

그림 13 D · H CRITICAL POINT DIFF. PRESSURE CONTROL SYSTEM ANALYSIS RESULT

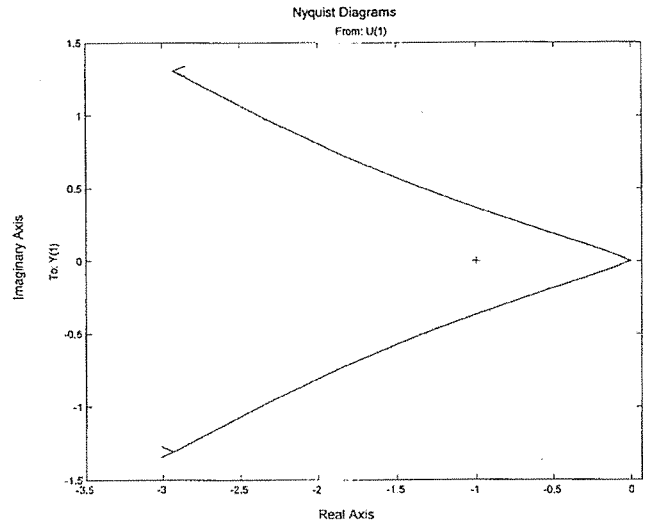
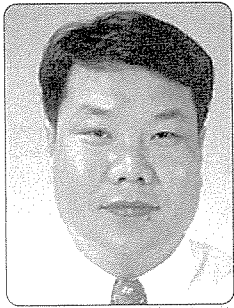


그림 14 D · H CRITICAL POINT DIFF. PRESSURE CONTROL SYSTEM 나이퀴스트 안정도 판별

레이저를 이용한 터빈 얼라이먼트 기술 Laser Alignment Technology of TBN Casing and Foundation



한전기공(주) 전문기술지원실
과장 김성봉
T: (0342) 710 - 4393

1. 개요

TBN Alignment 기법의 현재 추세

TBN Alignment의 역사는 1874년 James Watt가 증기 엔진을 개발한 이래로 시작 되어지다가 공식 문헌상 나타나는 것은 1863년 Williams의 미 특허청 파일에 기록된 Shaft Centerer 가 최초이다. 이후 증기 터빈의 대형화, 고속화가 진행됨에 따라 관련 Alignment Tool 과 기법들도 개선되어졌다.

회전 기계에서 구동기계와 종동기계를 이상적으로 결합하여 기계적 손실을 방지하고, 운전 신뢰성을 높이며, 지속적 이용과 기계수명을 유지하는 것이 Alignment의 의의이며 목적이라고 볼 수 있다. 현재 발전소에서 행하는 Dial Gauge를 이용한 Shaft Alignment 와 Inside-Micrometer를 이용한 Rotor Position 측정이 현재 가장 일반적으로 사용되는 방법이다. 여기에 측정열의 Know-How를 전산화하여 Coupling에서의 측정값을 입력하면

Brg에서 수정하여야할 값을 자동 계산하여 알려주는 프로그램이 개발되어있다.

Shaft Alignment는 Laser System을 이용하기도 하지만 아직은 일반적으로 이용하는 방식은 아니다.

TBN Alignment 기법 개선의 필요성

TBN , GEN의 Brg과 Coupling에서의 Alignment는 운전되고 있는 기기에서 얻은 측정 자료와 이론적으로 계산한 값에 기초하여 설정한다. 이는 Brg 하중과 Shaft Bending Stress가 양호한 범위에 있도록 하여 기기가 원활하고 신뢰성있는 운전이 되도록 한다.

만약 Brg과 Coupling Alignment가 허용범위를 벗어나게 조립되어 있다면, 설계된 Brg의 부하 와 Damping 계수가 역효과를 낼 수도 있다. 즉 너무 가벼운 부하를 받는 Brg은 미소한 Unbalance나 일반적 진동 원인에도 매우 예민하게 반응을 하여 높은 진동값을 나타낼 수도 있다. 또 Oil Whip 이라는 불안정 진동상태가 되기도 쉽다. 반대로 너무 무거운 부하를 받는 Brg은 온도가 올라가고 Brg Babbit 표면이 상처가 나기 쉽다.

건설시에는 설계된 Alignment값으로 설치하지만 , 경험적으로 다음과 같은 이유로 수 년이 지나면 많은 변화가 나타난다고 한다.

- ▶ 기초 침하나 부상
- ▶ 전기적 충격으로 인한 GEN의 Torsional Shock
- ▶ Brg의 마모나 운전온도 변화, 진동 특성 변화

이런 여러 가지 변화가 나타나면 최초에 설계된 Alignment기준값은 변화된 환경에 적합하도록 재 조정되어야 한다.

현재 발전 설비중 주요설비인 터빈의 경년변화에 따른 케이싱 및 기초대의 변화로 인한 진동문제가 점차 증가되는 실정이다. 터빈 기초대의 변화를 종합적으로 추적 확인하여 계획 예방정비시 반영 하여야하지만 사용되는 측정 장비인 피아노선, Optical Level, Water Level 등을 이용한 케이싱 및 기초대의 변위측정과 조정은 정비원, 장비의 오차와 환경, 시간등의 영향때문에 정비의 정밀성과 신뢰성에 문제가 있다.

그러므로 선진기술인 Laser Beam을 이용한 새로운 거시적 측정 방법을 연구 개발하여 현장 정비에 도입 활용하고, 이를 개선하여 우리의 정비 기법개발이 필요하다.

새로운 TBN Alignment 방법

Laser Beam을 이용한 새로운 TBN Alignment는

- ▶ 측정 방법이 쉽고 시간이 단축되며 오차가 적은 터빈 케이싱 조정 기법
- ▶ TBN Table 의 Bench Mark 측정
- ▶ TBN Pedestal Level 과 Thermal Growth 측정
- ▶ 터빈 경년 변화에 따른 기초 자료 측정법 개발을 포함한 방향으로 가야한다.

Alignment의 발전사를 보면 기하학적 정밀조립에 관한 이론적 배경은 이미 450년경에 완성되었고, 측정 Tool의 발달로 인한 더욱 쉽고 신속한 정비를 할 수 있는 방향으로 가고있다. 지금까지 발전 현장에서 사용 하여왔던 Micrometer, Dial Gauge를 이용한 미시적 측정에서 전 구성기기의 기하학적 관계를 측정하는 거시적 방법도 함께 병용하여 정비 기법의 수준을 한 단계 올려야 할 것으로 기대한다.

2. Laser Optical Measurement System의 기술적 평가

2.1 신뢰성

측정 지점의 기울기가 측정값에 미치는 영향을 평가하기 위함이다. 일정한 기울기를 준 상태에서 측정값의 변화를 파악하여 선형 변화 범위를 설정하고 그 기본 원리를 이해하고자 한다.

◎ 사용 기기 및 원리

- A-517 , L-711, Feeler Gauge
- A-517 Target 앞에 부착된 유리 부분을 Laser Beam 이 통과할 때 굴절이 일어나는데 그 변화치는 A-517 Target의 기울기와 비례한다.

◎ 측정 순서

- 가. L-711 본체를 절대 수평으로 Setting한다.
- 나. 정반위에 A-517 Margnet Target를 고정하고, Beam이 입사되는 방향에 가장 얇은 Feeler Gauge Shim부터 차례로 삽입하여 일정한 기울기를 준다.
- 다. Shim 두께와 측정값을 기록한다.

◎ 결과

Shim을 0,08mm 삽입한 상태의 기울기 정도까지는 선

형 비례로 변한다. 이 범위 내에서 측정값은 신뢰성이 있다. 이 기울기는 착탈식 Magnet에 부착된 기포 수준의 기포가 중앙원 범위 내에 있을 때이다.

Laser Beam을 이용하여 Level을 측정할 때는 L-711 본체의 절대 수평과 A-517 Target의 절대 수평을 동시에 만족시켜야 한다. 특히 본체를 이동하면서 원거리로 여러 지점을 측정할 때는 A-517 Target가 절대 수평을 이루지 못하면 측정값의 오차가 발생한다.

2.2 정확성

Laser Alignment System에서는 현재 United Detector Technology of California에서 개발한 모델명 SC10D Position Sensitive Cell을 사용하고 있다. 여기서는 Cell의 정확도에 관한 의문 사항에 대해 기술하고자 하는데 이는 Laser Alignment System의 모든 장비에 매우 중요한 영향을 끼친다.

◎ 기본 원리

이 Type의 Cell은 Light Spot의 모양이나 크기에 관계 없이, 표면을 발광시키는 Light Spot의 Energy Center를 찾고 결합시킨다. Cell의 앞면에 4개의 접합부가 (수직 축 2개, 수평축 2개) 있고 뒷면에는 5개 정도의 연결부가 있다. 두개의 수직 연결선은 (Cell의 상부와 하부에 각 1개씩) Light Spot의 Energy Center 위치와 비례해서 Positive Voltage를 만든다.

이 두 수직 신호가 전자 공학적으로 결합하여, 양극 (+ or -) DC Voltage는 Target의 전기적 중심과 레이저 빔의 에너지 중심과의 차이를 선형적으로 나타낸다. 만약 양 전압이 같다면, 레이저빔의 중심과 Target의 전기적 중심은 일치하게 된다. (일반적으로, Target의 전기적 중심은 Cell의 실지 면적의 중심에 위치한다.) 이상은 수평축에서도 같은 원리로 되어 있다.

Cell의 해상도는 0.0001 (25 Microns)이고, Cell의 선형성은 약 5%이다.

일반적으로, Cell이 한 축으로만 움직인다고 하고, ± 0.100(25 mm) 범위 내에서 움직인다고 할 때 2% 안으로 선형성이 있다. 하지만 만약 Cell이 양 축으로 결합해서 움직인다면, Cell의 구석에서는 Roll-off (감도의 손실)이 일어난다. 이때 제작사에서 제시한 선형도는 5%이다. 환언하면 한 축에서는 매우 선형적이고, 두 축이

결합해서 움직이면 별로 좋지 않다.

컴퓨터 컨트롤로 Cell을 1.25mm범위에서 움직이고 그 결과를 보았다. 각 위치에 2개의 숫자가 있는데, 위에는 Vertical 아래는 Horizontal 값을 기록했다. Cell은 0.25mm씩 증감해서 움직인다. 가장자리 모서리에서 두 Reading의 이상값은 0.050/0.050를 나타내야만 한다. 축이 완벽하게 직각이 아니란 데 주목하고, Cell사이의 Roll Off를 계산하면 항상 5%이내에 있는 것은 아니다.

◎ 결론

Cell은 단축으로 사용하거나, 0.5mm 범위 이내에서 사용할 때 가장 정확도가 높다. 현장 경험은 필요한 Level의 정밀도가 2.5 micron수준으로 요구될 때는 영점 부근에서 작업하는 것이 가장 정확한 결과를 나타낸다. 원거리에서 사용할 때는 (8m 이상), Air Turbulence때문에 위와 같은 정밀도를 얻을 수 없다. 결과적으로 Cell의 유용 범위는 확장될 수 있다.

2.3 편리성

- ▶ 장비의 고정이 착탈식 Magnet로 하기 때문에 취부가 용이하다.
- ▶ 측정값이 Digital로 나타나고 저장이 가능하므로 편리하다.
- ▶ 해당 작업에 알맞은 Software가 개발되어 있다
 - Casing Alignment ☞ Boer7
 - Level Check ☞ Plane4
 - Thermal Growth ☞ Read7

2.4 Air Turbulence에 대한 대처

Laser 시스템의 성능은 대기의 Turbulence에 의해서 제한을 받게되는데, 일반적으로 그 허용치는 기계가 이상적인 상태라고 했을 때 Laser와 Target사이의 거리가 10ft(3m)일 때 0.0001"(0.00254mm)이다. 그 정확도는 Air가 차갑거나 농도가 큰 겨울같은 때는 Factor 2보다 더 안 좋고, Air가 뜨겁거나 습도가 높고 또한 농도가 낮은 여름같은 경우에는 Factor 2보다 더 낮다.

시스템의 정확도에 있어서는 대기에서 두가지가 그 영향을 끼치는데 첫번째는 Laser Beam이 통과할 때 마치 약한 렌즈의 역할을 해서 대기에서 온도의 높낮이가 형성되는 에어 포켓 현상으로 인한 Turbulence가 생기

는데 이것을 앵글러 효과라고도 하는데 이 현상은 Target이 멀리 떨어져 있으면 있을수록 그 정도는 더 심하게 된다.

이것은 봄철에 잘 나타나는 아지랭이와 비슷한 현상이며 동일한 효과가 작업장에서도 나타나게 된다. 불행히도 사람의 육안으로는 확인이 되지 않는다. 다른 영향은 수직으로 온도의 구배 또는 굴절 현상으로 인한 것이다. Air가 정지해 있을 때는 그 Air의 온도는 바닥보다도 천장에 가까우면 가까울수록 높다.

이러한 조건이 결국 Laser Beam이 아래쪽으로 휨이 일어나는 현상을 가져오게 된다. 그것은 10°C인 상태에서 12 m 거리에서 0.20 mm 만큼의 영향을 끼친다. 이러한 현상은 현장에서 Air가 전혀 움직이지 않을 때 일어날 수 있는 현상이다. 보통 수직 온도 구배로 인한 오차가 발생할 때는 Turbulence는 그 영향력이 상대적으로 낮게 된다. 결국 10에서 20초 정도의 주기 동안에 평균에 도달한 다음, 그 편차가 좁혀지는 것을 확인하고서 그 값을 산정하는 것이 좋다.

◎ 대기 영향을 줄이기 위해서는

가. 팬을 사용

실질적으로 Turbulence의 파동을 감소시키고 수직 온도 구배를 제거시키는 방법으로서 가장 좋은 것은 팬을 사용하고 그 위치는 Target 뒤쪽에 설치하여 Laser 방향으로 작동시킨다. 그렇게 함으로써 Turbulence 효과와 수직 온도 구배를 파괴시킬 수 있다. 이 팬이 리드아웃 스위치의 위치 "Slow Response"와 결합되어 사용하게 되면, 10 이라는 값까지 Turbulence가 감소하게 되며 수직 온도 구배는 자연 소멸하게 된다. 시스템이 상당히 높은 정확성이 요구된다면, 팬과 전자적인 댄핑 둘 다 사용하는 것이 매우 중요하다. 여름에 정밀도가 6m에서 0.025mm가 요구되면 그때는 팬과 댄핑 둘 다 사용할 필요가 없다. 그러나 같은 거리에서 0.0025mm가 요구되면 그때는 둘 다 사용해야만 한다.

나. 사용할 팬의 종류

팬의 두 종류중 한가지를 추천하는데, 첫번째 종류는 가격이 덜 비싼 평범한 박스 윈도우 팬으로써 일반적인 백화점에서 구입이 가능하다. 보통 상대적으로 가격이 덜 비싼 팬은 Air를 콘타입으로 불어내기보다는 실린더

타입으로 불어내기 때문에 더 이상적이다.

팬의 두 종류중 한가지를 추천하는데, 첫번째 종류는 가격이 덜 비싼 평범한 박스 윈도우 팬으로써 일반적인 백화점에서 구입이 가능하다.

거리가 7.62m 내외이면 한개의 팬으로 사용할 수 있지만 거리가 그 이상이면 2개 이상의 팬을 사용하는 것이 좋으며 다음 그림을 참조해 주기 바란다. 이러한 팬을 사용함으로써 팬에 문제가 없다면 상당한 정밀성을 상승시킬 수 있다. 만일 팬을 사용하는데도 불구하고 더 안 좋아진다면 그때는 더 이상의 팬을 사용하지 말기를 권고한다.

두번째 종류의 팬으로서는 큰 프로펠러를 갖고 있는 현장 팬이다.

이러한 팬들은 상당히 큰데 보통 15m 이상이 된다. 그러나 그것들은 운반하기가 어려운 팬들이다. 대부분 둥글둥글한 블레이드로 되어있는 오실레이팅 팬이나 오피스 팬들은 작업하기가 용이하지 않다.

다. 전자 댄핑

전다 댄핑은 Readout Display 앞에 선택 스위치를 포함하고 있다. 보통 이러한 스위치로 수행되는 모든 조정은 "fast response"로 셋트한다.

"Slow Response"로 놓게 됐을 때, 추가적인 댄핑이나 또는 전자에버러징은 스위치 상태에 있게 되고 실질적으로 공기 터벌런스로부터 파형의 크기가 감소하게 될 것이다. 초기에 "slow response"로 스위치를 놓게 됐을 때는 메타가 읽는값이 대부분 서로 다른 값으로 점프하게 될 것이며 이것이 완전한 정상 상태인 것이다. 이런 후 10에서 20초 정도 지나면 그 값은 원래의 값으로 진정될 것이다. (주목할 점은 임의의 시간 주기가 지나간 다음이라도 그 값을 받아 드리지 말라 왜냐하면 그 값이 오류가 될 가능성이 있기 때문이다)

이러한 점프현상은 커패시터에 잔량의 전하가 있을때 발생하게 된다.

크기가 많이 감소하였다 하더라도 파형이 여전히 있으면, 그때 그 값을 취득하지 말고 어느 정도 간격이 좁혀질때까지 계속 주시하라. 이러한 절차는 터벌런스에 대하여는 잘 작용하지만 수직 온도 구배에는 잘 먹혀 들어가지 않는다.

◎ 외부에서 사용 - 고정 센타라인

외부에서 alignment할 때는 공장내에서 하는 것과는 달리 공기 터벌런스나 온도 구배의 영향을 받을 가능성이 높기 때문에 그러한 보호 장치를 해야하는데 그렇게 하기 위해서는 레이저 빔을 보호하기 위한 투명한 플라스틱 파이프를 이용하고 이 안에서 그러한 현상이 일어날수 있기 때문에 "T"자나 엘보를 만들어 결합시킨 후 블로우어를 이용하여 바람을 불어넣어 이러한 터벌런스나 온도 구배를 제거한다.

3. Laser Optical Measurement System을 이용한 TBN Alignment 기법 개발

3.1. TBN Bench Mark 측정기법.

국내 운전되고 있는 TBN Foundation의 일반적인 구조는 Column 의 형태에 따라 3가지 종류로 나눈다. 가장 많은 형태인 Reinforced Concrete Type과 ABB사의 Spring Type, 산업용 중, 소형 TBN의 Steel Beam Type으로 분류할 수 있다. 이 Column 위에 TBN Top Table이 놓이게된다. TBN Top Table은 I-Beam과 Concrete로 구성된 평판으로 발전소에서는 노란색으로 칠해져있다.

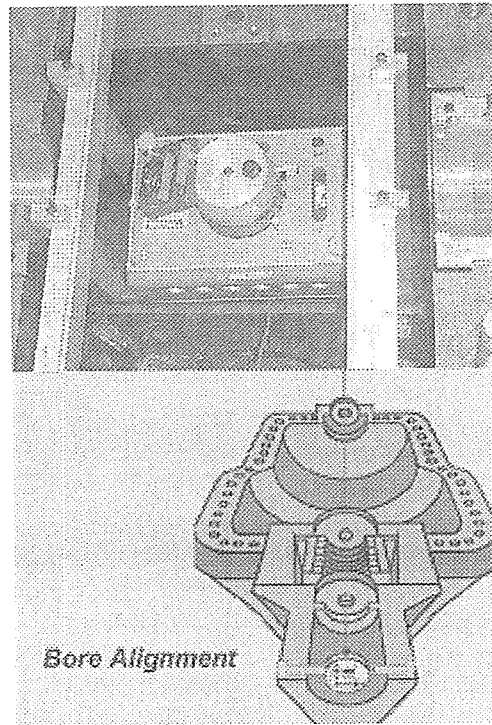
이 TBN Top Table위에 HP, IP, LP등 여러 TBN 구성기들이 설치되어진다. 따라서 TBN Top Table은 TBN 구성기기의 자중과 Pipe의 스팀압력 등으로 많은 하중을 받고있다. 이 하중으로 인해 TBN Top Table은 연속적으로 굽힘응력을 받는 상태가되어 중립면 (Neutral Surface) 상부는 압축 응력, 하부는 인장응력이 발생한다. 중립면 하부의 인장응력을 받는 부위가 변형이 발생하고 심하면 Concrete부에 균열이 발생한다.

TBN Top Table의 변형 여부를 관찰하기 위하여 설치해 놓은 관측점이 Bench Mark 이다. Bench Mark의 일반적인 형태는 다음그림과 같이 Reinforced Concrete Table위에 Base Plate를 설치하고, Measuring Plate를 이 Base Plate와 Bolt를 체결하여 TBN Top Table의 변동량을 측정할 수 있게 하였다.

Bench Mark의 Level을 일정한 주기로 측정하여 경년 변화를 관찰한다. 그 변동량이 심하면 TBN Top Table의 Concrete부 균열 여부를 정밀진단하고 TBN

Alignment 시 그 영향을 반영한다. 지금 까지 Bench Mark 측정은 Water Pot 나 Optical Level을 사용하여 측정하였다. 새로이 Laser Beam을 이용한 측정법을 위 목적에 맞도록 개발하였다.

3.2 Casing Alignment 기법



터빈 케이싱 정렬 (TBN Casing Alignment)은 여러 개의 터빈 케이싱을 중심선에 일렬로 정밀하게 중심조정을 하는 공정을 말하며 아래와 같다.

- ▶ 전체 베어링 Pedestal 기준 터빈 케이싱 전체 정렬
- ▶ 단위 터빈에 대한 Pedestal 기준 케이싱 정렬
- ▶ 단위 터빈에 있어 외부 케이싱을 기준한 내부 케이싱 정렬
- ▶ 단위 터빈 케이싱에 대한 Diaphragm 의 정렬

만일 TBN Casing Alignment 변동시 문제점은 1)터빈 케이싱등 회전체와 고정체사이 간격이 일정치 못하여 접촉현상이 발생되므로 회전체의 국부 과열에 의한 터빈축의 휨이 발생 될 수 있다. 2)터빈의 로타 기준선에 따라 베어링이 설치되지 않으므로 베어링 과부하 발생으로 온도가 상승되어 Babbit가 급속히 열화되어 베어링 수명 단축 및 사고의 원인이 된다. 3)위의 원인으로 터빈 축진동이 발생한다. 4) Gland 및 Flange 부위 누설

등으로 나타난다.

이러한 TBN Casing Alignment가 변동되는 원인은 1) 기초의 변화 2) 터빈 열응력에 의한 영향 3) 터빈 진동에 의한 위치 변동 4) 터빈의 각종 Casing Key 나 Shim 또는 고정 볼트의 마손과 이완, 배관을 포함한 구조물의 응력에 의한 변화로 추정할 수 있다.

지금 까지 위의 작업을 피아노선이나 Dummy Shaft 를 이용하여 Alignment를 하였지만 Laser Beam을 이용한 새로운 TBN Casing Alignment 기법을 소개하고자 한다. 피아노선 방법과 Laser Beam을 이용한 방법을 비교하여 보면

- ▶ 피아노선은 자체 처짐량이 있는데 처짐량 계산은 실제 피아노선 자중량을 사용하지 않고 피아노선 지름 측정치의 평균치 자중을 사용한다. 이것으로 오는 오차가 크다. 또 피아노선과 케이싱 간격을 측정할 때 피아노선의 흔들림으로 숙련된 작업자도 측정오차가 많이 발생한다. 그러나 레이저는 피아노선처럼 처짐현상과 흔들림 현상이 없고 측정을 레이저 검출기에 부착된 Read-Out으로 하므로 측정오차를 최소로 줄일 수 있다.
- ▶ 레이저 방법이 피아노선 방법보다 측정방법이 간단하며 사용하기 쉽다. 케이싱 정렬을 피아노선 방법으로 사용하면 측정자의 손감각에 따라 정밀도가 달라지므로 측정자의 숙련이 필요하다. 그러나 레이저 방법은 정확한 고정에 의한 측정이므로 이러한 오차를 줄일 수 있다.
- ▶ 레이저방법을 사용하면 케이싱 정렬시 다른 작업을 할 수가 있다. 피아노선 방법으로 케이싱을 정렬하면 피아노선의 흔들림을 방지하기 위하여 다른 작업과 병행하여 시행할 수 없어 터빈 공기에 지장을 주나 레이저 방법은 이러한 영향이 없다.

3.3 Pedestal Level 측정기법

각 베어링을 지지하고 있는 Pedestal의 변화가 있으면 TBN Alignment에 직접적인 영향을 미친다. 이 Pedestal의 Level을 측정하여 TBN 기초대의 경년변화를 측정할 수 있다. 만약 이 Pedestal Level의 변화가 없는 상태에서 과년도 Alignment값에 변화가 있다면 기초 침하가 아닌 다른 원인을 추정할 수 있다. Pedestal 변화량

과 Alignment값의 변화가 일치하면 기초침하가 일어났다는 것을 알 수 있는 귀중한 판단자료가 된다.

3.4. Thermal Growth 측정 기법

TBN은 Start-Up 하거나 운전 중 Shaft Alignment에 영향을 줄 정도로 Position변화가 심하다. 이런 변화를 흡수하기 위하여 보통 Cold Alignment를 한다. TBN과 같이 열팽창량 과 부하에 따라 하중이 변하는 회전체는 그 변화량을 정확히 측정할 수 있으면 귀중한 진단 자료가 된다.

일반적으로 기계가 이동하는 원인은 열이다. 따라서 통상 기계의 이동을 Thermal Growth 라 한다. 회전체에서 온도의 변화는 일정하다.

기계에 조립된 파이프도 이동의 원인이 된다. 또 다른 이유로 Base Bolt 의 느슨함, Axial Key 간격의 과다, Concrete Pedestal 가열, 운전 하중의 변화등이 또한 요인이다.

경험적으로 대부분의 기계는 일정한 위치에서 운전되는 경향이 있다. 정상 운전중이거나, 정지중에 기계의 위치를 측정해 두고는 그 변화를 관찰하는 것은 기계의 상태를 파악하는 가장 좋은 수단이다.

이런 측정을 일반적으로 4가지 종류로 나눌 수 있고 측정 방법은 아래 기술하였다.

- ▶ 기초대에 대한 Casing Center Line 변화
 - Casing thermal expansion using the strain equation
 - Inside micrometer and angle measurement device
 - tooling balls
 - Proximity probe with water cooled stands
- ▶ 기준점에 대한 Casing Center Line 변화
 - Optical tilting & Jig transits
 - Laser Tooling
- ▶ 상대 Casing 과 기준 Casing 변화
 - Alignment bar with proximity probes
 - laser - dectector systems
 - Plug in - back zeroing - laser / target mounts
 - Ball- rod - tubing connector system
- ▶ 상대 Shaft 와 기준 Shaft 변화
 - Instrumented coupling system
 - Vernier - Strove system

4. 결론

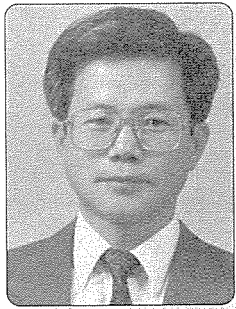
정비 기법의 발달사를 돌아해보면, 새로운 측정 공구의 개발은 새로운 정비기법의 시작을 알리는 예고탄과 같은 역할을 하였다. 지금까지 기계식의 Micrometer, Dial gauge가 0.01mm 단위의 측정 기기로 사용하였다. 이는 미시적 측정에는 우수한 성능을 발휘하였으나, 거

시적 측정용은 물리적 제약으로 많은 한계가 있었다.

특히 불연속 측정지점의 거시적 측정은 Water Level, Straight Edge, Optical Level, Piano선 등을 이용하여 측정하였다. 하지만 레이저 빛을 이용한 Point 측정은 불연속 측정지점에서 탁월한 성능을 발휘하고 경비와 시간을 절약할 수 있다.

복합사이클(Combined-cycle) 발전설비의 고효율운전 사례

A case for high efficiency operation of combined-cycle power plant



서울에너지(주)
부장, 기술사 도유봉
T : (02) 2647 - 3201

일본의 가와사키제철(주) 치바제철소에서는 제철프로세스에서 발생하는 부생가스(高爐GAS 등)를 이용하여 4기의 대형발전소를 가동시키고 있으며, 이 중에서 복합사이클에 의한 발전시스템은 용량과 효율에 있어 가장 우수하다. 그래서 복합사이클발전시스템(149MW)의 고효율운전과 고가동을 유지를 테마로 선정하여 종합적인 발전원단위 향상을 추진하였던 사례이다.

로서 사용된다. 발전소에서 발생한 전력으로 제철소에서 이용하는 전력의 약 95%를 감당하고 있다. 결국 발전소에서의 전환효율을 올리는 것이 에너지 절약상 가장 중요한 과제로 된다.

1. 테마선정 이유

가. 치바제철소의 에너지흐름도

치바제철소의 에너지흐름도(Energy-flow)는 <그림 1>과 같다. 제철소의 95%는 석탄으로, 제철프로세스중에서 일부는 철광석환원에 이용되고, 나머지는 코크스로(爐)가스, 고로가스, 전로가스(총칭하여 부생가스)로서 회수된다. 회수된 부생가스중 약 60%는 각 제철프로세스의 연료로 사용되고, 나머지 40%는 발전소의 연료

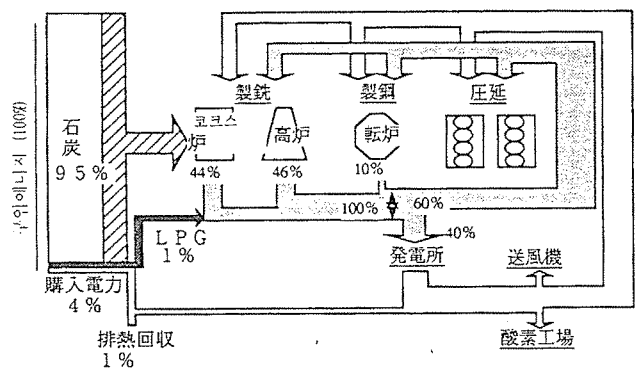


그림 1 치바제철소 에너지흐름도

나. 테마선정 이유

<그림 2>에 복합사이클 발전시스템의 계통도를 나타