

實習船 釜山 403號의 振動과 騒音

朴 仲 熙

釜山水產大學
(1987년 5월 20일 접수)

Vibration and Noise Level on the Training Ship Pusan 403

Jung Hee PARK

National Fisheries University of Pusan
(Received May 20, 1987)

This paper describes on the distribution of the vibration and the noise produced on a skipjack pole and line training ship M/S Pusan 403 (243 GT, 1,000 ps) under the cruising or drifting condition.

The vibration and the noise level were measured by use of portable vibration analyzer (B & K 3513) and sound level meter (B & K 2205), and so the vibration level was converted into dB unit.

The check points were set through every decks and around important places of the ship.

The results obtained can be summarized as follows:

1. The vibration and the noise level

- 1) On the main deck, both the vibration and the noise level were highest at the vertically above the main engine, whereas the vibration level was the lowest in the bow store and the noise level beneath the bridge.
- 2) Under cruising condition, the vibration level around the cylinder head of main engine, port side of the engine room, on the shaft tunnel was 80, 67, 65 dB and the noise level 104, 87, 86 dB, respectively.
- 3) The vibration level on the vertical line passing through the bridge was the highest at the orlop deck with 60 dB and the lowest on the bridge deck with 55 dB, whereas the noise level the highest at the compass deck with 75 dB and the lowest at the orlop deck with 53 dB.
- 4) The vibration and the noise level on the open decks were the highest with 65 dB and 84 dB on the boat deck, whereas the vibration level was the lowest at the lecture room with 51 dB and the noise level the lowest at the fore castle deck with 57 dB.
- 5) On the orlop decks, both the vibration and the noise level were the highest at the engine room with 65 dB and 85 dB, and the lowest at bow store with 54 dB and 52 dB, respectively.

Comparing with the vibration level and the noise level, the vibration level was higher than the noise level in the bow part and it was contrary in the stern part of the ship.

2. Vibration analysis

- 1) The vibration displacement and the vibration velocity were the greatest at the cylinder head of main engine with 100 μm and 11 mm/sec, and were the smallest at the compass deck with 3 μm and 0.07 mm/sec. They were also attenuated rapidly around the frequency of 100 Hz and over.
- 2) The vibration acceleration was the greatest at the cylinder head with the main frequency of 1 KHz and the acceleration of 1.1 mm/sec², and the smallest at the compass deck with 30 KHz and 0.05 mm/sec².

緒 論

船體의 振動 및 騒音源은 主機, 補機등의 가동, 推進器와 軸系의 回轉, 航進에 따른 파도의 충격등으로 나눌 수 있으며, 巡航時는 물론이고, 漂泊이나 碇泊時에도 補機는 상시 가동하고 있기 때문에 船舶은 항상 振動과 騒音을 면할 길이 없다.

오늘날, 船舶이 高速化, 大型化됨과 더불어 機關도 高馬力化, 大型化되므로서 船體의 振動과 騒音은 더욱 커다란 문제점으로 대두되고 있다. 이것을 감쇠시키는 방안은 機關의 多氣筒化, 設置方法의 改善 등이 있으나, 完全하게 방지할 대책이 없어서, 船體 強度유지나 精密計測機器 및 居住室의 配置등에 많은 어려움이 따르고 있다.

船體振動에 관한 연구로서는 船體의 衝擊에 관하여 渡邊,¹⁾ 船體撓에 관하여 吉識,²⁾ 双推進器의 振動干涉에 관하여 橫山,³⁾ 磁氣컴파스의 裝置位置부근에 있어서의 振動에 관하여 白井,⁴⁾ 船舶騒音에 관하여 朴·金⁵⁾, 船舶騒音과 振動에 관하여 朴,⁶⁾ 山口⁷⁾ 등의 研究가 있고, 또 香川⁸⁾는 船體振動에 관한 國際실험포지움 結果를, 熊井⁹⁾는 船體振動 研究의 沿革을 발표한 바 있으나, 선체의 振動과 騒音 및 振動分析에 관한 研究文獻은 찾아 보기 어렵다.

本研究에서는 釜山水產大學 實習船 釜山 403호의 巡航時와 漂泊時의 主機, 補機의 加동, 軸系回轉, 造波衝擊 등으로 인한 振動·騒音이 各 甲板線에서 應答되는 準位를 測定, 比較하고, 또 振動分析을 행하여 그 특성을 比較考察한 結果를 報告한다.

方 法

實驗船舶의 要目은 Table 1 과 같다.

船體의 振動과 騒音을 일정하게 유지하기 위해서 巡航時와 漂泊時의 振動源을 Table 2 와 같이 설정하여 基準振動源으로 삼았다.

Table 1. Dimension of the vibration and noise observed ship

Type of the ship	skipjack pole & liner
Hull; kind of hull	steel
length p. p.	43.15 m
moulded breadth	7.0 m
moulded depth	3.25 m
Main engine;	
type of engine	Diesel(Daihatsu 8psH)
standard output	1,000 ps
standard revolution	680 rpm
number of cylinder	8
Generator;	
type of generator	Diesel(Yanmar 6KL)
standard output	125 ps
standard revolution	1,200 rpm
Propeller;	
type of propeller	F.P.P.(4 blade), solid
diameter	2,100 mm
pitch	1,320 mm
standard revolution	280 rpm

主甲板上에서의 測定點은 船首尾線상의 측정 가능한 위치를 선정하여 정하였고, 主甲板上下의 甲板上의 測定點은 主甲板상의 測定點에서 수직으로 관통하는 점들 중에서 測定 가능한 위치를 설정하여 정하였으며, 각 측정점의 번호는 Fig. 1 과 같다.

測定은 1986년 8월 1일 부터 8월 30일까지 완도에서 흑산도, 흑산도에서 제주로 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 밀착시켰으며, 鐵이 아닌 때에는 압착시켜서 絶對垂直振動을 測定하여 dB로 환산하였다.

測定機器는 휴대용 振動分析器(B & K 3513)를 사용하였으며, meter function 은 RMS 1초로 맞추어 놓고 5초간격으로 눈금을 3회 이상 읽은 값을 평균하여 測定값으로 하였고, 振動分析을 할때의 變位, 速度, 加速度 등은 3Hz이상의 振動數는 모두 흡수

Table 2. Standard operating condition of the ship for the observation

Navigating condition	Cruising	Drifting
Main engine ; revolution	680 rpm	300
output	1,000 ps	—
Propeller ; revolution	280 rpm	—
pitch	1,320 mm	—
Generator ; revolution	1,200 mm	—
output	125 ps	1,200
Speed ;	11.37 kt	—

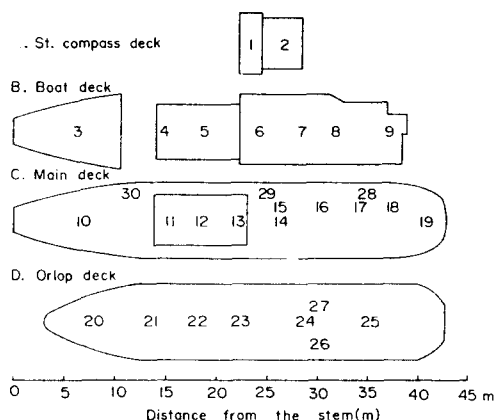


Fig. 1. The check-points for vibration and noise measurement on the observed ship.

- ①② center/stern part of compass deck
- ③ fore castle deck
- ④⑤ bow/center part of roof on the lecture room
- ⑥ bridge deck
- ⑦ wireless room
- ⑧⑨ bow/stern part of boat deck
- ⑩ store
- ⑪⑫⑬ bow/center/stern part of lecture room
- ⑭ laboratory
- ⑮⑯ gallery
- ⑰ crew's saloon
- ⑱ galley
- ⑲ stern deck
- ⑳ store
- ㉑㉒㉓ bow/center/stern part of cadet's cabin
- ㉔ main engine
- ㉕ screw shaft
- ㉖㉗ port/starboard part of engine room
- ㉘㉙㉚ stern/midship/bow part of bulwark rail

되도록 하여 측정하였으며, 이때 band-pass filter는 23%로 하였다.

기록은 DC log input를 이용하여 기록範圍 100 ; 1, 기록紙速度는 1mm/sec로 하였다.

騒音測定은 指示騒音計(B & K 2205)로 甲板上 1.2 ~ 1.3 m 높이에서 騒音計가 위로 향하게 들고 垂直 騒音準位(A)를 5초간격으로 3회 이상 읽어 평균값을 측정치로 하였다.

結果 및 考察

1. 振 動

Fig. 2는 振動準位分布를 살피기 위해 船首尾線上에서 船首로부터 測定點의 距離를 X축에, 振動準位를 Y축에 잡아 나타낸 것이다.

Fig. 2에서 主甲板上의 巡航時 振動準位는 船首甲板倉庫에서 53 dB, 教室의 船首쪽에서 60 dB, 教室의 中央에서 55 dB, 教室의 船尾쪽에서 57 dB, 船橋下 通路에서 61 dB, 機關室 上部通路에서 62 dB, 船員食堂에서 61 dB, 調理室에서 57 dB, 상부구조물이 없는 船尾甲板에서 63 dB였다. 이에 비하여 漂泊時의 振動準位의 相對値는 巡航時와 거의 같고 絕對値

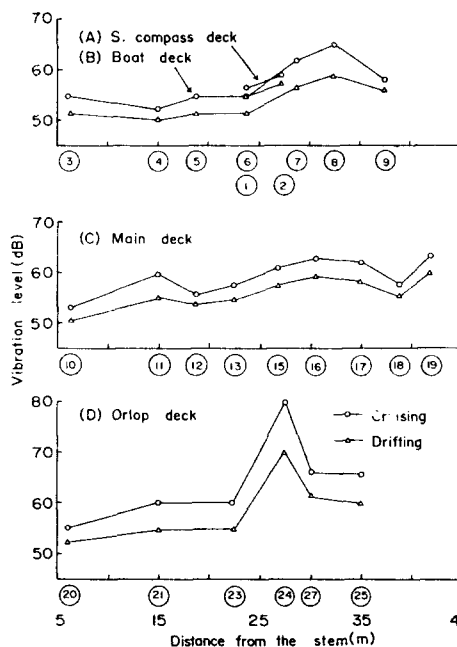


Fig. 2. Distribution of the mean vertical vibration level on the bow-stern line under cruising or drifting condition.

Numerals denote the check-points, and (A) compass deck, (B) boat deck, (C) main deck, (D) orlop deck, -○- cruising and -△- drifting.

는 巡航時보다 2~3 dB 정도 낮다.

最低甲板上에서 主機關의 振動準位는 巡航時 80 dB, 漂泊時 70 dB였다. 또 巡航時 機關室 中央部 左쪽에서는 67 dB, 右쪽에서는 65 dB였는데, 이는 左쪽에는 補機가 있기 때문이며, 軸系管 上部에서 65 dB, 船首部에서 54 dB로 가장 낮았다.

보우트甲板線上에서는 中央部가 65 dB로 가장 높고, 教室 頂部 船首쪽에서 52 dB로 가장 낮는데 船首樓甲板에서 이 보다 약 1.5 dB이 더 높은 것은 造波衝擊振動에 기인하는 것으로 생각된다.

Compass deck의 中央部에서 56 dB이고, 같은 층의 船尾쪽이 58 dB로 약 2 dB이 높은 것은 機關室에 가깝기 때문이라고 생각된다.

2. 騒 音

Fig. 3는 騒音準位分布를 살피기 위해 船首尾線上에서 船首로부터 測定點의 距離를 X축에, 騒音準位를 Y축에 잡아 나타낸 것이다.

實習船 釜山 403號의 振動과 騒音

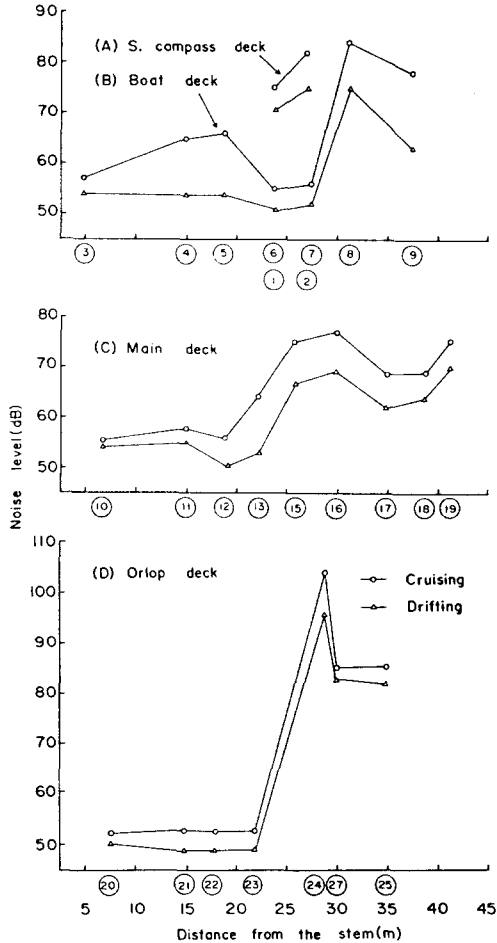


Fig. 3. Distribution of the mean noise level on the bow-stern line under cruising and drifting condition. Symbols are as same as Fig. 2.

Fig. 3에서 主甲板上的 巡航時의 騒音壓準位는 船首쪽에서부터 시작하여 상부구조물이 있는 船首甲板倉庫에서 55 dB, 教室船尾쪽에서 63 dB, 船橋下部通路에서 75 dB, 機關室上部通路에서 77 dB, 船員食堂에서 68 dB, 調理室에서 68 dB 였는데, 상부구조물이 없는 船尾上甲板에서는 75 dB 였다. 이들 중 通路에서 높은 것은 機關室이 가장고, 또 圍壁의 共振現象이 있기 때문이고, 教室 中央部가 船首쪽보다도 약 2 dB 낮은 것은 공간이 넓기 때문이라고 생각되며, 船員食堂에서는 機關室 騒音, 調理室에서는 軸系 騒音의 영향이 크고, 상부구조물이 없는 船尾甲板에서는 煙突의 排氣騒音의 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 또 漂泊時와 巡航時를 비교하면 相對値는 巡航時와 거의 같고 絶對値는 漂泊時가 2~7dB 정도

낮다.

最低甲板上에서 主機關의 騒音壓準位는 巡航時 104 dB, 漂泊時에는 96 dB 였다. 또 巡航時 機關室 中央에서는 87 dB이며, 軸系管上에서는 86 dB 로 모두 높았다. 그러나, 상부구조물이 있는 船首쪽의 學生침실에서는 53 dB 내외로 매우 낮았다.

이와 같은 결과에서 볼때 밀폐된 구조물은 防音效果가 높음을 알 수 있다.

보우트甲板線上에서는 巡航時 騒音準位가 船首樓甲板에서 57 dB, 教室上部甲板에서 65~66 dB, 船橋에서 55 dB, 無電室에서 56 dB, 보우트甲板中央에서 84 dB, 보우트甲板船尾쪽에서 78 dB 로 높는데 상부구조물이 있는 船橋와 無電室에서 閉門했을 때 55~56 dB 이고 開門했을 때는 약 4 dB 이 높은 60dB 내외 였다.

Compass deck 에서는 75 dB, 船尾쪽에서는 80 dB 로 높는데, 이것은 露天甲板인 上部甲板에서는 主機關의 騒音보다 煙突排氣騒音의 영향이 크기 때문이다.

Fig. 4는 巡航時의 振動과 騒音準位를 나타낸 것이다.

이것에서 主甲板線上的 船首에서부터 教室 中央部까지는 약 2 dB, 船橋下 通路와 機關室 上部通路에서 15~16 dB, 船員食堂, 調理室 및 船尾甲板上에서 6~8 dB 정도로 어느 곳에서나 振動準位가 騒音壓準位보다 낮다.

最低甲板線上에서는 船首에서 學生室 中央部까지는 振動準位가 騒音壓準位보다 3~8 dB 정도 높는데, 반대로 機關室에서는 18~20 dB 정도 낮고 振動源인 主機關에서는 振動準位가 약 24 dB 낮아 그 차이가 가장 크다.

보우트甲板線上에서는 상부구조물이 있는 船橋와 無電室에서 振動準位가 약 2 dB 높는데, 상부구조물이 없는 곳에서는 騒音準位가 振動準位보다 높다. 또, 그 차는 보우트甲板 중앙에서 20dB 정도 최대이고, 船首樓甲板상에서 2 dB 정도 최소이다. 또 compass deck 상에서는 그 차이가 25~26 dB 트 다른 어느 갑판선상 보다는 크다.

Fig. 5는 X 측에 騒音 및 振動準位를, Y 측에 船橋를 통하는 垂直線上的 各甲板의 層을 나타낸 것이다.

이것에서 振動準位는 最低甲板에서 가장 높으며 船橋에서 가장 낮고, 騒音準位는 반대로 compass deck 에서 가장 높고, 最低甲板에서 가장 낮음을 알 수 있다. 이것은 船橋甲板을 통하는 垂直線上的 振

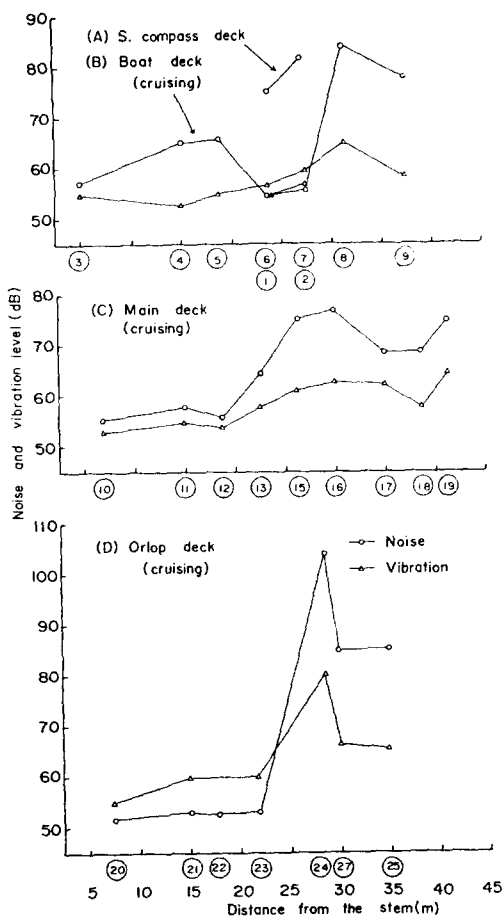


Fig. 4. Relation between the mean vibration level and the noise level on the bow-stern line under cruising condition. Numerals denote the check-points, and (A) compass deck, (B) boat deck, (C) main deck, (D) orlop deck, -○- noise and -△- vibration.

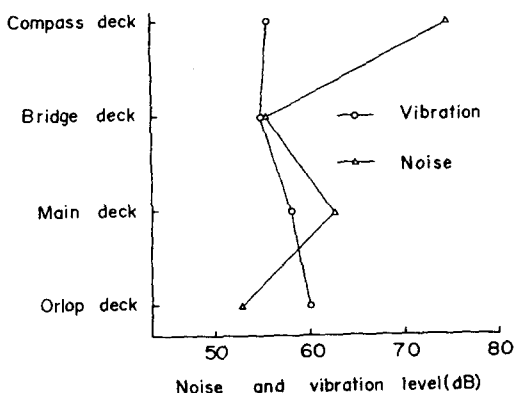


Fig. 5. Relation between the mean vibration level and the noise level on the vertical line through the compass deck under cruising condition.

動은 最低甲板에서 上層으로, 騒音은 煙突로 부터 下層甲板으로 전파됨을 알 수 있다.

Fig. 6은 各室에서의 振動과 騒音準位를 비교하기 위하여 X축에 船首尾線상의 各室의 位置를, Y축에 巡航時의 振動 및 騒音의 準位를 나타낸 것이다.

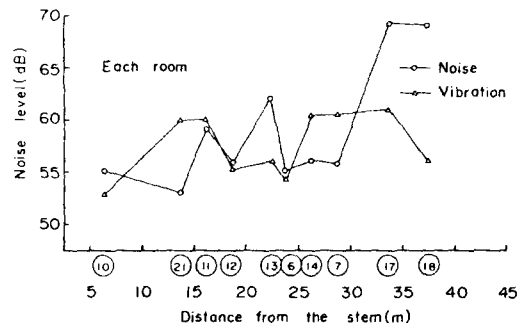


Fig. 6. Relation between the mean vibration level and the noise level on the each room under cruising condition.

振動準位가 높은 室은 學生室, 教室, 研究室, 電 無室, 船員食堂으로서 60~62dB 로 거의 같고, 낮은 室은 船首甲板倉庫, 教室 中央, 教室 船尾쪽, 船橋, 調理室로서 53~55dB 정도이다.

또, 騒音準位를 보면 教室에서 58~62 dB로서 陸上 教室에서의 일반적 기준인 55 dB 보다 3~7 dB 나 높 으며, 船員食堂과 調理室에서는 70 dB 내외로 더욱 높아서 대화에 장애를 받을 정도이다. 낮은 室은 船 首甲板倉庫, 學生室, 船橋, 研究室로서 54~57 dB 이 고, 機關室에서는 87~104 dB, compass deck 에서는 75~80 dB, 보우트 deck 및 内部通路에서는 75~77 dB 이다. 이것은 ISO의 騒音推奨値가 艙실에서는 55~60 dB, 知的作業을 하는 곳에서는 60~70 dB 로 한 것과 비교하면 騒音準位가 낮은 室에서는 ISO 의 기준치와 거의 같으나, 높은 室에는 기준치보다 상당히 커서 본선은 騒音방지 대책이 필요하다.

Fig. 7은 X축에는 巡航時 bulwark rail 상에서 船 首로 부터서의 거리를, Y축에 振動 및 騒音準位를 나타낸 것이다.

이것에서 振動準位는 船首로 부터 37 m인 船尾部 에서 64 dB 로 가장 높고, 11 m인 船首部에서는 62 dB 로서 가장 낮는데, 騒音準位는 機關室인 25 m 의 곳에서 62 dB 로 가장 높고, 船尾쪽 37 m 의 곳 에서는 57 dB, 船首에서 11 m 의 곳에서는 53 dB 로 가 장 낮으며 rail 상 어느점에서도 振動準位가 騒音準 位보다 높다.

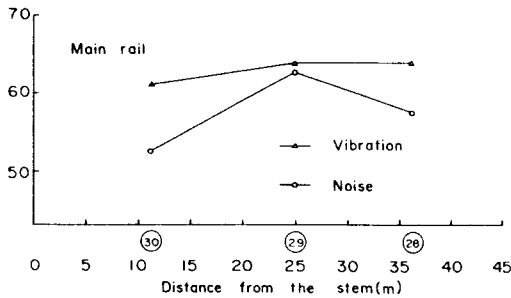


Fig. 7. Relation between the mean vibration level and the noise level on the bulwark rail under cruising condition.

2. 振動變位와 速度 및 加速度의 스펙트럼 분석

Fig. 8~10 은 主機關의 cylinder head, 機關甲板, 軸系管上部, 教室內的 탁자 위, compass deck, compass card 상에서의 振動變位와 速度 및 加速度를 각각 스펙트럼 분석한 것이다.

Fig. 8에서 振動變位는 主機關에서는 $100 \mu m$, 機關

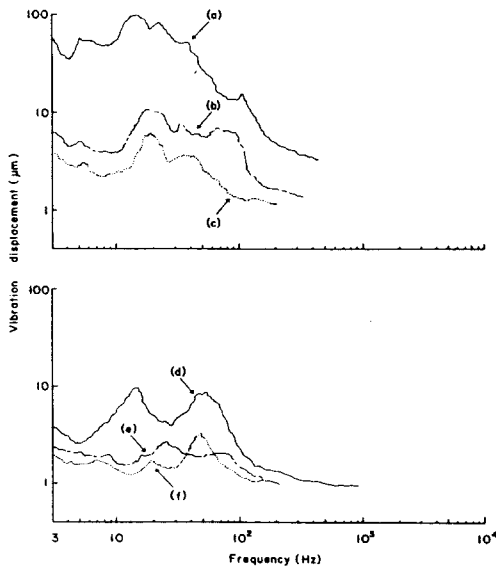


Fig. 8. The vibration displacement at each check-points.

- (a): cylinder head of main engine,
- (b): engine deck,
- (c): propeller shaft tunnel,
- (d): on the table in the lecture room,
- (e): standard compass deck,
- (f): standard compass card.

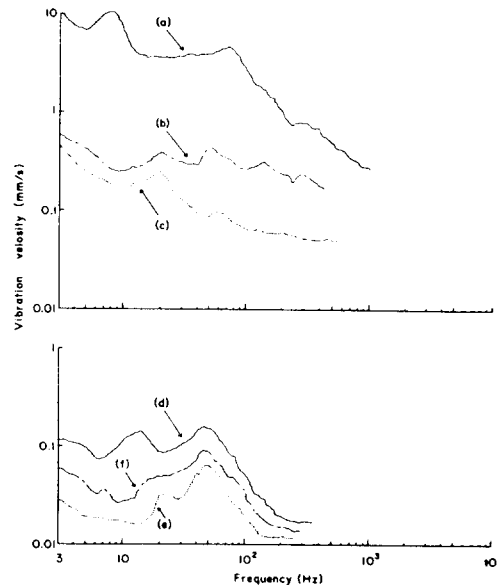


Fig. 9. The vibration velocity at each check-points. Symbols are as same as Fig. 8.

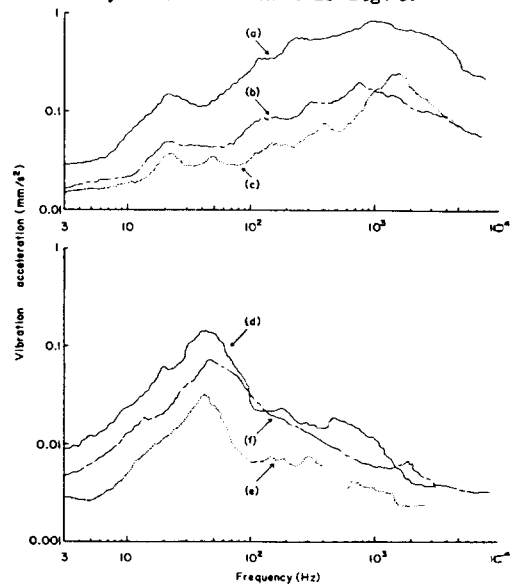


Fig. 10. The vibration acceleration at each check-points. Symbols are as same as Fig. 8.

室 바닥에서는 $10 \mu m$, 軸系管上에서는 $8 \mu m$ 이며 學生室內的 탁자 위에서는 $10 \mu m$, compass card 위에서는 $5 \mu m$ 이다. 또, 이들은 어느 경우나 振動數가 $100 Hz$ 이상 되면 變位가 급격히 작아지는 현상을 보이고 있다.

Fig. 9에서 振動速度는 主機關에서는 $11 mm/sec$,

機關室 바닥에서는 $0.8mm/sec$, 軸系管上에서는 $0.3mm/sec$, 學生室의 탁자 위에는 $0.2mm/sec$, compass deck에서는 $0.07mm/sec$, compass card 위에서는 $0.09mm/sec$ 이다. 또 이들은 어느 경우나 모두 $100Hz$ 에서 速度가 급격히 늦어지는 현상을 보이고 있다.

또, 主機關, 機關室 바닥, 軸系管上이 모두 中心周波數는 $1KHz$ 이고 振動加速度는 각각 $1.1mm/sec^2$, $0.3mm/sec^2$, $0.4mm/sec^2$ 이며, 學生室內의 탁자 위, compass deck, compass card 위에서는 다 같이 中心周波數는 $30Hz$ 이고 振動加速度는 각각 $0.2mm/sec^2$, $0.05mm/sec^2$, $0.08mm/sec^2$ 이다.

本試驗船의 振動加速度分析 結果는 朴^{하)}의 研究結果와 거의 같다.

要 約

1986년 8월 1일 부터 8월 30일까지 완도, 목포, 흑산도 항로와 흑산도에서 제주항 항로상에서 해상이 잔잔한 날을 택하여 實習船 釜山403號의 巡航時와 漂泊時의 主機關과 各 甲板의 船首尾線上에서의 主要 장소에서의 振動과 騒音準位를 측정하고 振動分析을 통하여 振動變位, 速度, 加速度를 比較·考察한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 振動과 騒音壓準位

1) 主甲板上에서 振動과 騒音準位가 가장 높은 곳은 主機關의 垂直上面이고 가장 낮은 곳은 騒音은 船橋垂直下, 振動은 船首部倉庫의 垂直下面에서이다.

2) 主機關 cylinder head, 機關室 左側, 軸系管上部에서 巡航時의 振動準位는 80, 67, 65 dB 이고, 騒音準位는 각각 104, 87, 86 dB이다.

3) 船橋를 통과하는 垂直線上的 振動準位는 最低甲板에서 60 dB로 가장 높고, 船橋甲板에서 55 dB로 가장 낮으며, 騒音準位는 compass deck에서 75 dB로 가장 높고, 最低甲板에서 53 dB로 가장 낮다.

4) 露天甲板上에서 振動과 騒音準位는 모두 보우트甲板에서 각각 65, 84 dB로 가장 높고, 振動準位는 教室 위에서 51 dB, 騒音準位는 船首樓甲板上에서 57 dB로 가장 낮다.

5) 最低甲板의 振動과 騒音準位는 모두 機關室에서 가장 높아 각각 65 dB, 85 dB 이고, 船首部倉庫에

서 가장 낮아 각각 54 dB, 52 dB이다. 振動準位와 騒音準位를 비교하면 機關室을 중심으로 하여 船首 쪽에서 振動準位가 높고, 船尾쪽에서는 騒音準位가 높다.

2. 振動分析

1) 振動變位는 主機關 cylinder head에서 $100\mu m$ 로 가장 크고, compass deck에서는 $3\mu m$ 로 가장 작다. 또 振動速度는 主機關 cylinder head에서 $11mm/sec$ 로 가장 빠르고, compass deck에서 $0.07mm/sec$ 로 가장 느리며, 이들은 모두 $100Hz$ 이상에서는 급격한 감쇄를 보였다.

2) 振動加速度는 主機關 cylinder head에서 中心周波數 $1KHz$, $1.1mm/sec^2$ 로 가장 빠르고 compass deck에서 $30Hz$, $0.05mm/sec^2$ 로 가장 느리다.

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); 雙螺旋船に於いて主機關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の振動測定結果. 日本航海學會論文集 58, p.9-14.
- 5) 朴仲熙·金尚漢(1975); 船舶騒音에 관한 研究. 韓國水産學會誌 8(4). p.202-208.
- 6) 朴仲熙(1986); 實習船 새바다호의 船體振動에 關하여. 韓國漁業技術學會誌. 22(3). p.23-28.
- 7) 山口裕一郎外 6名(1981); 練習船勢水丸の騒音と振動. 三重水産研報 8. p.81-95.
- 8) 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.
- 9) 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, 同 665, p.2-10. その3, 同 667, p.2-10.
その4, 同 676, p.33-42. その5, 同 677, p.28-36. その6, 同 678, p.2-11.