

# 대공방어무기체계의 교전 효과도 향상을 위한 함상 배치 위치 분석

## A Position of a Anti-Air Weapon System for Fighting Ship's Self-Defence Effectiveness Enhancement

황수진\*

Hwang, Soo-Jin

### ABSTRACT

Naval combat system is total management system integrating a ship and several weapon system functions. For the mission of a ship, naval combat system manages features and constraints of each weapon system. Proper treats of each weapon system's conditions guarantee effective performances of naval combat system.

In this paper, the relationship of anti-air weapon system's on board position and self-defence effectiveness against anti-surface missiles is studied

주요기술용어(주제어) : Naval Combat System(함정전투체계), Closed In Weapon System(근접방어무기체계), Rolling Airframe Missile(대함 미사일 방어 미사일), No Fire Zone(사격금지구역), Self Defense(자함방어)

### 1. 머리말

1967년 이스라엘의 구축함 Eilat함과 1982년 포클랜드전에서 영국의 Sheffield 구축함이 각각 격침되고, 지난 1987년 걸프전에서 미국의 호위함 Stark함이 대함미사일에 의해 크게 손상을 입은 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 이 사건들은 함정의 자함 방어망을 뚫고 들어온 단 한 발의 미사일이 상대에게 큰 전략적, 경제적 손실을 안길 수 있음을 보여주는 대표적

인 예일 뿐만 아니라 함정 자함방어의 중요성을 보여주는 좋은 사례이다<sup>[1]</sup>.

현대전의 가장 대표적인 대함공격무기인 대함미사일은 사거리 및 속도, 기동성이 향상되고, 충격/근접신관의 이용, 낮은 해면비행 능력, 종말 회피기동력 향상, 레이더 피탐면적 및 미사일의 적외선 신호 감소를 목표로 여러 나라에서 개발/개량되고 있다.

이러한 초정밀 대함미사일의 공격에 대한 함정의 대응책은 크게 대함미사일을 기만하여 미사일의 공격력을 저하시키는 소프트킬(Soft Kill) 방법과 대함미사일에 직접 타격을 가하여 물리적으로 기능을 저하시키는 하드킬(Hard Kill) 방법이 있다<sup>[2]</sup>.

하드킬을 수행하는 대표적인 대공방어무기체계로

† 2006년 6월 14일 접수~2006년 9월 7일 게재승인

\* 국방과학연구소(ADD)

주저자 이메일 : hwang@add.re.kr

는 ESSM, RAM, 발칸형 CIWS(Goalkeeper, Vulcan Phalanx)등이 있다. 이 무기체계들은 사거리를 향상시켜 수차례의 교전 기회를 확보하고 미사일 요격 정확도를 높이고, 짧은 재대응 시간, 효과적인 미사일 요격 방법(fire & forget)으로 대함미사일 위협에 대비하고 있어 과거처럼 한발의 대함미사일로는 더 이상 현대화된 함정의 치명적인 위협이 되지는 못한다.

이에 따라 미래 대함전 양상은 대함미사일의 순항 능력과 동시 공격능력을 이용해 목표함정과 교전하는 방법이 보편화 될 것이므로, 함정의 자함방어 시스템은 다수의 대함미사일에 대한 동시 교전능력을 확보할 필요가 있다.

현대 함정의 전투체계는 전장환경 정보의 관리에서 사격통제, 함정 운항, 승조원의 복지에 이르기까지 함정의 모든 시스템을 통합관리하고 있다. 거시적인 함정의 선체 설계에서부터 세부적인 기능의 하나인 대공 교전 전술에 이르기까지의 모든 과정이 유기적으로 관리되어야 효과적으로 함정의 임무를 수행할 수 있는 함정전투체계의 설계가 가능한 것이다.

이러한 관점에서 본 논문에서는 효과적인 자함방어 임무(Hard Kill)를 수행하는 함정전투체계의 설계를 위한 대공방어무기체계의 함상 위치와 자함방어 시스템의 효과도와의 관계를 도출한다.

최근의 대함미사일의 성능과 대함미사일 방어무기체계의 기능을 고려한 최적의 자함방어 시스템의 설계를 위해서는 대함미사일의 동시 다중 공격에 대한 효과적인 대응책이 필요하고, 함정전투체계 측면에서의 대함미사일에 대한 효과적인 대응 방안은 대공방어무기체계의 대함미사일 요격 능력의 향상이 아니라 효율적인 대공방어무기체계의 운용능력을 확보하는 것이다. 함정에 탑재된 대공방어무기체계를 어떻게 효과적으로 운용하는가 하는 것이 함정전투체계의 교전 효율의 지표가 되는 것이다. 그러므로 여러 무기체계의 통합으로 인한 제약사항을 최소화하여 함상 무기체계의 운용 여유를 늘이는 것이 효과적인 운용이 되고, 대함미사일에 대한 자함방어측면에서의 운용 효율의 증가는 대함미사일과 대공방어무기체계의 교전횟수를 늘이는 것을 의미한다.

## 2. 함정의 자함방어(Hard Kill) 프로세스

가. 대함미사일 방어 미사일 체계

대표적인 대함미사일 방어 미사일 체계로 미국의 Raytheon사와 구 서독의 RamSys사에 의해서 개발된 RAM(Rolling Airframe Missile) GMWS(Guided Missile Weapon System)이 있다. RAM GMWS는 Off-mount 체계로써 함정전투체계로부터 위협으로 평가된 표적정보를 이용하여 유도탄을 초기화하고 함정 전투체계의 통제에 따라 교전을 하게 된다.

[표 1] RAM GMWS 교전 프로세스

표적 획득	함정전투체계는 다수의 레이다로부터 전달되는 표적정보를 통합 관리하고 위협표적으로 인식되면 위협표적목록을 이용해 표적을 관리한다.
표적 지시	함정전투체계는 교전하고자 하는 표적의 정보를 RAM GMWS로 전달한다.
교전 가능성 평가 및 발사대 조준	RAM GMWS는 함정전투체계로부터 표적지시된 표적에 대한 교전가능성 평가를 수행하는데, 표적이 일정기준 이상으로 발사금지구역에 위치할 경우 교전이 불가능한 것으로 판단한다. 일반적으로 교전이 가능한 경우, 발사대는 표적정보에 따라 조준하게 된다.
교전	RAM이 발사되어 교전이 이루어지고 Fire & Forget 교리에 따라 미사일의 발사가 이루어지면 교전이 종료된다.
재 교전을 위한 표적획득 및 표적지시	다수의 미사일 표적이 존재하거나 재교전이 필요한 경우, 함정전투체계는 위협순위에 따라 순차적으로 표적 지시를 하고 RAM GMWS는 표적정보에 따라 교전가능성 평가와 발사대 조준 및 미사일을 발사하게 된다.

나. 발칸형 근접방어무기체계

네델란드 Thales사에서 개발한 Goalkeeper는 대표적인 근접방어무기체계이다. GoalKeeper는 On-mount 형태로 센서와 포탑이 일체된 형태이고 함정전투체계가 표적지시를 하면, 표적의 탐색에서부터 탄의 발사, 위협 미사일 격추에 이르기까지의 전체적인 교전과정을 스스로 관리할 수도 있다.

[표 2] Goalkeeper 교전 프로세스

표적 획득	함정전투체계는 다수의 레이더로부터 전달되는 표적정보를 통합 관리하고 위협표적으로 인식되면 위협표적목록을 이용해 표적을 관리한다.
교전가능성 평가	함정전투체계는 Goalkeeper의 교전 가능 영역을 검토한다.
표적 지시	함정전투체계는 교전하고자 하는 표적의 정보를 Goalkeeper로 전달한다.
교전	Goalkeeper는 함정전투체계로부터 표적지시 정보를 수신하면 표적을 탐색/추적 후 교전하게 된다.
재 교전을 위한 표적 획득/지시	다수의 미사일 표적이 존재하거나 재 교전이 필요한 경우, 함정전투체계는 위협순위에 따라 순차적으로 표적 지시를 하고 Goalkeeper는 자체 센서에 의해 표적 지시된 표적을 탐색/추적 후 재 교전하게 된다.

3. 교전 금지 구역

현대 대함미사일은 순항기능 및 동시공격능력을 보유하고 있어 목표함정의 자세와 관계없이 다양한 방향 및 시간 간격을 이용해서 미사일 공격이 가능하게 되었다. 반면 함정은 다양한 무기체계의 함상배치에 따른 함상 구조물의 물리적인 간섭이 대부분의 함정에 존재하는 것이 사실이다.

함상구조물에 의한 교전 간섭은 함정전투체계에서 교전금지 구역으로 관리되고 있는데, 대함미사일이 교

전금지구역으로 공격해올 경우, 함정은 부득이하게 함정의 자세를 선회하여 대응할 수밖에 없다. 단일 대함미사일에 대해서는 함정전투체계가 레이더를 통한 표적획득 후 대함미사일에 대응하는 시간이 일반적으로 충분한 것으로 인식되고 있지만, 다수의 대함미사일이 동시에 공격할 경우 함정의 자세 선회 시간은 자함방어 프로세스의 일부로 인식되어야 하고 이는 대함미사일에 대응하는 함정전투체계의 자함방어 알고리즘 상에서 중요한 시간 요인으로 관리되어야 한다.

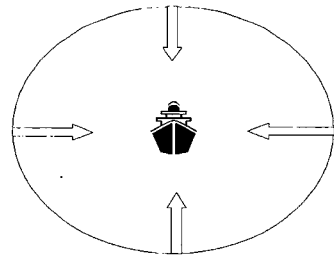
4. 환경모델링

가. 대함미사일

1) 대함미사일의 속도

대함미사일의 속도는  $V_m$ (m/sec)로 나타낸다.

2) 대함미사일의 공격방향



[그림 1] 대함미사일의 기동패턴

대함미사일은 그림 1과 같이 미사일 표적 획득 후, 함정에서 본 미사일의 공격 방향은 일정하고 다음의 조건을 만족한다.

[조건 1] 일반적으로 대함미사일의 표적획득 후 대응까지의 시간은 함정의 자세를 선회할 충분한 시간을 제공하므로 첫 번째 미사일의 공격방향은 목표함정의 교전금지구역에 속하지 않는 방향으로 설정한다.

[조건 2]  $i$ 번째 대함미사일의 공격방향은 목표함정의 교전금지구역 중심 방향으로 설정한다. 여기서  $i$ 는 2이상의 자연수이다.

3) 대함미사일의 거리간격

[조건 3]  $i$ 번째 대함미사일과  $i+1$ 번째 대함미사일의 함정과 거리 관계는 다음과 같다.

첫 번째 미사일의 함정과 거리를  $R_1$ 이라 하면  $i$ 번째 미사일의 함정과 거리  $R_i(m)$ 이라할 때,  $R_i = R_{i-1} + \epsilon$ 이다. 여기서  $i$ 는 2이상의 자연수이고  $\epsilon$ 은 충분히 작은 양의 실수이다.

나. 대공방어무기체계

1) 대공방어무기체계의 사거리

대공방어무기체계의 사거리는  $R(m)$ 로 나타내고, 자함과  $R$ 만큼 떨어진 거리에서 첫 번째 대함미사일과 대공무기체계의 교전이 이루어진다.

2) 대공방어무기체계의 최소 사거리

대공방어무기체계의 최소 사거리는  $r(m)$ 로 나타낸다.

3) 대공방어무기체계의 비행시간

대공방어무기체계의 비행시간은 고려하지 않는다.

다. 함정전투체계

1) 대공방어무기체계의 교전금지구역

대공방어무기체계의 교전금지구역의 크기는  $2A(rad)$ 이다.

2) 함정의 선회속도

함정의 선회속도는  $V_g(rad/sec)$ 이다.

3) 대함미사일에 대한 교전 전략

대함미사일의 공격방향 조건을 고려할 때, 대공방어무기체계가 함정에 먼저 도달할 것으로 예상되는 대함미사일과 우선 교전하는 것을 원칙으로 한다.

4) 대공방어무기체계의 재 교전시간

[정의 1] 대공방어무기체계의 재 교전시간은 대공방어무기체계의 첫 격발 시간을 기준으로 산정한다. 대공방어 미사일체계의 경우는 미사일의 발사 시각, 대공방어 발칸 CIWS의 경우는 대함미사일을 향한 첫 발포 시각을 기점으로 다음 대함미사일 표적에 대

한 첫 격발까지의 시간을 재 교전시간으로 정의한다. 그러므로 재 교전시간에는 레이더의 새로운 표적 획득 시간과 대공방어무기체계의 조준 시간을 포함하고,  $T_r(sec)$ 로 나타낸다.

5) 대공방어무기체계의 수

[조건 4] 함정에는 대공방어무기체계 1문이 탑재된 것으로 한다.

함정에 다수의 대공방어무기체계가 동시에 탑재될 수도 있으나 개별 대공방어무기체계의 함상 위치에 따른 교전효과도는 다수의 대공방어무기체계의 교전효과도와 비례관계에 있으므로 개별 대공방어무기체계의 최대 교전효과도를 분석하는 것은 함정 전반의 대공방어무기체계의 교전 효과도를 분석하는 것과 배치되지 않으므로 이 환경은 일반적인 조건이라 할 수 있다.

5. 교전금지 구역과 교전횟수의 관계

[정리] 대함미사일 위협에 대한 함정전투체계의 자함방어(Hard Kill) 시스템 운용효율 측면에서, 대공방어무기체계의 가장 효과적인 함상 배치 위치는 대공방어무기체계의 교전금지 구역을 최소화하는 곳이다.

[증명]

대공방어무기체계의 일반적인 운용을 고려하면, 대함미사일과의 최초의 교전은 대공방어무기체계의 최대사거리에서 발생하게 된다. 이 시점을 기준시간  $T=0$ 라 하면, 첫 번째 대함미사일의 함정과 거리는  $R_1 = R$ 이 되고,  $i$ 번째 대함미사일과 함정과 거리는  $R_i$ 는 [조건 3]에 의해  $R_i = R_{i-1} + \epsilon$ (여기서  $i$ 는 자연수이고  $\epsilon$ 은 충분히 작은 양수이다)이다.

그러므로  $R_i = R + (i-1)\epsilon$  대공방어무기체계의 함정전투체계의 대함미사일에 대한 교전 전략에 따라 함정으로부터 가까운 거리에 있는 대함미사일과 순차적으로 교전을 하게 된다. 그리고 [조건 1]과 [조건 2]에 따라 첫 번째 대함미사일을 제외한  $i$ 번째

대함미사일의 공격방향은 함정의 교전금지구역 중심이 된다.

따라서  $i$ 번째 미사일과 교전한 대공방어무기체계가  $i+1$ 번째 미사일과 교전하기 위해서 소요되는 시간은 재 교전시간에 함정이 선회하는 시간을 더한  $T_r + \frac{A}{V_a}$  이 된다. ( $\because T_r$ 은 대공방어무기체계의 재 교전시간,  $A$ 는 교전금지구역으로부터 벗어나기 위해 함정이 선회해야 할 각,  $V_a$ 는 함정의 선회 속도)

이에 따라 첫 대함미사일과 교전한 후,  $i$ 번째 대함미사일과 교전하는 시점의 시간  $T_i = (i-1)(T_r + \frac{A}{V_a})$  이다.

한 편, 첫 번째 대함미사일과 대공방어무기체계의 교전이 일어난 시간  $T=0$ 를 기준으로  $i$ 번째 대함미사일이 대공방어무기체계의 대응이 없을 경우 함정에 도달하게 되는 시간  $T_f$ 는,  $T=0$ 일 때  $i$ 번째 대함미사일과 함정간의 거리  $R_i = R + (i-1)\epsilon$  이고 대공방어무기체계의 최소사거리인  $r$ 이므로  $T_f = \frac{R + (i-1)\epsilon - r}{V_m}$  이다.

대공방어무기체계가  $i$ 번째 대함미사일과 교전하게 되는 시간  $T_i$ 가  $i$ 번째 대함미사일이 대공방어무기체계의 대응이 없을 시 함정에 도달하게 되는 시간  $T_f$ 보다 크거나 같아지면 대공방어무기체계가 대함미사일에 대응하기 전에 이미  $i$ 번째 대함미사일이 함정에 도달한 것을 의미하게 된다.

즉,  $T_{i+1} \geq T_f$ 이면 대공방어무기체계가  $i+1$ 번째 대함미사일이 함정에 도달했음을 의미하고 함정전투체계의 대함방어미사일에 대한 교전횟수는  $i$ 가 된다.

$T_{i+1} \geq T_f$  이고

$$T_{i+1} = i(T_r + \frac{A}{V_a}), T_f = \frac{R + i\epsilon - r}{V_m} \text{ 이므로}$$

$$\Leftrightarrow i(T_r + \frac{A}{V_a}) \geq \frac{R + i\epsilon - r}{V_m}$$

여기서  $\epsilon$ 은 충분히 작은 수이므로,

$$\Leftrightarrow i(T_r + \frac{A}{V_a}) > \frac{R - r}{V_m}$$

$$\Leftrightarrow i > \frac{(R - r) V_a}{(T_r V_a + A) V_m} \quad (1)$$

수식 (1)에서 대공방어무기체계의 교전횟수  $i$ 는 대공방어무기체계의 교전가능구간  $R-r$ 에 비례하고 대함미사일의 속력  $V_m$ 과 재 교전시간  $T_r + \frac{A}{V_a}$ 에 반비례함을 알 수 있다.

그러므로 교전금지 구역 2A가 작아질수록 대공방어무기체계가 대응할 수 있는 교전횟수  $i$ 는 커지게 되어 함정의 자함방어 효율은 커지게 된다. 그러므로 대공방어무기체계의 교전금지구역이 최소화 되는 지점에 배치하여야 자함방어 효율을 높일 수 있다.

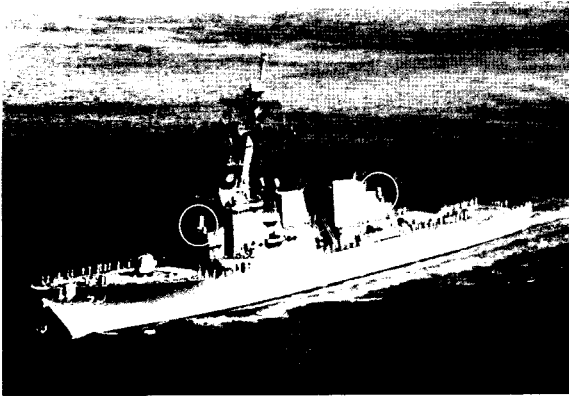
[증명 끝]

함정의 교전금지구역은 고정적인 함상 구조물에 의해 설정되는 경우와 임시 구조물에 의해서 설정되는 경우, Soft Kill 무장과의 간섭을 막기 위해 설정되는 경우가 있다. 고정적인 교전금지구역인 경우는 최소화 되도록 대공방어무기체계의 효과적인 배치가 필요하고, 임시 구조물이나 다른 무장과의 간섭에 의한 교전금지구역은 함정전투체계의 운용에 의해서 조율될 수 있는 부분이다.

대함미사일과 같은 짧은 시간의 대응이 요구되는 교전은 시간적 공간적인 제약이 교전의 성패에 큰 영향을 주게 된다. 그러므로 상기의 대공방어무기체계의 함상배치 이론을 적용하여 대공방어무기체계의 함상배치 위치를 결정함으로써 함정전투체계의 자함방어(Hard Kill) 효율이 향상될 것으로 기대한다.

## 6. 대공방어무기체계의 함상 위치에 따른 대공방어 효과도 비교

John Paul Jones 구축함(DDG53)은 미국의 Arleigh Burke급 구축함으로써 이지스(Aegis) 전투체계를 탑재한 함정이다. 크기는 8315톤(142×20.4×6.3m)이고 1993년에 취역하였다. 그림 2에서 보는바와 같이 대공방어무기체계를 함정의 선수와 선미 방향으로 2문의 CIWS(Phalanx)를 탑재하고 있다<sup>[6]</sup>.



[그림 2] Arleigh Burke급 John Paul Jones 구축함 (DDG 53)과 CIWS의 함상 위치

가. 대공방어무기체계의 교전효과도 분석을 위한 함상 위치비교 환경

- 1) 교전 효과도 분석은 [조건 4]에 따라 개별 CIWS에 대해 이행한다.
- 2) CIWS의 교전구간은  $R-r=3500\text{m}$ 로 가정한다.
- 3) 함정이 360도를 선회하는데, 30초가 걸리는 것으로 가정하면,  $V_a = \frac{2\pi}{30} \text{ rad/sec}$
- 4) 탄의 발사를 기점으로 구동/탐색/추적에서 다시 탄의 발사까지의 재 교전 시간  $T_r = 6\text{sec}$
- 5) 교전금지 구역  
그림 2와 같은 대공방어무기체계 배치의 경우, 교전금지구역을 150도로 가정하면,

$$A_1 = \frac{\pi}{180} \times 75$$

선수나 선미의 끝부분에 CIWS를 배치했을 경우 교전금지구역이 60도가 된다고 가정하면,

$$A_2 = \frac{\pi}{180} \times 30$$

- 6) 대함미사일의 속력  
일반적인 대함미사일의 속력을 고려해서,  $V_m = 300\text{m/sec}$ 로 가정한다.

나. 교전금지구역의 크기에 따른 대공방어무기체계의 교전횟수 비교

식 (1)을 만족하는 가장 작은 자연수가 대공방어무

기체계의 교전횟수가 된다.

$$A = A_1 = \frac{\pi}{180} \times 75 \text{ 일때, } i > \frac{(R-r)V_a}{(T_r V_a + A_1)V_m}$$

$\Leftrightarrow i > \frac{20}{21} = 0.9524$  이므로  $i$ 보다 큰 최소자연수는 1 이고 CIWS의 최대교전횟수는 1회가 된다.

$$A = A_2 = \frac{\pi}{180} \times 30 \text{ 일때, } i > \frac{(R-r)V_a}{(T_r V_a + A_2)V_m}$$

$\Leftrightarrow i > \frac{70}{51} = 1.3725$  이므로  $i$ 보다 큰 최소자연수는 2 이고 CIWS의 최대교전횟수는 2회가 된다. 따라서 교전금지구역이 작은 위치에 대공방어무기체계를 함상 배치하면 자함방어(Hard Kill) 효과도가 향상된다.

위와 같은 조건에서 CIWS를 대체해서 교전 구간이  $R-r=6000\text{m}$ 인 RAM이 배치가 된다면 다음과 같다.

$$A = A_1 = \frac{\pi}{180} \times 75 \text{ 일때, } i > \frac{(R-r)V_a}{(T_r V_a + A_1)V_m}$$

$\Leftrightarrow i > \frac{80}{49} = 1.6327$  이므로 RAM의 최대교전횟수는 2회가 된다.

$$A = A_2 = \frac{\pi}{180} \times 30 \text{ 일때, } i > \frac{(R-r)V_a}{(T_r V_a + A_2)V_m}$$

$\Leftrightarrow i > \frac{40}{17} = 2.3529$  이므로 RAM의 최대교전횟수는 3회가 된다.

상기의 결과를 교전금지구역의 크기에 따라 분류하면 다음과 같다.

교전금지 각	CIWS의 교전 횟수	RAM의 교전 횟수
180도	1 ( $i > 0.8642$ )	2 ( $i > 1.4815$ )
150도	1 ( $i > 0.9524$ )	2 ( $i > 1.6327$ )
90도	2 ( $i > 1.1966$ )	3 ( $i > 2.0513$ )
60도	2 ( $i > 1.3725$ )	3 ( $i > 2.3523$ )
30도	2 ( $i > 1.6092$ )	3 ( $i > 2.7586$ )
0도	2 ( $i > 1.9444$ )	4 ( $i > 3.3333$ )

## 7. 맺음말

일반 선박과는 달리 군함은 성분 작전별로 요구되는 다양한 무기체계들이 통합되어 있어 함상의 구조 역시 매우 복잡하다. 함정의 효과적인 임무수행을 위해 함정전투체계는 함정에 탑재되는 모든 무기체계의 특징과 제약사항의 유기적인 관리가 필요하다.

본 논문에서는 함상 구조물에 의한 대공방어무기체계의 교전금지구역과 운용효과도의 관계를 통해서 함정의 자함방어 효율의 향상 방안을 도출하였다. 또한 현재 운용중인 함정에 탑재된 대공방어무기체계의 배치 위치에 따른 자함방어 효과도 차이를 본 논문의 시나리오를 바탕으로 비교함으로써 이론의 실용성을 입증했다.

대공방어무기체계가 유도탄일 경우, 수직발사대를 이용하게 되면 교전금지구역 각이  $2A=0$ 이 될 수도 있다. 하지만 유도탄을 수직 발사하게 되면 최소 교전 거리가 늘어나게 되어 결과적으로 대공방어무기체계의 교전 구간이 줄어들게 된다. 식 (1)에서 살펴본바와 같이 재교전시간이 줄어든다고 하더라도 교전구간( $R-r$ ) 역시 줄어들게 되면 교전 효과도의 향상을 확신할 수 없게 된다. 수직발사대 사용과 교전 효과도와의 관계입증을 위해서는 본 논문의 환경

모델보다 구체적인 환경모델이 필요할 것으로 예상된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김영수, "해상대공방어시스템 기술 분석", 국방과학연구소 조사분석서, pp.1~4, 1996.
- [2] 김정기, 김영주, 이동호, "함정 대공방어체계 최적 구성 방안 연구", 국방과학연구소 기술보고서, pp.17~28, pp.55~68, 1996.
- [3] 김재익, 한웅기, 황수진, "RAM GMWS 연동기능 분석", 국방과학연구소 기술보고서, pp.7~16, 2003.
- [4] 한웅기, 김영주, "대함유도탄 방어용 유도무기(RAM)의 전투체계 운용기능 해석 연구", 국방과학연구소 기술보고서, pp.41~45, 2003.
- [5] 김성희, 이학길, 이운형, 강희철, "이지스함-미국 이지스함 현황", 국방과학연구소 조사분석서, pp. 10~18, 2001.
- [6] "Arleigh Burke Class(Flights I and II): Guided Missile Destroyers(AEGIS) (DDG(HM))", Jane's Fighting Ships, 2005.