

무인 이동체를 활용한 도서 지역의 군수지원 향상 비교 연구

이학재*, 신상희, 황성국, 김무영, 권기상
(주) LIGNex1

A Comparative Study on The Improvement of Logistics Support in Island Area using Unmanned Vehicles

Hak-Jae Lee*, Sang-Hee Shin, Seong-Guk Hwang, Moo-Young Kim, Ki-Sang Kwon
LIGNex1 Co. Ltd

요약 최근 대한민국 해병대에서는 자체 무기 체계를 도입 및 보유하기 시작하였다. 하지만 전체적인 정비 수준은 타 군에 비해 낮다. 그리고 무기 체계 수송 시 타 군에 의존적인 부분이 간헐적으로 발생하고 있다. 이 경우, 무인 이동체를 활용하면 무기 체계 운반 시 발생하는 비용, 인력, 시간, 그리고 위험을 줄일 수 있다. 또한, 섬과 섬, 섬과 내륙 간 무기 체계 수송 시 해병대는 타 군에 비하여 정비 수준 및 주변 환경 측면에서 무인 이동체의 활용이 용이하다. 본 논문에서는 서해 도서 지역에서 무인 이동체를 활용할 경우 군수지원 측면에서 운용 가용도 및 수리 부속 비용이 얼마나 개선되는지 비교한다. 이 운용 가용도 및 수리 부속 비용을 비교하기 위해 본 연구에서는 OO 무기 체계에서 산출된 CSP 데이터를 바탕으로 섬과 섬 간에는 수송용 드론을 적용하고 섬과 내륙 간에는 다목적 무인헬기의 적용하여 이에 대한 시뮬레이션을 수행 후 그 결과를 비교 분석한다.

Abstract Recently, the Marine Corps of South Korea started to introduce and possess its own weapon systems. On the other hand, the level of maintenance is lower than that of other military forces, and depending on the other military forces, maintenance occurs intermittently when transporting weapons systems. In this case, unmanned vehicles can be used to reduce the cost, manpower, time, and risk of carrying weapons systems. In addition, the transport of weapon systems between islands or between an island and inland of the Marine Corps using unmanned vehicles is easier in terms of the maintenance level and surrounding environment than other military forces. This paper compares the improvement of operational availability and cost of spare parts in terms of logistics support when using unmanned vehicles in the West Sea area, and quantitatively show the efficiency and usability of the weapon system. To compare operational availability and costs for spare parts, a simulation was performed based on the OO weapons system between islands or between an island and inland, and the results were compared and analyzed.

Keywords : Unmanned Vehicles, Drone, Unmanned Helicopter, CSP, Transport, Logistics Support, Operational Availability, Cost of Spare Parts

1. 서론

현대 과학기술이 급속한 발전을 하고 있는 동시에, 최

근 4차 산업혁명으로 명명되어지는 최신 기술들을 군 무기 체계에 적용하는 시도가 활발히 진행되고 있다. 특히, 무인 이동체 산업은 사회 다방면으로 빠르게 발전하고

*Corresponding Author : Hak-Jae Lee(LIGNex1 Co. Ltd)
email: hakjae.lee@lignex1.com

Received June 28, 2019

Accepted September 6, 2019

Revised August 2, 2019

Published September 30, 2019

있으며 다양한 형태의 무인 이동체 적용이 급속히 증가하고 있다[1,2]. 그 중 군 무기체계에 무인 이동체를 적용하고자 하는 시도가 활발히 진행되고 있다. 우리가 주변에서 레저용, 촬영용 등으로 접할 수 있는 드론은 원래, 군용 목적으로 개발되었으며, 1969년 미국 해군의 DASH, 1970년대 이스라엘 공군의 IMI Mastiff, 1980년대 미국 국방부의 Predator 등이 여기에 해당한다[3]. 특히, 미군이 드론을 중동 및 서남아시아 지역에서 실전에 배치하여 정찰용 및 폭격용으로 사용된 경우가 대표적인 사례이다. 이와 같이, 해외에서는 드론을 군용으로 적용한 사업이 활발히 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 군사용으로 드론을 적용한 사례는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 무인 이동체를 대한민국 해병대용으로 활용하는 사례에 대하여 구체적인 방안과 그 시뮬레이션 결과를 효율성과 경제성 측면에서 정량적으로 제시한다.

최근 몇 년 동안 대한민국 해병대에서는 자체 무기체계를 다수 보유하기 시작하였으며 대부분 최첨단 기술이 적용되고 있다. 이는 무기체계의 복잡도 증가, 수명주기 내 유지비용 증가 및 운용가용도 저하와 같은 문제들을 수반한다. 또한, 해병대의 정비 수준은 자체 무기체계를 정비하기에는 다소 부족하다. 이러한 문제들은 돌발(간헐적) 소요를 증가시키는 비가동 시간 및 예비 부품 수량을 증가시키는 원인이 되고 있다. 특히, 예비 부품 수량이 증가할 경우, 저장 및 보급시설이 추가로 요구되며, 즉시 저장 및 보급이 불가능한 품목의 경우는 행정 및 군수 지연 시간(주문 및 회송 시간)이 추가로 발생한다.

해병대는 예비 부품을 수송하기 위하여 해군에 수송용 선박을 요청하거나 민간 선박을 별도로 대여하는 문제가 발생하고 있다. 이 경우, 무인 이동체를 활용하면 무기체계의 예비 부품 운반 시 발생하는 비용, 시간, 인력 및 위험 문제를 줄일 수 있다. 또한, 해병대의 무인 이동체 활용은 정비수준 및 운용환경 측면에서 타 군에 비하여 더 큰 효율을 발휘할 수 있다.

본 연구에서는 해병대가 작전을 수행하고 있는 서해 도서지역에서 OO 무기체계의 보급 및 수송을 위해 무인 이동체를 적용할 경우 효율성(운용가용도) 및 경제성(수리부속 비용) 측면에서 그 값을 정량적으로 비교 및 분석한다.

2. 본론

2.1 무기체계 운용 기초 정보

본 연구에서는 최신 배치 및 운용 계획을 바탕으로 최대한 실제에 가깝게 분석하였다. 이를 위하여, Table 1과 같이 기존 CSP 분석 수량 및 보증 기간 등을 반영하였다. Table 1의 항목별 설정값은 OO 무기체계 개발기간 중 실무조정회의(ILS-MT) 시 사업관련 기관 간 협의하여 설정하였다. 이에 따라, 목표 운용가용도는 87%로 설정하였으며, 그 외 값 역시 아래와 같이 설정하였다.

Table 1. Operational basic information

Input item	Application criteria
MTBF of OO System	000.00 hours
Operational availability target value	87 %
Cost of Spare parts	₩ 000,000,000
Quantity	Island "D" : 0 EA Island "U" : 0 EA
Warranty period	00 months
Annual operation time	0,000 hours

본 논문에서 제안하는 운용가용도 및 수리부속 비용 비교 및 분석은 '17년도부터 해병대에 배치를 시작한 OO 무기체계의 동시조달수리부속(CSP : Concurrent Spare Parts, 이하 CSP) 분석데이터를 기초로 수행한다. 여기서 CSP란, 초기 일정기간 동안 재보급 없이 무기체계에 주어진 운용임무를 수행하기 위해 필요한 필수소요 수리부속품을 말하며, 무기체계의 효율적인 유지 및 정비 관리 도모를 위하여 초도 및 후속 보급되는 무기체계와 동시에 조달된다[4].

OO 무기체계의 CSP 분석데이터에는 정비대체장비(M/F)를 제외한 부대 및 야전 수리대상품목의 각종 정보가 수록되어 있다. 본 연구에서는 무인 이동체의 활용 여부에 따라 CSP 분석데이터에서 실제 부대정비를 수행하는 섬과 야전정비를 수행하는 섬, 그리고 창정비를 수행하는 지역 간 주문 및 회송 시간을 변경하여 운용가용도와 수리부속 확보 비용을 시뮬레이션 수행했다. 본 논문에서 수행하는 시뮬레이션은 방위사업청에서 배포한 CSP 산출 표준 소프트웨어인 Optimal Allocation of Spares Initial Support(이하 OASIS)를 활용하여 수행하였다. OASIS를 활용한 이유는 국내 CSP 소요산출의 경우, 국내에서 개발되어 표준으로 지정된 SOLOMON 체계의 OASIS를 활용하고 있고, 이는 관리기관 및 개발기관(업체 포함), 소요군에 공통적으로 적용하도록 하고 있기 때문이다[5]. 또한, 이 표준 소프트웨어는 현재 다단계 정비/보급체계에서 운용되는 무기체계의 목표 운용가용도를 만족시키는데 필요한 최소 비용의 재고수준 산출

을 위한 최적화 도구로 활용되고 있다[4]. 주요 입력 항목으로는 완제품 또는 부품에 대한 구조도, 고장률, 정비 정보와 수리 및 회송시간, 신뢰도 기준 등과 관련한 품목별 자료와 연간운용시간, 소요군의 정비지원구조, 품목별 소요량, 비용 및 가용도 기준 등의 분석 자료가 있으며, 이를 바탕으로 목표 운용가용도와 목표 비용을 동시에 최적화하기 위해 라그랑즈 승수 기법에 의해 최적해를 산출하고 있다[6].

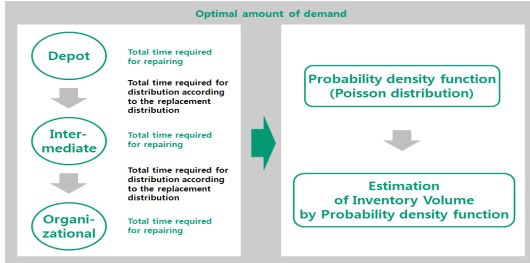


Fig. 1. Estimation of optimal amount of demand[4,7]

OASIS에서는 Fig. 1과 같이 포아송 분포를 적용하여 부재고량 및 최적 소요량을 산출한다[4,7]. 포아송 분포는 주어진 시간 또는 영역에서 어떤 사건의 발생횟수에 대한 확률모형이다. 발생할 확률이 매우 적은 사건에 대하여 일으킬 수 있는 시도를 무한히 많이 하였을 때, 그 사건의 확률은 포아송 분포를 따른다.

포아송 분포를 적용한 이유는 CSP 수량 산출 시 예비수량이 전부 소진되는 상황을 방지하기 위함이다. 즉, 특정 사건이 발생할 확률이 매 시간마다 종속적인 관계를 갖는 최적 보급소요량 산출에 적용가능하다. 다른 확률 분포를 적용하지 않은 이유는 다음과 같다. 정규분포는 일반적인 오차 분포이므로 단위 시간에 안에서 발생하는 빈도가 적은 사건의 확률을 구하기 위해 사용하는 것은 부적합하다. 또한, 이항분포 또는 베르누이 분포는 어떤 일을 수행했을 경우 성공 또는 실패의 2가지 경우 밖에 없다고 가정하므로 분석에 적용이 어려우며, 지수 분포는 무기역 성질을 갖고 있으므로 단위 시간별 최적 보급소요량 산출에 적용하는 것은 적절하지 않다.

소요 품목이 t시간 운용될 경우 n번의 고장이 발생할 확률은 다음의 포아송 분포로 나타낼 수 있다[8].

$$f(n) = \frac{(k\lambda t)^n e^{-k\lambda t}}{n!} \quad (1)$$

Where, n denotes number of failures, k denotes number of items, λ denotes failure rate, t denotes operating time.

Eq. (1)을 살펴보면, 포아송 분포 방정식 f(n)은 무기체계 내의 장치 운용시간(t) 동안 n번의 고장이 발생할 확률이며, 소요품목을 n개의 CSP로 확보할 경우 고장 발생 확률을 낮출 수 있다. 즉, f(n)은 n개의 CSP 확보 시 CSP 가용 확률로 표현할 수 있다. λ는 장치 단위의 고장률이며, 1백만 시간에 평균 고장 간 시간의 역수를 취하여 산출한다. k는 시스템 내 해당품목 사용 수량이며, kλ t는 고장횟수(정비횟수)이다.

2.2 무기체계 운용 환경 및 정비 개념

2.2.1 무기체계 운용 환경

Fig. 2를 살펴보면, 무인 이동체 운용을 가정할 경우 D도와 W도 간 거리는 10 km, W도와 창 간 거리는 190 km 이므로, D도와 W도 간에는 드론으로 수리부속을 수송하며 W도와 창간에는 다목적 무인헬기로 수리부속을 수송한다고 가정한다. 또한, Fig. 3을 살펴보면 U도와 Y도 간 거리는 25 km, Y도와 창 간 거리는 80 km 이므로, U도와 Y도 간에는 드론으로 수리부속을 수송하며 Y도와 창간에는 다목적 무인헬기로 수리부속을 수송한다고 가정한다. 부대정비 지역과 야전 정비 지역 간, 야전 정비 지역과 창 정비 지역 간에는 별도 지형지물은 없다고 가정한다.



Fig. 2. Operating environment of D↔W↔Depot



Fig. 3. Operating environment of U↔Y↔Depot

2.2.2 무기체계 정비 개념

OO 무기체계의 정비개념은 Fig. 4와 같다. OO 무기체계에서 D도는 W도에서 야전정비를 수행하며, U도는 Y도에서 야전정비를 수행한다.

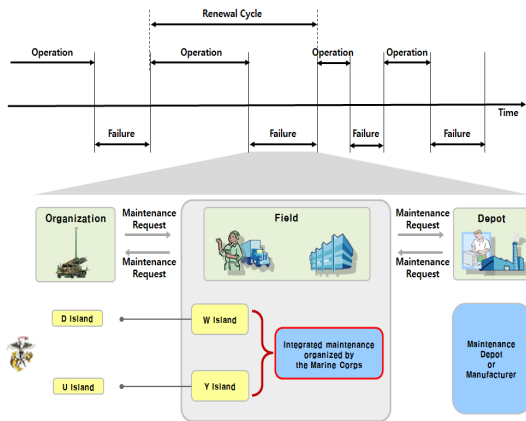


Fig. 4. Maintenance Concept of the Marine Corps

위의 정비 개념을 적용하기 위해 본 시뮬레이션에서 설정한 가정치에 대한 설명은 Table 2 및 Table 3과 같다. 먼저, Table 2의 정비 단계별 수리소요 시간은 각 정비지원계단에서의 수리소요 시간 즉, 고장품목이 해당정비계단에 수리 의뢰된 시점부터 수리가 완료되는데 까지 평균적으로 소요되는 시간으로 수리대기 시간, 행정 처리 시간 및 실제 수리 시간 등을 포함한다. 그러나 예비 부품이 없어 수리가 지연되는 시간은 포함되지 않는다[4]. 본 연구에서 수리 소요 시간은 OO 무기체계 개발기간 중 실무조정회의(ILS-MT) 시 사업관련 기관간 협의의 결과에 따라 부대 24 시간, 야전 168 시간, 창 720 시간이 소요된다고 설정하였다.

Table 2. Setting of repair time

Repair time	Organization	Field	Depot
Drone X	24 hours (1 day)	168 hours (7 days)	720 hours (30 days)
Drone O			

다음으로 Table 3의 주문 및 회송 시간은 차 상위에 수리부속품이 있을 경우에 보급을 요청한 시점에서 보급 받는데 소요되는 평균시간이다[4]. 본 연구에서 무인 이동체 미적용 시 부대와 야전 간 주문 및 회송 시간은 OO

무기체계 개발기간 중 실무조정회의(ILS-MT) 시 사업관련 기관간 협의의 결과에 따라 부대 및 야전 간 80 시간, 야전 및 창 간 720 시간이 소요된다고 설정하였다. 무인 이동체 적용 시 부대와 야전 간 주문 및 회송 시간은 행정 처리 지연 시간과 비행시간을 고려하여 드론 미적용 시간의 5 % 만 소요된다고 가정한다. 단, 무인 이동체 적용 시 소요시간은 행정 처리 지연 시간을 고려하여 24 시간 이하는 될 수 없다고 가정한다. 따라서, 무인 이동체 적용 시에는 부대 및 야전 간 24 시간, 야전 및 창 간 36 시간이 소요된다고 가정한다.

Table 3. Setting of order & turnaround time

Order & Turnaround time	Organization	Field	Depot
Drone X	80 hours		720 hours
Drone O	24 hours		36 hours

2.3 무인 이동체 모델 선정

본 연구에서는 ‘2019 드론쇼 코리아’에서 전시된 드론과 무인헬기의 제원을 반영하였다. Fig. 5의 드론에 대한 주요사양은 Table 4와 같다. 이 수송용 드론의 용도는 OO 무기체계에서 부대 및 야전 간 교환 수리부속품목을 수송하는 것으로 가정한다. OO 무기체계에서 무게가 30 kg이 넘는 수리부속은 없으므로 Table 4의 운용 제원으로는 D도와 W도, U도와 Y도간 드론 운용에 제약사항은 없는 것으로 확인되었다.



Fig. 5. Transport drone

Table 4. Specifications & characteristics matrix of transport drone

Items	Specifications
Weight (Payload)	35 kg (40 kg)
Dimension (W × L)	2.2m × 1.4m
Maximum speed	60 km/h
Flight Duration	40 minutes
Manufacturer	FINE ADS
Annual operation time	0,000 hours

Table 5는 Fig. 6 모델의 주요사양이다. 이 무인헬기는 OO 무기체계에에서 야전 및 창 간 교환 수리부속품목을 수송용으로 사용하며, W도와 창, Y도와 창간 활용 시 제약사항은 없는 것으로 확인되었다.

Table 5. Specifications & characteristics matrix of multipurpose unmanned helicopter

Items	Specifications
Use	<ul style="list-style-type: none"> - Armed management - Surveillance reconnaissance - Emergency aid shipments, etc - Operation of emergency response forces such as 5 islands in West Sea of Korea - Joint operation with large attack Helicopter - Support for landing operation
System composition	<ul style="list-style-type: none"> - 2 to 4 aircrafts with EO/IR - 1 set of the ground body (ground control equipment, ground communication equipment, air transport vehicles, ground support equipment, etc.)
Dimension (W × L × H)	9.4 m × 8.1 m × 2.7 m
Manufacturer	Korean air



Fig. 6. Multipurpose unmanned helicopter

3. 시뮬레이션 결과

3.1 시뮬레이션 수행 방법

본 연구에서는 OO 무기체계에 대하여 D도와 W도, W도와 창 간, 그리고 U도와 Y도, Y도와 창간에 무인 이동체의 수송 여부를 반영한 운용가용도 및 이때의 수리부속 비용을 산출한다. 또한, OO 무기체계에 할당된 수리부속 예산을 최대한 반영하여 이 때 달성 가능한 운용가용도를 산출한다. 최종적으로 이 2가지 결과에 대한 원인을 비교 분석한다.

3.2 시뮬레이션 결과 산출

3.2.1 시뮬레이션 결과 종합

2가지 시뮬레이션에 대한 종합결과는 다음과 같다. 우선, 운용가용도별 최적 수리부속 비용 산출 결과는 Table 6 및 Table 7와 같다. 특히, Table 7에서 무인 이동체를 활용 시 목표 운용가용도 87%를 달성하는 것을 확인 할 수 있다.

Table 6. Comparison of operational availability & optimum cost for spare part in the state for D ↔ W ↔ Depot

D↔W↔Depot	AO	Optimum cost
Drone X	88.39 %	₩ 624,133,873
Drone O	87.12 %	₩ 619,567,873

Table 7. Comparison of operational availability & optimum cost for spare part in the state for U ↔ Y ↔ Depot

U↔Y↔Depot	AO	Optimum cost
Drone X	85.61 %	₩ 623,793,873
Drone O	87.13 %	₩ 619,237,873

다음은 최대 수리부속 비용 적용 시 운용가용도 산출 결과는 다음과 같다. 두 섬 모두 최대 수리부속비용을 사용할 경우 무인 이동체 활용 시의 운용가용도가 더 높은 것을 확인 할 수 있다.

Table 8. Comparison of maximum cost for spare part & operational availability in the state for D ↔ W ↔ Depot

D↔W↔Depot	Maximum cost	AO
Drone X	₩ 694,488,338	93.60%
Drone O	₩ 718,727,097	94.56%

Table 9. Comparison of maximum cost for spare part & operational availability in the state for U ↔ Y ↔ Depot

U↔Y↔Depot	Maximum cost	AO
Drone X	₩ 637,365,640	90.28%
Drone O	₩ 682,798,873	93.89%

본 시뮬레이션 확인 결과, 무인 이동체 활용 시 목표 운용가용도 만족과 동시에 수리부속 비용이 절감되었다. 또한, 최대 수리부속 비용을 반영한 무기체계의 운용가용도를 비교한 결과, 무인 이동체를 활용 시 그 값이 증가하였다. 주문 및 회송 시간은 임무필수품목(고장이 발생할 확률은 낮지만 고장이 발생할 경우 즉시 무기체계 운용가용도에 심각한 영향을 미치는 품목)에는 영향을 주지 않았으나, 수요 품목(해당 년도에 최초 배치되는 체계 전체 대수를 대상으로 수리부속 운용기간 중 1회 이상 소요가 예상되는 품목)에는 영향을 주는 것을 확인하였다. 즉, 수요 품목을 기존보다 적게 선정하였고, 이는 무인 이동체를 섬 간 수송 용도로 활용하면 수리부속 소요가 발생한 즉시 주문 및 수송이 가능하기 때문에 보급시설에 불필요한 수리부속을 보관하는 경우를 줄일 수 있기 때문으로 추정된다. 운용가용도에 따른 수리부속 비용 산출 및 최대 수리부속 비용에 따른 운용가용도 산출은 다음의 3.2.2 및 3.2.3과 같다.

3.2.2 운용가용도에 따른 수리부속 비용 산출

아래의 Fig. 7은 D도↔W도↔Depot 및 U도↔Y도↔Depot간 무인 이동체의 수송 적용 여부를 반영한 운용가용도 산출 결과이다.



Fig. 7. Comparison of operational availability

이 결과를 살펴보면, D도↔W도↔Depot 간 드론을 적용한 운용가용도가 그렇지 않은 경우보다 약 1.27 %

낮게 산출되었으나 모두 목표 운용가용도 87 %를 만족하였다. 또한, U도↔Y도↔Depot 간 드론을 적용한 운용가용도가 그렇지 않은 경우보다 약 1.52 % 높게 산출되었다. 특히, U도↔Y도↔Depot 간 드론 미적용 시에는 목표 운용가용도를 만족하지 못했으나 드론 적용 시에는 목표 운용가용도를 만족하였다.

이 때의 수리부속 비용을 비교해보면 Fig. 8과 같이, D도↔W도↔Depot에서 무인 이동체를 적용할 경우 4,566,000원 (0.73 %)의 예산이 절감되었다. 또한, U도↔Y도↔Depot에서 무인 이동체를 적용할 경우 4,566,000원 (0.73 %)만큼의 비용 절감을 확인할 수 있다.

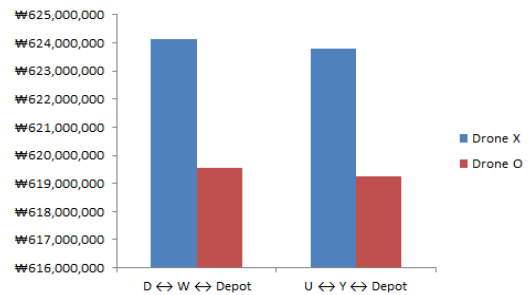


Fig. 8. Comparison of optimum costs for spare parts according to operational availability

3.2.3 최대 수리부속 비용에 따른 운용가용도 산출

다음의 Fig. 9는 D도↔W도↔Depot 및 U도↔Y도↔Depot간 무인 이동체의 수송 적용 여부를 반영한 최대 수리부속 비용 산출 결과이다.

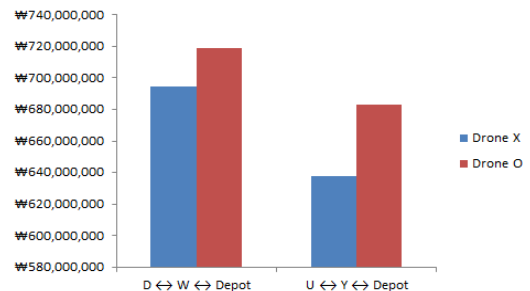


Fig. 9. Comparison of maximum costs for spare part

이 결과를 살펴보면, D도↔W도↔Depot 간 드론을 적용한 최대 수리부속 비용은 드론을 적용하지 않은 경우에 비해 약 3.49 % (24,238,759원) 증가하였다. 또한,

U도↔Y도↔Depot 간 드론을 적용한 최대 수리부속 비용은 드론을 적용하지 않은 경우에 비해 약 7.13 % (45,433,233원) 증가하였다. 이 때 산출되는 최대 수리부속 비용은 OO 무기체계의 사업 지침에서 제시하는 비용(단가의 4 %)을 초과하지 않았다.

이 때의 운용가용도를 비교해보면 Fig. 10과 같이, D도↔W도↔Depot에서 무인 이동체를 적용할 경우 운용가용도가 0.96 %가 증가하였다. 또한, U도↔Y도↔Depot에서 무인 이동체를 적용할 경우 3.61%의 운용가용도 증가를 확인 할 수 있다.

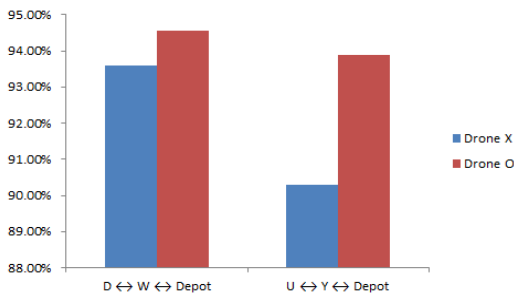


Fig. 10. Comparison of operational availability analysis results

4. 결론

서해 도서지역에서 무인 이동체를 활용할 경우 목표 운용가용도를 만족하기 위한 수리부속 비용이 절감되는 것을 확인 할 수 있다. 또한, 무인 이동체 활용 시 최대 수리부속 비용을 반영할 경우 무기체계의 운용가용도가 향상되는 것을 확인하였다. 이것으로 드론의 활용이 무기체계의 효율성(가용도 증가) 및 경제성(수리부속 비용 절감) 개선에 기여함을 알 수 있다.

향후 운용 시간이 대폭 개선된 배터리 또는 수소전지 드론과 같은 새로운 연료체계를 적용한 무인 이동체를 수송용으로 활용 할 경우 운용 시간 및 거리가 크게 늘어 날 것이므로 부대 및 창 간, 야전 및 창 간 주문 및 회송 시간을 대폭 줄여 무기체계의 운용 효율 향상 시킬 것으로 예측된다[2]. 또한, 무인 이동체의 활용할 경우 기존의 선박 대여료 및 보험료 등 부수적인 비용을 절감할 수 있으므로 무인 이동체 적용은 무기체계의 효율적인 활용에 기여함을 확인할 수 있다. 마지막으로, 급증하는 드론 수요에 대응하기 위해서는 관련 규정의 정비가 수반되어야 할 것이다[9].

References

- [1] K. S. Lee, "Small unmanned aerial vehicle drone that dominates the sky", Defense & Technology, pp. 76-86, July. 2014.
- [2] H. S. Kim, "Self-powered Engine KIT for Dron", Proceedings of the KSMPE Conference, pp. 254-254, Apr. 2017. <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07183956>
- [3] J. G. Ha, Drone shock, 1rd Ed., ebizbooks, Feb. 2016. https://book.naver.com/bookdb/book_detail.nhn?bid=10311787
- [4] DAPA, OASIS II (NAVY) User Guide, 8th Ed., Defense Acquisition Program Administration, Aug. 2014. <http://www.kaiem.co.kr/>
- [5] Defense Acquisition Program Administration (DAPA), Guideline for Integrate Logistic Support Development, Seoul, Korea. 2015.
- [6] Agency for Defense Development (ADD), OASIS Model for CSP Estimation, Daejeon, Korea. 2006.
- [7] H. Yoon, "The Effect Analysis of the Improved Vari-METRIC in Multi-Echelon Inventory Model", Korean Management Science Review 28(1), 2011.3, 117-127(11 pages). http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE01623610&language=ko_KR
- [8] Blanchard, B. S. "Logistics engineering and management". Prentice Hall, pp 104-106. 2004.
- [9] J. H. So, "A Study on Legal Amendment for the Management of Unmanned Aerial Vehicles (Drones)", The Korea Transport Institute, Sep. 2017. <http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE07518072>

이 학 재(Hak-Jae Lee)

[정회원]



- 2010년 2월 : 한국항공대학교 전자통신컴퓨터공학부 전자공학과 (공학학사)
- 2012년 2월 : 한국항공대학교 일반대학원 항공전자공학과 (공학석사)
- 2012년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 ILS연구소 선임연구원

<관심분야>

전기/전자, 국방/과학

신 상 희(Sang-Hee Shin)

[정회원]



- 2010년 2월 : 경희대학교 기계산업시스템공학부 산업공학과 (공학학사)
- 2011년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

<관심분야>

국방/과학, 신뢰성분야

권 기 상(Ki-Sang Kwon)

[정회원]



- 1993년 2월 : 금오공과대학교 전자제어공학과 (공학학사)
- 2000년 6월 : 해군 대위 전역
- 2000년 6월 ~ 현재 : LIG넥스원 ILS팀 팀장

<관심분야>

정보경영, 정보통신

황 성 국(Seong-Guk Hwang)

[정회원]



- 2014년 8월 : 인하대학교 산업공학 (공학학사)
- 2015년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 선임연구원

<관심분야>

산업공학, 신뢰성분야

김 무 영(Moo-Young Kim)

[정회원]



- 2006년 7월 : 경북대학교 전자전기공학부 (공학학사)
- 2006년 7월 ~ 현재 : LIG넥스원 수석연구원

<관심분야>

정보경영, 정보통신