

實習船 새바다호의 船體振動에 關하여

朴 仲 熙

釜山水產大學
(1986년 7월 30일 수리)

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

Jung-Hee PARK

National Fisheries University of Pusan

(Received July 30, 1986)

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 cruising.
2. The vibration source level of the main engine, screw shaft and screw propeller were respectively 110, 90 and 80% while the cruising.
3. The main deck vibration pressure level at the check points 2, 20, 30, 40, 60, 70, 80, 86% 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 3 Hz to 10 KHz, predominant frequency was 1 KHz, each vibration acceleration 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 30 Hz, and each vibration acceleration level were respectively 0.7, 0.05, 0.07, 0.04 mm/s².

緒 論

船體의 振動源은 主機, 補機등의 稼動, 推進器, 推進器軸등의 回轉, 波濤에 의한 衝擊등으로 나눌 수 있으며, 巡航中은 물론이고, 主機는 稼動하지 않더라도 補機는 常時 稼動하고 있는 경우가 많으므로 漂泊이나 碇泊中에도 항상 振動을 일으키고 있다.

오늘날 船舶이 大型化, 高速化되어감에 따라 船體 振動은 커다란 問題點으로 대두 되고 있으며, 이 振動을 감쇠시키려는 方案의 하나로 機關을 多氣筒化 하고, 特殊工法으로 設置하는 등 대책을 강구하고 있으나, 完全하게 振動을 防止할 수 있는 대책이 없

어 船體強度유지나 精密計測機器들의 設置場所 選定 등에 많은 어려움이 따르고 있다.

船體振動에 관한 研究로서, 船體의 衝擊에 관하여는 渡邊¹⁾, 船體撓에 관하여는 吉識²⁾, 又推進器의 振動干涉에 관하여는 橫山³⁾, 磁氣콤파스의 裝置位置附近에 있어서의 振動에 관하여는 白井⁴⁾ 등의 대표적인 研究가 있고, 또 沓井⁵⁾는 船體振動에 관한 國際심포지움 結果를, 熊井⁶⁾는 船體振動 研究의 沿革을 발표한 것이 있으나, 巡航中인 船體의 振動에 관한 研究는 찾아 보기 어려웠다.

本 研究는 釜山水產大學 實習船 새바다호(船尾트 로운)가 巡航時와 漂泊時에 主機, 補機등의 稼動,

推進器軸 및 推進器의 回轉과 航進에 따른 造波衝擊 등으로 인한 振動이 甲板에서 應答되는 振動準位를 測定하고, 또한 그것을 變位, 速度, 加速度별로 分析, 比較한 結果를 報告한다.

方 法

實驗對象으로 한 船舶의 要目은 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	6 SH-24 AC
standard output	670 PS
standard revolution	720 rpm
Propeller;	
type of propeller	CPP type B1,000, SV-370 B
diameter	330 mm
maximum pitch	15°
standard revolution	235 rpm

船體의 振動은 그 振動源인 主機, 補機, 推進系 등의 驅動條件에 따라 振動準位가 變化하므로 内部 여러 곳에 있어서의 振動準位를 測定하기 위하여 巡航時와 漂泊時의 基準振動源 驅動條件을 Table 2와 같이 설정 하였다.

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

Sailing condition	Cruising Drifting	
	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	—

主甲板上에서의 測定點은 船首尾線상의 測定 가능한 位置를 선정하여 基準點을 정하고, 그 基準點과 그로부터 左右 6m 되는 점을 測定點으로 하였다.

第2, 第3 甲板上的 測定點은 主甲板上的 測定點에서 수직으로 관통하는 점들 중에 測定 가능한 位置를 설정하여 정하였으며, 각 측정점의 번호는 Fig. 1과 같다.

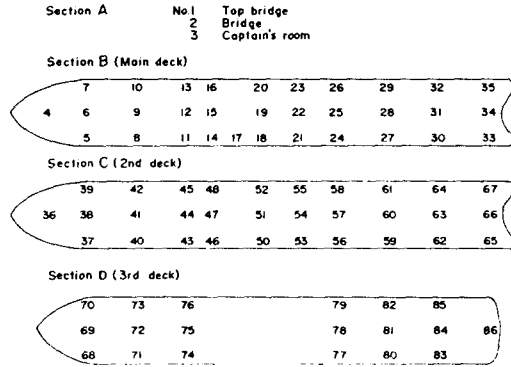


Fig. 1. Showing the check-points No. of vibration.

測定時期는 1985년 8월 5일 부터 8월 20일까지 인도네시아 암본항에서 호주 다윈항으로 향하는 航路上에서 해상이 잔잔한 날을 택하여 실시하였다.

測定點은 깨끗이 닦고, 測定點이 鐵인 때는 振動計를 磁石으로 密着시켰으며, 鐵이 아닌 때에는 압착시켜서 絶對 垂直振動을 測定하였다.

測定機器는 휴대용 振動分析器(B&K)를 사용 하였으며, meter function 은 RMS, 1초, 變位, 速度, 加速度 등은 각각 3 Hz와 10Hz, band-pass filter 는 23%로서 측정 하였다.

記錄은 DC log input 를 이용하여 記錄範圍 100 : 1 記錄紙速度는 1 mm/sec 로 하였다.

結果 및 考察

1. 振動準位

Fig. 2 는 巡航時의 船首尾線상의 振動準位를, 1 mm/s² 를 100%로 기준하여 船首材가 主甲板과 접하는 점으로부터 測定點까지의 距離를 X축에, 振動準位를 Y축에 잡아 나타낸 것이다. Fig. 2에서 主甲板上的 振動準位는 上部構造物이 없는 船首部에서는 9% 내외이나 學生室出入口 通路에서 12% 정도로 높아졌고, 船橋下의 室内에서 다시 7% 정도로 낮아졌다가 船橋後面의 通路에서 다시 14% 정도로 높아졌다. 上部構造物이 없는 作業甲板上에서는 12% 정도이나, 機關室上部에서는 45% 정도로 가장 높고, 漁獲物 處理室上部에서는 17%로 다시 낮아졌

實習船 새바다호의 船體振動에 關하여

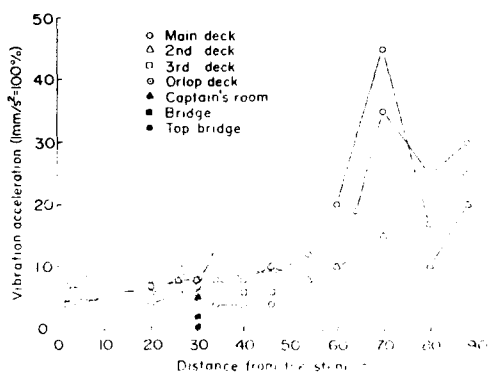


Fig. 2. Distribution of mean vibration level on the bow stern line under cruising.

으나 船尾端에서는 30% 정도로 높아졌다.

이와같이 機關室上部에서 가장 높은 것은 主機의 振動때문이고, 船尾端에서 다시 높아지는 것은 推進器의 回轉 때문이라고 생각되며, 船首尾線上에서 船橋下의 室內에서 가장 낮고 그 전후의 通路에서 그 보다 높은 것은 通路의 벽이 共振을 일으키기 때문이라 생각된다.

第2, 第3甲板上의 振動準位를 보면 船首部에 있어서는 主甲板과 대체적으로 같은 現象을 나타내고 있다. 그런데, 主機關을 지나는 垂直線上에서의 振動準位를 비교하면 第2甲板에서는 主甲板이나 第3甲板보다 월등히 낮는데, 이 부분이 學生室이어서 바닥에 木甲板을 깔고 그 위에 모노륨을 깔았기 때문에 다소 완충이 된다고 보더라도 예상외로 매우 낮은 것은 機關室의 폐쇄벽 때문에 空氣壓縮振動의 傳達效果보다 振動體의 直接振動 傳達效果가 큰 때문이라 생각된다.

Fig. 3은 主甲板上 船首尾線上에서의 左右舷측에 있어서의 振動準位를 比較한 것이다. Fig. 3에서 船

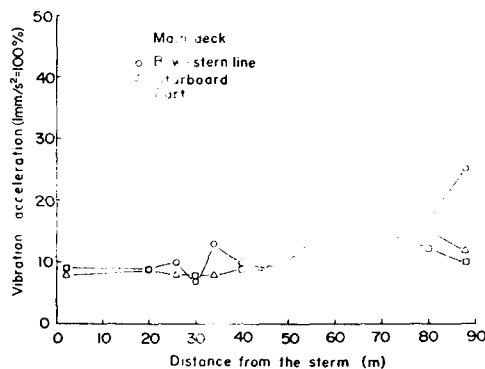


Fig. 3. Distribution of mean vibration level on the main deck under cruising.

首에서 45m까지는 3가지 測定線상의 振動이 대체로 6%~12%로 비슷한 경향을 나타내었으나, 機關室上部에서는 船首尾線上은 45%나 되는데 비하여 兩舷측은 15% 내외로 매우 낮았다.

또, 左舷과 右舷을 비교하면, 거의 비슷한 경향을 나타내고 있으나, 船尾部에서는 右舷측이 1~2% 높았는데, 이것은 機關室 出入口가 右舷측에 있기 때문인 것 같다.

Fig. 4는 船橋를 통과하는 垂直線上에서의 各層別 振動準位를 비교한 것이다. Fig. 4에서 어느 層에서나 巡航中인 때가 漂泊中인 때보다 높은 경향을 나타내었으며, 層別로는 主甲板이 가장 높고, Compass deck가 가장 낮다. 따라서, Compass의 設置位置로서는 compass deck가 가장 좋다고 볼 수 있다.

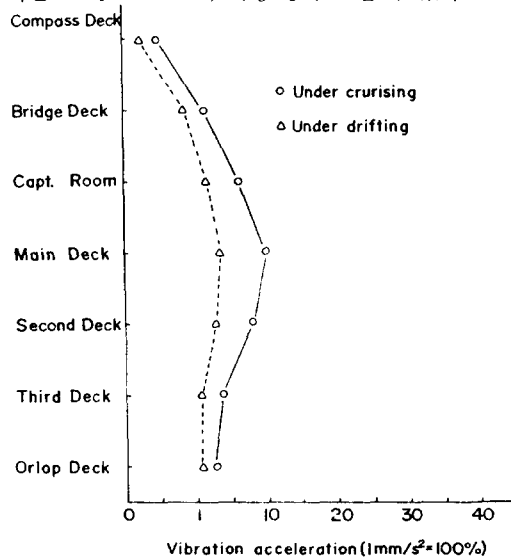


Fig. 4. Distribution of mean vibration level on the vertical line orlop deck through compass deck.

2. 振動變位와 速度 및 加速度的 스펙트럼分析

Fig. 5~7은 主機關의 cylinder head, 軸系管上部, 船尾管入口, 主機關 및 船橋를 각각 통과하는 垂直線上에서의 振動變位와 速度 및 加速度를 각각 스펙트럼 분석한 것이다.

이들 그림에서 A는 主機關의 cylinder head와 軸系管上部 및 船尾管入口이며, B는 主機關을 통과하는 垂直線上의 各甲板, C는 船橋를 통과하는 垂直線上의 各甲板에서의 振動을 나타낸 것이다.

이것에서 振動變位는 主機關에서는 中心振動數가 10 Hz 로서 100 μm , 軸系管上部에서는 5 Hz, 8 μm , 船尾管入口에서는 10 Hz, 9 μm 이며, 主機關을 통과하는 垂直線上的 主甲板에서는 5 Hz, 60 μm , 第2甲板에서는 4 Hz, 8 μm , 第3甲板에서는 10 Hz, 9.5 μm 였고, 船橋를 통과하는 垂直線에서는 主甲板, 船橋, Compass deck 에서 中心振動數는 다 같이 10 Hz 이나 變位는 각각 10 μm , 7 μm , 3 μm 였다. 또, 이들 3가지 垂直線上的 어느 경우나 振動數가 100 Hz 이상되면 變位가 급격히 작아지는 현상을 보이고 있다.

또, 振動速度는 主機關에서는 中心振動數가 10 Hz 로서, 12 mm/s, 軸系管위에서는 90 Hz, 0.7 mm/s, 船尾管入口에서는 70 Hz, 0.9 mm/s 였으며, 主機關을

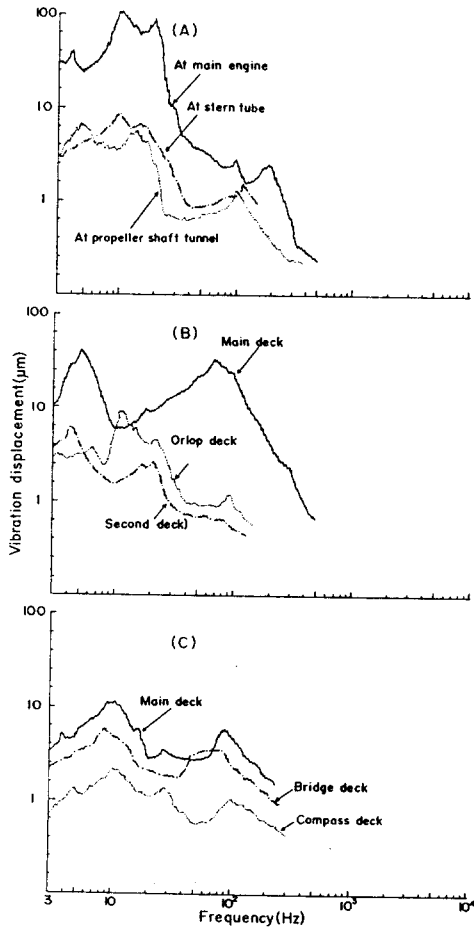


Fig. 5. Frequency analysis of vibration displacement at vibration source (A), vertical line passes through main engine (B) and vertical line passes through bridge (C).

통과하는 垂直線上的 主甲板에서는 8 Hz, 9 mm/s, 第2甲板에서는 20 Hz, 0.6 mm/s, 第3甲板에서는 10 Hz, 0.7 mm/s 였다.

船橋를 통과하는 垂直線上的 主甲板과 船橋甲板에서는 中心振動數는 다 같이 4 Hz 이나 變位는 각각 0.5 mm/s, 0.2 mm/s 이나 Compass deck 에서는 20 Hz 인데 0.09 mm/s 였다.

또, 이들 3가지 垂直線上的 어느 경우나 다 같이 中心振動數는 100 Hz 에서는 速度가 급격히 낮아지는 현상을 보이고 있다.

또, 振動加速度는 主機關, 軸系管위, 船尾管入口나 다 같이 中心振動數는 1 KHz 내의이나 加速度는 각각 1.3 mm/s², 0.85 mm/s², 0.45 mm/s² 였으며, 主機關을 통과하는 垂直線上的 主甲板에서는 8 Hz, 0.6 mm/s², 第2甲板에서는 15 Hz, 0.06 mm/s², 第3甲板에서는 2 KHz, 0.6 mm/s² 였고, 船橋를 통과하는 垂直線에서는 主甲板에서는 18 Hz, 0.07 mm/s², 船橋甲板에서는 4 Hz, 0.07 mm/s², Compass deck 에

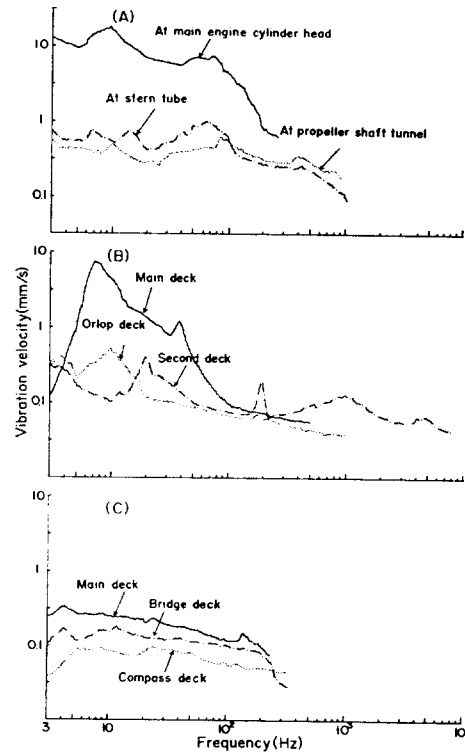


Fig. 6. Frequency analysis of vibration velocity at vibration source (A), vertical line passes through main engine (B) and vertical line passes through bridge (C).

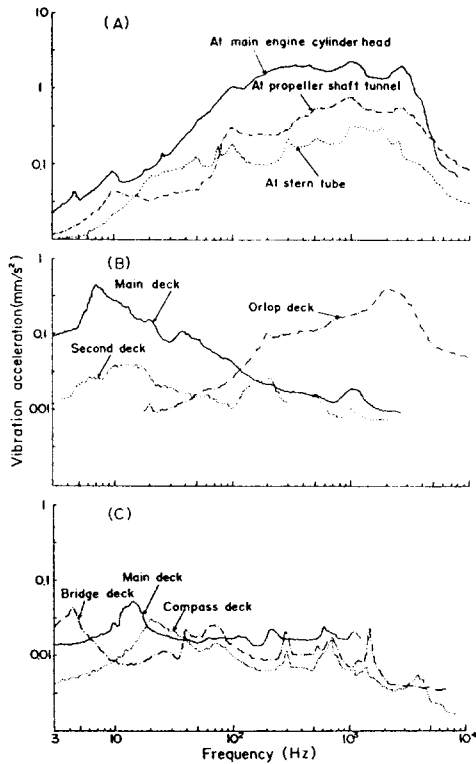


Fig. 7. Frequency analysis of vibration acceleration at vibration source (A), vertical line passes through main engine (B) and vertical line passes through bridge (C).

서는 20 Hz, 0.05 mm/s²였다. 이와 같은 결과는 Compass deck에서의 中心振動數는 白井⁴⁾ 등의 측정치와 거의 같았다.

要 約

1985년 8월 5일 부터 동년 8월 20일 까지 인도네시아 암본항에서 호주 다윈항으로 향하는 航路上에서 해상이 잔잔한 날을 택하여 實習船 새바다호의 巡航時와 漂泊時의 主機關과 軸系管上部 및 船尾管入口의 船體振動準位와 主機關과 船橋를 통과하는 垂直線上的 振動變位, 速度, 加速度 등을 各層別로 비교한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 振動準位

1) 主甲板에서 振動準位가 가장 높은 곳은 主機關의 垂直上面이었고, 가장 낮은 곳은 船橋甲板의

垂直下面이었으며, 이더에서나 舷側보다 船首尾線上에서 더욱 높았다.

2) 主機關 cylinder head, 軸系管上部, 船尾管入口에서의 振動準位는 각각 110%, 28%, 30% 였다.

3) 主機關을 通過하는 垂直線上的 各甲板에서의 振動準位는 主甲板에서 45%, 第2甲板에서 15%, 第3甲板에서 35% 였다.

4) 船橋를 通過하는 垂直線上的 各甲板에서의 振動準位는 主甲板에서 8%로서 가장 높았고, Compass deck에서 0.5%로서 가장 낮았다.

2. 振動分析

1) 振動變位の 最大값은 振動源에서는 主機關의 cylinder head에서 100 μm로 가장 높고, 甲板上에서는 主機關을 통과하는 垂直線上的 主甲板面에서 60 μm로 가장 높고 Compass deck에서는 3 μm로 가장 낮았으며 어느 경우나 100 Hz 이상에서는 급격히 감쇠되는 경향을 나타내었다.

2) 振動速度의 最大값은 主機關의 cylinder head에서 12 mm/s로 가장 빠르고, 甲板上에서는 主機關을 통과하는 垂直線上的 主甲板上面에서 9 mm/s로 가장 빠르며, Compass deck에서 0.09 mm/s로 가장 느렸다.

3) 振動加速度的 最大값은 主機關의 cylinder head에서 中心振動數가 1 KHz이며 1.3 mm/s²으로 가장 높고, 主甲板에서는 主機關垂直上面에서 8 Hz 내외로 0.7 mm/s², Compass deck에서는 20 Hz 내외이고 0.05 mm/s²로 가장 낮았다.

參 考 文 獻

- 1) 渡邊惠弘, 柘原二郎(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) 吉藏雅夫(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): 磁氣コンパス裝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) 香川洗二(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

朴 仲 熙

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.