

실습선 새바다호의 船體振動에 관하여

부 산 수 산 대 학 교
교수 박 중 희

On the Hull Vibration of the Training Ship Sae-Ba-Da

This paper describes on the measurement of the deck vibration produced by the main engine vibration of stern trawler M/S SAE-BA-DA (2,275GT, 3,600PS) while the ship is cruising and drifting. The obtained results are as follows;

1. The deck vibration level was the highest point at vertical line which pass main engine and the lowest point at vertical line which pass top bridge while the crusing.
2. The vibration source level of the main engine, screw shaft and screw propeller were respectively 110, 90 and 80% while the crusing.
3. The main deck vibration pressure level at the check points 2, 20, 30, 40, 60, 70, 80, 86m from the bow to stern was respectively 9, 8, 7, 10, 22, 45, 18, 23%.
4. The frequency distributions of the main engine, screw shaft, screw propeller vibration were from 3Hz to 10KHz, predominant frequency was 1KHz, each vibration accelration the highest level were respectively 1.3, 0.8, 0.5 mm/s².
5. The predominant frequency distributions of the main deck, second deck, bridge deck and top bridge deck's vibration were from 10 to 30Hz, and each vibration accelration level were respectively 0.7, 0.05, 0.07, 0.04 mm/s².

緒 論

선체의 진동원은 주기, 보기 등의 가동, 추진기, 추진기축 등의 회전 파도에 의한 충격 등으로 나눌 수 있으며 순항중은 물론이고 주기는 가동하지 않더라도 보기는 상시 가동하고 있는 경우가 많으므로 漂泊이나 碇泊중에도 항상 진동을 일으키고 있다.

오늘날 선박이 대형화, 고속화되어감에 따라 선체진동은 커다란 문제점으로 대두되고 있으며 이 진동을 감쇠시키려는 방안의 하나로 기관을 대기통화하고 특수공법으로 설치하는 등 대책을 강구하고 있으나 완전하게 진동을 방지할 수 있는 대

책이 없어 船體強度維持나 精密計測機器들의 설치장소 선정 등에 많은 어려움이 따르고 있다.

선체진동에 관한 연구로써 선체의 충격에 관하여는 渡邊¹⁾, 船體撓에 관하여는 吉識²⁾, 双추진기의 진동간섭에 관하여는 横山³⁾, 자기콤파스의 장치위치부근에 있어서의 진동에 관하여는 白井⁴⁾ 등의 대표적인 연구가 있고 또 香井⁵⁾는 선체진동에 관한 국제심포지움 결과를, 熊井⁶⁾는 선체진동 연구의 연혁을 발표한 것이 있으나 순항중인 선체의 진동에 관한 연구는 찾아 보기 어려웠다.

본 연구는 부산수산대학 실습선 새바다호(船尾트로울)가 순항시와 漂泊시에 주기, 보기 등의 가동, 추진기축 및 추진기의 회전과 航進에 따른

조파충격 등으로 인한 진동이 갑판상에서 응답되는 振動準位를 측정하고 또한 그것을 변위, 속도, 가속도별로 分析, 比較한 결과를 보고한다.

方 法

실험대상으로 한 선박의 요목은 Table 1과 같다.

Table 1. Dimension of the observed ship used for the experiment

Type of the ship	stern trawler
Hull; kind of hull	steel
length between perpendicular	87.9m
moulded breadth	13.6m
moulded depth	6.0m
Main engine;	
type of engine	V8V 22/30 ATL
standard output	3,600 PS (1,800 × 2)
standard revolution	750 rpm
number of cylinder	32
Generator;	
type of generator	6SH-24 AC
standard output	670 PS
standard revolution	720 rpm
Propeller;	
type of propeller	CPP type B1,000, SV-370B
diameter	330 mm
maximum pitch	15°
standard revolution	235 rpm

선체의 진동은 그 진동원인 주기 보기, 추진기관의 구동조건에 따라 진동준위가 변화하므로 내부 여러 곳에 있어서의 진동준위를 측정하기 위하여 순항시와 표박시의 기준진동원 구동조건을

Table 2. Standard operating condition of the vibrating sources for the experiment

Sailing condition	Cruising	Drifting
Main engine; revolution	750 rpm	-
output	3,600 PS	-
Propeller; revolution	235 rpm	-
pitch	12°	-
Generator; revolution	720 rpm	720 rpm
output	670 PS	670 PS
Speed;	12 Kt	-

Table 2와 같이 설정하였다.

주갑판상에서의 측정점은 般首尾線 상의 측정 가능한 위치를 선정하여 기준점을 정하고 그 기준점과 그로부터 좌우 6m되는 점을 측정점으로 하였다.

제 2, 제 3 甲板 상의 측정점을 주갑판상의 측정점에서 수직으로 관통하는 점들 중에 측정 가능한 위치를 설정하여 정하였으며 각 측정점의 번호는 Fig 1과 같다.

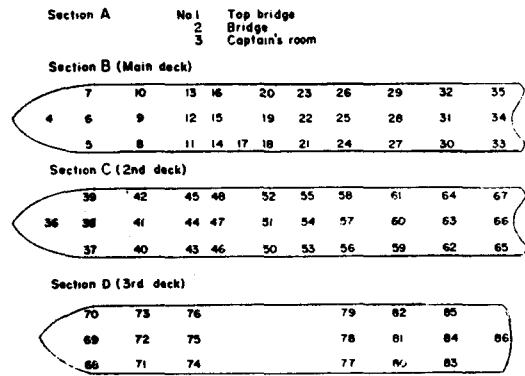


Fig. 1. Showing the check-points No. of vibration.

측정시기는 1985년 8월 5일부터 8월 20일까지 인도네시아 암본항에서 호주 다윈항으로 향하는 항로상에서 해상이 잔잔한 날을 택하여 실시하였다.

측정점은 깨끗이 닦고 측정점이 鐵인 때는 진동계를 자석으로 밀착시켰으며, 鐵이 아닌 때는 압착시켜서 絶對 垂直振動을 측정하였다.

측정기기는 휴대용 진동분석기(B&K)를 사용하였으며, meter function은 RMS, 1초, 변위, 속도, 가속도 등은 각각 3Hz와 10Hz, band-pass filter는 23%로써 측정하였다.

기록은 DC log input를 이용하여 기록범위 100 : 1 기록저속도는 1mm/sec로 하였다.

結果 및 考察

1. 振動準位

Fig 2는 순항시의 선수미선상의 진동준위를, 1mm/s²을 100%로 기준하여 선수재가 주갑판과

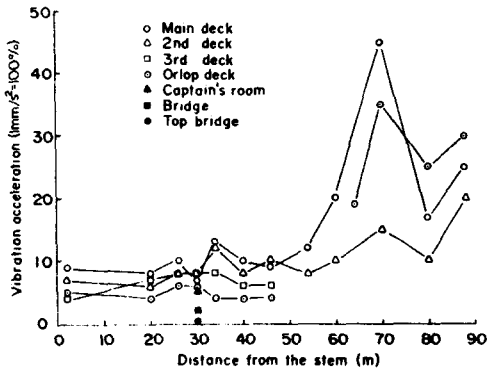


Fig. 2. Distribution of mean vibration level on the bow stern line under cruising.

접하는 점으로부터 측정점까지의 거리를 X축에, 진동준위를 Y축에 잡아 나타낸 것이다. Fig2에서 주갑판상의 진동준위는 상부구조물이 없는 선수부에서는 9% 내외이나 학생실출입구 통로에서 12% 정도로 높아졌고, 선교하의 실내에서 다시 7% 정도로 낮아졌다가 선교후면의 통로에서 다시 14% 정도로 높아졌다. 상부구조물이 없는 작업갑판상에서는 12% 정도이나 기관실상부에서는 45% 정도로 가장 높고, 어획물 처리실상부에서는 17%로 다시 낮아졌으나 선미단에서는 30% 정도로 높아졌다.

이와 같이 기관실 상부에서 가장 높은 것은 주기의 진동 때문이고 선미단에서 다시 높아지는 것은 추진기의 회전 때문이라고 생각되며, 선수미선상에서 선교하의 실내에서 가장 낮고 그 전후의 통로에서 그보다 높은 것은 통로의 벽이 공진을 일으키기 때문이라 생각된다.

제 2, 제 3갑판상의 진동준위를 보면 선수부에 있어서는 주갑판과 대체적으로 같은 현상을 나타내고 있다. 그런데, 주기관을 지나는 수직선상에서의 진동준위를 비교하면 제 2갑판에서는 주갑판이나 제 3갑판보다 월등히 낮을때, 이 부분이 학생실이어서 바닥에 목갑판을 깔고 그 위에 모노륨을 깔았기 때문에 다소 완충이 된다고 보더라도 예상외로 매우 낮은 것은 기관실의 폐쇄벽 때문에 공기압축진동의 전달효과보다 진동체의 직접진동 전달효과가 큰 때문이라 생각된다.

Fig3은 주갑판상 선수미선상에서와 좌우현쪽에 있어서의 진동준위를 비교한 것이다. Fig 3에서

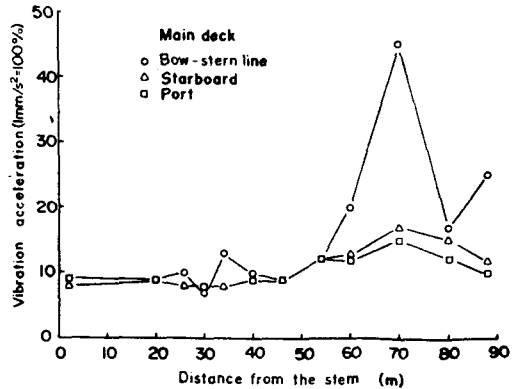


Fig. 3. Distribution of mean vibration level on the main deck under cruising.

선수에서 45m까지는 3가지 측정선상의 진동이 대체로 6%~12%로 비슷한 경향을 나타내었으나, 기관실상부에서는 선수미선상은 45%나 되는데 비하여 양현쪽은 15% 내외로 매우 낮았다.

또, 좌현과 우현을 비교하면 거의 비슷한 경향을 나타내고 있으나 선미부에서는 우현쪽이 1~2% 높았는데 이것은 기관실 출입구가 우현쪽에 있기 때문인 것 같다.

Fig 4는 선교를 통과하는 수직선상에서의 각종별 진동준위를 비교한 것이다. Fig 4에서 어느 층에서나 순항중인 때가 漂泊중인 때보다 높은 경향을 나타내었으며, 층별로는 주갑판이 가장 높고 Compass deck가 가장 낮다. 따라서, Compass의 설치위치로서는 Compass deck가 가장 좋다고 볼 수 있다.

2. 振動變位와 速度 및 加速度的 스펙트럼分析

Fig 5~7은 주기관의 Cylinder head, 축계판상부, 선미관 입구, 주기관 및 선교를 각각 통과하는 수직선상에서의 진동변위와 속도 및 가속도를 각각 스펙트럼 분석한 것이다.

이들 그림에서 A는 주기관의 Cylinder head와 축계판 상부 및 선미관 입구이며, B는 주기관을 통과하는 수직선상의 각 갑판, C는 선교를 통과하는 수직선상의 각 갑판에서의 진동을 나타낸 것이다.

이것에서 진동변위는 주기관에서는 중심진동수가 10 Hz로 100 μm, 축계판 상부에서는 5 Hz, 8 μm, 선미관 입구에서는 10 Hz, 9 μm이며 주

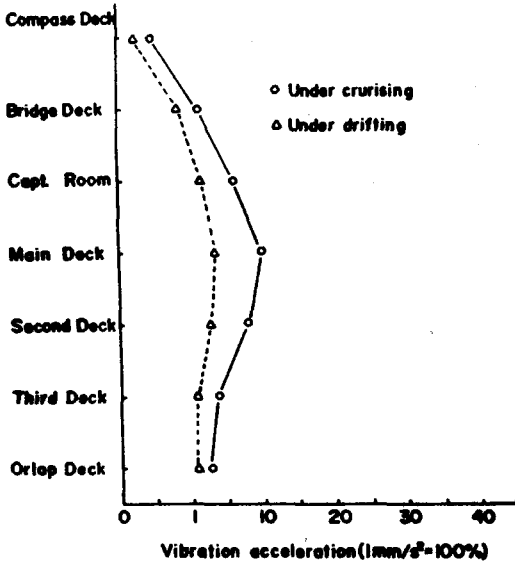


Fig. 4. Distribution of mean vibration level on the vertical line orlop deck through compass deck.

기관을 통과하는 수직선상의 주갑판에서는 5Hz, 60 μm , 제 2 갑판에서는 4Hz, 8 μm , 제 3 갑판에서는 10 Hz, 9.5 μm 였고 선교를 통과하는 수직선상에서는 주갑판, 선교, Compass deck에서 중심진동수는 다같이 10 Hz이나 변위는 각각 10 μm , 7 μm , 3 μm 였다. 또 이들 3 가지 수직선상의 어느 경우나 진동수가 100 Hz 이상되면 변위가 급격히 작아지는 현상을 보이고 있다.

또 진동속도는 주기판에서 중심진동수가 10Hz 로써 12 mm/s, 軸系管위에서는 90 Hz, 0.7 mm/s, 선미관 입구에서는 70 Hz, 0.9 mm/s 였으며 주기판을 통과하는 수직선상의 주갑판에서는 8 Hz, 9 mm/s 제 2 갑판에서는 20 Hz, 0.6 mm/s, 제 3 갑판에서는 10 Hz, 0.7 mm/s 였다.

선교를 통과하는 수직선상의 주갑판과 선교갑판에서는 중심진동수가 다같이 4 Hz이나 변위는 각각 0.5 mm/s, 0.2 mm/s 이나 Compass deck에서는 20 Hz 인데 0.09 mm/s 였다.

또, 이들 3 가지 수직선상의 어느 경우나 다같이 중심진동수는 100 Hz에서는 속도가 급속히 늦어지는 현상을 보이고 있다.

또, 진동가속도는 주기판 軸系管위, 선미관 입구나 다같이 중심진동수는 1 KHz 내외이나 가속

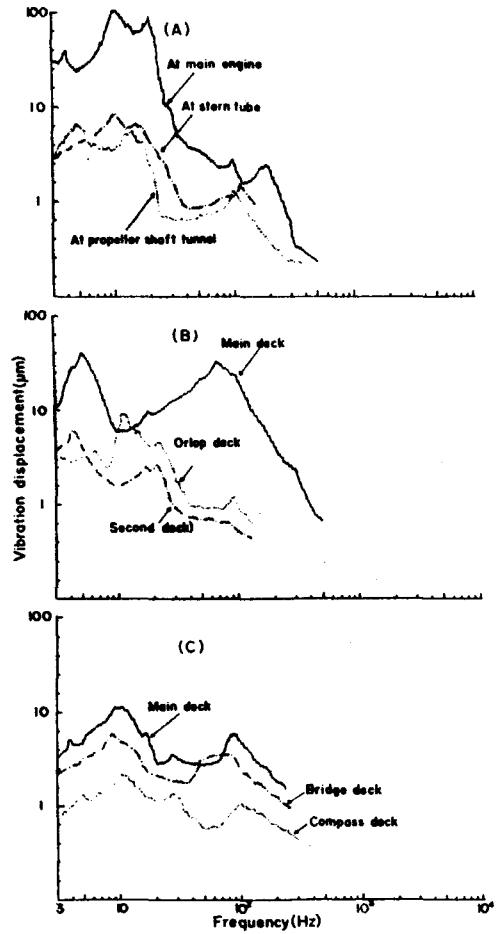


Fig. 5. Frequency analysis of vibration displacement at vibration source (A), vertical line passes through main engine (B) and vertical line passes through bridge(C).

도는 각각 1.3 mm/s², 0.85 mm/s², 0.45 mm/s² 였으며 주기판을 통과하는 수직선상의 주갑판에서는 8 Hz, 0.6 mm/s² 제 2 갑판에서는 15 Hz, 0.06 mm/s² 제 3 갑판에서는 2 KHz, 0.6 mm/s² 였고 선교를 통과하는 수직선상에서는 주갑판에서 18 Hz, 0.07 mm/s², 선교갑판에서는 4 Hz, 0.07 mm/s², Compass deck에서는 20 Hz, 0.05 mm/s² 였다. 이와 같은 결과는 Compass deck에서의 중심진동수는 白井⁴⁾ 등의 측정치와 거의 같았다.

要 約

1985년 8월 5일부터 동년 8월 20일까지 인

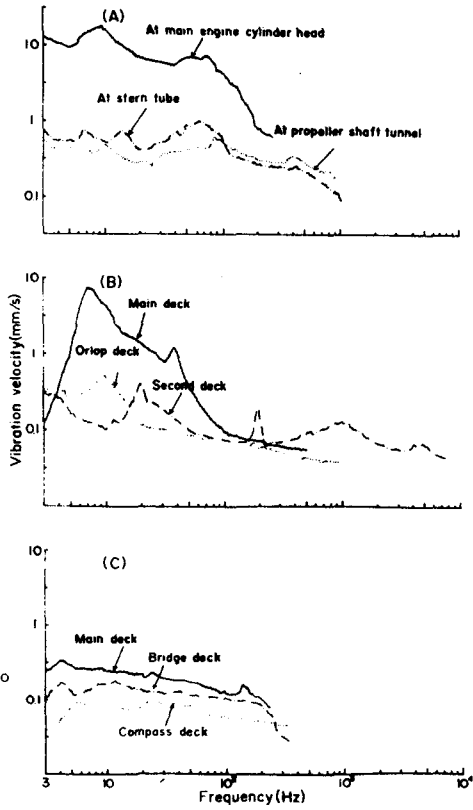


Fig. 6. Frequency analysis of vibration velocity at vibration source (A), vertical line passes through main engine (B) and vertical line passes through bridge (C).

도네시아 암본항에서 호주 다윈항으로 향하는 항로상에서 해상이 잔잔한 날을 택하여 실습선 새바다호의 순항시와 漂泊시의 주기관과 軸系管上部 및 선미관 입구의 船體振動準位와 주기관과 선교를 통과하는 수직선상의 振動變位, 속도, 가속도 등을 각층별로 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 振動準位

1) 주갑판상에서 진동준위가 가장 높은 곳은 주기관의 수직상면이었고, 가장 낮은 곳은 선교갑판의 수직하면이었으며, 어디에서나 현측보다 선수미선상에서 더욱 높았다.

2) 주기관 Cylinder head, 축계관 상부 선미관 입구에서의 진동준위는 각각 110%, 28%, 30%였다.

3) 주기관을 통과하는 수직선상의 각 갑판에서의 진동준위는 주갑판에서 45%, 제 2 갑판에서 15%, 제 3 갑판에서 35%였다.

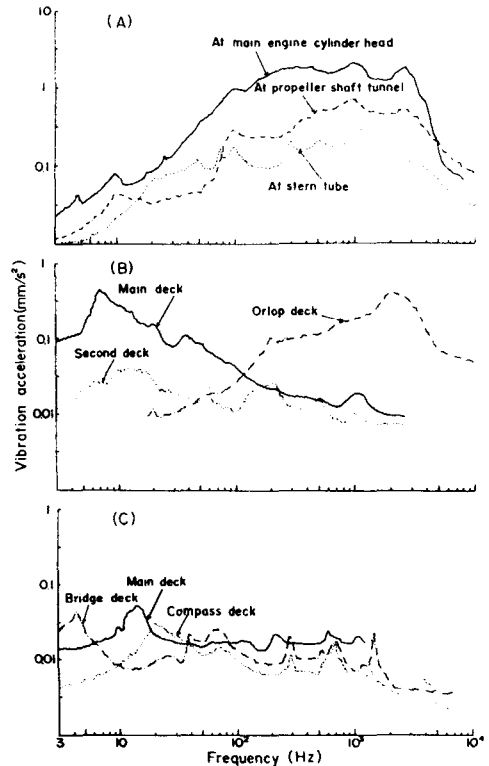


Fig. 7. Frequency analysis of vibration acceleration at vibration source (A), vertical line passes through main engine (B) and vertical line passes through bridge (C).

4) 선교를 통과하는 수직선상의 각 갑판에서의 진동준위는 주갑판에서 8%로써 가장 높았고 Compass deck에서 0.5%로 가장 낮았다.

2. 振動分析

1) 진동변위의 최대값은 진동원에서 주기관의 Cylinder head에서 $100\mu m$ 로 가장 높고 갑판상에서는 주기관을 통과하는 수직선상의 주갑판면에서 $60\mu m$ 로 가장 높고 Compass deck에서는 $3\mu m$ 로 가장 낮았으며 어느 경우나 100Hz 이상에서는 급격히 감쇠되는 경향을 나타내었다.

2) 진동속도의 최대값은 주기관의 Cylinder

head에서 12 mm/s로 가장 빠르고 갑판상에서는 주기관을 통과하는 수직선상의 주갑판상면에서 9 mm/s로 가장 빠르며 Compass deck에서는 0.09 mm/s로 가장 느렸다.

3) 진동가속도의 최대값은 주기관의 Cylinder head에서 중심진동수가 1 KHz이며 1.3 mm/s^2 으로 가장 높고 주갑판에서는 주기관 수직상면에서 8 Hz 내외로 0.7 mm/s^2 , Compass deck에서는 20 Hz 내외이고 0.05 mm/s^2 로 가장 낮았다.

參 考 文 獻

- 1) 渡邊惠弘, 栖原二郎(1944): 衝擊を受ける梁に就いて. 日本造船協會會報, 74, p.2-10.
- 2) 吉識雅夫(1943): 船體撓振動固有振動數を求める簡易計算法. 日本造船協會會報, 73,

p. 2-111.

- 3) 構山孝三(1937): 双螺旋船に於いて主機械又は推進器の相互干涉による船體振動の防止方法. 日本造船協會會報, 61, p. 2-12.
- 4) 白井靖幸, 鈴木 裕, 齊藤清隆, 辛亨鑑(1976): 磁氣コンパス装置位置附近における船體の振動測定結果. 日本航海學會論文集 58, p.9-14.
- 5) 香川洸二(1984): 船體振動に關する國際シンポジウム. 日本造船學會誌 667, p.35-39.
- 6) 熊井豊二(1983, '84): 船體振動研究の沿革
その1, 日本造船學會誌 665, p. 2-11.
その2, 日本造船學會誌 665, p. 2-10.
その3, 日本造船學會誌 667, p. 2-10.
その4, 日本造船學會誌 676, p. 33-42.
その5, 日本造船學會誌 677, p. 28-36.
その6, 日本造船學會誌 678, p. 2-11.

불우한 이웃을 도와

명랑사회 이룩하자