

함정 RCS 기준치 및 설계 목표치 설정을 위한 절차 연구

A Study on the Setting Procedure of Standard Value and Design Target Value for the RCS Reduced Design for Naval Ships

안 병 준 · 서 상 규

Byeongjun An · Sangkui Seo

요 약

본 논문에서는 함정의 RCS(Radar Cross Section) 기준치 설정은 함정의 생존성, 기술적 건조 가능성, 운용성 등 여러가지 측면이 고려되어 결정될 수 있다. 본 연구는 수상함의 RCS 기준치 및 설계 목표치를 설정하기 위하여 수상함에 위협이 되는 대함유도탄, 연안레이다, 항공기 등의 기본 성능을 조사하고, 조사결과를 토대로 현재의 국내 기술수준에서 가능한 RCS 목표치/기준치 설정을 위한 절차를 제시하였다. RCS 기준은 가급적 낮게 설정하는 것이 생존성 측면에서 좋겠지만, 함정의 고유 기능에 대한 영향, 기술적인 한계, 비용 등을 감안하지 않을 수 없기 때문에, 이 연구에서는 구체적인 숫자의 제시보다는 기준에 필요한 요소를 분석하고, 생존성을 보장할 수 있는 RCS 범위를 제시함으로써 기준치 설정 절차를 제시하였다.

Abstract

In this paper, we researched that setting standard for RSC(Radar Cross Section) of naval surface ship could be determined and considered in various ways on ship's survivability, technical building feasibility, operation and so on. This study presented fundamental capacity on anti-ship missile, radar, flight and so no and the procedure to set of target/standards for RSC. The RCS standards is good at setting low as low as to improve survivability aspect, but because we should consider effect, technical limit, cost etc, this paper analyzed necessary elements to set standard than to suggest specific number and suggested procedure to set standars according to suggest the boundary of RCS.

Key words: Naval Ship RCS Signal, Standards and Design Target Values

I. 서 론

전투함정의 효과적인 임무 수행을 위해서 함정스텔스 성능은 작전 중 생존성을 결정짓는 핵심요소이다. 따라서 개념설계, 기본설계, 상세설계 및 건조, 전력화 등 일련의 함정 설계단계별로 체계적인 스텔스 성능 관리가 반드시

필요하다. 특히 개념설계 단계에서는 설계 대상함의 임무를 고려한 스텔스 성능 신호관리 수준이 파악되어야 하며, 그에 따른 기술수준, 비용 등을 고려해 적정수준의 기준설정이 이루어져야 한다. 함정의 RCS 신호는 함정의 외형에 따라 크게 좌우되므로, 개념설계 단계에서부터 신호관리 수준이 검토되어야 하며, 그 결과에 따라 적절한

해군본부(Republic of Korea Navy)

· Manuscript received May 6, 2015 ; Revised June 23, 2015 ; Accepted June 24, 2015. (ID No. 20150506-036)

· Corresponding Author: Byeongjun An (e-mail: navy0626@naver.com)

기준치와 설계 목표치가 제시되어야 한다는 것이다. 이를 위해 표준화/정형화된 절차에 의해 기준치 및 설계 목표치 설정을 해야 하나, 현재는 체계적인 절차가 미 구축되어 있는 상황이다^[1]. 따라서 본 논문에서는 함정 RCS 신호의 기준치 및 설계 목표치 설정을 위한 다양한 고려요소를 분석하고, 생존성을 최적으로 보장할 수 있는 RCS 범위를 제시함으로써 기준치 및 설계 목표치 설정을 위한 절차를 제시하였다.

II. 기준치 및 설계 목표치 설정을 위한 연구

2-1 위협

일반적으로 수상함 RCS 측면에서 고려하고 있는 위협으로 연안 레이더, 항공기, 대함미사일 등이 있으며, 최근 연안 작전의 중요성이 대두되면서 연안레이더가 위협적인 세력으로 새롭게 대두되고 있는 추세이다. 따라서, 이들 위협이 장착하고 운용하는 레이더 센서의 주파수 대역과 위협방향(고각, 방위각)에 대한 분석이 선행되어야 한다. 표 1은 국내 실적함들의 설계 및 건조 당시 고려한 주요 위협별 위협주파수 대역과 위협고각이고, 표 2는 최근 통합생존성 측면에서 선정된 대함미사일들의 성능을 나타낸 표이다. 이들 위협들이 장착하고 있는 레이더 센서 특성을 고려하면 위협주파수는 4~18 GHz, 위협고각은 0~10도로 선정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

그림 1은 전형적인 수상함 RCS 패턴을 보인 것이다. 방위각에 따라 RCS 값이 크게 변화하며, 수상함 주선체, 상부 구조물 등 주요 형상 특성에 의해 함수미 좌우현에서 매우 강한 RCS 피크값이 발생하는 것이 특징이다. 이

표 1. 국내 실적함 위협 선정 현황

Table 1. Present condition of threat force in domestic recorded naval ship.

위협명	함 명							주파수 밴드	고각 (도)
	KDX-II	LPH	PKG	KDX-III	FFX-I	LST-II	FFX-II		
연안 레이더		✓	✓	✓	✓	✓	✓	C	0
항공기	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	0~10
대함 유도탄	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Ku	0

표 2. 통합생존성 측면에서의 공통 위협세력 선정 결과
Table 2. The chosen result of general threat force in integrated survivability.

대함미사일명 (개발국가)	Seeker sensors			Radar frequency (GHz)	Flight attitude (m)
	RCS	IR	EO/V		
C-701(중국)	✓	✓	✓	10.0	15~20
C-802(중국)	✓			10.0	3~7
Styx(러시아)	✓	✓		9.3	100~300

* EO: Electric-Optical/visual signature.

를 Cardinal point라 부르며, 이러한 특징을 고려하여 기준 설정과 평가시 일반적으로 적용하는 Cardinal point(전방 위각의 10%)를 제외한 전방위구간을 고려하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

2-2 피탐거리

수상함의 피탐 거리는 함정의 RCS 수준과 위협의 레이더 센서 성능에 따라 산정이 가능하나, 대함미사일 등과 같이 한정된 고도에서 운용되는 위협의 경우, 장착된 레이더 센서 성능보다 지구곡률, 대기조건 등 해양환경에 따라 피탐 거리가 제한될 수 있다. 이는 본 함의 RCS 수준, 연동되는 위협의 레이더 성능 등에 상관없이 위협에

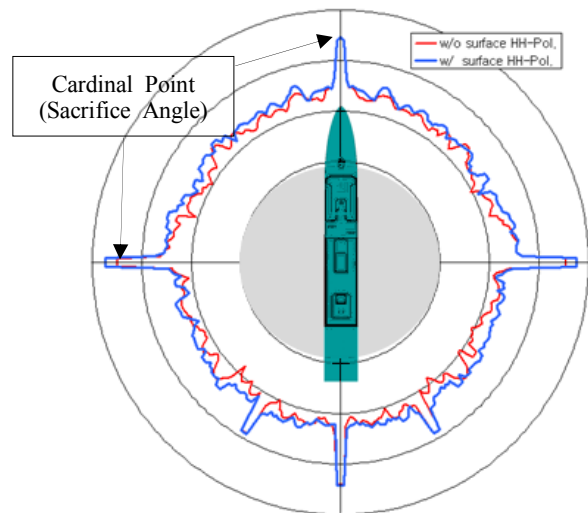


그림 1. 전형적인 수상함 RCS 패턴
Fig. 1. RCS pattern of typical surface naval ship.

의한 피탐 거리는 제약을 받게 되므로 본 함의 RCS 기준치 설정 시 피탐 거리의 고려는 무의미할 수 있음을 의미한다. 한편, 수상함의 RCS 수준이 증가할수록 피탐 거리가 증가하는 경향을 보이지만, 일반적으로 위협들의 운용거리 범위가 피탐거리 범위보다 작기 때문에, 피탐거리 측면에서의 수상함 RCS 감소 설계 노력은 큰 의미가 없을 것으로 판단된다. 다만, 수상함의 RCS 수준을 낮출수록 피탐 확률이 작아져 본 함의 작전효율이 향상되는 효과가 있을 것으로 판단된다.

2-3 기만기 기준의 기준치 설정방안

함정을 향해 대함미사일이 접근하는 경우, 피격확률을 낮추기 위해 함포(machine gun), 근접방어무기체계(closed-in weapon system) 등의 hard kill 체계와 수동식 기만체계(passive decoy), 능동식 기만체계(active decoy; jammer) 등의 soft kill 체계를 활용한 일련의 방어프로세스가 작동된다. 이 때, 각각의 방어무기체계 효과도가 본함의 피격성을 결정하는 주요 인자가 된다. 특히, 수동식 기만체계와 능동식 기만체계는 본함의 RCS 수준에 따라 그 효과도가 결정되므로 RCS 기준치/목표치 설정시 주요 고려사항이 된다. 수동식 기만체계의 효과도는 RCS 수준뿐 아니라, 발사횟수, 발사각도 등의 운용방법에 따라 큰 차이를 보일 수 있으므로 RCS 기준치/목표치 설정시 적절한 수동식 기만체계 효과도 모델을 개발하고 적용하는 것이 매우 중요하다. 그럼에도 불구하고, 초기단계에서는 수동식 기만체계 종류가 정해져 있지 않아, 기만체계효과도 분석이 어려운 실정이다. 이에 대한 대안으로써, 누적정규분포 확률모델이 수동식 기만체계 효과도 모델이 적용될 수 있다.

그림 2는 방위각에 대한 함정의 RCS를 나타낸 그림이며, RCS에 대한 분포를 분석하면 정규분포 특성을 가짐을 알 수 있다. 따라서 함정 RCS의 통계적인 분포를 정규분포 모델로 모사할 수 있으며, 그림 3은 함정 RCS 데이터 분포를 평균값 30 dBsm, 표준편차 6 dB로 가정한 정규분포 모델이다. 그림 4는 그림 3의 확률특성을 누적확률로 표시한 것이다. 이 그림에서 알 수 있듯이, 평균값 30 dBsm 이하의 RCS가 나타날 확률은 50%이다³⁾.

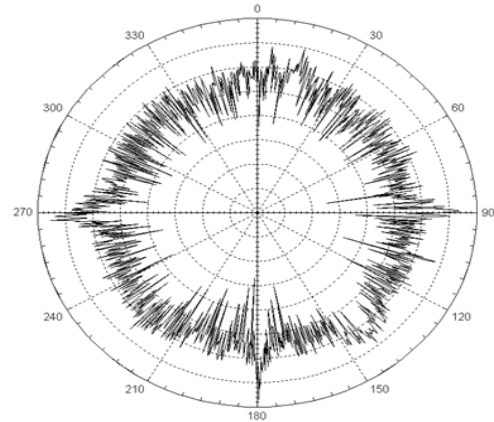


그림 2. 방위각에 대한 함정의 RCS 패턴
Fig. 2. RCS pattern of surface naval ship for azimuth.

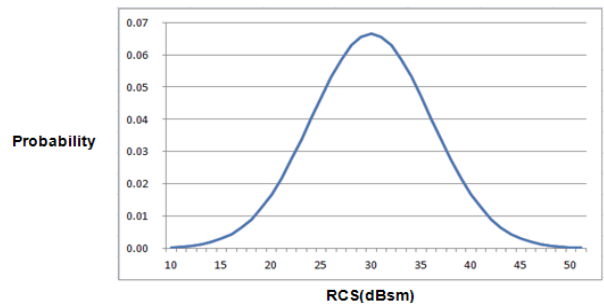


그림 3. 함정의 RCS 값의 확률분포(평균 30, 표준편차 6)
Fig. 3. Probability density function of RCS of surface ship.

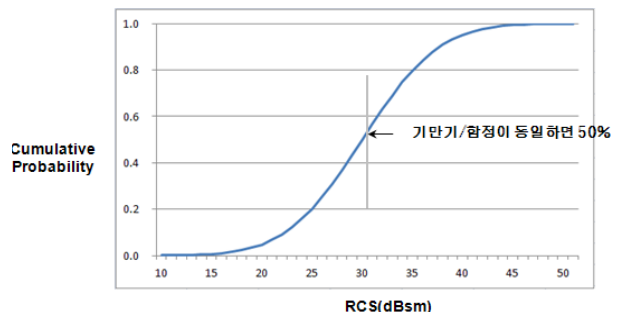


그림 4. 함정의 RCS 값의 누적확률 분포(평균 30, 표준편차 6)
Fig. 4. Cumulative density function of RCS of surface ship.

이 때, 본함과 수동식 기만체계의 RCS 수준 차이를 기준으로 평균이 “0 dB”, 표준편차가 “6 dB”인 것으로 가정하면, 그림 5와 같은 누적정규분포확률모델을 이용한 수

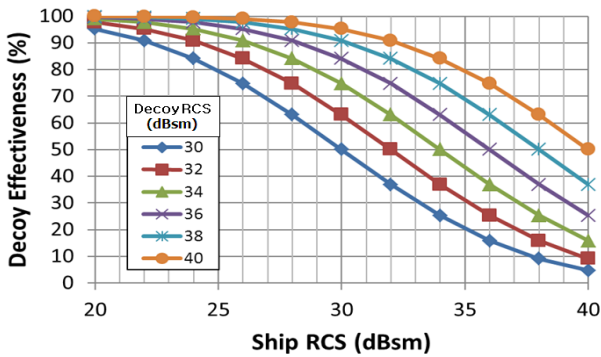


그림 5. 누적정규분포확률 모델을 이용한 수상함 RCS 수준에 따른 기만체계 효과도

Fig. 5. Effectiveness of Jammer system according to RCS level using accumulation formal distribution probability.

상함 RCS 수준에 따른 기만체계 효과도 산정이 가능하다. 본 모델을 이용한 기만체계 효과도는 수상함과 수동식 기만체계의 RCS가 동일할 때 기만(decoy effectiveness) 확률이 50 %이고, 기만 확률이 90 % 이상이 되려면 “8 dB” 이상 차이가 나야 한다. 기준치 설정에서 기만확률의 설정에 대한 제한은 없으나, 90 %를 기준으로 8 dB 여유는 합리적인 것으로 판단된다.

한편, 함정의 RCS는 해수면 효과에 의하여 증가하는 것으로 알려져 있다. 해수면에 의한 RCS 증가는 해수면 다중반사 경로에 의하여 RCS가 증가됨으로써 발생하는 현상이다. 해수면에 의한 함정의 RCS 증가를 고려하여야 하는 이유는 기만기의 운용고도와 함정의 운용고도가 차이가 나기 때문에, 해수면에 의한 RCS 증가는 주로 함정에만 나타날 가능성이 높기 때문이다. 해수면에 의한 함정 RCS 증가를 분석하기 위하여 CAD 모델을 이용한 함정의 RCS 예측을 수행한 결과, 해상상태가 높아지면 RCS 증가량은 감소하나, 레이더의 고도가 낮은 경우에는 해수면 효과가 해상상태에 영향을 적게 받는 것으로 분석되었다. 레이더의 고도는 10, 50, 100, 200, 500 m이며, 해수면 다중반사는 자유공간과 해상상태 0~5에 대하여 고려되었다. 결과는 표 3과 같다.

예를 들어 레이더의 높이가 10 m이고, 해상상태가 3인 경우에 함정의 RCS는 자유공간의 RCS 대비 약 6 dB 증가 함을 알 수 있다. 해면 밀착형 대함유도탄의 고도가

표 3. 레이더의 고도 및 해상상태의 변화에 대한 함정의 RCS 증가

Table 3. The RCS growth of naval ship according to the radar's altitude and change of sea conditions.

고도		평균값(dBsm)	
		HH	VV
10 m	Free space	25.1	24.8
	SS 0	33.1	32.1
	SS 1	33.0	32.1
	SS 2	32.6	31.8
	SS 3	31.8	31.1
	SS 4	31.0	30.4
50 m	Free space	26.2	26.1
	SS 0	32.0	31.1
	SS 1	32.6	30.9
	SS 2	30.4	29.2
	SS 3	26.8	26.3
	SS 4	25.3	25.2
100 m	Free space	26.2	25.8
	SS 0	32.1	29.1
	SS 1	31.5	28.6
	SS 2	26.8	25.7
	SS 3	26.2	25.6
	SS 4	26.3	25.7
200 m	Free space	25.8	25.6
	SS 0	33.9	28.4
	SS 1	31.6	27.4
	SS 2	25.5	25.4
	SS 3	25.5	25.4
	SS 4	25.5	25.4
500 m	Free space	25.4	24.9
	SS 0	35.3	24.8
	SS 1	26.4	24.2
	SS 2	24.9	24.4
	SS 3	24.9	24.4
	SS 4	24.9	24.4

표 4. 주요 기만기 및 해수면 다중반사 효과를 고려한 RCS 기준치 설정

Table 4. Setting of RCS standards considering main Jammer and ocean surface multi-reflection effect.

기만기	생산국	대응주파수 (GHz)	RCS (dBsm)	RCS 기준치 (dBsm)	
DAGAIE MK2	프랑스	6~18	37~42	23~28	
Super R-BOC	미국	2~20	33~46	19~32	
DAGAIE MK2 NG	SEALEM (08-01/08-02)	프랑스	2~36	33~43	19~29
	SEALEM (15-01/15-02)	프랑스	2~36	35~40	21~26
WIZARD	이스라엘	-	31~40	17~26	
MASS	독일	I, I/J	최대 45	31	
Nulka	호주	-	-	-	

10 m 내외임을 감안하면, CAD 모델을 이용한 합정의 RCS 예측을 수행한 결과, 고려 합정의 RCS는 자유공간의 RCS에 비하여 약 6 dB 증가한다고 가정할 수 있다.

따라서 기만기의 RCS가 합정의 RCS보다 클 확률 90%를 기준으로 8 dB의 여유를 감안하고, 해수면 다중반사에 의한 RCS 증가를 고려하면 90% 이상 기만효과를 보장할 구축함의 RCS 범위는 표 4와 같다.

2.4 전자전 기만효과 고려한 RCS 검토

대함유도탄을 기만하기 위한 방법으로 합정에서 전자전 장비에 의한 재밍 방법이 많이 활용된다. 재밍은 대함유도탄에 허위표적 또는 잡음을 제공함으로써 합정이 추적되는 것을 방지하기 위하여 사용된다. 전자전 장비가 대함유도탄을 교란시킬 때 전자전 교란신호가 합정 RCS에 비하여 일정수준이상을 유지하여야 전자전 교란이 효과적으로 적용될 수 있다. 이러한 전자전 효과를 규정하는 변수는 재밍신호 대 표적신호 비율(J/S)과 Burn-Through 거리이다. 대함유도탄이 합정에 접근함에 따라서 합정에서 송신되는 재밍신호는 $1/R^2$ 의 비례 관계에 따라서 증가하고, 합정의 반사 신호는 $1/R^4$ 의 비례관계에 따라서 증가한다. 예를 들어 거리가 1/10로 감소하면 신호는 재밍신호는 20 dB가 증가하지만, 합정 반사 신호는

40 dB가 증가하므로 합정 반사 신호가 재밍신호를 초과하는 거리가 존재할 수 있다. 이 거리를 크로스오버(crossover) 거리라고 한다. 기만효과를 보장하려면 합정 RCS가 실제보다 일정 값이 크다고 가정하는 것이 필요하므로, 이 경우에 재밍신호와 합정의 반사 신호가 교차하는 거리를 Burn-Through 거리라고 한다. J/S 비율은 재밍신호와 합정 반사 신호의 비를 나타내는 것으로 다음 식으로 주어진다⁹⁾.

$$\frac{J}{S} = \frac{P_j G_{ja} 4\pi R^2}{P_t G_t \sigma}$$

이 식에서 $P_j G_{ja}$ 는 재머의 유효방사전력이며, $P_t G_t$ 는 탐색기의 유효방사전력이다. 만약 탐색기의 안테나 이득이 30 dBi이고, 출력이 2 kW이면 유효방사전력은 2 MW가 된다. 재머의 경우, 유효방사전력을 100 kW라고 가정하고, J/S를 6 dB 이상 유지하여야 한다는 조건을 부여하면, 합정의 RCS변화에 대한 Burn-Through 거리는 그림 6과 같다. 이 그림에서 알 수 있듯이, 주어진 재머의 유효방사전력과 탐색기의 유효방사전력에서 합정의 RCS가 40 dBsm이 되어도 Burn-Through 거리는 250 m 정도이며, 이 거리는 통상적으로 탐색기가 더 이상 표적을 추적하지 않는 거리에 해당한다. 따라서 현재의 전자전 장비와 탐색기 조건에서 Burn-Through 거리는 합정 RCS 기준을 강화해야 하는 제한조건으로 사용되지 않는다. 그러나 만약 합정의 RCS를 1/10로 줄이면 재머의 유효방사전력을 1/10로 감축할 수 있으므로, 합정 RCS의 감소는 전자전

Burn Through Range (m)

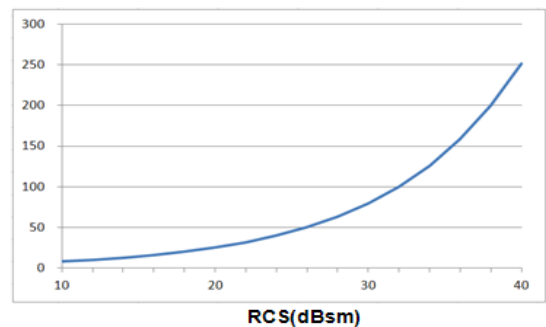


그림 6. RCS 변화에 대한 Burn Through 거리
Fig. 6. Burn Through distance on RCS change.

장비의 소형화로 이어져서 비용 절감 및 스텔스 성능 향상에 기여할 수 있다.

2-5 체계효과도를 고려한 기준치 검토

본 함의 기준치/목표치의 적정성을 판단하기 위해서는 앞서 언급한 개별 요소들뿐만 아니라 본함의 임무별 체계효과도(system effectiveness)를 종합적으로 검토하여야 한다. 그림 7은 수동형 기만체계의 RCS 수준이 수상함의 RCS 수준에 따라 대공전체계효과도(anti-air warfare system effective ness)에 미치는 영향을 분석한 사례를 제시한 것이다. 이는 미 해군의 DD963(Spruance class)의 대공전 체계효과도 분석 자료^[6]를 참고하여 구현하고, 수상함 RCS 수준에 따라 산정한 수동형 기만체계 효과도를 반영한 결과이다. 이로부터 수상함의 RCS 수준이 낮아질수록 대공전 체계효과도는 점차 증가하나, 일정 수준 이하에서는 더 이상 체계효과도가 증가하지 않는다. 반대로 수상함의 RCS 수준이 높아질수록 대공전 체계효과도는 점차 감소하나, 일정 수준 이상에서는 더 이상 체계효과도가 감소하지 않는다. 즉, 특정 개별요소의 효과도 개선을 통한 전체 체계효과도의 향상에는 한계가 있으며, 본함 전체의 체계구성 및 신호수준(RCS, IR, URN, EO/V 등) 균형 설계가 반드시 필요하다.

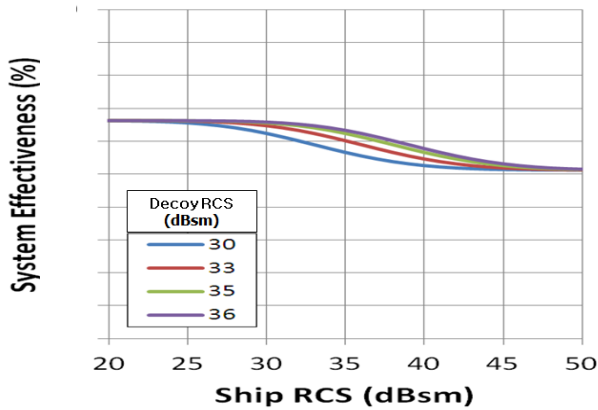


그림 7. 수상함 RCS 수준과 수동형 기만체계 효과도를 고려한 대공전 체계효과도 분석 사례
 Fig. 7. Example of considering to anti-air warfare system effects surface RCS level and passive Jammer effectiveness RCS level.

2-6 대푯값과 편파

그림 8은 가상의 수상함에 대한 RCS 패턴을 나타낸 것으로, 방위각에 따라 편파특성(polarization)에 따라 RCS 값이 크게 변화함을 알 수 있다. 이러한 변화특성을 수상함의 신호관리와 기준치/목표치를 설정에 종합적으로 반영하기 위해 최대값(maximum value), 퍼센타일(percentile), 평균값(mean) 등의 대푯값이 사용되고 있다.

수상함의 기준치/목표치는 중간값 또는 기하평균 등으로 표시하는 것이 일반적이다. 표 5는 가상의 수상함에 대한 RCS 평가결과를 대푯값 및 편파 특성에 따라 정리한 결과이다. 대푯값과 편파특성에 따라 RCS 평가 결과가 다르게 나타남을 알 수 있다. 특히 편파특성의 경우, VV 및 HH 편파에 대한 RCS 평가결과가 VH 및 HV 편파에 대한 것보다 상당 수준 크게 나타나며, 대부분 위협이

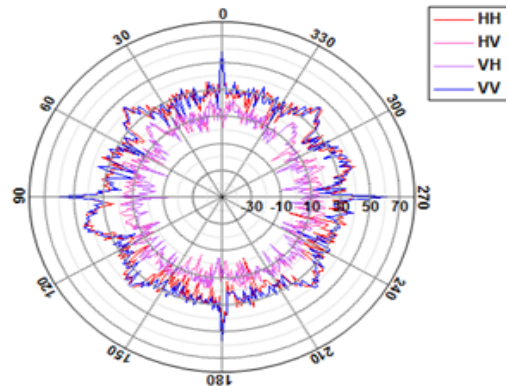


그림 8. 수상함의 방위각별, 편파별 RCS 패턴
 Fig. 8. RCS pattern of the angle of direction and by favoritism.

표 5. 대푯값 및 편파특성에 따른 수상함의 RCS 평가결과
 Table 5. Evaluated result of representative value and partial value.

구 분	RCS(dBsm)			
	VV	VH	HV	HH
최대값	45.9	23.3	23.5	45.1
최소값	6.7	-12.6	-7.3	-2.5
중간값	27.7	10.4	12.4	26.0
기하평균	29.4	10.0	11.9	28.3
산술평균	33.8	13.7	15.2	33.6

채택하고 있는 VV 및 HH 편파를 수상함의 RCS 기준치/목표치 설정조건으로 적용하는 것이 일반적이다.

2.7 국내외 신형함정의 RCS 설계 경험을 통한 기준치 검토

지금까지 국내에서 DDH-I을 시발점으로 여러 척의 함정 건조 시에 RCS를 감소하려는 노력이 적용되어 왔다. 그러나 RCS 감소 목표설정의 근거가 명확하지 않고 관련 기반기술이 구축되어 있지 않았기 때문에, RCS 수준이 상당히 높게 설정되었다. 초기 설계시 갑판에 대함유도탄, RIB 보트 등 상당히 많은 구조물이 노출되어 있는 함정도 있었다. RCS 감소설계에서 선체만의 RCS를 고려할 경우에 30 dBsm 미만의 함정이 설계될 수 있으나, 탑재장비를 갑판에 배치한 후에는 RCS가 30 dBsm을 초과하는 경우도 있다. 현재 건조되고 있는 대부분의 해외 전투함정은 대부분의 탑재장비를 해면 밀착형 대함유도탄에 노출이 되지 않도록 은폐하고 있다. 따라서 향후 국내에서 건조될 함정은 이러한 설계추세에 걸맞게 갑판에 설치되는 구조물을 제거하여 선체의 스텔스 형상설계가 함정의 RCS 감소효과에 그대로 나타나도록 탑재장비를 내부에 배치하여야 한다. 특히, DDG-1000과 같이 극단적인 RCS 감소를 위하여 모든 탑재 센서와 무장을 개발하지 않더라도 탑재장비를 내부로 이동하거나 은폐하는 설계만이라도 적용되면, 국내 건조함정의 RCS를 상당히 감소할 수 있다고 판단된다. 이러한 수준의 RCS는 새로운 통합마스트와 같이 난이도가 높은 기술개발을 하지 않고도 얻을 수 있는 목표이다. 국내 실적함의 RCS 관련 탑재장비 개선사항을 살펴보면 다음과 같은 특징들을 발견할 수 있다.

- RIB 및 davit의 상부갑판 노출
- 어뢰 발사관 상부 갑판 노출
- Life-raft(구명정) 노출
- 상부갑판 계단: 금속형 사다리 노출
- 해성 및 Harpoon 대함미사일: 외부 노출
- Bollard, windlass, anchor 등 모든 탑재장비 외부 노출

상기 명시된 탑재장비는 설계 시에 함정 내부에 배치되어 외부 노출되지 않는다면 RCS 감소에 상당한 기여가

예상되므로, 향후 설계에서 내부배치가 반드시 고려되어야 하는 장비들이다. 또한, Type-26의 RCS 분석 과정에서 현재까지 국내의 함정 설계에서 고려하지 않았던 근접방어무기체계와 같은 장비의 RCS가 함정 RCS에 큰 영향을 미칠 수 있다는 것이 부각되었다. 지금까지 국내 실적함의 RCS가 30 dBsm을 초과하였기 때문에, 레이돔 구조로 제작된 Phalanx와 같은 탑재장비를 모두 금속구조물로 모델링하여도 문제가 없었으나, 30 dBsm 미만 RCS 함정은 이러한 장비의 모델 충실도에 큰 영향을 받을 수 있다. 따라서 향후 함정 설계에서 RCS 측정 및 예측 등을 통한 다양한 방법으로 비금속 탑재장비의 RCS 분석이 필요한 것으로 판단된다.

III. 결 론

본 연구는 함정의 생존성 관점에서 향후 건조될 신형함정의 RCS 기준치/목표치 설정에 필요한 고려요소들을 분석하였다. RCS 기준에 영향을 미치는 요소로서 함정에서 운용될 기만기 RCS 대비 함정의 RCS를 검토하였으며, 사거리가 늘어나고 지능화되고 있는 대함유도탄에 대한 생존성을 높일 수 있도록 장거리 해상감시 레이더에 대한 피탐 거리를 분석하였다. 이와 함께 국내 실적함의 건조현황을 검토하여 RCS 추가 감소 가능성을 확인해 보았다.

하지만, 함정의 RCS 목표치/기준치는 본 연구에서 제시된 항목에 대한 검토 외에도, 기술적인 실현 가능성, 비용 등이 고려되어 설정되어야 한다. 현재까지 국내 실적함의 RCS 목표치/기준치 설정은 주로 함정의 건조 및 기능 구현 가능성을 비중 있게 고려하였기 때문에, 스텔스 성능의 목표인 생존성 측면이 비중 있게 고려되지 못하였다. 따라서 본 연구에서 제시한 접근방법은 앞으로 함정 RCS 기준을 설정함에 있어서 고려하여야 할 주요 요소로 활용될 수 있으며, 향후 건조할 구축함의 기준치 설정에서 유용할 것으로 예상된다.

References

- [1] 안병준, "함정 RCS 저감설계를 위한 최신 분석기법 연구", 해군본부, 2013년.

- [2] 정정훈, "미래형구축함개념설계통합생존성강화설계-설계위협선정방안", 한국기계연구원, 2013년.
- [3] "구축함 RCS 기준치 설정 및 감소대책 연구", 국방과학연구소 3본부 2부, 2012년.
- [4] 김국현, "특수성능분야 설계기법: 수상함 RCS 감소설계", RIMSE, 2009.
- [5] Knott et al., *Radar Cross Section*, 2nd Edition, Artech House, 1993.
- [6] Richard O. Johns, "AAW effectiveness of the DD-963 Spruance class destroyer: An analytic approach", Master's Thesis, Naval Postgraduate School, 1996.
- [7] Skolnik, *Radar Handbook*, 3rd Edition, McGraw-Hill, 2008.
- [8] Kookhyun Kim, Jin-Hyeong Kim, Tae-Muk Choi, and Dae-Seung Cho, "Development of radar cross section analysis system of naval ships", *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, vol. 4, no. 1, pp. 20-32, Mar. 2012.
- [9] Electronic "Warfare and radar systems engineering handbook", *Naval Air Warfare Center Weapons Division*, Point Mugu, CA 93042.

안 병 준



2001년 3월: 서울대학교 조선해양공학과 (공학사)
 2005년 5월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 2015년 2월: 한남대학교 정치학과 (국방획득정책 박사)
 1998년 3월~현재: 해군 전평단 함정기술

처

[주 관심분야] RCS, EMI/EMC/EMP

서 상 규



1981년 3월: 해군사관학교 전기전자공학과 (공학사)
 1995년 7월: 프랑스 합동군대학 (전파공학)
 1996년 2월: 창원대학교 경영대학원 (이학석사)
 2012년 3월~현재: 한남대학교 정치언론국

방학과(국방획득정책) 박사과정

[주 관심분야] 전파공학, 국방획득정책