

## 學術研究

黃宗屹\* · 任尙鍊\* · 李在旭\*\* · 梁承一\*\*\*

### 1. 序 言

大韓造船學會가造船工學에 關한 學術研究活動의 發表誌로서 1964년에 學會誌의 創刊號를 탄생시킨 이래 어느덧 19년 3호를 맞이하고 이제 學會創立 30周年을 맞이하여 학회지가 쌓아온 螢雪의 功을 되整理하고자 한다.

이는 우리나라 造船技術의 水準과 潛在能力을 評價할 수 있는 기회가 되고, 對內的 脆弱點을 능동적으로 대처해야겠다는 다짐의 기회가 되고 또 國內造船技術의 多邊化와 高度化를 爲한 모든 造船科學技術을 제 吟味할 기회가 되며, 나아가서는 조선기술의 自立體制와 基盤造成을 爲한 더할수없는 重要한 시점이 되기 때문이다.

어려웠던 조선공업의 逆境속에서도 조선공학의 學理的 뒷받침과 學術的 振興을 爲한 조선과학기술인의 功장이 되어야겠다는 다짐으로 創刊號는 學會會員들의 무궁한 學術研究活動을 期約한 바 있다.

우리나라 造船工業은 지난 30여년간에 걸친 段階의 努力, 特히 70年代에 政府의 重點育成政策에 따라 量的인 面에서 急成長을 이룩하였으며, 이와 아울러 造船工學分野에서의 科學技術人과 研究活動의 量的, 質的 成長도 있어왔음은 周知의 事實이다. 特히 학술연구활동의 양적 팽창과 질적향상에 학회지가 主導的이고 先導的 役割을 끊임없이 착실히 이룩해왔음에 우리會員 모두 矜持를 갖는 바이다. 여기에서는 學會活動 30年中, 學術연구활동을 學會誌에 發表된 研究論文을 對象으로 要約評價하고자 하며 研究論文을 專門別 內容으로 다음과 같이 大別하고자 한다.

첫째는 船舶設計分野로서 선형설계, 구상선수, 安全復原性, 및 電算機應用 設計等に 關한 연구논문을 細分하였으며,

둘째는 抵抗推進分野로서 조파저항 및 파형해석, 鏡성저항및 경제층, 프로펠라, 선형시험 시설 및 시험기

법 등에 關한 연구논문을 분류하였고,

셋째는 船體運動 및 操縱분야로서 動流體力, 선체운동, 파랑하중, 해양공학, 조종성능 등에 關한 연구논문을 소개하고,

넷째는 構造分野를 국부강도, 횡강도 및 縱강도 부분으로 分類하여 要約紹介하며,

다섯째로는 振動分野를 船體振動, 국부구조체의 진동 및 推進軸系 等に 關한 研究內容을 소개하고,

끝으로 是 熔接分野에 關한 研究論文을 熔接에 依한 應力, 強度分野의 理論 및 實驗研究를 分類하여 紹介하고자 한다.

### 2. 設計分野

船舶設計分野에서는 주로 船型 및 球狀船首형상의 설계, 이론적 船型計劃法의 응용, 最適設計技法 및 船舶計算프로그램의 개발, 트림 및 安全復原性, 그리고 高速艇 및 漁船船型 등에 關한 이론적 · 실험적 研究가 수행되어왔다. 반면에 새로운 設計條件에 맞는 船舶設計와 特殊船型 設計에 關한 研究實績이 전무한 面으로, 앞으로는 船舶의 高速化, 專用化, 에너지節約型化 추세에 적합한 船舶設計와 雙胴船, ACV 등과 같은 特殊船型設計에 關한 研究가 있어야 하겠다.

#### (1) 球狀船首形狀設計

船型設計는 船舶設計의 가장 重要한 첫단계작업이라 하겠다. 船首形狀의 설계에는 일반적으로 造波抵抗의 減소를 목적으로 球狀船首형상을 택하고 있다. 金在璫(67, 4-1)은 球狀船首에 의하여 船首波가 小滅된다는 이론을 小型沿岸(商工部 標準型 120톤급)客船에 적용하였다. 계통적으로 선정된 大型球狀船首를 가진 沿岸客船의 실험적 연구로부터 球狀船首에 의한 造波抵抗의 減소, 球狀船首의 최적 中心위치 및 취부위치, 淺水에 의한 영향등에 關한 연구결과를 얻었다.

金在璫(68, 5-2)은 이어서 球狀船首를 貨物船에도 응용하였다. 즉, 商工部標準型 10,000G/T 貨物船에 가

\* 正會員, 서울大學校 工科大學

\*\* 正會員, 韓國船級協會

\*\*\* 正會員, 韓國機械研究所, 大德船舶分所

장 적합한 球狀船首를 찾기위한 일련의 실험적 연구를 하였으며 이로부터 球狀船首의 크기와 부착위치, 造波抵抗과 全抵抗의 감소등에 관한 체계적 연구결과를 얻었다.

또한 洪性完(73, 10-2)은 流線追跡法에 의한 船型計劃法을 10,000G/T급 기존 Liner船型의 球狀船首設計에 응용하였다. 즉, 주어진 主船體에 최적 球狀船首를 부가하고 球狀船首를 포함한 全船體를 最適化하기 위하여 流線追跡法과 變分法을 이용하였으며, 이로부터 造波抵抗이 적은 理論的 船型設計와 船首形狀의 平底化도 기하였고 模型試驗의 해석비교로 확인하였다.

## (2) 理論的船型計劃

船型을 개발하거나 개선하기 위한 研究는 주로 造波抵抗성분이 적은 船體形狀을 설계하는 理論的方法에 주안을 두어왔다. 즉, 曹奎鍾, 洪性完(70, 7-2)은 流線追跡法과 變分法을 주로 하는 Inui 및 Pien의 船型計劃法을 商工部標準型 10,000G/T급 Liner船型에 시도하였다. 2회의 試算에서 waveless船型이라 할 수 있는 船體前半部の 理論的 船型과 在來船型의 後半部를 적절히 조합한 semi理論的船型을 개발하는등 이론적인 船型計劃法을 설계에 활용할 수 있는 기틀을 마련한 바 있다.

이어서 曹奎鍾(71, 8-1)은 流線追跡法에 의해 구해지는 이론적 船型을 實用化하는데의 큰 난점으로 되어 있는 平底化문제를 doublet 계의 附加分布로서 조정할 수 있는지를 고찰하였다.

또한 曹奎鍾, 洪性完, 金楛(71, 8-2)은 이상에서 流線追跡法에 의한 이론적 船型의 성능을 실험으로 확인하기 위하여 10,000G/T급 Liner對象船型, 流線追跡法으로 결정된 理論的船型 그리고 平底化를 기한 改良船型등 3개 船型에 대한 模型試驗을 수행하여 抵抗性能을 종합·비교하였으며 이로부터 理論的 船型과 改良船型의 全抵抗과 造波抵抗이 對象船型에 비해 감소됨을 확인하여 流線追跡法에 의한 船型改良의 가능성을 보여준 바 있다.

이상에서의 無限水深에서의 船型計劃으로 사용되고 있는 流線追跡法을 金曉哲, 徐廷天(80, 17-1)은 假想有限水深의 문제로 취급하였다. 즉, 최소 造波抵抗을 갖는 船型을 無限水深에서 구하고, 이때의 造波抵抗이 假想有限水深에서 流線追跡하여 얻어진 平底化된 船型의 造波抵抗과 같다고 하여 理論的船型을 개발할 수 있음을 보여주었다.

## (3) 最適設計技法 및 船舶計算프로그램

船舶設計, 船舶建造, 造船所管理등 造船技術에 進山 기틀 응용하기 위한 연구가 60년대에 시작된 이래 큰

진전을 보아오고 있다. 黃宗屹, 任尙鎮, 金極天, 金曉哲(73, 10-1)은 貨物船의 初期基本設計를 위한 일련의 전자계산프로그램을 개발하였다. 즉, 最小重量과 最大經濟性을 목표로 한 最適化方法에 따라 貨物船의 初期基本設計, 流體靜力學的 諸特性計算, 復原力計算, 可浸長計算, 滿載吃水線計算, 船體構造의 斷面係數計算등을 위한 프로그램을 개발·소개하였다.

이어서 任尙鎮, 黃宗屹, 金極天, 金曉哲(74, 11-1)은 木材運搬船의 乾舷計算, 縱規則波中에서의 船體運動性能計算, 추진축계설계, 船體構造의 主要部材치수계산을 위한 프로그램을 추가로 개발하여 基本設計를 위한 전산기의 응용을 다양화 하였다.

金曉哲, 梁永淳(77, 14-3)은 Aitken의 逐次插間法에 의하여 船型을 數值表現할 수 있는 전산프로그램을 개발하였다.

또한 基本設計과정에서 경제성의 검토가 필요하게 되며 최적화 기법이 응용되게 된다. 金在璠, 韓淳興(78, 15-4)은 船舶의 설계조건을 만족하는 경제성을 最適化理論에 따라 검토할 수 있는 전산프로그램을 개발하였으며, 그리고 辛鍾桂(80, 17-4)는 船體中央斷面을 最小重量面에서 설계하기 위한 最適化技法의 연구와 전산프로그램의 개발을 다룬 바 있다.

그외에 李丙爽, 金燾喆(74, 11-1)과 李昶燮, 金燾喆(74, 11-2)은 浦項綜合製鐵의 鋼材品 沿岸輸送을 위한 push-barge system과 原料運搬의 크기 속도 등을 경제성면이나 최적화면에서 결정하는 문제등을 각각 다룬 바도 있다.

## (4) 트림 및 安全復原性

船舶設計時 安全性와 關連하여, 金辰安(65, 2-1)은 靜的 復原挺曲線과 動的 復原挺曲線을 직접적 혹은 간접적으로 작도할 수 있는 방법과 復原力指示器를 제안한 바 있으며,

金曉哲(78, 15-1)은 靜的 復原力을 手作業에 비해 계산시간의 단축과 전산화가 가능한 계산법을 제안하였다.

黃宗屹, 裴光俊(67, 4-1)은 트림변화가 船體抵抗에 미치는 영향을 소개하였다. 小型沿岸客船(商工部標準型70G/T급)의 模型船을 이용하여 트림을 계통적으로 변화시킨 抵抗試驗을 실시하였으며 이로부터 最小抵抗面에서의 최적트림을 추정하였고 일정한 排水量에서 트림과 浮心 위치가 변할 때 最小抵抗을 주는 浮心(LCB)위치가 존재함을 확인하였다.

## (5) 高速艇 및 漁船

高速艇船型에 대하여는 朴先英, 崔相赫(65, 2-1)에

planing hull 船型의 流體力學의 特性을 실험으로 고찰한 바 있다. 소위 曲線型滑走船型(semi-planing)과 直線船型(pure straight planing)의 모형시험으로부터 두 船型간의 抵抗성능, 滑走현상등을 비교하였고, 金在瑾(70, 7-2)은 또한 排水量이 다른 3가지 高速艇船型-semi-hard chine displacement type, displacement type, hard chine planing type-의 모형시험으로부터 船型에 따른 抵抗值의 변화, 트림의 변화, 排水量변화에 따른 抵抗의 증감등 高速艇船型의 선택에 따르는 重要사항을 비교·해석하였다.

金極天(64, 1-1)은 船體外殼面이 전개가능한 單曲面으로 구성된 V형 直線船型을 抵抗성능, 船體建造費 면에서 複曲面船型과 비교하였으며, 曹奎鍾(69, 6-1)은 V型 直線肋骨船型에 대하여 排水量長比가 같을 때 柱形形係數의 변화와 chine의 변화에 의한 抵抗성능을 모형시험으로 비교·분석하였다.

또한 金極天(70, 7-1)은 展開可能曲面船型을 中小型漁船에 응용하였다. 즉, 韓國沿近海漁船중 대표적으로 4종의 船型(5G/T급 多目的漁船, 10G/T급 一本釣兼延繩漁船, 20G/T급 流刺網漁船, 27G/T급 鰵鱈網漁船)을 展開可能曲面船型으로 새로이 설계하여 이들의 모형시험으로부터 抵抗推進性能을 기존 普通船型과 비교하였으며 沿近海漁業의 환경적 여건이나 종합적 경제성등의 문제를 감안하여 展開可能曲面船型의 개발·응용을 주장하였다.

또한 金極天(71, 8-1)은 韓國沿近海漁船의 종합적 성능향상을 목적으로 기존 漁船의 特性을 환경적 여건과 공학적 견지에서 구명·평가한 바 있다. 즉, 在來漁船의 主要치수와 일반적 特性을 크기, 업종, 지역별로 분류하여 이들의 기하학적 船型특성, 抵抗性能, 船尾形狀특성, 復原性能, 構造方式 및 工法, 재료推進手段의 동력학, 操船 및 漁撈設備의 機械化등을 자세히 논하여 韓國沿近海漁船의 特性과 성능개선방안을 요약한 바 있다.

### 3. 抵抗推進分野

船體抵抗 및 推進分野에서는 船體抵抗성분중에서 造波抵抗의 이론적 계산 및 波形解析에 의한 실험적 추정, 포텐셜 流動 및 線型自由表面問題의 해석, 粘性抵抗의 계산 및 境界層理論의 개발, 프로펠러의 설계이론, 그리고 船型試驗水槽와 試驗技法에 관한 연구가 주로 수행되었다. 앞으로 국내의 船型試驗設備가 다양하게 확장·운동될 것으로 전망되어 抵抗推進分野에서

의 理論的 研究는 물론 實驗的 研究도 병행, 발전시켜야 할 것이다.

#### (1) 造波抵抗 理論 및 波形解析

船體形狀과 船體抵抗과의 관계는 오래전부터 船型改良문제의 하나로서, 특히 抵抗성분중 造波抵抗의 계산에 관한 많은 연구가 있어왔다.

金燾喆(70, 7-1)은 船舶流體力學의 線型理論을 다루었다. 즉 境界條件의 線型化를 위한 perturbation方法을 따라 배를 가늘고, 길게, 혹은 얇은 수평판으로 보느냐에 따라 여러가지로 다른 종류의 수학적 경의에 따르는 理論을 구명하고, Neumann ship, Thin ship, Michell ship, Slender ship등을 이론적인 면에서 수치계산에와 함께 비교 검토하였다.

鄭正桓(75, 12-1)은 船體斷面形狀에 따른 造波抵抗을 수치계산한 바 있다. 4개의 2次式船型을 선정하여 細長船理論에 의해 계산하여 船體斷面形狀과 造波抵抗과의 관계를 비교하였다.

또한 造波抵抗理論과 吃水와의 관계를 鄭正桓(68, 5-2)이 Michell 積分과 細長船理論으로 수치계산을 보여준 이후, 馬淳一, 林永培(76, 13-4)는 2次式船型的 吃水を 변화시켜 造波抵抗을 계산하여 기존 Havelock의 이론치와 비교하였고, 船首·船尾에 의해 발생하는 파들의 간섭효과도 관찰하였다.

金仁喆(79, 16-2)은 2次式船型에 대하여 吃水を 변화시키기에 따라, 그리고 同一吃水, 排水量하에서 水線面形狀을 변화시키기에 따라 造波抵抗을 각각 계산한 바도 있다.

崔恒洵(76, 13-3)은 造波抵抗계산에 있어 Maruo의 線積分이 二次理論에서 가장 중요하다는 점을 數值計算의 예를 통하여 주장하였다.

姜信榮(79, 16-3)은 second-order thin ship theory를 소개하여 parabolic thin ship에 대하여second-order 造波抵抗을 계산하였으며, 또한 康贊爽(79, 16-4)은 Guilloton方法으로 slender ship의 造波抵抗을 계산하는 방법을 다루었으며 계산방법에서의 간편화등의 利點을 예시하였다.

造波抵抗성분을 실험으로 구하기 위한 방법으로 船波分析(혹은 波形解析) 방법이 있는데 이는 波形的 성분을 분석하고 그 성분과 船型과의 관계를 찾아 最小抵抗船型을 얻는데에 활용되고 있다.

金燾喆, F.C. Michelsen(68, 5-2)은 Newman의 理論에 기준한 longitudinal cut meshod를 발전시켜 模型試驗의 결과와 함께 비교하였다.

또한 姜信榮, 李永吉(81, 18-1)은 Newman, Sharma

의 longitudinal cut method에 의한 波形解析技法을 시도하였다. Wigley船型 등 2개의 模型船에 대하여 波形解析과 造波抵抗계산을 수행하였으며, 이와 관련하여 波高計의 설계 및 취부, 波高의 계측, 실험시스템의 정밀도등도 다루었다.

### (2) 포텐셜 流動 및 自由表面問題 解析

曹奎鍾, 洪性完, 朴贊源(77, 14-2)은 船體周圍의 流線計算法을 연구하였다. slender body theory를 적용하여 超大型 油槽船과 高速艇에 대하여 流線을 계산하였고, 滑走型船에 대하여는 船體斷面을 單位圓으로 等角寫像하여 流線을 계산하였다.

李東起(79, 16-4)는 하나의 Havelock 湧出點에 의한 波形을 수치적으로 계산하였다. 波高는 Green 함수의  $x$ 방향 미분에 의해서 구해지므로, 이 미분결과를 수치계산이 용이하게끔 contour적분을 수행하였다. 이렇게 유도된 식을 이용하여 1개의 Havelock湧出點에 의한 波形을 계산하였다.

이어서 李東起(81, 18-4)는 Rankine 湧出點分布法을 사용하여 非線型自由表面條件을 만족하는 船體周圍의 流動解析을 시도하였다. 物體境界條件은 船體表面에서 만족되고 非線型自由表面條件은 교란이 없을 때의 자유표면에서 만족되게 하였다. 湧出點分布面은 Hess and Smith와 같이 사각형 요소로 근사되었다. 이 방법을 이용하여 콘테이너船과 DTMB模型船에 대하여 포텐셜件流와 船側波形을 계산하여 실험 및 Guilloton 方法에 의한 계산결과와 비교하였다.

金炯太, 李昶燮(81, 18-3)은 理想流體中에서 미소동요하는 2次元 날개에 작용하는 流體動力學的 힘들을 集中보오텍스 分布法을 사용해서 계산하였으며, 특히 앞날 吸引力을 非常問題에 적용 가능하도록 확장된 Lagally技法으로 구함으로써 높은 流體動力學的 效率을 나타내는 물고기 推進問題에 응용하여 좋은 결과를 얻었다.

또한 姜昌求, 梁承一, 李昶燮(81, 18-3)은 集中特異點分布法을 이용하여 2次元線型自由表面問題를 해석하였다. 이들은 自由表面 위에 Rankine湧出點을 분포하고 物體表面에 보오텍스를 분포하여 線型自由表面條件과 物體境界條件을 동시에 만족하는 해를 구하였다. 특히 Rankine 湧出點을 분포함으로써 下流에서의 放射條件이 만족되지 않기 때문에 湧出點을 下流境界 뒤에 그 波長만큼 반복 분포함으로써 放射條件이 근사적으로 만족되었다. 沒水된 1點 보오텍스, 圓筒, 水中翼에 대한 波形, 造波抵抗, 揚力등을 계산하여 Havelock 등의 결과와 비교하였다.

그리고 崔恒洵(80, 17-1)은 mapping 함수를 사용하여 圓筒이 자유표면에 沒水되어 있는 경우의 문제를 해석하였다. 그는 mapping 함수를 근사적으로 구하였으며, 이를 이용하여 沒水圓筒에 의해서 발생하는 波의 位相, 造波抵抗, 揚力등을 계산하였다.

金旭東(67, 4-1)은 自由水面에서 유한한 깊이만큼 떨어져 일정한 속도로 定常運動을 하는 유한한 가로-세로비의 水中翼에 작용하는 流體動力學的 힘들을 구함에 있어서 線型化된 自由表面條件 및 無限遠方에서의 조건을 만족하는 Green 함수를 유도한 다음, 물체경계 조건을 만족하는 doublet의 분포를 소위 nodal approach의 방법을 사용하여 결정함으로써 水中翼에 작용하는 揚力과 誘起抗力 및 모우먼트를 계산하는 최종식들을 완결된 꼴로서 제시하였으며, elliptic cross section을 가진 水中翼에 대한 計算例을 보였다.

### (3) 粘性抵抗 및 境界層理論

粘性抵抗과 관련된 形狀影響係數에 관해서, 洪性完(71, 8-1)은 形狀係數와 航走자세와의 관계를 조사하였다. 肥大船의 抵抗, 船側波形, 航走中 자세 변화량을 계측하는 모형시험으로부터 粘性抵抗추정과 관련된 形狀影響係數를 항주자세, 트립과 관련하여 고찰하였고, 黃宗屹(68, 5-2)은 트립이 形狀影響係數에 미치는 영향을 모형시험으로 고찰하였다.

姜信榮(81, 18-2)은 얇은 境界層理論에 의해 3次元境界層을 미분법으로 추정하는 방법을 소개하였고 2종류의 船型에 대한 境界層問題를 계산하였다.

### (4) 프로펠러

추진기설계에 관해서 李震泰, 金在璠, 李昶燮(80, 17-3)은 揚力線理論에 의한 設計方法을 연구하였다. 프로펠러주위의 流速을 수학적으로 표시하기 위해 bound vortex와 trailing vortex를 分布시키는 discrete singularity method를 이용하였고, 이러한 vortex system을 이용하여 실제 프로펠러設計에 응용하는 방법도 제시하였다. 즉, 캐비테이션과 진동등의 제한조건을 고려하지 않고 最大效率을 구하기 위한 optimum propeller와 이러한 제한조건을 고려한 non-optimum propeller를 설계하는 基本理論을 設計例와 함께 소개하였다.

曹奎鍾(70, 7-1)은 프로펠러로부터 誘起되는 船尾船體部에서의 誘起壓力를 구하는 방법을 제시하였고, 2次元 柱狀體의 표면에 작용하는 變動流體壓力를 계산하였다.

金燦喆(75, 12-1)은 프로펠러 날개에서의 流線을 보오텍스分布로서 추적하는 문제를 고찰하였다.

### (5) 船型試驗水槽 및 試驗技法

船型試驗施設에 있어서, 姜信榮(79, 16-1)은 造波機解析을 위한 線型理論을 다루었다. 즉 flap type 造波機의 線型理論으로부터 요구되는 波形的 波長에 따른 flap의 최적길이를 계산하였고, double flap의 경우에는 造波機상하부의 힌지위치와 최적운전조건을 결정하였다.

曹奎鍾, 印喆煥, 洪性完, 朴魯植(73, 10-2)은 仁荷大學校 船型試驗水槽의 시설과 장치를 소개하였다.

船型試驗技法과 관련하여, 金正植(66, 3-1)은 模型船의 亂流促進方法을 비교하였다. 船首部에 12가지 亂流促進裝置(5종의 sand strip과 7종의 핀)가 각각 취부된 模型船(길이 4피트)의 抵抗試驗을 수행하여 적절한 亂流促進裝置를 조사하였다.

또한 Michio Nakato, (74, 11-2)는 船型試驗水槽에서의 각종 실험—抵抗試驗, 自航試驗, 프로펠러 單獨試驗, 壓力抵抗計測試驗, 粘性抵抗 계측시험—의 기본 사항을 개략적으로 논한 바 있다.

梁承一, 金恩燦(80, 17-3)은 英國式방법의 신빙성과 大陸式방법의 경제성등의 長點을 고려하여 KRIS式 自航推進試驗技法을 소개하였다. 즉, 定常航走狀態를 얻는 면에서는 英國式의 방법을 시험수행능력면에서 大陸式의 방법을 각각 이용하였으며 實驗結果의 解析例도 함께 소개하였다.

#### 4. 耐航性 및 操縱性分野

船舶의 耐航性·操縱性分野에서는 船體의 運動性能과 波浪荷重을 추정하기 위한 이론적 研究가 전산프로그램의 개발과 함께 체계적으로 수행되어 왔으며, 그리고 海洋構造物의 外力 및 運動應答의 추정 및 操縱性解析에 관한 연구도 발표된 바 있다. 耐航性分野에서는 이론적 연구 및 관련 프로그램의 다양화와 실험설비의 구비 및 실험적연구가, 操縱性分野에서도 실험시설과 시험기술의 구비 및 이론적 해석기법의 연구가 앞으로 이루어져야 할 것이다.

##### (1) 動流體力 計算

船舶의 運航性能에 관한 평가는 耐航性能의 해석으로부터 내려질 수 있으며 이에 船體運動, 波浪荷重 등이 대표적으로 船舶의 安全性, 居住性, 經濟性과 관계가 깊다. 우선, 船體運動을 추정하는 방법으로는 strip理論이 많이 이용되며 따라서 船體 各斷面에 작용하는 流體力를 구하는 것이 중요하다.

黃宗屹, 金潤鎬(73, 10-1)는 Chine型 船體斷面柱狀體가 자유표면에서 上下 動搖時的 附加質量과 減衰力을 Ursell-Tasai 方法으로 계산하였고 船體斷面形狀이

2次元 動流體力에 미치는 영향을 고려하였다.

黃宗屹, 梁永淳(74, 11-1)은 이어서Chine型 船體斷面形狀이 자유표면에서 左右動搖時 2次元 動流體力(動流體力과 모우멘트)를 Ursell-Tasai方法으로 계산하여 振動數, 斷面積係數, 幅-吃水比에 의한 영향을 고찰하였다.

이어서 黃宗屹, 李起杓(74, 11-2)는 또한 Chine型 船體斷面柱狀體가 자유표면에서 橫動搖時的 2次元動流體力(附加慣性 모우멘트, 減衰모우멘트, 水平力)을 Ursell-Tasai方法에 의해서 계산하였고 단면의 변화에 대한 영향도 고찰하였다.

H. Isshiki, 黃宗屹(76, 13-2)은 Bessho의 變分原理를 확장, 이용하여 規則波中の 軸 대칭 dock에 작용하는 動流體力를 계산하였다.

또한 黃宗屹, 李起杓, H. Maeda, S. Eguchi(76, 13-3)는 有限水深에서 上下動搖하는 2次元柱狀體에 작용하는 動流體力를 다루었다.

柱狀體表面의 特異點分布에 의한 적분방정식을 이용하여 수치 계산하여 기존결과와 비교하였으며, Lewis 柱狀體에 대한 上下動搖 실험결과와 비교하였다.

李起杓(77, 14-3)는 유한수심에서 上下, 左右, 橫動搖하는 2次元柱狀體에 작용하는 動流體力를 特異點分布에 의한 적분방정식방법으로 계산하여 Bai, Keil, Yeung의 결과와 비교하였다. 또한 Lewis型 柱狀體와 구상단면 주상체의 動流體力도 계산하였다.

또한 李起杓, 黃宗屹(78, 15-1)은 2次元沒水體의 流體力(附加質量, 減衰力, 波浪強制力)을 特異點分布方法으로 계산하였으며, 동일한 단면적을 갖는 3개의 2차원 단면이 上下動搖時 수심에 따른 영향, 깊이 방향으로의 위치에 따른 영향등을 조사하였다.

그리고 黃宗屹, 李起杓, 洪錫原(80, 17-4)는 자유표면에서 上下, 左右, 橫動搖하는 2次元柱狀體에 작용하는 流體力를 特異點分布方法으로 계산하였으며, 특히 Frank 및 Maeda 方法에서 나타나는 特異波數 현상을 제거하는 방법을 제시하였다.

朴贊旭, 崔恒洵(81, 18-1)은 完全流體라는 가정아래 規則波中에서 자유로이 浮遊하는 球의 水平運動을 해석하였다. multipole expansion method를 이용하여 定常상태의 주기운동만을 고려한 무한수심에서의 球에 작용하는 動流體力(附加質量, 減衰力, diffraction force, Froude-Krylov force)을 계산하였으며, 수평운동의 球의 운동과 入射波의 振幅比, 位相差를 구하였다.

##### (2) 運動 및 波浪荷重 解析

船體運動의 추정에 있어 權寧中, 黃宗屹(71, 8-1)은

船體運動 해석에 관한 8가지의 strip理論을 비교·검토한 후 transom 船尾를 가진 小型漁船의 規則波中 上下動搖, 橫動搖, 船體中央部에서의 굽힘모우멘트등을 계산·비교하였다. 金在瑾(75, 12-1)은 超大型船의 縱規則波中 運動應答를 계산하였다. 즉, 26만 DWT급 超大型 油槽船에 대하여 縱規則波中에서의 上下動搖, 縱動搖, 船首에서의 相對垂直變位·速度·加速度, 波浪強制力, 波浪強制모우멘트등을 ordinary strip method에 의해 계산하였다.

또한 黃宗屹, 李承俊(75, 12-2)은 水深이 船體運動에 미치는 영향을 해석하였다. Mariner급 船型에 대하여 縱規則波中에서의 수심에 따른 動流體力係數와 波浪強制力·모우멘트를 계산하였으며, 수심이 縱規則波中에서 船體應答(上下動搖, 縱動搖, 船首運動)에 미치는 영향을 논하였다.

船首形狀에 따른 船體運動 특성의 연구에 있어서, 金辰安(75, 12-1)은 船首部 단면형상이 U型, UV型, V型인 船型들이 船體運動에 미치는 영향을 연구하였다. 각 船型의 縱規則波中에서의 附加質量, 減衰力은 特異點 分布方法에 의한 截분방정식으로 구하고 船體의 上下動搖, 橫動搖, 船首部運動, 垂直相對變位, 相對速度·加速度, 波浪彎曲모우멘트 등은 strip理論으로 계산하여 船首形狀별로 縱規則波中 船體應答과 甲板浸水를 비교하였다.

黃宗屹, 李起杓(76, 13-1)은 유한깊이의 물에서의 船體運動을 해석하였다. 船首部가 U型인 것과 V型인 肥大船型에 대한 유한수심에서의 上下動搖, 縱動搖, 波浪強制력을 계산하여 深水에서의 결과와 비교하였으며, 船首形狀에 따른 淺水나 深水에서의 船體運動應答이 유사함을 보여주었다. 2次元斷面의 유한수심에서의 流體力은 close-fit方法으로 구하였고, 具鍾道(80, 17-2)도 U型 및 V型船型이 縱規則波中에서 上下動搖 및 縱動搖時 附加質量, 減衰力, 附加慣性모우멘트, 減衰모우멘트를(無限수역과 制限수역에 대하여) variational method를 사용하여 계산·비교하였다.

金在瑾, 黃宗屹, 金曉哲, 柳在文(80, 17-2)은 規則波中 肥大油槽船의 垂直波浪荷重(垂直剪斷力, 垂直 굽힘모우멘트)를 淺水상태에서 strip理論에 의해 계산하였다.

이어서 黃宗屹, 李起杓, 柳在文(80, 17-3)은 淺水中에서의 波浪強制力과 船體應答를 해석하였다. 즉, 淺水中에서 肥大油槽船의 船體應答과 波浪強制력을 new strip method를 이용하여 계산하여 같은 船型에 대한 실험결과와 비교하였다. 특히, 低圓振動數의 入射波에

대해서는 波強制力과 強制모우멘트로서 diffraction force를 무시하고 Froude-Krylov force만을 취하는 것이 타당하다는 것을 재확인하였다.

또한 黃宗屹, 李承俊, 柳在文(82, 19-1)은 船首形狀에 따른 波浪荷重특성을 연구하였다. 여러가지 入射波(船首波, 船尾波, 橫波, 斜波)중에서 船首部 단면형상이 U型, V型인 船型의 運動性能과 波浪荷重을 new strip理論으로 수치계산하였으며, 특히 規則波中에서 垂直剪斷力, 垂直 굽힘 모우멘트, 水平剪斷力, 水平 굽힘 모우멘트등의 波浪荷重에 관한 U型, V型船首의 應答를 비교하였다.

黃宗屹, 金容直(81, 18-3)은 漂流를 고려한 船體應答을 고찰하였다. 漂流에 의한 船體 경사와 漂流속도를 주어진 조건으로 strip theory를 사용하여 流體力係數와 波浪強制력을 도출했으며, 計算例로서 漂流를 고려하여 船體단면을 갖는 2次元柱狀體의 경사시에 대한 sway, heave, roll 聯性運動을 계산하였다.

崔恒洵, 金盛均(82, 19-1)은 有限水深의 規則波에 놓인 球의 上下運動應答를 계산하였는데 流體力計算은 球의 표면에 特異點을 분포하여 구하였고, 수심의 변화에 따른 運動應答의 변화도 조사하였다.

M. Bessho(77, 14-4)는 縱規則波中에서의 滑走型 船의 船體運動應答를 해석할 수 있는 방법을 특별강연으로 소개한 바 있으며, 李起杓(78, 15-2)도 특별강연에서 滑走型高速艇의 縱規則波中에서의 運動應答를 strip理論에 의해 해석했는데, 각 船體단면의 2次元流體力은 단면과 폭이 같은 평판의 것을 사용했다.

船體運動中 橫搖는 船體形狀에 크게 좌우되며 안전성, 작업능률등과 관계가 깊다. 禹奉九, 具鍾道(71, 8-1)은 船型이 橫搖運動에 미치는 영향을 조사하였다. 線型理論에 의한 橫搖強制모우멘트를 이론적으로 고찰하고 10종의 2次元模型船에 대한 계통적인 실험을 수행하여 흘수, 무게 중심의 높이, bilge keel의 크기에 따른 영향을 조사하였다.

이어서 禹奉九, 具鍾道(71, 8-2) 및 禹奉九, 印喆煥, 具鍾道(74, 11-1)은 減搖水槽의 성능에 관하여 해석하였다. 減搖水槽의 고유주기와 감소계수에 관한 실험적·이론적 해석을 하였으며, 또한 계속해서 減搖水槽 자체의 최적 減衰係數와 不規則海洋波中에서 수조천정에 물이 부딪칠 경우의 減搖水槽의 효과를 논하였다.

또한 禹奉九(71, 8-2)는 不規則海洋波에 대한 船體運動을 고찰하였다. 즉, 橫搖時 운동방정식의 減衰力係數가 非線型인 random入力を 받았을 때의 不規則波中 응답특성을 통계적인 等價線型化方法으로 해석할

수 있음을 논하였다.

### (3) 海洋工學分野

海洋工學分野에 있어서, 鄭鎮秀 (74, 11-2)는 半潛水式石油試錐船(浮體海洋構造物 semi-submersible)의 基本設計에 필요한 파랑중에서의 運動應答을 계산하는 이론적 方法을 제시하였으며, 規則波에서의 운동계산을 不規則海洋波에 적용하는 응용해석도 보여주었다. 특히 "MOHOLE"과 "SEDCO 135-F" 石油試錐船들의 운동을 계산하고 不規則波에서의 運動은 運動스펙트럼과 통계적 운동치로 나타내었다. 波力으로는 Froude-Krylov force, 附加質量, 減衰力, restoring force가 고려되었다.

또한 鄭鎮秀(76, 13-2)는 有限水深 상태에서 海洋構造物에 작용하는 外力의 분포 및 運動應答을 구하였다. 포텐셜理論에 의한 계산과 실험으로 결정된 계수를 이용한 계산을 수행하여 비교하였으며, 不規則波中에서의 運動應答도 고찰하였다.

金燾喆(75, 12-1)은 drilling rig의 靜的安定性和 浮力에 관한 기준과 관련하여 自然的外力(wind force, current force, wave force)과 人爲的外力(프로펠러推力, 繫留力, 曳引力)에 관하여 고찰하였으며, 鄭容權(79, 16-3)은 海洋構造物이 불규칙한 지진운동으로 유기되는 動流體力을 시간적 변수인 Green함수로서 계산하였으며, 최대sway force가 지진중, 최대 surface wave가 지진후에 일어남을 고찰하였다.

### (4) 操縱性

黃宗屹(72, 9-2)은 大型船의 출현과 함께 문제점으로 제기된 大型船의 操縱特性和 주로 旋回抵抗에 중점을 둔 舵面積選定方法을 소개하였으며, Fujino(77, 14-2)는 특별강연을 통하여 side thruster의 유용성에 대하여 소개하면서 설계자가 고려해야 할 사항으로서 side thruster의 용량, duct와 impeller system의 특성치등을 들고 있다.

또한 閔季植(79, 16-3)은 rotating cylinder rudder가 舵의 효율을 증진시킬 수 있다는 것을 실험적으로 연구하였으며, rotating cylinder rudder를 船舶에 부착함으로써 船舶의 操縱性이 현저하게 개선되는 것을 보여 주었다.

黃宗屹, 李起杓, 姜昌求(82, 19-1)는 Hamiltonian principle을 이용하여 제한수역에서 水平動搖하는 직형사자 柱狀體의 附加質量을 계산하는 간단한 公式을 유도 하였다. 이 公式은 柱狀體의 폭에 비하여 水路의 폭이 좁은 경우만이 아니고 넓은 경우에도 이용될 수 있으며, 駁水의 중앙에서 핀식된 柱狀體의 경우, 岸壁

근처에 있는 柱狀體의 경우에도 이용가능하다.

## 5. 構造分野

船體構造分野의 研究는 1960년대 중반頃부터 착수되었으며 初期에는 선체 局部強度에 관한 주요 船級協會의 規則에 관한 比較研究가 다루어졌다. 船級協會規則의 統一作業이 現在에 進行中에 있는 事實에 비추어 볼때 일찌기 국내에서 이러한 着想이 시도되었음은 뜻 있는 일이라 하겠다.

그後 1970年代에 와서 매트릭스法 有限要素法等 最新解法을 活用한 船體 橫強度, 局部強度의 課題가 活潑히 다루어졌으며, 이때를 즈음하여 國內에서의 船體構造分野의 研究가 그 基盤을 구축하게 되었다고 하겠다. 1980年代初에 이르러서는 挫折, 塑性分野의 研究에 擴大되어 極限荷重의 計算과 算法의 重要性이 強調되고 있다. 지금까지 구조분야의 연구는 주로 局部強度 및 橫強度問題가 主軸을 이루었으나 最近 船體構造의 直接設計法 活用으로 縱強度問題가 深度있게 다루어질 것이다.

### (1) 局部強度

局部強度의 問題는 構造解析 및 設計分野에 있어서 基本的인 課題로서 初期부터 研究가 試圖되었다. 黃宗屹, 任尙鎮(64, 1-1)은 船體隔壁板의 두께決定에 관하여 代表的인 몇몇 船級協會의 構造規則로부터 얻어지는 값과 Timoshenko의 理論式으로부터 얻어지는 값을 比較 檢討하였다. 이들 응용연구의 결과에 따르면 보통 水密隔壁에 對하여는 浸水時 應力이 부분적으로 항복점을 넘는 것을 許容할 수 있으며 當時 ABS, KR-NK 規則等은 구조설계時 充分한 값을 提示함을 규명하였다.

金昌烈(65, 2-1)은 이어서 鋼製漁船의 水密隔壁 防撓材의 잇수결정 限계를 設定하기 爲하여 보 理論에 기초를 두고 計算을 하였으며, 이 研究結果는 當時 우리나라의 鋼製漁船의 水密隔壁防撓材의 잇수를 決定하는데 좋은 資料를 提供하였다.

任尙鎮(66, 3-1)은 平板에 補强材가 垂直하게 붙는 경우, 平板內의 引張下에서 補强材에 어떤 힘이 傳達되며 또 最大剪斷應力이 어떤 모양으로 分布하는가를 光彈性學的方法으로 調査하였다. 最大剪斷應力의 分布에 관한 研究는 彈性範圍內에서의 剪斷解析에 有効한 資料를 提示하였다.

任尙鎮, 金載東(76, 13-3)은 直交補强材가 붙은 矩形平板에 있어서의 應力解析을 Laplace變換法에 依하

여 수행하였다. 本研究는 一般的인 境界條件 및 荷重條件으로의 擴張을 爲한 中間過程으로서 Stiffener 및 Girder로 補強된 平板위에 均一分布 荷重이 垂直하게 作用하는 境遇를 解析하여 M.I.T에서 開發한 STRESS 프로그램의 結果와 比較, 檢討하였다.

한편 矩形板의 彈性解析에 關하여 張錫潤(76, 13-1, 76, 13-4)은 임의의 크기의 分布荷重을 받고 단순지지 일때와 周邊固定일 때의 境遇에 Navier Solution과 Double Fourier Solution을 利用하여 理論解析을 遂行하였으며, 古典의 解析方法에 依한 이들 研究는 任意의 荷重과 境界條件을 갖는 矩形板 解析에 도움이 될 것이다.

또한 任尙鎮, 朴丙旭(79, 16-3)은 補強된 平板의 解析을 有限帶板法에 依하여 遂行하였는데, 이들은 여러 가지 경우의 平板에 對한 變位와 應力의 값을 有限要素法의 結果와 比較하여 平板要素를 좁은 帶板要素로 分割, 境界條件을 만족시키는 有限帶板法의 有効性을 提示함으로써 船體構造의 經濟的 設計에 도움을 줄 것이다.

한편 金昌烈, 金載福(80, 17-4)은 偏心補強된 平板에 對한 解析을 有限要素法에 依하여 遂行하였으며 Element要素로서 isoparametric要素를 使用하였고, 平板과 補強材에 最小 potential energy原理를 적용한 彈性方程式을 構成하여 偏心의 影響을 調査 檢討하기 爲하여 여러가지 Model을 擇하여 數值計算을 行하였다. 本研究의 方法은 船體 局部強度解析에 도움이 될 것으로 기대된다.

그리고 任尙鎮, 梁박달치(81, 18-2)는 有限要素法에 依하여 補強板의 挫屈解析에서 補強板을 直交異方性 平板으로 置換하고 Mindlin의 平板理論을 適用하였다. 置換된 直交異方性 平板에 對한 挫屈荷重은 解析的인 方法의 解와 잘 맞으나 補強板을 直交異方性板으로 置換하는 過程에서 대등한 剛性係數의 決定에 檢證이 必要함을 밝혔다. 船體의 甲板, 船底部의 挫屈解析에 도움이 될 것이다.

李在旭(82, 19-1)은 壓縮荷重을 받는 等方性 박판의 極限塑性 舉動에 關한 研究를 遂行하였는데 이는 極限 荷重과 Crushing에 따른 吸收에너지의 규명에 關한 實驗研究이다. 이 結果로 새로이 제안된 관계식은 기히 발표된 이론식과 比較 檢討되었으 며 船舶의 충돌시 豫想되는 충돌에너지와 構造損傷과의 關係를 解析하는데 기여될 것이다.

한편 部材連結部位에 對한 局部強度로서는 브래킷의 應力解析이 主要한 것으로서, 金曉哲(66, 4-1)은 Lig-

htening Hole을 갖는 三角型브래킷 試驗片에 對한 引張試驗을 光彈性實驗으로 遂行하여 實際 Lightning Hole을 考慮한 브래킷의 設計利用에 指針을 마련하였다.

그리고 任尙鎮, 宋俊泰(75, 12-1)는 Bracked Connection의 應力解析을 有限要素法에 依한 一次元平面解析 프로그램으로 遂行함으로써 뼈대 構造物의 임밀해석時 連結部의 實際拘束度를 反映할 수 있도록 모우먼트와 相對回轉角의 關係曲線과 應力分布를 提示하였으며, 브래킷과 비임이 接合되는 Corner에서 發生하는 集中應力의 크기는 브래킷의 크기와 關係없이 一定함을 규명하였다.

또한 任尙鎮, 梁洪鍾(77, 14-4)은 Beam-Column構造物의 連結部의 狀態가 달라짐에 따라 모우먼트, 壓縮力, 剪斷力이 作用하는 境遇에 對하여 有限要素法에 依한 二次元 平面解析을 遂行하여 연결부 의 角變形은 彈性限界內에서 無視할 수 있으며, 모우먼트 또는 剪斷力이 作用하는 境遇, 연결부 의 補強에 의하여 應力集中이 緩和됨을 밝혔다.

한편 任尙鎮 (70, 7-1)은 有限幅의 彈性材料와 剛性材料의 結合板이 均一引張荷重을 받는 경우의 應力傳達를 解析하였고 無限級數의 解析方法으로 近似解를 求하였다. Poisson's Ratio가 0~0.5에 걸친 몇가지 경우에 對한 數值解析結果 Poisson比가 커질수록 結合面近處에서의 應力成分에 큰 變化가 나타남을 밝혔다.

그리고 任尙鎮(69, 6-1, 71, 8-1)은 異質圓環으로 補強된 圓形구멍 周圍에서의 應力分布에 對하여 二次元 彈性理論解析과 光彈性 應力實驗을 遂行하여 板과 環의 接着이 完全하고 板의 크기가 無限하며 材料가 均質等方性인 경우 平面荷重을 받는 경우의 理論的 嚴密解의 工學的 有効性을 여러가지로 變化하는 補強環의 경우에 對하여 實證하였으며, 또한 補強된 원형구멍을 가진 平板의 應力分布를 求하기 爲하여 Gurney의 理論解를 Poisson比  $\mu$ 를 포함하는 型式으로 表示하고 그들을 중첩하여 일반적인 二軸荷重下에서의 主應力과 最大剪斷應力을 求할 수 있게 하였다. 光彈性 實驗을 通하여 理論解의 有効範圍를 고찰한 結果 計算된 理論값들은 工學的 設計에 活用할 수 있음을 提示하였다.

應力集中에 關한 研究로는 文章出(67, 4-1)이 pure bending Momeunt下에 있는 Notched Strip에서의 Notch Angle의 非對稱的 變化에 依한 應力集中係數의 變化를 調查하기 爲하여 光彈性實驗研究를 遂行하였으며, 金曉哲(66, 6-2)은 軸引張下의 平板의 段部 Fillet 近處의 Releaving Groove가 應力集中에 미치는 影響을



光彈性 實驗方法으로 行하였다. 이 結果, Groove의 設置로 應力集中係數를 크게 감소시킴을 定量的으로 규명하였다.

그밖에 朴先英(66, 3-1)은 알미늄 船樓船의 熱應力 分析을 爲한 資料 結果를 分析 提示함으로써 알미늄 船 구조설계時 도움을 주었다.

## (2) 橫強度 및 縱強度

任尙鎮(72, 9-1)은 油槽船의 橫強度에 關한 研究의 一環으로 油槽船의 Web Frame에서의 應力分布를 有限 要素法에 依하여 解析하였으며 本 研究結果로 小型電子 計算機를 使用할때의 構造設計 및 構造檢討의 目的을 爲한 때때 構造 理想化 方案과 少數 分割要素의 活用 및 適用 範圍의 有効性을 提示하였다. 매트릭스法의 導入 活用을 爲하여 任尙鎮(73, 10-1)은 10,000 Ton 級 貨物船의 肋骨環을 IBM 1130 Computer를 使用하여 Matrix Method의 實船通用의 妥當性을 確認하였다. 實際의 肋骨環構造를 理想化하는 過程에 약간의 문제가 남아있고, 最終結果에 相當한 影響을 끼칠 수 있으나 이 方法에서 얻어지는 數值結果들은 初期設計나 類似 船들 사이에서의 比較基準으로서는 充分한 가치를 提示하였다.

이어서 任尙鎮, 梁永淳(75, 12-1)은 傳達 매트릭스 法을 船體特設肋骨解析에 適用하여 解析하였으며, 이의 計算結果를 構造解析方法으로 많이 使用되는 變位法과 M.I.T. 에서 開發한 構造解析 프로그램 STRESS의 結果와 比較考察함으로써 構造物의 應力解析分野에서 의 應用에 기여하였다.

한편 縱強度 部分에 있어서는 任尙鎮, 趙相來(77, 14-1)의 바아지의 3차원 構造解析을 들수 있는데 이들은  $L=16m$ ,  $B=10m$ ,  $D=2m$ 인 바아지가 靜水中에 떠 있을 때를 計算例로 하여 船體를 3次元 때대구조물로 置換한 뒤에 變位法의 一種인 直接剛性法을 使用하여 初期設計時에 補強材의 간격과 各部材의 軋수 등을 變數로 하여 效果의인 구조설계의 方案을 모색하였다.

그리고 任尙鎮, 辛鍾桂(78, 15-3)는 高速艇의 船底에 作用하는 衝擊荷重을 推定하여 實船의 Bottom Transverse Framing을 計算하고 設計하였으며 LWL 100ft 미만의 小型船型에 適用하면 船底 衝擊荷重의 推定에 있어 좋은 結果를 얻을수 있음을 提示하였다.

한편 船體構造 分野에 對한 외국인의 研究업적으로서는 Akita(77, 14-2), Yamamoto(77, 14-2), Fujita(77, 14-3) 및 Schultz(80, 17-3)의 연구論文을 들수 있다.

앞으로 船體에 作用하는 波浪荷重의 正確한 計算과 大韓造船學會誌, 第19卷 第3號, 1982年 11月

構造의 信賴性解析에 關한 研究 및 비틀強度를 包含한 全體의인 船體縱強度解析, 構造의 最適設計等에 關한 理論 및 實驗의 補完과 研究 協力을 通하여 現場設計에 直結됨으로써 國內造船技術發展에 밀거름이 될수 있는 구조 분야의 연구가 더욱 要望된다.

## 6. 振動分野

船舶의 振動問題에 關連된 연구는 1960년대 말경부터 구체적으로 이루어져 왔다. 초기에는 船體(hull girder)振動에 있어서는 附加質量 문제가 많이 취급 되었고, 이어서 船體固有振動計算 및 局部構造體의 振動 解析등에 關連된 기초적연구가 활발히 進行되었으며, 推進軸系振動 및 프로펠러起振力에 關連된 연구도 수행되었다.

### (1) 船體振動

1960년대 후반에 국내에서 高速警備艇, 漁船等 Chine型船의 건조가 활발하였다. 이들의 船體振動解析에 있어서는 2次元의 附加質量을 산정할 때 斷面形狀을 Lewis form 또는 Prohaska form으로 근사 취급하는 것은 우리가 있다는 판단하에 Chine型船의 附加質量에 關한 연구가 심도있게 이루어졌다.

黃宗屹(1968, 5-2, 1969, 6-2)이 Schwarz-Christoffel 變換을 이용하여 單一背骨·直線肋骨型의 上下振動에 있어서는 2次元의 附加質量에 대한 일관적 계산법을 제시하고 계통적 수치계산을 수행하였다. 같은 船型에 대하여, 金士洙(1975, 12-2)는 水平振動 및 비틀 振動에 있어서는 2次元의 附加質量을 等角寫像函數를 이용하여 계산하는 방법을 제시하고 계통적 수치계산을 수행하였다.

金極天(1969, 6-1)이 單一背骨 또는 複背骨을 갖는 曲線肋骨 Chine型船의 斷面形狀에 대하여 2徑數群 等角寫像函數를 결정하고, 이를 이용하여 上下振動 및 水平振動에 있어서는 2次元의 附加質量을 계통적으로 계산하였다. 같은 船型에 대하여 李起杓·梁永淳(1974, 11-2)은 전기 寫像函數를 이용하여 비틀振動에 있어서는 2次元의 附加質量慣性모우먼트를 계산하였으며, 이보다 앞서 金士洙(1970, 7-2)가 Prohaska form을 예로 하여 비틀中心의 水線面으로부터의 거리가 2次元의 附加質量慣性모우먼트에 미치는 影響을 조사한 바 있다.

金極天, 金正濟(1972, 9-1)는 Chine型船의 附加質量 3次元修正係數에 關한 일련의 실험적 연구를 수행하였는데 실용적면에서 Taylor의 回轉橢圓體에 대한 이론

계산치를 준용하여도 무방함을 밝혔다.

1970년대 초부터 우리나라에서도 大型肥大船을 건조하기 시작하였다. 이와 같은 船型的 附加質量 3次元修正係數를 추정하기 위해서는 端部の 무딘형상과 幅-吃水比 등의 영향이 구체적으로 반영될 수 있는 수학적 모형이 소망스럽다. 이 점을 감안하여 金極天, 柳炳健(1974, 11-1)이 水平振動의 경우에 대하여, 金極天, 李昊燮(1974, 11-2)이 비틀림振動의 경우에 대하여 有限長 橢圓斷面柱狀體의 附加質量 3次元修正係數를 準有限長 概念에 입각하여 계산하고, Burril 등이 여러 斷面形狀 柱狀體에 대하여 실험한 결과와 비교 고찰함으로써 유용성을 확인하였다. 같은 모형의 上下振動 때의 3次元修正係數에 대하여서는 일찌기 Kumai가 다룬 바 있었는데 해법 및 수치계산을 대담하게 근사처리 하였던 점을 고려하여 金昌烈(1974, 11-2)이 수리적으로 좀더 엄밀을 기하여 재계산하고 실험적 검증을 통하여 高次振動型으로 갈수록 엄밀계산의 필요성이 강조됨을 확인하였다.

金極天(1975, 12-1)은 上下振動에 있어서의 附加質量 3次元修正係數에 관한 Lewis, Taylor, Kumai, Burril 및 金昌烈 등의 연구 결과를 종합하여 선별적 이용에 도움을 주기 위한 고찰을 하였다.

船體固有振動의 계산방법에 관한 연구는 전통적인 보리論 類推方法의 테두리 안에서 이루어졌다. 金士洙(1971, 8-2)가 上下振動의 경우에 대하여 Euler 보이론을 바탕으로 하고 剪斷變形과 回轉慣性의 영향에 대하여 단계적으로 수정해 나가는 간략 방법을 제안하고, 箱子型 바아지를 예로하여 이 방법이 低次振動型에서는 유용함을 실험적으로 확인하였다.

金極天, 李昊燮(1976, 13-1)이 Timoshenko 보리論 類推, Myklestad-Prohl 方法에 따른 離散系化, 傳達매트릭스法에 의한 定式化 및 Gumbel 初期值法의 확장에 의한 해법 등을 원용하여 船體固有振動計算용 電算 프로그램을 작성하고, 아울러 計算精度에 관련된 일련의 Parametric study를 수행하였다. 이로부터 中型船의 橫振動의 경우 船體分割은 30等分으로 족하고 5節振動型까지는 回轉慣性を 무시하여도 무방하며 특히, 2節振動型은 Euler보이론 유추 및 15等分 分割으로도 만족스러운 결과를 얻을 수 있음을 확인하였다. 船舶의 初期設計 단계에서 固有振動數 추정을 위하여 흔히 이용되는 Schlick型 推定式이 3~4節 이상의 振動型에 대하여서는 적용이 어렵고 또한 基準振動型을 알 수 없는 단점을 감안하여 金極天, 金學斌(1980, 17-1)은 類似船群의 통계적 자료로부터 얻어지는 System para-

meter의 平均分布曲線을 이용한 간략계산방법을 제안하고, 4척의 高速船에 대한 계산을 근거로 하여 이 방법의 유용성을 확인하였다.

## (2) 局部構造體의 振動

局部構造體의 防振設計를 위한 기초적 연구로서 平板과 補剛板에 대한 固有振動문제 특히, 接水振動문제가 많이 다루어졌다.

金極天, 丁泰榮(1977, 14-1)이 直四角形板에 대하여 전에 다루지 않았던 여러 境界條件下에서의 固有振動數를 單純보의 固有函數系를 이용하여 Rayleigh-Ritz 方法으로 계산하고 실험적 검증을 거쳐 설계자료를 보완하였다. 金極天, 金炯萬(1981, 18-1)은 規則的 補剛板에 대하여 直交異方性板 類推 및 單純보의 固有函數系를 이용한 Rayleigh方法에 의거하여 固有振動數를 계산하고 실험에 의한 정도검증을 하였으며, 또 이를 근거로 하여 規則的 補剛板에서 補剛材 1~2個를 보강할 경우 固有振動數 변화에 대한 근사 계산 방법을 제시하고 실험에 의하여 유용성을 확인하였다.

金極天(1976, 13-4)이 直四角形板의 接水振動에 대하여 附加質量을 橢圓柱座標系를 이용하여 계산하는 방법을 제시하고, 周緣이 單純支持인 경우에 대하여 수치계산을 수행한 데 이어, 金極天, 金在承(1978, 15-2)이 固定, 自由 및 單純支持의 여러 組合에 대하여 周緣支持條件이 附加質量에 미치는 영향을 조사하였다. 상기 계산결과에 대하여 金極天, 金在承, 李玄燁(1979, 16-2)이 실험적으로 계산정도를 검증하였는데 차이는 대체로 10%미만이다. 補剛板의 接水振動에 대하여 金極天, 李起杓, 李玄燁(1980, 17-2)은 附加質量 산정방법으로서 等價直交異方性平板의 附加質量을 基準値로 택하고 이에 補剛材의 영향을 반영하는 補正係數를 도입하는 근사방법을 제안하고, 補正係數에 관한 계통적 실험을 수행하였는 바 범용적 자료를 얻지는 못하였으나 방법자체의 실용성은 확인하였다.

金極天, 金永中(1982, 19-2)은 均一斷面 Timoshenko보의 固有振動數 및 基準振動型에 대하여 數值資料化의 필요성을 느끼고, 振動數方程式과 基準函數들을 일부 境界條件에 대하여 간결한 꼴로 가다듬고 여섯가지 基本境界條件에 대한 固有值를 계통적으로 계산하였다.

## (3) 推進軸系振動

金極天, 李在旭(1967, 4-1)이 推進器軸 軸徑의 합리적 산정은 우선 振動附加合成應力 및 定常合成應力을 추정하고 이들과 安全係數에 대한 Soderberg相關式에 의거하는 것이 바람직하다는 판단하에, 국내에서 건조

된 11隻의 中小型 디젤機關船에 대하여 이 방법으로 산정한 결과를 각급 船級協會規則이 요구하는 값과 비교하여 대체로 후자가 과대한 치수를 요구한다고 주장하였다.

全孝重(1970, 7-2)은 디젤機關船의 推進軸系의 縱振動에 대한 防振計劃에 기여할 목적으로 減衰裝置의 等價粘性 減衰係數의 精確한 계산방법을 제안하고, 그가 앞서 개발하였던 縱振動計算方法에 의거하여 實船의 振幅을 計算하고 이를 實測値와 比較하여 전기 計算방법의 精度가 매우 좋음을 확인하였다.

프로펠러 起振力 分野의 研究로서, 曹奎鍾(1970, 7-1)은 推進器가 發生하는 流體變動壓力을 船體表面에 부착한 壓力變換器로 計測할 경우 計測値로부터 推進器誘起壓力, 船體運動으로 인한 壓力, 船體振動으로 인한 壓力으로 각각 분리해내기 위한 이론적 計算방법을 제안하고, 여러 船尾部 斷面形狀에 대하여 수치 계산에 들을 비교 고찰하였다.

船體振動分野는 高度의 船舶技術 發展과 人間工學의 인 面에서 深度있는 實驗研究가 더욱 要請되고 있으며 앞으로는 現場設計에 直結되는 活潑한 研究가 기대되고 있다.

## 7. 熔接分野

熔接分野에 對한 研究活動은 1960年代 末부터 점차 活氣를 띠게 되었으며, 이 分野의 研究는 熔接으로 因한 溫度分布, 熱應力 및 殘留應力에 대한 理論 및 熔接材料等의 實驗研究와 熔接部의 強度 및 變形 거동에 關한 研究로 大別될 수 있다. 그 內容을 보면 朴鍾股(69, 6-1, 70, 7-1)은 Ilmenite系 Arc 용접봉 및 고산화 티탄系 Arc熔接봉의 penetration에 關한 實驗研究를 통하여 각각 國產 Ilmenite 용접봉(KSE 4301)과 國產티탄系(KSE 4313) 熔接奉의 Penetration의 特性을 美國產인 E6011 및 E6013과 比較 검토하였고 金曉哲(72, 9-1)은 抵抗點 熔接時 냉각 課程에서의 온도履歷을 理論的으로 解析하고 온도 변화가 일어나는 영역을 수치 계산 함으로써 저항점 용접에서 문제되는 熱應力과 殘留應力을 구하는 工學的 基礎資料를 提示하였다. 그리고 朴鍾股(72, 9-2)은 순간 Arc 용접열을 一次元的 熱流로 보고 母材內의 一次元的인 열전달에 依한 溫度分布와 냉각速度를 구한結果를 Fourier級數로 展開하였고 朴鍾股, 金曉哲(73, 10-1, 73, 10-2)은 순간 가열된 Strip의 과도적 熱應力을 解析하고 이를 熱應力 함수 解로 유도하였으며, 이들은 또한 熔接管 또는 耐

壓용기 같은 部材에서의 열전도 解析의 理論解를 구하였고 實驗을 통하여 檢證하였다.

金在璠, 金曉哲(72, 9-2)은 용접과정의 하나인 Al合金의 抵抗熔接의 경우 항공기용 경합금인 2024 T3의 熱應力 및 잔류응력의 理論解와 이들의 경제조건의 변화에 따른 수치계산을 다루었다.

한편 全義進, 金曉哲(74, 11-1)은 同心形 구멍을 가진 複合실린더의 과도적 온도 分布 熱應力 및 變形度의 解析에 이어 金曉哲(75, 12-1)은 水密隔壁을 貫通하는 管의 熔接시공으로 因한 열응력을 解析하였으며, 이의 結果 원형용접 시공으로 因한 隔壁板과 주변격벽판의 相對變位가 없다고 假定한 penetration piece의 熱應力 理論解는 圓板에서의 熔接等과 같은 工學的 應用面과 殘留應力을 解析하는데 基礎的 資料를 提示하였다. 또한 朴鍾股(75, 12-1)의 有限幅平板에서 幅方向으로 移動하는 熱源으로 因한 熱應力에 대한 연구와 金曉哲(75, 12-2)의 圓板에서 同心圓上을 移動하는 熱源에 依한 過渡的 熱應力의 研究에서는 Butt joint welding의 경우 兩단면이 斷熱된 有限幅板上을 한쪽 端面에서 다른쪽 端面으로 一定한 速度로 幅方向으로 移動하는 熱源에 一定時間동안 移動하는 경우 素材의 열처리 및 원형배움 용접등에서 열응력을 유추할 수 있는 理論的인 근거를 마련하고 각각 實驗을 통하여 理論式의 實効性을 立證하였다. 그리고 金曉哲, 李集烈(77, 14-3)은 Tandem 熔接으로 因한 온도 分布와 熱應力 및 金曉哲, 李普榮(77, 14-4) Tandem Cooling이 용접열응력에 미치는 영향에서는 船體 組立中 panel line에서의 熔接 능률을 向上시키기 위한 Tandem 용접에 있어 一定한 速度로 移動하는 2개의 熱源에 依한 溫度分布와 이에 對應되는 熱應力을 유추할 수 있는 理論的인 바탕을 마련하였고, 熔接現場에서 많이 實施되고 있는 局部응력제거 Annealing의 原理에 해당되는 Tandem Cooling으로 因한 온도분포 및 열응력에 關한 理論的인 해석을 시도하였다.

한편 熔接部의 強度해석 및 變形거동에 關한 論文으로서 嚴東錫(70, 7-2), (75, 12-2)은 Fillet Welding Joint의 파괴기구와 강도에 關한 研究에서 Front Fillet Joint에 關한 光彈性 實驗을 통하여 이음형식 및 치수 변화에 따른 彈性내지 소성 Strain分布의 거동 및 特性을 비교함과 동시에 파괴기구에 對하여 파단 직선에 있어 소성 Strain의 分布를 알고 彈性에서 塑性域에 걸쳐 Strain 및 Stress의 거동에 對한 연구를 하였고 Front fillet welds에서의 彈性應力의 거동에 關한 研究에서는 有限要素法에 依해 Front Fillet welding에 있

어 칫수 변화에 따른 계통적 model에 對한 應力解析을 통하여 應力集中率의 대소관계 및 臨界值를 찾아 2次元 平面應力 解析에 有限要素法이 有用함을 밝혔으며, 嚴東錫, 姜秉潤(81, 18-4)은 십자형 Fillet-용접 이음의 形狀變化에 따른 塑性的 거동에 對한 研究에서 Fillet weld에 있어 하중증가에 따른 Fillet 용접부의 소성변형과정에서의 항복 進行狀態와 이음부의 기하학적 형상, 칫수변화에 따른 이음강도에 미치는 영향 및 용접부와 그부근의 相組織을 母材部, 열영향부 및 용접금속부로 분할했을 때 Strain 分布 및 소성적 거동을 有限要素法으로 해석하였다. 또한 朴鍾殷, 全義煥(79, 16-3)은 四角形板上의 Bead용접으로 因한 變形과 용접조건과의 關係(79, 16-3)에서는 構造用 軟鋼板上에 KSE 4313 용접봉으로 Arc Welding Single bead를 熔着하는 경우에 變形에 관한 式을 入熱量에 關係되는 Factor인 電流, 母材의 두께, 熔接速度의 함수로 보고 유도, 固有 횡수축량 및 固有 角變化量을 구하였으며, 이를 토대로 朴鍾殷, 任尙鎮, 尹奉燮(80, 17-2)은 피복 Arc 熔接으로 Butt 이음된 四角形板의 용접변형에서 多層熔接에 依한 Butt joint welding의 경우로 擴張, v-groove Butt joint welding의 경우 熔接條件과 횡수축량 및 角變化量과의 關係를 도출하고, 이때의 변형을 최소로 軽減시킬 수 있는 方法을 提示하였다. 이밖에 吳世奎(72, 9-2)는 관성용접된 異種材質 IN 713C-SAE 8630의 熔接性能에 회전속도가 미치는 영향에서 Turbine rotor나 turbocharge 및 배기변동의 製作에 사용되는 貫性마찰 용접시킨 異種材質 IN 713C-SAE 8630의 熔接性能 및 이의 가장 重要한 要素인 flywheel의 初期회전속도가 미치는 영향에 對해 熔接變數에 대한 고려를 용접부의 현미경적 관찰 및 인장 시험을 통하여 시도하였다.

한편 嚴東錫, 康聖原(71, 8-2)은 Ohno株 rotating bending fatigue test들 통하여 피로강도 및 S-Ndiagram의 特性과 異種材料로 된 熔接部 및 용접 열영향부(HAZ)에서 금속조직의 變化와 피로시험 전후 및 자체질에 대한 정도치를 조사하고 재료의 特性을 비교 연구하였으며 용접제의 피로강도는 S2DC 및 SUS27B에 비하여 떨어지는 사실을 밝혔다. 금속 材料 등에 용접분야의 相關연구로서 姜昌壽, 徐昌敏(72, 9-2) (73, 10-2)이 組織變化가 피로현상에 미치는 영향 및 浸炭이 低炭素鋼의 피로에 미치는 영향에 대한 論文을 들 수 있다.

特殊熔接技術과 材料 開發에 따른 熔接分野의 研究는 時急을 要하는 分野中에 하나로 擡頭되고 있다.

## 8. 結 言

以上에서 大韓造船學會 創立 30周年을 맞이하여 그동안 대한조선학회지를 통한 學術研究實績을 分野別로 綜合整理하여 보았다. 서술된 分野別로 研究實績을 미루어 볼때 많은 實績과 活潑한 活動이 있어온 분야도 있는 반면에 아직도 보다 많은 노력이 요하는 분야도 있다고 하겠다. 즉 設計分野에서는 구상선수 선형의 설계, 이론적 선형계획법의 응용, 선략계산프로그램의 開發等에 관하여는 응용단계까지 왔다 하겠으나 最近의 造船, 海運市場에서 요구하는 高速化, 專用化, 自動化, 에너지節約型化 추세에 따른 새로운 船舶의 設計技術에 關한 研究가 時急히 要請되고 있다.

抵抗推進分野에서는 저항, 추진성능의 추정, 프로펠러와 設計理論等이 基本設計에 기여하기 시작했으나 성능추정의 精度向上, 特殊船型의 出現에 따라 선형시험설비의 확보와 추정기법의 개발에 關連된 연구능력을 갖추어야 할 것이며, 耐航性 및 操縱性分野中 내항성에 關한 理論的 研究能力은 應用단계에 이르고 있으나 나머지 操縱性이나 海洋工學分野는 研究人力, 施設, 實績面에서 많은 關心과 支援이 要請되고 있다. 특히 이러한 분야들에서의 연구는 이론적인 연구와 함께 實驗的 研究가 병행될 수 있도록 相關 연구시설의 確保가 선결되어야 할 것이다.

構造分野에 있어서는 船體의 直接構造해석법 活用을 定立시켜야겠고, 구조의 신뢰성 해석, 구조의 최적설계 등에 關한 理論과 實船計測等 實驗的 研究가 보강되어 현장설계에 적용되어야겠다. 그리고 振動分野로서는 船體縱振動外에 비틀振動 및 上部構造物을 포함한 船尾振動等에 關한 研究를 強化하여 現場應用에 直結되는 補充的 研究가 더욱 要望된다 하겠다.

끝으로 熔接分野의 研究는 現場에서 매우 중요한 분야로서 대두되어 오고 있으며 特殊 材料의 使用과 LNG 및 海上 構造物等的 建造에 수반하는 熔接의 신뢰성 확보를 爲하여 基礎 및 應用研究가 활발히 遂行되어야겠다.

지금까지 記述한 內容은 學會誌만을 근거로 하였기에 國內의 大學, 研究機關 및 造船所等에서 發行된 論文集, 報告書 및 技報等에 發表된 論文 및 報文 등을 반영시키지 못하였고, 또한 先進造船技術水準과 비교하지 못한 아쉬움이 있음을 밝힌다. 學會會員들의 더욱 활발한 연구활동으로 확고한 造船立國의 앞날을 期待한다.