
 論 文

大韓造船學會論文集
 第31卷第4號 1994年11月
 Transactions of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 31, No. 4, November 1994

전산 선형설계 시스템의 개발을 위한 기준모델

한순홍*, 이순섭**

A Reference Model for the Computer-Aided Design of Hull Forms

by

Soon-Hung Han* and Soon-Sub Lee **

요 약

컴퓨터를 이용하여 선박의 선형설계 작업을 개선하고자 하는 노력은 컴퓨터가 개발되어 이용되기 시작한 1960대 부터이다. 우리나라에서도 FORAN 등의 도입된 소프트웨어를 통해 일찍부터 관심을 가졌으나, 자체 개발을 위한 활동은 최근에야 활발해지고 있다. 선형설계 시스템의 개발에 제한된 개발자원을 효율적으로 이용하기 위해서는 업무의 분담과 통합을 위한 공통의 개발모델이 필요하다. 이 글에서는 국내외의 관련연구, 특히 조선 이외 분야의 연구를 포함하여, 기술개발 현황을 분석하고, 이를 바탕으로 전산 선형설계 시스템의 개발을 위한 하나의 기준모델을 제시하였다. 이 과정에 전산선형설계를 구성하는 요소기능들이 새롭게 분류되었으며, 이들 간의 조합을 통해 기준모델을 구성하였다.

Abstract

The efforts to utilize modern computers for the hull form design of ships, started in the 1960s. In Korea, tools for the computer-aided hull form design such as FORAN system have been used from the 1970s. However, the development efforts for such tools have just started. To maximize the output from the limited research resources in this field, a reference model for the development is proposed. The model can be used to decompose the task into sub-tasks, and to integrate the separately developed component technologies afterwards. To produce the reference model, the state-of-the-arts has been surveyed, including both foreign and domestic researches, within both shipbuilding industry and general CAD sectors. In the process, component functions for the hull form design have been identified. The reference model is constructed using these identified component functions.

접수일자 : 1993년 10월 8일, 재접수일자: 1994년 8월 12일

* 정회원, 과학기술원 서울분원, 자동화 및 설계공학과

**정회원, 선박해양공학연구센터

약어설명

- CAD/CAM : Computer -Aided Design / Computer -Aided Manufacturing
- CB : Block Coefficient
- CFD : Computational Fluid Dynamics
- CM : Midship Section Coefficient
- CP : Prismatic Coefficient
- DB : Database
- FEM : Finite Element Method
- GUI : Graphical User Interface
- ICCAS : International Conference on Computer Applications in the Automation of Shipyard Operation and Ship Design
- LCB : Longitudinal Center of Buoyancy
- NURBS : Non-Uniform Rational B-Spline
- SCAHD : Computer Aided Hull Surface Definition

1. 머리말

선박의 바깥 형상은 자유곡면 (Free Form Surface)으로 표시되며, 이것을 결정하는 선형설계 작업은 선박설계자의 주요업무 중의 하나이다. 개념설계 과정에서 결정된 선박의 주요요목의 범위 안에서, 저항추진 성능이나 내항조종 성능을 최대로 낼수 있는 선형을 설계하는 것은 계속해서 연구의 대상이 되고 있다. 한편, 작업성 면에서도 두꺼운 철판으로 자유곡면을 가공해 내야하는 어려움을 감안하여 우수한 선형이 설계되어져야 한다.

전산선형설계라 함은 이러한 전통적인 선형설계 작업에 빠르게 발전하고 있는 컴퓨터 분야의 기술을 이용하는 것이다. 반복적인 계산과 대량의 데이터를 엄청난 속도로 처리해 내는 컴퓨터를 이용하여, 전통적인 선형설계 작업을 개선하고자 하는 것이 그 목적이다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 Fig. 1 에 보인 것과 같이, 컴퓨터 이용기술과 전통적인 선형설계 기술이 잘 접목 되어야 한다.

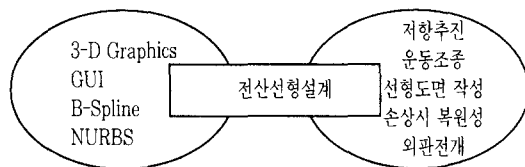


Fig. 1 Components for computer-aided hull form design

전통적인 선형설계에는 설계방법, 저항추진, 운동조종 성능, 선박계산, 복원성능, 재화용적, 재화시 중량

도, 다른 기능 설계와의 연계, 외관전개, 작업성 등의 기술이 복합되어 이용되고 있고, 컴퓨터 이용기술에는 컴퓨터 그래픽스, 곡면 모델링, 자유곡면설계, B-Spline, NURBS, 사용자 인터페이스, 소프트웨어 공학 등의 기술이 필요하다.

이 글에서는 근래에 활발히 전개되고 있는 국내의 선형설계 연구들 간에 협력과 조율이 필요하다는 판단에서, 그 협력의 매개가 될수 있는 기준모델을 제시한다. 이러한 기준모델을 작성하기 위하여, 우선 국내외의 전산선형설계 분야의 연구현황을 분석하였고, 이러한 분석을 토대로 전산선형설계 시스템이 갖춰야 할 요소기능들을 찾아내었다. 그 요소기능들에 대하여 새로운 분류를 시도하였으며, 마지막으로 기준모델을 제시하였다.

2. 국내외의 연구 현황

선형설계 작업에 컴퓨터를 이용하기 시작한 것은 컴퓨터의 발달 과정과 맥을 같이 한다. 그러한 노력이 논문의 형태로 본격적으로 나타난 것은, 1973년 일본에서 개최된 첫번째 ICCAS 회의이다 [2][3]. 그후 1977년에는 전산선형설계만을 위한 국제회의가 SCAHD 라는 이름으로 미국에서 개최 되었고 [6], 이때에 B-Spline 이라는 용어가 논문제목에 처음으로 사용되었다 [7][10][13][14].

근래에는 컴퓨터 그래픽스 분야와 응용수학 분야에서 자유곡면의 처리에 대한 활발한 연구가 진행되고 있는데 [15][18][22][24][26], 이에 반해서 조선분야의 논문은 줄어드는 편이다. 국내에서는 1977년에 전산

선형설계에 관련된 논문이 처음으로 발표되었는데 [4] [5], 그것은 당시 조선소에 도입된 Viking, Autokon 등의 CAD/CAM 시스템에 관련되어진 연구이다. 그후 80대에 관련 논문이 차츰 늘어 오다가 [11] [17][19], 90년대에 들어 와서는 많은 논문들이 발표되고 있다.

한편, 앞으로 주목해야 할 기술로는 자유곡면과 FEM 기술의 접목에서 도출되는 새로운 기술, 즉 기하학적으로만 처리되던 형상에 힘이나 변형으로 표시되는 역학이 도입되는 분야와, NURBS, β -spline, v-spline 등으로 표시되는 새로운 곡면표현 방법의 이용 기술, 그리고 선박 건조의 측면에서 공작성을 고려한 전개가능 곡면의 이용 기술 등이다.

3. 선형의 생성

선형의 생성 (Hull Form Generation) 이라 함은, 선형설계를 시작할 수 있는 첫번째 도면을 만들어 내는 것을 말한다. 그것은 선박의 주요 요목이라는 수치로 부터, 형상을 도출해 내는 커다란 변화를 수반하는 단계로서, 설계경험이 없는 사람에게는 거의 불가능할 정도로 어려운 작업이지만, 설계 경험이 많은 사람에게는 유사한 실적인 도면을 찾아내기만 하면 되는 아주 간단한 일이기도 하다.

선형생성의 방법은 크게 두가지로 분류되는데, 첫번째는 실적선 데이터베이스로 부터 유사 선형을 찾아서 이용하는 것이다. 현대중공업 선형계획부에서는 우수한 선형자료를 선종별로 분류하고, 대표적인 선형의 반복표 (Offset Table)를 무차원화해서 초기선형 도출에 이용하고 있다.

두번째 방법은 선박의 형상을 나타내는 형상계수 (Hull Form Parameter)와, 선형을 표현하는데 이용되는 곡선이나 곡면을 나타내는 수식 사이의 관계식을 도출하여 선형을 도출하는 방법이다 [8][11][12]. 이 방법에서는 형상계수라는 수치를 입력하면, 앞에서 구한 관계식을 이용하여 선형을 도출한다. 이러한 방식을 이용하는 시스템으로 스페인에서 개발된 FORAN 이나 [2] 미해군의 HULGEN, 미국 미시간 대학의 M-Hull 등이 있다 [23]. Fig. 2 는 M-Hull 이 형상계수와 특성곡선을 이용하여 선형을 생성하는 과정을 보여준다.

이 과정에는 조선공학적인 의미를 갖는 형상계수들이, 순수한 수학적인, 또는 기하학적인 계수들로 변환되는 과정을 거치며, 여기에 설계경험이나 실적선 자료 데이터베이스가 이용된다. 예로 Series-60 선형 데

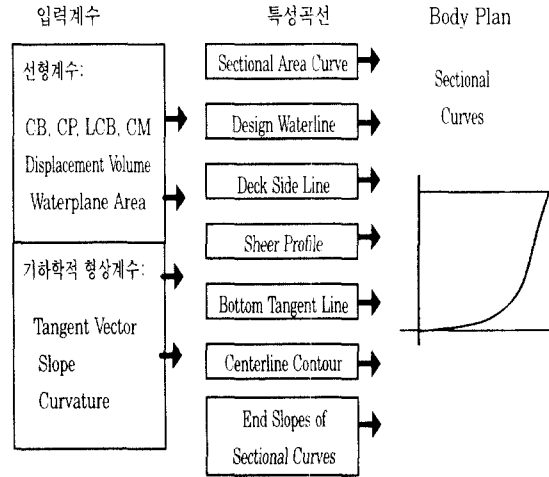


Fig. 2 Hull form generation from form parameters and characteristic curves [23]

이타베이스를 이용하여, 선박의 주요요목이 주어지면 Series-60와 유사한 선형을 결정하는 기하학적 계수들을 찾아낼 수 있다. 또다른 예로, Kracht 차트에 의해 선수 벌브의 형태와 크기가 결정되면, 그 벌브의 형상을 나타내는 B-Spline 곡면의 조절점 (Control vertex)들이 구해져야 한다.

계수들의 갯수만을 따져볼때, 선형의 생성은 십여개의 주요요목으로 부터 백여개의 기하학적 계수를 생성해내는 작업이다. 설계경험이 많은 전문가는 원하는 선박의 형상을 결정할 수 있는 기하학적 계수를 직접 입력할수도 있으나, 경험이 없는 사람은 실적선 자료에 의존해야 한다. 이러한 과정에, 즉, 주요요목과 선형계수로 부터 곡면을 나타내는 기하학적 계수를 찾는 데 전문가시스템이나 퍼지이론이 도움이 된다 [28].

이렇게 실적선형 데이터베이스의 역할이 선형생성 과정에 중요하므로, 새로운 선형의 출현과 변화에 따른 데이터베이스의 갱신(Update) 문제가 발생한다. 실적선형 데이터베이스로 부터 구해진 관계식 또는 지식베이스는 그 데이터베이스가 변할때 마다 갱신되어야 한다. 즉, 새로운 선형이 추가되고 낡은 선형은 데이터베이스에서 제외 되어야 하며, 그에따라 선형계수와 선형표현식을 연결해 주는 관계식도 변경되어야 한다. 국내에 도입된 FORAN 시스템이 현재 실무에 잘 적용되지 않는 이유중에 하나는 이러한 갱신 문제로 파악된다.

데이터베이스의 갱신 문제를 해결하는 방법으로 적응회귀분석 (Adaptive Regression Analysis)가 있다

(Fig.6 참조). 이 방법을 이용하면 관계식의 형태만 정의해 놓고, 그 식의 계수는 필요할때 마다 도출한다. 데이터베이스 중에서 설계하고자 하는 선형에 적합한 선형 자료들만을 추출하여, 그로부터 관계식의 계수를 도출한다. 이 방법은 실적선 선형 DB와 관계식 결정 과정을 일체화 하여, 상황에 따라 유연하게 대처할 수 있는 방법을 제공한다.

4. 선형의 정의

선형의 정의 (Hull Form Definition 또는 Hull Form Representation)는 원하는 선박의 기하학적 형상을 어떻게 컴퓨터 내부에 저장하는가 하는 문제를 다룬다. 일반적으로 선형은 Spline 이라는 수학적식으로 표현되며, 궁극적으로는 0 또는 1의 이진수로 컴퓨터 내부에 표현된다. 이와 같은 선형의 정의는 전산선형 설계의 모든 단계에서 이용되어 진다. 일단 컴퓨터 내부에 선형이 표현되어야 그것으로부터 변환이나 선박 계산 등의 작업이 가능하기 때문이다.

선형을 정의하는 방법은 여러가지로 분류될 수 있는데 우선 Fig. 3 과 같이 2차원 곡선정의 (Curve)와 3차원 곡면정의 (Surface)로 대별할 수 있다. 곡선정의는 와이어프레임 (Wireframe) 모델링이라고도 하며, 전통적인 선형도면에서와 같이 곡선만으로 선형을 표시하는 것이다. 곡면정의는 곡선과 곡선 사이의 비어있는 공간도 수식으로 표현하는 것이다. 인간 설계자는 곡선정의만 가지고도 그 사이의 곡면을 유추해 낼 수 있으나, 컴퓨터라는 기계는 그러한 능력을 갖고 있지 못하므로 완벽한 정의가 필요하다. 또한 인간설계자도 사람에 따라 약간씩은 서로 다른 곡면을 곡선정의로부터 유추해낼 것이므로, 정밀한 가공을 필요로 하는 경우에도 곡면정의가 요구된다. 예를 들면, 프로펠러 가공, 특히, 자동가공을 위한 형상의 표현은 촘촘한 곡선보다는 곡면표현이 바람직하다.

설계의 초기 단계에는 생성된 정보의 양도 많지 않고, 설계 변경도 자주 발생하게 되므로, 곡선정의가 더 쓸모가 많고, 상세설계 단계에 이르면 설계가 어느 정도 확정되고, 생산을 위한 정밀한 선형정의가 요구되므로 곡면정의가 더 효과적이다. 따라서 선형설계의 전 과정을 효율적으로 전산처리하기 위해서는 곡선정의와 곡면정의가 모두 필요하다 (Fig.6 참조).

한편, 선수미부는 Rounding, Stern Tube, Knuckle, Bulb 등의 심한 형상 변화를 요구하므로, 곡면 모델링에 어려움이 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여 Triangular Patch와 NURBS 등의 적용

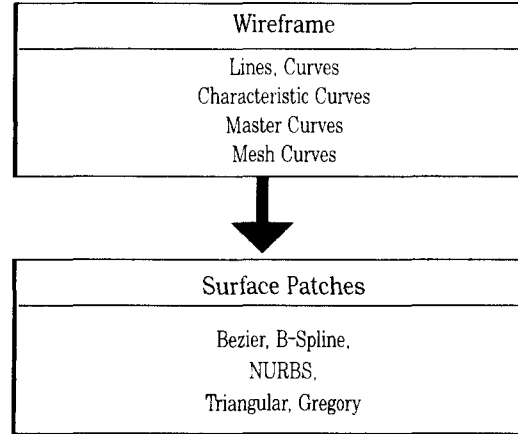


Fig. 3 Methods of hull form definition

이 시도되고 있다. 곡면(Surface) 정의시의 또다른 문제점은, 전통적인 선도에 표시되는 정면선도 (Body Plan), 평면선도 또는 수선면 곡선도 (Water Lines), 측면선도 (Buttock Lines) 를 구하기 위해서는 곡면 교차를 필요로 한다는 것이다. 일반적으로 3차식으로 표시된 곡면에 대한 교차 곡선을 구하는 것은 계산량도 많고 쉽지 않은 문제이다 [15]. 그러나 선박설계자는 전통적인 단면곡선 (Sectional Curve)들을 설계과정에서 수시로 이용하므로, 곡면교차 기능이 요구된다.

수식의 형태로 분류하면, 선형을 정의하는데 Cubic Spline, B-Spline, NURBS 등이 사용되고 있다. 수식의 차수로 분류하면, 선도제작에 사용되는 횡자 (Batten)가 굽힘 모멘트를 받는 보 (Beam)로 모델링되므로, 3차곡선이 주로 이용된다. 그러나 생산단계에서는 플로터 (Plotter)나 수치제어 절단기의 특성에 따라 2차식인 원호로의 변환이 요구된다.

5. 선형의 변환

선형의 변환 (Hull Form Transformation)은 생성된 초기선형을 원하는 선형이 되도록 개별화 작업을 하는 것으로, 설계변경 (Design Modification)을 반복하는 것이다. 선형변환 작업은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 첫째는 Lackenby Method와 같이 LCB나 CB를 조정하여 전체 형상을 변경하는 전체변환이고, 둘째는 기관실 부근의 형상을 조정하는 경우와 같이, 부분적인 변경을 수행하는 국부변환이다. 국부변환에서는 정면선도 (Body Plan)의 개별 Station을 변경

하거나, 일정한 부위를 변경하는 Zone Modification 기능이 요구된다.

현재 사용되고 있는 대부분의 선형설계 시스템에서는, 곡면 (Surface) 정의를 거치지 않고 곡선 (Curve) 정의를 생산단계 까지 이용하고 있다. 이 경우에는 전통적인 선형설계 작업과 마찬가지로, 각 단면곡선 (Sectional Curve) 들 간에 불일치를 해소해야한다. 이것을 교차순정 (Cross Fairing) 이라고 하며, 국부 변환을 위하여 몇개의 곡선을 변경하였을때, 그에 따른 다른 단면곡선의 변경을 반영하기 위하여 필요한 작업이다. 이것은 매우 번거로운 작업으로 많은 작업 시간을 소요하는데, 만일 곡면정의를 이용한다면 생략될 수 있는 작업이다.

그러나 설계변경이 많은 초기단계에서는 Profile, Side Tangent와 같은 주요곡선 (Characteristic curve 또는 Master Curve) 으로부터 시작하여 [23] [27] 선형정의를 해나가는 곡선정의를 더 효율적일 것이므로, 교차순정을 효과적으로 수행할 수 있는 방안이 필요하다. 만일 교차순정 작업시에 설계자가 정면선도 (Body Plan), 평면선도 (Water Lines), 측면선도 (Buttock Lines) 를 동시에 보고 작업할 수 있다면, 작업효율이 향상될 것이다. 이렇게 세가지 단면곡선을 한꺼번에 화면에 표시하고 선형변환 작업을 하는 것을 3-View (Cross) Fairing 이라고 부르기도 있다.

한편, 곡면정의를 이용하는 방법에서도 Station 별 설계변경이 필요한 경우도 있다. 이 경우에 3차원적으로 정의되어 있는 버어텍스 또는 곡면상의 한 점을 이동할때, 해당 Station을 포함하는 단면 (Plane) 내에서만 이동하는 것이 바람직한 경우가 많다. 이러한 경우를 곡면의 제한변경 (Constrained Modification) 이라고 한다 [21].

6. 선형의 순정

앞절에서 설명된 교차순정은 그 용어가 의미하듯이 일반적으로 순정작업의 일부로 여겨지고 있으나, 이 글에서는 선형변환의 일부로 분류하였다. 그것은 선형 생성 작업의 결과물은 순정된 선형으로 볼 수 있기 때문이다. 순정되어 있는 선형의 균형이 깨지는 것은 설계변경을 반복하는 선형변환 작업에 의한 것이므로, 곡선간의 불일치를 제거하고 큰 굴곡들을 제거하는 교차순정을 선형변환의 일부로 분류한다. 또한, 곡선정의를 사용하는 현재의 시스템들이 NAPA 시스템과 같이 곡면정의를 이용하는 시스템으로 기능향상이 이루어진다면, 교차순정 작업의 대부분은 불필요한 작업

이 된다. 한편으로는, 기존의 업무흐름을 존중하여 곡선순정작업을 거칠은 순정 (Macro Fairing) 이라고 하고, 이 절에서 설명하는 곡면순정 작업은 미세순정 (Micro Fairing) 이라고 구분할수도 있을 것이다.

선형의 순정 (Fairing) 이라 함은, 선형설계가 완성 단계에 이르러 대강의 형상과 치수가 결정된 상태에서, 생산을 위하여 곡면을 매끈하게 정돈하고 곡면상의 국부적인 불균일점을 제거하는 작업으로, 여기서의 설계변경은 미세한 변위를 위주로 한다. 이 작업을 위해서는 곡면정의를 절대적으로 유리하며, 많은 순정 방법들이 철판의 변형에너지를 최소화 하는 방향으로 유도한다. 이 과정은 인간 설계자의 도움이 필요없이 자동화가 가능하다. 이 과정에 순정한 정도를 눈으로 확인하기 위하여 곡률을 가시화하기도 하는데, 순정도의 판정을 위한 객관적인 기준이 마련되어 있지 않다는 점이 문제로 남아있다.

곡선정의를 이용하여 선형의 변환을 끝낸 후에, 그 주요 곡선으로부터 곡면을 만드는 과정을 Skinning 이라고 부르며, 이 Skinning 과정에 변형에너지를 도입하여 순정작업을 한꺼번에 처리하기도 한다 [9][20] [22]. 한편, Mesh Fairing 이란 곡선망 (Curve Mesh) 을 이용하여 곡선망의 변형에너지를 최소화하므로써 순정된 곡선망을 구하고, 이를 통해 순정작업을 구현하는 방식이다 [25].

7. 성능평가

선형이 설계되고 나면 그 결과에 대한 면밀한 평가 작업이 필요하다. 처음에 의도되었던 성능을 낼수 있는 선형이 설계되었는지를 확인하는 작업이 필요하며, 원칙적으로는 설계의 단계마다 그 성능의 확인작업이 수시로 수행되어야 한다. 또한, 설계의 상세한 정도에 따라 성능평가 작업도 그 상세한 정도가 달라져야 한다. 이러한 성능평가 기능은 다음과 같이 크게 두가지로 분류할수 있다.

(1) 선형특성계산 (선박계산법) : 설계된 선박이 요구되는 화물의 물량을 안전하게 운반할 수 있는지를 확인하는 과정이며, 전산화가 가장 먼저 시도된 분야이다. 배수량 Bonjean, 복원성, 트림 등의 계산이 여기에 포함된다.

(2) 유체성능 해석 : 설계된 선형이 우수한 저항추진 및 운동조종 성능을 갖고 있는 지를 확인하는 과정으로, 그동안은 주로 실험에 의존하였던 분야이나, 최근에 전산유체역학 (CFD)의 발달과 함께 전산화가 확대되고 있다. 전산선형설계 작업과 접속되기 위해서

는 격자생성 (Grid Generation) 또는 메쉬생성 (Mesh Generation)의 기능이 추가되어야 한다.

8. 외판전개

선박의 외판은 생산단계에서 철판 조각들의 집합으로 형성되므로, 설계된 선형은 생산과정에서 규격화된 철판 크기에 맞도록 작은 조각으로 나뉘고, 철판의 절단을 위해 평면상에 전개되어야 한다. 이 과정에서 3차원 곡면이 Fig. 4에 보인 것과 같이 강판이라는 2차원 평면으로 변환되었다가, 생산과정에서 원래 설계된 대로 다시 3차원 곡면으로 변환된다 [29].

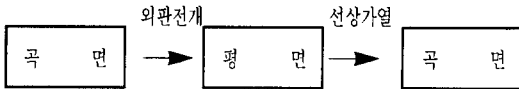


Fig. 4 Development and manufacturing of shell plates

일반적인 자유곡면 (Free Form Surface)을 평면으로 전개하는 것은 수학적으로 불가능 하며, 곡면의 근사화 (Approximation) 과정이 필요하다. 이 과정에 오차가 개입되게 되며, 평판을 다시 자유곡면으로 가공하는 과정에 다시 오차가 포함될 수밖에 없다. 이러한 문제점을 제거하기 위하여 선형의 설계에 자유곡면 대신에 전개가능 곡면을 사용할 수 있다. 전개가능 곡면이란 Fig. 5에 보인 것과 같이 한개의 직선이 공간상을 움직이며 생성해 내는 곡면을 말한다(좀 더 엄밀히 말하면 Gaussian Curvature K가 항상 0인 곡면이다).

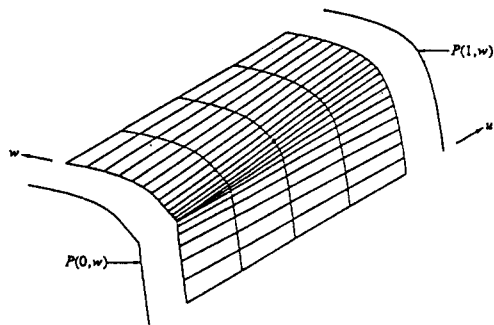


Fig. 5 Developable surface [24]

선형설계 작업에서 전개가능 곡면 만을 이용하는 선형설계 방법은 생산작업 면에서는 곡가공 작업을 대폭 줄일수 있어 유리하나, Knuckle Line과 같은 불연속

곡선을 설계곡면에 포함시켜야 하므로, 저항추진 성능에 많은 영향을 줄 수 있다 [1][16]. 따라서 이러한 작업을 성공적으로 수행하기 위해서는 유체성능의 변화가 설계와 함께 평가되어야 한다.

9. 기준모델

전산선형설계를 위한 기준모델을 Fig. 6와 같이 제안하며, 이것이 효과적인 시스템이 되기 위해서는 다음과 같은 기능들이 필요하다. 우선 선박의 주요요목과 실적선형 데이터베이스로 부터 유사선형을 선정하거나, 형상계수를 이용하여 회귀분석을 거쳐 선형을 생성하는 모듈이 필요하다. 일단 생성된 선형은 컴퓨터 내부에 표현되어야 하는데, 선형정의를 위해서는 곡선정의와 곡면정의가 모두 필요하며, 적당한 설계의 단계에서 곡선정의가 곡면정의로 변경되어야 한다.

몇개의 주요곡선으로 표현되는 초기선형은 변환과정을 거치며, 설계하고자 하는 선박의 특성에 맞도록 설계변경이 진행된다. 이 변환작업은 전반적인 변환과 국부적인 변환을 모두 포함하며, 설계의 상세화 단계를 거쳐 곡면정의로 변이된다. 이 글에서는 교차순정이라고 부르는 작업이 변환작업의 일부로 분류되었다. 선형의 순정작업은 선형의 특성을 변경하는 정도의 큰

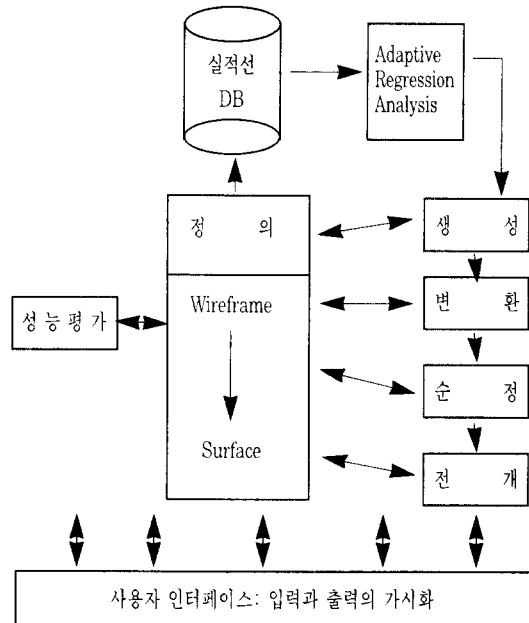


Fig. 6 A reference model for computer-aided hull form design

설계변경이 아니고, 외관 생산작업을 위해 생산이 가능한 정도의 가공 정밀도 수준에 맞는 곡면으로 상세화 하는 작업으로 정의하였다. 완성된 선형은 평면 강판으로의 전개와 수치제어 절단기의 이용, 그리고 곡가공 공정을 거친다.

이러한 일관된 작업이 한개의 시스템 내에서 지원되기 위해서는, 생성에서 변환, 순정을 거쳐 전개에 이르는 각 설계의 단계 사이에 자연스러운 이전이 필요하다. 그것은 각 단계를 구성하는 모듈간의 적절한 모듈간 인터페이스와 그것을 총체적으로 관리하는 사용자 인터페이스가 그 역할을 하게 된다. 따라서 좋은 사용자 인터페이스의 개발이 중요하며, 이를 통해 설계자의 의도가 설계에 쉽게 반영될 수 있어야 한다. 또한, 설계의 각 단계마다 상세한 정도에 맞게 설계된 선형의 성능이 평가될 수 있어야 하며, 건조되어 실험과 시운전이 수행된 실제선형이 데이터베이스에 저장되어 추후 설계에 이용되어야 한다. 생산작업성이 선형설계시에 처음부터 고려될 수 있도록 지원하는 기능도 필요한 기능이다.

10. 맺음말

이 글에서는 전산선형설계 시스템의 개발을 위한 공통의 모델을 제안하기 위해, 1) 국내외의 전산선형설계에 대한 관련 연구가 조사되었으며, 2) 이를 바탕으로 전산선형설계를 구성하는 요소기능들이 찾아지고 재분류 되었다. 그것은 선형의 생성, 정의, 변환, 순정, 전개, 성능평가 기능들이다. 3) 이들의 상관관계와 개별작업에 대한 업무내역이 정리되었으며, 4) 바람직한 전체적인 구성을 보여주는 하나의 기준모델이 제시되었다.

전산선형설계 시스템을 개발하기 위하여는 개별 연구 주체 간에 업무 분담과 협조가 필요하며, 이것을 매개하는 수단으로 기준모델이 좋은 수단으로 판단된다. 이러한 노력을 통하여 적절한 기준모델이 만들어 진다면, 이 분야의 다양한 연구 주체들 간의 자연스러운 업무분담과 협력이 가능할 것이고, 사용하는 용어의 통일을 얻을수 있을 것이다. 또한 앞으로 연구투자가 집중되어야 할 문제기술의 파악에 도움이 될 것이다. 물론, 이러한 기준모델은 전산선형설계 연구에 관련된 많은 참여자들의 합의를 바탕으로 완성되어야 하며, 기술발전과 사용자 요구사항의 변화에 따라 계속 수정되어야 하는 것이 바람직 하다.

참 고 문 헌

- [1] 김극천, "한국 연근해 어선에 대한 전개가능곡면 선형의 응용", 조선학회지 7(1):57-78, 1970년 2월
- [2] Belda J. A., Martinez-Abarca E., Torroja J., "The FORAN system", ICCAS'73, Aug. 1973
- [3] Kuo C., Kyan A., "Direct generation of fair ship hull surface from design parameters", ICCAS'73, Aug. 1973
- [4] 김광욱, 장석, "설계 및 생산작업을 위한 선형의 수식표시 방법", 조선학회지, 14(1):19-32, 1977년 3월
- [5] 김효철, 양영순, "축차삼각법에 의한 선형의 수치표현법에 관하여", 조선학회지, 14(3):1-4, 1977년 9월
- [6] SCHAD'77, First International Symposium on "Computer Aided Hull Surface Definition", SNAME, Sept. 1977
- [7] Rogers D. F., "B-spline curves and surfaces for ship hull definition", SCHAD'77, Sept. 1977, pp.79-96
- [8] Creutz G., Schubert C., "Interactive curve creation from form parameters by means of B-splines", Schiffstechnik Bd. 25, pp.121-140, 1978
- [9] Rabien U., "Ship surface design by transforming given mesh representations", IC-CAS'79, 1979
- [10] Rogers D. F., Satterfield S. G., "B-spline surfaces for ship hull design", Computer Graphics, 14(3):211-217, ACM (Association for Computing Machinery) Siggraph, 1980
- [11] 민계식, 홍성균, 김기섭, "상호 관련 특성곡선에 의한 선형개발 연구", 조선학회지, 20(1):1-10, 1983년 3월
- [12] Nowacki H., Reese D., "Design and fairing of ship surfaces", in Barnhill R. E., Boehm W. (Eds.), 'Surfaces in CAGD (Computer Aided Geometric Design)', pp. 121-134, 1983
- [13] Rogers D. F., Satterfield S. G., Rodriguez F. A., "Ship hulls, B-spline surfaces and CAD/CAM", IEEE Computer Graphics and Applications, Dec. 1983

- [14] Fog N. G., "Creative definition and fairing of ship hulls using a B-spline surface", CAD, 16(4):, July 1984
- [15] Satterfield S. G., Rogers D. F., "A procedure for generating contour lines from a B-spline surface", IEEE CG&A, pp.71-75, April 1985
- [16] Norskov-Lauritsen O., "Practical application of single curved hull definition : Background, application, software and experience", Proceedings of ICCAS'85, Not in the Proceedings, Sept. 1985
- [17] 윤병호, 서승완, 김원돈, 김광욱, "B-spline을 이용한 선체표현에 관한 연구", 대한조선학회지, 22(3):19-26, 1985년 9월
- [18] Catley D., Whittle C., Thornton P., "Applications of the general surface definition and manipulation system, GEN-SURF", in Martin R. R. (Ed.), The Mathematics of Surfaces II, Clarendon Press, 1987, pp.171-202, Conference held in Sept. 1986
- [19] 이규열, 강원수, "선형변환에 의한 최적 초기 선형 설계 기법에 관한 연구", 대한조선학회지, 24(2):, 1987년 6월
- [20] Jensen J. J., Baatrup J., "Transformation of body planes to a B-spline surface", Proceedings of ICCAS'88, Sept. 1988
- [21] Rogers D. F., Fog N. G., "Constrained B-spline curve and surface fitting", Proceedings of ICCAS'88, Sept. 1988
- [22] Woodward C. D., "Skinning techniques for interactive B-spline surface interpolation", Computer-Aided Design, 20(8): 441-451, Oct. 1988
- [23] Chen Y., Parsons M. G., "M-Hull : An interactive graphics hull design program - User's manual" Dept. of Naval Architecture and Marine Engineering, Univ. of Michigan, Oct. 1990
- [24] Rogers D. F., Adams J. A., "Mathematical Elements for Computer Graphics", 2nd Edition, McGraw-Hill, 1990
- [25] Huanzong R., Gang C., Weirong Z., "Non-Uniform B-Spline Mesh Fairing Method", ICCAS'91, Sept. 1991
- [26] 최병규, "Surface modeling for CAD/CAM", Advances in Industrial Engineering, Vol.11, Elsevier, 1991
- [27] Bardis L., Vafiadou M., "Ship-Hull Geometry Representation with B-Spline Surface Patches", Computer-Aided Design, 24(4):217-222, April 1992
- [28] 김수영, 이연승, "Fuzzy 모델을 이용한 초기 선형 생성", 대한조선학회 논문집, 29(4):, 1992년 11월
- [29] 신종계, "선체생산 가공방법의 역학적 특성", 조선학회 92 추계학술발표회, 1992년 11월