

IV-152

コンテナ回送計画に関する基礎的研究

神戸商船大学 正員 三木 楠彦
 神戸商船大学 正員 〇 今井 昭夫
 京都大学 正員 吉川 和広

1. はじめに

海上コンテナ輸送は輸送効率を追及するため、巨額の設備である船、コンテナ埠頭そしてコンテナが必要である。この内単位当りの投資費用が大きな船とコンテナ埠頭に関する整備計画はいくつか研究されているが、それらに較べて安価なコンテナ自体の整備計画に関する研究は余りなされていない。しかし日本の代表的船会社が保有するコンテナは約8万個であり、一個70万円としても560億円にもなり巨額の費用となる。さらに船やコンテナ埠頭の整備計画を立案する場合でも単なる貨物量で算出するのではなく、実入り、空の両コンテナ数で算出する必要があり、保有コンテナ量が大きく関係する。このような船会社が保有すべき最適コンテナ数は、コンテナ回送計画の良否に大きく左右され则认为てよい。そこでコンテナ輸送の各種設備の整備に関係するコンテナ回送計画について考察を行った。

2. 問題の概要

コンテナ輸送においては貨物は船で運ばれるというよりも、コンテナによって運ばれると考えるほうが適当である。従ってコンテナ埠頭には輸送需要を満たすコンテナが絶えず用意されていなければならない。しかし日米間のように日本からの輸出量が多ければ、空のコンテナがアメリカに溜り日本では逆に不足する。このような場合適当な時期にアメリカから日本へコンテナを回送するか、リースコンテナを借りるかする必要がある。もし回送計画が悪いと多くのリースコンテナを借りる必要がある。従って回送計画が適切であれば、割高なリースコンテナを減らせ、さらに自社保有コンテナも減らせる可能性がある。

3. モデルの構成

回送計画を立案するために以下の前提のもとにモデルを作成した。

- (1) 対象航路は1航路とし、その航路の寄港地間の回送計画を求める。
- (2) 将来の各港での荷主の輸送需要量は予測困難であるが、本モデルでは既知とする。
- (3) 船型は与件とし、空コンテナは船の余席に積んで回送する。
- (4) 自社保有コンテナは与件(一定量)とする。
- (5) 揚荷された実入りコンテナは直ちにデバンニングのために搬出され、一定期間後空コンテナとして戻り、また輸出時は逆に船積みの一定期間前に空コンテナを荷主戸口へ搬出するが、この期間は与件とする。
- (6) 評価関数はリースコンテナ料と自社コンテナ回送料の合計とするが、リース料は期間に無関係に一定とする。回送料は荷役費用のみで、これは各港同じとする。

次に定式化を示す。

(1) コンテナ埠頭におけるコンテナ在庫量

ある航海で船が寄港した直後における港のコンテナ在庫量を考える。船が寄港した直後の利用可能な空コンテナは、前の航海から港に保管されているコンテナ、船によって他の港から回送されてきたコンテナ、そして当該航海以前の航海で揚荷され荷主戸口でデバンニングの後、港に戻ってきたコンテナの合計である。

$$A_{it} = S_{it-1} + G_{it} + R_{it}$$

$$G_{it} = \sum_h E_{hit}$$

A_{it} : i 港の t 航海時における利用可能コンテナ数

S_{it-1} : i 港の $t-1$ 航海直後の在庫コンテナ数

G_{it} : i 港に t 航海で他港から回送されたコンテナ数

R_{it} : i 港の t 航海直前に荷主戸口から戻った自社コンテナ数

E_{hit} : t 航海で h 港から i 港へ回送されたコンテナ数

この利用可能コンテナからその期間に荷主戸口でバンニングのために必要なコンテナ

数と、他港への回送コンテナ数を引いた数とその航海直後の在庫コンテナ数である。
もし必要コンテナ数が利用可能数よりも多い場合その差がリースコンテナ数である。

$$S_{it} = A_{it} - N_{it} - O_{it} \quad (A_{it} \geq N_{it})$$

$$L_{it} = N_{it} - A_{it} \quad (A_{it} < N_{it})$$

$$O_{it} = \sum_j E_{ijt}$$

L_{it} : i 港の t 航海時における必要リースコンテナ数

N_{it} : i 港の t 航海時における必要コンテナ数

O_{it} : i 港から t 航海で他の港へ回送されるコンテナ数

E_{ijt} : t 航海で i 港から j 港へ回送するコンテナ数

(2) 船型の制約

他港でコンテナ不足が予想され、回送する場合船の余席を利用する。

$$\sum_{ij} (P_{ijkt} \cdot E_{ijt} + Q_{ijkt} \cdot F_{ijt}) \leq V \quad (\text{全ての } k, t \text{ において})$$

P_{ijkt} : t 航海で i 港から j 港へ回送するコンテナを積んでいる船が途中 k 港に寄港する場合 1、寄港しない場合 0

F_{ijt} : t 航海で i 港から j 港へ輸送する実コンテナ数

Q_{ijkt} : t 航海で i 港から j 港へ輸送する実コンテナを積んでいる船が途中 k 港に寄港する場合 1、寄港しない場合 0

V : 船型

(3) 評価関数

リースコンテナ費用と自社コンテナ回送費用の合計が最小となることとする。

$$\text{minimize } \sum_{it} (C_L \cdot L_{it} + 2 \cdot C_h \cdot G_{it})$$

C_L : コンテナ 1 個当りのリース料

C_h : コンテナ荷役料

このように定式化したモデルを DP で計算を行う。

4. 計算事例

計算例として 2 国間航路で 3 港間を航海する場合を下表に示す。隻数は 2 隻で、2 ヶ月に 1 回寄港し、船型の制約はない。従って下表ではある船は上から 1 段目の第 1 航海で A、B、C 港の順で寄港し、次に上から 3 段目の第 3 航海で A 港へ寄港する。自社コンテナ数は 150 個で初期に各港に 50 個づつ配置している。費用関係はリース料が 15 万円、荷役費が 5 万円としている。自社コンテナで輸入され揚荷から荷主戸口でデバンニング後、港まで返却される日数、および輸出時に港を搬出してバンニング後、搬入され船積みされるまでの日数は 2 ヶ月としている。
(単位 10 個)

港	A					B					C				
	必	返	回	リ	出	必	返	回	リ	出	必	返	回	リ	出
1	1	0	4	0	0	5	0	0	0	0	4	0	0	0	0
2	1	0	2	0	1	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0
3	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
4	1	6	3	0	2	4	1	0	0	0	2	0	0	0	0
5	3	9	3	2	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0
6	2	3	1	2	1	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0

凡例 港：港記号 (A、B、C)、 航：航海番号 (1、2、3、...))

必：荷主戸口でバンニングのために必要な空コンテナ数

返：荷主戸口でデバンニング後港に返却されたコンテナ数

回：他港へ回送される空コンテナ数 (対 A、B、C 港) 自港は余剰在庫の意味

リ：リースコンテナ数

出：他港へ輸出される実コンテナ数 (対 A、B、C 港)

5. 結論

今回開発したモデルは単一航路の回送計画であるが、実際の船会社では多くが複数の航路を持っており、それらを総合した回送計画が不可欠である。今後これを考慮したモデルを作り、さらにこれを基に配船計画、埠頭計画について考察を進めたい。