

港灣荷役 勞動力的 效率的인 配分에 關하여

李 哲 榮* · 禹 柄 久**

On the Optimal Allocation of Labour Gangs in the Port

Lee Cheol Yeong · Woo Byung Goo

目 次

Abstract

1. 序 論

2. 問題의 記述 및 定式化

3. 適用實例—釜山港

3-1. 釜山港 現況

3-2. 釜山港의 最適勞務組 配置에 關한 分
析

4. 結 論

參考文獻

Abstract

Nowadays all the countries of the world have studied the various problems caused in operating their own ports efficiently.

Ship delay in the port is attributal to the inefficient operation in the navigation aids, the cargo handling, the storage and transfer facilities, and to the inefficient allocation of gangs or to a bad service for ships.

Among these elements the allocation of gangs is the predominating factor in minimizing ship's turn round time.

* 正會員, 韓國海洋大學 副教授

** 正會員, 韓國海技研修院 助教授

이 빨리 끝나는 경우는 없다. _____(證明 끝)

系 1) 任意的 埠頭에 n척의 船舶이 作業을 開始할 때 荷役作業은 PHI가 작은 船舶이 빨리 끝난다.

系 2) i번 貨物艙의 貨物量을 w_i , j번 貨物量을 w_j 라 하면 다음의 關係가 成立한다.

$$PHI > |w_i - w_j| \dots\dots\dots(2)$$

다음에는 PHI와 荷役作業에 配置될 最適勞動力의 關係를 檢討하기로 한다.

[定義 2] $N_g = W/PHI \dots\dots\dots(3)$

式(3)을 平均勞動力이라 定義한다. 平均勞動力 N_g 는 勞動力이 充分히 確保되어 있을 경우, 總貨物을 處理하는 데에 平均的으로 所要되는 勞動力을 代表하는 指數이다.

(例題 1) 任意的 船舶의 總貨物量이 다음과 같을 경우 $N_g=2$ 이다.

FIRST DISTRIBUTION OF CARGO (GANG-SHIFTS)	CASE A	CASE B
1 SHIFT(4/2 GANG)	2 4 1 1 ++++	2 4 1 1 ++
REMAINING CARGO	1 3 0 0	1 3 1 1
2 SHIFT(2/2 GANG)	++	++
REMAINING CARGO	0 2 0 0	0 2 1 1
3 SHIFT(1/2 GANG)	+	+ +
REMAINING CARGO	1	1 1 0
4 SHIFT(1/2 GANG)	+	++
REMAINING CARGO	0 0 0 0	0 0 0 0
	$N_g=8/4=2$	$N_g=8/4=2$

(定理 2) 任意的 船舶에 있어서 遊休勞動力(idle gang)이 發生하지 않는 가장 效率的인 勞動力의 크기는 N_g 이다.

<證明>: 平均勞動力의 크기는 貨物의 積載形態와 密接한 關係가 있으므로 아래에서는 貨物의 積載形態 즉, 分布를 考慮하여 證明하기로 한다.

(가) 單一貨物艙의 경우

이 경우 $W=PHI$ 이므로 $N_g=W/PHI$ 즉, $N_g=1$ 의 基本單位 gang이 되고, 그 以外의 勞

動力의 投入은 遊休勞動力이 된다.

<그림 2-2>의 경우 船內荷役作業은 1stShift에 1gang, 2ndShift에 1gang, 3rdShift에 1gang 投入으로 3Shift만에 荷役이 完了된다.

No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
EMPTY	3	EMPTY

Fig. 2-2. Cargo loaded in only one hatch.

(나) 一樣分布의 경우

이 경우는 모든 貨物艙의 作業量은 同一하고 그 크기는 PHI와 같다. 따라서 貨物艙 數가 H라 하면 $W/PHI = H = N_g$ 이므로 貨物艙 數와 平均勞動力 數는 一致한다.

No.5 Hatch	No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
7	7	7	7	7

Fig. 2-3. Uniform distribution of cargo.

<그림 2-3>에서 $W=35$, $PHI=7$ 이므로 最小廻航時間을 얻기 위해서는 N_g 는 $35/7=5$ (gang/Shift)=5(Hatches)이므로 每 Shift마다 5 gang씩 配置시키면 된다.

(다) 一般的인 貨物分布의 경우

$W/PHI = N_g$ 로 부터 N_g 는 整數 또는 小數點以下의 數值를 가지는 경우가 있으며 이 경우는 小數點以下의 값을 올림하여 處理한다. $W = PHI + S$ 라는 關係로 부터 Commanding Hatch는 基本單位 勞動力이 荷役完了時까지 繼續 必要하고, 나머지 貨物量 S에 대해서는 荷役作業이 끝나는 時間까지 S/PHI 만한 勞動力이 平均的으로 必要하게 된다. 따라서 最適 勞動力은 W/PHI 로 된다.

No.5 Hatch	No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
2	5	3	4	2

Fig. 2-4. General distribution of cargo.

No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
2	1	1

W=4, PHI=2, N_g=2

(b) Distribution of cargo in ship B

Fig. 2-6. Cargo distribution of ships.

<그림2-6>에 보이는 것처럼 Ship A와 Ship B가 동시에 作業할 때, N_gA+N_g B=2+2=4(gangs/shift)가 最適인 平均勞動力이 되지만 配分할 수 있는 勞動力이 3(gangs/shift)뿐일 때는 다음과 같이 된다.

Allocation 1. Case A의 船舶은 貨物艙別 順序로 2, 4, 1, 1으로 積載되어 있고, Case B의 船舶은 1, 1, 2로 積載되어 있다. 이 경우 PHI가 큰 A船舶부터 First Shift에 利用可能한 勞動力을 全部 配置하여 아래와 같이 作業을 하면 A船舶의 貨物艙에 荷役을 完了한 gang은 3 Shift부터 B船舶에 配置되므로 B船舶은 gang이 不足하여 2 Shift을 기다린 後에 荷役을 開始하였다. 이리하여 A와 B船舶은 동시에 4 Shift째 荷役完了하였으므로 AST는 4이다.

FIRST DISTRIBUTION OF CARGO (GANG-SHIFTS)	CASE A	CASE B
1 SHIFT	2 4 1 1	1 1 2
REMAINING CARGO	1 3 0 1	
2 SHIFT	++ +	
REMAINING CARGO	2	1 1 2
3 SHIFT	+	+ +
REMAINING CARGO	1	1 1
4 SHIFT	+	++
	<hr/> 0 0 0 0	<hr/> 0 0 0
TOTAL : A ; 4 SHIFTS, B ; 4 SHIFTS		
AST(Average Shift Time) : 4		

Allocation 2. 두 船舶의 貨物分布가 Allocation 1과 같으며, 利用可能한 勞動力 3gang을

PHI가 적은 船舶부터 配置를 시켰으나 平均勞動力을 超過하여 配置시켰으므로 Case B船舶은 2 Shift만에 作業完了하고 A船舶은 1 Shift를 기다린 後에 2gang으로 荷役作業을 開始하였다. B船舶은 2 Shift만에, A船舶은 5 Shift만에 作業을 完了하였으므로 AST는 3.5이다. 그러므로 두 船舶의 廻航時間은 最適이 아니다.

FIRST DISTRIBUTION OF CARGO	<u>CASE A</u>	<u>CASE B</u>
(GANG-SHIFTS)	2 4 1 1	1 1 2
1 SHIFT		+++
REMAINING CARGO	2 4 1 1	1
2 SHIFT	++	+
REMAINING CARGO	1 3 1 1	0 0 0
3 SHIFT	+++	
REMAINING CARGO	2 1	
4 SHIFT	++	
REMAINING CARGO	1	
5 SHIFT	+	
	0 0 0 0	
TOTAL : A : 5 SHIFTS, B : 2 SHIFTS		
AST(Average Shift Time) : 3.5		

Allocation 3. 利用可能的한 3gang을 PHI가 적은 B船舶에 平均勞動力(N_g) 2gang을 配置하고, 나머지 1gang을 A船舶의 Commanding Hatch부터 配置하여 荷役作業을 開始하여 B船舶은 2Shift, A船舶은 4Shift만에 2船舶이 모두 荷役完了했다. AST는 3이므로 위의 3가지 경우에서 가장 AST가 最小인 最適配分을 나타내고 있다.

以上과 같이 最適配分の 알고리즘에 의하여 平價函數 F값 및 AST* 값을 實例를 통하여 說明한다. 아래에서 5척의 船舶을 假定한다.

i) 船舶 A

No.5 Hatch	No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
1	2	1	4	1

W=9, PHI=4, H=5

ii) 船舶 B

No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
1	2	5	1

W=9, PHI=5, H=4

iii) 船舶 C

No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
2	EMPTY	5	EMPTY

W=7, PHI=5, H=2

iv) 船舶 D

No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
2	6	2	2

W=12, PHI=6, H=4

v) 船舶 E

No.5 Hatch	No.4 Hatch	No.3 Hatch	No.2 Hatch	No.1 Hatch
1	EMPTY	3	EMPTY	1

W=5, PHI=3, H=3

以上과 같은 例題의 結果를 整理하면 <表2-1>과 같다.

선명	구분	W	PHI	H	F값	순서
	A	9	4	5	224	2
	B	9	5	4	325	4
	C	8	5	3	275	3
	D	12	6	4	576	5
	E	5	3	3	72	1
합 계		42	23			

Table 2-1. Allocation order

<表2-1>에서 任意的 埠頭에 5척의 船舶이 接岸한 경우, 作業 gang配分順序는 E,C,A,B,D順으로 決定된다. 이 順序에 의하여 本船에 gang를 配置함에 있어서 아무리 많은 gang을 投入하더라도 $AST^* = 23/5 = 4.6(\text{Shift})$ 이며, 以下로는 短縮不可能하다.

끝으로 위의 例題로서 投入 gang數에 대한 AST는 圖表로 作成하여 <表2-2>와 <그림 2-8>으로 보인다.

Gang/Shift	Total Shift	AST	Remark
N= 2	58	11.6	AST*
N= 3	43	8.6	
N= 4	36	7.2	
N= 6	28	5.6	
N= 9	25	5.0	
N=10	23	4.6	
N=12	23	4.6	
N=15	23	4.6	

Table 2-2. AST per number of gangs

그러나, 荷役作業過程에서의 勞動力配分에 關한 合理的인 原則이 없이, 非效率的으로 gang을 配分하기에 荷役의 效率性を 期待하기가 어려우며 適正水準의 勞動力을 體系的으로 算定하여 管理하고 있지 않기 때문에 많은 剩餘勞動力을 保有하고 있는 實情이다.

따라서 荷役關係者들도 剩餘勞動力을 管理하기 보다는 船舶廻航時間을 短縮시키는 데에만 力點을 두고 貨物艙에 gang을 投入시켜 作業을 하고 있다. 이로 因해 安全事故 및 移送段階에서 큰 混雜도 發生시키고 있는 등 圓滑한 勞動力管理가 이루어지지 않고 있는 實情이다.

3.1.2 入港船舶의 埠頭占有率 現況

1985. 1.1부터 1985. 6. 30까지는 2,000 G/T 以上の 船舶이 總 1604척이었다. 各 埠頭別 船舶數는 一般埠頭인 경우 第1埠頭 165척, 第2埠頭 222척, 中央埠頭 188척, 第3埠頭 339척, 第4埠頭 619척, 그리고 第7埠頭가 71척이었으며, 컨테이너埠頭는(B.C.T.O.C : BUSAN CONTAINER TERMINAL OPERATING CORPORATION) 第5埠頭 253척 그리고 第6埠頭가 327척이었다.

부두	구분	척 수	평균회항시간 (시간/척)	점유율(%)
제1부두		165	53.3	51
제2부두		222	66.8	57
중앙		188	78.7	86
제3부두		339	57.2	64
제4부두		619	34.2	55
제7부두		71	135.7	56
합계		1604	55	60.5

Table 3-1. Turn-round time and berth occupancy rate.

一般埠頭的 경우, 埠頭別 船舶數, 占有時間 및 占有率은 <表3-1>에 보인다.

以上の 結果로부터 一般埠頭는 船席占有率이 約 60.5%이고 船舶當 埠頭接岸時間이 約 55 時間이며, 6個月동안 1日當 船舶到着率은 約 8.8척이다. 1척이 入港하여 埠頭接岸時間이 55 時間이므로 一般埠頭는 1日當 約 20척이 接岸荷役作業을 하고 있다.

釜山航의 埠頭別 船席表示를 <그림 3-2>에서 보인다.

3.2 釜山港의 最適勞動組의 配置에 關한 分析

3.2.1 埠頭別 船舶配分 및 標準 gang數

앞에서 釜山港은 1日 20척의 船舶이 繼續 接岸하고 있음을 確認하였으므로 現在 20척의 船舶이 第1埠頭に 3척, 第2埠頭に 3척, 中央埠頭に 3척, 第3埠頭に 4척, 第4埠頭に 5척 그리고 第7埠頭に 2척이 接岸하여 荷役作業을 하고 있다. 또한 港灣勞動力的 1gang 規模는 貨物種類마다 多少 差異가 있다.

<表3-2>에서 보이는 것처럼 積揚荷 될 貨物量은 gang-shift 單位로 表示하며, 1 Shift(8時間)에 1gang이 하나의 貨物艙에 作業하는 作業量을 (貨物取扱量) 1gang-Shift라 한다.

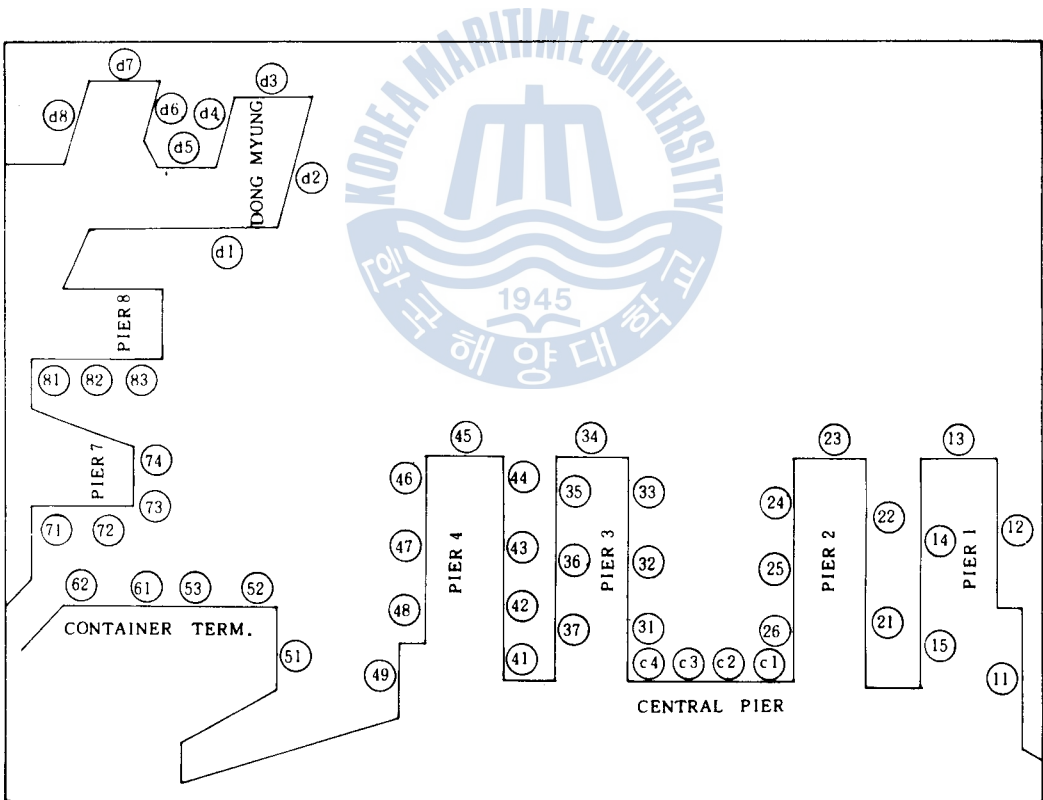


Fig. 3-2. Arrangement of berths of the Pusan port

화물종류	표준작업량 톤/Shift	선 내 작업		육 상 작업	
		현투입노무자	실소요자	현투입자	실소요자
양 곡	250	18	18	7 20(Bag)	4 20(Bag)
원 당	300	12	6	4	2
비 료	300	12	6	4	2
합 판	500	12	6	4	2
원 목	450	18	14	22(해상)	22(해상)
잡 화	300	16	14	5	3
고 철	300	12	8	4	2
광 석	300	16	15	10	10
시 멘 트	300	16	13	10	10
석 탄	300	16	16	10	10
컨테이너	48TEU	13	13	3	3

Table 3-2. Numbers of persons and cargo weight per unit gang.

3.2.2 荷役現況과 平均勞動力의 比較

가. 第1埠頭 荷役作業

現 釜山港의 荷役作業은 埠頭別로 船席에 接岸한 各各의 船舶들의 모든 貨物艙에 勞動力(gang)을 投入시켜 占有時間을 最小化 시키도록 船上作業을 한다. 荷役會社 立場에서는 船舶廻航時間의 最小化는 荷役契約上的 早出料(Despatch)를 생각하지 않을 수가 없으므로 豊富한 勞動力을 活用하고 있는 것이다. 豊富한 勞動力을 利用하면 모든 船舶의 AST(Average Shift Time)를 最小로 하고 荷役作業도 圓滑할 것 같지만 반드시 그렇지는 않다. 이미 釜山港의 問題點들을 確認하였는 바, 여기서는 接岸船舶의 荷役作業過程의 實投入 gang과 平均勞動力投入 경우를 詳細히 分析하고자 한다.

이를 埠頭別로 考察하면, 第1埠頭的 5個船席에 다음과 같이 3척이 接岸하여 荷役作業을 하고 있다. A號는 3個의 貨物艙 B號는 2個의 貨物艙, 그리고 C號는 4個의 貨物艙 船舶으로 平均勞動力 N_g 는 7(gang/Shift)이다.

구분 \ 선명	A號	B號	C號	비고
선 석	13	14	15	
화물종류	잡화	잡화	잡화	
총화물량(W) (gang-shifts)	10	8	26	합계 44
화물창수	3	2	4	9
화물창별량 (HATCHWISE Cargo) (gang-shifts)	1 2 3	1 2	1 2 3 4	화물창번호
	3 5 2	5 3	5 7 10 4	PHI 및 AST 합계20
N_g	2	2	3	TOTAL 7
First shift에 배치된 실질 Gang	+++ (3gangs/shift)	+ + (2gangs/shift)	++++ (4gangs/shift)	9
+ : 배치된 단위 gang포시 Shift당 유효노동력(gang diff),				2

Table 3-3. Pattern and distribution of ship's cargoes (No. 1 Pier)

〈表3-3〉에 보인 것처럼 荷役作業을 한 結果 入港船舶이 이런 貨物形態로 接岸하여 荷役作業을 하면, Shift當 遊休勞動力이 2gang이므로 하루 2交代制 船上作業을 하는 경우에는 4 (gang/Day)의 遊休勞動力을 갖고 있는 것이다. 그러므로 1gang에 15名 勞働者인 경우에는 60名의 遊休勞動力을 雇傭하고 있는 것이며 이를 比率로 나타내면 29% 程度인데, 3척의 總作業完了時間은 PHI合計 20과 同一하므로 平均勞動力(N_g)를 投入할 경우, 貨物艙間의 移動時間은 實務에서는 大部分 無視할 수 있으므로 平均勞動力 投入의 경우와 貨物艙마다 投入의 경우에 있어서 船舶 總作業完了時間은 똑같이 20(gang/Shift)이다.

나. 第2埠頭 荷役作業

第2埠頭的 6個의 船席中 3척을 接岸시켜 荷役作業을 한다고 表示하면 〈表3-4〉에서 보이는 것처럼 D船舶은 3個 貨物艙에 貨物이 積載되어 있고, E船舶은 2個 貨物艙에 그리고 F船舶은 4個 貨物艙에 貨物이 積載되어 있으므로 D貨物은 Shift當 3gang을 投入, E船舶은 2gang, 그리고 F船舶은 4gang을 投入, 作業하므로 合計 9gang이 하나의 Shift에 必要하다. 그러나 N_g 를 導入하면, D船舶은 2(gang/Shift), E船舶은 2(gang/Shift) 그리고 F船舶은 3(gang/Shift)가 되므로 合計 7(gang/Shift)가 된다. 現在 9(gang/Shift)의 荷役作業

Pattern은 2(gang/Shift)의 idle gang를 包含하고 있다. 하루 2交代制 船上荷役일 경우 4 gang의 遊休勞動力을 雇傭하고 있는 것과 같으며 29% 程度이다. 이때 總作業完了時間은 21(gang/Shift)이다.

구분	선명	D號	E號	F號	비고
선 석		21	23	25	
화물종류		시멘트	잡 화	기계류 및 잡화	
총화물량 (gang-shifts)					합계 50
화물창수		2	2	4	9
화물창별량 (gang-shifts)		1 2 3	1 2	1 2 3 4	화물창번호
		2 5 2	4 3	10 7 12 5	PHI 및 AST 합계 21
N_g		2	2	3	합계 7
First shift에 전화물창에 배치 된 gang 수		+++ (3gangs/shift)	++ (2gangs/shift)	++++ (4gangs/shift)	합 계 9
Shift당 유효노동력					2

Table 3-4. Pattern and distribution of ship's cargoes (No. 2 Pier)

다. 中央埠頭 荷役作業

貨物艙이 4個인 3척의 船舶이 接岸荷役作業을 하고 있다. <表3-5>에서 보이는 것처럼, 3척 船舶 모두가 遊休勞動力을 1gang씩 包含하고 있다. 이때 理論的인 N_g 는 9(gang/shift)인데 現場本船作業은 12(gang/shift)이므로 idle gang이 3(gang/shift)이다. 하루 2交代 船上荷役作業을 하는 경우 6gang의 遊休勞動力을 雇傭하고 있으며 이는 34%에 該當하는 것이다. 總作業完了時間은 平均勞動力 投入의 경우와, 모든 貨物艙에 gang數를 投入한 경우가 同一하게 27(gang/shift)이다.

구분 \ 선명	G號	H號	I號	비고
선 석	C ₁	C ₂	C ₄	
화물종류	원 목	양 곡	잡화 및 컨테이너	
총화물량(W) (gang-shifts)	20	29	30	합계 79
화물창수	4	4	4	12
화물창별량 (gang-shifts)	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	화물창번호
	3 7 6 4	5 10 9 5	5 10 10 5	PHI 및 AST 합계27
N _g	3	3	3	합 계 9
First shift의 전 화물창에 배치 된 gang수	++++ (4gangs/shift)	++++ (4gangs/shift)	++++ (4gangs/shift)	합 계 12
Shift당 유효노동력				3

Table3-5. Pattern and distribution of ship's cargoes (C.P)

라. 第3埠頭 荷役作業

4척의 船舶이 接岸, 荷役作業을 한다고 하고, J船舶은 4個 貨物艙, K船舶은 3個 貨物艙, L船舶은 5個 貨物艙 그리고 M船舶은 2個 貨物艙을 가진 船舶이라고 하면, <表3-6>에서 보이는 것처럼 以前 埠頭에서 言及된 船上荷役作業 Pattern을 取하여 gang을 貨物艙마다 投入하면, 平均勞動力 (N_g)과 2gang/1Shift의 差異가 난다. 즉, 이것이 遊休勞動力이다. 하루 2交代 船上荷役作業인 경우 4gang가 遊休勞動力이며 이는 17% 程度이다. 이때 總作業完了時間은 N_g를 投入한 경우와, 모든 貨物艙에 gang수를 투입한 경우가 동일하게 42(gang/shift)이다.

구분 \ 선명	S 號	T 號	비 고
선 석	72	73	
화 물 종 류	고 철	고 철	
총 화 물 량 (gang-shifts)	27	170	197
화 물 창 수	5	5	10
화 물 창 별 량 (gang-shifts)	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	화물창번호
	5 7 5 7 3	25 45 30 25 45	PHI 및 AST 합계 52
N_g	4	4	8
first shift에 전화물창에 배치 된 gang수	+++++	+++++	10
Shift당 유희노동력			2

Table 3-8. Pattern and distribution of ship's cargoes (No. 7 Pier)

3.2.3 埠頭別 船上作業 結果

부두	척수	화물 총량	화물창 총 수	N_g	실 투입개	유희개	적정수에 대한 유희개 비율	AST 합계
1부두	3	44	9	7	9	2	29%	20
2부두	3	50	9	7	9	2	29%	21
중앙부두	3	79	12	9	12	3	34%	27
3부두	4	131	14	12	14	2	17%	42
4부두	5	83	17	14	17	3	21%	34
7부두	2	197	10	8	10	2	25%	52
합 계	20	584	71	57	71	14	평균25%	196

Table 3-9. Comparison between actual and optimal gangs per pier in the Pusan port.

〈表3-9〉에서 보이는 것처럼 20척 船舶에 $N_g=57(\text{gang/shift})$ 가 適正 gang數이다. 各埠頭別 入港船舶이 위 例題船舶과 비슷하게만 된다면, 하루 2交代作業에서 港灣荷役勞働者數는 114gang에 豫備勞働者 및 휴가원을 適正比率로 追加하면 될 것이다. 遊休勞働者는 Shift當 14gang이므로 2交代作業時는 平均勞動力의 25%에 該當하는 28gang 즉, (15名/gang일 경우) 420名 程度가 遊休人的資源이 되는 것이다. 이러한 遊休人的資源은 經營合理化와 港灣效率性的의 여러 側面에서 多少 流動性이 있지만, 너무 遊休勞動力이 많으면, 效率的으로 機械化와 並行시킬 수 없게 될 것이다.

〈表3-9〉에서 보이는 것처럼 一般埠頭의 第1埠頭에서 第7埠頭까지 各埠頭別 平均勞動力 (N_g), 實役入勞動力 (A_g), 遊休勞動力 (I_g), 및 總作業時間 (AST合計)을 累積分布로 圖式하면 〈그림3-3〉과 같다. 第7埠頭까지의 累積分布에서 累積實役入勞動力과 累積平均勞動力의 差異가 累積遊休勞動力으로 나타내고 있다. 그러나 20척의 船舶의 總作業完了時間은 196(gang/shift)으로 平均勞動力 以上の gang投入은 全部 遊休勞動力이 된다.

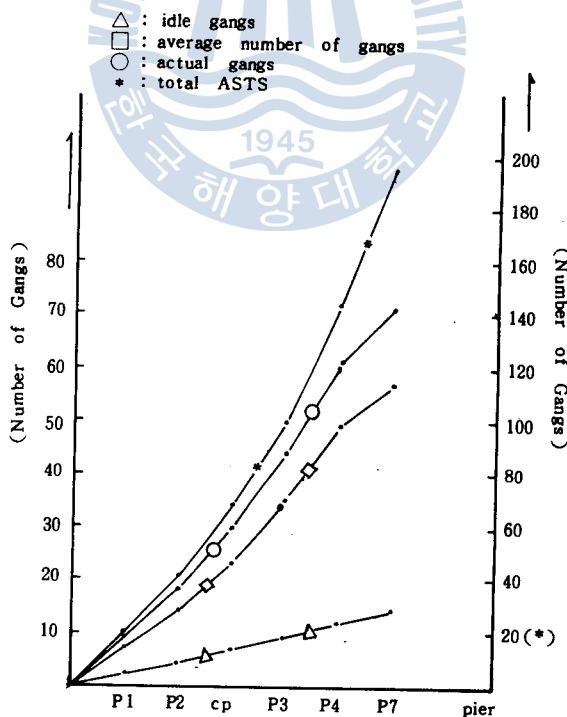


Fig. 3-3. Cumulative frequency distribution of general piers.

第4章 結 論

本論文에서는 港灣荷役의 效率性 및 船舶廻航時間의 最小化라는 觀點에서 勞動力을 配分하는 問題와 適正 gang數를 決定하는 問題를 體系的으로 다루고, 다음과 같은 알고리즘을 提案하였다.

- i) 서어비스를 기다리는 모든 船舶에 平價函數 $F=PH^2(W+H)$ 를 利用하여 各 船舶에 該當하는 F값을 求한다.
- ii) 平價函數 F값의 크기에 反比例하여 勞動力을 配分하는 順序를 決定한다.
- iii) 配分順序에 따라 現 利用可能한 勞動力의 수 N과 理論的인 最適平均勞動 N_g 를 比較하여 $N \geq N_g$ 일 경우를 區別하여 配分한다.
- v) 各 船舶의 作業完了時間을 合算하여 全 船舶의 總作業時間과 平均作業時間을 求한다.

實例로 釜山港灣의 一般埠頭에서 荷役作業을 하고있는 船舶에 본알고리즘을 適用하여 分析한 結果, 平均勞動力 57gang을 配置하여 作業한 경우나 모든 貨物艙에 71gang을 投入한 경우 모두 最終作業完了 時間은 同一하였다.

이는 하루 2交代制 作業過程에서 總作業完了時까지 28gang에 해당되는 遊休勞動力(적정수준 25%)을 保有하고 있는 것으로 되며 1gang當 15名인 경우로 환산하면 420名이 된다.

노동력의 비체계적인 관리문제는 釜山港灣의 問題點에서도 지적된 바가 있지만 하역효율의 向上과 勞動力管理에 커다란 沮害要因이 되고 있다.

本論文을 바탕으로

- i) 經濟的인 觀點에서 最適勞務組 決定
- ii) 港灣 또는 埠頭에서의 適正勞動力의 決定
- iii) Pool制 또는 分散制의 勞務管理 方法의 比較等에 對하여 계속 研究되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

1. Junichi Imakita : A Techno-Economic Analysis of the Port Transportation System, Saxon House, P. 1, 1977.
2. Arne Thesen : Computer Methods in Operations Research, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin, PP. 39-73, 1978.
3. Ernst G. Frankel : Ocean Transportation, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England PP. 380-485, 1973.
4. Esra Bennathan : Port Pricing and Investment Policy for Developing countries, Oxford University Press, P. 1, 1979.
5. 李哲榮 : 시스템工學概論, 文昌出版社, P. 1, 1981.
6. 徐南源 : 計量經營分析論, 博英社, 1981.
7. 韓國科學技術院 海洋研究所 : 港灣運營效率化 方案에 關한 研究, BSPI 00032-58-6, 1982.

