

東北大学	○学員	大熊	修司
東北大学	正員	稲村	肇
東北大学	正員	須田	潔

1. はじめに

港湾計画において最適バース数や港湾施設の最適配置の決定のために、港湾内の船舶の活動を再現するためのシミュレーションモデルが従来より構築されてきた。これらのモデルは、図-1のフローに示してある4つのサブモデルから構成されている。しかしながら従来のシミュレーションモデルでは船舶の着岸から離岸までの所要時間を統計的手法によるサービス分布として処理している。この原因としては「荷役実態を正確に把握する」ということが困難であったためと思われる。そのため対象港湾における取り扱い品目などが変化した場合に対処できない。

荷役サブモデルは「荷役可能かどうかを判断する部分」と荷役可能時の「荷役の部分」に分けて考えられる。「荷役可能かどうかを判断する部分」に関しての従来の研究としては神戸商船大学による研究¹⁾やBRUNNによる研究²⁾がある。これらは主として、船舶動揺量と荷役限界との関係を港湾運送業者へのアンケートから求めている。「荷役の部分」のフローを示したものが図-2である。本研究では荷役サブモデルを構築するための基礎的解析として、これまで研究がほとんどなされていなかった図-2に示したフロー、すなわち、貨物重量・荷姿・品目などの違いによる荷役能率をとらえ、荷役時間を決定することを目的としている。ただしここでは対象を一般貨物（雑貨）のみとしている。なぜなら、石油などの液体や石炭・鉱石などのバラ貨物の場合は、荷役機械の能力によって荷役時間が支配されるため複雑な解析を必要としないからである。

このような解析結果は、先に述べた最適バース数の決定のみならず、港湾内の静穏度の評価のためにも利用可能である。

2. 本研究の考え方

品目と荷姿の関係については、品目が決定されれば荷姿は数種類に限定される。そこで各品目に対するその数種類の荷姿の出現頻度の割合に基づいて乱数を発生させることにより荷姿を決定する。

ロット重量（クレーンの1回のスリングで運ぶ貨物のt数）については、決定された荷姿の出現確率より決定する。

荷役能率（1時間当たりに荷役することが可能な貨物のt数）は表-1にあげる多様な要因との関係から定まるものと考え、その関係を解析した。説明変数は荷役能率に影響を与える要因を全て網羅しているものでなければならない。ところが一般にモデルの有用性を考慮すると、要因は容易な調査で把握でき、しかも客観的にとらえることのできるものでなければならない。従って荷役能率に影響を与える要因としては、緊急性など予測不可能なものもあるが、説明変数としてとりあげる要因としては表-1にあげるものが適当と考えた。要因の選択に関しては、モデルが可能な限り単純な形で表現するべく留意した。

また荷役作業中、各ギャングは荷役準備や作業場所の移動、昼食や休憩などのため連続して作業を続けているわけではない。そこで本研究では、荷役中断率を荷役中断時間／総荷役時間と定義して考慮している。

3. 調査

本研究で使用した資料は、昭和58年7月7日～11月11日の期間に名古屋港、及び昭和58年8月24日～12月15日の期間に清水港を対象に運輸省第5港湾建設局によって調査されたものである。対象船は全て貨物船で

あり、名古屋港では720DWT～26515DWTの25隻、清水港では698DWT～21850DWTの10隻であった。調査された船舶は複数の品目を取り扱い、それらはハッチごとに様々な状況で複数のギャングによって独立に行なわれるため、これらを独立なデータとして扱いトータルサンプル数は468 となった。また調査された品目はバラ貨物及び液体の貨物を除外したことから対象船が上記 2 港の35隻と限定されていたため、港湾統計54品目中28品目であった。

4. 分析結果

図－2 に示してあるフローに基づいて本研究の考え方を示す。

- ①品目を任意に決定する。
- ②各品目に対する荷姿の出現確率より荷姿を決定する。
- ③ロット重量はその荷姿別の出現確率より決定する。
- ④貨物重量は船舶の大きさにより決定する。
- ⑤荷役能率は表－2 に示すようにロット重量と貨物重量の関数となる。
- ⑥荷役中断率を乗じる。
- ⑦荷役時間が計算される。

5. 結論と今後の課題

本研究により、今まで明らかにされていなかった荷役サブモデルの一部分である、荷役能率と荷役能率に影響を与える要因との関係が明確になった。すなわち、荷姿の違いにより荷役能率は異なり、またロット重量・貨物重量が重くなるほど荷役能率が良くなるという関係が明らかにされた。このことは港湾の効率的運用を図る上での一指針となると考える。

今後の課題としては、まず本モデルの検証があろう。そして研究を進めトータルの荷役サブモデルを構築することがあげられる。

参考文献1) BRUNN ; Breakwater or mooring system? THE DOCK & HARBOUR AUTHORITY SEPTEMBER 1981

2) 久保、今井、三木；自然条件が厳しい港湾における荷役作業限界 港湾荷役 (60. 1) (60. 2)

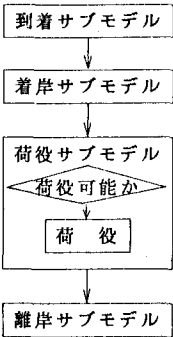
表－1 荷役能率に影響を与える要因

1. 離散変数	a. 晴 b. 曇 c. 雨
2. クレーンの種類	a. 本船クレーン b. トラッククレーン
3. 積み・積	a. 貨物の積み b. 貨物の積
4. 積み・はしけ	a. 岸へ b. 岸から c. はしけへ、はしけから
5. 荷姿	a. 箱 (ケース) b. 箱 (カートン) c. ベール (バンドル)
	d. 袋 (バッグ) e. 樽 (バレル) f. 束 (バンドル)
	g. パレット h. コンテナ i. ドラム その他
	k. 白 (ユニット) l. ロール m. その他
6. 品目	(1) ～ (54) 港湾統計54品目に基づく
7. 連続変数	(m / s e c)
8. 船速	(c m)
9. 荷役機能力	(t)
10. 荷役機能力	(t)
11. ギャング数	(人)
12. 荷役機能力	(t)
13. クレーンスリング数	(回)
14. 荷役時間	(m i n)
15. ロット重量	(t)

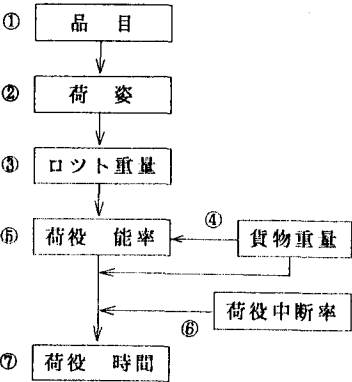
表－2 荷役能率モデル

荷 姿	回 帰 式	重相関係数
木箱・紙箱・ベール 袋・パレット	$Y = 2.63 + 14.2X1 + 0.155X2$ (17.8) (11.2)	0.843
コンテナ	$Y = -3.19 + 11.4X1$ (5.72)	0.776
ドラム	$Y = 2.45 + 16.3X1$ (10.7)	0.929
ロール	$Y = -110 + 58.9X1$ (15.0)	0.996
棒	$Y = 36.8$	
台	$Y = 17.5$	

Y : 荷役能率 (t/min) X1 : ロット重量 (t) X2 : 荷役貨物重量 (t)



図－1 港湾計画モデル



図－2 荷役シミュレーションモデル