

광양항 주항로 교통 흐름의 개선에 관한 연구

정 태 권* · 임 남 균**

A Study on the Improvement of the Traffic Flow of the Main Channel in Kwangyang Port

Tae-Gweon Jeong · Nam-Kyun Im***

〈목 차〉	
Abstract	
1. 서 론	4. 광양항 주항로의 적정성 및 교통의 흐름 조정
2. 광양항 교통혼잡도 평가 기법	5. 결 론
3. 광양항 주항로의 교통량 예측	참고문헌

Abstract

This study aims at estimating the in-and-out traffic volume and improving the main channel in Kwangyang Harbour, by utilizing measurement of congestion, i. e. the bumper model.

In 2011, the traffic volume of the main channel is 11.96 ships per hour and its traffic density is evaluated 9.53% of the basic traffic capacity. Therefore the existing width of the main channel, 850m is safe enough but the channel requires the traffic separation scheme as suggested in order to secure the safe of the transit vessel.

1. 서 론

광양항은 1986년 12월 5일 삼일항을 흡수하여 개항한 이래 급격한 신장세를 보여왔다. 접안능력은 1997년 12월 현재 여천 27척(111만 4천 2백톤), 광양 23척(113만 5천 5백톤)으로 총 50척(224만 9천 7백톤)이고 하역 능력은 연간 여천 8천 202만 9천

톤, 광양 5천 207만 4천톤으로 총 1억 3천 410만 3천톤이다[1]. 97년 9월 30일까지의 물동량은 4천 802만 396톤으로 그 양은 증가하고 있다[2]. 한편, 광양항에는 민자 유치에 따른 항만 건설이 진행중이거나 앞으로 계획중이기도 하다. 이에 따라 광양항의 물동량은 크게 증가할 것으로 보이며 이에 따라 광양항 주항로¹⁾를 지나는 선박도

* 정희원, 한국해양대학교 해사대학 조교수

** 정희원, 한국해양대학교 대학원

1) 본연구에서 말하는 주항로는 특정해역에 있는 No.1 부표에서 No.13 부표까지의 항로를 말한다. 이 주항로는 제1항로와 하동화력발전소 진입항로와 연결된다.

급증할 것으로 예상된다.

광양항 주항로는 여천, 광양항, 하동화력발전소로 진입하는 모든 선박이 이용하게 되므로 물동량 증가에 따른 광양항 주항로의 교통 흐름 조정 여부를 파악할 필요가 있다고 본다. 따라서 본 연구에서는 교통 혼잡도 평가 분석을 토대로 하여 기존의 주항로가 장차 증가하는 교통량을 수용할 수 있는지 여부를 검증하고, 필요시 항로의 확장 또는 주변 해역에서의 교통흐름 조정 여부를 검토하고자 한다.

2. 광양항 교통혼잡도 평가기법

광양항 주항로는 <그림 5>와 같이 폭이 850미터인 항로이다. 먼저 이 항로가 수용할 수 있는 교통용량을 계산한다. 그리고 장래의 광양항 출입 선박 교통량을 추정하고 이를 토대로 추정교통량을 계산하여 그 값이 허용 교통용량 범위 내에 들어가는지의 여부를 가지고 장래에서의 교통혼잡도를 평가한다.

해상에서의 기본 교통용량은 항로 폭과 선속을 곱한 값을 후방폐쇄영역의 면적으로 나누어서 구하며, 이를 식으로 표현하면 다음과 같다[3].

$$Q = \frac{1}{\gamma s} WV \dots\dots\dots(5.1)$$

단, Q : 교통용량(척/시)

γ : 후방폐쇄영역의 장직경(Km)

s : 후방폐쇄영역의 단직경(Km)

W : 항로폭(Km)

V : 선속(Km/h)

먼저 주항로의 기본교통용량은 항로형태와 항행 조건에 따른 항행상태를 고려하여 후방폐쇄영역의 장직경과 단직경 값을 정하여야 하며, 이 값은 일본의 「浦賀水道 및 關門海峽에서의 관측자료값」을 기준으로 하여 각각 8L과 3.2L로 정하였다[4]. 항로에는 속력이 다른 선박들이 혼재해서 항해하는 관계로 적정값을 추정해서 사용할 수밖에 없으며, 여기에서는 항로에서의 통상적인 선속인 10kts (18.52Km/h)를 선속으로 하여 계산하였다. 그리고

크기가 다양한 선박들이 서로 섞여서 통과하기 때문에 혼잡도 평가를 위해서는 표준선박을 정한 후 이 표준선박이 시간당 몇 척씩 통과할 수 있는지를 계산하여 평가하여야 한다. 본 연구에서는 표준선을 총톤수(G/T) 1,000톤인 전장 70m의 선박으로 정한 후 계산하였다.

이들 값을 기준으로 하여 광양항 주항로의 기준 항로폭 850미터에 대한 기본 교통용량은 <표 1>과 같이 시간당 125.5척이며 또 실용교통용량은 기본교통용량의 ¼의 기준[5]으로 보고 있으므로 시간당 31.4척이다.

<표 1> 광양항 주항로의 교통용량

구분	항로폭(m)	기본교통용량 (척/시)	실용교통용량 (척/시)
값	850	125.5	31.4

<표 1>의 실용교통용량과 장래 예측되는 교통량을 비교하면 미래의 교통 혼잡도를 예측할 수 있다. 이 실용교통용량은 표준선박을 기준으로 한 것이므로, 이 값과의 비교를 위하여 표준선박의 크기비를 나타내는 L 환산계수 및 이의 제곱값인 L² 환산계수를 도입하여, 표준선을 기준으로 하였을 때의 교통량을 계산하여야 한다.

3. 광양항 주항로의 교통량 예측

광양항 주항로의 장래의 선박교통량을 계산하기 위하여서는 1987년부터 1996년까지 과거 10년간의 선박 크기별 교통량 실적을 가지고 일정 기간 후의 교통량을 먼저 예측한다. 본 연구에서는 10년후인 2006년 및 15년후인 2011년의 교통량을 회귀분석 방법으로 예측한다.

<표 2>는 1987년부터 1996년까지의 광양항에서의 선박 크기별 실제 교통량이다. 이 10년간의 데이터를 토대로 앞으로의 교통량을 예측하기 위한 회귀방정식을 구하기 위하여 선형방정식, 로그방정식, 지수방정식 각각에 대하여 상관계수를 구한 것이 <표 3>이다. 이 표에서 총톤수 100톤 미만, 10

0~500톤, 500~3,000톤, 5,000~7,000톤, 20,000톤 이상 선박 등의 교통량 증가량을 표현하는 방정식에서는 선형방정식의 상관계수가 가장 크고, 3,000~5,000톤, 7,000~10,000톤, 10,000~20,000톤 선박 등의 교통량 증가량을 표현하는 방정식에서는 로그방정식의 상관계수가 가장 크다. 따라서 총톤수 3,000톤 미만, 5,000~7,000톤, 20,000톤 이상의 선박들의 교통량 증가는 선형방정식으로 근사시키고, 총톤수 3,000~5,000톤, 7,000~10,000톤, 10,000~20,000톤 선박들의 교통량의 증가는 로그방정식으로 근사시킨다.

이들 방정식을 이용하여 예측한 2006년 및 2011년의 광양항에서의 선박 크기별 교통량은 <표 5>와 같다. 2006년의 연간 입항 총척수는 약 26,268척

이고 2011년에는 약 30,687척이다. <표 5>에서 나타난 예측교통량은 선박의 크기별로 차이가 있기 때문에 혼잡도를 일률적으로 표시하기 어렵다. 따라서 총톤수 1,000톤 길이 70m인 표준선으로 환산한 교통량을 구한다.

<표 4>는 우리나라의 톤수 그룹별 대표선박의 길이와 L^2 환산계수를 표시하며 <표 5>에서는 2006년 및 2011년에 광양항 주항로내의 L^2 환산교통량을 나타내고 있다. 이 환산 교통량으로 보면 입항기준으로 2006년 36,826척, 2011년에 43,060척이다. 이 환산 교통량은 연간 입항교통량으므로 이를 시간당 왕복교통량으로 바꾸면 <표 6>과 같이 실용교통용량은 2006년 약 10.23척, 2011년에 약 11.96척이다.

<표 2> 과거 10년간의 광양항에서의 선박 크기별 교통량 실적 (입항기준, 단위:척)

선박크기 년도	100미만 (G/T)	100~500 (G/T)	500~3,000 (G/T)	3,000~5,000 (G/T)	5,000~7,000 (G/T)	7,000~10,000 (G/T)	10,000~20,000 (G/T)	20,000이상 (G/T)
1987	632	2401	3894	578	40	24	284	377
1988	860	2421	4160	851	42	61	376	450
1989	931	3042	5010	942	69	70	442	452
1990	1002	2986	5779	1031	104	60	468	505
1991	1115	3772	5461	1160	108	93	544	538
1992	1035	4137	6075	1110	103	126	501	634
1993	711	4101	6948	1259	107	137	554	718
1994	772	4497	7447	1236	161	106	565	805
1995	723	4833	7682	1382	332	128	535	865
1996	468	5012	8091	1311	416	139	542	929

자료: 해운항만통계연보, 해운항만청, 1987-1996년.

<표 3> 채택할 회귀방정식과 상관계수

선박크기 방정식	100미만 (G/T)	100~500 (G/T)	500~3,000 (G/T)	3,000~5,000 (G/T)	5,000~7,000 (G/T)	7,000~10,000 (G/T)	10,000~20,000 (G/T)	20,000이상 (G/T)
선형함수 $y=ax+b$	0.7461	0.9681	0.9728	0.8755	0.9055	0.8262	0.735	0.986
로그함수 $y=a \ln(x)+b$	0.0124	0.8842	0.8937	0.9693	0.5222	0.8576	0.9219	0.8107
지수함수 $y=abx$	0.1724	0.9472	0.9561	0.7991	0.7301	0.7403	0.6947	0.973

〈표 4〉 우리 나라의 톤수 그룹별 대표 선박의 길이와 L^2 환산계수

선박크기 년도	100미만 (G/T)	100-500 (G/T)	500-3,000 (G/T)	3,000~5,000 (G/T)	5,000~7,000 (G/T)	7,000~10,000 (G/T)	10,000~20,000 (G/T)	20,000이상 (G/T)
수선간장(m)	7~26	26~50	50~90	90~110	110~120	120~140	140~180	180~330
평균톤수(G/T)	53	275	1235	4010	5954	8591	14337	43064
대표길이(m)	20	40	70	100	115	130	150	200
L 환산계수	0.29	0.57	1.0	1.43	1.64	1.86	2.14	2.86
L^2 환산계수	0.08	0.32	1.0	2.04	2.69	3.46	4.58	8.18

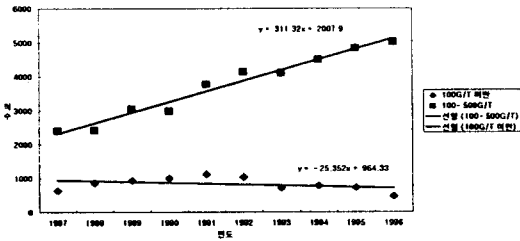


그림 1. 선박크기별 교통량 추이 I

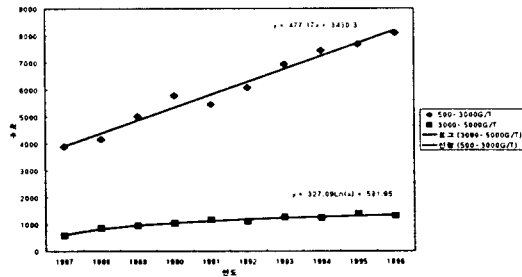


그림 2. 선박크기별 교통량 추이 II

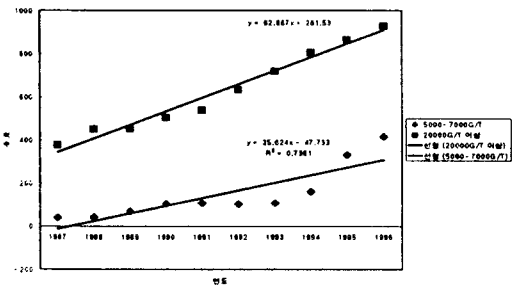


그림 3. 선박크기별 교통량 추이 III

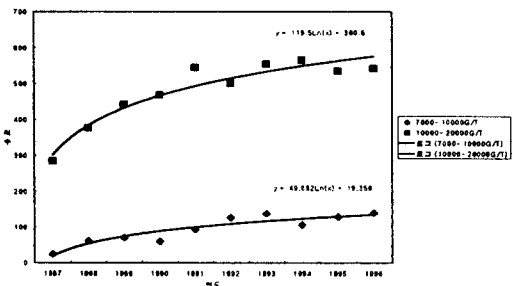


그림 4. 선박크기별 교통량 추이 IV

<표 5> 2006년 및 2011년의 광양항 주항로의 L^2 환산교통량

연도	선박크기	교통량(입항기준)	L^2 환산계수	L^2 환산교통량(입항기준)
2006	100G/T 미만	457.3	0.08	36.6
	100~500G/T	8234.3	0.32	2635.0
	500~3,000G/T	12973.7	1	12973.7
	3,000~5,000G/T	1571.8	2.04	3206.5
	5,000~7,000G/T	664.7	2.69	1788.2
	7,000~10,000G/T	168.2	3.46	582.0
	10,000~20,000G/T	658.6	4.58	3016.4
	20,000 G/T 이상	1538.9	8.18	12588.2
	총 계	26267.5		36826.4
2011	100G/T 미만	330.5	0.08	26.4
	100~500G/T	9790.9	0.32	3133.1
	500~3,000G/T	15359.6	1	15359.6
	3,000~5,000G/T	1644.8	2.04	3355.4
	5,000~7,000G/T	842.9	2.69	2267.3
	7,000~10,000G/T	179.3	3.46	620.3
	10,000~20,000G/T	685.3	4.58	3138.5
	20,000 G/T 이상	1853.2	8.18	15159.2
	총 계	30686.4		43060.2

<표 6> 광양항 주항로에서의 표준선박으로 환산한 시간당 평균 통항량

구분 \ 연도	2006년	2011년
실용교통용량	10.23	11.96
기본교통용량	40.92	47.84

※ 1년을 360일, 하루 20시간으로 계산

<표 7> 광양항 주항로의 2006년 및 2011년도 기준 선박 교통량에 따른 혼잡도 평가

항로폭 850m에 대한 기본교통용량	125.5 척/h
항로폭 850m에 대한 실용교통용량	31.4 척/h
2006년 실용교통용량 예측량	10.23 척/h
2011년 실용교통용량 예측량	11.96 척/h

4. 광양항 주항로의 적정성 및 교통흐름 조정

4.1 광양항 주항로 적정성

광양항 주항로의 폭 850m에 대한 교통용량을 나타내는 <표 1>과 2006년 및 2011년의 광양항 주항로에서의 선박통항 예측량을 나타내는 <표 6>을 비교하여 항로폭 850미터인 주항로의 교통혼잡도를 평가하면 <표 7>과 같다.

<표 7>에 의하면 광양항 주항로에 대한 2006년 및 2011년의 선박 교통량 예측이 각각 10.23척/h, 11.96척/h로 나타나고 있는데 이는 기본 교통용량인 125.5척/h의 각각 8.15%, 9.53%에 불과하며 실용교통량 31.4척/h의 각각 32.6%, 38.1%에 해당된다. 2011년의 피크치를 평균 교통량인 11.96척/h의 2배(23.92척/h)로 가정하여도 실용교통량에 미치지 못한다. 따라서 광양항의 기존의 주항로폭 850m는

적정한 것으로 판단된다.

4.2 광양항 주항로의 교통흐름 조정

4.2.1 광양항 주항로의 교통흐름 조정의 필요성
위에서 언급한 바와 같이 광양항 주항로의 폭 850m를 예측교통량에 의한 혼잡도 평가로 볼 때 적정한 것으로 판단되지만 현장조사 결과 주항로는 다음과 같은 문제점이 있다.

- ① 기존 제1항로와의 연결부에서 굴곡이 심하게 되어 있는데 이는 선박의 자연스런 흐름과 맞지 않는다.
- ② 현재 입출항 선박이 주항로내에서 자유로운 항로를 선택하여 항해하기 때문에 교차상태가 많이 발생하고, 대항하는 선박 사이의 거리 및 추월선과의 거리도 짧다.
- ③ 대형선박이 주항로를 지날 때 작업하는 어선들로 인하여 진로 방해를 받는다.

위와 같은 이유로 발생하는 주항로를 통과하는 대형선박의 충돌 혹은 좌초사고를 방지하기 위해 주항로의 교통흐름 조정이 필요하며 그 방법으로 본 연구에서는 해상교통분리제도를 제시한다.

4.2.2 광양항 주항로의 해상교통분리 제도 광양항 주항로의 해상교통분리제도는 제1항로와

의 연결성 등을 고려하여 남북 방향 교통 항행로의 폭이 600m, 양복 항로폭 1,200m이고 항로 길이는 5.25마일로 하며 그 상세는 다음과 같다.

- (1) 분리선은 선박의 남북 교통을 분리하는 선으로 지점 ①(34° 45' 20" N, 127° 49' 10" E)과 지점 ②(34° 50' 48" N, 127° 47' 51" E)를 연결한다.
- (2) 교통항행로의 좌측 경계선은 남쪽으로 향하는 교통항행로의 경계선으로 지점 ㉓(34° 45' 18" N, 127° 48' 48" E)와 지점 ㉔(34° 50' 50" N, 127° 49' 34" E)를 연결한다.
- (3) 교통항행로의 우측 경계선은 북쪽으로 향하는 교통항행로의 경계선으로 지점 ㉕(34° 45' 24" N, 127° 49' 34" E)와 지점 ㉖(34° 50' 35" N, 127° 48' 18" E)를 연결한다.

4.2.3 해상교통분리제도 실시에 따른 항로표지 재배치
해상교통분리제도에 따른 주항로의 항로 표지는 <표 8>과 같이 재배치한다. 부표의 간격은 0.8~1.0마일로 유지한다. 제1항로 및 하동발전소 진입항로로 출입하는 선박이 용이하게 식별할 수 있도록 No. 13 안전수역 표지로 한다. No. 16 부표는 제1항로와 하동발전소 진입항로의 분기점에 있으므로 우현표지에서 좌항로 우선표지로 변경한다. 등부표의 밝기는 주간에도 식별이 가능하도록 75cd로 한다[6].

<표 8> 해상교통분리제도에 따른 주항로 항로표지의 재배치표

명 칭	부표종류	위 치		등 질	광 도	비 고
		경 도	위 도			
No. 1	좌현표지	34° 45' 19" N	127° 48' 48" E	Fl G 4s	75cd	이설
No. 2	우현표지	34° 45' 27" N	127° 49' 29" E	Fl R 4s	75cd	이설
No. 3	좌현표지	34° 46' 22" N	127° 48' 34" E	Fl(2) G 5s	75cd	이설
No. 4	우현표지	34° 46' 25" N	127° 49' 17" E	Fl(2) R 5s	75cd	이설
No. 5	좌현표지	34° 47' 17" N	127° 48' 22" E	Fl(3) 7s	75cd	이설
No. 6	우현표지	34° 47' 25" N	127° 49' 03" E	Fl(3) R 7s	75cd	이설
No. 7	좌현표지	34° 48' 16" N	127° 47' 07" E	Fl(4) 8s	75cd	이설
No. 9	좌현표지	34° 49' 13" N	127° 47' 49" E	Fl G 4s	75cd	이설
No.13	안전수역표지	34° 50' 46" N	127° 47' 54" E	Mo(A) 8s	75cd	RACON설치
No.16	좌항로우선표지	34° 51' 24" N	127° 47' 42" E	Fl(2+1) G 8s	75cd	등질변경

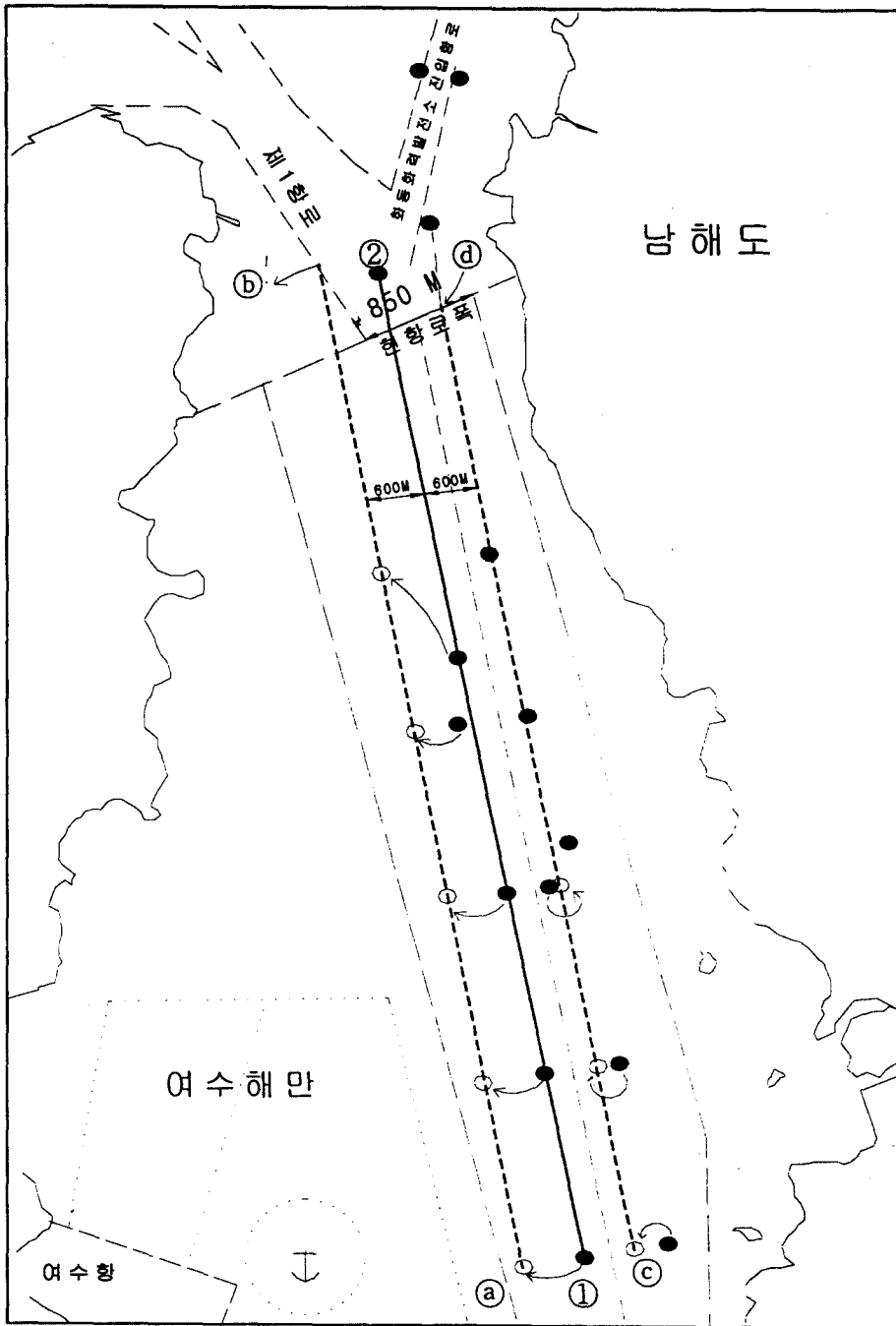


그림 5. 주항로 해상교통분리방식

5. 결 론

본 연구는 광양항 출입 선박들의 교통량을 2011년까지 분석 예측하고 그에 따라 혼잡도 평가로서 광양항 주항로 폭의 적정성 여부 및 교통흐름조정 여부를 살펴보았다. 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 광양항 주항로의 항로폭은 현재 850m로서 L^2 환산 교통량으로 분석한 혼잡도 평가로 보면 2011년에는 11,96(척/시)로서 기본교통용량의 9.53%에 불과하므로 충분한 것으로 파악된다.
- (2) 광양항 주항로는 제1항로와의 연결성 문제, 통항선박사이의 교차문제, 어선의 항로방해로 인하여 충돌·좌초등의 사고가 우려된다. 따라서 항로 이용 대형선박의 항로 확보를 위하여 해상 교통분리제도를 실시할 필요가 있다.

광양항 진입항로는 하동화력발전소 진입항로, 묘도항로, 제2항로 등으로 교차되는 구간이 많아 충

돌의 위험이 예상되므로 주간에는 이를 확인할 수 있도록 기류표시제도 및 통항 순위 제도 등에 관한 연구가 필요하다.

참고문헌

- 1) 여수지방 해양수산청, “광양항 항만현황”, 1997.
- 2) 여수지방 해양수산청, “광양항 부두별, 선석별, 품목별 화물취급현황”, 1997.
- 3) 藤井弥平 外 2名, “海上交通工學”, pp. 119~126, 1981.
- 4) 구자윤, “협수로의 교통량에 따른 혼잡도 평가에 관하여”, 韓國航海學會誌 第21卷, 第2號, pp.19~23, 1997. 6.
- 5) 藤井弥平 外 2名, “交通システム工學(I)”, コロナ社, pp. 91~97, 1985.
- 6) 해양수산부, “항로표지 업무편람”, pp.76-3, 1997.