

工場電氣의 最新技術

最近의 設備診斷技術(1)

現在 실시되고 있는 保全의 80%는 豫防保全이다. 그러나 요즘은 다시 經濟的·技術的 最適化를 目標로 하여 狀態基準保全(CBM, Condition Based Maintenance)이 提唱되고 있다. 이를 위한 技術的 支柱가 設備診斷技術이다. 다음에 電氣設備의 최근의 設備診斷技術에 대해 기술한다.

1. 設備診斷技術의 概要

(1) 設備診斷技術이란 무엇인가

診斷이라는 말은 자주 쓰여지고 있다. 그러나 그 定義는 제각기 달리고 있다. 의학에 있어서의 진강진단은 現狀의 健康상태에 대한 좋고 나쁘고를 진단하는 것이다. 같은 의학에서도 組織學的 진단은 現狀뿐만 아니라 原因 및 장래에 대한 진단·評價를 포함하고 있다. 設備診斷이라 함은 「設備의 現狀의 狀態量을 파악하고 異常 혹은 고장에 대한 原因 및 장래를 豫知, 豫測하는 기술」로 定義된다. 알기 쉽게 말하면 設備診斷기술이라 함은 「設備를 分解·파괴함이 없이 ① 設備에 관계되는 스트레스 ② 고장 및 劣化 ③ 強度 및 성능을 定量的으로 파악하여 수명 및 신뢰성을 豫測하는 동시에 그 修正法을 결정하는 기술이다」라고 말할 수 있다.

(2) 設備診斷技術의 역사

설비진단기술은 1960年代의 초기에 美國에서 우주개발·軍需관계의 분야에서 개발이 진행되어 점차로 一般산업으로 普及되어 갔다. 日本에서는 항공기 원자로 분야에서 이 기술이 비교적 일찍부터 알려져 왔는데 一般산업에는 1970年代에 들어서 처음으로 鐵鋼業에서 독자적인 設備診斷기술의 개발

이 進行되었다. 이것이 계기가 되어 化學, 石油, 發電플랜트 및 大形의 生産설비분야에서 설비진단기술의 적용이 급속으로 進전했던 것이다. 설비진단기술은 설비保全과 밀접한 관계가 있다. 표 1은 日

〈표-1〉 日本의 設備保全과 設備診斷의 歷史

設備診斷 技術	西歷 [年]	設備保全의 思想
		事後保全 (BM : Breakdown maintenance) 무너지면 고친다
	1950	予防保全 (PM : Preventive maintenance) 部品の定期交換, 오우버홀
	1955	生産保全 (PM : Productive maintenance) 設備의生産性向上을 目標로한 保全
	1959	改良保全 (CM : Corrective maintenance) 設備改良을重視한 保全
	1961	保全予防 (MP : Maintenance Prevention) 設計段階로서의 信頼性·保全性的 向上
誕生 ↓ 第1世代 (診斷法의 研究開發)	1971	予知保全 (PdM : Predictive maintenance) 劣化狀態의 監視에 의한 保全
	1972	狀態基準保全 (CBM : Condition based maintenance)
第2世代 (實用化· 시스템화)	1980	設備의 狀態를 알고, 거기에 基本을 둔 保全

본의 설비보전의 방법과 설비진단기술의 역사를 표시한 것이다. 日本에서 豫防保全方法이 도입된 것은 1950년경이다. 그 以前은 事後保全이며 고장나면 수리한다는 식이다. 이 方式으로는 고장의 내용에 따라서는 생산에의 영향도 크며, 거액의 손실이 따르는 수도 있다.

새로 등장한 豫防保全은 機器部品の 교환과 오우 버홀을 어느 一定기간마다 실시하여 돌발사고를 방지하자는 것이다. 설비의 安定稼働에 有効했던 것이다.

1955년경 등장했던 生産保全은 그때까지의 保全을 위한 保全을 反省케 했으며, 設備로서 물건을 만든다는 관점에서 生産性向上에 焦點을 맞춘 것이다. 이러한 사상은 지금도 TPM (Total Product Maintenance), 즉 全員參加의 生産保全이라는 생각으로 뿌리깊게 남아 있다.

1959년에는 表面的인 保全으로서 設備의 改良을 重視하고 이로 인한 故障를 防止하며 생산성을 높인다는 改良保全이 제안되었다. 保全豫防의 생각하는 방법은 改良保全을 더욱 進行시킨 것으로 설비나 機器의 설계단계에서 保全이나 신뢰성에 대한 배려를 만들어 넣어간다는 것이다.

이상과 같은 保全사상의 추위는 설비의 안전가동과 고장율의 輕減에 큰 효과를 가져 왔다. 豫知保全은 이때까지의 노력에 加하여 기기의 상태를 定量的으로 파악하여 기기의 이상징후나 장애 일어날 사태를 예지하고 필요에 따라서 保全을 실시하자는 것이다. 이러한 방법을 다시 진행한 것이 狀態 기준보전이다.

狀態基準保全은 콘디션베이스의 豫防保全이며 對象機器의 상태를 定性·定量的으로 파악하여 수명까지 예측하는 타이밍 직전까지의 豫防保全을 실시하는 것이다.

설비보전의 생각하는 방법은 표1과 같이 추이하고 있으나 현재도 실제의 保全主流는 豫防保全이며 그 방법은 타임베이스의 保全 즉 시간을 단위로 하여 주기적으로 點檢, 손질, 部品교환 및 補修를 실시하는 것이다.

타임베이스의 보전은 수명 직전의 기기도 건전한 기기와 같이 평등하게 點檢수리하는 것으로서 고장경감에는 유효하나 경제적이 못된다. 때에 따라서는 기기를 만지작거리다 파괴하는 경우도 있다.

상태기술보전은 기기의 상태에 따라서 합리적으로 보전을 하자는 것으로서 1970년에 美國에서 제창된 테로테크노로지(Terotechnology)에서 과급된 것으로서 기기·장치의 라이프사이클 全體의 경제적·기술적인 最適化를 생각하고 보전을 그 일환으로 하여 감시와 定量的 豫知診斷을 실시하면서 코스트미니마임을 지향하는 것이다.

상태기준보전(CBM)을 지탱하는 技術의 支柱가 설비진단기술이다. 日本에서의 설비진단기술은 1970년경에 탄생하고 있다.

그로부터의 역사를 구분하면 1980년까지의 第1世代와 1980년이후의 第2世代로 나누어져 표2와 같은 특징을 갖고 있다.

(3) 設備診斷의 必要性

설비의 안정가동, 가동율의 향상은 옛부터 保全의 主目標이나 최근에는 여기에 추가하여 다음과 같은 니이즈가 있다.

(1) 설비가 제품의 量·品質·價格을 만든다: 以前은 오퍼레이터가 생산의 主体이며 量·품질·가격을 만들어 왔다. 그러나 지금은 설비의 좋고 나쁘고가 이것을 만드는 것으로서 自動化가 진행되어 온 오늘날 오퍼레이터의 경험과 감각에 의존하는 경우는 적어지고 있다. 따라서 설비의 이상과 欠陥이 즉 生産다운 품질불량 코스트업에 연결된다. 以前보다 더욱 엄격한 保全(특히 品質對應에서)이 요구되고 있다.

(2) 設備의 自動化, 連續化에 의한 고장의 영향범위 擴大: 省에너지·物流코스트 低減·納期 단축등에서 本工程의 자동화·連續化가 行해지고 있다. 그 때문에 어느 工程의 고장정지가 全工程의 정지에 이르는 경우도 있어 고장의 豫知 및 未然防止가 요구되고 있다.

(3) 保全의 効率化: 보전의 효율화의 支柱는 保全 코스트의 저감과 과학적·기술적인 보전의 실시이다. 철강업을 예로들면 보전코스트는 매상고의 1/10이라고 한다. 코스트다운을 위해 保全코스트의 저감이 필요하다.

현재 실시되고 있는 保全手法의 80%는 豫防保全이나 그 내용은 타임베이스의 정기적인 點檢·修理이며 기술은 인간의 경험과 감각에 의존하는 것이 대부분이다.

保全코스트의 저감을 위해서는 保全의 수속이나 판리를 컴퓨터화하는 동시에 點檢과 진단에 과학적인 수법과 기술을 도입할 필요가 있다.

(4) 設備診斷技術의 構成

그림 1은 설비진단기술의 기본구성을 표시한 것이다. 설비진단기술은 그 定義에서 알 수 있듯이

① 설비기기에 있어서의 스트레스, 고장·劣化· 성능·強度의 檢出

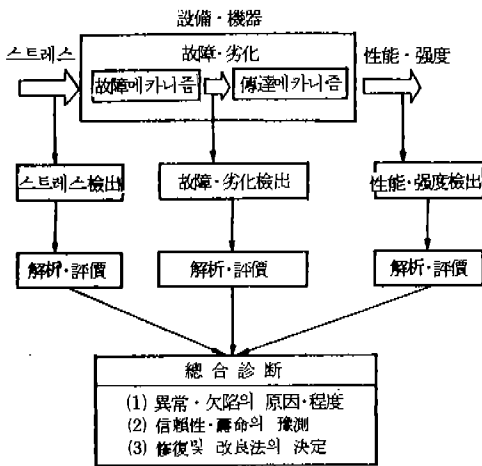
② 檢출된 狀態量의 해석·평가

③ 綜合진단

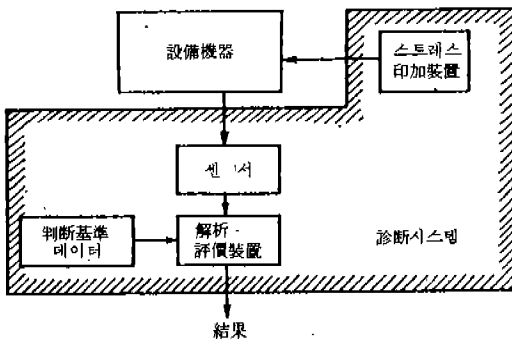
의 세가지 기능으로 이루어 지고있다.

그림 2는 하드웨어構成을 표시한 것이다. 스트레스印加裝置는 온라인診斷의 경우에는 불필요하다.

판단기준과 데이터는 인간의 두뇌에 의한 경우도 있으며, 컴퓨터의 메모리의 경우도 있다.



〈그림-1〉 設備診斷技術의 基本構成



〈그림-2〉 하드웨어의 構成

〈丑-2〉 設備診斷技術의 歷史

時代	特徵
第1世代 (1970~1980)	個設備의 診斷法의 開發 診斷用機器는 移動形으로서 操作은 手動期待와 不信이 混合된 時代(評價가 애매하다)
第2世代 (1981~)	診斷의 自動化 온라인診斷 生産프로세스全體의 診斷 保全을 유지하는 必要不可欠의 技術

〈丑-3〉 設備診斷技術의 開發項目

하아드웨어	소프트웨어
센서의 開發 信號處理技術(特히노이즈對策)	故障·劣化要因의 解明 上記要因의 檢出手法 解析·評價手法, 모델
온라인測定技術	劣化判定基準
마이컴應用技術	信賴性·壽命予測

〈丑-4〉 修理系와 非修理系

系	定義	機器의 例	主된技術的手法
修理系	壽命이 다하기전에 部品의 交換·손질·調整·補修를 실시함으로써 壽命이 延長하는 것	油入變壓器, 回轉機, 遮斷器, 齒車	設備診斷技術, 修理復旧技術
非修理系	壽命이 다되면 單品 또는 유니트마다 交換하는 것	制御裝置, 다이리스터, 各種品目(램프, 스위치 등)케이블, 콘덴서	故障監視技術, 統計的手法(制御盤等), 壽命予測技術(케이블 등)

표 3은 설비진단기술을 實用化하는데 있어서의 主要開發항목을 표시한다.

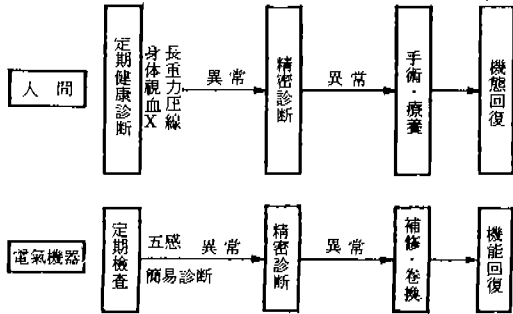
(5) 設備診斷技術의 適用仕方

설비기기에 修理系의 것과 非修理系의 것이 있다. 前者에 대해서는 예방보전이 실시되며 後者에 대해서는 事後保全이 실시되는 것이 일반적이다.

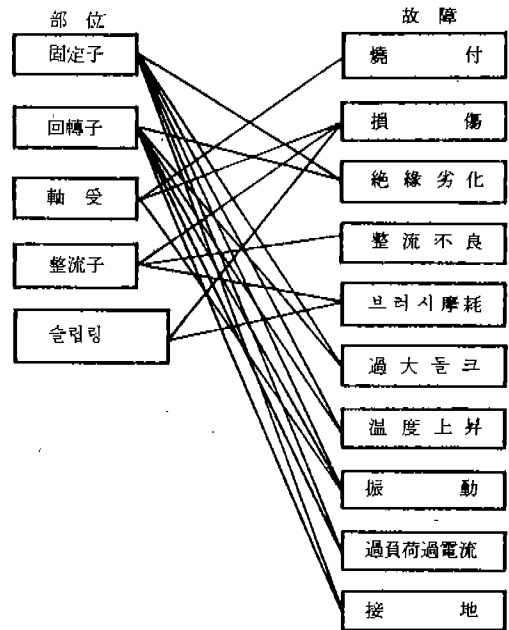
기술적手法으로서는 修理系에 대해서는 주로 설비진단기술이 非修理系에 대해서는 주로 고장의 조기발견을 위한 감시기술과 統計的手法(예로, 고장

의 증가에서 制御系의 更新시기를 결정한다)이 적용된다. 이같은 관계를 표 4에 표시한다.

다음은 진단의 시기인데 코스트와 效率의 適用을 생각하고 인간의 건강진단과 같이 가동후 얼마간은 簡易진단을 정기적으로 실시하며 이상을 발견하게 되면 精密진단을 실시한다. 인간의 건강진단과 전기기기의 진단관계를 그림 3에 표시한다.



〈그림-3〉 人間の 健康診断과 電氣機器의 診断과의 關係



〈그림-4〉 電動機의 部位와 故障

2. 中·大形電動機의 設備診斷技術

여기서는 中·大形(高壓交流電動機, 直流機는 逕延主機크라스) 電動機를 主体로 한 설비진단기술에 대해서 기술한다. 진단이라는 말에 구애되지 않고, 監視기술에 대해서도 기술하기로 한다.

(1) 故障의 메카니즘

그림 4는 電動機의 部位와 고장내용을 표시한 것이다. 이 가운데 설비진단의 主對象이 되고 있는 것이 絶緣物과 軸受이다.

(1) 絶緣物

표 5는 高電壓回轉機 絶緣의 스트레스와 劣化現象을 표시한 것이다. 回轉機의 絶緣劣化는 電氣的·機械的·熱的·環境的의 네가지의 스트레스에 의한 것이라고 생각되고 있다.

(i) 電氣的劣化: 電壓印加에 기인하는 것이다.

소위 V-t壽命으로서 검토되어 여러가지의 實驗式이 제창되어 왔다. 다음식은 하나의 예이다.

$$t = KV^{-n}$$

t는 課電劣化壽命, V는 課電電壓, K는 絶緣시스템에 의해 定해지는 定數이다.

〈표-5〉 高電壓回轉機絶緣의 스트레스와 劣化現象

스트레스	劣化因子	劣化現象
電氣的	部分放電 아아크 트리핑 트라킹	酸化 熱分解 炭化 破壞
	振動 反復疲勞 熱사이클 熱膨脹收縮 衝擊 크리프	클러 破斷 分解 摩耗
化學的	熱劣化	熱分解 酸化分解
	環境劣化	吸濕·吸水 化學藥品 油 塵埃 溶劑 오존

(ii) 機械的劣化: 振動, 衝擊토크, 起動停止의 반복에 의한 熱應力과 電磁力에 기인하는 것이다.

(iii) 熱的劣化: 장기운전에 의한 加熱에 기인한다. 接着劑의 熱分解와 内部殘留空氣 또는 揮發力의 熱膨脹에 의해 空隙(보이드)이 생기게되어 絶연 성능이 떨어진다.

(iv) 環境的劣化: 코일絶緣표면에 부착하는 汚損物質(粉塵·藥品·塩分·油등)과 水分에 기인하는 것으로서 絶연의 전기특성과 기계특성에 유해한 영향을 준다.

實機에서는 표 5에 표시한 스트레스가 單獨으로 加해져 劣化가 진행되는 것이 아니라 複數의 스트레스가 복합하여 劣化가 進진되는 것이라고 생각하고 있다.

(2) 軸受

軸受에는 回轉軸受와 슬립軸受가 있다. 回轉軸受는 機械的으로 劣化하여 損傷이라는 형태로 수명에 달한다. 수명을 결정하는 因子는 荷重과 回轉數이며, 軸受의 종류를 알 수 있으면 추가동시간에 의해 壽命의 표준을 알 수가 있다. 軸受는 劣化가 進行함에 따라 플래킹, 균열, 摩耗와 같은 損傷현상이 발생한다. 이에 따라 진동의 소리가 크게 되거나 온도상승이 되므로 이러한 것을 檢査하여 軸受진단을 실시한다.

슬립軸受는 中·大形回轉機에 많이 채용되고 있으나 수명의 到來는 명확하지 않다. 정상시는 油膜形式에 의한 運轉이 실시되고 있으나 이상시는 유막형성이 劣化하여 끝내는 油膜破斷을 일으켜 金屬 接觸으로 移行하여 軸受의 손상 燒付로 발전한다.

이러한 移行과정에 있어서의 舉動은 正해져 있지 않으며, 또한 정상에서 고장애의 이행이 단시간에 일어나는 것이 슬립軸受의 진단을 곤란케 하고 있다.

다음에 용어에 대해 설명한다.

트레이닝(Treeing): 導體의 상처나 突起 혹은 絶緣 內的 異物等의 결합에 電界가 집중하여 후에 樹枝狀의 가는 空洞의 放電劣化흔터(트레이)를 남긴다. 이를 트레이닝이라고 한다.

트래킹(Tracking): 絶연층 표면에 있어서 沿面의 絶緣抵抗이 低下한 상태로서 高電圧이 印加되면 漏 電流와 微小放電에 의해 絶緣物 표면에 樹枝狀의

放電흔터가 남는다. 이를 트레이닝이라고 한다.

크리프(Creep): 構造材料는 어느 限度 이하의 外力에 대해서는 彈性體로서 應答한다. 그러나 어느 限度이상의 外力과 장시간 一定의 荷重이 걸린 상태에서는 끝내는 變形하여 파괴된다.

이를 크리프라고 한다.

플레킹(Flaking): 軸受의 轉動體(보울과로울러)가 轉送面과 반복 接觸하여 皮로에 의해 최종적으로는 어느 部分에 局部的인 剝離가 생기는 현상을 플레킹이라고 한다.

(2) 設備診斷, 監視技術

표 6에 中·大形 電動機의 설비진단, 감시기술을 표시한다.

① 技術動向

기술의 진보(마이크로컴퓨터, 傳送通信센서)와 필드에 있어서 데이터의 축적·解析기술의 진보에 따라 최근의 동향으로서는 다음과 같은 것이 있다.

(i) 裝置의 高機能·複機能化 및 콘택트化

(ii) 診斷·監視의 自動化·온라인化

(iii) 劣化判定의 기준화·표준화

(iv) 新技術의 등장

(i) (iii)에 대해서는 絶연물의 劣化진단과 軸受診斷에 현저하게 보인다. (ii)에 對해서는 온라인으로 실시되는 기술을 제 6표 *印으로 표시하고 있으나 全体的인 경향이다.

(iv)에 대해서는 코어모니터·코일엔드 모니터·FM식 감시장치등을 예로서 들 수 있다.

(2) 絶緣物의 劣化診斷

電動機에 있어 絶연물이 수명을 결정한다고 해도 過言이 아니다. 그만큼 옛부터 많은 연구와 검토가 되고 있으며 문헌의 數도 대단히 많다. 그러나 표 5에 표시하는 것처럼 劣化因子가 대단히 많으며, 그러한 것들이 복합적으로 작용하기 때문에 劣化의 정도나 殘存수명을 예측하는 보편적인 기술은 아직 없다.

다음에 최근의 기술에 대해 기술한다.

(i) 試驗方法

絶연물의 열화상태를 알기 위해서는 먼저 전기특성을 알 필요가 있다. 그러므로 시험방법으로서 絶緣耐力시험 絶연저항시험 直流시험 $\tan \delta$ 시험, 交流電流시험 部分放電시험이 옛부터 실시되고 있다.

〈丑-6〉中·大形電動機의 設備診斷·監視技術

〈丑-7〉絶緣診斷裝置의 例

部位	診斷·監視의 目的	從來 技術	最近의 技術
絶緣物	絶緣物의 劣化	絶緣耐力試驗 絶緣抵抗試驗 直流試驗 tan δ 試驗 交流電流試驗 部分放電試驗	直流機絶緣診斷裝置 自動絶緣診斷裝置 絶緣診斷車 活線絶緣測定裝置* 컴퓨터에 의한綜合判定 인칼스印加法* 直流機絶緣劣化推定法 다스트分析
		溫度監視* 軸受의 異常 損傷 油面監視(슬립)* 簡易軸受診斷裝置* 精密軸受診斷裝置*	油膜絶緣抵抗監視(슬립)* 左記의 改良品(判定의 自動化, 測定스피드업)*
固定子	溫度上昇, 過熱	서어미스터, 사이클	코어모니터* 코일엔드모니터*
	振動 卷線損傷, 短絡	振動計, 스트레인지 게이지*	電流波形分析*
轉子	溫度上昇	溫度計, 示溫塗料	赤外線溫度計* FM式卷線溫度監視裝置*
	過大돌크, 振動		FM式돌크·振動監視裝置* 電磁비크럼式振動監視裝置*
整流子	로우터버어 損傷		電流波形(一次)分析*
	整流狀態 브러시 摩耗	目視點檢* 目視點檢*	光電管式火花監視裝置 電磁反應用監視裝置 赤外線式브러시 摩耗監視裝置*

(注) *印은運轉中實施, 無印은 停止中實施

최근에는 코일에 인펄스를 印加하여 코일의 진동을 檢출하여 절연열화상태를 알자는 방법도 있다.

(ii) 裝置의 高機能化·自動化

각종 전기특성의 同時測定, 自動測定, 메이터의 自動解析, 온라인測定,出張진단등의 기능을 가진 裝置나 시스템이 출현하고 있다. 이러한 것들을 정리하여 표7에 표시한다.

(iii) 劣化判定基準, 殘存余命推定

설비진단기술이 탄생하여 열마되지 않는 시기는 필드메이터도 거의 없었으며 劣化의 判定기준도 사용하는 各社의 自主의 判斷에 기대할 수 밖에 없었다.

최근에는 풍부한 데이터의 축적과 해석으로 어느 정도 통일적으로 이용할 수 있는 劣化判定基準도 나

測定項目	測定 裝置	메이커
高電壓대그 및 漏電流	하이·리케스터 HLF-60形	中部精機
	하이·리케스터 HLD 20A形	同上
	直流絶緣試驗器 DC-25A	大日日本電線
	非破壞絶緣診斷裝置 PI-6000 TOSPID-10	日本精密計測 東芝
tan δ, 靜電容量 및 交流電流	高電壓自動tan δ·C測定器 自動絶緣特性解析裝置 AIA 新 tan δ/AIA 測定裝置 超低周波誘電正接測定裝置	總研電氣 極東貿易 三菱電機 昭和電線
	코일絶緣診斷試驗裝置HIA 관스波高分析裝置(PHA) EIC 部分放電測定裝置 部分放電測定裝置QM	日立製作所 東芝 關電阪急 大日日本電線
綜合	自動絶緣診斷裝置*MTE-030形	
直流機	直流機絶緣診斷裝置	日立製作所
絶緣診斷車	EIC 自動絶緣診斷車 絶緣診斷專用車	關電阪急 富士電機
活線絶緣測定裝置	活線絶緣抵抗測定器가쓰메가 活線絶緣抵抗測定器 Hotmeg CD 絶緣劣化表示器 絶緣체크카 MCE-010形	日本精密計測 富士電機 日本高壓電氣 新日本製鐵

타나고 있다.

그러나 評價할 파라미터는 표8에 표시하는 것이 있으며 이 가운데 대부분이 합격이며, 하나가 불합격이 되었을 때 종합판정은 어떻게 하느냐하는 문제는 이용자의 판단에 맡긴다. 지금 이 시점에서 앞으로 어느정도 더 사용하느냐 하는 殘存 壽命의 추정에 대해서는 사용자가 가장 희망하는 바다.

이에 대해서는 壓延用 大形直流機로서 實用式의 예가 있다. 이 방법은 殘存絶緣耐力 V_R [%]을 가정하여 現時點의

$$V_R [%] = 100 \left(1 - \frac{D_r}{100} \right) \left(1 - \frac{D_v}{100} \right) \left(1 - \frac{D_H}{100} \right)$$

D_r : 熱劣化損耗率 D_v : 振動劣化損耗率

D_H : 피이드사이클劣化率

를 구한다. 초기의 未劣化상태의 絶緣耐力를 $V_R = 100$ [%]으로 하여 $V_R = 0$ [%]가 되는 시기를 구하여 殘存壽命을 추정하는 것이다.

交流電動機에 있어서는 이와같은 實用式은 아직

〈표-8〉 絶緣診斷을 위한 測定値

一般의 印符號	一般의 定義	診斷內容과 相關性		
		吸濕 레턴의 劣化	微小 보이드	局所 異常 劣化
$\tan \delta_0$	베이스 (普通 2kV)의 誘電正接	○	—	—
C_0	베이스의 靜電容量	○	—	—
R	絶緣抵抗	○	—	—
PI	成極指數	○	—	—
$\Delta \tan \delta$	定格電壓 E의 $\tan \delta_x - \tan \delta_0$	—	○	—
$\Delta C/C_0$	靜電容量增加率 $(C_x - C_0)/C_0$	—	○	—
V_f	$1 \times 10^{-4} C$ 의 部分放電發生電壓	—	△	△
P_{11}, P_{12}	交流電流試驗의 電流急增點	—	○	—
ΔI	電流增加率, $\sim \Delta C/C_0$	—	○	—
m, r	AIA(自動絶緣特性解析裝置)의 商	—	○	△~○
Q_{max}	常規電壓 $E/\sqrt{3}$ 의 最大放電電荷	—	△	○
ΣQN	累積放電量	—	○	△

(注) 診斷內容과의 相關性은 表中의 ○印은 그런대로 좋으나, △印은 있는 것을 短絡은 거의 없는 것을 表示하여 진단내용과 진단의 가능성에 대해서 測定値를 3群으로 나눌 수가 있다.

〈표-9〉 回轉軸受診斷裝置의 例

名稱	메이커	基本 手法
쇼크팰스미터	첼밸리지	쇼크팰스法
루우프릭	安川電機	油膜測定, 振動測定
FM 베어링팰스체크	富士電機	振動測定
NSK 베어링모니터	日本精工	振動測定
미시인체크	安立電氣	振動測定

보고된 바 없다.

劣化判定기준을 컴퓨터소프트화하여 測定한 電氣 特性値를 컴퓨터에 入力하면 判定結果가 自動적으로 나온다는 시스템도 診斷을 전문으로 하는 메이커나 필드데이터를 많이 갖고 있는 사용자들에 의해 개발되고 있다.

(3) 軸受診斷

回轉軸受的 진단은 현재는 實用化되고 있으며, 良否의 판단기준도 명확하며 自動化되고 있다.

기본적으로 簡易診斷장치와 精密진단장치가 있다. 최근의 경향은 장치의 콤팩트化, 判定의 자동化, 測定의 스피트업이다. 표9는 診斷장치의 예이다.

슬립軸受的 진단기술에 대해서는 아직 實用적인 기술이 나오지 않고 있다. 한가지 생각되는 방법으

로는 油膜이나 絶緣抵抗監視와 軸受溫度·軸振動 등을 병용하는 방법이다.

(4) 其他

기타로서는 표6에 표시하는 것이 있다.

(i) 코어모니터, 코일엔드모니터

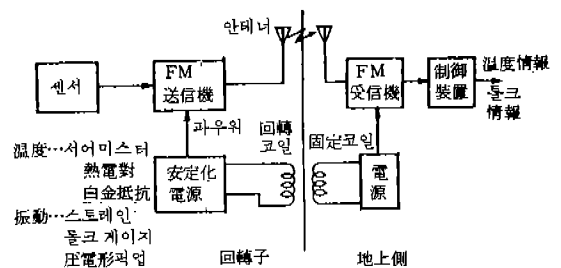
운전중의 固定子の 狀況을 진단하는 대표적인 방법은 各部의 溫度監視이다. 코어모니터는 機内に 局部加熱이 있을 경우에 有機材料가 熱分解하여 생기는 微粒子를 검출하여 警報하는 것으로서 센서로서 파이로리세트·코렉터가 사용되고 있다. 코일엔드모니터는 固定子 코일엔드부에 加速度픽업을 부착하여 코일엔드의 거동(振動 등)을 감시하는 것이다.

(ii) 回轉子の 監視

回轉子の 감시로서는 溫度上昇·過大토크·籠形回電子の 로우더마아 끊어짐 등이 있다. 回電子는 회전하고 있으므로, 정보를 非接觸으로 傳送할 필요가 있다. 그림5는 FM텔레미터를 사용한 回轉子溫度(토크)監視장치의 예이다.

地上側에서 回轉子에의 電源공급은 誘導코일(地上側固定, 回轉子側 回轉)로서 센서情報는 FM送受信機에 의해 안테나를 통하여 실시된다. 溫度센서는 가장 溫度가 높다고 생각되는 部分에 부착한다. 진동검출의 간접적 방법으로서 是 回轉子軸의 長手方向의 2個所 以上에 檢出用 齒車를 부착하여 地上側에 電磁픽업을 두고 검출하는 방법이 있다.

籠形誘導電動機의 로우더마아와 같이 導體가 노출하고 있는 경우는 赤外線 溫度計로 非接觸으로 測定할 수 있다.



〈그림-5〉 FM텔레미터식의 回轉子溫度(토크)監視裝置

*