

이동식 활주로를 이용한 활주로 폭격 대응 방안에 관한 연구★

성 민 철*, 김 용 철**

요 약

북한의 전략을 고려할 때, 개전 상황시 북한의 최우선 타격 목표는 공군을 무력화하는 공군 활주로일 가능성이 높다. 이에 대한 대응 방안으로 비상 활주로나 활주로 긴급 복구 작전이 있다. 하지만 비상 활주로는 주로 비상 착륙, 연료 공급, 재무장으로 이용된다. 활주로 긴급 복구 작전도 북한의 위협적인 미사일 수준을 고려할 때 복구 시간 등 몇 가지 한계 점이 있기에 활주로 폭파에 신속히 대응할 수가 없다. 본 연구에서는 먼저 북한의 미사일 위협 수준을 판단한다. 이후, 활주로 폭파의 차세대 대응방안인 이동식 활주로의 개념과 한계를 제시하며 기존 대응 방안과의 비교를 통해 이동식 활주로 도입의 필요성을 제시한다.

Study on the countermeasures of the runway bombing using the mobile runway

Seong Min Cheol*, Kim Yongchul**

ABSTRACT

Considering North Korea's strategy, North Korea's top hitting target in the event of a war is likely to be the main goal of the air force runway to neutralize the air force. As a countermeasure, there are emergency runway construction and runway emergency recovery operations. However, emergency runway construction is mainly intended for emergency landing and fueling and rearmament. The emergency runway restoration operation has also several limitations considering North Korea's threatening missile level, recovery time, and so on, so it cannot respond quickly to the North's runway bombing. In this study, we first describe the threat of North Korea's missiles and their air defense capabilities. Then the concept and limitations of the mobile runway, which is the next generation countermeasure, are presented.

Key words : Runway bombing, Emergency restoration operation, Mobile runway

접수일(2019년 3월 5일), 수정일(1차: 2019년 10월 8일),
게재확정일(2019년 10월 28일)

★ 본 논문은 육군사관학교 화랑대연구소 2019년도 연구활동비 지원을 받아 연구되었음.

* 육군사관학교 / 전자공학과(주저자)

** 육군사관학교 / 전자공학과 교수(교신저자)

1. 서 론

북한은 30년 이상의 풍부한 탄도미사일 개발·연구 경험을 보유하고 있다. 전면전 개전 시, 북한은 다량의 미사일을 효과중심작전(EBO¹⁾)의 개념으로 운용한다. 이 때 북한의 주요 타격 목표로 예상되는 것이 후방의 전략 시설인 공군 기지의 활주로다[1]. 공군의 항공 작전 특성상 활주로는 마비된다면 이륙이 제한되어 초기 제공권 장악에 실패한다[2]. 초기 제공권 장악의 중요성은 코소보전, 아프간전부터 이라크전에 이르기까지 현대전에서 두드러지게 입증되었다.

공군은 이에 대한 대응책으로 예비 활주로라 불리는 예비 항공 작전 기지, 활주로 긴급 복구 작전이 있다. 하지만 예비 활주로는 전투기가 비상 착륙을 실시하고 정비 및 재이륙을 위한 용도다. 활주로 긴급 복구 작전은 상당히 많은 수의 병력과 장비, 시간이 폭파구 복구에 소모된다. 이러한 기존의 한계를 극복하는 새로운 방안인 이동식 활주로를 개발해 공군의 활주로 마비 시간과 전투기의 이륙 지연 시간을 축소시킬 수 있다. 이동식 활주로의 요구조건과 핵심성능을 제시해 이동식 활주로의 운용 능력 및 필요성을 제기한다.

본 논문에서는 후방 전략 시설인 활주로의 차세대 공군기지 피해복구 방안에 대해 고려하였다. 연구의 범위는 활주로 긴급 복구 능력을 분석을 통한 한계점을 제시하고 이동식 활주로의 운용 방법 및 요구 기술을 제시한다. 나아가 효율적인 복합 운용 방법을 제시한다.

2. 활주로 피해 가능성

활주로의 피해를 입힐 수 있는 수단은 탄도 미사일로 한정한다. 실제로 위협 가능성이 있는 요소로는 순항 미사일, 항공기, 특수부대에 의한 게릴라전 등 다양한 요소가 있지만 활주로를 타격할 수 있는 가능성이 탄도 미사일에 비해 낮다. 반면 탄도 미사일은 종말 단계에서 RCS(Rader Cross Section)²⁾값이 작아져

레이더 탐지가 더 힘들어지고 그만큼 요격도 힘들어지는 특징이 있다.

2.1 북한의 미사일 위협

북한은 1960년대부터 50년이 넘는 세월동안 탄도미사일의 연구·개발의 경험을 가지고 있다. 현재까지 개발·연구되어진 북한의 미사일 능력은 아래의 <표 1>과 같다[3].

북한은 현재 약 1,000여기의 탄도미사일을 실전 배치하고 있다. 현재 가장 직접적인 위협으로 판단될 수 있는 것은 SCUD B/C 미사일로서 북한 전역에 600여기가 실전 배치되어 있다. 또한 공군 기지는 북한의 모든 탄도미사일의 주요 예상 타격 목표임을 알 수 있다. 북한은 노동미사일과 같은 사거리가 1000km 이상인 미사일로 Over-Lofted 방식의 발사 시 하층방어 체계로서는 미사일 낙하 시간, RCS값 등을 고려하면 대응유효시간이 1~3초에 불과하다[4].

<표 1> 북한 탄도미사일 제원

구분	사거리 (km)	CEP ³⁾ (m)
SCUD-B	300	450
SCUD-C	500	1000
SCUD-CM	700	980
노동 1호	1,300	2000
대포동 1호	2,200	3000
대포동 2호	6,000	-
무수단	3,200	1600
KN-02	120-160	160

2.2 한국의 방공 능력

한국은 한국형미사일방어체계인 KAMD(Korea Air and Missile Defense)를 구축·개발하고 있다. KAMD는 상공 15km정도의 종말단계의 하층방어 체계위주다[5,6].

하지만 미사일 발사부터 목표지점에 도달하는데 2~10분 이내로 도달하는 현실에서 북한이 미사일을 발사한다면 요격하는데 소요되는 시간이 상당히 제한된다. 또한 KAMD는 종말단계에서의 요격체계만 갖

1) Effects-Based Operation으로 중요 시설을 먼저 타격해 국가의 전체적인 동력, 통신 시스템 등을 마비시키는 작전을 뜻한다.

2) 레이더 반사 면적으로서 외부의 전파에 대한 자신의 반사파의 면적량을 뜻한다.

3) 원형 공산 오차로 50% 이상이 명중하는 원의 반경을 의미한다.

추어져있고 특히 탄도미사일의 경우 종말 단계에서의 자유낙하로 인해 낙하속도가 매우 빠르고 RCS값이 종말 단계에서 0.1-0.001m²로 요격 가능성이 낮을 것으로 판단이 되며 2014년 국방백서에서는 종말단계에서 상층과 하층 각 1번으로 총 2번의 요격 기회가 있을 것이라고 판단했다[7].

현재 유일하게 실전 배치·운용하는 기종은 PAC-2이다. 방공능력을 안전하게 갖추려면 요격률이 70% 이상은 되어야 하는데 걸프전 미군은 PAC-2를 이용해 SCUD 미사일을 40%정도 공중에서 맞추었지만 탄두가 완전히 파괴되지 않아 땅에 떨어져 폭파했다는 발표가 있다.

3. 기존 대응 방안

기존의 대응 방안으로 활주로 긴급 복구 작전과 비상활주로는 폭과 길이가 일반 활주로 규격의 절반 크기이며 착륙 보조 장치도 없어 응급상황에 쓰는 활주로다. 또한 업체호와 멀리 떨어져있기에 항공기의 첫 이륙 용도는 아니다.

활주로 긴급 복구 작전은 전시 항공작전의 지속 수행에 필요한 활주로를 제공하기 위해 활주로에 형성된 폭과구를 긴급 복구 및 재복구하는 작전이다.

활주로 복구 작전은 몇 가지 제한점이 있다. 첫 번째로, 장비 및 병력의 과도한 소요다. <표 2>는 언론에 소개된 한국군의 복구 작전 능력을 정량적으로 보여준다[8,9,10,11].

<표 2> 활주로 긴급 복구 작전 능력

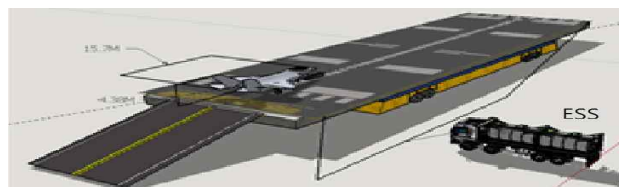
부대	복구시간 (시간)	인원 (명)	중장비 (대)
해 6항공전단	4	50	9
38전비	-	100	-
3훈비	3	46	13
해 6항공전단	-	80	12

두 번째로, 추가적 피해 노출이다. 북한의 미사일 폭격의 경우, 1번의 발사로 끝나는 것이 아니라, 일정한 시간 간격으로 계속 폭격을 할 수 있기에 복구 작업을 진행하는 병력과 장비가 피해를 입을 수 있고 이러한 추가적인 피해로 복구 시간은 더 길어질 수 있다.

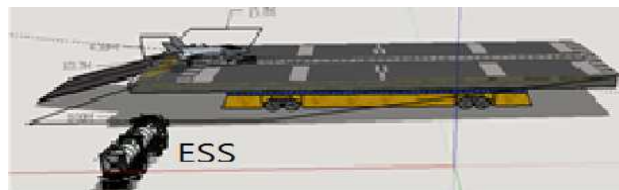
세 번째로, 한정된 자원이다. 복구 작전은 우선순위를 설정해 복구 작업을 진행하는 것인데, 복구 작업 중 추가적인 폭격이 있으면 한정된 자원으로 제한된 작전을 수행할 수밖에 없게 된다.

4. 이동식 활주로

EMALS⁴⁾(Electromagnetic Aircraft Launch System)을 지상에서 이동식으로 운용하는 개념으로 활주로를 긴급 복구하는 공백의 시간동안 제공권 장악을 위한 전투기의 이륙 운용에 있어 활주로 마비 시간을 최소화시키기 위한 이륙보조 체계다. (그림 1)와 (그림 2)는 이동식 활주로의 개념도다. (그림 1)와 (그림 2)는 각각 후측면과 측면에서 이동식 활주로를 바라본 모습이다. ESS(Energy Storage System)으로 전력을 충전하여 항공기가 이동식 활주로에 탑재되면 ESS로 전력이 충전되는 대로 일정하게 사출시키는 개념이다.



(그림 1) 이동식 활주로 개념도



(그림 2) 이동식 활주로 측면 개념도

4.1 요구 능력

<표 3>에 명시된 EMALS 요구조건과 이동식 활주로의 요구 성능을 토대로 <표 4>의 핵심성능을 설정했다[12,13]. 요구 성능은 EMALS 영역과 탑재체 영역으로 나눌 수 있는데 EMALS 영역에서 LIM(Linear Induction Motor)는 F-15k 무장 중량이

4) 전자기식으로 항공기를 짧은 이륙거리로 사출하는 시스템으로 항공모함에서 사용한다.

36t임을 고려해 200노트의 사출 속도로 설정하고, ESS은 484MJ 저장가능하고, CCV(Cyclo Converter)은 전력의 효율적 운용을 위해 0-1520V까지 조절하도록 설정한다. 탑재체 영역에서 전체 적정 용량 600t 달성을 위해 2 Axle lines를 25개 결합해 평균시속을 10km로 설정하고 LIM은 이륙거리 100m을 위해 100m로 설정한다.

핵심 성능 분석 결과, 항공기가 EMALS 탑승부터 사출될 때까지 시간은 약 5분 55초가 소요되며 이동 속도는 총 중량 600t 고려 시 10km/h이다. 또한 대형 체계이기 때문에 모듈형으로 운용하는데 3상 유도효과를 이용해 LIM을 운용할 수 있다. LIM은 항공기를 제동·발사시키는 발사대 역할을 한다. <표 3>에서 알 수 있듯이 종말단계에서의 속도는 103m/s까지 증가한다[14].

<표 3> EMALS 요구조건

Endspeed	28-103 m/s
Max Peak-to-Mean Tow Force Ratio	1.05
Launch Energy	122 MJ
Cycle Time	45 seconds
Weight	< 225,000 kg
Volume	< 425 m ³
Endspeed Variation	-0 to +1.5 m/s

ESS은 전력을 저장하는 장치다. 한 번 사출하기 위해서는 약 122MJ이 필요하고 이 에너지를 ESS에서 충전시켰다가 한 번에 공급하는 형식이다. CCV는 EMALS의 효율적 운용에 이용된다. LIM의 경우 약 91m로 상당히 긴 길이인데 CCV로 91m의 LIM이 한꺼번에 작동하는 것이 아니라 발사에 영향을 미치는 코일만 작동을 시켜서 효율적인 운용을 가능하게 한다.

4.2 이동식 활주로 세부 설정

활주로의 두께 및 너비, 이륙 안정성, 기동, 결합, 전력 공급 총 5가지 항목에서 세부 사항을 설정한다. 첫 번째로 활주로의 두께 및 너비측면에서 일반적인 활주로는 표면 45cm의 콘크리트와 아래로 아스콘 3개 층이 더해져 약 85cm정도의 두께를 지닌다. F-15k

5) 지상에서 항공기를 동력으로 견인시키는 것을 뜻한다.

<표 4> 이동식 활주로 핵심 성능

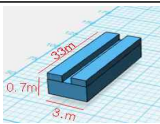
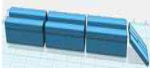
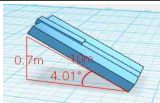

기술	항목	요구성능	설정이유
EMALS	탑승	Push Back k5), 3분이내탑승	안정적 탑승
	장착	2분 이내 LIM 장착	LIM 장착
	발사 시간	6초 이내	단거리이륙
	재충전	55초 이내	EMALS 최단 충전 시간 45초 시간 고려
수평 균형 유지	유압식 서스펜션	1.7m 수평 조정 가능	폭과구, 비포장 도로
	적재	600t 적재	총 중량 600t 고려
기동	속도, 안정성	10km/h이상	600t, 대형 MTP 측당 무게 고려
	전력지원 차량 기동	CCV, ESS 탑재	본체 경량화, 속도향상
결합	기계적 결합	도킹	요철 최소화
	자기적 결합	3상유도 전동효과	모듈형 LIM 구현

의 무장중량이 38t임을 고려하면 300t이 넘는 민간항공기에 사용되는 85cm 활주로는 과도하게 두껍다. EMALS의 선형 코일 두께도 고려대상이다. EMALS의 이용되는 세그먼트는 0.64m의 길이, 0.686m의 높이, 0.076m의 두께로 이루어지기 때문에 68cm~85cm의 두께로 활주로를 설정할 수 있다. 활주로의 길이에 대해서는 EMALS의 길이와 항공기 이륙 속도를 고려하면 100m 내외로 설정이 된다. 너비의 경우 F-15k는 뒷바퀴 간 거리가 약 2.7m로 활주로의 너비는 약 3m 내외로 설계를 한다. 전체적인 활주로 모듈의 수치는 <표 5>의 형태와 같다.

두 번째로 이륙 안정성 측면에서 기동체계는 모듈 트랜스포터를 기반으로 개발한 것으로 측당 브레이크를 설치해 이륙 시 완전한 고정을 한다. 또한 활주로

의 수평 유지는 유압식 서스펜션을 이용해 활주로 전면을 지면과 수평하게 계속 유지를 할 수 있다. 현재 모듈 트랜스포터에서 유압식 서스펜션을 이용해 비균일 노면에서도 수평을 유지하는 기술이 이미 개발되어 선박 회사에서 활발히 이용 중이다.

<표 5> 이동식 활주로 모듈의 크기와 모양

모듈		모듈 결합	
경사로		분사 전향기 (6)	

세 번째로 기동 측면에서 앞서 설정한 활주로 두께를 0.7m로 가정하면 부피는 $210m^3$ 이다. 보통 활주로는 아스팔트나 콘크리트 등을 포함해서 복합층 구조이지만 단일 아스콘으로 이루어져있다고 가정한다. 그 이유는 활주로의 많은 비중을 차지하는 것이 아스콘이고 두께를 70cm로 설정했기 때문에 안정성을 충분히 확보했다고 생각했기 때문이다. 아스콘 밀도가 $2.3 t/m^3$ 임을 고려하면, 전체 활주로의 무게는 483t가 된다. 모듈트랜스포터의 경우 전면이 약 2.4m, 측면이 2.1m로 약 48개의 축으로 구성되므로 축당 하중무게는 약 10.8t가 할당된다. 이는 모듈 트랜스포터의 한 종류인 MSPE 40T의 경우 최대적재가능중량의 10%에 해당하는 값으로 최대 적재 가능 중량을 줄이고 속도를 늘리는 방향으로 개발해 현재 최대 시속 4km에서 최대 시속 10km이상으로 충분히 개발이 가능하다.

네 번째로 결합 측면에서 결합은 기계적 결합과 자기적 결합으로 나눌 수 있는데 기계적 결합에 관해 이동식 활주로를 통합형으로 설계를 한다면 길이가 100m로 상당히 크기 때문에 기동성 및 격납을 위해 모듈 형태로 만드는 것이 필요하다. 고려해야할 점은 신속한 결합 시간과 신뢰성이 있는 결합 강도다. 도킹 방법을 사용한다면 두 가지 문제를 해결할 수 있다. 이동체에 위치 감지 센서, 자동제어시스템, 도킹 알고리즘 프로그램을 설치할 한다면 자동화 방식으로 결

합이 가능할 것이다. 자기적 결합을 통해 EMALS의 LIM이 모듈형태로도 이상 없이 작동을 해야 한다. LIM의 작동 원리는 렌츠의 법칙으로 고정자와 로터의 자기력에 의한 반발력으로 동작을 하는 것인데 이때 고정자는 3상유도 전동기다. 따라서 모듈 형태로 만들고 결합을 시킬 때 고정자가 3상유도 전동 효과를 유도해 EMALS를 모듈 형태로 동작시킬 수 있다. 이때 고려해야 할 점은 고정자가 결합을 했을 때 3상유도 전동효과를 내는 것으로 이는 ESS와 같은 중앙 전력 제어 시스템을 만들어 자동제어를 한다면 구현해낼 수 있다. 실제로 미국의 대표적 군수 기업인 General Atomics에서는 EMALS의 모터부분의 모듈성을 강조하고 있다[15].

다섯 번째로 전력 공급 측면에서 <표 3>에 있듯이 Launch Energy는 122MJ이기 때문에 외부에서의 전력 공급이 필수적이다. 현재의 ESS는 45초간 484MJ을 충전하는 능력을 보유하고 있다. 이를 전력으로 나타내면 10.7MW의 전력 충전이 필요한 것인데, 현재 군이 보유하고 있는 기술로서는 충전하기가 제한되는 실정이다. 따라서 민간 전력을 공급하는 방법이나 여러 대의 ESS로 한 번에 충전을 하는 방법으로 전력을 충당할 수 있다.

5. 기존 대응 방안과 비교·분석

앞서 설정한 이동식 활주로의 성능 기댓값을 토대로 활주로 긴급 복구 작전과 여러 측면의 비교를 통해 이동식 활주로 운용 시 효율을 간접적으로 비교할 수 있다. 먼저 이륙 완료 시간을 비교해보면 <표 2>의 값을 바탕으로 활주로 긴급 복구의 이륙 완료시간은 3-4시간이다. 이는 폭파구 수가 늘어날수록 또는 전장 환경에 노출되어있는 점을 고려하면 기하급수적으로 복구 시간은 늘어난다. 이동식 활주로의 이륙 완료시간은 <표 4>의 EMALS의 탑승, 장착, 충전 시간이 5분 55초이고 항공기로의 접근 시간까지 고려하면 최대 21분 55초다.⁷⁾

운용 인원의 경우, 활주로 긴급 복구는 <표 2>의

6) 항공모함에서 이용되는 기술로 단거리에서의 전투기의 이륙을 돕는다. 전투기 엔진에서 나오는 배기가스를 뒤쪽 인원 및 장비로부터 보호하는 기능과 작용과 반작용의 원리로 전투기 추력 향상에도 도움이 된다.

7) <표4>를 기준으로 작성했으며, 이동식 활주로의 항공기와와의 거리는 확률분포로 표현되지만 최장거리로 결정해서 활주로 길이의 평균인 2.7km으로 계산했다.

운용 인원을 평균을 냈을 때 69명이다. 이동식 활주로의 경우 경사로 모듈을 포함해 총 4개의 모듈에 4명의 승무원이 탑승해있고 그 밖의 전력지원차량 운용 인원 1명, 도킹 관계자 10명 등을 고려했을 때 최대 15명이다.

작업 완료시 시간당 항공기 이륙 수는 활주로 긴급 복구 작업은 민강 항공의 항공기 운항수를 고려해봤을 때, 약 35대인 반면에, 이동식 활주로의 경우 시간당 최대 항공기 이륙 수는 약 10대다.

따라서 활주로 긴급 복구가 완료되기 전까지는 이동식 활주로를 이용하고 긴급 복구가 완료되면 기존의 활주로를 이용한다면 항공기의 이륙 지연시간을 최소화시킬 수 있다.

6. 결론

앞서 공군의 주요 자산인 활주로의 현재 복구 방법에 대한 한계점과 이를 극복할 이동식 활주로를 제안했다. 이동식 활주로의 주요 기술은 크게 3가지다. 첫 번째는 항공기의 이륙을 시키는 EMALS, 두 번째는 기동시키는 모듈 트랜스포터이고 세 번째는 결합이다. EMALS는 미국의 제럴드 R. 포드급 원자력 항공모함 등에 탑재되는 기술로 한반도의 지형을 고려해 본 논문에서 기술했듯이 지상에서 운용할 수 있다. 실제로 EMALS의 시험 환경은 지상에 매립된 상태로 운영되기도 한다. 모듈 트랜스포터는 현재 기술 수준으로는 축당 무게 20t일 때 최대 시속 4km/h로 한계가 있다. 하지만 본 논문에서 이동식 활주로의 세부 제원을 설정했을 때 축당 무게는 약 10.8t로 최대적재가능중량을 낮추고 기동성을 높이는 방향으로 개발한다면 충분한 기동성을 확보할 수 있을 것이다. 또한 핵심성능 파라미터에도 나와 있듯이 현재 기술로 최대 수평 조절을 하는 유압식 서스펜션이 1.7m만큼 수직조정이 가능해서 규모가 크지 않은 폭파구나 경사로, 비포장 도로에서도 운용이 가능하다. 결합 중 기계적 결합은 시간적 소요가 다소 요구되었지만 요철을 최소화하기 위해 도킹 방식을 제안했다. 자기적 결합은 현재 ESS를 이용해 3상유도 효과를 낼 수 있다. 결합 기술은 현재 확보되지 않은 상태이지만 해외에서 모듈성을 강조하는 추세이므로 결합 부분의 기술적 한계만 극

복한다면 이동식 활주로는 이용 가능할 수 있다.

참고문헌

- [1] 황성철, 『북한의 한국전 전략』, 서울: 북코리아, pp. 17-40, 2008.
- [2] 정치영, 이재영, 이상헌, “격추확률 최대화를 위한 미사일 최적배치 문제”, 경영과학, 27권, 1호, pp. 75-76. 2010.
- [3] 석근봉, 전제영, “북한의 탄도미사일 개발동향 및 위협에 대한 우리의 대응”, 국방과 기술, 제386호, pp. 62~66, 2011.
- [4] 강문진, 안재정, “북한 핵·탄도미사일 방어체계 효용성 분석.” 제6회 전국 대학생 국방정책 발표회. 서울: 서강대학교, pp. 32-48, 2015.
- [5] 오은경, “북한의 탄도미사일 위협과 한국형 미사일방어체계(KAMD)의 비판적 고찰”, 북한대학교 석사학위 논문, pp. 18-21, 2015.
- [6] 김의근, “한국군 미사일 방어체계 구축 방향에 관한 연구” 국민대학교 석사학위 논문, pp. 38-48. 2012.
- [7] 국방부, “2014 국방백서”, pp. 58, 2014.
- [8] 맹수열, “활주로 피해 ‘활로’ 바로 찾았다”, 『국방일보』, 2016년 8월 31일자 5면.
- [9] 송헌숙, “과괴된 활주로를 복구하라”, 『국방일보』, 2008년 10월 24일자 4면.
- [10] 신동선, “포항공항 활주로 피해 복구 ‘실전 방불’”, 『경상매일신문』, 2015년 3월 9일자 5면.
- [11] 김상윤, “활주로는 생긴 대형 폭파구 장병·중장비 투입 순식간 ‘떨쩍’”, 『국방일보』, 2018년 2월 8일자 9면.
- [12] 장석명, “리니어 모터 기술 및 응용전망”, 『전력기술인』, 206권 10호, 서울: 한국전기기술인협회, pp. 44-45, 1999.
- [13] Bill Schwebe, Electronics poised to replace steam-powered aircraft launch system, EDN network, pp.1-3, 2002.
- [14] Michael, “Electromagnetic Aircraft Launch System - EMALS” *IEEE Transactions on Magnetics*, no. 31, New York : IEEE, pp. 528-533, 1995.
- [15] General Atomics, general atomics emals modular. General Atomics(www.ga.com/emals-subsystems), 2017.

— [저 자 소 개] —



성 민 철 (Min-Cheol Seong)
2019년 2월 육군사관학교 전자공학과
학사
email : smc5@hanmail.net



김 용 철 (Yongchul Kim)
1998년 2월 : 육군사관학교 전자공학과 학사
2001년 11월 : University of Surrey
전자공학과 석사
2012년 1월 : North Carolina State
University 전자공학과 박사
2012년 6월~현재 : 육군사관학교 전자공학과 교수
email : kyc6454@mnd.go.kr