

自家用發電設備의 故障診斷

최근 설비를 계획하는데 있어서는 설계에서 건설 운용, 갱신에 이르기까지 라이프사이클코스트, 미니멈의 관점에서 시스템토틀로서 검토되는 일이 많다.

그러한 의미에서 설비의 보전기술을 중요한 역할을 담당한다. 일반적으로 보전의 종류는 사후, 예방, 예지(豫知)의 각 보전에, 또 보전의 방식으로는 시간기준보전과 상태기준보전으로 대별할 수가 있다.

설비가 복잡하고 고도화되어가고 있는 가운데 경비효율, 가동율, 신뢰도 등 토를 시스템 효율의 향상을 도모하기 위해 상태기준에 의한 豫知保全이 요구되는 경향에 있다. 또 온라인으로 리어얼타임인 설비진단기술의 진전이 이를 가능케 해가고 있다.

여기서는 음향분석에 의한 설비진단에 대해 자가발전장치의 음향진단을 예로 하여 기술키로 한다.

自家發電장치의 音響진단方法

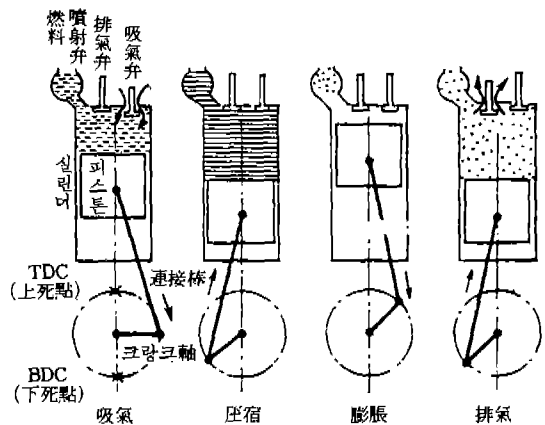
중요한 설비에 있어서는 상용정전에 대비하여 자가발전장치를 설치하고 있으나, 여기에는 확실한 시동성과 안전운전이 요구된다.

그러나 통상은 대기상태에 있으므로 정기적인 운전점검(時間基準保全의 一種) 등에 의해 기능유지를 도모하고 있으나 자가발전장치의 운전에 당장은 지장을 초래하지 않는 디젤엔진부분의 사소한 상태가 나쁜 정도는 숙련자의 전문지식을 필요로 하고 있다.

숙련자가 자가발전장치의 運轉音에 의해 어느 정도의 목표를 얻는 것과 일반인에게도 운전음의 변화를 감지함으로써 엔진부분의 좋고 나쁘고를 자동적으로 진단할 수 있는 방법에 대해 개발 검토를 했다.

(1) 자가발전장치의 운전음

디젤엔진의 운전은 그림1과 같이 흡기, 압축, 팽창, 배기의 사이클을 반복하여 행한다. 이에 따라



〈그림-1〉 4 사이클디젤엔진의 作動原理

발생하는 음향은 주로 기관음과 배기음이다.

기관음은 연료의 폭발에 의해 실린더진동음, 가동부(피스톤, 터페트, 흡배기변, 로트축등)의 충격음등에 기인되고 있다. 또 기관음의 주파수 성분과 발생원은

(a) 저주파 : 엔진의 회전수에 의한다.

(b) 중주파 : 연료폭발, 가동부의 작동에 따른 각부의 진동에 의한다.

(c) 고주파 : 금속부의 충격에 의한다.

는 것과 같은 관계에 있다.

배기음은 연소가스가 대기중에 배기되는데서 기인한다. 주요 주파수성분은 다음식으로 나타낼 수 있다

$$f = k \cdot \frac{n}{60} \cdot N \cdot \frac{1}{i} \text{ [Hz]}$$

단, R : 고조파차수 (1, 2, 3, ...), n : 엔진회전수 (rpm) N : 실린더수, i : 정수 (2사이클 = 1, 4 사이클 = 2)

그리고 고조파次數 R은 4정도 이상은 무시할 수 있다.

(2) 음향진단장치의 원리와 개요

자기발전장치의 운전음은 디젤엔진의 운전사이클에 同期한 고유의 패턴을 갖고 있으며, 엔진의 운전상태의 변화에 따라 그 패턴이 변화한다. 따라서 자기발전장치의 운전음을 분석하여 정상운전시의 음향패턴과 비교함으로써 엔진의 운전상태를 진단할 수 있다.

음향진단장치의 계통을 그림 2에 표시했다. 그림 2는 여러가지의 데이터분석을 할 수 있도록 FFT 아나라이저, 파스콘등으로 구성되고 있으나 실용기에서는 마이컴만으로 구성할 수 있다.

엔진은 사이클릭 동작이기 때문에 음향신호의 定常性의 점에서는 우수하며 TDC (上死點) 등의 회전각도 펄스를 기준함으로써 신호의 세그멘테이션은 쉽다.

입력데이터는 첫째 필터링이 되나 진단할 이상내용에 따라 액티브필터에 의해 통과 帶域을 변화시킨다.

데이터처리부에서는 회전각도펄스를 기준으로 하

여 샘플링한후 同期加算을 하여 엔진의 회전변동과 외부 노이즈의 영향을 저감시키고 있다.

또 음향의 고유패턴은 엔진의 부하량에 의해 변화하므로 연료流量을 파라미터 입력으로 하여 데이터의 보정을 행한다.

일반적으로 신호분석을 위해서는 먼저 주요한 특징, 파라미터의 추출이 필요한 것이나 그 신호처리 방법으로서의 주파수 영역과 시간영역에 있어서의 분석으로 대별된다.

주파수 측분석에서는 파워레트분석에 의한 방법이 유효하다. 파워레트분석은 신호를 갖는 전에너지에 대하여 어느 주파수 이하의 에너지가 차지하는 비율로 정의되며 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$PR(F) = \frac{\int_0^F w(f) \cdot G(f) df}{\int_0^{f_{max}} w(f) \cdot G(f) df}$$

단, PR(F) : 파워레트, w(f) df : 무게關數, G(f) : 파워스펙트럼

무게關數 w(f)는 분석신호가 갖는 주파수성분의 분포에 따라 예로 1, f, f₂ 등으로 선택하게 됨으로써 분석精度를 높일 수 있다.

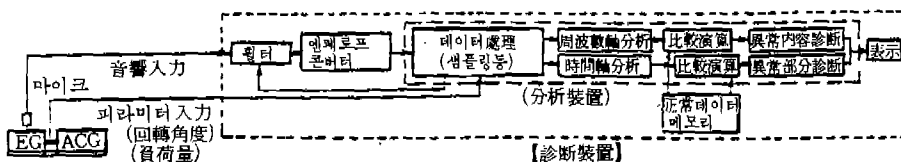
이번의 진단장치에서는 주파수 측분석에 의해 엔진의 이상내용을 판별할 수 있다.

시간측 분석에 있어서는 켄기어의 위치점출에 의한 회전각도 펄스를 기준함으로써 10⁻⁴초 (회전각도 약 0.1도) 정도의 精度로 행할 수 있다.

이번의 진단장치에서는 시간측 분석에 의해 엔진의 이상개소를 판별할 수가 있다.

데이터분석의 諸元을 표 1에 표시했는데 이러한 예의 경우에는 데이터메모리 용량으로서는 100K 바이트가 된다.

自家발전장치의 음향分析實例



〈그림-2〉 自家發電裝置의 音響診斷系統圖

진단하는 디젤엔진의 이상항목으로서 그 이상 발생 빈도를 고려하여,

〈표-1〉 데이터 분석의 諸元

項 目	內 容
샘플링數	500 / 사이클
量子化數	16
데이터數	4 / 診斷項 目
負荷條件	5 段 階

- (a) 吸氣弁端間隙의 異常
- (b) 排氣弁端間隙의 異常
- (c) 燃料賦射壓力의 異常
- (d) 燃料噴射時期의 異常
- (e) 燃燒異常(減筒運轉)

에 대해서 행하도록 했다.

또 데이터분석은 모델기를 사용하여 인위적으로 모의장해를 발생시켜 실시했다. 모델기에는 수기종을 선택, 동일기종에서도 복수대에 대해서도 積算 운전시간의 다른 것에 대해서도 실시하여 여러가지 진단방법에 대한 검토를 했다.

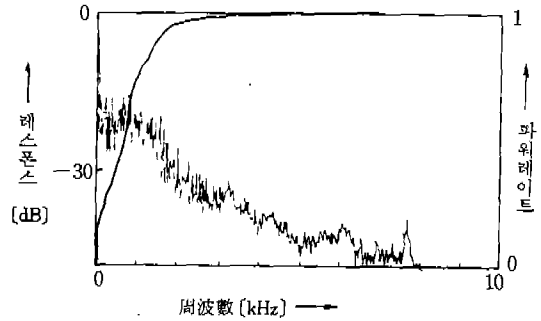
그리고 다음에 표지하는 분석사례에서는 모델機の 엔진仕様, 同期加算회수, 운전조건에 대해서 각각 부기했다.

(1) 주파수軸 분석

그림 4에 엔진소리의 파워스펙터클과 파워레이트의 일반 예를 표시했다. 이에 의하면 음향에너지의 대부분은 5 KHz까지에만 포함되고 또 이번의 음향 진단에 유용한 주파수 성분, 즉 운전조건의 변화에 따른 음향패턴의 변화도 이 주파수 대역내라는 것을 알 수 있었다.

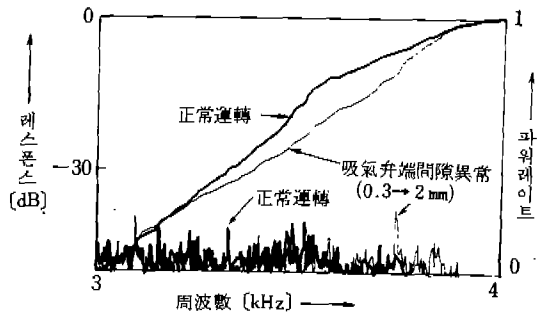
그림 5에는 이상발생시에 있어서의 주파수축 분석의 구체예를 표시했으나 이상발생에 의해 파워스펙터클은 변화하는 것이나 그 특징의 추출은 곤란하다. 그러나 이상진단 항목에 응한 주파수대역에 있어서 파워레이트 분석을 함으로써 엔진의 정상, 이상의 판별을 보다 쉽게 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

또 그림 6에 표시한 각 이상진단 항목에 응한 파워레이트 분석예에서 알 수 있듯이 가령, 파워레이트가 0.5에 해당하는 주파수의 차이에 의해 이상내용의 판별이 가능하게 된다.



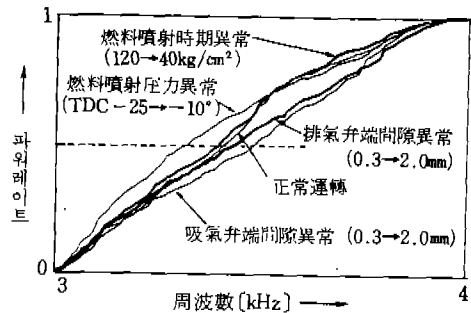
(注) 엔진 : 120PS, 1800rpm, 50% 負荷 正常運轉, Sum : 64

〈그림-4〉 엔진소리의 스펙들과 파워레이트例



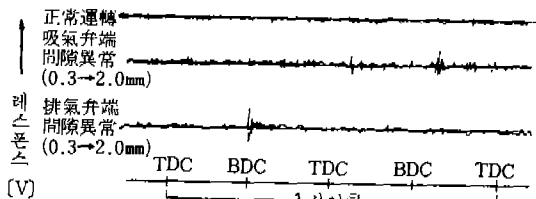
(注) 엔진 : 120PS, 1800rpm, 無負荷, Sum : 32

〈그림-5〉 엔진소리의 周波數軸分析例



(注) 엔진 : 150PS, 720rpm, 50% 負荷, Sum : 32

〈그림-6〉 엔진소리의 파워레이트의 分析例



(注) 엔진 : 120PS, 1200rpm, 50% 負荷, Sum : 64

〈그림-7〉 엔진소리의 時間軸分析例

2. 시간軸 分析

전항의 주파수축 분석에 의해 엔진의 이상내용에 대한 진단은 가능하게 되나 예로 어느 氣筒의 이상인가 하는 이상 발생개소의 판별은 할 수 없다. 그러나 자기통의 연소나 각 가동부의 작동은 엔진의 운전사이클에 同期한 타이밍에서 일정하다. 따라서 그림 7 과 같이 엔진의 회전각도 펄스를 기준으로 하여 음향레벨의 변화가 엔진운전 사이클의 어느 타이밍에서 발생하고 있는지를 이상 내용에 따라 분석함으로써 이상개소를 판별하는 것이 가능하게 된다.

3. 收音方法

수음은 마이크로폰으로 행하나 음향진단의 精度에 관계하는 사항으로서는 수음포인트와 마이크로폰 특성을 들고 있어 전자에 있어서는 엔진과의 상대위치와 거리, 후자에 있어서는 無指向, 單·指向超指向등에 대해 각각 데이터분석을 행하였다.

그 결과

(a) 엔진으로부터의 직접 音壓레벨이 105~115dB (A)로 높고 또 실벽으로부터의 반사음 냉각팬의 바람을 끄는 소음등 定常性이 있는 노이즈는 음향패턴의 일부로서 처리를 할 수 있으며, 램프노이즈에 있어서는 同期加算처리에 의해 제거할 수 있다.

(b) 진단에 유용한 주파수성분은 5 KHz 정도까지이다.

(c) 진단의 平易性과 경제성등이다.

이러한 것들로 하여 수음포인트로서는 엔진의 중앙, 상부 1m의 원포인트에서 또 마이크로폰 특성은 無指向性으로 좋다는 것을 알 수 있었다.



이번의 디젤엔진의 보전에 있어서 종래 숙련된 전문기술자의 감각이나 복잡한 분석기술에 의하던 것을 마이크에 의한 음향패턴 인식으로 바꿈으로써 비교적 쉽고 또한 높은 精度로 자동진단할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

자가발전장치의 진단기술에서 본다면 진동분석을 비롯하여 회전속도 변동분석(실화, 가스누설 진단) 크랭크축 비틀림각도분석(연료유량진단)등의 수법도 시도되고 있다.

기술설비의 진단기술에 있어서는 사용자의 현장에 있어서 더욱 더 강하게 요구되는 추세에 있으며 앞으로 보다 중요한 과제가 될 것으로 생각된다.

이들 진단기술의 운용에 있어서는 시스템 토틀로서 경제성과 범용성에 충분히 유의하는 것이 중요하다. *

(107페이지에서 계속)

2. 안전관리

○서울시상수도수원지전기설비안전진단

사업소명	기간	점검내용
노량진수원지	6. 13~6. 17	수원지전기설비의
구의 수원지	6. 17~6. 23	안전점검 및 전기
뚝도 수원지	6. 24~6. 27	사용합리화

○자가용업체 안전점검

- 한국시그네덕스(주)
- 한국보훈병원

3. 전기관계기술기준령개정자료요청

- 발송처: 상공부의 17개처
- 회신기간: '87. 8. 31까지

4. 해외강사초청세미나

○세미나참석자분야별 분석

1. 전기·전자공업	21명 (15.9%)
2. 제철, 화학, 기계및 기타공업	64명 (48.5%)
3. 전기관계정부투자기관	34명 (25.8%)
4. 연구소, 단체	5명 (3.8%)
5. 기타	8명 (6%)

계 132명

자료입수

○도서

- 국 내: 26권
- 아시아: 4권
- 구 미: 1권

○정간물

- 국 내: 159
- 아시아: 38
- 구 미: 9