

세미나 : 超大型船建造에 따르는 問題點

超大型船의 推進馬力推定

金 燦 喆*

우리나라의 造船工業은 第3次 經濟開發 5個年計劃期間(1972~1976)에 國際競爭力基盤을 構築하게 될 것이고 1976年 後半에는 輸出戰略産業으로 登場, 次次 世界市場을 相對로 正面挑戰하여 80年代에는 輸出嚆矢産業化할 것이 豫想되고 있다. 이를 위하여 政府에서는 이미 여러가지 政策을 發表한 바 있거니와 76년에는 10大造船國의 하나로서 3억弗輸出, 80년에는 우리나라 全輸出의 1/5에 해당되는 20억弗의 船舶輸出을 目標로 세우고 있다.

이러한 急増하는 國家的 目標과 國際船舶市場의 性格은 必然的으로 超大型船建造를 要求하게 될 것이고, 이미 이를 위하여 蔚山에 大型造船所가 세워지고 있으며 來年이면 259,000 DWT 超大型 tanker의 建造가 始作될 것이다. 그러나 많은 問題가 남아 있다.

現時點에서 造船工業이 當面한 課題中 가장 時急히 解決하여야 할 것은 全般의 技術向上과 이를 위한 技術人力 特히 高度의 技術人力의 問題라고 判斷하는 바이며 이러한 뜻 아래에서 本 세미나의 題目 역시 이 범주에 속한다고 본다. 여기에서 問題로서 提起되는 것은 다른 나라에서는 多年間 研究해 왔던 것임으로 解決을 보았거나 近間 解決을 볼 것이 豫想되며, 따라서 새로운 問題들이 새로운 角度에서 다루어져야 將次 우리 必要에 應하게 될 것이다. 또한 具體的으로 다루어져야 할 것으로 믿는다.

여기에서는 一般的인 事項을 그리고 몇가지 알려진 事實을 整理해 보는데 그치게 될 것이다.

船舶의 推進馬力을 推定하고자 하는 目的은 어떤 計劃된 速度에서 必要한 馬力을 알고자 함에 있다고 하겠다. 너무 過大한 馬力이란 그만큼 不經濟性을 가져오는 것이고, 大部分은 船主가 그것을 許容하지도 않는다. 一般的으로는 滿載 MCR를 論하는 것이 例이나 그렇지 않은 경우도 있을 것이며 普通의 경우에는 平水速度를 뜻한다.

船舶의 推進馬力을 推定하는데는 解析의 方法과 實驗的인 方法이 있다고 하겠다. 解析的인 方法이란 理論的으로 造波抵抗, 粘性抵抗, 推進器, 海狀, 空洞現象 등을 分析 或은 計算하여 馬力推定에 使用하는 바이나

아직은 實際 推定과는 感이 없지 않으며 特히 肥大한 超大型船에서는 어려우므로 論할 바가 못된다. 다만 이러한 理論의 發展없이는 다음에 論하는 實驗方法 및 實驗的인 結果에 對한 理解와 分析을 成功裡에 하지 못하므로 至極히 必要한 것이다.

實驗的인 方法의 하나에는 여러개의 模型을 併시 系統的實驗結果를 얻어 그 經驗值를 整理하였다가 그 系統的 模型의 범주에 屬하는 새로운 어떤 船型에 對하여 馬力을 推定하는 方法으로서 우리가 잘 아는 Series 60 或은 Wageningen Troost B-Series Propeller와 같은 것이 그것들이다. 超大型船型에서는 우선 이러한 系統的 模型 實驗結果가 쓸만한 것이 發表된 것이 거의 없을 뿐만 아니라 船型의 變化가 急激하였으므로 그러한 여유도 別로 없었다.

實驗的인 方法의 다른 하나는 決定된 어떤 特定船型을 個別로 模型試驗을 行하고 그後 實驗試運轉結果를 얻어 比較 檢討함으로써 推定의 正確度向上을 꾀하는 方法이라 하겠다. 따라서 이것을 模型·實船 或은 水槽試驗·試運轉의 相關技術이라 하겠고 推進馬力推定을 얼마나 잘 하느냐는 곧 이 技術이 얼마나 合理化되어 있고 正確하느냐 하는 것을 말하는 것이다.

이러한 實驗的인 方法을 特히 後者의 경우에는 船型試驗 水槽는 必要不可缺한 것이며 또한 이것이 바로 옆에 설치되어 있어서 設計途中, 數次, 隨時로 손쉽게 쓸 수 있도록 되어 있어야 한다. 우리나라에는 아직은 大型船을 取扱할 수 있는 이러한 施設이 없음으로 이것이 超大型船馬力推定을 위한 가장 時急한 道具임은 말할 必要도 없겠거니와 道具를 제대로 使用할 수 있는 사람들도 하루 아침에 養成되는 것이 아니므로 問題가 될 것이다.

模型試驗의 根據는 William Froude의 假定에 있으며 그에 依하면 배의 全抵抗은 船體表面과 船長에 準한 平板의 摩擦抵抗과 其外를 망라한 剩餘抵抗으로 나누어서 생각할 수 있으며 後者는 소위 Froude's Law에 依해서 外插推定(extrapolation)해서 實船의 抵抗을 求하도록 되어 있다. 여기에서 剩餘抵抗의 一成分인 渦에 依한 抵抗과 型狀抵抗은 本來 粘性에 依한 三次元的인 效果

* 正會員, 韓國科學技術研究所 造船海洋研究室

이므로 역시 어느정도 Reynolds number 에 따라 外插해야겠다는 것이 알려졌고 이것들의 좀더 뜻있는 처리 문제가 遮波現象의 相互作用치리와 함께 論議되어 왔다. Hughes의 form factor란 이들을 어떤 Reynolds No.에서 平板抵抗의 比例値로 보는 것으로서 Froude가 一定値로 보는 것과 差라 할 수 있다. 그 외에 粗度修正係數 ΔC_F 를 實船에서 고려하여(普通 0.4×10^{-3}) 必要한 抵抗을 推定하는 것이다.

抵抗推定이 끝나면 伴流(wake)와 推力減少係數(thrust deduction coefficient)를 推定하고 推進器를 設計 或은 選擇하게 되고 그에 따라 1次模型 自航試驗을 行하여 w 와 t 를 確定지은 다음 推進器를 再次 選定 或은 設計하여 模型自航試驗을 反復, 實船의 推進馬力을 推定하기에 이르는 것이다. 勿論 경우에 따라서는 要求되는 正確度에 따라 自航試驗을 省略할 수도 있고 數次行할 수도 있는 것이다.

模型自航試驗의 目的은 實은 推進馬力, 回轉數를 얻는데 있겠지만은 보다도 船體와 推進器의 相關係數인 t, w, η_{rr} (relative rotative efficiency) 등을 얻는 것이 큰 目的이라 하겠다.

이러한 것은 모든 船型에 適用되는 一般의 事項이다. 이러한 手續이 特히 超大型船에서 問題가 되는 것은 超大型船의 船型이 다르고 배가 크다는 事實에 基因한다고 하겠다.

超大型船의 大型化傾向을 보면 한말로 해서 운반비, 건조비를 줄이기 위하여 배가 커진 反面 배가 幅이 넓어졌고 뚝뚝하여져 가고 있으며 低速化되어 간다는 事實이다. tanker는 1950年代에 20,000 DWT 級이었던 것이 60년에는 100,000 DWT로 70년에는 300,000 DWT, 最近에는 500,000 DWT 級 tanker가 建造되었다. L/B 는 50年代에 7.6에서 60年代 7.0, 70年代에는 6.0 程度로 變化했으며, B/d 도 2.5에서 3.0으로, C_B 는 0.77에서 0.82로 되었으며 反面 Fr. No.는 0.20에서 0.18로 變化하였다.

이러한 船型의 變化는 一次的으로는 幅이 크기 때문에 細長型船에서는 겨우 약간의 效果를 보이기 始作한 遮波抵抗理論의 使用을 不可能하게 하였고 低速化 된으로서 流體力學에서 거의 未知狀態에 있던 粘性抵抗에 對한 理解를 要求하여 오고 있다. 배가 뚝뚝하기 때문에 船尾伴流가 크면서 不安定하고 따라서 推進器의 效率의 低下는 勿論 空洞現狀, 振動 등의 問題가 나타나고 있다. 이는 또한 조종성능을 惡化시키는 結果를 가

져와 運轉의 위험성이 높아졌다.

배가 커짐에 따라 噸당 馬力은 相對的으로 減少하므로 그에 따라 停止 및 後進能力이 低下되었고, 反面 大型主機를 要하게 되는 主機製作會社의 能力은 限定된 채 뒤따라지 못하였다. 더욱이 大型推進器의 製作도 問題가 되려니와 推進器가 너무 무거워 짐으로서 船尾軸管材料의 무게에 對한 限定性 때문에 軸이 아래로 처지는 結果를 초래했다.

그보다도 가장 어려운 問題는 唯一한 依存方法인 模型試驗에 있어서 模型이 커지고 推進器가 相對的으로 작아짐으로 해서 大型水槽(幅 15m 程度 以上)를 必要로 하던시도 尺度比는 從來 $\frac{1}{20} \sim \frac{1}{30}$ 에서 $\frac{1}{40} \sim \frac{1}{50}$ 程度로 줄어들었다. 이것은 scale effect를 그만큼 크게 하는 것이고 따라서 그만큼 試驗이 어려워짐을 뜻하는 것이다. 그 외에도 blockage effect가 커졌고, 初期加速度에 注意해야 하고 水槽內의 水温分析, 流速分布 등에 神經을 써야하기에 이른 것이다. scale이 작음으로써 模型과 實船과의 wake factor의 差가 커진 것, 또 그에 基因해서 粗度修正係數를 負數로 하지 아니하던 안된다는 事實, 自航試驗의 不安定現象이라고 해서 bilge vortices의 不安定性에서 오는 實驗値의 不安定性等 馬力推定의 精度를 害할 많은 要因들이 繼續發見되고 있다.

그러나 超大型船의 速度推定은 大略 過去 ± 0.5 kts 程度였음을 볼 때 模型·實船相關技術은 方法이야 이터했던 좋은 成果를 올리고 있다고 보아야겠다.

우리도 一次的으로는 ± 0.5 kts를 目標로 推進馬力을 推定할 수 있도록 能力을 養成해야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. 抵抗, 推進 シンボジウム, 日本造船學會(1968. 6)
2. F.H. Todd, "The Model-Ship Correlation Problem," *Marine Technology*, April 1966.
3. 渡邊恭二, "肥大船의 自航試驗에 現われる 不安定現象について", 日本造船學會誌 126號(昭和 44年 12月)
4. 金樵喆, "粘性抵抗에 對한 最近의 問題點", 大韓造船學會誌 5卷 2號(1968. 11)
5. 谷口中, "隨想: 船型開發ものがたり(その 3)", 日本造船學會誌 第490號(昭和 45年 4月)
6. F.H. Todd, "The Fundamentals of ship Model Testing", New England Section, *SNAME*, April 1951