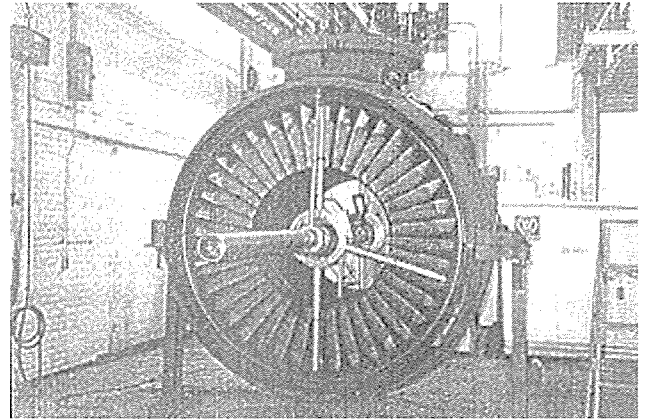


Dummy Rotor(Shaft) 정렬 기술



한전기공(주)
기술연구원 전문원실
부장/터빈전문원
이시연
Tel : (031)710-4392



1. 기준 축(Dummy Rotor) 정렬 개요

기준 축 정렬은 단위 터빈케이싱, 펌프, 밸브, 대형 전동기 등 회전체 전반에 정밀측정이 가능한 Casing 정렬 전용 측정법이다.

Dummy Shaft를 설치하여 실제 축이 회전하는 방법과 동일하게 Dummy Shaft를 회전시키면서 측정 가능한 형식은 축 부분을 Journal과 같은 크기로 제작해야하므로 제작이 어렵다.

그러나 일반적인 간단한 방법은 베어링 패더스탈 혹은 고정체의 Radial Center Position을 기준으로 실제 축의 중심 위치에 조정 가능한 회전 장치를 제작하고, 이를 조절하여 회전시키며 측정하는 방법이 주로 사용되고 있다.

Dummy Shaft측정법은 현장에서 경험하기 어려운 내용이며, 실제 적용과정은 매우 어려우나 한번 적용하면 반영구적으로 사용이 가능하다.

기준 축에 설치되는 측정기는 간단한 다이얼 게이지나 디지털 픽업 및 자동 출력이 가능한 Gap Sensor 혹은 와전류 탐측장치를 개발하여 부착하면 측정이 용이하고 정확하다.

물론 Laser 측정 장치의 현장적용은 이 측정기술을 더욱 발전시키고 있다.

기준 축 측정 장치는 매우 유용한 장치이나 다만 현장에서 실용화 과정에서 장치를 현장에 맞도록 개선하고 제작하는 문제가 가장 어렵다.

[그림 1] 간단한 터빈 Casing에 설치된 기준 축 정렬

지금까지 현장에서 장기간 취약설비의 근본 문제점을 찾는 과정에서 많은 효과와 성과를 경험한 내용으로 널리 홍보효과 차원에서 이를 전파하고자한다.

그리고 이 측정 장치는 터빈은 물론 여러 개의 Cage가 조립되는 복잡한 밸브케이싱과 터빈 다이어프램 정렬, Blade Carrier Ring정렬, 대형 Motor, 수직펌프, 수평펌프 등 다방면에 적용이 가능하다.

[그림 1]은 터빈 케이싱 정렬에서 기준 축을 사용하여 측정하는 사례이며, 일명 맵핑 툴(Mapping Tool = Dummy Shaft = Mandrel)이라는 용어로 사용되기도 한다.

정밀 가공된 실린더내부에 원주방향에 팔(암)로 기준 축을 고정후 기준 축에 여러 측정 장치를 설치하고 회전시키며 측정한다.

2. 기준 축 정렬 이점

- ◇ 피아노선과 같이 세깅(Sagging)현상이 없어 측정치가 바로 기준 선 값이 된다.
- ◇ 설치가 간단하다.
- ◇ 다이얼 게이지로 원주 전체를 회전하면서 연속 측정할 수 있고 간격이 쉽게 비교 된다.
- ◇ 측정 장치를 여러 개 부착 할 수 있으므로 동시

에 여러 개소를 측정할 수 있다.

- ◇ 다이얼 게이지 대신 전자식 계측기 기타 여러 자동 측정 장치를 부착하면 연속 기록과 자동 계산이 가능하다.
- ◇ 단위 케이싱에 사용하기 편리하고 정확하다.
- ◇ 한번 제작하면 계속 사용이 가능하다

3. 기준 축 정렬 단점

- ◇ 축의 길이에 제한이 있으므로 전체 케이싱을 동시에 정렬은 불가능하다.
- ◇ 기준 축의 정밀하게 장기간 보존이 어렵다.
- ◇ 기준 축이 무거우므로 이동이 불편하다.
- ◇ 측정장소에 적합한 축을 제작해야하므로 범용되지 못하여 사용 장소마다 제작 되어져야 한다.

이와 같이 단위기계 정렬에서 간격조정을 이 기준 축 방법을 적용하면 이점이 많으므로 전 사업장에 권장할 내용이다.

또한 이 장치는 자체적으로 특수하게 제작할 수 있으므로 한번 제작하면 보관 및 관리를 철저히 한다면 영구히 사용할 수가 있으나 길이가 긴 복합 다축을 한꺼번에 할 수 없다는 것이 가장 불편하다.

실제로 레이저를 이용한 측정 역시 엄밀히 분류한다면 기준 축의 응용 기술이므로 몇 가지 더불어 소개한다.

4. 밸브 정비의 기준 축 정렬 사례

다음 [그림 2]는 기준 축으로 밸브정비에 채택된 내용이다.

여러 부품이 서로 조합되어 중심일치는 물론 직각도와 평행도가 동시에 만족되어야하며, 평행도와 직각도를 찾는 과정은 정비과정의 대부분이라 해도 과언이 아니며, 정비수행 과정의 근간이다.

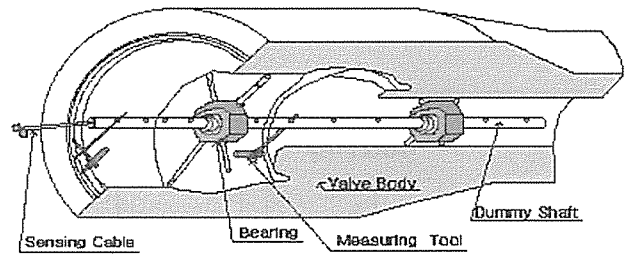
고정체 정렬이 완료되면 다음으로 회전체를 고정체에 적정 위치에 고정시키는 순서로 진행되므로 밸브의 고정체인 케이싱(Cage=Body=Casing=Housing)가 정확하게 설치되면 다음으로 구동되는 Stem 혹은 Disc를 적정위치에 설치하게 된다.

여러 부품이 조립되어 같은 중심선 정렬상태를 확인하는 과정에서 기준 축 설치의 팔 길이를 조절하여 중심을 확인한 다음 여러 관련 부품의 위치를 측정한다.

이러한 방법은 자체적으로 현장에서 가공하여 현장에 맞는 장치로 관리되며, 밸브 플러그(밸브디스크)와 시트의 접촉 불량상태의 고질적인 문제를 확인할 수 있다.

공장에서 최초 정확히 가공된 경우 변형이 없다면 측정이 불필요한 사항이라고 단정하기 쉬우나 운전과정에서 그리고 분해조립과정에서 어떠한 원인으로 변형이 발생하므로 그 변화의 원인을 찾는 것이다.

증기침식이나 부식손상이 발생할 경우 육성 용접 후 가공과정이나 밸브 시이트 래핑 과정에서도 이러한 장치를 개발하여 확인할 수 있다.



[그림 2] TBN Control Valve Disc, Seat, Servo Motor 점검

밸브 분해조립과정에서 여러 부품을 조합하는 과정에서 문제를 발생시키는 내용을 간단히 요약하면 기계가공의 오차발생, 끼워 맞춤 불량, 케이싱의 열적 변화, 부품조립 불량 등에서 발생하는 여러 현상을 확인하는 방법이다.

5. 터빈 Casing 기준 축 정렬

가. 상하 조립된 외부케이싱 기준 축 정렬

고정체 정렬에서 [그림 3]과 같이 케이싱 내경의 중심을 찾고, 다른 여러 정밀가공 부품의 위치를 비교할 수 있다.

기준 축이란 실제 축이 설치된 상태에서는 공간이 부족하거나 회전시키려면 무겁기 때문에 간단한 기준 축은 가볍고 측정공간을 제공하며, 쉽게 회전이 가능함과 동시에 여러 가지 측정 장치를 부착할 수 있기 때문에 편리한 것이다.

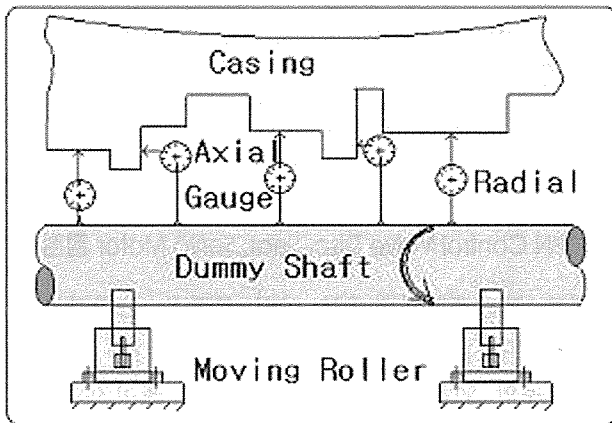
(1) 베어링기준 기준 축 정렬

기준 축을 베어링과 같은 규격으로 제작하면 너무 크고 무거울 것이다.

그러므로 [그림 3]과 같이 가볍게 제작하여 실제 베어링 위치와 같도록 이동용 롤러 혹은 “V” 블록 위에 축을 설치하고, 롤러를 상하, 좌우 이동하면서 베어링에 설치된 축과 같은 위치에 일치시키고, 다이얼 게이지나 기타 여러 측정 계측기로 측정하는 과정이다.

기준 축이란 피아노선 측정은 공간은 충분하나 너무 가늘어 처짐이 발생하고, 실제 축은 너무 무겁고 공간 확보가 어려우므로 그 중간 성격을 띤 가짜 축이다.

형태와 사용재료는 현장에서 편리하고 유용하면 되지만 근래 알루미늄 경합금이 개발되어 가볍고 가공이 쉬우며, 튼튼히 제작할 수 있으나 다만 가격이 비싸다.



[그림 3] 베어링 위치기준 기준 축 정렬

(2) 케이싱 기준 기준 축 정렬

[그림 4]는 가공된 하부 터빈 케이싱 내경에 기준 축을 설치한 것이다.

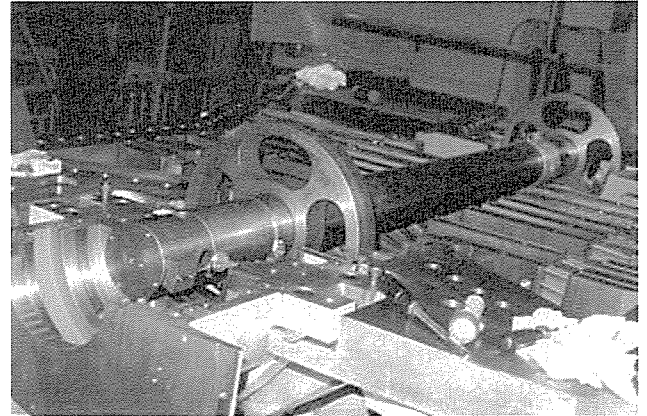
기준 축에 정밀 가공한 휠(Wheel)을 조립하여 휠이 기준 되는 케이싱에 올려지고, 이를 기준으로 기준 축을 회전시킨다.

축 방향 엔드 플레이(End Play)가 없도록 조치하고, 회전축에 설치된 측정 장치가 측정하는 실제이다.

실제 터빈현장 단축에서 매우 편리하고 간단하므로 피아노선 측정이나 레이저 측정장비 보다 유리할 경우가 많다.

[그림 4]에서 휠 무게를 되도록 줄이는 모형으로

제작되었으며, 다양한 형식의 다이얼 게이지가 부착되었고, 필요한 경우는 비접촉식 측정장치를 설치하면 연속적으로 데이터를 취득할 수 있으며, 자동 자료입력 저장장치 계측기도 부착할 수 있다.



[그림 4] 케이싱기준 기준 축 정렬

6. Laser 장치 정렬과 기준축 정렬비교

케이싱 정렬에서 피아노선 정렬, 기준 축 정렬, 실제 축 정렬 모두 서로 장단점이 있으며, 어떠한 측정이라도 현장 여건을 충족해야한다.

측정의 정확성은 물론 측정결과의 계산이 함께 가능한 레이저 측정장비를 이용하면 피아노선이나 Dummy Shaft보다 유리할 경우도 있지만 그렇지 않는 경우도 많다.

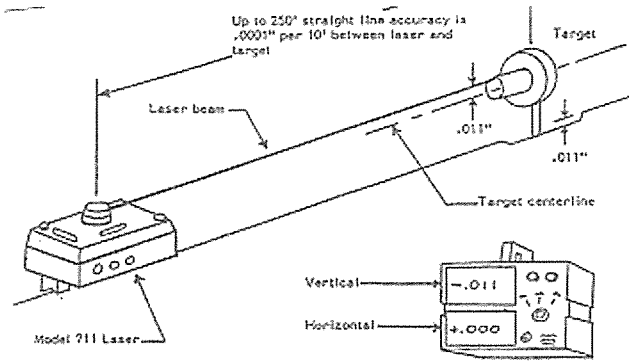
그러므로 어느 장치가 가장 정확하고 편리한 것이 아니라 어느 것이 가장 현장에 적합한 것인가를 확인하고 선택해야한다.

Laser 측정 장비는 고가이며, 대형 로터교체 과정에 사용하여 실제로 그 효과를 인정하였고, 일부 현장에서 정확성이 입증되므로 근래 지나친 과신으로 모든 사업장에 적용할 것을 권장할 우려가 있다.

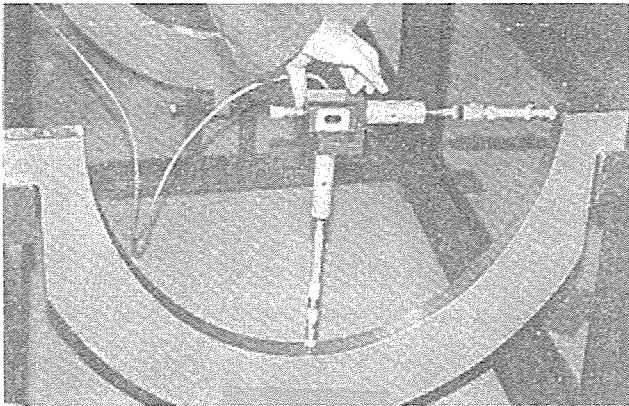
다만 Laser 장비의 우수성은 (피아노선은 설치 및 측정과정이 어렵고, 측정시간이 길며, 숙련자가 필요하지만) 레이저 장비를 다루는 과정을 이해하면 가능하다는 특징이 있다.

반면 설비가 복잡하고 고가이며, 이동이 불편하고, 전산 프로그램이 보강되어야하는 번거로움도 있다.

현장 여건에 따라서는 더욱 불편한 장비로 판단될 수도 있다.



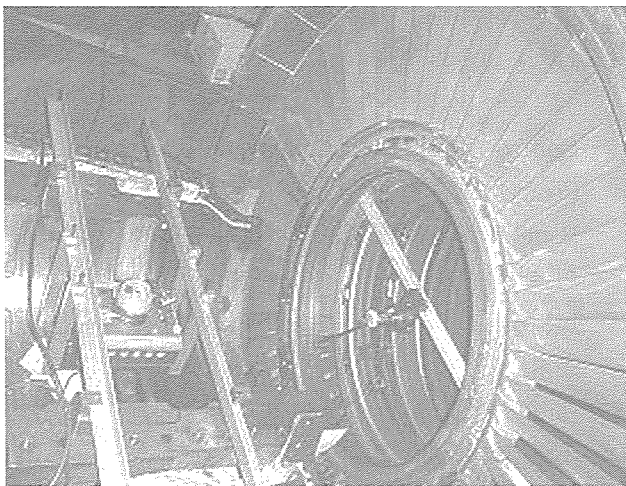
[그림 5] Laser 측정 장치 원리



[그림 6] 레이저 측정의 회전 장치

[그림 6]과 같이 레이저 측정장치로 케이싱을 정렬하려면 목표물에 설치된 부착장치로 본체에서 발사된 Laser가 목표물에 도달하여 위치를 읽는 회전장치가 현장마다 필요한 조건도 피할 수 없다.

제작사의 브랜드 명칭인 Hammer Laser와 Center Laser 등 여러 종류가 있으며, 참고자료는 (KPS 95-8 터빈케이싱 및 기초대 정렬 조정기법개발)지침서를 활용한다.

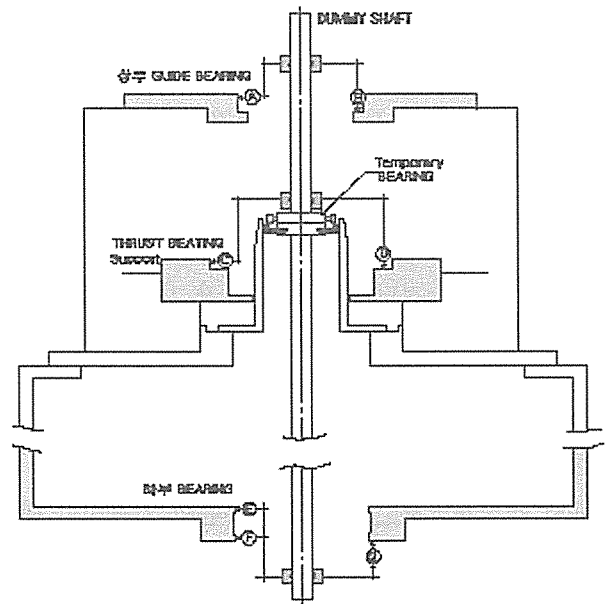


[그림 7] Laser 측정 장치의 현장 Casing 정렬과정

7. 대형 수직 Motor 측정전용 Dummy Shaft 정렬사례

[그림 8]은 대형 Motor 고 진동으로 장기간 취약설비로 제작사는 물론 국내 우수 기관의 전문가의 참여에도 불구하고 일반적인 측정과정으로 근본적인 취약점을 발견할 수 없었으나 Dummy Shaft를 제작하여 측정한 결과 이를 확인한 혁신정비사례 내용의 일부이다.

현장의 고질적인 취약설비의 문제점의 근본 원인을 찾는 역할을 충분히 경험하므로 Dummy Shaft의 현장 적용의 중요성을 확인하는 계기를 마련한 내용이다.



[그림 8] 수직 Motor Dummy Shaft Alignment 실제

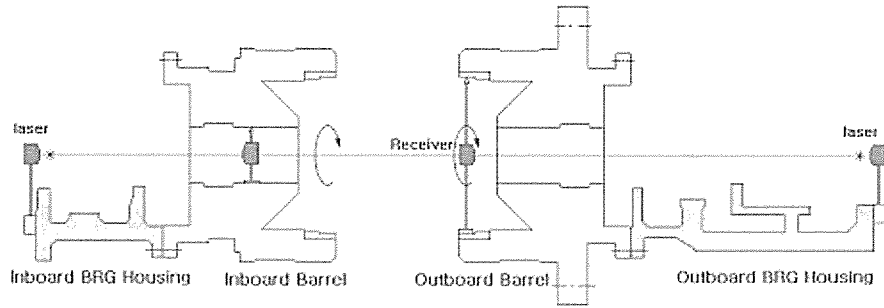
8. 수평 펌프 정비용 Bore Laser장비 정렬

[그림 9]은 수평 펌프 즉 Barrel Type에서 Casing & Insert 부품의 동심을 측정하는 Bore Laser 측정 장치이다.

Dummy Shaft 사용가능하나 근래 장비를 구입 사용되므로 상호 장단점을 비교하고자한다.

현장에서 제작한 특수한 측정 장치인 Dummy Shaft는 간단하고 특성을 구비한다면 산업재산권을 취득할 수 있는 현장 고유 장치의 가치를 지닐 수 있다.

이러한 측정 장치를 사용하기 위해서는 여러 가지 보조 장치가 필요하다.



[그림 9] Bore Laser 측정 장치

Laser 측정 장치 역시 Dummy Shaft 측정 장치와 같이 여러 가지 측정 보조 장치가 필요하다.

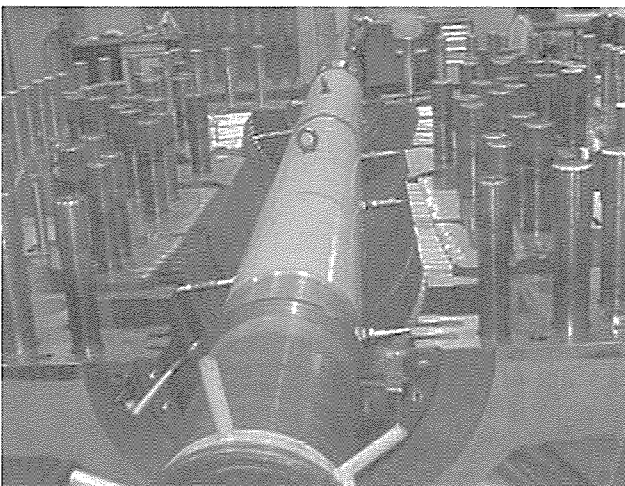
9. 소형 증기터빈에서 Dummy 사용실제

피아노선 측정과 Laser장비 측정은 Radial방향의 측정만 가능하다.

그러나 Dummy Shaft는 [그림 3]과 같이 Radial방향은 물론 Axial방향까지 모두 측정이 가능하기 때문에 이를 현장에 적당한 형태로 제작 사용하므로 편리성, 정확성, 시간절약, 등 다방면의 효과를 체험하였다.

그러나 어디에 그런 내용이 있는가? 해외에서도 사용하고 있는 기술인가? 라는 질문을 하거나 혹은 해외정보지나 Manual을 찾는 경우가 있으나 이는 현장에서 직접개발하고 개선하는 특유의 기술적인 내용이다.

다음은 Radial 방향 Position 측정 방법이다.



[그림 10] 소형 터빈에서 Dummy Shaft 실제 측정현장

- ERAG : GE사에서 공급한 Radial 측정 전용장비
- Hi-Per Gauge : Radial 전용측정 특별장치
- Dummy Shaft 측정 장치
- Piano Wire 측정장치
- Laser 측정 장치 등이다.

10. 결론

측정은 응용기술이며, 단순한 길이, 넓이, 두께, 등의 단순측정이 아니라 설비의 다양한 구성에 대한 모든 개념을 포함시켜 확인하는 종합측정기술이다.

그러므로 기준 측정장치는 현장에서 발생하는 근본적인 취약설비 문제를 해결하기 위하여 개발하는 과제이다.

특히 여러 유사 호기가 설치된 사업장에서는 현장에 부합되는 Dummy Shaft를 제작하여 사용하면 시간절약과 정확성 등 많은 부분에서 효과가 예상된다.

이러한 특별한 측정장치 개발과 개선은 정비기술의 근간이며, 기술발전의 토대이다.

다음은 현재까지 기준 축을 현장에 적용하여 문제를 해결한 내용의 일부이다.

- Control 밸브를 Lapping하여도 Seat와 Disc Contact 불량 문제
- Barrel Type BFP 펌프정비에서 수년간 문제해결이 어려운 문제
- 터빈에서 추력 베어링 상하온도차가 발생하는 근본적인 문제
- 대형 전동기 고질적인 베어링 진동문제
- 수직펌프에서 발생하는 고 진동문제 등이다.