

횡진동 측정에 관한 연구

선진석⁺·오주원¹·김용철²·김의간³

A study on the whirling vibration measurement

Sun Jin-suk⁺, Oh Joo-won¹, Kim Yong-cheol², Kim Ue-kan³

Abstract : Recently, as a result of the application of large and multi-blade propellers with high efficiency for large vessels, the vertical bending stiffness of propulsion shafting system tends to be declined. For some specific vessels, the shaft arrangement leads to the forward stern tube bearing to be omitted, decreasing vertical bending stiffness. In this respect, decreased vertical bending stiffness causes the problem which is the blade order resonance frequency to be placed within the operational range of propulsion shafting system. To verify whirling vibration, the measurement should be carried out covering the range of MCR, however, the range is un-measurable. To resolve the measurement issue, this study shows the measuring method and the estimating method of whirling vibration by using resonance frequency of sub harmonic.

Key words : Whirling Vibration (횡진동), Critical Speed (위험회전수), Propulsion Shafting System(추진축계)

1. 연구 배경

가. 횡진동의 배경

- 1) 최근 선박의 고효율화에 으해서 프로펠러 크기가 증가와 다익(Multi-blade) 프로펠러의 적용에 따라 축계의 강성이 저하 되어 고유진동수가 운전영역에 들어오는 경우가 발생
- 2) 축계의 고유진동수가 선박의 사용범위 보다 높음 길이 되도록 축계를 유지한다는 것이 어려워 짐
→ 82k Bulk Carrier의 경우는 전후 선미관 베어링이 없는 것이 일반적인 경향임
- 3) 추진 축계의 횡진동에 의한 선미관 베어링의 이상마멸, 선미관 시일(seal) 관련 문제가 발생

나. 횡진동의 측정

- 1) 추진 축계의 진동 모드 및 위험 회전수의 해석을 통한 선박 운항 구간 내 고유진동수 획득
→ 횡진동의 해석결과에 대한 검증이 이루어지지 않아 축계 안전성을 확보하기 어려움
→ 횡진동의 해석결과가 MCR대비 20%이상의 고유진동수를 가짐에 따라 측정이 어려움

※ 횡진동의 정의: 베어링 내의 수평 축력, 무력 및 수직 축력, 무력을 기점으로 축계의 횡진동과 외발브까지 상태에 있는 프로펠러의 선회 운동의 합성으로 나타나는 진동(θ_x, θ_y)

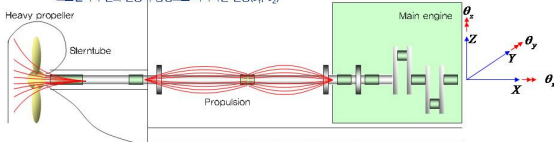


그림 1.1 축계 횡진동 개략도 및 자유도

횡진동 측정에 관한 연구 / 선진석

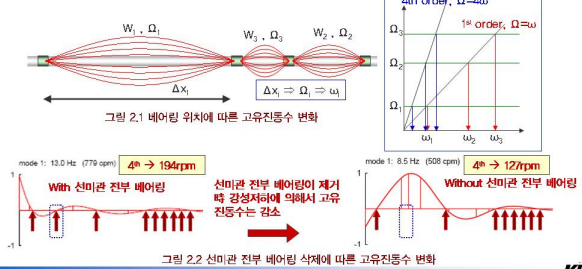


2. 횡진동 일반

가. 베어링 지점 거리와 고유진동수

베어링 사이의 지점 거리가 멀어질 수록 파장은 길어지고 고유진동수는 낮아져 횡진동에서는 공진점을 발생 시킬 수 있는 요인이 됨 (베어링 사이의 지점 거리가 짧을 수록 횡진동을 회피하기가 용이)

전후 선미관 베어링을 생략하는 축계 상태 적으로 베어링 거리가 길어지는 효과로 인하여 고유진동수가 감소하여 횡진동을 유발 할 수가 있음



횡진동 측정에 관한 연구 / 선진석



3. 횡진동 계산

다. 해석 결과

- 1) 고유진동수 해석 결과 및 1차 진동 모드

표 3.2 고유진동수 해석 결과

1 st order	Natural Frequency	Blade(5 th) order	Margin
1 st Mode	854.6 [cpm]	130.9 [cpm]	125%
2 nd Mode	5640.0 [cpm]	1128.0 [cpm]	1074%

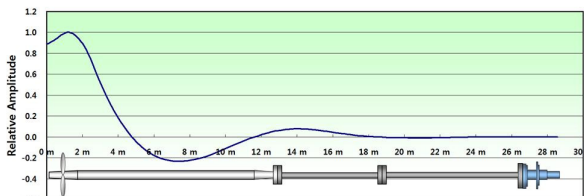


그림 3.2 고유진동수 해석 결과

횡진동 측정에 관한 연구 / 선진석



4. 횡진동 측정

나. 측정결과

- 1) No.1 Gap Sensor 의 진동계측 결과

- 횡진동의 8차 공진점은 86.82rpm → 고유진동수 : 86.82rpm X 8th = 694.56rpm
- 8차 공진점을 통하여 5th를 유도 → 5th 공진점 : 694.56rpm / 5th = 138.91rpm

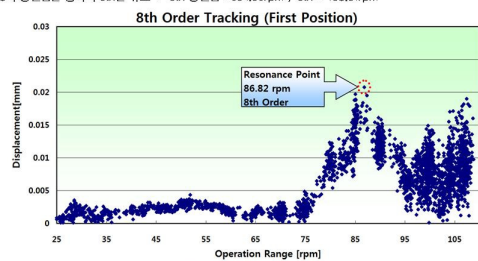


그림 4.3 횡진동 측정 결과

횡진동 측정에 관한 연구 / 선진석



참고문헌

- [1] 전효중, “동력전달장치,” 태화출판사, pp. 189-213, 1986
- [2] 한국선급, “선박진동·소음지침,” pp. 260-279, 1997

+ 선진석(한국선급, 기관기술팀), E-mail: jssun@krs.co.kr, Tel: 042)869-9481

1 (사)한국선급 기관기술팀

2 (사)한국선급 기관기술팀

3 한국해양대학교 기계정보공학부