

# 시뮬레이션을 이용한 비행장능력 평가모형에 관한 연구 (A Study on Modelling the Airfield Capacity by using Simulation)

오 승학, 이 상진\*

## Abstract

This paper deals with an estimation method of the airfield capacity for the airlift operation. In the US Air Force, airfield capacities has been estimated using MOG(Maximum -On-the-Ground) concept, which is known to having several weaknesses. Recently, RAND suggests a personal-computer- based model called the Airfield Capacity Estimator(ACE), which is a more advanced and realistic technique compared to the MOG.

This paper attempts to modify the ACE appropriate to the Korean airlift operation. While ACE is developed on the basis of strategic mobilization, Korean airlift operation is done on the tactical basis. A designed mdel is tested with simulation technique.

---

\* 국방대학교 관리대학원

## 1. 서 론

공수작전은 공중수송수단을 통하여 필요한 시간과 장소에 인원 및 화물을 신속하게 이동 또는 보충함으로써 전투력을 극대화시키는 역할을 수행한다.[1] 공수작전은 전·평시를 막론하고 그 중요성이 날로 증대되고 있는 실정이다. 평시에 긴급을 요하는 물자나 병력을 수송함에 있어 공중 수송수단은 기타 다른 수송수단에 비해 경제적으로 많은 비용이 들지만 작전의 성공을 위해 신속한 수송방법으로 이용되고 있다. 특히 전시의 경우에는 적시 적소에 필요한 물자나 병력을 공급하는 것이 전쟁의 승패에 영향을 미치는 매우 중요한 작전이므로 공수작전을 통한 재보급의 수요 또한 매우 증대될 것이다.

그 외에 비행장능력을 평가해야 하는 이유는 다음과 같다. 첫째, 공수작전계획을 실질적으로 수립하기 위해서 반드시 사전에 해당 비행장능력을 평가해야 한다. 비행장이 제한된 작전시간 내에 얼마나 많은 물자나 인원을 적·하역할 수 있는가를 사전에 평가하여 알고 있어야 보다 실질적인 공수계획을 수립할 수 있게 된다. 지난 사막의 방패와 사막의 폭풍 작전 기간 동안 미국은 부정확한 비행장능력 평가로 인해서 임무를 취소하거나, 계획된 작전지역의 능력 제한으로 비행계획을 예비 비행장으로 변경해야 했던 경험을 통해서 비행장능력에 대한 평가의 중요성을 심각하게 인식하고 있다.[2]

둘째, 비행장능력에 대한 평가는 공수작전으로 군수지원이 이루어져야 하는 소요병력과 화물에 따라서 체계적으로 비행장시설들을 발전시키기 위해서도 필수적이다. 공수작전을 수행할 비행장이 현재 보유하고 있는 공수작전 관련 인원 및 장비, 시설 등을

가지고 어느 정도의 공수병력과 화물을 처리할 수 있는가, 또한 비행장의 공수작전 관련 인원 및 장비, 시설 등을 증가시켰을 때 공수작전 지원능력이 어느 정도 개선되는가를 평가할 수 있을 때 비로소 체계적인 비행장능력 개선이 가능해질 것이다.

현재 우리 군에서는 공수작전을 위한 비행장능력에 대한 이해가 매우 미흡하고 일반화된 개념도 없는 실정이다. 따라서 본 연구의 목적은 공수작전을 위해 필요한 비행장능력에 대한 개념을 정립하고, 기존의 비행장능력 평가에 관한 제방법들을 살펴봄으로써 한국적 현실에서 공수작전이 가능한 비행장에 대한 사전평가를 할 수 있는 평가모형을 설계하는데 있다.

## 2. 비행장능력 평가방법

미국은 1980년대부터 비행장능력의 중요성을 인식하고 미 국방성이 주관하여 전략적 동원에 관한 연구를 지속적으로 수행하고 있다.[10] 미군의 비행장능력 평가방법은 현재 사용하고 있는 방법인 비행장 최대지원가능(MOG: Maximum On the Ground) 대수를 산출하는 모형과 1994년에 RAND 연구소에서 개발한 비행장능력 평가모형이 있다.[9,11]

### 2.1 MOG 방법

현재 비행장능력을 평가하기 위해 사용하는 방법은 비행장의 최대지원가능(MOG) 대수를 계산하는 것이다. 비행장 최대지원가능 대수는 일반적으로 비행장에 착륙 가능한 최대 항공기, 혹은 지상활주 및 주기, 하역, 연료보급, 정비검사, 적재, 출항 그리고 계획된 시간 내에 이륙 가능한 최대 항공기 대수로써 인식되고 있다. 그러나 이러한 정의는 비공식적

<표 2-1> 최대 비행장 지원가능 대수에 영향을 미치는 주요 범주

주요범주	영향을 미치는 세부적 요소
항공기 형태	항공기 크기와 중량, 연료보급능력, 정비요구도, 물자운반 장비 요구도, 지상운용성능
지역적 특수성	제약된 작전시간, 항공관제계약, 정치적 고려사항
계획된 지상소요 시간	비행장에 입항하는 목적에 따라서 상이함
물리적 주기공간	항공기 주기지역의 형태와 크기, 화물수용능력, 지상환주로의 폭, 기타 장애물
군수지원 가용도	연료저장능력, 연료펌프효율, 연료차량의 대수, 정비부품 가용도, 물자운반장비 가용도
계약된 자원에 대한경쟁	상이한 종류의 항공기가 동시에 비행장에 진입함으로써 발생하는 자원에 대한 경쟁

이며 상황에 따라서 변화하는 개념이다. 따라서 공수작전과 관련된 특정 기능부서에 따라 이해되고 있는 개념이 약간씩 상이하다. <표 2-1>에 수록된 6가지 주요 범주의 요소들은 MOG 대수에 상이한 영향을 미칠 수 있다.[9] 이들 요소를 설명하면 다음과 같다.

첫째, 항공기 형태에 따라 비행장 최대지원가능 대수가 달라지며, 항공기 크기와 중량에 따라 특정 지역에 동시에 주기할 수 있는 최대 항공기 대수도 달라지게 된다. 또한 공수할 화물이나 인력에 따라 서비스를 받아야 하는 요구도가 달라지고, 이로 인해 항공기 지상소요 시간이 변하여 계획된 시간 내에 비행장에서 서비스 받을 수 있는 항공기 대수가 변하게 된다.

둘째, 비행장이 위치한 지역의 특성에 따라서 비행장 최대지원가능 대수가 달라진다. 비행장 주변의 작전상황에 따라서 작전을 수행할 수 있는 작전시간 제한이나 비행장의 항공 관제 능력 제약으로 인해서

하루에 입항할 수 있는 항공기가 제한이 될 경우 비행장 최대지원가능 대수가 영향을 받게 된다. 또한 전구내 작전을 수행함에 있어서 여러가지 상황에 작전수행에 제한이 가해지며 이때도 비행장 최대 지원가능 대수가 달라지게 된다.

셋째, 비행장에 입항하는 공수항공기가 상부의 지시에 의해 입항한 비행장에서 특정시간 동안 대기하는 경우가 있을 수 있다. 이 경우 계획된 지상소요 시간이 변경됨으로써 동일 비행장 최대지원가능 대수가 달라지게 된다.

넷째, 물리적인 주기공간의 제약도 비행장 최대지원가능 대수에 영향을 끼친다. 항공기 주기지역의 형태와 크기에 따라 주기할 수 있는 비행장 대수가 달라질 뿐 아니라, 적·하역한 화물을 수용할 수 있는 공간이 어느 정도의 능력을 구비하고 있는냐에 따라서 공수항공기가 비행장에서 공수임무를 수행할 수 있는 항공기 대수도 달라진다.

다섯째, 군수지원 가용도도 주요 변수가 된다. 연료저장능력이나 연료보급 장비의 효율이나 대수에 따라서 하루에 비행장에 입항하여 임무를 수행할 수 있는 항공기 대수가 달라진다. 또한 정비부품 가용도나 물자운반장비 가용도에 의해서도 달라진다.

마지막으로 비행장이 보유하고 있는 자원이 제약을 받는다면 입항하는 상이한 항공기 형태에 따라서 제약된 자원을 어떻게 할당하느냐에 따라 비행장 최대지원가능 대수가 달라지게 된다.

비행장 최대지원가능 대수의 정의는 일반적으로 비행장 최대주기가능(parking MOG) 대수와 비행장 최대서비스가능(working MOG) 대수로 구분하여 정의된다. 비행장 최대주기가능 대수는 특정 비행장의 가용 주기지역에 실질적으로 주기할 수 있는 최대

항공기 대수를 의미하며, 비행장 최대서비스가능 대수는 특정 비행장에서 계획된 지상소요시간 동안 항공기 주기뿐만 아니라 연료보급, 정비, 적·하역 작업, 승무원 관련작업 등을 서비스할 수 있는 최대 항공기 대수를 의미한다.

비행장 최대주기가능 대수는 주기장의 하중수용능력, 지상활주로의 폭, 주기장의 크기와 형태 등의 요소에 의해 결정되며, 비행장 최대서비스가능 대수는 위의 <표 2-1>에서 언급되었던 6가지 주요 범주의 요소들에 의해서 결정된다.

비행장 최대지원가능 대수는 미 공군 동원사령부에서 일반적으로 다음과 같이 계산하고 있다.[9]

$$MOG = X * Y \div Z \quad (2-1)$$

X: 동시에 서비스 할 수 있는  
항공기 최대 대수

Y: 서비스 자원의 일일 가용 시간

Z: 특정 항공기의 계획된 평균지상  
소요시간

동시에 서비스 받을 수 있는 최대 항공기 대수(X)는 주기장의 크기와 서비스자원의 가용대수에 따라서 계산되고, 서비스 자원의 일일 가용시간(Y)은 자원의 가용도와 작전제한시간 등 주어진 비행장의 특성에 따라 결정된다. 또한 특정 항공기의 계획된 평균지상소요시간(Z)은 미 공군 동원사령부에서 표준화한 평균이 이용된다.

예를 들어 자원으로는 주기장만을 고려하고 동시에 주기할 수 있는 C-141항공기 최대대수가 5대이며, 또한 주기장의 일일가용시간(Y)을 20시간, 계획된 평균지상소요시간(Z)을 3시간 15분이라고 각각 가정한다면 C-141에 대한 비행장 최대지원가능(MOG) 대수는 다음과 같이 구해진다.

$$MOG = 5 \times 20 \div 3.25 \approx 31$$

즉, 비행장의 C-141에 대한 최대 비행장 지원가능 대수는 31대로서, 동시에 5대의 C-141가 주기할 수 있으며 일일 31대의 C-141을 서비스할 수 있다는 것을 의미한다.

비행장 최대지원가능(MOG) 대수는 비행장능력을 나타내는 개념으로 현재 미군에서 적용되고 있다. 그러나 개념상의 혼란과 공식적인 계산 방법의 부재 등으로 인해서 지속적인 사용에 의문이 제기되고 있으며, 이 개념에 대체할 수 있는 새로운 비행장능력 평가모형에 대한 연구가 계속되고 있다.

비행장 최대지원가능 대수 개념의 문제점으로는 우선 특정 비행장에서 동시에 서비스 가능한 최대 대수를 단순한 하나의 숫자로 표현하고 있다는 점을 들 수 있다. 앞에서 살펴본 C-141의 예처럼 비행장 최대지원가능 대수를 구하는 데 있어서 비행장 자원으로 주기장만을 고려함으로 하나의 자원으로 최대 대수를 고려하고 있다. 그러나 비행장에는 여러 자원들이 있고, 임무에 따라서 자원들이 활용되고 있기 때문에 이를 하나의 숫자로 표현하는 것은 부정확성을 스스로 내포하는 것이다.

둘째, 자원들의 일일 가용시간 역시 단순한 하나의 숫자로 계산되고 있다. 비행장에는 각기 다른 자원들이 있고, 각 특성에 따라서 상이한 가용시간을 가지고 있다. 그러나 비행장 최대지원가능 대수 계산에서 이를 하나의 숫자로 적용함으로써 계산된 평가치에 이러한 오차가 내재되어 있다.

마지막으로 특정 비행장에 하나의 표준 지상소요시간을 사용함으로써 비행장간의 내재된 차이와 항공기에 따라 요구되는 상이한 서비스 작업 차이를 무시하고 있다는 것이다. 비행장간의 내재된 차이란

비행장 내 자원의 물리적인 위치로 인해 발생한다. 예를 들면 주기장의 위치로 인해 착륙 후 주기하는 데 사용되는 시간이 변하며, 공수터미널과 주기장의 거리로 인해서 적·하역시간이 달라진다. 또한 항공기가 수행하는 임무와 항공기 종류에 따라서 비행장에서 요구되는 서비스가 상이해지고 이에 따라 지상 소요시간이 매우 다양해진다.

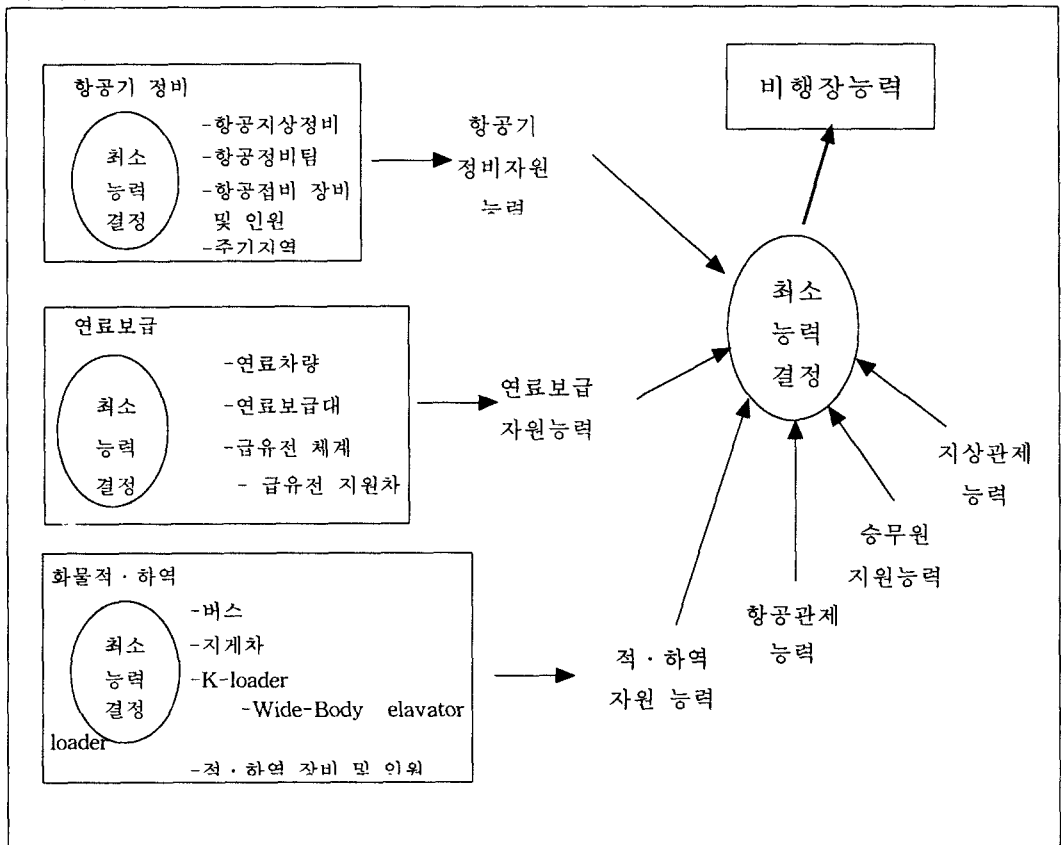
## 2.2 RAND의 비행장능력 평가모형

RAND모형에서는 비행장능력을 특정 일자 동안 주어진 작전상황과 자원의 제약 하에서 특정 비행장에서 경유하고, 지원할 수 있는 특정 종류의 항공기 최대 대수로 정의하고 있다. 이러한 정의는 작

전환경이나 자원, 관제능력 등 비행장능력에 영향을 주는 주요 요소들을 대변할 수 있는 보다 정밀한 비행장능력 개념이다.

앞서 설명한 MOG에서는 비행장능력을 비행장에서 동시에 수용할 수 있는 특정 항공기 대수로 정의하고 있는 것과 비교해 보면 RAND 모형에서는 비행장능력 정의를 하루에 수용할 수 있는 항공기와 임무의 조합으로 표현한다. 따라서 이 범위는 임무의 요구와 작전상황이나 비행장 자원의 변화에 따라 변화하게 된다.

특별히 하루에 특정 종류의 항공기를 보다 더 많이 지원하게 되면 다른 종류의 항공기는 보다 적게



<그림 2-1> RAND 모형 개념도

지원하게 된다. 이 가능한 범위 내에서 항공기의 다양한 조합은 그러한 항공기가 요구하는 서비스 요구도에 따라 달라진다.

예를 들면 항공기가 보다 많은 정비와 연료, 화물 운반장비를 요구하게 되면 항공기의 지상소요시간이 길어지고 따라서 비행장에서 서비스할 수 있는 항공기 대수가 줄어들게 된다. 전략적 공수작전이 전개되고 특정 비행장에서 이용되는 항공기의 종류와 혼합비율이 변경될 때 그 비행장의 능력이 변하게 된다. 또한 비행장의 능력은 항공기를 서비스하는 데 이용되는 비행장 내 자원들의 증감에 의해서도 영향을 받게 된다.

<그림 2-1>은 RAND 모형의 전체적 개념을 설명하고 있다. 여기에서는 기능별 작업군을 항공기 정비(servicing)와 연료보급(fueling), 적·하역 작업(loading) 등으로 구분한다. 각 기능별 작업군에 분류된 자원들 중 제약자원이 되는 자원의 능력을 분석하여 이를 그 기능별 작업군의 최소능력으로 결정한다. 다음 이 최소능력들을 항공관제, 지상관제, 승무원 지원 등의 능력과 비교한다. 최종적으로 모든 기능별 작업군 중의 최소치를 식별하여 이를 해당 비행장의 능력으로 정의한다.

RAND 모형에서는 비행장 자원과 특정 비행장능력 간의 기본적인 관계를 다음의 공식으로 표현하고 있다.

$$C = \text{Minimum of } (C_i = R_i \times A_i \div S_i) \quad (2-2)$$

C: 항공기를 서비스하는 데 이용되는 비행장 자원의 능력, 즉 하루에 비행장에서 서비스할 수 있는 특정 서비스를 필요로 하는 특정 종류의 최대 항공기 대수

R<sub>i</sub>: 특정 자원 i의 수량

A<sub>i</sub>: 특정 자원 i의 일일평균 가용시간

S<sub>i</sub>: 특정 자원 i가 현대의 특정 종류

항공기를 서비스하는 데 소요되는 시간

<식 2-2>는 공수작전을 지원하는 비행장 보유자원들 각각에 대해서 일일 서비스 가능한 최대 항공기 대수를 구하여 이를 해당자원의 능력으로 결정한 후, 각 자원의 능력 중 최소치를 해당 비행장능력으로 결정한다. 즉 공수임무에 필요한 모든 자원이 공수항공기를 지원할 때 공수임무가 비행장에서 이루어지는 것이므로, 어떤 자원의 능력이 부족하여 공수항공기를 지원할 수 없다면 바로 그 자원이 제약요인이 되며 그 자원에 의해서 수행될 수 있는 최대 항공기 대수가 해당 비행장능력이 된다.

이 접근의 기본논리는 명확하지만 실제 평가하는데는 변수들간의 복잡한 관계를 고려해야 하기 때문에 매우 복잡해진다. 예를 들면 두 번째 단계에서 계산된 서비스 시간은 항공기를 어디에 주기하느냐에 따라 달라진다. 왜냐하면 항공기의 주기위치가 항공기와 화물하역장소를 왕복하는 데 소요되는 적·하역 장비의 시간에 영향을 주기 때문이다. 또한 화물 적·하역이나 연료보급 등과 같은 작업이 동시에 이루어지느냐, 순차적으로 진행되느냐에 따라서 항공기 지상소요시간에 영향을 주며, 다른 항공기에게 가용한 주기장소와 시간에도 영향을 준다. 따라서 이러한 문제들을 해결하기 위해 RAND 모형에서는 여러 가지 공식들을 사용한다.[10]

RAND 모형은 기존의 MOG 개념을 확장시킨 개념이다. 비행장 최대지원가능 대수는 특정 자원에 대해서 평가를 하는 반면 RAND 모형에서는 비행장이 보유한 자원들 중 공수작전에 필요한 자원들을 선별하여 이들을 모두 MOG 개념을 이용하여 특정

자원의 능력을 계산한다. 이렇게 계산된 능력들 중에서 최소능력이 공수임무를 수행할 때 제약요인으로 작용하여 더 이상의 공수임무를 할 수 없게 함으로써 이 자원의 능력을 해당 비행장의 능력으로 평가한다.

RAND 모형은 수학적인 모델로써 기본 식들을 이용하여 다양하고 많은 자원들의 관계를 공식화하고 있다. 따라서 기존의 비행장 최대지원가능 대수 개념과 비교해 볼 때 보다 포괄적인 개념이고 종합적인 개념이라고 할 수 있다.

### 3. 비행장능력 평가모형의 설계

본 연구에서는 비행장능력을 “비행장이 특정 작전 시간 내에 지원할 수 있는 최대 공수항공기 대수 또는 처리할 수 있는 최대 화물처리량”으로 정의한다. 공수계획을 하고 임무를 수행하는 부서에서는 특정 작전시간 내에 얼마만큼의 화물을 적·하역할 수 있는가가 중요한 관심사항이다.

모형을 설계하기 위해 다음과 같은 가정사항을 전제한다.[3,4,5]

첫째, 비행장능력을 평가함에 있어 모기지 임무(母基地 任務)를 수행하는 비행장의 평가는 제외한다. 실제 공수업무와 관련한 비행장 평가는 대부분 중간기착지 비행장에서 요구되고 있다. 또한 중간기착지 비행장에서는 정비작업과 각종 서비스작업(예를 들면, 오일 교환, 연료 보급, 질소 공급 등)을 받지 않는다. 실제 임무 시에는 모기지 비행장에서 이러한 서비스를 받고 불가피한 경우에만 중간기착지 비행장에서 서비스를 받는다. 따라서 모기지 비행장을 고려하는 경우 불필요하게 많은 자원들을 고려해야

하기 때문에 모형 설계의 효율성을 위해서 이러한 가정이 필요하기도 하다.

둘째, 하나의 주기지역에는 한 대의 공수항공기만이 적·하역작업을 수행할 수 있으며, 동시에 공수작전을 지원할 수 있는 주기장은 두 개의 지역으로 한정한다. 현실적으로 우리 군이 보유하고 있는 적·하역 장비로는 두 개의 주기지역에서 동시작업이 매우 어려운 실정이다. 따라서 이를 감안하여 두 개 이내의 주기장만을 가정한다.

셋째, 화물의 포장은 항공기가 비행장에 진입하기 전에 완료된다고 가정한다. 화물은 일반적으로 포장이 되어 팔레트에 의해서 공수가 된다. 이 모형은 비행장이 처리할 수 있는 최대 화물처리량을 구하기 위한 것이므로 사실 비행장의 화물포장능력은 매우 중요한 요소이다. 그러나 공수작전은 이러한 화물의 포장이 완료된 상태에서 공수항공기를 해당 비행장에 진입시키기 때문에 공수작전을 위한 비행장능력을 평가하는 데는 화물포장능력을 고려하지 않기로 한다.

넷째, 적·하역장소 및 화물보관장소는 충분하다고 가정한다.

다섯째, 공수작전을 지원하는 비행장의 인원에 관한 사항은 충분히 지원된다고 가정한다.

#### 3.1 모형의 개념

본 모형은 공수작전을 지원할 수 있는 비행장능력을 평가하기 위해 시뮬레이션 기법을 이용한다. 공수작전을 위해 비행장에서 수행하는 공수항공기 절차와 비행장 보유자원 중 공수작전을 지원하는 자원을 모형에 고려한다. 고려하고 있는 절차와 비행장 자원은 <표 3-1>과 <표 3-2>에 나타나 있다. 절차

와 자원에 대한 자료는 공수임무를 수행하는 승무원과 공수터미널에서 근무하는 담당자들과의 면담을 통해서 얻어진 것이다.

<표 3-1> 공수항공기 비행장 절차

작업	정의	기호
착륙후 지상활주	활주로에 진입하는 유도로를 경유 주기장까지의 지상활주 절차	AT
Block In	주기지역에 진입하여 엔진을 정지시킬 때까지의 절차	BI
비행후 점검	승무원에 의해 수행하는 육안점검으로 엔진정지후 수행하는 절차	I <sub>1</sub>
일반적 절차	비행계획제출, 기상, 작전정보 등의 획득 그리고 간단한 정비활동 등을 총칭하는 절차	G
화물하역 작업	화물하역을 위해 수행되는 작업	D
화물적재 작업	화물적재를 위해 수행되는 작업	U
비행전 점검	승무원에 의해 수행하는 육안점검으로 엔진시동전 수행하는 절차	I <sub>2</sub>
Block Out	주기지역에서 엔진시동후 주기지역을 이탈할 때까지의 절차	BO
이륙전 지상활주	주기장에서 이탈하여 유도로를 경유 활주로에 진입하여 이륙하기전까지의 지상활주 기간	BT

공수작전을 수행하는 항공기는 비행장에 입항하여 일련의 과정을 통해서 임무를 완수하고 비행장을 출항하게 된다. 항공기들은 관제능력과 항공기 간(間) 분리규정에 의해 일정한 시간간격을 가지고 비행장에 진입을 한다. 활주로에 착륙한 항공기는 유도로를 경유하여 해당된 주기장소로 지상활주를 한다. 주기장에 진입하여 엔진을 정지하고 나면 비행 후 점검을 수행하고 일반적인 절차(예를 들면 차후 비행계획제출, 기상 및 작전정보획득, 간단한 정비활동 등)을 수행한다. 이 때 일반적인 절차와 동시에 공수터미널에서 운영하는 적·하역 장비로 항공기에 적재되어 있던 화물을 하역한다. 하역작업이 끝나면 공수터미널에서 미리 포장되어 팔레트화된 화물을 적·하역장비로 운반하여 항공기에 적재한다. 이후 비행

전 점검을 수행하고 시동을 걸어서 이륙을 위해 유도로를 경유하여 활주로에 진입한다. 관제시설로부터 이륙허가를 얻게 되면 이륙하여 비행장을 출항한다.

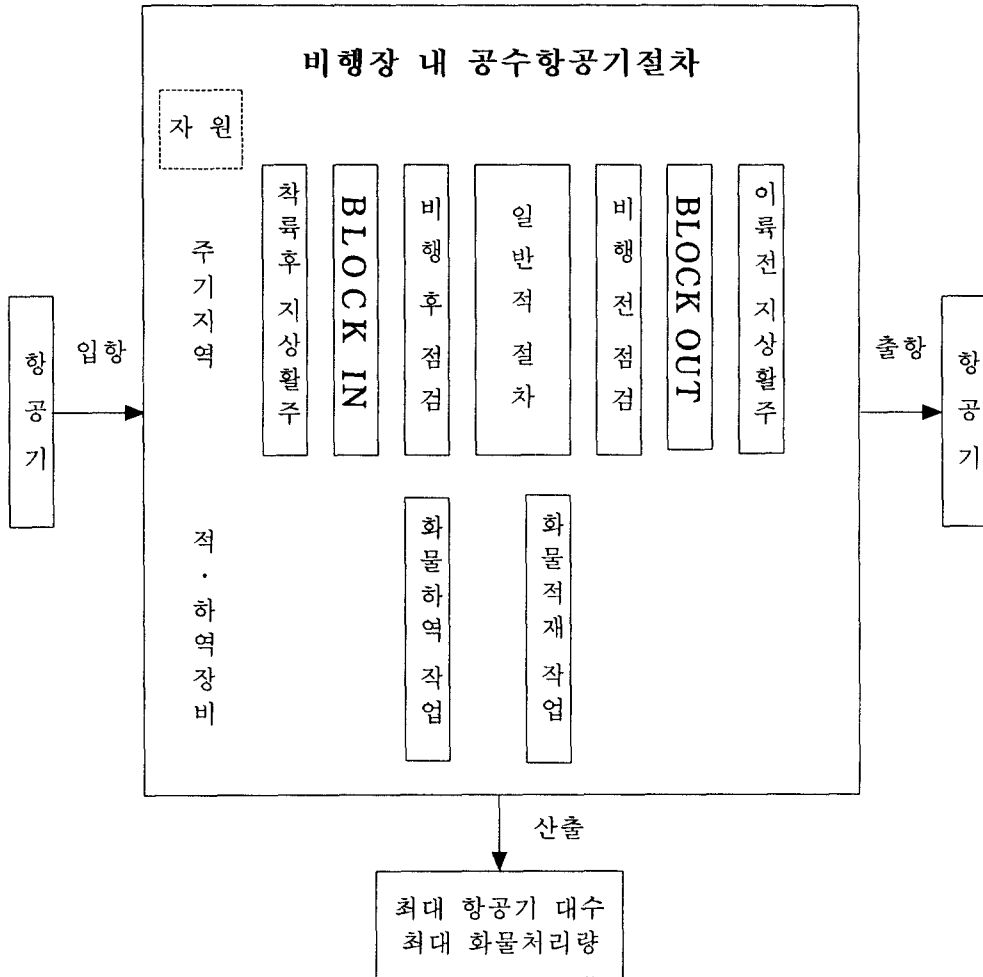
<표 3-2> 모형에 고려된 비행장 보유자원

항공기 수행절차	비행장 보유 지원자원
항공기 주기	제1주기지역 제2주기지역
적·하역 작업	지게차 25K-loader 40K-loader

<표 3-2>는 본 모형에서 고려되는 자원들을 나타내는데 이들 자원들은 RAND 모형에서 고려하고 있는 자원들과 비교할 때 매우 적은 수의 자원들이다. 이러한 차이는 미군의 공수작전이 전구간을 수송하는 전략공수인 반면 우리군의 공수작전은 한반도 전구내 전술공수를 고려하기 때문이다. 미군 공수항공기들은 장거리를 비행하여 전략공수를 수행함으로 입항하는 비행장에서 모기지과 동일한 절차와 작업을 지원받아야 한다. 따라서 모기지에서 보유하고 있는 모든 자원을 고려해야 한다. 그러나 우리군의 공수작전은 비교적 근거리 임무를 수행함으로 가정 사항에서 전제한 것처럼 비행장에서 요구되는 대부분의 작업을 모기지에서 수행하고 있다. 따라서 중간기착지에서 고려되어야 하는 자원은 주기지역 및 적·하역 자원과 비행장의 관제능력이다.

본 모형에서는 비행장의 관제능력은 단순히 입·출항하는 항공기를 분리하기 위한 관제시간간격으로 사용자가 입력하는 것으로 고려하고 있다. 이는 RAND 모형에서 고려하고 있는 지상관제능력이나 항공관제능력과는 차이가 있다. 미군 공수항공기는 앞서 설명한 바와 같이 전구간 전략공수로 입항하는





〈그림 3-1〉 비행장능력 평가 모형도

비행장이 매우 복잡하여 관제능력이 고려되어야 한다. 그러나 우리군의 전군내 전술공수작전은 제한된 작전환경하에서 수행되므로 입항하는 중간기착지 비행장이 비교적 복잡하지 않기 때문에 RAND 모형이 고려한 지상관제능력이나 항공관제능력은 필요치 않다. 따라서 단순히 항공기 입·출항시 간격분리를 위해 관제시간간격을 고려하며 만약 공수입무를 수행하는 비행장이 복잡하여 공수입무에 지장을 줄 때에는 작전가능시간을 설정할 때 사용자가 이를 고려하

여 작전가능시간을 제한하는 것으로 설계한다. 공수항공기가 비행장에 입항에서 출항할 때까지의 과정을 모형화하면 <그림 3-1>과 같다. 항공기는 비행장에 입항하여 출항할 때까지 비행장 내 공수항공기 수행절차를 수행하면서 적재해 온 화물을 하역하고 필요시 공수할 화물을 적재하게 된다. 이러한 과정을 시뮬레이션 기법을 이용하여 특정 작전시간 내에 최대한 반복시킴, 즉 항공기를 특정 작전시간 내에 최대한으로 입항시켜서 입무를 수행하게 되면 결

과적으로 수행한 최대 항공기 대수와 최대 화물처리량을 얻을 수 있다. 이 결과물을 해당 비행장이 공작전을 지원할 수 있는 능력으로 평가한다.

### 3.2 모형의 설계

모형을 설계함에 있어 다음과 같은 식들이 필요하다. 첫째, 항공기의 비행장에서의 소요시간을 계산하기 위해서 RAND 모형의 지상소요시간을 구하는 공식을 우리군의 절차에 맞게 수정하여 적용한다. 따라서 본 모형에서 고려하고 있는 공수항공기 절차와 자원들을 근거로 항공기 지상소요시간을 계산한다.

둘째, 적·하역작업에 소요되는 시간을 계산하기 위해서 적·하역작업을 세분화하여 세분화된 작업들의 소요시간을 계산하여 전체 적·하역작업에 소요된 시간을 구한다. 적·하역작업은 크게 적재작업과 하역작업으로 구분된다. 하역작업은 화물을 적재하고 입항한 항공기에서의 화물하역작업, 화물운반장비의 운반작업, 터미널에서의 화물하역작업으로 구분되며, 적재작업은 터미널에서 화물을 화물운반장비로 적재하는 작업, 화물운반작업, 화물을 항공기로 적재하는 작업으로 구분된다. 이렇게 세분화된 작업들의 소요시간과 화물운반장비의 부족으로 인한 지연시간을 구하여 이를 합하면 전체 적·하역시간이 계산된다.

셋째, 본 모형에서 고려하고 있는 적·하역장비들의 제원과 성능을 결합시키기 위해 가중평균을 사용한다.[3,4] <표 3-3>에서 보듯이 비행장에는 3가지 종류의 대표적인 적·하역장비가 있다. 각 장비의 작업속도는 10km/hour로 동일하며, 적재용량은 장비에 따라서 지게차가 1팔레트를, 25K-loader와 40K-loader가 3팔레트를 최대한으로 적재할 수 있

다. 지게차는 독립적으로 작업이 가능하지만 25K-loader와 40K-loader는 독립적인 적·하역작업이 불가능하고 지게차와 함께 작업을 수행해야만 한다. 모형에서는 각 장비에 대한 보유대수를 입력할 수 있도록 설계함으로써 각 장비의 대수가 변화하게 된다. 따라서 각기 다른 대수의 장비성능들을 대표하는 값을 계산해야 하기 때문에 각 장비별로 가중평균을 이용하여 대표값을 구한다.

<표 3-3> 적·하역 장비 제원

구분	단위	지게차	25K-loader	40K-loader
작업 속도	km/hour	10	10	10
최대 적재수	pallet	1	3	3

#### 3.2.1 지상소요시간 산출

지상소요시간을 산출하는 공식은 다음과 같다.

$$AGT = AT + BI + Max \left\{ \frac{I_1 + G}{D + U} \right\} + I_2 + BO + BT \quad (3-1)$$

AGT는 지상소요시간으로 항공기가 활주로에 진입하여 공수임무를 수행하고 활주로에서 이탈할 때까지의 시간이다. 나머지 기호가 의미하는 바는 <표 3-1>을 참조하라.

<식 3-1>의 변수들 중에서 AT와 BT, D, U 등을 제외하고는 실제 임무 시 소요되는 일반적인 평균시간을 사용한다. AT와 BT는 활주로에서 주기지역까지의 거리에 따라 변하므로 지상활주속도를 기준으로 계산하며, D와 U는 적·하역해야 할 화물량과 적·하역장비의 성능, 그리고 적·하역장소와 항공기가 주기되어 있는 지역간의 거리 등을 고려하여 계산한다.

### 3.2.2 적·하역 소요시간 산출

적·하역 소요시간을 계산하기 위해서는 몇 개의 매개변수를 정의해야 한다. 먼저 적재된 화물의 양 (여기서는 팔레트의 수)에 따라 필요한 적·하역 장비 소요 대수를  $X_{loads,down \text{ or } up}$ 으로 정의한다. 화물의 하역 시  $X_{loads,down}$ 을 구하는 공식은 <식 3-2>와 같다.

$$X_{loads,down} = \text{Int} \left( \frac{\text{pallets to be off loaded} - 1}{\text{capacity of transporter}} \right) + 1 \quad (3-2)$$

또한 적재 시 산출 공식은 <식 3-3>이다.

$$X_{loads,up} = \text{Int} \left( \frac{\text{pallets to be on loaded} - 1}{\text{capacity of transporter}} \right) + 1 \quad (3-3)$$

<식 3-2>와 <식 3-3>에서 Int는 소수점 이하의 숫자를 삭제하는 것을 의미하며, pallets to be off loaded나 pallets to be on loaded에서 1을 빼주고 또한 괄호 안의 계산된 결과에 1을 더해준 것은 적·하역장비의 소요대수를 구하는 식을 일반화시키기 위한 것이다.

<표 3-4> 장비별 적·하역 소요시간

장비	작업장소	적재 시	하역 시
지게차	항공기	3분	3분
	적·하역장소	1분	1분
25K-loader/ 40K-loader	항공기	5분	5분
	적·하역장소	5분	5분

이제 터미널에서 적·하역장비가 팔레트를 적·하역하는 데 소요되는 시간을 구한다. 팔레트를 적·하역할 때 소요되는 시간은 <표 3-4>와 같다. 여기에서 소요시간은 팔레트 단위에 따라서는 차이가 미미하

고 팔레트를 실제 적재 및 하역하기 위해서 장비를 준비시키는 시간이 포함되어 있다. 또한 작업장소에 따라서는 차이를 보이지만 적재나 하역에 따라서는 동일하다.

모형에서는 적·하역장비를 결합시켜 작업을 수행하므로 팔레트를 적·하역하는데 소요되는 <표 3-4>의 기준시간의 가중치평균을 이용하여 장비별 적·하역 소요시간을 다음과 같이 구한다. 먼저 지게차, 25K-loader, 40K-loader의 대수를 각각  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ 로 정의한다. 적·하역장소에서 팔레트를 하역하는 데 소요되는 시간을  $T_{term,down}$ 이라 하고, 적재하는데 소요되는 시간을  $T_{term,up}$ 으로 각각 정의하고 이들 시간은 서로 같다. 이들 시간을 구하는 공식은 <식 3-4>이다.

$$T_{term,down} = T_{term,up} = (X_1 + 5X_2 + 5X_3) \div (X_1 + X_2 + X_3) \quad (3-4)$$

팔레트를 항공기에서 적·하역장비로 하역하는 데 소요되는 시간을  $T_{a/c,down}$ , 적재하는 데 소요되는 시간을  $T_{a/c,up}$ 으로 각각 정의하며 이들 시간을 구하는 공식은 <식 3-5>이다.

$$T_{a/c,down} = T_{a/c,up} = (3X_1 + 5X_2 + 5X_3) \div (X_1 + X_2 + X_3) \quad (3-5)$$

항공기로부터 화물을 적·하역장비에 옮겨 실은 후 항공기를 이탈하여 지정된 적·하역장소에서 화물을 하역하고 다시 항공기로 돌아오는 데 소요되는 시간을  $T_{cycle,down}$ 이라고 정의한다. 이를 구하는 공식은 <식 3-6>이다.

$$T_{cycle,down} = T_{drive} + T_{a/c,down} + T_{drive} \quad (3-6)$$

적재 시 소요시간을  $T_{cycle,up}$ 이라고 하며 이를 구하는 공식은 <식 3-7>이다.

$$T_{cycle,up} = T_{drive} + T_{a/c,up} + T_{drive} \quad (3-7)$$

그런 다음 팔레트 하역 시 적·하역장비의 제약으로 인해 적·하역장비가 항공기를 이탈하여 되돌아올 때까지 지연되는 시간을  $T_{delay,down}$ 으로 정의한다. 한대의 적·하역장비가 항공기로부터 화물을 옮겨 실은 후 항공기를 이탈하면 잔여 적·하역장비가 계속적으로 항공기에서 화물을 옮겨 실게 된다. 만약에 맨 처음 항공기를 이탈한 적·하역장비가 항공기로 되돌아 올 때까지 잔여 적·하역장비가 계속적으로 화물을 옮겨 실고 있다면 이러한 지연시간은 발생하지 않는다.

이를 식으로 만들기 위해 먼저 항공기에서 화물을 하역하는 데 소요되는 시간( $T_{a/c,down}$ )에 잔여 적·하역장비 대수(No of transporter-1)를 곱하면 잔여 적·하역장비가 항공기에서 지속적으로 하역작업을 수행한 소요시간이 된다. 다음, 처음에 화물을 항공기에서 옮겨 실은 적·하역장비가 다시 항공기로 돌아오는 데 걸리는 소요시간( $T_{cycle,down}$ )에서 잔여 적·하역장비가 항공기에서 지속적으로 하역작업을 수행한 소요시간을 빼면 1회 하역 시 지연시간이 계산된다. 여기에 적·하역장비가 하역작업을 수행한 회수를 곱하면 총 지연시간이 된다.

$$T_{delay,down} = (T_{cycle,down} - (T_{a/c,down} * (No\ of\ transporter - 1))) * Int((X_{loads,down} - 1) / No\ of\ transporter) \quad (3-8)$$

만약 적·하역장비가 충분하여 처음에 화물을 실고 항공기를 이탈한 적·하역장비가 되돌아 올 때까지 잔여 적·하역장비가 계속해서 하역작업을 하고 있다면, 계산된 총 지연시간이 음수가 될 수도 있다. 이를 고려해 총 지연시간이 음수가 나오면  $T_{delay,down}$ 이 0이 된다.

적재 시 지연시간을  $T_{cycle,up}$ 이라고 정의하며 하역

시 지연시간과 같은 개념으로 계산한다.

$$T_{delay,up} = (T_{cycle,up} - (T_{a/c,up} * (No\ of\ transporter - 1))) * Int((X_{loads,up} - 1) / No\ of\ transporter) \quad (3-9)$$

각 항공기가 팔레트를 적·하역하면서 소모되는 시간(실제시간과 대기시간을 포함하는)을 D와 U로 정의하며 다음의 <식 3-10>와 <식 3-11>에 의해 계산한다.

$$D = (T_{a/c,down} * X_{loads,down}) + T_{delay,down} \quad (3-10)$$

$$U = (T_{a/c,up} * X_{loads,up}) + T_{delay,up} \quad (3-11)$$

최종적으로 적·하역작업에 소요되는 시간을  $T_{loading}$ 이라 하고, 적·하역작업 시 처음과 마지막에 수행되는 작업준비절차와 작업종료절차를  $T_{setup}$ 과  $T_{setdown}$ 으로 각각 정의하며  $T_{loading}$ 을 <식 3-12>에 의해 구한다.

$$T_{loading} = T_{setup} + D + U + T_{setdown} \quad (3-12)$$

상이한 대수의 적·하역장비의 제원과 성능은 가장치 평균을 이용하여 계산한다. 결합된 가상의 적·하역장비를  $t$ (transporter)라고 하고 장비의 속도를  $S_i$ , 장비의 최대팔레트적재 수를  $C_i$ 로 각각 정의하며 <식 3-13>과 <식 3-14>에 의해 계산된다.

$$S_t = \sum_i (S_i \times X_i) / \sum_i X_i \quad (3-13)$$

$$C_t = \sum_i (C_i \times X_i) / \sum_i X_i \quad (3-14)$$

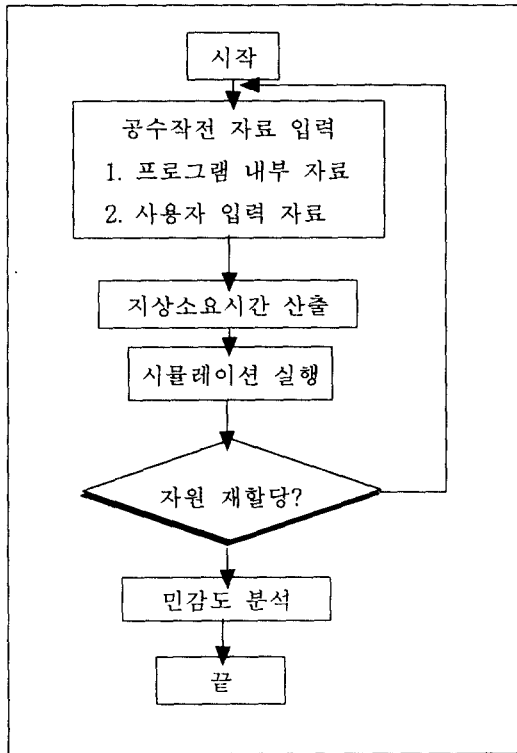
$S_i$ :  $i$  장비의 속도

$C_i$ :  $i$  장비의 최대 적재 팔레트 수

$X_i$ :  $i$  장비의 대수

### 3.3 시뮬레이션 논리 흐름도

<그림 3-2>는 전체 논리흐름에 대해 설명하고 있다.[6,7] 먼저 시뮬레이션을 수행하기 위해서 먼저



<그림 3-2> 전체 논리 흐름도

공수임무에 관련된 자료를 입력한다. 입력하는 변수는 프로그램 내에서 설정되어 있는 변수와 사용자가 직접 입력하는 변수로 구분된다. 프로그램 내에서 설정되어 있는 변수는 <표 3-5>와 같다.

착륙 후 지상활주 및 이륙 후 지상활주 소요시간은 활주로와 주기지역 간의 거리에 따라서 지상활주 속도 18km/hr을 기준으로 계산되며 소요시간에 대한 변동이 존재하기 때문에 일반적 절차는 최소값 10분, 최대값 30분을 가지는 일양분포로 가정한다. 기타 공수항공기 비행장 절차 소요시간은 실제임무시 평균적 소요시간을 적용한다. 화물 적·하역작업에서는 작업준비절차와 작업종료절차를 각각 3분씩 적용하며 팔레트당 화물적재량은 부피에 따라서 적재할 수 있는 중량이 변하므로 이를 반영하기 위해서

평균 2605파운드에 표준편차 1322인 정규분포로 가정한다.

<표 3-5> 프로그램 내 설정 변수

구분	변수	기호	소요시간 (분)	비고 (km/hr)
공수 항공기 비행장 절차	착륙후 지상활주	AT	거리기준 계산	지상활주 속도 : 18
	Block In	BI	3	
	비행후 점검	I <sub>1</sub>	3	
	일반적 절차	G	Uniform (10,30)	
	비행전 점검	I <sub>2</sub>	3	
	Block Out	BO	3	
	이륙전 지상활주	BT	거리기준 계산	지상활주 속도 : 18
화물 적·하역 작업	작업 준비절차	T <sub>setup</sub>	3	
	작업 종료절차	T <sub>setdown</sub>	3	
	pallet당 화물 적재량		Normal (2605,1322)	단위: pounds

이러한 가정은 실제로 공수임무를 수행하는 담당자로부터 받은 자료에 근거하고 있으나, 자료의 빈약으로 인해서 검증이 되지 않았다. 따라서 이러한 변수들에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

사용자가 직접 입력하는 변수는 항공기 종류, 작전가능시간, 관제시간간격, 적·하역 화물량, 적·하역 장비의 할당, 적·하역장소와 주기지역 간 거리 등이다.

자료입력이 끝나면, 지상소요시간을 계산하는 공식에 의해 특정 항공기가 특정 주기지역에서 소요되는 지상소요시간을 계산한다. 이 때 적·하역작업 소요시간도 계산하여 포함한다. 이어서 시뮬레이션을

수행하여 입력된 자료로 최대 화물처리량을 계산한다. 사용자가 적·하역장비를 재할당하면 이러한 과정이 되풀이되고 재할당하지 않으면 최종적으로 민감도분석을 한다.

시물레이션 실행은 다음의 7단계를 통해서 수행된다.

- (1) 1단계: 시물레이션 시간 설정
- (2) 2단계: 동시작전가능 주기지역 수 결정
- (3) 3단계: 공수항공기 비행장 입항
- (4) 4단계: 적·하역작업 및 비행장내 공수항 공기 절차수행
- (5) 5단계: 공수항공기 비행장 출항
- (6) 6단계: 3단계에서 5단계를 반복하여 제 1회 시물레이션 수행
- (7) 7단계: 2단계에서 6단계를 반복하여 원하는 횟수 만큼의 시물레이션 수행 후 종료 및 결과 산출

<그림 3-3>은 이러한 과정을 설명하고 있다. 먼저 1단계에서 시물레이션 시간은 자료입력 시 사용자가 입력하는 작전가능시간으로 설정하며 시물레이션 회수를 1로 초기화시킨다. 2단계에서는 동시작전가능 주기지역 수를 결정하는데, 이는 사용자가 자료입력에서 제1주기지역과 제2주기지역에 적·하역장비를 할당함으로써 시물레이션 시 사용할 주기지역을 결정하게 된다.

3단계에서는 공수항공기 Optime(작전시간)을 결정해 줌으로써 공수항공기가 입항되도록 한다. 하나의 주기지역을 사용하는 경우에는 Optime을 처음에는 0으로 초기화시킨다. 두 개의 주기지역을 사용하는 경우에는 지상소요시간이 짧은 주기지역에 주기하는 항공기에게 Optime1을, 다음 주기지역에 주기하는

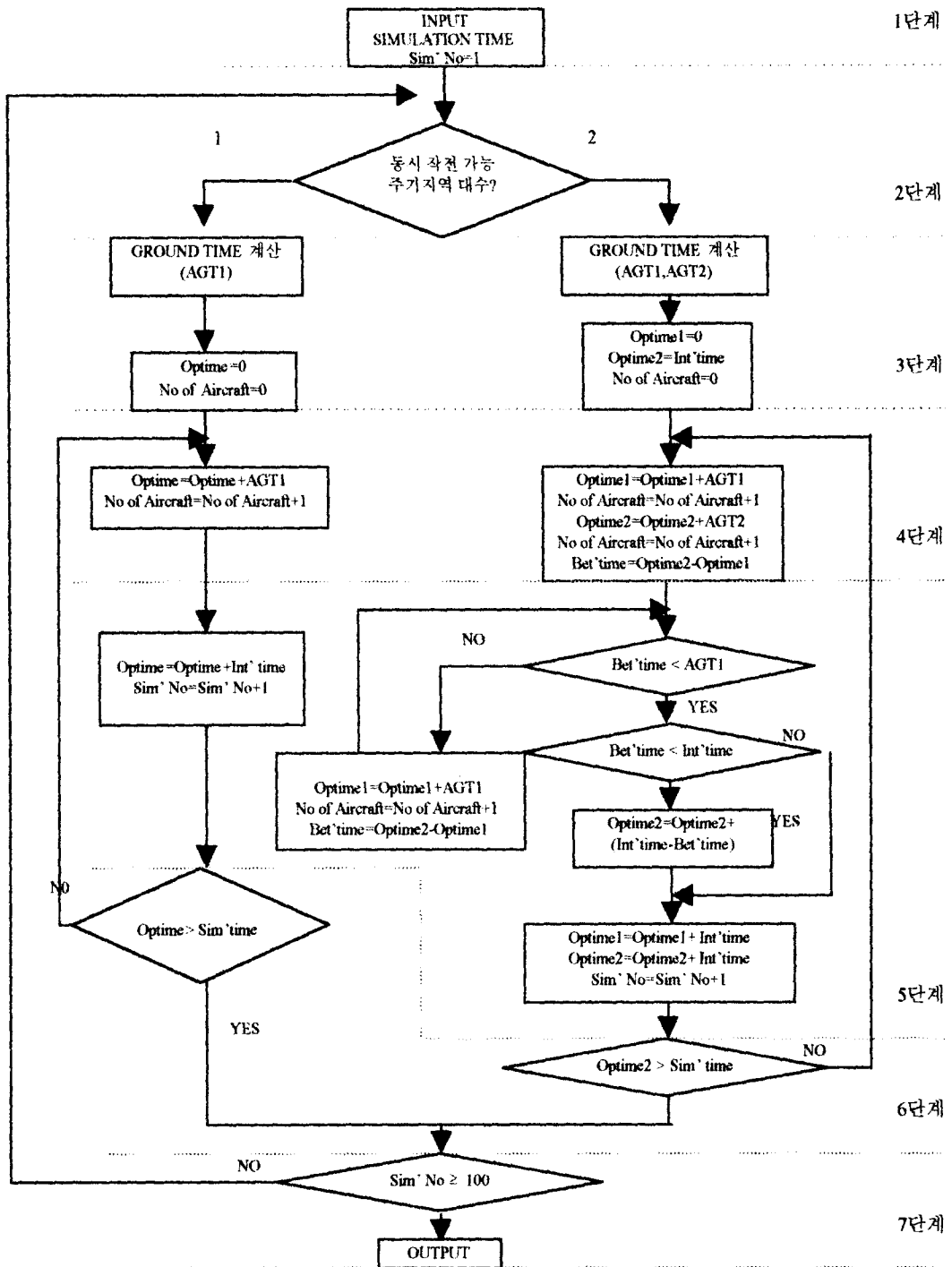
항공기에게 Optime2를 설정하여 Optime1을 0로 Optime2를 0 + 관제시간간격으로 설정하여 입항시킨다.

4단계에서는 적·하역작업 및 비행장 내 공수항공기 절차를 수행하는 데 소요된 시간을 계산한다. 적·하역작업 소요시간을 고려한 항공기 지상소요시간을 계산하여 이를 각 Optime에 더한다.

5단계로에서는 공수임무를 완료한 항공기는 지상소요시간을 각 Optime에 더함으로써 출항을 시킨다. 항공기를 출항시키기 위해서 항공기 간 시간 분리가 매우 중요하다. 먼저 주기지역을 하나만 이용하는 경우에는 항공기 간 출항한 시간에 관제시간간격을 더해줌으로써 항공기 간 시간간격분리를 해준다. 두 개의 주기지역을 사용하는 경우는 먼저 임무를 완료한 항공기를 출항시키고, 다른 주기지역에서 임무를 수행중인 항공기가 출항하기 전까지 계속 입항을 시킨다. 두 항공기가 동시에 출항을 할 수가 없으므로 두 항공기의 출항시간을 비교하여 관제분리시간간격 내에 있으면 지상소요시간이 짧은 항공기를 먼저 출항시키고, 이후 다음 항공기를 출항시킨다.

6단계에서는 3단계에서 5단계를 반복적으로 수행하여 제1회의 시물레이션을 수행한다. 하나의 주기지역을 사용하는 경우에는 Optime1이 시물레이션 시간 보다 크게 되면 제1회의 시물레이션을 종료한다. 만약 두 개의 주기지역을 사용하는 경우에는 지상소요시간이 긴 항공기의 Optime2가 시물레이션 시간보다 크게 되면 제1회의 시물레이션을 종료한다.

마지막 7단계에서는 2단계에서 6단계를 반복적으로 수행하여 총100회의 시물레이션을 수행한다. 시물레이션 종료후에는 시물레이션의 결과를 종합하여



<그림 3-3> 시뮬레이션 논리 흐름도

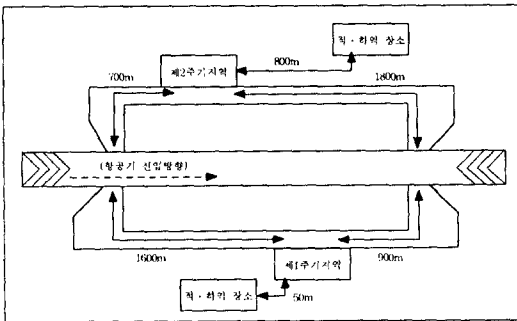
평균과 표준편차를 구하고 신뢰도 95%에서 신뢰구간을 구한다.

### 3.4 실험 및 결과

사용자가 쉽게 프로그램을 이용하여 비행장능력을 평가하여 이를 활용할 수 있도록 일반적으로 많이 사용되고 있는 Excel 97 소프트웨어에서 제공하는 프로그램 언어인 Visual Basic으로 비행장능력 평가 모형을 개발하였다.[8]

Visual Basic으로 개발한 프로그램에 가상의 비행장을 적용하여 비행장능력을 평가함으로써 모형의 적용가능성을 검토해 보았다. 적용가능성 검토를 위해서 실제 비행장을 대상으로 적용하고 공수임무 담당자들이 사용하는 비행장능력과 비교하는 것이 바람직하지만 보안상의 문제로 인해 단지 가상의 비행장에 적용하여 봄으로써 적용여부를 확인한다.

적용할 가상의 비행장은 <그림 3-4>와 같고 비행장이 보유한 적·하역장비는 2대의 지게차와 1대의 25K-loader라고 가정하며 C-2 항공기가 최대 화물 적재능력으로 공수작전을 수행할 경우의 비행장능력을 평가한다. 이 때 작전가능시간은 1일로 1440분을, 항공기간 이·착륙 간격 분리를 위한 관제시간간격은 5분으로, 화물적재 및 하역량은 5팔레트로 입력한다.



<그림 3-4 가상 비행장>

#### 3.4.1 비행장능력 평가결과

비행장능력 평가는 현재의 자원을 어떻게 활용하는가에 따라서 변하므로 활용방침에 따라 각각 평가를 실시한 후 최대능력을 해당 비행장의 능력으로 평가해야 한다. 가상비행장에 대한 평가결과는 <표 3-6>과 같다.

<표 3-6> 시뮬레이션 결과

할당 방침	적·하역 장비				항공기 대수	화물처리량	
	제1주기지역 지게차	제1주기지역 25K-loader	제2주기지역 지게차	제2주기지역 25K-loader		평균	신뢰구간 (95%)
1	2	1	0	0	27.93	±0.05	751,327 ±62,325
2	1	1	1	0	38	±0	1,001,442 ±87,626
3	1	0	1	1	39	±0	1,027,796 ±89,932
4	0	0	2	1	21	±0	553,428 ±48,425

할당방침은 가상 비행장자원인 주기지역과 적·하역장비를 어떻게 활용하느냐에 따라서 네 가지 방침으로 구분하였다. 제1할당방침은 제1주기지역만을 이용하고 두 대의 지게차와 한 대의 25K-loader를 할당하며, 제2할당방침은 제1주기지역에 각각 한 대의 지게차와 25K-loader을, 제2주기지역에 한 대의 지게차를 할당한다. 제3할당방침은 제1주기지역에 한 대의 지게차를, 제2주기지역에 각각 한 대의 지게차와 25K-loader을 할당하고 제4할당방침은 제2주기지역만을 이용하며 두 대의 지게차와 한 대의 25K-loader을 할당한다.

시뮬레이션 수행 결과, 제1할당방침하에서는 비행장능력이 27.93대의 C-2 항공기를 서비스할 수 있으며 751,327.2파운드를 처리할 수 있는 것으로 평가되었으며, 제2할당방침과 제3할당방침하에서는 각각 38대와 39대의 항공기를 지원할 수 있으며 화물은 1,001,442파운드와 1,027,796파운드를 처리할 수 있는



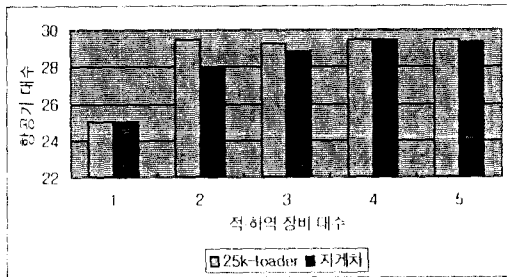
것으로 평가되었다. 제4할당방침하에서는 21대의 C-2 항공기를 지원할 수 있으며 553,428파운드를 처리할 수 있는 것으로 평가되었다.

결과적으로 각 주기지역에 대해서 적·하역장비를 어떻게 할당하느냐에 따라서 비행장의 공수작전지원 능력에 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다. 또한 가장 비행장은 네 가지 할당방침 중에서 최대의 화물처리량인 제3할당방침으로 39대의 C-2 항공기를 지원할 수 있고 최대 1,027,796파운드의 화물을 처리할 수 있다.

### 3.4.2 민감도 분석

비행장능력을 개선하기 위해서 비행장능력에 영향을 미치는 변수들에 대한 민감도 분석을 실시한다.

#### 3.4.2.1 적·하역장비에 대한 민감도 분석



<그림 3-5> 적·하역장비의 민감도 분석

<그림 3-5>는 제1할당방침하에서 제1주기지역만을 이용하고, 적·하역장비가 25K-loader 1대, 지게차 1대인 상태에서 각 장비들을 한 대씩 증가하여 공수작전을 지원했을 때의 결과를 막대그래프로 나타낸 것이다. 25K-loader를 두 대로 증가시켰을 때 공수임부 항공기 대수가 25대에서 29.27대로 4.27대의 증가를 보였으나 이후 계속적으로 25K-loader를 증가시켰을 때는 대체로 일정한 항공기 대수를 유지하였다. 지게차의 경우도 두 대로 증가시켰을 때 25

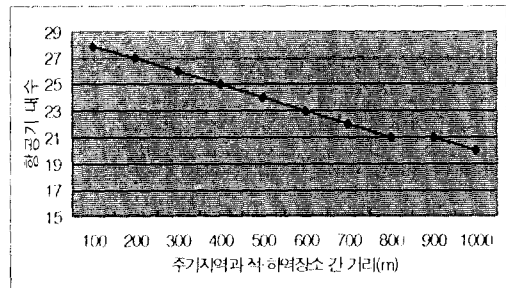
대에서 27.83대로 3.83대의 증가를 보이고 이후는 일정한 항공기 대수를 유지하였다.

따라서 적·하역장비 대수의 증가로 인한 비행장능력 개선은 비행장에 따라서 한계가 있음을 알 수 있다. 즉 적·하역장비를 지속적으로 증가시킨다고 공수작전을 위한 비행장능력이 증가하는 것이 아니라 적정한 대수를 보유할 때 최대의 비행장능력을 보유하게 된다.

#### 3.4.2.2 거리에 대한 민감도 분석

비행장능력은 주기장과 적·하역장소 간 거리에 따라서 변한다. 이에 대한 민감도 분석은 <그림 3-6>과 같다.

<그림 3-6>은 제1할당방침하에서 제1주기지역만을 사용하며 지게차 2대와 25K-loader 1대인 경우에 주기지역과 적·하역장소 간 거리를 변화시켜서 시뮬레이션을 수행한 결과를 나타낸다. 100m에서 1000m까지 100m 간격으로 증가시켰을 경우, 항공기 대수가 100m의 27.86대에서 200m에서는 27대로 0.86대



<그림 3-6> 주기지역과 적·하역장소간 거리의 민감도 분석

감소한 것을 알 수 있고, 이후 지속적으로 감소하여 1,000m에서는 20대로 감소하였다. 이는 주기지역과 적·하역장소 간 거리가 공수작전을 위한 비행장능력에 중요한 영향을 미친다는 것을 의미한다.

따라서 비행장능력 개선에 있어서 주기지역과 적·

하역장소 간 거리가 매우 중요하며 이를 감소시킴으로써 공수작전을 지원하는 비행장능력을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

공수작전은 전·평시를 막론하고 날로 그 중요성이 증가되고 있다. 그러나 공수작전의 중요한 요소인 비행장에 대한 능력을 평가할 수 있는 모형이 개발되어 있지 않아서 미군이 평가한 비행장능력을 그대로 사용하고 있는 현실이다. 이로 인해 공수작전을 계획하는 담당자들은 미군이 평가한 비행장능력을 그대로 사용하는 것에 대한 문제점들을 제기하고 있다. 따라서 이 연구는 이러한 문제점들을 해결하기 위해 한반도 상황에 적합한 비행장능력 평가모형을 개발하고자 하였다.

본 연구에서는 현장조사를 통해서 우리군에서 요구되는 비행장능력 개념을 도출하여 비행장능력을 비행장이 특정 작전시간 내에 지원할 수 있는 최대 공수항공기 대수 또는 처리할 수 있는 최대 화물처리량으로 정의하였다. 비행장능력 평가모형의 설계를 위해서 미군에서 사용중인 MOG 개념과 RAND의 비행장능력 평가모형에 대해 연구하여 이를 근간으로 한반도 전구내 전술공수작전에 적합한 평가모형을 설계하였다.

설계된 평가모형을 가상 비행장에 적용한 결과 하루에 지원할 수 있는 최대 전술항공기 대수와 최대 화물처리량을 산출할 수 있었다. 또한 민감도 분석을 통해서 적정 대수의 적·하역장비를 가질 때 최대 비행장능력을 보이며 주기지역과 적·하역장소 간 거리가 비행장능력을 개선하기 위한 중요요소임을

확인할 수 있었다.

본 연구는 공수계획을 수립할 때 기평가된 비행장능력을 활용하여 보다 실질적인 비행계획을 수립함으로써 성공적인 공수작전에 기여할 수 있다. 또한 공수작전을 지원할 수 있는 비행장능력을 개선하기 위하여 비행장에서 보유하고 있는 자원을 추가적으로 배치하려고 할 때 평가모형을 이용하여 민감도 분석을 함으로써 체계적인 비행장능력 개선을 도모할 수 있다.

본 연구에서 모형설계시 다음과 같은 한계점이 도출되었다.

첫째, 비행장능력 평가모형을 설계하기 위해 화물의 포장은 항공기가 비행장에 진입하기 전에 완료되어 있다고 가정하였다. 이러한 가정은 실제 적·하역작업에서 중요한 요소인 포장능력을 배제하고 있다. 따라서 보다 실제적인 비행장능력 평가모형을 위해서는 포장능력을 고려하여야 한다.

둘째, 모형설계의 가정사항에서 적·하역장소 및 화물보관장소는 충분하다고 가정하였다. 그러나 실제 공수작전에 있어서 적·하역장소와 화물보관장소는 매우 중요한 요소이기 때문에 보다 실제적인 비행장능력 평가모형을 위해서는 이러한 요소도 고려되어야 한다.

셋째, 시뮬레이션을 수행할 때, 적·하역장비를 주기지역에 미리 할당하고 할당된 적·하역장비는 이동이 불가능한 것으로 가정하였다. 그러나 실제 주기지역에 2대의 항공기가 주기할 수 있는 경우, 적·하역장비가 항공기간에 이동하면서 적·하역작업을 수행하면 보다 많은 항공기를 지원할 수 있으므로 공수작전을 위한 비행장능력이 증가될 것이다. 따라서 앞으로 보다 실제적인 평가모형을 위해서는 이러한

부분이 추가적으로 연구되어야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] 공군규정 5-41, "공수항공기 운영", 공군본부, 1998.
- [2] 공군규정 6-180, "항공수송운영", 공군본부, 1995.
- [3] 공군교범 6-171(1), "항공수송", 공군본부, 1993.
- [4] 공군교범 1-2-8, "공수작전운용교리", 공군본부, 1994.
- [5] 야전교범 100-5, "작전요무령", 육군본부, 1996.
- [6] 안상형, 이명호, 김기석, 현대 경영 과학, 학현사, 1998.
- [7] 이영해, 백두권, 시스템 시뮬레이션, 경문사, 1998.
- [8] 이화룡, 경영과학과의 만남 Excel 97, 청암미디어, 1997.
- [9] Marshall T. Morrison, Estimating Airfield Capacity for AMC Operations, Master diss., Air University, 1996.
- [10] Stucker, James P. and Berg, Ruth T. Understanding Airfield Capacity for Airlift Operation, Santa Monica : RAND. 1998.
- [11] Stucker, James P. and Williams, Laura Melody. Analyzing the Effects of Airfield Resources on Airlift Capacity, Santa Monica : RAND, 1998.