

파라메트릭 설계법에 의한 파워보트 설계를 위한 연구

정요한¹·유재훈^{1,†}
목포대학교 해양시스템공학과¹

A Study on The Parametric Design Method for Power Boat

Yohan Jeong¹·Jaehoon Yoo^{1,†}
Dept. of Ocean Engineering, Mokpo National University¹

Abstract

The hull form design technique for high speed power boat based on the parametric design method is presented in this paper. While the design methods of conventional vessels that are currently in use have been well developed in various aspects from existing database. However, an easy and simple design program for high speed power boats needs to be provided for the relatively small boat builders who are in lack of experience and skilled manpower. This paper presents a parametric design technique which is aimed to provide an easier creation of a new model by inputting several parameters, such as angles and lengths, which correlate with hydrodynamics characteristic for high speed boats. The paper also introduces the prototype program developed to design power boat with parametric design technique.

Keywords : Parametric design(파라메트릭 설계), Hull form design(선형설계), Power boat(파워보트)

1. 서론

일반적으로 선형을 설계하는 것은 목표하는 성능과 사양을 달성하기 위한 설계 작업이라고 볼 수 있으며 이러한 목표를 용이하게 달성하기 위해서 유사 실적선을 바탕으로 설계를 시작하는 방법을 채택하게 된다. 이 방법은 기존 실적선의 성능을 알고 있으므로 기존의 데이터를 활용하는데 용이하지만 건조 실적이 없거나 모형시험 결과 등의 성능 자료가 없는 경우에 사용하기 어렵다는 단점이 있다. 일반적인 상선을 건조하는 국내 조선소의 경우 많은 양의 실적선을 확보 하고 있어 주로 본 방법을 사용하고 있으며, 이러한 기능 즉, 선형변환을 구현할 수 있는 다양한 상용 프로그램이 개발 되어져 있다. 하지만 레저용 소형 선박의 경우 그 형태와 사양이 다양하고, 특히 국내 조선사의 경우 보유하고 있는 실적선도 충분치 않아 이러한 방법을 사용하기에 어려운 형편이다. 이러한 문제점에 대한 대안으로 제시할 수 있는 방법으로서 Nowachi (1993), Nowachi (1997), Harries and Abt (1997), Harries (1998), Abt, et al.(2001)에 의해 연구되었던 설계 기법을 들 수 있다. 이 방법은 선체 형상을 파라미터를 이용하여 정의하고 이것을 바탕으로 선형을 모델링하는 방법으로서 선체의 외곽 형상에 대한 이해만 있다면 쉽게 접근할 수 있는 설계 방법이다. 파라메트릭 설계 기법은 기존의 모션에서 선형을 재

변환하는 방식에서 벗어나 새로운 선형을 초기 디자이너 또는 선주의 요구에 맞추어 몇 개의 파라미터를 통해 설계를 할 수 있다. 하지만 Harris (1998)에 의하면 기존 방법의 경우 대부분의 선형이 B-spline curve를 도입해야 정확한 표현이 가능한 특징이 있으므로 불연속 곡선의 표현이 쉽지 않아 선형의 표현이 명확한 각으로 이루어진 파워보트의 특성을 표현하는데 한계가 있다. 파라미터를 이용하여 선형을 생성하는 유사한 프로그램으로 Rhino, Orca 3D 가 있다. 이 프로그램은 형상을 결정짓기 위한 파라미터를 이용하고 있어 유체역학적인 특성을 파악하여 설계자의 요구 성능을 파악하는데 어려움이 있다.

우리나라의 경우 레저 선박 생산에 관련된 산업은 아직 초기 단계로서 관련 연구 개발이 미비 하고, 관련 기술 수준도 선진국에 비하여 낙후되어 있어 선형설계를 위한 모션(parent ship)으로 사용할 만한 데이터베이스도 부족한 실정이다. 이러한 국내 레저보트산업의 여건 상 대부분 업체들은 외국에서 설계 도면을 구입하여 제작하거나, 레저보트 설계 경험이 있는 일부 소수의 설계자의 경험적 기술에 의존하는 설계 방식을 따르고 있다. 영세한 레저선박업체에 기존 대형조선사가 사용하는 설계기술이 도입된다 하더라도 체계적인 설계 변수를 얻기도 어려울 뿐더러 고객 요구나 선급에 의한 설계변경 요소가 생기거나 기타 여러 생산과정 상의 문제가 생겼을 시에 즉각 대응할 수 있을 정도의 설계 전문 인력을 충분히 갖추기도 힘든 실정이다.

레저 선박의 경우 그 종류가 매우 다양하고 성능사양 또한 다양하므로 관련 데이터베이스를 축적하는데 많은 시간이 소요된다. 더군다나 선형에 대한 신규 개발 능력이 미흡한 영세 업체의 경우 한가지의 선형이 개발되면 개발된 초기 선형을 바탕으로 조금씩 변형된 여러 종의 선박을 건조하는 경우가 많게 된다. 즉, 확인된 초기 선형의 성능을 바탕으로 소비자의 요구나 시장 경향에 맞추어 지속적인 선형 개선이 필요하게 되므로, 애초에 선형의 특성 값을 변수로 지정하여 기존의 선형과 새로운 선형이 기본적인 제반 성능에 대해 서로 연관 관계를 가지도록 설계하는 방법이 유용할 것이다. 이러한 필요성에 의해 수학적 방법으로 설계 변수를 구할 수 있는 수치적인 설계 방법인 파라메트릭 설계 방법이 제안되어지게 되었다. Ahn, et al.(2011)은 선형의 특성과 형태를 파라미터로 관리할 수 있다는 연구 결과를 발표한다. 파라미터 설계법은 설계 결과물에 대하여 변형이 용이하고 원하는 성능과 사양에 대한 다양한 선형의 도출과 비교가 용이하며, 더군다나 사용되는 파라미터가 성능과 깊은 관련성을 가질 수 있고 그 수가 많지 않다면 이러한 유용성을 극대화 할 수 있을 것이다.

기본적인 설계 방법이 사용자 편의성에 대해 초점을 맞추는 등 방법의 실용성을 높이기 위해서는 설계 변수를 줄이고 설계자가 주로 이용하는 설계 파라미터를 기준으로 선형을 변환하는 방법이 필요하다. 또한, 이와 같이 선박의 설계를 다수의 파라미터를 산정하는 과정으로 간주한다면 주어진 사양과 조건을 바탕으로 초기 단계에 결정하여야 하는 제원부터 시작하여 좀 더 복잡하고 세부적인 파라미터들을 하나하나 확인하며 수정과 검증을 반복하는 과정으로 이루어진다고 할 수 있다. 이러한 과정 중 선형설계 과정은 가장 먼저 수행 되어야 하는 단계로서 가능한 가장 빠른 시간에 명확하게 결정되는 것이 필요하게 되며 이러한 이유에서도 설계 파라미터의 수를 줄이는 것은 매우 요긴한 방향이라 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 기존의 파라메트릭 설계 기법을 참조하여 파워보트 특성에 맞는 변환 방법을 개발하는 방법을 고안하였다. 즉, 파워보트의 선형 특성을 파라미터 설계 기법의 관점에서 점검하고, 이러한 특성 파라미터들과 선박의 성능과의 관계를 분석한다. 이를 기본으로 선형 설계에서 가장 영향을 줄 수 있는 특성들을 추려 내고, 길이와 각도의 수치 입력으로 각각의 특성을 나타낼 수 있도록 한다. 그 밖의 유연한 선이 요구되는 나머지 곡선은 B-spline 곡선을 이용하여 생성하도록 한다. 다음으로 선형의 특성을 담고 있는 주요 변수들을 파라메트릭 기법으로 설계할 수 있는 파워보트 설계법을 고안 하고 이를 이용한 설계 프로그램을 개발하고자 한다.

2. 파라메트릭 선형생성기법

2.1 파라메트릭 설계 적용 범위

Fig.1 는 선박 설계에 대해 개념적으로 도식화 하여 설명한 다이어그램이다. 선박의 설계 프로세스를 보면 선형이 생성되는 최

초의 단계는 제작자와 스타일링을 하는 디자이너에 요구사항을 검토하고 디자인 안을 생성하고 제작자가 주요 치수(principle parameter)에 대해 제약을 주거나 구체적으로 지정을 하게 된다. 이 수치에 맞도록 설계자가 개념 설계를 하면서 주요 단면들의 곡선과 개념도를 결과물로 내게 된다. 이 결과물은 기본 설계 단계로 전달되어 초기 입력 값으로 사용된다. 이후 선박의 배수량 계산 및 복원 안전성 계산 등의 공학적 검토 과정을 거쳐 선체 재료원가 등의 생산적 측면의 검토를 수행한다. 이러한 과정은 요소간의 상호 의존성 때문에 여러 차례 반복되는 경우가 발생하며, 횡수를 거듭하면서 상충되는 문제에 대한 최적의 해결안을 마련할 수 있다.

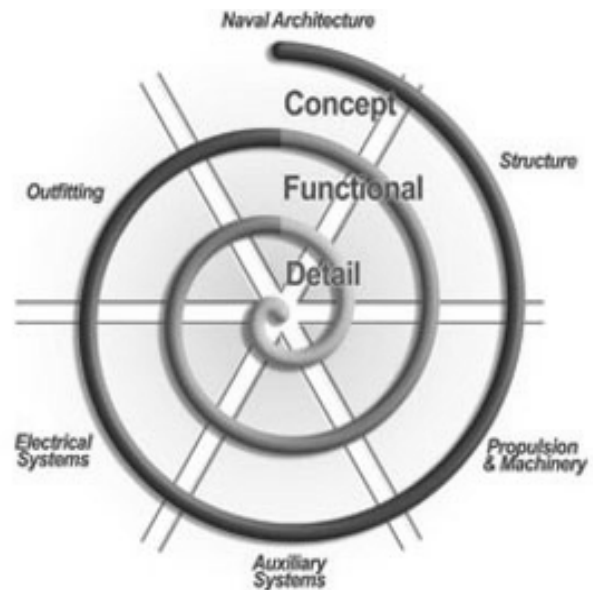


Fig.1 Design spiral

파워보트 설계는 발주자의 요구사항을 바탕으로 디자인 요소와 성능을 잘 조율하면서 외관을 잘 표현하여야 한다. 파워보트의 디자인 요소는 주위의 요소와 상호 영향을 주고받는 상호 의존적인 관계로 정의 할 수 있다. 즉, 요소간의 균형을 맞추어야 하고, 서로 상충되는 문제에 대해서는 최적 점을 찾아야 하기에 디자인 과정에서 반복적인 공학적 검토 과정과 발주자의 요구에 맞는 수정이 필요하다.

이러한 일련의 과정 중에 파라메트릭 설계 방법을 적용 하여 주요 치수에 부합하는 선형의 기본형을 정해진 특성 파라미터를 입력하여 선형을 생성 한다면, 발주자의 요구사항 수정 또는 공학적 검토 과정 중 반복되는 수정 과정에서 보다 손쉽게 기본 선형을 얻을 수 있으며, 파라메트릭 설계 기법 원리가 적용되기 때문에 한번 작업한 초기 선형에서 파생되는 선형 생성 또한 매우 쉽다.

2.2 설계 파라미터 분석

본 연구에서 제안하는 파워보트의 파라메트릭 설계 작업 순서

는 Fig.2 와 같다. 선형을 생성하는 데에 있어 가장 최초의 단계에서 활용 가능한 프로세스로 설계하는 보트가 가지는 요구사항에 맞는 파라미터를 입력함으로써 간단하게 선형을 얻을 수 있다. 기획 및 구상된 디자인을 제작사의 주요치수에 부합하는 선형의 기본형을 정해진 특정 파라미터를 입력하는 것으로 생성하도록 하였다. 완성된 선형의 3D view를 생성하기 위하여 측면도(sheer plan), 정면도(body plan), 평면도(half-breadth plan) 즉, CAD 프로그램상의 x, y, z 평면에 파라미터를 입력 하고, 각각의 평면에서 기본적인 선형을 생성하여 그 선형을 바탕으로 surface를 생성 한다.

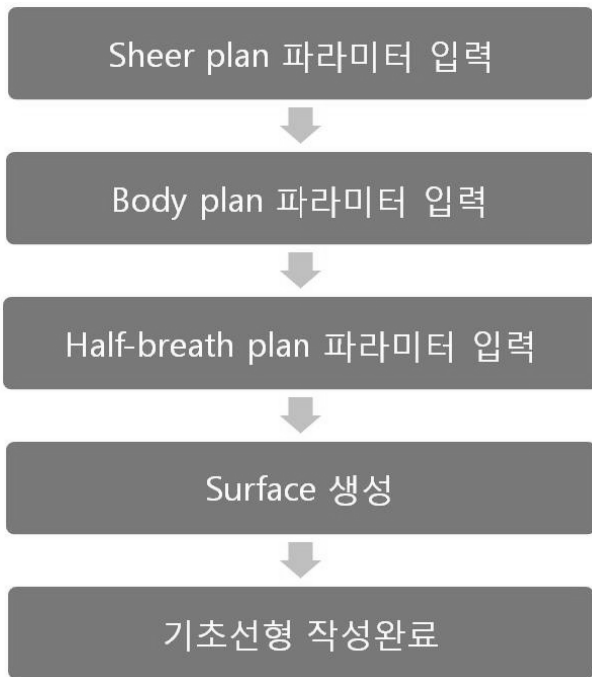


Fig.2 Shape generation process

파라미터 입력 전 선박의 용도나 사용되는 해역에 맞는 선형 변수의 기준이 있다면 설계자는 보다 손쉽게 기본 선형을 얻을 수 있으며 파라메트릭 설계기법의 원리가 적용되기 때문에 한번 작업한 모선의 선형에서 파생되는 선형 생성 및 수정 또한 매우 쉽다. 입력 값으로 받는 수치들을 즉각적으로 최초의 선형을 생성해주는 근거로 사용하여 이후에 이루어지는 기본설계, 상세설계 등에서 작업을 수행할 수 있게 된다. 이로써 파워보트를 설계하는 최초의 프로세스인 선체의 뼈대가 되는 선형의 생성 작업을 간략화 및 고속화하여 전체 디자인 비용을 줄이고 새로운 선박을 개발하는데 드는 시간을 단축할 수 있다. 본 연구에서는 전형적인 선형을 벗어나는 독특한 디자인 타입의 선형을 자유롭게 생성하는 기능보다는 파워보트가 가지는 일반적인 선형의 생성에 초점을 맞추었다.

선박의 선체가 갖는 주요 수치로는 가장 기본적인면서 주로 디자인 작업에 들어가기 전에 정해지는 전장(Loa), 폭(B), 깊이(D) 등의 주요치수가 있다. 이러한 치수들은 설계를 기획하는 단계에서 결정되기 때문에 선형 생성을 위한 파라미터에서는 고정된 것

으로 간주하여 제외한다. 선형 생성에 사용하는 주요 파라미터는 Table 1 에 수록하였다.

Table 1 Design parameters

	Items	Remarks
Sheer plan	$\theta 1(A_B)$	Bow Angle
	$\theta 2(A_K)$	Keel Angle
	$\theta 3(A_T)$	Transom Angle
	Hc	Chine Height
	H _F	Fore Height
	H _T	Transom Height
Body plan	$\theta 4(A_F)$	Flare Angle
	$\theta 5(D_M)$	Midship Deadrise
Half-breadth plan	$\theta 6(D_T)$	Transom Deadrise
	$\theta 7$	Entry Angle on Deck
	$\theta 8$	Entry Angle on Chine Line
	$\theta 9, \theta 10$	Run Angle

2.2.1 Sheer plan 파라미터 분석

먼저 측면도(sheer plan)를 정의하기 위한 파라미터에 대한 특성 분석을 수행하였다. Fig. 3 은 측면도에서 볼 수 있는 파라미터의 위치와 의미를 알 수 있는 가장 간단한 형상의 예이다.

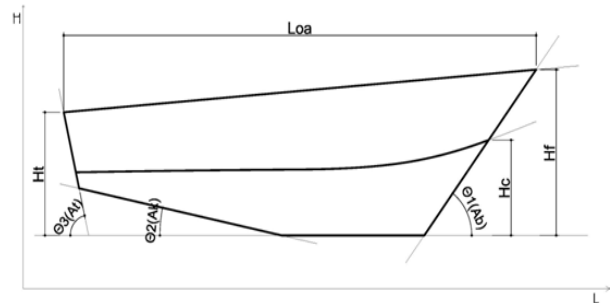


Fig.3 Characteristic values on sheer plan

$\theta 1(A_B)$ 부터 $\theta 3(A_T)$ 까지 세 개의 각은 측면도에서 외곽 형태를 결정하는 각도를 나타낸다. 길이에 대한 치수들은 외곽 형상의 기준점이 되는 주요 치수에 해당하게 된다. 먼저, $\theta 1(A_B)$ 은 선수 각(bow rake 또는 stem rake) 으로 측면도에서 선수의 앞 라인이 킬 라인(keel line)과 이루는 각이다. 선수 형상은 배의 진행에 따라 선수파를 만들고 해상의 파도를 가르는 기능적 역할과 밀접한 관계가 있으며, 파워보트 외형 및 내부 용적과 관계한다. $\theta 1$ 을 변화시킴으로써 raked bow shape부터 reverse angle bow shape 까지 다양한 형상을 표현 할 수 있다. 선수의 형상은 직선 형태 뿐만 아니라 복합적인 형태의 곡면을 가지는 등 다양한 형태를 띠고 있으나 본 연구에서는 먼저 직선 형태로만 외곽 형상을 생성하고 곡면 형상은 추가적인 형상의 변화가 요구되는 경우에 간단한 곡선 표현을 통하여 형상을 변경 시킬 수 있다.

$\theta 2(A_K)$ 는 베이스 라인(base line) 과 킬 라인(keel line) 이 이

루는 각으로 트랜섬 방향으로 킬 라인을 형성 할 수 있다. 이 각도는 파워보트가 활주 할 때 생기는 선미 트림(trim)의 양을 조절하는 기능과 밀접한 관계를 가지게 된다.

$\theta_3(A_T)$ 은 트랜섬 경사각으로 bow rake 각과 마찬가지로 트랜섬 끝면과 수직축과의 각을 표현하며 데크 상부 공간을 조절하고, 채택한 추진기나 축계의 형태에 따라 각을 조절할 필요가 있게 된다. 또 저속 항주 시에 트랜섬에서 나타날 수 있는 형상 저항(bubble drag)을 조절하는 기능을 가지게 된다.

H_C 는 선수와 차인(chine)의 선수 끝단이 만나는 높이를 정하여 준다. 선수에서의 차인 위치를 지정하고 정면도에서 생성할 수 있는 트랜섬과 미드쉽 위치에서 차인라인(chine line) 높이가 결정되기 때문에 측면도에서 결정된 세 개의 높이를 기준으로 B-spline 곡선을 이용하여 차인 라인의 형상을 만들어 낼 수 있다.

마지막으로 LOA(전장)의 양 끝단에 위치한 H_A 와 H_B 를 이용하여 최상의 데크 또는 gunwale의 sheer line을 표현 할 수 있다. 양 끝단을 잇는 선을 표현하는 방법으로는 직선 또는 곡선으로 표현 할 수가 있다.

2.2.2 Body plan 파라미터 분석

다음으로는 정면도(body plan)에 나타나게 되는 형상 파라미터에 대해 분석하였다. 미드쉽에서의 횡단면 형상은 보트의 목적이나 유체역학적인 특성에 따라 매우 다양한 곡선과 함께 복잡한 모양을 가질 수 있다. 일반적으로 완만한 곡선으로 옆면과 선저의 경계를 이어주는 형상을 가진 moulded, round bilged 또는 soft chined shape 타입이 있으며, 길이 전반 또는 대부분에 걸쳐 옆면과 선저를 구분하는 명확한 각이 존재하는 chined, hard chined shape 타입이 있다. 또한 두 분류의 형상 종류에 해당하는 다양한 선체 모양의 전형적인 타입이 사용되고 있다.

본 연구에서는 외양 항주를 목적으로 하는 전형적인 파워보트에서 주로 쓰는 'V shape' 을 갖는 hard chined bottom 타입의 선형을 생성하는 방법에 대하여 기술 하였다. hard chined bottom 타입의 선형의 경우에는 본 파라메트릭 설계 기법을 이용해 손쉽게 다양한 형상 변형이 가능하며, 이 선형을 기본으로 필요시 곡면 형상을 생성하면 이외의 선형 생성이 가능 하다.

정면도를 특징짓는 가장 대표적인 파라미터로 데드라이즈 앵글(deadrise angle)과 flare angle이 있다. Fig.4는 간단한 정면도의 예시이다.

$\theta_4(A_f)$ 는 flare angle로 수직축과 선체의 옆면이 이루는 각으로 선체 내부공간의 크기와 견현 형상에 따른 횡동요 주기 및 횡복원력을 결정하게 된다. $\theta_5(D_m)$ 은 미드쉽에서의 데드라이즈 앵글, $\theta_6(D_t)$ 는 트랜섬 에서의 데드라이즈 앵글로 베이스 라인의 수평축과 선체의 바닥 부분이 이루는 각이다. 데드라이즈 앵글은 비교적 넓은 범위의 다양한 각을 가질 수 있다. 정수 중의 선체 거동만 생각하면 데드라이즈 앵글이 작을수록 선체의 wetted surface area가 줄어들고, 그에 비례하여 마찰저항 또한 줄어든다. 하지만 Richard (1994)에 의하면 데드라이즈 앵글이 클수록 파도가 있는 경우 상방향 동압력이 너무 커지는 것을 막아

주며 그에 상응하는 파도 힘의 수직 방향 가속도를 줄여줄 수 있어 파랑 중 직진 안정성과 선회 시 bank turn이 원활하여 선회 성능이 좋아진다. 이 값은 파워 보트의 유체역학적인 특성에 가장 중요한 요소로서 선박의 설계 속도나 용도, 기본적인 외부 형상에 의해 구체적인 값으로 좁혀질 수 있다.

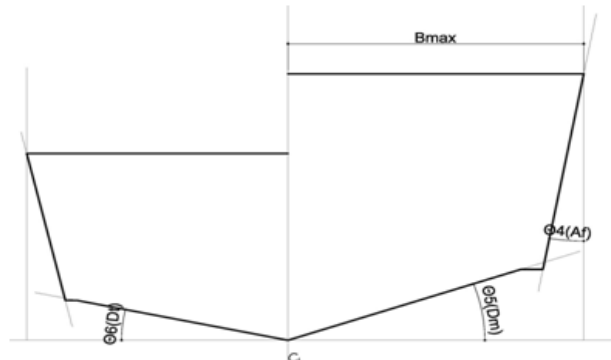


Fig. 4 Characteristic values on body plan

최대 선폭의 크기가 결정된 상태에서 각 미드쉽 섹션(midship section)과 트랜섬 section에서의 deadrise angle로 형성되는 선과 flare angle로 형성되는 선이 만나는 점이 트랜섬에서부터 미드쉽 까지 차인 라인 높이로 자연스럽게 형성이 된다. 또한 두 개의 선으로 외곽 형상이 대부분 결정되기 때문에 선체의 배수용적 결정에 크게 영향을 미치게 된다.

2.2.3 Half-breadth plan 파라미터 분석

마지막으로 평면도(half-breadth plan)에서 볼 수 있는 선박의 특징을 결정짓는 파라미터로는 두개의 입사각이 있다. 입사각은 LOA의 선수 끝단에서부터 폭 방향을 갖는 각으로 Fig.5을 보면 알 수 있다.

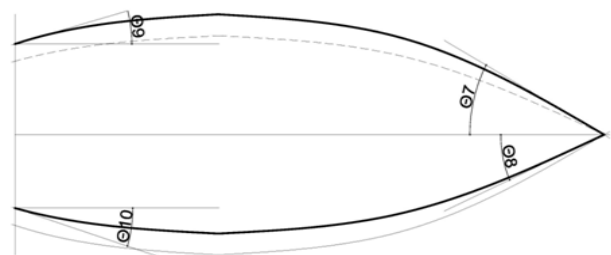


Fig. 5 Characteristic values on half-breadth plan

θ_7 은 데크 에서의 gunwale과 관련한 입사각이다. 이 각의 크기에 따라서 데크의 공간을 조절 할 수 있다. θ_8 은 차인 라인의 형상을 결정짓는 입사각이다. 이 각은 선박의 조파 저항과 관련이 있다. 입사각이 낮을수록 물을 쉽게 가를 수 있어 조파저항 및 파랑 중 부가저항이 개선되어지게 되며, 선형의 비척도와 관련하여 속도-길이 비에 따라 결정하는 것이 필요하다. θ_9 , θ_{10} 은 트랜섬에서 데크 와 차인 라인 의 형상을 결정짓는 각도이다. 특히 θ_{10} 은 트랜섬에서 선박의 점성저항에 영향을 미친다. 두 개의 곡선

은 차인 라인 상부의 내부 공간에도 영향을 줄 수 있다.

위의 각도를 이용하여 선수와 선미의 곡선을 두 개의 영역으로 나누어 작성한다. 각도의 시작점과 중앙 단면도의 최대 폭 그리고 최대 폭에서의 가상 직선과 각도 시작점에서의 가상 직선이 만나는 점을 통과하는 세 개의 점을 B-spline 을 이용하여 곡선을 생성한다. B-spline의 경우 기본 곡선의 수정이 용이하여 요구에 따라서 쉽게 수정이 가능하다.

위의 파라미터를 이용하면 선형 생성에 있어서 필요한 최소한의 정보를 가진 기본 선형이 생성될 것이다. 또한 이 선형은 주요 파라미터들을 통하여 선박이 가져야 하는 기능적 특성이나 유체역학적 특성을 반영하고 있다. 즉, 정의되어진 각각의 파라미터들은 단순히 형상의 정의를 위한 역할 뿐만 아니라 유체역학적인 성능과 밀접한 관계를 가지고 있어 선형의 초기설계 단계에서 이러한 파라미터들만 가지고도 기초적인 성능을 미리 추정할 수 있으며, 선형과 성능의 관계를 나타내는 데이터베이스를 구성할 수 있다. 이 단계에서 얻은 동일한 결과물을 통해서 서로 다른 기본설계 작업으로 진행할 수도 있으며 계산을 통하여 유체역학적 성능이 만족 하지 않을 경우 연관된 파라미터를 조절함으로써 간단하게 성능이 개선된 선형을 생성할 수도 있다.

3. 선형생성 프로그램 적용

3.1 선형 생성 프로그램 개요

본 연구에서 제안 하는 선형 생성 프로그램은 앞서 서론에서 논하였듯이 파워보트를 설계하고자 하는 사용자가 가장 쉽게 접근하고 선형 생성을 할 수 있도록 하도록 하여야 한다. 기존 조선 산업에서 적용되고 있는 많은 상용 프로그램들이 오랜 시간동안 사용자에게 익숙하게 최적화 작업이 많이 진행되어 있어서, 이들과 다른 새로운 프로그램 데이터를 생성하는 것 보다는 기존 시스템에 적용이 가능하도록 하는 프로그램을 고안 하여야 한다. 또한 이 프로그램을 통하여 기본 선형을 작성하고, 작성된 기본 도면을 바탕으로 생산을 위한 상세 설계 과정을 수행 하는데, 조선소에 따라서 사용하는 CAD 프로그램이 조금씩 차이가 있으므로 기본 도면의 출력은 중립적인 포맷을 갖는 결과물에 출력도 가능하게 하여 선형 결과를 각 조선소가 보유하고 있는 CAD 프로그램으로 사용 할 수 있도록 한다.

Fig. 6은 본 연구가 제안하는 기본 선형 설계 순서도 이다. 가장 먼저 선주의 요구사항에 맞춰 형상에 맞는 각각의 파라미터에 대하여 분석한다. 이때에 설계자의 직관으로 공학적인 측면에 대하여 판단할 수 있다. 변수분석을 마치면 분석된 파라미터들을 입력 한다. 입력된 변수는 2장에서 분석한 순서에 따라서 선형을 생성하고 생성된 선형은 미리 입력된 조건에 대하여 공학적 검토 과정을 거쳐 만족 여부를 판단한다. 만족된 선형은 중립적인 포맷을 갖는 파일로 저장을 한다. 이 순서도에서 선형 생성 프로그램은 파라미터 입력에서부터 성능 분석까지의 과정을 수행하게 된다.



Fig. 6 Flowchart of design program

3.2 프로그램의 구성

변수를 이용한 설계 프로그램에는 먼저 새로운 선형을 생성하는 데에 있어 프로그램의 첫 화면에서 최초의 과정인 주요치수 입력부터 작업을 할 수 있는 입력창이 있다. 본 연구에서는 형상을 기반으로 각 변수를 숫자로 입력 하여 선형을 생성 할 수 있도록 초점을 맞추고 있다. 선주의 요구사항이나 공학적인 요구사항에 맞춰 기본적으로 분석된 변수를 입력 할 수 있도록 한다.

다음으로 입력된 변수를 적용하여 설계에 반영되도록 하여야 한다. 이때 사용자가 입력한 변수에 대하여 실제 적용된 직선 및 곡선에 대하여 즉각 판단 할 수 있도록 입력 창 내에서 확인할 수 있게 하여야 한다. 사용자는 단순히 숫자 입력만으로 형상을 파악하기가 쉽지 않다. 입력된 숫자가 각 형상에 어떠한 영향을 미치는지 수치 입력과 동시에 즉각 확인할 수 있다면, 이 후에 발생하는 검토 과정의 시간을 줄일 수 있다. 간단히 초기 선형에 대해 변수 입력을 마치면 선형의 공학적인 측면과 공간적인 검토 과정을 거치게 된다. 선주의 무리한 요구사항에 대하여 모두 수용 하였을 경우, 공학적 검토 과정에서 선박의 성능 저하 요인이 될 수 있기 때문에 공간과 공학적 검토 과정은 동시에 이루어져야 한다. 본 프로그램에서는 각 변수에 대하여 유체역학적 특징들을 미리 입력 하여, 기본 선형 설계시 공학적으로 개략적인 성능을 추정할 수 있도록 하고, 3차원 형상으로 출력된 모델을 확인하여 공간적 측면의 만족 여부를 판단 할 수 있도록 한다.

다음으로 완성된 기본 선형을 이용해서 다른 선박의 선형을 생성하는 프로젝트에서 변형 및 재사용을 할 수 있도록 생성 단계에서 입력한 특성치 위주로 저장되어야 한다. 한번 선형을 생성할 때 저장된 파일을 로드해서 같은 모델라인의 다른 선형을 생성하거나 같은 특성을 가진 전혀 다른 선형을 생성할 때 활용이

가능해야 본 연구 논문에서의 선형생성 프로세스 제안의 취지를 살릴 수 있다.

3.3 프로토타입 시스템 개발

본 연구에서 제안한 설계 시스템 방법에 따라 사례 시스템을 개발 하였다. CAD시스템은 SIEMENS사의 NX6을 기반으로 하였으며 NX6에서 요구하는 DLL 파일을 구현하여 3D 프로그램에 적용 할 수 있도록 하였다. Fig. 7은 선형 생성 기능을 구현하기 위한 사용자 인터페이스 화면을 보여주고 있다.

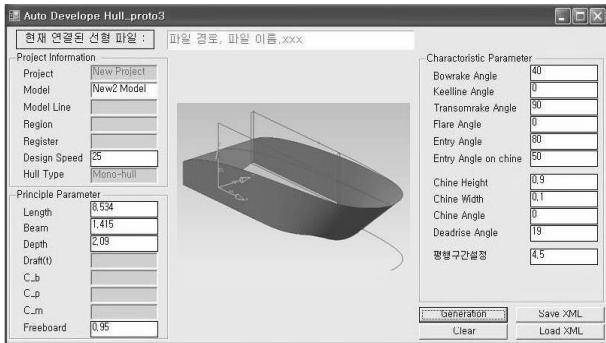


Fig. 7 Program user interface

좌측의 입력창에는 개발하고자 하는 선형의 가장 기본적인 정보를 입력하고 우측의 입력창에는 형상에 관한 변수를 입력 할 수 있게 하였다. 중간 창에는 미리 보기를 할 수 있게 하여 변수 입력 시 형상의 변화를 즉각적으로 파악 할 수 있게 하였다.

3.4 프로그램 적용 연구

본 연구에서 개발한 프로그램의 효율성을 검증하기 위하여 실제 선형을 개발하는데 본 프로그램을 적용 하였다.

Table 2 Input data for parametric design of eco28

	Items	Unit	Dimension
Sheer plan	Loa	m	8.534
	θ1(AB)	Degree	40
	θ2(Ak)	Degree	0
	θ3(AT)	Degree	0
	Hc	m	0.9
	HF	m	2.090
	HT	m	1.140
Body plan	B	m	2.830
	θ4(AF)	Degree	0
	θ5(DM)	Degree	19
Half-breadth plan	θ6(DT)	Degree	19
	θ7	Degree	80
	θ8	Degree	50

선형 생성을 위하여 사용한 대상 선박은 'Eco28'로 이름 붙여진 28피트의 전장을 갖는 선내기가 장착된 파워보트이다. 파라메트릭 설계 방법을 사용하기 위하여 분석된 기본 제원 및 파라미터와 개념 설계 과정을 거쳐 결정된 개략적인 외형을 기준으로 형상에 대한 파라미터들을 추려 Table 2에 수록하였다.

Fig. 8은 Eco28의 측면도를 정의하기 위한 파라미터를 입력하여 생성된 것이다. 선수 형상은 raked 형상이며, 트랜섬은 단순한 수직형태로 설계하였다.

Fig. 9는 평면도에서 두 개의 입사각을 사용하여 데크 와 차인 라인에 대해 표현 하였다. Eco28은 바다에서 낚시를 포함한 레저 활동에 초점을 맞춘 파워 보트로서 선수부에 넓은 공간을 확보하기 위하여 gunwale의 입사각을 크게 표현하였다. 차인 라인에 관한 입사각 역시 데크와 cabin 내부에서의 활동이 모두 편리하도록 비교적 여유 있는 공간 확보에 초점을 맞추었다.

Fig. 10은 정면도의 완성된 모습으로 데드라이즈 앵글과 flare angle을 이용하여 단면 형상을 표현하였다. 데드라이즈 앵글 은 선박의 복원 안정성과 파랑 중 선회 능력 등의 유체역학적인 특성을 고려하여 결정하였으며, 유사한 전장을 가지는 파워 보트들에 채택되어진 값들과 크게 다르지 않은 평균적인 값에 해당한다. flare angle은 공간 확보를 우선으로 하여 데크의 폭과 차인 라인에서의 폭이 같은 값이 되도록 하였다.

설계하고자 하는 선박의 기본 제원과 요구사항 형상에 대한 변수를 분석하고, 실제 프로그램에 적용해 본 결과 요구하고자 하는 형상을 표현할 수 있었다.

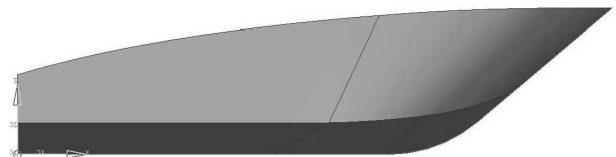


Fig. 8 Eco28 sheer plan

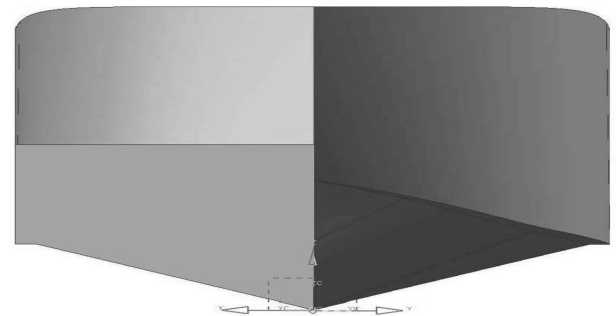


Fig. 9 Eco28 body plan

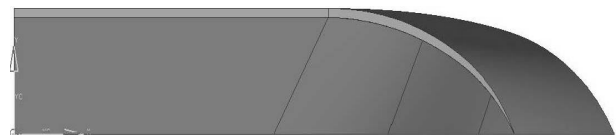


Fig. 10 Eco28 half-breadth plan

4. 결론

파워보트의 초기 설계를 위하여 기존에 조선소에서 주로 사용하는 실적선 바탕의 모선에서의 변환 방법이 아닌 선형의 주요 특성을 나타내는 파라미터를 이용한 파라메트릭 설계법을 연구하고 프로그램에 적용하였으며, 기본 제원 3가지를 제외하고 13개의 파라미터만 사용하더라도 일반적인 파워 보트의 선형을 얻는 데는 만족할 만한 결과를 얻었다. 초기 선형에 대해 유체역학적 성능 개선이나 다양한 설계 요구사항에 대해서 간단히 파라미터 몇 가지만 변경하면 전체적인 선형을 변형할 수 있어 작업을 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

향후 선형 생성에 소요되는 복잡한 형태의 곡선과 곡면 형태에 대해 파라미터를 적용할 수 있는 방법과 다양하고 복잡한 형태의 선형을 생성할 수 있는 기능 개발을 포함하여 각각의 파라미터들과 유체역학적인 성능과의 관계를 CFD 해석과 수조시험 등을 통해 규명하고 이를 데이터베이스화할 예정이다. 이러한 연구는 초기설계 단계에서도 유체역학적 성능과 연계된 선형 설계가 가능하도록 한 CAE 기능을 갖춘 파워보트 설계 프로그램으로 성능을 향상 시킬 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부 해양에너지장비산업 경쟁력강화사업(과제 번호: 10037981, 3D 제품 설계기반과 신제작 공법을 이용한 20foot 및 60foot 급 파워보트 시제선 개발)의 지원을 받아 수행되었습니다.

참고 문헌

Abt, C. Bade, S.D. Birk, L. & Harries, S., 2001. Parametric Hull Form Design - A Step Towards One Week Ship Design, *8th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures. PRADS*, Shanghai, China, 2001.

Ahn, D.H. Lee, P.L. Yoo, J. & Shin, J.G., 2011. A Study About an Application to Manage Characteristic Values for Design New Hull Form of Power Boat, *Symposium of Korea Society of CAD/CAM Engineers*, 26-28 January 2011, pp.374-380.
Harries, S., 1998. *Parametric design and Hydrodynamic Optimization of ship hull forms*. Dissertation. Technical University Berlin.
Harries, S. & Abt, C., 1997. Parametric Curve Design Applying Fairness Criteria, *International Workshop on Creating Fair and Shape-Preserving Curves and Surfaces, Network Fairshape*, Berlin, Potsdam, 1998.
Nowachi, H., 1993. Hull Form Variation and Evaluation. *Journal of Kansai Society of Naval Architecture*, 219, pp.173-184.
Nowachi, H., 1997. Construction of Fair Curves and Surfaces, *ISM Report No.97/7*.
Richard, A.R., 1994. A rational prismatic hull approach for planing hull analysis. *The society of naval architects and marine engineers, great lakes and great rivers section meeting*, Cleveland, USA, January 1994.



정오한



유재훈