

## 선박 초기설계에 FBS 설계 모델의 응용에 관한 연구

박창규\*, 양영순<sup>†\*\*</sup>, 표상우<sup>\*\*\*</sup>

서울대학교 해양시스템공학연구소\*  
서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템 공학연구소<sup>\*\*</sup>, (주)리얼웹<sup>\*\*\*</sup>

A Study on the Application of FBS Design Model to Preliminary Ship Design

Chang-Kue Park\*, Young-Soon Yang<sup>†\*\*</sup> and Sang-Woo Pyo<sup>\*\*\*</sup>

RIMSE(Research Institute of Marine Systems Engineering), Seoul National University\*  
Naval Architecture & Ocean Engineering and RIMSE, Seoul National University<sup>\*\*</sup>  
RealWeb Co., Ltd.<sup>\*\*\*</sup>

### Abstract

The design process becomes more difficult due to the increasing complexity of products. Thus, without any proper design experience, designer cannot handle his design problems systematically. Besides, the conventional optimal design method cannot be used effectively at the early design stage, since most design problems must be formulated in terms of objective and constraint functions based on the mathematical concepts of Operation Research. Thus, in this paper, new design concept based on FBS (Function-Behavior-Structure) design model is introduced to help the novice designer formulate the complex design problems systematically into a mathematical form. In this FBS model, function means the designer's new intents designer wants to create for, structure stand for a final product configuration and behaviour is a product's performance. FBS design model is thus rather totally different concept used for formulating design problem, compared with conventional optimal design method. To validate this new FBS model, 330K VLCC design case is performed, and we found, though it is one design example case, that this new design concept could be effectively used for future ship design problems since, during the formulating design problem, the only engineering terminology such as function, structure, and behaviour of design product is used based on the engineering concepts, instead of mathematical terminology such as objective and constraints.

※Keywords: Preliminary ship design(선박 초기 설계), Function(기능), Behavior(행위), Structure(구조), Design activity(설계 행위)

### 1. 서론

설계는 다양한 종류의 행위들로 이루어져 있으며 설계를 구성하는 여러 가지 행위들 간의 상호 작용은 매우 다양하고 복잡하기 때문에, 설계를 하나의 통일된 계획안에서 일관성 있게 수행하고, 조절하기 위해서는, 설계를 구성하는 여러 행위들을 조직적인 체계 안에서 정리해야 할 필요성이 생긴다. 다시 말해서, 설계 행위는 정리 되어진 논리적 체계의 도움 없이 설명하고 서술하기에는 매우 어려울 정도로 여러 가지 요소들의 복합적인 상관관계에 의해서 형성된다(Park and Kwon 2003). 특히, 협업설계(collaborative design)(Lee and Lee 1999)와 같은 공동설계 작업에 있어서는, 의사소통을 위하여 일관성을 유지해야 하며, 명확하고 체계적인 서술이 선행되어야 한다(Lee 1993). 따라서, 본 연구에서는 점점 다양화 되고 복잡해지는 설계에 대해 보다 효율적인 설계모델을 제시하기 위해 FBS(Function-Behavior-Structure)(Gero 1990)설계 모델의 개념을 정립하여 체계적인 설계(Systematic design)의 범주 안에서 일관성(consistency)을 유지하고자 한다.

이에 따라, 설계 시스템이 가지는 목적(Purpose), 기능(Function), 행위(Behavior)와 구조(Structure)의 의미 및 상호 관계를 규명하고 설계 정보를 변환하는 설계 행위(Design Activity)로서 정식화(Formulation), 종합(Synthesis), 분석(Analysis) 및 평가(Evaluation)의 단계를 통해 전체적인 FBS 설계 모델의 개념의 틀을 완성 한 후 330K VLCC의 선박 초기 설계 예를 적용하는 순서로 FBS 설계 모델의 개념을 확립하고자 한다.

FBS의 관련 연구는 Gero 1990 및 Yoshikawa 1990을 비롯하여 SFB(Structure, Function, Behavior)(Chang 1990)를 기반으로 시스템을 표현하는 기법, F(Function)(Pahl and Beitz 1996, Chakrabarti 1994)를 기반으로 한 기법들이 있는데, 특히 이러한 것들은 종래의 치수(Size)에 편중된 연구에 치중된 기법에 반하여 기능(Function)의 중요성을 인식하고 기능중심의 설계를 지향한다는 점에서 공통된 견해를 보이고 있다.

또한, Fig. 1에 나타낸 바와 같이 선박의 기능

중심 CAD 시스템인 "SURFCON"(Andrews and Pawling 2003)이 있는데, 이는 전통적인 선박 CAD 시스템과 달리, 선박 설계(Yoo and Lee 1994)에 있어서도 기능(Function)의 중요성을 인식하고 선박의 기능을 기반으로 설계를 수행한다는 것이 특징이다.

SURFCON은 "Building Block" 기법의 개념을, UKMoD(UK Ministry of Defence)의 프로젝트의 일환으로 UCL(University of College)의 David Andrews에 의해 개발되어 GRC[GRC Homepage]의 선박 초기 설계 시스템인 PARAMARINE의 모듈로 채택 되었다. Building Block기법은 선박의 기능(F)을 "Building Block"으로 나타내어 필요한 각각의 기능을 수직적 계층(Hierarchy)구조[Fig. 2]로 분해하는 설계 기법을 적용한다.

예를 들어, 전함(Warship)의 경우 최상 위 레벨의 "선박설계(Ship design)"의 기능(F)으로부터 이에 필요한 하부기능(Sub-function)인 "부양성(Float)", "이동성(Move)", "전투능력(Fight)", 과 "인프라구조(Infrastructure)"로 기능적인 분해가 이루어지며, "부양성(Float)"의 기능(F)은 다시 이에 필요한 "Main Hull", 과 "선체구조(Hull Structure)"로 분해된다. 또한, "이동성(Move)" 기능(F)은 "Propulsion Plant", "Propulsor", "Rudder", "Stabilizer", "Fuel Tank"와 같은 하부기능으로 각각 분해 되어 마치 레고 블록을 쌓는 것처럼 선박이 필요한 기능(F)을 중심으로 선박 설계가 이루어지게 된다.

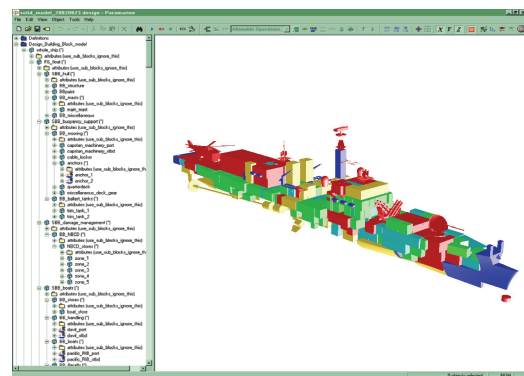


Fig. 1 "SURFCON" building blocks (Andrews and Pawling 2003)

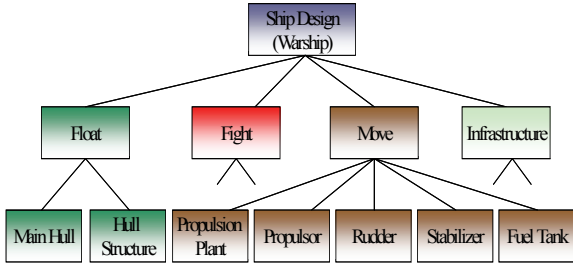


Fig. 2 "SURFCON" function hierarchy

## 2. 체계적인 설계의 필요성

### 2.1 최적설계의 한계

최적설계(Lee 1994)에서 목표(goal), 목적(objective), 성능변수(performance variable), 결정되는 변수(decision variable)들의 요소간의 관계는 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있는데 여기서, 최적설계는 성능변수와 결정변수간의 인과관계(Casual relation)가 분명하지 않은 블랙박스(Black box)로 표현된다. 즉, 최적설계의 정식화(Formulation)는 설계 목적(Objective) 및 그에 따른 제약조건(Constraint)만을 요구하는 수학적식으로 표현됨으로 인해 설계 대상의 본질적인 변수간의 관계는 고려할 수 없는 한계가 나타난다.

### 2.2 중앙단면(Midship section) 최적설계를 통해 본 설계의 한계

Fig. 4에 나타난 중앙단면 최적설계(Shin 1980, Kim et al. 1983)의 예를 통해 면밀히 설계의 특성을 파악해 보면, 최적설계를 포함한 기존의 설계 기법은 디자인 시스템의 구성요소와 그들의 상호관계의 본질적 의미를 알 수 없다. 중앙단면 설계의 경우에 선급 rule에 의한 rule scantling과정에 사용되는 계산식의 정확한 의미를 알 수 없게 된다. 왜냐하면 기존의 설계 기법은 형상(Form), 즉, 구조(Structure)가 결정된 후 그 구조에서 원하는 목적을 결정하기 위해 설계를 시작하기 때문이다. 다시 말하면, 형상이 이미 정해진 상태에서 이 구조물이 어디서부터 발생했는지, 이 구조물의 본질이 무엇인지를 알 수 없기 때문이다. 따라서 설계의 본질을 고려하면서 체계적인 설계 절차를 따르기 위한 새로운 설계 개념이

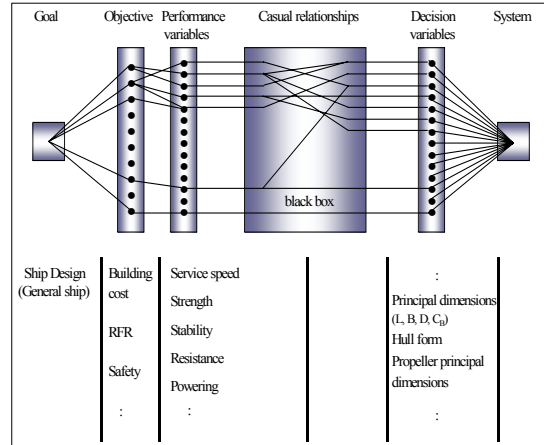


Fig. 3 The relationships among goals, objectives, performance variables, and decision variables in optimization

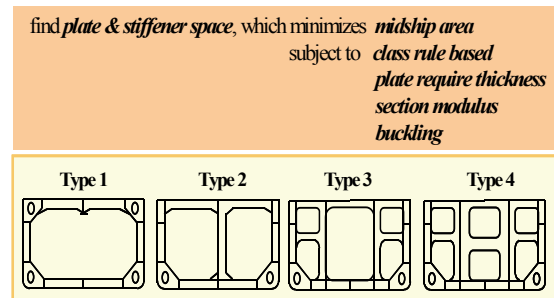


Fig. 4 Midship section optimization

필요하게 된다. 그러한 설계의 본질을 고려하고자 하는 설계 개념 중의 하나가 바로 FBS (Function-Behavior-Structure)이다.

## 3. FBS 설계 모델

목적(Purpose), 기능(Function), 행위(Behavior), 구조(Structure)는 사전적으로 매우 많은 의미를 가지고 있고, 또한 지금까지의 설계과정에 대한 연구로서 다양한 분야에서 많은 사람들이 목적, 기능, 행위, 구조의 용어를 사용하였지만 실제로 그 안에서 여전히 많은 개념상의 혼동이 존재하고 있다. 따라서 FBS 설계 모델을 설명하기 전에 우선, 목적, 기능, 행위, 구조의 개념상의 혼동을 없애기 위해 각각을

정의하면 다음과 같다(Rosenman et al. 1994).

- **목적(Purpose)** : 설계물이 왜(why) 존재하는지에 대한 이유 또는 설계물에 대한 설계자의 의도(what for)
- **기능(Function)** : 물리적인 환경에서 설계물이 무엇을 하는가?, 즉 목적달성을 위한 개념
- **행위(Behavior)** : 설계물이 특정조건하에서 작동하는 방식
- **구조(Structure)** : 설계물을 구성하고 있는 것, 즉 설계물을 무엇이 구성하고 있는가?

FBS(Function-Behavior-Structure)설계 모델은 시드니 대학의 J.S. Gero(Gero 1990)가 제안한 디자인 모델로서, 설계의 방법은 기능적 요구사항에서 출발하여 적절한 절차를 거쳐 설계 결과물, 즉, 설계 기술안(design description)을 만들어 내는 과정으로 정의하고 있다.

따라서, 설계를 이러한 기능과 설계 기술안의 관계로 설명한다면 이들의 대응관계는 다음과 같이 표현될 수 있다.

#### $F \Rightarrow D$ (F: Function, D: Description)

즉, 설계란 기능(Function), F, 의 정의에서 출발하여 이를 충족시키는 도면(drawing) 또는 문서(document)와 같은 설계 기술안(Description), D, 을 만들어 내는 것이라 할 수 있다. 그러나 어떠한 상황에서도 기능(F)의 정의로부터 설계 기술안(D)이 직접 생성될 수 없기에 기능(F)과 설계 기술안(D) 사이의 매개를 담당하는 설계 변수들의 상태공간을 설정해야만 한다.

설계 기술안(D)이란 특정한 설계 개념을 구체적으로 서술해 놓은 결과물로서 결국, 설계 대상물의 형상정보 등 물리적 구성 요소를 확정함으로써 생성될 수 있다. 즉, 기능과 설계 기술안의 물리적 구성요소를 확정하기 위한 중간 매개물로, 구조(Structure) S를 설정한다.

#### $F \Rightarrow S \Rightarrow D$ (F: Function, S: Structure, D: Description)

또한, 기능(F)과 구조(S)사이의 직접적인 연관관계는 존재할 수 없다. 예를 들어, 음료를 담아 마시기 위한 컵(Cup)의 예에서, 컵의 기능(F)은 음료를 담아 마시기 위해 “일정량의 액체를 담는다”로 볼 수 있다. 그러나 이러한 컵의 기능(F)으로부터 “재질과 기하학적인 형상”과 같은 컵의 구조(S)를 직접적으로 선택할 수 없는 이치이다. 즉, 컵의 기능(F)을 충족하기 위해 “안정적이고 오목한 형태”를 유지해야 하기 위한 어떤 설계 변수가 필요하게 된다.

따라서 이러한 기능(F)과 구조(S)를 매개하기 위해, FBS 설계 모델은 행위 혹은 행태(behavior)를 제시한다.

#### $F \Rightarrow B \Leftrightarrow S \Rightarrow D$ (F: Function, B: Behavior, S: Structure, D: Description)

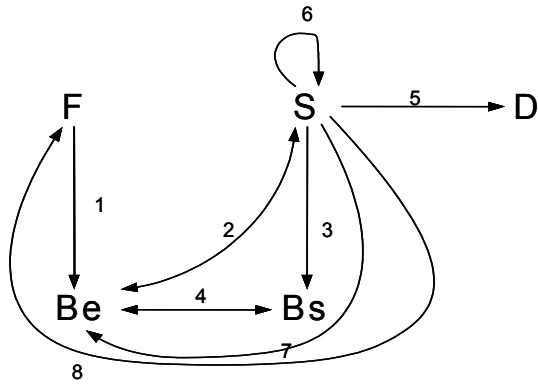
즉, 행위(B)는 추상적인 기능(F)을 보다 구체화하여 목적인 설계 기능(F)이 물리적으로 구현되어 질 수 있도록 하며, 구조(S)의 물리적 형상이 실제 구현하는 행위(B)를 재현하여 이를 기능(F)에 연계시키게 한다.

결국, 설계란 이러한 설계변수들(F, B, S)로 구분되는 단계들 간의 대응관계에서 다양한 방식의 지적 판단이 이루어지게 된다. 이러한 절차를 통해 목적인 설계 기능(F)이 여러 설계변수의 상태공간을 거쳐 설계 기술안(D)으로 구체화되어가는 모델을 FBS 설계 모델(Gero 1990, Gero 2002)이라 한다[Fig. 5].

Fig. 5는 FBS 설계 모델을 중심으로 본 일반적인 설계 행위(design activity)를 예시한 것으로 우선, 행위(B)가 분리되어 기대 성능 또는 기대 행위(Expected Behavior, Be)와 실제 성능 또는 실제 행위(Actual Behavior, Bs)로 세분화되어, 전체적인 FBS 설계 모델은 다음과 같이 6개의 설계 행위를 포함하고 있다.

#### (1) 정식화(Formulation)

: 일반적인 기능(F)으로부터 기대 행위(Expected



1. Formulation	F → Be
2. Synthesis	Be → S via Bs
3. Analysis	S → Bs
4. Evaluation	Be ↔ Bs
5. Documentation	S → D
6. Reformulation	S → S'
7. Reformulation	S → Be
8. Reformulation	S → F via Be

Fig. 5 FBS design model(Gero 2002)

behavior, Be)를 파생시킨다. 즉, 기능을 수행하기 위해 기대 되는 성능을 나열해 낼 수 있는데, 이 과정을 문제의 정식화(Formulation)라 한다.

**(2) 종합(Synthesis)**

: 기대 성능으로서의 행위변수들은 형상과 재료의 물성치와 치수를 지니는 구체적인 설계 대안으로 구성되는데, 이 과정을 종합(Synthesis)이라 한다.

**(3) 분석(Analysis)**

: 종합의 결과로 생성된 설계 대안은 기대 했던 성능과 별개로 물성 그 자체로부터 구현되고 있는 실제 성능 또는 실제 행위를 드러내게 된다. 이러한 실제 성능을 해석해 내는 과정을 분석(Analysis)이라 한다.

**(4) 평가(Evaluation)**

: 분석의 결과 드러난 실제 행위(Bs)는 설계 초기

의도했던 기대 행위(Be)와 다소 차이가 발생하게 된다. 그 차이의 여부를 확인하고 이를 바탕으로 설계 대안을 검증하는 과정을 평가(Evaluation)라 한다.

**(5) 재정식화(Reformulation)**

: 평가의 결과로 말미암아 기대 행위(Be)로부터 새로운 형상이 제시되기도 하지만, 그 반대로 제시된 설계의 구조변수로부터 새롭게 방향이 조정된 기대 행위(Be)가 생성되기도 한다. 이를 설계 문제의 재정식화(Reformulation)라 한다.

**(6) 문서화(Documentation)**

: 여러 번의 피드백(feedback)과 순환 혹은 반복 과정을 거쳐 생성된 최종 설계 기술안(D)은 도면 및 문서로 구성되는데, 이를 문서화(Documentation)라 한다.

**3.1 선박 초기설계시의 FBS 모델**

선박 초기설계(Preliminary Design)과정은 Fig. 6과 같이 선주의 요구조건(Owner's requirement)에 의해 유사선의 자료조사 및 관련 rule 및 regulation검토 후에 경하중량(LWT), 주기관(Main Engine)선정을 포함하는 선박의 주요치수(Principal Dimension)를 결정한 후 선형설계(Hull Form Design)를 결정하는 순서로 진행된다.

선박 초기 설계 과정에서, FBS설계 모델을 적용하기 위한 목적(P), 기능(F), 행위(B), 구조(S)는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

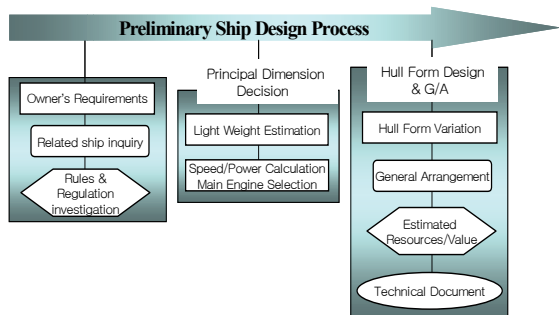


Fig. 6 Preliminary ship design process

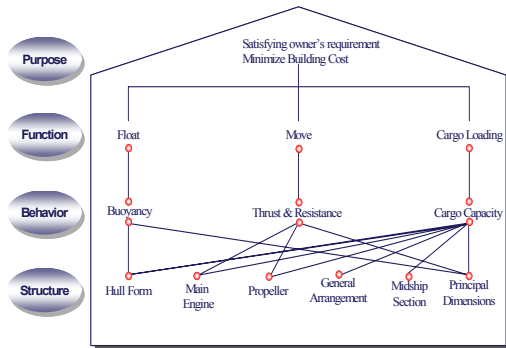


Fig. 7 Ship design based on FBS

• 목적(Purpose, P)

- ✓ 선주의 요구조건(Owner's Requirement)을 만족시킨다.
- ✓ 건조비용(Building Cost)을 최소로 한다.

• 기능(Function, F)

- ✓ 적재성(Cargo Loading) : 화물을 적재 한다.
- ✓ 부양성(Float) : 물에 떠야 한다.
- ✓ 이동성(Move) : 이동해야 한다.

• 행위(Behavior, B)

- ✓ 공간(volume)의 확보
- ✓ 부력(buoyancy)을 가짐
- ✓ 추력(thrust)을 냄
- ✓ 경하중량(LWT)

• 구조(Structure, S)

- ✓ 주요치수(Principal Dimensions)  
: L, B, D, T, C<sub>B</sub>
- ✓ 선형(Hull Form)
- ✓ 주기관(Main Engine)
- ✓ 프로펠러(Propeller)
- ✓ 일반배치(General Arrangement)
- ✓ 중앙단면(Midship Section)

Fig.7은 위에서 제시한 선박의 목적(P), 기능(F), 행위(B), 구조(S)를 나타내는 속성사이의 관계를 보인 것이다. 실제적으로는 이들 사이에 더 많은 상관관계가 존재하지만 직접 영향을 줄 수 있는 속성들 간의

관계만을 나타내었다.

3.2 적용 예제

앞 절에서 선박 초기 설계과정에 목적(P), 기능(F), 행위(B), 구조(S)를 FBS 설계 모델 관점으로 살펴보았다. 이러한 FBS 설계 모델을 실제로 선박 설계에 적용하기 위해, 본 예제에서는 설계선 330K VLCC의 예를 통해 살펴보고자 한다. 설계해야 할 선박의 선주 요구조건, 목적, 기능, 행위 및 구조를 Fig. 8에 나타내었다.

즉, 선주 요구조건인 DWT(Deadweight), T(Design draft), V(Service speed), CV(Cargo Volume)으로부터 설계 목적인 건조비(Building Cost)를 최소화하는 설계문제이다. 여기서, 기능(Function)은 DWT, CV, T, V이며, 행위는 선박의 기능으로부터 공간의 확보, 부력, 추력 및 저항, 경하중량(LWT)의 조건들로 구성되며, 구조(Structure)는 주요치수(L, B, D, C<sub>B</sub>, V, D<sub>p</sub>, P<sub>i</sub>, A<sub>E</sub>/A<sub>O</sub> 또는 L, B, D, C<sub>i</sub>, V, D<sub>p</sub>, P<sub>i</sub>, A<sub>E</sub>/A<sub>O</sub>), 선형(Hull Form), 주기관(Main Engine), 프로펠러(Propeller)로 구성된다. 앞 절과 마찬가지로 6가지 설계행위를 다음과 같이 분류할 수 있다.

(1) 정식화(Formulation)

DWT, CV, T, V의 주어진 값으로부터 기대 행위(Expected Behavior, Be)로 공간의 확보(Volume)를 위한 부력과 중량 평형조건, 경하중량(LWT), 공간의 확보(Volume)를 위한 조건, 추력 및 선속을 만족하기 위한 조건 등으로 정식화 된다.

(2) 종합(Synthesis)

기대 행위의 행위변수들이 선박주요치수의 가능한 값들로 구체화 되고, 선형, 주기관 및 프로펠러 주요치수의 구조를 이루게 된다.

(3) 분석(Analysis)

종합의 결과로 생성된 설계 대안이 기대했던 성능이 실제 성능에 의해 계산되는데 다음의 조건에 따른다.

$$L \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot (1+\alpha) = DWT+LWT$$

: 부력 • 중량 일치 조건  
 $D \geq T + \text{Freeboard}$  : 최소요구 건현조건  
 $CV \geq CV_{\text{req}}$  : 요구 화물창 용적 조건  
 $0.04B \leq GM \leq 4\pi^2(0.4)B^2/(gTr^2)$   
 : 초기 복원성 조건  
 $C_B/(L/B) \leq 0.15$  : 조종성 관점에서의 비만계수 (Obesity coefficient)의 제약조건  
 $C_B \leq 0.70 + 0.125 \tan^{-1}((23-100 \cdot Fn)/4)$   
 : Watson 과 Gilfillan에 의한  $C_B$ 의 제약조건  
 $P/(2\pi n) = \rho \cdot n^2 \cdot D_p^5 \cdot K_Q$  : 주기관(Main Engine) 으로부터 전달된 토오르크를 프로펠러가 흡수해야 하는 조건  
 $R_T/(1-t) = \rho \cdot n^2 \cdot D_p^4 \cdot K_T$  : 어떤 속력에서 선박 이 요구하는 추력을 내야 하는 조건  
 $A_E/A_O \geq K + (1.3+0.3Z) \cdot T_P/(D_p^2 \cdot (\rho_o+\rho gh-\rho_v))$   
 : 캐비테이션(Cavitation)이 발생하지 않을 조건

여기서,  
 $\alpha$  = appendage factor  
 LWT = 경하중량(Lightweight)  
 Freeboard = 건현  
 GM = 메타센터 높이(Metacentric height)  
 Tr = 횡 동요 주기(Rolling period)  
 Fn = Froude number  
 P = 주기관이 프로펠러에 전달하는 마력  
 $K_Q$  = 토오르크 계수,  $K_T$  = 추력계수  
 Z = 프로펠러 날개수,  
 $T_P$  = 프로펠러 추력 =  $R_T/(1-t)$   
 $R_T$  = 전 저항(Total resistance)  
 t = 추력 감소 계수  
 n = 프로펠러 회전수  
 $\rho_o+\rho gh$  = 축 침수 깊이 에서의정수압  
 $\rho_v$  = 증기압, h= 축 침수 깊이  
 $K = 0.2$ (단추진기선의 경우)

**(4) 평가(Evaluation)**

분석의 결과 드러난 실제 행위(Bs)는 설계 초기 의도했던 기대 행위(Be)와 다소 차이가 발생하게 된다. 즉, 기대 행위는 초기값이고, 실제 행위는 분석에 의한 값으로서 두 가지 값의 차이가 발생 하게 된다. 만약 이후 재정식화에 의해 최종결과는

기대행위와 실제행위의 차이가 발생하지 않는 결과를 나타내게 된다.

**(5) 재정식화(Reformulation)**

평가의 결과로 말미암아 기대 행위(Be)와 실제 행위(Bs)의 차이가 발생하게 되면 선박주요치수의 변경을 통해 이전의 정식화, 종합, 분석의 과정을 새롭게 생성하게 된다.

**(6) 문서화(Documentation)**

여러 번의 반복과정을 거쳐 생성된 최종 설계 기술안(D)이 도출되며, 선박 주요치수가 결정된다.

한편, 본 예제에서는 선박 초기 설계 시 주요치수 (Principal dimension) 및 선형변환(Hull Form Variation)의 과정을 순차적(Sequential)으로 고려하지 않고 동시에(Concurrent) 고려하여, 선박 초기 설계 과정에서 주요치수 결정및 선형변환의 과정을 통합화 하였다. 즉, 선형을 설계 변수로 하여 주요치수 결정과 동시에 선형 변환을 수행하였다(Yang et al. 2003).

Table 1에는 330K VLCC의 설계선의 최종 결과를 나타내었는데, 주요치수를 구하는데 최적화과정을 적용하지 않고 선박 특유의 Design Spiral에 기반 한 전통적인(Traditional) 기법 및 주요치수 및 선형변환을 순차적(Sequential)으로 고려하고, 동시에 (Concurrent) 고려한 기법을 각각 최적화 (Optimization)기법을 적용한 것과 FBS 설계 모델을 적용한 기법의 결과를 비교하였다. 여기서, 최적화 과정에서 적용한 기법과 FBS 설계 모델을 적용한 기법의 최종결과는 같음을 알 수 있는데, 이는 FBS 설계 모델은 설계 방법론이 아니라, 설계 대상물의 본질을 체계적으로 분류하고, 설계 원리를 파악하기 위한 개념이기 때문이다.

따라서 본 예제에서도 330K VLCC 선박을 선주의 요구사항으로부터 설계 목적(P), 기능(F), 행위(B), 구조(S)로 대상 설계물의 본질을 분류하고 이들 각각의 상관관계를 보다 구체적으로 규명하고, 설계 도구 즉, 설계 방법론은 최적설계기법을 적용하였다. FBS 설계 모델은 설계의 일반성을 유지하고 지속적으로 활용 가능한 설계 프레임워크를 개발하기 위한

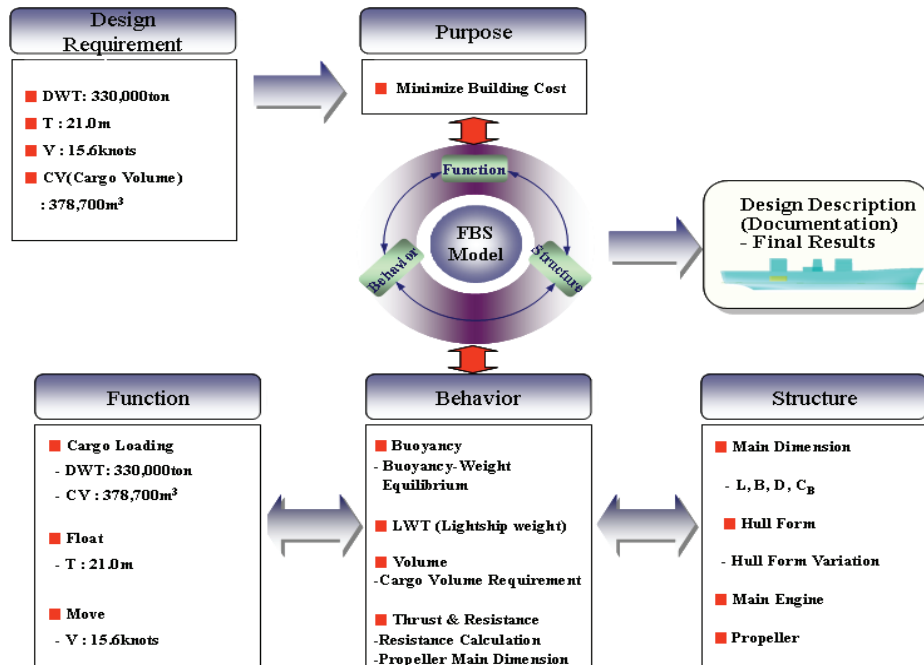


Fig. 8 330K VLCC design example based on FBS

Table 1 Final results of 330K VLCC design example

	Units	Traditional Design	Optimization		F B S	
			Sequential	Concurrent	Sequential	Concurrent
Objective	\$	$1.19313 \times 10^8$	$9.94635 \times 10^7$	$9.91975 \times 10^7$	$9.94635 \times 10^7$	$9.91975 \times 10^7$
Optimum	L	m	325.8	310.0	310.0	310.0
	B	m	60.4	60.6	57.3	60.6
	D	m	31.6	29.6	29.4	29.6
	$C_i$	-	-	-	0.99	-
	$C_B$	-	0.8087	0.8499	0.8112	0.8499
	V	knots	15.6	15.6	15.6	15.6
	DMCR	PS	40,006.10	35,433.97	35,159.70	35,433.97
	$D_p$	m	9.83	9.61	10.39	9.61
	$P_i$	m	7.07	6.82	7.17	6.82
	$A_E/A_0$	-	0.44	0.44	0.56	0.44
CV	$m^3$	378,700.0	420,702.4	396,745.7	420,702.4	
DWT	ton	330,000	330,000	330,000	330,000	
LWT	ton	39957.7	36969.3	35441.9	36969.3	
System Iteration	-	5차 추정	5	7	5	7
Function Call	-	-	70	141	70	141



설계 패러다임(Paradigm) 이지, 결코 설계 도구는 아니다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 설계를 구성하는 다양한 행위들을 조직적인 체계, 즉 논리적인 체계로 설명하고 서술하기 위해 FBS 설계 모델을 제시하였다. 설계의 본질을 파악하기 위해 종래의 최적설계의 한계점을 예로 들어 체계적인 설계가 필요함을 살펴본 것으로, 330K VLCC의 설계선의 예를 통해 FBS 설계 모델의 개념의 정립을 도모하고자 하였다. 설계 문제의 해(Solution)를 구하는 여러 가지 방법들이 상당히 많이 연구되고 있지만, 그들 대부분이 수식으로 표현된 문제에서 출발하여 최적해를 찾기 위한 과정을 찾고자 하는데 치중되어 있다. 그러나, 일반적인 설계 문제를 정식화하는 것은 수학적 이론으로만 처리할 수 없으며, 주어진 성능 목표를 달성하기 위해 특정한 알고리즘(Algorithm)만으로 해결 할 수 없는 부분이 많다. 따라서, 오랜 세월동안 사람들이 수행해온 설계 내부 과정에 대한 명확한 규명을 처리하는데 있어서, FBS 설계 모델을 적용하는 것이 하나의 훌륭한 대안이 될 수 있으리라 기대된다.

#### 후 기

본 논문의 내용은 한국과학재단의 첨단조선공학 연구센터 지원과제(R11-2002-008-04001-0) 및 국방부/방위사업청/국방과학연구소가 공모, 지정한 수중운동체 특화 연구센터(Underwater Vehicle Research Center) 과제(SM-12)의 일부로 수행된 것을 함께 정리한 것으로, 위 기관의 후원에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- Andrews D.J. and Pawling, R., 2003, "SURFCON - A 21ST CENTURY SHIP DESIGN TOOL," Proceedings of the 8th International Marine

Design Conference, Athens, Greece.

- Chakrabarti, A. and Thomas, P.B., 1994, An Approach to Functional Synthesis of Solutions in Mechanical Conceptual Design. Part I: Introduction and Knowledge Representation, Research in Engineering Design, Vol. 6, pp. 127-141.
- Chang, E., Li, X. and Schmidt, L.C., 2000, The Need for a Form, Function, and Behavior-based Representation System, Published online at <http://www.enme.umd.edu/DATLab>
- Gero, J.S., 1990, "Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design," AI Magazine. 11(4) 26-36.
- Gero, J.S. and Kannengiesser, U., 2002, "The Situated Function-behaviour-structure Framework," in JS Gero (ed.), Artificial Intelligence in Design'02, Kluwer, Dordrecht, pp. 89-104.
- GRC Homepage<<http://www.grc-ltd.co.uk>>
- Kim, Z.G, Eo, M.W. and Shin, J.K, 1983, "A Study on the Minimum Weight and/or Cost Design of a Midship Structure of Oil Tanker," Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 20, No. 2, pp. 21-26.
- Lee, J.M., 1993, Architectural Design Methodology, JiMoon-Dang.
- Lee, K.Y., 1994, "Optimum Model in the Preliminary Ship Design Stage," Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 31, No. 2, pp. 28-30.
- Lee, S.U. and Lee, K.Y., 1999, "A Study on the Basic Architecture of an Agent System for Agent-based System Integration," Journal of the Society of Naval Architecture of Korea, Vol. 36, No. 3, pp. 93-106.
- Pahl, G. and W. Beitz, 1996, Engineering Design, A Systematic Approach, Second Edition. Springer-Verlag, London.
- Park, M.K. and Kwon, Y.J., 2003, Basic Principles of Ship Design, Hankookigonghaksa.
- Rosenman, M.A. and Gero, J.S., 1994, "The

- What, the How, and The Why in Design," Applied Artificial Intelligence, 8, pp. 199-218.
- Shin, J.G., 1980, "Minimum Weight Desing of Midship Structure Using Optimization Technuque," Bulletin of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 17, No. 4, pp. 46-54.
  - Umeda, Y., Takeda, H., Tomiyama, T. and Yoshikawa, H., 1990, "Function, Behavior, and Structure," Applications of Artificial Intelligence in Engineering V, Ed. Gero, Proceedings of the Fifth International Conference, Boston, Massachusetts.
  - Yang, Y.S., Park, C.K. and Ruy, W.S., "A Study on the Preliminary Ship Design Method using Deterministic Approach and Probabilistic Approach," Journal of the Society of Naval Architecture of Korea, Vol. 41, No.3, pp. 49-59.
  - Yoo, S.B. and Lee, J.W., 1994, "Product Model for the Integration of Design and Manufacturing Information in Shipbuilding," Journal of the Society of Naval Architecture of Korea, Vol. 30, No. 2, pp. 1-12.



< 박 창 규 > < 양 영 순 > < 표 상 우 >