
 論 文

大韓造船學會誌
 第19卷 第1號 1982年 3月
 Journal of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 19, No. 1, March 1982

船首船型の 波浪荷重 特性

黃宗屹* · 李承俊** · 柳在文**

The Effect of Forebody Section Shape on Wave Loads

J.H. Hwang*, S.J. Lee** and J.M. Yoo**

Abstract

The effects of the forebody geometry of ships on the response function of wave loads are investigated by numerical calculations based on a strip method.

For the vertical wave loads both shearing forces and bending moments, the V-shaped bow gives greater responses than the U-shaped one in regular oblique waves. These results have been clarified by the vector diagram of all static and dynamic components contributing to the resultant wave bending moment. In the present evaluation the phase relation among the components plays an important role.

And the effect of the forebody geometry on lateral wave loads seems to be negligible from the result of the present investigation.

1. 緒 言

船首形狀이 船體運動에 미치는 영향에 관해서는 일찌기 Lewis[1], Ochi[2], Swaan 및 Vossers[3] 등의 실험적 연구가 있고 비교적 최근에는 Strip method를 이용한 數值計算에 의한 연구가 Yourkov[4], 金[5]에 의해서 이루어지고 있다.

波浪荷重에 관한 船首形狀의 영향에 관해서는 Lewis [1], Swaan 등[3]이 實驗적으로 다루고 있으나 垂直波浪荷重모우먼트에 局限되고 있다. 그후 Fukuda[6]에 의해서 垂直波浪荷重 모우먼트의 Strip理論에 입각한 計算法이 發表되고 1970年代에 Salvensen 등[7], Nagamoto[8], Wahab[9] 등에 의해서 水平波浪荷重 및 비틀림모우먼트의 計算法이 알려졌다. 이어서 많은 計算이 이루어지고 있으나 船首形狀의 波浪荷重에 대한

영향에 관한 研究는 그다지 이루어 지고 있지 않다.

本報文에서는 New Strip理論[10]에 입각하여 船首形狀이 斜波中에서의 波浪荷重에 미치는 영향을 數值計算에 의해서 조사 검토하였다. 특히 垂直波浪荷重모우먼트에 對해서는 船體에 作用하는 힘들에 起因하는 모든 荷重모우먼트 成分을 計算하여 그 振幅과 位相을 同時에 고려하는 벡터 線圖를 作成하여 船首船型の 영향을 檢討하였다.

2. 波浪剪斷力 및 모우먼트

2.1. 座標系

空間에 고정된 座標系를 $O'-XYZ$, 原點을 重心 G 에 놓은 船體固定座標系를 $G-x_1y_1z_1$, 原點을 靜止自由表面에 놓은 船體固定座標系를 $O-xyz$ 라고 하였으며, 規則波의 進行方向을 X 의 陰方向, 鉛直上向을 Z 의 陽方

接受日字: 1982년 3월 8일; 再接受日字: 1982년 3월 19일

* 正會員, 서울大學校 工科大學

** 正會員, 서울大學校 大學院

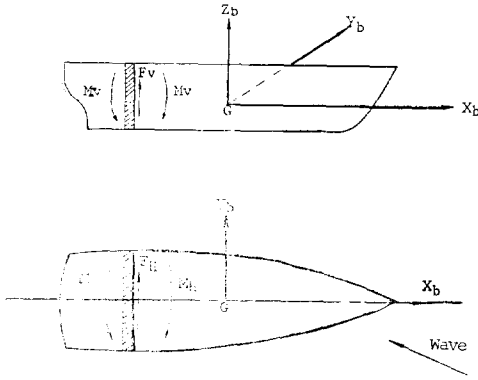


Fig. 1-1. Sign Convection of Shearing Forces and Bending Moments.

向으로 잡았다.

波浪剪斷力 및 모우멘트의 符號는 Fig. 1-1에 나타낸 것을 陽으로 잡았다.

2.2. 波浪剪斷力 및 波浪모우멘트

靜水壓에 기인하는 變動壓力, radiation 速度 potential 에 기인하는 變動壓力, Froude-Krylov force에 기인하는 變動壓力 및 diffraction 速度 potential에 기인하는 變動壓力를 船體表面에 따라서 積分한 힘과 船體運動에 의해서 발생한 慣性力로부터 波浪剪斷力과 波浪慣性 모우멘트가 計算된다.

船體의 各橫斷面에 作用하는 上記 힘을 船尾端 l_0 로부터 임의의 단면($x=x'$)까지 積分하면, 그 斷面에 作用하는 垂直剪斷力 F_V 및 水平剪斷力 F_H 가 얻어지고, 또 그 斷面까지의 거리를 곱해서 積分하면 垂直굽힘모우멘트 M_V 와 水平굽힘모우멘트 M_H 가 구해진다.

즉,

$$\begin{aligned}
 F_V &= \int_{l_0}^{x'} \left\{ \frac{dF_{z0}}{dx} + \frac{dF_{dz}}{dy} + \frac{dF_z^{FK}}{dx} + \frac{dF_{Iz}}{dx} \right\} dx \\
 F_H &= \int_{l_0}^{x'} \left\{ \frac{dF_{y0}}{dx} + \frac{dF_{dy}}{dx} + \frac{dF_y^{FK}}{dx} + \frac{dF_{Iy}}{dx} \right\} dx \\
 M_V &= \int_{l_0}^{x'} \left\{ \frac{dF_{z0}}{dx} + \frac{dF_{dz}}{dx} + \frac{dF_z^{FK}}{dx} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{dF_{Iz}}{dx} \right\} (x-x') dx \\
 M_H &= \int_{l_0}^{x'} \left\{ \frac{dF_{y0}}{dx} + \frac{dF_{dy}}{dx} + \frac{dF_y^{FK}}{dx} \right. \\
 &\quad \left. + \frac{dF_{Iy}}{dx} \right\} (x-x') dx \tag{2.1}
 \end{aligned}$$

여기서 dF_{z0}/dx , dF_{y0}/dx 는 靜水壓의 變化와 radiation force이며, dF_{dz}/dx , dF_{dy}/dx 는 diffraction force 이다. 또 dF_z^{FK}/dx , dF_y^{FK}/dx 는 Froude-Krylov force 이고, dF_{Iz}/dx , dF_{Iy}/dx 는 慣性力을 나타낸다.

(2.1)의 右邊의 各項은 다음과 같이 계산된다. 먼저 靜水壓과 radiation potential에 기인한 힘 및 모우멘트의 cosine成分과 sine成分은

$$\begin{aligned}
 \int_{l_0}^{x'} \frac{dF_{z0}}{dx} dx &= \bar{z}_a \left[(a'_{zz}\omega_e^2 - c'_{zz}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_z}{\sin \varepsilon_z} \right\} + b'_{zz}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_z}{\cos \varepsilon_z} \right\} \right] + \bar{\theta}_a \left[(a'_{z\theta}\omega_e^2 - c'_{z\theta}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\theta}{\sin \varepsilon_\theta} \right\} + b'_{z\theta}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_\theta}{\cos \varepsilon_\theta} \right\} \right] \\
 \int_{l_0}^{x'} \frac{dF_{y0}}{dx} dx &= \bar{y}_a \left[(a'_{yy}\omega_e^2 - c'_{yy}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_y}{\sin \varepsilon_y} \right\} + b'_{yy}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_y}{\cos \varepsilon_y} \right\} \right] + \bar{\psi}_a \left[(a'_{y\psi}\omega_e^2 - c'_{y\psi}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\psi}{\sin \varepsilon_\psi} \right\} + b'_{y\psi}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_\psi}{\cos \varepsilon_\psi} \right\} \right] \\
 &\quad + \bar{\varphi}_a \left[(a'_{y\varphi}\omega_e^2 - c'_{y\varphi}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\varphi}{\sin \varepsilon_\varphi} \right\} + b'_{y\varphi}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_\varphi}{\cos \varepsilon_\varphi} \right\} \right] \\
 \int_{l_0}^{x'} \frac{dF_{z0}}{dx} x dx &= \bar{\theta}_a \left[(c'_{\theta\theta} - a'_{\theta\theta}\omega_e^2) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\theta}{\sin \varepsilon_\theta} \right\} - b'_{\theta\theta}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_\theta}{\cos \varepsilon_\theta} \right\} \right] + \bar{z}_a \left[(c'_{z\theta} - a'_{z\theta}\omega_e^2) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_z}{\sin \varepsilon_z} \right\} - b'_{z\theta}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_z}{\cos \varepsilon_z} \right\} \right] \\
 \int_{l_0}^{x'} \frac{dF_{y0}}{dx} x dx &= \bar{\psi}_a \left[(a'_{\psi\psi}\omega_e^2 - c'_{\psi\psi}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\psi}{\sin \varepsilon_\psi} \right\} + b'_{\psi\psi}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_\psi}{\cos \varepsilon_\psi} \right\} \right] + \bar{y}_a \left[(a'_{\psi y}\omega_e^2 - c'_{\psi y}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_y}{\sin \varepsilon_y} \right\} + b'_{\psi y}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_y}{\cos \varepsilon_y} \right\} \right] \\
 &\quad + \bar{\varphi}_a \left[(a'_{\psi\varphi}\omega_e^2 - c'_{\psi\varphi}) \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\varphi}{\sin \varepsilon_\varphi} \right\} + b'_{\psi\varphi}\omega_e \left\{ \frac{\sin \varepsilon_\varphi}{\cos \varepsilon_\varphi} \right\} \right] \tag{2.2}
 \end{aligned}$$

(2.2)式증에 있는 a_{zz} , b_{zz} , ...은 運動方程式의 各係數로서 積分범위를 l_0 로부터 x' 까지로 한 것이다.

다음에 diffraction 速度 potential에 기인한 힘 및 모우멘트의 cosine成分과 sine成分은

$$\begin{aligned}
 \int_{l_0}^{x'} \frac{dF_{dz}}{dx} dx &= \omega \zeta_a e^{-kT} \left\{ - \int_{l_0}^{x'} N_H \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} dx - \omega_e \int_{l_0}^{x'} M_H \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} dx + V \left[M_H \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_0}^{x'} \right. \\
 &\quad \left. - \frac{V}{\omega_e} \left[N_H \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_0}^{x'} \right\} \\
 \int_{l_0}^{x'} \frac{dF_{dy}}{dx} dx &= \omega \zeta_a e^{-kT} \sin \chi \cdot \left\{ \int_{l_0}^{x'} N_s \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} dx - \omega_e \int_{l_0}^{x'} M_s \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} dx \right. \\
 &\quad \left. - V \left[M_s \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_0}^{x'} + \frac{V}{\omega_e} \left[N_s \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_0}^{x'} \right\}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_{dx}}{dx} x dx &= -\omega \zeta_a e^{-kT_m} \cdot \left\{ \int_{l_a}^{x'} N_H x \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} dx + \omega_e \int_{l_a}^{x'} M_H x \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} dx \right. \\
 &+ V \int_{l_a}^{x'} M_H \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} dx - \frac{V}{\omega_e} \int_{l_a}^{x'} N_H \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} dx - V \left[M_H x \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_a}^{x'} \\
 &+ \frac{V}{\omega_e} \left[N_H x \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_a}^{x'} \Big\} \\
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_{dy}}{dx} x dx &= \omega \zeta_a e^{-kT_m} \sin \chi \cdot \left\{ \int_{l_a}^{x'} N_S x \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} dx - \omega_e \int_{l_a}^{x'} M_S x \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} dx \right. \\
 &+ V \int_{l_a}^{x'} M_S \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} dx + \frac{V}{\omega_e} \int_{l_a}^{x'} N_S \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} dx \\
 &- V \left[M_S x \left\{ -\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_a}^{x'} - \frac{V}{\omega_e} \left[N_S x \left\{ \frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right\} \right]_{l_a}^{x'} \Big\} \quad (2.3)
 \end{aligned}$$

Froude-Krylov의 힘과 모우먼트의 cosine成分 및 sine成分은

$$\begin{aligned}
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_z^{FK}}{dx} dx &= 2\rho g \zeta_a \int_{l_a}^{x'} \left\{ \left[-\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right] \cdot \int_0^b e^{kz} \cos(ky \sin \chi) dy \right\} dx, \\
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_y^{FK}}{dx} dx &= -2\rho g \zeta_a \int_{l_a}^{x'} \left\{ \left[\frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right] \cdot \int_{-d_x}^0 e^{kz} \sin(ky \sin \chi) dz \right\} dx, \\
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_z^{FK}}{dx} x dx &= 2\rho g \zeta_a \int_{l_a}^{x'} \left\{ x \left[-\frac{\cos(kx \cos \chi)}{\sin(kx \cos \chi)} \right] \cdot \int_0^b e^{kz} \cos(ky \sin \chi) dy \right\} dx, \\
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_y^{FK}}{dx} x dx &= -2\rho g \zeta_a \int_{l_a}^{x'} \left\{ x \left[\frac{\sin(kx \cos \chi)}{\cos(kx \cos \chi)} \right] \cdot \int_{-d_x}^0 e^{kz} \sin(ky \sin \chi) dz \right\} dx \quad (2.4)
 \end{aligned}$$

끝으로 慣性力의 cosine成分과 sine成分은

$$\begin{aligned}
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_{Iz}}{dx} dx &= \omega_e^2 \left[\bar{z}_a \int_{l_a}^{x'} \frac{w(x)}{g} \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_z}{\sin \varepsilon_z} \right\} dx - \bar{\theta}_a \int_{l_a}^{x'} \frac{w(x)}{g} x \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\theta}{\sin \varepsilon_\theta} \right\} dx \right], \\
 \int_{l_a}^{x'} \frac{dF_{Iy}}{dx} dx &= \omega_e^2 \left[\bar{y}_a \int_{l_a}^{x'} \frac{w(x)}{g} \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_y}{\sin \varepsilon_y} \right\} dx + \bar{\psi}_a \int_{l_a}^{x'} \frac{w(x)}{g} x \left\{ -\frac{\cos \varepsilon_\psi}{\sin \varepsilon_\psi} \right\} dx \right] \quad (2.5)
 \end{aligned}$$

3. 數值計算 및 結果

3.1. 船 型

本 研究에 使用한 船型으로서는 Yourkov[4]가 1971년에 船首形狀이 規則波中에서 垂直運動에 미치는 영향을 조사한 船型中에서 方形係數(c_b)가 0.7인 U型和 V型이다. 이들船型은 船尾는 모두 同一하며 船首만 橫斷面面積曲線을 一定하게 하고 U型和 V型으로 變形시킨 것이다. Fig. 1-2에 線圖를, Table 1에 그 主要

要目과 特性을 列었다.

3.2. 數值計算 및 結果

計算은 앞節의 船型에 대해서 Strip理論에 입각해서 서울대학교에서 개발한 전산프로그램을 이용해서 수행하였다.

운동성능 및 유도하중은 入射波의 入射角이 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$ 에 대해서 또 프르드수, F_n 가 0.2의 경우에 대해서 계산하였으며, 本報에는 운동성능의 결과는 수록하지 않았고, 波浪荷重의 計算結果도 一部分을 수록하였다.

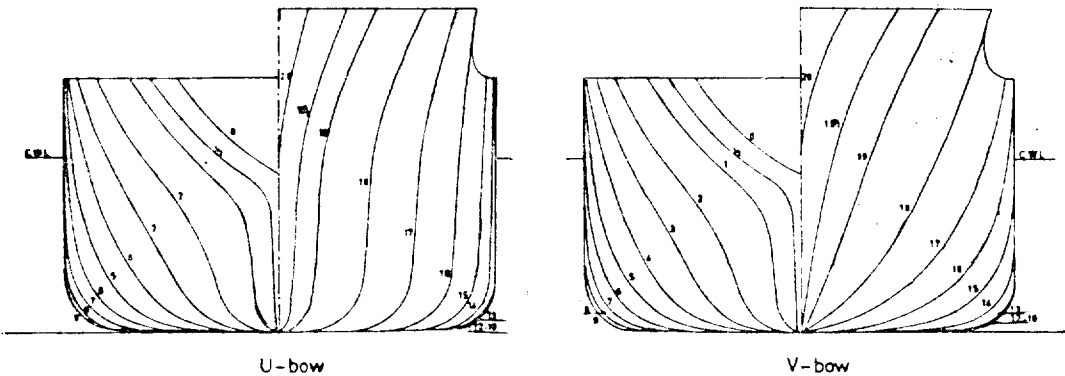


Fig. 1-2. Body Plans of the Investigated Models

Table 1. Model Dimensions and Particulars

| model designation and condition | | U-bow | V-bow |
|-----------------------------------|-------------|--------|--------|
| Displacement | kg ∇ | 66.480 | 66.480 |
| Length between perpendiculars | m L | 2.26 | 2.26 |
| Breadth | m B | 0.323 | 0.323 |
| Draught | m T | 0.129 | 0.129 |
| Block coefficient | C_b | 0.700 | 0.700 |
| Midship section coefficient | C_M | 0.976 | 0.976 |
| Prismatic coefficient, afterbody | C_{PA} | 0.835 | 0.835 |
| Prismatic coefficient, forebody | C_{PF} | 0.952 | 0.870 |
| Prismatic coefficient, total hull | C_P | 0.893 | 0.852 |
| Waterplane coefficient afterbody | C_{WA} | 0.829 | 0.829 |
| Waterplane coefficient forebody | C_{WF} | 0.763 | 0.833 |
| Waterplane coefficient total hull | C_W | 0.796 | 0.831 |
| Longitudinal radius of gyration | K_{yy}/L | 0.25 | 0.25 |
| Center of buoyancy | m | 0.012 | 0.012 |

上記의 斜規則波中에서의 垂直剪斷力, 垂直굽힘모우먼트, 水平剪斷力, 水平굽힘모우먼트, 비틀모우먼트 등의 모든 波浪荷重은 中央斷面에서만 計算하였다.

여러가지 heading을 가지고 斜波에 對한 波浪垂直剪斷力의 計算結果를 Fig. 2~Fig. 4에, 波浪굽힘모우먼트를 Fig. 5~Fig. 7에 나타내었다. 또 Fig. 8~Fig. 10에 波浪水平剪斷力, Fig. 11~Fig. 13에 波浪水平굽힘모우먼트의 計算結果를 나타내었다.

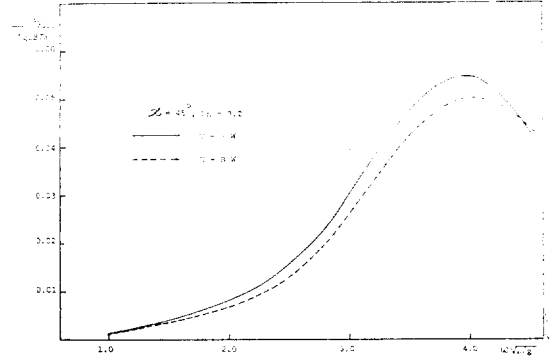


Fig. 4. Vertical Shearing Force, $F_n=0.2$, $\chi=45^\circ$

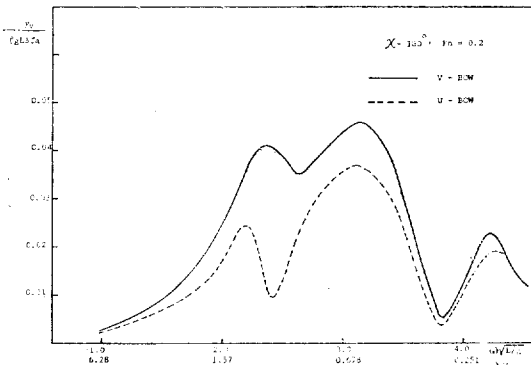


Fig. 2. Vertical Shearing Force, $F_n=0.2$, $\chi=180^\circ$

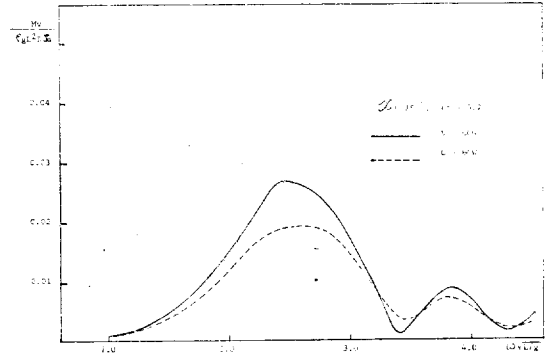


Fig. 5. Vertical Bending Moment, $F_n=0.2$, $\chi=180^\circ$

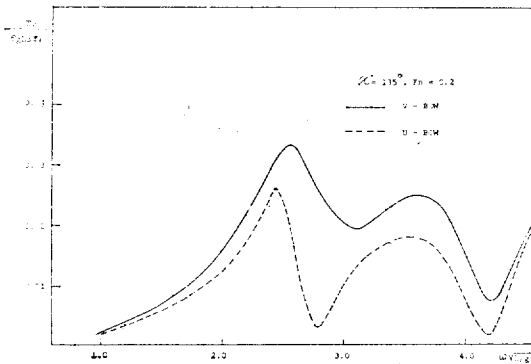


Fig. 3. Vertical Shearing Force, $F_n=0.2$, $\chi=135^\circ$

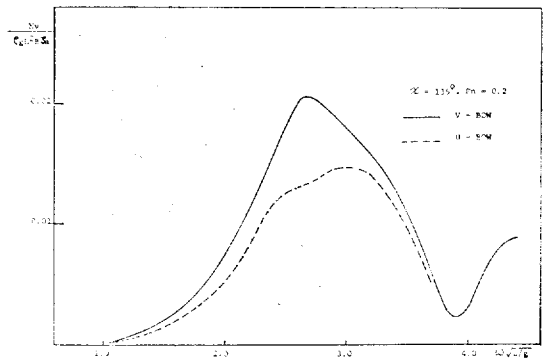


Fig. 6. Vertical Bending Moment, $F_n=0.2$, $\chi=135^\circ$

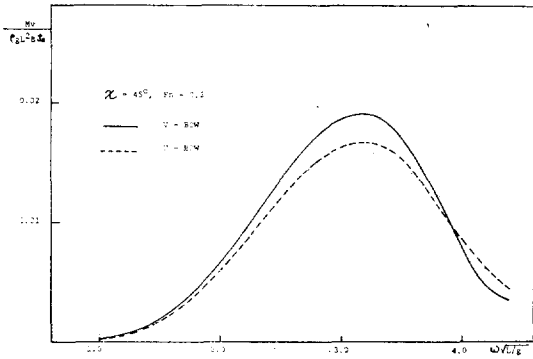


Fig. 7. Vertical Bending Moment, $F_n=0.2$, $\chi=45^\circ$

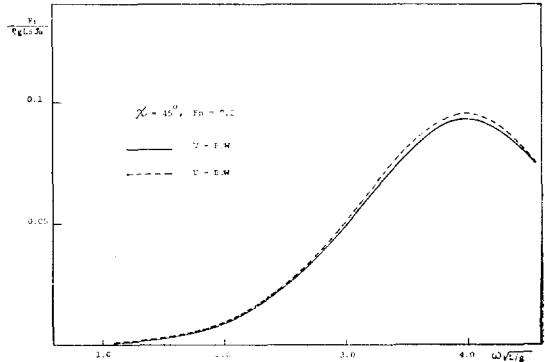


Fig. 8. Lateral Shearing Force, $F_n=0.2$, $\chi=45^\circ$

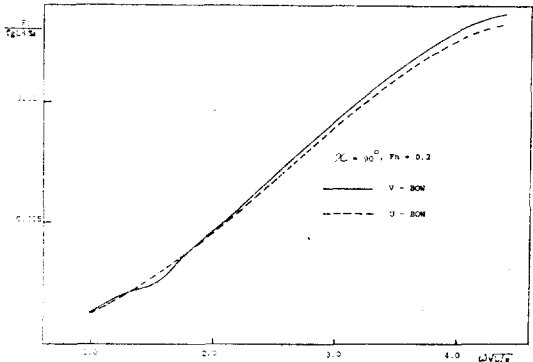


Fig. 9. Lateral Shearing Force, $F_n=0.2$, $\chi=90^\circ$

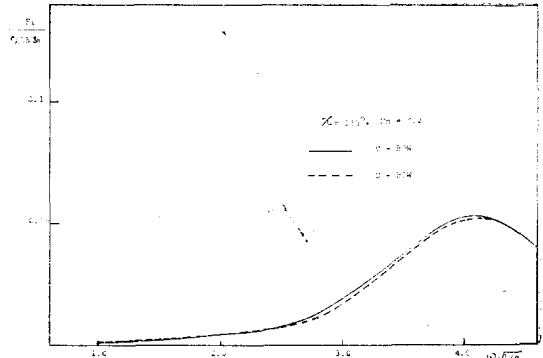


Fig. 10. Lateral Shearing Force, $F_n=0.2$, $\chi=135^\circ$

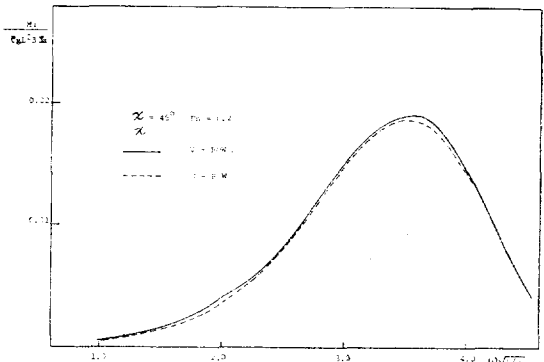


Fig. 11. Lateral Bending Moment, $F_n=0.2$, $\chi=45^\circ$

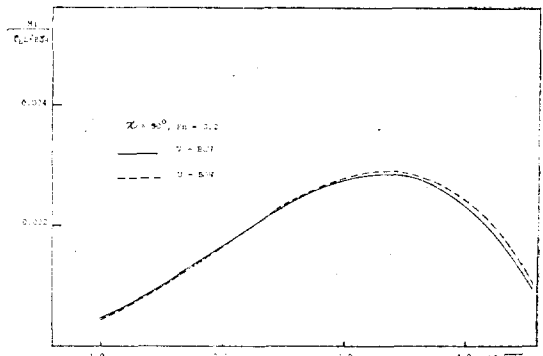


Fig. 12. Lateral Bending Moment, $F_n=0.2$, $\chi=90^\circ$

4. 考 察

4.1. 垂直方向의 波浪荷重

(1) 垂直波浪剪斷力

船體中央斷面에서의 垂直波浪剪斷力의 計算結果

大韓造船學會誌 第19卷 第1號 1982年 3月

(Fig. 2~Fig. 4)로부터 모든 heading, 모든 波長의 波에 對해서 V型船의 應答이 크게 나타나고 있다. 실제 문제가 되는 波長의 入射波의 範圍 즉 $\omega\sqrt{L/g}$ 가 2.0~3.0의 범위에 대해서 V型船과 U型船의 應答의 차가 크다.

(2) 垂直波浪굽힘모우먼트

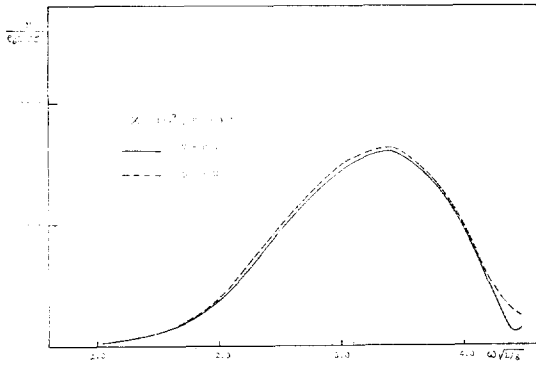
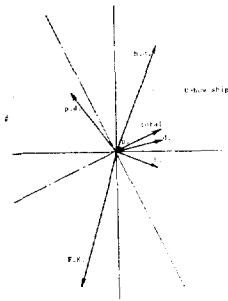


Fig. 13. Lateral Bending Moment, $F_n=0.2, \chi=135^\circ$

垂直剪斷力의 경우와 마찬가지로 $\omega \sqrt{L/g}$ 가 3.0이하의 모든 入射角의 入射波의 범위에 對해서 U型船의



- p. ; pitch restoring & inertia component
- p.d. ; pitch damping component
- h. ; heave restoring & inertia component
- h.d. ; heave damping component
- d. ; diffraction component
- F.K. ; Froude-Krylov component

Fig. 14. Vector Diagram of Bending Moment Components for U-bow Ship at $\omega \sqrt{L/g}=2.2, F_n=0.2, \chi=180^\circ$

垂直波浪굽힘모우먼트의 應答值가 낮다. 特히 $\chi=180^\circ, 135^\circ$ 에 대한 結果는 Swaan등에 의해 實驗的으로 확인된 [3]결론과 잘 一致하고 있다. $\chi=180^\circ$ 에서는 V型船이 $\lambda/L \cong 1.0$ 에서 U型船보다 最大 약 40%가량 큰 값을 갖고 있다. V型船의 垂直波浪굽힘모우먼트가 이렇게 커지는 이유는 Vossers등에 의하면 “水線面積係數가 커진 것에 起因하며, 靜的 計算으로부터도 기대된다”고 하였으나, 著者들의 견해로는 動力學的 효과를 考慮하여야만 할 것으로 생각된다.

垂直波浪굽힘모우먼트는 下記 6개의 서로 다른 位相을 갖는 成分들로 이루어져 있다고 할수 있다. 즉 上下動搖의 慣性 및 복원력, 上下動搖의 감쇠, 縱動搖의 慣性 및 복원력, 縱動搖의 감쇠, 入射波에 의한 Froude-Krylov 힘, 入射波에 起因하는 散亂力 (diffraction force)에 의한 成分들이다. 慣性력과 복원력은 방향이 같고 위상이 180° 다르기 때문에 여기서는 합쳐서 생

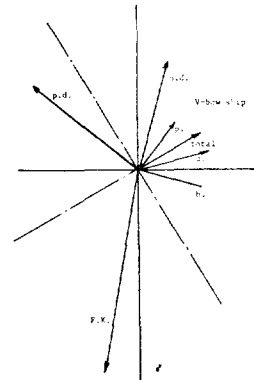


Fig. 15. Vector Diagram of Bending Moment Components for V-bow Ship at $\omega \sqrt{L/g}=2.2, F_n=0.2, \chi=180^\circ$

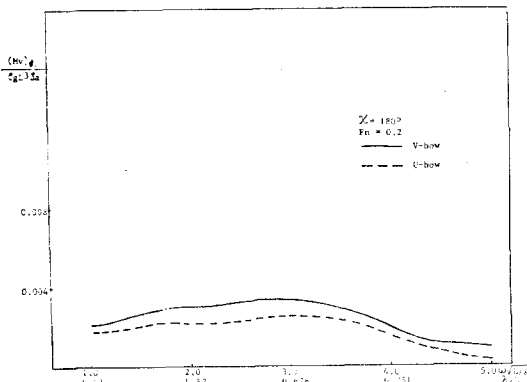


Fig. 16. Diffraction Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ, F_n=0.2$

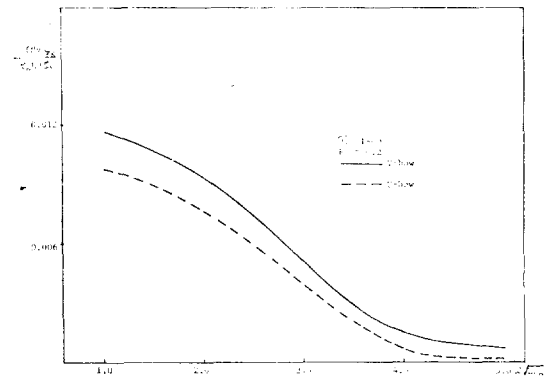


Fig. 17. Froude-Krylov Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ, F_n=0.2$

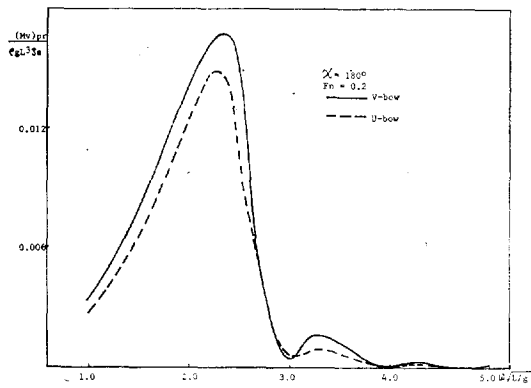


Fig. 18. Pitch Restoring Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ$, $Fn=0.2$

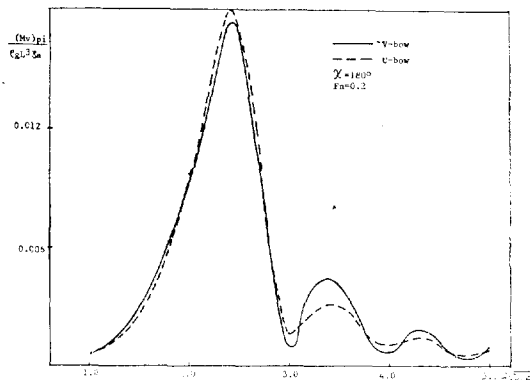


Fig. 19. Pitch Inertia Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ$, $Fn=0.2$

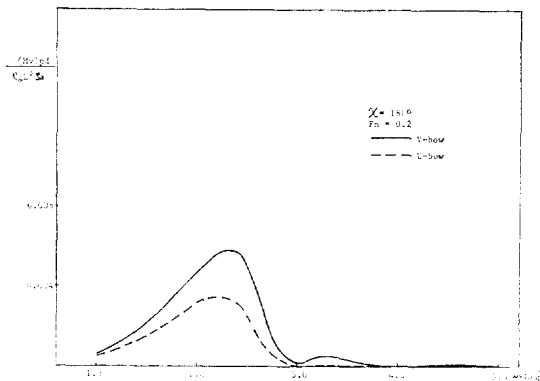


Fig. 20. Pitch Damping Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ$, $Fn=0.2$

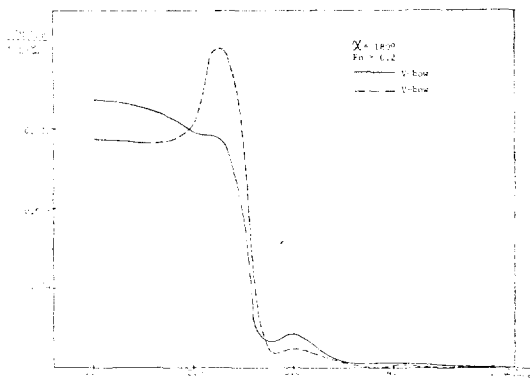


Fig. 21. Heave Restoring Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ$, $Fn=0.2$

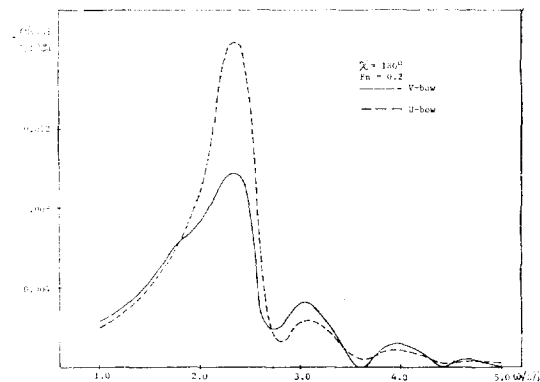


Fig. 22. Heave Inertia Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ$, $Fn=0.2$

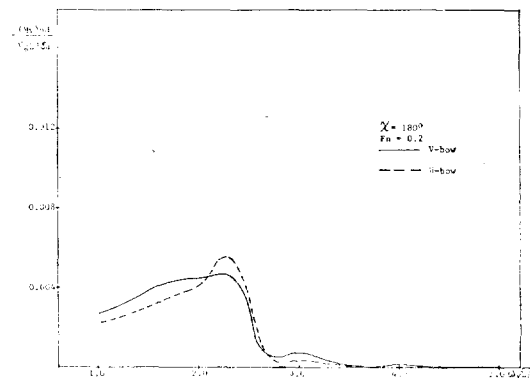


Fig. 23. Heave Damping Component of Vertical Bending Moment at $\chi=180^\circ$, $Fn=0.2$

작하기로 하였다.

上記 6개 성분은 각기 시간에 따라 週期的으로 변화하므로, 벡터線圖를 使用하여 나타내면, $\omega \sqrt{L/g} = 2.2$ 의 경우 Fig. 14, 15와 같다. 이들 線圖에 의하면 F.K.

힘에 기인하는 성분은 오히려 垂直波浪荷重모우먼트의 合벡터 計算에 음의 영향을 주는 位相을 가지고 있음을, 散亂力에 起因하는 성분은 그와 反對임을 알수 있다. F.K. 힘 및 散亂力에 起因하는 성분은 Fig. 16, 17

에 의하면 조영역에 걸쳐 V型船에 대한 값이 U型船에 대한 값보다 크다. 그러나 그 효과는 서로 反對로作用한다.

또 縱動搖의 복원력에 起因하는 成分도 Fig. 18에 의하면 V型船의 값이 더 크며 이들의 位相은 楕圓의 位相과 같은 상한에 속하며, 감쇠력에 起因하는 成分은 크기는 V型船이 더 크지만 位相에 의해 楕圓의 影響을 미치고 있음을 알 수 있다.

또 上下動搖의 관성 및 복원력 成分은 Fig. 21, 22에 의하면 V型 및 U型船이 거의 비슷한 크기를 가지고 합력에 양의 影響을 미치며 감쇠成分도 그 크기 및 位相의 差異가 거의 없다.

船首船型的 幾何學적인 差異가 2次元流體力 특히 감쇠력에 큰 差異를 起因케 하여 그 결과 V型船의 運動振幅이 작은 것은 잘 알려져 있는 일이다.

그러나 散亂力 및 縱動搖의 복원력에 기인하는 垂直波浪굽힘모우먼트 成分은 V型船의 값이 그 크기도 크고 양의 位相 影響을 가지며, F.K. 成分 및 縱動搖의 감쇠成分은 그 크기는 V型船의 값이 크지만 음의 位相 影響을 갖게 되고, 全體의으로는 前者의 影響이 우세하여 결국 V型船의 垂直굽힘모우먼트가 U型船의 그것보다 크게 되는 것을 알 수 있다.

上記의 考察을 통하여 週期的으로 변화하는 힘을 다루는 경우 位相에 留意해야 할 것과 動力學的 效果를 無視할 수 없음을 알 수 있다.

4. 2. 水平方向的 波浪荷重

(1) 水平波浪剪斷力

中央橫斷面에서의 水平波浪剪斷력에 대해서는 V型, U型이 入射波의 heading에 따라서 그 應答值의 크기가 엇갈리고 있으나 그 差가 작다. (Fig. 8~Fig. 10) 즉 水平波浪剪斷력에 對한 船首船型的 影響은 무시할 수 있을 만큼 작다.

(2) 水平波浪굽힘모우먼트

中央橫斷面에서의 水平波浪굽힘모우먼트에 對한 船首船型的 影響도 剪斷力の 경우와 마찬가지로 무시할 수 있을 만큼 작다. (Fig. 11~Fig. 13)

5. 結 論

以上の 計算結果에 대한 考察로부터 다음과 같은 結論을 얻는다.

(1) 斜規則波中에서의 船體運動에 관해서는 V船首船型이 U船首船型보다 그 應答이 작다는 것은 잘 알려져 있는 사실이나 垂直波浪荷重에 대해서는 그와

反對의 傾向을 가진다.

(2) 波浪荷重에 관한 위의 結果는 모든 靜的 및 動的 힘에 起因하는 굽힘모우먼트成分의 벡터線圖를 作成함으로써 밝힐 수 있었다. 即 이와 같은 경우에는 반드시 各成分의 크기뿐만 아니라 位相까지 고려하여야 한다.

(3) 船首船型的 形狀의 影響은 垂直波浪荷重에 대해서는 크나 水平波浪荷重에 대해서는 매우 작다.

後 記

本 研究은 1980年度 現代그룹의 기부금에 의한 서울大學校 工科大學 研究基金에 의해서 수행되었다. 原稿의 정서와 圖面作成에 힘써준 金容直君에게 謝意를 표한다.

參 考 文 獻

- [1] Lewis, E.V., "Ship Speeds in Irregular Seas," TSNAME, 1955.
- [2] Ochi, K., "Investigation on the Influence of Ship Forms upon the Strength of Ships Going in Waves," J. SANJ, No. 100, 1956 and 2nd Report, J. SANJ, No. 101, 1957.
- [3] Swaan, W.A. and Vossers, G., "The Effect of Forebody Section Shape on Ship Behaviour in Waves," ISP, Vol. 8, No. 83, 1961.
- [4] Yourkov, N., "Vertical Motions of Ships with Different Form of Forebody," Laboratorium Voor Scheeps Bouwkunde Technische Høge School Delft, Report No. 316, 1971.
- [5] 金辰安, "船型이 船體運動에 미치는 影響에 관한 研究", 大韓造船學會誌 第12卷 第1號, 1975.
- [6] Fukuda, J., "規則波中の船の縱曲げモーメント", 日本造船協會論文集, 110號 (1961) 및 111號 (1962).
- [7] Salvensen, N. et al., "Ship Motions and Sea Loads," TSNAME, Vol. 78, 1978.
- [8] Nagamoto, R. et al., "波浪中で船體か受ける橫剪斷力, 橫曲げモーメント および振リモーメントの計算", 日本造船學會誌, 132號, 1972.
- [9] Wahab, R. and Vink, J.H., "Wave Induced Motions and Loads on Ship in Oblique Waves," ISP, Vol. 22, No. 249, 1975.
- [10] 藤井齊外, "船體に働く波浪外力", 第2回耐航性に關するシンポジウム, 日本造船學會, 1977.