

### 韓國標準型貨物船에 있어서의 球狀船首의 效果

金 在 瑾\*

## Effect of a Bulbous Bow upon the Resistance of the Korean Standard Cargo Vessel

by

Zae Geun Kim\*

### Abstract

The resistance decreasing effects of a bulbous bow have been investigated with the model test results of the Korean standard type 10,000 GT cargo vessel equipped with several different sized bulbous bows.

The best bulbous bow for the design is 3.66% bulb which decrease the residual resistance 5%. The new hull combined with a bulbous bow have to be designed in order to get more effects.

### I. 緒 言

最近 球狀船首의 効用이 再認識되어 理論面에 있어서의 研究는 勿論이고 各種 實用船型에 對한 研究도 活潑히 進展되어 오고 있다.

肥大船의 球狀船首에 關하여는 Takahei[1],\*\* Sato[2], Couch[3], 等の 比較的 綜合된 論文이 있고 Froude Number가 比較的 높고 長幅比가 작은 小型客船의 大型球狀船首에 對하여는 著者도 前年에 研究結果를 發表한 바 있다[4]. 한편 一般貨物船型에 對하여는 Abe [5], Ishii [6]等の 研究와 特定한 設計에 對한 船型試驗報告[7] 같은 것도 散見하는 것이지만 貨物船設計에 있어서 直接 指針이 될만한 綜合的 研究는 아직 없다. 따라서 貨物船設計에 있어서 球狀船首를 採擇하고자 할때는 特定條件에 符合하는 것에 對한 實驗的 研究가 앞서야하게 마련이다.

大韓造船學會가 1967年 商工部로부터 10,000 總噸級標準型貨物船의 設計를 委囑받았을 때에 韓國이 建造하는 最初의 本格的인 航洋貨物船인 만큼 造船技術의 精髓를 集約한다는 見地에서 球狀船首를 採擇할것을 考慮하였으나 實驗的背景이 없어 일단 球狀船首가 없는 慣例的인 船型으로 設計하였던 것이다.

本研究는 이와같이 設計된 標準型船에 가장 適合한 球狀船首를 찾아내며 아울러 貨物船球狀船首의 抵抗上에 있어서의 一般의 特性도 알아보기 위한 것이다. 그래서 우선 標準型船中에서도 가장 큰 10,000 GT級貨物船을 對象으로 하여 그 主船體에 各種 크기의 球狀船首를 附着하여 그것이 進流抵抗에 미치는 影響을 測定하게 된 것이다.

接受日字 1968年 11月 1日

\* 正會員 서울大學校 工科大學

\*\* [ ] 안의 數字는 本論文의 末尾에 掲載한 參考文獻의 番號인.

## II. 供 試 船 型

## 1) 主船體

供試船의 主船體는 大韓民國商工部 標準型 GT 10,000 噸型貨物船(MCI-C 6-67)의 것이고 總圖를 包含한 仔細한 設計內容은 參考文獻 [8]에 仔細히 紹介되어 있다. 計劃運航速力이 18 節이고 垂線間長이 146 m 인 典型的인 一般貨物船으로 設計된 이배의 滿載 및 半載狀態에 있어서의 船型上의 要目과 또한 4 呎木製模型船의 主要要目은 各各 第 1 表 및 第 2 表와 같다.

Table 1. Ship and model form Characteristics of 10,000 GT Cargo Ship-Full Load Condition

		Ship	Model	Remarks
全長	LOA	153 m 700		
垂線間長	LBP	146 m 000	121.9 cm	4'-0"
水線間長	LWL	149 m 450		
型 幅	B	21 m 800	18.2 cm	
型 深	D	12 m 300	10.3 cm	
吃 水(平均)	T	9 m 300	7.77 cm	
排 水 量	$\Delta$	19,060 M/T	* 10.83 kg	* Fresh water
排 水 容 積	$\nabla$	18,595 m <sup>3</sup>	0.01083 m <sup>3</sup>	
方 形 係 數	C <sub>B</sub>	0.628	//	
柱 形 係 數	C <sub>P</sub>	0.638	//	
中 央 斷 面 係 數	C <sub>M</sub>	0.984	//	
水 線 面 係 數	C <sub>w</sub>	0.743	//	
容 積 係 數	$\nabla / (LBP)^3$	$5.97 \times 10^{-3}$	//	
半徑圓型三角	1/2 $\alpha E$			
LCB/LBP aft	F.P.	0.5151		
計劃運航速力	V <sub>s</sub>	18 knots		
試運轉速力	V <sub>T</sub>	20.7 knots		
速 力 長 比	$\frac{V_s}{\sqrt{LBP}}$	0.823		LBP in feet
"	$\frac{V_T}{\sqrt{LBP}}$	0.946		"
浸 水 面 積	S	4.300 m <sup>2</sup>	0.300 m <sup>2</sup>	

Table 2. Ship and Model Form Characteristics of 10,000 GT Cargo Ship-Half Load Condition

		Ship	Model	Remarks
垂 線 間 長	LBP	146 m 000	121.9 cm	
吃 水	T	6 m 700	5.6 cm	
排 水 量	$\Delta$	12,915 M/T	* 7.23 kg	* Fresh water
排 水 容 積	$\nabla$	12,600 m <sup>3</sup>		
方 形 係 數	C <sub>B</sub>	0.59		
柱 形 係 數	C <sub>P</sub>	0.604		
中 央 斷 面 係 數	C <sub>M</sub>	0.976		
浸 水 面 積	S	3,550 m <sup>2</sup>	0.248 m <sup>2</sup>	

## 2) Bulb

本實驗에서 使用된 bulb 는 第 1 圖에서 보는바와 같은 5 種이며, 그 斷面積曲線은 第 2 圖 및 第 3 圖와 같다.

이들 圖面으로부터 計算한 bulb의 크기는 各各 다음과 같다. F.P.에 있어서의 斷面積이 반드시 bulb의 最大

Table 3. Bulb Characteristics

	中央斷面積에 對한 F.P.에 有 어서의 斷面積의 百分率	排水容積에 對한 bulb 容積의 百分率
Bulb 1	2.65%	0.25%
Bulb 2	3.66%	0.39%
Bulb 3	5.23%	0.59%
Bulb 4	8.17%	0.87%
Bulb 5	13.6%	1.35%

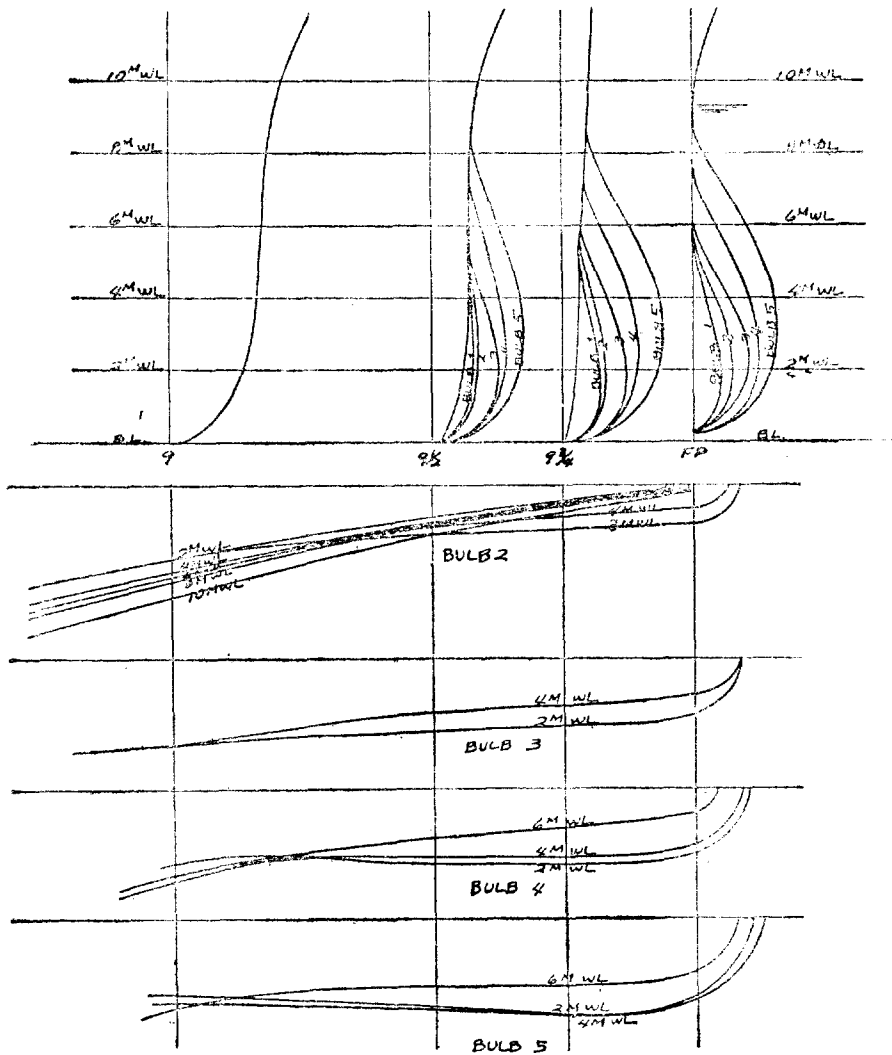


Fig. 1 Bulbs

斷面積이 아님은 第1圖와 第3圖로서 쉽게 알 수 있다.

Bulb는 可能한 限 ST. 9 前方에서 모양을 이루고 ST. 9 以後의 主船體의 形狀은 變化시키지 않도록 하였고

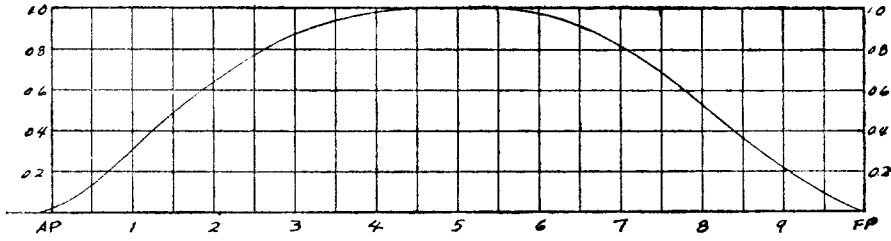


Fig. 2 Sectional Area Curves-Full Load Condition

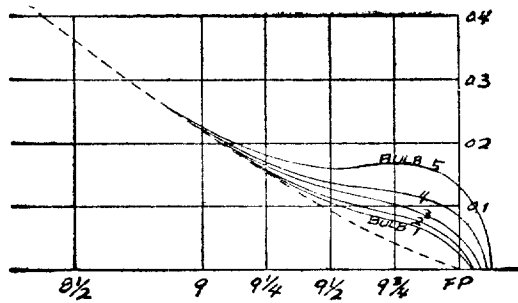


Fig. 3 End of Sectional Area Curves with Bulbs

Bulb 1 및 Bulb 2를 除外한 bulb는 半載狀態도 考慮하여 6M 水線 以下에서 모양을 이루도록 하였다.

### Ⅲ. 實驗結果 및 考察

Bulb 1에서 부터 Bulb 5까지를 가진 船體에 對하여 서울工大 船型試驗水槽에서 模型抵抗試驗을 實施한 結果 滿載 및 半載狀態에 있어서의 造波抵抗係數는 各各 第4圖 및 第5圖와 같다.

모든 實驗은 吃水가 一定한 狀態滿載 및 半載時 實船吃水 9.3 m 및 6.7 m에 해당하는 模型의 吃水 7.77 cm 및 5.6 cm—에서 實施하였으며 따라서 排水量 및 浸水面積은 bulb에 依하여 그만큼씩 增加된 것이다. 造波抵抗算出에 있어서 摩擦式은 Schoenherr式을 使用하였다. 模型길이가 不充分함에 比후어 모든 實驗에 sand strip로서 亂流促進을 하여 結果를 修正하였다.

第4圖로서 滿載狀態에 있어서 Bulb가 없는 主船體만의 造波抵抗曲線을 보면 速力長比 0.85前後까지 造波抵抗係數는 크게 變化하지 않고 그 以上에 있어서는 造波抵抗係數가 急速히 增大함을 알 수 있다.

Silverleaf〔9〕는 一般船舶에 있어서 『그 以下の 速度에서는 船體抵抗係數가 크게 變化하지 않지만 그 以上에 있어서는 急速히 抵抗이 增大하는 速度』로 規定할수 있는 臨界速度와 方形係數와의 關係式은 大體로

$$\frac{V}{\sqrt{L}} = 1.7 - 1.4 C_B$$

라 하였는데 이것으로 供試船 主船體의 臨界速度를 求해보면 速力長比는 0.821이다. 이것은 實驗에서 나타난 結果와 거의 一致라면서도 오히려 實驗值가 若干 높다. 이것은 主船體의 船型이 計劃運航速力 18 以上

$\frac{V}{\sqrt{L}} = 0.85$ 에 해당하는 速力 18.6節 까지도 無難한 運航速力을 가질 수 있는 것임을 뜻한다.

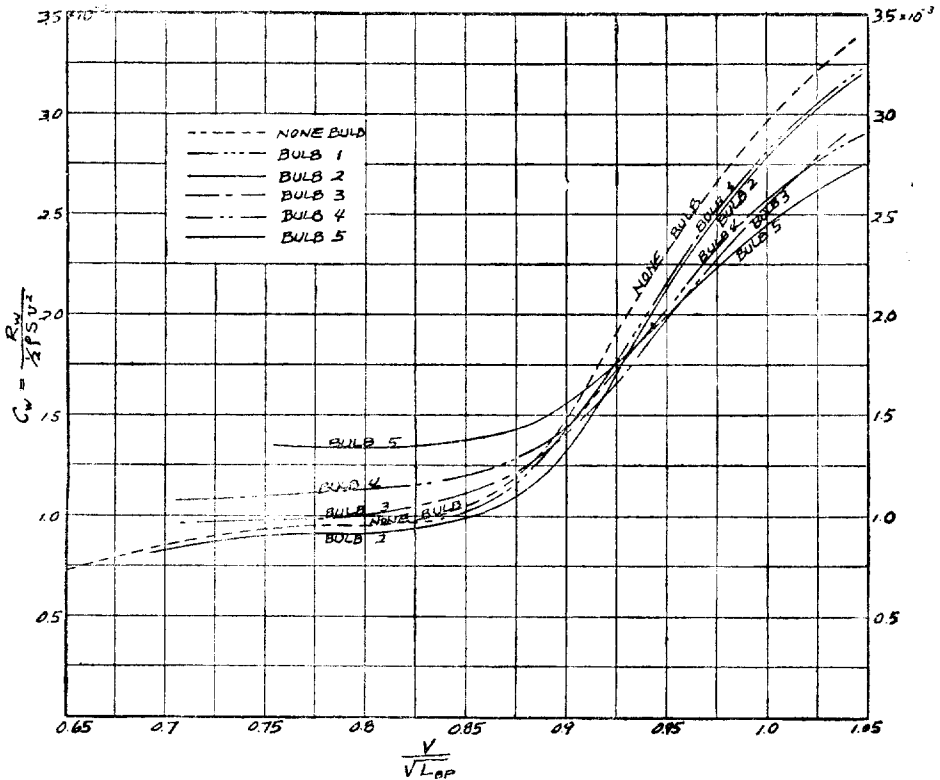


Fig. 4  $C_w$  vs  $V/\sqrt{L}$ —Full Load Condition

第4圖에서 Bulb를 가진 船體와 bulb가 없는 船體의 抵抗曲線을 比較하여 보면 다음과 같다.

Bulb 2 即 FP에 있어서 斷面積이 3.66%인 bulb는 速力長比가 0.7以上인 모든 領域에서 bulb가 없는 主船體보다 造波抵抗이 작으며 速力長比 約 0.92以下에 있어서는 餘他の 어떤 bulb보다도 抵抗係수가 작다. 計劃 運航速力에 對應하는 速力長比 0.823에 있어서 Bulb 2의 造波抵抗係數는 Bulb가 없는 主船體의 것 보다 大體로 5% 작다. Bulb가 없는 경우의 實船抵抗에 있어서 造波抵抗係數는 大體로  $0.94 \times 10^{-3}$  정도이고 粗度係數  $0.4 \times 10^{-3}$ 을 加한 摩擦抵抗係數(Schoenherr)는 1.90 정도인 것으로서 造波抵抗과 摩擦抵抗의 比例는 大體로 2:1이라 할 수 있다. 따라서 Bulb 2로 因한 造波抵抗 5%의 利得은 全抵抗으로 볼때 大體로 1.7%의 利得이라 할 수 있다. 이것은 거의 같은 種類의 貨物船에서 bulb를 가짐으로써 全抵抗을 5%, 또는 그 以上 減少시킨 例 [7]와 比較하여 볼때 너무나 좋지 못한 成績이다. 그러나 Bulb 2가 速力長比가 約 0.92以下에 있어서는 餘他の 어떤 bulb보다도 抵抗上 좋다는 것은 틀림 없다.

Bulb 2보다 작은 bulb 1은 bulb 2와 大體의으로 같은 傾向을 나타내고 있지만 Bulb 2보다 抵抗이 若干 크고 速力長比 0.825以下에 있어서는 主船體만의 경우 보다도 오히려 抵抗이 크다.

Bulb가 커짐에 따라서 即 Bulb 3, Bulb 4, Bulb 5의 順序로 뒤에서부터 速力長比 0.9以下에 있어서는 造波抵抗이 主船體의 것 보다도 점점 커지고 速力長比가 大體로 0.95以上에 있어서는 bulb가 커질수록 有利한 傾向이 나타나고 있다. 이것은 Conventional한 貨物船의 船型에 있어서 『球狀船首는 臨界速度以上에서 抵抗減少의 效果가 있고 그 보다 低速에서는 抵抗이 增加한다』 [9]는 一般的인 傾向을 잘 나타내고 있는 것이라 할 수 있다.

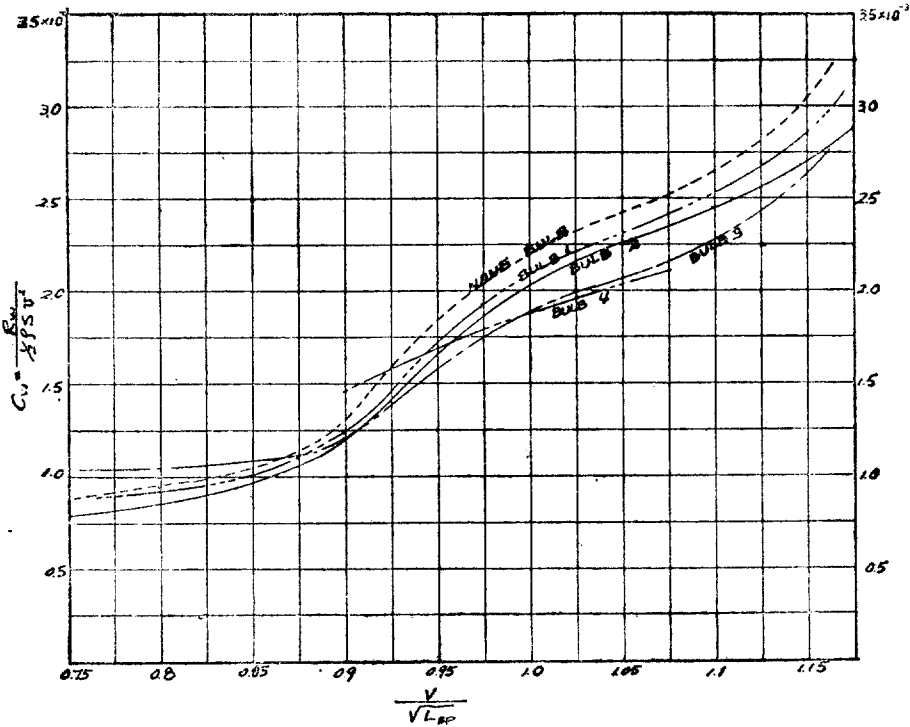


Fig. 5  $C_w$  vs  $V/\sqrt{L}$ —Half Load Condition

第5圖 Half Load Condition 에서도 다음과 같이 大體로 Full Load Condition 과 同一한 傾向이 나타나고 있다. 即 Bulb 1 및 Bulb 2 는 速力長比 0.75 以上の 全域에 걸쳐 主船體 보다도 抵抗이 작으며 特히 Bulb 2 는 가장 좋은 結果를 나타내고 있으며 運航計劃速力長比 0.823 에 있어서 bulb 가 없는 主船體 보다 約 7% 造波抵抗 係數가 작고 試運轉速力에 對應하는 速力長比 0.946 에 있어서는 約 5% 작다.

또한 Bulb 가 커짐에 따라 低速域에서는 抵抗係數가 커지고 高速域에서는 작아진다.

#### IV. 結 言

實驗結果와 以上 考察한바를 綜合하여 다음과 같이 말할 수 있다.

本來의 船型을 維持하며 bulb 를 附着할 때 가장 適合한 bulb 의 크기는 FP 에 있어서의 斷面積이 3.66% 程度 인 것이고 이에 造波抵抗은 大體로 5% 程度 減少되고 全體抵抗으로서는 1.7% 程度 減少된다.

Bulb 를 달아 보다 큰 效果를 거두려면 原 船型에 拘束됨이 없이 새로운 設計를 해야 할 것이다.

#### 參 考 文 獻

[1] 高野哲夫; “肥大船型に對する球狀船首の設計”, 日本造船協會論文集, 第119號, 1966  
 [2] Sato; “Effect of a Bulbous Bow upon the Resistance of Ships with Small Length-Beam Ratio and Large Block Coefficient” 日本造船協會論文集, 第118號, 1965  
 [3] Couch, Moss; “Application of Large Protruding Bulbs to Ships of High Block Coefficient” SNA & ME, vol. 74. 1966.

- [4] 金在瓊; “沿岸客船에 있어서 大型球狀船首가 造波抵抗減少에 미치는 影響에 關한 實驗的研究” 大韓造船學會誌, 第4卷 第1號, 1967
- [5] Abe, Ohkusj; “Application of Wave-Making Resistance Theory to Hull Form Design”, *Japanese Shipbuilding & Marine Engineering*, vol. 2, No. 6, 1967
- [6] 石井信夫, “球狀船首付摺型船型「山城丸」と普通型船型「山梨丸」運航實績比較,” 日本造船協會論文集, 第118號, 1965
- [7] “高速貨物船においてバルブの大きさが推進性能に及ぼす影響についての水槽試験例,” 船舶, 36-6, 36-7, 1963
- [8] 大韓造船學會誌, 第5卷 第1號, 1968
- [9] Silverleaf, Dawson; “Hydrodynamic Design of Merchant Ships for High Speed Operation,” *RINA*, vol. 109, 1967