



## A Study of the Oil Support System Outcome Influenced by Alterations of Oil Supply System and Oil Supply Pump Performance Improvements - Focusing on Army Mechanized Troops

Se-Ho Lee<sup>1</sup>, Kim Ryong<sup>1</sup>, Kyung-Hye Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ph.D. Candidate in Department of Business Administration, Chungnam National University

<sup>2</sup>Professor, School of Business, Chungnam National University

### ABSTRACT

According to the Army basic plan related to Defence reform, the operational area of the future Army Corps will be expanded and some assigned combat equipment will be modified. Owing to those changes, the operational sustainment support plan would be influence by assigned equipment for future mechanized troops. Accordingly, it is vital to verify the future oil supply system which is one of the most important factor in the operational sustainment support. The purpose of this study is to investigate the change of tank lorry supply time and waiting time influence by the 10~200% improvement of oil supply pump and to suggest the target value of the oil supply pump performance. Judging by simulation result, 10,000 liter is suggested to tank lorry capacity of the tank battalion. 4,500 liter is of the field artillery battalion. it is derived from the modeling of the future mechanized battalion level. Second, oil release time is 44~75% of total supply time. So it can be posed that one of the most important factor in the oil supply time is the release performance of the oil pump. Simulating with the improved release performance of oil pump, it is significant up to 100%. But it is meaningless the range over 100%. Third, the total oil supply time is reduced by 10.4~24.5% point. In conclusion, it is proved that the oil supply system performance could be improved by reducing oil release time of tank lorry, vehicle waiting time and concurrent running time. All reducing time is due to the performance improvement of oil pump.

© 2019 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS:** Oil support systems, Oil vehicle capacity and quantity, Mechanization units, Simulation models, Oil pump performance

**ARTICLE INFO:** Received 8 August 2019, Revised 17 September 2019, Accepted 11 October 2019.

\*Corresponding Author, Kyung-Hye Park, Ph.D., School of Business, Chungnam National University, Daehak-ro

99, Yuseong-gu, Daejeon, 34134, KOREA.  
E-mail address: [kpark@cnu.ac.kr](mailto:kpark@cnu.ac.kr)

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

첨단 과학기술 기반의 미래지향적 군(軍) 구조를 갖춰 전방위 다양한 위협에 신속대응이 가능한 부대구조로 탈바꿈하기 위해 육군은 병력 감축과 연계하여 부대구조를 축소 개편한다[1]. 미래 작전환경의 변화에 있어 군단(軍團) 작전지역이 확장되고 확장된 지역에서 작전에 투입되는 군은 결정적인 시간과 장소에 공세적으로 전투력을 운용할 수 있더라도 전투를 지속하는데 작전지속지원 능력은 중요한 요소이다. 작전지속지원이 원활하게 이루어지도록 하기 위해 각급 부대에서는 지속가능하며 효율적인 작전지속지원 계획을 수립하고 있다[2-4]. 이와 같은 계획을 수립하고 추진하기 위해서 효율적인 시뮬레이션을 활용한다.

시뮬레이션(Simulation)은 시스템(System)에 대한 이해나 대안 평가 등 의사결정을 위한 정보를 모델(Model)의 결과로 제공한다. 시뮬레이션은 아직 존재하지 않는 시스템을 미리 실험해본다는 점에서 아주 유용한 해(Value)를 제시한다. 새로운 시스템을 구축하기 전에 타당성 조사 및 대안의 비교 평가가 가능하여 투자에 따른 위험을 줄일 수 있는 도구로 시뮬레이션이 사용되고 있다[5]. 생산-물류 시스템과 같은 복잡한 대형 시스템의 설계와 운영문제들을 해결하고자 하는 분야는 시스템의 고도화, 복잡화가 급속히 진행됨에 따라 해결을 위한 방법론 또한 매우 광범위하게 적용되고 있다[6]. 시뮬레이션 시스템은 상세한 흐름까지 모형화가 가능하고 현실성이 높다는 장점을 가지고 있다. 특히 컴퓨터 시뮬레이션은 시스템의 모델들을 다룬다.

시스템은 물리적 시설(Facility) 또는 프로세스(Process)를 가리키며, 실제로 존재하거나 아니면

계획된 것일 수도 있다. 많은 경우에 물리적 시설이나 시스템을 통해서 실험을 하는 것이 어려우며, 비용이 많이 들고, 또는 아예 불가능한 경우도 있다. 이러한 상황에서는 시뮬레이션 모델을 구축하고 이를 사용하여 물리적인 시스템에서 어떤 일들이 일어날 수 있는가에 대해서 다양한 실험계획을 시도해 봄으로써 현실 시스템에서는 제한적인 다양한 대안들을 찾아낼 수 있다[7].

“응급진료센터 운영 개선을 위한 시뮬레이션”, “대체장비를 고려한 항공기 부품 생산라인의 ARENA 시뮬레이션 모델링 방법론” 등 시뮬레이션 연구 시 ARENA를 활용하고 있음을 확인할 수 있다[8-9]. ARENA는 시뮬레이션을 위한 범용 프로그램으로 자동차 부품 제조 공정 시뮬레이션과 같은 제조 공정부터 SCM(Supply Chain Management) 의사결정에 관한 연구, 군 관련 군수 분야의 문제 해결까지 다양한 분야에 사용되고 있다[10-11]. ARENA는 고급 시뮬레이터에서 발견할 수 있는 사용의 용이성과 유연성을 갖추고 있다. 그래픽 사용과 인터페이스, 메뉴 대화형식 등이 발전되어 사용자가 활용하기 용이한 장점이 있어 본 연구에서는 ARENA를 활용하였다.

앞선 연구에서 유류지원의 중점으로는 작전기간 동안 유류의 저장수준(S/L)\*을 확보하여 전투부대에 지속지원하여 작전지속능력을 보장하는 것으로 현재와 미래 체계에서 유조차의 용량 및 수량을 여러 대안을 통해 시뮬레이션을 실시하여 효율적으로 활용하는 것에 중점을 두었다.

본 연구에서는 미래 기계화부대 편성과 유류지원체계의 변화가 전체 유류지원 프로세스의 효율성에 대한 불확실성을 갖게 된다고 판단하였다. 유류지원체계에서 유류펌프(Oil Pump)의 성능 향상을

\* 저장수준(Storage Level) : 전시 소요총량을 위해 보급시설에 인가된 전투예비유류를 말함. 저장수준은 군수참모부장이 피지원부대의 무기수에 보급일수 및 일일보급량에 의해 결정

기대하면서 유류지원체계의 효율화를 위한 시뮬레이션의 설계와 분석을 진행하였다. 각각의 시뮬레이션을 통해 불확실성을 다루고 정성적인 부분을 정량적으로 확인하면서 미래 유류지원체계의 불확실성을 제거하려고 한다.

본 연구는 다음과 같은 목적을 가지고 있다. 실제 기계화부대에서 수집한 기초데이터를 활용하여 대대급 기계화부대의 유류지원체계에 대한 변화를 모델링 한다. 시뮬레이션에 입력된 데이터는 유류지원체계의 변화에 따른 유조차 편성 및 용량에 대한 분석을 요구한 부대와 함께 측정하고 시뮬레이션을 설계하기 위해 계산한 실제 조건이다. 미래 기계화부대에 10,000 ℓ 유조차 2대를 편성하는 것이 더 타당할 것으로 주장하였던 기존 연구자료를 바탕으로 미래 유류지원체계에 대한 시뮬레이션 결과와 기계화부대에서 보유중인 유조차(Oil Truck) 및 보급수송중대의 유류탱크(Oil Tank)에서 보유중인 유류 펌프의 성능을 현재보다 어느 수준만큼 개선시키는 것이 효율적인지와 유류펌프의 성능개선이 전체 유류지원 체계에 미치는 영향을 확인해보는 것이다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 연구의 범위 및 방법, 선행연구를 검토한다. 3장에서는 미래 유류지원체계에 대한 문제 정의와 시뮬레이션 변수, 시뮬레이션 입력절차를 제시한다. 4장에서는 유조차의 용량 및 수량, 펌프 용량 등을 입력요소를 선정하여 유류지원 프로세스 모형을 설계하고, 펌프 성능 효율성 분석결과를 토대로 전체 유류지원 프로세스에 미치는 영향을 분석한다. 5장에서는 연구결과에 대한 의의 및 시사점과 함께 연구의 한계 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 연구 내용

### 2.1 연구의 범위 및 방법

본 연구는 전시 1일 유류소요량 대비 유조차의 용량(Capacity) 및 수량(Quantity)에 대한 적절성을 대상으로 하며, 연구의 과정은 다음 네 가지로 요약할 수 있다. 첫째, 유조차의 용량과 수량에 대한 적절성을 검토하고 둘째, 유조차의 용량과 수량에 미치는 요소들을 파악한다. 셋째, 유류 펌프의 성능을 개선하였을 때 가장 효율적인 개선량을 제시하고 마지막으로 유류지원체계를 시뮬레이션하여 분석된 사항을 통해 기존 연구결과와 유류펌프의 성능을 개선하였을 때 전체 유류지원체계 프로세스에 미치는 영향에 대하여 확인한다.

### 2.2 선행연구 검토

“대대급 기계화부대 편성 유조차 적정 용량 및 수량에 관한 연구”에서 현재 편성된 유조차가 작전계획 5027-04\* 0단계 작전간 임무수행이 가능한지에 대한 여부를 판단하였으며[12], 가장 효율적인 유조차의 용량과 수량에 대해서 제안하였다. 위의 기존 연구에서 제시한 유조차의 용량과 수량은 10,000 ℓ 유조차 2대로 편성하는 것이 타당한 것으로 확인하였다. 선행연구에서는 기계화부대에서 보유해야 할 유조차의 용량과 수량에 대하여 제시하였으나 기존 장비들의 능력에 한정하여 데이터를 확보하였고 유조차가 보유해야 할 내부 장비들의 성능이 향상되었을 때 유류지원체계 전체 프로세스에 미치는 영향이 효율적인 것인지에 대한 결과를 나타내지는 못하였다. 유류를 지원하는데 필요한 요소 중에 유조차의 속도와 내부 장비들의 성능이 중요하다. 유조차의 이동 속도는 전시상황을 가정하여 실제 측정된 데이터를 기초로 하였으며 전시상황에서 차량의 속도는 큰 변화를 이끌어 내기 어렵다고 판단하였다. 따라서 유조차 및 유류탱

\* 작전계획 5027-04 : 한·미 연합군의 전시작전계획

크로부터 유류를 효율적으로 지원받기 위한 핵심 장비로는 유류호스(Oil Hose) 및 유류펌프(Oil Pump)를 꼽을 수 있다. 유조차의 내부 장비들의 종류와 수를 결정하는 것은 유조차 및 유류탱크에서 불출 할 수 있는 유류량을 결정하는데 가장 중요한 요소라고 할 수 있다. 유류호스는 유조차에서 각 부대들의 장비에 실제 유류를 불출하는 역할을 수행하며, 유류펌프는 유조차에서 장비들에 유류를 불출하는 시간에 미치는 영향이 크다. 유조차에는 한 개의 유류호스를 보유하고 있다. 또한 한 개의 유류호스는 한 개의 투입구와 배출구로 이루어져 있다. 유류호스가 갖고 있는 한정적인 제원을 변화하는 것은 유조차 구조에 대한 부분을 고려해야 함으로 이번 연구에서는 유류펌프의 성능개선을 중점사항 범위로 한정하였다. 이와 같은 선행연구를 통해 본 연구에서는 유류지원체계 전체 프로세스에서 유류지원을 보다 효율적으로 지원하기 위해 필요한 요소로 유류펌프를 확정하였다.

### 3. 시뮬레이션 진행

#### 3.1 문제 정의

본 연구는 0기갑여단을 대상으로 한다. 미래 기계화부대에서 보유할 편제 장비들의 변화에 따라 유류지원체계의 변화를 확인할 수 있었고 미래 작전환경과 군구조 개편 등에서 비롯되는 기계화부대 보유 장비인 전차, 장갑차, 자주포 등의 변화를 고려하여 기존연구를 통해 주장된 유조차의 적절한 용량과 수량을 검증하였다. 시뮬레이션에 활용된 기초데이터는 본 연구에서 대상이 되는 부대인 0기갑여단의 1일 유류 소모량, 보급부대 유류지원 능력, 작전환경 등을 적용한다. 대대급 기계화부대 유조차의 적재용량 및 수량은 기존 연구에서 제시 하였던 상용 10,000 ℓ 2대로 편성하여 연구를 진행

한다. 전시 1일 유류소요량은 K-2016\* 유류손실률 3단계 작전 0기갑여단 최대 소요 기준에 의해 결정 되었다.

표 1. 유류소요량 및 유조차 용량  
Table 1. Oil consumption and oil tank capacity

| 구분        |    | 전차대대  | 기보대대                           | 포병대대                          |
|-----------|----|---|--------------------------------|-------------------------------|
| 1일 유류 소요량 | 현재 | 25,660 ℓ<br>(K-0 22대, 장갑차 26대)                      | 24,200 ℓ<br>(K-0 20대, 장갑차 28대) | 6,930 ℓ<br>(K-00 18문, 장갑차 4대) |
|           | 미래 | 40,222 ℓ<br>(K-0 22대, 장갑차 26대)                      | 31,944 ℓ<br>(K-0 20대, 장갑차 28대) | 13,929 ℓ<br>(K-0 18문, 장갑차 4대) |
| 유류소요 증가율  |    | 156.7%  | 132.0%                         | 200.1%                        |
| 현재 유조차    |    | 유조차(4,500 ℓ) × 2대 = 9,000 ℓ                         |                                |                               |
| 미래 유조차    |    | 유조차(10,000 ℓ) × 2대 = 20,000 ℓ<br>※ 포병대대는 4,500 ℓ 2대 |                                |                               |

<표 1>은 현재 기계화부대 및 미래 기계화부대의 전시 1일 유류소요량과 현재 보유하고 있는 유조차 그리고 미래 기계화부대에 편제될 것으로 기대되는 유조차의 용량 및 수량에 관한 내용이다. 본 연구의 대상이 되는 유류지원체계의 변화에 따라 미래 1일 유류소요량이 전차대대는 156.7%, 기보대대는 132.0%, 포병대대는 200.1% 만큼 증가하였다. 이는 미래 기계화부대 유류지원체계의 변화가 필요함을 나타낸다.

#### 3.2 시뮬레이션 변수

여단은 전투부대가 전투에만 전념할 수 있도록 능력 범위 내에서 추진보급을 한다. 작전 지속지원 우선순위는 다음과 같다. A전차대대 → B전차대대 → C기보대대 → D포병대대 순으로 지원한다. 각각의 기계화대대의 예하 중대는 4개로 편성되어 있으며 각 중대의 유류지원 소요량은 <표 2>와 같다.

\* K-2016 : 작전환경 변화를 반영, 위계임 모의분석으로 '16년에 발간한 전시 병력, 장비, 탄약, 유류 손실률

표 2. 중대별 유류소요량  
Table 2. The amount of oil in each unit

| 구 분 | 합계     | 1중대    | 2중대    | 3중대   | 본부    |
|-----|--------|--------|--------|-------|-------|
| A대대 | 40,221 | 13,841 | 13,841 | 6,458 | 6,081 |
| B대대 | 40,221 | 13,841 | 13,841 | 6,458 | 6,081 |
| C대대 | 31,942 | 11,655 | 11,655 | 5,438 | 3,194 |
| D대대 | 13,928 | 4,482  | 4,482  | 4,964 | .     |

유류를 지원하기 위해서는 유류저장창고인 접철식 유류탱크에서 보급수송중대 유조차를 활용해 기계화대대 전투치중대로 운반해야 하며 보급수송중대 유조차는 기계화대대 유조차에 유류를 옮겨야 한다. 이때 유조차의 펌프와 유류호스가 유류를 옮겨 실는 역할을 수행하게 된다. 유류지원 속도를 높이기 위해서는 유조차 내부의 펌프 능력이 중요하다. 이는 전체 유류지원체계에 영향을 미치게 된다.

표 3. 입력 변수  
Table 3. Input Variable

| 구 분                           | 유류<br>분출속도<br>(GPM)* | 유류<br>분출<br>시간(분) | 유조차<br>이동<br>평균속도<br>(km/h) | 유조차<br>이동<br>평균시간<br>(분) |
|-------------------------------|----------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 접철식<br>유류탱크<br>(2,000G/L 분출시) | 25.1 ~<br>33.1       | 60 ~<br>80        | .                           | .                        |
| 보급<br>수송<br>중대<br>유조차         | 16,000 ℓ             | 58.3 ~<br>66.5    | 63.6 ~<br>72.6              | 34.2                     |
|                               | 10,000 ℓ             | 58.3 ~<br>66.5    | 39.8 ~<br>45.3              | 34.2                     |
| 대대<br>유조차                     | 10,000 ℓ             | 21.2 ~<br>29.9    | 88.4 ~<br>124.8             | 34.2                     |
|                               | 4,500 ℓ              | 21.2 ~<br>29.9    | 39.8 ~<br>56.1              | 34.3                     |
| 장비전환                          | .                    | 3 ~ 4             | .                           | .                        |

\* GPM : Gallons per minute.

<표 3>은 기계화부대 접철식 유류탱크(2,000G/L\*\*), 보급수송중대 유조차(16,000 ℓ, 10,000 ℓ), 대대 유조차(10,000 ℓ, 4,500 ℓ)의 유류 배출속도 및 유조차의 이동 평균속도, 유조차의 이동 평균시간, 유류 분출시간에 관한 내용이다.

### 3.3 시뮬레이션 입력절차

본 연구에서 대상이 되는 유조차는 기계화대대에서 쓰이는 상용 유조차량 4,500 ℓ, 10,000 ℓ 범위 내에서 설계하며, 보급수송중대에서 쓰이는 상용 유조차량은 10,000 ℓ, 16,000 ℓ 범위 내에서 설계한다. 본 연구에서는 시뮬레이션 모델을 이용하여 유류지원 프로세스에서 가장 효율적인 유조차의 수량 및 용량을 기반으로 현재 프로세스에서 대기시간의 최소화와 효율적으로 유류가 운반될 수 있는 유류펌프 용량을 제한하고 이를 반영한 총 유류지원시간의 효율성에 대하여 확인한다. <그림 1>은 기계화부대 유류지원체계의 전체 구조이다.

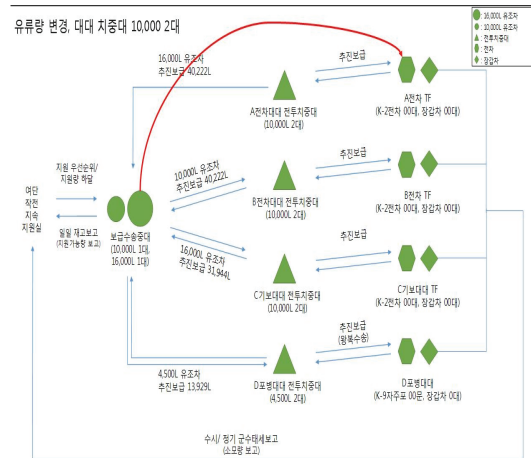


그림 1. 기계화부대 유류지원체계  
Figure 1. Mechanization Oil Support System

\*\* 1 Gallon = 3.78ℓ

미래에는 여단 보급수송중대의 10,000 ℓ, 16,000 ℓ 유조차 각 1대를 활용하여 A전차대대, B전차대대, C기보대대에 추진보급 한다. 보급수송중대의 16,000 ℓ 유조차는 A전차대대 및 C기보대대를 지원한다. 보급수송중대의 10,000 ℓ 유조차는 B전차대대를 지원한다. 추진보급시 유류지원의 효율성을 확보하고 작전반응시간을 단축시키기 위하여 보급수송중대의 유조차량이 대대의 장비에 직접 주유하도록 모델링 하였다. D포병대대는 자체 보유하는 4,500 ℓ 차량으로 보급소 분배\*를 실시한다.

보급원칙에 따른 보급 우선순위가 설정되어 유조차에서 전투차량까지의 운반은 보급수송중대 유조차량과 기계화대대 유조차량으로 한다. 보급의 기본원칙은 추진보급\*\*이나 필요에 따라서는 보급소분배를 실시한다[13].

시뮬레이션 입력 절차는 다음과 같다. 첫째, 보급수송중대에서 보유하고 있는 유조차 2대중에 16,000 ℓ 유조차는 A전차대대와 C기보대대를 지원한다. 10,000 ℓ 유조차는 B전차대대와 D포병대대를 지원하며 우선순위는 전투부대인 전차대대가 1순위이다[14].

둘째, 계획된 유류지원체계는 각 부대가 보유한 유조차로부터 전차 또는 장갑차까지 유류를 직접 주유한다. 이때 소요되는 시간을 유류배출 속도로 측정하였고 16,000 ℓ와 10,000 ℓ 각각 58.3~66.5 GPM을 확인하였다. 보급수송중대에서 보유중인 접절식 유류탱크\*\*\*는 25.1~33.1 GPM으로 측정되었다 [15].

\* 보급소 분배(Supply Point Distribution) : 사용부대의 인원 및 차량으로 보급소에서 보급품을 수령하는 보급품의 분배방법을 말한다. 일반적으로 크로스도킹(Cross-docking)의 개념과 동일하다.

\*\* 추진보급 : 상급지원시설에서 전투부대로, 후방부대에서 전방부대로 군수품을 지원하는 것으로써 이는 보급계통(PIPE-LINE)의 각 단계를 거치거나 또는 중간단계를 거치지 않고 전투부대에 지원하는 것.

\*\*\* 접절식 유류탱크 : 전투부대에 신속한 근접지원이 가능하도록 유류를 대용량으로 저장한다. 유류탱크는 질긴 폴리머(Polymer)로 코팅된 나일론 직물로 제작되어 용기의 저장, 운반 및 전개가 용이하다.

셋째, 유조차가 이동하는데 소요되는 시간, 유조차의 호스를 전환하는데 소요되는 시간을 산출하였다. 유조차를 활용한 유류 불출 작업에서는 유조차 1대가 장비 1대에 유류를 불출 할 수 있다. 유류 호스는 각각의 유조차당 1개를 활용한다. 장비에 따라 유류를 불출하는 속도는 다음과 같다. 보급수송중대에서 보유중인 16,000 ℓ 유조차는 최소 63.6분~최대 72.6분, 10,000 ℓ 유조차는 최소 39.8분~최대 45.3분으로 측정되었으며, 4,500 ℓ 유조차의 유류불출 시간은 최소 39.8분~최대 56.1분으로 측정되었다[16]. 유류호스의 길이는 펌프에서 20m 호스의 불출구는 직경 5cm이다. 이번 연구에서 호스의 길이, 불출구의 넓이, 개수 등은 통제변수로 반영하여 본 연구의 실험대상에서는 제외하였다.

넷째, 보급수송중대 유조차와 대대에서 운영하는 유조차의 이동 속도는 평균 34.2km/h~34.3km/h이다.

다섯째, 보급수송중대에서 각각의 대대 전투치중대\*\*\*\*까지의 이동거리 및 대대 전투치중대에서 각 대대 및 중대까지의 거리는 실제 측정된 거리와 속도를 토대로 산출하였다[17].

여섯째, 유조차가 장비를 전환하여 유류를 불출하는데 소요되는 시간은 각 장비별로 3~4분이 소요된다[18].

일곱째, 하루는 24시간이며 유류를 전투장비에 완충시키는 시간까지만 파악한다. 전투에 필요한 장비에 유류를 완충시키고 나서 다음날 필요한 유류는 접절식 유류탱크에서 유조차에 보충 받아 다음날 유류소요량을 준비해 놓는다. 따라서 전투에 필요한 장비에 유류를 보충하는 시간에 대해서 측정하고 결과를 생성하며 시뮬레이션은 종료된다 [19].

\*\*\*\* 전투치중대 : 전투부대를 즉각적으로 지원하기 위해서 전투부대를 지원하는 부대로서 탄약, 정비, 연료, 윤활유 및 의무차량을 포함할 수 있다.



보유하고 있는 편성된 유류량을 각 중대별로 보충시키고 각 중대가 보유하고 있는 장비에 완충시키는 작업이다. 대대의 유조차 편성 유류량으로는 대대 전체의 장비에 한 번에 보충하는 것이 제한된다. 따라서 보급수송중대 유조차는 접철식 유류탱크로 이동하여 부족한 유류를 보충하여 대대를 지원하게 된다. 개선된 A전차대대 유류지원체계는 <그림 2>와 같다. 그림에서 사용되는 번호는 순서대로 일어나는 프로세스이다. 이때 보급수송중대와 치중대 등에서 같은 번호가 발생하는데 이는 동시에 일어나는 프로세스이다. 그림에서 ①번. 치중대에 위치하고 있는 10,000ℓ 유조차량 2대는 각각 완충상태에 대기중에 임무수령 후 ②번. A전차대대의 각 중대로 이동하게 된다. ③번. 유조차로 추진 보급하며 직접 주요장비에 유류를 보충해주고 10,000ℓ의 유류를 전부 지원 후 ④번. 치중대로 복귀한다. 그림에서 ①~⑤번. 보급수송중대 16,000ℓ 유조차는 A전차대대 3, 4중대 장비에 약 12,500ℓ

직접 유류를 지원한다. 유류를 지원 후 전투치중대에 도착하여 ⑥번. 대대 치중대 유조차에 약 3,500ℓ는 접철식 유류탱크로부터 완충받아 다시 A전차ℓ의 유류를 보충시킨다. ⑦번. 보급수송중대 유조차 치중대로 이동하여 전차대대 유조차 1대에 약 4,000ℓ를 분출한다. ⑧번. 전차대대 유조차는 2중대에 완충시키지 못한 장비에 유류를 보급하며 보급수송중대 유조차는 C기보대대를 지원하기 위해 이동한다. 개선된 C기보대대 유류지원체계는 <그림 3>과 같다. 그림에서 사용되는 번호는 순서대로 일어나는 C기보대대 치중대의 유류지원 프로세스는 A전차대대의 프로세스와 동일한 시간에 시작되며 지원을 완료한 후 치중대로 복귀한다. 그림에서 ①~④번. C기보대대에서 보유중인 10,000ℓ 유조차 2대는 각각 1, 2중대에 10,000ℓ 지원을 완료한 후 치중대로 복귀한다. 그 후 ⑤~⑧번. A전차대대를 지원 후 복귀하는 16,000ℓ 유조차에서 3, 본부중대에 지원할 유류 약 8,500ℓ를 보충 받아

C 기보대대 TF 유류지원 체계(개선)

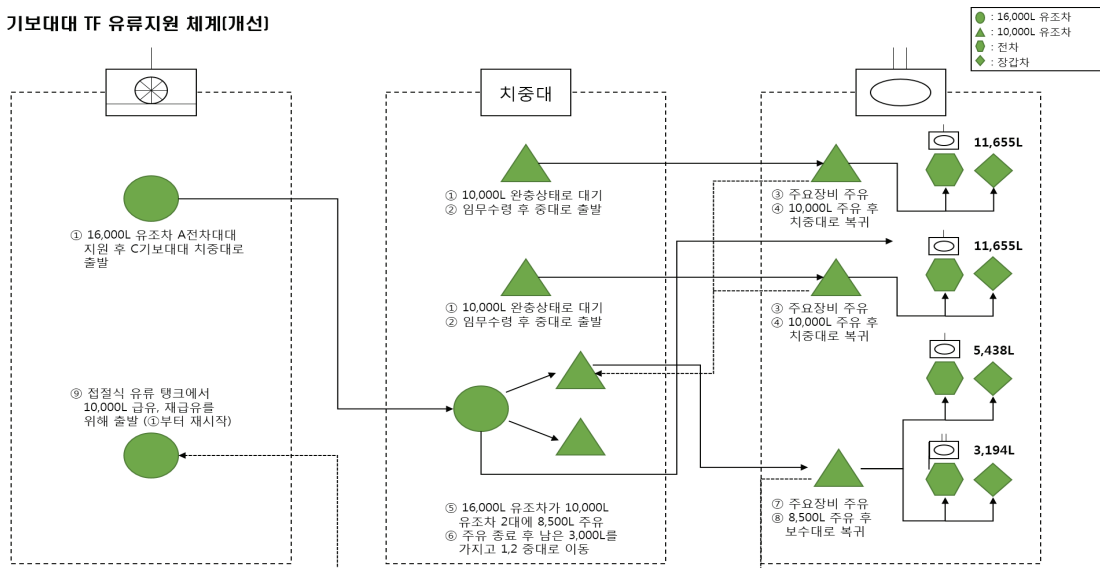


그림 3. 유류지원체계(C기계화보병대대)  
Figure 3. Oil Support System(C Mechanized Infantry Battalion)

3, 본부중대에 각각 이동 및 유류지원을 실시한다. 이때 16,000ℓ 보급수송중대 유조차는 ⑤번. C기보 대대 치중대로 이동하여 대대 10,000ℓ 유조차 2대에 8,500ℓ를 주유한 후 보유 잔량을 ⑥번. 1, 2중 대로 이동하여 유류지원 후 시뮬레이션은 종료된다. 개선된 B전차대대 유류지원체계는 <그림 4>와 같다. 그림에서 사용되는 번호는 순서대로 일어나는 프로세스이다. 이때 B전차대대와 D포병대대 치중대의 객체인 대대 유조차(10,000ℓ 2대, 4,500ℓ 2대)는 동시에 발생되어 각 대대의 프로세스를 거친다. 그림에서 ①번. 치중대에 위치해 있는 10,000ℓ 유조차량 2대는 각각 완충상태에 대기중에 임무수령 후 ②번. B전차대대의 각 중대로 이동하게 된다. ③번. 유조차로 추진보급하며 직접 주요장비에 유류를 보충해주고 10,000ℓ의 유류를 전부 지원 후 ④번. 치중대로 복귀한다. 보급수송중대 유조차는 3중대와 대대본부를 지원하고 보급수송중대로 이동하여 접철식 유류탱크로부터 10,000ℓ를 수령하여 대대 치중대 유조차 2대에 약 7,600ℓ를

불출해주고 다시 대대 본부로 이동하여 잔량을 지원한 후 프로세스를 종료한다. 그림에서 ①~⑤번. 보급수송중대 10,000ℓ 유조차는 B전차대대 3, 4중대 장비에 약 10,000ℓ 직접 유류를 지원한다. 유류를 지원 후 ⑥번. 보급수송중대 유조차는 접철식 유류탱크로부터 10,000ℓ를 완충 받아 다시 B전차대대 치중대로 이동하여 전차대대 유조차 2대에 약 7,700ℓ를 불출한다. ⑦번. 전차대대 유조차는 1,2중대에 완충시키지 못한 장비에 유류를 보급하고 종료한다. ⑧번. 보급수송중대 유조차는 본부중대에 완충시키지 못한 장비에 유류를 지원하기 위해 이동하고 약 2,500ℓ를 불출하고 종료한다. 보급수송중대에서 지원하는 유조차(10,000ℓ 1대)는 B전차대대의 유류지원이 종료된 후 종료된다. D포병대대는 대대에서 보유중인 4,500ℓ 유조차량으로 완료한다. <그림 5>의 D포병대대는 기존과 동일하게 4,500ℓ 차량으로 편성하며 보급소분배로 전환시켜 효율성을 제고 하였다. 미래 유류지원량의 변화에 따른 개선된 유류지원 프로세스와 유조차의

B 전차대대 TF 유류지원 체계(개선)

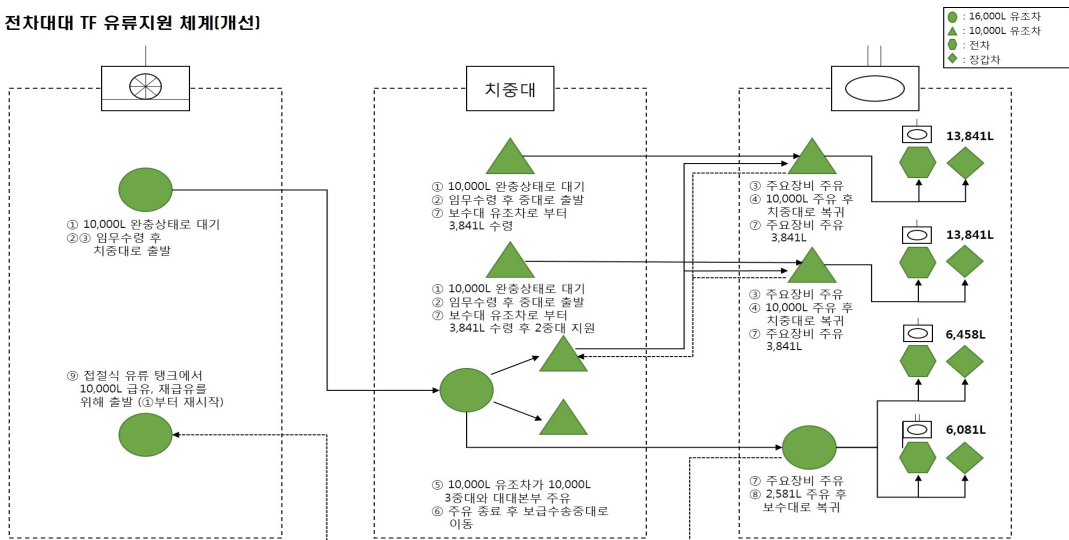


그림 4. 유류지원체계(B전차대대)  
Figure 4. Oil SupportSystem(B Tank Battalion)

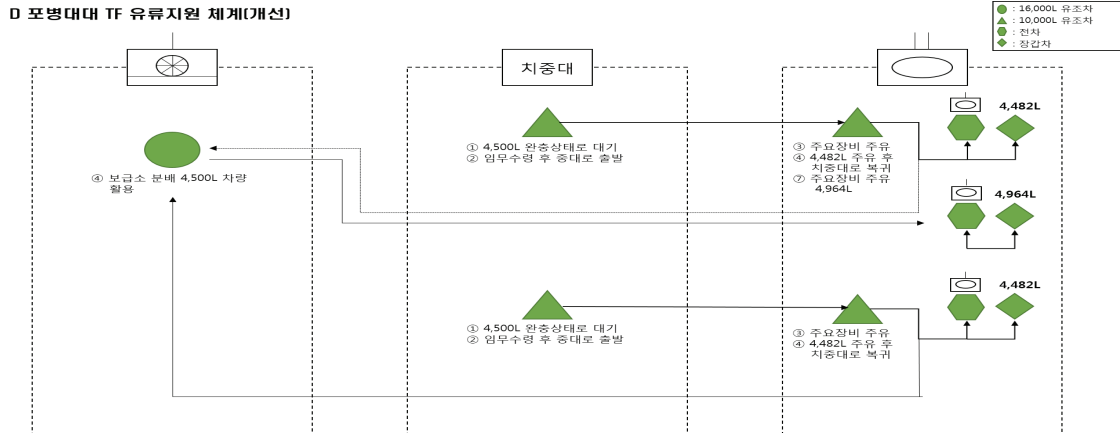


그림 5. 유류지원체계(D포병대대)  
Figure 5. Oil Support System(D Artillery Battalion)

수량 및 용량을 적용하여 모델링 하였다. 그림에서 ①번~④번. 포병대대에서 보유하고 있는 4,500ℓ 차량 2대로 1, 2포대를 지원한다. ⑦번. 남은 1개 포대는 1포대를 지원 후 4,500ℓ 1대를 보급소 분배를 활용하여 보급수송중대에서 직접 4,500ℓ를 수령하여 3포대에 지원 후 종료한다.

객체는 보급수송중대 및 대대 전투치중대에서 출발하는 유조차[20]이며 각 프로세스에 입력된 시간은 실제 측정된 데이터를 활용하였다. 다만 현실적으로 유조차 이동 및 유류 분출 등 시간을 측정할 수 있는 실험횟수의 제한이 있어 실험한 결과에서 ARENA Simulation의 프로세스에 입력 값으로는 최대 및 최소값을 활용하는 삼각분포를 활용하였다. 이와 같은 절차를 거쳐 시뮬레이션을 실시하였고 기존 연구결과와 개선된 프로세스에 성능 개선된 유류량에 대한 증가 기준을 마련할 수 있었다.

#### 4.2 시뮬레이션 결과 분석

<그림 6>은 유류지원에 소요되는 시간과 비례하여 대기시간이 감소한 결과이다. <그림 7>은 유조차에서 보유중인 유류펌프 용량을 10%~200%까지

변화시킨 시뮬레이션 결과이다. 현재 유류펌프 용량에서 100% 증가 이후에는 유류펌프의 성능 향상으로 인한 유류지원 시간 감소율이 크게 없는 것을 확인하였다. 또한 대기시간도 유류지원에 소요되는 시간과 비례하여 감소하다 100% 시점부터는 성능의 차이가 크게 나타나지 않았다. 따라서 유류펌프의 성능은 현재보다 100% 증가를 기준으로 한 결과가 가장 효율적이라고 할 수 있겠다. <표 4>에 서와 같이 각 대대의 유조차에서 유류를 보충 받는 시간의 효율성은 각기 다르게 나타났으나 유조차는 최소 23.9%~최대 24.1% 수준으로 감소하였다. 이와 같은 유류지원 시간의 효율성을 확인할 수 있었으며 유류펌프 성능개선을 위한 용량에 대한 증가 기준을 마련할 수 있었다.

유류지원에 소요되는 시간이 전체 소요시간의 44%~75%로 4개 대대 모두 가장 많은 영향을 차지한다. 이는 유류지원 시간이 전체 시간에 미치는 영향력이 크다고 할 수 있으며 유류지원에 필요한 요소들을 확인하여 유류지원 소요시간을 단축하는 것이 유류지원 프로세스에 가장 큰 효율성을 나타낼 것으로 보임으로 본 연구주체에 부합된다고 할 수 있다.

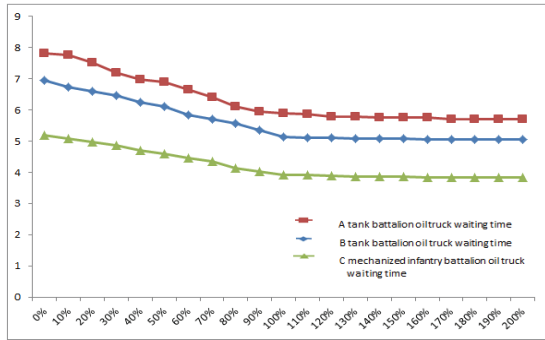


그림 6. 유조차 지원 대기시간의 변화  
Figure 6. Variation in Waiting Time of Oil Tank Trucks

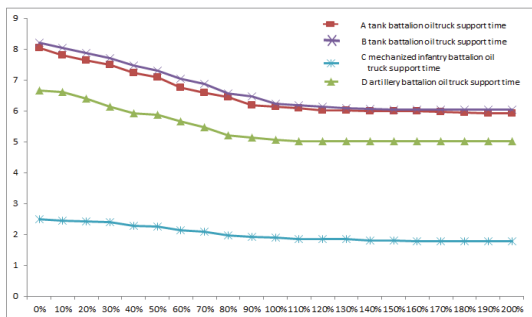


그림 7. 유조차 지원 소요시간의 변화  
Figure 7. Variation in Support Time of Oil Tank Trucks

표 4. 펌프 성능 효율성 테스트  
Table 4. Pump Performance Efficiency Test

| 펌프 성능 증가 | A전차대대        |         | C기보대대        |         | B전차대대        |         | D포병대대       |         |
|----------|--------------|---------|--------------|---------|--------------|---------|-------------|---------|
|          | 10,000 ℓ 유조차 |         | 10,000 ℓ 유조차 |         | 10,000 ℓ 유조차 |         | 4,500 ℓ 유조차 |         |
|          | 시간 감소 (H)    | 감소율 (%) | 시간 감소 (H)    | 감소율 (%) | 시간 감소 (H)    | 감소율 (%) | 시간 감소 (H)   | 감소율 (%) |
| 10%      | 0.26         | 3.2     | 0.07         | 1.1     | 0.16         | 2.0     | 0.05        | 2.0     |
| 50%      | 0.99         | 12.3    | 0.84         | 12.5    | 0.90         | 11.0    | 0.23        | 9.1     |
| 100%     | 1.92         | 23.8    | 1.61         | 24.1    | 1.97         | 24.0    | 0.60        | 23.9    |
| 150%     | 2.06         | 25.6    | 1.65         | 24.7    | 2.16         | 26.3    | 0.69        | 27.6    |
| 200%     | 2.12         | 26.3    | 1.65         | 24.7    | 2.16         | 26.3    | 0.70        | 28.0    |

여기서 동시 진행시간은 중복되는 시간으로서 전체소요시간에서 제외되어야 한다. 유류보충 총소요시간은 수송시간 + 유류지원시간 + 대기시간 - 동시 진행시간이라고 할 수 있다. 시뮬레이션을 시작하고 멈추는가에 대한 수치적(Numerical) 사항과 측정할 시간의 기본 단위를 결정해야 하는데 이 연구에서는 분(Minute)을 기본 단위로 사용하며 결과에는 시간(H)로 나타내었다. 이번 연구에서는 유조차량의 이동거리가 동일하여 이동시간에 대한 변화는 없다. 대대의 유조차량은 각 대대의 장비에 유류를 불출하고 치중대에 복귀하게 되어 유류가 비어있는(Empty) 상태로 일정 시간 동안 대기한다. 이때 대기시간이 발생한다. 시뮬레이션 모델에는 대기 라인(Line) 또는 대기행렬(Queue)이 들어간다. 보급수송중대 및 대대 치중대에 도착한 유조차량은 선입선출(FIFO, First-In First-Out)의 규칙에 따라 대기행렬에서 기다린다. 대기행렬에 먼저 도착한 대대 유조차량이 먼저 유류를 재 공급받고 먼저 출발하게 된다. 이것이 모델의 논리적(Logical) 구조이다[21]. <표 5>는 유조차 펌프성능의 효율성이 100%가 최대치라고 판단하여 펌프 성능의 기존 펌프의 용량보다 100% 증가시켜 시뮬레이션 한 결과이다. 유류 불출량에 따른 유류지원 시간의 변화와 유조차의 대기시간 및 동시진행 시간의 변화된 효율성을 통해 총소요시간에 영향을 주는가에 대하여 산출하였다. 기존연구와 비교하여 향상된 시간은 괄호로 표기하였으며, 향상된 시간과 비율은 - 표기로 하였다. 전체 총 소요시간은 기존연구에 비해 약 최소 10.4%~최대 24.5% 감소하였다. 유류 펌프의 용량을 증가시켜 시뮬레이션 한 결과 유류 지원 시간 및 대기시간, 동시진행시간이 변화하여 총소요시간의 효율성에 영향을 미쳤다. 유류지원시간은 C기보대대의 24.1%의 시간단축을 나타내어 가장 효율적으로 운영될 수 있음을 확인하였다. 유류펌프의 성능을 향상하여 유류를 불출 하는 프로

표 5. 유류 지원 소요시간(유조차 용량 100% 증가)  
Table 5. Total Refueling Time(Oil Truck Capacity 100% Increase)

| 부 대            |   | A전차             |        | C기보             |        | B전차             |        | D포병             |        |
|----------------|---|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| 유류보충 소요량(ℓ)    |   | 40,222          |        | 31,944          |        | 40,222          |        | 13,929          |        |
| 총 소요시간(H)      |   | 6.97<br>(-0.81) | -10.4% | 8.50<br>(-2.76) | -24.5% | 5.96<br>(-0.74) | -11.0% | 2.6<br>(-0.6)   | -18.7% |
| 유류<br>지원<br>시간 | 접철식 유류탱크<br>→<br>보급수송중대<br>유조차(H)       | 2.50            | ·      | ·               | ·      | 1.55            | ·      | 0.70            | ·      |
|                | 보급수송중대<br>유조차<br>→<br>10,000ℓ<br>유조차(H) | 0.56<br>(-0.17) | -23.3% | 0.63<br>(-0.20) | -24.1% | 1.22<br>(-0.39) | -24.2% | ·               | ·      |
|                | 10,000ℓ ↔<br>대대<br>유류지원(H)              | 2.28<br>(-0.72) | -24.0% | 3.10<br>(-0.98) | -24.0% | 2.26<br>(-0.71) | -23.9% | 1.90<br>(-0.60) |        |
|                | 보급수송중대<br>유조차<br>→<br>대대<br>유류지원(H)     | 3.30<br>(-1.03) | -23.8% | 1.34<br>(-0.43) | -24.3% | 2.76<br>(-0.87) | -24.0% | ·               | ·      |
|                | 소 계(H)                                  | 8.64<br>(-1.92) | -18.2% | 5.07<br>(-1.61) | -24.1% | 7.79<br>(-1.97) | -20.2% | 2.60<br>(-0.6)  | -18.7% |
| 대기<br>시간       | 10,000ℓ<br>유조차(H)                       | 5.13<br>(-1.82) | -26.2% | 5.90<br>(-1.93) | -24.6% | 3.93<br>(-1.25) | -24.1% | ·               | ·      |
| 동시진행시간(H)      |   | -6.80<br>(2.93) | 30.1%  | -2.47<br>(0.78) | 24.0%  | -5.76<br>(2.48) | 30.0%  | ·               | ·      |

세스에서는 각 중대에 편성된 장비에서 장비로 유류호스를 전환하는데 소요되는 시간이 한 개 전차 중대 장비에 유류를 보충해주는 시간보다 더 많이 소요되었다. 이는 장비를 전환하는데 많은 소요시간이 발생한다는 것이다. 장비의 전환이 발생하지 않도록 유류를 유조차에서 장비에 직접 공급하는 현재 프로세스에서 유류호스의 분출구를 여러 개로 변경하는 것은 유류를 공급하는 호스(Hose)의 길이와 호스를 구성하는 분출구의 개수 등에 대한 구조적인 제약으로 인하여 이러한 사안은 제한적이다. 따라서 유류를 분출하는 펌프의 용량을 증가시키는 것을 가장 현실적인 대안으로 확인하였다.

### 5. 결론 및 향후 연구 과제

본 연구에서는 0기갑여단의 유류지원체계의 프

로세스를 재구성하여 미래 기계화부대의 변화되는 편제장비의 종류와 수량을 고려하여 예상되는 유류소요량을 반영하였다. 유조차의 펌프용량을 변화시키는 시뮬레이션을 실행해 봄으로써 유류지원 시간 단축의 효과를 확인해 볼 수 있었다. 유류 펌프의 용량 증가 시 펌프 용량을 얼마나 개선했을 때 유류지원체계의 효율성 측면에서 의미가 있는 지에 대하여 확인하였다. 유류분출 시간이 감소 될 때 전체 시뮬레이션 결과를 토대로 확인해 본 결과 유류펌프 성능 개선 시 효율성이 반영되었다고 볼 수 있다. 부대구조의 개편 등으로 말미암아 미래 작전환경과 작전개념의 변화가 예상되어 미래 전투체계에 대한 유류지원 개념을 새롭게 정립하고자 하였다. 또한 변경되는 유류지원 체계에 따라 새롭게 개선되어야 할 전체 프로세스를 시뮬레이션을 통해 재 모델링 하였으며 이는 현재 보유중

인 유조차의 용량과 수량은 변화가 없는 상태에서 유조차 및 접철식 유류탱크에서 보유중인 유류펌프 능력에 대한 제고가 필요할 것으로 확인하였다. 하지만 본 연구에서 제한적으로 확인된 사항은 유조차 및 접철식 유류탱크에서 사용되는 호스는 1개로 제한되어 있어 많은 장비에 한꺼번에 연결하지 못한다. 따라서 다수의 장비를 전환하는데 소요 시간을 줄이는 방안에 대해서는 제시하지 못했다는 점이다. 여러 개의 호스를 이용해서 한꺼번에 많은 수의 장비에 불출 할 수 있겠지만 현실적인 문제로 인하여 현재는 불가능하다. 유류펌프의 용량은 한정적인데 반해 불출해야 할 유류량은 증가하기에 그 효율성이 떨어진다. 현재 유류펌프의 능력은 고정되어 있으나 분출 호스를 나누어 불출구를 여러개로 나누어 유류를 불출하는 것은 비효율적이다. 또한 유조차에 많은 수의 호스를 탑재할 수 있는 공간 및 유류호스의 길이 등 유조차 구조상의 제한사항이 발생할 것으로 판단된다. 추후에는 유조차의 유류 호스가 갖는 제한사항을 극복하기 위한 방안에 대하여 연구해 볼 필요가 있다. 본 연구는 추후 유류지원체계의 변화에 따른 기계화부대 유조차의 성능 개선에 활용될 수 있는 유류펌프 성능개선 용량과 유류지원 전체 프로세스에 미치는 영향을 제시한 부분에 의의가 있다고 판단된다.

## References

- [1] KDIA, *Defense & technology*, Korea Defense Industry Association, Vol. 474. pp. 8-11, 2018.
- [2] S-H. Lee, *Research on optimal capacity and quantity of oil tank truck In organizing future mechanized unit*, Chungnam National University degree of Master of Industrial Engineering. 2017.
- [3] J-D. Byun, T-H. Lee, and S-H. Lee, *Research on optimal capacity and quantity of oil tank truck in organizing future mechanized unit*, Republic of Korea Army Headquarters Logistics, 2014.
- [4] Republic of Korea Army Headquarters, *Military service*, Field manual 4-0, DaeJeon, Army Headquarters, 2009.
- [5] M. D. Rossetti, *Simulation modeling and ARENA*, TEXTBOOKS, 2009.
- [6] W. D. Kelton, *Simulation with ARENA*, Mcgraw Hill, 2015.
- [7] Y-U. Ko, and K-S. Kim, *A study on wartime ammunition allocation model using analytic and simulation method*, Journal of the Korea Society for Simulation, pp. 14-20, 2010.
- [8] C. W. Mo, and S. H. Choi, *A simulation study for improving operations of an emergency medical center*, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 18, No. 3, pp. 35-45. 2009.
- [9] S. H. Na, and D. H. Moon, *Simulation modeling method using ARENA™ considering alternative machines in the manufacturing system for aircraft parts*, Journal of the Korea Society for Simulation, Vol. 25, No. 4, pp. 1-12, 2016.
- [10] M-Y. Yoon, S-H. Im, and Y-S, Um, *Supply chain management decision making with arena*, Korean Institute Of Industrial Engineers, pp. 750-754, 2002.
- [11] S-K. Chun, R. Prabhu, N. Andres, B-C. Chang, and Y-K. Um, *Simulation modeling of automotive componet manufacturing plant using arena software*, The Korean Society Of Automotive Engineers. pp. 1164-1170, 2004.
- [12] Republic of Korea Army Headquarters,

*Military Glossary*, Field Manual, DaeJeon, Army Headquarters, 2006.

[13] Republic of Korea Army Headquarters, *Operationl Sustainment*, Field Manual 6-11, DaeJeon, Army Headquarters, 2016.

[14] Republic of Korea Army Headquarters, *Army Logistics Support Group*, Field Manual 4-12, DaeJeon, Army Headquarters, 2011.

[15] Republic of Korea Army Headquarters, *P Folding Oil Tank*, Technical Manual U 10(7)-5430-242-12, DaeJeon, Army Headquarters, 2007.

[16] Republic of Korea Army Headquarters, *Technical and military specifications*. Field Manual Reference-6-1, DaeJeon, Army Headquarters, 2006.

[17] Republic of Korea Army Headquarters, *Transportation unit*, Field manual 43-7, DaeJeon, Army Headquarters, 2013.

[18] Republic of Korea Army Headquarters, *Land transportation operation*, Field manual 43-3, DaeJeon, Army Headquarters, 2009.

[19] Republic of Korea Army Headquarters, *Supply of materials and support for work*, Field Manual Reference-6-12, DaeJeon, Army Headquarters, 2009.

[20] Republic of Korea Army Training & Doctrine Command, *Oil Support Unit*, Training Reference 05-3-20, DaeJeon, Army Headquarters, 2006.

[21] Selia, Ceric and Tadikamalla, *Applied simulation modeling*, Thomson Brooks Cole, 2003.

**유류지원체계의 변화와 유류펌프 성능향상이 유류지원 결과에 미치는 영향 - 육군 기계화부대를 중심으로**

이세호<sup>1</sup>, 김 룡<sup>1</sup>, 박경혜<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충남대학교 경영학과 박사과정

<sup>2</sup>충남대학교 경영학부 교수

**요 약**

국방개혁과 관련된 육군 기본계획의 방향에 따라 미래 지역군단이 담당하는 작전지역은 확대되고 전투장비 등의 편제는 변경될 것이다. 변경된 작전지역을 지원하는 작전지속지원 계획은 미래 기계화부대의 편제장비를 반영하여 수정되었다. 이에 따라 작전지속지원의 중요한 요소인 유류지원체계에 대한 검증이 필요하다. 본 연구의 목적은 미래 기계화부대의 작전지속지원에 필요한 유조차 유류펌프의 유류 불출 성능을 10% ~ 200%까지 변화시킬 때 유조차의 지원 소요시간 및 대기시간 변화에 미치는 영향을 확인하고 이를 기초로 유류펌프 성능 향상에 대한 목표치를 제시하는 것이다. 시뮬레이션 결과로는 첫째, 변경된 미래 대대급 기계화부대 유류지원체계를 모델링 하여 전차 대대는 10,000리터 유조차의 편성이 적절하며, 포병대대에는 4,500리터 유조차의 편성이 적절하다는 것을 확인하였다. 둘째, 유류지원체계 시뮬레이션 결과에서 시간 기준으로 유류불출이 기계화 부대들의 전체 유류지원 프로세스에서 44%~75%를 차지하였다. 따라서 유류불출 소요 시간에서 가장 중요한 요소는 유조차 펌프의 유류 불출 성능이다. 유류불출 성능 개선사항을 반영하여 시뮬레이션 한 결과 100% 수준까지는 의미 하였으나, 그 이상의 성능향상은 유류지원 소요시간에 대한 효과가 미미하였다. 셋째, 유류펌프의 성능향상을 고려하기 전에 비해 전체 유류지원시간이 10.4%p ~ 24.5%p가 감소되었다. 결론적으로 본 연구는 유류펌프 성능이 향상되어 유조차의 유류지원 시간 및 차량 대기시간, 동시진행시간 등이 전체적으로 감소하면 유류지원체계가 개선될 수 있음을 입증하였다.

**감사의 글**

이 연구는 충남대학교 학술연구비에 의해 지원되었음.



**Se-Ho Lee** received the bachelor's degree in the Department of Internet Business from the Honam University in 2005. He received the M.S. degree in the Department of Industrial Engineering from Chungnam National University in 2017. His current research interests include, Virtual Reality, Block Chain, M&S(Modeling & Simulation).

*E-mail address:* reonardo111@naver.com



**Kim Ryong** received the B.S. and M.S. degree in the Department of Computer Science from the Chungnam University. He received the B.S. and M.S. degree in Business Administration from Korea National Open University. His current research Big Data Modeling & Simulation, Personalization and Recommendation systems and Information Technology.

*E-mail address:* ryong@cnu.ac.kr



**Kyung-Hye Park** received the beachelor's degree on Business Administration from Chungnam National University and received DEA and Ph.D. Degrees in Computer Engineering from INSA(National Institute of Applied Science), Lyon, France in 1995 and 1998 respectively. She joined the faculty member of Chungnam National University in 2001, where she is currently a professor in the School of Business. Her current research interests include IT/ICT Strategy and e-Business. She serves as vice president of KITA.

*E-mail address:* kpark@cnu.ac.kr

\* 본 논문에 포함된 표, 그림 및 내용은 육규200(군사보안규정) 제201조 보안성 검토에 의거 모의분석과-383 보안성 검토 의뢰로 2018년 12월 04일에 필 하였음.