

고압회전기 절연진단 및 수명평가 기술현황

A technology State of Life Estimation and Insulation Diagnosis for High Voltage Rotating Machine

최영찬*, 왕종배**, 김기준***

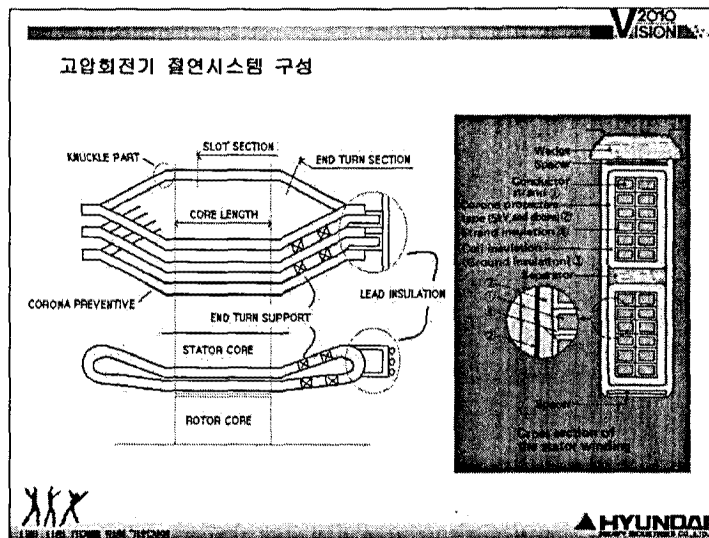
(Young-Chan Choi, Jong-Bae Wang, Ki-Jun Kim)

Abstract

We worried about the technology difference between our company and the advanced company at present motor market and are asked to set up the independent coil insulation system to accumulate insulation technology data. And to export our products at oversea market, we are asked to the evaluation of insulation performance to show our product excellence.

In this study, we evaluated the insulation system of our motor, and studied the insulation diagnosis technology systematically to do site diagnosis. We are now accumulating the measured data. And also to reduce the initial insulation failure, we performed the insulation characteristic test and acquired the data to evaluate the initial soundness. We are doing the improvement of the insulation system. And also these data were used to new product development as very useful data, also will be used in the insulation deterioration diagnosis to estimate the remained life time which is very important data for the maintenance management. As the result, we were able to get our product reliability.

Key Words : Insulation System, VPI, Meg, PI, $\tan \delta$, ΔI , PD, BDV

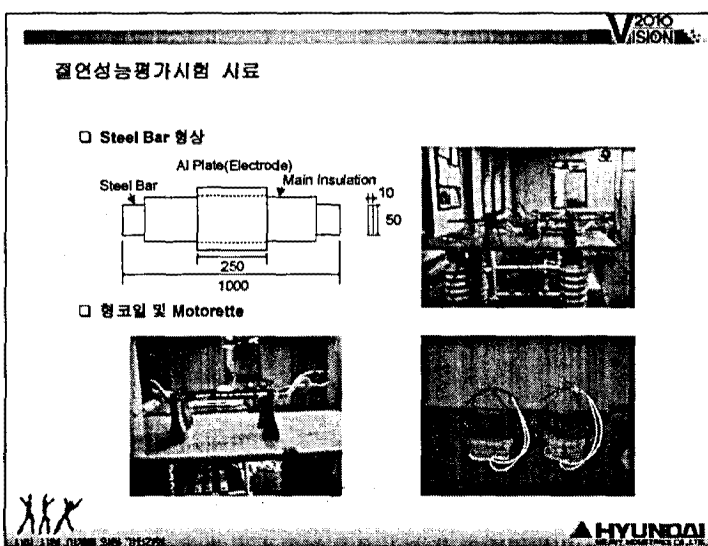
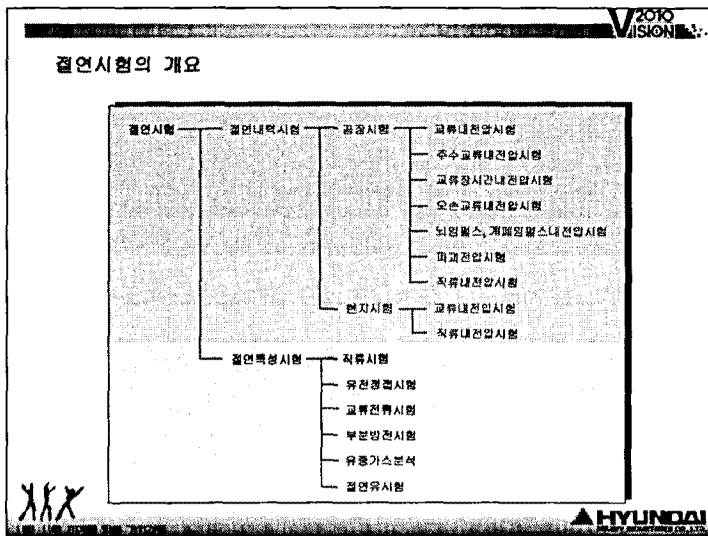
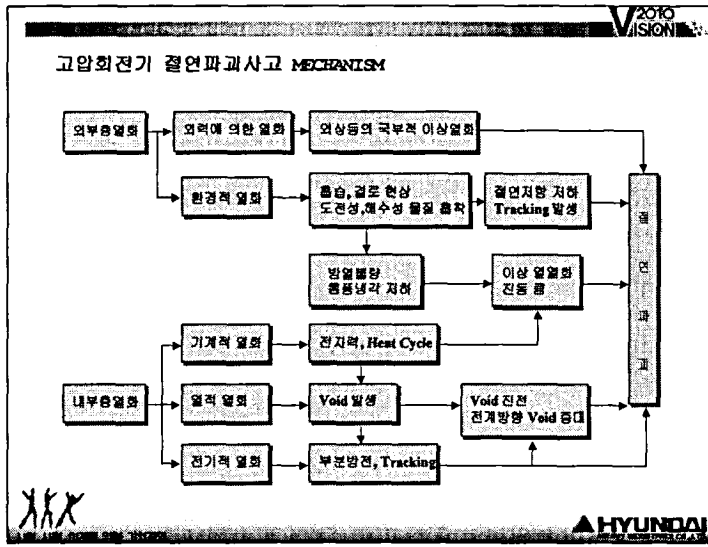


* 현대중공업 기전연구소 전력기술연구실 선임연구원

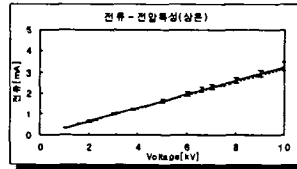
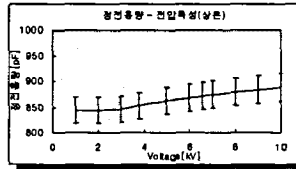
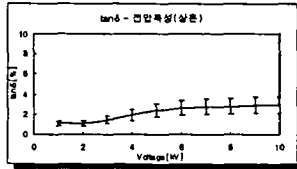
(Fax: 031-289-5027, E-mail : choiyc@hhi.co.kr)

** 한국철도기술연구원 차량연구본부 선임연구원

*** 시립인천전문대학 제어계측과 부교수



절연일반특성 (전압특성)

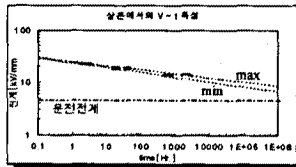


$0.93 \leq \tan \delta (1kV) \leq 1.23$
 $1.32 \leq \tan \delta (E/b) (E/b, 3.8kV) \leq 2.66$
 $1.98 \leq \tan \delta (E, 6.6kV) \leq 3.57$
 $0.75 \leq \Delta \tan \delta (\tan \delta \pi - \tan \delta \epsilon) \leq 2.51$
 $P_{10} \approx 5kV$
 $\Delta I = \frac{I_1 - I_2}{I_2} \times 100 \approx 2.83\%$

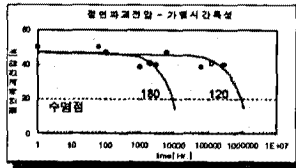
XXX



가속열화특성 (V-t 특성)



V-t 특성은 측정된 시간과 전압을 대수표시
 법으로 획득하여 표정하여 개략적인 수명시
 간을 산출할 수 있는 데이터를 제공한다.
 인가전압은
 $6.6kV \times 5times + 1.44mm \approx 12.9kV/mm,$
 $6.6kV \times 4times + 1.44mm \approx 18.3kV/mm,$
 $6.6kV \times 3times + 1.44mm \approx 13.8kV/mm.$
 문 하였다.

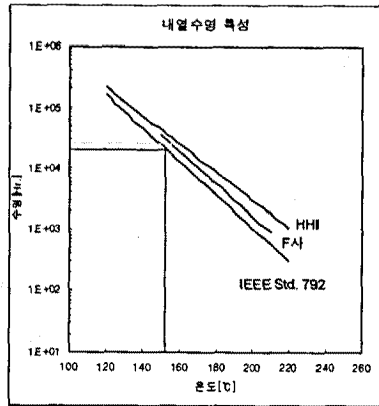


가열시간에 따른 BDV 변화추이를 수학적
 으로 나타내면
 $y = -0.0029x + 46.937$
 가 되어, 절연물의 수명점을 초기절연내려의
 40% 저하점으로 하고, 온도반감의 법칙을
 적용하면 충분한 가열열화특성을 가지고
 있다.

XXX



가속열화특성 (내열수명특성)



절연시스템은 IEEE Std. 792
 에서 규정하고 있는 내열등급
 F종의 최고허용온도인 155°C
 에서 20,000hr 이상 내열수명
 특성을 가지고 있는 것으로
 확인되었으며, 동종 선전사의
 절연시스템의 내열특성과 비
 교하여도 특성에서 뒤지지 않
 는 것으로 입증되었다.

XXX



VISION 2010

절연진단차량 보유장비




1. Automated Insulation Tester
2. Dissipation Factor & Capacitance Measuring System
3. Partial Discharge Test System
4. Notebook-Computer
5. Printer
6. HV AC Power Supply
7. High Voltage Transformer
8. Coupling Capacitor
9. Regulating Transformer
10. Control Unit
11. Resonating Inductor




HYUNDAI

VISION 2010

예방보전

운전년수 절연열화 판정기준 D-Map Trend 육안검사

종합진단(절연보강/재검전등 [대책실시후] 신뢰성 회복)


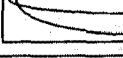
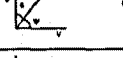
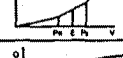
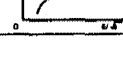
결정년수	최저치	평균치	Trend	시그미
10년 이내	NO	NO	YES	2년 이상
10년 이상	YES	YES	NO	2년 이내

YES: 기기내부 오염여부 검토중 원인검토와 절연보강 실시 / Trend 관리강화 및 예방보강/Rewinding 계획 / 절연진단주기 단축, Trend관리 강화
 NO: 조기(1년 이내)에 절연보강/Rewinding 실시 / 연속유감 / 절연진단주기 단축

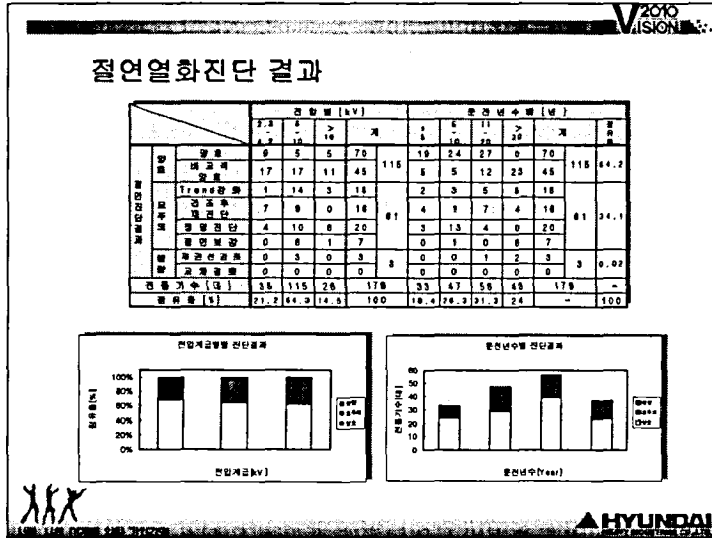
HYUNDAI

VISION 2010

절연열화 판정기준(비파괴시험)

시험항목	판정내용	평가기준
용량계정	 $R = E / (I \cos \phi)$ $(E: \mu A, I: V)$	평균 Level: $R \geq 100 \mu \Omega$ 최저Level: $R > 5 \times 10 \mu \Omega$ Trend경사: 1차리 이내
성감지 4(P)		평균Level: $P > 2.0$ 최저Level: $P > 1.5$ Trend경사: 1/20이하
Tan δ		평균Level: $Tan \delta > 0.2$ 최저Level: $Tan \delta > 0.1$ Trend경사: 3배 이내
ΔI	 $I = \frac{I_1 - I_0}{I_0} \times 100$	평균Level: $\Delta I < 0.5 [\%]$ 최저Level: $\Delta I < 0.5 [\%]$ Trend경사: 1/20이하
부분방전	 $Cm: E/\sigma \text{의 최대방전현상}$	평균 Level: $Cm < 3.000 [\mu C]$ 최저Level: $Cm < 15.000 [\mu C]$ Trend경사: 5배 이내

HYUNDAI



V2010 VISION

결 론

- 1) 절연시스템의 내구성 시험항목 및 방법을 선정하여, 당사 고압회전기 절연시스템에 대한 성능 평가를 실시하였다.
- 2) 절연시스템 성능평가를 통하여 각종 열화요인이 절연시스템의 특성과 수명에 미치는 영향을 검토하였고, 절연시스템의 예상수명을 추정하였다.
- 3) 절연특성을 분석한 결과와 신제품에 대한 절연특성시험을 실시결과를 종합하여 초기건전성 평가하기 위한 기초데이터를 확보하였다.
- 4) 당사 절연시스템은 전기적으로는 고압회전기 운전전계에서 충분한 수명을 가지고 있다는 것을 확인하였다.
- 5) 당사 절연시스템이 IEEE Std. 792를 만족하고 있으며, 선진사의 절연시스템과 비교하여도 내구성에서 뒤지지 않는 것으로 입증되었다.
- 6) 절연관련지식을 체계적으로 정리하였고, 고압회전기 절연진단을 실시하여 현장데이터를 축적하고 있으며 신뢰성 향상에 기여하였다.

HYUNDAI