

IV-113 埠頭における貨物の貯留容量に関する研究

運輸省港湾技術研究所 正会員 奥山 育英

1. はじめに

埠頭における上屋、倉庫、野積場等の規模の決定は、年間取扱貨物量を年間の回転率でわってから利用率を考慮した値をもとにしている。最近の研究では、シミュレーションの使用や、雑音過程の理論の応用により、貨物の貯留容量を決定しようとする試みがなされている。ここでは、モデルによる方法をさらに発展させ、揚げ積み両貨物の在庫量の分布形を求めるものである。

2. 埠頭における船と貨物の動き

埠頭における船と貨物の動きを単純化すると図-1で表わされる。ここで、細い実線の矢印は船の動きであり、太い矢印は貨物の動きである。船の入港パターンはポアソン到着であり、接岸時間のパターンはフェーズ2または3のアーラン分布あるいは対数正規分布であるとされている。貨物の上屋滞留分布は、指数分布でよく近似されている。このことは、揚げ貨物については個々の貨物の滞留時間が指数分布であることであり、積み貨物についても同様であるが、船がポアソン到着であることから積み貨物の搬入もポアソン到着となる。

3. 貯留容量の決定

バス数を δ 、船の単位時間あたりの到着数を平均入のポアソン分布(従って到着時間隔は平均 $1/\lambda$ の指数分布)、一船あたりの接岸時間を平均 $1/\mu$ の指数分布、貯留場所における揚げ貨物の滞留時間を平均 $1/\nu$ の指数分布、積み貨物の貯留場所への単位時間あたりの到着数を平均 λ のポアソン分布(従って個々の貨物の搬入時間隔は平均 $1/\lambda$ の指数分布)とする。さらに本船一隻分の貨物量は、揚げの場合は個々の搬入貨物量の n_0 倍、積み場合は個々の搬入貨物量の n_L 倍として、 n_0 と n_L を一定値としてモデルを作成した。

$\delta = 1, 3, \lambda/\delta\mu (=p$: 埠頭の利用率)
 $= 0.2, 0.5, 0.8$ とし、揚げ貨物のみの場合として、 $n_0 = 2, \lambda/\nu = 1.0, 3.0, 5.0$ とした計算結果が図-1に示されており、積み貨物のみの場合として、 $n_L = 2, \lambda/\mu n_L = 0.2, 0.5, 0.8$ とした計算結果が図-2に示されている。結果より、表-1、2のいずれにおいても貯留容量はバス数と接岸時間にはあまり影響されないということがわかる。すなわち船の

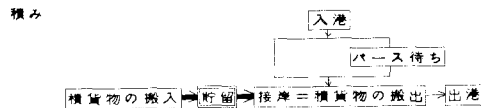
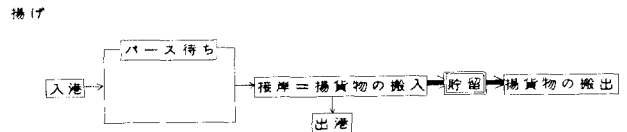


図-1 貨物の流れ

表-1 バス待ちを考慮した場合の貯留場所における揚げ貨物の平均分散、標準偏差および95%限界値と99%限界値 ($n_0 = 2$)

δ	ρ	λ/ν		
		1.0	3.0	5.0
1	0.2	2.00, 2.91, 1.71 5, 7	6.04, 9.02, 3.00 11, 14	9.94, 13.65, 3.69 17, 18
	0.5	2.00, 2.74, 1.66 5, 7	5.97, 8.37, 2.89 11, 14	9.89, 13.06, 3.61 16, 18
	0.8	1.97, 2.79, 1.67 5, 7	5.92, 8.29, 2.88 11, 14	9.84, 12.69, 3.56 16, 18
3	0.2	2.00, 2.97, 1.72 5, 7	5.99, 8.89, 2.98 11, 14	9.84, 13.23, 3.64 16, 18
	0.5	2.00, 2.78, 1.67 5, 7	5.97, 8.35, 2.89 11, 14	9.86, 12.90, 3.59 16, 18
	0.8	1.97, 2.74, 1.66 5, 7	5.91, 8.02, 2.83 11, 13	9.83, 12.33, 3.51 16, 18
$\delta = \infty$ のとき		2.00, 3.00, 1.73 5, 7	6.00, 9.00, 3.00 11, 14	10.00, 15.00, 3.87 17, 20

表-2 バス待ちを考慮した場合の貯留場所における積み貨物の平均分散、標準偏差および95%、99% 限界値 ($n_L = 2$)

δ	ρ	$\lambda/\mu n_L$					
		0.2	0.5	0.8	0.2	0.5	0.8
0.2	0.2	0.441, 0.641, 0.801 2, 3	0.441, 0.641, 0.801 2, 3	0.440, 0.639, 0.798 2, 3	0.441, 0.641, 0.801 2, 3	0.441, 0.641, 0.801 2, 3	0.442, 0.639, 0.798 2, 3
	0.5	1.62, 4.23, 2.06 6, 9	1.62, 4.23, 2.06 6, 9	1.62, 4.22, 2.05 6, 9	1.62, 4.23, 2.06 6, 9	1.62, 4.23, 2.06 6, 9	1.62, 4.23, 2.06 6, 9
	0.8	6.04, 41.52, 6.44 19, 29	6.04, 41.52, 6.44 19, 29	6.05, 41.50, 6.44 19, 29	6.04, 41.52, 6.44 19, 29	6.04, 41.52, 6.44 19, 29	6.05, 41.60, 6.45 19, 29

入港時間隔と貨物の搬出入の滞留時間がわかると、貯留貨物量はバース数や船のこみ具合に関係なく求まるということである。

バース数と接岸時間を外して、いいかえるとバース数を ∞ として船舶の到着即揚げ貨物の搬入であり積み貨物の搬出として、 n_U や n_L をいろいろかえて95%貯留量、99%貯留量を図示したのが、図-3、図-5であり、そのモデルは、図-2、図-4で表わされている。この場合の容量の単位は本船一隻分を1としている。

$n_U = n_L = 1$ として、揚げ積み両貨物を考えたときのモデルは図-6で示される。ここで、 $1/\lambda$ は船舶の平均到着時間隔、 $1/\mu$ は揚げ貨物の平均滞留時間、 $1/\nu$ は積み貨物の平均到着時間隔であり、その計算結果である95%貯留量、99%貯留量は図-7、図-8に示されている。実際の規模は貨物の面積又は体積原単位を考慮して面積と体積に変換することによって求める。

なお、モデル図のよみ方、用いた数式等は、紙面の都合から講演当日にスライドで説明する。
〔参考文献〕

- 1) 工藤和男他：上屋倉庫のシステム設計Ⅰ，Ⅱ
港発研報告 11巻4号(Ⅰ)、12巻3号(Ⅱ)
- 2) 奥山秀英他：埠頭のシステム設計について
一容量の決定一昭和48年度港研講演会講演集

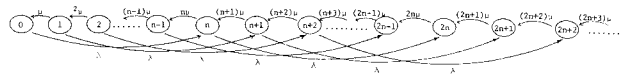


図-2 揚貨物のモデル ($n_U = n$)

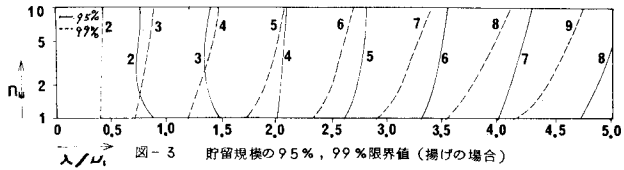


図-3 貯留規模の95%、99%限界値 (揚げの場合)

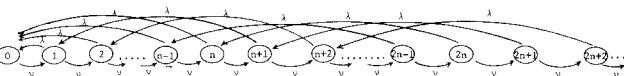


図-4 積貨物のモデル ($n_L = n$)

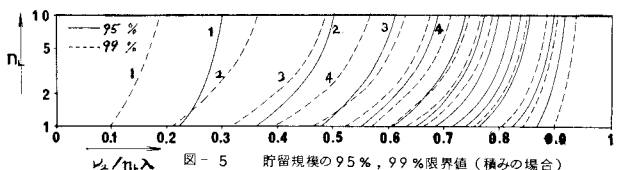


図-5 貯留規模の95%、99%限界値 (積みの場合)

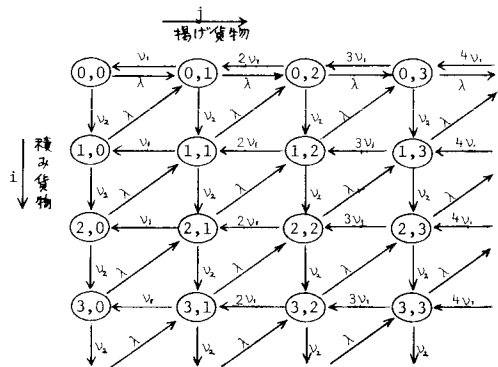


図-6 揚げ積み同時のモデル ($n_U = n_L = 1$)

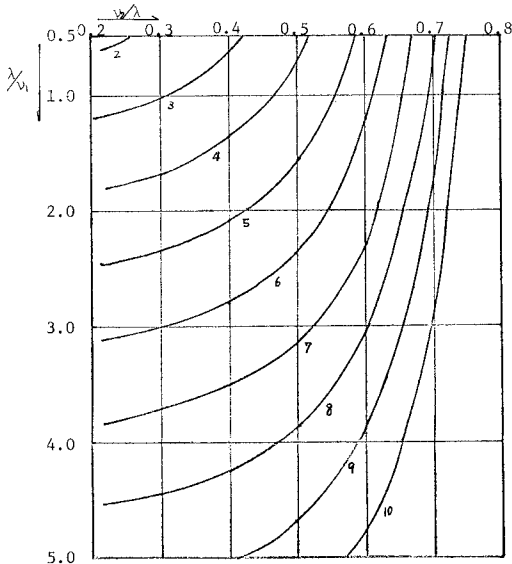


図-7 揚げと積み考慮した際の貯留場所における貨物の95% 限界値 ($n_U - n_L = 1$)

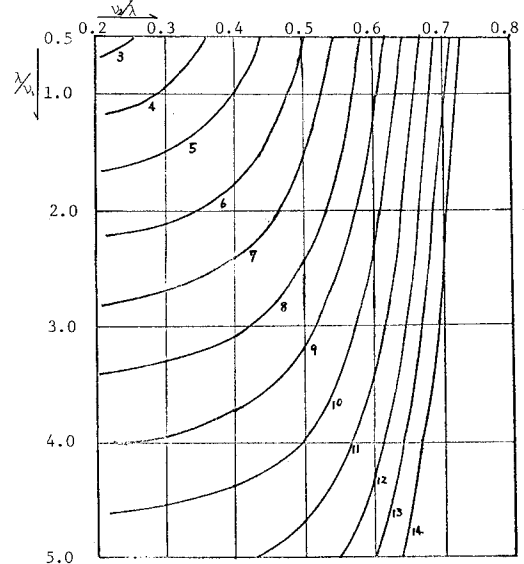


図-8 揚げと積み考慮した際の貯留場所における貨物の99% 限界値 ($n_U - n_L = 1$)