

실습선의 소음과 진동 특성 해석

강 창 남
제주대학교 해양과학부

The characteristic analysis of noise and vibration in training ship

Chang-Nam, Kang
Faculty of marine science, C.N.U

Abstract - Marine technology must advance to meet the needs of a wealthier and more demanding public while at the same time provide greater environmental protection. Pollution noise and vibration is the specific issue being discussed in this paper. Noise is ofcourse due to vibration from high speed engines driving generators, entiators, winch and other gear, while underwater noise pollution results from the propellers and the resistance produced by the hull of the ship moving through the water. Vibration is also a factor in potential damage to sensitive electronic gear and metal fatigue. The issue of noise pollution does not cease when a vessel enters her berth and the main engines shut down. There is still the matter of ventilation and other mechanical factors at work to maintain a comfortable, efficient environment. We measured the noise level and vibration displacement in the training ship A-Ra at underway and Berth. The authors analyzed the frequency of noise and maximum vibration displacement in the position.

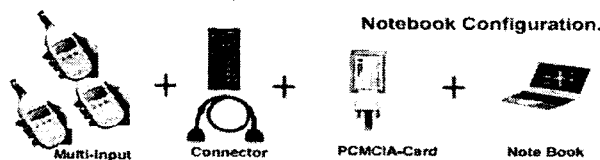
1. 서 론

고도의 산업화 및 생활수준의 향상은 실습선에 승선하는 승무원 및 실습생 또는 탑승객들에게 쾌적한 선내생활을 위한 환경보존이 요구된다. 이에 관련된 선박의 소음과 진동은 생활 환경을 저해하는 요소라 할 수 있겠다. 최근 건조되는 선박은 고마력화 경량화로 인하여 소음과 진동이 증가 요인이 되고 있으며 기관의 성능, 선체 구조 및 선체 재질에 따라 소음과 진동이 크기가 매우 다양하게 나타난다. 선박의 가장 큰 소음원은 기관실내의 소음이라 생각되며 주기관, 보조기관의 고마력화로 인하여 현저히 높은 소음레벨을 나타내고 있다. 1970년대 초반에 각 국가별로 자국선박 소음규제에 관한 조항을 제정하여 국제해사기구(IMO)에서는 1981년에 선박 소음레벨에 관한 규정을 채택하였으며 오늘날까지 이규정을 유지하고 있다(이,1996;한국선급,1997). 일본에서는 일본산업위생학회에서 소음허용기준이 정해져있다(日本産業衛生學會,1999). 이는 선내 소음에 관한 것은 아니지만 생활환경,청력보호면에서 적용이 가능하다. 그러나 우리나라에서는 아직 뚜렷한 소음 규제 기준이 없으며 각종 선박 특히 어선에 관한 환경소음레벨의 조사는 아직 충분치 않다(최,1999). 선박의 소음과 진동문제는 고출력화 및 고효율화로 인한 새로운 문제점이 발생으로 인하여 그동안 많은 성과에도 불구하고(정,1999; 최,2003), 아직도 미해결과제가 많은 것이 현실이다. 선박의 진동 소음원은 정박중에도 발전기, 통풍기, 냉동기 등의 구동소음은 면치 못하고 항해중에는 주기관 구동에 따른 추진기 소음, 어뢰작업시 각종 계기 구동소음과 투양망시 저항으로 복잡한 진동소음이 발생한다. 본 연구에서는 실습선 아라호를 이용하여 운항중 소음레벨과 무부하시 및 부하시의 갑판, 원치실, 기관실, 브릿지에서 진동을 측정하여 분석하였다.

2. 본 론

2.1 소음 측정 및 결과 분석

소음 측정에 사용된 측정 기자재 시스템은 Fig.1 이고, 협대역 주파수 분석(FFT Analysis) 및 1/3옥타브 밴드분석(Octave Band Analysis)이 가능한 주파수 분석기이다. 소음계는 NL-20 Type이며 주요 제원은 Table.1과 같다. 측정은 실습선 아라호(총톤수:990톤, 주기관:중속 디젤기관, 출력:2600마력, 발전기관: 400Kw 1200rpm 2대, 항해속력:13노트)에서 해양산업 공학 전공 학생들의 연근해 승선실습 기간중(2005년 6월20일 PM 11시경 거문도 부근, 항해 RPM:715)에 측정하였으며 풍속은 5-7m/s, 파고는 약 1m였다. 무부하시에는 발전기만 가동중에 제추항 정박시 측정하였고, 측정은 바닥에서 약 1m 높이에서 하였다.

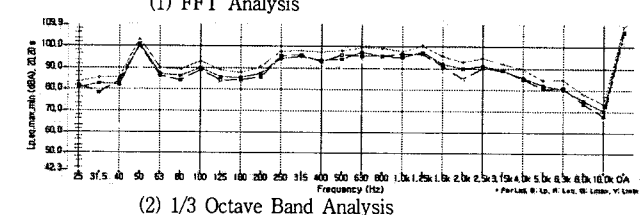
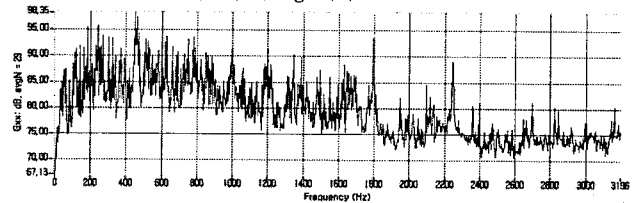


<Fig 1> Composition of measured and analyzed device

<Table 1> Specification of measurement system

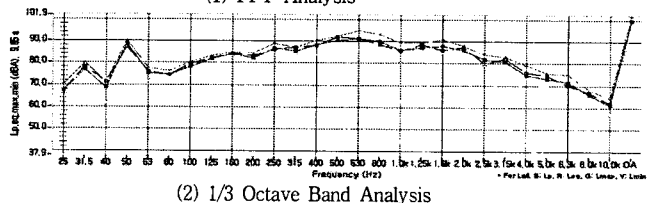
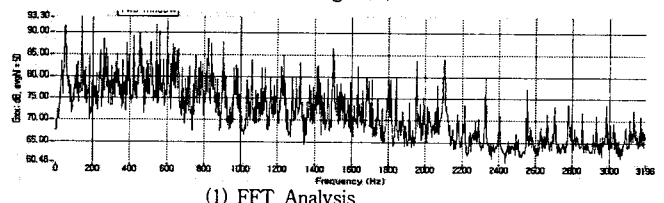
Model	Substitution	Remark
Applicable Sound Level Meters	Any Sound Level Meter with AC Output	All IEC Models
Adopted IEC Bands	NB001 MEMCIA or NB001 PC1	
Number of Channels	Up to 12, 800Hz	1: 1
Frequency Range	20Hz - 10,000 Hz	1/3 Octave Band
Dynamic Range	40dB (10bits)	
Input Range	0V - 5V	
Analysis Modes	Narrow Bands (1/3, 1/6, 1/12 Octave Band (I.P. Leq))	
Accepted Regulation	IEC Trend Analysis	1/3 Octave Band
Record Length	Anal. 511	1/3 Octave Band
Record Update Rate	10,000 counts	1/3 Octave Band
Frequency Resolutions	Linear: 0.500, 1.000, 2.000	1: 1
Average Modes	Linear or Exponential	

항해중에 주기관 분당회전수가 710이고 발전기는 2호기를 가동중이었으며 해수온도가 27C로 선내 전체에 에어컨을 가동중이었다. 측정된 소음레벨은 Upper Deck and Navigation Deck에서 63.7-66.4dB, 2nd Deck에서 74.5-94.3dB, Bottom에서 79.0-83.1dB, 기관실에서 91.6-107.6dB 이었다. 따라서 선내에서 소음근원은 기관실이었으며 특히 주기관 및 과급기 주변의 평균소음레벨이 107.6dB로 가장 높았다. 기관제어실에서도 공기 정화장치를 구동중이었지만 91.6dB로 나타나서 제어실 주위벽과 도아에 의한 방음효과가 16dB정도만 감쇠되는 높은 소음레벨이 나타나서 기관실 근무자에게 청력 보호 및 건강관리를 위한 차단 방음벽 설치가 급선무라 생각된다. 기관실의 주기관 앞에서 평균 소음 스펙트럼을 협대역 주파수 분석 및 1/3옥타브 밴드분석기로 해석한 것이 Fig.2이다..



<Fig 2> The Results of frequency analysis in engine room(underway)

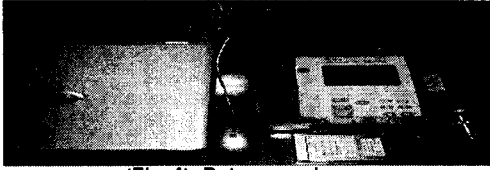
정박중에는 발전기만 가동중에 측정하였다. Upper Deck and Navigation Deck 62.7-67.8dB, 2nd Deck 62.0-74.2dB, Bottom 에서 66.5-71.1dB, 기관실에서 79-97.9dB 이었다. 역시 기관실이 주 소음원 이었으며 항해중 주기관 및 주변기기 가동때 보다 10-20dB정도 낮은 소음레벨이 나왔다. 정박시 기관실의 주기관 앞에서 평균 소음 스펙트럼을 협대역 주파수 분석 및 1/3 옥타브 밴드분석기로 해석한 것이 Fig.3이다.



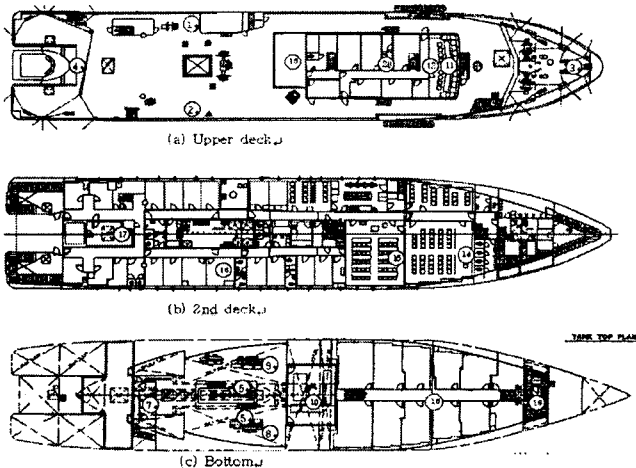
<Fig 3> The Results of frequency analysis in engine room(berth)

2.2 진동 측정 및 결과 분석

선박의 진동 측정 및 분석은 Fig.4와 같이 데이터 수집기(Rion,VA11C) 및 분석 프로그램(Procon 11c)을 이용하였으며 선박의 진동 측정은 2005년 4월 7일(제주항 정박 무부하), 4월11일(승선실습중 저속 운전시 RPM:488, 선속:5.7노트, 풍속:7.6m/s), 4월 14일(승선실습중 트롤작업시,RPM:630, 선속:3.4노트, 풍속:2.5m/s), 5월 28일(승선실습중 전속운전시 RPM : 710, 선속 :12.9노트,풍속 5.0m/s) Fig.5의 20개 측정점에 대하여 아라호에서 실시하였다.

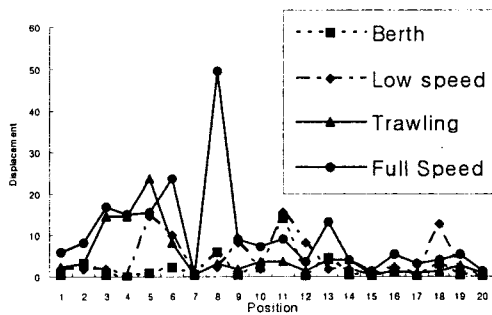


<Fig 4> Data recorder



<Fig 5> Vibration measurement positions of training ship A-ra

측정데이터는 전속으로 운항중일때 대체적으로 크게 나타났으며 특히 주기관의 좌현부에서 캐축의 구동으로 인한 진동으로 주파수 18.75Hz에서 49.727 μ m의 최대 진동 변위값이 나왔다. 정박중에는 브릿지에서 주파수 2.5Hz에 13.952 μ m를 나타냈으며 발전기 한대만 가동중이라서 내부적인 요소라기 보단 외부적인 예컨대 항만공사 또는 바람 및 역조에 의한 마찰진동이 한 원인이라 하겠다. 다음엔 가동중인 1호발전기에서 최대 진동 변위가 56.25Hz에서 5.802 μ m였으며 그 외는 아주 미미한 수준이다. 저속운전시는 브릿지에서 12.5Hz에 15.493 μ m, 기관실 주기관 좌현부에서 43.75Hz에서 14.457 μ m로 주기관이 운항중이라도 기관실내 진동과 비슷한 외부적인 환경요소에 의한 최대 진동 변위가 생기는 것을 알 수 있다.



<Fig 6> Comparison of maximum vibration displacement in the position

트롤작업인 경우에는 주기관 좌현에서 18.75Hz에 23.852 μ m로 가장 높은 최대 변위값을 나타냈으며 이는 주기관 작동에 의한 값보다도 투양망을 위한 각종 유압장비 사용에 의한 원인이라 하겠다. 전속으로 항해할 경우는 아주 청명한 날씨와 순조로 인하여 외부 환경적인 요소에 의한 진동은 거의 없다고 사료되며 따라서 주기관 및 발전기관에 의한 진동으로 기관실 및 타 기실 등 기관실과 가까운 곳에 최대 진동 변위값이 높게 나타났다.

3. 결 론

실습선 아라호를 이용하여 2005년 3-6월동안에 항해중 과 정박시 소음과 진동을 측정하였다. 특히 진동은 저속시, 전속시, 트롤작업시 각각 구분하여 측정하였다. 선내소음은 가장 큰 소음원인 기관실에서 정박시와 전속 운항시를 구분하여 평균 소음 스펙트럼을 협대역 주파수 분석 및 1/3옥타브 밴드분석기로 분석하였다. 진동은 20개의 측정점을 사용하여 최대 진동 변위를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 항해중일때 선내에서의 소음근원은 기관실이며 가장 높은 소음은 주기관 및 과급기 주변으로 평균소음이 각각 107.6dB, 106.9를 나타냈다. 또 2호 기발전기 가동으로 인한 부근의 소음은 106.2dB를 나타냈다.
 2. 생활 환경의 장에서 거주지역의 소음레벨은 2nd deck의 승무원 거주지역에서승무원실(c)에서 84.4dB로 기관실 우현부쪽에 가까이 위치하여 기관실 도아와 가까워서 가장 높았다.
 3. 최대 진동 변위는 전속으로 운항중일때 대체적으로 크게 나타났으며 특히 주기관의 좌현부에서 캐축의 구동으로 인한 진동으로 주파수 18.75Hz에서 49.727 μ m의 최대 진동 변위값이 나왔다.
 4. 저속운전시는 브릿지에서 12.5Hz에 15.493 μ m, 기관실 주기관 좌현부에서 43.75Hz에서 14.457 μ m로 주기관이 운항중이라도 기관실내 진동과 비슷한 외부적인 환경요소에 의한 최대 진동 변위가 생기는 것을 알 수 있다.
 5. 트롤작업인 경우에는 주기관 좌현에서 18.75Hz에 23.852 μ m로 가장 높은 최대 진동 변위값을 나타냈으며 이는 주기관 작동에 의한 값보다도 투양망을 위한 각종 유압장비 사용에 의한 원인이라 하겠다.
 6. 정박중에는 브릿지에서 주파수 2.5Hz에 13.952 μ m를 나타냈으며 발전기 한대만 가동중이라서 내부적인 요소라기 보단 외부적인 예컨대 항만공사 또는 바람 및 역조에 의하여 생기는 진동이라 생각된다.
- 이상과 같은 결과를 얻었으며 가장 큰 소음과 진동의 기원인 기관실과의 차단벽 또는 방음 도어장치가 필요하다고 사료되며, 진동의 근원이 되는 각종 계기사용 및 장치에 대한 방진 연구가 필요하다고 사료된다

[참 고 문 헌]

- [1] 이호섭,1996.“선박진동 제어기술에 관한 소고”, 한국소음진동공학회춘계학술대회 논문집, pp 11-21,1996.
- [2] 정근양,이수목. “선박진동 평가기준에 관한 ISO의 개정동향”, 한국소음진동공학회.1999년도 추계학술대회논문집,pp589-593,1999..
- [3] 최한규,“소형선박의 진동과 소음 특성에 관한 연구”.공학박사학위논문,pp58-81,2003.
- [4] 최한규,“소형어선의 소음에 관한 연구”, 선박안전, 2, 40-43,1999
- [5] 한국선급,“선박진동 소음 제어지침”,pp 49-57,pp445-510,1997.
- [6] 山路 光徴, 高木 保昌,野口 英雄,桐 博昭と 合田 政次,“長崎丸の船内騒音について”,長崎大學水産學部研究報告,pp135-145,2001.
- [7] 小黑秀夫,“船内騒音 統計的解析”,日本航海學會論文集, 54, 107-115,1975
- [8] 神田 寛,“ 機關室騒音と機關部乗組員の聴力障害”,日本船用機關學會誌,9,1-58,1974.
- [9] 日本産業衛生學會,“許容濃度の勧告”, 日本産業衛生學會誌,96-120, 1999.
- [10] 中野有朋,“船と騒音(2) 船舶技術協會誌[船の科學]29,98-103,1976.