

함정 피격성 향상을 위한 시스템엔지니어링 접근법 기반의 기만선박 개념 연구

강희진^{†*}, 신종계^{**}, 이동곤^{*}, 최진^{*}

한국해양연구원 해양시스템안전연구소^{*}/ 서울대학교 조선해양공학과^{**}

A Study on Deception Ship for Ship Susceptibility Improvement based on
System Engineering Approach

Hee Jin Kang^{†*}, Jong Gye Shin^{**}, Dongkon Lee^{*} and Jin Choi^{*}

Maritime & Ocean Engineering Research Institute, KORDI^{*}
Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Seoul National University^{**}

Abstract

To project military power, the paradigm of the modern warship acquisition has evolved with more large platform and high-technology equipment. For example, the Aegis combat system equipped warship is one of the most advanced and capable defense systems currently in use. Concurrently, if the warship attacked and disabled, it may worsen the asymmetry of the battle field and it also depresses the morale of the fleet. For that reason, to keep and protect few number of the big and high technology equipped warship from enemy is very important. At the present, the performance of unit weapon has enhanced remarkably. A Korean-built SS-209 class submarine, Lee Chun-ham, participated in Naval Exercise Tandem Thrust conducted in 1999, sank the target ship ex-USS Oklahoma by a single torpedo. USS Stark was struck on May 17, 1987, by two Exocet anti ship missiles and disabled. For this reason, susceptibility should be prior to vulnerability and recoverability.

In this paper, deception ship which is small and chief but has very similar signatures to large and high technology equipped warship has conceptually studied by using systems engineering approach. And it may be an effective way to enhance the susceptibility of the key fighting power.

※Keywords: Susceptibility(피격성), Vulnerability(취약성), Recoverability(회복성), Deception Ship (기만선박)

접수일: 2008년 11월 18일, 승인일: 2009년 4월 27일

† 교신저자: ray5117@moeri.re.kr, 042-869-0420

1. 서론

최근 획득되는 함정은 첨단, 대형화되는 추세로 한국해군의 이지스급 함정의 경우 단위 함정의 함가가 1조원을 상회할 정도로 고가이다. 따라서 이러한 첨단 대형 함정은 동시에 여러척을 획득하기 어려운 실정이며, 주변국의 감시와 경계로부터 자유로울 수 없다. 주변의 다른 함정과 확연히 구분되며, 손실시 대처 전력간의 비 대칭성을 심화시키고 아군의 사기에 악영향을 미치게 되는 첨단 대형 함정을 보호하고 제 기능을 온전히 수행할 수 있도록 하는 일은 무엇보다 중요하다.

새로이 개발되는 무기체계의 파괴력은 놀라운 속도로 향상되고 있다. 1999년 한국의 209급 잠수함인 이천함은 서태평양훈련(Tandem Thrust)에 참가하여 미 해군의 만톤급 퇴역 순항함인 Oklahima-City호를 8km거리에서 단 한발의 어뢰로 격침시켰으며, 1987년 중동전에서는 미 해군의 4,000톤급 프리깃함 Stark는 Exocet 미사일에 피격 후 작전수행능력을 완전히 상실하였다. 이는 생존성 관점에서 피격성이 취약성 및 회복성에 우선해야 한다는 당위를 제공한다. 본 연구에서는 대형 함정의 전시 생존성 향상을 위한 피격성 향상 방안으로서 첨단 대형 함정과 유사한 신호체계를 갖는 기만함정의 개발 필요성을 제기하고 이를 시스템엔지니어링 관점에서 실현할 수 있는 구체적인 방법에 대해 개념 연구 결과를 기술하였다.

2. 함정 피격성(Susceptibility)

2.1 함정 생존성과 피격성

전시 함정의 생존성을 구성하는 요소는 크게 피격성(Susceptibility), 취약성(Vulnerability), 회복성(Recoverability)의 3가지로 분류되며, 각각의 특성은 Table 1과 같다.

함정의 생존성을 P_S 라 하고, 피격확률인 피격성을 P_H , 위협세력에 의해 심각한 피해를 입을 확률인 취약성을 $P_{K/H}$ 라 하면 함정의 생존성은 식 (1)로 표현된다(Robert and Chales 1994).

$$P_S = 1 - (P_H \times P_{K/H}) \quad (1)$$

Table 1 Key elements of ship survivability(Said 1995)

피격성 (Susceptibility : P_H)	각종 탐지센서, 위협무기 또는 이들의 효과에 노출되어 피격될 확률
취약성 (Vulnerability : $P_{K/H}$)	위협무기의 공격을 받은 후 이들 위협 무기의 작간점 효과에 의해 손상을 입게 되는 조건부 확률
회복성 (Recoverability : P_R)	위협무기의 작간점 효과로 인해 발생한 손상을 신속하게 회복하여 함 임무를 계속 수행할 수 있는 함정 시스템 및 승조원의 손상대처 확률

식 (1)에서는 회복성 항목이 빠져 있어 함정의 생존성을 결정짓는 각 요소간의 상관관계를 명확히 밝히는데 어려움이 있으나, 전시 함정의 전투 상황을 고려할 때, 함정의 생존성 시간차원에서 크게 피격 전단계와 후 단계로 구분할 수 있다. Fig. 1은 함정의 생존성이 순차적으로 어떻게 피격성, 취약성, 회복성에 의해 결정되고 있는지를 설명한다.

피격성, 취약성, 회복성이 순차적인 인과관계를 가지고 있으며, 현대 무기체계의 파괴력이 놀라운 속도로 향상되고 있음을 고려하면 피격 후 생존성 향상을 위한 취약성과 회복성 향상 대책은 제한적인 예산과 인력, 획득 주기로 인해 함정 적용에 많은 제약이 따름을 알 수 있다.

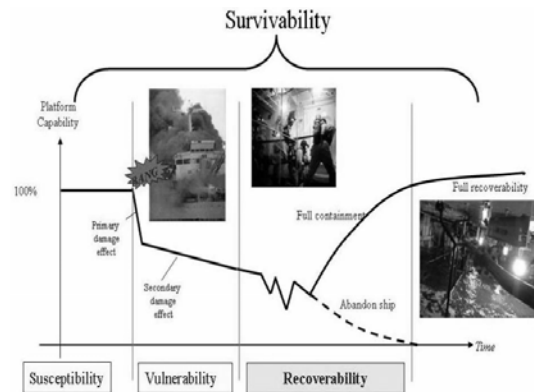


Fig. 1 Ship survivability timeline(Grant 2006)

Fig. 2는 1987년 5월 중동전에서 이라크 군이 발사한 2발의 Exocet 미사일에 피격된 직후의 미해군 4,000톤급 프리깃함 Stark의 사진으로, 37명의 승조원이 사망하였으며, 함정은 작전 불능 상태가 되어 수리에만 1억4천2백만 달러가 소요되었다. 동급 함정의 척당 평균 획득 비용이 1억 9천 4백만 달러정도였음을 고려하면 피격 후 수리비에만 최초 획득 비용의 70%를 넘는 비용이 소요된 것이다.



Fig. 2 U.S.S Stark listing following two hits by Exocet missiles(Newsweek 1987)

Fig. 3은 2000년 10월 소형보트를 이용한 폭탄 테러에 의해 손상된 미해군의 최신예 8,000톤급 이지스 구축함 Cole의 모습으로, 17명의 승조원이 사망하였으며, 수리에 2억 4천만 달러가 소요되었다. 이는 최초 함정 획득 비용의 25%에 이른다.



Fig. 3 U.S.S Cole after the terror(AP 2007)

이상에서 보듯이 함정의 취약성과 회복성에 대한 향상 대책은 피격시에도 함정이 침몰하지 않고 작전수행과 관련된 전체 또는 일부 기능을 유지하는데 긍정적인 역할을 할 수 있으나, 다수의 승조원이 거주하는 단위 부대 개념으로 운용되는 함정의 경우 일단 피격된 이후엔 인명의 손실, 장기간의 수리기간과 고비용의 소요 등으로 단 시간 내에 전세가 결정되는 현대전의 수행 특성상 수리 후 전장 재 투입이 어려워 피격성 감소를 통한 주요 함정의 보호가 중요한 실정이다.

2.2 피격성 감소방안

현대 함정은 피격성 감소를 위해 다양한 기술을 적용하며, 그 중 대표적인 것이 Table 2의 OPNAVINST 9070.2에 제시된 통제 대상 함정 신호의 통제를 통한 피격성 감소이다.

Table 2 Signitures for surface ships and craft in OPNAVINST 9070.2(Department of the Navy 1996)

통제대상 신호
레이다반사면적 (RCS Signature)
소음 (Acoustic Signature)
적외선신호 (IR Signature)
자기신호 (Magnetic Signature)
전자기신호 (Electro-magnetic Signature)
전기신호 (Electric Signature)
시각신호 (Visual Signature)
압력신호 (Pressure Signature)
기타 (Bioluminescence, Radioactivity 등)

새로이 획득되는 함정은 신호 감소를 위한 다양한 기술을 채택하고 있으며, 이 중 가장 대표적인 것이 함형상 조정과 레이다흡수물질(RAM)을 활용한 레이다반사면적(RCS) 감소, 수면 하부 구조의 단순화와 구조, 유체 소음 차단, 캐비테이션 저감을 통한 수중방사소음(URN) 감소, 적외선신호차단기(IRSS) 등을 활용한 적외선신호(IR)의 감소 등으로, 위협세력으로부터의 피격성을 낮추는 것이 주요 목적이다. 새로이 건조되는 대부분의 수상함정은 작전운용 개념에 따라 관련기술을 선택적으로

채택하고 있다. 그러나 이러한 피격성 감소 기술은 대부분 1990년대 이후 건조된 신형 함정에 적용되는 기술로, 함정의 수명이 30년 이상임을 감안할 때 1990년대 이전에 획득되어 운용 중인 대부분의 함정은 신호통제가 충분히 이루어지지 않아 신형함정 대비 피격성 측면에서 불리하다.

3. 전장환경의 변화

3.1 효과중심전

(EBO: Effects Based Operations)

효과중심전은 미 공군에 의해 처음 개념이 정립된 전쟁수행 개념이다. 효과중심전은 밀레니엄 챌린지라는 대규모 합동실험을 통해 효용이 검증된 후 점차 그 중요성이 증대되고 있으며, 군사과학기술의 발전, 안보환경의 변화, 국민의식의 변화를 배경으로 하고 있다(Col Gary L. C. 2003).

미국 합동전력사령부(United States military Joint Forces Command)는 효과중심작전을 “군사적 비군사적 역량을 총 동원하여 모든 충돌 단계에 있어 적으로부터 전략적으로 필요한 결과 또는 효과를 얻어내기 위해 통합적이고 지속적으로 수행하는 절차(a process for obtaining a desired strategic outcome or effect on the enemy through the synergistic and cumulative application of the full range of military and nonmilitary capabilities at all levels of conflict)”로 정의하였다.

이는 국가차원의 광의적 정의로, 효과중심전의 핵심이 대립국가간의 무력 충돌 이전에 적의 의도를 PMESII(Political, Military, Economic, Social, Infrastructure, and Information)에 의해 정확히 분석하고 DIME(Diplomatic, Information, Military, and Economic)를 사용하여 적의 행동을 조정, 통제하는데 있음을 보여준다.

효과중심전 개념을 단위 작전 수준의 협의의 의미에서 살펴보면 기존에 전쟁수행 양상이 가용한 최대의 전력을 투입해서 적을 파괴하고 격멸하던 것으로부터 핵심노드만을 중점적으로 공격함으로써 불필요한 파괴 행위나 인명의 사상을 최소화하면서도 목표한 성과를 얻기 위한 작전 수행의 개념으로 변화하는 새로운 패러다임이라 할 수 있다.

Fig. 4는 정밀타격무기의 발달에 의해 동일한 폭격 효과를 보기 위해 동원되는 무기체계의 수량을 비교한 것으로, 2차 세계대전 당시 1,000여대의 폭격기가 9,000여개의 폭탄을 투하해야 얻을 수 있었던 전략적 성과를 걸프전 때에는 단 한 대의 폭격기가 단 한발의 폭탄으로 얻어낼 수 있게 되었음을 보여준다. 이는 효과중심전의 핵심이 첨단 정밀 타격 무기에 의한 적의 중심 무력화에 있음을 보여주는 것으로, 소수의 정밀 타격 무기가 다수의 재래식 전력과 대비하여 갖는 전략적 가치를 이해하는데 도움이 된다.

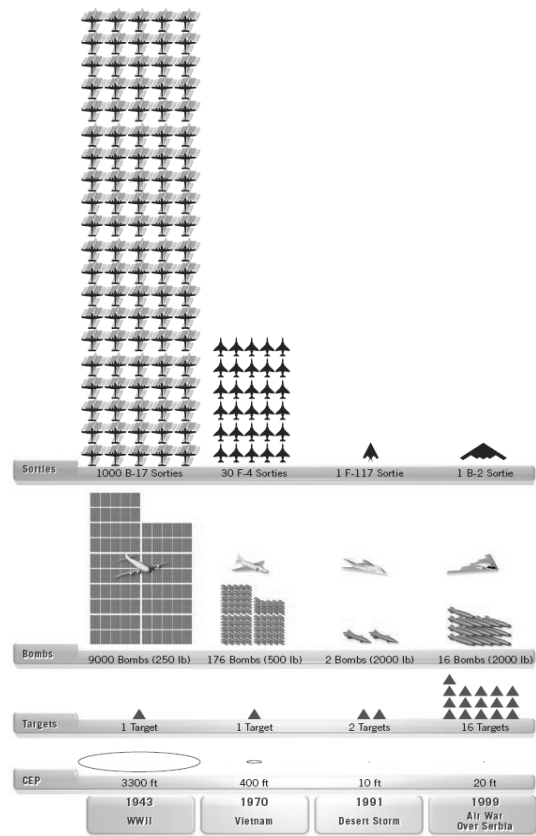


Fig. 4 Precision redefines the concept of mass(David 2001)

효과중심전의 개념을 따른 전쟁의 수행에서 장거리 타격능력을 갖춘 소수의 대형 함정은 전쟁수행을 위한 핵심노드로서 적의 입장에서 전쟁 초

기에 반드시 무력화시켜야 하는 대상이 된다. 이러한 까닭에 소수의 첨단 대형 함정은 전시 주요 타격 대상이 되며, 피격 후 침몰하지 않는다고 하더라도 단시일 내에 전쟁의 판도가 결정되는 현대전에서 전투 기간 중 전장 재투입이 현실적으로 불가능하다.

3.2 네트워크중심전 (NCW: Network Centric Warfare)

네트워크중심전(NCW)은 단위 무기체계와 탐지 장비, 본부와 전장의 지휘관들, 각 제대의 전투병들이 전장의 상황과 각자가 해야할 일에 대해 공통된 목표와 정보를 공유함으로써 향상된 전력을 창출해내는 것을 목적으로 한다. 전투에 참여하는 모두가 단위 제대를 넘어서서 전체적인 전장상황에 대해 정확히 인식하고 대처하는 일은 네트워크중심전이 추구하는 핵심 가치로, 더 빠른 의사결정을 가능하게 하고 작전수행시간을 단축하게 하며, 적에 대한 공격효과를 높이는 동시에 아군의 생존성을 높이는데 기여한다(DoD 2004).

효과중심전의 관점에서 네트워크중심전은 적에 대한 정보의 우세적 비대칭성을 강화하는 역할을 하며, 궁극적으로 효과중심전 수행의 중추가 된다.

결국 네트워크중심전은 아군에게 유리한 정보를 아군 내에서만 공유함으로써 발생하는 정보의 비대칭성을 전략적으로 이용하는 것으로서 역사적으로 전략적 효과가 입증된 정보수집과 활용에 네트워크 기술을 응용한 것이다. 네트워크중심전 관점에서 함대의 지휘 통제를 맡는 기함이나 장거리 타격능력을 갖춘 대형 함정은 네트워크중심전 수행의 중심점이자 효과중심전의 실천수단으로, 전시 제일 먼저 공격하여 무력화시켜야 하는 전력적 목표가 된다.

따라서 주요 첨단 대형 함정을 적의 감시와 견제, 공격으로부터 보호하고, 정보수집을 방해, 왜곡하는 일은 네트워크중심전 관점에서 정보의 비대칭성을 아군에 유리한 방향으로 강화시킬 수 있는 기회를 제공 한다.

4. 기만선박(Deception Ship) 개요

현대 함정은 피격성 향상을 위해 하드킬(Hard Kill) 장비와 소프트킬(Soft Kill) 장비를 보유하고 있다. 하드킬은 접근하는 적의 위협세력을 탐지하여 파괴하는 것으로 해군 함정에 탑재 운용 중인 대공방어체계가 이에 해당한다. 소프트킬은 하드킬보다 소극적인 대응방법으로 위협의 회피를 위해 사용하는 기만체계가 이에 해당한다. 기만체계는 크게 적의 대함미사일을 기만하기 위한 전파, 적외선 기만체계와 어뢰를 기만하기 위한 음향기만체계가 있으며, 기만체계는 아 함정의 위치가 이미 완전히 노출된 상태에서 적의 공격을 회피하기 위한 최후의 수단으로, 기만 시도가 실패할 경우 피격에 따른 심각한 피해가 불가피하다.

앞서 살펴본 바와 같이 취약성과 회복성 측면에서 성능이 우수한 현대 함정도 일단 피격이 된 후에는 심각한 구조적, 기능적 손상을 입으며 복구에 많은 비용과 시간이 소요된다. 따라서 다양한 위협세력의 공격으로부터 함정을 보호하고 인명과 핵심전력의 피해를 막기 위해서는 좀 더 적극적인 함정 보호 수단이 필요하며 소수의 대형 주력 함정을 적의 집중 감시와 공격으로부터 보호하기 위해서는 실 함정의 신호를 모사하여 적과 위협세력을 유인, 기만할 수 있는 새로운 수단이 절실하다.

Fig. 5는 Airborne Systems사의 부유형 전파(RF) 기만체계로, 함정 내에 접어서 보관하다가 필요시 바다에 띄우는 RF 기만체계이다. 이러한 RF 기만체계는 약 500,000 m²의 레이더 반사면적을 가지며 현재 RF 호밍 미사일을 함정으로부터 멀리 유인할 수 있고 채프(Chaff) 등의 발

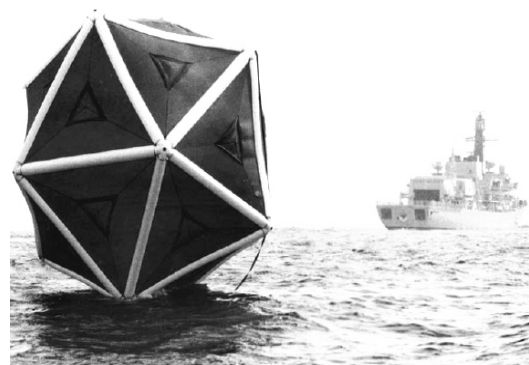


Fig. 5 RF floating countermeasure

사형 기만체계와 달리 재사용이 가능하다는 장점 때문에 미국, 영국 해군 및 NATO 해군에서 운용 중이다.

그러나 이러한 부유식 전파 기만체계는 레이더 반사면적을 기준으로 호밍하는 미사일에만 대응할 수 있을 뿐 적외선을 호밍하는 미사일이나 음향신호를 추적하는 어뢰에는 대응하기 어려우며 위성, 정찰기 등 원거리 탐지장비에 의해 기만체계가 노출될 경우 피격성 감소 측면의 효과가 지극히 제한적인 단점이 있다.

기만선박은 이러한 기존 함정 탑재 기만체계의 단점을 보완하기 위한 새로운 개념의 피격성 향상 수단으로써 OPNAVINST 9070.2의 주요 통제 대상 함정 신호중 함정 위협세력에 대응 가능한 핵심 신호인 레이더반사면적(Radar Cross Section), 소음(Acoustic Signature), 적외선신호(Infra Red), 시각신호(Visual Signature) 등을 실선과 유사하게 모사할 수 있도록 한 소형 선박형태의 기만체계로, 고속단정(RIB)과 같이 함정에 탑재 운용하거나 별도의 선박으로 운영이 가능하게 하여 주요 함정과 같이 기동하게 함으로써 적의 정보수집과 공격으로부터 아 해군의 핵심전력을 보호할 수 있도록 한 것이다.

5. 시스템엔지니어링 접근법의 적용

5.1 시스템엔지니어링의 필요성

기만선박은 해상에서 소수의 침단 대형 함정과 함께 기동하며, 공학적인 관점에서 지향점이 서로 다른 분야의 기술을 동시에 활용해 실제 함정의 정보를 교란하고, 적의 공격에 대비해 가상의 표적 역할을 하는 전혀 새로운 개념의 선박이다.

시스템엔지니어링은 다양한 학문간 절충으로 개발 초기에 요구사항을 정의하고 문서화하여 시스템을 구체화하는데 목적이 있는 만큼 기만선박과 같은 새로운 체계의 성공적인 설계와 획득을 위한 절차와 방법론을 구성하는데 효과적이다.

개념연구 단계에서 기만선박의 획득 목적과 세부 구성안을 명세화하는 일은 획득단계에서 소모적인 절충과정을 없애 사업 실패의 위험을 줄이는데 도움이 되며, 수명주기 관점에서 비용 절감 효과를 기대할 수 있다. Fig. 6은 시스템엔지니어링 접근법의 적용 수준이 높아짐에 따라 체계 개발의 성공 가능성도 함께 높아짐을 보여주고 있다.

본 연구에서는 기만선박의 개발을 위한 기술적 타당성과 설계절차 수립을 위해 Table 3의 체계단계(System Stages) 및 Fig. 7의 체계수명주기절차(System Life Cycle Processes)를 차용하여 기만선박 설계를 수행하였다.

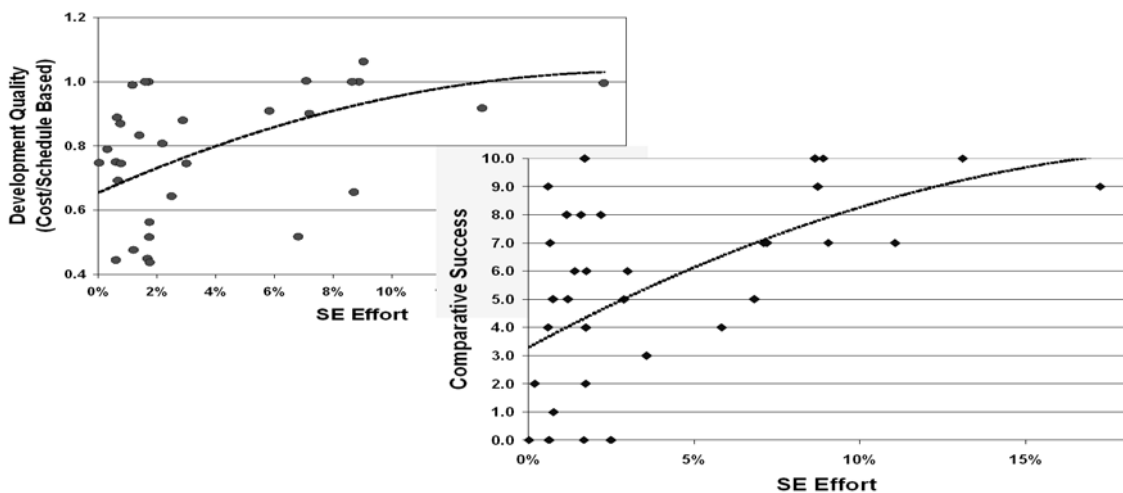


Fig. 6 Value of systems engineering(Eric Honour 2002)

Table 3 System stages (ISO/IEC 2008)

Stage	Description
Concept	Analyze needs, identify concepts and develop solutions
Development	Engineer a product that is a producible item
Production	Manufacture, inspect and test the item(s)
Utilization	Operate and use the item(s)
Support	Maintain and support the item(s)
Retirement	Retire, dispose and archive

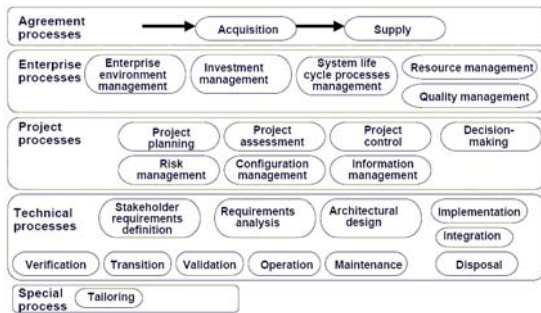


Fig. 7 System life cycle processes(ISO/IEC 2008)

5.2 요구분석

기만선박은 보호대상 함정의 신호와 유사한 신호발생 특성을 가지고 있거나 기존의 기만체계가 지닌 수준보다 높은 신호 발생 능력을 갖추고 있어야 하며 주요 기만능력을 중심으로한 요구분석을 통해 주요 사양의 명세화가 가능하다.

5.2.1. 레이더반사면적의 생성

일반적으로 함정에 위협이 되는 주파수 대역은 S, C, X, Ku 밴드이며, 레이더에 의한 피탐이나 대함 미사일에 의한 위협각은 해수면과 평행한 0° 근처가 된다. 횡동요를 고려할 경우 위협세력에 대한 RCS 생성은 수평면을 기준으로 0° - 10° 사이에서 실제 함정의 RCS를 모사할 수 있는 수준이 되어야 하며, U.K Standard에서 제외하고 있는 선수, 선미, 좌현 및 우현에서의 최대(Peak) 값에 대해서도 대응할 수 있어야 한다. 또한 인공 위성 또는 고고도 정찰기로부터의 정보 수집에 대응할 수 있어야 한다.

5.2.2. 소음신호의 생성

기만 선박은 실제함정의 수중 방사소음을 모사하여 적이 수동 소나에 의한 음문 분석만으로 보호대상 함정과 기만선박을 구분할 수 없도록 할 수 있어야 하며 현재 해군에서 운용 중인 기만체계 이상의 어뢰 기만 능력을 확보할 수 있도록 해야 한다.

5.2.3. 적외선 신호의 생성

함정 타격을 목적으로 한 대부분의 IR 호밍 미사일은 Table 4의 적외선 신호 중 MWIR 또는 LWR 대역의 신호를 추적하는 것으로 알려져 있다.

Table 4 Electro-optics wave range

Short-wave or Near Infrared (SWIR)	0.8-2.5 μ m
Mid-wave Infrared (MWIR)	3.0-5.0 μ m
Long-wave or Far Infrared (LWIR)	8.0-12.0 μ m
Very Long-wave or Extreme Infrared (VLWIR)	20-1000 μ m

3-5 μ m 탐색기는 따뜻하거나 뜨거운 표면과 엔진에서 나오는 폐기가스를 추적하는데 사용되며, 8-12 μ m 탐색기는 더 긴 주파수에서 더 많이 복사하는 경향이 있는 낮은 온도의 물체에 더 민감하여 선체에 복사된 열을 추적한다. 기만선박의 적외선 신호 생성은 보호대상 함정의 연돌주변부와 폐기로부터 복사되는 적외선 신호를 모사할 수 있어야 한다.

5.2.4. 시각신호의 생성

(1) 형상의 조정

기만선박의 형상은 원거리에서 육안 관찰시 보호 대상 함정과 구분이 어렵도록 상부 구조물 등이 구성되어야 한다.

실제 함정과 구분이 어렵도록 기하학적 형상의 위장색(Camouflage) 적용을 고려해야 하며, 위성에 의한 감시에 대응할 수 있도록 보호대상 함정과 유사한 상부구조 형태를 지녀야 한다.



Fig. 8 Utility concept of deception ship

(2) 항적의 조정

기만선박은 위성에 의한 감시나, 무인정찰기 등에 의한 고고도 항공 촬영에 의한 정보 수집에 대응할 수 있도록 실제함정과 유사한 항적을 생성할 수 있어야 한다.

5.2.5. 종합

Fig. 8은 기만선박의 운용개념을 도식화 한 것으로, 기만선박은 보호대상 함정의 주요신호를 모사하여 적의 탐지 및 공격으로부터 보호대상 함정을 보호하고, 최악의 경우 보호대상을 대신하여 피격당함으로써 아 해군의 주요 세력이 피격에 의한 손실 없이 공격으로 노출된 적 세력에 대한 우세한 정보를 이용하여 적함을 무력화하는데 기여할 수 있어야 한다.

6. 기만선박의 설계

6.1 개요

기만선박의 설계를 위해서는 보호대상 함정의 각 신호에 대한 특성을 정확히 파악하고 이를 모사할 수 있어야 한다. 그러나 함정신호의 모사를 위해서는 레이더반사면적(RCS), 수중방사소음(URN), 적외선신호(IR) 등 주요 신호 생성기의 설계와 해석, 해석 결과에 대한 실험적인 검증이 요구되므로 본 연구에서는 이론적인 근거를 바탕으로 한 개발 가능성 확인과 개념 제시에 초점을 맞추었다.

6.2 기만체계 설계

기만선박은 보호하고자 하는 함정의 함급 및 특성에 따라 기만수단의 구현 수준 및 범위가 달라져야 한다.

6.2.1. 레이더반사면적의 생성

일반적으로 레이더반사면적은 식 (2)로 표현되며, 정형화된 반사체의 레이더반사면적은 Fig. 9와 같다(Naval Air Systems Command et al. 1999).

$$RCS(\sigma) \propto (P_{backscatter} / P_{intercepted}) \quad (2)$$

이로부터 기만선박의 레이더반사체계는 상대적으로 반사면적이 큰 다중반사구조와 반사판 크기를 지니도록 구성하여 S, C, X, Ku 밴드의 파장에서 실제함정의 레이더반사면적을 모사할 수 있도록

<p>SPHERE</p> <p>$\sigma_{max} = \pi r^2$</p>	<p>CORNER</p> <p>$\sigma_{max} = \frac{8\pi w^2 h^2}{\lambda^2}$</p> <p>Dihedral Corner Reflector</p>
<p>CYLINDER</p> <p>$\sigma_{max} = \frac{2\pi r h^2}{\lambda}$</p>	<p>$\sigma_{max} = \frac{4\pi L^4}{3\lambda^2}$</p> <p>Trihedral Corner Reflectors</p>
<p>FLAT PLATE</p> <p>$\sigma_{max} = \frac{4\pi w^2 h^2}{\lambda^2}$</p>	<p>$\sigma_{max} = \frac{12\pi L^4}{\lambda^2}$</p>
<p>TILTED PLATE</p> <p>Same as above for what reflects away from the plate and could be more reflected to radar</p>	<p>$\sigma_{max} = \frac{15.6\pi L^4}{3\lambda^2}$</p>

Fig. 9 RCS value (backscatter) from various shapes(Knott et al. 1993)

구성한다(Lynch 2004, ROSS 1976).

Fig. 10은 레이더반사체로 적용을 고려 중인 다중 반사체 형상과 해석코드인 RAMSES로 분석한 패턴으로 10Ghz 레이더파와 길이 L인 다중 반사체를 가정한 것이다. 해석에서 다중반사체는 이론값과 유사한 반사면적을 전 방위에서 갖는 것으로 확인되어 의도한 기만체계 구성이 가능한 것으로 확인하였다.

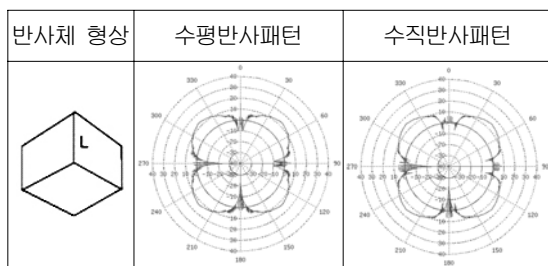


Fig. 10 RCS pattern(backscatter) from trihedral coner reflectors

6.2.2. 소음신호의 생성

보호대상의 함정의 소음신호 모의는 현재 주요 해군에서 운용 중인 어뢰 기만체계인 AN/SLQ-25 Nixie 등을 기만선박 선체하부에 부착하거나 예인하여 운용하는 방법을 고려할 수 있으며, 기만체계는 보호대상 함정의 주기관, 추진기 소음을 지속적으로 수중으로 방사할 수 있도록 구성한다.

6.2.3. 적외선 신호의 생성

기만선박은 MWIR 또는 LWIR 대역의 적외선 신호를 실제 함정과 유사하게 모사할 수 있도록 플라스틱 백안에 지속적으로 보호대상 함정의 적외선 신호를 모사할 수 있는 온풍을 불어 넣도록 구성한다. 온풍에 의해 부풀려 지는 플라스틱 백은 내부에 레이더반사면적 확보를 위한 금속소재의 반사판을 포함하고, 부풀어 오를 경우 보호대상 함정의 상부구조물 형상을 모사하도록 있도록 구성 한다. 적외선 신호의 모사는 파장별로 복사되는 분광에미턴스(Spectral radiant emittance)가 (3)의 플랑크의 복사법칙(Planck's blackbody radiation law)을 따르고 온도별 최대 복사 파장은 (4)의 빈의 변위법칙(Wien's displacement law)을

따른 다는 가정 하에 플라스틱 백 내부 온풍의 온도 조절을 통해 가능할 것으로 판단된다.

$$W_{\lambda}(\lambda, T) = \left(\frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \right) \left(\frac{1}{e^{hc/\lambda kT}} \right) [watt/cm^3] \quad (3)$$

$W_{\lambda}(\lambda, T)$: 흑체의 절대온도가 T일 때 외부로 방출되는 단위시간, 면적당 복사에너지
 c : 진공 중 빛의 속도($2.99792458 \times 10^{10} [cm \cdot s^{-1}]$)
 h : Plank 상수($6.6256 \times 10^{-34} [W \cdot s^2]$)
 k : Boltzmann 상수($1.38054 \times 10 [W \cdot s \cdot K^{-1}]$)
 λ : 특정파장[cm]

$$\lambda_m \cdot T = \alpha \quad (4)$$

λ_m : 방출되는 최대 복사 에미턴스의 파장
 T : 흑체의 절대온도
 α : 상수($2897.8 [\mu m \cdot K]$)

또한 연돌 폐기의 모사를 위해 플라스틱 백 상단에는 원형의 개구를 두어 가열된 기체가 방출되도록 함으로써 보호대상 함정의 폐기를 모사할 수 있도록 구성한다. Fig. 11는 특정온도를 갖는 흑체의 분광 복사 에미턴스를 보여주는 것으로 온풍의 온도와 플라스틱 백의 내열성을 결정하는 근거가 된다.

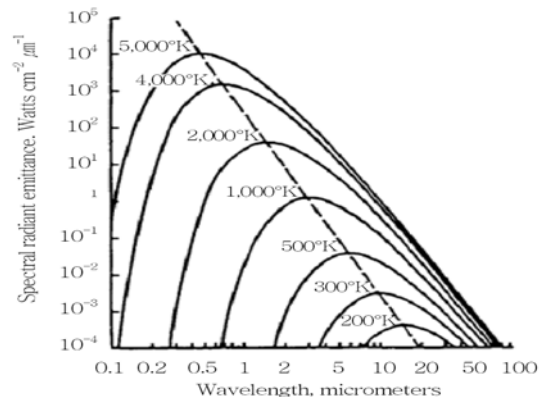


Fig. 11 Spectral radiant emittance

6.2.4. 시각신호의 교란

(1) 상부구조 형상의 조정

기만선박의 형상은 원거리에서 육안 관찰시 실제 함정과 구분이 어렵도록 적외선 신호 발생용 온풍 생성기 위에 보호대상 함정의 함 형상을 모사할 수 있는 플라스틱백을 배치하고 기하학적 형상의 위장색(Camouflage)을 적용한다(Kang et al.).

(2) 함적의 생성 및 조정

기만선박은 원거리에서 함정과 기만선박을 구분하기 어렵도록 유사한 형상의 함적을 발생시킬 수 있도록 구성한다. 대부분의 함정은 수심이 충분히 깊은 해양에서 운용되며, 이 경우 함적의 파장과 주기가 식 (5) ~ (6)과 같음을 고려하고, 식 (5) ~ 식 (8)에서 함적의 파장과 주기는 함정의 속력에 종속되며, 함적의 파고는 일본 해난방지협회의 항주파 연구위원에서 제안한 (9)의 식에서 함정의 크기 및 속력에 종속됨을 고려하여 기만선박의 함미 형상을 조정하거나 부가물을 부착하여 보호대상 함정의 함적을 모사할 수 있을 것으로 판단되며, 실제 가능성 여부는 추후 실험적인 방법을 이용한 검증이 요구된다.

$$L_0 = \frac{2\pi}{g} V^2 = 0.169 V_k^2 \tag{5}$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{g} V = 0.330 V_k \tag{6}$$

T_0 : 횡파주기(s)
 L_0 : 횡파 파장(m)
 V_k : 함정의 속력(KNOT)

$$L_d = L_0 \cos^2 \theta \tag{7}$$

$$T_d = T_0 \cos \theta \tag{8}$$

L_d : 종파의 진행방향 파장(m)
 T_d : 종파주기(s)
 θ : 종파의 진행방향과 함적 중심선의 각(°)

$$H_0 = \left(\frac{L_s}{100}\right)^{1/3} \sqrt{\frac{E_{HPW}}{2.2 L_s V_k}} \tag{9}$$

H_0 : 함적의 파고(m)
 L_s : 함정길이(m)
 V_k : 함정의 속력(KNOT)
 E_{HPW} : 조파마력(W)

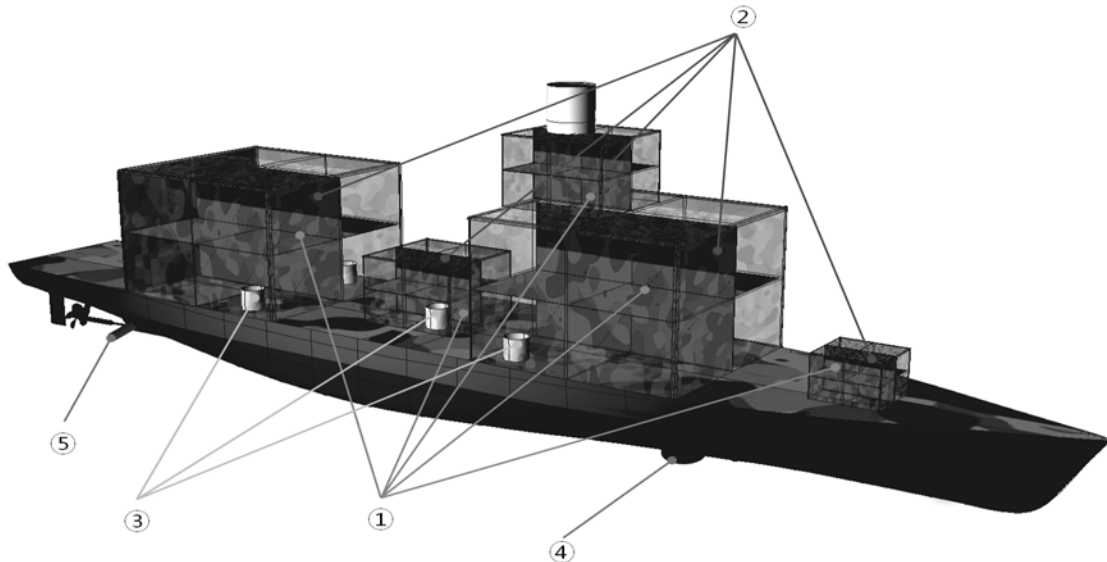


Fig. 12 3D image of designed deception ship

6.2.5. 종합

Fig. 12는 위의 내용을 바탕으로 구성한 기만선박 구성의 일례로, 기만선박은 소형 선체 위에 충분히 큰 레이더반사면적(Radar Cross Section)을 갖는 다중반사체(Multi-hedral) 구조의 레이더반사체(①)와 시각신호(Visual Signature) 감소를 위해 레이더반사체를 둘러싸고 있으면서 보호대상 함정의 외형을 묘사하여 함정 식별이 어렵도록 고안된 대형 플라스틱 백(②), 플라스틱 백안에 더운 공기를 채워 적외선 보호대상 함정의 적외선 신호를 묘사할 수 있도록 하는 온풍기(③), 보호대상 함정의 수중방사 소음(Underwater Radiated Noise)과 유사한 소음을 수중으로 방출하는 음문발생기(④) 및 함급 위장을 위한 항적(Wake) 발생기(⑤) 등으로 구성한다.

7. 결론

해군이 보유하고 있는 최신 이지스함은 척당 획득 비용이 1조원 이상으로 총 확보 예정 세력이 수척에 불과해 평시 주변국의 주요 감시 대상이자 전시 집중 타격 대상이 된다. 기만선박은 이러한 아 해군의 핵심전력을 적의 탐지, 공격으로부터 보호하여 전시 주요 함정의 전투력을 전 전투 수행기간 중 온전히 유지하는데 목적이 있다.

기만선박은 아 해군보다 우세한 전력과의 전투시 효과중심전 관점에서 아 해군의 핵심노드를 적의 공격으로부터 보호하여 적의 공격 능력 및 전투수행 의지를 약화시키고, 아 함정에 대한 정보 수집의 혼란을 유발하여 적의 네트워크중심전 수행을 위한 내부 정보 흐름에 혼선을 유발하여 전투에서 승리를 담보할 수 있는 주요 전력으로서 역할을 할 것으로 기대된다. 본 연구결과가 향후 해군의 관심과 지원으로 설계된 내용에 대한 실험적 검증과 보완을 거쳐 간단한 구조와 적은 획득비용으로 고가의 첨단 대형 함정을 효과적으로 보호할 수 있는 길을 열 수 있게 되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- AP, March 15, 2007.
- Col Gary, L.C., 2003, Effects Based Operations Briefing, Pentagon Briefing.
- David, A.D., 2001, "Effects-Based Operations: Change in the Nature of Warfare," Aerospace Education Foundation.
- Department of Defense(DoD), 2004, "Military Critical Technologies List Section 18 Signature Control Technologies".
- Department of the Navy, 1996, "OPNAVINST 9070.2 Signature Control Policy for Ships and Craft of the U.S. Navy".
- Eric, H., 2002, "SECOE 01-03", INCOSE.
- Grant, B., 2006, "Warship Recoverability Modeling", ESW.
- ISO/IEC, 2008, "JTC1/SC7/WG7 presentation on ISO/IEC 15288".
- Kang, H.J., Lee, D.G. and Shin, J.G., 2008, "Necessity of Visual Signature Reduction for Warship to Face Information Gathering from Satellites," Proceedings of the Annual Spring meeting, SNAK, pp. 10-17.
- Knott, E.F., Shaeffer, J.F. and Tuley, M.T., 1993, "Radar Cross Section", Artech House, Boston.
- Lynch, D., 2004, "Introduction to RF STEALTH," Scitech, NC.
- Naval Air Systems Command, Naval Air Warfare Center, 1999, "Electronic Warfare and Radar Systems Engineering Handbook," NAWCWPNS TP 8347.
- Newsweek, 2 November, 1987.
- Office of Transformation, 2005, "The Implementation of Network-Centric Warfare," Department of Defence.
- ROSS, D., 1976, "Mechanics of Underwater Noise", Pergamon Press, New York.
- Robert, E.B. and Chales, N.C., 1994, "Establishing the Fundamentals of a Surface Ship Survivability Design Decipline," Naval Engineers Journal, pp. 71-74.
- Said, M.O., 1995, "Theory and Practice of Total

Ship Survivability for Ship Design," Naval Engineers Journal, Vol. 107, No. 5, pp. 191-203.



< 강 희 진 >



< 신 종 계 >



< 이 동 곤 >



< 최 진 >