

## 인천-영종 간 해상수송시스템 구축을 위한 경제적 타당성 분석

전 재 우\* · 이 승 회\*\*

(99년 4월 6일 접수)

### A Feasibility Study on the Economic Aspect of Sea Transportation System between Incheon and Youngjong Island

Jae-Woo Chun\* · Seung-Hee Lee\*\*

**Key Words :** International Airport(국제공항), Sea Transportation(해상수송), High Speed Catamaran(고속쌍동선), Route(항로), Cash Flow(현금흐름), Passenger Transportation Cost(승객 당 운임)

#### Abstract

The purpose of this study is to analyze the economic aspect of sea transportation system between Incheon and Youngjong island in which Incheon international airport is being constructed. Total demand of sea transportation arising from in the airport and Yongyu · Muwi leisure complex was estimated. To select optimum transportation route, environmental conditions in and around Incheon harbour and Youngjong island including the change of water depth by tide and current, fog, rain, wind and typhoon, etc., were investigated. The preliminary consideration on ships (size, velocity, transport capacity, price), routes, operational modes, terminals and berthing facilities were carried out. The transportation cost per passenger by sea transportation system was estimated to compare with that of land transportation system. It was found that sea transportation system proposed is competitive to the land transportation system.

#### 1. 서 론

아시아 태평양지역의 항공수요는 1990년 이후 세계 평균 증가율의 두 배에 가까운 연평균 10%

내외의 고도성장을 거듭하고 있으며, 이에 따라 2010년 이전에 세계 항공수요의 약 50%를 차지하게 될 것으로 예측되고 있다. 이와 같은 항공수요의 급증에 대비하고 동북아시아의 중추적인 무역

\* 정회원, 인하대학교 대학원 선박해양공학과

\*\* 정회원, 인하대학교 선박해양공학과

국가로 도약하기 위하여, 정부는 1992년 11월 동북아시아의 중추공항을 목표로 인천국제공항의 건설공사에 착수하였으며 2001년 초 1단계 개항을 목표로 건설공사에 매진하고 있으며, 이후 항공수요의 증가에 맞추어 단계적으로 증설하여 2020년까지는 모든 개발을 완료할 계획이다<sup>4)</sup>.

그러나 IMF체제로 대변되는 현재의 경제위기로 말미암아 인천국제공항의 효율적인 운용을 위하여 민자를 유치하여 6~8차선으로 현재 건설중인 전장 40.2km의 제1 공항고속도로(인천국제공항~강변북로 JC)외에는 계획된 제2 공항고속도로 및 제3 공항고속도로 등의 건설은 국가 재정의 부족 또는 민자유치의 어려움으로 무기한 연기된 상태에 있으며, 고속도로와 병행하여 인천국제공항과 서울역을 잇는 제1 공항철도(인천국제공항~서울역간 57.3km)는 2005년에 완공이 의심스러운 상태고, 2017년까지 단계적으로 건설될 예정이었던 제2 공항철도는 착공조차 기약할 수 없는 실정이다<sup>3,4)</sup>.

2001년 초 개항이 2년 앞으로 다가온 현재, 개항과 더불어 당장 연간 약 2,300만명의 국제선여객을 전담해야 하고, 특히 2002년 세계인의 축제인 월드컵을 관람하기 위하여 세계 각국의 관광객이 몰려온다 가정하였을 때 서울도심과 신공항을 오가는 길의 교통대란을 우려하는 목소리가 높다. 또한 수도권 주민중 신공항 고속도로의 접근로와 상대적으로 먼 거리에 위치한 인천광역시를 포함한 서울 강남 및 수도권 남부지역 주민들이 신공항을 이용하는 데에는 더욱 큰 어려움이 따를 것이라는 사실도 쉽게 유추할 수 있다<sup>4,13)</sup>.

영종도란 섬에 위치한 인천국제공항의 지리적인 취약점으로 인하여 육지와 연결하기 위한 또 다른 육상교통망을 구축하기 위해서는 천문학적인 규모의 건설비용이 소요된다는 경제적인 측면과 인천광역시에서 야심적으로 추진하고 있는 영종도 주위 용유도, 무의도 등 도서지방의 국제적인 관광지 구 개발계획 등을 고려할 때 인천~영종 간 해상수송시스템을 구축하는 것은 적은 비용으로 위의 문제점을 해결하는 매우 훌륭한 대안으로 제시될 수 있음을 확인하였다. 본 연구에서는 항로, 선박, 운항시스템 등 해상수송시스템을 구축하고 경제성을 고찰하였다<sup>4,6,7)</sup>.

## 2. 해상 수송수요의 분석

### 2.1 인천국제공항의 이용객 수요 조사

1997년 8월 교통부에서는 인천국제공항의 국제선 전담안을 최종 발표하였다<sup>13)</sup>. 그간 신공항의 국제선 전담안과 분담안을 놓고 오랜 검토후의 결과이다. 2,000년대 초반에 국내선 수요만으로도 김포공항이 포화상태에 이를 것으로 예측되어 김포공항은 국내선, 신공항은 국제선 전부(화물기 포함)와 국내선 일부를 담당하는 것으로 확정되었다. 본 연구에서는 인천국제공항 교통영향 평가보고서<sup>10)</sup>와 인천국제공항 국제선 전담 따른 항공수요 재검토 보고서<sup>13)</sup>의 결과로부터 Table 1의 여객 수요를 산정하였다.

Table 1 Prediction of daily transportation demand of Incheon airport

Devision		Year		
		2000	2005	2010
International flight	Passenger visitors crew	52,810	71,118	97,329
		63,372	81,785	108,035
		1,869	2,581	3,780
	Total	118,051	155,484	209,144
Domestic flight	Passenger visitors crew	4,415	4,643	5,218
		1,103	1,067	1,043
		71	98	111
	Total	5,589	5,808	6,372
Employee		36,034	46,949	62,211
Gross total		159,674	208,241	277,727

#### 2.1.1 신공항 이용객의 발생수요 공간분포

서울 강북·강서지역 및 경기 북부지역 주민에 비해 제1 공항고속도로의 접근이 상대적으로 불리하여 해상수송시스템을 이용할 가능성이 가장 큰 인천, 서울 강남지역 및 경기 남부지역 주민의 인천국제공항 이용 수요에 대한 분석은 해상수송시스템의 수요량을 결정하는 매우 중요한 자료다. 인천국제공항 교통영향평가 보고서<sup>10)</sup>에서는 김포공항 출입국카드 조사 및 김포공항 이용자 통행실태 설문조사를 근거로 Table 2의 지역별 이용 수요 분포 비율을 산출하였다.

Table 2 Distribution of transportation demand in Incheon international airport user

(Unit : %)

		Northern Seoul	Southern Seoul	Western Seoul	Inchon	Southern Kyoung -Ki	Northern Kyoung -Ki	Kang -Won	Others	Total
Internat. flight	Ratio (%)	30.56	24.43	15.38	4.89	7.37	3.98	1.31	12.08	100.00
Domestic flight & employee	-	29.41	15.83	21.56	16.81	11.77	3.59	0.13	0.90	100.00
Airport support complex	-	5.70	4.53	1.01	83.99	3.05	1.69	0.00	0.03	100.00
Internat. business center	-	29.41	15.83	21.56	16.81	11.77	3.59	0.13	0.90	100.00
Leisure complex	-	9.40	5.87	11.55	47.57	4.85	16.65	0.47	3.64	100.00

Table 3 Estimated daily traffic due to the airport user from Incheon, southern Seoul and southern Kyoung Ki province

( Unit : Number of cars /day)

			Distribution	2000	2005	2010
Airport (one side)	International	Automobile	36.69%	17,294	20,360	26,297
		Bus		175	185	234
		Sub Total		17,469	20,545	26,534
	Domestic	automobile	44.41%	744	707	706
		Bus		15	10	11
		Sub Total		764	717	717
	Employee + Freight	Automobile	44.41%	1,418	1,347	1,250
		Bus		193	102	86
		Truck		675	980	1,474
		Sub Total		2,286	2,429	2,810
Total (Both side)	Automobile		38,912	44,828	56,506	
	Bus		766	594	662	
	Truck		1,350	1,960	2,948	
	Sub Total		41,028	47,382	60,116	
Airport support complex (Both side)	Automobile	91.57%	14,604	10,981	22,341	
	Bus		1,081	679	1,385	
	Sub Total		15,685	11,660	23,726	
International business center (Both side)	Automobile	44.41%	4,413	6,538	11,582	
	Bus		459	280	510	
	Sub Total		4,872	6,818	12,092	
Gross total (Both side)	Automobile		57,929	62,347	90,429	
	Bus		2,306	1,553	2,557	
	Truck		1,350	1,960	2,948	
Gross total				61,585	65,860	95,934

Table 1의 신공항 접근 교통수요 예측 종합결과와 Table 2의 이용 수요의 분포형태를 근거로 인천, 서울 강남지역 및 경기남부지역 신공항 이용객의 교통수요를 예측 종합결과는 Table 3과 같다.

정한 1일 관광객의 수요 및 이에 따른 예상교통량은 Table 5와 같이 예상되며 이 수요의 약 50% 이상이 해상수송시스템을 이용하여 관광할 것으로 추정된다.

2.2 공항 이용객 중 해상 수송수요

제1 신공항고속도로와 접근이 불편하고 시간상 손해가 가장 많아 해상수송시스템을 가장 이용할 가능성이 높은 인천, 서울 강남지역 및 경기남부지역의 신공항 접근 추정 교통수요 중 해상수송시스템의 이용율이 30%, 40% 및 50%에 이르렀을 경우를 기준하여 산정한 결과는 Fig. 1과 Table 4와 같다.

2.3 용유·무의도 관광단지의 해상 수송수요

한편 인천광역시에서 구상하고 있는 인천 용유·무의 관광지구 개발 계획<sup>11,12)</sup>에 따라, 국제적인 관광단지가 들어설 예정인 이 지역은 고급화된 획기적인 관광수요의 증가가 예상된다. 1998년 인천시가 발표한 이 지역의 관광개발계획에 따라 추

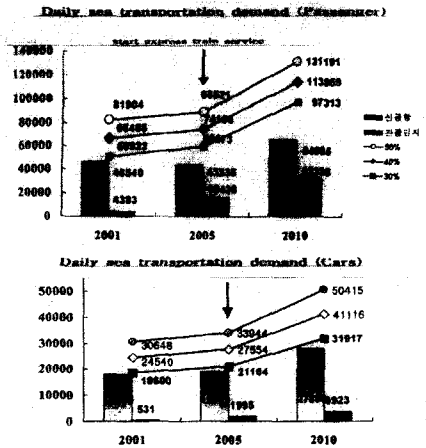


Fig. 1 Prediction of total sea transportation demand

Table 4 Prediction of daily sea transportation demand by the airport

	Mean entrain rate	Share of sea transp.	Volume of traffic in a day(car)			Prediction of sea Transportation Demand		
			2000	2005	2010	2000	2005	2010
Auto.	1.7	50%	28,964	31,173	45,214	14,482	15,587	22,607
Bus	24.6		1,153	776	1,278	577	388	639
Total			30,117	31,949	46,492	15,059	15,975	23,246
Auto.	1.7	40%	23,171	24,938	36,171	11,586	12,479	18,086
Bus	24.6		922	621	1,022	461	251	511
Total			24,093	25,559	37,193	12,047	12,730	18,597
Auto.	1.7	30%	17,378	18,704	27,128	8,689	9,212	13,664
Bus	24.6		691	465	767	346	233	385
Total			18,069	19,169	27,895	9,035	9,445	14,049

Table 5 Prediction of daily sea transportation demand on Yongyu and Muwi leisure complex

(Unit : No. of passengers and cars /day)

	2001	2005	2010
No. of tourists in a year	1,600,000	6,000,000	11,800,000
No. of tourists in a day	4,383	16,438	32,328
Volume of traffic in a day	531	1,995	3,923

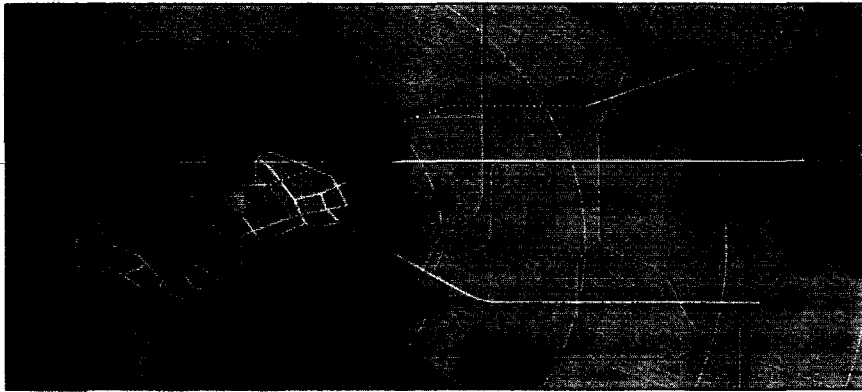


Fig. 2 Roads and railroad planning for Incheon international airport

2.4 인천국제공항 및 용유·무의 관광단지를 이용할 해상 교통 수요의 추정

인천국제공항에 접근할 교통수요와 영종도, 용유도, 무의도 관광단지를 이용할 관광객 중 해상교통을 이용할 것으로 예상되는 수요는 다음과 같이 추정된다. 인천, 서울 강남지역 및 경기남부지역의 인천국제공항 접근 교통수요의 최소 30%가 해상교통수단을 이용할 것으로 예상하였고, 용유·무의지역 관광객 중 50%가 해상교통 수단을 이용할 것으로 판단하였다.

3. 항로 및 선박 계획

3.1 계획된 육상 교통시스템

해상 운송수요는 경쟁관계 운송수단인 육상 교통시스템이 얼마나 신속하고 완전하게 갖춰지는가에 따라 크게 영향을 받기 때문에 자세히 검토할 필요가 있다. 현재의 IMF체제하에서는 예산확보의 어려움과 민자유치의 어려움으로 예정된 계획보다 상당부분 축소 또는 연기되리라 예상된다. 또한 제1 신공항 고속도로의 이용료는 승용차 기준 5,000원~7,000원으로 예상하였다. 계획된 도로 및 철도는 Fig. 2와 같다.

- 1단계(2000년) 계획 :
  - 제1 신공항 고속도로 건설
  - 전용철도 건설용지 확보

- 2단계(2005년) 계획 :
  - 인천국제공항 전용철도건설 → 2007년 완공 예정
- 3단계(2010년 이후) 계획 :
  - 제2 연육교 건설과 제2 경인고속도로 연장 → 2015년
  - 해저터널 및 제3 경인고속도로 건설 → 무기 연기

3.2 항로

항로 및 여객터미널 위치의 선정 기준<sup>1,2,6)</sup>

- 인천광역시의 장단기 개발계획<sup>11,12)</sup>과의 부합성 (송도신도시, 신공항, 용유·무의지구)
- 교통망 개발 계획과의 부합성
- 충분한 부지의 확보 가능성
- 기존 도로망과의 연계성 및 교통 혼잡도

위 기준에 따라 비교한 항로는 Fig. 3 및 Table 6과 같다.

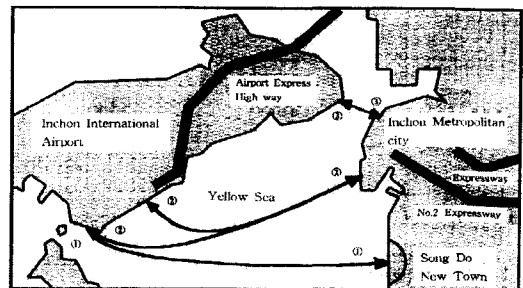


Fig. 3 Designed routes for sea transportation

Table 6 Proposed sea transportation routes

	Designed routes	Advantages	Disadvantages	Suggested vehicle
1st proposal (18.2 km)	Songdo new town's harbor(Inchon's side) ↔ The front of southern tide embankment	1. Coincide with Inchon's develop program 2. Good road condition 3. Easy to acquire a big plot	1. Necessary an alternative harbor before Songdo new town's harbor construction	High speed catamaran(only passenger's and high speed carferry)
2nd proposal (19.25 km)	The 2nd fleet's harbor of navy(Inchon's side) ↔ The front of southern tide embankment	1. Good road condition 2. Removal plan of 2nd fleet 3. East to acquire a big plot	1. Uncertainty to use the 2nd fleet's harbor of navy	-
2nd proposal (17.18 km)	The 2nd fleet's harbor of navy(Inchon's side) ↔ The front of Yongyu I. C.	1. Unnecessary to make a connection road 2. The shortest courses to airport terminal	1. Necessary special craft (ACV) at low tide 2. Big cost for dolphins construction(4km)	-
3rd proposal (1.7 km)	The front of Daesung sawmill(Inchon's side) ↔ The front of Whasan point in Youngjong island	1. The shortest distance of Youngjong island 2. Good road condition	1. Disadvantage to acquire a big plot 2. Traffic congestion 3. Necessary connection road to the closest I. C.	Carferry

3.3 선박

항로 계획에 따라 365일 전천후 운항할 수 있는 시스템을 갖춘 선박을 승객의 수요, 여객터미널 및 부두의 시설 계획<sup>5,6,9)</sup>에 따라 Table 7과 같이 선정하였다.

3.4 신공항 전용 고속선의 운항주기 및 소요척수

- 1) 제 1안의 항로를 최적항로로 채택한 경우의 예상치 임.(평수구역 임으로 도선 개념 적용)
- 2) 여객 수는 Fig. 1의 인천, 서울강남지역 및 경기남부지역의 해상 수송 이용객을 기준으로 함.
- 3) 시간당 수송량은 1일 14시간을 (오전 7시부터 오후 9시까지) 기준.

4) 1일 최대 운항회수/ 척 =  $\frac{1일\ 최대\ 운항\ 시간}{1회\ 운항\ 소요\ 시간} \times \text{운항율}$

5) 1일 최대 수송인원/ 척 =  $\frac{1일\ 최대\ 운항\ 회수 \times 1회\ 당\ 수송\ 능력}{1일\ 해상\ 교통\ 수요}$

6) 소요척수 =  $\frac{1일\ 최대\ 수송\ 인원/ 척}{1일\ 최대\ 수송\ 인원/ 척}$   
 - 운항 소요시간 : 항로 항주 (19km, 35knots 기준) 16분  
 이안/접안 5분  
 승선/하선 7분  
 -----  
 합계 28분

Table 7 Principle characteristics of the proposed ship

	Airport		Leisure complex
	Passenger ship	Passenger ship	Carferry
Hull form	Catamaran	Catamaran	Catamaran
Principle dimensions (L*B*D*d, Unit : m)	30×8×3.5×1.2	39×9×4×1.2	55×15×4.5×2
Capacity	Passengers	200	300
	Cars	-	-
Ship speed	40 knots	40 knots	30 knots
Power of engine	3,000 kw	4,000 kw	9,140 kw
Price of vehicle	\$5 Million	\$6 Million	\$12 Million

Table 8 Time interval and number of departure

Year	Time interval and required No. of ship			
	2001	2005	2010	
Daily sea transportation demand (both sides)	46,540	43,235	64,985	
Maximum No. of departure/ ship (one side)	22	-	-	
200 seats passenger ship	Max. transport capacity/ ship	4,400	-	-
	Required No of ship time interval	11 5.5 min.	10 6 min.	15 4 min.
300 seats passenger ship	Max. transport capacity/ ship	6,600	-	-
	Required No of ship time interval	7 8.5 min.	7 -	10 6 min.

- 운항율 : 80% 기준 (선박수리, 대기에 의한 결항율을 감안한 운항율로 통상 75%~90% 수준임)

운항회수 및 선박소요 척수는 Table 8과 같다.

#### 4. 경제성 분석

##### 4.1 해상수송시스템의 영향요소

일반적으로 수송시스템은 많은 요인에 의해 영향을 받게 된다. 이들 영향요인은 크게 기술적 요인, 지역적 요인, 사회적 요인 등으로 구별되는데, 상호 복합적으로 작용하면서 해상수송에 영향을 미치게 된다. 이들 요인을 도식화하여 나타내면 Fig. 4와 같다. 우선 X-Y축의 평면은 도시공학분야에서 주로 다루는 운송계획으로 지역내 수송방식, 수송망, 수송루트 등의 지역적 여건과 수송시스템의 기술수준과의 관계를 나타낸다. X-Z 평면은 사회적 관심에 따른 운송공학, 운송효율, 안전성 등이 연관된 수송시스템의 영향요인을 나타낸다. 그리고 Y-Z평면은 시장성, 수요문제 등 사회적, 경제적 측면을 나타낸다. 어떤 운송문제를 해결하기 위해서는 상기의 모든 요인들을 면밀히 검토할 필요가 있다.<sup>7,8)</sup>

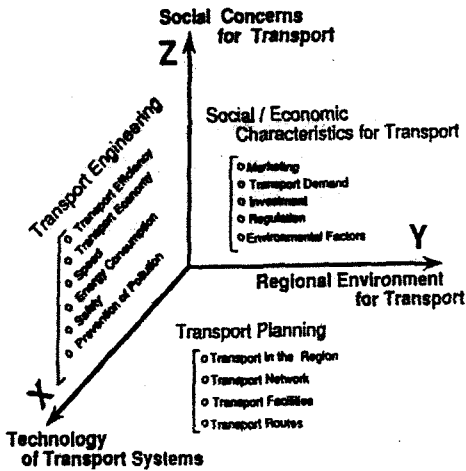


Fig. 4 Major subjects in transportation problem

##### 4.2 해상수송시스템의 결정과정

어떤 해상수송루트에 투입할 고속여객선의 운용에 따른 시장성은 Fig. 5와 같이 각각의 결정요인에 대한 체계적인 분석을 통해서 최적의 해상수송시스템을 구축할 수 있다. 고속여객선이 어떤 임의의 루트를 따라 운항에 들어간다고 가정한다면, 고속여객선의 운항비가 결정되어야 한다. 이 때 운항비는 여객선의 크기, 속도, 항로길이 등의 영향을 받아 여객선의 가격, 연료비, 승무원 임금 등이 고려되어 산정 된다. 이렇게 산정된 운항비용을 토대로 여객선의 운임이 결정되는데, 이는 다른 수송수단과의 경쟁여건과 같은 여러 가지 요인에 의해서 영향을 받게 된다.

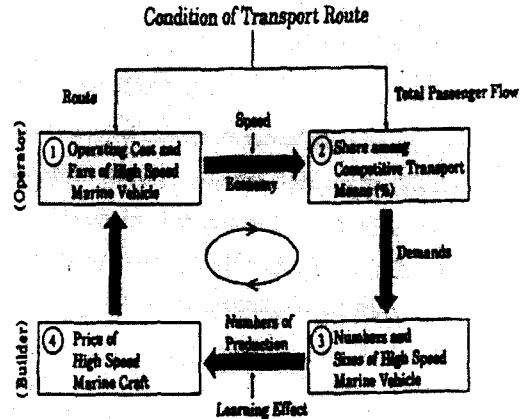


Fig. 5 Cyclic diagram of market research procedure

이와 같이 결정된 운임과 속도를 근거로 다른 수송수단과의 비교로 그 시장점유율을 결정한다. 고속여객선의 시장점유율이 결정되면, 그 점유율과 그 항로에서의 총 승객을 곱하여 고속여객선의 이용 승객수를 구할 수 있다. 이러한 수치를 바탕으로 여객선의 수가 결정되는데, 이는 여객선의 크기, 운항회수, 항로길이 등이 고려된다. 건조될 여객선의 수가 결정되고 이 때 충분한 건조 척수가 기대

되면 이는 여객선의 가격결정에 영향을 줄 것이며, 또한 운항비의 결정에 영향을 주게 되어 최적의 운임과 여객선 수 등이 결정되게 된다<sup>14,15)</sup>.

### 4.3 수송경제성의 주요 영향 요소와 평가방법

#### 4.3.1 운항 비용의 계산방법

해상수송시스템의 결정 시 운항비용의 계산은 일반적으로 좁은 의미의 운항관리비(operating cost), 항해비(voyage cost), 자본비(capital cost)로 분류하여 이루어지지만 고속여객선의 경우 항공기와 같이 직접 운항비(direct operating cost: DOC)와 간접 운항비(indirect operating cost: IOC)로 나누어진 총 운항비(total operating cost: TOC)로 나타내는 것이 편리하다<sup>7)</sup>.

$$TOC = DOC + IOC = DOC(1 + k_i)$$

여기서,  $TOC = \text{total operating cost} / \text{seat} \cdot \text{km}$ ,  $k_i$ 는 보통 0.5~1.0으로 주어진다. 직접 운항비는 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned} DOC &= [ \{ (1 - r_v) / Y + x + i \} K_s + r_m K_s + s N_c ] \\ & / (N V_s U) + C_F W_F / (R N) \\ & = [ \{ (1 - r_v) / Y + x + i \} + r_m ] \\ & \left( \frac{K_s}{N V_s} \right) \frac{1}{U} + \left( \frac{C_F W_F}{R N} \right) + \left( \frac{s N_c}{N V_s} \right) \frac{1}{U} \quad (2) \end{aligned}$$

$DOC$ 는 direct operating cost / seat · km이며 식(2)의 첫 번째 항은 자본금, 보험료, 이자비용 및 유지비의 합계이며 두 번째 항은 연료비, 세 번째 항은 승무원에게 들어가는 비용을 나타낸다. 여기서,

- $K_s$  = 선박의 가격(price of vessel)
- $Y$  = 분할기간(amortization)
- $r_v$  = 잔존가치 비율(rate of residual value)
- $x$  = 연간 보험율(annual rate of insurance)
- $i$  = 연 이율(annual rate of interest)

$r_m K_s$  = 유지비 (maintenance cost,  $r_m = 0.03$ )

$N_c$  = 승무원 수(number of crew)

$s$  = 승무원 1인당 비용(average crew cost per person)

$N$  = 승객 좌석수(number of passenger seats)

$V_s$  = 선박 속도(vessel speed)

$U$  = 연간 이용시간(annual utilization in hours)

$C_F$  = kg 또는 리터 당 운할유를 포함한 연료의 가격(price of fuel)

$W_F$  = 연료의 하중(fuel load)

$R$  = 항해 거리(range)

$W_F/R$  = 항해 거리 당 연료 소비량(fuel consumption per range)

식(2)의 두 번째 항은 Breguet 공식을  $W_F/R$ 에 대입하여 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\frac{W_F}{R N} \approx (sfc) \left( \frac{P}{W V_s} \right) \left( \frac{W}{N} \right) = (sfc) \left( \frac{P}{N V_s} \right) \quad (3)$$

여기서,  $(sfc) = \text{연료 소비율} [ \text{kg} / (\text{PS} \cdot \text{hr})$ , 또는  $\text{kg} / (\text{kW} \cdot \text{hr}) ]$

식(2)와 (3)에서 볼 때,  $K_s/NV_s$ 를 자본금 매개변수(capital cost parameter)라 하고,  $P/WV_s$ ,  $W/N_s$ ,  $P/NV_s$ 를 운송효율(transport efficiency)라 하는데, 이들 변수들은 직접 운항비에 매우 큰 영향을 주는 요소로 직접 운항비 계산 이전에 개략적인 검토가 있어야 한다.

고속여객선의 운송효율은 각종 운송시스템간의 운송효율에 대한 통계자료를 도식화한 K-G diagram(Karman-Gabrielli diagram)을 통해서 알 수 있다.

한편, 연간이용시간으로 나타내는 이용도  $U$ 는,

$$\begin{aligned} U &= n_a \times \left( \frac{t_d}{t_r + L/V_s} \right) \times \left( \frac{L}{V_s} \right) \quad (4) \\ &= [\text{days/year}] \times [\text{services/days}] \times [\text{hours/service}] \end{aligned}$$

$n_a$  = 연간운행날수

$t_d$  = 일일운행시간



$t_r$  = 운항전 터미널대기시간

$L$  = 항로길이

$V_s$  = 여객선의 속도

상기 식에서 연간이용도  $U$ 를 이용하여 여객선의 운송생산성을  $NV_s U$ 로 나타낼 수 있다.

### 4.3.2 승객 당 수송비용

승객 당 수송비용<sup>7,8,15)</sup>은 선박이 건조되어 운항 기간 동안 운항에 필요한 총비용을 일생 동안 운송할 승객수로 나눈 값으로 나타내는데, 이는 다른 수송수단과의 승객 당 운임비교와 이윤을 고려한 적절한 운임수준을 결정하는데 주로 이용된다. 비용요소로는 크게 자본 또는 투자비용, 연료/운할비용, 운용/유지비 등으로 나누어진다. 이들 비용요소를 시간의 종속변수로 생각하여 선박 수명 동안 운항에 투입된 선박의 시간에 종속된 투자비, 연료비, 유지비 등의 가치를 고려한 단위 승객 당 수송비용은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{pw} = \sum_{t=1}^n [C_k(t) + C_f(t) + C_m(t)](1+r)^{-t} \quad (5)$$

여기서  $C_k(t)$ 는 연간 투자비용,  $C_f(t)$ 는 연료-운할비용,  $C_m(t)$ 는 유지, 관리비용으로 시간의 함수이다.  $r$ 과  $n$ 은 각각 할인율 (또는 이자율), 선박의 경제 수명을 나타낸다.

수송되는 승객의 수를  $Y_s(t)$ 라 하면, 선박의 경제 수명 동안 평균적인 단위 승객 당 수송비용 ( $u_T$ )는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$u_T = \frac{\sum_{t=1}^n [C_k(t) + C_f(t) + C_m(t)](1+r)^{-t}}{\sum_{t=1}^n Y_s(t)(1+r)^{-t}} \quad (6)$$

상기의 평가방법을 levelised cost method라고 하는데, 일반적으로 선택적인 투자에 대한 비교 평가방법으로 활용되고 있다.

### 4.3.3 운임산정에 사용되는 경제요소

1) 연간 선박운항에 소요되는 비용<sup>16)</sup>

$$\begin{aligned} C_r &= P_0 C_r + \sum_{j=1}^n C_{j,n} \\ &= P_0 \frac{(1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} + \sum_{j=1}^n C_{j,n} \\ &= P_0 \left( \frac{1+i}{1+e} \right)^n + \sum_{j=10}^n C_{j,n} \end{aligned}$$

$P_0$  = 원선가  $C_R$  = 자본회수율  $e$  = inflation을  
 $n$  = 자본비사용기간  $i$  = 년이자율  
 $C_j$  = 선원비, 관리비, 수리비, 보험료, 연료비, 항비, 이윤, 세금 등

2) 지급이자의 산정

차입금 :  $P$ , 상환기간 :  $n$ , 이율 :  $r$  이라고 할 때

$$\begin{aligned} \text{지급이자 총액} &= rP + r\left(\frac{n-1}{n}\right)P + r\left(\frac{n-2}{n}\right)P \\ &\quad + \dots + r\left(\frac{1}{n}\right)P \\ &= rP\left(1 + \frac{n-1}{n} + \frac{n-2}{n} + \dots + \frac{1}{n}\right) \\ &= \left(\frac{n+1}{2}\right)rP \end{aligned}$$

3) 1인 요구 운임율 (required freight rate)

$$R_{fr} = \frac{EAC}{u \times Q}$$

$EAC$  = 연간총비용,  $u$  = 시설활용율,  
 $Q$  = 총수송인원

$R_{fr} \propto$  (시장조사에 근거, 위험요소에 근거, cash balance, 부의 증가율, 투자회수율)

### 4.3.4 선박의 크기에 따른 운임 경제성 분석

주어진 항로에서 100인승, 200인승 및 300인승 여객전용선의 선박 크기에 따른 운임경제성을 비교하기 위하여 Table 9와 같은 선박 주요제원 및 경제요소를 갖는 3척의 1인 당 운임을 Table 10에서 산정하였다. Fig. 6에서는 승선율에 따른 1인당 운임 변화량을 산정하여 보았다. Table 11에서는 선박이 총수명기간 중 벌어들이는 현금의 유동량을 계산하여 보았다.

Table 9 Comparison of technical and economical data for seabus

	Unit	Type 1	Type 2	Type 3
Length(L)	m	23.0	30.0	39.0
Breadth(B)	m	5.5	8.0	9.0
Depth(D)	m	2.8	3.5	4.0
Draft(d)	m	1.3	1.2	1.2
Ship Speed	Kts	40.0	40.0	40.0
Capacity	Persons	100	200	300
Displacement	tons	26	160	190
Hull Form		Catamaran	Catamaran	Catamaran
Endurance	Years	12	12	12
Price of Ship	\$ Million	3.50	5.00	6.00
Fuel cons./mile	kg/kw*h	0.24	0.24	0.24
Lub. oil cons./mile	g/kw*h	1.015	1.015	1.015
Power of Engine	kw	2,056(1850)	3,000(2700)	4000(3600)
Interest Rate	%	10.0	10.0	10.0
Discount Rate	%	10.0	10.0	10.0
Inflation Rate	%	5.0	5.0	5.0
Insurance Rate	%	1.5	1.5	1.5

Table 10 Comparison of transportation costs varying with ship size  
(Unit : 100 million won)

	Description	Type 1	Type 2	Type 3
Capital cost	Amortization	3.500	5.000	6.000
	Interest	2.275	3.250	3.900
	Sub. total	5.775	8.250	9.900
Voyage cost	Crew cost	0.620	0.740	0.740
	Insurance fee (Ship + P&I)	0.630	0.900	1.080
	Repair fee	0.630	0.900	1.080
	Lubrication oil	0.052	0.100	0.131
	Others	0.244	0.330	0.376
	Manage. cost	0.514	0.880	1.067
	Sub. total	3.290	3.850	4.464
Operating cost	Fuel cost	2.872	5.727	7.154
	Port charge	0.300	0.600	0.800
	Sub. total	3.472	6.327	7.754
Cost		12.537	18.427	22.118
Min. profit		0.441	0.630	0.756
Total cost		12.978	19.057	22.874
Transport cap.	Persons	876,000	1,606,000	2,299,500
Unit fare	Won	1481	1186	994

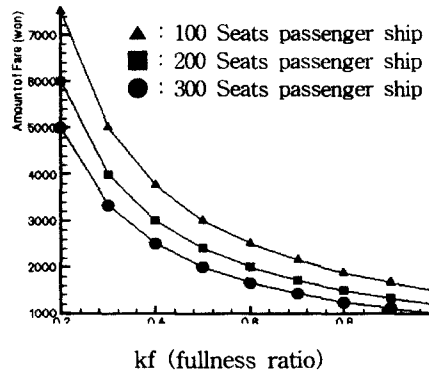


Fig. 6 Comparison of transportation costs varying with ship fullness ratio and ship size

Table 11 Summary of estimated cash flow for 200 seats passenger ship  
(Unit : 100 million won)

Years	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Income		20	21	22	23	24	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27
Expense	Investment	6														
	Installation		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5				
	Interest		6	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0	0
Operating expense		100	105	110	120	115	120	125	140	130	135	140	160	145	150	155
Cash	Surplus			10	15	35	45	45	35	50	60	60	45	125	120	115
	Deficit	6	1.0	0.0												
Accumulated net cash flow		-7	-7	-6	-4.5	-1	35	80	115	165	225	285	330	455	575	690

#### 4.3.5 운임의 산정요소

- 1) 자본비(고정비)
  - 감가상각비 (12년 기준 완전 소멸)
  - 지급이자 (자기자본이 아닌 계획조선자금 혹은 BBC자금 사용했을 경우의 지급이자)
- 2) 선비(고정비)
  - 선원비, 보험료, 선용품비, 유탄류비,잡비, 일반관리비, 수리비
- 3) 운항비(변동비)
  - 항비(접안료, 정박료, 예선료, 도선료, 통선료, 대리점료 등)
  - 연료비( 주기관, 발전기관, 기타)
- 4) 총원가 = 1) + 2) + 3)
- 5) 총수입가 = 4) + 영업이익운
- 6) 승객 1인당 요금 = 5) / 총 수송인원

## 6. 결 론

본 연구에서는 아시아의 중추적인 공항으로 추후 우리 나라의 대외 관문이 될 인천국제공항의 2001년 개항을 앞두고, 최근의 IMF 체제에 따른 인프라 구축의 지연으로 인한 육상 교통시스템 미진한 부분을 해상수송시스템에 의한 대체 가능성을 타진하여 보았다. 특히 경제적인 면에서 육상 교통시스템과 경쟁 가능여부를 조사하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 현 경제 상황하에서 인천~영종 간 선박시스템의 구축은 적은 비용으로 교통난을 해결 할 수 있는 훌륭한 대안이 된다.  
(부두시설, 여객터미널 및 인프라 비용을 포함하여 약 2,500억원 내외로 연육교 건설비용의 15~20% 소요)
- 2) 선박의 1인당운임은 50% 승선 시 300인승은 2,000원 내외로, 200인승은 2,500원 내외로 제시 가능하므로 고속도로 통행료를 5,000~7,000원 예상 시 육상 교통시스템과 경쟁 가능한 수준에 있다고 할 수 있다.
- 3) Fig. 6에서 나타나듯이 300인승 여객선이 100인승 여객선에 비해 1.5배의 가격 경쟁력을 갖고 있으므로 해상수송시스템 구축 시 여객선용선은 300인승 위주로 구축하는 것이 타당하다.
- 4) 2007년 제1 고속철도의 완공이 예상되고 2015년~2020년 경에는 제2 공항고속도로 및 제2 철도의 완공이 예정됨으로 2007년 이후로는 해상수송시스템의 주요객을 인천국제공항 이용자에서 용유·무의도 및 강화도 등 주위 도서 지방의 관광 수요에 초점을 맞춰야 한다.
- 5) 300인승 여객선의 승선율을 50%로 가정하여 1인당 운임을 2,000원으로 책정할 경우 투자 회수율은 0.1467로 자본비 회수기간은 13년 소요 될 것으로 예상된다.
- 6) 우리 나라의 세계로 나가는 유일한 관문인 인천국제공항을 연결하는 공항고속도로가 불의의 사고로 침몰하거나, 대형 교통사고로 막힐 경우에 대비한 비상수단으로도 해상수송시스템은 그 대안이 될 수 있다.
- 7) 타 수송수단과의 수송 분담율은 구축된 해상수

송시스템의 쾌적성, 신뢰성, 편리성 확보 여부에 따라 크게 영향을 받을 것이다.

## 참고문헌

- 1) 국립해양조사원, "1/35,000 및 1/100,000 인천항 부근 해도", 1998
- 2) 국립해양조사원, "조류도 경기만 부근(수치 모델링)", pp.8-11, 1997
- 3) 허중, 김제철, "인천국제공항의 효율적 운영방안 정립을 위한 검토과제", 교통개발연구원보고서, pp.31-65, 1996
- 4) 교통부, "수도권 신공항 접근을 위한 장기 교통계획 수립", pp.1-85, 1994
- 5) (주)한국해양과학기술/신공항 건설공단, "영종도 신공항 해상 및 기상관측 8차 중간보고서", pp.45-106, 1998
- 6) 한국기계연구소, "연안항로용 중속 여객선 개발", 통산산업부보고자료, p.105-112, 1995
- 7) Akagi, S., "A Study of Transport Economy and Market Research for High Speed Marine Passenger Vehicles", Proceedings of FAST '93, pp.1129-1142, 1993
- 8) Alkan, Ahmet D. et. al., "Economic Aspect of Seabus Transportation Istanbul Experience", Proceedings FAST' 97, 1997
- 9) Gulf Publishing Company, "Port Engineering Per Bruun", 1995
- 10) 신공항건설공단, "인천국제공항 교통영향 평가 보고서", 1997.11
- 11) 인천광역시, "인천 용유·무의 관광지 개발 설명자료", 1998
- 12) 인천광역시, "인천 송도신도시 개발계획", 1998
- 13) 신공항건설공단/서울대학교 공학연구소, "인천국제공항 국제선 전담에 따른 항공수요 재검토 보고서", 1997.12
- 14) 산동회계법인/주식회사 포스틸, "POSCO 철강제품의 연안해상운송 효율체계 개선에 관한 연구보고서", 1998.3
- 15) 해운산업연구원, "연안 해송 제품전용선의 운임산정", 1993.7
- 16) Erichsen, Stian, "Management of Marine Design", 1989