

論 文

大韓造船學會誌
第20卷 第1號 1983年 3月
Journal of the Society of
Naval Architects of Korea
Vol. 20, No. 1, March 1983

相互 聯關 特性 曲線에 의한 船型 開發 研究

閔 季 植* · 洪 性 均* · 金 基 燮**

A Study on the Ship Hull Form Generation by Interactive Characteristic Curve Fitting

by

Keh-Sik Min* · Sung-Kyun Hong* · Ki-Sup Kim**

Abstract

Due to many obvious reasons, an effort has been made for a long time by naval architects to develop mathematical hull forms or to express them mathematically.

As a part of such effort, this program has been developed, applied in actual design works and proved to be a powerful tool of generating ship hull forms in the preliminary design stage.

기 호 목 록

일반 기호

A_M	Maximum Section Area
AP	After Perpendicular
B	Beam
b	Local Beam
C_M	Maximum Section Area Coefficient
C_P	Prismatic Coefficient
C_s	Local Section Area Coefficient at AP
C_w	Waterplane Area Coefficient
$DKHT$	Deck Height
$DLWL$	Designed Load Waterline
FP	Forward Perpendicular
H	Draft
h	Local Draft
HB	Half Beam
LCB	Longitudinal Center of Buoyancy
LCF	Longitudinal Center of Floatation

SL	Ship Length
㉞	Midship
특성(곡선) 기호	
$BS(C)$	Bottom Slope (Curve)
$DE(C)$	Deck Edge (Curve)
$DS(C)$	Deck Slope (Curve)
$FB(C)$	Flat of Bottom (Curve)
$FRK(C)$	Fall and Rise of Keel (Curve)
$LW(C)$	Load Waterline (Curve)
$SA(C)$	Section Area (Curve)
$SS(C)$	Side Slope (Curve)

1. 서 론

오래 전부터 많은 조선학자들이 선형을 수학적으로 개발하고 취급하고자 하는 노력을 기울여 왔다.

특히 전산기의 출현과 그 이용이 보편화 됨에 따라 이러한 노력은 더욱 가속되어 왔으며 오늘날에는 "수학적 선형개발(Mathematical Hull Form Development)"이란 조선학의 한 분야가 파생될 정도로 상당한 실용

接受日字: 1982年 11月 10日, 再接受日字: 1982年 12月 6日

* 正會員, 大宇造船工業(株)

** 正會員, 韓國機械研究所 大德船舶分所

적 성과를 거둔 단계에 이르고 있다.

이러한 노력의 일환으로 주저자도 해외 기관에 근무 시부터 여러가지 서로 다른 논리에 기반은 둔 몇가지 선형개발 전산 Program의 개발에 착안하여 부분적으로 사용하던 것을 선박 연구소 및 현직에 근무하면서 더욱 더 수정, 보완하여 실용적으로 완벽에 가깝게 발전시켜 놓았다.

주저자가 개발한 선형개발 전산프로그램(Hull Form Generation Program)으로는 최소 저항 이론(Minimum Resistance Theory)에 입각한 Program, 유선 추적이론(Streamline Tracing Method)에 입각한 Program, 그리고 본지에서 소개하고자 하는 경험적 Parameter에 기초한 Polynomial Type 선형 개발 Program 등이 있으며 건조 계약이 끝난 실제 Project에 활용해본 결과 상당히 우수함이 입증되었다.

따라서 본 Program은 설계의 초기단계서 기초선형 개발을 위한 강력한 도구로 사용되고 있을 뿐만 아니라 이미 개발된 선형의 타당성 검토 및 Series 개발을 위해서도 유용하게 쓰이고 있다.

본 Program의 Fine Hull Form 부분은 주저자가 선박연구소(현 기계연구소 대덕분소)에 근무시 개발을 마쳤었으나 전산기 기종에 따라 Output에 약간의 차이가 있다는 것이 발견되었다.

이것은 비록 아주 사소한 문제이기는 하나 이러한 문제점을 제거함과 동시에 Data 준비 및 Input시 편리를 도모하고 특히 Linear System을 풀때 Truncation Error가 최소가 되도록 하기 위하여 Program 구성과 Logic을 대폭 수정하였다.

본 Program은 구상선수(Bulbous Bow)까지도 동시에 일괄 취급할수 있으나 일반적으로 Main Hull을 먼저 준비하고 추후 필요에 따라 구상부분(Bulb Part)을 준비하여 결합시키는 것이 각각의 특성을 이해하는데 도움이 된다고 생각된다.

본지에서는 본 Program의 기본개념 및 구성에 대한 간략한 소개와 더불어 몇가지 실제 응용 예를 들려고 한다.

실제 응용 예로는 본 Program의 범용성을 입증하기 위하여 Destroyer Type 선형, Planning Type 선형 및 대형 저속 선형(Bulk Carrier, OBO Carrier 등)을 택 하였으며, 그 각각에 대한 개발과정 및 결과가 수록되었다.

II. 기본개념

기본 개념을 효율적으로 나타내기 위하여 선박의 임의 점의 위치를 나타내는 좌표계의 도입이 요구된다. 이러한 좌표계로서는 오늘날 조선학에서 널리 쓰이고 있는 것을 택했으며, 이는 Fig.1에 보이는 바와 같다.

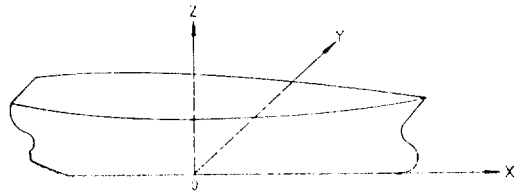


Fig. 1. General Coordinate System

선형은 이러한 좌표축계에서 선수부터 선미까지 선체의 길이 전체에 걸쳐 하나의 함수로 표시될수 있는 여러개의 조선학적 특성 곡선을 먼저 구하고 그리고 그들을 경계조건으로 사용하여 주어진 X축의 위치(Station)에 있어서 선박의 단면(Body Plan)을 먼저 구한후, 그것을 기반으로 Z-축(Waterplane) 및 Y-축(Buttock Line)에서의 각각의 단면형상을 구하게 된다.

그러나 상호 연관 특성 곡선을 사용하기 위해서는 무차원화된 좌표계의 사용이 편리하다. 무차원화는 Fig.2에 보이는 바와 같이 선박의 길이의 반(L/2), 반폭(B/2) 그리고 흘수(H)로 이루어 진다.

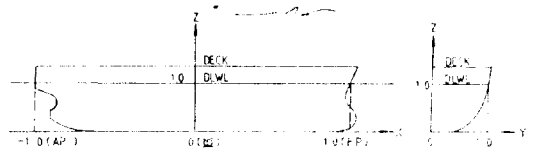


Fig. 2. Non-dimensionalized Coordinate System

Station은 초기 희망에 따라 Program 내에서 10개(Total 14 Substations) 또는 20개(Total 27 Substations)의 Station으로 자동적으로 정해지기도 하고 아니면 사용자의 희망에 따라 임의의 위치를 지정할수 있으나 현재는 400개 이내로 제한을 하고 있다.

임의 종축 위치에서의 단면형상은 선형 개발이 끝난 후 생산에 돌입할때 Frame형상을 구하는데 큰 도움이 된다.

주어진 Station에서의 Body Plan은 Fine Hull과 Full Hull의 각각의 경우에 대해서 두 부분으로 나누어 구해진다.

즉, 첫째 부분은 흘수 아랫부분(Baseline으로부터

Design Waterline까지)이고, 둘째 부분은 흘수 및 부분(Design Waterline으로부터 Deck Edge까지)이다.

1. Fine Hull Form

Fine Hull Form 개발에 있어서는 Body Plan을 구하는 최종 단계까지 전적으로 무차원화된 좌표계가 사용된다. Body Plan중 흘수 아래부분의 Section개발을 위하여 많은 수학곡선을 시도해 본 결과 단순한 다항식 중에서는 4차, 또는 5차 곡선이 그중 나은 편이나 만족스럽지 못하고 그이하, 또는 그 이상의 다항식은 부적합 한것을 알게 되었다. 그러므로 여러가지 서로 다른 수학곡선을 시도(Trial and Error)해본 결과 다음과 같은 복합곡선이 고속선이나 저속선이나를 막론하고 여러가지 서로 다른 단면형상을 잘 나타낸다는 것을 알게 되었다.*

$$Y = a_0 + a_1 Z + a_2 Z^2 + a_3 (Z+k)^{1/2} + a_4 (Z+1)^{-2}$$

여기서 k는 특이점을 제거하기 위한 임의의 비소한 값이다. 위 곡선은 다섯개의 미지 계수를 포함하고 있으며 그 해를 구하기 위하여 다섯개의 조건이 요구된다.

흘수 아래 단면 형상을 구하기 위하여 필요한 다섯개의 경계조건 및 그 논리는 Fig.3에 잘 설명되어 있다. 흘수 위의 단면 형상은 흘수 아래 만큼 중요한 의미를 갖고 있는 것이 아니다. 사실 오늘날 흘수위 일정한 점에서 불연속의 선(Knuckle Line)을 주어 그로부터 적선을 이용함으로써 생산에 용이한 단면을 쓰는 것이 일반적인 추세로 되어 있으나 그것은 후에 얼마든지 수정 될수 있는 것이므로 여기서는 다음과 같은 3차 다항식을 쓰기로 하였다.

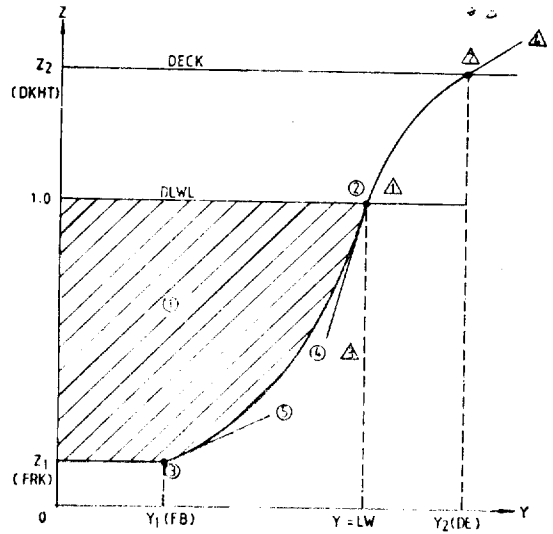
$$Y = a_0 + a_1 Z + a_2 Z^2 + a_3 Z^3$$

네개의 미지계수를 구하기 위한 경계조건 및 그방법은 Fig.3에 설명되어 있다. 지금까지의 논의를 통하여 단면형상(Body Plan)을 구하기 위한 기본 개념이 분명히 소개되었을 줄 믿는다. 그러면 단면형상을 구하기 위한 경계조건, 즉 Characteristic Curve 또는 Characteristic Function을 구하기 위해서 필요한 개념을 하나하나 논의하기로 하겠다.

(1) Section Area Curve (SAC) and Load Waterline Curve (LWC)

Destroyer와 같이 Fine Hull Form에 대해서는 Fig.4에 보인 것과 같은 Section Area Curve와 Load Waterline Curve가 적합하다.

먼저 언급한 바와 같이, 그리고 이 그림에 보이는



Under Water Body Plan		
Mixed Curve $Y = a_0 + a_1 Z + a_2 Z^2 + a_3 (Z+k)^{1/2} + a_4 (Z+1)^{-2}$		
①	SAC	$\int_{Z_1}^{1.0} y dZ = SA$
②	LWC	$Y = LW$ at $Z = 1.0$
③	FRKC & FBC	$Y = FB$ at $Z = Z_1$ (FRK)
④	SSC	$Y' = SS$ at $Z = 1.0$
⑤	BSC	$Y' = BS$ at $Z = Z_1$ (FRK)
Above Water Body Plan 3rd-Order Polynomial $Y = a_0 + a_1 Z + a_2 Z^2 + a_3 Z^3$		
△	LWC	$Y = LW$ at $Z = 1.0$
△	DEC	$Y = DE$ at $Z = Z_2$ (DKHT)
△	SSC	$Y' = SS$ at $Z = 1.0$
△	DSC	$Y' = DS$ at $Z = Z_2$ (DKHT)

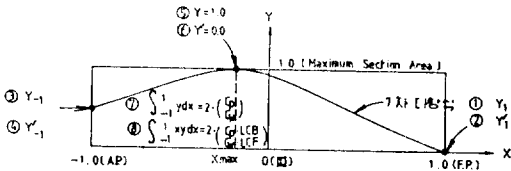
Fig. 3. Logic & Boundary Condition for Obtaining Section Shape

바와 같이 무차원화된 좌표계가 사용된다.

이와 같은 SAC 및 LWC를 나타내기 위해서 7차 다항식을 사용하였으며 그논리 및 경계조건은 역시 Fig.4에 설명되어 있다.

(2) Fall and Rise of Keel Curve(FRKC)

*참) 단순한 다항식의 이용이 만족스럽지 못하고 본 논문에서 택한 복합곡선이 우수하다는 것은 실제 선박의 Body Plan(특히 선수미)에 대해서 Curve Fitting을 해보면 쉽게 알수 있다.



- | | |
|---|---|
| 경계조건 | 설명 |
| ① $Y = Y_1$ at $X = 1.0$ | Area or local beam at <i>FP</i> . |
| ② $Y' = Y_1'$ at $X = 1.0$ | Slope of <i>SAC</i> or <i>LWC</i> at <i>FP</i> . |
| ③ $Y = Y_{-1}$ at $X = -1.0$ | Area or local beam at <i>AP</i> . |
| ④ $Y' = Y_{-1}'$ at $X = -1.0$ | Slope of <i>SAC</i> or <i>LWC</i> at <i>AP</i> . |
| ⑤ $Y = 1.0$ at $X = X_{max}$. | Area or local beam at the position of desired station of maxima. |
| ⑥ $Y' = 0.0$ at $X = X_{max}$ | Slope at the position of desired station of maximum area or local beam. |
| ⑦ $\int_{-1}^1 y dx = (2 \cdot C_p)$ | Area under the curve, defined by C_p or C_w . |
| ⑧ $\int_{-1}^1 xy dx = (2 \cdot C_p \cdot LCB)$ | Centroid of area under the curve, defined by the <i>LCB</i> or <i>LCF</i> . |

Fig. 4. Logic & Boundary Condition for Obtaining SAC & LWC

(2)-1. Fall of Keel Curve (FKC)

Basic Bow Form

Bulb가 없는 Bare Hull Form을 기본으로 택하고 있으며 그때의 Fall of Keel Curve를 구하기 위한 논리 및 경계 조건은 Fig.5에 보이는 바와 같다.

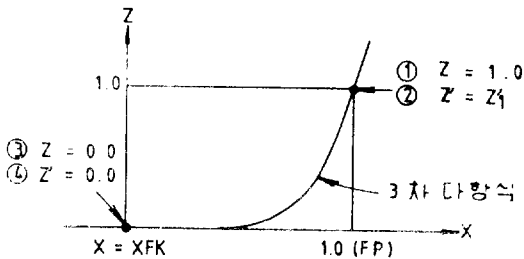


Fig. 5. Fall of Keel Curve

Bulbous Bow Form

Basic Hull Form을 구한 후 필요에 따라 Bulbous Bow Form을 유도한다. 이때 Froude Number, Bulb 중심의 위치, Entrance Angle 등의 자료가 입력되며, Linearized Wave Theory에 의하여 Bulb의 Radius 및 FP에서의 Section Area를 계산한후 3차 곡선을 적용하여 Fairing작업을 하게 된다.

(2)-2. Rise of Keel Curve (RKC)

선미에서의 Skeg를 무시한 Bare Hull의 Profile은 Fig.6에서 보이는 바와 같은 논리와 경계조건을 사용하여 구해진다.

사실 이 선미형상은 대부분의 경우 Propulsion, Vibration등을 고려한 약간의 수정작업이 불가피하다.

AP에서의 선미의 높이는 이미 구해진 Information을 이용하여 다음과 같은 방법으로 Program 내에서 자동적으로 계산된다.

$$C_s = \frac{A(X)}{b(X) \cdot h(X)}$$

$$(h)_{AP} = \left(\frac{A}{C_s \cdot b} \right)_{AP} = \frac{(SA)_{AP} \cdot AM}{C_s \cdot (HB)_{AP} \cdot B}$$

$$= \frac{(SA)_{AP} \cdot C_M \cdot B \cdot H}{C_s \cdot (HP)_{AP} \cdot B}$$

$$(\text{Keel Height})_{AP} = \frac{H-h}{H} = 1 - \frac{C_M}{C_s} \left(\frac{SA}{HB} \right)_{AP}$$

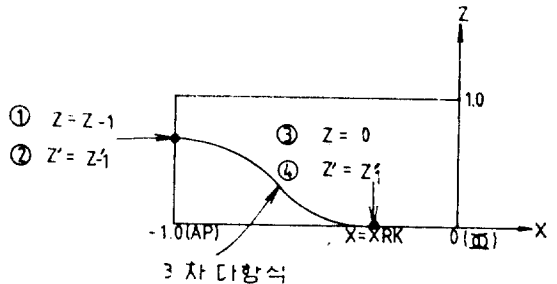


Fig. 6. Rise of Keel Curve

(3) Flat of Bottom Curve (FBC)

Flat of Bottom Curve는 세가지 경우로 구분된다.

이 세가지 경우중 가장 적절한 한가지가 초기 Input Data에 의하여 Program내에서 자동적으로 택하여 진 후 그 각각의 논리 및 경계조건에 따라 곡선이 구해진다.

i) Flat of Bottom이 전연 없는 경우이다.

이 경우에는 *FB*는 항상 0이 된다.

ii) Parallel Section이 없는 경우이다.

이때의 Flat of Bottom Curve를 구하기 위한 논리와 경계조건은 Fig.7에 보이는 바와 같으며, 이때의 곡선은 (*B/2*)에 의하여 무차원화 된다.

iii) Parallel Section이 있는 경우이다.

Fig.8에 보이는 바와 같이 이때의 Flat of Bottom Curve는 Parallel Section 부분과 그 앞뒤부분의 세 부분으로 나누어진다.

이때에도 역시 종좌표는 Maximum Half Beam(*B/2*)에 의하여 무차원화 된다.

i) Parallel Section이 없는 경우

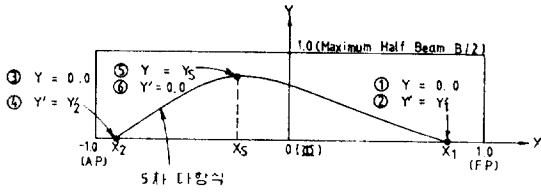
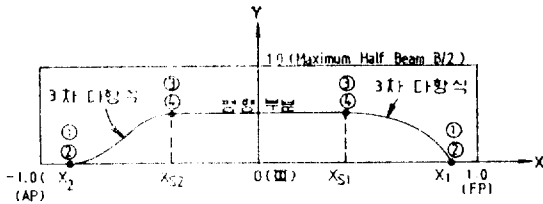


Fig. 7. Flat of Bottom Curve (Without a Parallel Section)

ii) Parallel Section이 있는 경우



- 경계조건 : ① $Y=0$ at $X=X_{s1,2}$
 ② $Y'=Y_{1,2}'$ at $X=X_{1,2}$
 ③ $Y=Y_{s1,2}$ at $X=X_{s1,2}$
 ④ $Y'=0.0$ at $X=X_{s1,2}$

Fig. 8. Flat of Bottom Curve (With a Parallel Section)

(4) Bottom Slope Curve (BSC)

Bottom Slope Curve는 두 가지 경우로 구분된다.

그중 한가지가 역시 초기 Input Data에 따라 Program 내에서 자동적으로 택하여 지며 Fig.9와 10에 도식한 바와 같은 논리와 경계조건에 따라 곡선이 구해진다.

i) Parallel Section이 없는 경우

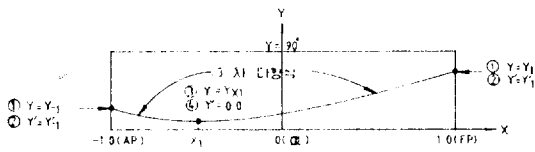


Fig. 9. Bottom Slope Curve (Without a Parallel Section)

ii) Parallel Section이 있는 경우

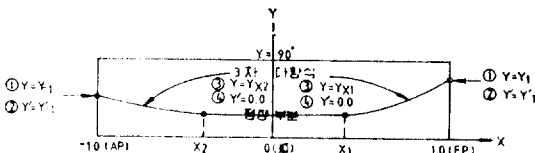


Fig. 10. Bottom Slope Curve (With a Parallel Section)

(5) Side Slope Curve (SSC)와 Deck Slope Curve (DSC)

Side Slope Curve와 Deck Slope Curve도 각각 두 가지 경우로 구분되며 그중 한가지가 초기 Input Data에 의하여 Program내에서 자동적으로 택하여 진다.

그 논리와 경계조건은 Fig. 11, 12에 보이는 바와 같다.

i) Parallel Section이 없는 경우

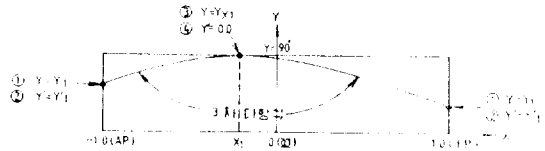


Fig. 11. Side Slope Curve & Deck Slope Curve (Without a Parallel Section)

ii) Parallel Section이 있는 경우

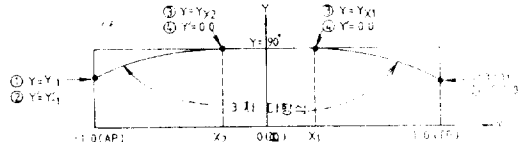


Fig. 12. Side Slope Curve & Deck Slope Curve (With a Parallel Section)

(6) Deck Edge Curve (DEC)

Deck Edge Curve도 두 가지 경우로 대분된다.

일반적으로 Deck의 폭은 Load Waterline의 폭보다 클 수가 있으며 Load Waterline의 최대폭에 의하여 무차원화가 이루어지므로 무차원화된 Deck Edge Curve는 1.0보다 클 수가 있다.

Fig. 13과 14는 두 가지 경우 각각에 대하여 이러한 일반성을 고려한 유도방법을 보여주고 있다.

i) Parallel Section이 없는 경우

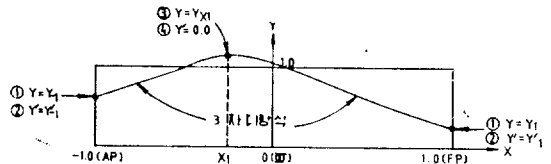


Fig. 13. Deck Edge Curve (Without a Parallel Section)

ii) Parallel Section이 있는 경우

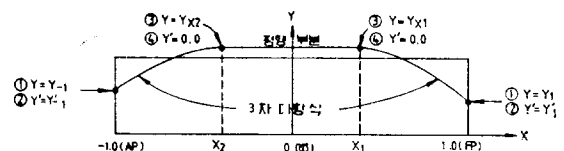


Fig. 14. Deck Edge Curve (With a Parallel Section)

각종 Slope Curve에 대해서는 선종 및 형태에 따라, 그리고 Deadrise, Tumble Home 또는 Flare 등에 대한 설계자의 취향에 따라 여러가지 가능성이 있을수 있으나, 이들은 앞에서 논의한 특성곡선에 의하여 모두 적절히 취급될수 있다.

2. Full Hull Form

Full Hull Form의 개발방식도 Fine Hull Form의 경우와 대체로 비슷하다. 다른점이라면 Parallel Middle Body의 적절한 취급을 위한 Section Area Curve 및 Load Waterline Curve의 유도과 Parallel Middle Body 개발 그 자체라고 할수 있겠다.

그러므로 Full Hull에 있어서 Parallel Middle Body의 앞 부분과 뒷부분에 대해서는 Fine Hull에 있어서와 동일한 논리 및 경계조건을 사용하여 단면현상(Body Plan)이 유도된다.

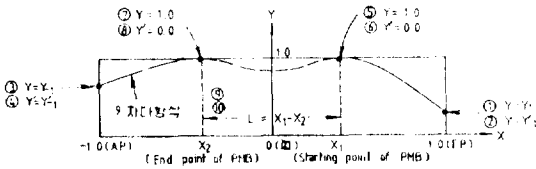
물론 이때 특성곡선중 Section Area와 Load Waterline의 특성 및 그 유도 방법은 다르다.

여기서는 Fine Hull Form개발에 있어서와 다른 점만을 소개하려고 한다.

(1) Section Area Curve와 Load Waterline Curve

Full Hull에 있어서는 Parallel Middle Body로 인하여 Fine Hull에 있어서 보다 Entrance 및 Run의 길이가 상당히 짧다.

그러므로 Full Hull의 Section Area Curve와 Load Waterline Curve는 Fine Hull개발시 사용되었던 곡선보다는 9차 다항식에 의하여 더 잘 표현된다.



경계조건

- ① $Y = Y_1$ at $X=1, 0$
- ② $Y' = Y_1'$ at $X=1, 0$
- ③ $Y = Y_{-1}$ at $X=-1, 0$
- ④ $Y' = Y_{-1}'$ at $X=-1, 0$
- ⑤ $Y=1.0$ at $X=X_1$
- ⑥ $Y'=0.0$ at $X=X_1$
- ⑦ $Y=1.0$ at $X=X_2$
- ⑧ $Y'=0.0$ at $X=X_2$
- ⑨ $\int_{-1}^{X_1} y dx + L + \int_{X_1}^1 y dx = \left(\frac{2}{2} \cdot \frac{C_p}{C_w} \right)$
- ⑩ $\int_{-1}^{X_2} x y dx + 1/2L \cdot (X_1 + X_2) + \int_{X_2}^1 x y dx = \left(\frac{2}{2} \cdot \frac{C_p}{C_w} \cdot \frac{LCB}{LCF} \right)$

Fig. 15. Logic & Boundary Condition for Obtaining SAC & LWC of Full Hull Form

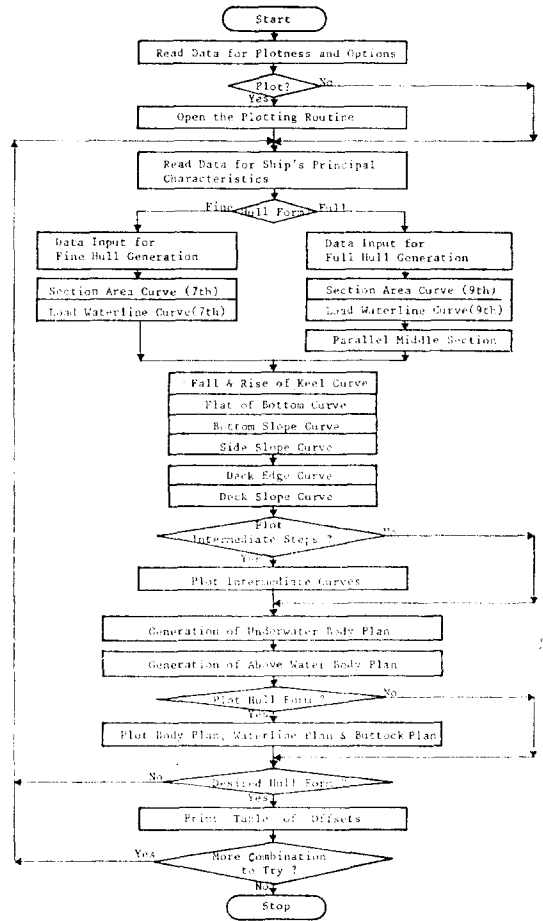


Fig. 16. Flow Diagram for Hull Generation Program

Table 1. Principal Characteristics of Applied Ships

Type of Principal Characteristics	Large Destroyer	High Speed Small Boat Tug	Large Passenger Ship	Low speed F. H. S.
Length	170.0	118.0	80.0	60.0
Breadth	17.0	12.7	10.0	5.0
Depth	6.0	5.6	7.5	15.3
C_p	0.50	0.65	0.50	0.50
C_m	0.10	0.175	0.07	0.17
C_w	0.75	0.726	0.75	0.75
LCB (from Aft)	4.0 Aft	3.0 Aft	5.0 Aft	2.5 Aft
LCF (from Aft)	8.3 Aft	7.0 Aft	7.5 Aft	6.6 Aft
Displacement ∇ (m ³)	8,300	4,510	800	178,500

그에 대한 논리와 경계조건이 Fig. 15에 보여지고 있다.

여기서 한가지 유의해야 할것은 실제 9차 다항식에 의한 Section Area Curve와 Load Waterline Curve는 Fig. 15의 Parallel Middle Body가 시작되고 끝나는 점 사이에서 절선으로 표시된 바와 같이 밖이나 안으로 구부러진 곡선이 되므로 두점사이에서는 9차 다항식의

1. Large Destroyer

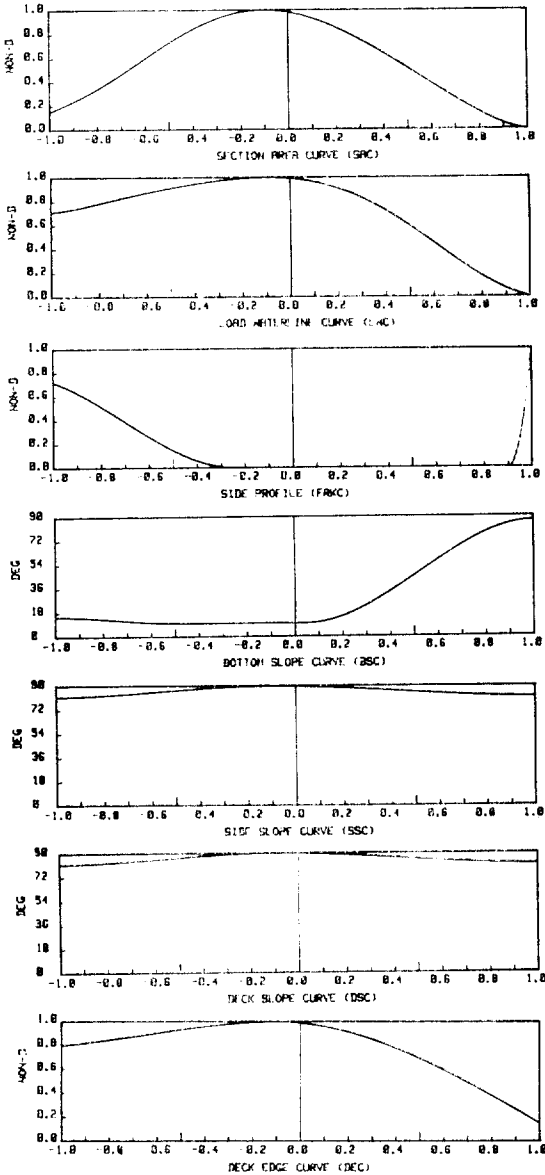


Fig. 17. Characteristic Curves for Developing Large Destroyer Type Hull Form(2)

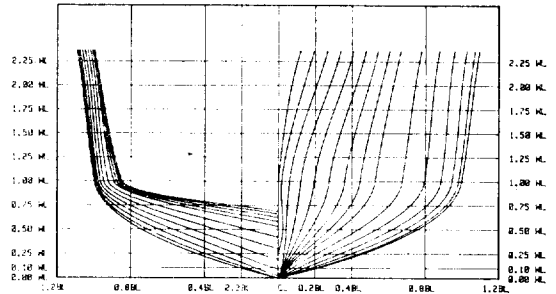


Fig. 18. Body Plan of Large Destroyer Type Hull Form

로 표시된 곡선을 무시하고 직선으로 치환하여야 한다. 이러한 작업은 Program내에서 자동적으로 이루어 지도록 되어 있다.

(3) Parallel Middle Body

Parallel Middle Body유도에 있어서는 사용자의 편의에 따라 다음 두 가지중 하나를 택할수 있다.

즉, 입력 Data로 Maximum Section Coefficient(C_M)를 넣어주면 Program내에서 자동적으로 Bilge Radius가 계산되어 사용되며, 대신 Bilge Radius 자체를 입력시킬수도 있다.

이때는 Program내에서 Maximum Section Coefficient(C_M)가 자동적으로 계산된다.

III. Program 구성

앞에서 논의한 바와 같이 기본개념 자체는 극히 간단하다.

그러나 Program 작성시에는 무차원화에서 오는 Error를 피하기 위하여 많은 주의를 하여야 한다. 이러한 현상은 특히 각종 Slope Curve유도시 두드러지게 나타난다.

본 Program은 Fortran IV로 작성되어 있고 Interactive Graphic을 위해서 Calcomp Plotter등 각종 Plotter에 연결 사용이 가능토록 되어 있다.

본 Program에 있어서 Data Input은 Control Data (Indices), Hull Principal Particular Data(Hull Form Parameters), 그리고 Interactive Data Characteristic Curve의 Boundary Conditions순으로 크게 세부분으로 구분된다.

Hull Principal Particular의 Input Data수는 최소가 되도록 노력하였으며, 기본 개념에서 보이는 바와 같이 저항상 중요한 Parameter가 되는 C_P , C_M , $1/2 \cdot \alpha_s$,

LCB 등이 강조 되고 있다.

이러한 입력 Data를 가지고 Program은 먼저 Characteristic Curve를 유도하고 이들을 Boundary Condition으로 사용하여 Body Plan을 유도한다. 이러한 중간 과정의 Display는 사용자가 편의에 따라 임의로 조정할수 있다.

각각의 Characteristic Curve그 자체는 독립적이다.

2. High Speed Small Destroyer

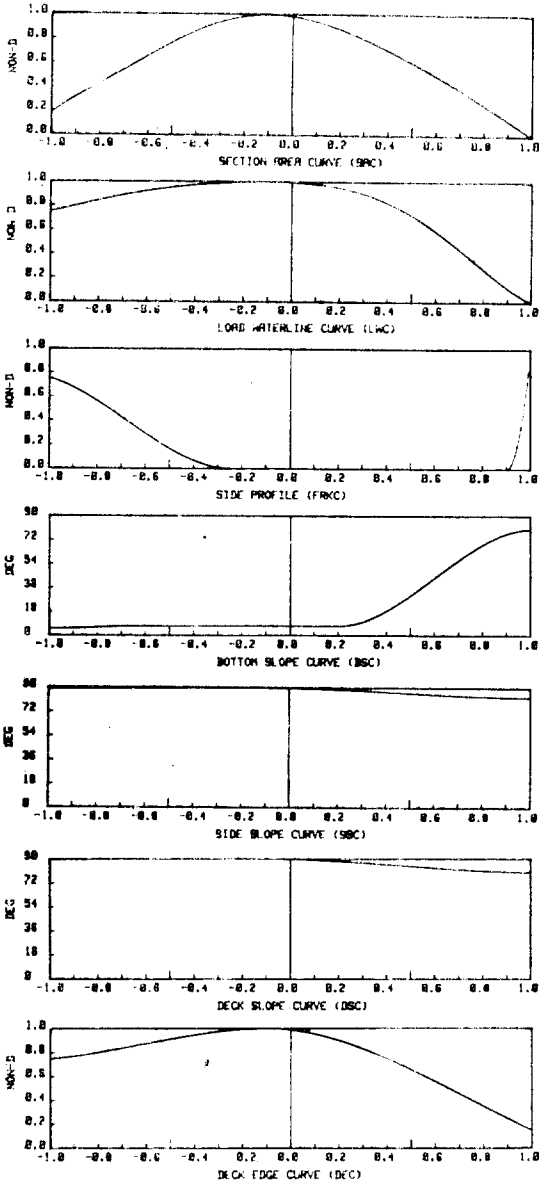


Fig. 19. Characteristic Curve for Developing High Speed Small Destroyer Type Hull Form(1)

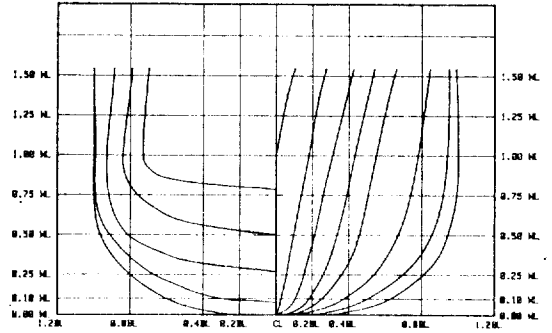


Fig. 20. Body Plan of High Speed Small Destroyer Type Hull Form

즉, 한 Curve의 특성을 바꾸어도 다른 Curve에는 원칙적으로 영향을 미치지 않으나 Curve들 각각의 특성은 뒤에 Body Plan 유도시 지대한 영향을 미치므로 그 내적인 연관성을 처음부터 잘 고려하여야 한다.

Program의 Primary Output은 사용자의 지시에 따라 14개나 27개의 미리 지정된 Station에서, 또는 400개내의 임의 Station에서의 Body Plan에 대한 Scaled Plot이며 외형검사(Eye Check)에 의하여 적절하다고 판단되면 Waterline과 Buttock Line을, 그리고 또한 Table of Offset을 Print Out한다. Fig. 16은 이러한 Program의 흐름도를 보이고 있다.

IV. 실제응용예

본 Program의 범용성을 입증하기 위하여 세가지 서로 다른 Type의 선형에 대한 개발 예를 들었다.

Table 1에 선박의 주요특성이 실려있으며 실제중간 계산과정(Characteristic Curves) 및 결과가 Fig. 17에서 Fig. 24까지에 보이고 있다.

V. 고찰 및 결론

제 IV장의 실제 응용예에서 볼 수 있는 바와 같이 본 Program은 선박 설계의 초기단계서 선형개발을 위한 강력한 도구로 사용될수 있음이 입증되었다. 물론 본 Program의 Output으로 완전한 최종 선형을 기대할수는 없으며 대체적으로 선수미에서의 약간의 수정이 요구된다. 본 Program에 사용된 다항식 및 경계조건은 오랜시간에 걸쳐 시험을 통하여 유도된 것이다.

본 Program의 특성을 요약하면 다음과 같다.

1. 적절한 선형을 짧은 시간내에 개발한다.

2. 특성변수 각각의 변화가 선형에 주는 영향을 빠른 시간내에 살필수 있다.
3. 특성 변수들이 좋은 조합을 이루는지 아닌지를 즉시 알아낼수 있다.
4. 선형 개발뿐만 아니라 개발된 선형의 타당성 검토 및 Series개발을 위해서도 유용하다.
5. 새로운 Idea의 시도나 기 개발된 선형의 수정이

3. Large U-Section Planning Type Ship

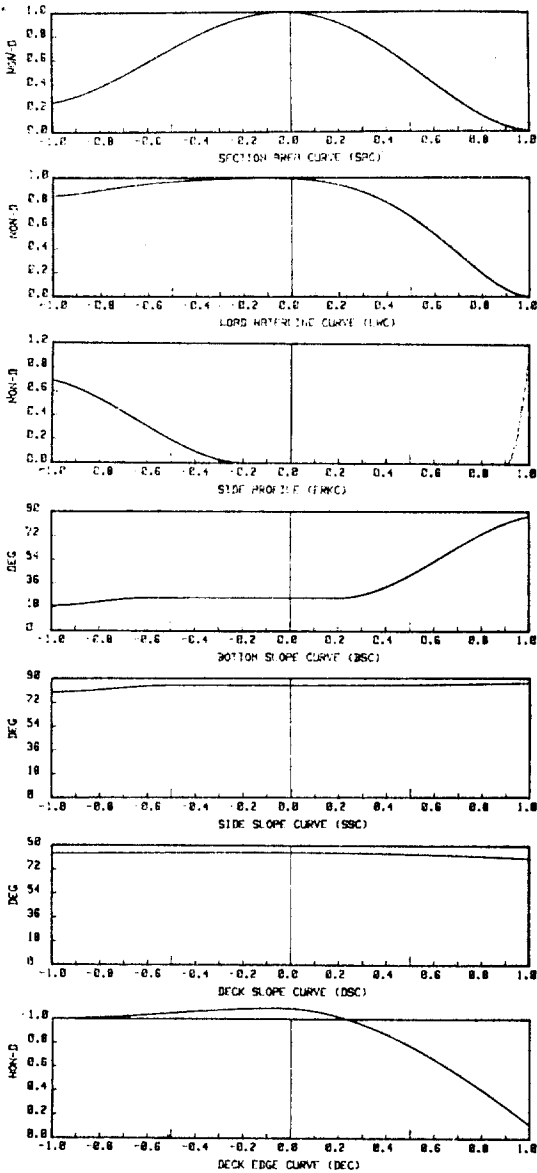


Fig. 21. Characteristic Curve for Developing Large U-Section Planing Type Hull Form(1)

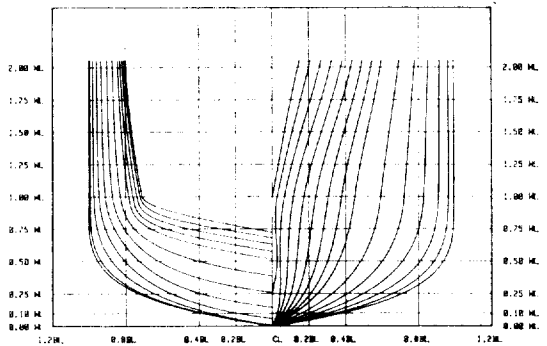
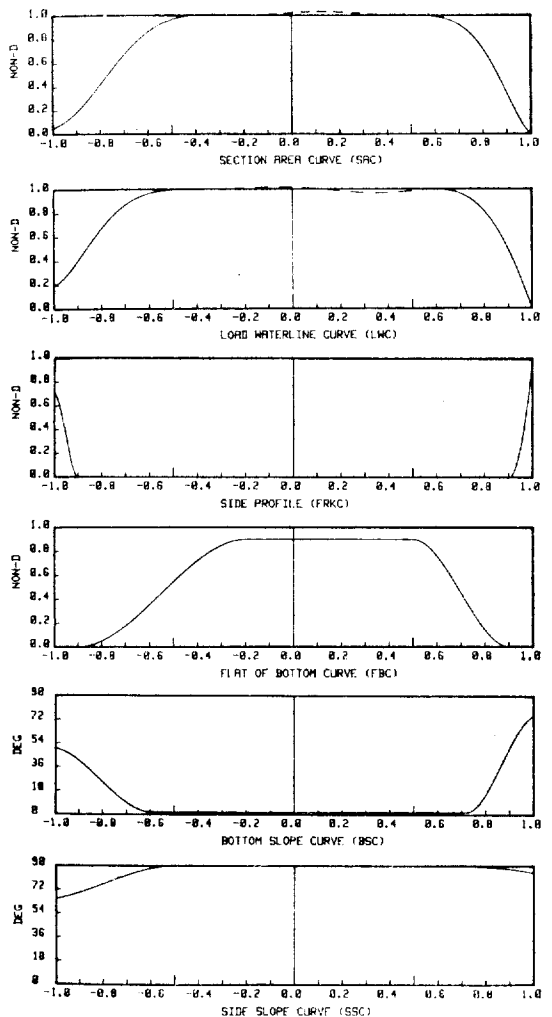


Fig. 22. Body Plan of Large U-Section Planing Type Hull Form

4. Low Speed Full Ship



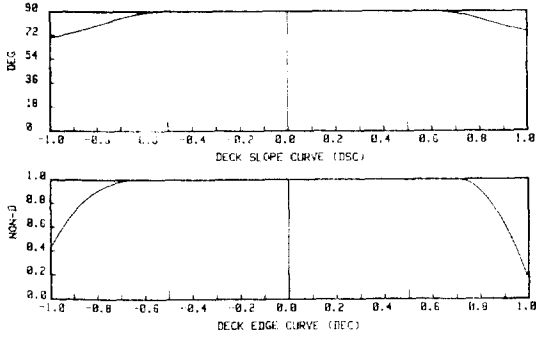


Fig. 23. Characteristic Curves for Developing Low Speed Full Hull Form (1)

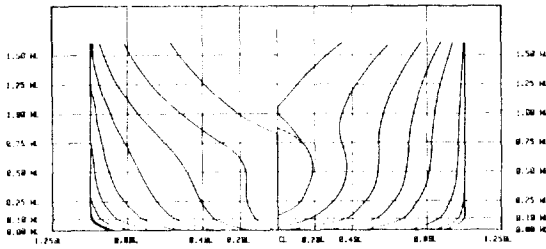


Fig. 24. Body Plan of Low Speed Full Hull Form

용이하다.

6. 이와 같이 하여 최종 선형 유도 의 기반이 된다. 본 Program의 취약점으로는 다음을 들수 있다.

1. 선수미 Profile의 처리가 완전하지 못하다.
2. Chine 등 불연속이 있는 선형개발에 부적합하다.
3. Drag가 있는 선형개발에 부적합하다.
4. 비 대칭인 선형시 독립된 선형을 따로따로 개발 하여 결합하여야 하는 번거로움이 있다.

본 Program은 주저자가 개발한 다른 두개의 Program 과 함께 재래식 Monohull 설계초기 단계에서 유용하게 사용되어 오고 있으며 경험이 늘어감에 따라 그 적용성이 증가하고 있다.

끝으로 서론에서도 잠시 언급한바와 같이 본 Program 을 효율적으로 사용하기 위해서는, 즉 적절한 Input Data 준비 및 Output Interpretation을 위해서는 조선학(특히 선박설계)에 대한 상당한 지식과 경험이 필요 하며 처음 접하는 사용자는 비록 선박설계에 오랜경험이 있다 할지라도 여러 변수(Design Variables)의 변화에 대한 영향에 익숙해 질때까지 어느정도 시간은 요한다.