

전구급 교전분석을 위한 함정 취약성 평가모델 개발

이성균[†] · 고진용 · 김창환 · 유승기

Development of a Vulnerability Assessment Model for Naval Ships on a Theater Engagement Analysis

Sungkyun Lee[†] · Jinyong Go · Changhwan Kim · Seungki You

ABSTRACT

In actual battlefield environment, the naval ships which have specific missions have to respond to the attack of hostile forces. Especially, in modern warfare, the importance of the survivability of naval ships are increasing due to the high lethality of armaments. Naval ship survivability is generally considered to encompass three constituents, susceptibility, vulnerability and recoverability. Recently, among these three constituents, many researches on vulnerability have been conducted. However, for the vulnerability of naval ships, most of researches are aimed towards the detailed design stages where implementing changes is heavily constrained or even impractical. In this paper, vulnerability assessment model for naval ships on a theater engagement is developed by using M&S technique. By using this model, the characteristics of platform and armaments are reflected on the damage of naval ship. The basic logic of damage assessment is also considered in detail. The damage status of the naval ship is quantified by defining a representative state index of onboard equipment for each system.

Key words : Naval Ships, Survivability, Vulnerability, M&S, Damage assessment

요약

해상에서 임무를 수행하는 함정은 적의 무장 및 위협에 대응하며 임무를 완수해야 한다. 최근 현대전에서는 적 무장의 치명도가 높아짐에 따라 함정의 생존성이 중요시되고 있다. 함정의 생존성은 전투 상황 하에서 함정이 생존할 수 있는 정도를 지표화 한 것으로, 일반적으로 피격성, 취약성, 그리고 회복성의 세 가지 요소로 구분된다. 함정의 생존성에 대한 연구는 지속적으로 수행되어 왔으며, 생존성의 요소 중 취약성에 대한 국내 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 M&S기법을 활용하여 전구급 교전분석을 위한 함정 취약성 평가모델을 개발하였다. 전구급 교전분석을 위해 확률적 접근이 아닌 결정형 전투평가 논리를 적용하였으며, 각 탑재시스템의 특성을 반영하여 피해평가 모의논리를 보다 구체적으로 반영하였다. 각 체계별 탑재장비들의 대표 상태 지수를 도입하여 정량화 된 함정의 상태를 확인하였다. 모의논리 반영여부를 확인하기 위해, 가상의 피해상황들을 설정하고 각 상황에서의 선체 및 탑재장비의 손상률을 분석함으로써 평가모델의 타당성을 확인하였다.

주요어 : 함정, 생존성, 취약성, M&S, 피해 평가

1. 서론

해상에서 특정 임무를 수행하는 함정의 경우, 다양한 위협에 대처하고 적함으로의 피격상황에 대응해야 한다.

특히, 현대전에서 활용되는 대부분의 무장들은 치명도(Lethality)가 높기 때문에, 몇 번의 피격만으로도 아함의 생존성이 위협을 받게 된다. 따라서 무장 체계의 성능을 향상시키는 데 중점을 두었던 과거의 방식은 아군 함정의 생존성(Survivability)을 향상시키는 방식으로 변화하고 있다. 이러한 이유로 전투 상황하에서 함정의 손상을 최소화하고, 생존성을 향상시키기 위한 여러 방법들이 함정 획득 과정 및 작전수립 과정에서 검토되고 있다.

함정의 생존성은 군사적으로 적대적인 환경에서 생존

Received: 20 April 2020, Revised: 19 July 2020,
Accepted: 19 July 2020

[†] Corresponding Author: Sungkyun Lee
E-mail: sungkyun.lee2@lignex1.com
LIGNex1, Republic of Korea

할 수 있는 정도를 나타내는 지표로써, ‘전투 환경에서 지정된 임무를 계속 수행할 수 있는 무기 시스템(함정)의 능력’으로 정의된다(Ball, 2009). 함정 생존성은 일반적으로 피격성(Susceptibility), 취약성(Vulnerability), 회복성(Recoverability)의 세 가지 요소로 구분된다(Ball, 2009). 피격성은 적군의 위협 무기체계 전반에 대해 피탐지 또는 명중될 가능성을 의미하며, 취약성은 피격 시 함체 및 탑재장비가 손상되어 함정의 임무 수행 능력을 상실할 가능성을 의미한다. 회복성은 손상된 함정이 기능을 회복하여 임무를 재수행할 수 있는 능력을 의미한다.

선진국에서는 이러한 함정의 생존성에 대한 연구가 지속적으로 진행되어 왔으며 해군에서는 자국의 함정 설계 과정에 생존성 평가 과정을 도입하였거나 현재 추가적인 개발을 진행하고 있다(Choi et al., 2009). 국내에서도 함정의 생존성에 대한 많은 연구가 수행되고 있으며, 최근에는 취약성에 대한 다양한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일부 함정 획득사업 과정에서 국외의 생존성 분석 프로그램 전문 기관에 의뢰하여 함정 취약성을 중심으로 생존성을 평가하는 연구가 진행된 바 있으며(Chung 등, 2008), 확률적 특성을 가지는 시뮬레이션 모델을 개발하여 함정 손실률에 대한 체계적인 산정방법론을 제시하기 위한 연구도 수행되었다(Ok 등, 2017).

함정 취약성에 대한 지금까지의 연구는 정확한 피격률을 산정하기 위해 함정의 세부적인 제원자료(두께, 재질 등)를 형상모델에 반영하거나(Choi 등, 2010; Chung 등, 2008), 함정 피격에 대한 손실률을 확률적으로 반영하여 전쟁양상에 대한 손실범위와 손실경향을 제시하는 데 집중되었다(Kim 등, 2011; Ok 등, 2017).

확률적 특성을 가지는 시뮬레이션 모델의 경우, 미사일과 같은 무장의 거동을 상세히 모의하지 않으며 함정의 피격위치도 적 무장의 종류/발사위치를 고려하여 임의로 지정하게 된다. 공학급 수준으로 모의되는 무장의 거동을 반영하여 함정의 피격 부위 및 피격 정도를 결정하고 그에 따른 탑재장비의 손상과 아함의 교전성능을 종합적으로 판단하기 위해서는 결정형 전투평가 논리가 적용된 함정 취약성 평가모델의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 전구급 교전분석을 위한 함정 취약성 평가모델을 개발하였다. 현재 전구급 교전분석을 위해서는 미군의 전구급 합동작전 분석모델인 ITEM(Integrated Theater Engagement Model) 모델을 활용하거나, 해군에서 자체개발된 NORAM(Naval Operations Resources Analysis Model) 분석모델을 활용하고 있다. 본 논문에서 개발된 취약성 평가모델의 경우 전구급의 교전분석을

위해 확률적 접근이 아닌 결정형 전투평가 논리를 적용하였다. 교전 무장의 특성 및 추진체계 등의 함정특성, 그리고 피해평가 모의논리를 구체적으로 반영하되 전구급 교전 모의를 위해 신속한 피해평가가 가능하도록 하였다. 또한 각 체계별 탑재장비들의 대표 상태지수를 정의하여 함정의 피해를 정량화하였다.

2. 취약성 평가를 위한 모델링

본 논문에서는 함정의 취약성 평가를 위한 시뮬레이션 프로그램을 MATLAB을 활용하여 자체 개발하였다. 취약성 평가를 위한 모델링은 크게 아함정보 입력, 선체 손상평가, 그리고 탑재장비 손상평가로 구분된다. 개발된 취약성 평가 프로그램의 흐름도는 Fig. 1과 같다.

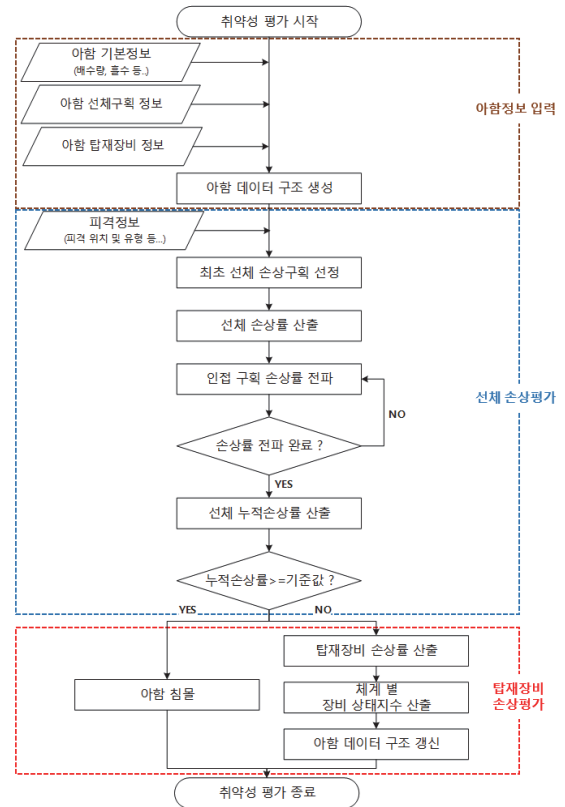


Fig. 1. Flow diagram of vulnerability assessment

2.1 아함정보 입력

취약성 평가를 위해서는 아함의 기본정보, 선체구획 정보, 그리고 탑재장비 정보를 우선 입력해야 한다. 아함의 기본정보는 선체의 손상을 평가하기 위해 활용되는

정보로써, 기본제원, 배수량, 흘수, 그리고 함정유형을 의미한다.

선체구획 정보는 함정의 유형을 입력하고 유형에 따라 분할된 선체구획에 선체의 유무를 입력하는 것을 의미한다. 함정의 유형 및 유형별 선체구획 수는 아래의 Table 1과 같다. 각 선체구획은 고유번호를 갖는다. 세 자리로 구성된 선체구획번호는 다음과 같이 부여되었다. 선체구획번호 중 첫 번째는 길이방향(L) 번호를 의미하며 함수에서 함미로 갈수록 번호가 증가한다. 선체구획번호 중 두 번째는 우현에서 좌현으로 증가하는 폭 방향(W) 번호를, 세 번째는 함저에서 위쪽으로 증가하는 높이 방향(H) 번호를 각각 의미한다. Fig. 2는 앞에서 설명한 선체구획의 번호를 함정 유형 'B'에 대하여 적용한 예시이다. 예를 들어, Fig. 2의 'L1, H4'에 해당되는 모든 선체구획들은 선체가 없는 빈 공간으로 설정하게 된다.

Table 1. Types of naval ships

Type	Representative naval ships	Number of compartments		
		Length	Width	Height
A	Destroyer, Aircraft Carrier, Large Frigate, etc.	5	3	4
B	Frigate, Salvage Ship, Surveying Ship, etc.	4	3	4
C	Costal Patrol Craft, Missile Gunboat, etc.	3	2	3
D	Patrol Boat, Mine Sweeping Boat, etc.	2	2	2
E	Other small boats	2	2	1

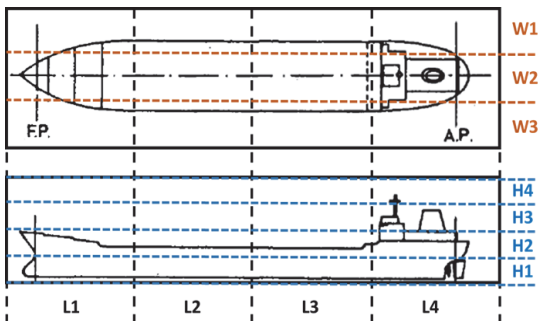


Fig. 2. Hull compartments of vessel type B

탑재장비 정보는 앞에서 정의한 각 선체구획에 탑재되는 장비들의 정보를 의미한다. 탑재장비는 각 장비들의

연관도와 손상논리를 적용하기 위해 체계특성과 속성특성을 부여해야 한다. 체계특성은 장비의 기능적인 특성으로 지휘통제, 탐지, 통신, 무장, 전기, 그리고 기동으로 구분하였다. 속성특성은 장비 간 손상논리를 반영하기 위해 정의된 특성으로 일반장비, 발사대, 사격통제장비, 발전기, 분배기, 디젤엔진, 그리고 가스터빈으로 구분된다. 탑재장비 정보의 입력을 위해서는 해당 장비에 맞는 체계 및 속성특성, 그리고 타 장비와의 구분을 위한 고유번호를 지정해야 한다.

입력된 아함의 기본정보, 선체구획 정보, 그리고 탑재장비 정보를 활용하여 대상 함정의 데이터 구조를 생성하며, 함정이 피격되어 취약성 평가가 수행될 때마다 지속적으로 갱신된다. 데이터 구조는 각 손상구획 별 선체유무(Hull), 장비고유번호(No.), 체계특성(System), 속성특성(Property), 가용지수(Usable index), 해당장비와 연관된 임무장비(Related task equip.)로 구성되며, 이를 Table 2에 나타내었다. 가용지수는 장비의 사용가능한 정도를 나타낸 것으로 0~1 사이의 값을 가지며 1은 손상이 없음을, 0은 사용 불가함을 각각 의미한다. 연관된 임무장비는 손상논리를 반영하기 위해 정의한 것으로 2.3장에 상세히 설명하였다.

Table 2. Data set of naval ship (example)

Comp. no.	Hull	Equipment				
		No.	System	Property	Usable index	Related task equip.
121	O	1	C4I	General	1	-
122	O	2	Detect	Launcher	0	1
123	X	-	-	-	-	-
...

2.2 선체 손상평가

선체 손상평가는 아함의 초기 데이터 구조와 피격정보를 입력받아 수행된다. 피격정보는 명중정보, 적 무장종류, 그리고 탄두중량으로 구성된다. 명중정보는 명중위치와 명중위치에서의 적 무장 속도방향벡터를 의미하며 최초 선체의 손상구획을 지정하는 데 활용된다. 적 무장종류는 기뢰, 기타 무장으로 구분되며 적 무장특성을 선체 손상에 반영하는 데 탄두중량 정보와 함께 활용된다.

최초 선체 손상구획의 지정을 위해서는 명중정보(명중위치 및 명중위치에서의 무장 속도방향벡터)를 활용한다. 엄밀한 의미에서의 명중위치는 무장에 의해 명중된 선체

의 지점을 의미하지만, 수많은 적군과 아군의 무장 및 플랫폼 간의 전투가 고려되어야 하는 전구급 교전에서, 피격 플랫폼의 형상을 일일이 고려하여 정밀한 명중위치를 산출하는 것은 비현실적이다. 따라서 피격 플랫폼 중심점과 적 무장의 거리가 특정 값 이하가 되면 명중된다는 논리로 명중위치가 설정되고, 본 논문에서 개발된 취약성 모델은 이러한 명중위치를 입력받는 것으로 가정하였다. 이러한 가정은, 적 무장에 의한 명중이 기 가정된 명중률에 의해 확률적으로 정해지는 것이 아닌, 무장의 거동을 공학급으로 모의하고 그 결과에 따라 명중여부가 판정된다는 전제하에 수립되었다.

입력받은 명중위치 및 속도방향벡터를 이용하여 아래의 식과 같이 3차원 직선의 대칭 방정식을 구성하고 해당 직선과 만나는 선체의 외곽구역 중 명중위치와 가장 가까운 구획을 최초 손상구획으로 지정하였다.

$$\frac{x - x_1}{u_1} = \frac{y - y_1}{u_2} = \frac{z - z_1}{u_3} \quad (1)$$

여기서 (x_1, y_1, z_1) 은 명중위치를, (u_1, u_2, u_3) 는 속도방향벡터를 의미한다. 명중위치는 함정 플랫폼의 중심을 원점으로 하며, x축은 함정 길이방향으로 함수방향을 +로 정의한다. 또한 y축은 함포방향으로 좌현방향을 +로, z축은 연직방향으로 위쪽방향을 +로 정의한다. Fig. 3은 이러한 방법으로 최초 선체 손상구획을 지정한 예시로서 함정 좌현 갑판부에 손상을 입은 경우이다.

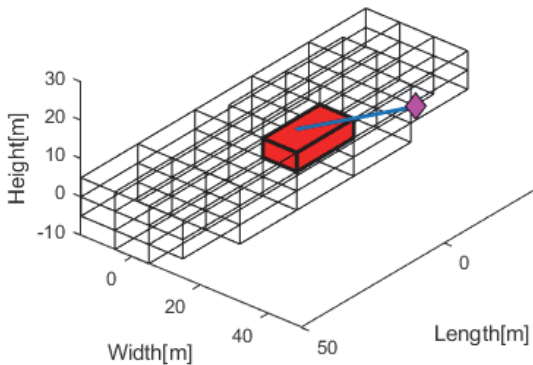


Fig. 3. Initial damaged compartment (vessel type A)

단, 원거리에서 감응하여 폭발하는 기뢰에 의한 피격의 경우에는 기뢰에 의해 피격되는 경우에는 기뢰의 위치와 가장 가까운 손상구획을 최초 선체 손상구획으로 지정하였다.

선체 손상률(D_h) 산출은 아래의 식과 같이 NORAM에서 활용되는 방법을 적용하였다. 선체 손상률은 적 무장의 탄두중량(W_h)에 비례하고 플랫폼 배수량(Δ)과 반비례한다. 손상률 보정계수(C)를 통해 손상률이 적용되며, 선체 손상률은 0에서 1사이의 값을 갖는다.

$$D_h = C \cdot W_h / \Delta \quad (2)$$

최초 손상 선체구획의 손상률이 결정된 이후에는 인접 구획으로의 손상 전파여부를 결정한다. 해당 구획이 선체에서 차지하는 비율보다 손상률이 큰 경우는 인접한 선체구획으로 손상률을 균등하게 전파한다. 예를 들어, 동일한 선체구획이 한 번 더 피격될 경우, 인접 구획들이 이미 손상된 상태이기 때문에 두 번째 피격 시에는 더 멀리 있는 선체구획까지 손상률이 전파된다.

선체 누적 손상률은 각 피격에 의한 손상률의 총합으로 정의하였고, 누적 손상률이 기준값(0.8)보다 클 경우 함이 완전히 손실(Total kill)되어 전장에서 제외되는 것으로 판정하였다.

2.3 탑재장비 손상평가

탑재장비에 대한 손상은, 해당장비의 탑재 구획이 손상된 비율만큼 장비 역시 손상된다고 가정하였다. 예를 들어, 선체구획이 50% 손상되면 해당구획에 위치한 장비들의 손상률은 50%라고 가정하였다. 장비들의 체계특성에 따라 사용불가능한 손상률의 기준을 표 3과 같이 달리 지정하였다.

Table 3. Threshold of damage rate for each system

	C4I / Detection / Communication / Armament	Electric/ Maneuver
Damage rate (%)	20	50

장비들의 독립성(Seperation)과 대비성(Redundancy)에 의거한, 탑재장비 간의 연관성 논리는 다음과 같다. 속성이 사격통제인 장비들이 모두 사용 불가능해질 경우, 체계특성이 무장인 장비들의 가용지수가 절반으로 저하된다. 발전기 혹은 분배기가 모두 사용불가능해질 경우, 체계특성이 기동인 장비의 가용지수는 절반으로 저하되며, 다른 모든 장비들의 가용지수는 0이 된다. 디젤엔진과 가스터빈이 모두 탑재된 경우에는 해당 함정이 CODOG(Combined Diesel Or Gas-turbine) 추진체계라

고 가정하였다(Jang 등, 2017). 가용한 가스터빈이 존재하면 디젤엔진의 이상유무와 상관없이 기동성능에는 영향을 주지 않는다. 가스터빈이 사용불가한 상황에서 디젤엔진마저 사용불가하면 체계특성이 기동인 장비의 가용지수는 0이 되며, 디젤엔진이 1대 이상이면 기동 장비의 가용지수는 절반으로 저하된다.

탐재장비의 손상정도 및 임무수행 가능정도를 종합적으로 파악하기 위하여 체계별 장비들의 대표 상태지수를 정의하였다. 각 체계의 대표 상태지수(SI_{system})는 전체 장비의 수와 장비 가용지수들의 합으로, 식 (3)과 같이 표현된다. 단, 체계특성이 전기인 장비는 임무장비에 부수적인 영향을 주는 장비이기에 대표 상태지수의 대상에서는 제외하였다.

$$SI_{system} = \frac{\sum Usable\ index}{Total\ number\ of\ equipments} \quad (3)$$

선체구획과 탐재장비에 대한 손상정보는 Table 2와 같은 데이터 구조에 저장되며, 피격이 될 때마다 갱신된다.

3. 시뮬레이션 결과

3.1 시뮬레이션 시나리오

개발된 프로그램을 활용하여 시뮬레이션 시나리오 상에서의 함정의 취약성을 평가하였다. 피격상황을 달리 하며 최초 손상구획의 선정부터 탐재장비의 손상, 그리고 장비 간 연관성까지 이상없이 프로그램에 반영되는 지를 확인하였다. Fig. 4는 선정된 시나리오를 보여준다. 대상 함정은 대함유도탄(ASM, Air-to-Surface Missile)에 의해 1차 피격되며, 어뢰(Torpedo)에 의한 피격, 기뢰(Mine)에 의한 피격, 그리고 대함유도탄에 의한 추가 피격에 의해 완전히 손실되는 시나리오이다. 본 시나리오는 여러 가지 피해유형과 각기 다른 피격위치가 복합적으로 반영된 것으로, 다양한 피격상황에서 손상논리가 적용됨을 확인할 수 있도록 하였다.

Table 4는 시뮬레이션에 활용된 함정의 기본 정보를 보여주며, 적 무장에 대한 무장유형, 탄두중량(Wh), 명중위치(Hit Point)를 Table 5에 나타내었다. 명중위치에서의 무장 속도방향벡터(u_1, u_2, u_3)는 함정의 중심점을 향하도록 명중위치(x_1, y_1, z_1)와 함정중심위치(x_0, y_0, z_0)를 활용하여 설정하였다. 지정된 명중정보(명중위치 및 무장 속도방향벡터)를 활용하여 시뮬레이션 시 최초 선체 손상구획이 결정된다.

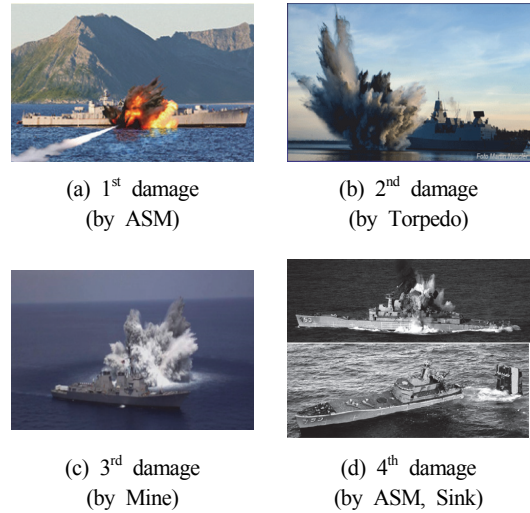


Fig. 4. Simulation scenario

Table 4. Principal dimensions of naval ship

Type	Dimension (m) (L x W x H)	Draft (m)	Displacement (ton)
A	100 x 30 x 20	10	3,000

Table 5. Armaments data

Scenario	Type	Wh (kg)	Hit Point
1 st damage	ASM	145	(10, 20, 10)
2 nd damage	Torpedo	200	(40, 0, -20)
3 rd damage	Mine	400	(-40, 20, -10)
4 th damage	ASM	145	(-30, -20, 30)

함정에 탑재된 장비들의 정보는 Table 6과 Fig. 5에 나타내었다. 본 논문에서는 적의 무장정보 및 함정정보를 현실적으로 재현하기보다는 주어진 입력조건에서 취약성 평가논리가 제대로 반영되는 지를 확인하는 것에 집중하였다. Table 6은 탐재장비 번호에 따라 장비가 위치한 선체구획 고유번호(Comp. No.)와 각 장비의 특성, 그리고 관련된 임무장비를 나타낸 것이다. 예를 들어, 13번 장비는 체계/속성 특성이 전기/분배기이며 1~3번, 6~8번의 장비들에 영향을 준다. Table 6에서 설명된 장비들의 연관관계를 도식화하여 나타내면 Fig. 5와 같다.

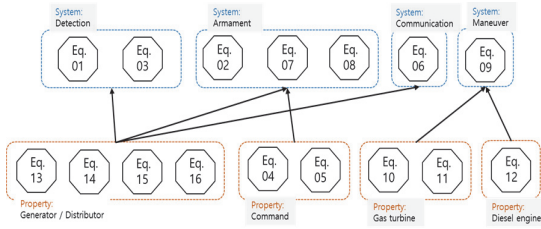


Fig. 5. Relation Diagram of equipments

Table 6. List of onboard equipments

Equip. No.	Comp. No.	System	Property	Relevant task equip. No.
1	121	Detection	General	-
2	223	Armament	Launcher	-
3	324	Detection	General	-
4	323	C4I	Command	2, 7, 8
5	321	C4I	Command	2, 7, 8
6	424	Communication	General	-
7	433	Armament	Launcher	-
8	523	Armament	Launcher	-
9	521	Maneuver	General	-
10	411	Maneuver	Gas turbine	9
11	431	Maneuver	Gas turbine	9
12	421	Maneuver	Diesel engine	9
13	321	Electric	Generator	1, 2, 3 6, 7, 8
14	323	Electric	Generator	
15	321	Electric	Distributor	
16	323	Electric	Distributor	

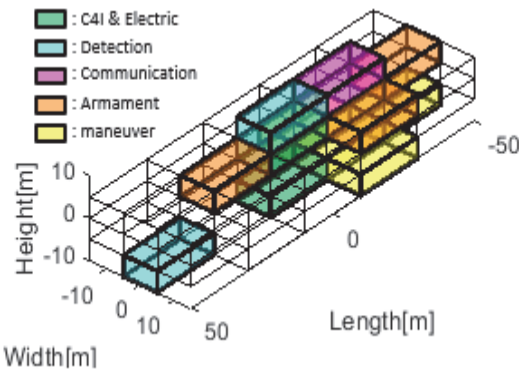


Fig. 6. Arrangement of equipments

3.2 결과 분석

설정된 시나리오에 따른 시뮬레이션 결과를 분석하여 함정 취약성에 대한 논리의 반영 여부를 확인하였다. 우선 Fig. 7은 함정이 대함유도탄에 의해 최초로 피격된 상황에서의 선체 손상을 나타낸 것으로, 좌측 상갑판이 피격되어 인접구획으로 손상이 전파된 것을 확인할 수 있다. 선체의 손상률이 20% 이상인 구획은 주황색으로, 50% 이상인 부분은 붉은색으로 구획을 표시하였다. 이 때, 선체의 누적 손상률(DT)은 약 0.19이다. Table 7은 피격으로 인한 장비의 손상을 보여준다. 체계특성이 지휘통제인 장비와 무장인 장비가 파손되면서 해당 체계의 상태지수가 변경되었다.

Fig. 8과 Table 8은 함정이 어뢰에 의해 추가 피격된 상황에서의 선체 및 탑재장비의 손상을 나타낸 것이다. 선체의 손상률이 20% 미만인 부분은 노란색으로 구획을 표시하였으며, 선체의 누적 손상률은 0.46이다. 체계특성이 지휘통제인 장비와 탐지인 장비가 파손되면서 상태지수가 변경되었다. 또한 체계특성이 무장인 장비의 추가적인 파손은 없었으나, 모든 사격통제 장비들이 파손되면서 무장장비의 대표 상태지수 역시 저하되었다.

Table 7. Status of equipments (1st damage)

Disabled equipment		Status index				
Equip. no.	Comp. no.	C4I	Detection	Communication	Armament	Maneuver
4	323	0.5	1	1	0.6667	1
7	433					

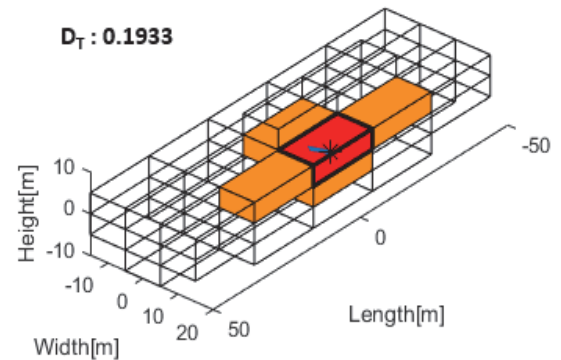


Fig. 7. Hull damage by ASM (1st damage)

Table 8. Status of equipments (2nd damage)

Disabled equipment		Status index				
Equip. no.	Comp. no.	C4I	Detection	Communication	Armament	Maneuver
1	121	0	0.5	1	0.3333	1
4	323					
5	321					
7	433					
13	321					
15	321					

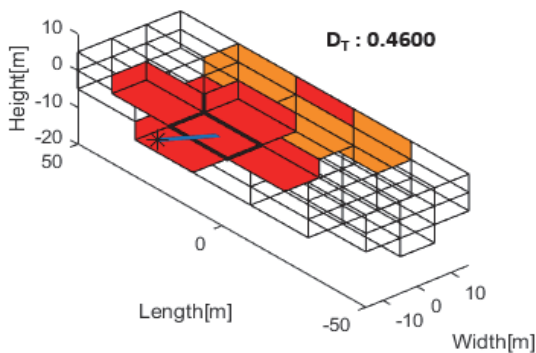


Fig. 8. Hull damage by Torpedo (2nd damage)

Fig. 9와 Table 9는 함정이 기뢰에 의해 추가 피격된 상황에서의 선체 및 탑재장비의 손상을 나타낸 것이다. 함미 선저부분에 최초로 손상이 발생하였으며, 선체의 누적 손상률은 약 0.73이다. 가스터빈과 디젤엔진이 추가적으로 파손되었지만 여분의 가스터빈이 작동하여 기동장비의 대표 상태지수는 변화가 없음을 확인하였다.

Table 9. Status of equipments (3rd damage)

Disabled equipment		Status index				
Equip. no.	Comp. no.	C4I	Detection	Communication	Armament	Maneuver
1	121	0	0.5	1	0.3333	1
4	323					
5	321					
7	433					
11	431					
12	421					
13	321					
15	321					

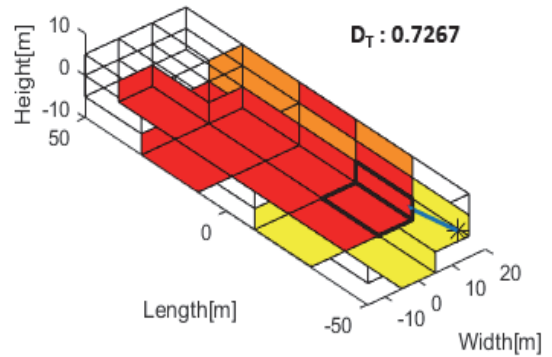


Fig. 9. Hull damage by Mine (3rd damage)

Fig. 10은 함정이 대함유도탄에 의해 추가 피격된 상황으로 선체의 누적 손상률이 기준값인 0.8을 넘어 완전히 손실되는 경우이다. 이러한 경우에는 모든 장비들의 대표 상태지수가 0으로 설정되며, 이후의 취약성 평가 대상에서 제외된다.

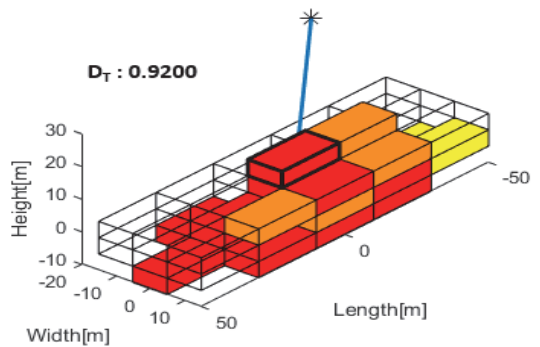


Fig. 10. Hull damage by ASM (4th damage)

시뮬레이션 결과를 통해 최초 손상구획 지정, 손상률의 전파, 탑재장비의 손상논리 등이 반영되고, 함정의 취약성이 대표 상태지수를 통해 표현되는 것을 확인하였다.

4. 결론

전체적인 해상전을 고려하여 새로운 함정을 도입하거나 함정의 초기 설계를 위해서는 전구급 교전에서의 함정 취약성 분석이 필수적이다. 다수의 함정에 대한 취약성 평가가 필요한 전구급 교전상황에서는 신속하면서도 효과적으로 아함의 임무수행 가능 정도를 파악할 수 있어야 한다.

본 논문에서 개발된 취약성 평가 프로그램은 전구급

교전분석 시 함정의 피격위치 및 손상정도를 상세히 모의하기 위해 결정형 전투평가 논리를 적용하였고, 각 장비간의 연관성이 고려된 손상논리를 반영하였다. 또한, 추진체계 등의 함정특성과 피격상황을 구체적으로 반영하면서도 신속한 피해평가가 가능하도록 하였다.

모의논리 반영여부의 확인을 위해 피해상황을 설정하고 각 시뮬레이션 상황에서 선체 및 탑재장비의 손상률을 분석하였다. 결과 분석을 통해 다수의 피격에 대한 선체와 탑재장비의 손상률 및 손상논리가 제대로 반영됨을 확인하였고, 각 체계별 탑재장비들의 대표 상태지수를 도입하여 정량화 된 함정의 상태를 확인하였다.

함정의 통합적인 생존성 분석을 위해 취약성을 포함한 피격성과 회복성이 함께 고려되어야 하며, 현재 이를 고려한 취약성 프로그램의 개선 및 확장이 진행 중이다. 본 논문에서 제안한 함정 취약성 평가모델의 경우, 전구급 교전분석에서 공학급 수준으로 상세히 모의되는 무장 모델과의 연계에도 적용될 수 있을 것이다.

References

- Ball, R.E., Calvano, C., “Establishing the Fundamentals of a Surface Ship Survivability Design Discipline”, Naval Engineers Journal, Vol. 106, No. 1, pp. 71-74, 2009.
- Choi, B.W., Lee, C.S., “The Study on the Methodology for Naval Ship(Craft Air Cushion) Vulnerability Analysis”, Journal of the KIMST, Vol. 13, No. 6, pp. 1106-1102, 2010.
- Choi, W.S., Lee, H.Y., Chung, J.H., “A Study on Survivability Requirement of Warship”, Proc. of the Annual Autumn Meeting of the Society of Naval Architects of Korea, Mungyeong, Republic of Korea, 29-30, October, 2009.
- Chung, J.H., Kwon, J.I., “Survivability Analysis of A Naval Ship Using the MOTISS Program(II): A Numerical Example”, Proc. of the Annual Autumn Meeting of the Society of Naval Architects of Korea, Changwon, Republic of Korea, 13-14, November, 2008.
- Jang, J., Shin, S., Kim, M., Oh, J., “Development of CODOG Propulsion System Simulator”, Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 21, No. 9, pp. 1808-1817, 2017.
- Kim, K.S., Lee, J.H., Hwang, S.Y., “Simplified Vulnerability Assessment Procedure for the Warship Based on the Vulnerable Area Approach”, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 48, No. 5, pp. 404-413, 2011.
- Ok, K., Yim, D.S., Choi, B.W., “A Case Study on Implementation of Methodology for Wartime Warships Damage Rate Estimation”, Journal of the KIMST, Vol. 20, No. 1, pp. 137-147, 2017.



이 성 균 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-5153-9469> / sungkyun.lee@lignex1.com)

2007 서울대학교 조선해양공학과 공학사
2013 서울대학교 조선해양공학과 공학박사
2013~ 2016 현대중공업 선박연구소 선임연구원
2016~ 현재 LIG넥스원 M&S연구팀 수석연구원

관심분야 : 유체역학, 시뮬레이션, 국방 M&S, 선박제어



고 진 용 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-4418-8389> / jinyong.go@lignex1.com)

2010 서울대학교 조선해양공학과 공학사
2012 서울대학교 조선해양공학과 공학석사
2012~ 현재 LIG넥스원 M&S연구팀 선임연구원

관심분야 : 국방 M&S, 유체역학, 선박 운동, 최적화 설계



김 창 환 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-8832-4058> / changhwan.kim@lignex1.com)

2008 인하대학교 항공우주공학과 학사
2010 인하대학교 항공우주공학과 석사
2010~ 현재 LIG넥스원 M&S연구팀 선임연구원

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 비행동역학, 비행체 유도제어



유 승 기 (ORCID : <https://orcid.org/0000-0003-3473-7994> / seungki.you@lignex1.com)

2002 한양대학교 지구해양과학과 이학사
2004 한양대학교 해양환경과학과 이학석사
2013 한양대학교 해양환경과학과 이학박사
2010~ 현재 LIG넥스원 M&S연구팀 팀장

관심분야 : Modeling and Simulation,