

컨테이너터미널의 시설물배치 연구

김우선* · 정승호**

* 한국해양수산개발원 해운물류항만연구센터, ** (주)한진 감천터미널

A Study on the Facilities Arrangement of Container Terminal

Woo-sun Kim* · Seung-Ho Jung**

*Shipping, Logistics and Port Research Center, KMI

** HanJin Gamcheon Terminal

요 약 : 컨테이너터미널에서의 시설물배치의 중요한 목표는 단위물류영역별로 각각이 서로 효율적으로 배치되어 전체적인 이동시간의 최소화와 역주행방지, 기존공간의 최적활용, 작업자의 편익과 컨테이너 취급비용의 최소화로 컨테이너 처리가 원활히 이루어지도록 컨테이너터미널시설물의 합리적인 배치가 기본이 되어야 한다. 따라서, 합리적인 배치를 위해서 기존 컨테이너터미널 종사자 및 전문가들이 가지고 있는 현장에서의 경험적인 지식을 이용한 접근방법과 물류흐름의 동선 및 체계의 계량적분석이 가능한 수학적인 체계적 분석방법을 결부시켜 컨테이너터미널의 시설물배치가 이루어져야 한다. 따라서 본 연구에서는 경험적인 지식과 수학적인 분석방법이 결합된 시설물배치의 체계적접근방법을 이용한 연구흐름도를 작성하고, 분석절차에 따른 시설물배치과정을 수행했다.

핵심용어 : 체계적접근방법, 컨테이너터미널, 시설물배치, 상호연관표, 상호연관도

Abstract : The purpose of Container Terminal Facilities Arrangement is efficiently arrangement of each unit logistics parts.

Facilities Arrangement is rationally accomplished to be minimize moving time, prevent reverse trip, optimal space utilization, benefit of worker, minimize handling cost.

Thus, It is important that expert knowledge and mathematical analysis method to rationally facilities arrangement.

In this paper we framed SLP(Systematic Layout Planning) Procedure and described to the process of application.

Key words : SLP(Systematic Layout Planning), container terminal, facilities layout, relation table, mutual relation diagram

1. 서 론

일반적으로 컨테이너터미널의 시설물배치에 관한 의사결정 대상은 시설물의 위치와 규모가

된다. 또한, 시설물배치에 따라 컨테이너터미널의 전체적 생산성 및 효율성에 커다란 영향을 미치기도 하고, 쉽사리 재배치하기도 어려우므로 배치초기부터 정확한 분석을 통하여야만 전체생

산성 및 효율성 손실을 절감시킬 수 있다.

컨테이너터미널에서의 시설물배치의 중요한 목적은 단위물류영역별로 각각이 서로 효율적으로 배치되어 전체적인 이동시간의 최소화와 역주행방지, 기존공간의 최적활용, 작업자의 편의와 컨테이너 취급비용의 최소화로 컨테이너 처리가 원활히 이루어지도록 컨테이너터미널시설물의 합리적인 배치가 기본이 되어 한다. 따라서, 합리적인 배치를 위해서 기존 컨테이너터미널 종사자 및 전문가들이 가지고 있는 현장에서의 경험적인 지식을 이용한 접근방법과 물류흐름의 동선 및 체계의 계량적분석이 가능한 수학적 체계적 분석방법을 결부시켜 컨테이너터미널의 시설물배치가 이루어져야 한다.

기존의 컨테이너터미널의 평면배치 문제는 1980년대 후반부터 연구가 이루어졌다. 그러나, 아직까지 컨테이너터미널 시설물배치에 관련된 부분은 연구가 미진한 상태여서 실제 계획시점에서 적용할 만한 연구는 이루어지지 않고 있다. 따라서, 본 논문에서는 물류시설의 설비배치문제에서 리차드 머더교수[4]에 의해서 개발되어 최근에 많이 이용되고 있는 체계적 접근방법(Systematic Layout Planning)을 이용하여 컨테이너터미널의 시설물배치연구를 수행하여 컨테이너터미널의 시설물배치를 위한 연구흐름도를 작성한다. 그리고, 그 동안 개별적인 전문가들의 경험적인 지식에 의해 이루어진 시설물배치의 수준을 높이기 위해서 합리적인 컨테이너터미널 시설물배치의 이론적모델 수립과 결과검증을 위해 연구흐름도에 따라 컨테이너터미널의 시설물배치, 평가 및 선정 과정을 수행한다.

2. 시설물배치 연구흐름도

컨테이너터미널의 시설물은 공장의 생산라인이나, 물류시설물의 물류활동을 위한 시설물배치와 달리 각 시설물이 연관된 물품(컨테이너)또는 작업(프로세스)을 처리하지 않는다는 것이다. 실제적인 흐름은 하역 및 이송장비를 이용한 이송, 보관, 하역 등의 주활동이 아닌 지원활동 즉, 운영의 원활화, 신속화, 효율화를 위한 장비의 수리, 인력의 휴식, 창고 등으로 이루어져서 기존의 방법으로 컨테이너터미널의 시설물배치를 할 경우 그 흐름 및 세부적인 항목들을 설명할 수

없다. 따라서, 본 연구에서는 큰 틀에서는 체계적접근방법을 이용해서 컨테이너터미널의 시설물배치를 하지만, 세부적인 항목으로 들어가면 물품이나 작업의 흐름이 아닌 개별 시설물들의 연관관계에 의해서 시설물을 배치하게 된다.

먼저, 연구흐름도를 설명하면 터미널의 시설물의 종류 및 특성정보 등의 입력자료 수집을 하여 각 시설물간의 연관관계를 파악한다. 파악된 연관관계에 따라 연관분석을 수행하여 개별 시설물의 관계를 파악할 수 있는 상호연관표를 작성한다.

작성된 상호연관표는 여러 가지 기호와 많은 시설물이 얽혀있어 한눈에 전체적인 구성을 파악하기 어렵다. 그러므로, 손쉽게 시설물간의 연결관계를 파악할 수 있도록 상호연관도를 작성한다. 상호연관도는 굵은선과 실선으로 연결관계를 표현한다. 작성된 상호연관도를 이용하면 1단계의 사전배치형태를 도출할 수 있다. 1단계는 모든 컨테이너터미널에 적용되는 공통분석부분으로 컨테이너터미널의 기본적인 정보 및 고려사항만을 이용해서 작성된것이므로 2단계와 3단계를 거치면서 여러 가지 고려사항들에 의해서 변경이 가능하다. 그러나, 상호연관표에 의해서 작성된 인접필요, 인접불가, 상관없음 등의 개별적인 연관속성은 변경할 수 없다.

2단계에서는 시설물 소요면적 및 이용가능 면적을 집계하여 면적 상호관련도를 작성한다. 시설물 소요면적의 경우 CFS 등과 같이 취급되는 물량에 따라 산정되는 경우와 이동장치 정비센터와 같이 취급장비의 수량과 연관되는 경우 등 다양한 기준과 분석방법이 필요하다.

시설물 소요면적에 의해서 도출된 개별시설물의 필요면적과 1단계의 사전배치형태를 고려해서 각 상황별 이용가능 면적을 집계하여 면적 상호관련도를 작성한다.

3단계에서는 1,2단계에서 이루어진 상호연관표를 바탕으로 작성된 면적 상호관련도를 이용한 실제적인 시설물 배치를 위한 단계로 수정 고려사항 및 실제적 제한사항 단계에서 대상으로 하는 컨테이너터미널의 특성을 적용하여 터미널 운영자의 개별적인 요구사항을 반영하여 배치대안을 개발하여 이를 평가하여 최적의 컨테이너터미널 시설물배치 대안을 선정한다.

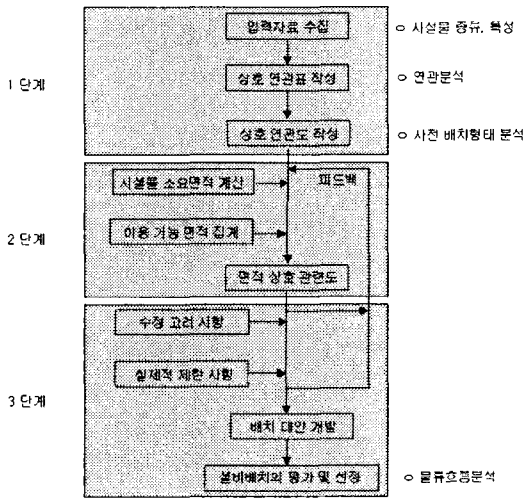


Fig. 1 Systematic Layout Planning Procedure

3. 컨테이너 터미널 구성

일반적으로 컨테이너터미널은 크게 안벽 및 에이프런지역, 야드지역, 운영시설물 및 CFS 지역의 세 가지로 구분된다. 안벽 및 에이프런지역은 컨테이너크레인이 설치되어 선박으로부터 컨테이너의 적양하작업을 수행하는 구조물 및 공간으로 야드트럭의 주행공간, 해치카바 적치공간 및 컨테이너 일시 장치공간으로 구성된다. 야드지역은 컨테이너의 장기간 적재 및 반출입을 위한 공간으로 수출입, 환적 컨테이너가 장치되며, 냉동컨테이너와 보관용 배전시설 등을 포함한다. 운영시설물 및 CFS 지역은 본 연구의 핵심이 되는 시설물의 배치가 이루어지는 공간으로 평면도상 좌우 및 대각선에 배치가 가능하며, 하역 장비의 수리, 공컨테이너 보관 등 컨테이너터미널의 통제 및 관리가 이루어지는 공간이다.

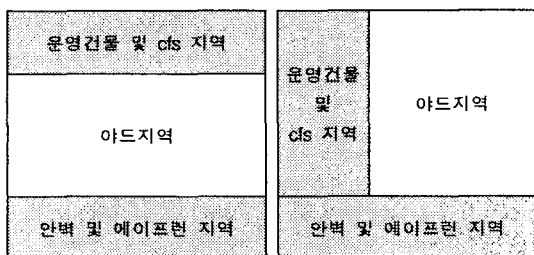


Fig. 2 Container Terminal Plot Plan

4. 컨테이너터미널 시설물의 종류 및 특성

컨테이너터미널의 운영시설물은 조금씩 개별적인 차이는 있으나 기본적으로 본관, 게이트, 정비시설, 운영건물, 대기소, 변전소 기타 건물로 구분된다. 본관에는 본관 및 주차장을 포함하며, 터미널 전체의 운영관제 및 설비제어 및 지원부서의 사무실이 배치되어 있다.

게이트에는 게이트빌딩 및 검사 게이트 케노피로 구성되며 국내의 경우 게이트빌딩과 본관이 결합된 형태로 운영되는 경우가 대부분이다. 정비시설은 이동장치 정비센터와 크레인의 중량부품을 장기간 보관하는 중량물창고, 파손된 컨테이너의 수리 와 세척장, 주유소로 구성된다. 운영건물은 육측 운영건물과 현장근무자 식당을 포함하며, 때로는 해측에 운영건물을 두는 경우도 있다. CFS는 LCL화물의 처리를 위한 곳으로 CFS와 CIS가 있다. 대기소는 작업교대나 대기시 노무자들의 휴식공간으로 사용되는 노무자 대기소와 크레인의 경정비 부품을 보관하는 크레인 부품창고로 구성된다. 변전소는 주변전소와 보조변전소로 구성되며, 일반적으로 주변전소 하나에 컨테이너터미널의 운영특성에 따라 다수의 보조변전소가 운영된다.

기타 시설물로는 공컨테이너장치장이 있으며, 경우에 따라 비규격장치장 및 온 휠(On-Wheel) 장치장이 있다.

Table. 1 A Kind and Characteristic of Container Terminal Facilities

구분	종류	특성
본관	• 본관 및 주차장(MB)	• 터미널 전체의 운영관제 및 설비제어 • 지원부서의 사무실 배치
게이트	• 게이트 빌딩 (GC) • 검사 게이트 케노피	• 게이트 운영기능을 갖고, 선사 및 선사대리점, 터미널관련 정부기관 운영협력업체 등이 입주
정비시설	• 이동장치 정비센터(RB) • 중량물 창고(HW) • 컨테이너 수리세척장(WR) • 주유소(OF)	• 공장동과 사무동으로 나뉘어짐 • 크레인의 중량부품을 장기간 보관하는 창고건물 • 일반 및 냉동컨테이너의 수리 및 내외부 세척
운영건물	• 육측 운영건물(OB) • 현장근무자 식당(LR)	• 현장 근무자들을 위한 편의시설
CFS	• CFS • CIS	• LCL 화물을 처리하는 곳 • 세관원의 현장검사를 위한 시설물
대기소	• 노무자 대기소(LS) • 크레인 부품 창고(TS)	• 작업교대나 대기 시를 위한 휴식공간 • 자주 교체되는 크레인의 부품과 윤활유 등을 보관
변전소	• 주변전소(MS) • 부변전소(SS)	• 한전 변전소로부터 수전하는 곳으로 부변전소 및 냉동컨테이너와 주변건물에 배전담당 • 주변전소로부터 수전하여 크레인 또는 냉동블럭에 배전하는 곳
기타	• 공컨장치장(EC)	• 공컨테이너를 장치하는 곳

5. 시설물배치의 기본조건 및 부가조건

- 확장성(Expansion) : 미래의 불확실한 수요에 대응

컨테이너터미널을 운영하고 실 작업을 계획 입안할 때, 또는 컨테이너터미널의 건설에 있어서 시설물배치, 하역방식 등을 구체적으로 구축 설계할 때 항상 염두에 두어야 할 기본조건은 다음의 4가지로 정리할 수 있다.[2] 그러나 본 연구에서는 4가지 이외에 확장성을 더 고려하여 현재의 불확실한 미래의 수요예측에 대응하고자 한다.

이들 기본조건중의 중요성은 현장실무자들에 있어서는 충분히 이해할 수 있으리라 생각되지만 각각의 기본조건들의 이해를 돕기 위해서 구체적인 예를 들면 다음과 같다.

- 안전성(Safety) : 안전사고의 위험 감소
- 단순성(Simplicity) : 작업동선 및 방식을 단순화
- 유연성(Flexibility) : 돌발상황 및 응급상황에 신속한 대처 가능
- 경제성(Cost - Effectiveness) : 자원의 효율적 사용

Table. 2 Basic Condition

기본 조건	내 용
안전성	<ul style="list-style-type: none"> 터미널 내 하역기기의 통로는 가능한 일방통행 공도차량과 하역기기의 통행, 작업구역을 가능한 한 분리 작업원, 기타인원의 보도를 확보
단순성	<ul style="list-style-type: none"> 컨테이너의 하역접점을 감소 컨테이너의 운반경로를 단순화 문서처리, 작업지시 시스템을 단순화
유연성	<ul style="list-style-type: none"> 돌발적인 작업변경에 손쉽게 대응가능 하역기기의 고장, 사고 등에 신속한 응급처리 가능 오작업에 대응 가능
경제성	<ul style="list-style-type: none"> 하역기기, 작업원을 최적화로 배분 하역기기, 작업원의 대기를 줄임
확장성	<ul style="list-style-type: none"> 미래의 물량증가에 대응하기 위해서 버퍼공간 고려

위의 5가지 기본요건 중에 안전성은 다른 인자에 대해서 독립적이며, 최우선적인 것임은 말할 것도 없다. 경우에 따라서는 경제성에 역행하여도 고려해야 하는 것이다. 기타 3가지 기본요건은 서로 연관성을 맺고 있다. 많은 경우, 단순한 계획은 유연성이 많고, 경제성도 뛰어난 것이다. 또 유연성은 때에 따라, 단순성, 경제성에 역행하는 것도 있다. 경제성도 또 유연성에 역행하는 것이 가끔 있다.

위의 기본요건을 기본으로 하여 운영시스템은 이송과 보관의 핵심기능을 최적화해야한다. 이런 경우 컨테이너터미널 운영의 구체적인 목적은 하역생산성, 적재능력, 토지유용성의 향상에 있다.

기본조건과 부가조건의 연관표를 작성하면 다음과 같다.

Table. 3 Basic and Additional Condition of Relation Table 1)

		안전성	단순성	유연성	경제성
기본 조건	안전성	-	○	△	△
	단순성	○	-	△	○
	유연성	△	△	-	△
	경제성	×	○	△	-
부가 조건	하역효율성	△	○	△	○
	접근용이성	○	○	○	△
	토지유용성	×	△	×	○

주 : Denotes Mutually Synergetic Effects(generally):○
 Denotes Mutually Opposite Effects(ocassionally):△
 Denotes Mutually Opposite Effects(generally):×

이들 기본조건 및 부가조건은 컨테이너터미널의 운영, 설계에 있어서 항상 고려해야 할 중요한 것이지만 기본조건 및 부가조건의 달성도를 평가하는 것은 대단히 어렵다. 따라서, 여러 가지 안을 비교하여 종합적으로 평가검토하여 최적안을 선정하여야 한다.

6. 1단계 상호연관분석

상호연관분석에서는 앞에서 언급한 시설물의 종류에 따라 15가지의 시설물의 상호연관분석을 실시한다.

상호연관분석은 각 시설물간의 인접필요성과 그 이유를 분석하여 효율적인 배치방안을 강구하기 위한 분석기법이다. 이 기법에서는 인접의 필요성과 인접의 이유를 기호로 정하여 분석표를 만든다. 일반적인 경우 A : 절대 필요, E : 특히 중요, I : 중요, O : 보통, U : 중요하지 않음, X : 바람직하지 않음의 6가지 기호를 사용한다. 그러나, 본 연구에서는 컨테이너터미널 각 시설물간의 모호한 관계를 명확하고 단순하게 나타내기 위해서 ++ : 인접 필요, 0 : 상관없음, -- : 인접불가의 3가지 기호로 표기한다.

6.1 연관분석표

15가지의 시설물과 3가지의 기호를 사용하여 연관분석표를 작성하면, 본관(MB)의 경우 게이트 빌딩(GC), 육측운영건물(OB)이 인접필요로 나왔으며, 현장근무자 식당(LR), 노무자대기소(LS),

1) Itsuro watanabe, Container Terminal Planning A Theoretical Approach, World Cargo, 2001.

공컨테이너 장치장(EC)가 상관없음으로 나왔으며, 이동장치 정비센타(RB), 중량물창고(HW), 컨테이너 수리세척장(WR), 주유소(OF), CFS, CIS, 크레인 부품창고(TS), 주변전소(MS), 주변전소(SS) 등이 인접불가로 나왔다. 개별적인 시설물들의 연관관계를 분석한 연관분석표는 아래의 <표 4>와 같다.

여 각 시설물은 집단의 형태로 모이게 되며 이들을 연결할 수 있는 연계시설에 의하여 순차적인 정렬이 가능해진다.

예를 들면, MB는 GC와 OB를 연결하는 핵심시설이 되며, RB, OF, WR, LR은 일견 상관관계가 없어보이나 시설물에는 나타나지 않는 오페수처리시설이라는 필요시설에 의해서 인접되어 있으며, EC와 같은 연계시설⁴⁾에 의해서 CFS와 연



Table. 4 Relation Table

구분	MB	GC	RB	HW	WR	OF	OB	LR	CFS	CIS	LS	TS	MS	SS	EC
MB	∞	++	--	--	--	--	++	0	--	0	0	--	--	--	0
GC	++	∞	--	--	--	--	0	0	--	0	--	--	--	--	0
RB	--	--	∞	++	++	++	--	--	--	--	--	--	0	0	--
HW	--	--	++	∞	0	0	--	0	--	--	--	--	0	0	--
WR	--	--	++	0	∞	++	--	++	0	--	--	--	0	0	++
OF	--	--	++	0	++	∞	--	--	--	--	--	0	--	--	--
OB	++	0	--	--	--	--	∞	0	--	--	0	--	--	--	--
LR	0	0	--	0	++	--	0	∞	0	0	0	0	--	--	0
CFS	--	--	--	--	0	--	--	0	∞	++	--	--	0	0	++
CIS	0	0	--	--	--	--	0	0	++	∞	--	--	--	0	0
LS	0	--	--	--	--	--	0	0	--	--	∞	--	--	--	0
TS	--	--	--	--	--	0	--	0	--	--	--	∞	0	0	0
MS	--	--	0	0	0	--	--	--	0	--	--	0	∞	--	0
SS	-	--	0	0	0	--	--	--	0	0	--	0	--	∞	0
EC	0	0	--	--	++	--	--	0	++	0	0	0	0	0	∞

주 : ++ 인접필요, 0 상관없음, -- 인접불가

계되어 있다.

6.2 연관분석도

연관분석표를 바탕으로 인접필요시설은  굵은 선으로 표시하고,  상관 없음은 실선으로 표시하며, 인접불가는 선을 연결하지 않고 각각의 연관상태를 그림으로 나타냈다.

연관분석도를 이용하면 명확하게 구분되는 특징은 각 시설물별 필요시설²⁾과 핵심시설³⁾로 인하

굵은선이 연결되어 있지 않은 LS, TS, MS, SS와 같은 시설물들은 위험시설물이거나 시설물이 아닌 안벽측에 가까워야 하는 경우 시설물들간의 인접 필요성이 떨어지기 때문이다.

2) 각 시설물의 운영을 위해서 반드시 필요한 시설로 예를 들면, 컨테이너 수리세척시설의 경우 오페수처리시설이 반드시 있어야 한다.

3) 각 시설물이 일정한 군(群)을 형성하게 될 때 이렇게 형성되는 군집에서 핵심이 되는 시설물로 예를 들면, CFS의 경우 세관의 CIS와 인접하여야 하며, 원활한 공컨테이너의 수급을 위해 공컨테이너 장

치장과 인접하여야 한다. 따라서, CFS를 핵심시설로 일정한 군집을 형성하게 된다.

4) 서로 직접적인 연관이 없는 시설물들을 연계시켜 주는 시설물로 일종의 완충작용이나, 운영효율향상을 위한 시설물로 예를 들면, RB, OF, WR, LR은 CFS, CIS와 연관이 없으나, EC에 의해서 연계된다.

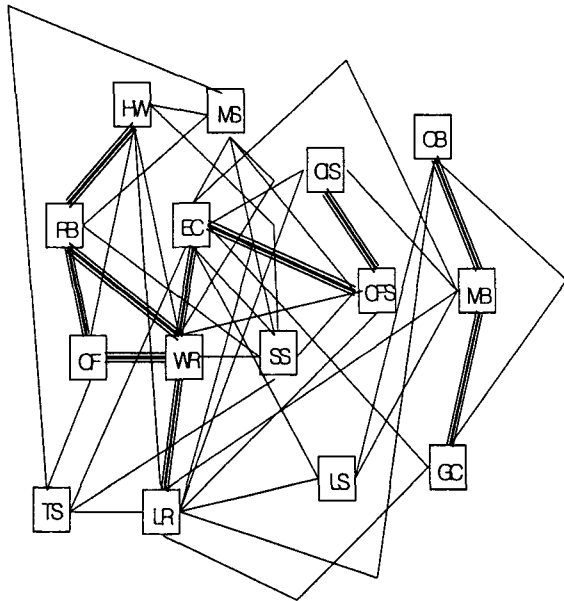


Fig. 3 String Diagram

위에서 설명한 시설물별 연관분석도를 세분화하여 분해하면 다음과 같은 4가지의 그룹형태 또는 터미널에 따라 4가지 이상으로 나눌 수 있다. 이들 그룹은 추후 2단계의 게이트위치, 운영형태, 운영시설물지역과 상관없는 기본 결합으로 CFS를 축으로 하는 A그룹과 컨테이너 수리세척 시설을 축으로 하는 그룹, 이동장치 정비센타를 축으로 하는 C그룹, 본관건물을 축으로 하는 D그룹으로 나눌 수 있다. D그룹을 제외한 A, B, C 그룹은 A와 B그룹의 EC와 B와 C 그룹의 WR과 같은 공통 연계시설물을 가지고 연결된다.

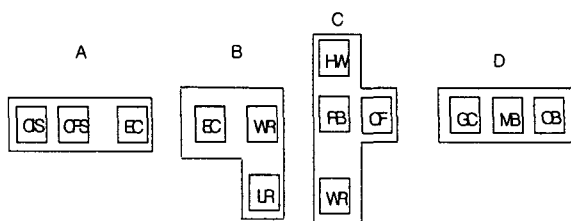


Fig. 4 Individual Group Composition

A, B, C의 세가지 그룹을 각각의 연계시설물을 이용해서 연결하면 다음과 같이 각각의 그룹들이 연계시설물을 고리로 해서 배치되는 것을 알 수 있다.

이렇게 연결되는 시설물들은 동일한 각 시설물들의 배치위치에 따라 다양하게 나타날 수 있다.

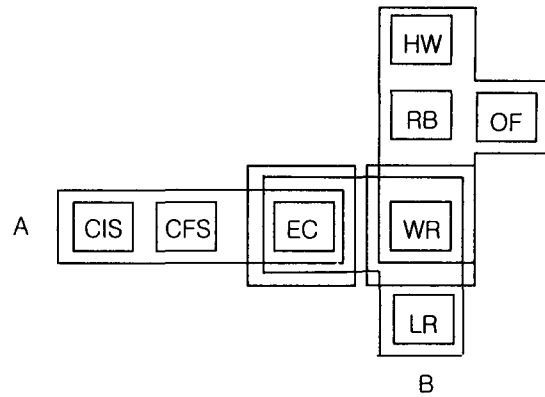


Fig. 5 Individual Group Relation Diagram

개별그룹 구성도와 그룹별 연계 개념도를 바탕으로 본관을 포함한 모든 시설물을 대략적으로 배치를 하면 다음과 같은 형태로 나타난다. 아래의 그림은 그룹에 속하지 않는 개별 시설물인 LS, TS, MS, SS를 포함하여 연관분석표를 바탕으로 임의배정한 것으로 2단계에서 상호연관표를 바탕으로 다양한 요구에 맞춰서 수정가능한 형태이다.

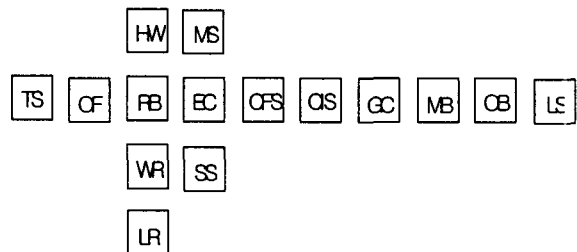


Fig. 6 Facilities Arrangement PreDiagram

7. 면적 상호관련 분석

1단계에서 이루어진 사전배치형태는 완성된 형태가 아닌 임의 배정된 형태로 2단계의 면적상호관련분석을 통하여 실제 적용대상 터미널에서 사용가능한 운영건물 및 CFS지역에 적용가능한지 파악하게 된다.

일반적으로 컨테이너터미널의 평면배치단계에서 하역시스템선정을 통하여 안벽 및 에이프런 지역의 소요면적을 산정하게 되고, 대상 터미널의 목표 물동량을 바탕으로 야드지역의 소요면적을 산정하게 되면 마지막으로 남은 지역에 시설물

배치를 위한 운영건물 및 CFS지역이 결정된다. 그러므로, 개별적인 시설물의 공간효율적이며, 동선체계적인 배치최적화가 컨테이너터미널의 운영유연성에 중요한 영향을 미치게 된다.

7.1 시설물 소요면적 계산

컨테이너터미널의 시설물은 공장의 생산라인이나, 물류시설물의 물류활동을 위한 시설물배치와 달리 각 시설물이 연관된 물품(컨테이너)또는 작업(프로세스)을 처리하지 않는다는 것이다. 실제적인 흐름은 하역 및 이송장비를 이용한 이송, 보관, 하역 등의 주활동이 아닌 지원활동 즉, 운영의 원활화, 신속화, 효율화를 위한 장비의 수리, 인력의 휴식, 창고 등으로 이루어져서 기존의 동선체계 분석방법으로 컨테이너터미널의 시설물배치를 할 경우 그 흐름 및 세부적인 항목들을 설명할 수 없다.

기본적으로 시설물 소요면적 계산의 기본단위는 물량, 인력, 장비 수 등의 서로 다른 분석단위를 갖는다. 그러나, 위에 언급된 기본단위들은 모두 컨테이너터미널의 연간 처리량을 이용해서 산출 가능한 것이므로 기존의 시설물 소요면적 계산의 산정식들은 연간 처리량을 바탕으로 만들어 졌다.

그러나, 인력을 기본단위로 하는 경우 교대조의 형태, 자동화 여부, 운영방식 등에 따라 연간물동량을 처리하기 위한 일인당 생산성, 사무실 소요면적 등의 산정에 어려움이 있다.

따라서, 본 연구에서는 인력에 의해서 산정되는 시설물 소요면적 계산은 추후 연구로 하고, 임의로 시설물의 면적을 작성하여 연구를 진행한다.

고려해야하며, 위치 이동후 개별 소요면적이 정해진 구역을 넘지 않도록 해야한다.

이해를 돕기 위해서 1차 사전배치된 형태에 시설물 소요면적 산정 후 위치이동된 예를 보면 운영시설물 및 CFS 지역 제한라인 밖에 있는 WR, SS, LR을 제안라인 안쪽에 배치하기 위해서 전체적으로 약간의 위치이동을 하였다. 예를 들면, WR을 OF의 위 HW의 옆으로 이동하였으며, SS는 EC위 HW와 CIS의 옆으로 이동하였다. 또한, LR도 TS위 WR의 옆으로 이동하였으며, 전체 시설물배치가 상호연관표의 연관상태를 고려하여야 하므로 효율적인 배치를 위해 MS를 TS의 옆으로 이동하였다.

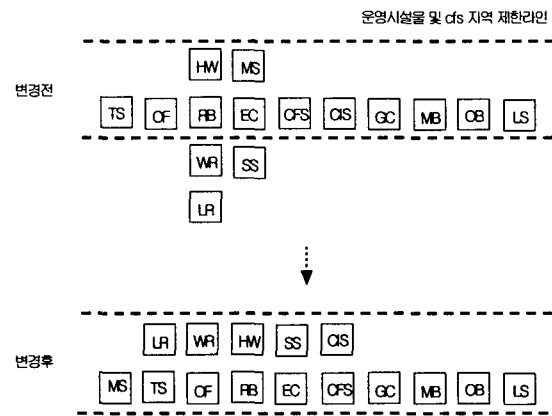


Fig. 7 Example of Facilities Location Transit

실제 시설물 위치이동의 예는 실제 소요면적을 계산해서 산정된 것은 아니며, 본 연구의 이해를 돕기 위해서 상호연관표의 개별 시설물 연관관계를 고려해서 특정공간에 시설물을 배치한 것이다.

Table. 5 시설물 면적 산정 예

Unit : m²

구분	MB	GC	RB	HW	WR	OF	OB	LR	CFS	CIS	LS	TS	MS	SS	EC
면적	200	200	50	100	100	40	60	200	500	100	60	100	60	40	400

7.2 이용가능 면적 집계

시설물 면적 산정에 따라 계산된 개별 시설물의 면적은 정해진 운영시설물 및 CFS지역에 정렬 배치해야 한다. 따라서, 가로방향 또는 세로방향에서 정해진 구역을 넘는 경우 시설물의 위치를 이동해야 한다.

시설물의 위치 이동은 상호연관표의 연관상태를

따라서, 이러한 배치형태에 따라 면적 상호 관련도를 작성하면 개별 시설물들이 차지하는 면적과 시설물들간의 2단계 배치형태가 결정된다.

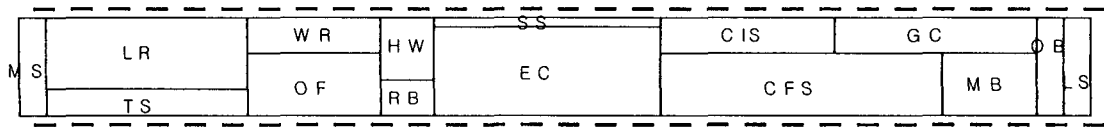


Fig. 9 Area Mutual Relation Diagram

8. 배치대안의 개발, 평가, 선정

2단계에서 시설물 소요면적 계산, 이용가능 면적 집계 과정을 거쳐서 1단계의 사전배치형태를 수정한 면적 상호관련도를 완성하였다. 이러한 상호관련도는 컨테이너터미널의 계획을 위한 1단계 상호연관분석과, 2단계 면적 상호 관련도 분석을 통해서 도출된 형태로 실제 세부적인 운영시의 고려사항 및 컨테이너터미널 운영자의 요구사항이 고려되지 않은 초기 형태이다. 따라서, 시설물 배치의 수정고려사항 및 실제적 제한사항을 2단계에 적용하여 배치대안개발에서 2단계 배치형태를 변형한 최종 시설물 배치형태를 개발하게 된다. 개발된 시설물 배치형태는 개별 평가 규칙에 의해서 평가 후 선정과정을 거치게 된다.

8.1 배치대안의 개발

배치대안의 개발을 위해서는 수정고려사항 및 실제적제한사항을 고려하여야 한다.

8.1.1 수정고려사항

3단계에서 이루어지는 수정고려사항은 1, 2단계를 거치면서 대략적인 윤곽을 잡은 시설물배치를 좀더 세밀한 운영적 경험을 고려하여 시설물 배치를 약간 수정하는 단계이다. 다양한 경험에 의한 수정고려사항을 정리하면 다음과 같다.

LS : 대외 손님 방문 시 대외적인 이미지 및 작업자들의 편안한 휴식을 위해서 메인빌딩에서 이격이 필요

TS : 안벽크레인의 부품 조달을 위한 창고이므로 안벽에 인접필요

MS : 대용량의 전기시설로 소음 및 인체유해한 전자파의 영향이 크므로 안전을 고려하여 인력의 이동이 드물고, 위험물 취급지역으로부터 이격되어 있는 곳에 설치하며, 화단등으로 분리 필요

SS : 대용량의 전기시설로 소음 및 인체유해한 전자파의 영향이 크므로 안전을 고려하여 인력의 이동이 드물고, 위험물 취급지역으로부터 이격되어 있는 곳에 설치하며, 화단등으로 분리 필요하며, 직접전력 공급지역에 인접필요(예 : 냉동블록, 크레인 작업블록)

8.1.2 실제적 제한사항

사용자의 요구에 따라 발생하는 제항사항 및 고려사항으로 메인빌딩과 게이트의 통합여부, 하역시스템의 종류에 따른 SS 설치개수, 확장성 및 동선의 안정성 등 개별적인 터미널 사용자의 요구에 부응하는 단계로서 내용을 정리하면 다음과 같다.

MB : 게이트와 통합건물사용 여부

GC : 게이트의 위치, 통합 또는 분리운영, 외부트럭의 회전공간

SS : 하역시스템의 종류에 따라 전력을 많이 필요로 하는 RMGC 및 자동화시스템의 경우 다수의 SS가 필요

EC : 컨테이너터미널에서 높은 수익을 올리는 것은 LCL화물의 처리를 위한 CFS이므로 추후의 CFS 확장성도 고려해야 한다.

기타 : 차량 및 장비, 인력의 접근성을 고려해서 트럭 · 하역장비간의 교차 및 역주행이 발생하지 않아야 함

8.1.3 배치대안 개발

수정고려사항 및 실제적 제한사항을 고려하여 배치대안을 개발하면 몇 개의 배치대안이 가능하다.

수정고려사항을 보면 LS, TS, MS, SS는 운영시설물 및 CFS지역이 아닌 야드지역, 안벽지역에 배치하는 것이 더 적절한 배치가 된다. 또한 실제적 제한사항까지 고려하여 배치대안을 개발하면 국내에서 일반적으로 적용하고 있는 메인빌

덩과 지이트를 통합하는 경우 다음과 같이 게이트가 우측인 경우, 중앙인 경우, 좌측인 경우로 시설물배치를 할 수 있다.

게이트가 중앙인 경우를 보면 공컨테이너장치를 돌려 나누어서 CFS의 운영 및 확장성을 고려하였으며, 컨테이너의 수리세척시설과도 연결되게 비치되었다.

판단기준의 평가에 따라 시설물배치의 대안을 선정하게 된다.

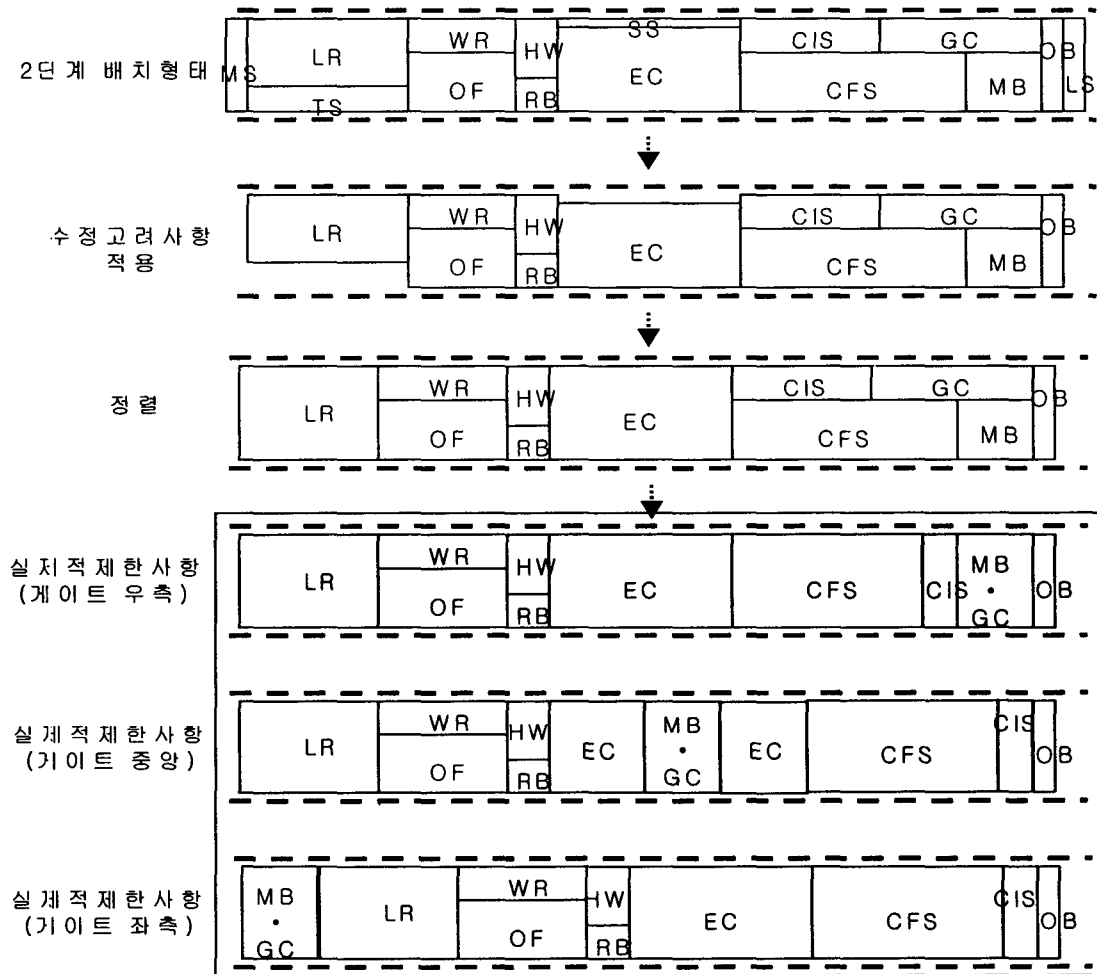


Fig. 10 Arrangement Alternative

8.1.4 배치대안의 평가 및 선정

배치대안의 개발단계에서 나온 대안들에 대한 평가는 기본적으로 전체적인 터미널의 평면배치와 함께 고려해야 한다. 개별적인 시설물간의 컨테이너, 인력, 장비, 트럭 등의 이동은 터미널의 평면배치와 연관을 가지므로 컨테이너터미널 시설물배치의 5가지 기본요건을 시설물배치의 평가 판단기준으로 사용한다.

8. 결론

컨테이너터미널에서의 시설물배치는 단위물류영역별로 각각이 서로 효율적으로 배치되어 전체적인 이동시간의 최소화과 역주행방지, 기존공간의 최적활용, 작업자의 편의와 컨테이너 취급비용의 최소화로 컨테이너 처리가 원활히 이루어지도록 컨테이너터미널시설물의 합리적인 배치가 기본이 돼야 한다. 따라서, 합리적인 배치를

위한 연구흐름도를 리차드 머더교수에 의해서 개발된 체계적 접근방법을 사용하였다. 체계적 접근방법에 따라 컨테이너터미널의 시설물배치에 대한 연구흐름도를 작성하여 컨테이너터미널이 갖는 물류적, 운영적 특성을 반영한 각 단계별 연구방법을 제시하였다.

더 효율적인 연구를 위해서 기존 컨테이너터미널 종사자 및 전문가들이 가지고 있는 현장에서의 경험적인 지식을 이용하여 컨테이너터미널 각 시설물간의 연관관계를 분석하여 연관분석표를 작성하였다. 연관분석표는 각 시설물간의 필요, 핵심, 연계가 이루어지도록 하여 연관분석도를 통해서 한눈에 각 시설물의 관계를 명확히 파악할 수 있도록 하였다. 또한, 개별 시설물들이 어떤 기능과 구성으로 결합되는지 개별 그룹별로 분류하여 세부적인 시설물 기능간 연계형태를 파악하였다. 이를 바탕으로 15가지 시설물의 배치도를 작성하여 컨테이너터미널 시설물배치의 1단계 연구를 완성하였다.

2단계에서 면적상호관련도의 작성을 위한 시설물 소요면적 계산은 컨테이너터미널의 규모와 처리 물동량에 맞는 적정능력을 산정하여 그에 따른 각 시설물별 소요면적을 산정해야하므로 본 연구에서 쉽게 접근할 수 없는 부분이다. 그래서, 임의로 시설물별 면적을 산정하여 연구를 수행하여 시설물 면적상호관련도를 작성하였다.

3단계에서는 수정고려사항과 실제적제한사항을 고려하여 정해진 시설물배치영역에 개별시설물의 상호연관도와 면적상호관련도를 바탕으로 재배치를 수행하여 배치대안을 개발하였다.

일반적으로, 물동량에 의해서 산정되는 CFS 면적, 게이트레인 수 등은 기존에 많은 연구가 이루어져 있으나, 인력 및 개별 장비에 의해서 산정해야하는 메인빌딩의 면적, 수리, 세척시설, 식당, 운영빌딩 등은 아직까지 명확한 기준이 연구되고 있지 않다. 또한, RMGC를 사용하는 터미널이나 자동화터미널의 경우 다수의 보조발전소와 유사시를 대비한 적절한 배치가 이루어져야하나 아직 연구가 수행되지 못하였다. 따라서 추후 연구에서는 컨테이너터미널의 특성을 고려하여 개별 시설물의 소요면적산정을 위한 연구가 이루어져야 하며, 이에 따라, 시설물별 소요면적을 산정한 후 계획 운영건물시설지역과의 연결 및 운영관계를 고려하여 면적상호관련도를 작성한다. 그리고, 보조발전소의 소요 개수 및 배치위치에 관한 연구도 수행하여 전체적으로 현

실적인 연구가 되도록 해야한다.

참 고 문 헌

- [1] 이철용(1998), 항만물류시스템, 효성출판사
- [2] Itsuro Watanabe, 컨테이너터미널의 특성 및 능력분석수법, Container Age, 1987
- [3] Itsuro watanabe, Container Terminal Planning A Theoretical Approach, World Cargo, 2001
- [4] Wayne C. Turner 외3, Introduction to Industrial and Systems Engineering Third Edition, Prentice Hall, 1993