

## 함정(공기부양정) 취약성 분석방법 연구

### The Study on the Methodology for Naval Ship(Craft Air Cushion) Vulnerability Analysis

최 봉 원\*

Bong Wan Choi

이 찬 선\*\*

Chan Sun Lee

#### Abstract

One of the considerations in weapon systems procurement is the objective of maximizing the current force. Also, offensive effects, rather than defense are valued in weapons system development and procurement. Especially, the survivability of a naval ship is equally important as the offensive effect of onboard weapons. In case of naval ships, development of attack tactics and research regarding damage minimization must be conducted through live fire exercise against actual targets in order to minimize damage from the enemy.

However, it is difficult to conduct such adequate measures due to realistic limitations such as time and budget in order to verify and calculate a weapon system's attack and damage effects along with the lack of practical studies in this subject despite numerous interests. Research are being conducted utilizing M&S to estimate attack effects and study damages due to such reason, but the lack of authoritative data and development ability are limiting calculation of reliable results. Therefore, this study will propose a measure to increase survivability of a weapon system(ship/vessel) utilizing research of vulnerability from enemy attacks analysis method against a naval ship(Craft Air Cushion).

Keywords : Survivability, Naval Ships, Vulnerability, Damage Effect

#### 1. 서론

오늘날 첨단과학 기술의 발달은 전쟁의 패러다임과 전쟁 수행방식까지도 변화시키고 있다. 첨단 과학기술

을 접목한 무기체계들은 군사적 목적에 따라 다양해지고 더욱 복잡화 해지고 있다. 무기체계는 그 무기가 목표에 타격력을 행사하기 위한 화력과 그 화력을 운반할 수 있는 기계적 수단, 운용 및 조작 할 수 있는 요원, 무기체계 운용을 위한 지원설비등으로 구분할 수가 있으며 특히, 이들 중에서도 타격력과 이를 운반할 수 있는 수단에 있어서 많은 진화가 이루어지고 있다.

최근 무기체계의 위력은 천안함 사건<sup>[3]</sup>에서도 알 수

† 2010년 6월 11일 접수~2010년 9월 17일 게재승인

\* 한남대학교 국방전략대학원 교수/M&S연구센터

\*\* 해군 전력분석시험평가단 체계분석처 전력분석과

책임저자 : 최봉원(bwchoi721@hanmail.net)

있듯이 함정을 단번에 무력화시킬 수 있으며, 그 폭발력이나 정확성은 상상을 초월하고 있다. 따라서 해상에서 작전을 수행해야 하는 함정의 경우 다양한 사고 위험에 대처해야 하고 적으로부터의 공격에 대응해야 하므로 함정의 생존성은 매우 중요한 요소이다. 특히, 해상에서의 함정 사고는 막대한 인명 및 재산의 손실 뿐만 아니라 환경오염까지 초래할 수 있어, 매우 신중하게 고려되어야 한다.

이러한 함정의 생존성은, 피격성(Susceptibility), 취약성(Vulnerability), 회복성(Recoverability)의 3가지 요소로 구성되며 함정이 전투 환경에서 위협을 피하거나 회복할 수 있는 능력으로 표시할 수 있다. 여기에서 피격성은 함포, 미사일 등 위협 무기체계 전반에 피격될 확률로서 적대 환경을 피하지 못하여 위협 무기에 명중될 확률이며, 취약성은 적대환경을 견디지 못하여 위협 무기에 의해 파괴될 확률, 회복성은 피격 손상 이후 복구 및 손상전과 억제 능력을 나타낸다<sup>[4]</sup>.

선진국에서는 이러한 함정의 생존성에 대한 연구 및 기술 향상을 위해서 많은 노력을 기울이고 있다. 그러나 국내에서는 피격성(Susceptibility)에 대한 연구는 많이 이루어지고 있으나 아직까지 함정 취약성에 대한 연구는 미흡한 실정에 있다. 또한, 적 위협세력에 대한 효과적인 공격방법 개발을 위하여 표적의 손상효과 예측 및 취약성에 대한 분석이 요구되고 있으나 함정에 대한 손상모델 개발 및 효과분석 능력이 미흡하여 무기체계 효과분석 및 모델링&시뮬레이션(이하 M&S(Modeling & Simulation)) 모델 개발시 이 분야의 선진 국가인 미국의 연구 자료에 의존하고 있다<sup>[2]</sup>. 여기서 함정 손상 효과란 대함무기체계에 의하여 함정이 얼마나 피해를 입었는가를 정량적으로 표현하는 것으로 가정할 수 있으며, 이는 피해평가를 통하여 구현할 수 있다. 이러한 피해 평가는 취약성 해석 및 무기효과 해석과정을 통하여 정량화/수치화가 가능하다.

따라서 본 연구는 독자적인 함정 손상분석 모델 개발 및 취약성 분석능력을 확보하기 위해 요구되는 분석기법 및 시뮬레이션 모델 도입 등에 대해 연구하였다. 이는 향후 무기체계 개발과 전술 개발 및 국방 M&S 분야 등에 광범위하게 적용될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 현재로서는 생존성과 관련된 자료를 생산, 분석 및 검증할 수 있는 능력과 시설 등이 취약한 실정이다. 따라서 독자적인 분석 능력을 확보하기 위해

서는 함정 생존성 분야의 전문연구 인력을 양성하고 능력이 검증된 선진 상용모델의 확보가 필요하다. 또한, 국외에서 도입되거나 국내에서 연구개발 되는 무기체계의 효과도에 대한 D/B 구축도 동시에 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 함정 손상효과 및 취약성 분석방법 연구를 목표로 함정의 손상과 직접 연관된 무기체계의 효과 및 취약성의 개념에 대해 살펴보고, 취약성 분석방법을 본론에서 언급한 바와 같이 미국에서 표준화된 방법으로 소개하고 있는 5단계로 분류하고 각 단계별 고려사항을 조사하였다. 취약성 및 손상효과 분석을 위해 공기 부양정을 대상으로 연구를 실시하였다. 공기부양정에 대한 손상효과 분석 연구는 함정에 대한 최초의 연구로 향후 이를 바탕으로 하는 추가적인 연구가 진행될 것이다.

## 2. 함정(표적) 손상효과 및 취약성 분석 방법

미국 JTCG/ME\*에서는 표준화된 방법에 입각하여 5단계로 함정(표적) 손상효과를 분석하고 있다.

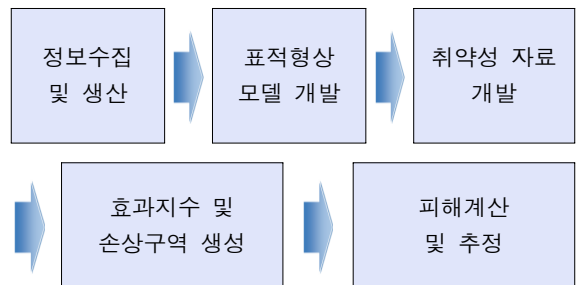


Fig. 1. 손상효과 및 취약성 분석 절차

### 가. 무기체계 정보 수집 및 생산

함정표적 손상판단을 위해서는 함정의 요망 손상(피해)기준에 따른 표적 취약성 해석이 이루어져야 하며, 이를 위해서는 표적 형상 모델이 필수적으로 요구된다. 이러한 표적형상모델 개발을 위해서는 표적 형상기술의 수준에 따라 다양한 정보가 필요하다.

표적 취약성 해석을 위해 개발되는 표적 형상 모델은 외형정보도 중요하지만 내부에 존재하는 시스템과

\* JTCG/ME : Joint Technical Coordination Group for Munition Effectiveness(합동 탄약효과 기술 조종단)

부품들의 정보 또한 매우 중요하다. 시중에 유통되고 있는 공개 자료 가운데 이를 반영하고 있는 것에는 단면도가 있다. 표적에 대한 도면이 부재할 경우에는 단면도만으로도 주요 부품들의 크기와 위치를 개략적으로 파악할 수 있다.

실물표적이 존재하는 경우 형상정보를 확보하기 위해서는 좌표 측정(Coordinate Measurement)이 요구되며, 측정 디바이스의 측정 대상물체의 접촉여부에 따라 접촉식 방법과 비접촉식 방법으로 나눈다. 접촉식 방법으로는 가장 원시적인 방법인 자 및 각도기 등 도구를 사용한 측정에서부터 표적의 특정위치에서의 좌표값을 측정할 수 있도록 고안된 탐침(Probe)을 사용한 측정 등이 있다.

반면에 실물표적이 존재하지 않을 때에는 CAD (Computer Aided Design) 파일만 보유하는 경우와 상세 도면만을 가지고 있는 경우로 구분할 수 있다. CAD 파일을 보유한 경우는 가장 쉽고 빠르게 표적형상 모델을 개발할 수 있는 경우이다. BRL-CAD (Ballistics Research Laboratory-Computer Aided Design)는 많은 종류의 CAD 형태에서 변환이 가능하며, 특히 취약성 해석에 많이 사용되는 FASTGEN(FAST shotline GENERator)용 형상모델은 BRL-CAD용으로 변환이 가능하도록 하는 기능을 포함하고 있으며, 그 이외에 공학용으로 많이 사용되는 상용 CAD에 대해서도 변환 프로그램을 지원한다.

만약 BRL-CAD에서 변환 프로그램을 제공하지 않는 CAD 형식의 파일인 경우에는 보유하고 있는 CAD의 데이터 구조와 BRL-CAD의 데이터 구조를 분석하여 변환 프로그램을 개발하여 이용할 수 있으며, BRL-CAD가 CSG(Constructive Solid Geometry) 방식의 표현

방법을 사용하므로 상용 CAD에서 많이 사용되는 경계 표현법 방식으로 표현된 형상모델이 원형 그대로 변환되지 않을 수도 있다.

반면에 CAD 파일은 보유하고 있지 않고 표적과 관련된 내/외부형상을 기술하는 상세 도면만을 보유한 경우 표적 형상 모델을 개발하거나 표적 손상을 판단할 때에는 Table 1과 같은 절차를 적용하는 것이 좋다.

이러한 무기체계 정보 수집 및 생산 단계에서는 표적에 대한 일반사항, 표적 사진, 최상위 FALT(Fault Analysis and Logic Tree) 등을 확보할 수 있다.

나. 표적형상 모델 개발

표적형상 모델은 표적을 구성하는 각각의 그룹, 체계, 부체계, 부품들 상호간의 공간위치 뿐만 아니라 기능적으로 관계를 표현하는 것이다.

표적형상 모델 개발을 위해서는 기본적으로 두 가지의 데이터를 포함해야 한다. 첫 번째 데이터는 모든 구성품의 크기 및 공간상의 위치 관계를 의미하며 주로 CAD형태로 나타낸다. 표적형상 모델은 상용 CAD 프로그램 또는 D/B로 구현할 수 있다. 근본적으로 표적형상 모델은 기본적인 기하학적 형상(예, 실린더, 표면, 삼각형, 사각형, 원뿔 등)에 의해 표현되며, 모든 부품들의 상대적인 위치정보를 포함하는 객체(Object)의 집합으로 정의할 수 있다. 두 번째는 필수 구성품(Critical Component) 여부와 중복(Redundant) 구성품 여부 같이 상호작용을 정의하는 기능적인 모델을 포함하고 있다. 이러한 기능적인 모델은 FALT를 이용하여 지정된다.

표적 형상 모델(Target Geometry Model, 이하 TGM)은 항공기, 자동차, 기계분야에서 많이 사용하는 CAD와 모델링 방법 및 모델 표현 형식이 동일하다는 유사점이 있으나, CAD는 실제 물체의 형상 표현시 와이어 프레임을 이용하여 물체를 모호하게 보여주는 반면에, 표적형상 모델은 솔리드 모델을 이용하여 형상표현, 물체의 외부 뿐만 아니라 내부영역까지 표현하여 물체를 완전하고 명확하게 표현할 수 있다는 차이점이 있다.

표적형상 모델의 대표 S/W로는 BRL-CAD와 FASTGEN이 있다.

BRL-CAD는 美 육군 탄도연구실(BRL)에서 개발한 S/W로 150만 라인의 C 코드로 무장한 강력한 CSG 모델링 패키지이며, 전 세계 약 2,000개 이상의 사이트에서 사용 중에 있다.

Table 1. 상세 도면 미보유시 정보 수집 및 생산 절차

절차	추진업무
a	표적 손상판단 기준 설정 및 FALT 작성
b	a항에 따른 구성품 목록화
c	목록 구성품 모사 수준 결정 ※ 모사 수준은 모델의 정밀도와 밀접한 관계를 가지며, 모델 개발 기간, 비용, 인력에 직접적인 영향을 끼침
d	원형 변환이 용이한 BRL-CAD 또는 CAD 이용 각 구성품 및 표적의 외형 형상모델 개발



Fig. 2. BRL-CAD 표적 형상 모델 예

또한, FASTGEN은 美 Falcon社에서 개발하여 美 공군 및 해군에서 주로 사용하며, 1979년부터 개발된 항공표적 형상제원에는 러시아의 MiG-21/23/25/29, Su-25, Mi-4/24 등과 미국의 F-4/5/14/15/16/22, F/A-18, A-10, C-130, V-22 등이 있다.

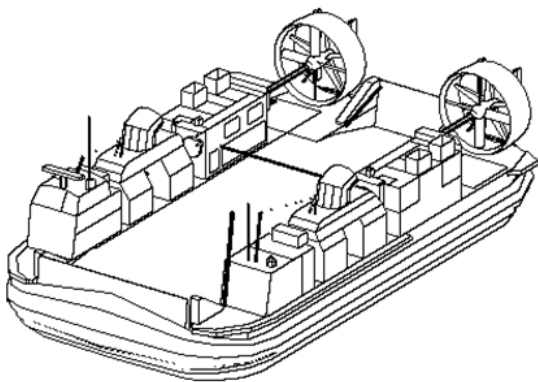


Fig. 3. FASTGEN 표적 형상 모델 예

TGM 개발시에는 취약성 및 위력 해석 목적에 부합되도록 개발되어야 하며, 사용되는 취약성 및 위력 모델의 적용범위를 파악하는 고려사항이 필요하다.

이번 단계에서는 표적에 대한 상세사항(사진, 물리적 특징, 임무, 성능 등), 전산화된 표적형상 모델, 상세 FALT, 표적의 외형선도 등을 얻을 수 있다.

#### 다. 취약성 분석 자료 개발

취약성 자료 개발 단계에서는 COVART(Computation Of Vulnerable Area Tools), AJEM(Advanced Joint

Effectiveness Model)과 같은 취약성 해석용 프로그램의 입력자료를 작성해야 한다.

Table 2. COVART 입력 자료

입력 자료
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사선(Shot Line) 정보</li> <li>• 필수 또는 비필수 구성품</li> <li>• 부품별 <math>P_{K/H}</math> 함수</li> <li>• 부품 재질 및 두께</li> <li>• 공격방향</li> <li>• 위협기구(무기체계) 특성</li> </ul>

COVART는 항공기, 지상표적, 소형함정의 취약성 평가에 주로 이용되며, Table 2와 같은 입력자료가 투입된다. 이와 같은 입력자료가 투입되면 Table 3과 같은 출력 결과를 얻을 수 있다.

Table 3. 출력 결과

출력 결과
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 방향별 투영면적(Present Area)</li> <li>• 방향별 취약면적(Vulnerable Area)</li> </ul>

COVART S/W를 구성하는 모듈은 크게 사선 생성, 관통/침투, 피해, 논리 구조(Fault Tree) 등 4가지로 구분되며, 자세한 하부 구조는 Fig. 4와 같다.

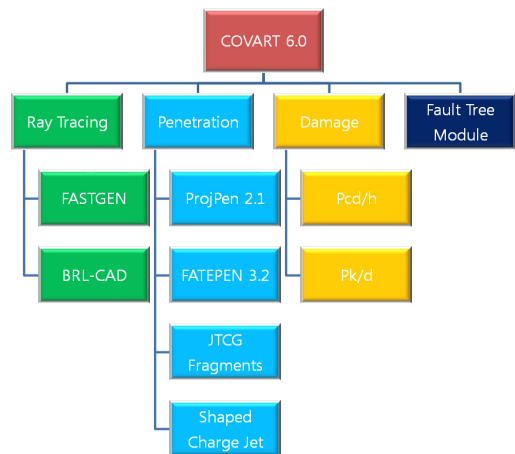


Fig. 4. COVART S/W 구성/모듈

취약성 해석에 필요한 3가지 주 자료는 표적형상 모델, 표적 기능 및 임무분석 정보, 그리고 필수 구성품의 취약성 자료( $P_{cdh}$ )이다. 표적형상 모델은 취약성 해석에 필요한 사선을 생성하기 위함이고, 표적 기능 및 임무분석은 FALT와 FMECA(Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis) 도출을 위한 것이다. 또한, 필수 구성품 취약성 자료는 여러가지 피해 요인이나 피해과정에 대한 부품의 손상 및 피해 정도를 수치화하여 표나 함수형태로 구현한 것이다. 이때 고려되는 피해 요인 및 피해 과정에 따라 폭풍효과에 의한 피해 함수, 힘에 의한 피해 함수, 운동에너지에 의한 피해 함수 등 다양하게 고려된다.

취약성 분석 자료를 개발하는 방법은 Table 2와 같은 입력자료를 취약성 분석 도구인 COVART에 투입하고 이에 대한 결과인 방향별 취약면적(Vulnerable Area)과 방향별 투영면적(Projection Area)을 획득하는 절차로 진행된다.

AJEM은 미국에서 사용중인 탄약 및 항공기, 미사일 그리고 지상표적의 치명성 및 취중 효과를 평가하기 위한 취약성 분석 모델이다. 이 모델은 연구, 설계, 개발 및 시험평가에 이르는 무기체계 획득의 모든 단계에서 이용가능한 분석 결과를 제시하여 준다. AJEM이 제시하는 결과는 표적 및 위협 모델링, 상호 조우 시 관계, 무기 발화점, 표적에 대한 피해 확대 과정, 화재나 폭풍효과 등의 표적에 대한 피해가 발생하는 과정, 표적의 내부 구성품 구조 등의 제반 요소가 종합된 것이다.

취약성 자료 개발 단계의 결과물은 취약성 해석 프로그램용 입력자료인 부품 기능논리 구조와 필수 구성품에 대한  $P_{cdh}$ 이다.

필수 구성품 취약성( $P_{cdh}$ ) 자료는 주로 시험자료, 공학급 해석으로부터 도출될 수 있으며,  $P_{cdh}$  개발이 취약성 해석 과정중 가장 어렵고 난해한 분야이다.

라. 무기 효과지수 및 손상구역 생성

무기 효과지수(Weapon Effectiveness Index) 생성 단계에서는 취약성 분석 S/W 산출결과를 이용하여 치사면적을 산출한다. 효과지수 생성 모델링은 주로 GFSM(General Full Spray for Material)과 PVTM(Passive Vehicle Target Model)이 이용된다. GFSM은 재래식 무기체계 파편, 폭약 파편, 폭약 탄두중량 등에 의한 평균 피해 면적을 산출하기 위하여 美 육군 물자체계 분석국(Army Materiel Systems Analysis Agency, 이하

AMSAA)에서 Windows 기반으로 제작한 S/W이다. 이 S/W는 실제 파편에 의한 파괴효과를 모의하고 파괴면적을 산출하는데 유용한 모델이다.

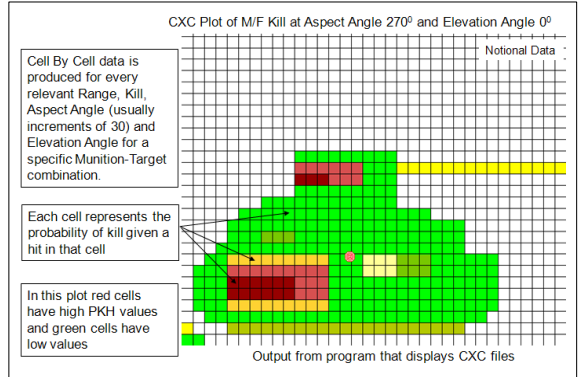


Fig. 5. GFSM 사용 매뉴얼

PVTM 역시 美 AMSAA가 기동표적에 대한 직사화기 탄약효과 분석을 위해 개발한 S/W로서 기동표적에 대한 직사화기 폭발시 탄약효과 추정이 주요 개발 목적이다. 참고로, 기동표적은 대응사격을 하지 않는 것으로 가정하기 때문에 Passive라는 단어를 사용한다.

마. 피해계산 및 추정

앞의 4단계의 결과와 무기특성자료(파편자료, 폭발고도, 최종속도, 입사각), 명중에 의한 피해도, 무기 신뢰도 등이 결합되면 손상확률이 산출된다.

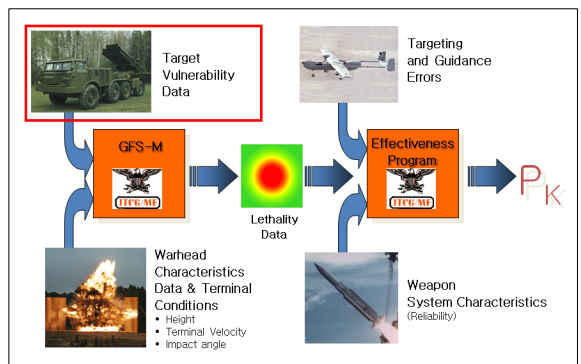


Fig. 6. 무기효과도 추정 과정

한편, 함정에 대하여는 위에서 언급한 바와 같이 1 단계에서 5단계까지 단계별로 수행하여 치명면적(Lethal Area)을 활용하여 무기 효과도를 추정하나, 3

단계만은 무기특성자료, 명중에 의한 피해도, 신뢰도 및 수중 폭발에 의한 2차 효과까지 입력을 수행하여 손상 확률을 구하고 있다. 美 함정 무기 효과분석 모델인 ASAP(Advanced Survivability Assessment Program)의 경우 치명면적의 개념이 도입되지 않았다. 즉, 치명면적은 상대방에 의해 발사된 무기에 의해 피해를 입게되는 면적을 의미하나 함정에 명중하지 않고 주위에서 폭발하여 생긴 파편 등의 효과가 적용되지 않았다는 것이다. 이 ASAP 모델에서는 표적에 약 1,000발의 탄약이 명중되었을 경우의 피해정도로 손상 확률을 구한다.

### 3. 함정 취약성 및 손상효과 연구

본 연구에서 취약성 분석을 위해 연구대상을 공기부양정으로 선정하여 취약성 분석 절차에 따라 5단계로 구분하여 실시하였다. 연구일정은 2008년 9월부터 2010년 3월까지 18개월간 실시되었다.

먼저 무기체계 정보 수집 및 생산 단계에서는 관련된 자료를 수집하기 위하여 연구팀 5명이 3박 4일간 1,800여장의 사용자 매뉴얼을 검토하였으며, 공기부양정 구성품 위치, 길이, 두께, 재질, 경사각 등의 제원 자료를 계측하고 사진을 촬영하였다.

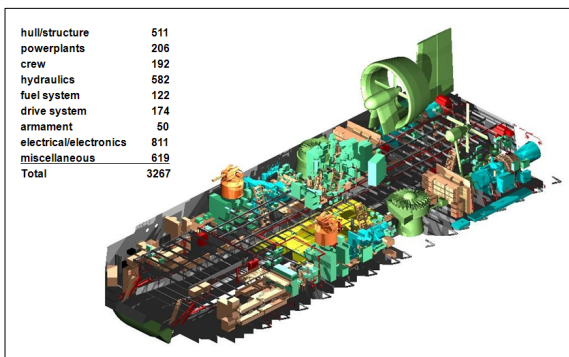


Fig. 7. 공기부양정 내부 형상

표적 형상 모델 개발 단계에서는 앞서 수집된 자료를 이용하여 Fig. 7과 같이 BRL-CAD로 공기부양정 형상을 개발하였다. 이 형상은 총 3,267개 부품으로 구성되어 있음을 확인할 수 있다.

취약성 분석 자료 개발 단계에서는 개발된 형상모델을 이용하여 취약성 자료 개발을 위해 COVART로

분석을 실시하였다. 이 때 입력된 입력 자료는 Table 4와 같다.

Table 4. 입력자료 목록

• Sort ID
• Region ID / Component #
• Component Name
• Component Description / Function
• Material Code
• Thickness Factor
• Vulnerable YES/NO
• Damage/Failure Mode
• System Response
• Functional Loss
• Dependency
• Kill Level
• Notes

이 때 입력자료로 이용된 피해 수준의 경우에는 사선으로 발생하는 피해율을 통하여 계산될 수 있다. 이 계산에는 관통 방정식(Penetration Equations)이 적용되었다. 관통 방정식은 탄환이 어떤 물체  $T_1$ 에 대한 관통의 결과로 발생하는  $T_1$ 의 질량 감소뿐만 아니라 파편의 이동 속도를 결정하기 위하여 사용된다. 관통 방정식은 다음 식과 같다.

$$P_{k/sh} = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - P_{k_i/h_i})$$

이 과정은 파편이  $T_2, T_3, \dots, T_n$ 까지를 통과하면서 속도가 0이 될 때까지 반복된다는 논리가 적용된다.

마지막으로 무기효과지수 및 손상구역 계산 단계에서는 표적에 대한 위협 무기체계의 특성자료인 파편, 폭발고도, 속도, 낙하각 등을 이용하여 피해와 관련된 손상구역을 계산하게 된다. 위협 무기체계의 특성자료는 그 특성상 공개할 수 없어 본 연구에서는 Fig. 8과 같이 개략적으로 손상구역에 대한 표시로 대신하였다.

이러한 취약성 분석결과는 향후 함정을 건조하고 관련 기술을 개발할 때 시간과 비용을 상대적으로 낮춰줄 것으로 판단된다. 다만 독자적인 분석을 위한 전



문 인력을 양성하고 관련 데이터베이스를 구축이 선행되어야 함은 당연한 조건이다.

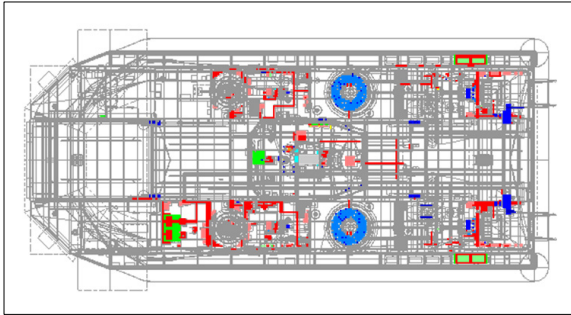


Fig. 8. 파편에 대한 취약성 해석

#### 4. 결론

본 연구는 함정(공기부양정) 피격시 취약성 및 손상 효과 분석/판단 방안을 마련하기 위하여 함정 사고사례 조사, 취약성 분석 절차 5단계 등을 통하여 수행하였다. 그리고 본 연구를 위해 확보한 취약성 해석 프로그램인 COVART와 그 입력자료를 바탕으로 공기부양정에 대한 취약성 해석을 수행할 수 있었다.

아직까지 우리 군의 함정 취약성 및 손상효과에 대한 과학적 분석결과가 부족으로 효율적인 전력 건설 및 운영에 기여가 미흡하였다. 또한, 국방 M&S 및 모의분석, 훈련연습 분야에 대한 객관적 기준자료의 부족으로 위게임 등 운용결과에 대한 신뢰성의 논란이 되어왔다. 함정 건조의 경우 적의 공격에 대한 함정의 생존성 향상을 위한 설계방안이 고려되어야 하며, 건조 이후 효과적으로 운용하기 위한 취약성 분석이 수반되어야 하나 우리의 실정은 이 분야에 대한 판단 능력이 매우 부족하다.

함정의 생존성 향상을 위해서는 많은 비용이 요구된다. 따라서 제한된 국방제원을 효율적으로 사용하기 위해서는 비용대비 효과의 최적화가 필요하므로, 생존성 구성요소들 간의 절충(Trade-Off)을 통해 균형 잡힌 생존성 향상 대책이 수립되어야 하고, 이를 반영한 함정 설계가 또한 이루어져야 한다. 한편, 대상 함정이 요구되는 생존성을 갖추고 있는지를 최종적으로 검증하기 위해서는 건조 후 해상에서의 시험평가가 필요한데, 이를 수행하기 위해서는 막대한 비용, 인력 및 시간이 요구되기 때문에 이에 대한 현저한 절감을 위

해서는 M&S 기술의 적극적 활용이 절대적으로 요구되고 있다.

따라서 함정 획득 시간을 단축해야 하고 비용을 절감해야하는 제약조건 하에서 최적의 함정 생존성을 확보하기 위해서는 동시공학(Concurrent Engineering), 시스템 통합(System Integration) 방법론, 다분야 최적설계(Multi-Disciplinary Design Optimization) 기법 및 M&S 기술을 적용하여 생존성 구성요소들을 통합적이고 균형 있게 고려하는 함정 생존성 향상 통합 설계기술의 개발이 반드시 필요하다.

그러나 함정 생존성 향상 통합 설계기술을 저비용으로 개발하기 위한 M&S 기술이 미흡하고, 선진국에 비해 관련 연구 인력 및 시설 인프라가 턱 없이 부족한 국내의 현실을 감안할 때 국내 연구역량을 결집하여 국내 실정에 적합하고 효과적인 기술개발을 위한 Master Plan, 기술개발 Road Map 및 추진전략 수립을 위한 정책적연구가 반드시 선행되어야 할 것이다.

#### Reference

- [1] 양나규, “해군함정 생존성 수상함 69% 불과”, 아시아경제, 2010. 3. 15.
- [2] 한대석, 조대승, 김진형, 이탁기, 임채환, 이제명, “Damage Simulator를 이용한 선박의 손상강도에 관한 연구”, 대한조선학회, 제44권 제4호, pp. 439~444, 2007.
- [3] 안병권, 유재문, “M&S를 통한 함정의 침수상황 가시화 및 손상통제기법 연구”, 대한조선학회논문집, 제44권 제5호, pp. 526~533, 2007. 10.
- [4] 임길혁, “함정의 취약성 해석기법에 대한 연구”, 석사학위 논문, 충남대학교, 2006. 8.
- [5] TA Santos, C Guedes Soares, “Monte Carlo Simulation of Damaged Ship Survivability”, J. Engineering for the Maritime Environment, Vol. 219 Part M, 2005.
- [6] A. Papanikolaou, E. Boulougouris, “Design Aspect of Survivability of Surface Naval and Merchant Ships”, National Technical University of Athens, 2003. 2.
- [7] Sea Technology Group, “The Development of Vulnerability Requirements for Warships and Auxiliaries”, 2001. 12.