의 실현입니다.

ILJIN MOTOR TECHNOLOGY SERVICE CO.

# Motor failure cause and solution

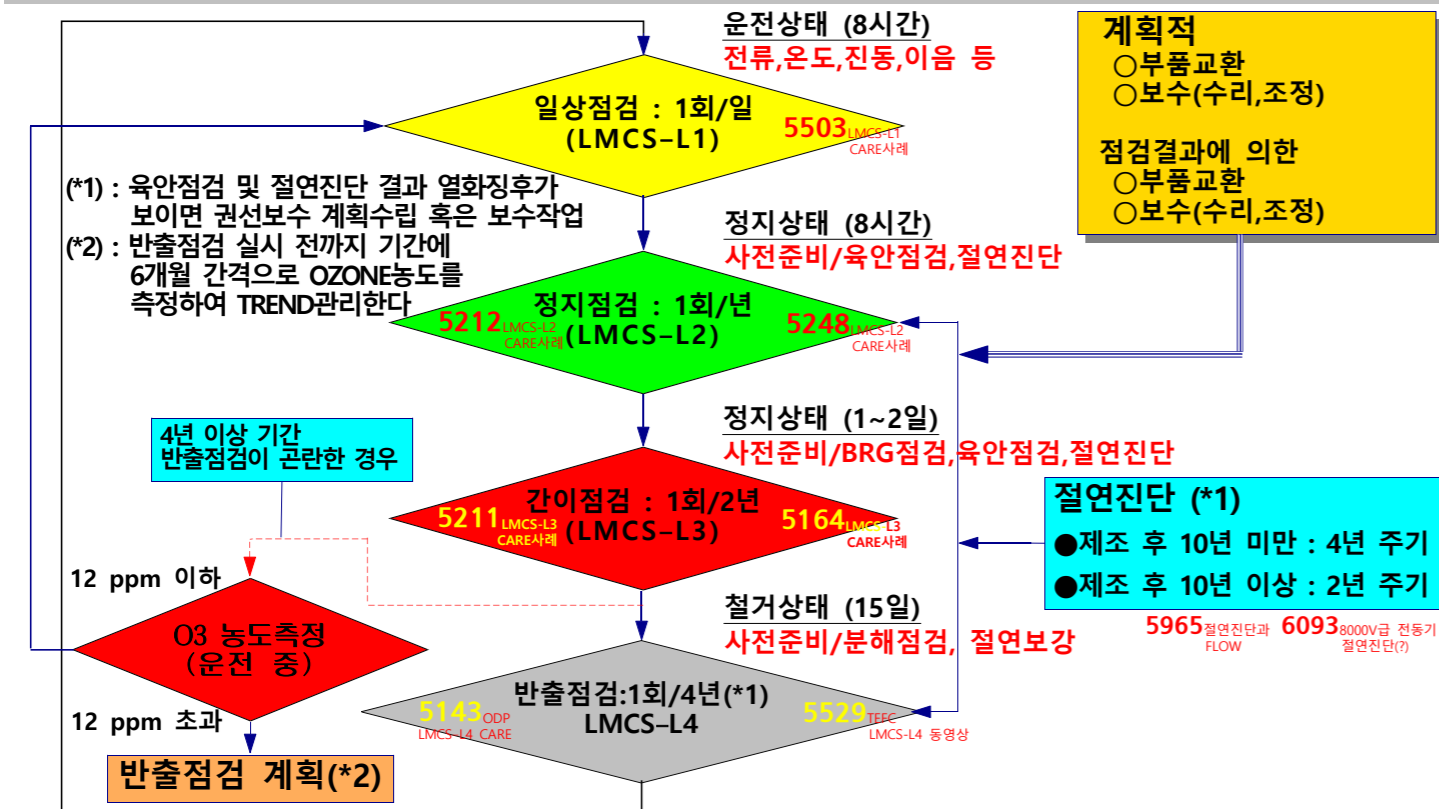
17 산업용 전동기  
분해검정필요성

- 전동기는 제작 후 10년이 경과하면 고장률이 급증하게 되는데, 특히 절연사고에 의한 고장이 급격히 증가하게 된다. 절연사고 원인은 ● **절연열화** ● **COIL의 고정력 약화**가 주 원인이다.
  - **COIL의 고정력 약화**는 점검 및 재 묶음작업 후 절연보강(VARNISH처리)으로 예방이 가능하나,
  - **절연열화**는 적절한 대책이 없으며 징후도 없이 기동 혹은 운전 중 돌발고장으로 관리자를 당황하게 한다.



- 전동기 및 발전기의 권선사고는 전체 고장의 40%정도 높은 점유율을 차지, 돌발고장, 복구비용증대 등 문제가 많으므로 이를 제어하기 위한 수단을 전개하여 고장으로 전이 직전에 예방정비를 하므로 **"BREAK DOWN MAINTENANCE에서 CBM (CONDITION BASED MAINTENANCE)으로 전환시키는 것이 우리 ENGINEER들의 MISSION이며 존재가치"**라 생각한다.
- 전동기 및 발전기의 주요 고장원인에 따른 다음과 같은 SOLUTION을 가지고 대응을 하고 있다.
  - 가) 50% : BRG, VIB. PROBLEMS(MECHANICAL) : ON-LINE VIBRATION MONITORING  
<TREND> POWER, CHEMICAL PLANT의 고속기 위주로 적용하고 있으며 일반화된 상태
  - 나) 10% : ROTOR PROBLEMS(ELECTRICAL) : ON-LINE FLUX OR CSA MONITORING  
<TREND> POWER PLANT의 대형GENERATOR에 제한적으로 적용되고 있는 상태
  - 다) 40% : STATOR INSULATION PROBLEMS(ELECTRICAL) : ON-LINE PD MONITORING  
<TREND> 최근 중요 초대형설비에 설치되고 있으나 높은 비용으로 일반화에는 한계가 있으며, PD COUPLER를 설치하고 PORTABLE측정기로 측정하여 TREND관리를 하고 있으나, 이 또한 높은 비용으로 일반화에 한계가 있으므로 전문가가 아래 방법으로 체계적인 고정자 권선의 관리를 권고한다.

## Basic flow chart of motor maintenance

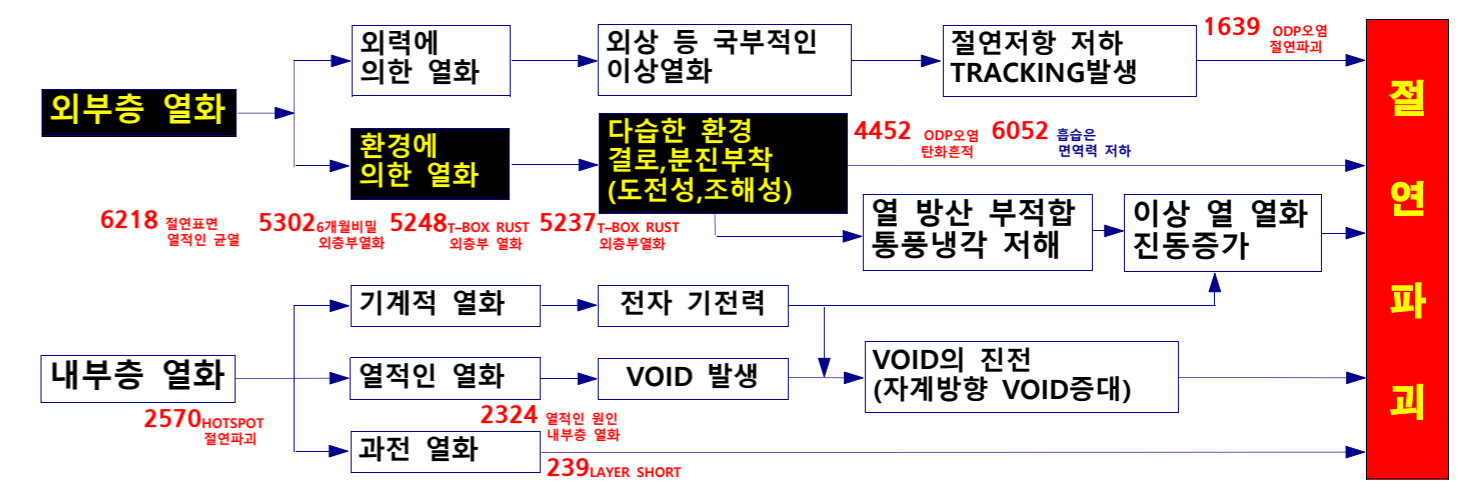


30여 년간 숭한 실패와 성공의 경험을 가지고 있습니다.

전동기 전문 / 박태용 ☎ 010-5358-7211

# Insulation aging of motor windings

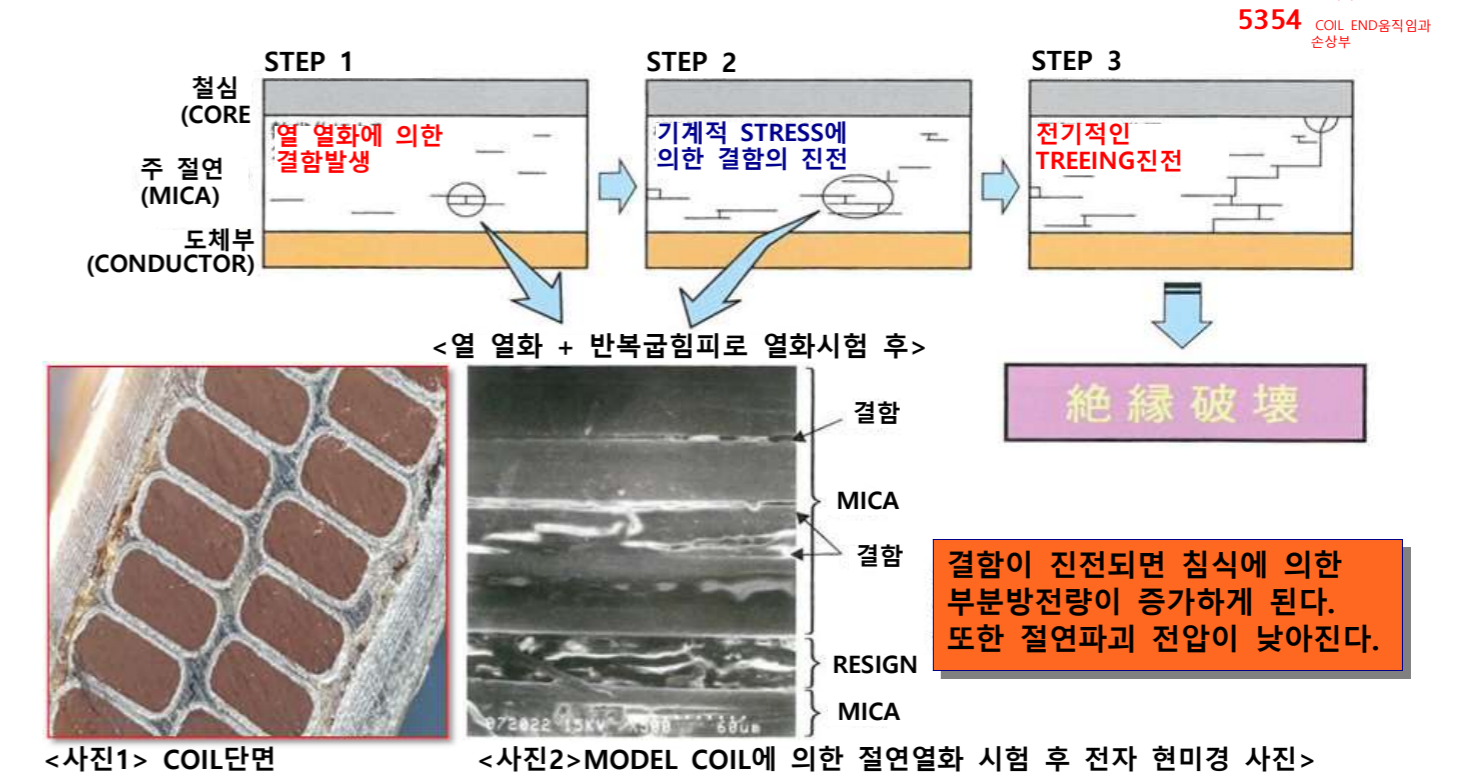
◎ 전동기의 절연열화는 아래와 같은 요인에 의해 경년열화가 진행된다



- 환경열화 : DUST, RUST, 염분, 화학물질 등이 권선에 부착되면 흡습 및 화학반응에 의한 누설전류가 증가하고 미세방전에 의한 TRACKING현상으로 절연물의 침식에 절연내력이 저하되고 오염이 심화되면 냉각저하에 의한 온도상승으로 열 열화를 동반하게 된다.
- 기계열화 : 기동시 전자력, HEAT CYCLE, 진동에 의한 STRESS (압축, 인장, 굽힘 등)의 반복응력이 절연물에 작용하면 박리, 균열, 마찰에 의한 절연물의 손상으로 절연내력이 저하된다.
- 열 열화 : 열 분해, 산화작용 등 화학변화에 의한 절연층의 증량감소, 치수변화, 균열, VOID생성 등 현상이 발생하면 절연내력이 저하된다.
- 과전열화 : 절연물 내부층에 미세 VOID가 있거나, 절연물 외부에 오염된 상태에서 전압을 인가하면 내, 외부방전이 발생하며, 방전에 의한 열, 전자 혹은 이온충격(OZONE GAS생성)이나 화학변화에 의해 절연물이 서서히 침식되어 절연저항이 저하(절연내력) 된다. 또, 이들은 독립적이지 않고 서로 연관성을 가지고 있으므로 전문가의 정확한 진단이 필요하다.

## Example of aging mechanism in insulation layer

◎ 절연층의 열화는 주로 운전온도나 진동 등 기계적인 STRESS에 의해 진전된다



● 전문가의 30분은 30년 축적된 시간의 30분입니다

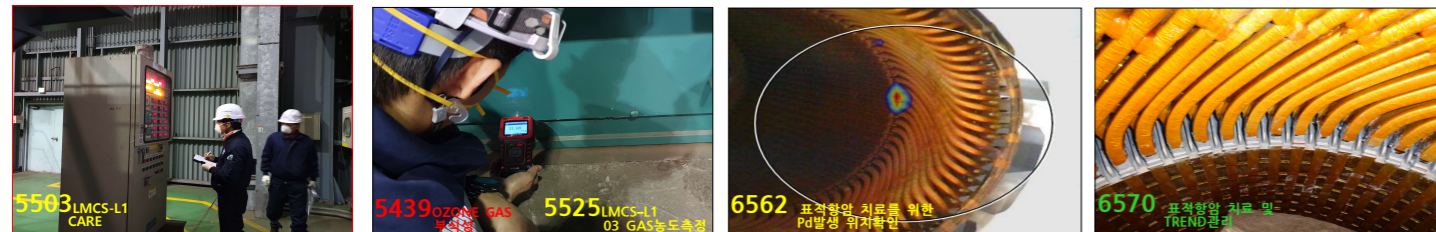
전동기 전문 / 박태용 ☎ 010-5358-7211

# Partial discharge and ozone gas



- 부분방전(PARTIAL DISCHARGE)은 절연 SYSTEM에서 전극간에 완전히 교락하지 않고 발생하는 국부적인 방전현상.
  - 내부방전 : 고체절연 내층부의 VOID나 공극에서 발생하는 방전으로 일반적으로 O<sub>3</sub> GAS는 생성되지 않음
  - 연면방전 : 기체 절연층에서 전계 집중부에 발생하는 방전으로 O<sub>3</sub> GAS가 가장 많이 발생함 (CORONA.SLOT방전)
  - 표면방전 : 고체 절연 외층부의 오염에 의해 발생하는 방전으로 O<sub>3</sub> GAS가 발생하나 연면방전과 비교시 매우작다
- 부분방전에 의한 전하량이 증가하여 CORONA 방전이 발생하면
  - 방전 에너지가 산소(O<sub>2</sub>)분자의 결합을 방해하여 두 개의 원자("O" & "O")로 분리시킴
    - ☆ 원자 "O"는 기체라고 말할 수 없으며 분자가 아니므로 불안정한 상태이다.
  - 불안정한 원자 "O"는 산소(O<sub>2</sub>)와 결합하여 O<sub>3</sub> (OZONE)를 생성하게 된다.
  - O<sub>3</sub> GAS는 산화력이 매우 강하므로 전동기 내부의 CORE, BOLT류 등을 급속히 부식시키며, 진전되면 산화철이 이탈되어 기내를 순환하면서 DUST CUTTING 등 절연열화를 가속화시키는 AGING FACTOR로 작용하게 됨
  - 운전 중 OZONE GAS농도를 측정 및 TREND관리는 가성비 높은 진단법의 하나이다.

## Diagnose insulation by measuring ozone gas during operation



TREND관리 항목		TREND관리결과 추정되는 열화 진행정도	
OZONE 농도	기내 간이점검(녹 발생상태)	예상 열화상태	예상열화LEVEL
12 ppm 이하	녹 발생 없는 양호한 상태	열화진행상태 없음	O
12 ppm 초과	권선표면에 미량의 분진부착, 회수불가	CORONA방지층에 미세한 부분열화	I
	분진은 회수가 가능, 광범위한 분진누적	CORONA방지층에 광범위 열화진행	II
	대량분진으로 회수 가능하며, 분진의 누적, 주 절연마모분 발생	COIL진동, 마모분 발생(SLOT열화) ROTOR CORE CRACK발생	III

열화진행 LEVEL	경향감시 항목 및 주기		추정열화 LEVEL에 따른 대응방침 권고	대응방침에 따른 기대효과
	O <sub>3</sub> 농도	기내점검		
O	1회/2년	1회/2년	1.통상의 보수점검으로 문제없음	1.특별히 없음
I	1회/2년	1회/2년	1.경향감시 계속 2.ROTOR 취외 점검시 CORONA 방지층 등 현장 간이보수	1.CORONA방지층의 열화진행 억제에 따른 신뢰성향상 - 기대수명까지 운전
II	1회/반년	1회/1년	1.경향감시 강화 2.수명연장을 위한 조기 예방정비 -CORONA 방지층 보수/기내부식 대책 3.권선교체 혹은 SPARE확보 계획수립	1.수명연장 정비 혹은 재 권선 REPLACE MOTOR제작기간확보 2.기내부식 억제조치(*2)에 의한 돌발사고 RISK억제
III	1회/분기	- (*1)	1.돌발고장 RISK가 크므로 긴급히 권선교체/고정자,회전자 SPARE제작 혹은 REPLACE MOTOR제작검토	1.영구대책에 의한 신뢰성 확보 2.ROTOR이외 부품의 경년 사용에 의한 사고 RISK저감

(\*1) : 돌발사고 RISK가 크므로 전문가에 의한 긴급정비여부를 포함한 정확한 판단이 요구됨  
 (\*2) : 기내부식 억제조치 실시(내부 도장강화, SUS BOLT 혹은 BOLT의 VARNISH처리, ROTOR CORE세척 및 VARNISH도장, SILICON PACKING적용(AIR LEAK,부식대책))

# RECENT PROBLEMS EXPERIENCED WITH MOTOR AND GENERATOR WINDINGS

Copyright Material IEEE Paper No. PCIC-2009-6

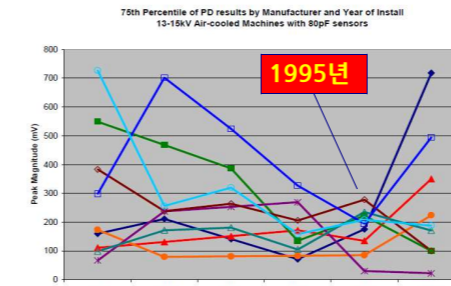


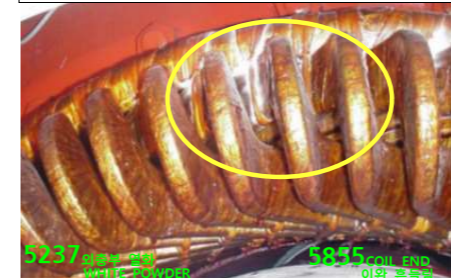
Fig. 2: PD for 9 manufacturers versus year of stator manufacture.

- 국제적인 경쟁심화 : 가격경쟁
- Maker 생존전략.
  - Reducing the conductor cross section.
  - Reducing the insulation thickness.
  - Reducing the amount of steel core material.
  - Developing manufacturing methods that result in less time to manufacture.

● 최근 20년 제작된 기기들은 그 이전 제작된 기기들에 비해 많은 문제점들을 가지고 있다.



## ● COIL END의 움직임,VIB.에 의해 발생된 WHITE POWDER



- 원인-COIL END고정력 약화
- 진행-권선의 움직임,마모,강성약화 마찰-마모,주절연 약화,침식

## ● CORE내 권선의 움직임에 의한 마모 및 굽힘, TURBO GEN.



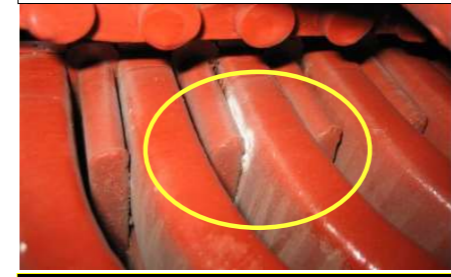
- 원인-권선 및 WEDGE의 느슨함
- 진행-권선의 움직임, 반도체층의 마모, PD발생, O<sub>3</sub>+N<sub>2</sub>=질산침식

## ● 이상(서로 다른 상간)간의 전위차에 의한 부분방전 발생



- 원인-POOR DESIGN
- 진행-상간PD발생,O<sub>3</sub>+N<sub>2</sub>=질산침식에 의한 절연파괴

## ● FINGER와 권선의 접촉에 의한 PARTIAL DISCHARGE 발생 흔적



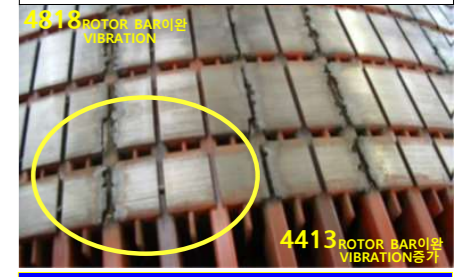
- 원인-POOR DESIGN
- 진행-CORE체결 FINGER와 고전압 권선간 PD발생O<sub>3</sub>+N<sub>2</sub>=질산

## ● END RING의 BRAZING POINT CRACK발생



- 원인-POOR DESIGN,BRAZING작업
- 진행-END RING에 열 응력, 원심력 작용, 비틀림 응력- STRESS누적

## ● ROTOR BAR LOOSENESS에 의한 ARC 발생상태



- 원인-POOR DESIGN
- 진행-ROTOR BAR LOOSENESS 전자진동,ARC,침식 진전

## 대형 전동기 수명관리 시스템(LMCS)에 의해 발견된 절연열화 및 고장사례



- 현상-PARTIAL DISCHARGE 증가.
- 진행-DUST CUTTING,반도체층마모 P.D증가, 절연보강, 절연파괴



- 현상-주변에 O<sub>3</sub>가스냄새(비릿한)
- 진행-상간PD발생,O<sub>3</sub>+N<sub>2</sub>=질산 침식진행 중,TREND관리권고



- 현상-주변에 O<sub>3</sub>가스냄새(비릿한)
- 진행-상간PD발생,O<sub>3</sub>+N<sub>2</sub>=질산 침식진행 중,TREND관리권고

● NAVER CAFE "박태용의 전동기사랑"에는 H.V MOTOR들의 CARE사례를 학습할 수 있습니다.