

UUV 중심의 한국해군 기뢰대항전력 발전방향

조성진^{1*}

해군사관학교 교수부 군사학처²

Development Direction Research of ROK Navy UUV Centric Mine Countermeasures

Seong-Jin Cho^{1*}

Abstract : Abstract : 기뢰는 손쉽게 항만이나 해로를 봉쇄할 수 있는 무기체계로서 대한민국 역시 기뢰위협으로부터 자유로울 수 없는 국가이다. 세계의 기뢰대항작전 추세는 무인화, 자율화, SSDTE 개념의 도입으로 정리할 수 있다. 첨단기술의 발전으로 과거보다 안전하고 신속하게 기뢰대항작전을 전개할 수 있게 되었으며 관련 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 따라서 우리 해군도 세계의 기술발전 추세에 맞춰 기뢰대항작전 패러다임을 전환해야 한다. 이 글에서는 한국해군의 기뢰대항작전 발전방안에 대해 무인화, SSDTE 개념도입, 반자율화와 실시간 통신능력, 해양환경에 따른 UUV 중심의 기뢰대항전력 발전이 필요함을 제시하였다.

Key Words : Mine Warfare, Mine Countermeasure, UUV, USV, Mine hunting, Mine sweeping

1. 개요

저렴한 비용과 낮은 기술수준으로도 전략·전술적 효과를 달성할 수 있는 비대칭 무기체계인 기뢰는 항만이나 해역에 대한 봉쇄 또는 방어에 가장 경제적이고 효과적으로 사용할 수 있는 해군 무기체계이다. 특히 해군력이 약한 국가에게는 강대국 해군력의 접근과 투사를 손쉽게 저지할 수 있는 매력적인 수단이다. 특히 북한은 2만발이 넘는 많은 양의 기뢰를 보유하고 있는 것으로 알려져 있으며, 은밀하고 기습적으로 기뢰를 부설할 수 있는 다양한 수단을 보유⁽¹⁾하고 있다. 전시 북한은 대량의 기뢰를 부설할 것이고 기뢰대항작전은 고도의 숙련도와 시간을 요구한다. 일례로 걸프전시 미군을 포함한 9개국의 국가가 20여척 이상의 소해함과 소해헬기를 동원하여 종전 후까지 기뢰대항작전을 실시하여 1,200여발의 기뢰를 처리하는데 약 9개월이 소요되었다. 이는 이라크가 부설한 기뢰원의 위치와 숫자를 종전 후 입수하였음에도 장시간이 걸린 점을 보아 위치와 수량을 정확히 알수 없다면 얼마나 오래 걸릴지 예상하기조차 힘들다.⁽²⁾

실이다. 기뢰로 인해 항만이나 수로가 봉쇄되면 이질스 구축함과 같은 첨단해군력도 무용지물이며 국가경제에도 치명적인 영향을 미치게 되므로 기뢰대항전력의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 이 글에서는 현재 기뢰대항작전 현황 및 문제점과 발전 동향을 살펴보고 우리 해군에 맞는 기뢰대항작전 발전방향에 대해 4차 산업혁명의 신기술인 무인기술과 연계하여 제시하고자 한다.

2. 현 기뢰대항작전 현황 및 문제점

현재 우리나라 기뢰대항작전의 문제점은 다음과 같다. 첫째, 우리는 현존하는 국가 중 기뢰의 위협이 가장 높은 국가이다. 북한은 2만발이 넘는 충분한 수량의 기뢰를 보유하고 있다. 전시 북한은 잠수함을 이용하여 우리 주요 항만에 공격기뢰를 부설할 것이고, 북한 연안에 대량의 보호기뢰를 부설하여 우리 해군의 북한근해 접근을 거부할 것이다. 북한은 과거 6·25전쟁시 다수의 보호기뢰를 부설하여 UN군의 원상상륙작전을 성공적으로 저지한 경험도 있다.

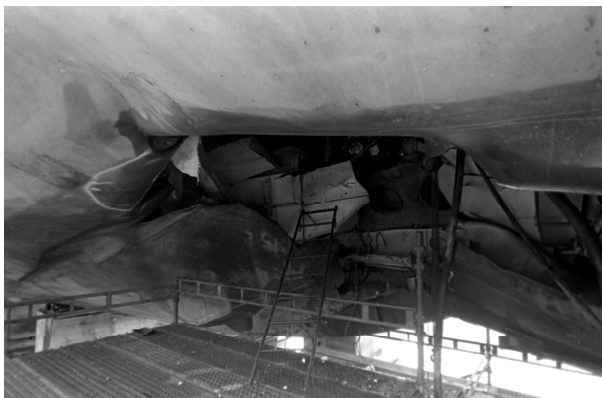


Fig. 1. 기뢰에 피격된 USS Samuel B. Roberts(FFG-58)⁽³⁾

하지만 우리의 기뢰대항전력은 그 중요성에 비해 해군의 전력발전사업 우선순위에서 외면받아왔던 것이 사

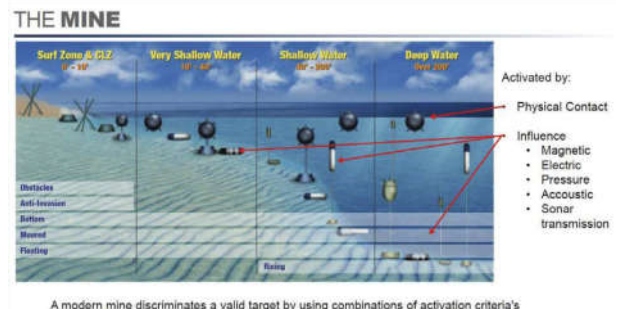


Fig. 2. 기뢰종류⁽⁵⁾

둘째, 기뢰대항작전에는 많은 시간과 노력이 소요된다. 기뢰대항작전은 탐지→접촉→분류→위치결정→확인→처리의 과정을 거치게 되는데⁽³⁾ 1발 제거에도 매우 많은 시간이 소요된다. 탐지 및 접촉단계에서는 통상 소해함이 직접 위험해역에 진입하여 소나를 이용하여

수중을 탐색한다. 소나를 이용하여 접촉한 수많은 수중 접촉물(암반, 철물, 폐기물 등) 중 접촉강도, 크기, 물체의 재질 등의 판단기준에 의거 1차로 기뢰의심물체(CRN : Contact Reference Number)로 분류를 하고 최종 기뢰 여부는 CRN으로 분류된 수중 접촉물에 대해 시각으로 확인하는데 이 과정에는 ROV형의 무인잠수정의 카메라 또는 EOD요원에 의해 확인된다. 또한 확인된 기뢰는 수중 폭발물에 의해 1발씩 처리가 되는데 여기에도 역시 많은 노력과 전문성, 시간이 요구된다. 기뢰탐색·처리보다 소해에 의한 대량처리 방법도 있지만 이 글에서는 기뢰탐색·처리 위주로 다룰 예정이다. 현대 기뢰가 진보됨에 따라 소해에 의한 기뢰처리는 신뢰도가 떨어진다.



Fig. 3. 기뢰소해(Sweeping)와 탐색처리(Hunting) 차이⁽⁵⁾

셋째, 우리 해군이 보유한 기뢰대항작전 전력의 양적·질적 부족이다. 현재 MHC 6척, MSH 3척 등 총 9척의 노후화된 소해함과 제한적인 성능을 가진 동원선박이 대한민국이 보유한 기뢰대항전력의 전부이다. 9척의 소해함만으로 우리의 주요 항만, 해상교통로뿐만 아니라 전시 수복항만 및 각종 작전구역까지 소해를 해야 한다. 물론 미 증원전력이 있지만 우리 의도대로 운용하기 힘들고 척수도 많지 않은 실정이다.

넷째, 소해함의 활용성 부족이다. 기뢰대항작전이라는 분야에 특화된 소해함은 능력의 한계로 인해 해역초계, 해상교통로 보호, 평화작전과 같은 군사적·비군사적 작전에 투입되기에는 한계가 있었다. 또한 소해함은 속도도 느리고 크기도 500톤 내외로 소형이다 보니 동맹의 지원이나 해외연합훈련과 같은 장거리 항해에도 부적합하여 신속한 해외 파견이 제한된다. 따라서 다량의 소해함 전력건설은 늘 해군력건설 소요결정과정에서 환대받지 못했다.

3. 한국해군의 기뢰대항작전 발전방향

본 장에서는 한국해군이 지향해야 할 기뢰대항작전 발전방향에 대해 세계의 기뢰대항작전 발전추세와 더불어 살펴보도록 하겠다.

3.1. 기뢰대항작전의 무인화

전세계 기뢰대항작전에 있어 가장 눈에 띄는 동향은 무인화이다. 기뢰대항작전은 통상 소해함이 해역을 사

전 탐색하는 형식, 즉 소해함 중심의 작전이 기본이었다. 소해함은 적 기뢰의 위협으로부터 안전을 보장받기 위해 GRP(Glass-Fiber Reinforced Plastic) 재질로 선체를 제작하며 자기장 통제와 소음 통제를 철저히 하고 있다. 그런데 최근 개발된 기뢰는 다양한 발화방식을 사용할 뿐만 아니라 특정음향에 반응하여 소해함을 타겟으로 하는 기뢰도 개발되고 있어 소해함의 안전을 더 이상 보장할 수 없는 상황이다. 따라서 세계 각국은 기뢰대항작전 수행시 USV(Unmanned Surface Vehicle), UUV(Unmanned Underwater Vehicle)와 같은 무인전력을 투입하는 것으로 작전개념을 전환하고 있다.

미국은 현재 11척의 Avenger급 소해함을 가지고 있으나 노후화로 인해 기뢰전 임무 패키지를 장착한 LCS로 대체하려고 하고 있다. 하지만 계획 수량은 8척이며 이 함정으로는 전세계에서 작전을 하는 미 해군의 요구를 충족시킬수는 없다. 따라서 미 해군은 USV나 UUV로 구성된 MCM(Mine Counter Measures) 모듈을 전투함에 탑재하거나 MCM 모듈로 구성된 소규모 팀을 파견하는 방안을 추진 중이다. 물론 여기에는 많은 난제들이 산적해 있다. 기뢰대항작전의 전문성 문제, 기뢰대항작전을 수행하는 전투함의 생존성 문제가 바로 그것이다. 현재 중동해역에서 이러한 시험작전이 진행되고 있으며 최소한 탐지-분류-확인까지는 큰 문제없이 이루어지고 있는 것으로 평가되고 있다.⁽⁶⁾

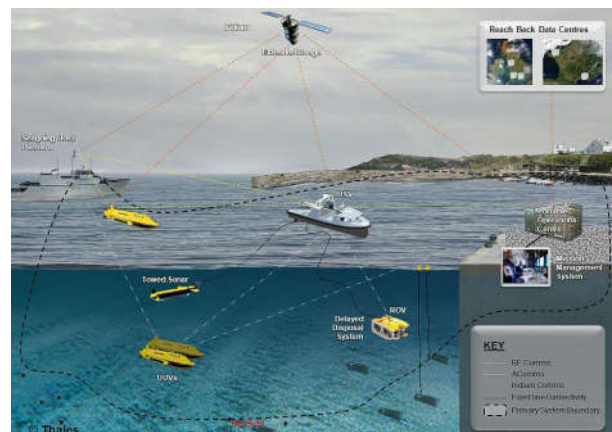


Fig. 4. 영국의 MMCM 개념도⁽⁷⁾

영국은 13척의 소해함을 보유하고 있으며 소나, 전투체계의 업그레이드와 추진장비의 교체를 통해 2030년대까지 이들 소해함을 지속 운용할 계획이다. 하지만 궁극적으로는 MCM(Maritime Mine Countermeasures)으로 대표되는 무인기뢰대항체계를 프랑스와 함께 개발하고 있다. 이 체계는 USV와 UUV 통합체계로 구성되며 기뢰원으로부터 30NM 외곽 모항에서 진수되어 임무구역으로 투입된다. 또한 무선통신, Data Link, 위성통신을 통해 원격으로 제어가 가능한데 걸프만에 전개된 MMCM은 영국 본토에서 통제가 가능한 수준이며 2028년에 작전운용을 목표로 개발이 진행 중이다. 영

국은 이들 무인체계를 통해 현존하는 소해함과 수로측량선을 대체 가능할 것으로 판단하고 있다. 즉 소해함을 기뢰원에 진입시키기 위해 GRP로 배를 만들 필요 없이 전통적인 강철 재질의 배로 소해모함을 제작할 수 있으며 이는 현존하는 군함형태가 아닌 MMCM을 진수·회수할 수 있는 충분한 갑판을 가진 민간선박도 소해모함으로 운용할 수 있다는 것이다.⁽⁷⁾

3.2. SSDTE 개념 도입

기뢰대항작전에 있어서 SSDTE(Single Sortie Detect-to-Engage) 개념이 도입되고 있다. SSDTE란 말 그대로 한번의 출격(1 Sortie)으로 기뢰를 탐지-접촉-확인-처리까지의 과정을 통합실시하여 기뢰대항작전을 종료하는 것이다. 현재 탐색질차는 SONAR로 탐색을 실시하여 기뢰의심물체(CRN)를 탐지 및 분류하고 별도의 ROV를 크레인을 이용하여 투입하여 기뢰여부를 확인하고 이후 기뢰처리용 폭약을 설치하여 기뢰를 처리하는 것이다. 이 과정에서 기뢰 1발을 확인하고 처리하는데에는 양호한 조건에도 최소 30분에서 1시간의 추가시간이 소요된다. 하지만 SSDTE 개념에 의한 기뢰대항작전은 탐지와 동시에 확인처리까지 한번에 이루어지므로 시간을 대폭 단축시킬 수 있게 된다. 기뢰대항능력의 우수성을 판단하는 기준은 결국 작전에 요구되는 목표 소해율을 얼마나 빠르게 달성하느냐로 판단할 수 있다. 쉽게 말해서 시간이 짧게 걸릴수록 우수한 전력인 것이다. 미국은 USV와 AN/SQS-20 소나, 그리고 Barracuda로 통칭되는 기뢰제거 유닛을 통합한 무인기뢰대항체계를 도입 중이다.⁽⁸⁾ USV에서 기뢰의심 물체로 판단이 되면 USV에 탑재된 Barracuda를 바로 투입하여 기뢰여부를 확인하고 처리까지 진행하는 것으로 추가 플랫폼을 진수하거나 투입할 시간을 감소시키는 것이다. 즉 하나의 플랫폼이 기뢰대항작전의 모든 과정을 처리하는 것이다.

3.3. 반자율화와 실시간 통신능력

기뢰대항작전에 무인체계가 도입된지는 벌써 30년이 경과하였다. 관련기술도 지속 발전하여 항해, 통신, 탐지, 확인, 처리뿐만 아니라 자율화에도 많은 발전이 있었다. 하지만 모든 과정을 자율화에 맡기는 것은 조금 더 고려해 볼 필요가 있다. 특히 기뢰대항작전에서는 속도뿐만 아니라 신뢰성 또한 중요하다. 스스로 기뢰여부를 판단하고 처리하는 전력에 의해 기뢰대항작전이 종료되었을 때 과연 그 해역을 항해하는 우군전력, 민간선박에게 안전하다고 할 수 있는가? 기뢰대항작전이 발전한 유럽에서도 최종판단은 반드시 사람이 하도록 하고 있다. NATO의 기뢰대항작전부대장인 Peter Bergen Henegouwen 중령은 “아무리 기술이 발전하더라도 결심이 필요할 때는 반드시 운용자가 필요하다.”라고 강조하였다.⁽⁹⁾

따라서 반복적인 행위에 대해서는 자율화를 하되 판단이 필요한 부분은 경험있는 운용자의 확인을 거치는 것이 반드시 필요하므로 반자율화로 가는 것이 맞다. 특히 무인체계가 접촉한 정보를 공유하고 신속히 결심을 내릴수 있는 실시간 통신능력이 필요하다. 또한 원정작전과 같은 원거리 작전을 고려하여 위성, USV, UAV를 매개로 한 통신 중계능력도 포함해야한다. 물론 추후 관련 기술이 충분히 성숙되고 작전운용의 경험을 통한 신뢰성이 구축된다면 자율화의 정도를 상향시킬 수도 있다.

3.4. UUV 중심의 기뢰대항전력

통상 무인체계에 의한 기뢰대항작전은 USV가 탐지-분류를 하고 UUV가 확인-처리를 하는 것이 통상적이다. 하지만 한반도 해역에서는 해양환경을 고려하여 UUV 중심으로 무인체계를 발전시킬 필요가 있다. 기뢰대항작전 수행에 있어서 핵심은 확인이다. 즉 소나로 접촉한 물체가 기뢰인지 아닌지는 결국 시각으로 최종 판단되고 이 성능이 기뢰대항작전 소요시간에 가장 결정적인 변수이다. SSDTE 개념에 의해 시간을 단축하기 위해서는 별도의 확인·처리 유닛을 진수하는 시간 자체를 줄여야 한다. UUV라는 하나의 플랫폼을 통해 탐지-분류-확인-처리를 동시에 수행하면 작전소요시간을 극적으로 줄일 수 있다. UUV에 탑재된 센서로 표적을 탐지한 이후 UUV가 직접 기동하여 카메라로 바로 확인한다면 작전소요 시간을 크게 줄일 수 있다.

특히 우리나라 해역 동·서·남해가 극과 극의 해양환경 특성을 가지고 있다. 기뢰대항작전에 있어서 서해와 남해는 강한 조류와 30Cm도 되지 않는 열악한 수중시정으로, 동해는 높은 파도와 깊은 수심이 작전장애요소로 작용한다. 서해와 남해에서 작전하기 위해선 조류와 열악한 수중시정을 극복할 수 있는 강력한 성능의 UUV가 필요하고 동해에서는 높은 파도에 상관없이 작전할 수 있는 UUV가 더 적합하다고 할 수 있다. 또한 전시 원정작전에서 상륙작전 전 기동로에 부설한 적 보호기뢰를 사전에 제거하는 선견부대 작전 임무시 적 해안방어체계 위협을 배제한 가운데 작전하기란 사실상 불가능하기 때문에 은밀성을 보장할 수 있는 UUV가 더 적합하다 할 수 있다.

4. 요구되는 UUV 능력

첫째, 크기면에서 대형급¹⁾의 UUV가 요구된다. 대부분의 국가는 휴대형~중형급의 ROV(Remote Operates Vehicle)나 AUV(Autonomous Under-water Vehicle)를 사용하고 있으나 이는 우리나라 해역과 작전환경에 맞지 않다. 우리나라는 조류가 강하고 적 위협하에 있는

1) 미 해군은 UUV를 크기와 탑재량에 따라 ① 휴대용 : 직경 약 8~22.8Cm, 중량 45.4Kg 이하 ② 경량 : 직경 32.4Cm, 중량 226.8Kg, ③ 중량 : 직경 53.3Cm, 중량 1,360Kg, ④ 대형) : 직경 91.4Cm 이상, 중량 최대 9,000Kg 탑재로 구분하고 있다. 최현호, 앞의 글, pp.64-65.

해역(수복항만, 상륙목표해역 등)에서의 장기간 기뢰대항전이 요구되므로 수중에 오래 체류할 수 있을만한 충분한 출력과 대량의 동력원을 탑재할만한 크기가 요구된다. 또한 신뢰성있는 기뢰탐색능력과 확인능력을 위해서는 고성능의 소나와 고해상도 카메라가 장착되어야 하므로 대형 선체가 필요하다.

둘째, SAS(합성개구면소나 : Synthetic Aperture Sonar) 탑재가 요구된다, 현재 대부분의 UUV에 탑재된 소나는 주로 사이드스캔소나를 사용하고 있으나 소나 탑재 공간상의 제약으로 고해상도 탐지성능을 발휘할 수 없고 초고주파 사용으로 탐지거리 역시 매우 짧다.⁽¹⁰⁾ 이를 극복하기 위해 레이더 배열처리에 사용되는 합성개구면 처리방법이 도입된 SAS 탑재가 보편화되고 있다. 기본원리는 동일한 지점을 반복적으로 탐색하면 개구면이 커져서 작은 물체에 대해서도 고해상도 영상을 얻는 것이다.⁽¹¹⁾ 따라서 기뢰탐색의 신뢰도 증가와 탐색거리 증가를 위해 SAS 소나 탑재가 필요하다.

셋째, 운용요원과의 실시간 정보교환 능력이 요구된다. 기뢰대항전 특성상 숙련된 인원에 의한 기뢰여부 판단과 조치능력이 중요하므로 모든 과정을 독자적으로 수행하여 별도 분석이 추가로 필요한 AUV(자율무인잠수정) 보다 중요한 판단은 사람이 담당하는 SAUV(반자율무인잠수정 : Semi Autonomous Vehicle) 형식으로 개발하는 것이 신뢰성 측면에서 더 유리하다. 기뢰 탐색과정에서 탐색구역, 탐색방법, 소항간격 등을 원격으로 지시받아 탐색을 실시하고 탐색결과를 모함과 실시간으로 공유한다. 탐색 중 기뢰의심물체를 접촉하면 이를 모함에 보고하고 카메라 확인 등 세부 확인 시행여부를 운용자로부터 결심받은 다음 실시간으로 분류/위치결정/확인 절차를 동시에 수행해야한다. 이를 통해 기뢰대항전에 필요한 시간은 단축하고 탐색결과와 신뢰성은 높아질 것이다.

5. 결론 : UUV 중심의 기뢰대항전력 발전

기술과 전쟁은 역사상 끊임없이 교류해왔고 기술발전이 뒤쳐진 전술은 곧 전쟁에서의 패배로 직결되었다. 4차 산업혁명시기에 직면한 현재를 살고 있는 우리는 과거의 방식에 얽매이지 않는 혁신이 필요하며 기뢰대항전력은 마찬가지이다. 이상에서 살펴본바와 같이 세계의 기뢰대항전력의 발전추세는 무인화, SSDTE 개념 도입, 반자율화와 실시간 통신능력으로 요약할 수 있다. 우리나라의 동·서·남해의 해양환경 특성을 극복할 수 있고 추후 원정작전을 수행하기 위해서는 UUV 중심으로 기뢰대항전력을 발전시킬 필요가 있다. 또한 무인체계를 더 이상 소해함과 같은 유인체계의 보조수단으로 사용하는 것이 아니라 앞서 살펴본 영국의 MMCM과 같이 무인체계가 소해함을 대체하는 것으로 기뢰대항전의 패러다임을 근본적으로 전환해야 한다.

만약 UUV로 대표되는 무인체계로 소해함 전력을 대체한다면 현재보다 적은비용과 인원으로 임무를 수행할 수 있으며 주요 항구 육상부대에 배치하여 기뢰 탐색·처리 및 항만 방호용으로 사용한다면 동시에 여러항구에서 운용이 가능하게 되어 전시 부족한 소해함 소요를 감당할 수 있을 것이다. 또한 패키지가 된 무인체계는 해외파병에도 보다 용이하여 다른나라와의 연합 기뢰대항작전을 수행하는 등 현재보다 동맹과의 공조나 국제평화유지활동에 보다 손쉽게 참가가 가능해 질 것이다. 게다가 원정작전에 대비해서는 다수의 UUV를 적재할 수 있는 UUV모함을 도입할 필요가 있다. UUV 모함은 직접 기뢰위험구역에 진입하는 것이 아니기 때문에 현재와 같이 GRP 재질로 제작될 필요가 없어 현재 소해함 크기보다 대형으로 제작할 수 있고 통상적인 추진기를 사용함으로써 보다 신속하게 작전해역에 전개가 가능해진다.

참고문헌

- 1) 박의동, 곽한우, “우리의 기뢰전 이대로 좋은가?,” 『국방과 기술』 464호(2017.10.), p.132.
- 2) 해군본부, 『걸프전의 해상작전』(대전: 해군전투발전단, 2004), pp.273-280.
- 3) Bradley Peniston "The Day Frigate Samuel B. Roberts was Mined," USNI News(2015. 4.22.)
- 4) 해군본부, 『기뢰전교범』(대전:해군전력분석시험평가단, 2018), pp.3-43~44.
- 5) 최현호, “무인기뢰 탐지 및 처리 : 해군작전을 위협하는 기뢰 제거를 위한 첨단기술,” 『국방과 기술』(478), 2018.12, pp.60-73.
- 6) Sydney J. Freedberg JR. "Worries Surface on New Navy Mine Warfare Plan," Breaking Defense(2017.10.17.)
- 7) Save The Royal Navy, "The Future of Royal Navy mine hunting," Save The Royal Navy(2018. 9.10.)
- 8) Raytheon, "New tech can transform naval mine countermeasures," Breaking Defense(2019. 5.6.)
- 9) Naval-Technology, "Mine-hunter : are they still needed?," Naval-Technology(2016. 2.17.)
- 10) 김부일, “능동 합성개구면소나에 의한 해저 소형물체 협대역 탐지 성능 고찰,” 『한국시물레이션학회논문지』(23호, 2014.12.), p.42.
- 11) 계중읍 외, “측면주사음탐기 센서 기술 동향 및 응용,” (한국전자통신연구원, 2013), p.176.