

V 및 U-Vbow 船型の 船首衝擊에 關한 考察

金 順 甲

The Hydrodynamic Impact on the V-bow and UV-bow bottom

By *Soon-kaᄁ Kim*

目 次

Abstract	2) 船底傾斜角
1. 序 論	5. 數值計算
2. 船型の 諸元	1) 代表 船型の 相對速度
3. Slamming의 發生	2) 船底衝擊 壓力
4. 正面衝擊	6. 結 論
1) 衝擊壓力	參考文獻

Abstract

The relative velocity between ship's bow bottom and wave is investigated by the strip theory for the UV-bow and V-bow ship motion in longitudinal regular waves.

The fore-body forms with block coefficient 0.6 and Froude Number 0.15 and constant after-body are selected for investigation.

The impulsive pressures are evaluated with regard to the variation of $\sqrt{L/\lambda}$ by H. Wagner's theory.

As the result of investigation, the impulsive pressure take the peak at $\sqrt{L/\lambda} = 1.0$

1. 序 論

船體運動理論은 1953년에 St. Denis와 Pierson이 不規則波中에 있어서의 船體運動을 發表한 以來 Series 60船型和 同一한 船尾形狀을 가지고 船首形狀만을 極端的인 U船型으로 부터 極端的인 V船型으로 바뀌가면서, 各 船型에 對하여, 여러學者들이 波浪中에서의 模型實驗을 하였

다. 그 후 여러學者들이¹⁾ 研究와 實驗으로 船體運動理論을 發展시켰고, Korvin-Kroukovsky가 strip方法에 依한 縱規則波中에서의 船體의 上下動搖의 聯成運動에 擴張시켜서, 船體運動에 對한 理論的인 計算을 하게 되었다. 이 理論은 여러 사람들의 研究에 依하여 修正되고 補完되어 現在는 縱規則波中에서의 船體의 上下動搖, 縱動搖 및 船首運動等에 對한 振幅과 位相差等을 計算하는데 使用되고 있다.

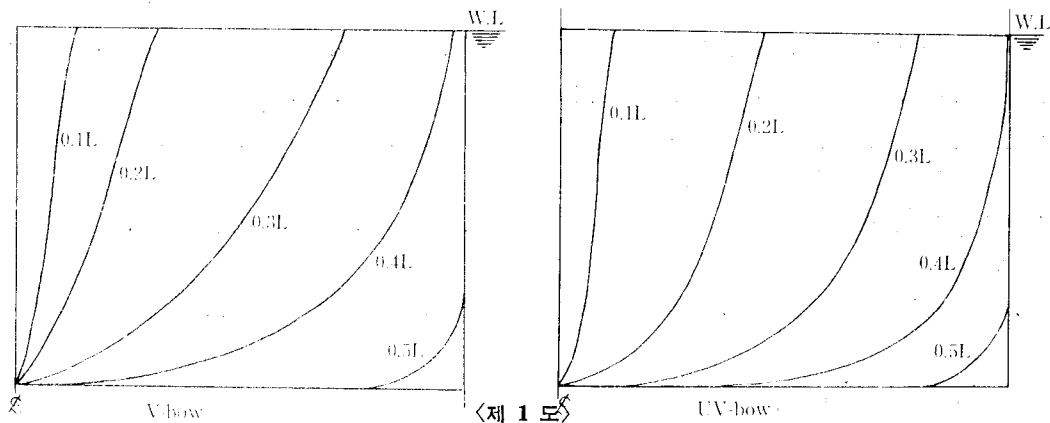
船首衝擊에는 두 가지 경우가 있다. 그 중 하나는 傾斜衝擊(whipping)이며, 다른 하나는 正面衝擊으로서 船底損傷의 主된 原因이 되고, 이것을 Slamming 이라 부른다. 本論文에서는 H. Wagner²⁾의 船底衝擊水壓에 關한 理論을 基礎로하여, $F_n=0.15$ 인 UV船首와 V船首를 가지는 $C_b=0.6$ 인 理論船型의 배의 길이와 波長에 對한 \sqrt{L}/λ 值에 關한 相對速度의 變化를 조사하여, Slamming 時의 \sqrt{L}/λ 值에 對한 船底衝擊壓力의 變化를 考察하였다.

2. 船型의 諸元

考察한 代表船型은 UV-bow型과 V-bow 型으로서 그 諸元은 제1표에 表示한 것과 같으며 船首部分의 線圖는 제1도와 같다.

제 1 표 Model Dimensions

	Displacement (kg)	L. P. P. (m)	Breadth (m)	Draught(m)	Block Coefficient
UV-bow	57.095	2.26	0.323	0.129	0.600
V-bow	57.095	2.26	0.323	0.129	0.600



3. Slamming의 發生

船體의 任意斷面의 船底에 있어서 Slamming의 發生은 船底가 水面에서 露出되어서, 波와 船

體와의 相對速度가 어떤 限果速度 V_{cr} 를 넘게 되는 것에 依해 判定된다. 이러한 것들의 條件은 다음式에 依해 주어진다.

$$Z_r > d_x$$

$$V_{zr} (Z_r = +0) > V_{cr} \dots\dots\dots ①$$

단, Z_r , V_{zr} , d_x 는 各各 그 位置에서의 相對變位, 相對速度, 吃水를 나타낸다. 여기서 V_{zr} 는 船體가 波面에 突入할 때의 相對速度이고, 本論文에서는 代表般型의 縱規則波에서 波에 對한 船體의 相對速度를 使用하였다.

또한 여기에서 限界速度 V_{cr} 는 船體가 波面에 突入할 때, 加速度에 振動的 變化를 일으킨 경우의 越智의 實驗式¹⁾

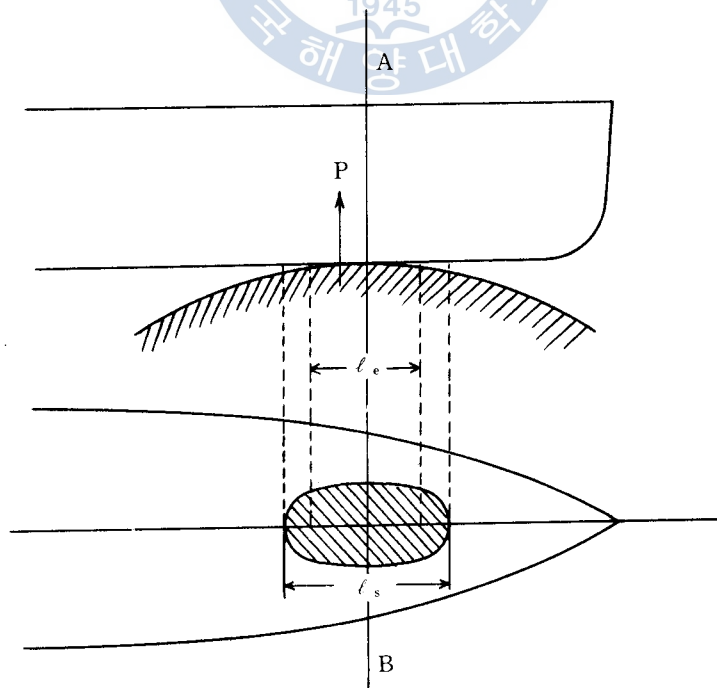
$$V_{cr} = 0.09 \sqrt{gL} \dots\dots\dots ②$$

를 使用하였다.

4. 正面衝擊

1) 衝擊壓力²⁾

그림 제2도에 表示된 모양과 같은 狀態에서, AB 面에는 2次元流가 形成되지만 AB에 平行한

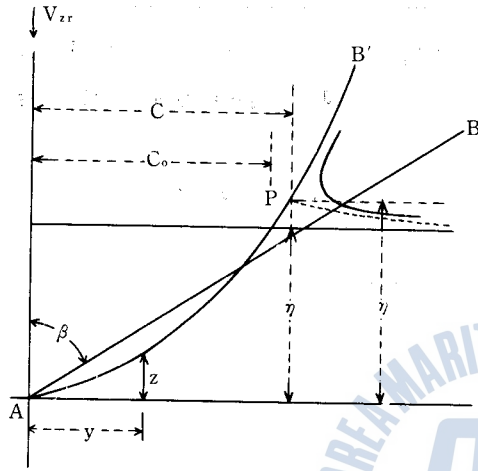


<제 2 도>

(4)

V 및 UV-bow 船型の 船首衝擊에 關한 考察

다른 面 內에서는 2次元流가 形成되지 않는다. 그래서 l_s 대신에 어떤 有効한 l_e 의 長이를 생각하여, 그 範圍에서, AB에 平行한 斷面 內에서는 2次元流가 形成되는 것으로 생각되어진다. 이러한 2次元流의 水面衝擊의 問題를 H. Wagner의 理論을 基礎로 하여 생각해 보고자 한다.



<제 4 도>

이론전개의 편의 상, 船首部分의 斷面曲線의 實型 AB'에 近似한 楔型斷面 AB를 가정하고 논의를 전개 하면 다음과 같다.

그림 제3도에서 質量 M인 楔型(AB)의 物體가 靜水面에 對해서는 η_0 의 長이로 잠기지만, V_{zr} 의 速度로서 水面에 衝擊할 경우에는 物體에 接觸한 部分의 水面에서는 물거품이 생기고, 그 높이도 靜水面보다 더 높아진다. 그래서 P點에 있어서 半幅 C는 靜水面上의 半幅 C_0 보다 커지게 되고, 長이 η 도 η_0 보다 커진다. 이 때의 附加質量 m 는 Wagner에 依하면,

$$m = \frac{\rho \pi c^2 l_e}{2} \dots \dots \dots ②$$

이고 $m/M = \mu$ 라고 놓으면, 物體에 作用하는 힘 p 는

$$p = \frac{\rho \pi c l_e}{(1 + \mu)^3} \cdot \frac{V_{zr}^2}{u} \dots \dots \dots ④$$

이다. 단, 여기서,

$$u = V_{zr} / \frac{dc}{dt} (1 + \mu) \dots \dots \dots ⑤$$

이고, ρ 는 물의 밀도이다.

物體의 形狀(AB')을,

$$z = a_0 y + a_1 y^2 + \dots \dots \dots ⑥$$

인 方程式으로 表現하면 u 는 Wagner의 理論에 依하여 다음式으로 된다.

$$u = \frac{2}{\pi} a_0 + a_1 c + \frac{4}{\pi} a_2 c^2 + \frac{3}{2} a_3 c^3 + \frac{16}{3\pi} a_4 c^4 + \dots \dots \dots ⑦$$

따라서 p 는 c 의 函數로 된다. 幅 $2c$ 사이의 水壓分布는 Wagner에 依하면 中央에서 작고 끝 部分에서 크다. 그러나 平均水壓은,

$$p_m = \frac{p}{2cl_e} = \frac{\rho \pi}{2(1 + \mu)^3} \cdot \frac{V_{zr}^2}{u}$$

이며 衝擊初期에는 μ 가 1보다 대단히 작으므로 無視해도 좋다. 또 物體는 어떤 代表的인 直線 楔型으로 假定하여 그 底邊의 狹角을 2β 라고 하면,

$$u = \frac{2}{\pi} \cot \beta \dots\dots\dots \textcircled{8}$$

이 되고 平均水壓 p_m 는

$$p_m = \frac{\rho \pi^2}{4} V_{sr}^2 \tan \beta \dots\dots\dots \textcircled{9}$$

이다.

2) 船底傾斜角 $\tan \beta$ 에 關하여³⁾

H. Wagner의 理論에 依하면 船首部分의 斷面曲線의 方程式이 ⑥式과 같이 주어 졌을 때,

$$\frac{2}{\pi} \cot \beta = u(c) = \frac{2}{\pi} a_0 + a_1 c + \frac{4}{\pi} a_2 c^2 + \frac{3}{2} a_3 c^3 + \frac{16}{3\pi} a_4 c^4 + \dots\dots\dots$$

이 된다. 船首部分의 斷面曲線은 楔型에 가까우므로 ⑥式에서 2次項 以上은 無視할 수 있고 따라서,

$$\cot \beta = a_0 \left(1 + \frac{\pi}{2} \cdot \frac{a_1}{a_0} c \right) \dots\dots\dots \textcircled{10}$$

으로 되고 p_m 은 c 의 값 즉 잠기는 量이 커짐에 따라서 減小된다. 그런고로, 船底가 水面에 接觸하는 순간에 p_m 는 最大가 된다. ⑩式에서 어떤 適當한 C_e 값을 取했을 경우에 AB 의 傾斜角은,

$$\cot \beta_e = a_0 \left(1 + \frac{a_1}{a_0} C_e \right) \dots\dots\dots \textcircled{11}$$

이 되어, 이 適當한 C_e 값을 ⑪式에 代入하면 船底傾斜角 $\tan \beta_e$ 의 값을 求할 수 있게 된다. C_e 의 값을 取하는 때에는 여러가지 方法이 있겠지만, F. King은 $F.P.$ 로부터 $0.1L$ 되는 곳에서 $\eta_e = 0.0025L$ 되는 경우의 C_e 를 取하여 Slamming 時의 船底損傷을 檢計하여 만족스런 結果를 얻었다. 本論文에서도 UV-bow와 V-bow 船型の $0.1L, \eta_e = 0.0025L$ 되는 곳의 C_e 를 求하는데 있어서 F. King의 方法을 따랐다.

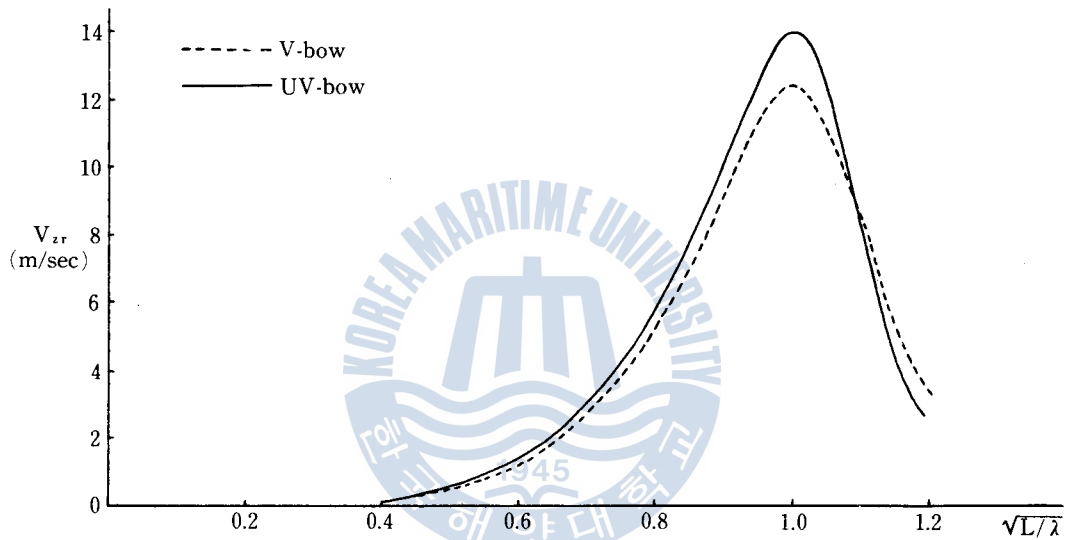
5. 數值計算

1) 代表船型の 相對速度

代表船型の 相對速度는 參考文獻[1]에 計算된 값을 引用하였고, UV-bow와 V-bow인 船型の 縱規則波中에서의 相對速度 V_{sr} 가 $\sqrt{L/\lambda}$ 에 따라서 變하는 모양을 表示하면 제2표 및 제4도와 같다. 相對速度 V_{sr} 의 값은 一般的으로 $\sqrt{L/\lambda} < 1.1$ 에서는 UV-bow 型이 V-bow 型보다 크고 $\sqrt{L/\lambda} > 1.1$ 에서는 그 逆으로 된다. 그 最大值는 $\sqrt{L/\lambda} = 1.0$ 에서 생긴다.

제 2 표

V_{sr} (m/sec) \ $\sqrt{L/\lambda}$	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
V-bow의 V_{sr}	0.2	0.5	1.3	2.8	5.3	9.2	12.4	8.8	3.5
UV-bow의 V_{sr}	0.2	0.5	1.4	3.0	5.8	10.2	14.0	8.8	2.6



〈제 4 도〉

2) 船底衝擊壓力

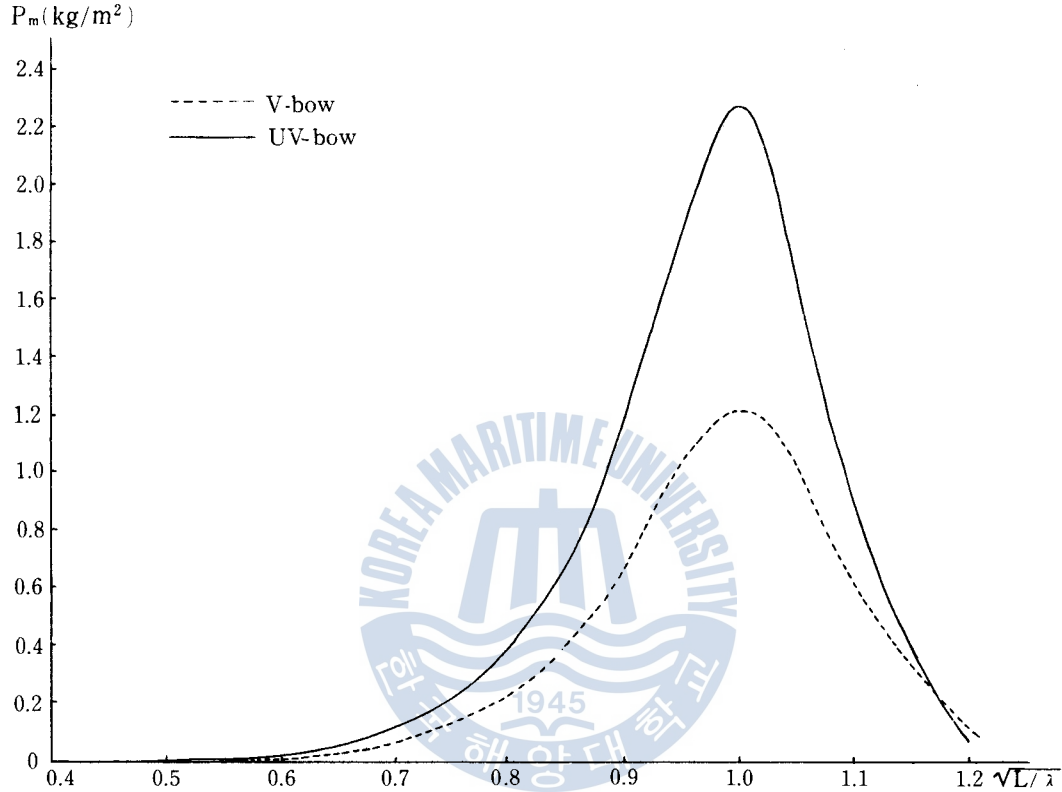
船底傾斜角 $\tan\beta_e$ 는 F. King의 의方法에 따라서 F. P.로부터 $0.1L$, $\eta_e=0.0025L$ 되는點의 C_e 값을取하였으며, 그結果는, V-bow인 경우에 $\tan\beta_e=0.3158$ 이며, UV-bow인 경우에 $\tan\beta_e=0.4615$ 이다.

平均衝擊壓力 p_m 는 ⑨式에 依하여 물의 密度를 重力單位로 하여 計算하였다. 이 計算된 p_m 값을 $\sqrt{L/\lambda}$ 의 값에 따라서 表示하면 제3표 및 제5도와 같다.

제 3 표

p_m (kg/m ²) \ $\sqrt{L/\lambda}$	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
V-bow의 p_m	0.000	0.002	0.013	0.062	0.229	0.672	1.220	0.614	0.097
UV-bow의 p_m	0.001	0.003	0.023	0.105	0.390	1.207	2.274	0.898	0.073





<제 5 도>

6. 結 論

Slamming으로 因한 船首船底의 衝擊壓力은 船首部分의 形狀에 따라서 變化하고 相對速度의 제곱에 비례하여, $\sqrt{L/\lambda} < 0.6$ 에서는 그 값이 0에 가깝게 되고 $\sqrt{L/\lambda} = 1$ 에서 最大값을 가지며, 또 $\sqrt{L/\lambda} > 1.1$ 에서 相對速度가 UV-bow 型보다 작고, 衝擊壓力도 $\sqrt{L/\lambda} = 1.2$ 에서 UV-bow型이 V-bow型보다 그값이 작아진다. 그런고로, 船舶運用者는 船體가 Slamming運動을 始作할 때는 相對速度를 줄이기 위하여 船速을 낮추어 操船해야 하고, 波長이 船의 길이와 같은 狀態일 때에 衝擊壓力이 最大가 됨을 考慮하여 操船하여야 한다. 그리고 傾斜衝擊에 依한 船의 操縱性에 미치는 影響과 Trim變化에 依한 船底衝擊의 狀態等은 앞으로 考慮할 必要가 있다고 생각되어 진다.

參 考 文 獻

- (1) 金 辰 安：“船型이 船體運動에 미치는 影響에 關한 研究”
大韓造船學會誌 第12卷 第1號 (1975)
- (2) 波 邊 惠 弘：“船底衝擊の 性質と whipping について”
西部造船學會報 第32號 (1966)
- (3) 波 邊 惠 弘：“Slamming 發生判別の 計算法及び 船首吃水との 關係”
西部造船學會報 第32號 (1966)
- (4) 小林正典外：“船舶の耐船性に關する 理論計算 プログラム(その1 理論計算法)”
三井造船技報 第82號

