

## 論 文

大韓造船學會論文集  
 第33卷第1號 1996年2月  
 Transactions of the Society of  
 Naval Architects of Korea  
 Vol. 33, No. 1, February 1996

### 소형고속 SWATH 여객선의 선형설계에 대한 연구

민계식\*, 이영우\*

### Design of a Small High - Speed SWATH Passenger Ship

by

K-S. Min\* and Y-W. Lee\*

#### 要 著

현대중공업 선박해양연구소에서는 3단계로 구성된 SWATH선 개발 계획을 수립하고 연구를 수행 중에 있다. 제1단계는 승객 300명, 선속 35노트, 운항거리 250 해상 마일의 소형고속 SWATH 여객선을 개발하는 것이다.

본 연구를 효율적으로 수행하기 위하여 연구초기에 SWATH선의 여러가지 유체정역학 및 유체 동역학적 특성을 단시간 내에 계산 및 추정할 수 있는 각종 전산 프로그램을 먼저 개발하여 놓았다. 설계를 위한 각종 전산 프로그램의 개발과 함께 설계변수의 변화에 대한 체계적인 이론적 분석과 선정된 선형에 대한 단계적인 모형시험을 통하여 최종설계에 도달하였다.

#### Abstract

The first - stage study of the three - stage SWATH ship development program of Hyundai Maritime Research Institute has been completed. Various computer programs have been prepared in advance to calculate and predict various properties and characteristics of SWATH ships. With these design tools, theoretical analyses for the systematic variation of design parameters were performed, and step - by - step model tests were carried out to derive the final configuration.

---

발 표 : 1994년도 대한조선학회 춘계연구발표회 ('94. 4. 22)

접수일자 : 1995년 7월 3일, 재접수일자 : 1995년 11월 23일

\* 정회원, 현대중공업(주) 선박해양연구소

## 1. 서 론

주지의 사실인 바와 같이 일반적인 수상선은 자유표면으로 인하여 피할 수 없는 두 가지 문제에 직면하고 있다. 한가지는 파랑에 의한 선체운동이며 다른 한가지는 조파저항이다. 소수선면 쌍동선(Small Waterplane Area Twin - Hull Ship, 이하 SWATH선으로 부르기로 함)은 이러한 문제 점들을 완전히 해소하지는 못하더라도 크게 완화 시킬 수 있는 잠재력을 가지고 있으리라 기대되어 겼으며 실선 시운전을 통하여 그 잠재력이 충분히 증명된 바 있다.

SWATH선은 정적부력에 의하여 지지되는 배수량형 선형으로서 배수량의 대부분을 담당하는 주 선체가 물 속에 잠겨 있으며 이 잠수체와 수면 위의 갑판부를 연결하는 얇은 두께의 기둥(strut)으로 구성되어 있다. 이러한 구조적인 특성으로 인하여 SWATH선은 종래의 일반적인 수상선에 비하여 여러 가지 실용적인 장점을 가지고 있다. SWATH선의 장점으로는 우선 높은 안정성, 넓은 갑판면적, 탁월한 내항성능 그리고 악천후시 적은 속도손실 등을 들 수 있다.

그러나 실제 설계, 건조 및 운항상의 경험으로부터 다음과 같은 단점이 있다는 것을 인지하게 되었다 :

- 상대적으로 넓은 침수표면적으로 인한 높은 저항
- 추진을 위한 복잡한 동력전달 장치(특히 중·소형 SWATH선에서 심각)
- 높은 건조비
- 상대적으로 깊은 훌수로 인하여 수심이 얕은 기존 항구의 이용이 어려움
- 재화중량의 변화에 따른 훌수변화의 민감성(운항상의 어려움)

이와 같은 장단점으로 인하여 SWATH선은 여객선으로서는 가장 적합한 선형(ship type)이겠으나 고속선으로서는 부적합한 선형이라는 것이 오

늘날의 일반적인 결론이다. 실제로 지금까지 건조된 SWATH선 중에서 속도가 30노트 이상 되는 것은 단 두척 뿐인 것으로 저자들은 알고 있다. 그러나 앞서 살펴본 SWATH선의 주요 장점에 우수한 속도성능을 부여할 수 있다면 SWATH선은 가장 이상적인 고속여객선형으로서 향후 큰 잠재수요를 갖게 될 것이라는 사실을 예측할 수 있다. 이러한 배경하에 현대중공업 선박해양연구소에서는 쌍동선, SWATH선, 그리고 활주형 선형 각각에 대하여 3단계로 이루어진 3원화 3단계 고속선 개발 계획을 수립하고 현재 적극 수행중에 있다. SWATH선에 대한 3단계 개발 계획은 소형 고속 여객선과 중형 및 대형 고속 폐리로 구성되어 있으며 본 연구는 그 제1단계인 소형 고속 SWATH 여객선의 선형개발에 대한 것이다. 따라서 본 연구의 대상선으로 소형연안여객선으로 가장 적합한 규모인 승객 300명, SWATH선으로서는 세계적으로 고속영역인 선속 35노트, 그리고 운항거리 250해상 마일의 소형 고속 SWATH 여객선을 선정하고 선형설계를 완료하였다.

최종선형의 도출은 다음과 같은 과정을 통하여 체계적이고 효과적으로 이루어졌다 :

- 중량추정, 실선마력, 내항성능 및 파랑하중 추정을 위한 각종 전산 프로그램 개발
- 주요 설계변수들의 체계적인 변화에 따른 1,620 가지 선형조합 준비
- 1,620가지의 선형조합 중에서 83개의 실용성 있는 선형조합 선정
- 83가지 선형조합의 저항특성에 대한 이론적인 분석
- 5개의 초기선형 준비
- 5개의 초기선형에 대하여 길이 약 3m의 소형 단동선 모형(demi - hull model)을 제작하고, 저항시험 수행
- 저항특성이 우수한 2개의 중간선형 선정
- 선정된 2척의 중간선형에 대하여 길이 약 5.2m의 대형 완전 SWATH선 모형을 제작하고 재고 프로펠러를 사용하여 저항추진 시험 수행

- 최종선형의 설계 및 대형 SWATH선 모형제작
- 최종선형에 대한 반류(wake) 측정 및 프로펠러 설계
- 최종선형에 대하여 재고 프로펠러와 설계 프로펠러를 사용하여 저항추진 시험 및 내항성능 시험 수행
- 최종 특성 결정

현재 이러한 과정의 수행이 완료되어 최종선형이 준비되어 있다. 본 논문에서는 당사 SWATH 선 개발에 대한 제1단계 연구내용 및 결과를 요약 논의하고자 한다.

## 2. 저항추정

SWATH선의 실선저항을 추정하기 위하여 ITTC '78 방법을 채택하기로 하였다. SWATH선의 총 저항은 다음 같은 여러 저항성분들의 합으로 구해진다 :

$$R_T = (1+k)R_F + \Delta R_F + R_W + R_{APP} + R_A + R_C \quad (1)$$

위의 저항식에서 각각의 기호들은 다음을 의미 한다 :

$R_T$  = 총저항

$k$  = 형상계수

$R_F$  = 마찰저항

$\Delta R_F$  = 표면 거칠기에 따른 부가 마찰저항

$R_W$  = 조파저항

$R_{APP}$  = 부가물 저항

$R_A$  = 공기저항

$R_C$  = 모형선 - 실선 상관저항

이러한 저항성분 각각에 대하여 논의를 하고자 한다.

### 2.1 마찰저항

마찰저항은 다음과 같이 구한다.

$$R_F = \sum R_{Fi} = \sum \frac{1}{2} \rho S_i C_{Fi} v^2 \quad (2)$$

여기서  $\rho$ ,  $S_i$ ,  $C_{Fi}$  및  $v$ 는 각각 물의 밀도, 침수 표면적, 마찰저항계수 및 배의 속도이고 하첨자  $i$ 는 SWATH선의 각 구성부의 기여도를 나타낸다. 마찰저항계수  $C_F$ 는 ITTC '57 공식을 사용하여 구 하며 실선 표면 거칠기에 따른 부가 마찰저항 계수는 ITTC '78 방법에 의하여 구한다.

### 2.2 형상계수(Form Factor)

잠수동체의 형상계수는 세장회전체(axially symmetric slender body)에 대한 경계층 이론의 지수법칙(Exponential Law)을 이용하여 추정할 수 있으며[1]\* 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$k = a \xi^n \quad (3)$$

식(3)에서  $\xi$ 는 다음과 같이 표시되는 매개변수이며 계수  $a$ 와  $n$ 은 다음과 같이 이론적, 경험적으로 구해진다.

$$\xi = \sqrt{2} C_B \cdot D_B / L_B$$

$$a = 3.2054$$

$$n = 1.4267$$

여기서  $C_B$ ,  $D_B$  및  $L_B$ 는 각각 잠수동체의 방형 비척계수, 최대직경 및 길이를 나타낸다.

연결기등(strut)에 대한 형상계수도 연결기등이 2차원형의 극세장체(very thin body)라는 사실로부터 식(3)을 이용하여 추정할 수 있다. 그러나 이때 매개변수  $\xi$ 는 다음과 같이된다 :

$$\xi = \frac{C_w}{L_s} \sqrt{2B_s \cdot T_s}$$

여기서  $C_w$ ,  $B_s$ ,  $T_s$  및  $L_s$ 는 각각 연결기등의 단면적 계수, 최대폭, 수심(흘수) 및 길이를 나타낸다.

### 2.3 조파저항

연결기동과 잠수동체의 조파저항을 계산하기 위해서 선형세장선이론(linearized thin ship theory)을 사용하였으며 Fig. 1은 SWATH선의 기하학적 형상과 선체주위의 유동을 기술하기 위한 좌표계를 보여주고 있다.

선형세장선 이론에 의하면 SWATH선의 조파저항은 일반적으로 다음과 같이 표현된다 :

$$R_w = 2 \times \frac{4 \rho g^2}{\pi v^2} \int \int dx dz \int \int d\xi d\zeta f_x(x, z) \cdot \\ f_\xi(\xi, \zeta) \times \int_0^{\pi/2} d\theta \sec^3 \theta e^{-\frac{g}{v^2}(z+\zeta)\sec^2 \theta} \\ \times \cos[\frac{g}{v^2}(x-\xi)\sec \theta] \\ \times [1 + \cos(\frac{g}{v^2}d \cdot \sin \theta \cdot \sec^2 \theta)] \quad (4)$$

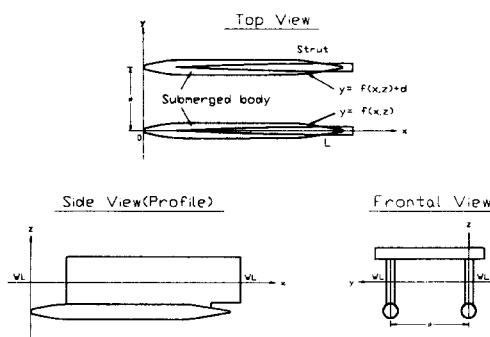


Fig. 1 일반 좌표계

여기서  $g$ 는 중력가속도를 나타낸다.

$\sec \theta$ 를  $\cosh u$ 로 치환하고 편의상 아래의 부호들을 사용하면 식(4)는 다음과 같이 된다 :

$$R_w = A \int_0^\infty du \cosh^2 u [P^2(\cosh u) + Q^2(\cosh u)] \\ \times [1 + \cos(\frac{g}{v^2}d \cdot \sinh u \cdot \cosh u)] \quad (5)$$

\* [ ] 안의 숫자는 참고문헌의 번호를 나타냄.

$$\begin{aligned} \left( \frac{P(\cosh u)}{Q(\cosh u)} \right) &= \int \int dx dz f_x(x, z) \\ &\times e^{\beta z} \cdot \left( \frac{\cos}{\sin} \right)(\alpha x) \\ A &= \frac{8 \rho g^2}{\pi v^2} \\ \alpha &= \frac{g}{v^2} \cosh u \\ \beta &= \frac{g}{v^2} \cosh^2 u \end{aligned}$$

식(4)와 식(5)는 축방향(x-방향)에 대한 기울기의 항을 포함하고 있기 때문에 일반 수상선과는 달리 원형단면으로 이루어진 잠수동체와 같은 기하학적 형상에 대해서는 수치계산이 불합리 하도록 되어 있다. 따라서 오늘날 SWATH선의 잠수동체에 대한 조파저항을 계산하기 위하여는 일반적으로 아래와 같이 식(5)에서 x-방향에 대한 기울기의 항 대신 단면적에 대한 기울기의 항으로 치환하는 “세장체 이론에 의한 근사계산(slender body approximation)” 방법을 사용하고 있다[2].

$$\begin{aligned} \int f_x(x, z) \cdot e^{\beta z} dz &\approx e^{\beta h} \int f_x(x, z) dz \quad (6) \\ &= e^{\beta h} \cdot \frac{1}{2} \frac{dA(x)}{dx} \end{aligned}$$

식(6)에서  $h$ 는 자유표면으로부터 잠수동체 중심선까지의 거리, 즉 잠수동체의 평균수심이며  $A(x)$ 는 잠수동체의 단면적 함수이다. 그러니까 오늘날의 일반적인 방법은 선형세장선 이론에 의한 조파저항의 근사식에 대해서 세장체 이론에 의한 2중적인 근사 수치계산을 하는 셈이 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 저자는 잠수동체의 기하학적 끝단조건, 즉 동체의 시작점과 끝점에서 동체는 닫혀야(closed)한다는 조건을 이용하여  $P(\cosh u)$ 와  $Q(\cosh u)$ 를  $x$ 에 대해서 부분적분을 수행함으로써 다음과 같은 식을 유도하였다.

끝단조건 :  $x = 0$  과  $x = L$ 에서  $f(x, z) = 0$

$$P = \alpha \int \int f(x, z) e^{\beta z} \sin(\alpha x) dx dz \quad (7)$$

$$Q = -\alpha \int \int f(x, z) e^{\beta z} \cos(\alpha x) dx dz$$

식(5)와 식(7)을 비교하여 보면 식(5)에서는 잠수동체의 형상이 축방향(x-방향)에 대한 기울기로 표시되는 반면 식(7)에서는 기하학적 형상 그 자체가 바로 사용 되게 된다. 따라서 식(7)은 수치 해석적인 면에서 볼 때 세장체이론에 의한 근사계산방법을 도입하지 않아도 계산이 가능할 뿐만 아니라 수치계산이 편리하고 더 정확하다는 장점 가지고 있다. 따라서 잠수동체의 조파저항 계산에는 식(7)을, 그리고 연결기둥의 조파저항 계산에는 식(5)를 사용하였다.

잠수동체와 연결기둥(strut)의 간섭효과는 다음과 같이 구한다. 하나의 연결기둥(single strut)을 가지는 SWATH선의 경우는

$$P = P_B + P_S \quad (8)$$

$$Q = Q_B + Q_S$$

$$\begin{aligned} P^2 + Q^2 &= (P_B + P_S)^2 + (Q_B + Q_S)^2 \\ &= P_B^2 + Q_B^2 + P_S^2 + Q_S^2 + 2(P_B P_S + Q_B Q_S) \end{aligned}$$

두개의 연결기둥(tandem strut)을 가지는 SWATH선의 경우는

$$P = P_B + P_{FS} + P_{AS} \quad (9)$$

$$Q = Q_B + Q_{FS} + Q_{AS}$$

$$P^2 + Q^2 = (P_B + P_{FS} + P_{AS})^2 + (Q_B + Q_{FS} + Q_{AS})^2$$

여기서 하첨자 B, S, FS 및 AS는 각각 잠수동체, 연결기둥, 앞 연결기둥 및 뒷 연결기둥을 나타낸다.

## 2.4 부가물 저항

본 연구에서 부가물로는 자세제어 핀(stabilizing

fin)과 방향타(rudder)를 포함시켰다. 주지의 사실인 바와 같이 SWATH선은 일반 수상선과는 달리 종방향 모우먼트(Munk moment)가 발생하므로 종방향 자세가 불안정하게 된다. 따라서 종방향 자세를 제어하기 위해서 자세제어 핀(stabilizing fin)을 설치하던가 아니면 종방향 모우먼트가 발생하지 않도록 선형을 설계하여야 하며 본 연구에서는 자세제어 핀을 설치하는 방법을 채택하였다.

자세제어 핀의 특성(투영형상, 크기, 단면형상 및 받음각)은 모형시험에 의하여 선체에 작용하는 종방향 모우먼트(trimming moment)를 측정한 후 자세제어 핀에 의하여 발생되는 모우먼트가 선체에 작용하는 종방향 모우먼트를 상쇄할 수 있으면서도 저항이 최소가 되도록 결정하였다.

자세제어 핀의 투영형상(planform)에 대해서는 세가지 형상을 시험하여 보았으며 자세제어 핀의 대략적인 위치, 투영형상 및 크기는 Fig. 2에 보이는 바와 같다.

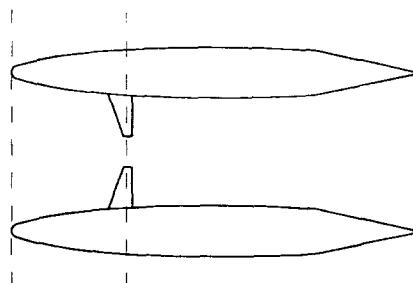
부가물에 대한 저항은 경험적 방법이나 또는 항공역학에서 사용하는 방법으로 구할 수 있다[3]. 경험에 의하면 부가물 저항은 일반적으로 선체저항의 4%~8% 되는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 부가물이 선정된 뒤 부가물의 저항을 가급적 정확히 추정하여 전체저항 추정에 항상 포함되도록 하였다.

## 2.5 공기저항

공기저항은 정면투영면적(frontal area)과 공기저항 계수를 사용해서 다음의 공식으로 계산한다.

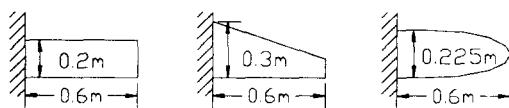
$$R_A = \frac{1}{2} \rho_a A_T C_a v^2 \quad (10)$$

여기서  $\rho_a$ ,  $A_T$  및  $C_a$ 는 각각 공기밀도, 정면투영면적 및 공기저항 계수를 나타내며 공기저항 계수로는 0.8을 사용하였다.



ST.20      ST.18

(잠수동체의 선수)



직사각형 형상      사다리꼴 형상      타원형  
 (Rectangular Type)    (Swept-Back Type)    (Elliptic Type)

Fig. 2 자세제어 핀(Stabilizing Fin)의 대략적인 위치, 투영형상 및 크기

## 2.6 모형선 - 실선 상관계수

SWATH선에 대한 역사가 짧고 건조 척수가 많지 않기 때문에 SWATH선에 대한 시운전 결과는 극히 제한되어 있으므로 모형선 - 실선 상관계수는 아직 확립되어 있지 않다. 당시에서는 1척의 SWATH선을 건조하여 시운전을 수행한 실적이 있으며 지금까지 전 세계적으로 수행한 시운전 결과를 상호교환하여 약 10여척에 대한 시운전 결과를 보유하고 있다. 그에 대한 모형선-실선 상관계수는 광범위하게 산포되어 있어 어떤 일반적인 결론을 도출하기가 극히 어려운 설정이다. 그러나 당 연구소에서는 당 연구소의 경험과 보유자료의 겸토로부터 60 m 미만의 소형선에는 일반적으로 0.00025를 사용하고 있다.

## 3. 선형조합

SWATH선의 수면하 선체는 잠수동체와 연결 기둥으로 구성되어 있기 때문에 일반 수상선에 비

하여 저항에 영향을 미치는 설계변수들이 많이 있다. 따라서 저항성능이 우수한 SWATH선을 설계하기 위해서는 이러한 설계변수들을 체계적으로 변화시켜 가면서 저항특성을 포괄적으로 조사하여 보는 것이 필요하다. 본 연구에서는 일정한 설계조건 및 제한조건 아래 주요 설계변수들의 변화에 따른 선형조합을 준비하고 이 중에서 실용성이 있는 선형조합을 선정한 후 선정된 조합에 대하여 저항특성을 이론적으로 조사하여 보기로 하였다.

소형 여객선으로서 기존 항구를 이용하기 위해서는 우선 수심이 중요하므로 기본이 되는 설계조건과 구속조건으로는 일정배수량과 최대수심으로 하였다. 즉 어느 조합의 경우에나 배수량은 240 tonne으로 일정하게 유지하면서 최대수심은 3.0 m 이내가 되도록 하였다. 이러한 설계조건 및 구속조건을 정리하여 보면 다음과 같다 :

- 기본 설계조건 : 배수량( $\Delta$ ) = 240 tonne
- 기본 구속조건 : 최대흘수( $T$ )  $\leq$  3.0 m

이러한 구속조건 아래 본 연구에서 선정한 주요 설계변수 및 변화 내용은 다음과 같다 :

### 3.1 잠수동체

#### 3.1.1 잠수동체의 길이 및 직경

잠수동체는 대체적으로 선체의 자중(lightship weight)을 지지할 수 있도록 만재 배수량의 약 85%를 담당하도록 하였다. 이러한 대체적인 기준 아래 Table 1에 보이는 바와 같은 잠수동체의 길이( $L_B$ )와 직경( $D_B$ )에 대한 조합을 고려하여 보았다.

Table 1 잠수동체의 길이 및 직경의 조합

길이( $L_B$ ), m	직경( $D_B$ ), m
24	2.0, 2.2, 2.4
28	2.0, 2.2, 2.4
32	1.8, 2.0, 2.2
36	1.8, 2.0, 2.2

### 3.1.2 잠수동체의 선수부, 평행부 및 선미부의 길이 비율

잠수동체의 선수부( $L_{BE}$ ), 평행부( $L_{BX}$ ) 및 선미부( $L_{BR}$ )의 길이비율에 대한 조합은 Table 2에 보이는 바와 같다.

Table 2 잠수동체의 선수부, 평행부 및 선미부의 비율에 대한 조합

- 잠수동체 길이( $L_B$ )의 %

선수부 ( $L_{BE}$ )	평행부 ( $L_{BX}$ )	선미부 ( $L_{BR}$ )
20	30	50
	40	40
	50	30
30	20	50
	30	40
	40	30
40	20	40
	30	30
	40	20

### 3.2 연결기등(strut)

연결기등에 대해서는 기본 구속조건 외에 두 가지 추가적인 구속조건을 두었다. 즉 연결기등의 시작점( $x_s$ )은 잠수동체의 시작점으로부터 잠수동체 길이( $L_B$ )의 7.5%가 되는 곳으로 하였고 연결기등의 끝점( $x_d$ )은 잠수동체의 끝점으로부터 2.0 m가 되는 곳으로 하였다. 추가 구속조건 중 잠수동체의 시작점으로부터 연결기등의 시작점까지의 거리(set-back distance),  $x_s$ 는 연결기등이 몹시 길 필요가 없을 뿐만 아니라 저항성능의 향상을 위하여 필요하며 잠수동체의 끝점으로부터 연결기등의 끝점까지의 거리(draw-back distance),  $x_d$ 는 프로펠러와 방향타(rudder)의 설치를 위하여 필요하다. Fig. 3은 기본 구속조건 및 연결기등에 대한 추가 구속조건을 보여주고 있다. 이러한 구속조건과 함께 연결기등에 대해서는 다음과 같은 설계변수

및 변화를 고려하였다.

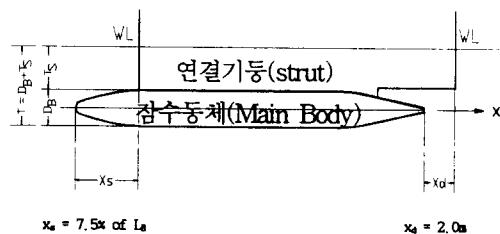


Fig. 3 기본 및 연결기등에 대한 구속조건

#### 3.2.1 연결기등의 수선면 형상(단면형상)

연결기등의 수선면 형상에 대해서는 다음과 같은 세 가지 형상을 시도하여 보았다.

- 타원 - 직선 - 포물선(Elliptic - Straightline - Parabolic) 형상(ESP 단면)
- 다항식(Polynomial Part Body) 형상(PPB 단면)
- 다항식 - 포물선(Polynomial - Parabolic) 형상(PLP 단면)

연결기등의 세 가지 수선면 형상 중 다항식 형상과 다항식 - 포물선 형상은 최소저항이론과 단면 변화 선형식에 의하여 유도되는 형상이다.

#### 3.2.2 연결기등의 폭(BS)

연결기등 폭( $B_S$ )에 대해서 초기에는 0.8m, 1.0m, 1.2m의 세 가지 폭을 고려하였다. 그러나 0.8m 폭은 어떠한 경우에도 240 tonne의 일정배수량과 최대수심 3.0m 이내라는 두 가지 기본조건을 동시에 만족시키지 못하므로 실용성이 없다는 것이 판명되어 고려대상에서 제외하였다.

#### 3.2.3 연결기등의 도입부와 꼬리부의 길이 비율

연결기등의 도입부( $L_{SE}$ )와 꼬리부( $L_{SR}$ )의 길이비율은 Table 3에 보이는 바와 같다.

Table 3 연결기등의 도입부와 꼬리부의 길이 비율

- 연결기등의 길이( $L_S$ )의 %

수선면 형상	도입부 ( $L_{SE}$ )	평행부 ( $L_{SX}$ )	꼬리부 ( $L_{SR}$ )
타원 - 직선 - 포물선 (ESP) 형상	20.0	0.0	80.0
	40.0	0.0	60.0
	60.0	0.0	40.0
다항식(PPB) 형상	도입부( $L_{SE}$ )와 꼬리부( $L_{SR}$ )의 비율은 다음의 조건이 만족되도록 조정하여 결정됨. - 연결기등의 체적 : $V_S = A_w \cdot T_S$ - 연결기등 끝단의 폭 : $B_T = (0.85-0.875) \cdot B_S$		
다항식 - 포물선 (PLP) 형상	연결기등의 체적( $V_S$ )에 의하여 결정됨		

지금까지 논의한 주요 설계변수 및 설계변수의 변화에 대한 선형조합의 수는 모두 1,620가지가 되며 1,620가지의 조합을 체계적으로 정리하고 구속조건의 만족여부를 하나하나 점검하여 나갔다. 그 결과 구속조건을 만족하고 실용성이 있는 선형조합은 모두 83개인 것으로 판명되었다. Table 4는 83개의 실용성 있는 선형조합의 예를 보여주고 있다.

SWATH선의 전체적인 특성은 일반적으로 잠수동체에 대한 것을 먼저 결정한 후 그에 따라 연결기등에 대한 것을 결정하도록 하였으며 그러한 결정예를 Table 4에서 찾아볼 수 있다.

#### 4. 초기 선형(Preliminary Hull Form)

설계조건과 구속조건을 만족하는 83개의 실용성 있는 선형조합에 대하여 과제수행 초기에 준비하여 놓은 저항추정 프로그램을 사용하여 저항을 계산하였다. 이러한 계산은 실로 방대한 작업이고 분량이 많기 때문에 계산결과를 따로 모아 별책으로 정리하여 놓았으며 본 논문에서는 한가지 대표적인 계산 예를 Table 5에서 볼 수 있도록 하였다. 앞에서 언급한 바와 같이 83개의 실용성 있

는 선형 조합 및 각각의 조합에 대한 이론적 저항계산 중에서 설계속도인 35 knot에 대한 것을 정리하여 놓았으며 Table 4는 그 예를 보여주고 있다.

Table 4에 정리되어 있는 저항값들은 선형조합들 사이의 저항성능상 우열을 조사하여 보기 위하여 계산된 것이기 때문에 정량적인 저항추정 보다는 정성적인 저항특성에 비중을 둔 값들이다. 따라서 실선저항 추정에 필요한 부가물 저항과 공기저항 및 모형선 - 실선 상관저항을 포함시키지 않았다.

계산결과로 부터 저항특성이 우수한 다섯개의 선형조합을 선정하였다. 다수의 조합을 선정한 이유는 첫째 저항추정 프로그램의 정성적, 정량적 정확성을 아직 잘 모르기 때문이고, 둘째 저항특성이 우수하다고 추진특성도 반드시 우수한 것은 아니기 때문이다. Table 6은 다섯 개의 선형조합에 대한 주요특성을 보여주고 있다.

이어서 선정된 다섯 개의 선형조합에 대한 세부 선형설계를 수행하였으며 이들을 초기선형이라고 부르기로 하였다. 이렇게 하여 HSSP-1 선형으로부터 HSSP-5 선형까지의 초기선형이 준비되었다. 다섯 층의 초기선형에 대한 선형설계가 완료된 후 약 3m 길이의 소형 단동선모형(demi-hull model)을 제작하고 저항시험을 수행하였다. Fig.4는 다섯층의 초기 선형에 대한 단동선 모형을 보여주고 있다. 모든 모형시험은 당 연구소와 독일의 HSVA에서 각각 독립적으로 수행하였으며 저항시험은 편의를 위하여 단동선모형을 예인수조 폭의 가운데에서 예인전차에 고정시키고 수행하였다.

따라서 모형시험에 있어서 동적효과 및 간섭효과는 재현되지 못하였다. 그리고 초기선형의 경우에 있어서는 저항특성의 정확한 정량적 추정보다는 우열을 가릴수 있는 정성적 추정이 더 중요한 것이므로 이론적 추정에 있어서나 모형시험에

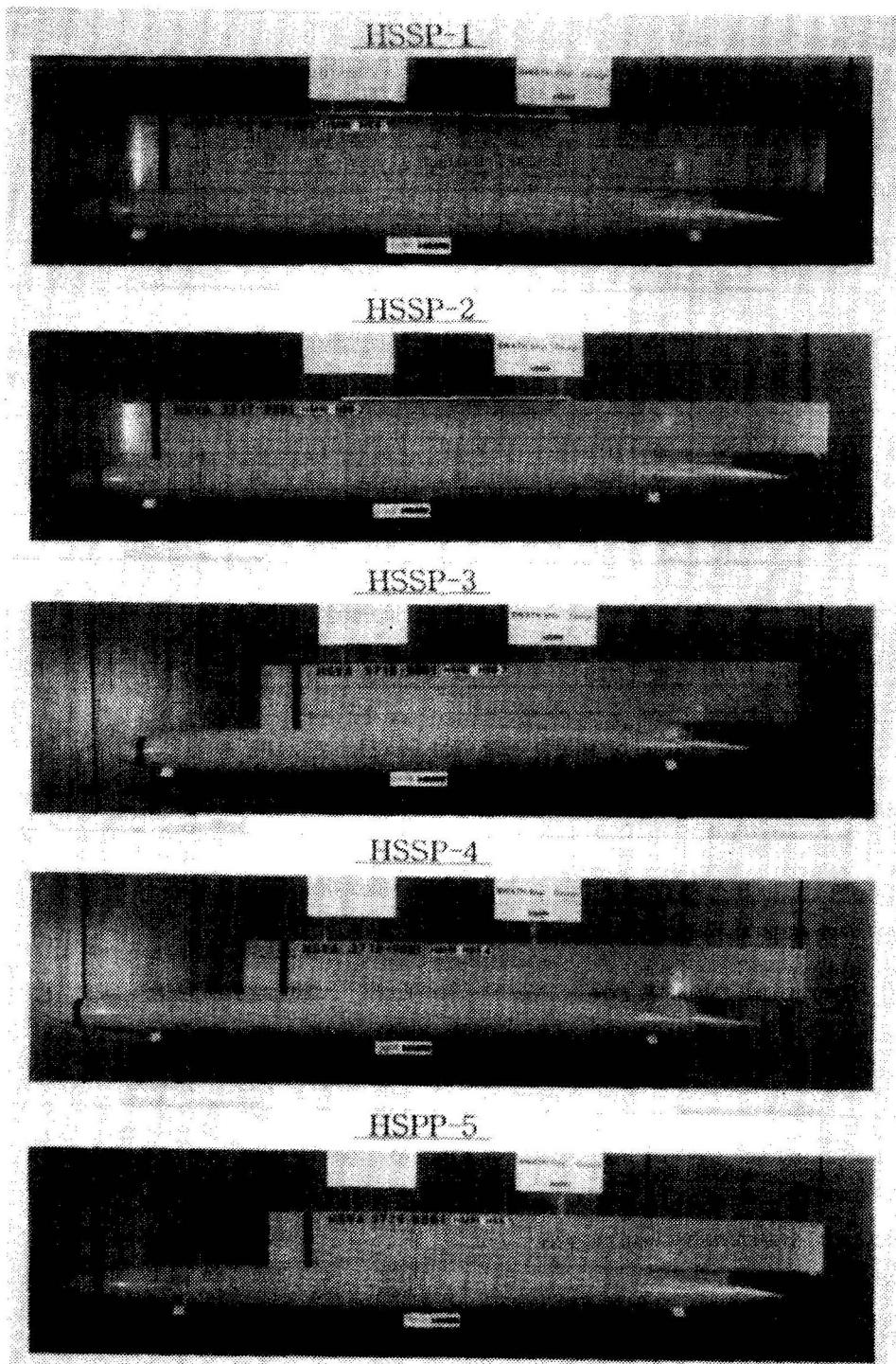


Fig.4 다섯척의 초기선형에 대한 단동선 모형

Table 4 83개의 실용성 있는 선형조합 및 설계속도에서의 이론적 저항주정에

- Strut Section Type for No. 1 - No.61 Sections : Elliptic - Parabolic
- Strut Section Type for No.62 - No.72 Sections : Polynomial Part-Body
- Strut Section Type for No.73 - No.83 Sections : Polynomial-Parabolic

No.	Main Body (Parabolic Run Part)						Strut ( $L_{sx} = 0.0$ )								T (m)	$R_T$ (kN)
	$L_B$ (m)	$D_B$ (m)	$L_{BE}$ (%)	$L_{BX}$ (%)	$L_{BR}$ (%)	$V_{ol}$ ( $m^3$ )	Section Type	Required $V_{ol}(m^3)$	$L_s$ (m)	$B_s$ (m)	$L_{SE}$ (%)	$L_{SR}$ (%)	$A_w$ ( $m^2$ )	$T_s$ (m)		
1	28.0	2.4	20	50	30	102.6	1	14.5	27.9	1.2	20	80	23.12	0.63	3.03	164.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4	32.0	2.2	20	40	40	93.7	1	23.4	31.6	1.2	60	40	27.08	0.84	3.04	161.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
10	32.0	2.2	20	50	30	98.6	1	18.5	31.6	1.2	60	40	27.98	0.66	2.86	158.5
11	32.0	2.2	30	40	30	94.6	1	22.5	31.6	1.2	40	60	27.08	0.83	3.03	164.0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
37	36.0	2.2	20	50	30	111.0	1	6.1	35.3	1.2	60	40	31.26	0.20	2.40	142.8
38	36.0	2.2	30	30	40	100.8	1	16.3	35.3	1.0	20	80	24.37	0.67	2.87	156.5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
69	32.0	2.2	20	50	30	98.6	2	18.5	26.5	1.5	75.5	24.5	27.98	0.66	2.86	133.6
70	32.0	2.2	20	50	30	98.6	2	18.5	30.0	1.3	71.7	28.3	27.98	0.66	2.86	139.0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
82	36.0	2.2	20	50	30	111.0	3	6.1	28.0	1.6	40.0	60.0	31.26	0.20	2.40	143.7
83	36.0	2.2	20	50	30	111.0	3	6.1	32.0	1.4	40.0	60.0	31.26	0.20	2.40	145.2

Table 5 이론적 저항 계산 예 (전산 프로그램 출력)

SWATH SHIP HULL FORM DESIGN AND RESISTANCE CALCULATION WITH CIRCULAR SECTION TYPE UNDERWATER BODIES AND SINGLE STRUT. LOGIC AND PROGRAM DEVELOPED BY DR. K - S. MIN, DIRECTOR OF HYUNDAI MARITIME RESEARCH INSTITUTE(HMRI). FEBRUARY, 1994.

## \*\*\*\*\* HYDROSTATIC DATA \*\*\*\*\*

BODY	$VOL(M^{*3})$	$WSA(M^{*2})$	$CB$	$FF$	$DCF3$
STRUT	97.200	191.736	0.628	0.059	0.991
OVERALL	18.468	44.522	0.738	0.021	0.998
	115.668	208.277			

## SWATH SHIP RESISTANCE ESTIMATION (HSSP-1)

## \*\*\*\*\* RESISTANCE ESTIMATION (kN) \*\*\*\*\*

\*\* SUBMERGED BODY :  
ELLIPTIC-STRAIGHTLINE-PARABOLIC TYPE

V UNDERWATER BODY STRUT

LENGTH OVERALL	= 32.000
LENGTH OF THE ENTRANCE PART	= 6.400 (20.00% OF LB)
LENGTH OF THE PARALLEL PART	= 16.000 (50.00% OF LB)
LENGTH OF THE RUN PART	= 9.600 (30.00% OF LB)
MAXIMUM DIAMETER	= 2.200
DIAMETER AT THE TAIL	= 0.150
DEPTH OF THE CENTERLINE	= 1.760
DISTANCE BETWEEN DEMI-HULLS	= 12.000
BLOCK COEFFICIENT(CB)	= 0.628

## (KTS) RV RSR RW RCA RV RSR RW RCA

15.00	23.3	11.6	28.6	2.9	5.2	2.7	2.5	0.7
20.00	39.9	20.6	46.9	5.2	8.9	4.8	3.6	1.2
25.00	60.4	32.3	41.8	8.1	13.5	7.5	3.9	1.9
30.00	85.0	46.4	37.1	11.7	19.0	10.9	4.5	2.7
35.00	113.3	63.2	33.5	15.9	25.4	14.8	5.0	3.7
40.00	145.5	82.6	30.2	20.8	32.6	19.3	5.6	4.8

\*\* STRUT : ELLIPTIC-STRAIGHTLINE-PARABOLIC TYPE

Y OVERALL RESISTANCE(kN)

LENGTH OVERALL	= 31.600
LENGTH OF THE ENTRANCE PART	= 18.960 (60.00% OF LS)
LENGTH OF THE PARALLEL PART	= 0.000 (0.00% OF LS)
LENGTH OF THE RUN PART	= 12.640 (40.00% OF LS)
MAXIMUM WIDTH	= 1.200
DRAFT TO THE TOP OF THE BODY	= 0.660
SETBACK DISTANCE	= 2.400
WATERPLANE AREA COEFFICIENT(CW)	= 0.738

(KTS)	RV	RSR	RW	RAPP	RCA	RAIR	RT	EHP(kW)
15.00	28.5	14.3	43.5	2.2	3.6	1.5	93.6	722.2
20.00	48.8	25.5	71.5	3.7	6.4	2.6	158.5	1630.8
25.00	74.0	39.8	66.1	5.6	10.0	4.1	199.6	2566.8
30.00	104.0	57.3	61.8	7.9	14.4	5.8	251.3	3878.6
35.00	138.8	78.0	59.0	10.6	19.6	7.9	313.9	5651.3
40.00	178.1	101.9	56.2	13.5	25.7	10.4	385.7	7937.9

Table 6 초기 선형의 주요 특성

Characteristics		HSSP-1	HSSP-2	HSSP-3	HSSP-4	HSSP-5	
Main Characteristics	Main Body	$L_B$ (m)	32.0	36.0	32.0	36.0	
		$D_B$ (m)	2.2	2.2	2.2	2.2	
		$L_{BE}$ (% $L_B$ )	20.0	20.0	20.0	20.0	
		$L_{BX}$ (% $L_B$ )	50.0	50.0	50.0	50.0	
		$L_{BR}$ (% $L_B$ )	30.0	30.0	30.0	30.0	
		$D_t$ (m)	0.15	0.15	0.15	0.15	
		Vol (m <sup>3</sup> )	98.6	111.0	98.6	111.0	
Main Characteristics	Strut	Section Type*	1	1	2	2	
		$L_s$ (m)	31.6	35.3	26.5	28.0	
		$B_s$ (m)	1.2	1.2	1.5	1.6	
		$L_{SE}$ (% $L_s$ )	60.0	60.0	75.5	76.8	
		$L_{SR}$ (% $L_s$ )	40.0	40.0	24.5	23.2	
		$T_s$ (m)	0.66	0.20	0.66	0.20	
		Vol (m <sup>3</sup> )	18.5	6.1	18.5	6.1	
Distance between Main Bodies (d, m)		8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	
Maximum Draft(m)		2.86	2.40	2.86	2.40	2.40	
Auxiliary Characteristics		$x_s$ (m)	2.4	2.7	7.5	10.0	
		$x_d$ (m)	2.0	2.0	2.0	2.0	
		$x_c$ (m)	3.0	3.0	3.0	3.0	
		$y_c$ (m)	0.15	0.07	0.15	0.07	

\* Section Type 1 : Elliptic-Parabolic Type  
 2 : Polynomial Part-Body Type  
 3 : Polynomial-Parabolic Type

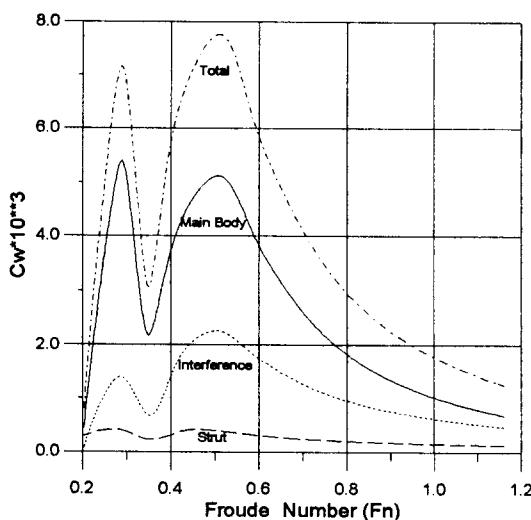


Fig. 5 잠수동체와 연결기둥의 조파저항과 간섭 효과에 대한 이론적 추정 예

있어서나 부가물저항과 공기저항 및 모형선- 실선 상관저항은 포함시키지 않았다.

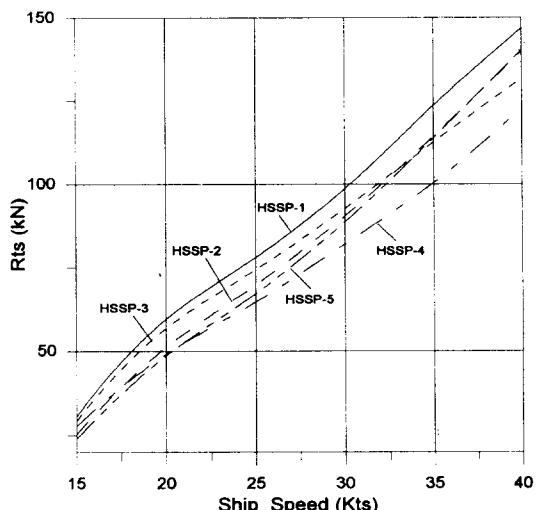


Fig. 6 초기선형의 저항시험 결과

Fig. 5는 다섯 개의 초기선형중 하나인 HSSP-1 선형에 있어서 잠수동체와 연결기둥 각각에 대

한 독립적인 조파저항과 간섭효과에 대한 이론적인 추정을 보여주고 있다. 물론 구성요소 각각에 대한 독립적인 조파저항은 이론적으로만 추정이 가능한 가상적인 것이다.

Fig. 6은 다섯 개의 초기선형에 대한 단동선(demi-hull) 저항시험 결과를 보여주고 있으며 Table 7은 다섯 개의 초기선형에 대한 이론적 계산 결과와 모형시험 결과와의 비교를 보여주고 있다. Table 7의 모형시험 결과는 단동선에 대한 시험결과를 단순히 2배한 것이며 따라서 앞서 언급한 바와 같이 동적 효과와 간섭효과는 물론 부가물 저항과 공기저항 및 모형선-실선 상관저항은 포함되어 있지 않은 값이다.

Table 8에는 다섯 개의 초기선형의 저항특성에 대하여 설계속도인 35 knot에서의 이론적인 계산 결과에 의한 우선순위와 모형시험 결과에 의한 우선순위가 정리되어 있다. Table 8에서 볼 수 있는 바와 같이 두 가지 방법에 의한 저항특성의 우선순위는 동일하다.

Table 7 초기선형의 저항특성에 대한 이론적 계산과 모형시험 결과

- 저항의 단위는 kN 임.

선속 (kts)	HSSP-1		HSSP-2		HSSP-3		HSSP-4		HSSP-5	
	이론 시험	모형 시험								
20	145.8	119.0	135.0	102.1	122.6	113.6	126.6	98.1	132.9	97.2
25	179.9	155.8	167.5	139.4	156.9	148.4	158.6	129.2	165.8	134.2
30	223.1	196.9	209.2	180.6	199.4	185.1	199.6	163.7	208.1	177.0
35	275.7	246.9	260.8	228.6	250.6	225.0	250.3	200.9	260.3	227.6
40	336.2	293.5	320.2	279.5	309.7	262.9	308.7	245.3	320.0	280.2

Table 8 다섯 개의 초기선형의 저항특성상 우선 순위

선 형	우 선 순 위	
	이론적 계산	모형시험
HSSP - 1	5	5
HSSP - 2	4	4
HSSP - 3	2	2
HSSP - 4	1	1
HSSP - 5	3	3

## 5. 중간선형(Intermediate Hull Form)

다섯 척의 초기선형에 대한 모형시험 결과로 부터 저항특성이 우수한 두척의 중간선형을 선정하였다. 우선 저항특성이 가장 우수한 HSSP-4 선형을 선정하여 HSSI-1이라고 명명하고 건조가 용이하고 흘수가 조금 더 깊도록 HSSP-3 선형과 HSSP-5 선형을 절충하여 HSSI-2선형으로 재설계를 하였다. 두 가지 중간선형의 주요특성은 Table 9에 정리되어 있다.

두척의 중간선형에 대하여 초기계획대로 약 5.2m 길이의 대형 완전 SWATH선 모형을 제작하고 재고 프로펠러를 선정하여 저항추진 시험을 수행하였다. Table 12와 Fig. 10은 재고 프로펠러의 주요특성과 단독특성을 보여주고 있다. 모형 시험 시 모형선을 연직방향으로는 자유롭게 움직이도록 (free to sink)하였으나 trim은 일어나지 않도록 구속(fixed in trim)하였고 대신 trimming moment (Monk's Moment)를 측정하였다. Table 10과 Fig. 7은 2척의 중간선형에 대한 시험 결과의 요약과 선속 - 마력관계를 보여주고 있다. 참고로 유효마력에 대한 이론적 추정과 모형시험 결과를 역시 Table 10에 비교하여 놓았다.

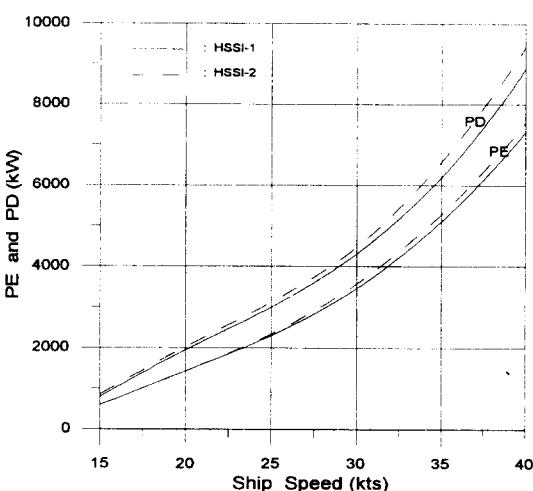


Fig. 7 중간선형에 대한 선속 - 마력 관계

Table 9 중간선형의 주요 특성

Characteristics		HSSI-1	HSSI-2
Main Characteristics	Main Body	$L_B$ (m)	36.0
		$D_B$ (m)	2.2
		$L_{BE}$ (%) $L_B$	20.0
		$L_{BX}$ (%) $L_B$	50.0
		$L_{BR}$ (%) $L_B$	30.0
		$D_t$ (m)	0.15
	Strut	Vol (m <sup>3</sup> )	109.351
		Section Type	Polynomial Part-Body
Auxiliary Characteristics	Strut	$L_S$ (m)	28.0
		$B_S$ (m)	1.6
		$L_{SE}$ (%) $L_S$	76.8
		$L_{SR}$ (%) $L_S$	23.2
		$T_S$ (m)	0.248
		Vol (m <sup>3</sup> )	7.749
	Distance between Main Bodies (d, m)		8.6
		Maximum Draft (T, m)	2.448
Auxiliary Characteristics	$x_s$ (m)	10.0	8.0
	$x_d$ (m)	2.0	2.0
	$x_c$ (m)	3.0	3.0
	$y_c$ (m)	0.07	0.15

Table 10 2척의 중간선형에 대한 모형시험 결과의 요약 및 유효마력의 비교

#### - Trial Condition

Ship Speed (kts)	Effective Power(kW)						Delivered Power(kW)	
	HSSI - 1			HSSI - 2			HSSI - 1	HSSI - 2
	Theory	Test	%Diff*	Theory	Test	%Diff*		
15	583	593	- 1.69	599	630	- 4.92	796	853
20	1426	1454	- 1.93	1427	1515	- 5.81	1944	2020
25	2291	2296	- 0.22	2331	2419	- 3.64	2990	3113
30	3449	3378	2.01	3564	3577	- 0.36	4303	4466
35	5101	4927	3.53	5278	5357	- 1.47	6190	6573
40	7315	7135	2.52	7543	7720	- 2.29	8885	9426

\* % 차이의 기준 : 모형시험 결과

## 6. 최종선형(The Final Hull Form)

Table 10에서 볼 수 있는 바와 같이 설계속도인 35노트에서 HSSI - 1 선형이 HSSI - 2 선형에 비하여 저항에서는 약 8%, 추진에서는 약 6% 더

우수하다는 것을 알 수 있다. 그러나 HSSI - 1 선형은 훌수(draft)가 얕은데다 선체에 의하여 생성되는 파도의 골 (trough)이 프로펠러 면을 지나게 되어 프로펠러 날개의 끝단이 수면위로 나오게 되므로 실선 운영이 어려울 것으로 예상되었다. 따라서 HSSI - 1 선형의 연결기둥의 최대폭을 1.6m에서 1.2m로 감소시킴으로써 훌수를 2.448m에서 2.531m로 약간 증가시키기로 하고 최종선형을 설계하였다. Table 11과 Fig. 8은 각각 최종선형의 주요특성과 최종선형에 대한 모형선을 보여주고 있다.

이어서 계획에 따라 반류를 측정하고 프로펠러를 설계한 후 설계 프로펠러를 사용하여 추진시험을 수행하기로 하였다. Fig. 9는 프로펠러면에서 측정한 축방향 유속을 보여주고 있으며 Fig. 9에서 볼 수 있는 바와 같은 축방향 유속을 원주방향으로 평균하여 최종 프로펠러를 설계하였다.

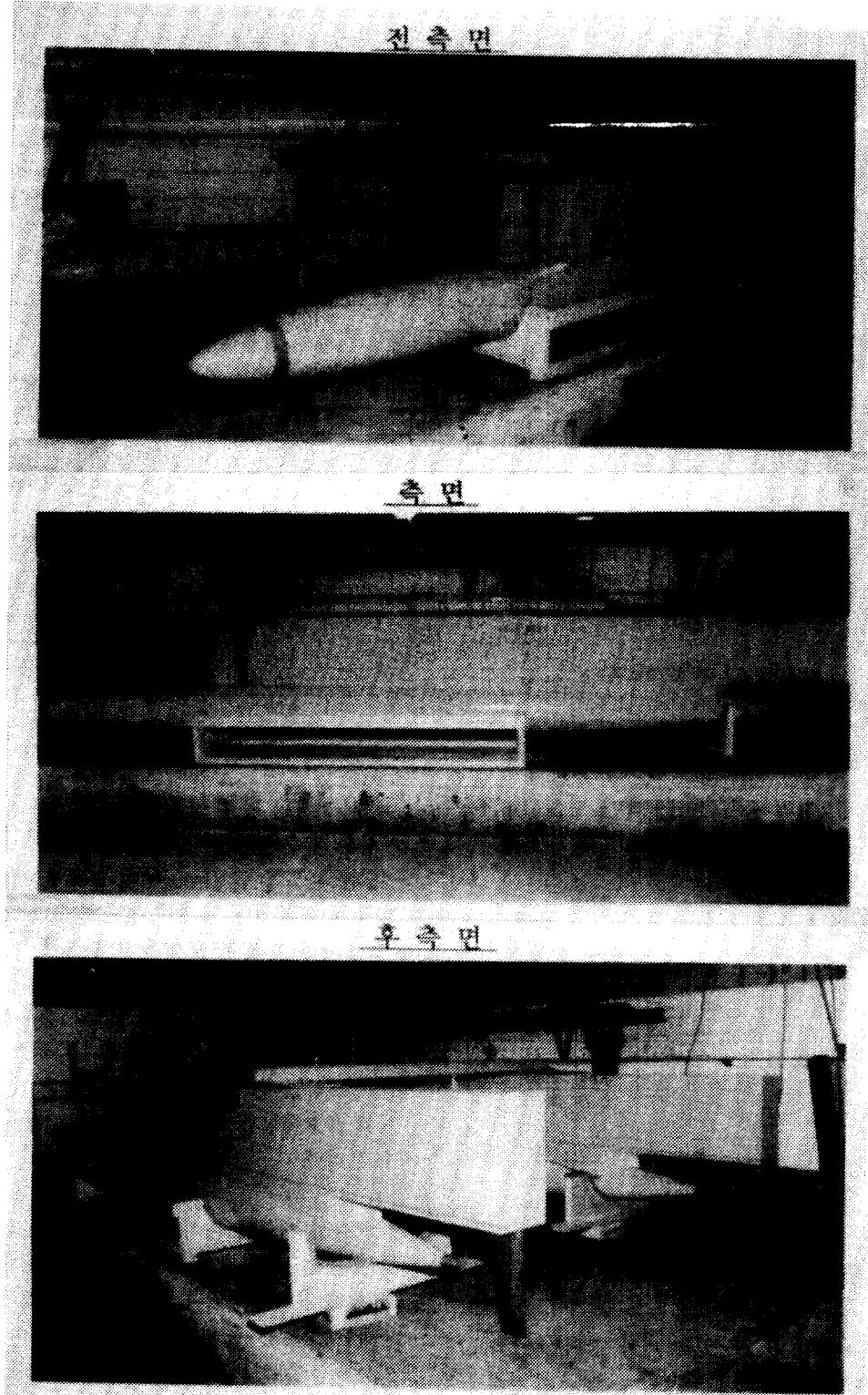


Fig. 8 최종 선형의 모형

Table 11 최종선형의 주요 특성

Submerged Body		Strut	
L <sub>B</sub> (m)	36.0	Section Type	Polynomial Part Body
D <sub>B</sub> (m)	2.2	L <sub>S</sub> (m)	28.0
L <sub>BE</sub> (% L <sub>B</sub> )	20.0	B <sub>S</sub> (m)	1.2
L <sub>BX</sub> (% L <sub>B</sub> )	50.0	L <sub>SE</sub> (% L <sub>S</sub> )	76.8
L <sub>BR</sub> (% L <sub>B</sub> )	30.0	L <sub>SR</sub> (% L <sub>S</sub> )	23.2
D <sub>T</sub> (m)	0.15	T <sub>S</sub> (m)	0.331
Vol (m <sup>3</sup> )	109.351	Vol (m <sup>3</sup> )	7.749
Distance between Submerged Bodies(d, m)	8.6		
Maximum Draft(T, m)	2.531		
Setback Distance(x <sub>s</sub> , m)	10.0		
Drawback Distance(x <sub>d</sub> , m)	2.0		
Cutback Distance(x <sub>c</sub> , m)	3.0		
Distance between the Top of the Submerged Body and Cut - back Part(y <sub>c</sub> , m)	0.07		

Table 12 재고 프로펠러와 설계 프로펠러의 주요 특성

Characteristics	Stock propeller	Design Propeller
Diameter(D), m	1.733	2.0
Number of Blades	4	4
Hub - Ratio	0.194	0.16
Blade Area Ratio(A <sub>E</sub> /A <sub>O</sub> )	0.617	0.5
Pitch - Diameter Ratio at 0.7R	1.134	1.185
Skew , deg.	0.0	20.8
Rake , deg.	5.0	0.0

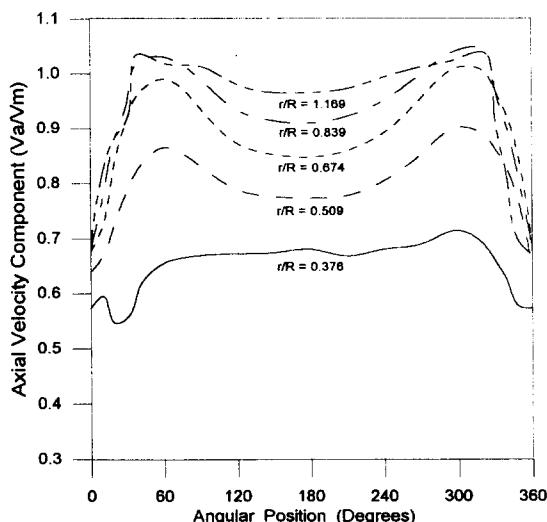


Fig. 9 최종선형에 대하여 프로펠러면에서 측정한 축방향 유속성분

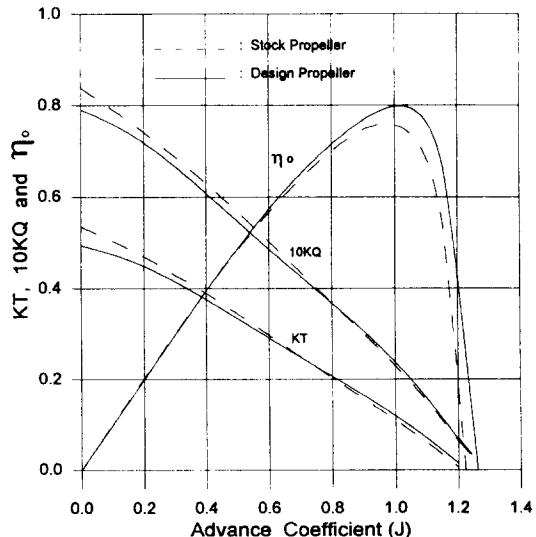


Fig. 10 재고 프로펠러와 설계 프로펠러의 단독특성

프로펠러 설계시 설계 프로펠러에 의한 추진효율이 재고 프로펠러에 의한 추진 효율보다 약 8% 향상되리라고 가정하여 최적 직경 및 회전수(RPM)를 산정하였으며 프로펠러 설계 자체는 저자가 개발한 “등각변환이론에 의한 프로펠러 설계 프로그램”에의하여 설계를 하였다[4]. Table 12와 Fig. 10은 재고 프로펠러와 설계 프로펠러의 주요특성 및 단독특성을 보여주고 있다.

프로펠러 설계가 끝나고 모형이 제작된 후 재고 프로펠러와 설계 프로펠러를 사용하여 최종선형에 대한 모형시험을 수행하였다.

Table 13은 최종선형에 대한 모형시험 결과를 보여주고 있으며 모형시험 결과를 Table 14에 요약하여 놓았다. 또한 참고로 Table 14에 이론적 계산에 의한 유효마력과 모형시험에 의한 유효마력을 비교하여 보았다.

앞서 언급한 바와 같이 프로펠러 설계시 설계속도인 35 knot에서 8%의 추진효율 향상을 가정했었으며 Table 14에 실제의 향상을 계산하여 놓았다.

Table 13 최종선형에 대한 모형시험 결과

## - Trial Prediction

Vs (Kts)	Propeller	P <sub>E</sub> (kW)	RPM	J	w	t	η <sub>H</sub>	η <sub>R</sub>	η <sub>O</sub>	η <sub>D</sub>	P <sub>D</sub> (kW)
15.0	Stock	602	299.8	0.823	0.076	0.057	1.02056	1.005	0.716	0.734	820
	Design		233.4	0.888	0.105	0.061	1.04916	1.027	0.765	0.824	731
20.0	Stock	1477	393.6	0.828	0.085	0.048	1.04044	0.997	0.719	0.746	1980
	Design		311.1	0.892	0.101	0.035	1.07341	1.014	0.767	0.835	1769
25.0	Stock	2326	470.0	0.856	0.096	0.039	1.06305	0.993	0.733	0.774	3005
	Design		373.7	0.925	0.104	0.027	1.08594	1.005	0.782	0.853	2727
30.0	Stock	3361	538.7	0.885	0.108	0.035	1.08184	0.987	0.745	0.795	4228
	Design		430.9	0.951	0.115	0.028	1.09831	0.997	0.791	0.866	3981
32.5	Stock	4048	573.0	0.893	0.116	0.035	1.09163	0.985	0.748	0.804	5010
	Design		460.3	0.958	0.121	0.030	1.10353	0.992	0.793	0.868	4634
35.0	Stock	4889	608.9	0.898	0.123	0.035	1.10034	0.982	0.750	0.810	6036
	Design		492.2	0.956	0.129	0.031	1.11251	0.986	0.792	0.869	5626
37.5	Stock	5884	647.6	0.896	0.131	0.037	1.10817	0.979	0.749	0.813	7237
	Design		527.4	0.947	0.137	0.031	1.12283	0.977	0.790	0.867	6787
40.0	Stock	7108	690.2	0.889	0.139	0.039	1.11614	0.975	0.747	0.813	8743
	Design		567.3	0.929	0.146	0.027	1.13934	0.968	0.783	0.864	8227

Table 14 최종선형에 대한 유효마력과 추진마력 및 비교

## - Trial Prediction

선속 (kts)	유효마력, PE(kW)			추진마력, PD(kW)		
	이론	모형시험	차이 <sup>(1)</sup> (%)	재고 프로펠러	설계 프로펠러	향상율 <sup>(2)</sup> (%)
15	592	602	-1.66	830	731	11.93
20	1417	1447	-2.07	1980	1769	10.66
25	2321	2326	-0.21	3005	2727	9.25
30	3435	3361	2.20	4228	3881	8.21
35	5071	4889	3.72	6036	5626	6.79
40	7282	7108	2.45	8743	8227	5.90

\*(1) 유효마력의 비교 기준 : 모형시험에 의한 유효마력

\*(2) 추진효율의 비교 기준 : 재고 프로펠러에 의한 추진 효율

Table 14에서 볼 수 있는 바와 같이 설계 프로펠러에 의한 추진효율은 저속에서는 10%이상 대폭 향상되지만 설계 속도인 35 knot에서는 설계목표에 약간 못미치는 6.8%에 머무르고 있다. 그

가장 큰 이유는 프로펠러 설계시 공동특성(Cavitation Characteristics)을 향상시키고자 날개 끝(tip)쪽의 추력을 너무 억제했었는데 이것만 조금 수정한다면 설계속도인 35 knot에서 설계목표인 8%의 추진효율 향상은 무난히 달성되리라고 예측된다.

## 7. 결 론

지금까지 현대중공업의 3단계 고속 SWATH선 개발계획중 제I단계 개발목표인 “소형고속 SWATH 여객선” 개발에 대한 연구에 대하여 논의를 하였다.

본 연구를 효율적으로 수행하기 위하여 연구 초기에 SWATH선의 여러 가지 특성을 계산, 또는 추정하기 위한 각종 전산 프로그램을 먼저 개발하여 놓았으며 연구과정을 통하여 준비된 전산 프로그램들이 극히 유용하고 만족할 만큼 정확하다는 것이 판명되었다. 특히 이론적 저항계산은 정성

적으로는 물론, 정량적으로도 상당히 정확하여 주어진 선형에 대한 저항의 초기추정 및 일반적인 최적화 연구를 위하여 극히 유용하게 활용될 수 있음이 증명되었다.

본 연구에서는 중요한 설계변수의 체계적인 변화에 대한 이론적인 분석을 수행하고 그 결과에 따라 우수한 선형을 다수 선정한 후 선정된 선형에 대한 단계적인 모형시험을 통하여 최종특성을 구하도록 하였다. 이렇게 하여 최종선형이 도출되어 있으며 최종선형의 성능은 오늘날 현존하는 SWATH 선의 성능과 비교해 볼 때 극히 우수한 것이라고 판단된다.

이와 같이 당사 고속 SWATH선 개발을 위한 제1단계 연구는 극히 성공적으로 완료되었으며 향후의 연구를 위한 확고한 기반을 수립하여 놓았다.

## 참 고 문 헌

- [1] Schlichting, H, "Boundary-Layer Theory", 6th Edition, McGraw-Hill Book Company, 1968.
- [2] Chapman, R.B., "Hydrodynamic Drag of Semi-submerged Ship", Trans. of the SNAME, Journal of Basic Engineering, Vol.94, Dec. 1972.
- [3] Hoerner, S. F., "Fluid Dynamic Drag", Hoerner Fluid Dynamics, Bricktown, New Jersey, 1965.
- [4] Min, K-S., "Propeller Blade Section Design by Conformal Transformation Theory," Proceedings of the International Workshop on the Propulsor Technology, Taejon, Korea, March 27~28, 1991.