
 論 文

大韓造船學會論文集
 第 29 卷 第 4 號 1992 年 11 月
 Transactions of the Society of
 Naval Architects of Korea
 Vol. 29, No.4, November 1992

사용자 지향 대화형 개념설계 모델

이동곤*, 이경호*, 한순홍*, 이순섭*, 이규열*
 신수철**, 신동원***, 이종철****, 권성철*****

User-Oriented Interactive Model for Conceptual Design of Ship

by

D.K.Lee*, K.H.Lee*, S.H.Han*, S.S.Lee*, K.Y.Lee*
 S.C.Shin**, D.W.Shin***, J.C.Lee**** and S.C.Kwon*****

요 약

선박의 개념설계를 지원하기 위한 기존의 설계 모델들은 경험식에 기초한 각종 성능의 추정
 으로 인하여 설계치에 대한 신뢰성이 낮으며, 작업환경이 대화형으로 되어있지 않아, 실제 설계
 과정을 충실히 반영하지 못하였다.

본 논문에서는, 이러한 단점을 해결하기 위하여 실적선 자료에 기초한 선박의 성능 추정이
 가능하도록 실적선 데이터베이스, 주기관 데이터 베이스를 구축하여 설계 모델과 결합하였다.
 또한 대화형의 작업환경을 위하여 그래픽 사용자 인터페이스를 개발하였다.

Abstract

This paper describes a design model for conceptual design of ship. Existing design models
 have some problems. For example, operating environment of batch versions can not reflect
 design procedure of real world truly and reliability of results are not high because means
 of performance estimation are based only on empirical formula. To improve these problems
 of existing design models, a new design model has been developed. The new model consists
 of interactive environment with databases of main engine and existing ship data. To develop
 user-oriented system, graphic user interface(GUI) is adapted.

접수일자: 1991년 10월 18일, 재접수일자: 1992년 6월 1일

- * 정회원, 해사기술연구소
- ** 정회원, 삼성중공업
- *** 정회원, 대우조선(주)
- **** 정회원, 현대중공업(주)
- ***** 정회원, 한진중공업(주)

1. 서 론

선박설계 업무는 다품종, 소량생산인 조선공업의 특성상 새로운 선박을 수주할 때마다 매년 설계를 해야하는 특성이 있다. 특히 영업설계나 개념설계는 치열한 수주경쟁에 대응하기 위하여, 제한된 시간과 자료를 이용하여 선주의 요구조건에 맞는 선박을 설계하여야 하는 어려움이 있다. 영업설계나 개념설계시, 설계자는 선주의 요구조건에 부합하는 여러가지의 설계안(Alternatives)을 준비하여, 각 설계안들의 기술상의 문제점을 비교·분석하게 된다. 검토결과, 기술상 문제점이 없는 설계안들에 대하여, 조선소의 영업적인 면에서의 경제성 분석은 물론, 선주 입장에서의 유리한 점(Merit)도 동시에 도출할 필요성이 있으나 설계자에게 주어지는 시간은 매우 짧다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여, 개념설계와 초기설계를 신속·정확하게 수행할 수 있는 전산시스템의 개발에 관한 관심이 오래전부터 있어 왔다 [1,2,3]. 발표된 기존 개념설계 시스템의 대부분이 외국에서 개발되었으나, 최근에는 국내에서도 개발이 시작되고 있다[4,5].

개념설계는 설계의 시작단계이므로, 설계자는 자신의 창조력 뿐만 아니라 주위의 상황까지도 고려하여 설계를 하여야 한다. 따라서 개념설계를 지원하는 전산 시스템은 창조적인 설계작업이 가능하도록 설계 모델을 구성하여야 함은 물론, 상황변화에 원활하게 대응할 수 있는 유연성을 가져야 한다. 그러나 지금까지 개발된 대부분의 개념설계 시스템들은 Batch version으로 개발되어 시스템의 유연성이 떨어지거나, 각종 성능 추정시 경험식에만 의존함에 따라 결과의 오차가 크게 발생하는 단점이 있다. 예를들면, 선박의 경하중량 추정시에 현실과 거리가 먼 오래전의 데이터에 기초한 통계해석 자료나 경험식을 사용함으로써 최근의 기술개발에 따른 경하중량의 감소 경향을 반영하지 못하고 있다.

본 논문은 기존의 개념설계 시스템들이 가지고 있는 문제점을 해결한 새로운 개념설계 모델의 개발 과정을 정리한 것으로 주요 내용 및 결과는 다음과 같다.

- 1) 실제 현장에서 사용하고 있는 설계방법인 시행착오법(Trial and error method)을 지원할 수 있는 대화형 설계모델의 개발
- 2) 설계모델의 성능 향상을 위한 실적선 주요성능 데이터베이스, 실적선 선형 데이터베이스 및

주기관 데이터베이스에 대한 사용자 요구분석, 개념적설계 및 논리적설계를 통한 데이터베이스의 구현

- 3) 시행착오법과 대화형 설계모델의 효율성 향상을 위한 그래픽 사용자 인터페이스(GUI, Graphic User Interface)의 개발

2. 설계모델(Design model)

2.1 설계모델의 구성

설계모델은 대상분야의 실제 설계과정과 방법등을 컴퓨터에 묘사하여 시뮬레이션(Simulation)이 가능하도록 한 것이라 생각할 수 있다. 따라서 설계모델에 실제에서의 설계과정과 방법등을 어떻게 정확하게 표현하는가에 따라 설계모델의 성능이 좌우된다. 그러나 설계자에 따라 설계순서에 약간씩 차이가 있을 수도 있으며, 사용하는 설계방법 또한 주어진 환경이나 경험의 차이에 의하여 같지 않을 수도 있다. 한번 개발된 설계모델의 개념을 수정하는 것은 쉬운 일이 아니므로, 설계모델의 개발시에 가능한한 많은 사항을 고려하여야 한다.

본 논문에서는 대화형(Interactive)의 개념설계 모델을 개발하기 위하여 4대 조선소의 설계담당자들과 각 조선소별 설계방법에 관한 협의를 거쳐 설계 모델을 Fig.1과 같이 도출하였다. 도출된 대화형 설계모델은 시행착오법에 의한 설계를 수행할 수 있도록, 주요 설계단계마다 Back tracking 기능을 갖도록 하였다. 또한, 설계모델의 성능추정 모듈에서 데이터베이스를 직접 검색하고 데이터를 이용할 수 있도록 데이터베이스와 설계모델을 연결하였다. 설계모델을 구성하고 있는 주요 모듈의 기능에 대하여 다음 절에서 상세히 설명한다.

2.2 주요 모듈의 기능

설계모델을 구성하고 있는 주요 모듈의 기능은 다음과 같다.

1) 선수요구조건

선박설계시, 가장 기본이 되는 자료인 선주 요구조건을 입력 데이터로 받아들이는 모듈이다. 입력 데이터의 종류는 Primary input data와 Optional input data로 나누어지며 Table 1과 같다.

Primary input data는 사용자가 반드시 입력하여야 하고, Optional input data는 알고 있는 값만을 입력하면 된다.

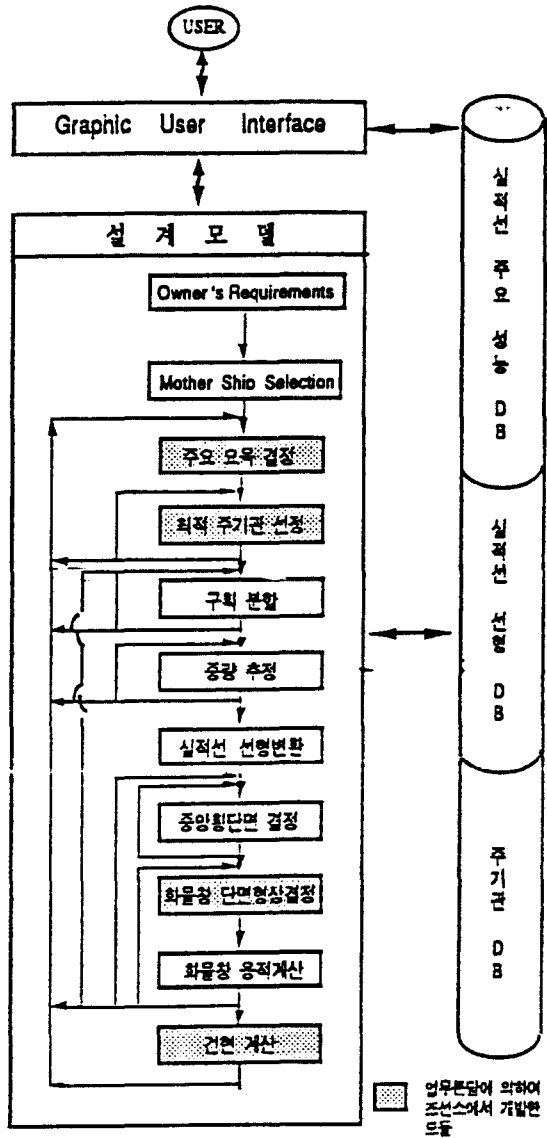


Fig.1 Design model and configuration

Table 1 Input data for owner's requirements

Primary Input Data	Optional Input Data
-Type of ship (Bulk carrier, Tanker)	-LBP
-Deadweight	-Breadth
-Cargo hold volume	-Depth
-Design speed	-Draft
	-Cb

2) Mother Ship Selection

사용자가 입력한 선종과 Deadweight를 근간으로 하

여, 데이터베이스에서 선박의 선종이 같고 Dead-weight의 크기가 근접하는 순서대로 데이터베이스에 있는 실적선의 자료를 Sorting하여 보여준다. Sorting된 실적선의 자료중에서 보다 상세한 자료를 보기 원하는 선박을 지정하면, 선박의 주요 성능에 관련된 자료를 데이터베이스에서 읽어온다. Fig.2에 데이터베이스로부터 검색된 Bulk carrier선의 중양횡단면 형상자료를 나타내었다.

사용자가 데이터베이스로부터 검색된 실적선의 자료 가운데서 설계 선박의 Mother ship으로 적합하다고 판단되는 실적선을 선택하면, 관련된 제 기술적 자료가 Mother ship의 자료로 저장되며 각종 성능추정시에 이들 자료가 사용된다. 본 설계모델의 기본개념이 실적선의 자료에 기초하여 개발되었기 때문에 사용자는 반드시 실적선을 선택하여야 한다.

3) 주요치수의 결정

선수 요구조건에 관련된 데이터를 입력할 때 선박의 주요치수를 입력하였다면 입력된 데이터가 그대로 사용된다. 만약 주요치수를 입력하지 않았거나 부분적으로 입력하였을 경우에는 경험식을 사용하여 추정한 값을 사용자에게 제시한다. 이때 사용자는 실적선의 자료와 비교·검토하여 주요치수를 결정한다.

4) 최적 주기관 선정

최적 주기관 선정 모듈은 선박의 저항·추진성능 추정 기능과 주기관 데이터베이스 검색 기능을 포함하고 있다. KRISO에서 개발한 저항·추진성능 추정 프로그램[6]을 사용하여 전달마력(DHP)을 추정한 후, 1차적으로 Sea margin과 엔진여유를 고려하여 속력을 만족할 수 있는 후보엔진을 데이터베이스에서 Sorting한다. 후보엔진 가운데서 적합하다고 판단되는 몇개의 2차 후보엔진을 지정하면, 엔진모델의 Layout diagram을 이용하여 Derating ratio, RPM, SFOC(시간당 마력당 연료소비율) 등을 계산한다. 계산결과를 참조하여 최종적으로 하나의 엔진을 선정하면, Layout diagram에서 최소 DFOC(일일 연료소모량)가 되는 Operating point를 최적화방법의 일종인 Bisection method[7]를 사용하여 찾아낸다.

사용자는 여러 엔진에 대하여 DFOC, 엔진중량, 크기, 가격 및 각종 Accessory(Vibration damper, Balancer 등)의 필요성 등을 고려하여 적합한 엔진을 선정하게 된다. Fig.3은 주기관 선정과정의 일부분으

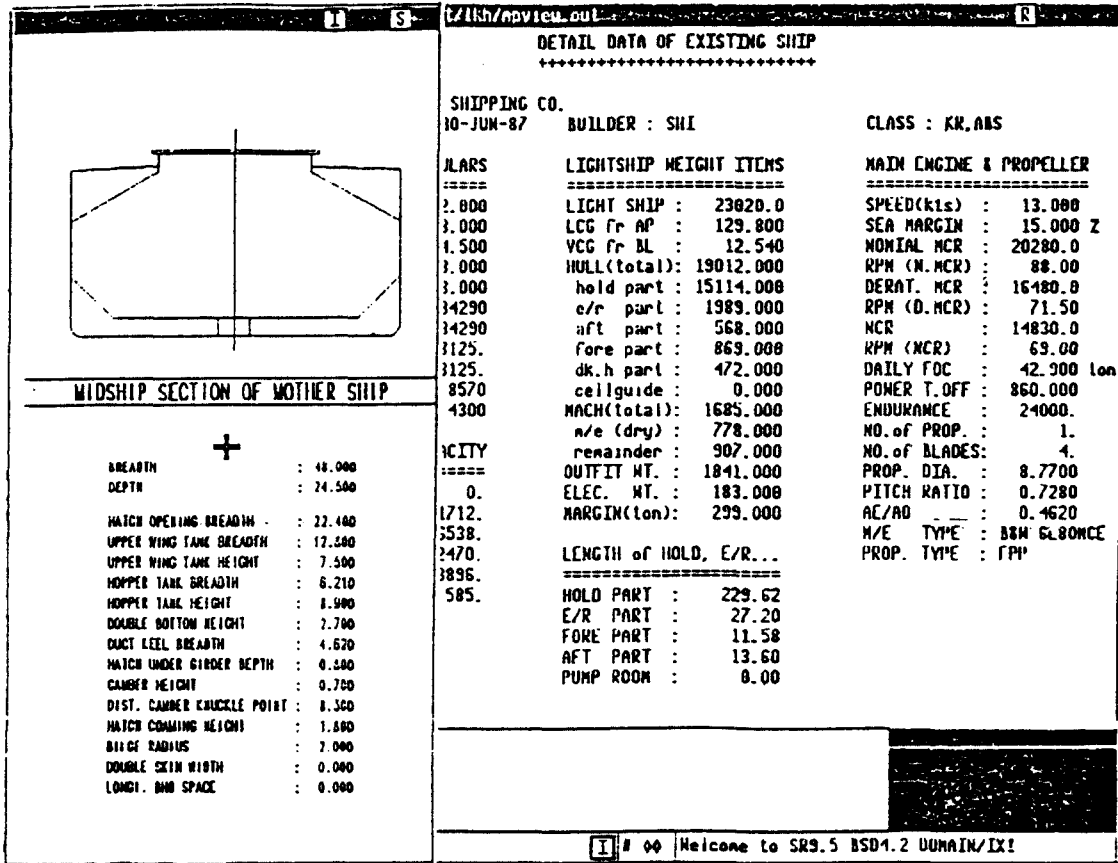


Fig.2 Midship section shape of a sorted ship from data base

로서, 엔진의 사양을 그림으로 보여주고 있다.

기존의 설계모델에서는 추정된 전달마력에 단순히 Sea margin과 엔진여유 및 축전달효율만을 고려하여 주기관의 MCR을 결정한다. 따라서 실제 생산이 되지않는 엔진을 선정하게 되어 관련되는 각종 설계값들의 오차를 수반하게 된다. 즉, 주기관의 중량과 기관실의 길이 추정에 MCR에 기초한 경험식을 사용함에 따라, 선박의 경하중량과 선박의 길이가 실제값과는 달라지게 되어 설계모델의 신뢰성에 문제점이 있어 왔다.

그러나 본 모듈에서는 실제 생산되는 엔진의 데이터를 데이터베이스한, 실제 데이터(Engine power, RPM, SFOC, Size, Weight)를 사용함으로써 기존의 개념설계모델에서 가지고 있던 문제점을 해결하였다.

5) 구획 분할

선박을 길이방향으로 선미, 기관실, 펌프실(Tanker only), 화물창 및 선수구획의 5부분으로 나누어 각 구획에 대한 Frame space와 Frame 갯수를 추정한다.

기관실의 길이는 주기관의 길이에 Shaft generator와 Propeller shaft 및 통로 등을 고려하여 결정하고, 선수구획의 길이는 Rule에 의한 최소길이가 제한 조건으로 고려된다. 화물창구획은 Mother ship의 자료와 경험적 지식에 의하여 각 화물창이 세분화된다.

6) 중량 추정

선박의 경하중량을 크게 선체, 기관의장, 선체의장 및 전기의장의 4부분으로 분리하여 추정하였다.

설계초기에 선체중량을 추정하는 방법으로는 경험식을 이용하는 방법과 실적선 자료를 이용하는 방법

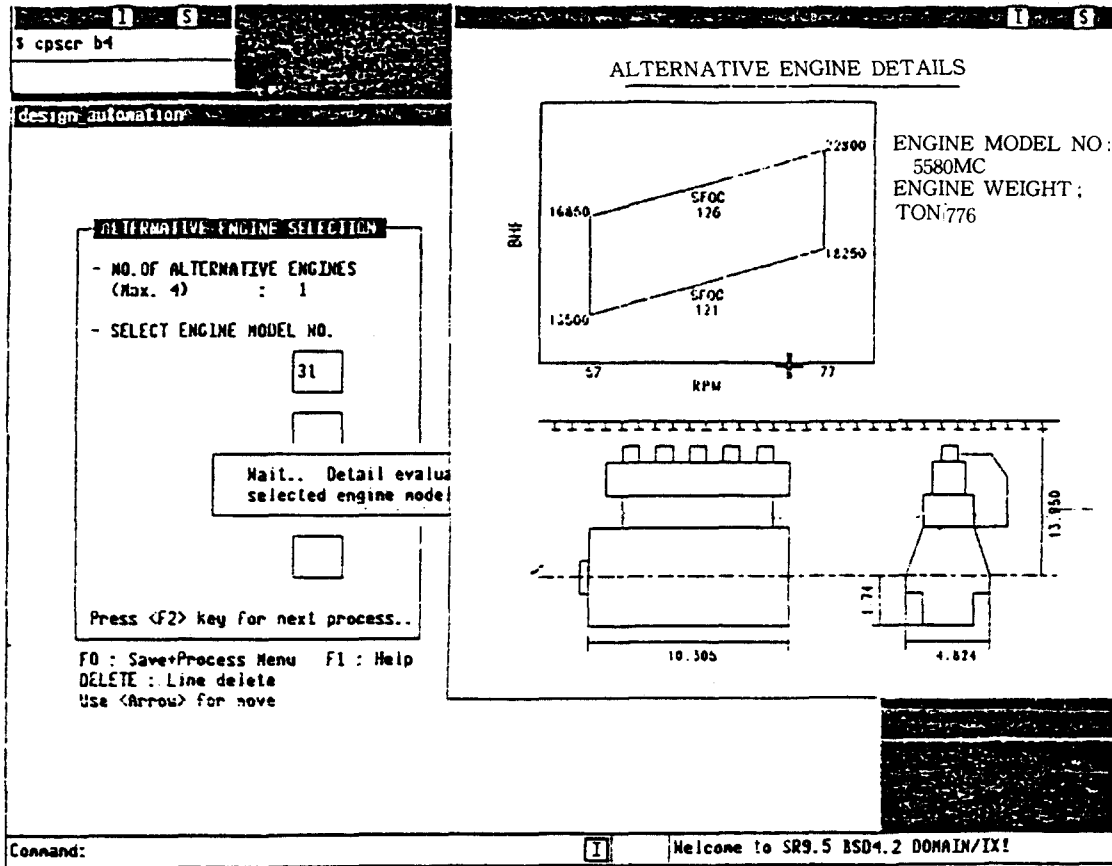


Fig.3 Graphic specification of a sorted main engine from data base

으로 대별할 수 있다. 경험식은 실적선 자료가 없을 경우에 효과적으로 사용할 수 있지만, 경험식의 도출에 사용된 데이터의 성격(선박의 구조, 사용재료 및 건조된 년도등)에 따라서 결과가 달라지게 되고, 일반적으로 오차도 크게 나타난다[4]. 반면에, 적당한 실적선 자료를 이용할 수 있을 경우에는 실적선 자료를 이용함으로써 정확도를 향상시킬 수 있다. 본 모듈에서는 실적선 자료를 이용하여 중량을 추정하는 방법인 DnV와 Lloyd의 제안식을 사용하였다.

의장품의 중량 역시 실적선 자료에 기초하여 추정하며, 주기관의 중량은 최적 주기관 선정 모듈에서 선정된 주기관의 중량을 사용한다.

7) 선형 변환

선주 요구조건인 화물창 용적과 유체 정역학적 특성을 정확하게 계산하고 설계선의 특성에 맞는 선형(Hull form)을 얻기 위하여, 실적선 선형 데이터

베이스에서 적절한 선형을 선택해 선형변환(Hull variation)을 한다.

실적선 선형은 Lackenby 방법[8]에 의하여 설계선의 LBP, B, D, T, C_b 및 LCB의 특성에 맞도록 변환되며, 변환된 선형은 유체 정역학적 계산 모듈(Hydrostatic calculation package)에 연결된다. 또한 정확한 화물창 용적을 계산하기 위하여, 선수·미부분에서 선형의 형상변화에 의한 화물창 단면의 형상변화를 고려하여, 각 화물창의 횡격벽 위치와 필요한 단면에서의 선형 형상(Offset)을 Interpolation 기법에 의하여 얻는다(화물창 단면형상 결정 모듈 참조).

8) 중앙횡단면 형상 결정

실적선의 중앙횡단면 형상을 기초로 하여 설계선의 중앙횡단면 형상을 결정하는 모듈로서, Fig.4에 이중선각 유조선의 중앙횡단면 형상결정 예를 나타

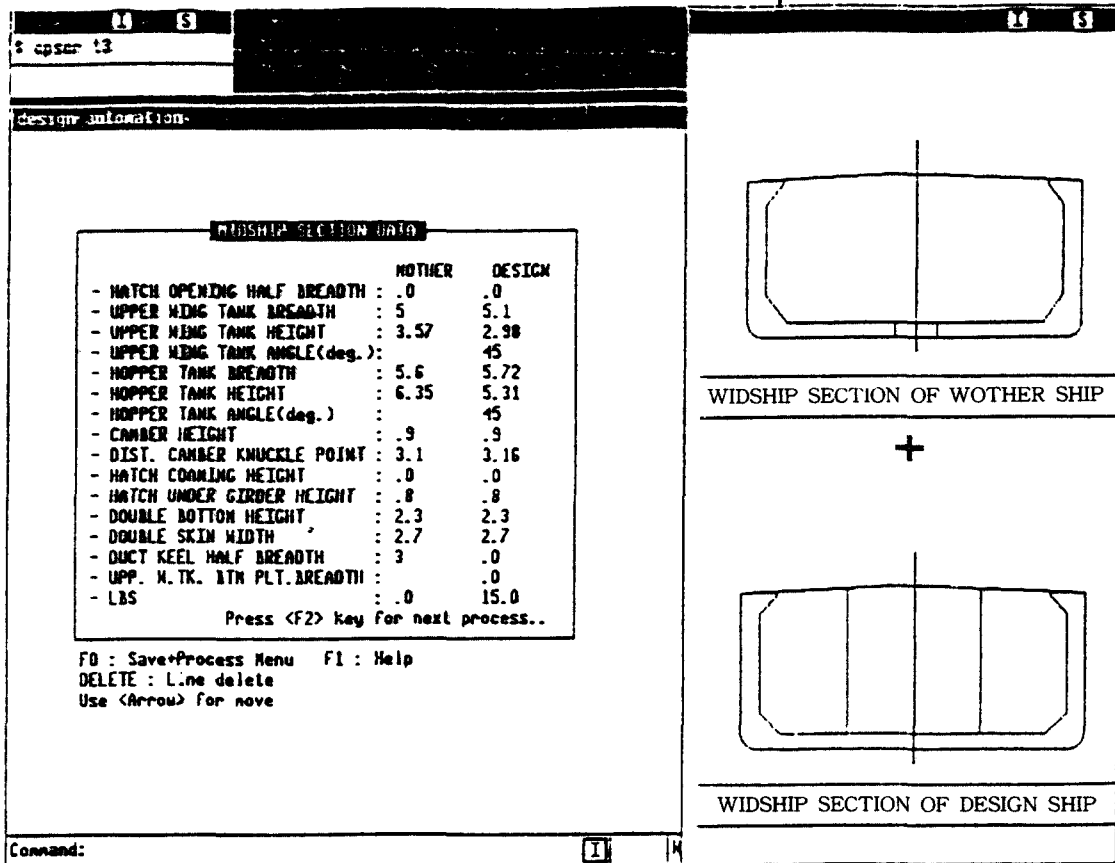


Fig.4 Definition of midship section for double bottom & double side tanker

내었다.

9) 화물창 단면형상 결정

화물창의 형상은 중앙평행부에서는 중앙횡단면 형상을 유지하지만, 선수·미 부분에서는 선형의 변화에 따라 화물창 형상이 변하게 된다. 따라서 화물창 용적을 정확하게 계산하기 위해서는 정확한 화물창의 형상정의가 필요하다.

본 모듈에서는, 선형변환 모듈에서 Interpolation에 의하여 얻어진 화물창 구획의 상세한 선형데이터와 중앙횡단면 형상결정 모듈에서 얻어진 중앙횡단면 데이터를 이용하여, 길이방향으로의 화물창 단면 형상을 결정한다(Fig.5 참조). 즉, 이중저 높이에서 폭방향의 이중저 끝단과 Side shell간의 허용가능한 최소간격을, 공작성(용접을 위한 최소 허용간격)이 고려된 경험적 지식을 이용하여 구한다. 만약 어떤 Frame에서 폭방향의 이중저 끝단과 Side shell간의 간격이 최소 허용간격보다 작을 경우에는, 최소 허용

간격이 유지되도록 길이방향으로 Knuckle를 생성한다. Knuckle point의 위치는 필요에 따라서 바꾸어줄 수 있으며, 임의의 단면에서의 화물창 형상을 그림으로 나타낼 수 있다. 화물창의 단면형상이 결정되면, 화물창의 형상 데이터를 추출하여 용적 계산에 사용한다.

10) 용적 계산

선형 데이터, 구획분할 데이터 및 화물창형상 데이터를 기존의 유체 정역학적 계산 프로그램(Hydrostatic calculation package)에 연결하여 각 화물창의 용적, 발라스트 탱크(Ballast tank)의 용적 및 기관실의 용적등을 계산한다.

3. 데이터베이스

선박설계 과정을 살펴보면, 지금까지 건조된 실적이 없는 새로운 선박을 설계하는 경우를 제외하고는

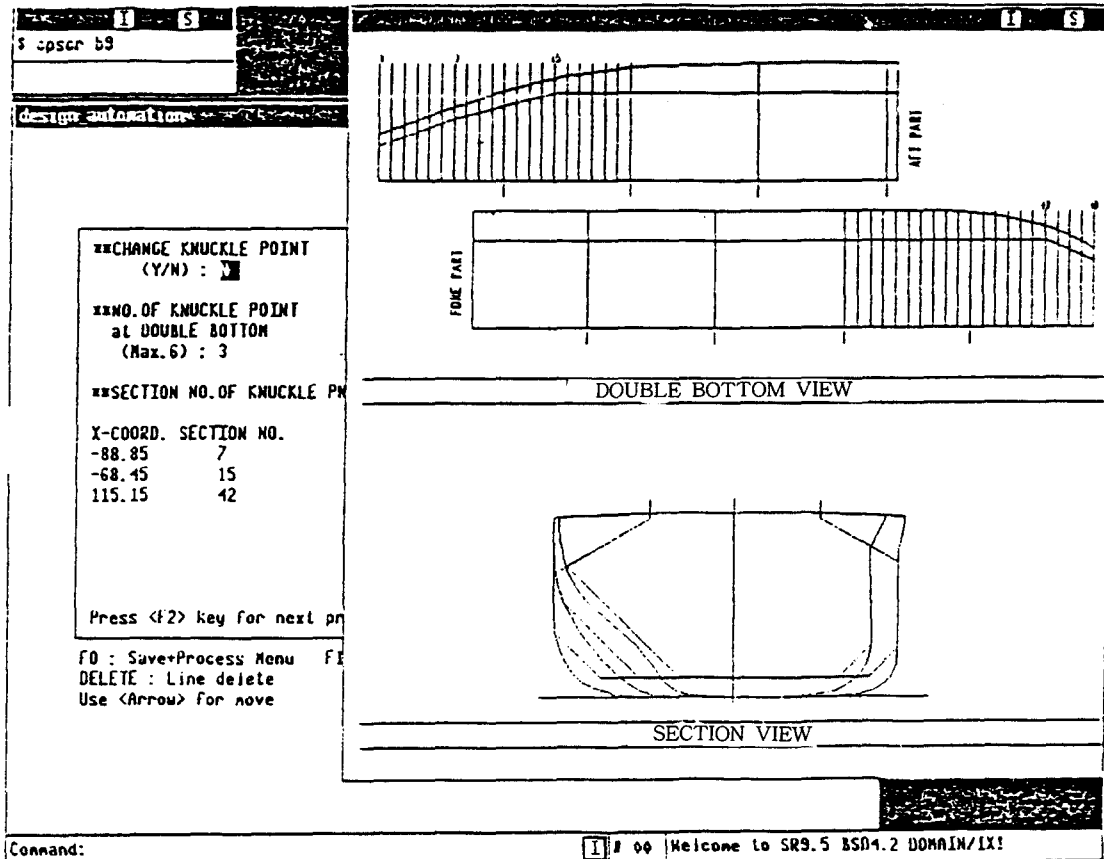


Fig.5 Definition of cargo hold section for bulk carrier

대부분의 경우에 있어서 실적선의 자료를 바탕으로 하여 설계가 진행되고 있다. 특히 최근과 같이 설계 기술이 빠른 속도로 발전하는 경우에는 실적선 자료의 중요성이 더욱 높아진다. 따라서 설계자는 설계하고자 하는 선박과 가능한 유사한, 최근의 실적선 자료를 찾아내는 것이 중요하다. 그러므로 실적선의 자료를 체계적으로 정리·분석하여 데이터베이스를 구축할 필요가 있으며, 구축된 데이터베이스에서 자료를 추출하여 설계작업에 이용한다면 설계시간의 단축은 물론 설계의 질을 향상시킬 수 있다.

본 논문에서는 실적선 주요성능 데이터베이스, 실적선 선형 데이터베이스 및 주기관 데이터베이스를 관계형 데이터베이스 관리 시스템(RDBMS)인 ORACLE[9]을 이용하여 구축하였다. 본 설계모델은 응용 프로그램에서 데이터베이스를 직접 Access할 수 있도록 제공된 Pro*FORTRAN[10]을 이용하여 데이터베이스와 직접 연결되어 있다. 한편으로는

ORACLE 데이터베이스의 질의언어인 SQL*Plus [11](Structured Query Language)를 이용하여 설계모델과는 무관하게 각종 데이터의 검색, 추출 및 수정 등의 작업을 할 수 있다.

3.1 데이터베이스의 설계 및 구현

데이터베이스 구현을 위하여 데이터베이스의 사용자 요구분석, 개념적설계 및 논리적설계를 차례로 수행하였으며, 그중 실적선 주요성능 데이터베이스의 구현과정을 간단하게 아래에 설명한다.

사용자 요구분석: 개념설계 및 초기설계 단계에서 사용되는 실적선의 데이터 항목들을 의미상 관련되는 항목단위로 상세화하여 정리하였다. 현재 각 조선소에서 사용중인 실적선자료의 정리양식이 다르기 때문에 중복되는 항목들을 제거하고, 필요하다고 판단되는 항목들을 추가하였다.

개념적 설계: 약 250개의 데이터 항목들을 의미상

Table 2 Entity, relation and attribute for existing ship database

Entity, Relation	Attribute
SHIP_ID	SHIP_ID
IDENT	SNAME, STYPE, OWNER,
P_P	LOA, LBP, B, D_MLD,
LENGTH	HOLD, FORE, AFT, ER,
WEIGHT	WHOLD, WER, WMACH,
CAPACITY	NHOLD, NDKS, VOLG,
SPEEDPOWER	VS, VS_RMCR, METYPE,
ARRANGE	DBH, WEBS, DSW, WTWD,
MIDSECTION	HOHB, UWTB, UWTH,
HOLD	NFRAMES, FRAMES,
CARGO_HAND	HATCH, CRANE, LDECK,
CREW	CPATIN, DKH_AREA,
PNT_PROT	P_SHELL, ANODE, ICCP,
EQUIP	ANCR, MOORRP, WINDL,
VENT_FF	VENT_HOLD, VENT_ER,
AUXMACH	AUXBL, EXHBL, DGME,
NAUEQUP	RADIO, LBRADIO, RDF,
LIFESAVE	LB, RB, WINCH, DAVIT,

의 관련성을 고려하여 Table 2와 같이 18개의 엔티티(Entity)를 정의하였다. SHIP-ID 엔티티의 속성과 다른 엔티티들을 구성하고 있는 속성들 사이에는, 모두 함수적 종속 관계가 존재하기 때문에, SHIP-ID 엔티티와 다른 엔티티와의 관계를 Many-to-One의 관계로 정의하였다.

논리적 설계 : 관계형 데이터베이스의 스키마(Schema) 도출을 위하여, 각 엔티티의 상호 관계로부터 후보 릴레이션(Relation)을 도출한 후, 중복되는 릴레이션을 제거하였다.

3.2 데이터베이스 구축

조선소에서 제공한 실적선 주요성능 자료, 실적선 선형 자료 및 주기관 자료를 입력하여, 세계의 데이터베이스를 구축하였다.

실적선 주요성능 데이터베이스: 약 20척의 Bulk carrier와 Tanker의 실적선 자료를 입력하였다.

실적선 선형 데이터베이스: 크기가 다른 7척의 Bulk carrier 선형자료가 입력되어 있다.

주기관 데이터베이스: B & W와 Sulzer 엔진에 관련된 약 130개의 자료가 입력되어 있다.

현재로는 데이터베이스에 입력된 자료의 갯수가 적으나, 앞으로 본 시스템이 조선소에 설치되어 운용되는 시점에서는, 조선소에서 보유하고 있는 나량의

자료가 입력될 것이다.

4. 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)

사용자가 컴퓨터 시스템이나 응용 S/W를 보다 친밀하고 효과적으로 사용할 수 있도록 하여주는 그래픽 사용자 인터페이스(Graphic User Interface, GUI)가 최근에 각광을 받고 있다. 본 설계모델에서는 Apollo workstation의 Domain C language를 이용하여 GUI를 개발하였고, 그래픽 툴(Tool)로서는 MPLOT [12]을 사용하였다.

개발된 GUI는 입력의 오류를 방지하고, 입력을 용이하게 하며, 계산결과나 각종 Output을 쉽게 이해할 수 있도록 하는데 중점을 두었다. 예를들면, 일정한 범위의 양수를 입력하여야 하는 경우에 범위를 벗어나는 값이나 음수 혹은 문자가 입력되면, GUI가 이를 판독하여 입력을 받지 않음과 동시에 발신음을 들려줌으로써 입력의 오류를 사용자에게 알려준다. 또한 각종 계산결과를 숫자나 문자로 출력함과 동시에 그림으로도 나타내어, 보다 빠르고 정확하게 결과를 판단할 수 있도록 하였고, 각종 Warning message 송출기능을 부여하였다.

현재 본 GUI는 국제 표준 윈도우 시스템인 X-Window[13] 시스템에 근간을 둔 OSF/Motif[14]를 이용하여 H/W Independent한 새로운 Version의 GUI를 개발중이다.

5. 결 론

기존 개념설계 시스템의 단점을 해결한 새로운 개념설계용 설계모델을 개발하였다. 개발된 설계모델은, 대화형의 작업환경을 제공하므로써 실제의 설계 과정을 보다 원활하게 지원할 수 있다. 각종 성능추정시에는 데이터베이스에 저장된 실적선의 자료를 이용하므로 설계의 질을 향상시킬 수 있다. 또한 GUI는 사용자가 보다 친숙하게 시스템을 사용할 수 있도록 하여준다.

본 논문의 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

- 실적선 데이터베이스를 구축하고 실적선 자료를 각종 성능추정시에 이용하여 정확도를 향상시켰다.
- 조선소와 공동개발로 주기관 선정, 기관실 길이 결정 및 화물창 단면형상 결정등과 같은 현장에서의 실제 사용 기술이 응용되었다.

- 설계모델이 대화형으로 개발되어 현장의 설계개념을 반영할 수 있다.
 - GUI의 개발로 사용하기 편리하다.
- 본 설계모델은 계속 수정·보완될 예정이며, 앞으로 다음과 같은 분야의 연구가 필요하다.
- Stability 계산 모듈
 - 콘테이너선 설계 모듈
 - GUI의 Motif version으로의 대체
 - 전문가 시스템의 적용
 - 관련 다른 시스템과의 연계 또는 통합

6. 후 기

본 논문은 과학기술처에서 시행한 국가특정연구사업인 "선박설계·생산 전산시스템(CSDP)-초기설계 시스템 개발" 연구사업의 3차년도 연구결과의 일부 부분으로서, 해사기술연구소와 4대 조선소(현대, 대우, 삼성, 한진)가 공동으로 개발한 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 한순홍, "선박의 초기설계를 위한 전산프로그램 PROCAL", 대한조선학회지, 1983.9.
- [2] "CODES, BMT Software for Shipbuilding Application", British Maritime Technology, 1987.
- [3] Lnoue, Y., Makino, N., "Basic Ship Design System by Personal Computer", 관서조선협회 지, March 1986.
- [4] 이규열, 장석외, "선박설계·생산 전산시스템(CSDP)-초기설계 시스템 및 종합 시스템 개발(I)", 해사기술연구소 연구보고서, 1989.
- [5] 이규열, 장석외, "선박설계·생산 전산시스템(CSDP)-초기설계 시스템 및 종합 시스템 개발(II)", 해사기술연구소 연구보고서, 1990.
- [6] 양승일, 김은찬 외, "선박설계·생산 전산시스템(CSDP)-저항추진성능 해석시스템 개발(II)", 해사기술연구소 연구보고서, 1990.
- [7] Vanderplaats, Garret N., "Numerical Optimization Techniques for Engineering Design", McGRAW HILL, 1974.
- [8] Lackenby, H., "On the Systematic Geometric Variation of Ship Forms", *Trans. INA*, 1950
- [9] "ORACLE RDBMS", Oracle Corporation, 1985.
- [10] "Pro*FORTRAN User's Guide", Oracle Corporation, 1985.
- [11] "SQL*Plus User's Guide", Oracle Corporation, 1985.
- [12] Beier K.P., "M-PLOT Programmer's Reference Manual", Uni. of Michigan, 1988.
- [13] Young D.A., "The X Window System, Programming and Applications with Xt", Prentice Hall, 1990.
- [14] "OSF/Motif-Style Guide Release 1.1", Prentice-Hall, 1990.