

# 함정 내부 공간별 기능 및 상호관계를 고려한 함정 공간배치 방법에 관한 연구

황인혁<sup>1,†</sup> · 신정학<sup>1</sup> · 김영민<sup>1</sup> · 신종계<sup>2</sup>

서울대학교 조선해양공학과<sup>1</sup>

서울대학교 조선해양공학과 및 해양시스템공학연구소<sup>2</sup>

## Spatial Arrangement of Naval Ships Considering Functions and Relationships between Compartments

InHyuck Hwang<sup>1,†</sup> · JungHack Shin<sup>1</sup> · Youngmin Kim<sup>1</sup> · JongGye Shin<sup>2</sup>

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University<sup>1</sup>

Department of Naval Architecture and Ocean Engineering and Research Institute of Marine System Engineering, Seoul National University<sup>2</sup>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

This paper presents a method that generates alternatives of spatial arrangement for naval ships with limited information. To attain this end, GA (General Arrangement) methodology and GA reports of existing naval ships are analyzed. In order to improve the current naval ship spatial arrangement method that relies on the experience and know-hows of designers, we propose a systematic spatial arrangement process using SLP (Systematic Layout Planning), which determines relative positions of the components by analyzing relationships among them. The proposed method, along with the GA process, is applied to a virtual naval ship and layout alternatives are generated to verify usefulness of the method.

**Keywords** : Compartmental function(격실별 기능), Relationship between compartments(격실 상호관계), Naval ships spatial arrangement(함정 공간배치), Systematic layout planning(체계적 배치 계획)

## 1. 서론

‘바다를 지배하는 자가 세계를 지배한다.’라는 말처럼 과거 강대국들의 공통점을 찾아보면 바다를 지배했다는 점을 찾아볼 수 있다. 특히, 수출입 물동량의 대부분이 바다를 통해 이루어지고 있으며, 미국, 중국, 러시아, 일본과 같은 해양강국에 둘러싸여 있는 우리나라에게 있어 해양강국은 반드시 나아가야 할 방향이다. 하지만, 세계의 해양 강국들이 다양한 신개념 함형들을 앞다투어 개발함으로써 해양 강국으로서의 주도권을 확보하기 위해 많은 연구를 수행하고 있는 반면에 국내의 경우에는 미국 등 선진국 함형 모방 등을 통해 개발이 이루어져 원천기술 확보에 뒤처지고 있으며, 선진국과의 기술 격차도 벌어지고 있다.

이러한 기술 격차가 심해지고 있는 상황을 해소하기 위하여 국내에서도 신개념 함형 연구를 위한 다양한 기초연구가 진행되고 있지만, 함정 내부의 체계적인 공간배치 방법에 대한 연구는 부족한 실정이다. 특히, 함정은 그 자체가 부대의 개념을 갖는 특성

을 가지고 있어서, 제한된 공간 내부에 전투, 거주, 정비 등 다양한 목적을 지닌 장비를 배치하여 최적의 성능을 발휘해야 하는 특징이 있다. 따라서 이를 위한 체계적인 공간배치 방법론이 필요하지만 국내의 경우에는 함정 내부 공간배치만을 위한 프로세스와 방법론이 체계적으로 정립되어 있지 않으며 대부분의 함정이 함정 설계, 건조 기준의 일부 내용과 설계자의 경험에 의존하여 공간배치를 수행하고 있는 실정이다.

이에 본 논문에서는 기존의 함정 일반배치 프로세스와 공간배치 방법론을 분석하여, 이를 개선한 새로운 함정 일반배치 프로세스 및 공간배치 방법론을 제안하고자 한다. 또한, 제안한 함정 일반배치 프로세스와 공간배치 방법론을 가상의 함정에 적용하여 함정 공간배치 대안을 생성할 수 있는지 확인하였다.

## 2. 관련 연구 동향

본 논문에서 제안한 체계적인 함정 공간배치 방법은 현재 수행



Fig. 1 General arrangement (GA) process of domestic naval ships



Fig. 2 Proposed GA process

되고 있는 함정 공간배치 과정에 체계적인 공간배치 방법론을 적용한 연구이다. 따라서 관련 연구는 크게 함정 내부 공간의 구획을 나누고 배치하는 함정 공간배치연구와 공간배치를 위한 체계적인 방법론 및 이를 적용한 연구로 나눌 수 있다.

함정 내부 공간배치와 관련된 연구로 Carlson and Fireman (1987)은 함정 일반배치 프로세스와 함정의 전체 공간을 구획 격벽과 갑판 등을 이용하여 공간을 분할하고 분할된 공간에 공간별 기능을 할당하고 이를 격벽을 이용해 분리하는 방법을 이용한 공간배치 방법론을 연구하였다. Han (2001)은 전체 공간을 몇 개의 구획으로 나누는 수밀 횡격벽, 격실 접근 통로가 있는 공간배치 문제로 함정을 단순화하고 수학적으로 정식화한 뒤, 유전자 알고리즘을 기반으로 한 최적 공간배치 알고리즘을 제안하였으며, 배치 결과를 실제 함정의 배치와 비교, 분석하는 연구를 수행하였다. Roh, et al. (2009)은 함정의 최적 구획 배치 문제를 수학적으로 정식화하고, 이를 풀기 위한 최적화 알고리즘, 구획 모델링, 선박 계산 모듈 등을 개발하여 함정의 구획 배치 설계 작업에 최적화 개념을 도입하고, 이를 9,000톤급 미사일 구축함의 최적 구획 배치 문제에 적용하였다. Daniels, et al. (2010)은 공간배치 수행 및 최적화를 위한 프로그램인 ISA(Intelligent Ship Arrangement)를 개발하였다. ISA의 알고리즘은 Allocation(할당)과 Arrangement(배치)로 구성되어 있고 갑판과 구획 분할로 생성된 Zone-Deck에 격실 기능을 할당하고 격실별 요구조건(면적, 형상 등)을 만족하는 동시에 비용을 최소화하도록 최적화를 수행하였다.

체계적인 공간배치 방법과 관련된 연구로 Murther (1973)에 의해 Activity의 기능과 Activity 간의 관계를 정량적 또는 정성적으로 분석하여, Layout의 대안을 생성하는 방법인 SLP(Systematic Layout Planning) 방법이 제시되었다. Wiyaratn and Watanapa (2010)은 SLP 방법을 이용하여, 공장 내부 설비간 자재의 이동량을 분석하여 자재의 이동거리를 현저히 감소시킬 수 있는 공장 내부 설비 배치 방법을 연구하였으며, Chabane (2004)은 소형 선박의 건조, 수리를 위한 소형조선소의 설비 최적 배치를 위한 연구를 수행하였다.

위의 연구 현황을 분석하면, 함정 내부 공간배치와 관련하여,

해외의 경우에는 체계적인 공간배치 방법을 위한 연구가 수행되고 있으며, 이를 활용하기 위한 프로그램 개발에 대한 연구도 활발하게 진행되고 있음을 알 수 있다. 국내의 경우에는 함정 내부 격실 간 유동량 또는 손상 시 안정성 등을 고려한 최적 공간배치 방법에 관한 연구가 일부 진행된 사례가 존재하고 있지만(Roh, et al., 2009), 함정 내부 공간배치를 위한 프로세스와 체계적인 방법에 대한 연구가 부족한 실정이다.

### 3. 함정 일반배치 프로세스

함정 일반배치 방법론을 연구한 대표적인 사례로 Carlson and Fireman (1987)이 정립한 함정 일반배치 방법론이 있다. Carlson and Fireman (1987)이 제시한 일반배치 방법론에서는 함정의 전체 공간을 구획 격벽, 갑판, 커다란 용적을 필요로 하는 공간 등을 이용해 공간을 분할하고, 함정의 주요 통로를 정의한다. 분할된 공간에는 공간의 요구조건, 기능, 치수, 공간 간 관계, 해군 관습 등을 고려하여 기능(Function)을 할당한다. 공간의 기능을 할당한 다음, 할당된 공간을 격실로 세분화하고 격실들의 면적과 용적을 계산한다. 하지만 Carlson and Fireman (1987)이 제시한 방법론은 공간에 기능을 할당하는 배치는 과정이 경험에 의한 규정에 따라 수행되고 기능이나 구획들 간의 상호 관계를 체계적으로 정의하지 않는다. 본 논문에서는 Carlson and Fireman (1987)의 방법론을 기반으로 하여 기능 및 구획들 간의 상호 관계를 체계적으로 정의하는 과정을 포함하는 함정 공간배치 방법론을 제안하고자 한다.

국내의 함정 일반배치 프로세스는 함정 설계 프로세스의 일부로 전체적인 단계는 수립되어 있지만 세부적인 과정이 체계적으로 정립되어 있지 않아 주로 개별 장비 또는 격실 배치를 위한 설계 기준이나 설계자의 경험에 의존한 일반배치가 수행되어 왔다. 최근 건조된 함정의 경우에는 Fig. 1과 같은 절차로 일반배치 프로세스를 수행하였다. 하지만 Fig. 1과 같은 절차는 엄밀히 말하면 함정 설계 프로세스의 연장선으로서 일반배치 프로세스를 의미한다. 따라서 함정 일반배치를 목적으로 하였을 때 필요한 정

보와 규칙 등을 분석하고 이를 기반으로 일반배치를 수행하는 과정을 중심으로 한 구체적이고 체계적인 프로세스의 정의가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 Carlson and Fireman (1987)이 정립한 합정 일반배치 방법론과 최근 실적함의 일반배치 방법 등을 분석하여 Fig. 2와 같이 ① 일반배치 개념 설정 → ② 합정 격실정보 생성 → ③ 합정 공간 분할 및 구획 결정 → ④ 구획별 격실기능 배치 → ⑤ 격실배치 결과 검증의 5단계로 일반배치 프로세스를 정의하였다. 이는 Fig. 1의 과정을 일반배치를 중심으로 재정의하고 4, 5 단계를 구체적이고 체계적으로 정의한 것으로 단계별 주요 수행사항은 다음과 같다.

① 일반배치 개념 설정

일반배치 개념 설정 단계는 작전 요구성능 등을 바탕으로 합정에 탑재되는 주요장비를 설정하고 전체적인 배치전략을 설정하는 단계이다. 주요 수행사항으로 합정의 임무, 요구성능 식별 및 주요 탑재장비를 결정하고 일반배치 개념과 배치전략을 결정하게 된다. 또한, 합정의 전략/전술적 운용 개념, 합정 개발 추세 등을 고려하여 합정의 성능 간에 상충되는 상황 발생 시 성능별 우선 순위를 설정한다.

② 합정 격실정보 생성

합정 격실정보 생성 단계는 합정의 내부 공간에 배치되는 합정의 격실 목록을 설정하고, 기능별 격실 분류를 수행하며, 격실 목록에서 주요격실을 결정하게 된다. 또한, 실적함의 격실 면적, 용적과 격실별로 배치가 예상되는 주요 장비 등을 고려하여 격실별 면적과 용적을 개략적으로 결정한다.

③ 합정 공간 분할 및 구획 결정

합정 공간 분할 및 구획 결정 단계에서는 합정의 개략적인 형상이 결정되면 구획격벽과 갑판 개수, 주통로 형상 정의 등을 통해 분할하여 내부구획을 확정하는 단계이다. 합정의 개략적인 주요 제원에서 합정의 선체와 상부구조물의 개략적인 형상이 결정되면 이로부터 합정의 개략적인 내부 공간이 예측된다. 다음으로 주요 무장, 안테나, 갑판장비 등 주갑판 상부 외부에 배치되는 장비를 배치하고, 기관구역 같은 큰 용적이 필요한 공간의 개략적인 위치를 설정한다. 관련 기준, 실적함 건조 사례 분석 등을 통하여 갑판 개수와 높이, 갑판별 주통로의 형상이 결정되면, 격벽, 갑판, 주통로 등에 의해 결정된 내부 공간을 바탕으로 격실배치가 가능한 합정 내부 가용 면적, 용적을 계산하고 계산 결과와 필요 격실의 면적, 용적을 비교하여 합정의 내부 구획을 확정한다.

④ 구획별 격실기능 배치

구획별 격실기능 배치 단계에서는 먼저 갑판별로 공간 및 기능을 할당한다. 갑판별로 공간 및 기능이 할당되면, 격실 기능 발취를 위하여 특정 물리적 위치를 요구하는 격실과 이러한 격실의

부속 격실을 먼저 배치한다. 다음으로 특정 물리적 위치를 요구하는 격실 외의 격실들에 대해 ARC(Activity Relationship Chart, 이하 ARC) 분석 및 격실별 기능 분석을 통해 관계가 높은 격실들을 그룹화 하여 배치한다. 그룹화 된 격실이 배치되면 격벽을 이용하여 세부 격실로 분리하여 초기 격실배치를 확정한다.

⑤ 격실배치 결과 검증

격실배치 결과 검증 단계에서는 초기 격실배치(안)을 이용하여 격실별로 할당된 면적과 용적을 계산하고, 격실별로 할당된 장비 또는 설비의 설치가 가능한지 검토한다. 또한, 분야별로 합정 성능을 검토하고 그 결과를 피드백 하여, 초기 격실배치(안)을 수정하고 이를 통해 격실배치를 확정하며, 각 격실별 장비 및 설비를 배치한다.

본 논문에서 정의한 일반배치 프로세스에서는 기존의 일반배치 프로세스가 설계자의 경험에 주로 의존하여 격실의 배치가 이루어진 단점을 보완하기 위한 체계적인 공간배치 방법으로 Murther (1973)에 의해 제시된 SLP(Systematic Layout Planning) 방법을 활용하였다.

## 4. SLP를 이용한 합정 공간배치 방법론

### 4.1 SLP (Systematic Layout Planning)

SLP를 이용한 공간배치 방법은 3장에서 정립한 합정 일반배치 프로세스 중 구획별 격실기능 배치 단계에서 활용된다. 여기서 SLP 방법은 Activity의 기능과 Activity 간의 관계를 정량적 또는 정성적으로 분석하여, Layout 대안을 생성하는 방법이다. 본 논문에서는 SLP 방법 중 ARC 분석을 통해 그룹화 된 격실들 간의 관계를 분석하고, 관계가 높은 격실이 인접하도록 배치하는 방법을 제시하였다. ARC 분석은 요소들 간의 근접 관계를 긴밀도로 나타낸 자료로 정량적 또는 정성적인 방법을 통해 요소들 간의 긴밀도를 평가하게 되며, ARC 분석을 통해 요소들 간의 긴밀도를 파악하여 가까이 있어야 하는 요소들을 설정할 수 있다. 또한, ARC 분석 결과를 바탕으로 Activity Relationship Diagram을 작성하고 이를 바탕으로 요소들을 배치함으로써, 배치 대안을 생성할 수 있다.

ARC 분석의 표기법은 각 Activity, 부서(department) 등을 Fig. 3과 같이 오각형으로 표현하고, Activity, 부서 등이 만나는 사각형에 상호관계의 등급과 이유를 표기하게 된다. 이 때, 사각형의 상단에는 상호관계의 등급이, 하단에는 그 이유가 표기된다. 각 Activity, 부서 등의 관계를 나타내는 상호관계의 등급(Rank)은 기본적으로 총 6개의 등급(A, E, I, O, U, X)으로 나타내며, 각 등급별 정의는 Table 1과 같다. 각 Activity, 부서 등이 만나는 사각형의 하단에 표기되는 상호관계의 이유는 분석 목적 및 분석 대상 등에 따라 다양하게 표시되며, Tompkins, et al. (2010)의 경우 6단계의 등급을 기준으로 사용하고 있으며, 이는 Table 2와 같다.

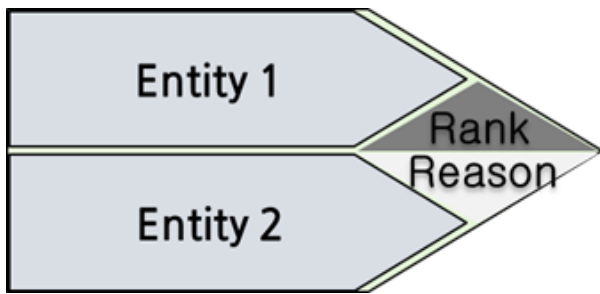


Fig. 3 Representation of mutual relation rank and reason in ARC

Table 1 ARC rank and mutual relationships

Rank	Mutual relationship
A	Absolutely necessary
E	Especially important
I	Important
O	Ordinary
U	Unimportant
X	Undesirable

Table 2 Reasons for rank analysis (Tompkins, 2010)

Index	Reason	Level
1	Frequency of use	High
2		Medium
3		Low
4	Information flow	High
5		Medium
6		Low

이렇게 작성된 ARC 분석 결과를 바탕으로 Fig. 4와 같이 Activity Relationship Diagram이 작성된다. Activity Relationship Diagram은 ARC 분석 결과를 도식화한 것으로 약속된 기호를 바탕으로 각 Activity의 기능과 활동을 나타낸 것이다. 본 논문에서는 격실별 상호 관계를 Table 3의 기호와 색상에 따라 정의하여 활용하였다.

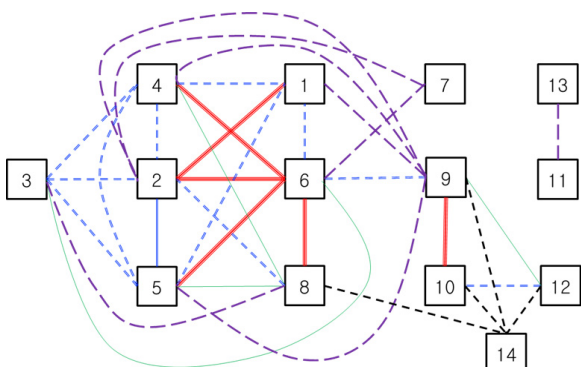


Fig. 4 An example of activity relationship diagram

Table 3 Ranks: line types, colors, and descriptions

Rank	Line	Color	Rank (Discription)
A	—	Red	Absolutely necessary
E	- - - -	Blue	Especially important
I	—	Green	Important
O	- · - ·	Purple	Ordinary
U	-	-	Unimportant
X	■ ■ ■ ■	Black	Undesirable

위와 같이 Activity Relationship Diagram이 작성되면, 함정 갑판 및 공간의 현상 정보를 반영하여 갑판 내부에 공간배치를 수행한다. 공간배치 결과 여러 배치 대안이 나온다면 생존성과 같이 공간 간의 상호관계를 제외한 다른 요소를 고려하여 최종 배치를 결정한다.

#### 4.2 SLP를 이용한 함정 공간배치 방법론

SLP를 이용한 함정 공간배치 방법론은 크게 함정 공간배치 프로세스와 함정 공간배치 알고리즘으로 나누어진다.

함정 공간배치 프로세스는 Murther (1973)의 Systematic Layout Planning Procedure(SLP procedure) 의 각 Activity를 함정의 격실로 설정하여 공간배치 프로세스를 정의하였다. SLP를 이용한 함정 공간배치 프로세스는 ① 격실(그룹)간 ARC 작성 → ② Activity Relationship Diagram 작성 → ③ Space Relationship Diagram 작성 → ④ 격실배치 대안 생성의 순서로 구성된다.

함정 공간배치 알고리즘은 함정 공간배치 프로세스의 마지막 단계인 격실배치 대안 생성과정에서 적용한 배치 알고리즘으로 크게 격실 배치 순서 결정 방법과 격실 배치 위치 결정 방법으로 나누어진다. 격실 배치 순서는 설계 기준, 안전 등을 고려하여 고정된 격실의 위치를 요구하는 격실(그룹)을 배치한 후, 고정된 위치를 요구하지 않는 격실(그룹)에 대해 상호 관계를 고려하여 배치하는 단계를 거친다. 이 때, 고정된 위치를 요구하지 않는 격실의 배치 순서는 다른 격실들과의 관계가 높은(A>E>O>U>X) 관계를 많이 갖는 격실을 우선적으로 배치하고, 가장 관계가 높은 격실과 높은 관계(A)를 갖는 격실 중 다른 격실들과의 관계가 높은 격실을 차례대로 선정하여 격실 배치 순서를 결정한다. 예를 들어, Table 4와 같이 격실 특성과 격실별 상호관계가 설정된 경우 고정된 위치를 요구하는 격실 1을 가장 먼저 배치하게 된다. 이어서, 고정된 위치를 요구하지 않는 격실(2, 3, 4) 중 높은 관계(A)를 가지고 있는 격실인 격실 2를 먼저 배치하고, 마지막으로 고정된 위치를 요구하지 않으며, 높은 관계를 요구하는 격실이 없는 격실 3과 4를 배치하게 된다.

격실 배치 위치 결정 방법으로는 고정된 위치를 요구하는 격실은 특정 위치에 배치하고, 고정된 위치를 요구하지 않는 격실에 대해서는 관계가 가장 높은 격실을 상호관계를 고려하여 우선적

으로 배치하고 우선적으로 배치된 관계가 가장 높은 격실과의 관계가 높은 격실을 인접하도록 배치한다. 이 때, 본 논문에서는 다양한 격실배치 대안 생성을 위하여, 고정된 위치를 요구하는 격실의 배치 원칙과 관계가 높은 격실이 인접하도록 배치하는 원칙 이외에는 자유성을 부여하였다. 예를 들어, Table 4와 같이 상호관계와 배치 순서가 결정된 경우, Fig. 5와 같이 고정된 위치(함수)를 요구하는 격실인 격실 1을 가장 함수 방향(우측)에 배치하고, 배치순서가 2인 격실 2를 격실 1과의 상호관계를 고려하여 1과 인접하게 배치한다. 마지막으로 격실 3과 4의 위치를 변경하면서 여러 배치 대안을 생성한다. 생성된 대안들은 모두 같은 수준의 공간 상호 관계가 반영된 결과로 최종 배치는 함정의 생존성, 선형, 격실의 형상 및 크기 등을 검토하여 결정한다.

Table 4 An example of compartment layout ordering

	1	2	3	4	Compartment Type	Order
1	-	A	U	U	Fixed	1
2	A	-	E	E	Unfixed	2
3	U	E	-	U	Unfixed	3
4	U	E	U	-	Unfixed	

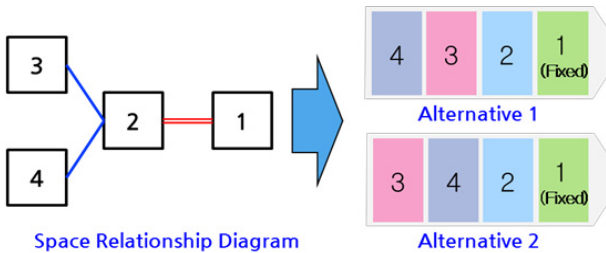


Fig. 5 Generating layout alternatives

## 5. 함정 일반배치 프로세스와 SLP를 이용한 함정 공간배치 방법론의 적용

3장에서 제시한 함정 일반배치 프로세스를 가상의 함정에 적용하여 프로세스의 적용 가능성을 검토하였다. 특히 구획 및 격실기능 배치에는 4장에서 제안한 SLP를 적용한 함정 공간배치 방법론을 활용하여 그 효용성을 확인하였다. 본 논문에서는 가상의 함정에 대해서 Fig. 2의 5단계 중 1~4단계를 수행하였다. 5단계의 경우 격실의 구체적인 크기 및 형상정보, 격실에 탑재될 장비의 크기 및 형상 정보가 추가적으로 필요한 관계로 가상의 함정에 적용하기에 적합하지 않아 4단계 결과의 분석으로 대체하였다. 추가 연구로 실적선 데이터를 활용한 5단계 배치대안의 검증 및 확정 단계의 적용을 수행할 계획이다.

### ① 일반배치 개념 설정

함정 일반배치 프로세스 중 일반배치 개념 설정 단계에서 가상

의 함정의 임무를 대함전, 대공전, 대특수전 등으로 설정하였으며, 요구성능으로 최대속력 40노트 이상, 민재톤수 500톤 내외, 대함유도탄, 함수포, 함미포 등을 탑재하는 것으로 가정하였다. 주요 일반배치 개념으로는 중량 분포 균형 유지, 적절한 구획 배치, 생존성 향상, 거주성 향상 등을 설정하였으며, 전략, 전술적 운용 개념 및 함정 개발 추세를 고려하여 성능별 우선순위를 전투능력 → 지휘, 통제 분야 → 기동성 → 생존성 → 정비, 수리 → 거주성 순으로 선정하였다.

### ② 함정 격실정보 생성

함정 격실정보 생성 단계에서는 함정의 임무, 주요 탑재장비, 유사실적함 정보 등을 고려하여 격실 목록 및 면적을 Table 5와 같이 가정하였다.

Table 5 List of compartments and areas

Name	Area	Name	Area	Name	Area
Steering House	25	Equipment Room3	10	Sergeant (Major) Bedroom	8
Combat Information Center	25	Storage Room1	8	Central Maneuvering Room	20
Equipment Room1	15	Storage battery Room	5	Engine Room1	65
Equipment Room2	15	Storage Room2	5	Engine Room2	35
Captain Room	12	Naval Gun Standing Shot Locker1	15	Propeller Room	20
Deputy Chief's Room	10	Storage Room3	5	Void Tank	10
Officer Restroom	10	Naval Gun Standing Shot Locker2	20	Naval Gun Shot locker1	20
Officer Bedroom1	10	Crew Bedroom1	30	Fuel Tank	40
Officer Bedroom2	10	Crew Restroom1	10	Auxiliary Equipment Room	20
Officer Room	20	Crew Cafeteria (Cookhouse)	35	Fresh Water Tank	10
Chief Sergeant Major Room	10			Naval Gun Shot Locker2	10
Officer Cookhouse	5	Crew Bedroom2	15	Gyroscope Room	10
Communication Room	15	Crew Restroom2	8	Stabilizer Room	10

③ 함정 공간 분할 및 구획 결정

다음으로 함정 공간 분할 및 구획 결정을 위하여 상부구조물과 주선체의 개략적인 형상 결정 및 주요 함 외부장비 배치를 Fig. 6 과 같이 수행하였다. 그리고 함정 설계건조 기준 및 실적함 사례 등을 고려하여 3개의 종방향 구획과 4개의 갑판을 분할하였다. 이 때, 각 갑판의 높이는 2.5m로 가정하였고 함정의 임무와 특성에 맞도록 내부 공간의 주통로 형상을 결정하였다. 분할된 내부 구획과 주통로 형상은 Fig. 7과 같다.

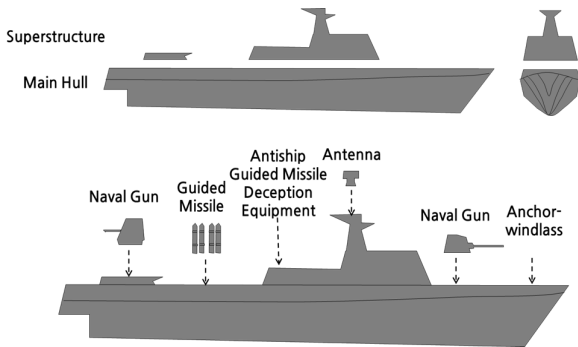


Fig. 6 Shape of superstructure and hull, and layout of exterior equipment

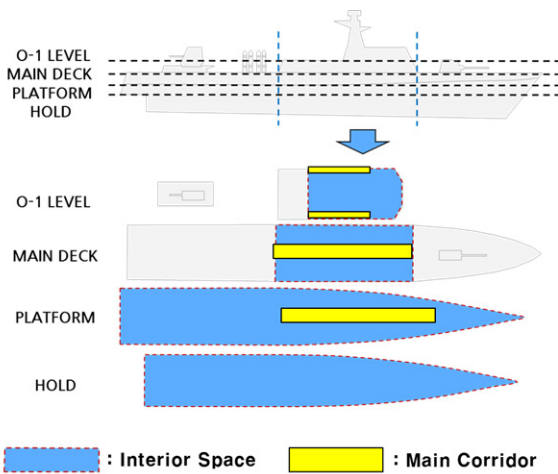


Fig. 7 Interior spatial division and main corridor arrangement

④ 구획별 격실기능 배치

갑판별 배치되어야 하는 격실은 갑판별로 격실 배치가 가능한 내부공간과 갑판별 탑재 장비 등을 고려하여, Table 6과 같이 할당하였다. 갑판별로 할당된 격실 데이터를 바탕으로 함운용 전문가의 의견 및 실적선의 설계 보고서 기반으로 격실 간의 관계를 분석하여 ARC를 작성하였으며, 격실의 고정/비고정 특성과 격실별 상호 관계를 이용하여 격실의 배치 순서를 결정하였다. Table 7은 O-1 Deck의 격실간의 관계를 분석한 ARC와 격실 특성, 상호 관계를 고려한 배치 순서 결정 결과이다.

Table 7과 같이 ARC를 작성한 후, 갑판별로 격실간의 상호관계를 고려하여, Activity Relationship Diagram과 Activity Relationship

Diagram에 격실별 면적 정보를 적용한 Space Relationship Diagram을 Fig. 8과 같이 작성하였다.

Table 6 Deck assignment for each compartment

Name	Deck	Name	Deck	Name	Deck
Steering House	O-1	Equipment Room3	Main	Sergeant (Major) Bedroom	Plat
Combat Information Center	O-1	Storage Room1	Main	Central Maneuvering Room	Plat & Hold
Equipment Room1	O-1	Storage battery Room	Main	Engine Room1	Plat & Hold
Equipment Room2	O-1	Storage Room2	Main	Engine Room2	Plat & Hold
Captain Room	Main	Naval Gun Standing Shot Locker1	Main	Propeller Room	Plat & Hold
Deputy Chief Room	Main	Storage Room3	Plat	Void Tank	Hold
Officer Restroom	Main	Naval Gun Standing Shot Locker2	Plat	Naval Gun Shot locker1	Hold
Officer Bedroom1	Main	Crew Bedroom1	Plat	Fuel Tank	Hold
Officer Bedroom2	Main	Crew Restroom1	Plat	Auxiliary Equipment Room	Hold
Officer Room	Main	Crew Cafeteria (Cookhouse)	Plat	Fresh Water Tank	Hold
Chief Sergeant Major Room	Main			Naval Gun Shot Locker2	Hold
Officer Cookhouse	Main	Crew Bedroom2	Plat	Gyroscope Room	Hold
Communication Room	Main	Crew Restroom2	Plat	Stabilizer Room	Hold

Table 7 ARC and arrangement orders

	Steering House	Combat Info. Room	Equip. Room1	Equip. Room2	Type	Mutual Relationship						Arr. Order
						A	E	I	O	U	X	
Steering	-	A	U	U	Fixed	1	0	0	0	2	0	1
Combat Info. Room	A	-	E	E	Unfixed	1	2	0	0	0	0	2
Equip. Room1	U	E	-	U	Unfixed	0	1	0	0	2	0	3

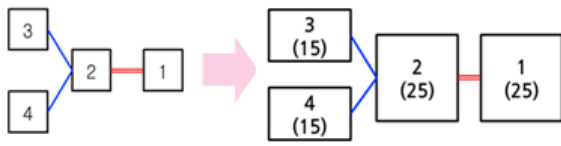


Fig. 8 Activity relationship diagram & space relationship diagram

마지막으로 격실 간의 관계, 배치 순서 및 위치 결정 방법 등을 고려하여 함정 내부 공간에 격실 배치(안)을 Fig. 9와 같이 생성한다.

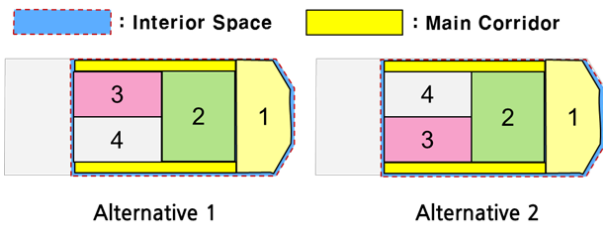


Fig. 9 Layout alternatives of O-1 deck

위와 같은 방법을 이용하여 가상의 함정에 대해 O-1 갑판은 두 개의 대안, 나머지 갑판은 각각 3개의 대안을 생성하였다. 모든 갑판의 배치 대안을 확인할 수 있도록 여러 배치 조합들 중 3가지 배치 대안의 조합을 Fig. 10과 같이 나타내었다. 배치 대안을 분석한 결과 SLP를 이용한 격실배치 방법을 통해 다양한 격실 배치 대안을 획득할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이 때, 다른 격실들과의 관계가 비교적 높은 격실인 전투정보실, 사관실, 추진기실, 기관실, 승조원식당 등과 같은 격실의 경우에는 배치 대안별로 유사한 위치에 배치되었으며, 다른 격실들과의 관계가 비교적 낮은 격실인 개별 장비실, 계급별 침실, 각종 탱크 등의 격실의 경우에는 다양한 위치에 배치되어 다양한 격실배치 대안이 생성되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 다른 격실들과의 높은 관계를 갖는 격실이 많을 경우, 다른 격실에 비해 격실의 중요도가 높

게 분석되고 높은 배치 순서를 갖게 되어 배치 대안별로 위치의 변화가 크지 않은 반면에, 다른 격실들과의 관계가 낮은 경우에는 격실의 중요도가 비교적 낮게 분석되고, 이에 따라 낮은 배치 순서를 갖게 되었기 때문이다. 또한, SLP를 이용한 격실배치 결과를 통해 설계 초기단계에서 개략적인 격실 정보(격실 목록, 면적)와 격실들 간의 관계 설정을 이용하여 다양한 격실배치 대안을 설계 초기단계에서부터 생성할 수 있음을 확인하였고, Activity Relationship Diagram과 Space Relationship Diagram을 통해 격실들 간의 높은 관계를 갖는 격실들을 격실 그룹군으로 묶어서 초기 단계에 활용할 수 있는 가능성을 확인하였다.

위와 같은 분석 결과를 통해 SLP를 이용한 격실배치 방법을 이용하여 건조 사례가 없는 함정에 대해, 제한적인 정보(격실 목록 및 면적 설정, 격실들 간의 관계 설정)만으로도 다양한 격실배치 대안을 생성할 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 6. 결론

본 논문에서는 기존에 설계자의 경험 및 규정을 중심으로 정의된 함정 공간배치 프로세스를 공간의 상호관계를 고려한 형태로 재정의 하였으며, 체계적인 공간배치를 위한 방법론의 적용을 통하여 제한된 공간에 다양한 목적을 지닌 격실 배치를 위한 체계적인 이론을 정립하였다. 또한, 가상의 함정에 적용하여 제안한 방법론의 활용성을 검증하였다. 본 논문에서 제안한 SLP를 이용한 함정 공간배치 방법론은 함정의 설계 시에 격실 간 상관관계를 고려한 체계적인 격실배치가 가능하도록 하여 건조 사례가 없는 함정에 대해서도 제한적인 정보만으로 격실배치 대안을 생성하는데 활용할 수 있을 것으로 생각한다.

## 후기

본 연구는 국방과학연구소 국방특화연구실사업 “차세대 함정 첨단 함형 특화연구실”과제(과제번호:0457-20120032)의 지원을 받아 수행하였으며, 이에 감사드립니다.

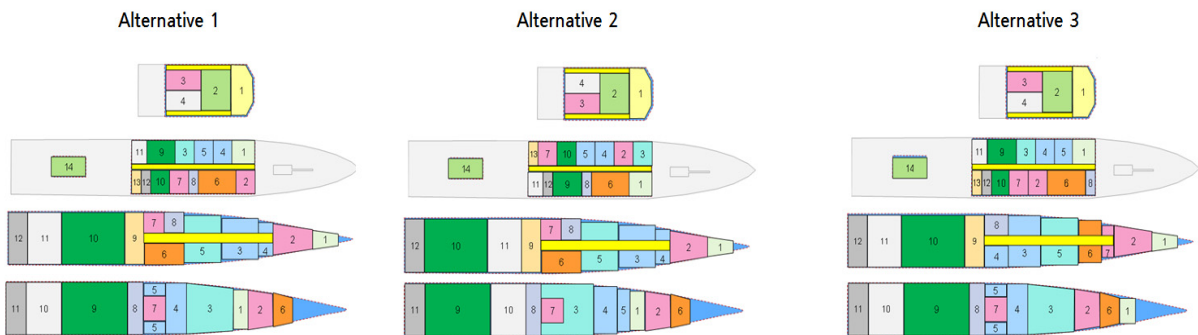


Fig. 10 Layout alternatives using SLP

## References

- Carlson, C.M. & Fireman, H., 1987. General Arrangement Design Computer System and Methodology. *Journal of Naval Engineers*, 99(3), pp.261-273.
- Chabane, H., 2004. Design of a small shipyard facility layout optimised for production and repair. *Symposium International : Qualité et Maintenance au Service de l'Entreprise*, Tlemcen, Algeria, 21-22 November, 2004, pp.123-152.
- Daniels, A.S. Tahmasbi, F. & Singer, D.J., 2010. ISA Passage Variable Lattice Network Studies and Results. *Naval Engineers Journal*, 122(2), pp107-119.
- Han, S.N., 2001. *Study on the Optimum Compartment Layout Design for the Naval Ship*. M.S. thesis. Seoul National University.
- Muther, R., 1973. *Systematic Layout Planning*. 2nd ed. Cahners Books: Boston.
- Roh, M.I. Lee, S.U. & Lee, K.Y., 2009. Development of an Optimal Compartment Design System of Naval Ships Using Compartment Modeling and Ship Calculation Modules. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 46(4), pp.424-434.
- Tompkins, J.A. White, J.A. Bozer, Y.A. & Tanchoco, J.M.A., 2010. *Facilities Planning*. 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc: Hoboken, New Jersey.
- Wiyaratn, W. & Watanapa, A., 2010. Improvement Plant Layout Using Systematic Layout Planning(SLP) for Increased Productivity. *Journal of the World Academy of Science, Engineering and Technology*, 48, pp.373-377.



황인혁



신정학



김영민



신종계