

京都大学工学部 正員 長尾 義三
 京都大学工学部 学生員 ○金井 萬造

1. まえがき

貨物輸送におけるターミナル施設としての港湾施設を建設・整備するにあたって、港湾を生産地から消費地あるいは、荷送り人 (Shipper) から荷受け人 (Consignee) にいたる物的流通チェーンを構成するリンクとみなし、このリンク上をつぎつぎと輸送される物的流通活動において失われるコスト (Physical Distribution Cost, P.D.C.) を最小にすることを目的として、本考察をおこなっていくことにする。

貨物輸送における物的流通コスト (PDC) に影響を与える要因としては、(1) 物的流通経路、(2) 貨物の輸送・荷役単位、(3) 船舶の入港到着、荷役量、貨物の大きさなどの不規則性・波動性・不均一性、(4) 輸送速度・荷役速度、(5) 自動化 が考えられる。

したがって、輸出(入)雑貨ふ頭を対象として、国民経済的立場にたち、港湾における船舶および貨物の動態を分析し、PDCを計算し、貨物のPDCを最小とする施設を最適な施設と定義する。そして、PDCを最小にする経路・手段・施設などの技術レベルおよび施設としてのバース、上屋などの利用形態について考察する。

2. PDC計算モデル

ターミナルにおける貨物トンあたりのPDCを計算するにあたって、つぎの費用要素を考える。

式 (1)	内陸沿岸 荷役費	$C_1 = \frac{A \cdot \frac{1}{\mu_A}}{\xi_A \cdot \beta_A} + \frac{B}{\xi_A \cdot \beta_A}$	A	トラック1台・1日あたり費用	B	荷役機械および人件費
			$\frac{1}{\mu_A}$	トラック1台あたりサービス時間	ξ_A	トラック1台あたり積載量
			β_A	トラック1台・1日あたり稼働時間		
(2)	本船 荷役費	$C_2 = \frac{D_1}{g_D} + \frac{D_2 S_D}{\lambda_D \xi_D}$	D ₁	荷役1組1シフトあたり費用	D ₂	荷役機械1台・1日あたり費用
			g _D	荷役1組1シフトあたり荷役速度	S _D	荷役機械台数
			λ_D	船舶の1日あたり到着隻数	ξ_D	船舶1隻あたり荷役量
(3)	港湾 施設費	$C_3 = \frac{E}{\lambda_D \xi_D}$	E	港湾施設1日あたり費用		
(4)	在港時 船舶費	$C_4 = \frac{F(\frac{1}{\mu_B} + t_w)}{\xi_D}, \frac{1}{\mu_B} = \frac{\xi_D}{\mu_2} + t_D$	F	入港船舶1隻1日あたり費用	μ_2	1バース・1日あたり荷役速度
			$\frac{1}{\mu_B}$	入港船舶1隻あたり平均在岸時間	t _D	在岸時間中における荷役前後時間
			t _w	入港船舶1隻あたりバース待時間		
(5)	港湾 諸掛費	$C_5 = \frac{G}{\xi_D}$	G	入港船舶1隻あたり港湾諸掛費		
(6)	貨物 金利	$C_6 = \frac{R_1 \cdot r_1}{365} \cdot T_1$	R ₁	輸出貨物トンあたり平均原価	T ₁	輸出貨物の輸送時間
			r ₁	年利率		

(4)式の入港船舶の平均けい岸時間は、 $E(1/\mu_B) = E\{[f(\xi_D)/f(\mu_2)] + f(t_D)\}$ (7)式
より求められる分布形の平均値である。ここに、 $f(x)$ は x の分布形を表わすものとする。

(4)式の平均バース待ち時間は、待ち合わせ理論を適用して求める。

3. PDC計算例

(1)～(6)式を用いて、貨物トンあたりのPDCを計算したものが(図-3)である。

計算にあたっては、(1)式の B は貨物の運搬距離に比例すると仮定した。

貨物の背後地よりターミナルへの到着状況は、実測資料によると船舶入港時より2週間以上も前から到着してくることおよび公ふ頭における入港船のバース指定は入港数

図1. ふ頭における貨物の流れ
(4バースの場合の模型図)

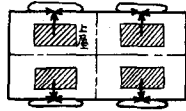


図2. 沿岸荷役量

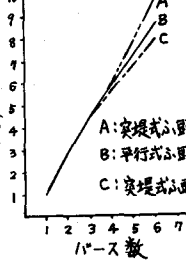
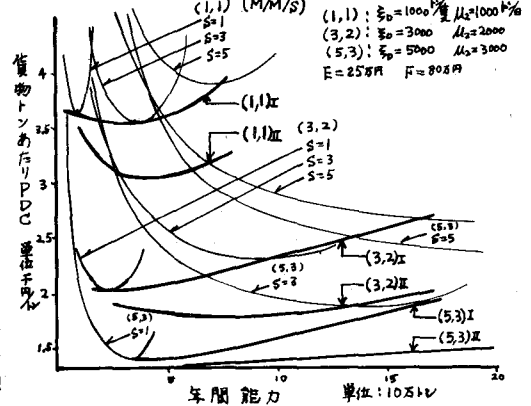


図3. バース数 S の変化によるPDCと年間能力の関係



日前であるということを考慮して、貨物の上屋への入庫および船舶のバースへの接岸は(接岸は先着順)、互いにランダムと考え、バースおよび上屋が一体として利用できるバース数 S を与えて、その場合の貨物の流れ(一例: 図-1)に対して、平均運搬距離を求め、沿岸荷役費用を計算したものが(図-2)である。図中の A, B, C は、ふ頭の形態による荷役費用の変化を表わしたものである。(図-3)は(図-2)の B をもとにして、バース数、荷役量、荷役速度を変数として計算したものである。図中の $(\xi_D, \mu_2)_{I, II}$ は、沿岸荷役費用が変化した場合の (ξ_D, μ_2) の組合せに対して、各バース数の最小PDCの点を結んだものである。

4. 計算例に対する考察

(図-3)より、 ξ_D, μ_2, S が与えられたとき、貨物トンあたりPDCを最小にする与えられた施設の年間適正能力が求められる。さらに (ξ_D, μ_2) が与えられた場合、バースおよび上屋を一体として利用する最適なバース数が $(\xi_D, \mu_2)_{I, II}$ の曲線より求めることができる。ここで、沿岸荷役費が1回あたり運搬量などの変化によって、一体として利用する最適バース数は大きく変化することがわかる。(図-3)における計算例においては、 (ξ_D, μ_2) が $(1,1)$ の場合、 $S=3$ が一体として利用する最適バース数として求められる。

今後は、計算で仮定した B の計算を実際に即したものにし、種々の貨物運搬機関を考慮して計算し、現実の値と一致させていくことにより、定量的にふ頭の利用形態を考えていくことができる。

5. 参考文献

- (1) 長尾 義三: 外貿定期船難貨ふ頭の能力評価について 経営科学第10巻第4号 (1967年7月)
- (2) Carl H. Plumlee: Optimum size seaport ASCE Vol 92 NOVW3 August 1966
- (3) Stavros N. Nicolaou: Berth planning by evaluation of congestion and cost ASCE vol 93 NOVW4 Nov 1967