

釜山 컨테이너埠頭的 效率的인 運營方案에 關하여

李 炳 國* · 李 哲 榮**

On Improving the Productivity of Busan Container Terminal

Byung-kuk Lee · Cheol-yeong Lee

〈目 次〉

Abstract	3. 生産能力 및 運營實態
1. 序 論	3·1 컨테이너 터미널 시스템
2. 釜山 컨테이너 터미널의 現況	3·2 固有能力
2·1 터미널 運營實態	3·3 移積能力
2·2 物動量 增加 趨勢 및 船席占有率	3·4 運營實態의 分析
2·3 曜日別 物動量	3·5 副次 시스템間의 調和
2·4 荷役作業能率	4. 結 論

Abstract

Since the middle of 1950s, containerization has been rapidly spread over the world in virtue of great merits providing to interests, and the fundamental changes in port management and port operations are resulted.

As the container terminal is a complex system which is consisted of various subsystems, the treatment for improving the productivity is required in a comprehensive fashion, both in each of its parts and as an integrated system.

This paper aims to make an intensive analysis of the Busan Container Terminal system, especially focusing on its subsystems such as ship operation system, storage system and transfer system.

First of all, the intrinsic capacity of various subsystems is calculated and it is checked whether the current operation is being performed effectively through the formal analysis.

Secondly, the suggestion is presented to improve the operation by considering the throughput that the port of Busan will have to accept in the near future.

The results are as follow;

- 1) As the inefficiency is due to the imbalance between various subsystems at Busan terminal, transfer equipment level must be up to 31% for straddle carrier and 67% transfer crane above all.
- 2) The yard capacity must be increased by reducing the free dwell time of containers in order to accept the traffic volume smoothly in the near future.
- 3) The better way to reduce the port congestion is to change berthing rule from the FIFO to the Pre-allocated system by considering the ship arrival pattern.

* 正會員, 釜山埠頭運營公社

** 正會員, 韓國海洋大學

1. 序 論

컨테이너가 海上運送에 導入되기 시작한 1950年代 中半以後 貨物의 컨테이너化 概念은 INTERMODALISM의 實現과 더불어 汎世界的으로 擴散되어 왔으며, 輸送方式의 革命이라고 불리울만큼 많은 長點과 便益을 提供하고 있다.

컨테이너化 概念이 鐵道輸送 또는 道路輸送에 미친 變化도 無視할 수 없겠지만, 무엇보다도 가장 큰 影響을 받은 部分은 船舶과 港灣이라고 말할 수 있다. 一國의 港灣이 컨테이너 專用船을 採用해서, 船社가 追求하는 船舶回航時間의 短縮을 達成하고, 自國의 貿易活動을 圓滑하게 維持하기 위하여 在來의 貨物處理方式과는 전혀 새로운 荷役方式을 開發한 結果 오늘날의 컨테이너 專用터미날이 탄생하게 되었다.

컨테이너 터미날을 運營하는 데에는 一般的으로 다음과 같은 運營上 또는 技術上의 難點이 있다고 한다. 즉,

- (1) 龐大한 荷役量의 迅速·正確한 處理
- (2) 컨테이너의 管理(INVENTORY)
- (3) 作業의 迅速性和 分化性
- (4) 터미날 外部의 影響 등인데

이와같은 難點들을 克服하느냐 못하느냐에 따라 터미날 運營效率이 높아지거나 또는 낮아지게 된다.

또한 港灣에서 發生하는 輻輳現象을 解消하는 一般的인 解決策은,

- 1) 短期的인 對策으로서 서류의 簡素化, 作業組職의 改善, 副次시스템間의 調化 및 協組, 그리고 管理시스템의 確立 등이 있고,
- 2) 長期的인 對策으로서 港灣施設의 擴充 및 荷役設備 또는 勞動力의 強化 등을 들 수가 있다.

이들 具體的인 解決策은 港灣의 運營效率을 增大시켜 生産性を 높이는 데에 그 基本 越旨을 둔 것이며 컨테이너 부두와 聯關지어 생각해 보면 다음과 같이 要約할 수 있다. 즉,

- 1) 情報處理와 컨테이너 官理는 電算시스템의 確立을,
- 2) 作業의 迅速性和 分化性은 作業組職의 改善을,
- 3) 터미날 外部의 影響은 터미날 內·外部間의 協助를 통하여 컨테이너 터미날의 運營效率을 增大시킬 수 있을 것이다.

釜山港 컨테이너 터미날은 우리나라의 有一한 專用터미날이며, 86年 上半期 現在의 船席占有率은 平均 66%로서 이미 輻輳狀態에 들어 있고, 앞으로의 物動量의 增加趨勢를 勘案할 때 이

輻輳狀態는 더욱 深刻해 진 것이다.”

本 論文에서는 釜山 컨테이너 터미널 시스템을 荷役시스템과 裝置시스템 그리고 倉積시스템으로 나누어 固有能力과 存積시스템의 可變能力을 定性的인 方法으로 計算하였다. 그리고 各副次시스템間에 隘路가 存在하는가운 現 運營實態를 分析함으로써 確認하고, 效率的인 터미널 運營을 위한 改善方案을 提示하였다.

本 論文의 構成은 아래와 같다.

제 2 章에서는 釜山 컨테이너 터미널의 現況을 살펴보고.

제 3 章에서는 釜山 컨테이너 터미널이 가지고 있는 固有能力과 可變能力을 算出함과 同時에 運營實態를 分析하여 諸般 問題點을 파악하고 그 改善方案을 提示하고자 한다.

제 4 章에서는 以上の 結果를 要約하고 앞으로의 研究方向을 結論으로 맺는다.

2. 釜山 컨테이너 터미널의 現況

2-1 터미널 運營形態

컨테이너 터미널 運營形態는 그 使用 裝備體系를 基準하여 分類하는 것이 一般的이다.

通常的인 運營形態는 사시方式, 스트래들 캐리어 (STRADDLE CARRIER—略 S/C) 直接移送方式, S/C 中繼方式 및 트랜스퍼 크레인 (TRANSFER CRANE—略 T/C) 中繼方式 등이 있으나, 부산 터미널은 S/C & T/C 混合中繼方式을 取하고 있다(그림 2-1 참조).

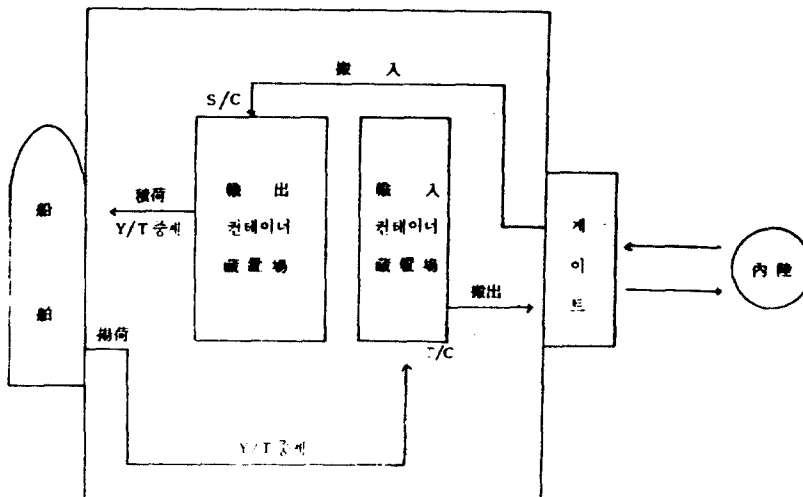


Fig. 2-1 Outlook of operation system, Busan terminal.

즉, <그림 2-1>에서 보이는 바와 같이 S/C는 수출컨테이너의 야드作業 및 船積作業을 遂行하고 T/C는 輸入 컨테이너의 藏置 및 搬出作業에 利用된다.

그리고 야드트랙터(略 Y/T)는 船艙荷役 作業時 야드와 船艙間을 순환하면서 컨테이너를 中繼 移送한다.

기타의 裝備로는 사시와 空컨테이너 操作用지게차(略 F/L)가 있다.

2.2 物動量 增加趨勢 및 船席占有率

釜山터미날이 1981年 以後 取扱한 物動量을 <그림 2-2>에 보인다.

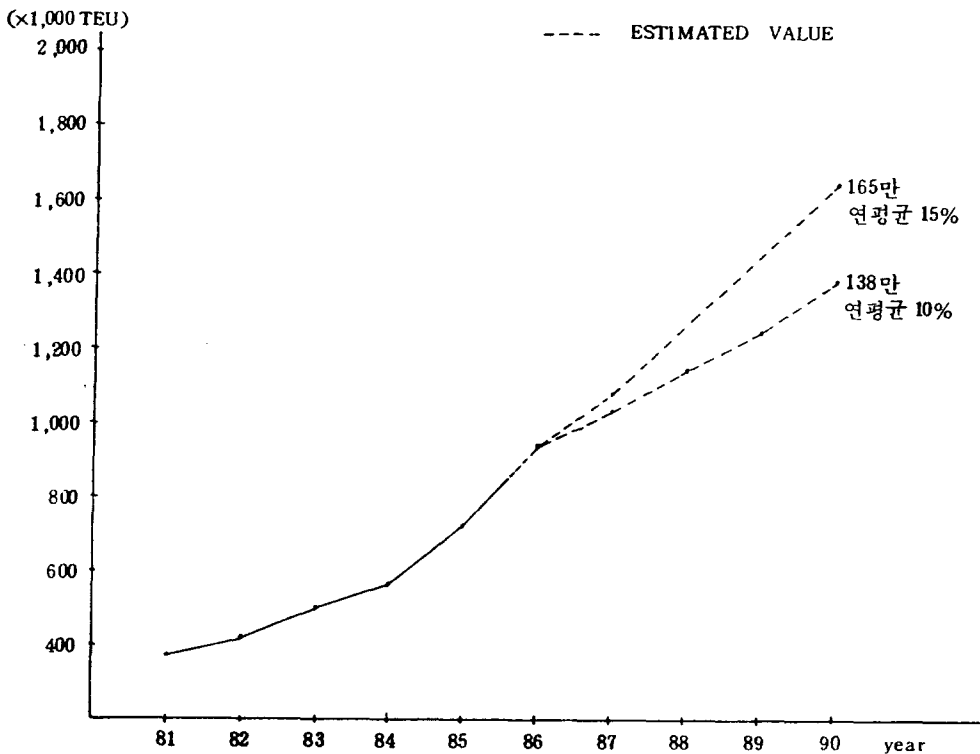


Fig. 2-2 Trend of cargo movements.

81년부터 85년까지取扱한 物量은 年平均 增加率 18.5%를 보이고 있으며, 86年 物量은 94萬 TEU에 達할 것으로 豫測된다. 이러한 豫測結果의 上下限線을 10%~15%로 取하여 年度別 豫想 物量을 計算하면 <표 2-1>과 같으며, 豫測結果를 <그림 2-2>에 點線으로 나타냈다.

Table 2-1. Yearly estimated container volume.

(단위 : 1,000)

YEAR	DESCRIPTION	INCREASE RATE	
		10%	15%
87	THROUGHPUT	1,034.0 TEU	1,081.0 TEU
	HANDLED VANS	811.0 VAN	848.0 VAN
	EXPORT LOAD	503.5 TEU	526.4 TEU
	IMPORT LOAD	336.0 TEU	351.3 TEU
	EMPTY BOX	194.5 TEU	203.3 TEU
88	THROUGHPUT	1,137.0 TEU	1,243.0 TEU
	HANDLED VANS	892.0 VAN	975.0 VAN
	EXPORT LOAD	553.7 TEU	605.3 TEU
	IMPORT LOAD	369.5 TEU	404.0 TEU
	EMPTY BOX	213.8 TEU	233.7 TEU
89	THROUGHPUT	1,251.0 TEU	1,429.0 TEU
	HANDLED VANS	981.0 VAN	1,121.0 VAN
	EXPORT LOAD	609.2 TEU	695.9 TEU
	IMPORT LOAD	406.6 TEU	464.4 TEU
	EMPTY BOX	235.2 TEU	268.7 TEU
90	THROUGHPUT	1,376.0 TEU	1,643.0 TEU
	HANDLED VANS	1,079.0 VAN	1,289.0 VAN
	EXPORT LOAD	670.1 TEU	800.1 TEU
	IMPORT LOAD	447.2 TEU	534.0 TEU
	EMPTY BOX	258.7 TEU	308.9 TEU

한편 85年 1月부터 86年 6月까지의 船席時間과 船席占有率의 現況을 <표 2-2>와 <그림 2-3>에 보인다.

Table 2-2. Monthly container volume and berth occupancy rate.

YEAR	MCNTH	NUMBERS OF SHIPS	HANDLED VANS	BERTH HOURS	BERTH OCCUPANCY (%)
1985	1	127	43,917	1,388.7	55
	2	111	33,582	1,190.8	53
	3	144	38,424	1,397.5	55
	4	130	44,362	1,553.1	61
	5	131	41,732	1,440.2	59
	6	127	46,363	1,470.9	60
	7	142	47,135	1,541.7	61
	8	144	44,497	1,612.2	64
	9	136	45,944	1,596.2	65
	10	125	35,536	1,282.2	52
	11	125	39,153	1,273.5	53
	12	130	42,172	1,455.5	58
1986	1	134	48,773	1,606.6	63
	2	118	47,049	1,486.0	64
	3	135	50,985	1,561.0	62
	4	128	58,622	1,787.0	71
	5	128	55,746	1,694.9	66
	6	125	57,352	1,855.7	73

Table 2-2의 結果로부터 取扱物量과 船席占有率을 對比시켜 그림으로 나타내면 <그림 2-3>과 같다.

<그림 2-3>에서 보이는 바와 같이 取扱物量과 船席占有率은 一定한 相關關係를 維持하고 있음을 알 수 있다.

그런데 가장 낮은 占有率은 85年 10月の 52%이고 제일 높은 것은 86年 6月の 73%이며, 86年 上半期の 平均 船席占有率은 66%로서 컨테이너 專用터미날의 適正水準 50%를 超過하고 있어 輻輳狀態임을 알 수 있다.⁷⁾

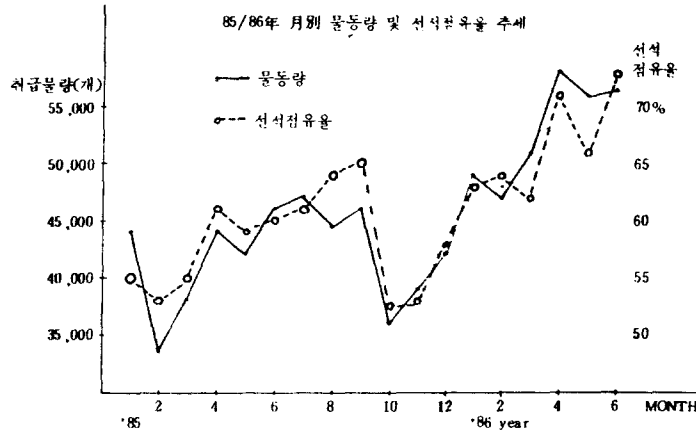


Fig. 2-3. Trend of container movements and berth occupancy.

2.2 曜日別 物動量

컨테이너埠頭에서 取扱한 物動量은 曜日에 따라 甚한 變化를 보이고 있다. 이러한 特性을 살펴 보기 위하여 86年 上半期에 부산 터미날이 取扱한 物量을 曜日別로 整理하여 <그림 2-5>, <그림 2-6> 및 <그림 2-7>에 보인다.

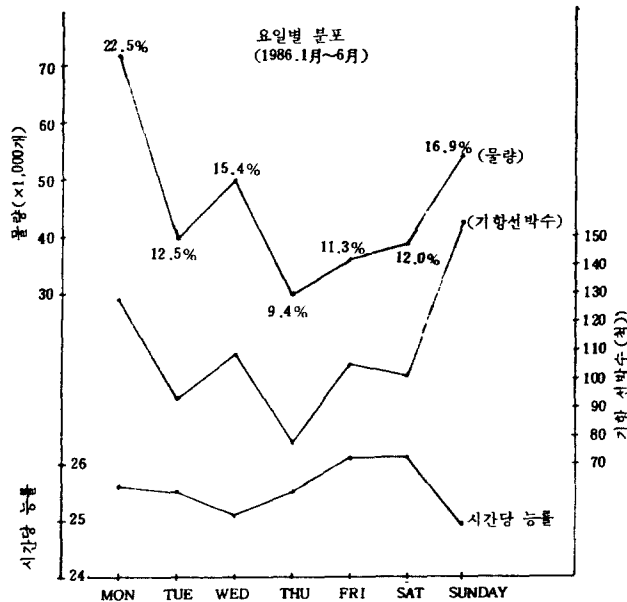


Fig. 2-4. Daily dist. of the week.

일요일과 월요일 兩日에 取扱한 物量이 全體의 약 40%이고, 船舶隻數는 總 768隻中 283隻임 을 알 수 있다.

(그림 2-5)에서 알 수 있는 바와 같이 수출 Full 컨테이너의 평균 반입량은 금요일 1,037개, 토요일 1,113개 또한 일요일이 1,107개로서 다른 요일보다 월등하게 많은데 이와 같은 원인은 물량의 약 40%를 처리하는 일요일과 월요일의 선적시기를 맞추려 하는데 있다.

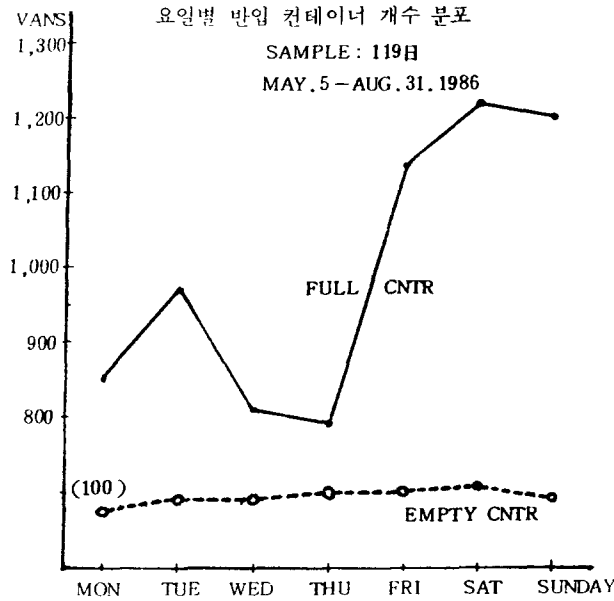


Fig. 2-5. Gate-in dist. of containers, daily of the week.

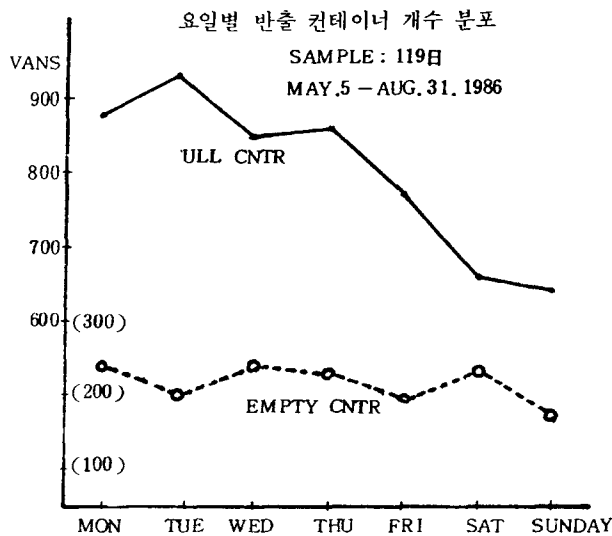


Fig. 2-6. Gate-out dist. of containers, daily of the week.

한편 空컨테이너는 비교적 기복없이 반입되고 있다.

〈그림 2-6〉은 수입컨테이너의 반출활동을 보여준다. 화요일 평균량이 729개로서 가장 많고 토·일요일이 각각 427개 및 465개로서 다른 요일보다 매우 적게 나타나 있다. 또한 空컨테이너는 비교적 고르게 반출되고 있다.

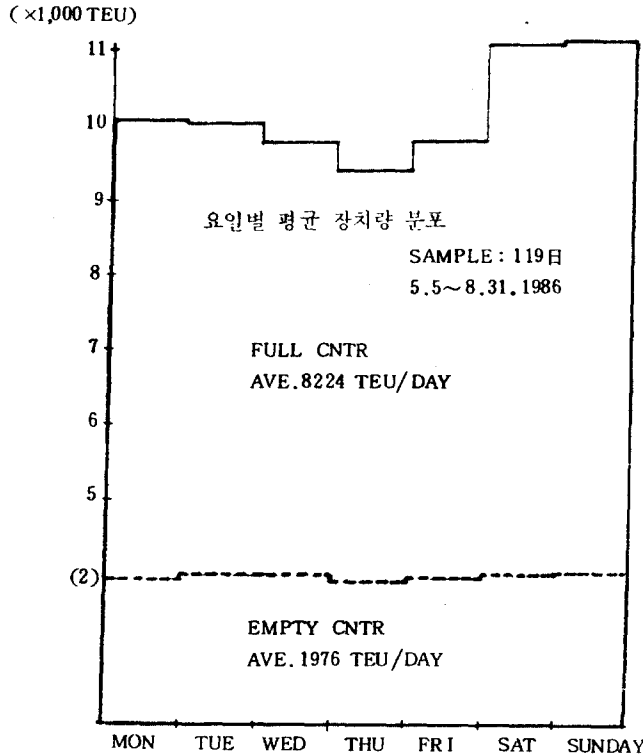


Fig. 2-7. Dist. of ave. stacks, daily of the week.

〈그림 2-7〉은 컨테이너의 平均藏置量을 曜日別로 보인 것으로 그 특징은 토요일과 일요일의 平均藏置量이 11,000 TEU 이상이며 다른 曜日보다 많은 이유는 〈그림 2-5〉와 〈그림 2-6〉에서 알 수 있는 바와 같이 토·일요일의 반입량은 큰 반면에 반출량이 적기 때문이다.

2.4 荷役作業能率

86年 上半期の 純時間當 크레인 能率을 〈그림 2-8〉에 보이고 85/86年 同期 對比 能率比較를 〈그림 2-9〉에 보이고 있다.

純時間當 크레인 能率は 平均 25.5個이며 30個以上の 高能率は 약 11%이다.

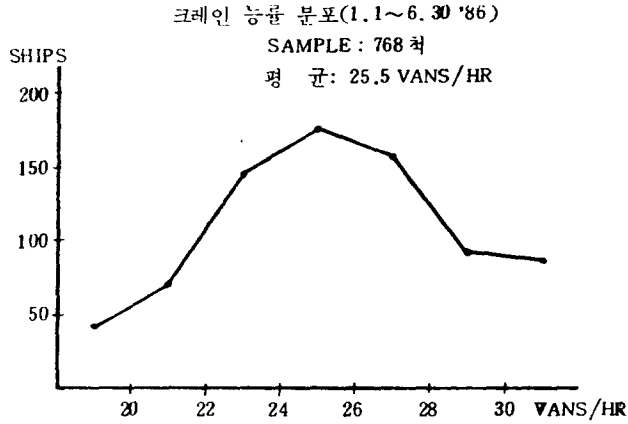


Fig. 2-8. Dist. of crane product.

한편 85년과 86년 實積比較한 時間당 크레인 能率의 差는 86년이 1.1個 적은 것으로 나타났는데, 이는 物量 增加로 因하여 運轉效率이 低下된 것으로 보인다.

85/86년 동기대비 크레인 능률 비교

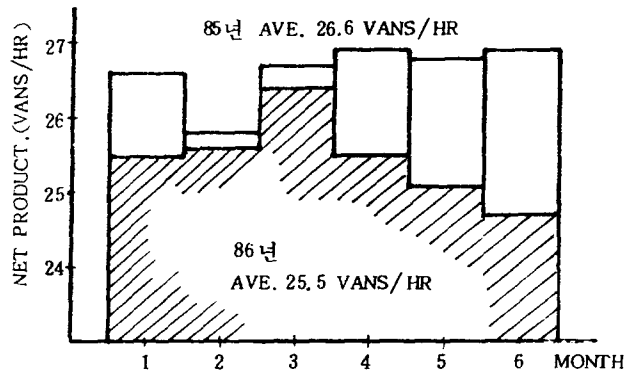


Fig. 2-9. Comparison of crane product. 85 versus 86.

3. 生産能力 및 運營實態

3.1 컨테이너 터미널 시스템

<그림 3-1>에 보인 것과 같이 컨테이너 터미널 시스템은 相互連關된 몇 개의 副次 시스템, 즉 荷役 시스템(A), 搬置 시스템(B), 移積 시스템(C) 및 CFS가 있으나 그 中 本 論文에서는 CFS를 제외한 세가지 副次 시스템의 生産能力에 關하여 살펴 보기로 한다.

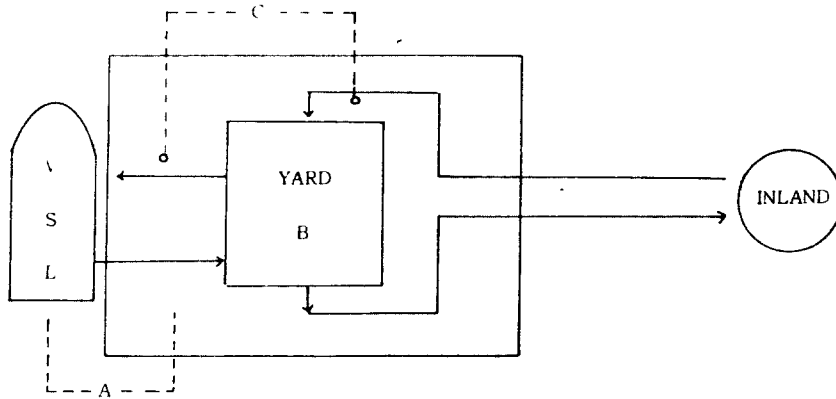


Fig. 3-1. Outlook of terminal system.

一般적으로 荷役能力과 藏置能力은 터미날의 設計 또는 建設當時 固定된 施設이 가지는 能力을 말하는 것으로 設備를 交替 또는 擴張하지 않는 한 變하지 않는 固有能力이며 移積能力은 物動量의 크기에 比例的으로 調節되어야 하는 可變能力을 말한다.

아래에서는 이들 固有能力和 可變能力에 對하여 檢討해 보기로 한다.

3·2 固有能力

3·2·1 荷役能力(STEVEDORING CAPACITY)

荷役能力은 船舶을 對象으로 揚積荷하는 크레인의 能力을 말하는 것으로 年間 處理可能한 컨테이너의 總個數와 輸出入 物量 生産高는 各各 (式 3-1)과 (式 3-2)를 利用하여 求할 수 있다.

$$V_{stev} = W_h \times N_c \times D \times R \times E \quad (3-1)$$

但, W_h : 1日 作業時間(20時間)

N_c : 크레인의 數(8基)

D : 年間 作業日數(365日)

R : 純時間當 크레인 能率

E : 크레인 稼動率

$$V_{TEU} = V_{stev} \times \alpha \times \beta \quad (3-2)$$

但, α : 컨테이너 個當 TEU 換算係數로서 그 값은 1.5

β : 全體處理 個數中 輸出入 物量의 比率로서 그 값은 0.85이며, 부산 터미날의 實測 데이터를 調査하여 求한 값이다.

純時間當 크레인 能率は, 總作業時間에서 裝備 故障 또는 食事時間 등 休止時間을 除外한 時間當 作業 個數이며, <그림 2-8>에서 보면 平均이 25.5個이고 35個까지 實測되고 있다. 한편

크레인稼働率은 老朽 또는 整備程度에 따라 變化할 수 있는 特性을 지닌 것이므로 0.7에서부터 0.9까지 그 범위를 取하여 求한 荷役能力은 <표 3-1>에 보인 것과 같다.

Table 3-1. Stev. capacity calculation.

(단위 : 10,000)

EFFICIENCY		PRODUCTIVITY		
		E = 0.7	0.8	0.9
R = 25	총작업	102 VANS	117 VANS	131 VANS
	수출입	130 TEUS	149 TEUS	167 TEUS
30	총작업	123 VANS	140 VANS	158 VANS
	수출입	157 TEUS	179 TEUS	201 TEUS
35	총작업	143 VANS	164 VANS	184 VANS
	수출입	182 TEUS	209 TEUS	235 TEU

<표 3-1>에서 알 수 있는 바와 같이 크레인稼働率이 주어진 범위內에 있을 때 年間 130萬 TEU 以上 150萬 TEU 까지 處理할 수 있는 能力을 가지고 있다고 말할 수 있다.

3·2·2 藏置能力(YARD CAPACITY)

藏置能力은 外形的인 規模를 알 수 있는 一時 藏置能力(Holding Capacity)과 實際 運營上 活用할 수 있는 運營能力(Operating Capacity)으로 나눌 수 있다. 運營能力은 效率的인 作業을 遂行할 수 있도록 安全率을 考慮하여 一時 藏置能力으로부터 除한 것으로 通常 豫備能力의 크기는 一時 藏置能力의 30~40%이다.

야드運營에 있어서 安全率, 即 豫備能力을 把握하는 이유는 컨테이너를 취급하는데 있어서 指定船舶, 目的地, 重量, 規格 등을 감안해서 장치하여 컨테이너의 再操作작업을 가능한 防止하기 위한 것이며, 混積藏置로 因한 運營效率의 低下를 막고, 또한 一時的인 物량 輻輳現象을 圓滑하게 處理하기 위해서도 반드시 考慮되어야 할 必要性이 있다.

實際로, 釜山터미날에 있어서 必要한 豫備能力의 크기를 살펴 보기로 한다. <그림 3-2>는 FULL 컨테이너의 一日 平均藏置量을 나타내며, 86年 5月 5일부터 8月 31日까지의 實測자료로서 月平均 物量 82,850 TEU에 相當하는 藏置量 分布인데, 그 平均은 8,424이고 分布의 範圍는 4,016~12,456 TEU이다. 그 範圍中 99分位의 값 11,857 TEU를 物量輻輳의 平均的인 上限값으로 取하면 Peak factor는 $1.4(11,857/8,424)$ 가 되고 安全率은 $0.3(1 - \frac{1}{1.4})$ 이 된다. 따라서 釜山터미날 야드의 運營能力은 一時 藏置能力의 70% 水準을 維持하는 것이 바람직하다.

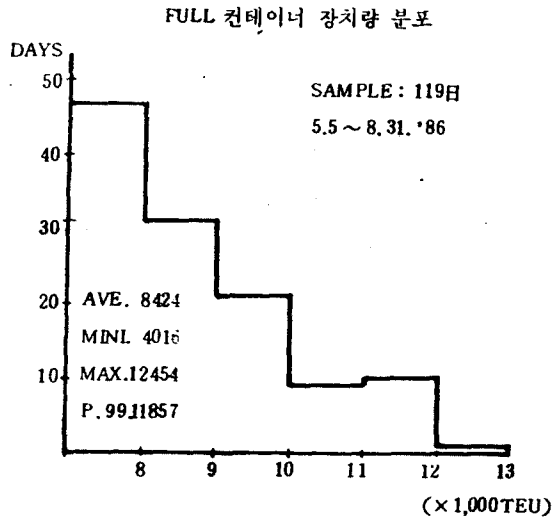


Fig. 3-2. Dist. of full container stacks.

以上으로부터 釜山터미날의 一時藏置能力과 運營能力을 計算하면 다음과 같다.

(단위 : TEU)

STACK AREA	HOLDING CAP. (TEU)	OPERATING CAP. (TEU)	SAFETY FACTOR
EXPORT LOAD	9,384	6,569	30%
IMPORT LOAD	7,296	5,107	30%

한편 야드生産高는 야드에 藏置되는 輸出入 컨테이너의 總量을 말하는데 年生産高는 (式 3-3)에 依해서 求해진다.

$$V_{ann} = \frac{C_k \times (1 - \rho)}{D_f} \times 365 \quad (3-3)$$

但, C_k : 一時藏置能力

ρ : 안전률

D_f : 藏置許用日數(Free Period)

앞으로 物量增加에 對備한 藏置許用日數의 短縮可能性을 考慮해서 藏置許用日數의 短縮效果가 어떻게 나타나는가를 알아보기 위하여 藏置日數를 6日에서 2日까지 變化시켰을 때 相應하는 年間 生産高를 <표 3-2>에 보이고 있다. 通常적으로 空컨테이너는 回轉率이 빠른 關係로 藏置日數에 큰 影響을 받지 않으며, 그 物量은 FULL 컨테이너의 25% 水準을 實測메이타를 통해서 確認할 수 있었다.

Table 3-2. Yard capacity calculation.

(단위 : 1,000 TEU)

STACK KINDS \ DWELL TIME	6 DAYS				
	2	3	4	5	6
EXPORT LOAD	1,199	799	599	480	—
IMPORT LOAD	—	621	466	373	311

以上으로부터 藏置日數를 輸出 4日/輸入 5日로 取했을 때 年間 生産高는 輸出 599,000 TEU /輸入 373,000 TEU/空 243,000 TEU, 즉 總生産高는 年間 약 120萬 TEU로 算出되고 藏置日數를 輸出 3日/輸入 4日로 取하는 制度下의 年間 生産高는 약 150萬 TEU에 達하며, 여기에서 알 수 있는 바와 같이 藏置日數를 1日 短縮하면 年間 야드生産高는 약 25% 增加效果를 가져올 수 있다.

3.3 移積能力(TRANSFER CAPACITY)

移積能力은 裝備保有水準과 處理物量과의 關係에 依해 決定되며, 裝備保有水準은 物量과 線型的인 關係를 가지고 있다고 할 수 있다.

아래에서는 86年/87年 豫想物量 年 100萬 TEU를 基準으로 하여 必要한 裝備의 數에 對하여 檢討하기로 한다(특히 터미널 作業의 根幹을 이루는 裝備 S/C와 T/C).

3.3.1 作業時間 分布

컨테이너 터미널 내에서 遂行되는 作業은 船舶荷役作業과 야드作業 두 가지로 大別할 수 있다. 먼저 이들 作業時間의 分布를 살펴 보기로 한다.

86年 上半期の 實測資料로부터 船舶接岸時刻分布와 荷役作業時間分布를 <그림 3-2>와 <표 3-3>에, 86年 5月 1일부터 8月 31일까지의 資料를 整理한 FULL 컨테이너 搬出搬入時間分布를 各各 <그림 3-3>과 <그림 3-4>에 보인다.

搬出 및 搬入時間分布의 데이터를 특히 이 期間의 것으로 取한 이유는 年間物動量 100萬 TEU에 相當하는 物量을 處理하였기 때문이다.

<그림 3-2>에서 알 수 있듯이 午前 9時부터 15時 사이에 總船舶數의 50%가 接岸하였으며, <표 3-3>에서는 午前 9時부터 15時 사이에 船舶이 揚荷作業中에 있는 確率이 가장 높은 편에 속하고 積荷作業은 15時 以後 24時까지가 다른 時間보다도 確率이 높은 것을 알 수 있다. <그림 3-2>와 <표 3-3>으로부터 船舶의 接岸과 荷役作業은 連續된 過程임을 比較할 수가 있으며 이러한 傾向은 앞으로 크게 變하지 않을 것으로 보이고, 한편 <그림 3-3>으로부터 컨테이너의 搬出이 午前 9時부터 18時 사이에 1日 全體量의 약 80%가 이루어지며, <그림 3-4>에서

는 午前 9時부터 18時까지 1日 全體量의 68%가 搬入됨을 알 수 있다.

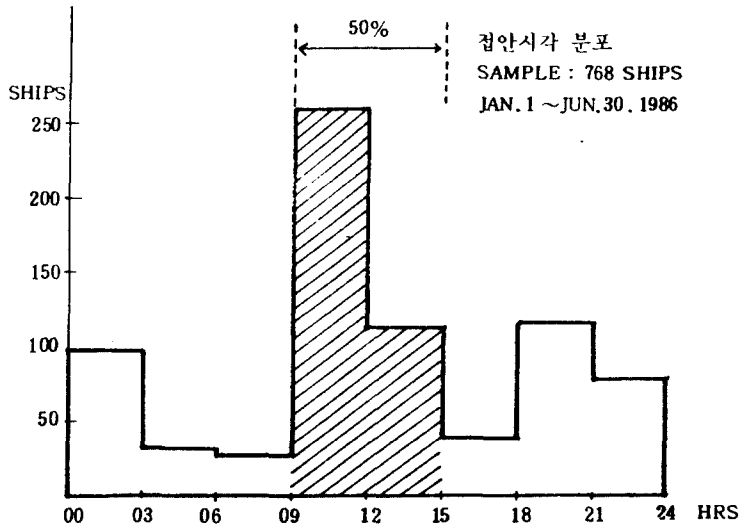


Fig. 3-2. Dist of ship berthing.

Table 3-3. Status of cargo operation.

JAN. 1. - JUN. 30. '86

OPR. KINDS	TIME BELT					TTL 768 SHIPS
	09-12	12-15	15-18	18-21	21-24	
DISCHARGE	305척 (40%)	350척 (46%)	260척 (34%)	227척 (30%)	211척 (28%)	
LOAD	169척 (22%)	252척 (33%)	312척 (41%)	286척 (37%)	275척 (36%)	

FULL 컨테이너 반출시간 분포

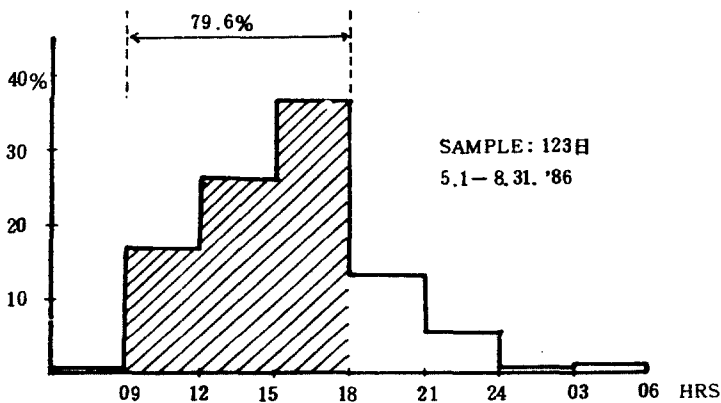


Fig. 3-3. Dist. of gate-out time, full con.

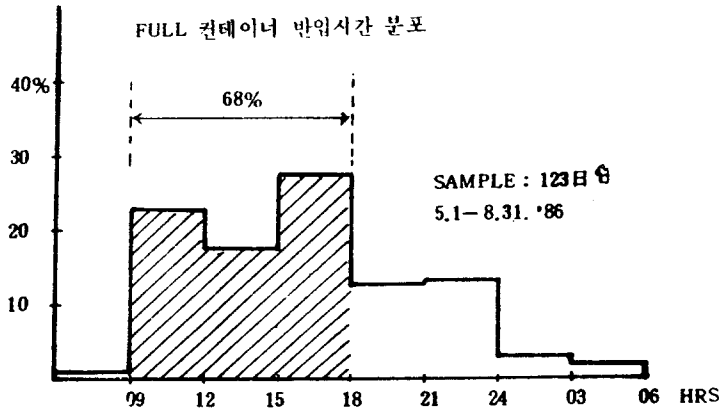


Fig. 3-4. Dist. of gate-in time, full con.

그런데 荷役作業分布와 컨테이너 搬出入作業時間分布를 對照하는 이유는 터미널에서 遂行하는 船舶荷役作業과 야드作業이 同時에 이루어질 때 移積裝備가 不足하면 어느 一側의 作業이 圓滑하게 遂行될 수 없는 可能性에 對해서 把握하려고 하는 데에 있다.

分布의 分析을 통한 作業實態를 要約하면,

- 1) 搬入活動의 약 70%가 이루어지는 9時—18時에 船舶積荷作業이 進行中일 確率이 약 40%
- 2) 搬出活動의 약 80%가 이루어지는 9時—18時에 船舶揚荷作業이 進行中일 確率이 약 46%임을 알 수 있다.

즉, 移積用 裝備는 荷役作業과 야드作業이 同時間帶에 並行하여 이루어지더라도 各各 그 作業을 獨立的으로 遂行할 수 있는 水準을 維持해야 하는 것으로 分析된다.

3.3.2 搬出入 物量分布

86年 5月 5日부터 8月 31日까지 17週間 發生한 一日 搬出入 物量分布를 各各 <그림 3-5>와 <그림 3-6>에 보이고 있다.

<그림 3-5>로부터 FULL 컨테이너의 一日 平均 搬出量은 581個이고 最小 103個, 最大 1,167個인데, 99分位의 값 956個를 平均的인 一日 最大作業量으로 取하여 算出한 Peak factor의 값이 1.6(956/581)이 됨을 알 수 있고, <그림 3-6>에서는 FULL 컨테이너의 一日 平均搬入量은 903個, 最小 157個, 最大 1,588個인데 99分位의 값 1,491個를 平均的인 一日 最大作業量으로 取하여 算出한 Peak factor의 값이 1.6(1,491/903)이 됨을 確認할 수 있다.

여기에서 搬出과 搬入作業을 各各 생각하는 것은 컨테이너의 搬出作業과 搬入作業을 遂行하는 裝備가 다르기 때문이다.

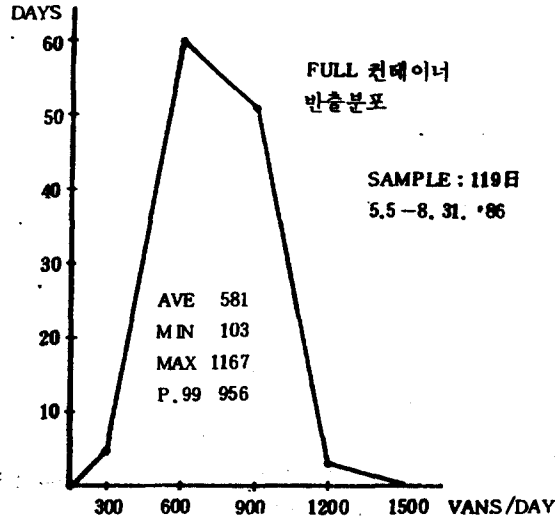


Fig. 3-5. Dist. of gate-out, full con.

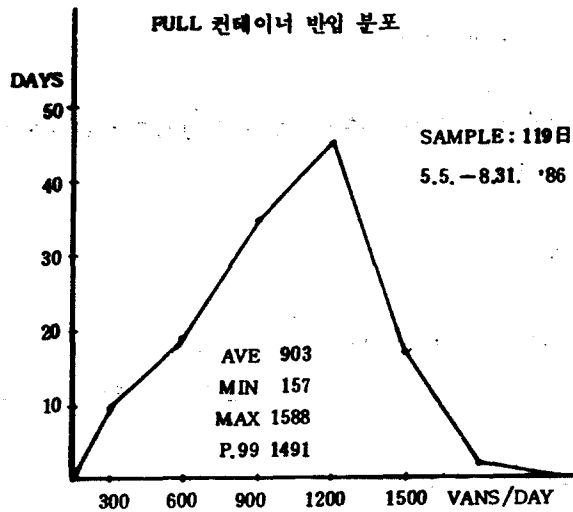


Fig. 3-6. Dist. of gate-in, full con.

以上으로부터 分析結果를 要約하면,

- 1) 一日 平均搬出物量은 581個이나 Peak factor 1.6을
- 2) 一日 平均搬入物量은 903個이나 Peak factor 1.6을 反映시켜야 圓滑한 야드作業을 行할 수 있음을 알 수 있다. 이와 같은 物量起伏現象은 2章의 <그림 2-4>에서 確認할 수 있었다.

3·3·3 裝備 保有水準算出

裝備의 所要數는 裝備의 Cycle time, 稼動率, 處理物量 및 作業遂行時間의 函數關係로 나타나므로 다음 式을 利用하여 求할 수 있다. 즉,

$$N = \left[\frac{T_c \times V_d}{W_k \times \rho} \right] \quad (3-4)$$

但, T_c : 裝備의 Cycle time(分)

V_d : 一日處理 個數

W_k : 作業遂行時間(分)

ρ : 裝備의 稼動率

그리고

$$V_d = \frac{V_{ann}}{\alpha} \times \mu \times f \times \frac{1}{365} \quad (3-5)$$

但, V_{ann} : 年間 輸出入 物量(TEU)

μ : 全體個數中 輸出 또는 輸入 FULL 컨테이너의 比率

f : Peak factor

α : 컨테이너 個當 TEU 換算係數

(1) STRADDLE CARRER

A: 야드作業

① S/C의 T_c : 3.4分(별표 1 참조)

② W_k : 13(時間)

搬入의 94%가 이루어지는 午前 9時부터 24時까지 純作業時間(〈그림 3-4〉참조)

③ ρ : 0.7⁹⁾

④ V_{ann} 은 100萬 TEU, f 는 1.6

⑤ μ : 0.487

86年 上半期 實測데이터로부터 算出

式(3-4) 및 (3-5)로부터 야드作業에 必要한 S/C의 數는 9臺로 求하여진다.

B. 船舶作業

配當原則: 크레인當 1臺

裝備稼動率: 0.7

크레인 總數: 8

따라서, 荷役作業에 所要되는 S/C의 數는 $\left[\frac{8}{0.7} \right] = 12$ 臺이다.

즉, 年間 物量 100萬 TEU時 必要한 S/C의 總數는 21臺이다.

(2) TRANSFER CRANE

A: 야드作業

- ① T/C 의 T_c : 4分(별표 2 참조)
- ② W_k : 10時間(搬出의 93%가 이루어지는 午前 9時부터 21時 사이 純作業時間
(二림 3-3))
- ③ ρ : 0.9~1.0
- ④ V_{max} 은 100萬 TEU, f 는 1.6
- ⑤ μ : 0.325

86年 上半期 實測데이터로부터 算出

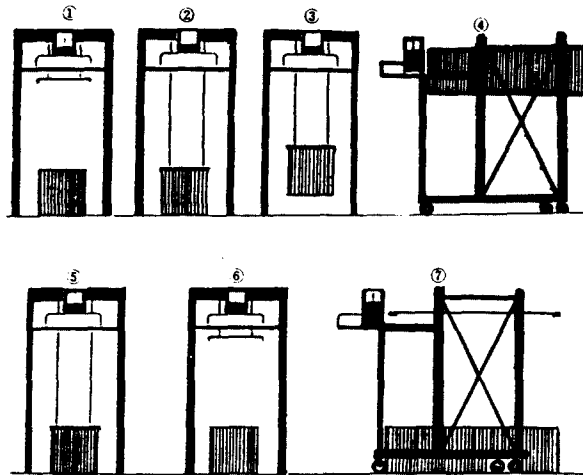
式(3-4) 및 (3-5)에 代入하여 야드作業에 必要한 T/C 의 數는 7 台이다.

B. 船舶作業

크레인 當 1 台를 配當하여 總 8 台가 必要하다.

따라서, 年間 物量 100萬 TEU 時 必要한 T/C 의 總數는 15 台이다.

STRADDLE CARRICE CYCLE



Explanation of sequential steps :

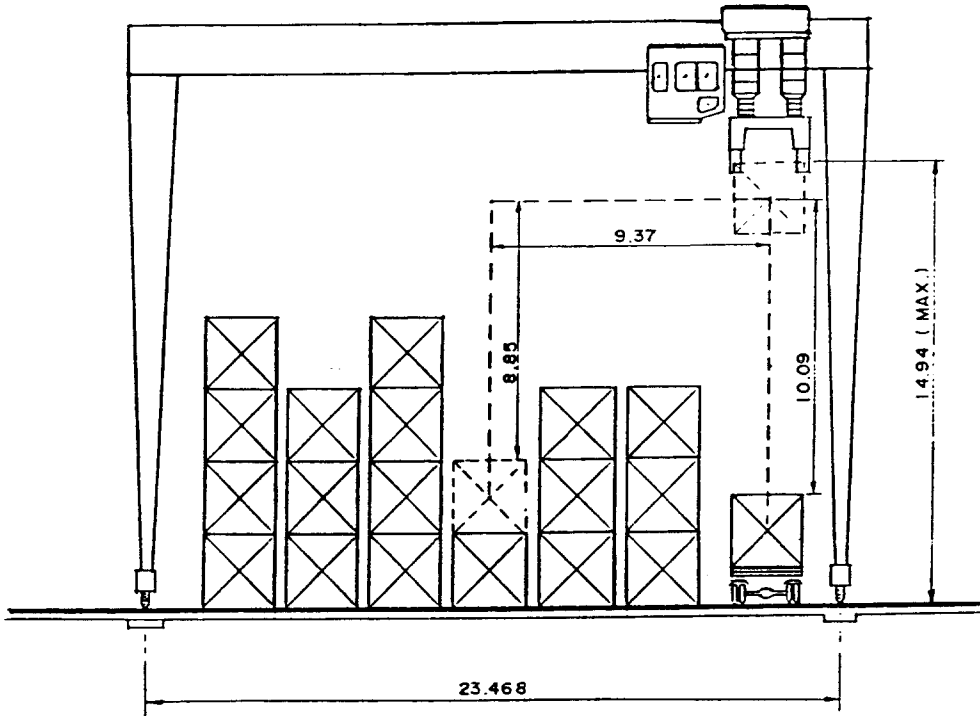
	<u>Time(sec.)</u>
1. Straddle carrier moves into straddle position over the road truck.	20
2. Spreader is lowered and connected to container.	36
3. Container is hoisted to "travelling" height.	10
4. Before entering the container line, container is hoisted to maximum height to enable passing over other containers in the line, then travels in container line to designated slot.	45
5. At the designated slot, container is lowered.	26
6. Spreader is disconnected, then raised high enough to clear other containers in line.	36
7. Straddle carrier travels in container line.	33
	<hr/> 206sec

TOTAL TIME 3.4 mins.

<별표 1>

TRANSFER CRANE CYCLE ANALYSIS

Performance Specifications from Mitsubishi Transfer Crane



	Speed		Description of Cycle	Time Interval(sec)
	m/Min	m/sec		
Hoist, Full Load	13.5	0.225	Wait for Tractor	30
Hoist, No Load	27	0.45	Engage Container	20
Trolley Travel	55	0.916	Hoist $10.09 \div 0.225 =$	45
Gantry Travel	131	2.183	Trolley $9.37 \div 0.916 =$	10
			Lower $8.58 \div 0.45 =$	20
			Disengage container	20
			Hoist $8.85 \div 0.45 =$	20
			Trolley $9.37 \div 0.916 =$	10
			Lower $10.09 \div 0.45 =$	22
			Total	197sec

Theoretical Time for cycle=3.3 min.

Practical cycle time =4 min, or 15 cycles/hour

<圖表 2>

3.4 運營實態의 分析

3.4.1 裝備保有水準

釜山터미날이 現在 保有하고 있는 裝備數는 3.3節에서 算出한 必要數보다 S/C가 5台, T/C는 6台 不足한 것으로 나타났다. 이러한 不足現像으로 惹起되는 現像은 다음과 같다.

(1) S/C

선박하역작업과 整備中인 차량을 제외하면 컨테이너 搬入活動이 가장 활발한 토요일과 일요일 야드作業에 配當되어야 할 장비의 부족으로 인하여 外部차량이 터미날內에서 長時間 待期하고, 심할 경우에는 차량運行이 방해받는 現像이 發生한다.

(2) T/C

4船席에서 揚荷作業이 進行中일 때, T/C가 船舶作業에 配當되는 台數는 現在 保有數 全部이므로 搬出作業이 이루어지지 않는다.

搬出待期하는 外部차량의 堆積뿐만 아니라 수입 컨테이너가 搬出되지 못하는 結果 야드가 滿高에서 船舶 揚荷作業까지도 중단되는 現象이 超來된다.

특히 이러한 現像은 物量의 40%以上을 處理해야 하는 일요일과 월요일의 滿席狀態下에서 週期的으로 發生하는 傾向을 보이고 있다.

3.4.2 컨테이너 藏置制度

釜山컨테이너 터미날에서 現在 施行하고 있는 藏置期間은 그 類形別로 세 가지가 있다.

KINDS	SHIPPING COMPANY	FREE PERIOD(DAYS)	
		EXPORT	IMPORT
CY	NATIONAL	15	15
OLT	CONTRACTED	5	7
MARSHALL	FOREIGN	4	5

86年 1월부터 7月 기간의 장치량 資料를 蒐集·整理하여 장치유형별 占有比率을 <그림 3-7>에 보인다.

YARD OCCUPANCY	25.5%		14.1%		29.0%		25.0%		3.3%	3.1%
	CY IMPORT		CY EXPORT		MARSHALL IMPORT		MARSHALL EXPORT		①	②
PROPORTION OF CONTAINERS	9.4%	13.3%	33.5%		38.8%		1.8%	3.2%		

① OLT IMPORT
② OLT EXPORT

Fig. 3-7. Yard occupation.

특히 CY형 장치현황의 상세를 <표 3-5>에 나타낸다.

Table 3-5. Yard status. of CY STACKS

JAN. 1 - JUL. 31, 1986

DWELLED DAYS KINDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
	EXPORT (%)	12.52	22.08	12.45	7.00	4.84	3.06	1.76	1.66	1.03	0.74	0.73	0.54	0.36	0.17	0.30	0.76
IMPORT (%)	17.35	8.47	7.04	6.19	5.59	5.09	5.78	5.64	5.08	4.88	4.15	3.89	5.56	4.93	6.33	3.53	100.0%

CY형 장치량은 22.7%인 반면에 야드占有는 39.6%에 달하며, 특히 CY형 輸入컨테이너의 藏置量은 9.4%에 불구하고 占有率이 25.5%에 이르고 있다. 그리고 이와 유사한 占有率을 가지는 마살형 수출컨테이너의 물량이 38.8%에 달하는 것과는 比較가 잘 되며 심한 불균형을 보이고 있다.

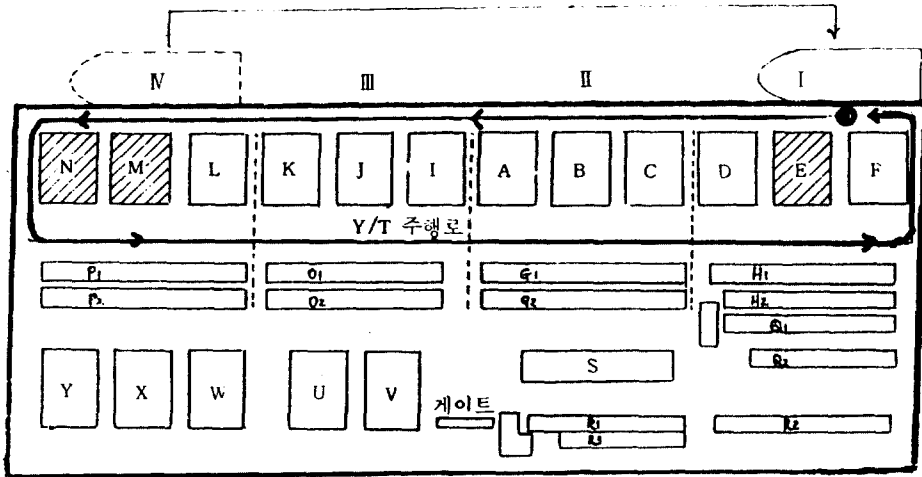
장치능력이나 장치일수 제도 如何에 따라 120萬 TEU 이상 150萬 TEU 까지 可能的 程度 불구하고 야드부족현상을 야기시키는 主要原因은 바로 이와같은 불균형상태가 전체능력을 弱化시키기 때문이다.

컨테이너의 長期체화가 일으키는 또 다른 問題點은 컨테이너를 選別作業할 때 再操作작업이 과다하게, 빈번하게 發生해서 야드作業能率이 全體적으로 떨어지는 데에도 있다.

向後 物動量이 漸增하는 傾向으로 보아 이러한 問題點은 보다 더 심각한 影響을 끼칠 것으로 보이며, 부산터미날이 지니고 있는 固有能力을 充分히 活動하기 위해서는 장치제도를 再考하지 않으면 안될 것이다.

3·4·3 船席配定

현재 부산터미날은 船席配定을 5, 6埠頭的 크레인 제원 및 야드와의 關係를 고려한 FIFO (FIRST IN FIRST OUT)原則에 따르고 있으나 FIFO原則이 지니는 問題點을 實例를 通해 살펴 보기로 한다.



위의 그림은 처음 配定했던 船席 IV에서 船舶遲延 等의 이유에 依해서 船席 I로 變更된 事例를 보이고 있는데, 이것은 드문 境遇이고 또한 가장 나쁜 例이지만 船席變更으로 因한 影響을 對照하기 위하여 選擇해 보았다.

最初 計劃된 船席에 近接한 야드區域 M과 N에 輸出컨테이너를 藏置하고 그 後 船席 I로 變更·移動됨으로써 다시 近接한 區域 E에 컨테이너를 藏置하였다고 가정 할 때, 야드트랙타가 循環하여야 할 走行거리의 差뿔에 依해서 Y/T의 回轉率이 서로 달라지게 된다. 이와 같은 現象을 要約하면,

	M, N 區域	E 區域
平均走行거리	3,000M	1,200M
平均走行速度	20km/hr	20km/hr
時間當回轉率	6.7回	16.7回

이 된다. 여기서 惹起되는 問題點은,

- 1) 同一數의 車輛을 配當時, 時間當 能率의 差가 2.5배가 되고
- 2) 같은 能率을 얻기 위해 車輛의 數를 2.5배 더 投入해야 하며,
- 3) 限定된 車輛을 配當時, 走行速度를 2.5배 增加시켜야 하므로 安全度의 低下가 豫想되는 데에 있다.

뿐만 아니라 船積條件, 즉 目的地, 重量, 規格 等の 制限條件을 充足시키는 컨테이너를 移積하기 위해서 移積用 裝備가 불가피하게 M·N 과 E區域間을 移動하게 되는데, 이것은 컨테이너가 여러 區域에 分散·藏置되어 있기 때문에 일어나는 現象으로서 어느 한 區域에 밀집藏置된 경우보다 運營效率이 낮아지게 된다.

이와 같이 컨테이너 터미날에 있어서는 야드運營이 重要하며 船席配定보다도 야드事情을 우선적으로 고려해야 할 必要性이 있는 것이다.

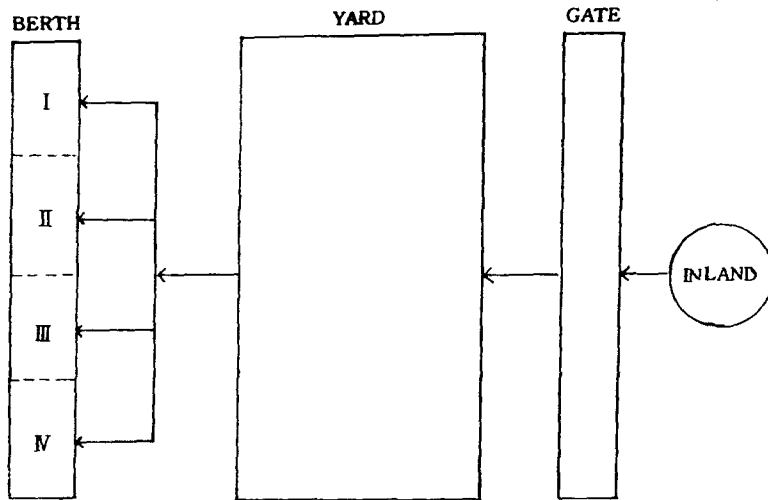


Fig. 3-8. Flow of current procedure.

現在 船席과 야드의 關係에 立脚한 부산터미날의 運營方式의 흐름은 <그림 3-8>과 같다고 볼 수 있는데, 全船席이 全體 야드를 共有하는 構造로 되어 있다. 한편 船席別로 야드를 分化하는 새로운 方式을 생각할 수가 있는데, 이러한 運營上의 절차는 船舶의 入港時間을 船社側과 協議하여 一定日 一定時로 統制하는 FIXED SCHEDULE을 광범위하게 施行함으로써 보다 큰 效果를 낼 수 있을 것으로 보이며, 그 흐름을 <그림 3-9>에 보이고 있다.

<그림 3-9>에서 알 수 있는 바와 같이 船席配定原則을 固定船席制로 바꾸어 야드中心의 運營體制를 確立함과 同時에 게이트→야드→선석을 하나로 잇는 作業組織의 一元化가 컨테이너의 흐름에 適合할 것으로 생각된다.

現在 釜山컨테이너 터미날에 寄港하는 船舶中에서 국제선을 除外하고, 每週 定期的으로 入港

하는 船舶中 신뢰도가 높은 것은 13隻으로서, 이들이 차지하는 物量은 50%를 넘고 있다. 固定 船席의 可能性과 그 效果에 對해서 多角的인 檢討가 앞으로 있어야 할 것으로 사료된다.

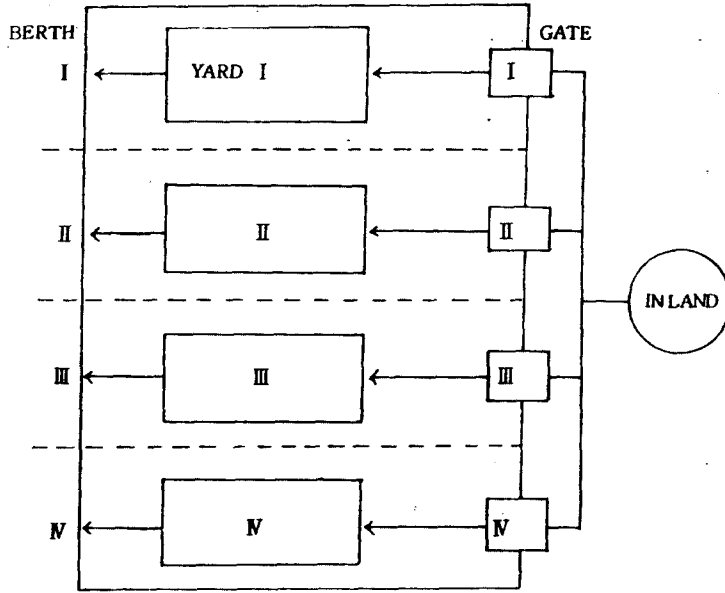
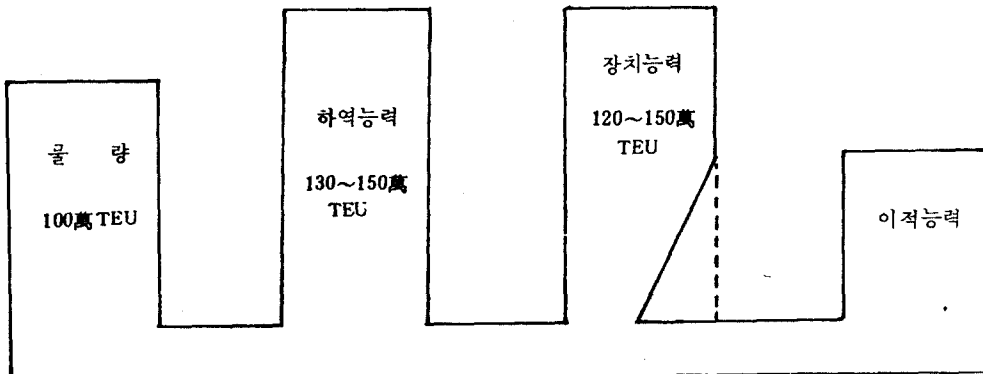


Fig. 3-9. Flow of new procedure.

3-5 副次시스템間的 調和

3章을 통하여 釜山 컨테이너 터미날의 生産能力을 各 副次시스템別로 算出하였다.

副次시스템間에 存在하는 隘路가 全體 시스템에 미치는 影響을 水槽의 原理와 마찬가지로 說明할 수 있을 것이다(그림참조).



이 그림은 荷役能力과 藏置能力이 他要素에 비해 크지만 그 能力을 充分히 活用할 수 없음을

보여준다. 相互連關된 他시스템, 즉 移積能力의 不足에 의한 最大能力의 弱화가 생겼기 때문이며, 한편 장기能力 또한 그 시스템 內部에 장애요인이 存在하기 때문이다.

一般적으로 全體시스템의 生産高는 어느 한 副次시스템의 最小能力에 依해서 制限되므로 固有能力 自體가 크다고 하더라도 副次시스템의 能力을 고려하지 않으면 全體 시스템의 最大能力을 活用할 수 없게 된다.

따라서 現在 釜山터미날의 移積能力, 즉 裝備保有水準을 物動量에 適合하도록 改善할 必要가 있으며, 向後 增加하는 物量에 對備하여 藏置許用期間 等に 관한 깊은 檢討가 必要하다고 사료된다.

4. 結 論

本 論文에서는 釜山 컨테이너 터미날의 各 副次시스템이 가지고 있는 能力을 評價하고, 副次 시스템間에 隘路가 存在하고 있음을 現運營實態를 分析함으로써 確認하였다.

向後 增加하는 物量에 對備한 運營效率의 增大方案에 對해서 檢討한 結果를 要約하면,

- 1) 釜山 터미날의 副次 시스템間에 存在하는 不均衡을 除去하는 方案, 즉 年間 物動量 100萬 TEU時 裝備保有水準을 現在보다도 S/C를 31%, T/C를 67% 增加시키는 것이 바람직하고,
- 2) 向後 增加하는 物動量에 對備하여 藏置許用期間을 短縮함으로써 藏置能力의 增大를 戒할 수 있으며,
- 3) 船舶의 入港 스케줄을 固定化한 船席과 야드의 一元的인 運營을 통하여 輻輳現像을 완화시킬 수 있는 개연성에 關하여 파악해 보았다.

以上으로부터 本 論文에서 부산 컨테이너 터미날의 運營效率化 方案을 提案하며, 앞으로 船席運用과 야드運營에 대한 研究를 보다 깊게 함으로써 부산 컨테이너 터미날의 效率性을 높이는 方案과 各 副次시스템의 調和를 고려한 컨테이너 수송의 統合시스템 確立에 對한 研究가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) 李哲榮 : 시스템工學概論, 文島出版社, 釜山, 1981.
- 2) 鄭漢永 : 現代統計學, 螢雪出版社, 서울, 1984.
- 3) 李哲榮·朴桂珪 : 서울컨테이너에 對한 釜山港船運通의 分析에 關하여, 韓國航海學會誌 第10卷 第1號, pp. 101~127, 1985.
- 4) 李哲榮·文成赫 : 港灣運送시스템의 分析에 關한 研究, 韓國航海學會誌 第7卷 第1號, 1983.

- 5) 海洋研究所 : 컨테이너 運送合理化方案에 關한 研究, 韓國科學技術院, 1983.
- 6) 海洋研究所 : 港灣運營效率化方案에 關한 研究, 韓國科學技術院, 1984.
- 7) UNCTAD : Manual on Port Management Part 3. Port operations, 1976.
- 8) UNCTAD : Port development; A hand book for planners in developing countries, 1978.
- 9) UNCTAD : Technological progress in Shipping and Ports, 1975.
- 10) J. Imakita : A Techno-Economic Analysis of the Port Transportation System, saxon house, 1977.
- 11) Ronald V. Hartley : Operation Research; Managerial Emphasis, Good year publishing Co. Inc., California, 1982.
- 12) Morse, P.M. : Queues, Inventories and Maintenance, John Wiley sons Inc., New York, 1958.
- 13) Lyon Associates INC : 韓國港灣第三段階妥當性調查, 海運港灣廳, 1981.
- 14) Oakland Port Authority : Modern Marine Terminal Operations and Management I, II & III, 1983.
- 15) Bohdan Nagorski : Port Problems in Developing countries, IAPH.