

시뮬레이션을 이용한 ASP 탄약 불출에 관한 연구 (Studies on ASP Ammo Issue using Simulation)

김장현, 이해관, 박헌근, 박춘식*, 곽종선**

Abstract

This is a case study which establishes effective ammo issue plan and determines ammo support capability by linking various situations about ammo issue with wargame simulation. Ammo function simulation model has been developed for this matter and it has been proven that the model has significant impact on type of round, parking space for magazine, number of workers and capacity of equipment, etc. during establishing ammo issue plan and determining ammo supply capability. Also, ammo support capability varies significantly depending on tactical damage and MOPP status, etc.

ASP's tactical situation, such as magazine damage, MOPP status, type of issuing round, parking space for magazine, number of workers and capacity of equipment, can be reflected when preparing an effective wartime ammo working hour issuing plan for supplying ammo to units through studies results, so that the issuing plan can be realistic and actual.

* 육군 교육사령부 체계분석실

** 홍익대학교 상경대학

1. 서 론

21세기에 들어오면서 세계 각국은 자국의 군사력을 정보화 및 과학기술이 결합된 첨단 전력 구축 체계로 탈바꿈하고 있다. 이에 우리 군도 핵심기술 위주의 R&D(Research and Development) 분야에 많은 투자와 발전을 이루고 있으며, 육군이 선도적으로 DM&S(Defence Modeling and Simulation) 분야의 한 영역인 Constructive Simulation, 즉 훈련용 Constructive Simulation 모델을 개발하여 2001년부터 야전에 배포하여 현재 활발히 운용 중에 있다. 이러한 훈련용 Constructive Simulation 모델의 개발은 전투지휘훈련 분야의 가시적인 발전과 훈련 효과를 창출하고 있다.

전투지휘훈련은 Constructive Simulation 모델을 활용하여 훈련 시나리오에 따라 전투부대 지휘관 및 참모의 전쟁기술을 숙달시키는 수단으로써, 육군 내에서 유용하게 사용되고 있음은 주지된 바와 같다. 이러한 훈련용 Constructive Simulation 모델은 훈련에 참여하는 부대의 유형과 제대규모에 따라 Simulation 모델링 수준을 상이하게 적용해야 하며, Simulation 모델의 특성에 따라 적용 제대를 구분하여 사용하여야 한다.

육군이 개발하여 현재 활용 중에 있는 기존의 훈련용 Constructive Simulation 모델은 정보 및 작전 분야의 기능중심으로 이루어졌으며, 전투근무지원에 대한 세부적인 모의가 불가능한 실정이다.

본 연구는 전투근무지원의 한 영역인 탄약 지원 시설인 ASP(Ammunition Supply Point)내에서 이루어지는 탄약 불출에 관한 제반 상황을 상세히 모델링한 탄약기능 Simulation 모델과 전투근무

지원기능을 세부적으로 모델링한 전투근무지원 모델을 연동하여 효과적인 탄약 불출계획 수립 및 탄약 지원능력 판단을 위한 응용 사례 연구이다.

이를 위하여 전투근무지원 모델과 탄약기능 Simulation 모델을 개발하였으며, 탄약지원시설인 ASP(이하 ASP) 1개소를 대상으로 전시 탄약 불출 계획 수립 및 탄약지원능력을 분석한다. 또한 전투근무지원 모델의 입력자료는 정보작전 중심의 기존의 Constructive Simulation 모델인 창조21 모델에서 생성하는 기본 자료를 근간으로 탄약기능 시뮬레이션 모델에 전달한다. 즉 ASP에서 피지원부대에 탄약 불출 행위를 모의하기 위해서는 전투근무지원 모델로부터 탄약 불출 요청정보를 패키지 형태로 탄약기능 시뮬레이션 모델에 전달한다.

ASP내의 전술상황계수를 반영하기 위하여 탄약기능 시뮬레이션 모델은 전투근무지원 모델로부터 상황계수를 패키지로 전달받아 탄약불출을 위하여 투입된 탄약 취급인원 및 장비의 일자별 시차별 지원 결과에 대한 세부적인 정량적인 자료로 가공하여 Simulation 훈련에 참가한 탄약부대 지휘관, 참모 및 실무자에게 제공한다. 이를 위하여 탄약기능 시뮬레이션 모델은 모델링 및 시뮬레이션 도구인 ARENA를 활용하여 개발 하였다.

연구방법은 제2장에서는 ASP에서 작성하여 활용 중에 있는 전시 시차별 탄약 불출계획의 현상에 대하여 고찰하고, 제3장에서는 전투근무지원 모델과 탄약기능 시뮬레이션 모델간의 연동 구성, 탄약기능 시뮬레이션 모델내 반영하는 고려요소 및 실험방법에 대하여 살펴보고, 제4장에서는 탄약기능 시뮬레이션 모델 구현방안과 시스템구성 및 설계방안에 대하여 알아본다. 제5장에서는 1개 ASP의

전시 초기 탄약 취급물량을 대상으로 시뮬레이션을 실시하여 기존의 시차별 탄약 불출계획상의 탄약 불출지원, 야간상황하에서 탄약 불출지원 및 MOPP상태 하에서의 탄약 불출지원 결과에 대해 비교 분석하고, 제6장에서는 연구를 통해 나타난 결과의 시사점을 제시한다.

2. 현상 고찰

전시 탄약 불출은 피지원부대의 요청에 의거하여 ASP에서 보급소 분배하는 것을 원칙으로 실시한다.

ASP에서 탄약 불출절차는 탄약 수송대 차량이 ASP내 관리부 사무소에 도착하여 행정조치를 받은 후 수령하고자 하는 탄약이 저장된 탄약고로 이동하여 탄약 취급인원 및 적재 장비를 활용하여 탄약 수송대 차량에 탄약을 적재한다. 탄약 적재를 완료한 차량은 ASP 검사관의 확인을 받은 후에 원 소속 부대로 복귀한다. 아래의 <그림 2-1> ASP에서 작성한 D일의 전시 시차별 탄약 불출계획 예문이다.

영역명	부대명		계	H	H+3	H+4	H+8	H+12	H+14	H+22 H+24
	사단	관리부대		H+2	H+4	H+8	H+10	H+14	H+18	
D일 (11월판)	계		3300	300	3000	300	300	350	350	300
	소계		330	27	27	28	28	28	27	27
	101연대		80	6	6	6	7	7	7	6
	102연대		80	6	6	6	7	7	7	6
	103연대		76	5	5	5	6	6	6	5

<그림 2-1> D일 시차별 탄약 불출계획 예문

ASP는 일반적으로 70 ~ 90개의 피지원부대를 지원하고 있으며, 전시 초기 일일 지원 탄약 물량은 3,000 ~ 4,000톤으로 2 1/2톤 차량 850 ~ 1,100대의

물량이다. 이러한 다량의 탄약 지원물량을 피지원 부대에 지원하기 위해 각 ASP는 전시 시차별 탄약 불출계획을 작성하여 활용한다. 그러나 전시 시차별 탄약 불출계획은 일반적으로 다양한 전장 상황이 미 반영된 상태로 피지원부대별 시간대별 균일 물량을 지원하는 것으로 작성한다.

전시 시차별 탄약 불출계획상에 피지원부대에 할당된 시간은 평균 2시간 간격으로 탄약보급이 이루어지는 것으로 가정하여 작성한다. 또한 2 1/2톤 차량 1대에 탄약 3.5톤을 적재 가능하며, 2 1/2톤 차량 1대에 탄약을 적재하는데 소요하는 시간은 도수인 경우는 20분, 장비를 사용하여 적재하는 경우는 7분이 소요하는 것으로 적재시간을 적용한다. 따라서 전시 시차제 탄약 불출계획에는 ASP내의 탄약 불출을 위한 행정처리시간, 탄약 적재를 위해 각 탄약고로 탄약 수송대의 이동시간, 탄약 적재를 위해 탄약고 앞에서의 차량 대기시간, 탄약 적재 완료 후 관리부 사무소로 이동시간, 적재차량 검사시간 등을 미반영하였으며, 전장 상황변수, 즉 탄약고 피해, 야간작업 및 MOPP(Mission Oriented Protective Posture)상태 등에 의거 탄약 지원능력이 저하되는 제한 요소 등을 미반영하였다.

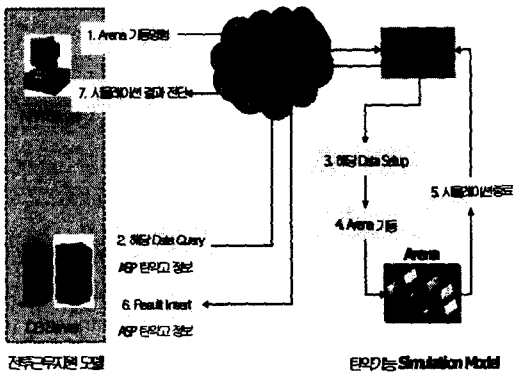
3. 연구범위

3.1 실험환경

실험환경은 정보작전 중심의 창조21 모델과 HLA/RTI 기반화에 전투근무지원 모델을 연동하며, ASP내에 전장 상황 즉, 주간 및 야간 상황, 탄약고 피해, MOPP상태 등을 팩킷형태로 전투근무지원 모델에서 탄약기능 시뮬레이션 모델에 전송한다.

탄약의 불출은 ASP에서 다수의 차량으로 구성된 탄약 수송대로 모의하며, 탄약 수송대는 이동도로

형태, 교통 혼잡도, 적 특작부대에 의한 피해 등 제반요소의 영향을 받으며 탄약 수송대 구성 차량이 ASP에 도착하면 도착 시간을 패킷으로 탄약기능 시뮬레이션 모델로 전송한다. 아래의 <그림 3-1>은 전투근무지원 모델과 탄약기능 시뮬레이션 모델의 구성도이며, <그림 3-2>는 시뮬레이션 시작시 탄약기능 시뮬레이션 모델로 유입하는 자료의 흐름도이다.

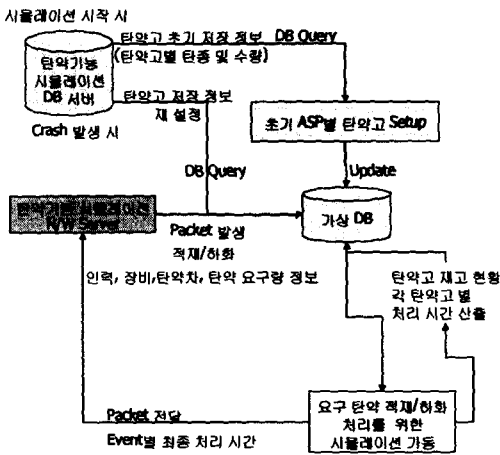


<그림 3-1> 시뮬레이션 모델 구성도

<그림 3-1>과 <그림 3-2>의 탄약기능 시뮬레이션 모델은 실제 ASP가 보유하고 있는 탄약현황, 탄약고, 탄약고간 이격거리, 탄약 취급장비, 탄약 취급물자 및 취급인원 등에 대한 내용을 현실과 동일하게 모의하였으며, 탄약 불출을 위한 모의는 탄약 수송대가 ASP에 도착이후의 탄약 불출 절차를 실제 상황과 유사한 절차에 준하여 실시한다. 즉, ASP에서 피지원부대로 탄약을 불출하기 위해서는 ASP내 주차 공간과 탄약고의 형태를 구분하여 모의하며, 탄약을 취급하기 위한 인력은 탄약 취급병과 노무자, 탄약 취급 장비는 지게차 및 유압크레인으로 모의한다.

탄약고의 유형은 3가지 종류, 즉 소형탄약고(160톤 저장), 이그루탄약고(300톤 저장) 및 대형탄약고(350톤 저장)로 구분하여 모의하며, 탄종은 AIS에서 취급하는 230여 가지의 탄종을 모의한다.

탄약기능 시뮬레이션 모델에서 사용하는 탄약현황 DB는 기존의 AIS(Ammunition Information System)로부터 자동으로 Query하여 시뮬레이션 시작 전에 추출하여 탄약 기능 시뮬레이션 데이터베이스(이하 MDB)에 적재하여 활용한다.



<그림 3-2> 자료 흐름도

3.2 고려 요소

3.2.1 행정소요 시간 모의

탄약 불출을 위한 종합 행정처리시간은 피지원부대 탄약담당관이 탄약수량을 위해 보고서 작성 시간과 ASP 관리관이 탄약 불출을 위해 현장계원을 배치하는데 소요하는 시간 및 탄약을 탄약 수송대의 차량에 적재완료 후 탄약 검사관이 최종 검사하는 시간을 포함하여 모의한다.

탄약고내에서 탄약의 적·하화를 위해 차량이동 시간은 탄약을 차량에 적재하기위하여 ASP관리부에서 각 현장 주차장으로 이동하는 시간과 각 현장에서 해당 탄약고까지 이동하는 시간을 모의한다.

ASP내에서 종합 행정처리시간과 탄약 수송대의 이동시간은 실제 훈련 실시 후 결과 자료를 참고하여 적용한다.

- 종합 행정처리시간
: TRIA(20, 25, 30)분
- 관리부 사무실에서 ASP내 각 현장까지 차량이 이동하는 시간
: TRIA(15, 20, 30)분
- 각 현장에서 해당 탄약고까지 이동하는 시간
: TRIA(3, 5, 7)분

3.2.2 차량 및 탄약고 선택 시 우선순위 적용

구성된 탄약 수송대 차량에 피지원부대가 요청한 탄약을 적재하는 우선순위는 탄약 취급장비의 최소 이동과 불출 대상 탄종을 최대 저장하고 있는 탄약고를 우선 선택하여 탄약 적재임무를 수행한다.

탄약을 차량에 적재 시에는 한대의 차량에는 단일 종류의 탄종을 적재하는 것을 원칙으로 하며, 다수의 탄종을 혼합 적재 할 경우는 탄약 수송대의 이동 시간을 고려하여 가장 근접한 탄약고에서 탄종을 적재 할 수 있도록 모의한다.

탄약 수송대를 구성하고 있는 각각의 차량은 최대 7곳 이상의 탄약고를 방문할 수 없으며, 다수의 탄약고에서 탄약을 적재해야 할 차량에 우선 탄약을 적재한다.

탄약 수송대를 구성하고 있는 각 차량에 적재된 탄약을 탄약고에 하화 및 저장하는 방법은 차량에

적재된 탄약을 단일 탄약고에 하화하는 경우와 다수의 탄약고에 하화하는 경우를 구분하여 모의한다.

차량에 적재된 탄약을 탄약고에 하화 및 저장하기 위해서는 과거 차량에 적재된 탄종을 저장 경험이 있는 탄약고를 선택하여 탄약고의 저장 여유 공간이 가장 큰 탄약고에 탄약을 저장한다. 이 경우에도 차량을 선택하는 경우와 동일하게 차량의 최소 이동거리를 고려한다. 그러나 탄약 중분류 코드 번호가 110번이나 150번인 경우는 저장 용량이 160톤인 소형탄약고에 우선 배정하여 저장하고 저장 능력이 부족할 경우에는 이그루 탄약고 혹은 중형 탄약고에 저장한다.

ASP내 탄약고의 저장능력이 초과된 경우에는 탄약을 야적 보관하는 것으로 모의한다.

3.2.3 탄약 적제 및 저장시 취급논리

탄약은 인력과 장비로 취급하는 것으로 모의한다. 인력은 탄약 취급병과 노무자로 구성하며, 장비는 유압크레인 및 지게차로 모의한다. 이때, 탄약 중분류 코드번호가 110번과 150번인 경우는 탄약 취급장비인 유압크레인과 지게차를 사용하여 탄약의 불출 행위를 모의할 수 없으며, 탄약 취급병과 노무자만으로 탄약을 취급할 수 있다.

인력과 장비의 가용 여부에 따라서 탄약 취급 시간을 상이하게 모의하며, 이때 탄약 취급 시간은 2 1/2톤 차량의 작업 시간을 기준 작업시간으로 환산하여 모의한다.

작업시간은 관련 교범을 근간으로 유압크레인을 사용하였을 경우 차량 1대의 작업 시간은 7분이 소요하며, 지게차의 경우는 8.4분, 탄약 취급장비를 사용하지 않고 인력만으로 작업한 경우는 19분이

소요하는 것으로 반영한다.

장비 및 인력을 사용하여 차량에 탄약을 적재하는데 소요하는 시간은 아래와 같다.

- 유압크레인 : 작업량(ton) * 7분 / 3.5 ton
- 지게차 : 작업량(ton) * 8.4분 / 3.5 ton
- 인력 : 작업량(ton) * 19분 / 3.5 ton

탄약 적재 및 하화 작업 시 운용하는 장비와 인력은 우선순위를 설정하여 모의한다. 우선 유압크레인의 가용 여부를 확인하여 가용 자원이 있는 경우에는 지게차의 가용 여부를 동시에 확인한다.

유압크레인이 탄약 적재작업에 참여할 경우에는 지게차 1대와 인력 6명으로 1개조를 편성한다.

유압크레인은 가용하지만 지게차가 가용하지 않거나 또는 취급 인력이 부족하면 유압크레인은 사용할 수 없게 된다. 다음은 유압크레인 사용 없이 지게차의 사용을 확인한다. 만약 지게차의 가용 여부를 확인하여 인력의 사용이 가능하면 인력 2명을 이에 포함한다. 이 경우에도 인력이 가용하지 않을 경우에는 지게차 단독으로는 사용할 수 없다. 마지막으로 장비 즉 유압크레인과 지게차를 사용할 수 없을 때에는 취급인력 7명으로 1개조로 편성한다.

탄약의 적재 및 하화 작업시 탄약 취급인원 및 장비의 사용 우선순위는 아래와 같다.

- 1순위 : 유압크레인(1) + 지게차(1) + 인력(6)
- 2순위 : 지게차(1) + 인력(2)
- 3순위 : 인력(7)

3.2.4 외부 환경요소 적용

외부 환경요소는 전투근무지원 모델로부터 탄약기능 시뮬레이션 모델에 패킷 형태로 전달하며 각각의 외부환경요소는 아래와 같은 형태로 반영한다.

- MOPP 계수의 반영
: TRIA(1.5, 1.7, 2.0) 탄약 취급시간
- 야간 전술상황의 반영
: TRIA(1.5, 1.7, 2.0) 탄약 취급시간
- ASP의 피해 반영
: 피해 탄약현황의 DODIC과 수량

3.3 실험방법

ASP내 탄약 불출을 위한 실험방법은 탄약기능 시뮬레이션 모델이 전투근무지원 모델에 접속을 대기하고 있다가 전투근무지원 모델로부터 탄약 수송대가 도착하면 탄약 수송대를 구성하는 차량 대수, 요구 탄종 및 수량, 가용 인력 및 장비 등의 상태 정보를 탄약기능 시뮬레이션 모델에 패킷으로 전송함으로써 시작한다.

전투근무지원 모델로부터 전달 받은 패킷은 탄약기능 시뮬레이션 모델에서 파싱(Parsing)하여 분석 처리하고 차량 취급 논리에 맞게 모의를 실행한 후 그 결과를 탄약기능 시뮬레이션 모델의 기본 MDB에 저장한다. 이때 입력한 MDB는 패킷으로 재구성되어 전투근무지원 모델에 전송한다.

탄약기능 시뮬레이션 모델의 입력 자료는 ASP의 임무에 따라 다소 상이하게 모의 할 수는 있으나 실험 대상 탄약지원시설인 ASP의 탄약 취급병 및 노무자를 300명으로 입력하였다. 또한 탄약 취급 장비인 지게차는 20대, 유압크레인은 12대를 각각 입력하였으며, 탄약수송을 위한 탄약 수송대의 차량은 전투근무지원 모델로부터 정보를 전송받는다.

탄약기능 시뮬레이션 모델을 이용하여 시뮬레이션을 실시한 결과는 다음과 같은 분석자료를 사후검토자에게 제공한다.

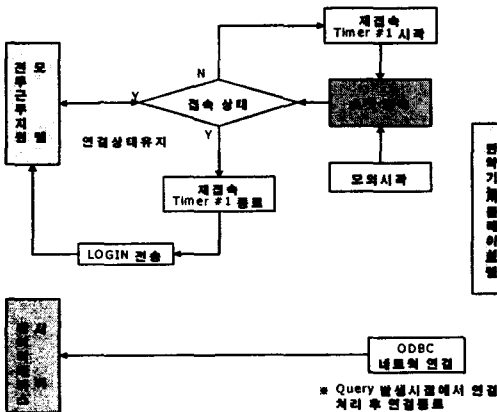
- 작전 일자별 ASP내 차량 출입현황을 분석하여 ASP의 적정 주차 공간에 대한 자료를 제공한다.
- 작전 일자별 ASP의 탄약 저장량, 탄약 취급인력 현황, 탄약 취급장비 현황 등에 대한 추세 분석 자료를 제공한다.
- 작전 일자별, 탄약고별 탄약 수불행위 빈도를 분석하여 주요 탄약고에 대한 적정 탄약 취급장비 및 인력 현황에 관한 자료를 제공한다.
- 작전 일자별 ASP 취급 주요 탄약 종류의 증감 현황에 관한 분석 자료를 제공한다.

4. 탄약기능 시뮬레이션 모델 구현

4.1 구현방안

4.1.1 네트워크 구성

탄약기능 시뮬레이션 모델은 전투근무지원 모델과 소켓 접속을 통하여 훈련 대상부대를 선택한다. 이때 훈련 대상부대 선택은 모의가 시작 될 때 필요한 탄약고의 정보와 탄약고에 저장되어 있는 탄약의 종류 및 수량에 대한 정보를 추출하기 위함이다.



<그림 4-1> 초기 Network 접속 Process

전투근무지원 모델과 탄약기능 시뮬레이션 모델은 TCP/IP 기반으로 한 패킷 통신이 가능하도록 Network을 구성하였다. 전투근무지원 모델로부터 탄약 수송대의 ASP 도착시간을 패킷으로 탄약기능 시뮬레이션 모델에 전달하기 위한 초기 Network 접속 Process는 앞의 <그림 4-1>과 같다.

적재 모의 요청 전문 Packet

```

$HEAD00800000000000G100 { ARENA 70501
1403231 302200553000 0.00432 300 300 12 20 1
2320371320003 24 35 A068 38186 A071 190932
A131 80640 A574 80880 B627 108 B630 216
B632 756 B546 1674 B568 1674 KB542 2419
KC06 43 KC26 2203 KC27 194 C226 194 C705
389 C704 389 C708 144 C706 58 C282 130 C650
76 C651 68 C660 7 N464 295 N335 115 K121 108
K092 54 K180 21 K250 7 K143 76 G935 36 G940
5 G945 5 G950 5 G955 5 G930 16
}200307311105@REAR

```

ARENA
70501 : 적재 / 70502 : 하화
1403231 : 전근지 Server Class Address
302200553000 : 탄약 증대 Code
0.0042 : 모의 요청 시간
300 300 12 20 : 탄약병, 노무자, 유압크레인, 지게차 수
1 2320371320003 24 : 차량 종류수, 차량 코드, 차량 대수
35 A068 38186 A071 190932 A131 80640 : 모의 탄종수, 탄종 코드, 탄종 수량
200307311105 : 전근지 서버 전달 시간

<그림 4-2> 모의 요청 패킷 구성 형태

<그림 4-1>에서 보는 바와 같이 탄약기능 시뮬레이션 모델이 전투근무지원 모델에 통신 접속 및

Login을 시도한다. 만일 통신 접속이 실패할 경우에는 10초 단위로 재접속을 시도할 수 있는 타이머를 가동하여 통신 접속을 반복한다.

패킷 구성의 내용에 대한 세부 의미는 앞의 <그림 4-2>에 상세히 기술하였다.

패킷 접속이 성공하면 탄약기능 시뮬레이션 모델은 초기 선택한 훈련 대상부대의 탄종 및 저장량에 대한 정보를 전투근무지원 모델 엔진으로부터 전달 받아 탄약기능 시뮬레이션 모델내에 MDB를 구성한다. 이후 탄약 수송대의 정보를 받기 위하여 접속 상태를 계속 유지한다.

4.1.2 인터페이스

전투근무지원 모델과 탄약기능 시뮬레이션 모델간의 인터페이스 및 시뮬레이션 절차는 다음과 같은 단계에 의해 실시한다.

- 최초 시작 단계

탄약기능 시뮬레이션 모델 사용자는 전투근무지원 모델의 시작을 확인하고 탄약기능 시뮬레이션 모델을 실행한다.

전투근무지원 모델은 데이터베이스 서버로부터 훈련 대상부대에 해당하는 탄약고 정보를 질의하여 추출한다. 이때 훈련 대상부대의 정보가 없으면 탄약 수송대가 도착하여 모의를 요청하여도 그에 대한 결과 전달이 불가능하다.

훈련 대상부대를 확인 후 전투근무지원 모델에 비동기 Client Socket으로 접속을 시도하며, 접속을 성공하면 Login 정보를 전송하고 전투근무지원 모델의 준비 신호를 대기한다.

전투근무지원 모델의 준비 신호를 수신하고 탄약기능 시뮬레이션 모델이 새로이 시뮬레이션

시작 시점을 수신하면 MDB에 초기화를 위해 사용자가 수동으로 명령을 입력한다. 이때 사용자는 현재 상황이 모의 최초 시점인 경우와 Crash 발생에 따른 재 시작 시점인 경우를 구별하여 초기화 방법을 선택한다.

탄약기능 시뮬레이션 모델이 수신한 정보가 모의 최초 시점이면 DB 서버로부터 초기화를 선택하고 Crash 발생에 따른 재시작 시점이면 MDB 복원을 선택한다.

MDB 초기화가 실행되면 탄약기능 시뮬레이션 모델은 초기화 방법에 따라 DB 서버로부터 각 부대 탄약 재고량을 MDB에 반영하고 백업 복구용으로 저장된 재고량을 새로이 시작될 시점으로 전환하여 반영한다.

MDB 초기화가 완료되면 사용자는 탄약기능 시뮬레이션 모델에게 모의 시작을 알리고 탄약기능 시뮬레이션 모델은 수신되어 있거나 수신 되는 모의 요청 Packet을 분석하여 탄약기능 시뮬레이션 모델을 실행한다.

- Crash 발생에 따른 재시작 단계

Crash가 발생할 경우는 아래의 두 가지 경우이다.

첫째, 탄약기능 시뮬레이션 모델이 내/외적인 요인에 의해 동작을 멈춘 경우이며, 이는 사용자가 탄약기능 시뮬레이션 모델을 재실행하게 되며 이는 최초 시작 단계에서부터 시작하는 것과 동일하다.

둘째, 전투근무지원 모델과의 통신이 두절된 경우이며, 탄약기능 시뮬레이션 모델은 재접속 알고리즘에 의해 전투근무지원 모델에 지속적으로 접속을 시도하게 되며 접속이 확인 되면 최초 시작 단계 서버 접속부터 시작하는 것과 동일하다.

- 탄약 현황 조정 단계

MDB의 초기화 과정이 진행되는 동안 또는 그 이후 전투근무지원 모델은 훈련 대상부대의 탄약 재고 상태를 MDB와 일치시키기 위해 현황 조정 패킷을 전송한다. 현황조정 패킷을 수신하면 탄약기능 시뮬레이션 모델은 이를 각 부대의 MDB에 반영한다.

- 적재 및 하화 모의 요청 단계

현황 조정이 요구된 이후 전투근무지원 모델은 실제 모의 요청을 시작한다. 모의 요청된 패킷은 프로그램의 Queue에 저장되어 대기한다.

요청된 패킷은 순차적으로 탄약기능 시뮬레이션 모델에서 처리한다.

모의에 필요한 정보가 MDB에 저장된 후 사후 분석을 위하여 분석자료의 생성은 별도의 테이블에 저장되며, Crash에 대비하여 모의가 처리되기 전의 탄약 재고상태와 탄약고별 적·하화에 소요된 시간 값을 별도의 백업 테이블에 저장한다.

처리된 모의 결과 또한 프로그램의 Queue에 저장되었다가 전투근무지원 모델에 패킷 형태의 결과 전문을 만들어 전송한다.

- 탄약 피해 처리 요청단계

전투근무지원 모델에서 탄약고 피해가 발생하게 되면 탄약기능 시뮬레이션 모델과 재고상태를 일치시키는 명령으로 피해탄약 현황정보에 대한 패킷이 탄약기능 시뮬레이션 모델에 전송된다.

탄약기능 시뮬레이션 모델은 전송받은 패킷을 통해 탄약 피해 정보 및 현재 보유량을 비교하며, 탄약의 재고가 있는 탄약고에서 동일한 비율로 보유량을 차감하여 전투근무지원 모델의 탄약고 탄종 재고량과 탄약기능 시뮬레이션 모델의 탄약고 탄종 재고량이 일치하도록 MDB의 재고량을 조정한다.

- 시뮬레이션 종료 및 사후분석 단계

전투근무지원 모델이 종료되는 시점에서 탄약기능 시뮬레이션 모델 사용자는 모의 종료명령을 내려야 한다. 이 때 탄약기능 시뮬레이션 모델은 최종 이벤트 시간을 MDB에 저장한다. 이는 차후 사후 분석을 위한 애니메이션 구현 단계에서 최종 이벤트임을 알 수 있는 기준 정보로 사용한다.

4.2 시스템구성 및 설계

4.2.1 Arena DB 초기화 Process

탄약기능 시뮬레이션 모델에서 운영하는 ARENA DB의 초기화 Process는 다음의 절차에 의거 실시한다.

- 탄약 부대 등록

프로그램이 시작되면 DB 서버로부터 훈련 대상 부대를 Query하여 탄약부대를 등록한다.

- 부대 현황 파악

훈련 대상부대가 인식되면 부대별 최종 모의 요청 시간을 파악하여 전투근무지원 모델로 전송하며, 전투근무지원 모델은 이 시간 값을 판단하여 재시작 시간을 탄약기능 시뮬레이션 모델로 전송한다.

탄약기능 시뮬레이션 모델에 접속이 성공하면 전투근무지원 모델에 Login 정보를 전송한다.

- 사용자 MDB 복원 명령

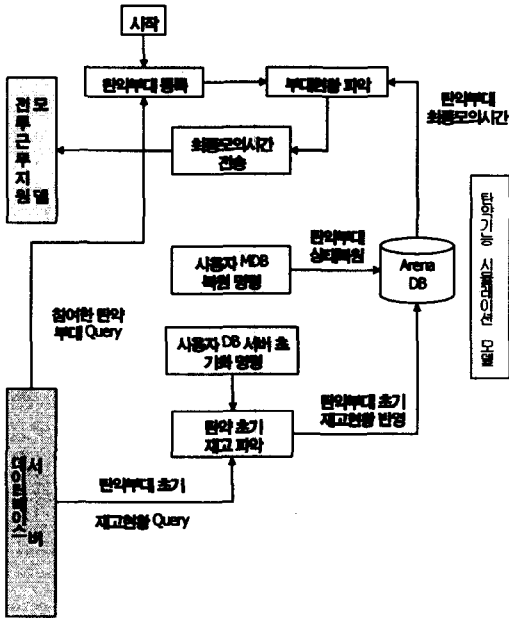
전투근무지원 모델 Crash 상황에서 재접속이 발생했을 때 사용자가 판단하여 실행하며 수신된 재시작 시간을 기준으로 탄약기능 시뮬레이션 모델의 MDB 백업 테이블에서 복원한다.

- 사용자 DB 서버 초기화 명령

탄약기능 시뮬레이션 모델의 인터페이스는

Crash 상황에서 재접속이 완료된 후 사용자가 판단하여 실행한다. 이때 탄약기능 시물레이션 모델은 전투근무지원 모델로부터 탄약재고 정보를 전송받고 이외의 정보는 초기화 한다.

아래의 <그림 4-3>은 탄약 Arena DB 초기화를 위한 Process 흐름도이다.



<그림 4-3> Arena DB 초기화 Process 흐름도

4.2.2 탄약 적재 Process

- 기준 정보 설정

기준 정보는 요구 탄약 정보, 차량 정보, 자원 정보 등에 대한 기본 정보를 등록한다.

- 도착 차량 객체 생성

전투근무지원 모델에서 탄약 수송대가 탄약기능 시물레이션 모델에 도착하면 탄약 수송대를 구성하고 있는 차량의 수만큼 차량 객체를 발생시킨다. 이때 발생하는 차량 객체는 각 차량마다

탄약 적재 가능 한계용량 속성을 가진다. 예를 들어 2 1/2톤 차량이 24대가 도착하면, 탄약기능 시물레이션 모델에서는 적재 한계 용량이 3.5톤인 차량 24대를 발생한다.

- 최대 탄약 선택

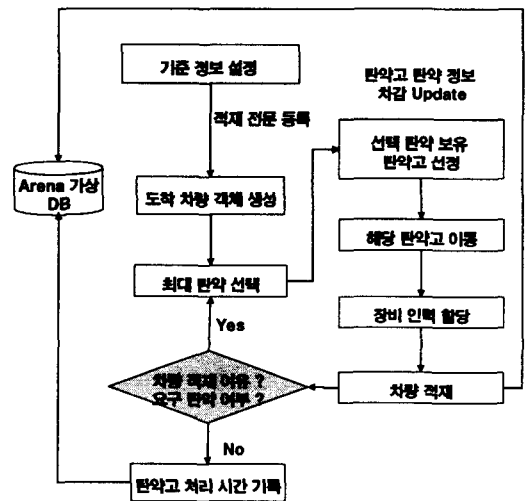
탄약 수송대에서 요구하는 탄종 중에서 처리량이 가장 큰 최대 탄약을 선택한다. 이는 각 탄종의 단위 발 톤 당 무게와 요구 수량을 곱하여 그 중 값이 최대인 탄종을 선택한다.

- 탄약고 선택

요구 탄종의 물량을 동일 탄약고에서 불출 가능한 탄약고를 선택한다. 만일 요구 탄종이 여러 탄약고에 적재 되어 있을 때에는 요구 탄종의 저장량이 가장 많은 탄약고를 선택한다.

- 장비 조작 인원 할당

탄약 중분류에 따른 인력을 우선 할당하며, 유압크레인을 조정하기 위한 조작 인원과 지게차에 조작인원을 우선 할당한다.



<그림 4-4> 탄약 적재 Process 흐름도

- 차량 적재

앞에서 할당된 탄약고에서 탄종을 적재하기 위하여 소요된 시간을 산출한다. 탄약 적재소요 시간은 3.2.3절에서 제시한 기준 시간에 의하여 산출한다. 차량 적재 완료 후 각 탄약고의 탄종별 탄약 재고량 변동 사항을 MDB에 저장한다. 또한 각 탄약고별 탄약 처리 마감 시간을 MDB에 저장한다.

앞의 <그림 4-4>는 탄약을 차량에 적재하기 위한 탄약 차량적재 Process 흐름도이다.

4.2.3 탄약 하화 Process

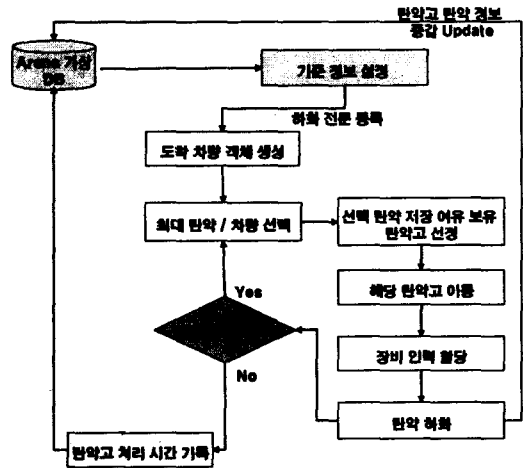
탄약 하화를 위한 기준 정보 설정은 요구 탄약 정보, 차량 정보, 자원 정보 등 기본 정보를 등록한다.

하화를 위한 도착 차량에 대한 객체 생성은 탄약 적재 Process와 동일한 규칙을 따르지만 각 차량이 가지고 있는 최대 허용 용량은 적재 한계 용량 보다 작을 수 있다. 각 차량에 적재 예정 탄약은 가능한 단일 차량에 적재한다. 탄종이 혼합 적재 되었을 경우에는 가능한 탄종에 대한 수량을 최대한 줄여야 한다. 이를 위해서 각각의 탄종에 대한 발당 톤의 무게와 하화를 해야 하는 탄약 수량을 곱하여 그 값이 가장 큰 탄종을 선택하고 차량 객체 역시 저장 용량이 가장 큰 차량을 우선적으로 선택한다. 탄종의 선택 절차는 앞 절의 최대 탄약 선택 절차와 동일하다.

탄약고 선택에 있어서는 하화 하고자 하는 탄약이 저장되어 있는 탄약고를 우선 선택하고 그 탄약고 중에서 여유 저장 공간이 가장 큰 탄약고를 선택한다. 이는 동일 탄약고에서 하화하고자 하는 선택한 탄종의 탄약을 처리하기 위함이다. 그러나 현재 저장되어 있는 탄약이 없을 경우에는 과거 저장

되었던 탄약고를 선택한다. 이는 하화 하고자 하는 탄약을 동일 탄약고에서 처리가 가능하도록 하기 위함이다.

아래의 <그림 4-5>는 탄약을 차량에서 탄약고에 하화하기 위한 탄약 하화 Process 흐름도이다.



<그림 4-5> 탄약 하화 Process

탄약 하화를 위한 탄약 하화 처리 시간 할당에 대한 규칙 및 소요 시간은 적재 Process와 동일한 규칙을 따르게 한다.

장비 인력 할당은 탄약 중분류에 따라 인력을 우선 할당하고 가용 유압크레인이 있을 경우에 지게차 보다 우선 할당한다.

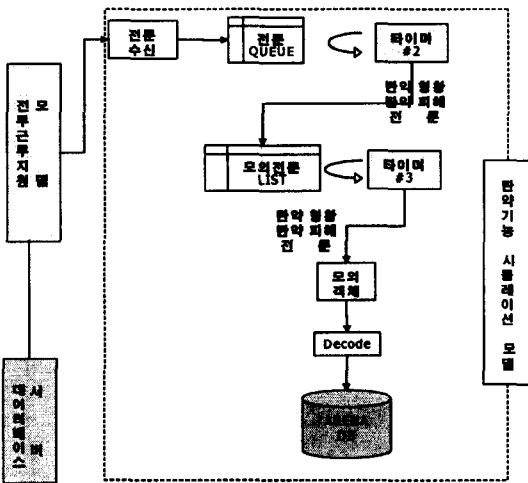
차량에서 탄약 하화 처리를 마친 후에는 각 탄약고에 대한 처리 완료 시간을 MDB에 저장한다.

4.2.4 탄약 피해현황 및 손실 전문 처리 Process

전투근무지원 서버로부터 수신한 탄약 피해현황 및 손실에 관한 전문은 임시 Queue에 저장되고, 타이머(2)에 의해 모의 전문 List에 등록된다.

아래의 <그림 4-6>는 탄약 피해현황 및 손실에 관한 전문 처리 Process 흐름도이다.

전투근무지원 모델에서 전송받은 탄약 피해현황 및 손실처리 전문을 타이머(3)이 감지하면 현재 저장되어 있는 탄약 재고량을 파악하여 탄약의 재고가 존재하는 탄약고에 대하여 MDB를 갱신한다. 이때 피해 받은 탄약의 현황은 사후분석 자료에 추가된다. 또한 전투근무지원 모델로 별도의 보고는 실시하지 않는다.



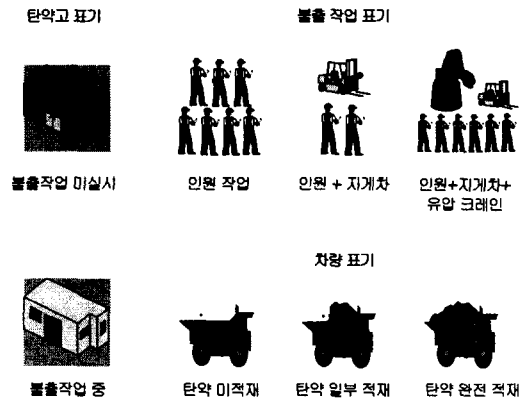
<그림 4-6> 탄약 피해현황 및 손실 전문 처리 Process 흐름도

5. 결과 분석

5.1 ARENA에 의한 탄약 불출모의

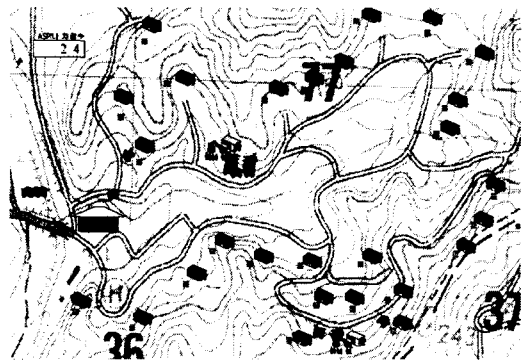
전투근무지원 모델과 탄약기능 시뮬레이션 모델을 연동하여 임의의 ASP를 대상으로 전시 D일부터 D+3일까지 04일 동안의 탄약 불출 지원 능력과 탄약 취급인원 및 자원현황에 대한 변화 추이를 모의하여 이를 분석하였다.

다음의 <그림 5-1>는 탄약지원 행위를 Animation으로 모의하기 위한 기본도형에 대한 정의이다.



<그림 5-1> Animation 모형

Animation을 통하여 사후분석자에게 ASP내에서 이루어지는 탄약지원 활동에 관한 제반사항을 제공하며, 탄약 지원 대상 탄약고 앞에서의 차량 적체 및 탄약 지원현황 등을 확인 할 수 있다.



<그림 5-2> ASP 탄약 지원모의

위의 <그림 5-2>는 ASP가 보유하고 있는 탄약고 위치를 해당 ASP의 상황도위에 도식하였으며, 각각의 탄약고는 AIS시스템에 구축되어 있는 실제

탄약의 보유량을 저장하고 있다.

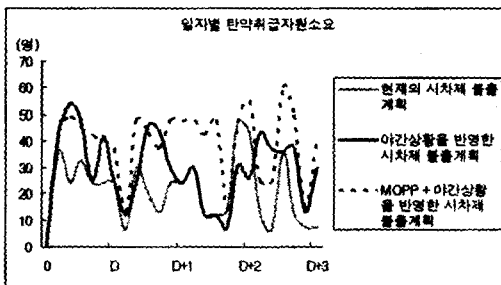
앞의 <그림 5-2>에서 나타난 바와 같이 ASP 지역내에 24대의 차량이 탄약을 적재하기위하여 운행 중임을 알 수 있으며, 또한 각각의 탄약고에서 탄약 취급인력, 지게차 및 유압크레인을 사용하여 탄약 지원업무가 수행됨을 알 수 있다.

5.2 탄약 불출모의 결과 분석

전시 ASP의 전장상황요소와 탄약취급 능력 등을 반영한 시뮬레이션을 통하여 작전일자별 탄약지원 시설인 ASP의 탄약불출 지원능력의 변화와 기존에 작성한 전시 시차별 탄약 불출계획을 검증 하는 것이 본 연구의 주요 목적이다.

탄약기능 시뮬레이션 모델을 통한 시뮬레이션 결과는 사후분석 담당관에게 다양한 종류의 분석 자료를 제공할 수 있으며, 본 연구에서는 주요한 5가지 종류의 탄약 불출결과에 대한 분석자료를 제시한다.

아래의 <그림 5-3>은 작전일자별 탄약 취급인원 소요추이에 대한 분석 결과이다.



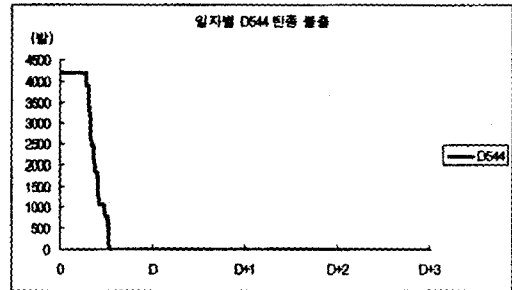
<그림 5-3> 일자별 탄약 취급인원 소요 추이

위의 <그림 5-3>에서 보는바와 같이 야간상황의 MOPP 상태하에서 가장 많은 탄약취급인원이

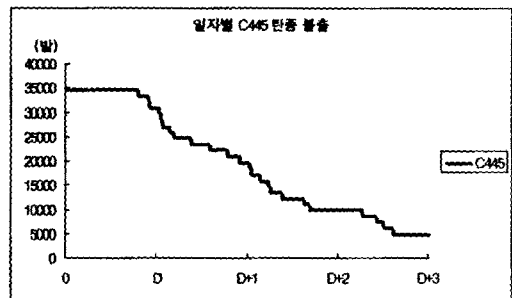
소요되었음을 확인할 수 있다. 또한 현재 각 ASP에서 작성하여 사용중인 시차제 불출계획상은 D+2일에 많은 탄약취급인원이 소요되었음을 확인할 수 있다. 이는 D+2일 도수운반 가능한 탄약이 가장 많이 불출되었음을 의미한다.

아래의 <그림 5-4>는 작전 일자별 D544 탄종에 대한 불출 결과이며, <그림 5-5>는 작전 일자별 C445 탄종에 대한 불출 결과이다.

<그림 5-4>와 <그림 5-5>에 나타난 바와 같이 전시 초기단계는 탄약기지로부터 재보급이 이루어지지 않은 상태임으로 일자별 주요 탄종이 급격하게 감소됨을 확인할 수 있다. 또한 <그림 5-4>에서 보는 바와 같이 D일 이전에 해당 ASP의 D544 탄종이 고갈되었음을 확인할 수 있다.

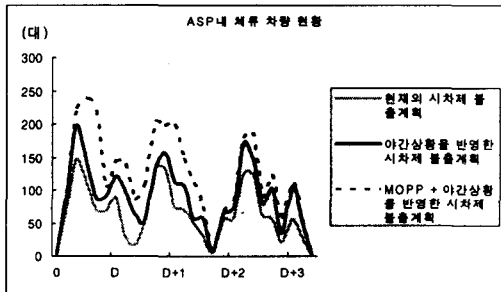


<그림 5-4> 일자별 D544 탄종 불출 추이



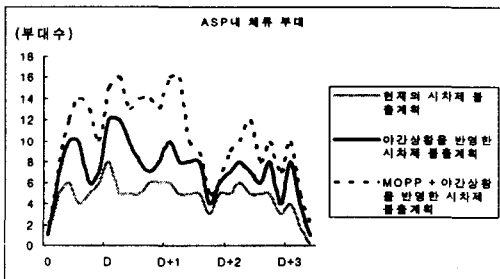
<그림 5-5> 일자별 C445 탄종 불출 추이

아래의 <그림 5-6>는 작전 일자별 ASP내의 탄약을 수령하고자 체류한 차량의 현황이다. 이 결과 전시 초기 D일에 가장 많은 탄약 수송 차량이 ASP를 방문하였음을 확인할 수 있으며, 이후에 점차적으로 ASP방문 차량이 감소되었음을 알 수 있다. 이는 ASP가 불출하는 탄약의 량이 점차적으로 감소됨을 의미한다.



<그림 5-6> ASP내 체류차량 변화 추이

아래의 <그림 5-7>는 탄약을 수령하기 위하여 ASP내에 체류한 부대의 수를 나타낸 것이다.



<그림 5-7> ASP내 체류부대 변화 추이

위의 <그림 5-7>에서 알 수 있는 바와 같이 현재의 시차제 불출 계획보다는 야간상황을 반영한 시차제 불출계획이 그리고 야간상황을 반영한 시차제 불출계획보다는 MOPP 상태와 야간상황을

반영한 시차제 불출계획의 경우에 ASP내 체류 부대 수가 많은 것을 알 수 있다. 이는 MOPP 상태와 야간상황을 반영한 시차제 불출계획상하에서 탄약 불출을 위한 작업시간이 가장 많이 소요됨을 의미한다.

6. 결 론

전시 탄약의 효과적인 불출행위는 전쟁 목표 달성을 위한 최우선 과제중의 하나이다. 이를 위하여 현재 우리 군은 제한된 탄약 물량가지고 일정기간 동안 전쟁을 수행하기 위해 시차별 탄약 불출계획을 작성하여 활용하고 있다.

본 연구에서 탄약지원시설인 ASP를 중심으로 현재 작성하여 활용중인 시차별 탄약 불출계획을 검증하기 위하여 전투근무지원 모델과 탄약기능 시뮬레이션 모델을 개발하였으며, 개발한 2기종의 시뮬레이션 모델을 연동하여 탄약기능 시뮬레이션 모델이 전투근무지원 모델로부터 ASP에서 탄약 불출을 하기 위한 정보를 패키지로 전송받아 ASP 내에서 이루어지는 탄약 불출행위를 시뮬레이션으로 상세히 모의한 것이 본 연구의 큰 의의라고 할 수 있다.

본 연구를 통하여 전시에 효과적인 탄약 불출계획을 수립하기 위하여서는 전장의 다양한 상황 변수를 고려하여 반영하였다. 연구결과 현재의 탄약 불출 시설인 각 ASP에서 작성하여 활용 중에 있는 시차별 탄약 불출계획과는 많은 차이가 있음을 확인 하였다. 즉 시차별 탄약 불출계획은 시차별 피지원부대를 약 2시간 단위로 균등하게 구분하여 탄약 불출 계획을 작성하였으나 불출요청 대상 탄종, 탄약고 앞의 주차공간, 작업 인원 및 장비의 능력 등과 ASP내의 전술적 피해, 야간상황 및 MOPP상태 등의

요소가 탄약지원능력에 현저하게 영향을 미침을 연구결과를 통하여 확인할 수 있었다.

본 연구 결과를 통하여 확인한 바와 같이 미래 전시 시차별 탄약 불출계획 작성시 ASP 내의 기술적 상황요소를 반영한 전투근무지원 모델을 활용하는 것이 현실적이고 효과적인 방법 중의 하나라고 판단되며, 또한 현재 육군에서 수행중인 전투지휘 훈련 결과를 근간으로 전시 시차별 탄약 불출계획을 작성하는 방법도 연구의 가치가 있다고 생각한다. 따라서 향후 이 분야에 대하여 좀더 많은 연구를 한다면 전시 효율적인 군수자원 관리 및 지원체계 구축에 크게 기여 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 문일경, 윤원영, 조규갑, 최원준, "ARENA를 이용한 시뮬레이션 2E," 2002.
- [2] 이상진, "Simulation with ARENA," 2002.
- [3] 송상민, "ARENA를 이용한 일반지원 정비대대의 궤도차량 정비능력 판단에 관한 연구," 2002.
- [4] 차병현, "군수분야 전투실험을 위한 모의분석 발전방향," 2004.
- [5] Balci, O., "Guidelines for Successful Simulation Studies," *Proceedings of the 1990 Winter Simulation Conference*, O. Balci et al. (eds), pp.25-32, 1990.
- [6] Banks, J. and R.R.Gibson, "Getting Started in Simulation Modeling," *IIE Solutions*, vol.28, pp.34-39, 1996.
- [7] Fishman, G. s., "Grouping Observations in Digital Simulation," *Management Science* 24, pp.510-521, 1978.
- [8] Shannon, R.E., S.S.Long, and B.P. Buckles, "Operations Research Methodologies in Industrial Engineering," *AIIE Trans.*, vol. 12, pp. 364-367, 1980.
- [9] Law, A.M., "Efficient Estimators for Simulated Queueing Systems," *Management Science* 22, pp. 30-41, 1975.
- [10] Law, AM and W.D. Kelton, "*Simulation Modeling and Analysis*," 3rd ed., McGraw-Hill, NewYork, NY, 2000.
- [11] Musselman, K.J., "Guidelines for Simulation Project Success," *Proceedings of the 1993 Winter Simulation Conference*, G.W.Evans et al.(eds), pp. 58-64, 1993.
- [12] Nance, R.E., "A History of Discrete Event Simulation Programming Languages, History of Programming Languages," T.J.Bergin and R.J.Gibson(eds.), *ACM Press and Addison-Wesley Publishing Company*, pp. 369-427, 1996.
- [13] Pegden, C.D., R.E.Shannon, R.P.Sadowski, "Introduction to Simulation Using SIMAN," 2nd ed., MaGrwa-Hill, NewYork, NY. 1995.
- [14] Schmeiser, B.W., "Batch Size Effects in the Analysis of Simulation Output," *Operations Research* 30, pp. 556-568, 1982.
- [15] Shannon, R.E., S.S.Long, and B.P. Buckles, "Operations Research Methodologies in Industrial Engineering," *AIIE Trans.*, vol. 12, pp. 364-367, 1980.
- [16] W.David Kelton, Randall P.Sadowski, David T.Sturrock, "*Simulation with Arena*," 3rd ed., MxGraw-Hill, NewYork, NY, 2003.