

造船工業分野의 學術研究 및 技術開發

서울工大教授 黃宗吃

1. 造船工業의 成長

2次世界大戰이 끝난 뒤 不過 얼마간의 空白期를 거치고 나서 世界의 造船工業은 急激한 速度로 發達하기 始作하였다. 그 重要한 內容을 보면 工作面에 있어서는 從來의 建造方式으로부터 全熔接 블록式 建造方式으로 轉換하였고, 또 大型化가 急速히 이루어져 船臺建造方式에서부터 船渠建造方式으로 發達하였다. 大型化의 速度는 놀라운 것이었으며 주로 油槽船 分野에서 이루어졌다. 大戰中의 2萬噸級 T₂ tanker 가 3萬噸級으로 다시 5萬噸級, 7萬噸級을 거쳐 1960年代 後半에 이르러서는 DWT 151, 265噸級の 東京丸(1966. 1)를 筆頭로 하여 DWT 210, 000噸級の 出光丸(1966. 12), 다시 1968年 8月에는 DWT 326, 000噸級の Universe Ireland 가 탄생하기에 이르렀으며, 現在 372, 000 DWT의 日石丸이 完成되어 있고, 이어서 477, 000 DWT tanker 가 建造中에 있다. 이와 같은 狀況下에서 造船所의 規模는 無限定으로 擴大되어 現在 DWT 80萬噸級을 建造할 수 있는 造船所가 繼續 만들어지고 있으며, 우리나라에도 70萬噸級 規模의 現代式 造船施設을 갖춘 現代 造船所가 創立되어 蔚山에 그 施設을 建設中에 있다.

또 戰後 25年間에 一般貨物의 効率的인 荷役 및 輸送을 하기 위하여 container ship이 括目할 만큼 發達하였으며 그 밖에 L. P. G. tanker, 原子力船, 水中翼船 等の 特殊船舶의 開發을 비롯하여 石油를 包含한 海底資源의 開發프로젝트에 關聯된 深海潜水 探査艇, 海上作業臺를 包含한 海上 構造物 等の 出現을 보게 되었다. 全世界의 造船工業은 이와 같이 急激히 發達하고 있으며 그 分布域도 擴大되어가고 있으며 Lloyd 統計에 의하면 1971年度의 世界 主要國의 進水總量은 2, 645隻 24, 859, 701 GT에 達하고 있다. 한편 우리나라의 鋼船 建造量은 1971年度에 39, 880GT에 不過하며 現在까지 建造量은 1971年度에 39, 880GT에 不過하며 現在까지 建造한 船舶中 最大 船舶은 DWT 18, 000噸級이다.

以上에서 본 바와 같이 世界의 造船工業은 急速한 大型化를 가져옴으로써 造船學界에 許多한 技術的인 難問題를 提起하였으며 世界의 有數한 研究機關, 大學에서는 다루어 가며 이들 문제를 解決해 나가고 있다.

2. 大型化에 따른 技術面의 問題點

大型化에 따른 技術面의 問題點으로서 처음에 나타난 問題는 무엇보다도 正確한 抵抗의 推定 方法과 各種 構造材의 치수의 決定이었다. 첫째 問題로서는 從來의 小型水槽에서의 小型模型을 使用하면서 正確한 實驗을 하기 困難하다는 것과 水槽試驗에 關聯된 摩擦抵抗係數의 外插法에 對한 精度의 問題 등이 있었으며, 둘째 問題로서는 鋼船 構造 規則의 適用範圍를 넘는 船舶들이었기 때문에 치수의 決定이 困難하다는 것이다.

이와 같은 二大 問題의 解決이 大型化過程에 있어서의 造船技術界의 焦點이 있으며 이들 問題의 解決을 위하여 그間 造船工學 研究를 위한 施設이 先進國에서 急進적으로 擴充되고 研究 開發費가 莫大하게 投入되었다.

大型化에 關聯되어서 일어나는 問題는 이 밖에도 許多하며 그것들을 列擧하면 다음과 같다.

(1) 經濟的인 船舶을 設計하는 問題

本 問題에 對해서는 建造費와 運航費에 關한 二面이 있으며, 建造費에 關해서는 船主의 要求條件을 充足하는 範圍內에서의 最適船型의 決定과 最小重量을 目標로하는 最適構造設計가 中心이 된다. 最適船型의 問題에 關聯된 大型 油槽船의 船型으로서는 길이에 비해 幅과 깊이가 큰 船型이 開發되었으며 最適 構造 設計에 關聯해서는 塑性設計가 發達하게 되었다.

또 輸送費 節減을 中心으로 하여 船團의 크기, 배의 크기에 關聯하여서 上記한 最小船價船의 設計와 더불어, 船舶經濟學의 發達이 促進되었다.

(2) 設計 및 船舶建造管理面에서의 高効率化 問題

이에 關聯된 많은 문제 중에서 가장 重要한 것은 船舶 建造에 있어서의 無人化率의 增大라고 생각된다. 無人化는 여러 分野에서 이루어져야 하겠지만 造船所 管理 및 設計에 있어서의 電子計算機의 活用, 生産 設計 및 特殊 生産工程에 있어서의 數值制御(NC)에 의한 自動化등을 들 수 있겠다.

(3) 船舶 自體의 質의 向上을 圖謀하는 問題

(가) 船舶을 自動化하여 無人化率을 높여 運航費의 節減을 圖謀하는 問題

이에 關聯해서 操縱系統의 自動化, 荷役裝置 系統

自動化, 其他 船舶 運航에 關聯되는 諸系統의 自動化的 問題가 있다.

(나) 大型化에 基因하는 船舶性能의 特殊性에 關聯되는 問題

이에 關聯해서 推進裝置의 大型化와 그에 關聯되는 諸 問題, 振動 및 操縱性에 關한 問題, 特殊 構造 部材의 適切한 設計 等의 問題가 있다.

3. 造船工學 研究의 動向

先進國에 있어서의 造船工學 研究의 動向에 對해서 簡單히 言及하고져 한다.

(1) 抵抗

우선 抵抗分野에 있어서는 구준히 抵抗成分 등의 分離에 關한 基礎的인 研究에 關聯해서 各成分別로 正確한 計算과 測定을 할 수 있는 努力을 傾注하고 있으며 많은 進展을 보이고 있다. 배가 生成하는 波의 波高 또는 波傾斜까지를 測定할 수 있는 여러가지 方法이 開發되었으며 測定值를 土臺로 해서 造波抵抗을 計算하고 있으며, 接線 및 法線 應力의 測定 方法도 많이 開發되고 있다. 또 球狀船首를 包含한 最小 造波抵抗의 研究는 그間 많이 進展되어 實用化되고 있다.

(2) 耐航性

Strip method의 開發에 의해서 船體의 上下動 및 縱搖動의 聯成運動, 波浪中의 縱굽힘모우먼트, 剪斷力, 船首 加速度 等 耐航性能의 研究가 많은 進展을 가져 왔으며 不規則波中에 있어서의 船體 運動의 研究도 매우 活潑하게 되었다.

또 Lewis form 船型 뿐만 아니라 任意 船型에 對한 運動問題도 그 基本理論이 確立되어 特殊斷面 形狀에 對한 計算도 할 수 있게 되었다.

(3) 操縱性

現代 造船學 研究에서 가장 많은 分量을 차지하고 있는 것이 이 操縱性 分野라고 말해도 過言이 아닐 것이다. 이 分野의 確究로서는 運動方程式과 그것에 關聯되는 係數 即 流體動力學의 微分係數에 關한 研究, 旋廻性 및 追縱性에 關한 研究, 制限水路에서의 操縱 問題, 操舵系를 包含하는 制禦工學的 解析에 關한 問題, 大型船의 操縱性能에 關한 研究等 넓은 範圍에 걸친 研究가 이루어지고 있다.

(4) 船體 構造解析

構造 設計의 基準를 設定하기 위해서는 波浪荷重의 推定을 할 수 있어야 하며, 이 方面의 研究가 strip method 等의 發達로 많은 進展을 보이게 되었으며 活潑하게 研究되고 있다.

電子計算機에 힘을 입어 近年에 發達한 有限要素法에 의한 構造解析法이 船體構造解析에 導入되어 船體構造解

析은 脚光을 받고 있다. 有限要素法은 立體構造解析에서 威力을 떨치고 있으며 船體構造를 一體로 하여서 應力解析을 하나의 program에서 解決할 수 있게끔 하고 있다. NV를 筆頭로 하여서 ABS(Program名 DAISY), 英國의 NCRE(Naval Construction Research Establishment) 등에서 이미 有限要素法에 의한 船體構造解析 program이 完成되어 實用化되고 있다. 日本에 있어서도 同等한 program의 作成이 끝난 것으로 안다.

有限要素法에 의해서 局部應力의 研究도 活潑하며 應力集中, 彈性安定 等의 問題가 많이 研究되고 있다.

(5) 振動

大型船에서는 whipping 現象 即 波浪에 의한 船體의 2節上下振動이 자주 일어난다고 하며 이 方面의 研究가 活潑하게 進行되고 있다. 또 大型化에 따라서 프로펠러 起振力으로 인한 船體振動은 보의 振動이라기 보다는 板의 振動과 類似하다는 것이 判明되어 船尾의 局部振動이 많이 研究되고 있으며 또 上部構造物의 振動도 研究對象이 되고 있다.

(6) 海洋構造物

波浪中에서 運動하고 있는 海上構造物도 船舶과 同一한 性格은 가지고 있으므로 海上에 있어서의 作業臺를 포함한 海上 構造物의 運動, 耐航性, 強度 等의 問題는 造船工學의 對象이 되었으며, 理論 및 實驗的인 兩面에서 造船學徒에 의해서 많이 發展되고 있다.

4. 우리나라에 있어서의 學術 및 開發研究의 現況

가. 學術 研究

우리나라에 있어서의 造船工學의 研究는 1964年頃부터 始作되었으며 1965年代 後半부터 質的面에서 向上을 보이기 始作하였다.

(1) 抵抗

抵抗分野에 있어서는 大型狀船首의 效果에 對한 實驗的 研究를 筆頭로하여 特殊船舶의 抵抗特性에 關한 研究가 많았으며 最近에 이르러서 流線追跡法에 의한 船型決定法을 導入한 應用研究가 活潑하게 이루어지고 있다.

(2) 運動

特殊船型斷面形狀의 運動에 關한 附加質量에 對한 研究가 있으며 strip method에 의한 應用研究가 始作되고 있다. 한편 減搖水槽의 效果에 對한 研究, 不規則波中에서의 運動解析에 關한 基礎的인 研究도 이루어지고 있다.

(3) 構造解析

彈性學的인 基礎問題에 關한 研究가 主로 이루어지고 있으며, 開口가 있는 板에서의 應力集中, 異質材料의 結合에 關한 混合彈性問題, 平板에 붙은 stiffner 속에서의 剪斷應力의 分布等이 있고 最近에 이르러서 有限要素法에 의한 解析方法을 導入하여 特設肋骨의 解析을 한 研

究가 있다.

(4) 振動

指動問題에 關해서는 chine 型船의 上下振動, 水平振動等에 關한 附加質量 및 3次元修正係數에 關한 研究를 비롯하여 비틀림, 水平굽힘의 聯成振動을 하는 船體斷面形의 2次元의 附加慣性 모우먼트에 關한 基礎的인 研究等이 있다.

이밖에 바야지의 上下振動에 對한 研究와 船用디젤 機關軸系의 縱振動減衰裝置에 關한 研究가 있다.

(5) 熔接強度

Fillet Welding Joint 의 破壞機構와 強度에 關한 研究 摩擦熔接된 S20C 와 SUS27B 의 疲勞強度에 關한 研究, 抵抗點熔接에 따른 過度的 冷却溫度履歷 等에 關한 研究가 있다.

나. 開發問題

軍事關係의 開發研究를 除外하고 본다면 우리나라에 있어서의 開發研究는 우리나라 實情에 맞는 것으로서 小型 船舶의 船質改良에 集中되어 있으며 FRP 船의 開發과 MRC 船의 開發을 들 수 있다.

5. 우리나라 造船技術의 問題點

現在 우리나라에 있어서의 造船工業은 設計를 先進國에 依存하고 있는 形便이다. 이것은 大韓造船公社에서 建造한 DWT 18,000 噸의 PAN KOREA 號가 그렇고, 現在 建造中인 Gulf 로부터 受註한 DWT 20,000 噸級の 油槽船이 또한 그러하다. 即 現 段階의 우리의 造船工業은 engineering 없는 工業이라고 보아야 하겠다. 來年부터 現代造船은 DWT 260,000 噸級の 大型油槽船의 建造를 始作하게 되었으며 政府는 우리나라를 1976년에 世界의 10位 以內의 造船國으로 發展시키겠다는 計劃을 하고 있다. 造船量에 있어서는 政府의 計劃이 成功될 것은 筆者도 疑心하지 않는다. 그러나 이 造船計劃은 徹底한 技術導入에 의해서 이루어질 것이며 이는 現段階로서는 不可避한 일이라 하겠다. 問題는 現段階의 우리나라의 造船工業이 問題가 아니라 技術없는 우리의 造船工業은 10後年, 20年後에는 消滅해 버릴 可能性이 있다는데 있다. 우리는 그와 같은 事態를 招來해서는 안되겠으며 그렇기 위해서는 造船技術開發을 위한 長期的인 計劃을 樹立하고 그 實踐에 官, 企業, 大學, 研究機關이 協力하여 最大限의 努力을 傾注하여야 하겠다. 이와 같은 問題를 中心으로 하여 未來의 造船技術을 展望하고 그 對策을 講究하여 볼까 한다.

6. 未來의 造船技術의 展望

造船技術의 未來를 豫測한다는 것은 淺學非才한 筆者가 할 수 있는 일로 생각되지 않지만 現在의 造船技術의

發展으로 미루어 보아 가까운 將來에 對한 造船技術의 展望은 그리 어려운 일은 아닌 것으로 생각된다.

우선 工學的인 面 乃至 船舶設計에 關해서는 10年에서 15年 사이에 構造設計 基準으로서의 波浪荷重의 推定의 精度가 매우 높아질 수 있을 것이며, 靜的性能을 基準으로 하는 設計에서 부터 動的性能을 充分히 考慮하게 될 것이며 有限要素法의 導入에 의해서 各船級協會의 現在의 規則은 그 모습을 一新하여, 指定된 設計荷重에 對하여 構造的인 應力長中까지를 包含해서 最大主應力(或은 最大剪斷應力等)이 얼마 以下라고 하는 것과 같은 方向으로 變化될 것이 確實視된다. 이 경우에는 計算方法의 精度에도 關係되므로 船級協會自身이 開發한 特定한 計算 program 或은 미리 承認을 받은 一般 program 을 使用하여야 한다는 制限이 있을 것은 勿論이다.

한편 基本設計에 있어서의 抵抗推定, 其他 여러가지 動力學的인 性質에 對한 分野는 10年 乃至 15年 사이에 많은 發展이 期待되기는 하나 抵抗成分의 個別的인 計算을 하여 設計에 活用될 수 있게 되기까지는 相當한 時日이 걸릴 것이며 20年以上의 앞날로 미루어야 할 것이다. 그러나 1980年代까지는 基本設計의 거의 大部分의 範圍에 걸쳐서 最適設計가 컴퓨터에 의해서 이루어질 것은 疑心할 餘地가 없다.

以上에서 본 바와 같이 1970年代後半부터 1980年代末에 이르는 사이에 造船學은 過去의 經驗論的인 方法에서 漸次로 脫皮하여 科學에 基礎를 둔 所謂 science oriented 한 學問이 되고 船舶設計도 science oriented design 으로 變貌해 나갈 것이다.

다음에 工作面의 考察을 하여보자. 造船工作面に 있어서는 1970年代, 80年代에 unmaned 化가 積極的으로 進行될 것이며, 거의 모든 工程에 數值制禦方法이 導入되어 勞働集約的인 造船工業의 性格을 바꾸어 버리게 되어 美國과 같은 先進國의 產業으로 轉換될 可能性이 있다. 이 미 瑞典의 Kockums 造船所에서는 設計부터 鋼板의 切斷 工程까지를 包含하는 一貫 system 인 所謂 Styrbjorn system 이 完成되어 1960年代中盤부터 實用化되고 있으며, Norway 에서도 1960年代에 ESSI(Central Institute for Industrial Research), SFI(Norwegian Ship Research Institute), Akers Group, BMV(Vergen 造船所) 등에서 lines fairing 에서부터 切斷까지의 一貫 system 을 開發하고 있으며 그 中에서도 AUTOKON system 은 有名하다.

지금 現在로서는 造船全工程의 10~20% 以下의 部門(工作圖, 現圖, 內業加工)의 機械化가 이루어지고 있을 뿐인데 앞으로 1980年代 後半 乃至 90年代에는 全工數의 大部分을 차지하는 大組立, 小組立의 組立部門의 自動化가 이루어질 것으로 내다보인다.

7. 造船技術開發 長期計劃 樹立의 必要性和 그에 對한 提案

(1) 우리나라 造船技術의 背景

앞에서 言及한 바와 같이 우리나라 造船技術은 아직 幼兒期에 있으며 設計를 뒷받침할 研究施設이 거의 全無한 狀態라고 볼 수 있을 程度이고 大型船舶뿐만 아니라 特殊性을 지닌 船舶의 設計는 거의 不可能한 狀態에 있다 設計水準이 낮은 最大의 原因은 其間 建造한 船舶들은 小型客船, 中小型의 一般貨物船, 油槽船, 漁船 등이 였으며 比較的 容易한 것이었다는 것과 全部는 아니지만 主로 日本에서 設計된 것을 多少修正하여 copy 하는 習性이 強했다는 것, 또 設計에 活用할 수 있을만한 研究施設이 無었다는 것과 企業이 engineering에 投入할 資金이 不足하였다는 點을 들 수 있다. 또 試運轉을 비롯하여 運航中인 諸性能에 對한 評價가 제대로 이루어지고 있지 않으며, 다음 設計를 위한 技術的인 資料의 整理가 되지 않고 있다는 데에도 原因이 있다고 보아진다.

이 밖에 設計에 있어서의 computer 活用이 전혀 이루어지고 있지 않으므로 設計의 質的向上을 圖謀할 수 없었으며 高度의 知識을 活用할 수 없었다는 것도 指摘할 수 있다.

設計에 比해서 船舶建造面에서는 大韓造船公社에 限해서는 中小船舶建造의 테두리 안에서 많은 進展을 이룩했다.

한편 學術的인 면에서는 大學에의 投資가 僅小하였으므로 研究施設이 不足하고 大學院은 不在의 狀態에 있었고 따라서 研究의 質, 內容, 量 등이 모두 微弱하였다. 이러한 狀態下에서 商工部가 1965年에서부터 7年間 本學會에 依賴하여 大韓造船公社를 비롯한 現場設計技術陣, 韓國海事技術設計陣, 韓國船級協會, 韓國科學技術研究所, 各 大學 등의 各分野의 造船技術者의 協力으로 中小型 各種船舶의 標準設計로 進行하여 設計技術不足을 補元하여 計劃造船을 進行한 것은 큰 成果였다고 생각된다.

이와 같은 經驗을 살려 우리는 앞으로 우리나라의 造船技術의 質的인 向上을 圖謀하여 튼튼한 engineering을 가진 造船工業을 發展시키는데 貢獻하여야 하겠다.

(2) 造船技術開發 長期計劃 樹立에 對한 提案

以上에서 造船工學乃至 造船技術은 過去의 經驗論的인 立場에서부터 高度의 知識을 活用하는 science oriented

한 技術로 移行하고 있다는 것과 造船所의 工程도 N.C.의 導入에 의해서 無人化의 率이 上昇함에 따라 勞動集約的인 產業에서부터 先進國產業으로 移行할 것이라는 것을 알았다. 가까운 將來에 世界의 有數한 先進國으로 發展할 우리의 造船產業이 engineering 不在로 말미암아 砂上樓閣이 되지 않기 위해서는 強力한 R&D計劃이 樹立되어야 하겠으며 그計劃은 愼等히 確實性있게 이루어져야 하겠다.

다음에 研究 및 開發의 方向과 長期計劃樹立에 對한 小見을 적어볼까 한다.

研究分野는 基本設計의 質的 向上을 圖謀하는 造船學의 主要部門에 걸쳐야 하되 重要性에 따라서 優先權이 주어져야 하며 基本設計 및 船體構造設計의 program의 開發 등이 이루어져야 한다. 또 造船所에서도 造船工程에서 積極的으로 電算化를 이룩할 수 있는 system의 開發에 努力하여야 하겠다. 現代의 技術革新은 1人의 發明이나 發見에 힘입어서 될 수 있는 것이 아니며 數 많은 研究人員의 集團에 依해서만이 이루어진다는 것을 銘心하여 技術開發計劃을 樹立하여야 할 것이다.

技術開發計劃에 관련되는 事項으로서 다음과 같은 것을 생각할 수 있겠다.

- (가) 技術開發 長期計劃의 樹立은 우리의 技術로 設計 및 效率的으로 船舶建造를 할 수 있는 것을 目標로 할 것.
- (나) 船舶研究所의 設立과 同研究所의 長期計劃을 樹立할 것.
- (다) 大學 造船工學科 施設의 擴充, 敎員의 大幅的인 增員과 大學院教育의 強化計劃을 包含시킬 것.
- (라) 造船所 自體의 技術開發機構의 設置, 運營에 對한 長期的인 計劃을 包含시킬 것.

結 言

지금까지 우리나라의 engineering 不在의 造船工業을 되돌아 보고 造船工業育成計劃을 튼튼하게 이어나갈 수 있는 R&D의 必要性和 그것에 관련되는 長期計劃의 樹立 方向에 對해서 부끄러움을 무릅쓰고 放談하였는데 늦어도 1980年代末까지는 우리나라의 造船工業이 우리의 技術에 依해서 이루어지고 우리나라가 名實共히 世界의 造船國이 될 수 있게 되기를 빈다.