

單一背骨型船의 附加質量 및 附加慣性모우멘트의 一計算

黃 宗 屹\* 曹 奎 鍾\*\*

Calculation of Added Mass and Added Moment of Inertia for Chine Hull  
by Strip Method

By

J. H. Hwang\* and K. J. Cho\*\*

Abstract

The added mass and the added moment of inertia of a hard chine hull for heave and pitch were calculated by strip method.

For the  $k_2$  coefficients, Hwang's values for the straight-framed sections were used and for  $k_4$  coefficients Porter's values for ellipses were used in the calculation.

Comparisons on added mass and added moment of inertia of hard chine hull with those of ordinary hull form were briefly discussed. The results of the calculation for hard Chine hull give greater values than ordinary ships at zero Froude Number. Beam draft ratio seems to be much influenced on the added mass and added moment of inertia.

1. 緒 論

Strip method 가 Lewis from 의 船型을 위시하여 近者에는 Series 60 船型의 靜水中 및 波浪中 運動의 計算에 많이 活用되어 왔으며 그 結果가 實驗値와 잘 合致된다는 것은 이미 널리 알려진 事實이다. 最近에 서울大學校에서 直線肋骨을 가지는 斷面의 2次元 柱狀體의 高振動數의 上下動搖에 對한 附加質量의 計算法이 開發되었으므로 그 結果를 利用하여 hard chine 船型의 上下動搖 및 縱動搖에 있어서의 附加質量 및 附加慣性 moment 를 Strip method 를 使用하여 計算하고 그 結果를 普通型 船舶에 對한 既히 發表된 結果와 比較 檢討하였다.

2. Strip Method

Strip method 는 船舶을 數個의 Strip 으로 나누어, 各 Strip 를 2次元 柱狀體로 看做하고 各 柱狀體의 附加質量, 減衰係數等을 求하여 그들을 배의 길이에 對해서 積分하여 배의 附加質量, 減衰係數等을 얻는 方法을 말한다.

原稿接受日字 1968年 11月 1日  
\*正會員, 서울大學校 工科大學  
\*\*正會員, 仁荷工科大學

지금 原點을 水線面의 縱中心線과 中央斷面의 交點에 取하고 座標系를 배에 固定시키면, 2次元 柱狀體의 上下動에 隨伴되는 單位길이當 附加質量을  $\mu(x)$ , 배의 上下動에 隨伴되는 附加質量을  $M_z'$  이라고 할 때

$$M_z' = R \int_{L/2}^{L/2} \mu(x) dx \quad (1)$$

이다. 여기서  $R$ 은 3次元流에 對한 修正係數이며  $\mu(x)$ 는 다음과 같이 求해진다.

$$\mu(x) = \frac{\pi \rho}{2} \left[ \frac{B(x)}{2} \right]^2 k_2(x) k_4(\omega, x), \quad (2)$$

여기서  $k_2(x)$ 는 任意斷面의 2次元 柱狀體가 高振動數로 上下動搖를 할 때의 附加質量係數이며  $k_4(\omega, x)$ 는 自

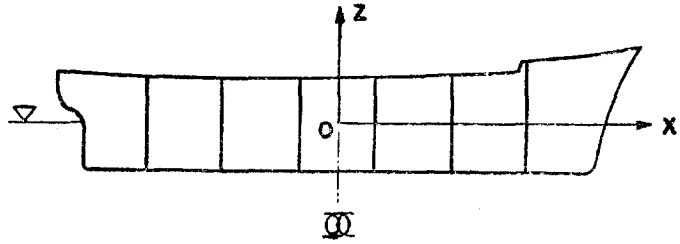


Fig. 1 Co-ordinate System

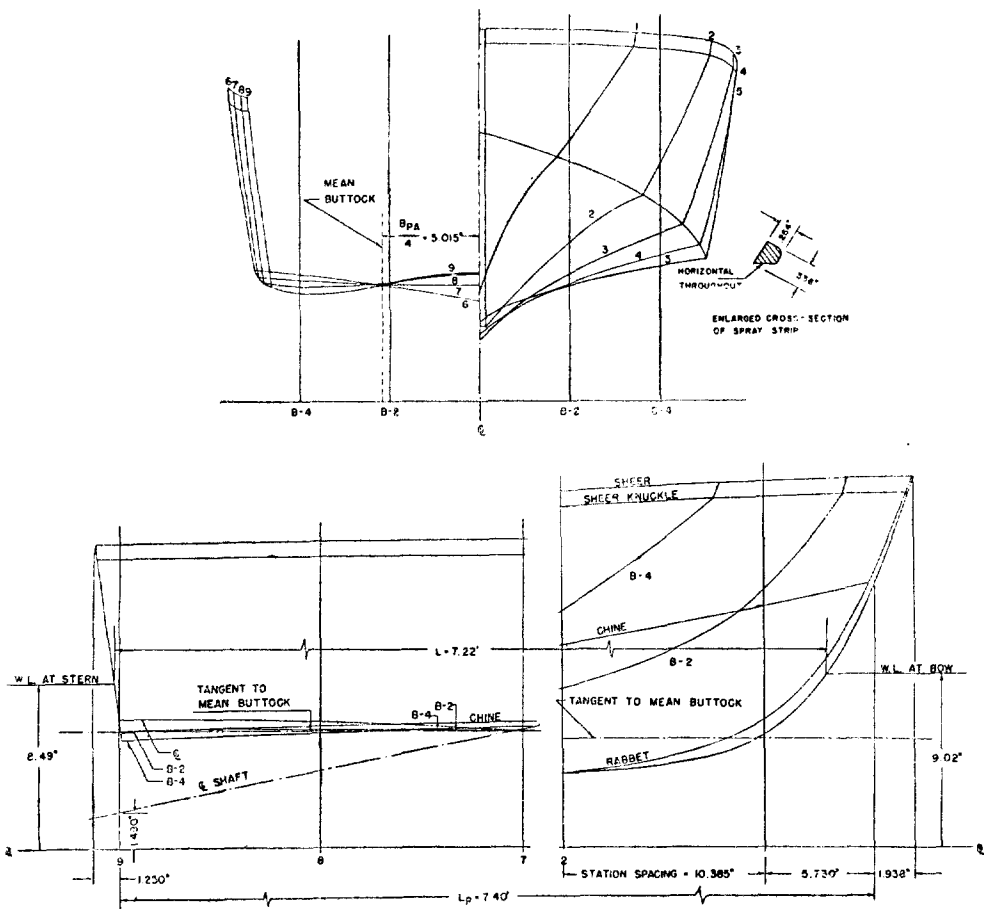
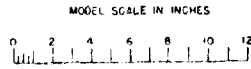


Fig. 2. Lines

由表面의 影響을 나타내는 係數이고  $B(x)$ 는 該斷面의 全幅이다.  
 結局 (1)은

$$M_z' = \frac{\pi \rho R}{8} \int_{L/2}^{L/2} k_2(x) k_4(\omega, x) B^2(x) dx. \quad (3)$$

3次元修正係數  $R$ 에 對해서는 Lewis, Lockwood Taylor 등이 廻轉橢圓體에 對한 理論的 解析을 바탕으로 하여 振動型別로  $L/B$ 比를 徑數로 하여 提示한 資料가 있다[1], [2].

縱動搖에 隨伴되는 附加慣性 moment  $J_z'$ 는 똑같이 생각하여

$$J_z' = \frac{\pi \rho R}{8} \int_{L/2}^{L/2} k_2(x) k_4(\omega, x) x^2 B^2(x) dx \quad (4)$$

과 같이 求해진다.

### 3. 計算 및 考察

計算은 SNAME small craft data sheet No. 11 (Model No. TMB-4618-1)의 Hard chine 型船에 對해서 strip method를 使用하여  $F_n=0$ 인 경우만 取扱하였다. 同船의 水線面에서의 長이는 39.05 ft 이며 線圖는 Fig. 2와 같다.

배를 9個의 Strip으로 區分하고 上下動搖에 對해서 (3)을 使用하고 縱動搖에 對해서 (4)를 使用하여 計算하였다.  $k_2$ 의 값은 直線肋骨斷面의 柱狀體에 對한 黃의 計算結果 [3]를 使用하였고  $k_4$ 의 값은 橢圓斷面의 柱狀體에 對한 Porter의 結果 [4]를 使用하였다. 上下動搖에 對한 附加質量은 無次元比  $M_z'/\rho V$ 의 形으로 하여 無次元 圓周波數  $\omega\sqrt{\frac{B}{g}}$ 를 base로 하여 Fig. 3에 表示하였으며, 縱動搖에 對한 附加慣性 moment는 無次元比  $CA^2 = \frac{J_z'}{\rho V L^2}$ 의 形으로 하여  $\omega\sqrt{\frac{B}{g}}$ 를 base로 하여 Fig. 4에 表示하였다.  $CA L = \sqrt{J_z'/\rho V}$ 는 entrained water의 縱環動半徑이며  $\omega$ 는 圓周波數이다.

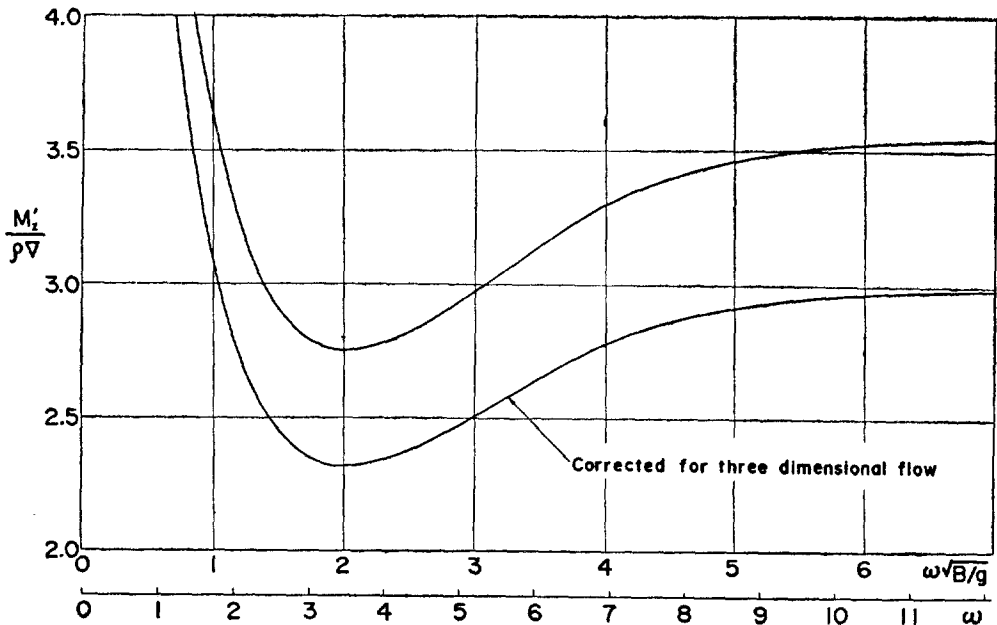


Fig. 3 Added Mass vs  $\omega\sqrt{B/g}$  for Heave.

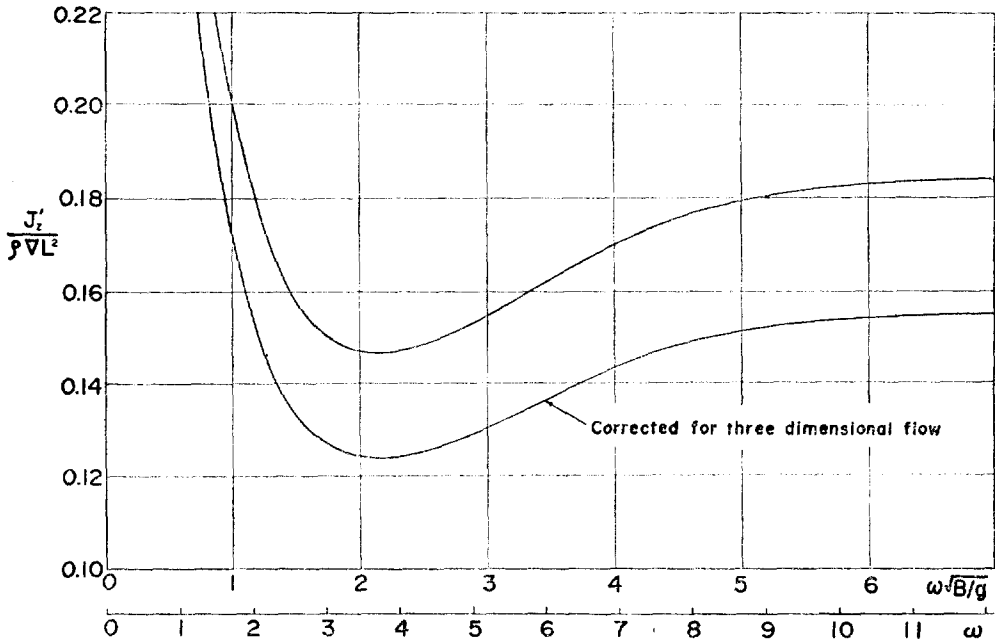


Fig. 4 Added Moment of Inertia vs  $\omega\sqrt{B/g}$  for Pitch.

Strip 斷面의  $k_2, k_4$ 의 計算에 있어서는 斷面의 模樣이 直線이 아닌 部分은 線圖上에서 直線으로 修正하여 Chine 角과 幅吃水比  $B/H$ 를 求해서 前記한 各 data 를 利用하였다. Fig. 3 과 Fig. 4 에는 3 次元流에 對한 修正을 한 結果도 같이 表示하였으 參考로 附錄에 本計算에 使用한 Porter 의 曲線과 3 次元流에 對한 修正曲線을 參考文獻으로 부터 轉載하였다.

計算結果에 依하면 Strip method 로 求한 Hard chine 型船의 上下動搖에 隨伴되는 附加質量이나 縱動搖에 隨伴되는 附加慣性 moment 는 모두 Motora 가 實驗에 의해서 얻은 一般船型에 對한 結果 [5], [6]의 3 倍를 훨씬 넘으며 3 次元流에 對한 修正을 한 값도 3 倍程度는 되는 것 같다. 이와 같은 結果는 첫째로 Hard chine 型에 對해서는 Strip method 가 아주 靈敏한 값을 주는 것이 아닌가 하는 疑心을 품게하며, 둘째로는 Hard chine 型은 一般의 普通船型에 比해 各斷面의  $B/H$ 가 매우 크며  $B/H$ 의 영향이 一般船型에 比해 planing hull type 에서 더욱 큰 것이 아닌가 생각된다. 아무튼 Chine 를 가지는 斷面型에 對해서는 一般船型에 比해서 附加質量이 클 것이 豫想되기는 하나 위의 計算結果가 맞는가 또는 Hard chine 型에 對해서 Strip method 를 適用할 때 3 次元流에 對한 修正이 必要한가를 檢證하는 實驗이 이루어져야 한다.

또 計算結果는 前記 Motora 의 實驗結果와 比較할 때 Hard chine 船型에 있어서는 最小附加質量, 最小附加慣性 moment 를 주는 圓周波數는 普通型船에 對한 값보다 큰 쪽으로 옮겨가는 것을 表示해 주고 있다.

위의 計算結果는 배가 前進하고 있지 않을 때의 값이며, 배가 前進할 때에는 Planing hull 型의 船舶에 對한 附加質量이나 附加慣性 moment 는 여기서 使用한 것과는 다른 資料에 依해서 計算되어야 할 것이다 또 다른 傾向을 나타낼 것이다.

#### 4. 結 論

1. 前進速度가 零인 경우에 Hard chine 型船의 上下動搖 및 縱動搖에 隨伴되는 附加質量 및 附加慣性 moment

는 Strip method에 依하면 普通型의 船型에 對한 값의 3倍程度이다.

2. 附加質量과 附加慣性 moment의 最小値에 對應하는 圓周波數는 Hard chine型에 對한 것이 普通型의 값보다 큰 쪽으로 옮겨간다.

3. 附加質量이나 附加慣性 moment에 對한 幅一吃水 比의 影響은 普通型船에 比해 Hard chine型船이 더욱 큰 것 같다.

4. 實驗을 通하여 上記 結果를 檢證하고 Chine型船에 對한 3次元流에 對한 修正方法이 檢討될 것이 要望된다.

參 考 文 獻

- [1] F.M. Lewis, "The Inertia of the Water Surrounding a Vibrating Ship", *Trans. SNAME*, vol. 35, 1929.
- [2] J. Lockwood Taylor, "Some Hydrodynamical Inertia Coefficients", *Philosophical Magazine*, Vol. 46, 1947.
- [3] J.H. Hwang, "Added Mass of Two Dimensional Cylinders with the Sections of Straight Frames Oscillating Vertically in a Free Surface," *Journal of the Society of Naval Architect of Korea*, vol. 5, No. 2, 1968.
- [4] W.R. Porter, "Pressure Distributions, Added Mass, and Damping Coefficients for Cylinders Oscillating in a Free Surface," *University of California Report*, Series Issue 16, July 1960.
- [5] 元良誠三, "船體運動に對する附加質量および附加慣性モーメントについて (その4)" 日本造船協會論文集, 第107號, 1960.
- [6] 元良誠三, "船體運動に對する附加質量 および附加慣性モーメントについて," (その5) 日本造船協會論文集, 第107號, 1960.

附 錄

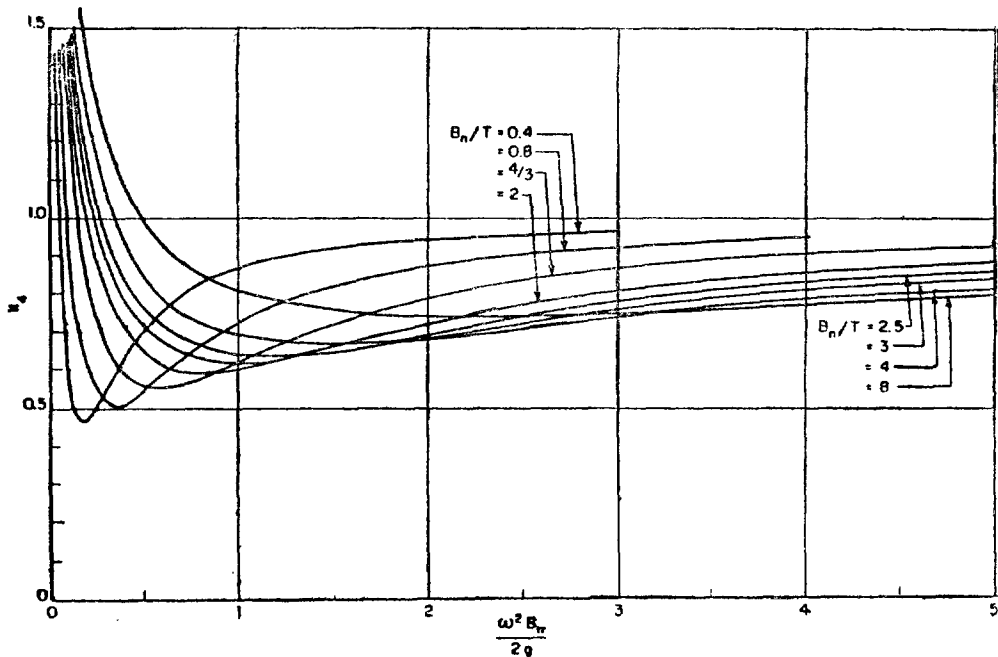


Fig. 5.  $k_4$  for Ellipses,  $k_2$  (Ref. [4])

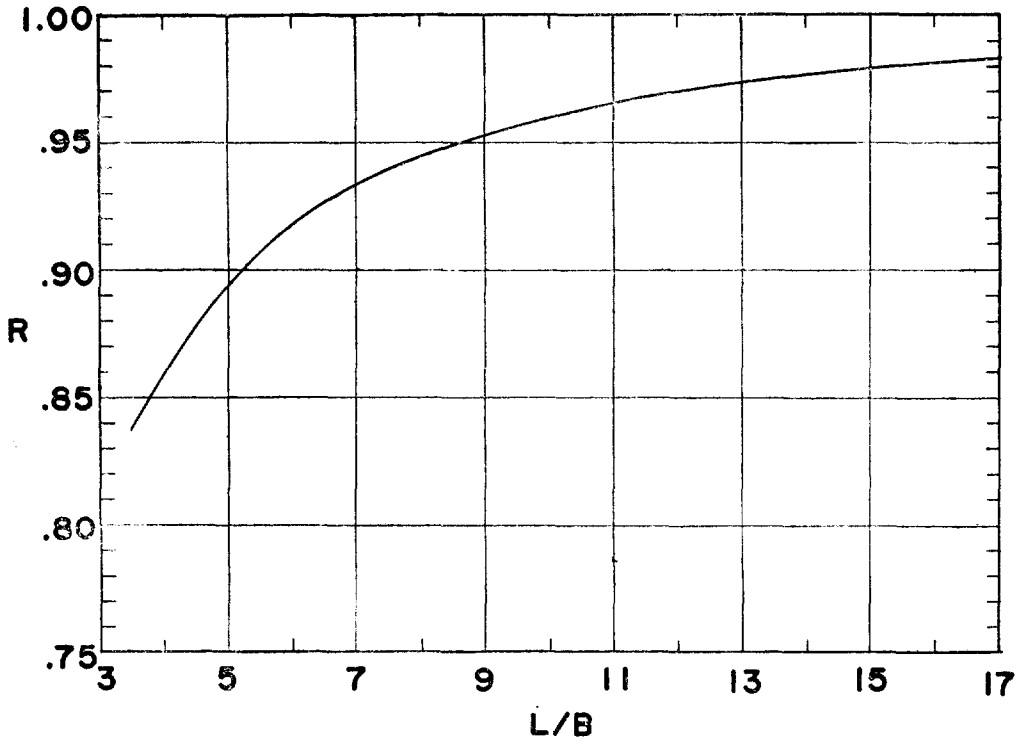


Fig. 6 Reduction Factors  $R$  for Three Dimensional Flow (Ref. [1])