

軸系의 保存과 整備一般

한국어선협회
기술이사 이현수

1. 머리말

축계는 직경이 서로 다른 축요소들과 추진기, 플라이휠, 커프링, 칼라 등으로 구성되어 하중(荷重)을 받음과 동시에 베어링과 유막(油膜), 지지대(支持臺) 등에 의해 얼라인먼트(Alignment)를 유지하고 있다.

선박의 정비 유지상태가 양호하더라도 선박의 추진에 직접적인 영향을 주는 축계에 손상이 있을 때는 선박운항에 막대한 영향을 끼치게 된다. 축계의 이상은 선체의 진동(振動), 베어링의 편마모, 기관의 부하변동에 의한 배기가스의 온도상승, 배기밸브 및 피스톤 크라운 소손(燒損) 등의 사고를 연쇄적으로 일으키는 상태까지도 진전하여 조업은 물론 선박의 손실까지 초래하는 일이 발생하는 것이다.

일반적으로 축계의 이상은 발열(發熱)과 진동(비틀림 진동, 종 진동, Whirling)을 발생시키며 이로 인해 축의 피로손상(疲勞損傷)을 초래하고 베어링, 감속치차 등의 마모를 유발하여 파괴되며 이와 함께 축계진동은 기관실 국부진동과 선체상부구조의 진동까지 일으키게 된다.

본고는 일반적으로 조선소에서 행해지고 있는 축계의 발출 정비 등에 부수되는 일반적인 사항을 기술하여 축계 정비 및 보존에 참고가 되었으면 한다.

2. 축의 가요성(可撓性 : Flexibility)

일반적으로 선박에서는 수압과 선박을 변형시키는 배수량으로 인하여 변형을 가져오며 설계시에는 이러한 사항이 전반적으로 고려되고 있으나 특히 축계에서는 축의 하중의 변화에 따른 가장 알맞는 상태가 되도록 가요성을 구비해야 하는 것이다.

역전기어(Reduction gear)도 포함된 상태에서 축의 가요성을 최대로 하기 위하여 베어링의 수를 줄이는 것도 한 방법이겠으나 이것은 어디까지나 하중이 베어링의 허용압력을 넘지 않는 경우에 한한 것이다.

가요성(Flexibility)을 갖는 상태에서 하중을 받으며 회전하고 있는 축은 중심의 변동에도 탄성(彈性)을 잃지 않고 얼라인먼트(Alignment)를 유지하고 있는 것을 말하며 만일 베어링과 베어링 사이의 지지대(支持臺)가 너무 길면 진동의 문제점이 일어날 수도 있다.

프로펠러의 추진방향에 대한 편심(偏心)은 과도한 하중을 받고 있는 베어링으로 인해 프로펠러축이 경사(傾斜)함으로써 일어날 수가 있다.

전자계산기(Digital computer)는 축계의 이러한 각 상태에서의 특성을 분석하는데 사용되고 있으며 효과적인 컴퓨터 프로그램을 사용하면 축계에서의 베어링 하중(荷重), 휨(Deflection), 굽

힘모우멘트(Bending moments), 진동(Vibration) 특성을 수치의 값으로 알 수 있으며 열팽창(Thermal growths), 배수량 변동에 따른 베어링의 변위 등도 나타난다.

3. 열 상승(Thermal rise)

전동장치(傳動裝置)에서 역전기어(Reduction gear)는 열을 받게 되면 온도가 상승하여 베어링에 영향을 준다. 증조선에서 이러한 경우가 있으며 전동장치에서 저널베어링(Journal bearing)과 드러스트베어링(Thrust bearing)이 밀착되어 운전되는 경우 기어가 열을 받고 베어링에 전달되어 축의 지지대(支持臺) 및 베어링마다 작용하는 하중분포가 다르게 나타나게 된다.

이것이 심하면 베어링의 과도한 변위(變位)를 일으켜 기어의 마모와 손상을 일으키는 한 원인이 될 수 있다.

4. 허용조립오차(Allowable setting error)

선박에서 정확한 얼라이먼트(Alignment)를 얻는다는 것은 어려우며 이에 대한 허용조립오차를 바르게 판단할 때는 배의 유형과 구조를 고려해야 한다. 대형선에서는 선체구조상으로 정밀한 선미구조를 가진 소형선보다 일반적으로 큰 값의 허용조립오차를 갖고 있다. 예를 들면 홀수 변화가 큰 탱커는 작은 규모의 카고선보다도 커다란 허용조립오차를 갖게 된다.

이와 관련하여 역전기어가 조립되어 있는 축계에서 구조상으로 추력베어링(Thrust bearing)과 저널베어링(Journal bearing)이 일체가 되어 운전될 때 추력베어링에 과부하가 걸리는 경우가 있다. 이 때 베어링과 역전기어가 제조공장에서 지정한 허용하중내에서 상태변화에 따른 전단력(剪斷力), 굽힘모우멘트, 직선 및 회전운동, 관성력(慣性力), 열팽창 등으로 인한 영향과 평형을 이루고 있는 상태를 얼라이먼트(Alignment)가 양호한 것으로 본다면 이와 반대인 경우는 관련 베어링, 기어 부품 등의 손상을 가져오는 것은 필

연적인 사실이다.

부적당한 얼라이먼트(Alignment) 중의 비교적 많은 사례는 짧은 추진축과 무거운 프로펠러를 사용하거나 이 중의 하나를 사용한 것으로 나타나고 있으며 이 경우 프로펠러 하중은 선수측 선미관 베어링 상부(上部)에 하중을 받게 하고 이런 식으로 부근의 베어링에 불필요한 하중을 발생시킨 것으로 풀이되고 있다.

따라서 어느 경우에서나 가장 최선의 방법은 주어진 조건에 따라서 얼라이먼트(Alignment)에 대한 점검과 작업이 이루어져야 하는 것이다.

축의 중심을 점검해 보아야 하는 이외의 경우를 들어보면 다음과 같다.

- ① 축계의 베어링이 열을 받은 적이 있거나 손상을 입었을 경우
- ② 과도한 진동의 발생
- ③ 충돌이나 좌초로 인한 축계 손상
- ④ 역전기어(Reduction gear)의 손상
- ⑤ 선미관(Stern tube) 베어링의 교환
- ⑥ 선미관이나 스트라트(strut) 베어링의 교환이나 설치 등이다.

특히 선미관이나 드러스트 베어링의 중심을 내거나 보정할 때는 세심한 주의가 필요로 하며 축계에서 베어링이 필요이상 많이 설치되어 있거나 그 외에 바람직하지 못한 이상이 있을지라도 운전상 실제로 문제가 발생하지 않는 한 그 설비에 대해 어떠한 조치를 취하는 것은 옳지 못한 일이다. 이것은 이 시스템에 대해서 베어링과 기어나 그 중의 하나에 대해 어떠한 조치를 취하거나 기타의 방법을 사용했더라도 이 조치는 결국 바람직하지 못한 것이 되기 때문이다.

5. 설치(設置)와 얼라이먼트

축계를 처음 설치하거나 수리 후에 얼라이먼트(Alignment)를 보아야 하는 한가지 방법으로 레퍼런스 라인(Reference line)을 설치하는 경우로 이 작업에 선행해서 광학관측기구(Optical sighting equipment)나 레이저기구(Laser equipment)

를 사용하며 선미판의 보링(Boring), 기어나 축의 플렌지 이음 등에 이용하여 정위를 예측하는 방법이다. 이것은 추진기관을 설치하고자 하는 배의 구조상의 기준점에 보통 설치하며 판측에 의해 축계의 기어나 플렌지 부품 등의 위치를 정하는데 효과적으로 사용할 수 있다.

두번째는 철선(Tight wire)을 사용하여 선미판 구멍과 축계의 처짐을 보정하여 이에 비례해서 위치를 정하는 방법이다.

다음은 축계 플렌지의 수직 및 수평위치에 대한 플렌지와외의 간격사이의 틈새로서 베어링이나 축 위치의 얼라이먼트를 판단하는 드롭·갭(Drop-Gap) 방법이 있다.

위의 방법들은 병용해서 쓰이기도 하는데 예를 들면 광학판측(Optical sighting) 방법은 선미판의 중심위치를 정하는 데에 사용되며 드롭·갭(Drop-Gap) 방식은 그 밖의 선내의 얼라이먼트(Alignment)에 이용된다.

다음으로 스트레인·게이지(Strain gage) 방식인데 이것은 연결된 축의 중심을 점검하는데 쓰여지며 스트레인 게이지가 점검장소의 여러 곳에 부착된채 축을 회전시켜 스트레인(Strain)을 측정하는 방법이다.

6. 프로펠러의 보수(補修)

프로펠러는 용접보수시 프로펠러의 재질별로 용접봉을 선택하여 사용하게 되며 예로 Mr-Bronze 계통을 보면 용접법으로 TIG와 MIG 법을 쓰고 있다.

용접형상에 따라 직선형 용접과 S자형 용접으로 분류할 수 있으며 직선형 용접의 경우의 장단점을 보면 용접선과 공기(工期)가 짧고 개선(開先)작업 및 용접면의 갭(Gap)조정이 쉬운 반면 용접 중 균열(Crack)이 발생하면 연장되기 쉽고 항해 중에는 용접 끝단(End)부터 균열이 발생하여 절손하기 쉬운 점 등을 들 수 있다.

S자형 용접의 경우 용접응력이 제거되고 용접 끝단부에 균열이 발생되어도 연장이 안되는 장점이 있는 반면 용접선이 길고 공기가 오래 걸리며 개선(開先)과 갭(Gap) 조정작업이 어려운 점을 들 수 있다.

예열(Preheater)온도를 보면 합금(Alloy)별로 다소 차이는 있으나 용접선 부근의 300 mm 범위까지 예열온도가 150 °C ~ 250 °C를 유지해야 하며 예열온도분배는 55 °C / 300 mm 이하로 내려가서는 안된다.

용접시 주의사항은 용접봉을 충분히 건조시켜 균열과 기공의 원인을 제거시키고 용접부 길이가 400 mm를 초과할 때는 3등분으로 구분하여 익단(Blade tip) 쪽으로 갭(Gap)의 변화에 주의를 기울이며 작업한다.

균열부 용접순서를 보면 다음과 같다.

- ① 아연상당량(相當量)을 검토하고 스톱 홀(Stop hole)을 300 mm φ 이내로 뚫는다.
 - ② 개선(Grooving)
 - ③ 예열(Preheat)
 - ④ 용접(Welding)
 - ⑤ 후열(Stress relief)
 - ⑥ 스톱 홀(Stop hole)부 충전(Plugging)
 - ⑦ 연마(Grinding) 및 완성검사
- 의 순으로 작성한다.

후열작업은 예열과 동일한 온도범위를 실시하며 응력제거를 위한 유지시간은 용접개소의 최대 두께 25 mm마다 20 분 ~ 30 분 정도 실시한다.

7. 맺음 말

이상과 같이 축계 상태를 점검하는 방법과 설치시 유의할 일반적인 사항을 기술하여 보았다.

어선을 건조 또는 운용하는 분들의 귀중한 재산보호와 유지관리를 도모하는데 다소나마 도움이 되기를 바란다.