

교통용량에 따른 운항위험도와 항로폭과의 관계에 관한 연구

† 성유창

† 목포해양대학교 해상운송시스템학부

Assessment on Navigational Stress and Fairway' Width according to Traffic Flow

† Yu-Chang Seong

† Division of Maritime Transportation System, Mokpo Maritime University, Mokpo 530-729, Korea

요 약 : 최근 선박의 대형화 · 고속화가 진행되면서 항만의 변화와 항내 수역 혼잡의 증대 등 해상 교통에 많은 위험 요소가 늘어가고 있다. 최근 가장 첨예하게 대립되는 것이 항로폭을 적정하게 결정하는 문제이다. 현행의 항로폭 설계법은 해당 수역을 통항하는 최대 선박의 운동 성능을 중심으로 설계되고 있지만, 다양한 종류의 선박이 혼재되어 운항하고 있는 해상교통 환경을 고려하지 않고 있다. 본 연구에서는 항내 수역의 다양한 교통 상황을 설정하고, 교통(용)량을 고려한 항로 설계법을 제안하고 이를 현행 항로설계법과 비교하였다. 이를 위해 기존 항로 설계 방법을 정리하고, 항내 수역을 대상으로 하는 162개의 해상교통 시뮬레이션을 실시하였다. 이 결과를 바탕으로 각 선종별 선형 구성 및 교통량에 따른 환경스트레스값 즉 운항위험도를 추정하였다. 허용 교통량에 대한 적정 항로폭 모델을 구하고, 실제 수역에 적용하였다. 현행 설계법에 따른 항로폭과 비교하고 그 유용성을 확인하였다.

핵심용어 : 교통(용)량, 항로폭, 해상교통 시뮬레이션, 환경스트레스모델, 해상교통공학

Abstract : Traffic risks in fairway and harbour area increase lately according to be a sharpe change of ship's size and speed. It becomes hot issue to design a fairway, which's width is important to lower traffic risk and ensure navigational safety. The current design making a fairway and width do not focus on maneuvering motion of a large ship, but traffic risks are clear on reflecting the design of fairway, specially on width. To contact with these problems, this research proposes how to determine fairway' width in consideration of traffic volume. it suggests several situations of marine traffic congestion as like narrow channel and harbour area. here uses 162 simulations in MTS Ver.1 developed. Acquired simulation's results, environmental stress dates, figure in a model that relates with required fairway' width and allowable traffic volume. In added, suggested model compares current design with an width.

Key words : traffic volume, fairway width, maritime traffic simulation, environmental stress model, marine traffic engineering

1. 서론

최근 선박이 고속화되고 대형화됨에 따라 해상교통 현황 및 항만 자체에도 많은 변화가 일어나고 있다. 특히 항만 입구 등 항내 수역에서는 다수의 선박이 혼재되어 항행하기 때문에 충돌 등의 위험성이 증대되고 있다. 이 문제를 해결하기 위해 적절한 항로 폭의 설계 및 그 안전성의 검토가 필요하다. 한편 현재 항로폭을 설계 및 재조정하는 경우 해당 항로를 통항하는 1~2척 대형선의 운항 안전성을 주로 고려하며, 다수의 선박이 혼재되어 항행하는 교통 흐름을 적절히 반영하지 못하고 있다. 이러한 교통흐름에 대비하여 항로의 안전성을 확보하고 있는지에 대해서도 명확하지 않다(PIANC, 1997).

기존 연구에서는 선박간 충돌회피에 기초하여 교통흐름을 재현하는 연구를 수행하였다. 선박교통 흐름을 재현하기 위해

서 상대선에 따른 본선의 피항판단영역의 설정과 충돌회피 함수를 접목하여 자동피항이 이루어지도록 구성하였다. 또한 Seong(2010)은 선형구성, 속력 및 발생시간간격 등을 고려하여 다수의 선박군의 교통흐름을 재현하는 통합화된 프로그램을 구축하고 시뮬레이션을 실시하여 선박 발생 및 피항 관계를 검증한 바 있다.

본 연구에서는 일반적인 항내 수역을 가정하고 일정한 교통용량에 대비 적정한 항로폭의 관계에 대하여 고찰한다. 다수의 선박 교통 흐름을 재현하기 위해서는 기 개발한 해상교통시뮬레이션(Maritime Traffic Simulation, MTS Ver.1)을 이용하였다. 동 시뮬레이션에서의 각각의 선박은 피항판단 알고리즘에 따라 자동적으로 충돌회피 동작을 실시하며, 선형구성 및 선박속력, 통항방식 등을 조정하였다. 일정한 폭의 항내 수역이 얼마만큼의 교통 혼잡 상태에서 항행상의 안전을 보장

† Corresponding author : 종신회원, smileseong@mmu.ac.kr, 061)240-7180

(주) 이 논문은 "해상교통을 고려한 항로폭 결정에 관한 연구"란 제목으로 "2012 추계학술대회 한국항해항만학회논문집(한국해양과학기술원, 2012.10.26.-28, pp.171-173)"에 발표되었음.

할 수 있는지, 즉 교통량에 따른 적정한 수역의 폭을 검토한다. 구체적으로 현행의 항로 설계 방법을 조사하고, 항내 수역을 대상으로 하는 162개의 해상교통 시뮬레이션을 실시한다. 이를 통하여 선형 구성 및 교통량에 따른 적정한 항로폭을 추정하고, 현행 설계법에 따른 항로폭과 비교하고 그 유용성을 확인하고자 한다.

2. 현재 항로폭 결정과 해상 교통 상황을 고려한 항로폭 결정

2.1 현행 항로 폭의 결정법 (WL)

1~2척의 대형선의 운동 성능을 고려하는 현행의 항로 폭 결정법은 국제적으로는 PIANC Rule을 따르며, 이를 기준으로 한국 및 미국, 일본에서는 항만시설의 설계기준 규정에 제시되어 있다. 이들 규정에서는 항로 폭의 설계시 다음과 같은 내용을 고려한다. 대상 선박이 조선이 가능한 기본 여유 폭 및 인접한 안벽 또는 항행안전 시설과의 여유 거리 등을 추가적으로 고려하고 있다. 이 개념은 식 (1)로 표현할 수 있다.

기본적으로 대상 항로를 이용할 최대 선박의 선폭(우리나라의 경우는 선박의 길이)을 기준으로 하며 이에 여유폭을 추가하고 있다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 일방 통항 수역에서는 최대 선박의 기본 여유폭 $1.6\sim 2.0B_1$, 안벽 등 시설물과의 거리 $0.6\sim 2.0B_1$ 를 요구하며, 교차 통항할 경우 위 값에 선박 간 거리 $1.0B_1$, 상대선의 기본여유폭 $1.5\sim 2.0B_2$ 및 시설물과의 거리 $0.5\sim 1.5B_2$ 이상의 최소 항로폭을 요구하고 있다.

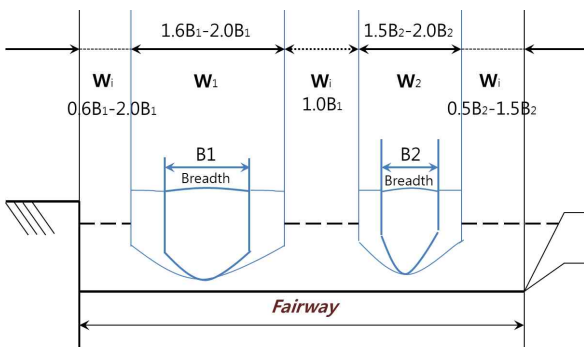


Fig. 1 Basic concept on fairway of PIANC

이 때, 대상 선박의 선정은 상기 항로를 항행하는 최대 크기의 선박을 대상으로 선정하고 때문에 일반적인 교통 흐름 및 혼잡도는 충분히 고려하지 않고 있다고 할 수 있다.

Lee et al.(2009)은 실제 항로에서는 다양한 크기의 선박이 항행하며, 육상에서와 마찬가지로 시간대별 그리고 수역대별로 교통정체 현상이 발생하며 이로 인한 사고의 위험성도 증대된다고 기술한다. 따라서 이러한 최대 선형의 선박 1~2척

을 대상으로 항로 폭 등을 결정하게 되면 교통정체 등 해상 상황을 온전히 반영할 수 없으며 전체적인 수역의 안전성 문제를 온전히 판단하기 어렵다.

$$W_L = W_1 + W_2 + \sum_{i=3}^n W_i \quad (1)$$

W_1 : 최대선형 선박의 기본 조선폭

W_2 : 교차항로시 대응폭

W_i : 기타 항행안전용 대응폭(안벽 등 시설, 조류 등)

2.2 교통량을 고려한 항로 폭의 결정법 (WT)

본 연구에서는 항내 수역과 같은 비교적 좁은 수역에서 교통 혼잡이 예상되는 항로를 우선 선정하고, 해당 수역에서 최대 크기의 선박의 운동을 고려한 항로 폭의 결정법과 항로에서 통항하는 교통량에 근거한 항로 폭과의 관계를 비교한다. 더하여 현행의 설계 방법에 의한 항로 폭은 얼마까지의 교통량(또는 교통용량)을 허용할 수 있는지를 검토하고, 선박 교통량의 증가에 따라 항로 폭의 변경이 어느 정도 필요한가를 검토하고자 한다. 식 (2)는 교통량과 항로폭과의 관계를 나타낸 것으로 α 는 교통량의 변화에 따른 항로폭의 변화율을 의미하며, β 는 일반상수이다.

$$W_T = \alpha Q_L + \beta \quad (2)$$

Q_L : L^2 환산교통량

α, β : 교통조건에 따른 계수

3. 시뮬레이션의 설정

항내 수역 상황을 정량적으로 검토하기 위하여 교통 흐름의 재현이 필요하며 여기에서는 기 개발한 해상교통 시뮬레이션을 이용하였다. 먼저 수역내 통항하는 선박간 피항관계는 충돌회피 알고리즘을 적용하여 자동적으로 이루어지도록 하였고, 선박 발생을 포함한 교통 흐름을 재현하기 위한 설정 조건은 다음과 같다.

3.1 항로의 구성

설정 해역은 Fig. 2와 같이 총길이 8,000m로 설계하였고, 이중 평가구간은 컴퓨터의 수치 오류 등을 대비하여 항로 중앙을 기준으로 한 4,000m로 한정하였다. 통항 방식은 일반적으로 적용되고 있는 일방 통항 및 교차 통항 2가지로 설정하였다. 시뮬레이션 운용 시간은 신뢰성이 높은 평가 결과를 얻기 위해 충분히 오랜 시간이 필요하지만, 실측 조사시 기준시간인 72시간에 30%를 추가하여 교통량에 관계없이 최대 100시간으로 하였다. 항로폭을 설정하기 위해 한국의 주요 항만에 대한 자료(MOF, 2011)를 조사하였고, 대략 300m에서 600m내에서 주요 항로가 설계되어 있음을 확인하였다. 이를 반영하여 300m,

500m, 700m의 3 가지의 항로폭을 검토하였다.

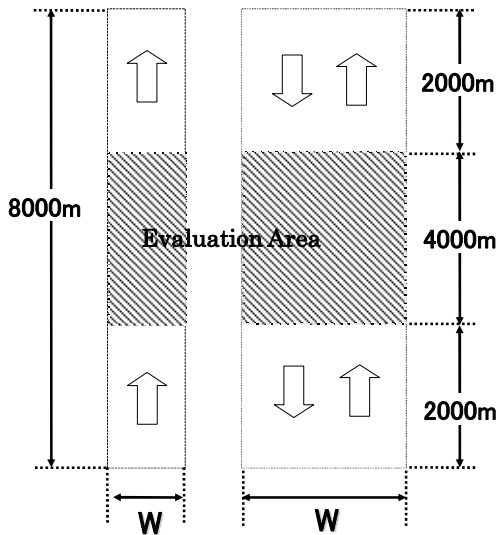


Fig. 2 Area of simulation

3.2 선박간의 충돌 회피

기존의 선박 통항 및 교통흐름 연구에서는 항로를 포함한 해상시설물의 설치시 선박간의 충돌 회피 상황을 고려하지 않았다(Park, 2003; Park, 2005; Jeong, 2005). Park et al.(2001)은 수로 형상에 따른 교통 흐름과의 관계를 연구하였고 역시 충돌회피 상황은 고려하지 않고 있다. 일반적으로 선박간 조우 상황의 결정 및 충돌 회피 알고리즘을 적용하는 어려움 등의 이유로 해상 교통 시뮬레이션에 충돌회피 알고리즘 등을 적용하지 않았다. 그러나 교통 시뮬레이션을 실시하는 이유는 해상교통 현상을 정확히 재현하는 데 목적이 있다. 따라서 선박 특성을 반영한 충돌 회피 부분이 포함되어야 보다 명확한 해상교통 흐름을 파악할 수 있다.

본 연구에서는 선형별 운동특성을 KT모델로 표현하고, 충돌위험도 평가에 기반한 충돌회피 알고리즘(Seong, 2010)을 적용하여 교통흐름 시뮬레이션을 수행하였다.

Table 1 Ship's coefficients for maneuvering model

	T	K	U_0	ψ'	ψ''
Temporary	1.0	1.0	0.5	1.5	3.3
General Cargo	1.0	1.25	0.5	1.3	3.1
Fishing vessel	1.0	1.0	0.5	1.5	3.3
VLCC	1.5	1.5	0.5	1.7	3.2
LINER	1.5	1.5	0.5	1.7	3.2
Deep_Draft vessel	2.0	1.5	0.5	2.1	3.5

* List of terms

T, K - Maneuvering coefficient

U_0 - Initial forward speed

ψ', ψ'' - Rate of turn and derivative

3.3 선박의 구성

선박의 선형 구성에 관하여 다양한 분류 방법이 있지만, 해상교통공학에서 주로 분류하고 있는 소형선(1,000 GT 미만, 길이 48 ± 20 m), 중형선(1,000 GT 10,000 GT 104 ± 20 m), 대형선(10,000 GT 이상, 240 ± 50 m)의 3 종류 나누어 설정하였다. 각 대표 선형별 선박의 속도는 항내 수역을 고려하여 소형선은 10.0 ± 3.0 kts, 중형선은 8.0 ± 3.0 kts, 대형선은 8.0 ± 3.0 kts 하였다. 선박 발생시에는 난수를 이용하여 선박크기별 선형계수가 임의로 조합되도록 구성하였다.

Table 2 Ship's size and speed

	Loa(m)	SD	speed	SD
0-1000GT	48	± 20	10.0	± 3.0
1000-10000GT	104	± 20	8.0	± 3.0
10000GT-	240	± 50	8.0	± 3.0

한편 선박의 발생 시간 간격은 설정된 발생 대수에 따른 평균발생시간 간격을 대략 6분으로 두고, 이 평균값을 가지는 지수 분포를 이용하여 선박을 발생시켰다(PortMIS, 2012).

선형 구성비는 소형선 : 중형선 : 대형선으로 나누어 7:2:1의 패턴, 4:5:1의 패턴, 4:3:3의 패턴의 3가지 구성으로 나누어 실시하였다. 이러한 과정을 통해 총 162 가지의 시뮬레이션을 실시하고 이를 분석하였다. 시뮬레이션을 실시한 후 얻

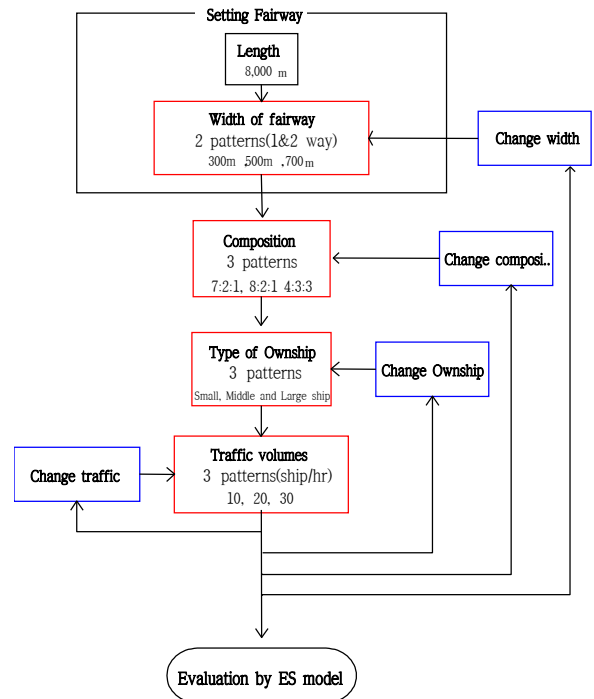


Fig. 3 Process of simulation

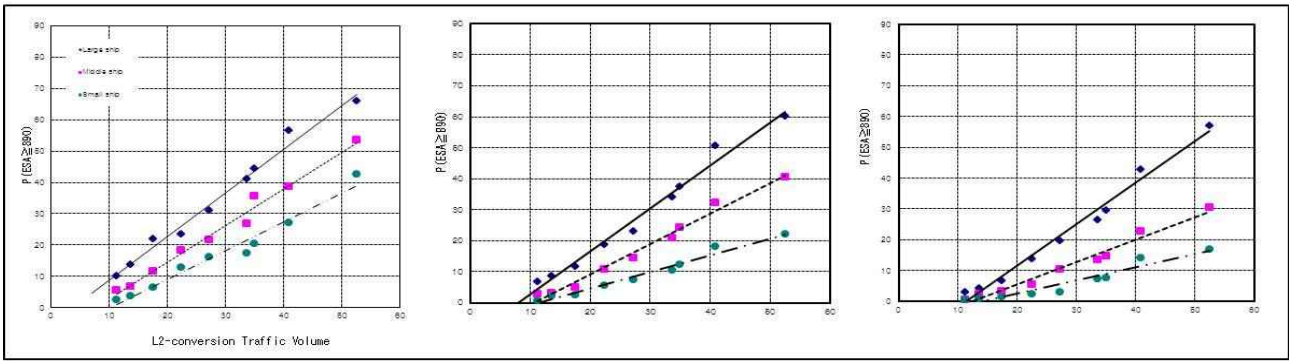


Fig. 4 Navigable risk's change over traffic volumes (One way)

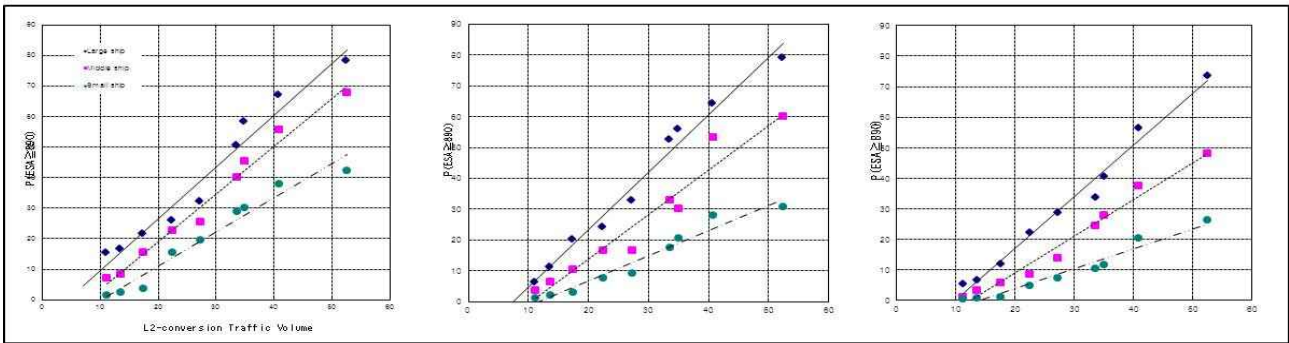


Fig. 5 Navigable risk's change over traffic volumes (Two way)

어진 결과치는 현재 해상교통안전전단 규정에서 해상교통 안전성평가 기준으로 활용되는 환경 스트레스 모델(Kinzo, 2001)을 적용하여 분석하였다.

4. 평가 결과 분석

4.1 평가 지표와 허용 기준

앞 절에서 언급한 평가 지표로서의 환경스트레스 모델은 교통 혼잡이 있을 때 운항상의 위험성을 정량적인 수치로 표현한 방법이다. 이 모델은 선박을 포함한 주변 해상 환경이 운항자에게 부과 되는 운항상의 위험도를 정량적으로 표현할 수 있다. 지형 및 해상시설, 교통 흐름 등 해상 환경이 선박에게 부과되는 위험도의 크기를 0~1000까지의 수치로 표현한다.

시뮬레이션 결과를 기준으로 환경스트레스 값 중 890(일반적으로 80% 이상의 운항자가 위험을 느끼며 정상 운항이 어렵다고 판단한 상태) 발생률을 $P(ESA \geq 890)$, 이하 한계 교통량] 판정 지표로 채택하였다. 구체적으로는 평가 기준에서 이 한계 교통량의 발생률 $P(ESA \geq 890)$ 이 5% 이내의 범위를 최대 허용 교통량으로 판정한다.

4.2 평가 결과

4.2.1 항로 폭의 허용 교통량 산정

Fig. 4와 Fig. 5에서는 각각 일방 통항과 교차 통항 항로에서 항로 폭별 선형 구성의 차이에 따른 한계 교통량 $P(ESA \geq 890)$ 의 출현율을 나타내었다. 한편 선형 구성비에 따른 교통량의 평가에서 소형선, 중형선, 대형선을 동일한 한 척의 선박으로 다룰 수 없으므로, 선박 길이 70m의 선박을 표준 선형으로 정하고 L^2 으로 환산하여 교통량을 표준화하였다.

먼저 Fig. 4에서는 일방 통항을 항로폭을 300m, 500m, 700m로 구분하여 선형구성별 $P(ESA \geq 890)$ 의 출현율 수치를 나타낸 것이다. Fig. 5는 교차 통항의 경우이며, 앞서와 같이 항로폭 대비 선형구성을 변수로 하여 $P(ESA \geq 890)$ 의 발생값을 정리하였다. 일방 통항에 비해 교차통항의 경우가 전반적으로 환경스트레스 값이 높은 것을 알 수 있다.

해당 표로부터 각각의 선형구성비 <7:2:1>, <4:5:1>, <4:3:3>에 따른 해상 교통 흐름의 통계적 특성을 확인하였다. 우선 평가대상 선박이 대형선, 중형선, 소형선의 경우 설정된 교통량에 따라 각각의 환경스트레스값을 얻고 이를 1차 회귀식으로 표현하였다.

4.2.2 허용 교통량에 대한 적정 항로폭의 추정

Fig. 4와 5로부터 평가대상선박이 대형선, 중형선, 소형선일 경우 각각의 항로폭에 대비한 허용가능한 한계교통량을 구할 수 있다. 이것으로부터 선형별로 허용가능한 적정한 교통량을

추정할 수 있다. 즉 일방통향과 교차 통향의 경우 한계 교통량과 적정 항로폭의 관계를 추정할 수 있으며, 각 선형별 필요한 적정 항로폭을 산출하기 위한 추정식을 유추할 수 있다. 선형별 허용가능한 한계교통량과 적정한 항로폭의 관계는 식 (3), 식(4)와 같이 정리가 가능하였다.

<일방통향의 경우>

$$W_T = \alpha Q_L + \beta \quad (3)$$

$\alpha, \beta : 48.26, - 64.75 / R^2=0.98$ (대형선인 경우)

$\alpha, \beta : 44.83, - 268.61 / R^2=0.97$ (중형선)

$\alpha, \beta : 33.98, - 250.72 / R^2=0.92$ (소형선)

본선이 대형선인 경우, 교통량에 따른 항로폭의 변화율 α 의 값은 48.26으로 구하여지고, 중형선인 경우 44.83으로 나타났다.

<교차통향의 경우>

$$W_T = \alpha Q_L + \beta \quad (4)$$

$\alpha, \beta : 68.55, - 148.76 / R^2=0.96$ (본선이 대형선)

$\alpha, \beta : 57.28, - 354.58 / R^2=0.98$ (중형선)

$\alpha, \beta : 59.26, - 524.28 / R^2=0.95$ (소형선)

교차통향시에는 일방통향보다 상대적으로 α 의 변화율이 심하였으며, 본선이 대형선과 중형선인 경우 각각 68.75, 57.28의 값으로 구하여졌다.

5. 실제 항로에의 적용

5.1 대상 수역, 교통량 및 선형 결정

앞 장에서 교통(용)량에 따른 적정한 항로폭의 변화를 추정하였다. 이를 실제 항로에 적용시키고 현재의 항로설계 규정에 의한 폭과의 관계를 비교하였다.

대상 수역은 목포대교 인근수역(실측수역은 교량의 전후 1마일)으로 정하고, 2004년 교량설계 당시의 자료, 2013년 해상교통 실측조사 및 Port-MIS 자료(Port_MIS Statics, 2013)에 따라 대상수역을 통항하는 최대선형 및 실제 교통량을 검토하였다. 목포항의 과거 30년간의 기상기록을 검토한 결과, 탁월풍은 동계에 NNW, 하계에는 SE방향이였다. 대상 수역의 경우 목포내항에 진입하는 수역으로 바람 및 조류의 영향은 그리 크지 않다.

Fig. 6은 목포대교 인근의 실제 통항량(3일 관측기간내 시간당 평균치)을 나타낸 것으로, 2013년 7월 8일부터 3일간 실시한 목포 VTS 관제탑 인근에서 관측한 자료를 토대로 만들었다. 해당 수역에서는 주로 오전 시간에 많은 교통량을 보였으며, 목포대교 바로 아래에서도 종종 교차 통향이 이루어지

고 있었다. 주로 오전에 많은 교통량을 보인 이유는 조업 및 과업을 위한 소형선박의 통향이 많은 이유이며, 관측 기간동안 최대 통항량은 시간당 25척(/시간당)이었다.

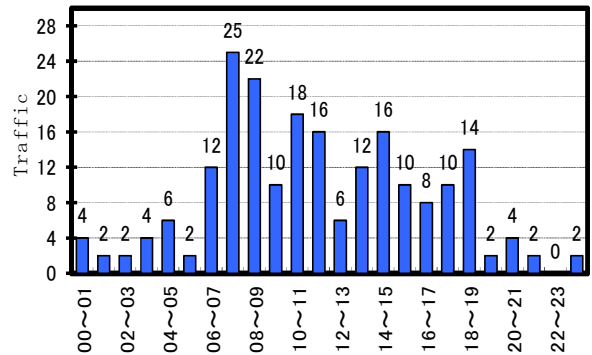


Fig. 6 Traffic/hr in Mokpo (Field survey, 2013. 7.8~7.10)

표 2는 PortMIS로부터 2013년 한 해 동안 목포대교 인근 수역을 통항한 선박의 입항을 나타낸 것이다. 목포(구)는 그 특성상 외해와의 출입구가 하나이므로 비교적 정확한 통계를 얻을 수 있었다. 표 2에서 제시된 입항 선박의 통계와 톤급별 실적으로 고려하여 최대선형을 55,000톤급의 선박(Loa 215m, B 38m)으로 하고, 2만톤급 선박(Loa 122m, B 20m)을 교차통향 선박으로 상정하여 항로폭을 검토하였다.

Table 2 Ship's coefficients for maneuvering model

Class_tons	Total	
	Ships	G/T(tons)
100 ton less	1,807	963,515
100-500 ton less	1,356	1,181,894
500-1,000 ton less	333	348,303
1,000-3,000 ton less	653	1,124,556
3,000-5,000 ton less	236	1,103,974
5,000-7,000 ton less	35	229,784
7,000-10,000 ton less	71	606,640
10,000-15,000 ton less	13	162,793
15,000-20,000 ton less	16	256,650
20,000-25,000 ton less	14	305,641
25,000-30,000 ton less	5	142,133
30,000-50,000 ton less	90	3,779,969
50,000 ton over	81	4,569,493

5.2 필요 항로폭의 산출

2장에서 제시한 식 (1)과 식 (2)에 의해 각각의 적정 항로폭을 다음과 같이 구하였다.

5.2.1 현행의 항로설계법에 의한 항로폭(W_L)

- 항로를 통항(예상)하는 최대선형 55,000tons, B_1 38m
- 교차 통항(예상)하는 최대선형 20,000tons, B_2 20m

<필요한 최소항로폭>

- 최대선형 선박의 기본조선폭 $B_1 \times 2.0$ + 여유폭 $B_1 \times 2.0$
- 교차 선박의 기본조선폭 $B_2 \times 2.0$ + 여유폭 $B_2 \times 1.5$
- 선박간 여유폭 $B_1 \times 1.0$
- 필요 최소항로폭 : 260m

5.2.2 교통용량에 따른 항로폭(W_T)

- 통항선박수 : 25척
- L^2 환산교통량 : 14.74척

<필요한 적정항로폭 - 교차통항시>

- 대형선 : $68.55 \times 14.74 - 148.76 = 861.66m$
- 중형선 : $58.28 \times 14.74 - 354.58 = 504.46m$
- 소형선 : $59.26 \times 14.74 - 524.28 = 349.21m$

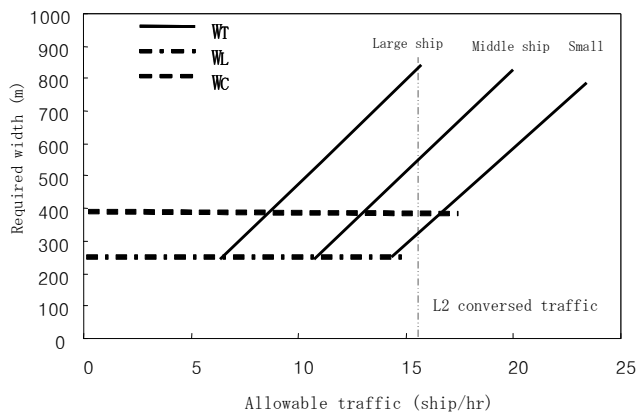


Fig. 7 Traffic and Width in Mokpo (Two way)

Fig. 7에서 현행 설계법에 의한 항로 폭 (W_L)과 교통량을 고려한 항로폭 (W_T), 그리고 2004년 설계 당시의 항로폭 (W_C , 400m)과의 관계를 표시했다.

현행의 설계법에 의해 검토한 결과, 최대선형의 기본조선폭을 포함한 최소한의 필요항로폭은 260m로 산출되었다. 한편 현행 교통량을 고려할 경우, 자선이 대형선이며 해당수역에서 안전하게 항행하기 위한 적정한 항로폭은 800m 이상이 필요한 것으로 분석되었다.

결과적으로 목포대교 인근 항로의 경우 최대 선형에 의한 기준으로 보면 설계당시 및 현재의 항로폭을 만족하고 있다. 그러나 현행 교통량을 고려할 경우에는 교차 항로로써의 기준을 만족하지 않고 운항자에게 적지 않는 부담을 주고 있음을

알 수 있다. 물론 현재 목포대교 인근에서 대형선이 입출항시에는 VTS 관제하에 적절한 속력으로 항행하며, 에스코트 선박 등이 대기하는 등 안전 규정이 유지되고 있다.

6. 결론

최근 선박의 대형화 · 고속화가 진행되면서 항만의 변화와 항내 수역 혼잡의 증대 등 해상 교통에 많은 위험 요소가 늘어가고 있다. 최근 가장 첨예하게 대립되는 것이 항로폭을 적정하게 결정하는 문제이다. 현행의 항로폭 설계법은 해당 수역을 통항하는 최대 선박의 운동 성능을 중심으로 설계되고 있지만, 다양한 종류의 선박이 혼재되어 운항하고 있는 해상 교통 환경을 고려하지 않고 있다. 또한 이를 항로설계에 반영하여 수역 안전성을 확보하고 있는 지도 불분명하다.

본 연구에서는 항내 수역의 다양한 교통 상황을 설정하고, 교통(용)량을 고려한 항로 설계법을 제안하고 이를 현행 항로 설계법과 비교하여 분석하였다. 해상 교통의 실제 데이터를 기반으로 시뮬레이션 조건을 구성하고, 항내수역과 같이 교통 혼잡 상황이 빈번하게 발생하는 수역을 가정하였다. 이 같은 교통 흐름에 대응하는 적정한 항로폭을 결정하는 방법을 살펴 보았다.

이를 위해 먼저 기존 항만 및 항로 설계 방법을 정리하고 다음으로 항내 수역을 대상으로 하는 해상교통 시뮬레이션 (MTS Ver.1.0)을 실시하였다. 162개의 시뮬레이션의 결과를 환경스트레스 값인 운항 위험도로 평가한 결과, 각 선종별 선형구성 및 교통량에 따른 적정한 항로폭을 추정할 수 있었다. 이를 통하여 허용 교통량에 대한 적정 항로폭의 모델식을 구하였다. 한편 교통량을 고려한 항로폭의 추정 방법을 이용하여 실제 수역에 적용하고, 현행 설계법에 따른 항로폭과 비교하여 그 유용성을 확인하였다.

끝으로 이 연구의 목적을 분명히 한다. 여기서 제안하는 항로설계법이 현재의 설계법과 비교하여 우월하다는 의미는 아니다. 기존의 설계법이 간과하고 있는 해상교통의 흐름을 고려하고, 이를 현행 항로설계법과 적절히 연계하여 반영함으로써 더 나은 해상교통 환경과 항행 안전을 목적으로 한다.

추후 과제으로써 보다 다양한 항만별, 수역별 데이터를 기반으로 수역 안전성을 평가할 필요가 있다. 또한 시뮬레이션 프로그램 내에 선종별 운항특성 및 항로내 TSS 구역 및 자연 환경 등의 외부 요소를 반영하는 연구가 지속적으로 필요하다.

References

[1] PIANC PTCII(1997), Approach Channels A Guide for Design Report of Working Group II-30. Supplement to Bulletin No.95.
 [2] Seong, Y. C.(2010), "The Study on Development of

- Intergrated Ships's Traffic Flow Simulation Model Based on Collision Avoidance Function”, Journal of Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 16, No. 1, pp.101-106.
- [3] Lee, Y. S and Park .Y. S.(2009), “A Study on the Proper Location and Scale of Bridges Crossing navigable Waterways Considering the Safety on Marine Traffic”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 33, No. 5, pp.295-301.
- [4] MOF(2011), The 3rd PLAN for Korean harbour and fishery (re)Development.
- [5] Park, Y. S and Lee, H. K.(2003), “A Study on Proposed New Consideration Factors in Channel Design Process”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 27, No. 6, pp.661-667.
- [6] Park, Y. S and Park, J. S. et al.(2005), “A Study on Consideration Factors of Traffic Safety Assessment on the Bridge Design - 1”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 29, No. 1, pp.71-75.
- [7] Jeong, J. Y. and Park, Y. S. et al.(2005), “A Study of Breakwater Layout on the Basis of Marine Traffic Flow”, Journal of Korean Navigation and Port Research, Vol. 29, No. 3, pp.175-180.
- [8] Park, Y. S and Kinzo Inoue(2001), “A Study on Basic Analysis for Marine Traffic Management 2”, Journal of Japan Navigation, Vol. 104, pp.135-142.
- [9] Port_MIS Statics(2013), Statics Ship's Data on Web 2.0, Ministry of Oceans and Fisheries.
- [10] Kinzo Inoue(2001), “Evaluation Method of Ship-handling Difficulties for Navigation in Restricted and Congested Waterways“, The Journal of Royal Institute of Navigation, Vol.53, No.1, pp.167-180.

원고접수일 : 2014년 5월 7일

심사완료일 : 2014년 6월 16일

원고채택일 : 2014년 6월 17일