

高速艇 設計에 關하여

鄭 均 陽* · 柳 漢 昌*

1. 序 言

고속정의 용도는 여러가지가 있겠으나 중진국 혹은 후진국의 국방 및 해양자원 보호를 위하여 비교적 경제적으로 운용될 수 있다는 점에서 그 수요는 증가 일로에 있다. 그러나 일반선의 경우와는 달리 입수하기 힘든 비공개자료 및 건조기술로 인한 어려움에도 불구하고 최근 우리나라에서도 고속정 설계에 대한 연구검토가 확대되어가는 경향인 바 필자의 부족한 경험이나 마 관심있는 설계자들에게 조그만 도움이 되고자 한다.

2. 설계 단계

고속정의 설계단계는 일반선의 경우와 같이 4가지 과정을 거친다고 하겠으나 극히 제한된 크기로서 우수한 기능을 갖추어야 한다는 어려움 때문에 사전 기초 설계작업을 여러번 반복하여야 할 것이다.

2.1 FEASIBILITY STUDY(사전검토)

선주 요구의 설계가능 여부를 검토하고 실제 설계에 적용시키기 위한 검토로서

- (1) 용도 및 운항구역
- (2) 속도, 항속거리 등 주요성능
- (3) 적합한 크기
- (4) 무장, 특수장비, 특수형태

등을 고려하여 RICHARD. T. MILLER(참고문헌 1)에 의한 나선형 설계과정(Design Spiral)을 이용 시행착오법(Trial & Error Method)으로 기본제원을 결정할 수 있겠다. (Fig. 1)

스케치에 의한 일반배치와 추진기관, 무장 배치를 위한 최소길이, 결정되고 소요 높이, 건현, 폭에 따른 선형계수를 계산한다. 고속정 성능에 치명적인 영향을 미치는 중량추정은 저항대소요마력, 항속거리와 적재연료 계산과 관련하여 복원성 추정에 이용된다. 그러나 더욱 정확한 제원은 2차 및 3차 나선형 검토후

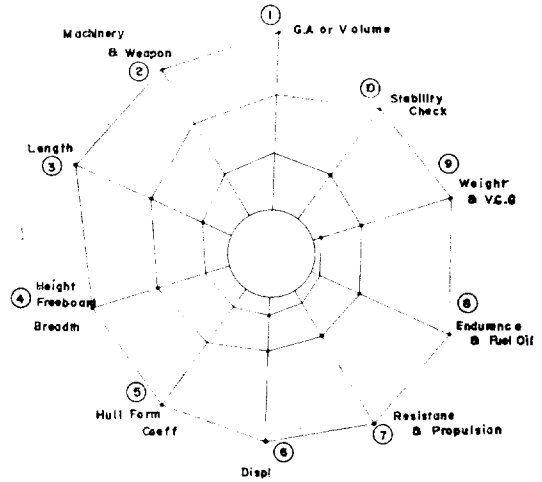


Fig. 1.

결정되어야 한다.

2.2 PRELIMINARY DESIGN(기초설계)

기초설계 단계에서는 위의 FEASIBILITY STUDY(사전검토)와 같은 나선형 과정을 반복하되 자세한 계산 및 도면 작성 과정에 의한 수정이 이루어져야 한다.

- (1) 중량 및 면적계산
- (2) 초기 복원력 및 손상 복원력계산
- (3) 구조계산
- (4) 전력부하계산
- (5) 냉난방 용량계산
- (6) 소요마력계산 및 선형시현

위의 계산과 일반배치도, 선도, 배수량곡선도, 중앙 단면도 등 기본도면 작성은 필수적이라 하겠다.

2.3 CONTRACT DESIGN(계약설계)

건조 계약을 위한 건조사양서 및 계약도면 설계과정으로 선택의 모든 기능 및 장비, 계통 등이 선주와 타협되어야 한다.

* 正會員 : 코리아 타코마造船工業(株)

하기 도면은 일반적으로 계약에 필요한 기본 도면이다.

- (1) 선도
- (2) 배수량 곡선도
- (3) 일반 배치도
- (4) 중앙 단면도
- (5) 일반 구조도
- (6) 기관실 및 축계장치도
- (7) 배관 계통도
- (8) 전력 계통도
- (9) 선내 통신 계통도
- (10) 주요 장비 목록

2.4 DETAIL DESIGN(세부설계)

계약후 건조에 필요한 세부설계시 현장작업의 용이성, 중량감소, 선가절약, 운용의 용이성 등이 합치 고려되어야 하며 고속정의 경우 특히 중량조절에 유의하여야 한다.

3. 분야별 설계

3.1 선형

고속정에 사용되는 선형은 활주형인 planing형과 배수량형인 Round Bottom형으로 크게 분류되며 기타 특수목적에 따라 수중익선(Hydrofoil), Hovercraft 등이 개발중에 있다.

(1) 활주형(PLANING HULL)

H.E. SAUNDERS는 참고문헌 (3)에서 활주형선의 4가지 대표적인 선형에 대한 장단점을 설명하였다.

A. Concave형.....비교적 낮은 chine과 Dead rise로 인하여 정수중에서의 저항은 작으나 황철시 심한 Slamming현상 때문에 내파성이 불량.

B. Convex형.....배수량형과 유사한 점으로 황철시 내파성이 양호하나 정수중의 저항은 concave형에 비해 높다.

C. Straight형.....Concave와 Convex의 장점보다는

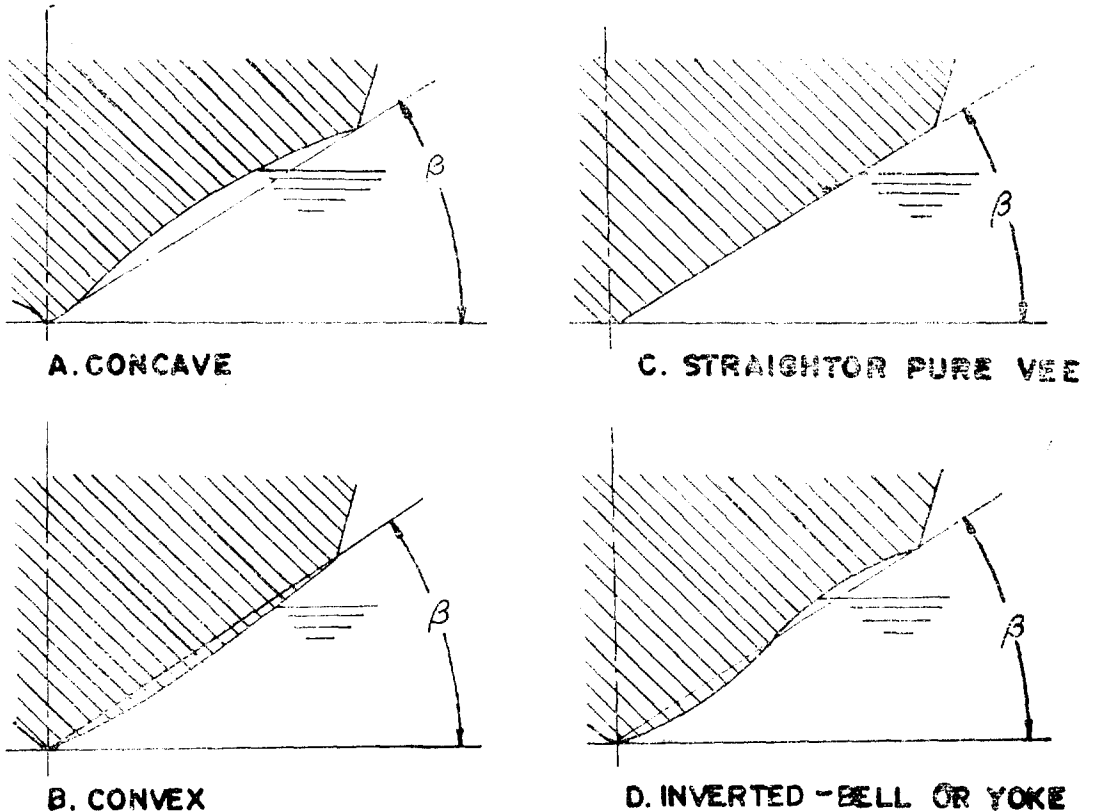


Fig. 2.

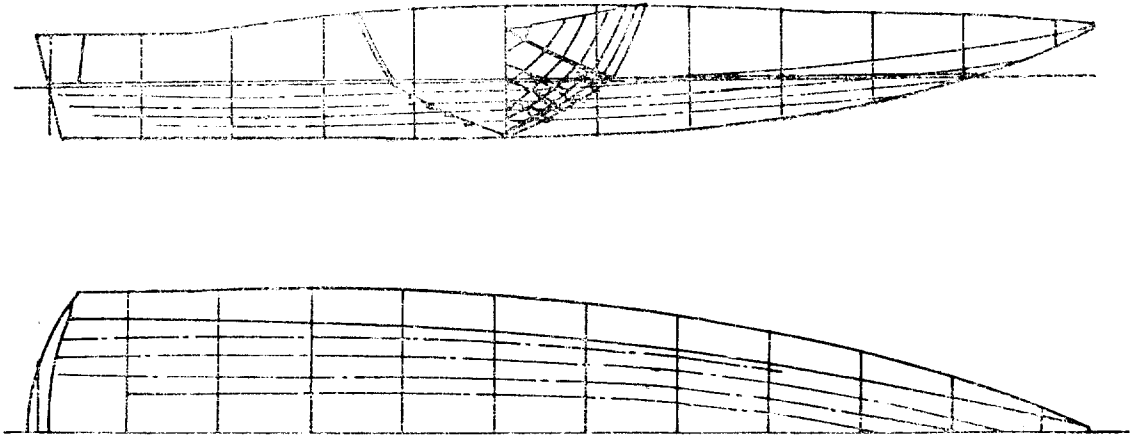


Fig. 3.

단점을 많이 가지고 있음.

D. Inverted Bellor Yoke형……Concave형과 Convex형을 조화시킨 형으로 양쪽의 장점을 다 가지고 있다. 즉 경수중에서의 저항도 작고 황천시 내파성도 양호하다. 단지 실제 건조시 공작이 어렵고 따라서 건조비가 많이 든다는 단점이 있다.

Peter Du Cane은 참고문헌 (4)에서 최근 주목할 만한 고속정의 선형으로서 길이-폭 비가 재래형보다 월등히 큰 Convex형에 Multi-chine 또는 Multi-Spray Strip을 이용하여 현저한 저항 감소 및 내파성이 향상된 Deep V형 (Fig. 3) 소개하였다. 다수의 Spray Strip 또는 chine은 속도가 증가함에 따라 Wetted Surface를 감소시키는 역할을 하며 좁은 선폭 및 큰 Dead Rise Angle은 황천시 파도위를 날지않고 파도를 타고 운항할 수 있도록 내파성을 향상시키는 역할을 한다.

(2) 배수량형

<Fig. 4>는 30노트 이상 200톤 내지 300톤급 대형

같은 무게의 중량	20	40	60	80	100	120%
STEEL	[Bar chart showing length for Steel]					
ALUMINUM (5086)	[Bar chart showing length for Aluminum (5086)]					
같은 강도의 중량	20	40	60	80	100	120%
STEEL	[Bar chart showing length for Steel]					
ALUMINUM (5086)	[Bar chart showing length for Aluminum (5086)]					
같은 강성의 중량 (STIFFNESS)	20	40	60	80	100	120%
STEEL	[Bar chart showing length for Steel]					
ALUMINUM (3008)	[Bar chart showing length for Aluminum (3008)]					

Fig. 4.

고속정에 많이 채택되고 있는 Semi-planing Round Bilge형으로서 Transom의 Deadrise는 거의 없으며 Stern부근의 Bottom line은 고속시 planing효과를 높이기 도록 Transom으로 갈수록 Tangent각이 줄어들어 특징이다. 이 선형은 재래식 배수량형에 비해 비교적 저항도 작고 내파성도 양호하다.

3.2 구조

(1) 재질

고속정의 재질로는 연강(mild Steel)이 가장 흔히 사용되어 왔으며 고장력강(High Tensile Steel)도 이따금 사용되고 있다. 최근 중량의 감소 및 자기(磁氣)의 영향을 받지않는 특수목재 및 FRP가 유럽지역에서, Aluminum합금은 미주지역에서 고속정에 사용되고 있다. 국내에서도 최근 Aluminum 고속정이 건조되고 있으며 강재와 비교하여 중량, 브수유지 등의 장점 때문에 고가임에도 불구하고 점차 증가되는 경향이 있다. <Fig. 5>는 강재와 Aluminum 합금의 중량을 비교한 것으로 배수톤수 250TON 고속정의 경우 강재선체의

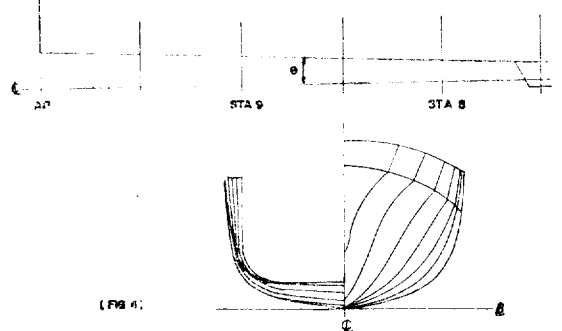


Fig. 5.

중량은 110TON이나 Aluminum선체는 약 70TON으로 약 40TON의 중량을 절약할 수 있다.

(2) 설계하중

10M 이하의 작은 고속정의 경우 Overall Bending이 큰 문제가 되지 않으나 대형 고속정의 경우 순수 Wave 중의 함 운동에 의한 Bending Moment보다 Slamming Moment가 더 큰 경우도 있다. Slamming에 의한 충격 하중은 선박의 길이, 선형 속도 및 파도의 형태 때문에 대단히 결정하기 어려우나 설계 기준을 잡기 위하여는 선체에 미치는 충격하중 및 가속도를 가정, Bending Moment와 Shear Force를 계산한다. 길이 30m, 속도 40 내지 50노트까지의 고속정 경우 실험에 의하여 측정된 충격하중은 최고 5.5kg/cm²까지 이르며 합리적인 설계치수로 약 3.5kg/cm²를 기준잡고 있으나 아직까지 선형에 따른 충격하중은 계산 방법이 없다. <Fig. 6>는 길이 30m, 속도 40~50노트 고속정의 Slamming에 의한 Shear Force 및 Bending Moment도표이다.

① Weight Distribution Curve를 그린후 Parent ship의 가속도에 의한 추정으로 가속도에 단위 길이당 무

게를 곱하여 Inertia Loading Curve를 작성한다. Slam Force의 크기는 Inertia Load Curve 면적과 같고 위치는 Curve의 도심선상에 있다.

② Slam loading(3각형) Curve를 그리고 Peak Pressure를 20LB/cm²으로 가정, Peak Pressure에 해당 선폭을 곱하여 Peak Loading(단위 길이당)을 구한다. 길이 a는 Slam force를 Peak loading으로 나눈 값이다.

③ 선체에 미치는 하중(빗금친 부분)을 적분하여 Shear force diagram을 그리고 다시 이를 적분 Bending Moment를 구한다.

3.3 추진

(1) 주추진기관

고속정의 추진기관으로는 고속디젤엔진과 개스터빈이 사용된다. 소형 고속정의 경우 디젤엔진이 많이 쓰이나 대형 고속정의 경우 현재 고속디젤, 개스터빈 또는 디젤과 터빈을 복합한 방식이 채택되고 있으며 개스터빈이 점차 소형 경량화 되고 연료 소모율도 감소되어 감에 따라 점차 개스터빈이 주종을 이룰 것으로 예상된다.

복합된 추진 방식에는 다음과 같은 종류가 있다.

CODOG(Combined Diesel or Gas Turbine).....디젤과 터빈이 복합된 추진방식이나 두가지중 한가지 만으로 운항된다.

CODAG(Combined Diesel and Gas Turbine).....디젤과 터빈이 복합된 추진 방식이며 두가지 중 한가지 만으로 운항되기도 하고 동시에 두가지 엔진을 모두 사용하는 경우도 있다.

COGAG(Combined Gas Turbine and Gas Turbine).... 여러대의 Gas Turbine이 복합되었으며 모든 Gas Turbine이 동시에 사용될 수 있다.

COGOG(Combined Gas Turbine or Gas Turbine).... Gas Turbine들로 복합되었으나 모든 Turbine이 동시에 사용되는 경우는 없다.

(2) 추진기

현재까지 가장 효율이 높은 propeller가 선박의 추진기로 사용되고 있으나 고속정의 경우 Hydrofoil이나 SES (Surface Effect ship) 등 특수한 경우에는 Water Jet 추진 방식도 많이 쓰이고 있다. Propeller로는 고정핏치가 간단하다는 장점에서 많이 쓰이고 있으나 디젤과 터빈을 복합한 추진방식의 경우 가변 핏치 프로펠라가 쓰이고 있으며 가변 핏치의 경우에도 점차 추진효율을 높여가고 있다.

<Fig. 7. A>는 고속디젤엔진 RPM-마력곡선 및 propeller곡선이다. 특기할 점은 선박의 장기간 항해후 선체

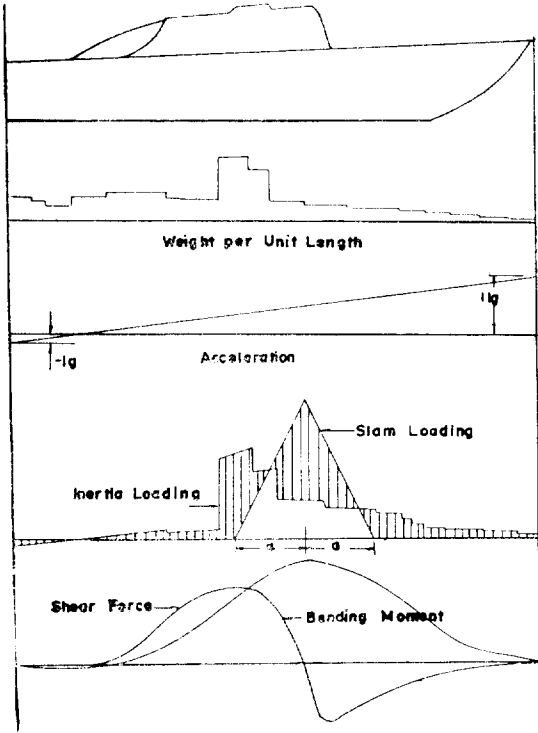


Fig. 6. Shear force and Bending Moment due to Slam

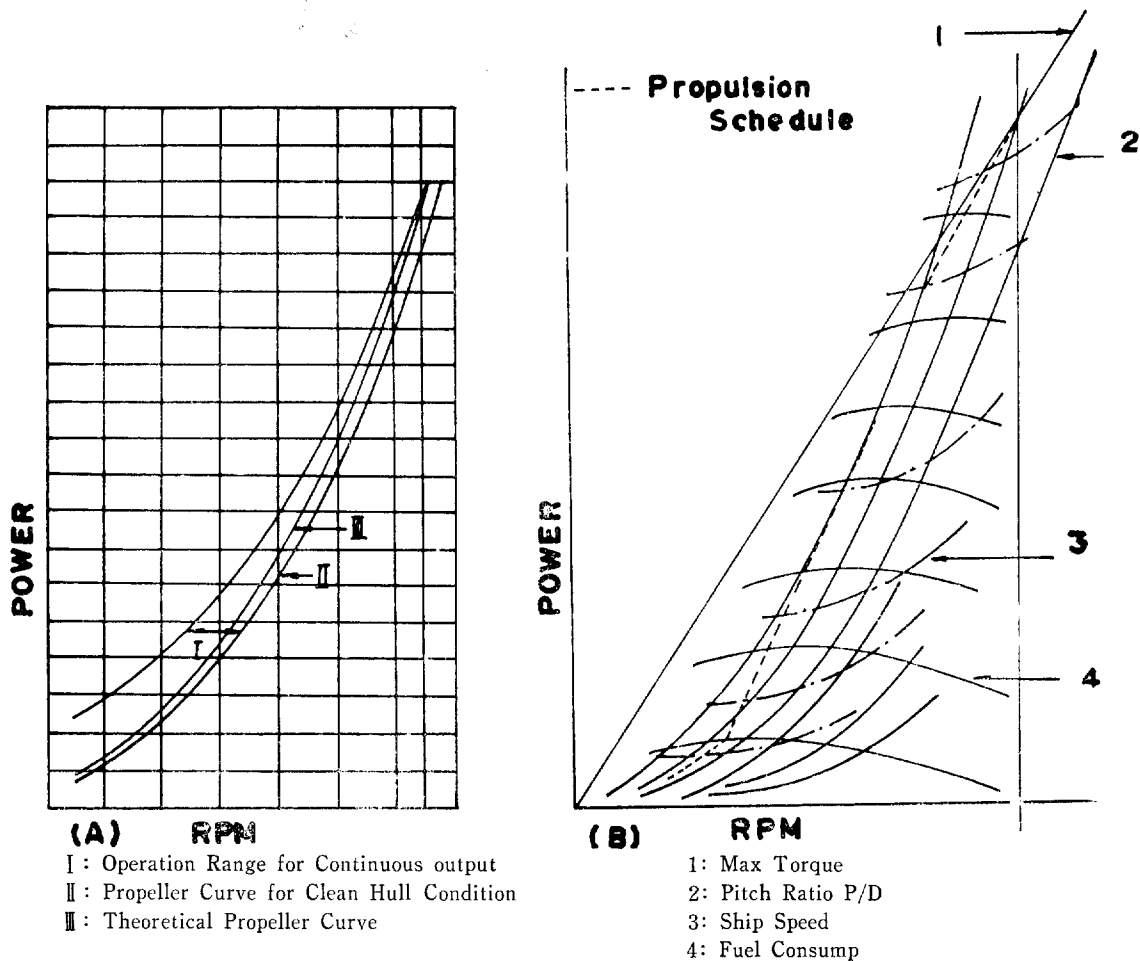


Fig. 7. A. Diesel Engine & Fixed Pitch Propeller

Fig. 7. B. CODOG System With CPP.

<Fig. 7>

저항증가로 최대속력이 감소될 것을 고려, 최대 RPM 부근에서 RPM에 여유를 둔 점이다. 즉 시운전시 Propeller 곡선은 II이고 장기간 항해후의 Propeller곡선은 III이 될 것이다.

<Fig. 7.B>는 CODOG System의 Propeller Pitch곡선이다. 이 경우 CPP의 pitch Schedule 결정은 Engine의 최소연료 소비율과 Propeller 효율을 고려한 것이다.

4. 고속정 설계의 문제점

현재 우리나라에서 설계 건조되고 있는 고속정의 경우 부족한 기초자료 및 경험 외에도 다음과 같은 애로

점이 있다.

- (1) 선형시험
고속 수조시설의 빈약 및 고속선 시험경험 부족으로 인한 선형개발의 지연
- (2) 중량조절
성능에 절대적인 영향을 미치는 중량에 대한 중요성 인식부족으로 세부설계 및 건조시 중량증가 경향.
- (3) 성능시험
고속정 특수성능시험장비 및 인식부족으로 건조후 자료축적이 되지 못하여 차기 설계에 반영되지 못함.

5. 結 言

간단히 고속정 설계의 윤곽 설명에 그쳤다.

극히 제한된 크기로 우수한 성능을 낼수 있도록 여러가지 필요조건을 어떻게 조화시켜 설계하는가가 고속정 설계의 관건이라 하겠다.

參 考 文 獻

- (1) Richard. T. Miller, "A Ship Design Process"
- (2) Timothy Graul & E.D. Fry, "Design & Construction of Metal planing Boats", *SNAME*, 1967
- (3) H.E. Saunders, "Hydrodynamics in ship Design", Vol. II
- (4) Peter Du Cane, "High Speed Small Craft", 1973
- (5) 丹羽誠一 著, "Motor Boat 設計"
- (6) 金極天, "主機와 프로펠러의 相關關係", 대한조선학회지 12-1, 1975