

## 船舶設計의 過程과 그 電算化에 대하여

韓 淳 興\*

## On the Ship Design Procedure and its Computer Aids

S. H. Han\*

## Summary

Nowadays we need the ship design ability strongly for our shipbuilding industry to attain the 2nd position among the competitive world marine industries. But we have short experience in ship design, so several ship design terminologies are used without clear understandings.

Here, papers on ship design procedure and design methodology are summarized with some investigation about our present status. In addition, the state arts and new developments of Computer Aided ship Design in advanced ship building countries are treated.

It is hoped that we-ship designers of our country-do have common understandings about the ship design terminologies.

## 1. 序 言

기술 진보의 속도가 점점 빨라져가고 있는 현대산업의 생활에서 이제 우리나라는 선진 조선국들의 경쟁상대국이 되기 시작했다. 이러한 시점에서 설계능력 자립의 시급함이 계속 강조되고 있으며, 우리 손에 의해 설계가 이루어 지므로서 受注 경쟁력이 향상되고, 국산기자재를 사용하므로서 외화可得率을 높일수 있다는 등의 잇점들이 누차 지적되고 있다.

이러한 선박설계의 단계를 구분하는데는 현재 여러가지의 용어가 의미상의 혼돈을 지닌채 사용되고 있는데 그것들을 염겨해 보면, 개념설계, 초기설계, 기본설계, 생산설계, 상세설계 등의 용어가 있으며, 영어로도 Conceptual design, Initial design, Preliminary design, Basic design, Tender design, Pre-contract design, Contract design, Detail design 등의 많은 용어가 사용되고 있다. 이렇게 여러가지로 혼동되고 있는 개념들을 정리해 보면서, 선박설계의 과정을 조사하고 그 전산화를 위한 방법들을 살펴서, 우리에게 부족되고 있으며 시급한 해결을 필요로 하는 요소기술들을

발견하여 앞으로의 연구노력을 집중할 수 있게끔 한다면 매우 의미가 있을 것이다.

우선 개괄적으로 살펴볼때, 선박설계는 그 대상이 되는 선박의 종류에 따라서 요구되는 기술수준과 그 작업량에 심한 차이가 있을 것이다. 즉, 항공모함이나 Ro-Ro선과 같은 대형선과, 작업선이나 보트 같은 소형선박을 설계하는 데는 그 작업량에 많은 차이가 있을 것이다. 그러나 일반적으로 얘기해서, 해상수송을 위한 선박이라는 System을 설계한다는 점에서는 같을 것이므로 모두 동일한 과정을 필요로 할 것이다. 다만 소형 저급선의 경우에는 이러한 과정들이 크게 생략 또는 축소되어 단순화되고 작업량이 적어지는 것이며, 군함이나 상선이나, 또는 선주가 있느냐, 예상되는 선주를 위해 설계하는 표준형선이나에 따라서 설계의 어느 단계까지를 선주가 맡고 어니서 부터 조선포가 수행하느냐가 다른 것이자 선박이 설계되어 가는 과정 자체는 유사할 것이다.

또한, 좀 더 나은 배를 건조할 수 있도록 하려는 설계의 목적은 어느 경우에도 동일하지만, 갖고 있는 design tool(특히 Computer 등)이나 기술수준에 따라 설계의 방법이 달라질 것이며, 설계진의 인원구성과

接受日字: 1981年 10月 12日

\* 正 會 員, 韓國機械研究所 大德船舶分所

조직형태에 따라라도 변화가 있을 것이다. 그리고 국가 또는 지역에 따라선 선택의 건조 및 설계방식이 조금씩 다른 것을 알 수 있다.

따라서 우리나라의 기술수준과 諸般여건에 알맞은 설계의 방법 또는 과정을 정립하고, 앞으로 지향해야 할 새로운 설계방법을 모색하는 것이 필요한 것으로 여겨지며, 여기서는 이와 관련된 자료들을 정리해 보았다.

## 2. 선택설계의 과정

### 2.1 일반적인 설계의 과정

근래에 일반적인 Engineering Design에 관한 연구들이 많이 행해지고 있으며, 특히 System engineering 등에서 많은 연구가 이루어지고 있다. Hill [1]은 일반적인 공업제품의 개발 및 시험·평가, 그리고 제조, 판매의 과정을 Fig.1과 같이 보이고 있으며, Blanchard [2]등은 일반적인 System design의 과정을 Fig. 2와 같이 보이고 있다.

또, Rawson[4]은 선택과 같은 System의 설계과정

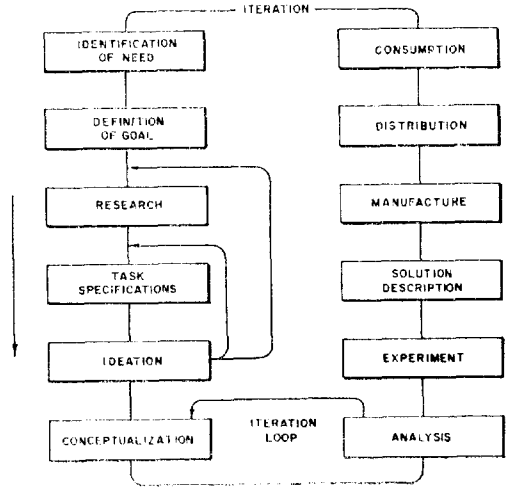


Fig. 1. The Design Process

을 Fig. 3과 같이 구분하고 있다.

Fig. 3에 대해 설명하면 다음과 같다.

① Divergence phase는 가능한 여러가지 案을 내는

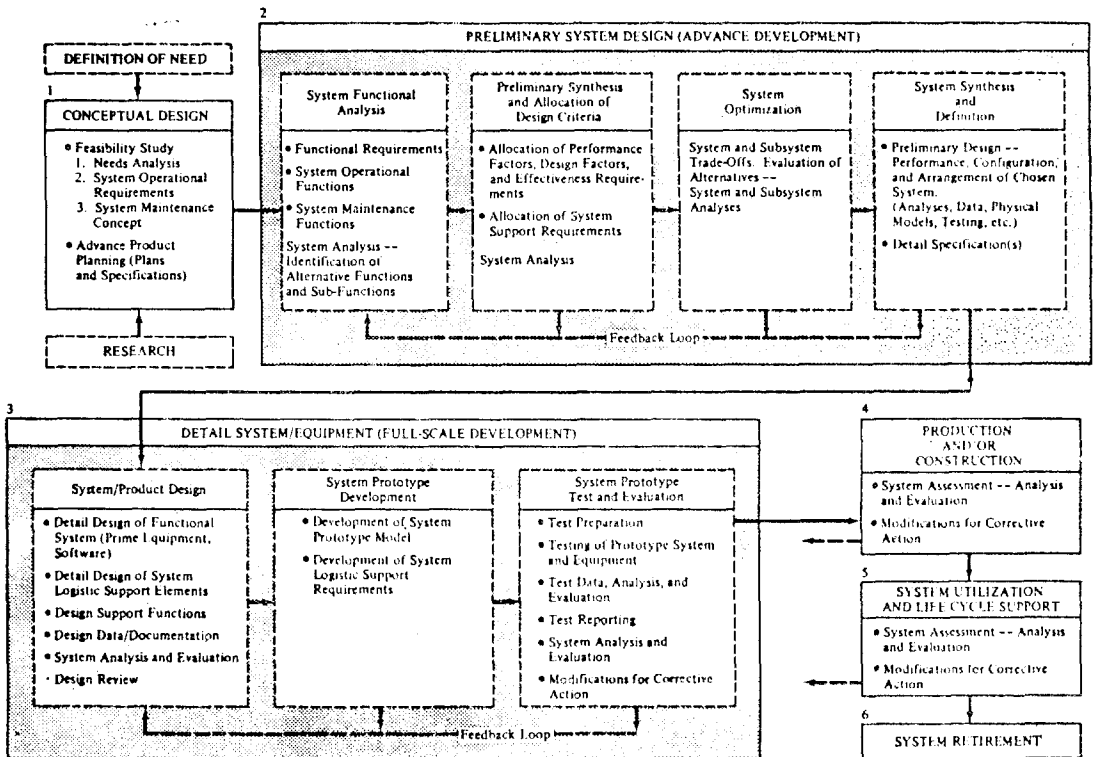


Fig. 2. System design evolution.

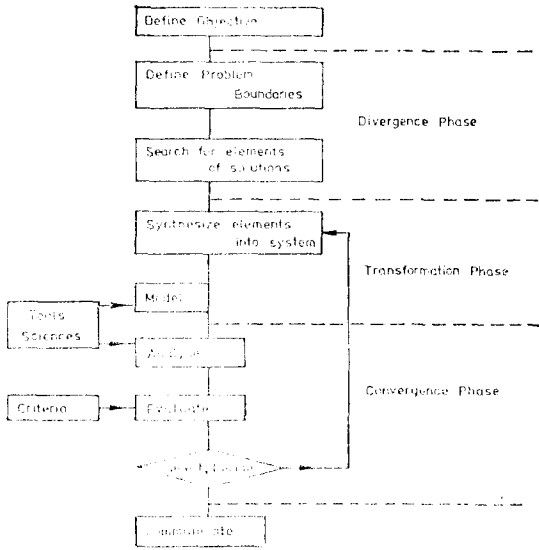


Fig. 3.

단계로, 창의력을 필요로 하는 단계이다. (Brain storming이라고도 한다)

- ② Transformation phase는 이런 여러가지 案을 model등으로 구체화하는 단계이고,
- ③ Convergence phase는 구체화된 案들을 시험 및

평가하여 最適案을 선정하는 단계를 나타내는 것이다. 한편, 여지껏 선박설계의 과정은 그 반복(iteration) 작업이 강조되어, Fig. 4의 같은 design spiral이라는 개념을 통해 설명되어 왔는데, 이 개념은 Evans [11]에 의해 소개된 것이다.

2.2 美 海軍의 경우(Naval Sea Systems Command: NAVSEA)

미국 조선소들의 작업량은 많은 부분이 해군의 함정 건조가 차지하고 있어서, 해군의 조합질차는 그 자체로 미국 조선소들에 많은 영향을 미치고 있다. 또한, 해군자체도 共機關으로서 정립된 조합질차를 유지하는 것이 중요하므로 일찍부터 조합과정, 특히 설계과정에 대해 많은 검토를 하여왔다. 그런데 1·2차 세계대전을 거처서 현재에 이르는 기간동안의 기술진보는 대단한 것이어서, 군함설계의 작업도 과거보다는 훨씬 복잡해져서 설계과정 자체에도 변화가 있었고, 그밖에 미국의 정치·경제 및 정부조직상의 변화에 의해 조합질차상의 변화도 있었다 한다.

비해군에서는 전형적인 구축함에 대하여, Fig. 5와 같은 단계를 거쳐 설계가 이루어지고 있다고하며[12], 그 각 단계의 목표 및 Output등이 Table 1과 같다 [13].

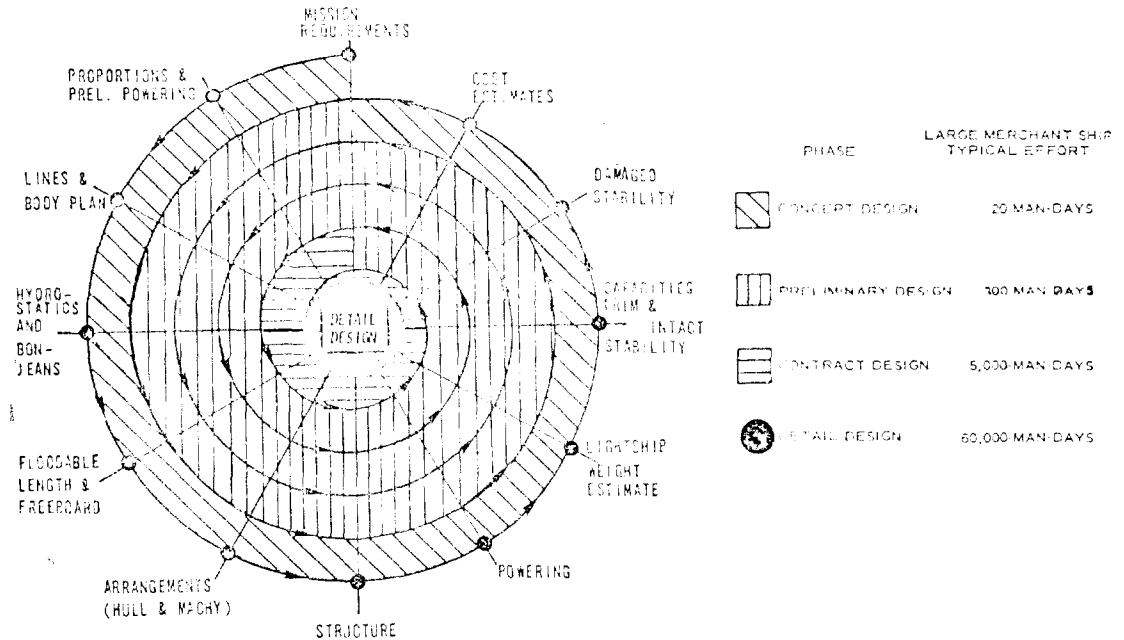


Fig. 4. The Design Spiral

Johnson [12]은 그 각 단계에 대하여 다음과 같이 설명하고 있다.

• Feasibility Study(타당성 조사)

trade-off를 위한 일련의 설계로 여러가지 代案(alternative)을 낸다.

原價산정을 위한 대략적인 선박의 규모를 정하는 것으로 定性的인 검토가 주이고, 주요준법 및·건조비 등이 중점적으로 다뤄진다.

작업의 결과로 Proposed Ship Characteristics가 나온다. (즉, Mission Requirement가 확립되는 것이다)

그 작업과정은 정립되어 있지 않으며, 船種에 따라, 類似船의 有無에 따라 작업내용이 크게 달라지며, 근래에는 Ship Synthesis model등의 전산 Program을 많

이 사용하고 있다.

• Conceptual Design(개념설계)

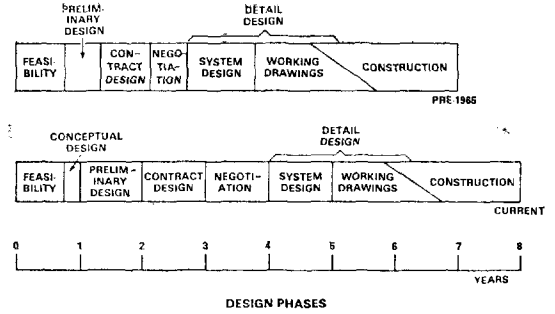


Fig. 5. Phases in the Ship Acquisition Process.(The Time Scale refers to a typical Destroyer)

Table 1. Key Design Management Parameters

Mgt Parameters	Conceptual Phase		Preliminary Design	Contract Design
	Feasibility Studies	Conceptual Design		
Purpose	concept selection from 2~300 "designs"	validation of concept	complete tech definition of ship & budget grade cost estimate	to produce a contractable package
Program Control (OPNAV/SHAPM)	CEB	*DSARC I-major combatant or developmental design	DSARC II-major combatant or developmental DSARC II-minor combat/aux.	DSARC III-major combatant or developmental DSARC III-minor combat/aux. DSARC I-repeat/mod
Design Cost & Time	\$ 100~300K 2~6 months	\$ 700K~1.2M 4~8 months	\$ 3M 10 months	\$ 7M 12 months
Baseline	Feasibility Studies Baseline	CBL (Conceptual Baseline)	FBL (Functional Baseline)	ABL (Allocated Baseline)
Product			complete technical description of ship	complete contractual description of ship
Control Document	-	TLR	TLS	Ship Specification
Follow Ship COST Estimate	class E or F	class D (may not occur until PD)	class C (budget quality)	class B or A
NAVSEC Manning	3~4	15~25	80	120

\* Defence System Acquisition Review Council

feasibility study에서 사용되는 ship synthesis model의 output과 preliminary design단계에서의 작업 精度에 큰 차이가 있어 이것을 배울 2~3개월간의 중간 단계가 필요하게 되어 근래에 시행되기 시작했다. 작업내용 및 작업량은 과거(65년도, [14])의 preliminary design과 유사하다.

● Preliminary Design(초기설계)

주요도면을 마련하고 선박의 주요 특성들이 확정되는 단계이며, 線圖가 마련되므로 수조시험이 개시된다. 작업의 결과로 Approved Ship Characteristics가 나온다.

● Contract Design(계약설계)

건조계약을 위한 각종 도면과 仕様書를 작성하는 단계이며, 상세한 조선공학적 제 계산이 수행된다. 또한 각 sub-system의 설계가 수행되므로 각 sub-system의 전문가가 설계작업에 참여한다.

한편, 이 contract design 단계부터 조선소의 설계진이 설계작업에 참여한다.

● Detail Design(상세설계)

건조계약이 이루어진 후 조선소에서 수행되는 단계로서 Working drawing들이 작성된다.

2.3 商船의 설계

상선의 설계는 군함설계의 경우와 여러가지 차이점이 있는데, 우선 설계의 목표 자체가 군함의 경우와는 달라 수익성이 높은 선박을 요구한다.

또한 군함에는 첨단 기술과 장비들이 사용되어 각 설계마다 기술상의 변화 정도가 크며, 새로운 개념들이 도입되므로 상선에 비해 훨씬 많은 양의 기술적인 검토가 요구된다. 반면에 상선의 기술적인 진보는 상대적으로 늦으며 군함이나 他산업에서 시험·확인된 새 기술이나 장비가 반영되고 있고, 또한 설계시에 군함에 비해 풍부한 유사선의 자료를 이용할 수 있다.

한편, 설계작업의 분담에 있어서도 차이가 있는데, 일반적으로는 船主의 Owner's Requirement에 의해 조선소의 설계작업이 이루어지고 있으므로 Feasibility study는 船主가 행하는 것으로 볼 수 있겠으나, 船主가 전문 용역회사를 이용하여 초기에 좀 더 자세한 검토를 하는 경우와, 조선소 자체가 예상되는 船主를 위해 초기부터 설계해 내는 표준형선의 설계가 있다.

다음의 몇가지 제안된 상선의 설계과정에 대해서 설명하고자 한다.

Fig. 6은 조선소의 전체 작업중에서 설계가 차지하는 부분을 보여주고 있다. [16]

Fig. 7은 Lamb [17]이 보여준 설계의 과정인데, 'Preliminary Design'의 단계들이 현재 NAVSEA의 구

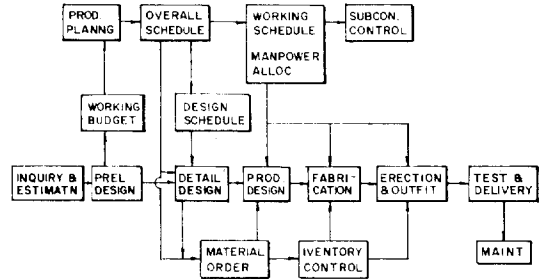


Fig. 6. System Map of Shipbuilding Activities

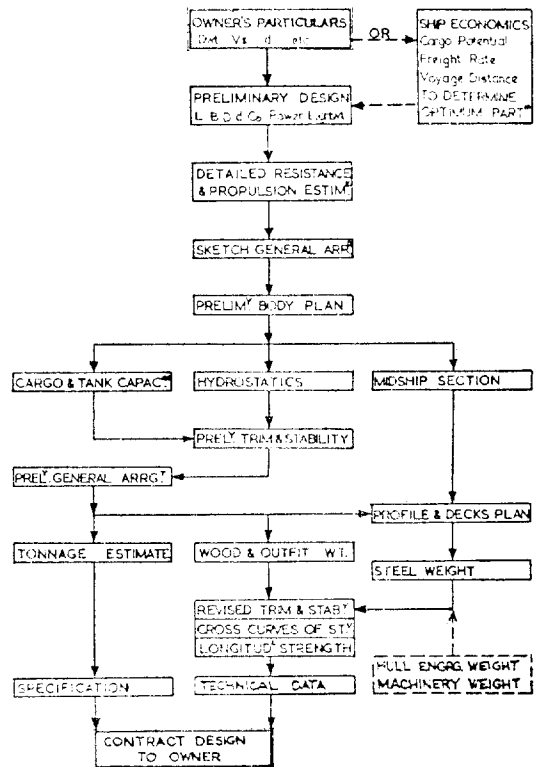


Fig. 7. Flow diagram of design procedure

분과는 차이가 있다.

Fig. 8은 유고슬라비아의 조선소에서 INDES라는 Program을 개발할 때 정리한 설계의 과정을 보여주는 데 [18], 이 Program은 이미 사용하고 있던 AUTOKON과 PRELIKON system에 연결하여 그 前단계인 Pre-Contract design에 이용할 목적으로 개발한 것이다.

Fig. 9는 Gallin [8]이 시장성 조사, 판매 등과 설계

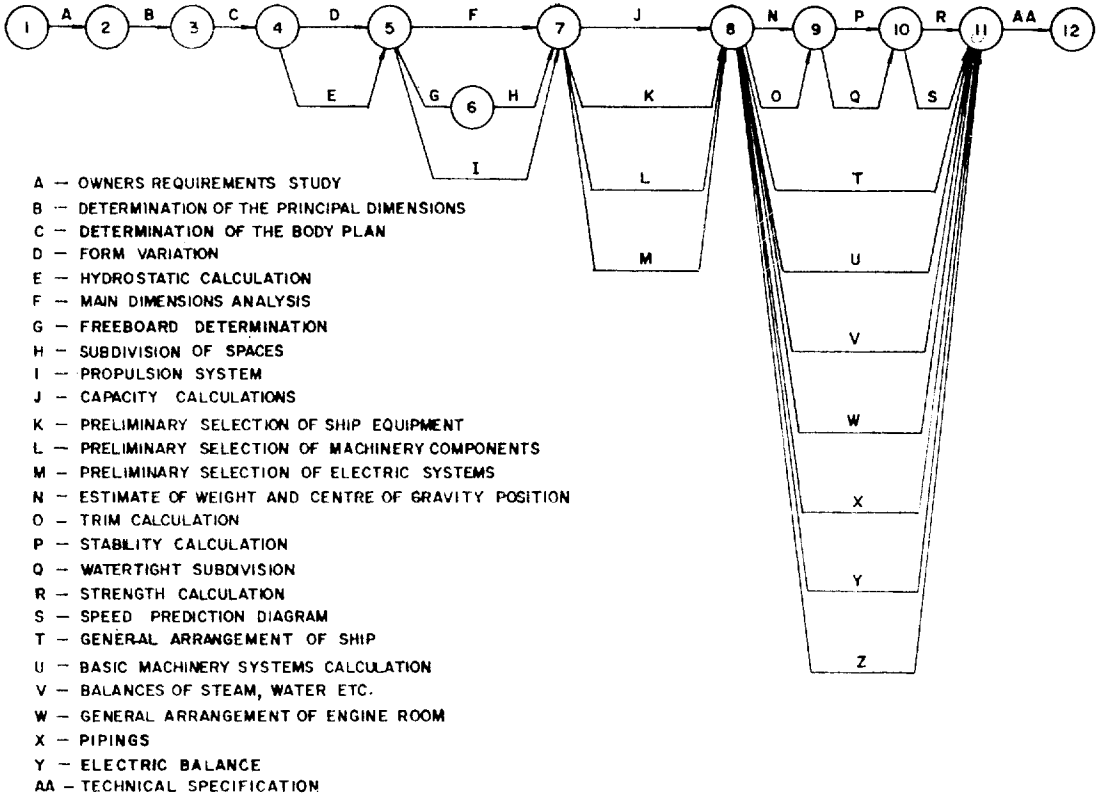


Fig. 8. Tasks of pre-contract ship design.

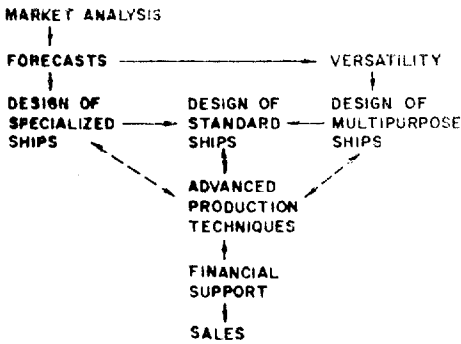


Fig. 9. Design Strategy

의 관계를 개략적으로 보인 것이다.

2.4 국내 조선소의 경우

우리나라의 조선소들은 그 시설이나 조직, 공법 등이 일본의 방식을 따른 것이 많아 많은 점에서 일본의 경우와 비슷한데 대형 조선소의 현대중공업과 중형인 조선공사, 소형인 대동조선의 설계관련 조직과 설계과정을 살펴본 것이 다음과 같다.

현대중공업의 설계관련 조직은 Fig. 10과 같다[21]. 각 분야의 설계기능을 살펴보면 다음과 같다,

- 기본설계부(Ship Initial Design Dept.)...영업설계(Outline Spec.)와 계약설계(Full Spec., Schematic)를 수행한다.

- 조선설계부...상세설계(기능설계)를 수행
- 기술부...생산설계(공작도, 一品圖)를 수행

조선공사의 조직은 Fig. 11과 같으며 설계는 기술영업부에서 계약전 설계를 수행하며, 설계실은 계약 후 설계를 하여 현장으로 연결되고 있다.

대동조선의 조직은 Fig. 12와 같으며, 설계부에서 모든 설계가 수행되어 현장으로 연결되고 있다.

한편, 우리나라에서 널리 쓰이고 있는 기본설계(Basic Design)의 개념은 일본에서 들어온 것으로 여겨지며, 미국쪽의 참고문헌 [11, 19, 20]에도 나오고 있다. 그런데 Kiss [20]는 Basic design을 Conceptual design과 Preliminary design을 포함한 것으로 보고 있으며, 우리나라에서는 계약설계까지의 단계를 기본설계가 포함하는 것으로 의미되고 있고 한편으론 선각이나

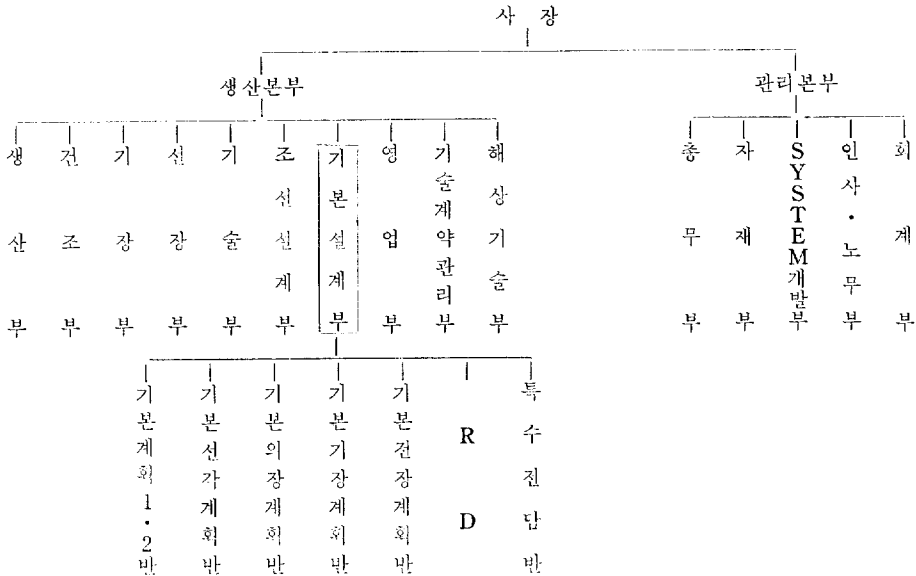


Fig. 10. Design related Organization of Hyundai Heavy Industry Co.

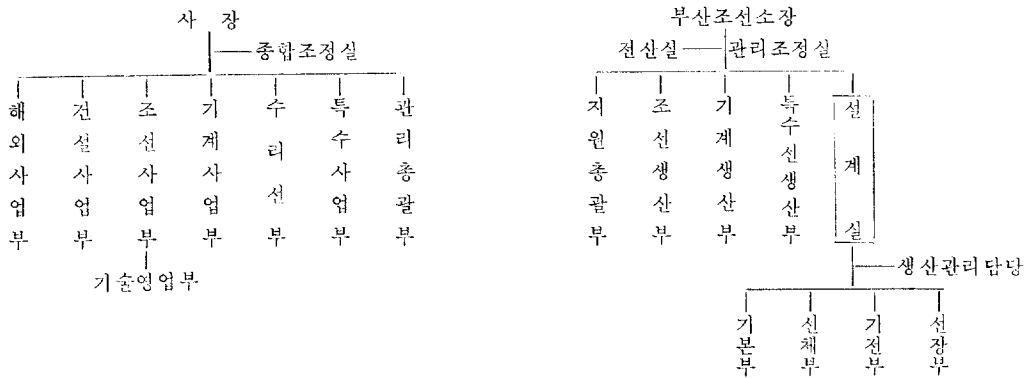


Fig. 11. Design related Organization of KSEC

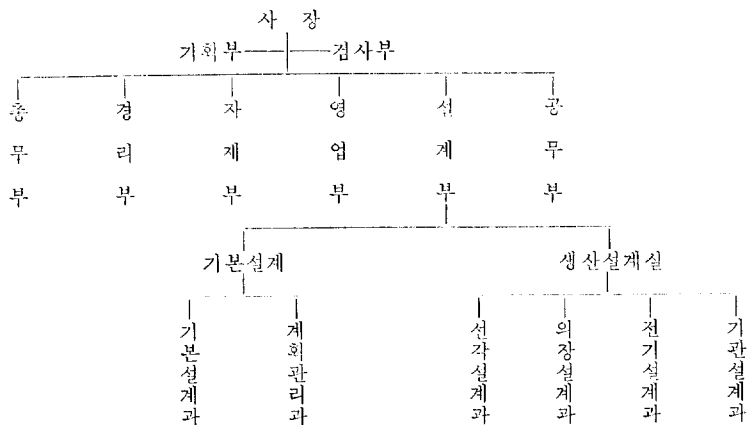


Fig. 12. Design related organization of Dae Dong Shipbuilding Co.

기장, 전장 설계에 대한 대응되는 개념으로도 사용되고 있다.

### 3. 선박설계에 있어서의 전산기의 이용

#### 3.1 현황

1960년대 초반부터 조선공업에 이용되기 시작한 전자계산기는 그간 3차에 걸친 ICCAS (1973, 76, 79년) 등의 국제회의를 개최하는 등 빠른 속도로 그 이용범위가 넓어지고 있다. 현재 조선소에서 생산설계에 이용하고 있는 AUTOKON, VIKING 등과 같은 Program 들은 이제 대형조선소에서는 완전히 그 사용이 보편화되고 있는 것으로 여겨지며, 그 적용범위도 계속 넓어져서 최근에는 선각도면 등 주요 도면의 제작까지 전산화하려는 노력이 두드러지고 있다.

초기설계 단계에서 전산기의 이용은, AUTOKON, VIKING 등과 같이 개발된 PRELIKON, SEAKING 등의 Program들이 선박설계 과정에 수반되는 계 계산에 이용되어 설계자들의 작업을 크게 돕고 있으며 근래에는 FORAN System과 같이 線圖설계작업을 전산화하기 위한 노력이 계속되고 있고, 美海軍에서는 일반배치도의 제작도 전산화하고 있다한다. 한편 기술·경제적 타당성 검토라든지 개념설계 단계에서는, 그 작업이 설계자의 창의력과 경험 그리고 직관력등을 가장 많이 요구하므로 이러한 작업과정을 완전히 기계화 한다는 것은 의미가 없다. 따라서 반복되는 부분적인 계산의 수행과 같이 설계자의 작업을 최대한 도울 수 있는 design tool로서의 program이 요구되며, 결국 man-machine間的 대화의 가능하여, 인간의 창의력이나 판단력이 필요한 부분은 설계자가 직접 처리할 수 있는 그런 방법들이 모색되고 있다[8, 9, 25, 25, 26]. 그런데 근래의 computer기술에서 interactive의 개념은 이러한 요구에 적합한 것이며, 또한 선박설계에서와 같이 도면 및 그림의 처리가 필수적인작업에서 graphic display의 기능은 놀라운 것이다. 이와같이 최근에는 interactive graphic display를 이용하여 선박설계의 초기단계를 전산화하려는 연구가 많이 이뤄지고, 또 실용화되고 있다[27].

최근에 개발되고 있는 주목할 만한 Program들을 소개해 본다. Fig. 13은 노르웨이의 선박연구소(NSFI)에서, 해운회사와 조선소가 선박의 건조 및 운항을 위해 기술·경제적 검토를 할 수 있도록 개발중인 Program System을 보여주고 있다[6, 7].

美海軍의 NAVSEA에서도 설계작업을 위한 전산

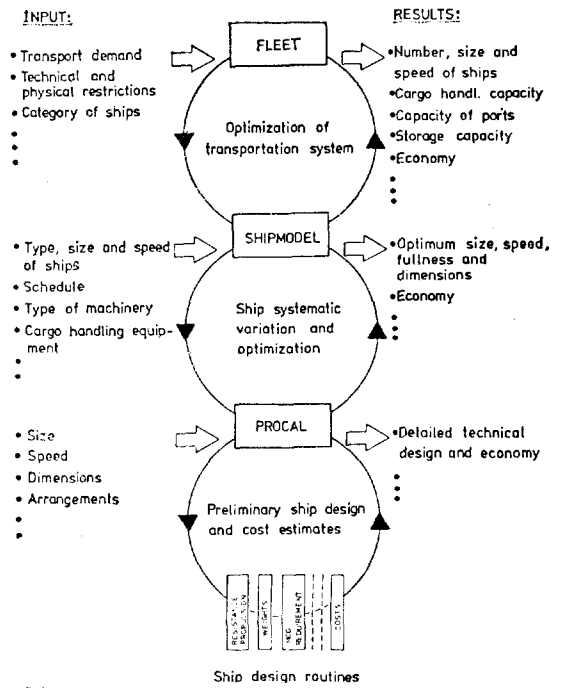


Fig. 13. Programs for planning of ship transport systems

Program System을 새로 개발하고 있는데, 특기할 것은, 군함에서는 미사일 등의 장비(특히 전자장비)적재를 위해 선박의 Volume이나 area의 확보가 중요하므로, 일반배치도가 商船의 경우보다 훨씬 중요한 의미를 갖는다. 이러한 이유로 美海軍에서는 일찍부터 일반배치도 작성작업의 전산화에 노력해 왔으며, Fig. 14와 Fig. 15가 NAVSEA의 설계용 Program System을 보여준다[28].

#### 3.2 展 望

이제 Computer는 조선공업에 있어서 필수적인 장비로 여겨지고 있다. 물론 중소형의 조선소에서는 전산기 시설과 그 필요인원을 유지할만한 작업량이 없기 때문에, 전산기를 보유하지 못하고 있는 것이 사실이

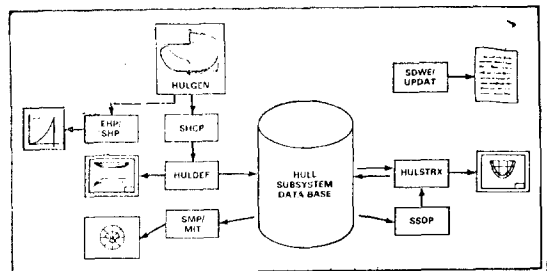


Fig. 14. Hull Subsystem.



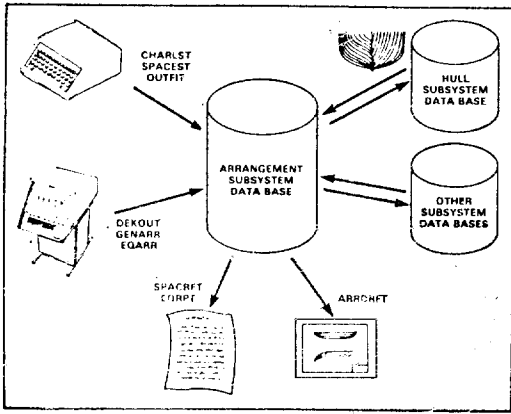


Fig. 15. Arrangement System.

지만, 외국의 경우처럼 Computer center를 운영하고 각 회사에 터미널을 설치하여 이용한다면 가능한 일이며, 전산기 자체도 빠른 속도로 소형화, 저렴화 하고 있으므로, 전산화의 경향은 더욱 보편화할것이다[29].

한편, 그 이용분야에 있어서도, 과거에는 전산화가 가능했던 부분들에 국한되어 전산기가 사용되었으나, 그동안 hardware 및 software의 눈부신 발전에 의해, 조선소의 경영에서부터 설계 및 건조과정 등 거의 전 분야에 걸쳐 전산기가 이용되고 있다.

또 한가지 전산화 추세의 중요한 원인은, 선진조선국들이 인건비 부담과중에 의한 조선공업의 경쟁력 약화를 극복하기 위하여, 최대한 전산기를 이용하여 조선공정을 기계화, 자동화하려고 한다는 점이다.

설계에 있어서는 그동안 많은 작업량을 필요로 했던 계산작업들이 전산화 되었으며, 앞으로는 製圖작업의 전산화가 당면한 목표인 것으로 여겨지고, 한편으로 PROCAL[6, 7]과 같이 Feasibility Syudy단체를 전산화한 Program들이 실용화되고 있다.

### 3.3 우리나라의 실정

우리나라에는 1976년도 부터 선진조선국에서 개발된 Program Package들이 도입되어 사용되고 있는데, 설계에 관련된 Program으로는 FORAN, SEAKING, PRELIKON등이 도입되었다.

그런데 이렇게 도입된 Program들을 충분히 활용하고 유지 및 보완하기 위해서는 상당한 수준의 고급기술과 시설이 필요한 것으로 여겨지나 도입초기에는 조선소의 당면한 필요에 의해 도입되었기 때문에 그 연구개발에 대한 노력은 미흡했던 것 같다. 선진조선국

에서는 개발된 Program의 문제점 해결과 그 기능의 다양화를 위하여 계속해서 연구투자를 하고 있으므로 도입된 Program들은 몇년이 지나면 진부한 것이 되어 도입국가는 새로운 Version을 다시 도입해야 된다.

따라서 우리도 이러한 개발추세를 뒤쫓아가기 위해서는 충분한 투자가 필요하겠으나 현재로서는 이러한 개발추세를 파악하고 도입이 필요한 기술의 종합적인 판단과 효율적인 도입 및 활용을 위한 최소한의 인원과 장비의 지속적인 투자가 아쉬운 형편이다.

## 4. 結 言

(1) 앞에서의 검토를 살펴볼 때 선박이 설계되어 가는과정은 어느 선박이나 유사한 것이나, 이러한 과정을 몇개의 단계로 구분하는 것은 인위적인 것으로 여겨지며, 설계되어질 선박의 종류에 따른 작업량 뿐만이 아니라 설계진의 조직과 구성 그리고 갖고있는 design tool과 선박의 건조절차에 따라 다르게 구분되고 있음을 알 수 있다.

(2) 바람직한 설계방법을 모색하기 위하여 시작했던 이 작업은, 글의 제목을 보면 알 수 있는 바와 같이 상당히 방대한 작업으로, 여기서는 우선 자료를 정리해 본 것이며, 구체적인 결론을 얻기 위해서는 상당한 기간이 필요할 것으로 여겨진다.

(3) 한가지 아쉬운 것은, 우리나라 해군과 관련기관의 조직 및 설계방법이 함께 비교 검토되었더라면 좀더 충실한 자료가 되었을 것이나, 본 글에서는 몇가지 이유로 제외되었다.

(4) 끝으로 비교의 목적으로 이용된 현대, 조공, 대동의 조직표가 사전양해 없이 게재된 것을 사과드리며 이해를 부탁드립니다.

## 참 고 문 헌

- [1] Percy H, Hill; "The Science of Engineering Design," Holt, Rinehart and Winston Inc.,1970.
- [2] B.S. Blanchard, W.J. Fabrycky; "Systems engineering and Analysis," Prentice-Hall Inc.,1981.
- [3] Proceedings of 'Advances in Marine Technology' Conference, Held in Trondheim Norway, June 1979.
- [4] K.J. Rawson; "Maritime System Design Methodology," in [3]
- [5] Harry Benford; "The Changing Scene in Marine

- Design Techniques," in [3]
- [6] Stian Erichsen, Juts Fr. Storm, Jac S. Halvorsen; "Introducing Computer-Aided Design to Shippin," in [3]
- [7] John Archer; Discussion on [6], in [3]
- [8] C. Gallin; "Theory and Practice in Ship Design," in [3]
- [9] C. Gallin; "Inventiveness in Ship Design," Trans. North East Coast Coast Institution of Engineers and Shipbuilders, Vol. 94 1978.
- [10] I.L. Buxton; "Engineering Economics Applied to Ship Design," The Naval Architect, Oct. 1972.
- [11] J.H. Evans; "Basic Design Concepts," Journal ASNE, Nov. 1959.
- [12] Robert S. Johnson; "The Changing Nature of the U.S. Navy Ship Design Process," Naval Engineers Journal, Apr. 1980.
- [13] Ken B. Spaulding, Anthony F. Johnson; "Management of Ship Design at the Naval Ship Engineering Center," Ship Design Division, NAV SiEC, Mar. 1975; Naval Engineers Journal, Feb. 1979.
- [14] Richards T. Miller; "A Ship Design Process," Marine Technology, Oct. 1965.
- [15] Thomas C. Gillmer; "Modern Ship Design," Chapter, 13—Design Process: Inception, Planning and Contracting', 2nd edition, Naval Institute Press, 1975.
- [16] Y. Akita, J. Suhara; Y. Fujita, "On the Activities of Systems Technology and Computer Application Committee in Shipbuilding (SCCS) of Japan," 3rd ICCAS, 1979.
- [17] T. Lamb; "A Ship Design Procedure," Marine Technology, Oct. 1969.
- [18] Franjo Spincic, Boris Rosovic, Spartako Crnjacic; "INDES-A Conversational Information System for Pre-Contract Ship Design," Proceedings of 3rd ICCAS, 1979.
- [19] Amelio M. D'Arcangelo; "Ship Design and Construction," SNAME, 1969. E. Scott Dillon: Chapter 1 Design."
- [20] Robert Taggart; "Ship Design and Construction," SNAME, 1980. 'Ronald K. Kiss: Chapter 1 Mission Analysis and Basic Design.'
- [21] Hyun dai Heavy Industries Co., LTD-Brochure, 1981
- [22] Korea Shipbuilding & Engineering Corp.-Brochure, 1978.
- [23] Dae Dong-Brochure, 1981.
- [24] 1st WEGEMT(West European Graduate Education in Marine Technology)-Advanced Ship Design. Techniques, Sept. 1978.
- [25] H. Nowacki; "Introduction to Computer Aided Ship Design," in [24]
- [26] H. Nowacki; "Fundamentals of Optimization and Modelling", in [24]
- [27] Steimar Thorvaldsen, Fredrik Major; "Interactive Preliminary Ship Design with Graphical Aids", 2nd ICCAS, 1976.
- [28] Craig M. Carlson, Robert A. Johnson, F. William Helming; "Computer Aids for Ship Design, Integration and Control," Naval Engineers Journal, Apr. 80.
- [29] I.M. Yuile; "The Effect of Advance in Computer Technology on Computer Aided Engineering Design," Trans. IESS, Vol. 123, part 6, 1979/80.
- [30] Robert J. Riggins; "Streamlining The NAVSEA Ship Design Process," Naval Engineers Journal, April 1981.