

# 軍艦設計의 特性(1)

權 寧 中

〈蔚山大學校 教授〉

여러가지 제약조건 때문에 우리나라 대학과정의 선박설계과목에서는 상선설계의 기초이론만을 다루게 되는 것이 보통이다. 하지만 군함의 설계 때는 상선설계 때와는 상당히 다른 바탕위에서 설계하여야 하는 점들이 많다고 하겠다. 뿐만아니라 국제적인 선박시장에서 살아남기 위해서라도 군함과 같은 高附加價值船(例: 4천톤 구축함의 船價가 同一 排水量 商船船價의 27倍)의 개발이 어느 때 보다도 더욱더 요청되는 실정인 반면에 군함설계와 關聯된 資料는 대부분 對外秘密로 되어 있고, 돈 주고도 구입이 불가능한 경우가 많으므로 우리 技術陣에 의하여 개척되고 개발되어야 하는 부분이 많다고 하겠다.

이에 본 紙上을 통해서나마 군함설계상의 기본적인 특징(商船設計에 比하여) 및 관련 문헌을 兩次に 나누어서 소개코자한다.

## 1. 設計 및 建造의 期間

軍艦의 설계 및 건조기간은 同一 排水量 商船의 3~4倍에 達할 정도로 길다. 卽 商船의 경우는 수송 화물량, 선속, 주요 설비의 개요 등에 관한 船主의 要求條件만 가지고도 즉시 설계에 착수하여서 계약후 1~2년이면 배가 引導될 수 있다. 하지만 군함경우는 舊式이 아닌 새로운 型의 軍艦을 요청하는 경우가 보통이므로 본격적인 설계 以前에 운용면에서나 기술적인 측면에서 사용자측과 매우 광범위한 협의가 있어야 한다. 특별히 戰略

上 및 戰術上의 역할과 關連하여서, 1次的인 임무가 海對實(anti-air)인지 對潛水艦(anti-submarine)인지 또는 海對海·地(anti-surface)인지를 우선 결정하여서 설계의 방향을 잡아야 할 것이며 副次的인 임무 또한 看過해서는 안될 것이다. 서유럽경우에 군함의 입찰용 설계를 하기까지는 보통 다음의 4가지 주요단계를 거치게 된다.

- (i) 개념설계(Concept Studies) : 사용자인 해군에서 목표로 하는 바에 기반을 두고 여러 경우의 가능성을 폭 넓게 검토함.
- (ii) 적당성 검토(Feasibility Studies) : 사용자의 요구에 맞는 最適의 型 및 성능의 군함인지를 좀더 구체적으로 분석함
- (iii) 기본설계(Preliminary Design) : 주어진 期間과 船價의 범위 내에서 使用者의 要求條件을 충족할 수 있는 군함의 설계를 함
- (iv) 계약설계(Contract Definition(Design)) : 상기 iii항의 설계를 좀더 구체적으로 수행하고 수정하며 圖面外에도 사양서 및 주요 설비목록등을 작성하여서 입찰용 설계를 함.

以上の 설계과정만을 위하여 보통 2~3년이 소요되며 계약후 인도까지는 또 4~6년이 더 걸리는 것이 보통이다.

美國경우는 군함의 受注에서 建造까지 보통 다음의 과정을 거치게 된다. 즉, ① 요구조건(Need or Requirements), ② 戰略上의 目的 검토 및 확정(Strategic Studies & Requirement Defi-

nitition), ③ 개념설계(Concept Formulation), ④ 계약설계(Contract Design), ⑤ 生産設計(Detail Design), ⑥ 建造(Construction)

## 2. 기본설계(Basic Design)와 가임하중(Payload)

군함도 商船과 마찬가지로 일정량의 하중물을 운반하는 기능을 갖고 있다. 하지만 상선경우는 貨物이나 旅客 등 비교적 같은 종류(Homogeneous)의 하중물을 운반하는 데 비하여 군함은 경기나 전자기기 등 서로 다른 종류의 하중물(nonhomogeneous payload)를 적재하게 된다. 군함에서 사용되는 병기의 종류는 매우 다양하므로 이와 관련하여 소요되는 체적, 중량, 인원, 유지비, 동력 등도 다양하게 변화된다. 말하자면 유도탄 시스템을 설치하느냐 近距離砲를 탑재하느냐에 따라서도 병기의 發射台나 탄약창고 및 조종설비 등이 현격하게 다르게 된다. 보통은 필요로 하는 병기의 개발에 소요되는 기간이 선박을 개발하는 기간보다 길어진다. 따라서 탑재할 병기의 성질이 확정되기 위한 기간이 선박 개발에 소요되는 기간보다 더 길게 되는 경우가 많다.

항공모함이나 탄도유도탄을 탑재한 잠수함과 같은 특수 군함을 포함하여서 대부분의 군함은 다음에 열거한 병기중에서 어느 한가지 이상을 보유하게 된다.

### (i) 海對工兵器(Anti-Air Weapons)

- 射程距離가 50마일 정도까지 되는 廣域用 유도탄(예 : Sea Dart, Standard)
- 최대 사정거리 5마일 정도까지 사용이 가능한 短距離 誘導彈(例 : Sea Sparrow, Sea Wolf)
- 最大 射程距離가 5마일 정도이며 口徑이 70mm~130mm인 中口徑砲(例 : Vickers 114mm, OTO-Melara 12mm)
- 사정거리가 2마일 정도이며 口徑이 약 20mm~50mm인 短距離用砲(例 : Oerlikon 30mm, Bofors 40mm)

### (ii) 海對海 또는 海對地用兵器(Anti-Surface Weapons)

- 최대 사정거리 20마일 정도의 유도탄(例 : Exocet, Harpoon)
- 최대 사정거리 10마일 정도의 中口徑砲(上記 : 項 참조)
- 最大 射程距離 5마일 정도의 短距離砲(上記 : 項 참조)
- 魚雷 : 요즈음은 주로 잠수함 또는 對潛水艦用 군함에만 使用함
- 水雷 : 항공모함이나 잠수함 以外에는 보통 사용하지 않음.

### (iii) 對 潛水艦 兵器(Anti-Submarine Weapons)

- 최대 사정거리 5마일 정도의 魚雷(例 : 12 $\frac{3}{4}$ 인치 MK.46 어뢰, 21인치 MK.24어뢰)
- 사정거리 2마일 정도까지의 爆雷(例 : Limbo triple 박격포, Bofors quadruple 375mm 로켓트)
- 水雷(上記 ii 項 참조)
- ※ 對 潛水艦兵器시스템에서 헬리콥터는 매우 중요한 역할을 하는 것이며 上記 兵器들은 레이다. 소나(sonar) 등과 같은 전자 조종장치들을 마스터나 용골 밑부분에 설치하여서 이들 감지장치들의 보조를 받을 수 있도록 設計하여야 한다.

商船의 설계 때는 재화중량이 최대가 되도록 설계를 하여야 하므로 보통은 重量制限的(mass-limited) 설계가 되는 反面에 軍艦경우는 통상 소요면적과 체적이 오히려 문제시 되는 空間制限的(space-limited) 설계를 하게 된다. 단 잠수함 경우는 중량과 공간을 함께 고려하는 설계법을 택하게 된다. 군함 설계 때 가장 중요한 치수는 길이가 된다. 설치할 병기의 종류를 감안하여 1次的으로 선박의 길이를 추정하게 되며, 폭 깊이 흘수 등은 내부의 소요체적 부력 복원성등을 고려하여서 2次的으로 定하는 것이 보통이다.

### 3. 速力, 動力, 機關

所要動力 및 速力の 推定法과 機關의 選定法과 關聯하여서 軍함 설계 때와 商船設計 때와는 서로 대단히 큰 差異가 있다. 즉 상선경우는 年間 200일 ~ 300일 동안을 100%에 가까운 최대 船速과 動力 狀態로 運航하게 되며 이 속도를 가장 경제적인 운항속도가 되도록 잡아 주는 것이 보통이다. 90%以上の 대부분 商船일 경우에 이 운항속도가 10~20노트 되도록 설계되어 있으며, 中速디젤기관이 채택된 경우가 많은 실정이다.

한편 軍함 경우는 전투상황에서는 매우 빠른 속도가 요구되지만 보통의 巡航狀態( : 총 운항의  $\frac{2}{3}$  정도로 통상 봄)에서는 전투時 速度의  $\frac{3}{5}$  정도로 운항될 수 있으면 충분하다. 따라서 이러한 속도의 차이를 고려하여서 기관을 選定하여야 할 것이다.

전통적으로는 軍艦의 機關으로 증기터빈이 채택되었으나 중량이 너무 무겁고 연료소모율이 너무 높다는 문제점이 있다. 한편 軍艦用 大動力의 低速디젤기관은 크기가 너무 크며, 中·高速디젤은 일반적으로 出力이 不充分하다. 또한 원자력기관은 너무 비싸기 때문에 잠수함이나 大形 軍함 경우를 제외하고는 경제적이 못 된다고 하겠다. 따라서 高出力の 軍함용 기관에는 航空轉用型가스터빈(marinised aero gas turbine)이 가장 인기가 있다. 하지만 巡航速度경우를 위하여는 소형 가스터빈이나 중속 디젤기관을 主터빈과 함께 설치하여서 병용할 수 있도록 한다. 이러한 방법으로 배치된 기관을 COGOG(Combined Gas turbine Or Gas turbine) 또는 CODOG(Combined Diesel Or Gas turbine)라 한다.

가스터빈은 逆回轉이 안되므로 逆轉을 위해서는 可變피치 프로펠러를 이용하는 것이 보통이다.

또한 대부분의 현대 軍함에서는 가스터빈, 디젤, 보일러 등에 공용될 수 있도록 특별히 추출된 연료를 사용한다.

### 4. 居住設備(Accommodation)

乘務員의 數에 있어서 軍함경우는 商船의 10~30배가 될 정도로 많다. 따라서 居住區域 面積이 전체 면적중에서 차지하는 비율도 상선보다 상당히 크다(예, 軍함 : 23%, 商船 : 8%). 하지만 승무원 1인당의 배정 면적에 있어서는 商船의 절반도 안될 정도로 작은 것이 보통이다(즉, 軍함 : 4~5m<sup>2</sup>, 商船 : 約 15~20m<sup>2</sup>). 상선경우는 거의 모든 승무원이 獨室을 쓰도록 設計하는 데 반하여 軍함 경우는 士官級을 제외하고는 4명~40명이 공동으로 사용토록 船室을 설계한다.

### 5. 配置(Arrangement)

商船에 比하여 軍艦의 配置設計는 매우 복잡하다. 특별히 軍함의 暴露甲板에는 상선처럼 양묘장치, 계선장치등등 일반적으로 배를 운전하기 위한 여러가지 設備을 갖추어야 하는 것 이외에도 훨씬 더 많은 것을 배치하여야 하는 복잡성이 있다. 예를 들면 헬리콥터 착륙장, 격납고, 탄약고, 안테나 및 여러가지 感知(sensor) 裝置들을 효율적으로 배치하여야 하는 어려움이 있다.

추진기관은 가능한 限 船尾쪽으로 배치하는 것이 좋지만 軍함들은 일반적으로 흘쭉한 船型인 경우가 보통이므로 高出力の 부피가 큰 기관을 설치하기 위하여서는 中央部에 설치하는 수 밖에 없는 경우가 많다. 또한 기관으로 부터 나온 배기 및 흡기관은 선부의 공간을 상당히 많이 차지하게 된다.

以上에서 例로 들은 것들과 같은 주요 기기 및 부품들을 배치한 후에는 나머지 空間을 居住用, 서비스用, 탱크류용 등을 위하여 선박운전에 편리한 방법으로 배치하게 된다. 만일 軍함의 주요 치수들을 적절히 추정하여서 선박의 밀도가 0.3톤/m<sup>3</sup> 정도가 될 수 있다면은 여러가지들을 배치할 공간이 비교적 충분히 있다고 볼 수 있다. 하지만 그렇지 못한 경우에는 設計싸이클을 다시 시작하여서 주요치수들을 조정하여야 할 것이다.

## 6. 構造(Structure)

商船 경우와는 달리 군함의 구조설계를 위한 船級의 構造規程은 없다. 하지만 先進造船國들의 海軍에서는 각자 나름대로의 설계기준(code)을 개발하여 보유하고 있는 실정이다.

전통적으로 군함의 구조는 상선에 비하여 輕構造(light scantling)인 것이 보통이다. 즉 腐蝕에 대한 여유를 적게하고 높은 응력을 받도록 설계하는 경우가 많다. 군함의 구조설계는 상선보다 더 복잡하다. 이는 구획이 더 복잡하다는 것 이외에도 輸送船경우는 더 많은 병력과 무기를 수송할 수 있도록 肋骨, 補強材, 거더등을 가능한 限輕量化 시켜야 한다. 만일 수송선이 아니라서 무게 보다는 공간의 제약을 받는 설계(volum-limited design)를 하는 경우는 견현과 예비부력에 문제만 없다면 좀더 단순하고 저렴하며 多少重構造(heavy scantling)의 군함으로 설계할 수도 있을 것이다.

군함에 사용되는 鋼材로는 잠수함등에 사용되는 특수강 경우를 제외하고는 서유럽경우 보통의 軟鋼 外에 아래와 같은 두가지 종류의 鋼材를 사용한다.

- A級 鋼(notch-tough 軟鋼; 로이드의 A급 鋼과는 다른 것임)
- B級 鋼(高強度 鋼)

## 7. 견현 및 복원성

상선경우와는 달리 군함의 복원성을 制約하기 위한 일반적인 규정은 없다. 그러나 많은 나라들의 해군당국들은 경험에 기초를 둔 기준을 개발하여서 보유하고 있는 것이 보통이다. 區劃設計는 예비부력, 경사모우먼트, 損傷時 복원성 등과 연관성을 갖고 있으므로 폭, 흘수, 견현은 일반적으로 구획설계를 고려해서 결정한다.

船首의 후레아(flare) 및 견현을 크게한 군함 경우는 耐海性이 상당히 개선되게 된다. 또한 헬리콥터나 무기들의 능률적인 운용을 위하여 減搖裝置를 효과적으로 설치한다.

## 8. 마진(Margins)

군함의 설계 때는 다음과 같은 두가지 경우를 대비하여 마진을 두어야 한다.

### (i) 설계 및 건조마진

:중량, 체적, 무게중심등을 아직 완전히 알지 못하는 상태에서 설계를 하게 되는 것이 보통이므로 이와 관련된 여유분을 미리 고려하여 설계하여야 한다. 理論的으로는 본 마진이 군함의 완공후에 剩이 되도록 되어 있다.

### (ii) 미래의 변화에 대한 마진

:군함경우는 船體의 壽命보다 탑재된 병기의 수명이 더 짧은 경우가 많다. 또한 선체의 수명이 끝나기 以前에 적재된 병기를 新武器로 교체해야 되는 경우가 보통 발생된다. 이를 대비하기 위하여 중량이나 무게중심의 위치 등 측면에서 여유분을 설정해 주어야 한다. 이러한 종류의 마진을 상선경우에는 거의 찾아 볼 수 없는 것이다.

## 9. 기 타

군함설계 때 상선경우 보다 더욱 더 중요하게 고려하여야 할 기타의 특성들을 좀더 소개해 보면 다음과 같다.

### (i) 損傷時의 복원성

:군함이 被擊되어서 部分的으로 損傷을 입은 경우에도 전투를 수행할 수 있을 정도의 복원성을 가능한 限 갖도록 설계해야 한다.

### (ii) 防護

:彈藥庫와 같은 주요부분은 파편등으로 부터 防護될 수 있도록 설계하여야 하지만 항공모함을 제외한 일반적인 군함을 전체적으로 방호될 수 있도록 설계하지는 않은 것이 보통이다. 그러나 핵무기나 생화학무기로부터 보호될 수 있는 설비는 갖추어야 할 것이다. 또한 砲架가 耐衝擊性을 갖도록 탄력성 있게 설치하는 노력도 하여야 할 것이다.

(iii) 조종성

: 군함 설계 때 對潛水艦의 追擊을 위해서 라든지 공중으로부터의 공격을 피하기 위해서도 조종성능을 좋게 해야 하는 것은 매우 중요하게 고려하여야 할 요소이다. 이를 위하여 군함에는 두개의 舵(rudder)와 可變핏치프로펠러를 설치하는 것이 보통이다.

(iv) 被探知에 對한 防護

: 군함이 적군에게 탐지되는 것을 막기 위하여 설계 때 특히 다음을 최소화 하도록 노력하여야 할 것이다.

- 기관, 추진기, 附加物등으로 부터의 소음
- 排氣가스 및 선박의 熱源으로부터 발산되는 적외선
- 레이더, 통신기기 또는 船殼으로부터 발산되는 전자파 내지는 자연발생의 전자기력
- 진동

### 10. 경제성

상선경우와는 달리 군함의 경제성을 검토하기에 적당한 地標는 없다. 그러나 分명한 것은 군함의 船價가 상선보다 훨씬 더 비싸다(例: 정하배수량 1톤당 10배의 가격)는 것과, 군함의 승무원 수가 훨씬 많으므로 유지비도 매우 高價라는 것이다.

상선설계에 比한 군함설계 특성의 소개를今回에서는 이만 마치고자 한다. 다음 회에서는 同一排水量의 代表的인 군함과 商船을 例로 들어서 아래와 같은 內容에 관하여 數值的인 比較를 하고, 아울러 군함설계와 관련된 문헌(bibliograph)들을 소개할 예정이다.

- 주요치수 및 선형계수
- 사용 기관 및 프로펠러, 소요동력
- 船速, 메타센타 높이(GM), 船價
- 重量分布 및 體積分布
- 年間 운영비의 분포

최근 발간된 국외저명 학술지의 목차입니다. 연구활동에 참고하시기 바랍니다.

Journal of Ship Production  
Volume 9, Number 1

- 1 Technology Survey of Small Shipyards in the Pacific Northwest  
by Richard Lee Storch
- 12 Strength Properties of Drydocking Timbers and Blocks  
by Ben S. Bryant, Rollo F. England, Jack G. Gates, Ross L. Haith, and Jonathan M. Ross
- 23 Shipyard Trade Skill Testing Program  
by John Walker Hartigan
- 28 Summary Report : A Survey of the Principal Elements of Safety Programs at Nine American shipyards  
by Frank Long

#### 33 A Study on the Welding of High-Strength Stainless Steel for the Ultra-High-Speed Hydrofoil

by Noriyuki Kamoi, Akio Murakami, Yasuhiro Kojima, Hiroyuki Matsumura, Shinji Koga, Yutaka Nakazawa, Kanta Nihei, Masaki Uekado, and Akiyoshi Mizuta

#### 43 Can U.S. Shipbuilders Become Competitive in the International Merchant Market?

by Jorgen E. Andersen and Cato F. Sverdrup

#### 51 Integrated Design Packages : The Link Between Manufacturing and Design

by William Arguto

#### 58 Evaluation of the Hitachi Zosen Welding Robots for Shipbuilding

by G. J. Blasko, B.C. Howser, and D. J. Moniak