

부정기선의 수익성 제고를 위한 효율적인 선박운항 관리 방안에 관한 연구

한국해양연구소
선임연구원 이석태

1. 서 론

해운기업은 선박을 통하여 해상수송 서비스를 제공하고 이의 보수로 운임을 받아 기업을 영위하고 있다. 해운기업은 해상수송서비스를 제공하기 위하여 다양한 선종, 규모 및 수척의 선박을 보유하게 되며 이를 관리·운영하기 위하여 비용이 지출된다. 해상수송 서비스를 필요로 하는 하주는 수송대상 화물의 종류와 수량, 적양하지에 따른 항로 및 화물의 운임 부담력등을 고려하여 해상운임을 지불하여야 한다. 이 해상 운임이 해운업자의 수입이 된다. 따라서 해운기업의 수익성 제고는 화물의 해상운송으로 인한 선박운항 수입의 증대와 비용의 감소화로 요약될 수 있다.

본 논문에서는 부정기선의 선박운항 관리에 관련된 수입과 비용의 제요인을 파악·검토하여 수익성을 제고할 수 있는 효율적인 선박 운항 관리가 될 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

2. 부정기선의 선박운항관리 모형 및 요소

부정기선 운항은 소수화주에 의한 대량화물을 현지시장(Spot Market)의 수송수요에 따라 해당 항구간을 운항하는 해상운송 서비스이다.

1) 부정기선의 선박 운항 관리 모형

부정기선의 운항관리 모형은 운송되어질 화물, 적양하지에 따른 항로 및 운송할 선박의 조합으로 이루어진다. 이러한 조합은 여기에 소요되는 비용과 얻어질 수입의 차이가 최대로 될 수 있는 요소로 구성되어져야 한다. 그리고 화물, 항로 및 선박의 명세는 물론 이에 따른 비용 및 운임등 수입 항목에 대한 명세도 확정적(Deterministic)으로 알려져 있어야만 한다. 이상의 세가지 요소중 적어도 어느 하나가 복수의 것으로 이루어져 있어 이중 어느 하나를 수익이 최대로 되도록 선택하는 것이 바로 부정기선의 선박운항 관리 모형이 된다. 여기서 항로는 화물의 O-D(기종점)에 따라서 결정되는 것이므로 결국 화

물에 따른 항로별 선박의 배치만이 부정기선의 선박운항 관리 모형이 된다. 따라서 선박 운항 관리 모형은 항로 및 선박의 조합으로 이루어지게 되며 일반화하면 다음과 같다.

- 단일항로, 단일선박
- 복수항로, 단일선박
- 단일항로, 복수선박
- 복수항로, 복수선박

이들의 일반적인 경우는 이들 요소 모두가 복수인 경우로 볼 수 있다.

2) 부정기선의 선박운항관리 요소

부정기선의 선박운항 관리 요소는 크게 비용요소와 수입요소로 분류할 수 있다. 비용 요소는 선박의 운항비(Operating Cost)가 되며 수입요소는 운임율(Freight Rate)이 된다. 이들은 이미 확정되어 있기 때문에 제어할 수 없는 요소이고, 여기서 중요하게 부각될 수 있는 것은 선박의 규모와 화물의 운송량 사이의 불일치로 인한 운임 손실 또는 적재율을 높여 단위 화물당 수송비 최소화 하는 일이다.

- 비용요소 : 운항비
선박의 종류, 선종, 규모, 속력
- 수입요소 : 운임율
화물의 량, 종류, 종기점

3. 부정기선의 선박 운항 관리 방안

1) 정식화

선박운항 관리란 앞서서와 같이 해운기업이 보유한 다수의 선박들과 화물에 따른 다수의 항로들 가운데 어느 특정 선박을 어느 일정 항로에 투입하는 것을 일정기간에 있어서 운항수익을 최대로 할 수 있도록 결정하는 것이다. 즉 부정기선의 선박 운항 관리의 궁

극적인 목표는 해운기업이 보유한 선박을 어느 일정기간에 있어서 화물 수송대상 항로들 중 불특정 다수 항차를 수익성이 최대로 되도록 결정하는 것으로 된다. 즉 비용이 최소화되게 하며, 운임 수입의 손실이 최소화되게 한다. 이와같은 선박운항관리는 일정기간에 있어 다음과 같이 선형계획법(Linear Programming)으로 정식화 된다. 단 여기서 화물 종류간에는 상호손상을 입히지 않는 정량화물로 가정하여 혼제할 수 있는 화물이라고 생각한다.

$$\text{Mini } \sum_i \sum_j O_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_j d_j \cdot P_j$$

s. t.

$$\sum_j \frac{1}{a_{ij}} x_{ij} \leq N_i$$

$$\sum C_i \cdot X_{ij} + P_j = Q_j$$

$$X_{ij} \geq 0$$

단, i ; 선박종류

j ; 항로

Q_j : 일정기간의 항로별 화물량

C_i : 선박의 종류별 규모

N_i : 선박의 종류별 척수

a_{ij} : 일정기간의 선박종류별, 항로별 항차수

x_{ij} : 일정기간의 선박종류별, 항로별 할당될 항차수

P_j : 일정기간의 항로별 선적되지 않은 화물량

d_j : 항로별 단위 화물당 운임

2) 부정기선의 선박운항관리 알고리즘

- 동일 항로에 대하여 단위 화물량 운항비가 같게 되는 선박 규모별 적재율을 구하여, 이때의 화물량에 해당되는 각 선박 규모별 총운임이 큰 선박부터 항차에 투입한다.

$$\frac{O_{ij}}{C_i} * \frac{1}{e_i} = \frac{Q_{i+1j}}{C_{i+1}} * \frac{1}{e_{i+1}}$$

(단, 적재율 $e_i = \frac{q_{ij}}{C_i}$)

- 항로별 운임율이 같다면, 적재율을 고려한 단위 화물당 운항비가 적게드는 항로에 우선적으로 선박을 투입하되 어느 선박을 먼저 투입할 것인가는 위의 방법에 의한다.

4. 적용예

1) 자료

선박종류 i; 3

항로 j; 4

선박 종류별 규모 C_i 및 척수 N_i

i	C_i (TEU)	N_i
1	1500	5
2	850	8
3	500	10

항로별 선박별 항차 가능회수 a_{ij} ;

$i \setminus j$	1	2	3	4
1	3	2	2	1
2	4	3	3	2
3	5	5	4	2

항로별 화물량 Q_i ; (단위 : TEU)

case \ i	1	2	3	4	총화물량
1	3,000	6,000	2,500	3,500	15,000
2	6,000	10,000	5,000	5,000	26,000
3	6,000	10,000	5,000	10,000	31,000
4	6,000	20,000	5,000	10,000	23,000
5	6,000	20,000	5,000	20,000	51,000
6	10,000	20,000	5,000	20,000	55,000

항로별 단위 화물(teu) 당 운임 d_j ;

(단위 ; \$)

j	1	2	3	4
단위당운임	40	50	40	70

선박규모별 항로별 한 항차 운항비 O_{ij} ;

(단위 ; \$)

i \ j	1	2	3	4
1	10,000	11,000	12,000	15,000
2	8,000	9,000	10,000	10,000
3	6,000	8,000	8,000	9,000

2) 선박 운항 관리의 해 및 결과

○ 선박운항관리 문제식

$$\begin{aligned}
 \text{목적식 : Minimize} \quad & 10,000x_{11} + 11,000x_{12} + 12,000x_{13} + 15,000x_{14} \\
 & + 8,000x_{21} + 9,000x_{22} + 10,000x_{23} + 10,000x_{24} \\
 & + 6,000x_{31} + 8,000x_{32} + 8,000x_{33} + 9,000x_{34} \\
 & + 40P_1 + 50P_2 + 40P_3 + 70P_4
 \end{aligned}$$

계약식 : $1/3x_{11} + 1/2x_{12} + 1/2x_{13} + x_{14} \leq 5$

$$1/4x_{21} + 1/3x_{22} + 1/3x_{23} + 1/2x_{24} \leq 8$$

$$1/5x_{31} + 1/5x_{32} + 1/4x_{33} + 1/2x_{34} \leq 10$$

$$1,500x_{11} + 850x_{21} + 500x_{31} + P_1 = 3,000$$

$$1,500x_{12} + 850x_{22} + 500x_{32} + P_2 = 6,000$$

$$1,500x_{13} + 850x_{23} + 500x_{33} + P_3 = 2,500$$

○ 선박운항 관리의 해

(單位：航次數)

			航 路				餘裕變數
			1	2	3	4	
境 遇	船舶規模	隻數/物量	3,000	6,000	2,500	3,500	
1	1,500	5	2	4	2	1	0.34
總貨物量：	850	8	—	—	—	2	7.00
15,000TEU	500	10	—	—	—	1	9.50
2	船舶規模	隻數/貨物量	6,000	10,000	5,000	5,000	
總貨物量：	1,500	5	4	4	3	—	0.18
26,000TEU	850	8	—	5	—	6	3.35
	500	10	—	—	1	—	9.75
3	船舶規模	隻數/貨物量	6,000	10,000	5,000	10,000	
總貨物量：	1,500	5	4	4	3	—	0.18
31,000TEU	850	8	—	5	—	12	0.35
	500	10	—	—	1	—	9.75
4	船舶規模	隻數/貨物量	6,000	20,000	5,000	10,000	
總貨物量：	1,500	5	4	4	3	—	0.18
23,000TEU	850	8	—	16	—	5	0.22
	500	10	—	1	1	12	3.35
5	船舶規模	隻數/貨物量	6,000	20,000	5,000	20,000	
總貨物量：	1,500	5	4	—	3	2	0.18
51,000TEU	850	8	—	—	—	16	0.00
	500	10	—	40	—	4	0.00
	페 널 티				500	1,400	
6	船舶規模	隻數/貨物量	10,000	20,000	5,000	20,000	
總貨物量：	1,500	5	7	—	3	1	0.19
55,000TEU	850	8	—	—	—	16	0.00
	500	10	—	40	—	4	0.00
	페 널 티				500	2,900	

○ 운항수익 결과

(單位：TEU, 10\$)

境 遇	貨 物 量	運 航 費 用	運 賃 收 入	運 航 收 益
1	15,000	114,000	765,000	651,000
2	26,000	233,000	1,290,000	1,057,000
3	31,000	293,000	1,640,000	1,347,000
4	23,000	438,000	2,140,000	1,702,000
5	51,000	740,000	2,722,000	1,982,000
6	55,000	860,000	2,777,000	1,917,000

5. 결 론

부정기선의 선박운항 관리는 해운기업이 보유하고 있는 선대의 어느 선박을 화물이 운송되어질 대상항로들 중에 어느 항로에 투입하여야하는가를 결정하는 것이라 할 수 있다. 어느 일정 기간에 있어서 선복량(선박규모*항차수)과 항로별 화물량이 주어진 상태에서 선박운항관리는

○ 투입 선박의 결정

- 적재율이 높고 규모가 큰 선박
- 단위 화물당 운항 원가가 낮은 선박

○ 항로의 선택

- 운임율이 동일하다면 항차일이 적은 항로
- 동일 항로 길이중 대상화물의 운임율이 높은 항로

로 되어야 하며, 이렇게 함으로써 선복량이 화물량보다 많은 경우 비용최소화를, 반대의 경우 운임최대화 즉 선복이 부족하여 수송하지 못하게 되는 화물량에 대한 기회 비용 최소화를 이루게 된다.

앞으로 적재율과 선박 크기 그리고 선속을 감안한 회항율등을 종합적으로 고려한 부정기선의 선박운항 관리 방안에 관한 연구가 계속되어야 할 것이다.