

超大型船의 船型

—縱規則波 中에서의 運動應答에 對하여—

金 在 瑾*

Behavier of the Large Tanker in Longitudinal Regular Waves

by

Zae Geun Kim*

Abstract

Heave and pitch amplitude and phase lag, relative vertical displacement, velocity and acceralation at bow as bow motion and wave exciting force and moment of a DWT 260,000 ton class tanker in the regular head wave have been calculated. All the calculations have been made by the computer program SD08 of Seoul National University.

As the results it is cleared heave amplitude and acceralation have larger value in the ballast condition and low Froude-number than full load condition and higher Froude number as for as the $\frac{\lambda}{L}$ is lower than near around 1.0, however they have quite larger values as $\frac{\lambda}{L}$ goes up.

1. 序 言

本報文은 載貨重量 20~30萬噸級의 肥大船의 seakeeping quality를 調査코져, 韓國에서 처음으로 建造된 바 있는 超大型油槽船[1]을 選定하여, 縱規則波중에서의 船體運動의 應答을 計算한 것이다.

波浪 中에서의 船體縱運動은 抵抗을 增加시킬 뿐만 아니라 衝擊荷重으로 因한 slamming, wave induced vibration 等도 誘發하므로, 大型船에서는 보다 重要視 되고 있다. 韓國에서 建造된 배를 對象으로 한 것은 別 다른 뜻이 있는 것은 아니고, 지금까지 肥大船에서는 特定한 研究船型이 없으므로 自由로히 選擇되었을 따름이다.

이 方面의 研究로서는 黃等이 開發한 「縱規則波중에서의 船體運動性 프로그램 (SD08)」[2]가 있고, 이 프로그램에 따라 縱規則波중에서의 上下動搖, 縱動搖, 船首에 있어서의 相對垂直變位·速度·加速度, 波浪強制力, 波浪強制모우멘트 等を 計算하였다.

2. 計算結果 및 考案

DWT가 26萬噸인 本船의 船體運動과 關聯되는 要目은 다음과 같고, ballast condition은 滿載排水量의 0.6倍로 假定을 한 것이다. 船型은 Fig. 1과 같다.

	滿載狀態	바라스트狀態
垂線間長 (m)	329,184	
幅 (型) (m)	51,816	
深 (型) (m)	26,518	
吃水 (型) (m)	20,624	13,000
排水量 (噸)	305,760	187,093
L.C.B(m FWD)	8,041	11,616
C_B	0.835	

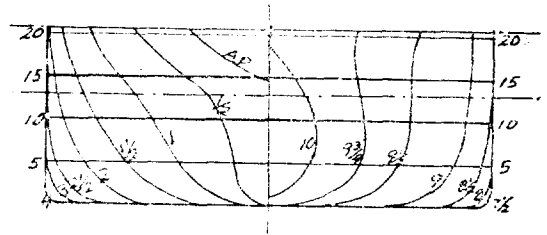


Fig. 1 Body plan

本計算은 動流體力計算方法만 달리한 Ordinary Strip method (OSM)에 依했으며 그에 關聯된 式은 다음과 같다.

縱規則波 中에서의 上下動搖 및 縱動搖의 聯成運動方程式과 그 係數는

$$(m+a)\ddot{z}+b\dot{z}+cz+d\ddot{\theta}+e\dot{\theta}+g_1\theta=F_c \cos \omega_e t - F_s \sin \omega_e t$$

授受日字, 1975年 3月 7日

*正會員, 前會長, 서울大學校 工務大學

$$(J_0+A)\ddot{\theta}+B\dot{\theta}+C\theta+D\ddot{z}+E\dot{z}+G_1z = M_c \cos w_c t - M_c \sin w_c t$$

但 $a = \int a_n d\xi, \quad b = \int b_n d\xi, \quad c = \int c_n d\xi,$
 $d = -\int a_n d\xi, \quad e = -\int b_n \xi d\xi + \mu a, \quad g_1 = -\int a_n \xi^2 d\xi,$
 $A = \int a_n \xi^2 d\xi, \quad B = \int b_n \xi^2 d\xi, \quad C = \int c_n \xi^2 d\xi + \mu E$
 $D = d, \quad E = -\int b_n \xi d\xi - \mu a, \quad G_1 = -\int c_n \xi d\xi,$
 $F_c = \zeta_0 \int [(c_n - w w_c a_n) \exp(-K T_m) \cos(K\xi) - w \exp(-K T_m) b_n \sin(K\xi)] d\xi$
 $F_s = \zeta_0 \int [w \exp(-K T_m) b_n \cos(K\xi) + (c_n - w w_c a_n) \exp(-K T_m) \sin(K\xi)] d\xi$
 $M_c = -\xi_0 \int [(\xi w b_n + \mu w a_n) \exp(-K T_m) \sin(K\xi) - (c_n \xi - \xi w w_c a_n) \exp(-K T_m) \cos(K\xi)] d\xi$
 $M_s = -\zeta_0 \int [(c_n \xi - \xi w w_c a_n) \exp(-K T_m) \sin(K\xi) - (\xi w b_n - \mu w a_n) \exp(-K T_m) \cos(K\xi)] d\xi$
 $a_n = \frac{1}{2} \pi \epsilon b^2 c_0 K_n$
 $b_n = \frac{0.9 \epsilon^2}{w_s} \bar{A}^2$
 $c_n = 2.0 g b$

와 같이 잡았으며, 船體를 길이 方向으로 20 等分하고 Strip의 各 2次元 附加質量과 減衰係數는 Strip의 中央斷面의 表面上에 斷面形狀에 따라서 8~15 個의 Source singularity를 分布시켜 Maeda [3]의 任意船型에 對한 流體力計算方法에 따라서 處理하였다. 그 理由는 OSM에서 一般의 2次元 流體力計算을 Ursell-Tasai 方法에 의해서 遂行한 結果를 使用하고 있는데 그 方法에 따르면 Seation 20과 Bulb가 있는 船首部斷面에 對한 計算은 不可能하며 또 等價 Lewis form 斷面으로 近似시켜서 計算하므로 精度가 떨어지기 때문이다.

滿載狀態와 바라스트狀態, 후루우드數 0.138과 0.16, 入射波長과 船體길이의 比 $\frac{\lambda}{L}$ 0.6~2.0에 對하여 上下動搖의 振幅 $\frac{Z_0}{\zeta_0}$, 縱動搖의 振幅 $\frac{\theta_0}{k \zeta_0}$ 를 計算한 結果를 Fig.2 및 Fig.3에 收錄하였다.

Fig.2에서 보면 上下動搖의 振幅은 $\frac{\lambda}{L}$ 이 1.1以上에서는 滿載狀態가 바라스트 狀態보다 顯著하게 큰 값을 나타내고, $\frac{\lambda}{L}$ 가 1.1以下에서는 바라스트 狀態가 滿載 狀態보다 若干 크다. 滿載狀態이건 바라스트 狀態이건 후루우드數에 對한 影響은 $\frac{\lambda}{L}$ 가 작을 때는 $F_n=0.138$ 때가 若干 크고, $\frac{\lambda}{L}$ 가 어느程度 커지면 $F_n=0.16$ 때가 相當히 크게 나타난다. 即 波長이 작을 때는 바라스트 狀態가 上下動搖가 甚하고 波長이 커지면 滿載狀態가 上下動搖가 커진다.

Fig.3에서 縱動搖를 보면 上下動搖와 同一한 傾向이 微少하게 나타나지만 그림에서 보는 바와 같이 그 變化는 아주 작다.

이 方面研究의 代表的인 것이고 韓國에도 紹介된 바 있는 TASAI의 研究[4] 結果와 本船을 比較하면 上下動搖에 있어서 Fig.5에서 보는 바와 같이 本船은 $\lambda/L < 1.2$ 에서 有利하고 $\lambda/L > 1.2$ 에서 극히 不利하며, 縱動搖에 있어서는 Fig.5와 같이 本船은 $\lambda/L < 1.4$ 에서 有利하고 $\lambda/L > 1.4$ 에서 不利하다.

同一한 프로그램으로 計算한 入射波와 上下動搖 및 縱動搖의 位相差 $\epsilon_z, \epsilon_\theta$ 는 Fig.6과 같고, 波浪強制力과 波浪強制모멘트는 各各 Fig.7, Fig.8과 같다.

또한 船首部에서의 船體와 入射波의 波面과의 相對垂直變位, 相對垂直速度, 相對垂直加速度를 計算하면 Fig.9의 各圖와 같다. 相對垂直變位는 $\frac{\lambda}{L}=1.1$ 을 境界로 하여 그 以下에서는 바라스트 狀態가 크고 그 以上에서는 滿載 狀態가 크다. 同一狀態에서 $\frac{\lambda}{L}$ 가 작을 때에는 후루우드數가 작은 편이 變位가 크고, $\frac{\lambda}{L}$ 가 클 때는 그 反對이다. 相對垂直速度는 $\frac{\lambda}{L}=1.2$ 를 境界로 하여 그 以下에서는 바라스트 狀態가 크고, 그 以上에서는 滿載 狀態가 크다. 同一狀態에서는 一定한 波長以下에서는 후루우드數가 작은 편이 速度가 크고 波長이 길어지면 $F_n=0.16$ 의 경우가 相對垂直速度가 크다. 相對垂直加速度는 바라스트 狀態 $F_n=0.16, \frac{\lambda}{L}=1.0 \sim 1.2$ 에서 가장 큰 값을 나타내고, $\frac{\lambda}{L}=1.2 \sim 1.4$ 以下에서는 바라스트 狀態가 滿載 狀態보다 훨씬 크게 나타내며, 그 以上에서 反對이다. 후루우드數의 影響은 相對垂直變位와 相對垂直速度의 경우와 同一한 傾向을 나타내고 있다.

3. 結 言

以上 計算한 바로서 나타난 肥大船의 船體運動은 다음과 같이 綜合할 수 있을 것이다

縱規則波中에서의 모든 船體運動은 $\frac{\lambda}{L}=0.8$ 까지의 入射波에 對해서 微小하며 入射波의 波長 $\frac{\lambda}{L}=0.8 \sim 1.2$ 에서 急增한다.

上下動搖와 船首部의 相對垂直變位·速度·加速度等은 一定한 波長까지에 있어서는 滿載 狀態보다도 바라스트 狀態에서, 또한 후루우드數가 보다 낮은 狀態에서 보다 크게 일어나고 一定한 波長이 넘으면 그 反對現象이 일어난다. 그 境界波長은 一定치 않으나 大體로 $\frac{\lambda}{L}$ 가 1.0前後이다.

縱動搖와 波浪強制力은 滿載 및 바라스트 狀態나 후루우드數에 對하여 그다지 銳敏하지 않고 大體로 同一

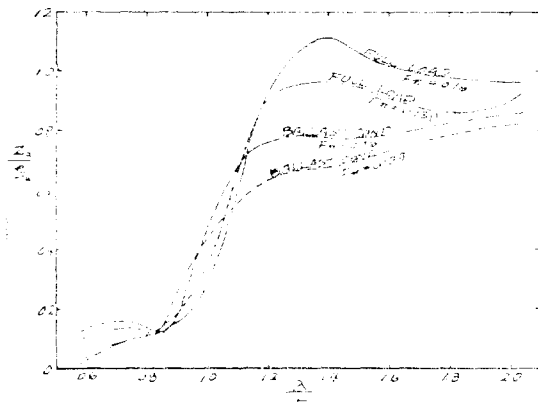


Fig. 2 Heave amplitude

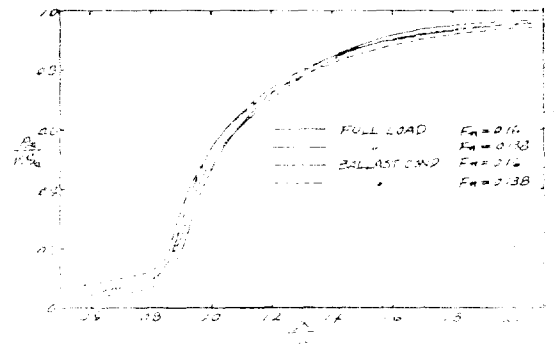


Fig. 3 Pitch amplitude

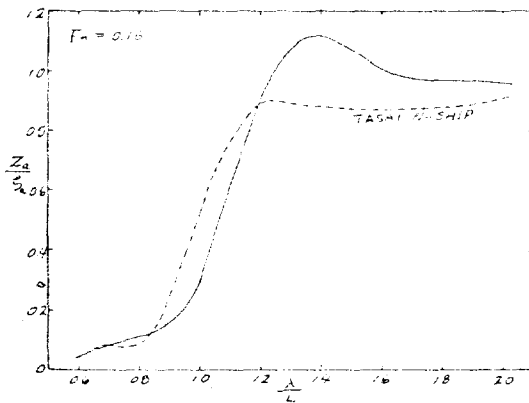


Fig. 4 Comparison of heave amplitude with TASAI N-ship

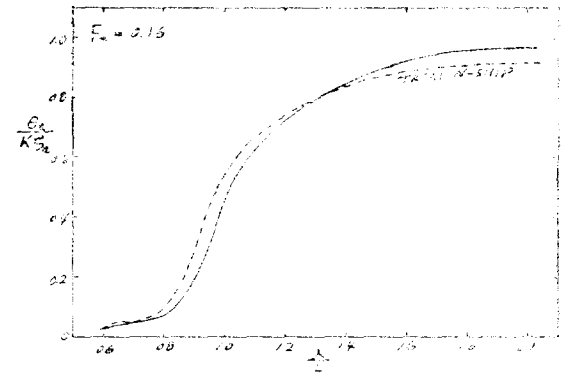


Fig. 5 Comparison of pitch amplitude with TASAI N-ship

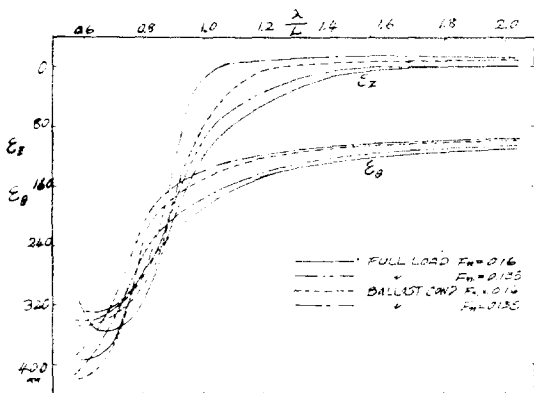


Fig. 6 Phase lag of heave and pitch amplitude

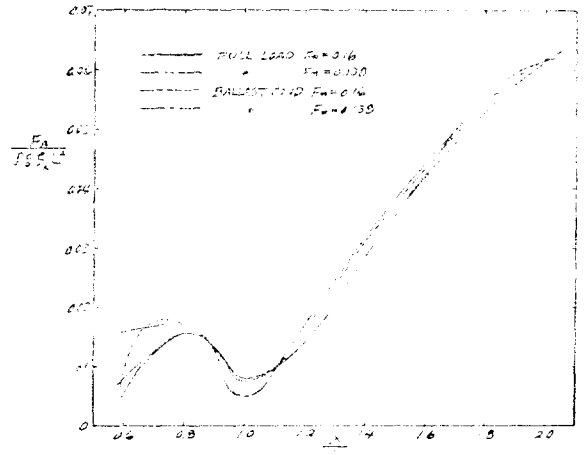


Fig. 7 Wave exciting force

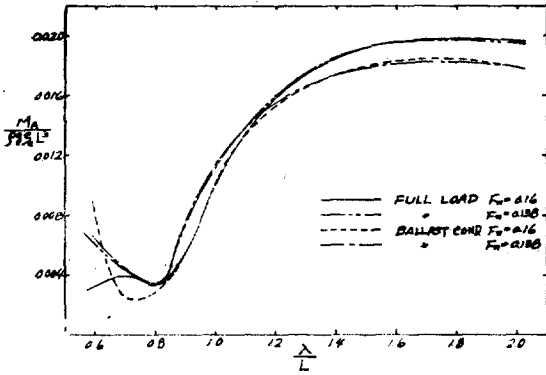


Fig. 8 Wave exciting moment

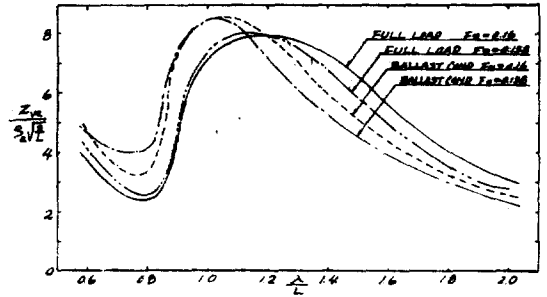


Fig. 9-b Relative vertical velocity at bow

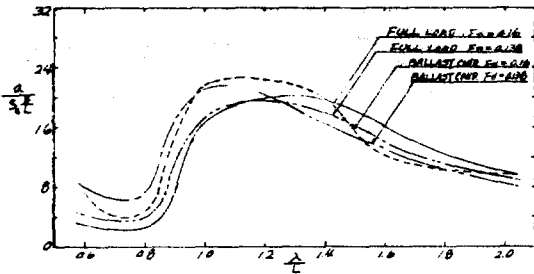


Fig. 9-a Relative vertical acceleration at bow

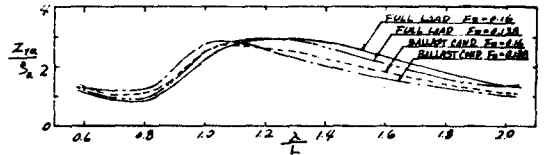


Fig. 9-c Relative vertical displacement at bow

한 應答를 나타낸다.

參 考 文 獻

[1] 高尚龍：“VLCC s/s Atlantic Baron 의 概要와 海上 試運轉結果” 大韓造船學會誌, 第11卷 第2號, 1974
 [2] 任尙鍊外：“전자계산기에 의한 조선설계법 개발에 관한 연구”, 과학기술처, R-73-13, 1973

[3] 前田久明：“任意船型におよぼす波の強制力”, 日本造船學會論文集, 第126號, 1969
 [4] F. Tasai, “A Study on the Seakeeping Qualities of Full Ships,” Research Institute for Applied Mechanics Kyushu Univ. Vol. XVI-55, 1968
 大型肥大船에 關한 特別講演集, 大韓造船教會, 1974