

# 파라메트릭 기법을 이용한 고속 단동선의 NURBS 모델링

남종호

한국해양대학교 해양시스템공학부

## Construction of NURBS Model for Preliminary High-Speed Monohull Design Based on Parametric Approach

JONG-HO NAM

Division of Ocean Systems Engineering, Korea Maritime University, Busan, Korea

**KEY WORDS:** Parametric approach 파라메트릭 기법, NURBS Surface representation NURBS 곡면 표현법, High-speed monohull 고속 단동선

**ABSTRACT:** An approach to model a high-speed monohull vessel is introduced. The high-speed monohull form belonging to the category of multihull is drawing new attention, due to the rapidly growing trend of fast passenger ships and military purpose. Multihull forms are much thinner in their overall shape, compared to those of the conventional commercial vessels. Moreover, the parent hull forms are not readily obtainable when a new design is intended, which makes it hard to perform various technical calculations in terms of hull optimization, hydrodynamic computation, structural design, and so forth. In this paper, a parametric technique is used to design a high-speed hull form. To model a hull form, NURBS (Non Uniform Rational B-Spline) representation is used. The goal of research is to provide a fast and convenient tool to design an initial hull form with fewer parameters available in the early design stage. The technique employed in this paper will be applied to the design of multihull forms, such as catamaran, trimaran, and semi-swath.

### 1. 서 론

현재 세계적인 선박 건조의 추세를 보면, 경제성을 최대한도로 요구하는 화물운송을 위주로 한 저속비대형 선박의 건조가 절대적인 우위를 차지하고 있지만, 한편으로 안락성과 신속성을 추구하는 레저 또는 고속 레저 선박이 점차 이목을 끌고 있는 점을 주시할 수 있다. 고속 선박의 선형은 기하학적 측면에서 볼 때, 날씬하고 단순하면서도 때로는 특이한 형상을 지닌 부분이 많아서, 저속의 비대선과는 현격한 차이를 보이고 있다. 고속 단동선과 달리, 쌍동선이나 삼동선과 같은 복합선형은 기존의 선형과는 현격한 차이를 보이고 있어 개념이 다른 새로운 설계 패러다임을 요구한다. 더욱이, 새로이 설계된 선박의 성능을 최적화시키기 위하여 수행되는 제반 유체동력학적 계산을 위해서는 정확한 선형의 제시가 필수불가결하다. 따라서 효율적인 새로운 설계 지침이 수립될 필요가 있다.

전통적으로 새로운 선형을 제작할 때는 잘 설계된 모선을 기초로 하여 베리에이션 작업을 거치고 있어, 설계과정 중에 큰 문제를 야기시키지 않는다. 반면, 고속선의 경우 각 조선소 및 설계사무소의 데이터베이스에 저장되어 있는 수가 적을 뿐더러, 접근도 자유롭지 않아, 결국 새로운 선형을 반복 작업에 의해 개발하여야 하는 것이 현실이다.

파라메트릭 기법은 해양관련 설계분야에 지속적으로 적용되어 왔다. 상선 (Watson and Gilfillan, 1977), 소형 군함 (Eames and Drummond, 1977), 플랫폼, 통합합성 모델 프로그램 (ASSET, 2000) 등이 발표되었으며, 미 해군의 Hullgen이나 상선설계에 많이 이용되고 있는 Tribon 등은 선형생성에 관련된 대표적인 예다. 선박설계의 전반에 걸친 파라메트릭 기법이 참고문헌(Lamb, 2004)에 자세히 소개되어 있다. 많은 수의 파라미터를 이용하여 선형을 상세하게 생성하는 기법이 최근에 발표되었다 (Harries and Nowacki, 1999). 하지만 초기단계에 제 공되어야 하는 파라미터의 수가 너무 많기 때문에 이러한 방법을 초기단계에서 신속히 적용하는 것은 무리가 있다. 또한, 도출된 선형이 작은 변화에도 민감하기 때문에 선형변환에 다소 어려움을 지닐 수밖에 없는 단점이 있다.

형상 파라미터를 이용한 연구 역시 꾸준히 수행되어 왔는데, 단순한 파라미터 적용으로부터 여러 가지 첨단 전산기법을 동원한 설계가 일반 선형을 위주로 발표되었다 (김수영 등, 1999, 김수영 등, 2002). 파라메트릭 기법을 사용하여 일반 상선의 초기선형을 도출하는 연구도 발표된 바 있다 (Nam and Parsons, 2000).

복합선형을 이용하여 종합적으로 선형을 최적화시키는 연구가 현재 미국에서 개발 중이나 아직 발표된 실적은 없는 것으로 조사되었다.

국내외 모든 동향을 종합해 볼 때, 고속선의 연구는 주로 유

교신저자 남종호: 부산광역시 영도구 동삼동 1

051-410-4301 jhnam@bada.hhu.ac.kr

체의 흐름을 연구하는 분야에서 활발히 이루어지고 있다. 하지만 이 분야의 주안점은 성능계산인 관계로 선형의 기하학적인 모델링 기술 개발에는 무게가 주어지지 않고 있다. 즉, 당시 연구를 위한 선형의 개략적인 모델을 이용할 뿐, 정확한 선형을 도출하거나 쉽게 변형시킬 수 있는 기능이 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는, 전체 복합선형에 대한 초기 설계기법 개발을 최종 목표로 삼고, 일차적으로 가장 단순한 선형으로 분류되는 고속 단동선의 선형을 초기설계 관점에서 신속하게 제공하는 설계기법에 대한 연구를 수행하고자 한다. 파라메트릭 기법을 이용하여 고속 단동선의 선형을 최소한의 파라미터를 가지고 생성하는 기법 제시를 목표로 한다.

## 2. 파라메트릭 기법

일반적으로 파라메트릭 설계는 어떤 형상을 정의하기 위하여 파라미터를 이용하는 것을 의미한다. 대상이 매우 광범위하므로 분야에 따라서는 그 의미가 협의 또는 광의로 해석되는 경우가 적지 않다. 본 연구에서는, 대상물을 파라미터로 정의하고, 각 파라미터에 의하여 조정되는 수식이나 법칙을 이용하여 설계를 수행하는 것을 의미하도록 한다. 파라메트릭 기법을 이용한 시스템은 빠른 응답, 정확도와 일관성, 설계 프로세스에 대한 명확한 이해 등의 효과를 제공하는 것으로 알려져 있다.

선형설계의 경우, 개념설계 또는 기본설계 단계에서 길이, 폭, 높이 등과 같은 기본적인 파라미터를 이용하여 적정한 설계대상을 일관적으로 표현할 필요가 있다. 그리고 표현된 설계 모델을 추구하는 목적함수에 대하여 최적화하는 방향으로 초기설계를 이끌어가고 있다. 선형의 설계뿐만 아니라 중량, 유체동력학적 성능과 같은 요소기술 해석에도 파라메트릭 기법을 사용하고 있으며, 그 기법에 대한 예가 참고문헌 (Lamb, 2004)에 소개되어 있다.

파라메트릭 기법을 이용하여 선형을 설계할 경우 기대할 수 있는 장점은 상당한 시간과 노력의 절감이다. 초기단계에서 파라미터를 이용하여 선형을 손쉽게 생성, 변형시키는 작업은 후속 설계단계를 고려해 볼 때 매우 바람직하다. 하지만 “적절한” 파라미터를 선정과 효과적인 목적함수의 적용은 설계의 효율성을 감안할 때 결코 쉬운 일이 아니다. 본 연구에서는 최적의 효과를 산출하는 파라미터를 취하되, 가장 최소한의 파라미터만을 선택하여 설계의 복잡도를 줄이도록 한다.

## 3. NURBS를 이용한 곡면 표현 기법

### 3.1 NURBS 표현

선형을 효율적으로 나타내기 위하여 전통적으로 두 가지 표현 방법을 사용하여 왔다. 초기에는 곡선으로 이루어진 와이어프레임 방식을 이용하였으나, 컴퓨팅 파워가 늘고 그래픽에 대한 속도가 향상됨에 따라, 곡면을 이용한 직접 표현법이 주종을 이루고 있다. 곡면 표현법 중에도 대표적으로 이용되고 있는 기법이 NURBS (Non uniform rational B-spline) 표현법이다. 이차원 영

역에서 두 개의 변수를 설정하여 함수를 구성하고, 삼차원 공간으로 사상을 시켜서 곡면을 정의하는 기법으로, 현재 거의 모든 CAD영역에서 표준화된 기법이다. 조선 분야에서 사용되는 CAD 패키지에도 예외가 아니며, 미국과 한국 해군에서 사용하는 설계패키지인 FastShip에서도 NURBS 표현을 이용하고 있다.

NURBS에 의한 곡면 정의는 식 (1)에 의해 이루어진다. 즉, 매개변수  $(u, v)$ 와 베이스 함수를 이용하여 공간으로 사상된 점  $S(u, v)$ 를 의미한다.

$$S(u, v) = \frac{\sum_{j=0}^M \sum_{k=0}^N w_{jk} V_{jk} B_j^m(u) B_k^n(v)}{\sum_{j=0}^M \sum_{k=0}^N w_{jk} B_j^m(u) B_k^n(v)} \quad (1)$$

여기서  $u$  방향으로  $M+1$ ,  $v$  방향으로  $N+1$  개의 조정점이 조정네트를 형성하고,  $w_{jk}$  는 웨이트,  $B_j^m(u)$  와  $B_k^n(v)$  는 B-spline 베이스 함수를 나타내며, 각 파라미터 방향으로 노트벡터가 정의된다. 자세한 내용은 참고문헌(Faux and Pratt, 1979; Nowacki et al., 1995)을 참고한다.

NURBS 표현법이 기존의 곡면기술법과 다른 점은 공간의 점을 직접 제어하는 것이 아니고, 조정점(Control point 또는 Vertex)이라고 불리는 점을 이용하여 곡면을 간접적으로 제어한다는 것이다. 이것은 마치 제어점이 곡면과 스프링으로 연결되어 조정점을 움직이면 탄성적인 성질을 유지하며 곡면이 변형됨을 뜻한다. 이는 직접적이 제어보다 훨씬 더 부드러운 결과를 제공하여, 순정된 곡면 형태를 요구하는 곡면설계에 매우 적합한 도구로 판명되었다. 이외에도 NURBS 기법의 성질 중에서 선형설계에 유익하게 이용되는 것을 정리하면 다음과 같다.

- 컨벡스 할 성질 - NURBS로 표현되는 곡선(곡면)은 반드시 조정점으로 정의되는 다각형(다각면)의 내부에 존재한다. 다각형으로 정의되는 곡선 또는 곡면의 경우 오실레이션으로 인하여 그 결과가 발산하는 경우가 많다. 하지만 NURBS의 경우 어떠한 경우에도 곡선이 조정점의 다각형 내에 존재하므로 조정점의 위치만 크게 틀리지 않으면, 곡선이 발산하는 경우가 없다.
- 국부적인 변경 성질 - NURBS 이전의 곡면 표현법들은 곡면상의 한 곳을 변경하면 전체가 모두 변경되는 성질을 가지고 있다. 이러한 성질은 선형설계와 같이 국부적이 변경만이 요구되는 경우에는 바람직하지 못하다. NURBS에서는 사용자가 원하는 일정 부분만을 수정하게 하여주는 국부적인 변경 성질을 보장한다.
- 코닉 표현 - 빌지나 구상선수 정의에 사용되는 원 혹은 아크를 정확하게 표현할 수 있다.

### 3.2 NURBS를 이용한 선형 정의

본 연구에서는 3.1절에 기술된 NURBS 기법을 적극 활용한 선형 모델링을 수행한다. 모델링 하고자 하는 선형에 대한 사전 정보가 없다고 가정하고, 모델링을 시작점을 평면으로 한

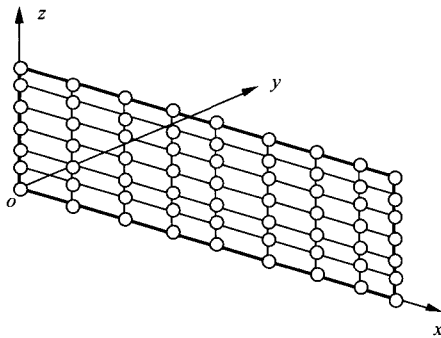


Fig. 1 Initial topology of NURBS surface in x-z plane

다. 선형표현에 이용되는 좌표계의 특성을 고려하여 Fig. 1과 같이 x-z 평면에 평면인 NURBS 곡면을 정의하고, 이를 변경하여 원하는 선형을 도출하고자 한다.

선형 정의는 평면으로 정의된 곡면의 조정점을 y 방향으로 변화시키는 작업으로 수행된다. 즉, 평면에 있는 모든 혹은 필요한 조정점들을 y 축 방향으로 이동시켜서 각 스테이션에서 선형이 정의하는 단면적을 맞추어 가는 것이다. 이는 마치 선체를 정의할 때 오프셋을 사용하는 것과 같은 개념으로 볼 수 있다. y 방향 한 방향으로 제한성을 두는 것은 그렇지 않을 경우, 평면으로부터 시작하여 원하는 곡면을 이끌어내는 것이 매우 어려운 사실에서 기인된다. 즉, 곡면을 정의하고 있는 제어점이 3차원으로 변화하므로 그 복잡도 (Degree of freedom)가 증가하기 때문이다.

#### 4. 단동선 모델링

단동선의 모델링은 선형의 국부적인 특성을 이용하여 5개의 구역으로 나누어 실시한다. 크게 선수부와 선미부 그리고 중앙평행부로 이루어지는 특성 구역을 먼저 정하고, 3부분을 잇는 중간 부분은 이웃하는 두 구역이 기하학적 연속성을 만족시키면서 자연스럽게 연결되는 형태로 정의한다. 구상선수 또는 소나뿔을 장착한 선수부의 경우 복잡도가 상승하므로 중앙부와의 연결이 부드럽게 되도록 모델링을 수행하여야 한다. 고속선의 경우 프로펠러보다는 워터젯을 장착하는 선미부가 대다수이므로 비교적 단순한 트랜섬 선미부로 모델링 하는 경우가 많다. 각 구역별로 특성을 반영한 적합한 모델링 기술을 제공하여 전체적인 모델링의 효율을 향상시킬 수 있다. 다음 절에서 각 구역의 모델링에 이용된 방법을 기술한다.

##### 4.1 중앙부 모델링

고속선의 Cx는 0.7 부근의 매우 작은 값이므로 중앙부가, 평행부를 가지고 있다손 치더라도, 날렵한 형상을 가진다. 빌지 반경을 가지고 거의 사각형에 가까운 일반 상선의 형상과는 많은 차이를 보인다.

본 연구에서는 중앙부의 형상을 6개의 독립변수를 이용하여 구한다. 사용되는 독립변수는 각 단면에서의 NURBS 조정점이

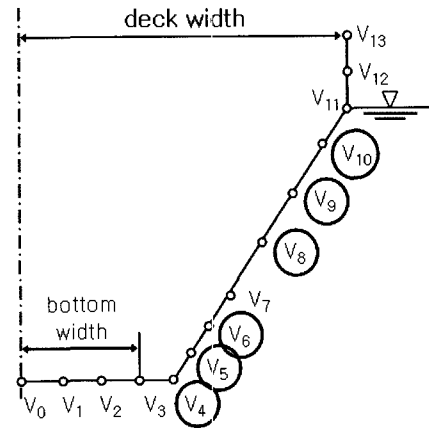


Fig. 2 Movable control points to determine midbody section

며, 만족시켜야하는 조건은 단면적이다. 움직이는 조정점의 구성은 Fig. 2에 굵은 원으로 나타나 있다. 보통 굽기의 원으로 표시된 조정점은 독립변수에 의해 결정되는 종속변수다.

##### 4.2 단면 형상 모델링

일반적인 단면의 형상 결정은 단면적곡선 (Sectional area curve: SAC)에서 주어지는 단면의 면적과 수식화된 VCB (Vertical center of buoyancy)곡선으로부터 이루어진다.

부드러운 선형의 단면적 변화를 가정한다면, SAC는 AP와 FP에서의 단면적, 최대형단면적과 그 위치에서의 기울기, 일차모멘트의 중심(LCB), 그리고 SAC 아래의 면적(배수량)을 입력 조건으로 하여 산출되는 5차 다항식으로 표현될 수 있다. SAC를 길이방향 변수 x의 함수 f(x)로 가정하면 각 조건들은 식 (2)로 수식화된다.

$$\begin{aligned}
 f(\text{FP}) &= \text{bow area at FP} \\
 f(x_{\text{max}}) &= \text{maximum sectional area} \\
 f'(x_{\text{max}}) &= 0 \\
 f(\text{AP}) &= \text{stern area at AP} \\
 \int [f(x) * x]dx / \int f(x)dx &= \text{LCB} \\
 \int f(x)dx &= \text{displacement}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

일반 상선의 경우 그 비대한 형상으로 말미암아, 면적 조건만 가지고도 충분히 정확한 단면 형상을 도출할 수 있었으나, 단면적 비율이 상대적으로 낮은 고속선에서는 면적이외에 또 다른 입력조건이 필요하다는 것을 인지하게 되었다. 본 연구에서는 초기 단계에서 큰 무리 없이 도출해 낼 수 있는 입력정보를 조사하여, VCB곡선이 가장 타당하다는 결론을 내고 선체의 길이에 따른 VCB곡선을 4차 다항식으로 산출하였다. 4차식 산출에 사용된 조건은, VCB를 길이방향 변수 x의 함수 g(x)로 가정하면 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned}
 g(\text{FP}) &= \text{VCB}_{\text{bow}} \\
 g(\text{MID}) &= \text{VCB}_{\text{mid}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 g'(MID) &= 0 \\
 g(AP) &= VCB\_stern \\
 \int [f(x)g(x)]dx / \int f(x)dx &= VCB\_average
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

여기서 AP와 FP는 수선길이  $L_{bp}$ 에 의해 정의되는 선미/선수부 위치이고, 변수 MID는 중앙평행부 또는 선박 중앙의 위치, 그리고  $f(x)$ 는 식 (2)에 정의된 SAC의 분포곡선이다. VCB\_bow와 VCB\_stern은 선수와 선미의 형상에 따라 정해지는 상수이고, VCB\_mid는 중앙부에서 결정된 단면형상으로부터 직접 구한 값이다. VCB\_mid는 중앙부의 단면형상이 옳다는 가정 하에 계산되는 조건으로, 정보가 부족한 상태에서 가정할 수밖에 없는 사항이지만 설계상의 흐름으로 볼 때 큰 무리가 없는 것으로 보인다. VCB\_average는 식 (4)로부터 유도된 평균값이다. 이 때,  $C_x$ 에 따라 경계선에서 불연속이 되는 경우가 발생하므로 유의하여야 한다. 하지만, 본 연구에서 다루는 고속 단동선의 경우  $C_x$ 가 0.9에 못 미치므로 걱정할 필요는 없다.

$$\begin{aligned}
 VCB\_average &= (2.5 - C_{VP}) T / 3, \quad (C_x < 0.9) \\
 &= T / (1 + C_{VP}), \quad \text{otherwise}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

결과적으로 VCB곡선은 FP, AP, 중앙부에서 특성 값을 가지며, 중앙부에서 수평인 접선을 나타내고, VCB곡선 아래에서 일차모멘트를 면적으로 나눈 값이 선형으로부터 주어지는 VCB평균값과 일치하는 부드러운 형상이 된다. 따라서 선형의 VCB가 길이 방향에 걸쳐 완만한 경사로 변화하게 된다.

임의의 위치에서의 단면 형상은 중앙부의 단면을 결정하는 것과 동일한 방법을 이용하되 만족시켜야 하는 조건에 VCB를 추가한다.

### 4.3 선수부 모델링

선수부 모델링을 위하여 구상선수와 레이크선수의 두 가지를 고려한다. 구상선수의 경우 복잡한 기하학 형상을 표현하기 위하여 비교적 많은 파라미터가 필요하다. Fig. 3에 구상선수 모델링에 이용된 파라미터들이 도시되어있다.

레이크선수의 경우 간단한 형상으로, 파라미터로 주어지는 오버행의 크기를 고려하여 선형적으로 경사를 결정한다. Fig. 4에 사용되는 파라미터들이 도시되어있다.

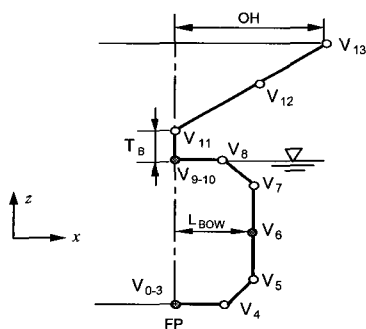


Fig. 3 Parameters for bulbous bow

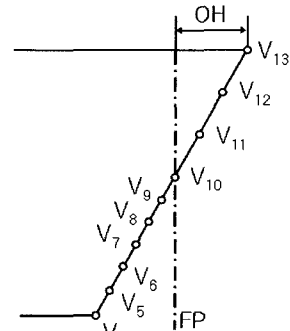


Fig. 4 Parameters for rake bow

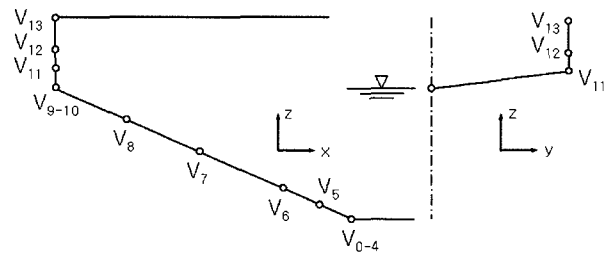


Fig. 5 Parameters for transom stern

두 선수부 모두 입사각(Angle of attack)을 이용하여  $x$ 방향으로의 기울기를 결정한다. 입사각을 직접 입력하는 방법과 Holtrop식(Holtrop and Mennen, 1982)을 이용하는 두 가지 방법을 채택한다.

### 4.4 선미부 모델링

일반 상선의 경우 크루즈타입과 트랜섬 타입의 선미부를 고려하나, 고속선에서는 앞에서 전술한 바와 같이 워터젯을 장착한 트랜섬형이 많이 사용되므로 본 연구에서는 트랜섬형을 모델링한다.

트랜섬형을 모델링 하는 방법은 형상에 영향을 미치는 넓이, 깊이, 벌지 각, 그리고 면적을 이용하여 단순한 선형을 구성하는 방법(Fig. 5)과 일반적인 단면 형상 모듈을 이용하는 방법이 있다.

### 4.5 연결부 모델링

연결부위는 선수부와 중앙부 사이인 엔트런스(Entrance)와 중앙부와 선미부 사이인 런(Run) 구역으로 나뉜다. 중앙평행부가 긴 일반 상선과는 달리, 고속선의 경우 중앙평행부가 없거나 있어도 그 길이가 매우 짧은 경우가 대다수이다. 따라서 상대적으로 길이가 긴 연결부가 존재한다. 따라서 엔트런스나 런 구역을 좀 더 상세하게 정의할 필요가 있다.

본 연구에서는 연결부에 적어도 3개 이상의 단면형상을 제공한다. 이 단면의 형상은 중앙부 모델링에서 기술된 방법을 따른다. 연결부를 모델링 할 때 가장 세심하게 고려하여야 하는 부분이 이웃하는 구역과의 연결 상태인데, 기하학적으로 부과되는  $G^2$ 조건이 바람직하다.  $G^2$ 조건은 이웃하는 서로 다른 두 곡면이 경계선을 따라 위치, 경사, 그리고 곡률까지 만족하는 엄격한 연

결조건으로 향후 선체의 범선벡터를 이용하여 계산되는 제반 선박계산에 지대한 영향을 미친다. 하지만 엄격한 기하학적인 제약조건으로 인하여 전체적인 모델링이 복잡해지는 단점을 수반한다. 따라서 본 연구에서는 초기단계의 선형산출입을 염두에 두고 일단 위치와 경사를 만족시키는  $G^1$  조건을 도입한다.

4.6 형상 라이브러리

고속 단동선에 대한 윤곽이 잡히고 파라미터를 이용하여 현존하는 선형을 성공적으로 표현하는 단계에 이르면, 각 구역 별로 파라미터화한 라이브러리를 구축할 수 있다. 구성된 라이브러리를 참조하여, 설계자는 필요한 구역 형상을 택한 후, 원하는 파라미터를 입력하여 최종 형상을 얻을 수 있다.

이러한 방식에 나타나는 상반되는 장단점을 설계자는 미리 고려하여야한다. 우선 적은 수의 파라미터에 중점을 두면, 여러 가지 다른 형상을 처리하기위하여, 라이브러리에 포함되는 형상개체 수가 증가한다. 반대로 형상개체 수를 줄이는 것이 주 목적이라면 한 형상에서 제어하여야 할 파라미터의 수가 증가한다는 것이다. 현재까지의 연구결과로 볼 때, 이는 순전히 설계자와 사용자의 선택의 몫으로 남는다. 본 연구에서는, 일단 개체 수를 늘려서 사용자가 쉽게 구역을 선택하도록 하고, 존재하는 형상에 익숙해지면 개체 수를 줄이고 파라미터 수를 늘려가는 점진적인 방법을 권장한다.

4.7 예제

본 연구에서 예제로 택한 선형은  $C_b$ 가 0.466으로 매우 날씬한 형상을 가지고 있다. 선형의 제원은 Table 1과 같다. 주어진 값을 바탕으로 SAC와 VCB를 계산하면 Fig. 6, 7과 같다.

각 구역에서 정의된 모델링 기법을 이용하여 완성된 형상을 Fig. 8~10에 도시한다. 모델링 된 형상은 순정된 단계에는 이르지 못하고 있다. 이는 모델링 단계에서 순정을 위한 기술이 적용되지 않았기 때문이다. 에너지최소화와 같은 방법을 채택하는 경우 순정된 선형을 얻을 수 있으나, 본 연구의 목표가 설계 초기단계의 선형생성임을 상기하면, 복잡한 에너지최소화 단계를 굳이 도입하지 않더라도 목적에 맞는 선형이 도출되었다고 볼 수 있다. 또한 너클이나 차인이 있는 선형을 생성할 때, 선체를 적절히 분할하지 않을 경우, 에너지최소화가 오히려 역효과를 불러 일으킬 수 있으므로 주의하여야 한다.

Table 1 Input parameters used in the example

Item	Value
Lbp	124.80
B	13.80
D	9.140
T	4.780
Length of parallel midbody	0.10
Center position of parallel midbody	62.40 from AP
$C_x$	0.7640
$C_b$	0.4660
$C_{wp}$	0.7410
LCB	0.070 fwd from center
LCF	-6.80 aft from center
Bow type	elliptic
Bow area at FP	0
Bow rise at FP	0.0
Starting position of bow rise	119.0 from AP
Stem type	transom
Number of screws	2
Stem breadth	8.280
Stem area at AP	7.450
Stem rise at AP	3.780
Starting position of stem rise	43.0 from AP

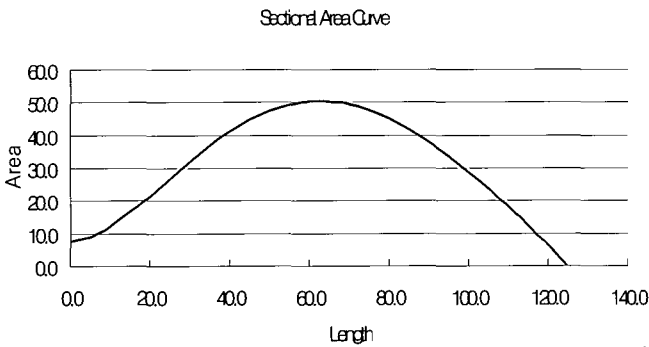


Fig. 6 SAC

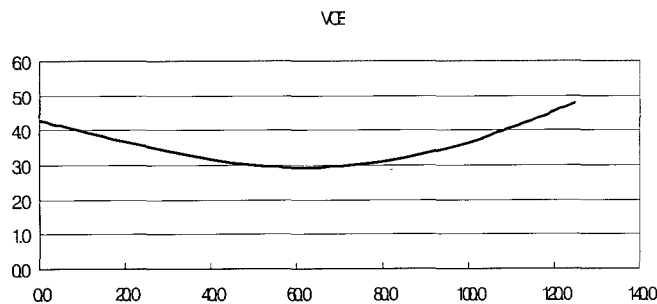


Fig. 7 VCB curve

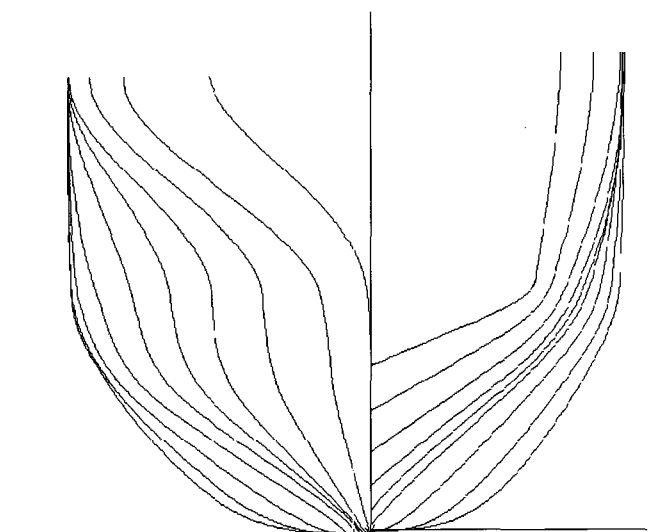


Fig. 8 Sections

후 기

본 연구는 ONR의 복합선형프로젝트와 한국해양대학교의 신진교수지원으로 수행된 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사드립니다.

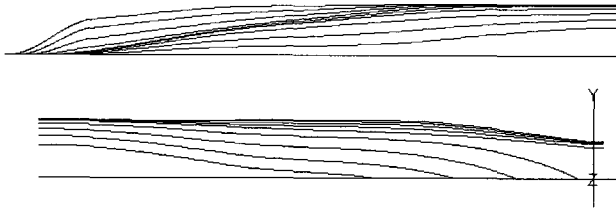


Fig. 9 Waterlines

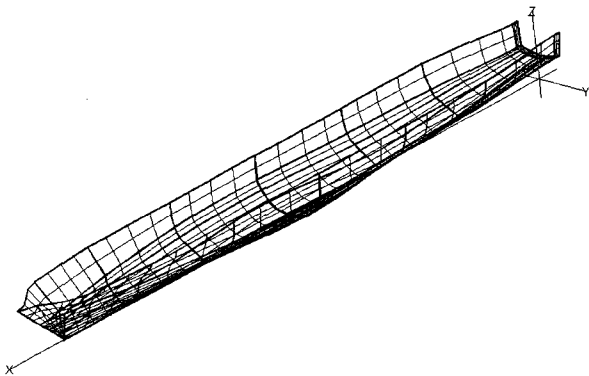


Fig. 10 Iso-view of fast monohull model

5. 결 론

본 논문에서는 고속 단동선에 대한 모델링 기법을 소개하였다. 연구의 목표가 작은 수의 입력 파라미터를 이용하여 초기 선형을 단시간에 생성하는 것으로, 파라메트릭 기법과 NURBS 표현법이라는 두 가지 도구를 이용하였다.

파라메트릭 기법을 근간으로 하여, 선형의 각 구역을 서로의 연속성을 고려하면서 독립적으로 모델링 하였다. 곡면 표현을 위하여 NURBS표현법을 사용하여 본 연구에서뿐만 아니라, 차후 확장성도 고려하였다. 예제에서 보이는 대로 초기 선형으로 사용하기에는 충분한 정도를 제공하였고, 실행속도도 실시간으로 측정되었다.

기존의 선형과는 다른 새로운 형상을 개발하거나, 모션을 활용하기가 어려운 경우에, 초기 선형을 빠른 시간 내에 제공함으로써, 설계의 다양성을 추구하고 효율 향상에 기여할 것으로 기대한다.

개발된 알고리즘은 복합 선형으로 확대 적용될 예정이다. 쌍동선과 삼동선과 같은 복합 선형은 비대칭 선형도 존재하고, 두 개 혹은 세 개의 헐(Hull)을 잇는 중간 부분의 모델링도 요구되는 등 그 복잡도가 상승하지만, 기본적인 형상에 있어서는 단동선과 유사하므로 확장성에 큰 어려움이 없다고 본다.

참 고 문 헌

김수영, 신성철, 장현재 (1999). "Form Parameter 방법과 신경망을 이용한 초기 선형설계," 한국해양공학회지, 제13권, 제 4호, pp 147-181.

김수영, 신성철, 신경엽 (2002). "GA를 이용한 Form Parameter 방법에 의한 초기 선형 생성," 한국 퍼지 및 지능 시스템 학회 논문집, 제12권, 제 1호, pp 44-51.

ASSET (2000). "Getting Started and Tutorials - Advanced Surface Ship Evaluation Tool (ASSET) Family of Ship Design Synthesis Programs," Naval Surface Ship Center, Carderock Division, October.

Eames, M.E. and Drummond, T.G. (1977). "Concept Exploration - An Approach to Small Warship Design," Transactions RINA, Vol 119, pp 29-54

Faux, I.D. and Pratt, M.J. (1979). Computational Geometry for Design and Manufacture, Ellis Horwood Limited.

Harries, S. and Nowacki, H. (1999). "Form parameter approach to the design of fair hull shapes," Proceedings of the 10th International Conference on Computer Applications in Shipbuilding (ICCAS), Vo 12, pp 341-356, Cambridge, MA.

Holtrop, J. and Mennen, G.G.J. (1982). "An Approximate Power Prediction Method," International Shipbuilding Progress, Vol 29, No335, pp 166-170.

Lamb, T. (Ed) (2004). Ship Design and Construction, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, Chapter 11.

Nam, J.-H. and Parsons, M.G. (2000). "A Parametric Approach for Initial Hull Form Modeling using NURBS Representation," Journal of Ship Production, Vol 16, No 2, pp 76-89.

Nowacki, H., Bloor, M.I.G. and Oleksiewicz, B. (1995). Computational Geometry for Ships, World Scientific Publishing Co.

Watson, D.G.M. and Gilfillan, A.W. (1977). "Some Ship Design Methods," Transactions RINA, Vol 119, pp 279-324

2006년 4월 14일 원고 접수  
2006년 6월 7일 최종 수정본 채택