

효율적 컨테이너 관리를 위한 계량적 분석

吳 亮澤, 韓國海洋大學校 港灣運送工學科 碩士科程
申 宰榮, 韓國海洋大學校 物流시스템工學科 教授

1. 서 론

1.1 연구의 필요성

1970년 이후 화물운송은 기술, 조직적인 면에서 근본적으로 많은 변화를 겪어왔다. 특히 국제 해운시장은 국제무역의 급격한 증가로 컨테이너에 의한 화물운송이 물량 면에서나 질적인 면에서 많은 성장을 거듭해왔다. 이러한 변화는 국제해상운송업체들의 경영 자체에 상당한 변화를 요구하게 되었고, 이전에는 생각하지 못했던 많은 문제들을 유발하였다.

오늘날 정기선 해운시장에 있어서 선사의 주요 경영전략은 대화주 서비스, 선박구입 및 운항, 컨테이너를 포함한 각종 장비의 구입 및 운영에 집중되어 있다. 이 중에서 컨테이너기기는 선박에 비하여 단위당 구입비용이 작은 반면, 구입과 운영 그리고 임대와 반환 등과 관련된 시장의 상황이 수시로 변화하며, 그 변동의 폭이 크기 때문에 선사의 경제적이고 합리적인 관리가 무엇보다도 필요한 부분이다. 우리나라의 경우만 하더라도 국적 선사들은 선사의 영업활동 부문에서 컨테이너 구입, 임대, 수리 및 저장에 연간 수백에서 수천만 달러를 지출하고 있는 실정이다. 이러한 컨테이너 관리의 중요성에 비하여 컨테이너는 그 흐름과정상에서 장치되는 모든 장소 - 터미널, 장치장, 도로, 철도, ICD, 화주문전 등 - 에서 장시간 지체될뿐만 아니라, 각 항만간의 컨테이너 수급 계획이 실무자들의 단순한 경험적 직관에만 의존하여 수립되고 있어 컨테이너 운영/관리의 경제적 효율성은 매우 낮은 편이다.

따라서, 효율적인 컨테이너 관리 계획을 작성하고 운영하려면 효율적이고 체계적인 컨테이너 수급 계획 모형이 필요하다. 본 논문에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 컨테이너 수급 계획의 계량적 모형과 분석방법을 제안하고자 한다.

1.2 관련 연구 현황

컨테이너 관리문제에 관해서는 국내외적으로 다양한 연구들이 수행되어 왔다. 그러나 대부분이 정적인 평가나 대안제시, 운송현황 분석에 관한 내용들이며 실제적인 운영관리 모델에 관한 연구는 그 수를 헤아릴 정도이다. 또 운영관리에 관한 연구라도 현실적으로 무리한 가정이 많아 대부분 그 결과가 활용되지 못하고 있다.

Dejax(1993)는 국제 해상운송의 일부분으로서 내륙 데포 사이의 공컨테이너 재할당문제에 대한 확률모형(Stochastic Model)을 연구하였다. 이 연구에서 Dejax는 항만, 데포, 수화주, 송화주로 구성된 컨테이너 수송 네트워크에서 모든 송화주들의 컨테이너 수요를 최소의 비용으로 만족시킬

수 있는 시분할 네트워크 모델을 수립했으나 실제 자료의 수집이 곤란하고 적절한 해를 구할 수 없는 것이 단점이다. 그러나 모형의 설계가 시간에 따라 변하는 공컨테이너 수요를 동적으로 충족시키는 것이므로 그 설계 개념은 중요한 요소로서 이용할 수 있을 것이다. Gao(1993)는 컨테이너 정기선사의 운영에서 컨테이너의 운영과 적정보유수는 서로 중요한 상관관계를 지니고 있으므로 컨테이너 운송연구는 컨테이너 구입비와 운영비 사이의 상호작용을 충분히 고려하여야 한다고 주장하고 있다. 이를 위하여 터미널에서 하역된 공컨테이너를 효율적으로 재사용하여 임대 컨테이너를 줄임으로서 자본비와 운영비용을 최소화하는 방안을 연구하였다. 모델은 크게 두 부분으로 구성되어 있는데 먼저 선박이 기항하는 항구별로 항해단위로 공컨테이너의 과부족을 예측하고 둘째, 이러한 계산결과를 바탕으로 적절하게 공컨테이너를 재배치하는 계량모형을 개발하였다. 비용최소화를 목적식으로 하고 있으나, 일부 제약이나 가정들이 지나치게 비현실적이거나 실제 수치로 환산할 수 없는 등 현실적인 실용모델로서는 한계를 갖고 있다. 音田幹也(1978)는 컨테이너 선박의 척수와 배선간격, 컨테이너의 육상체류일수등을 고려하여 컨테이너 적정보유수를 결정하는 방법을 제안하고 있다. 이는 컨테이너 운송 초기 선사별 적정 컨테이너 보유수 결정 문제의 고전적 해법으로서 그후 이와 관련하여 연구가 있었다.

컨테이너 관리에 관한 국내 연구로는 컨테이너 적정보유수 결정에 관한 연구(김원형(1986), 박남규(1986) 등)와 컨테이너 재고관리에 관한 연구(박진수(1990), 김성국(1995) 등)가 있다. 적정보유수 결정에 관한 연구는 수급관계를 수식으로 표현하였고, Lotus 123를 분석도구로 하여 비교적 간단하게 비용 및 컨테이너 보유량을 분석하였다. 재고관리에 관한 연구들도 컨테이너 수급물량의 관계를 수식들로 표현하여 항구간의 컨테이너 흐름을 분석하였다.

2. 컨테이너 화물의 운송현황



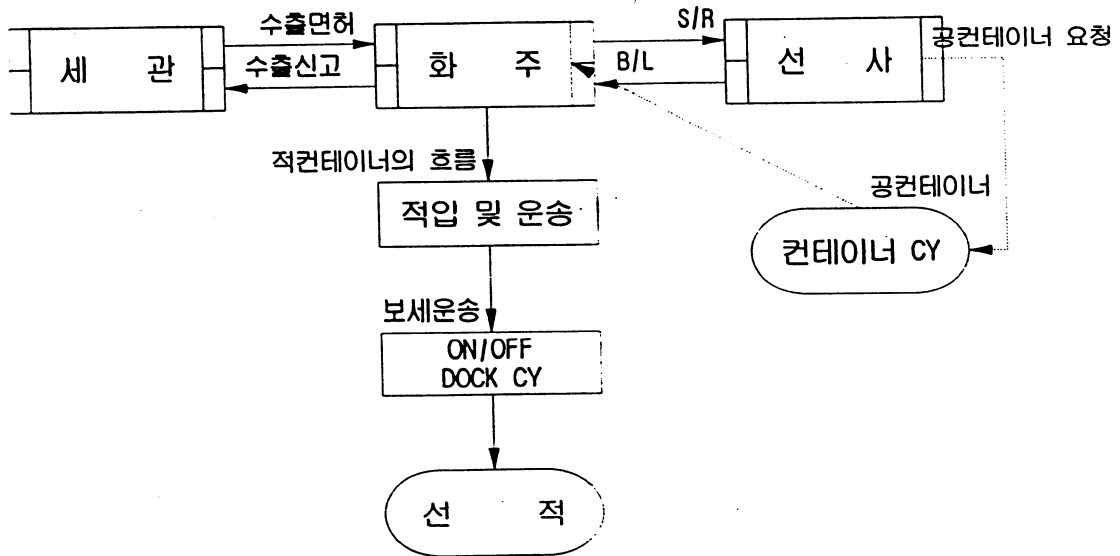
컨테이너 화물의 수송경로나 수출 실무는 재래선에 의한 수송방법과 근본적으로 다를 것이 없다. 그러나 소요 컨테이너의 확보, 화물의 포장, 가능한 많은 화물을 컨테이너안에 적입하는 방법 등 몇 가지 차이점은 있다. 일반적인 컨테이너화물의 선적 절차를 살펴보면 다음과 같다.

- ① 화주가 선사의 지점 및 그 대리점에 선적 예약(Booking)
- ② 지점 및 대리점의 화물 선적 예약서(Booking Note) 작성
- ③ 집계된 화물인수예약명세서(Booking List)를 관계 지점에 송부
- ④ 화물인수예약명세서를 기초로 선사의 지시에 따라 CY(Container Yard) 오퍼레이터는 필요한 공 컨테이너를 화주에게 대출하고 기기인도증(Equipment Receipt)을 접수
- ⑤ FCL(Full Container Load) 화물의 화주는 공 컨테이너에 화물을 적입하고 CY에 반입
- ⑥ CY 및 CFS 오퍼레이터는 컨테이너 화물을 인수할 때 부두수취증(D/R: Dock Receipt)에 서명한 후 화주에게 반환
- ⑦ 본선이 입항하면 CY 오퍼레이터는 컨테이너를 선적

한편 선사는 컨테이너 화물을 적재하기 위하여 다음과 같은 업무를 수행한다.

- ① 공 컨테이너의 준비
- ② 출하정보의 파악과 화물의 인수
- ③ 컨테이너의 배치
- ④ 컨테이너에 적입된 화물의 인수
- ⑤ 선적서류의 작성과 송부

이 과정을 일괄적으로 도식화하면 [그림 2-1]과 같다.



[그림 2-1] 컨테이너 운송의 흐름

수입지에서 컨테이너 화물의 양륙 절차와 관련 서류들의 흐름은 다음과 같다.

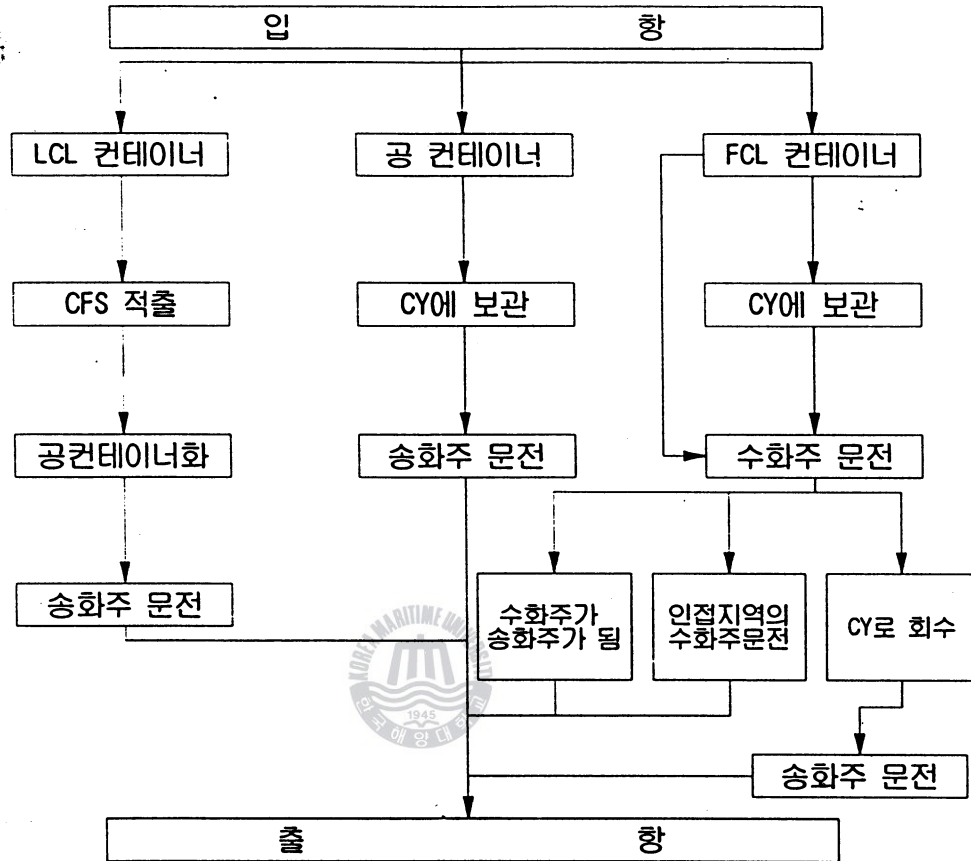
- ① 선적항에서 선적이 완료되면 본선은 출항하며 이 때 적하관계서류를 선사로 송부
- ② 수화인은 은행등에서 인도받은 선하증권과 운임 및 비용을 선사에 지불하고, 선사는 화물 인도지시서를 수화인에게 발행
- ③ 본선이 입항하면 컨테이너는 CY에 반입되고, LCL 화물은 CFS로 이송되어 컨테이너에서 화물을 적출(Devanning), 수화주별로 화물을 분류하여 인도
- ④ 수화인은 FCL 화물과 화물인도지시서를 교환
- ⑤ FCL 화물중 CFS에서 통관되어 적출되지 않은 화물은 수화인의 문전까지 보세운송
- ⑥ 수화인의 창고나 공장에서 화물을 적출한 후 공컨테이너는 다시 CY로 반입되거나 곧바로 송화인에게로 발송

한편 선사는 컨테이너 화물을 수화주에게 인도하기 위하여 다음과 같은 업무를 수행한다.

- ① 컨테이너의 양륙준비
- ② CY 오퍼레이터, CFS 오퍼레이터에게 관련서류의 송부
- ③ 도착통지서 및 운임청구서의 발송
- ④ 화물인도지시서의 발행(적컨테이너 인도)
- ⑤ 화물 적출 후 컨테이너의 CY회송 및 사용방안 강구

컨테이너 화물은 위에서 간략하게 살펴본 과정에 따라서 송화주에게서 수화주에게로 수송된다. 이와 같은 화물의 이동과는 별도로 화물의 적입 용기로서 컨테이너의 이동 상황을 살펴보면

[그림 2-2]와 같다.



[그림 2-2] 컨테이너 내륙운송에서 컨테이너의 흐름

3. 모형의 수립

3.1 기본가정 및 제약조건

계량적 컨테이너 관리 모형의 수립에 앞서 본 절에서는 제안하는 모형의 가정과 제약들을 먼저 살펴본다.

첫째, 계획구간내에서 선박의 운항 계획은 분석시작 시점에 확정되어 있다. 이 가정은 선사들이 운항계획에 따라 화물을 수집하고 선적계획을 세우는 현실을 충분히 반영하고 있다.

둘째, 매년 혹은 수년씩 장기로 임대하여 사용하는 장기 임대 컨테이너는 자사의 컨테이너와 동일하게 취급하기로 한다. 이러한 장기 임대 컨테이너들은 관리모형에 의한 분석기간 중 반납되거나 새로 임대되는 특수한 경우를 제외하고는 크게 문제되지 않는다.

셋째, 수출 화물 적입을 위한 공컨테이너 수요는 반드시 충족되어야 한다. 해운업과 같은 경쟁 시장에서 수요를 충족시키지 못할 경우, 단순한 운임 손실 외에 서비스 신뢰도에 손상을 입게 되어 이는 가격으로 환산할 수 없는 고객신뢰도 하락을 유발할 수 있다. 부족분은 임대 컨테이너나

다른 항구로부터 재배치된 공컨테이너에 의해 처리될 수 있다.

넷째, 공컨테이너의 재배치는 자사 선박의 여유 선적 공간을 이용하여 이동한다.

다섯째, 각 항에서 단위 기간 수출화물량이 예측되어야 한다. 현재 선사들은 장래 화물의 증감 추세나 컨테이너 수요량을 예측하고 있다. 본 연구에서는 특별히 매일 간격으로 각 항에서 필요한 공컨테이너 수요를 파악하여야 한다.

여섯째, 컨테이너 종류는 먼저 단일종류(Single Commodity) 모형으로 한다. 컨테이너 종류는 20TEU로 환산하여 계산한다.

마지막으로 각 항구의 컨테이너 회송기간은 계획구간내에서 상수로 가정한다.

본 연구는 이와 같은 가정하에서 컨테이너의 재고관리 및 공컨테이너 재배치 비용을 최소화하는 것을 목적으로 하는 모형을 수립한다.

3.2 모형 수립

본 모형에서 정의된 결정변수(Decision Variable)는 다음과 같다.

x_i^t : t 기간에 i 항에 남아있는 공컨테이너의 재고량

f_{ij}^{tv} : t 기간에 i, j 항 사이에 선박 v로 재배치되는 공컨테이너 량

l_{ij}^{tv} : t 기간에 i, j 항 사이에 선박 v로 수출되는 화물을 실기 위해 임대한 공컨테이너 량

K_i^{tv} : t 기간에 선박 v가 i 항에서 출항할 때의 여유 적재용량.

본 모형에서 사용하는 모수(Parameter)는 다음과 같다..

C_i : i 항의 재고비용

E_{ij} : i, j 항 사이의 공 컨테이너 운송 비용

P_{ij} : i, j 항 사이의 컨테이너 임대 비용

D_{ij}^{tv} : t 기간에 i, j 항 사이에 선박 v로 수출되는 화물을 위해 필요한 컨테이너 수량.

V_i : i 항의 컨테이너 적정 보유수

s_i : i 항의 평균 입항 간격

r_i : i 항의 컨테이너 평균 회송시간.

d_{ij} : i 항에서 j 항까지의 항해 시간.

$T(v)$: v 선박이 입항하는 항구 i와 입항 시간 t의 순서쌍으로 구성되는 집합

$T(i)$: i 항에 입항하는 선박 v와 선박 입항시간 t의 순서쌍으로 구성되는 집합

재고 비용은 각 항별로 차이가 있으며 선사 소유의 CY를 보유한 항구의 경우 재고 비용이 낮은 반면 다른 CY를 이용해야 하는 경우 관련 비용은 더 증가할 수 있다. 국내의 경우 실제로 고려해야 할 비용세목은 컨테이너를 CY에 반입할 때 부과되는 반입비용과 트레일러 운송비용 정도이다(국내의 경우 CY에 컨테이너를 반입할 때 34,000 또는 30,000원의 반입료를 부담하고 있으며 장치 일수가 늘어도 추가비용은 발생하지 않는다). 공컨테이너의 재배치 비용의 경우 실제 액수를 산정하려면 CY에서 선박에 선적할 때까지 트레일러 비용 터미널내에서의 운반비용(CY 내의 각종 기기 사용비용, 갠트릭크레인 사용료 등), 목적항에서 양하후에 CY까지 반입하기까지의 처리

비용등을 포함하여야 한다. 공컨테이너 임대는 대부분 전문 임대회사에서 빌리게 되며 임대비용은 기본적인 컨테이너 야드내 운반비용 외에 임대기간 동안 매일 일정액의 임대비용이 포함된다. 따라서 임대시점부터 선박에 의해 수화주까지 수송한후 목적항의 CY까지 반입될때까지의 기간에 의해 비용이 산정된다. 현재(95.9월 기준) 20TEU 기준으로 2\$/Day 정도이다. 수출되는 화물을 위해 필요한 컨테이너 수량 D_{ij}^{vt} 는 위에서 언급한 바와 같이 계획구간내의 수출 컨테이너 화물량에 의해 결정된다. 본 연구에서 사용하기 위하여는 각기에 각 항만간의 공컨테이너 수요를 예측하여야 하는데 이러한 형태의 자료는 선사에서 실제 입수할 수 있으나 현재는 자료를 데이터베이스화하지 않고 일정 기간이 지나면 파기하고 있다.

경의한 도수와 변수들을 이용하여 컨테이너 수급계획을 모형화하면 다음과 같다.

$$\text{Min } \sum_i \sum_j C_i x_i^t + \sum_i \sum_{(i,j)} (E_{ij} f_{ij}^{vt} - P_{ij} l_{ij}^{vt})$$

subject to

$$\textcircled{1} \quad (i,t) \in T(v) \text{ 이면}$$

$$x_i^t = x_i^{t-1} - \sum_v \sum_j D_{ij}^{vt} + \sum_v \sum_j f_{ij}^{v(t-d_p)} - \sum_v \sum_j f_{ij}^{vt} + \sum_v \sum_j l_{ij}^{vt}$$

$$(i,t) \notin T(v) \text{ 이면}$$

$$x_i^t = x_i^{t-1} - \sum_v \sum_j D_{ij}^{vt} + \sum_v \sum_j l_{ij}^{vt}$$

$$\textcircled{2} \quad (v,t) \in T(i) \text{ 이면}$$

$$K^{vt} = K^{v(t-1)} + \sum_j f_{ij}^{v(t-d_p)} - \sum_j f_{ij}^{vt} + \sum_j D_{ij}^{v(t-d_s-r)} - \sum_j D_{ij}^{v(t-r)}$$

$$(v,t) \notin T(i) \text{ 이면}$$

$$K^{vt} = K^{v(t-1)}$$

$$\textcircled{3} \quad 0 \leq f_{ij}^{vt} \leq K^{vt}$$

$$\textcircled{4} \quad x_i^t \leq V_i$$

$$\forall x_i, f_{ij}^{vt}, l_{ij}^{vt}, K^{vt} \geq 0$$

$$i, j = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

본 모형의 목적식은 각 항에서 각 기별로 이용 가능한 공컨테이너 수가 그 기의 컨테이너 수요량을 충족시키는 범위에서 전체비용, 즉 공컨테이너 재배치 비용과 임대비용, 총 재고비용의 합을 최소화 하는 문제가 된다.

제약식을 살펴보면 ①번 제약은 항만의 공컨테이너 재고량에 대한 제약이다. 컨테이너 재고는 선박의 입항이 있는 경우, 직전기의 재고와 수입 적컨테이너들이 일정 시간이 지난 후 재사용되는 양, 이전 기항지로부터 재배치된 공컨테이너를 합한 양에서 다른 항으로 재배치되는 양과 현재 컨테이너 수요를 제한량만큼이며 수요가 충족되지 못할 경우 컨테이너를 임대하게 된다. 또 급번기에 양하된 적컨테이너들은 회송일수 n 가 지나면 다시 사용될 수 있다.

②번 제약은 운항중인 선박의 여유 적재용량에 대한 제약이다. 선박이 항해중일 경우 여유 적

재용량의 변화는 없으며 입항한 경우 양하되는 수입화물, 재배치 공컨테이너와 적화되는 수출화물, 재배치용 공컨테이너양의 합과 차이만큼이 변화한다. 물론 여유 적재용량은 음수가 될 수 없다.

③번 제약은 선박에 의해 재배치할 수 있는 공컨테이너의 양에 대한 제약이다. 공컨테이너의 재배치량은 출항시점의 선박의 여유 적재용량을 초과할 수 없다.

4. 계산 적용에 및 결과분석

실제 수치를 대입하여 본 모형의 유용성을 검토해 보기로 한다. 모형에 사용된 자료는 대상 항만이 3 개이고 총 계획구간이 20 기간이며 2 척의 선박이 세 항구에서 운항되는 것으로 하였다. 계획구간내의 전체 운항 스케줄과 각 항구간의 항해시간, 공컨테이너 회송비용 및 임대비용은 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 모형의 입력 자료

항구간 항해시간

Port	1	2	3
1		3	7
2	7		4
3	3	6	

항구간 공컨테이너 회송비용

Port	1	2	3
1		2	3
2	3		2
3	2	3	

항구간 컨테이너 임대비용

Port	1	2	3
1		20	40
2	40		30
3	20	35	

계획기간내의 선박 운항 스케줄

선박	기 간																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	P1			P2				P4			P1			P2					P3		
2			P3			P1			P2				P3			P1				P2	

또 각 항의 단위기간별 재고비용은 각각 3(단위:만원)으로 가정하였으며, 컨테이너의 평균회송시간은 항만별로 차이가 있으나 단순하게 3일씩으로 가정하였다. 이것은 전체 계획구간의 기간과 회송기간의 비율을 고려하여 설정하였기 때문이며 실제 자료를 대입할 경우 각 항별로 다르게 입력할 수 있다. 그리고 위의 운항계획을 따르면 각 항의 기항간격(각 항에서 한 선박이 입항한 후 다시 선박이 입항하기 까지의 시간간격)은 각각 5일씩이 된다.

본 모형은 선형계획모형으로 PC용 선형계획분석 프로그램인 LINDO를 사용하여 해를 구하였다. 위 조건하에서 구한 해를 살펴 보면 1번항의 경우는 6, 11, 16기에 1항에서 2항으로 각각 3, 3, 30개, 11기에 1항에서 3항으로 25개, 2번항의 경우 4기에 2항에서 3항으로 10개, 3번항의 경우 3기와 13기에 2항으로 각각 23개와 5개의 공컨테이너를 재배치할 필요가 있음을 볼 수 있다. 이때 목적식의 총 비용은 22,705만원이며 1번항의 임대비용중 1항에서 2항, 1항에서 3항이 각각 10, 20으로 낮아질 경우 총 비용은 21,465만원으로 감소되어 그 감소율이 크지않으나, 공컨테이너의 재배치는 1기에 1항에서 3항으로 18개를 더 배치하는 결과를 보여 주었다. 따라서 임대비용의 감소와 공 컨테이너의 재배치는 크게 상관관계가 없음을 알 수 있다.

다음의 <표 4-1>은 위의 입력들을 가지고 모형을 시험 한 전체 결과이다.

<표 4-2> 모형의 수행 결과

변수	기 간																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
x_1	160	110	55	15		78	43	8			177	128	73	28	13	215	168	132	98	93
x_2	15			195	130	100	55		180	130	105	55		222	198	152	118	72	217	168
x_3			132	98	57	43	7	148	122	83	33		145	130	95	40		190	140	90
f_{12}						3					3					30				
f_{13}											25									
f_{23}				10																
f_{32}			23										5							
l_{12}					30					48	35									
l_{23}		20	50																	
l_{31}	75	25											18							

본 연구의 장점은 위의 결과에서 볼 수 있듯이 기존의 연구들처럼 단지 공컨테이너 재배치의 당위성을 확인하는데 그치지 않고 실제 재배치해야할 시점과 적절한 재배치량을 계량적 수치로 보여줌으로서 업무에 실제 참고가 될 수 있도록 한 점이다. 기존의 연구로서는 실제 어느 시점에 어느 선박으로 어느 항에서 어느 항으로 컨테이너를 재배치하여야 할지를 알 수 없었다. 또 임대 비용이 하락할 경우에도 어느 정도까지 하락했을 때 컨테이너를 재배치하기보다 임대하여 사용하는 것이 더 효율적인지를 즉각 확인할 수 없었지만, 본 모형 사용할 경우 단위시간별로 선박의 각항 입항시점에 어느 정도의 공컨테이너를 어느 항구로 발송하여야 할지를 운영자의 입장에서 확인할 수 있도록 하고 있다.

현실적으로 국내 모든 선사들은 북미, 유럽지역과 한국간의 컨테이너 공급량의 불균형으로 몸살을 앓고 있다. 이는 한국과 양지역간의 교역량의 불균형으로 인해 발생하는 문제이므로 한국으로 수입되는 화물의 운임을 많이 할인하여 화물 집화능력을 키우거나 일률적으로 공컨테이너를 한국으로 회송하는 경영상의 결정이 도움이 될 뿐 운영상의 해법을 기대할 수는 없다. 그러나 양 지역의 물동량이 서로 교차되는 동남아 지역내의 경우 실제 각 항별 컨테이너 수요량과 공급량의 불균형이 가중되고 있으며 본 모형을 적용할 경우 각 항의 컨테이너 운영자들이 지침으로 삼을수 있는 적절한 결과를 보여준다.

그러나 본 모형이 실용화되기 위해서는 각 항만간의 물동량의 변화를 예측할 수 있는 단기별 컨테이너 수요자료가 필요하다. 현재 각 선사들은 실제 이러한 형태로 각 송화주들의 컨테이너 수요를 처리하고 있으나 관련 자료의 필요성을 느끼지 못하여 과거자료를 보관하지는 않고 있다. 국내 H 선사의 경우 각 영업지점이나 항만 대리점별로 별도로 자료를 처리하고 그 보존 기간은 부산 BCTOC내 관리부의 경우 약 2주 정도이다. 따라서 본 모형의 효과적인 이용을 위해서는 이와같은 항별 단기 수요자료를 지속적으로 저장하여 정밀한 컨테이너 수요를 예측할 수 있는 준비를 갖추어야 한다.

5. 결 론

컨테이너 물동량의 증가와 컨테이너 선사의 대형화는 효율적인 기기관리의 중요성을 한층 더 강조하고 있다. 경영 및 관리기법의 발전과 관련업무들의 전산화가 급속히 진전되고 있지만 컨테이너와 관련기기의 관리효율에 관한 연구는 미진한 실정이다. 직관적으로도 대부분의 선사 장비 운영자들이 공컨테이너의 적절한 회송이 컨테이너 관련 비용을 절감할 수 있는 가장 중요한 요소임을 공감하고 있다. 그러나, 구체적으로 언제, 얼마 만큼의 양을 어느 항으로 재배치해야하는지, 또 재배치하려 한다면 입항할 예정인 선박에 이용할 수 있는 여유 적재용량은 얼마나 되는지, 현실적으로 공컨테이너의 선적이 가능한지 등 복잡한 제약들을 동시에 고려하여야 하므로 이들이 적절한 해결책을 찾지 못하였다.

본 연구에서는 운영적 관점에서 해상 컨테이너 관리문제를 고찰하여 그 실제 해를 구할 수 있는 계량모형을 제시하였다. 따라서 현실성을 무시한 해법제시에 그치는 연구나 현업무의 단순한 작업보조 역할을 수행하는 전산 프로그램의 개발이 아닌 실무적으로 수용가능하고 이론에 바탕을 둔 실용적인 모형을 제시하려한 것이 본 연구의 중요한 공헌이라 할 수 있다.

차후 연구과제로 다수의 항로를 고려한 경우, 컨테이너의 종류가 다중(Multiple)인 경우로 확대 연구할 필요가 있고, 또 해상에서의 컨테이너 관리와 육상에서의 관리를 동시에 고려하는 연구가 더욱 효과적이고 종합적인 컨테이너 관리 시스템의 구축에 필수적이라고 생각된다.

참고 문헌

1. Crainic, T.G., M. Gendreau and P. Dejax(1993), "Dynamic and Stochastic Models for the Allocation of Empty Containers," *Operations Research*, Vol. 41, No. 1, pp 102 - 126
2. Gao, Q.(1993), "An Operational Approach for Container Control in Liner Shipping," *Logistics and Transportation Review*, Vol. 30, No. 3, pp 267 - 282
3. 音田幹也(1978), "Container 적정보유수에 관한 고찰", *해양한국*, 8-9월호, Vol 47-48.
4. 김성국(1995), 국제 해상 컨테이너의 운용방안에 관한 연구, 한국해양대학교.
5. 김원형(1986), 효율적 컨테이너 재고관리에 관한 연구, 한국외국어대학교.
6. 박남규(1986), 컨테이너 수송에 있어서 컨테이너 적정보유수 결정에 관한 연구, 한국외국어대학교.
7. 박진수(1990), 해상운송 컨테이너의 재고관리에 관한 연구, 동아대학교.

