

# 여수항 묘도수로 개선에 관한 연구

이창현\* · 이홍훈\*\* · 권유민\*\*\*

\*, \*\* 목포해양대학교 교수

## Improvement Plan for Myodo-Strait at Yeosu Port

Chang-Hyun Lee\* · Hong-Hoon Lee\* · Yu-Min Kwon\*\*

\*, \*\* Professor, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 58628, Korea

**요 약** : 여수항 묘도수도는 위험물 정제품을 운반하는 위험화물운반선의 주요 선박통항로로 이용되고 있다. 현재 묘도수로에서는 단독통항만을 허용하고 있고 통항 속도 또한 8노트로 제한되어 있다. 이로 인하여 위험물 정제품 부두에서의 체선료 또한 증가 추세에 있다. 향후 다수의 위험물 정제품 부두의 개발로 인하여 대상해역의 이용선박은 더욱 대형화되고 선박통항량 또한 증가될 것으로 예상하고 있다. 따라서 묘도수로를 이용하는 선박의 안전성 확보 및 체선료 개선을 위해서 묘도수로의 개선이 시급한 시점이다. 본 연구에서는 묘도수로의 해상환경 분석 및 해역 이용자 의견수렴 과정을 통하여 묘도수로의 개선안을 제시하였으며, 항만설계기준 검토 및 선박조종 시뮬레이션 평가를 통하여 항로 폭을 300m로 확장하고 수심 9.50m로 확보하는 방안을 최종적으로 제시하였다. 또한 해상교통혼잡도 평가 결과 현재 단독통항만이 허용되고 있는 상황에서 피크타임 해상교통혼잡도는 71.01%에서 교행이 허용되는 상황에서도 47.3%로 크게 개선되는 것으로 평가되었다. 제시한 묘도수로 개선방안에 따라 대상해역에서의 선박 통항안전성을 확보할 수 있으며, 체선료 문제 또한 개선될 것으로 판단되었다.

**핵심용어** : 선박통항로, 체선료, 항만설계기준, 선박조종시뮬레이션, 해상교통혼잡도

**Abstract** : The Myodo-Strait at Yeosu Port is normally used as a major vessel passage for dangerous cargo carriers that carry regular products of dangerous goods. Currently, the Myodo-Strait allows only single passage, and the speed of passage is also limited to 8 knots. As a result, demurrage at the wharf of hazardous goods are also on the rise. It is expected that the development of a number of dangerous commodity wharf in the future will increase the volume of vessel traffic and increase the number of vessels used in the project area. Therefore, it is urgent to improve the waterway in order to secure the safety of ships using the waterway and improve the demurrage. This study proposed an improvement plan for the waterway through the analysis of the marine environment of the waterway and the process of collecting opinions from users in the sea area. and it was finally proposed to expend the width of the strait to 300m and secure a depth of 9.50m through Guidelines of Port and Harbor Design review and ship handling simulation evaluation. In addition it was evaluated that the vessel traffic congestions at peak-time in the situation of solo passage was greatly improved from 71.01% to 47.3% even when it was allowed to ship's crossing passage, as a result of vessel traffic congestions evaluation. According to the proposed improvement plan, the safety of ships' passage in the project area can be secured, and the issue of demurrage was also considered to be improved.

**Key Words** : Vessel Passage, Demurrage, Guidelines of Port and Harbor Design, Ship Handling Simulation, Vessel Traffic Congestions

### 1. 서 론

2020년 해양수산부 PORT-MIS 자료에 의하면 여수·광양항은 국내 입출항 선박의 18%(352,011척)가 이용하고 있으며, 항만 물동량은 국내 전체 항만 물동량의 약 22%로 부산항

에 이어 두 번째로 많은 화물을 처리하고 있는 국내 주요 항만이다. 여수·광양항의 주요 수출입 화물은 석유 정제품을 포함한 위험화물이 약 47%로 가장 많은 부분을 차지하고 있다(PORT-MIS, 2020).

특히, 여수·광양항의 석유 정제품을 처리하고 있는 주요 부두는 묘도수로를 이용하여 접근할 수 있는 위치에 있으며, Yeosu Regional Office of Oceans and Fisheries(2021) 「여수·

\* First Author : chlee@mmu.ac.kr, 061-240-7185

† Corresponding Author : ymk@mmu.ac.kr, 061-240-7170

광양항 선박교통안전규정」 고시에 따라 묘도수로를 이용하는 선박은 8노트 이하의 속력으로 단독으로만 통항이 가능하다.

또한 묘도수로를 이용해야 하는 위험물 공용부두(중흥부두 및 석유화학부두, 낙포부두, 사포1·2부두)의 체선율이 높은 수준을 나타내고 있어 여수·광양항의 부두 경쟁력 제고 방안 마련이 시급한 실정이다. 최근 세계경제가 침체기에서 벗어나 안정기로 접어들면서 우리나라 수출물량 중 화학제품의 수출이 호황기를 맞이하여 국가산업단지인 여수산업단지에서 최고의 수출실적을 나타내고 있다. 2001~2013년까지 물동량은 연평균 7.6%씩 증가하고 있으며, 2014~2015년은 글로벌 경기둔화 원인 등으로 물동량이 일부 감소하였으나 2016년부터 회복하고 있다. 이로 인한 화물량 증가로 인해 광양항 여천지역의 부두 체선율이 점점 심화되어 가고 있다(Hur et al., 2019).

여수·광양항의 해상교통 특성을 파악하기 위하여 Kim et al.(2017)은 ECDIS 장비를 이용하여 여수·광양항의 해상교통 흐름과 출입항로에 대한 통항 특성을 분석하였고, Kim(2016)은 ARPA, ECDIS, AIS 장비 등을 이용하여 여수·광양항의 해상교통 흐름과 출입항로에 대한 통항 특성을 분석하고 해상교통 위험요소와 안전관리 대책 방안에 대해 제시한 바 있다. Kim et al.(2020)은 IBS(Integrated Bridge System) 통합항법시스템을 이용하여 여수·광양항 출입항로를 통항하는 모든 선박을 대상으로 선종별, 톤수별, 시간대별로 통항선박의 실태를 조사하였다. 이를 통해 여수·광양항 해상교통량의 장기변동과 출입항로에 대한 통항특성을 분석하고 해상교통 위험요소와 그에 따른 대응방안을 제시하였다. Jang and Kim(2019)은 광양항의 체선율(선박 입항 후 대기시간)은 4.68%로 전국 주요항만 가운데 가장 긴 것으로 나타났으며, 다른 지역의 체선율보다 2~3배 높았고 2015년 3.6%, 2016년 3.7%, 2017년 4.2%로 급등하고 있다고 제시하였다. Hur et al.(2019)은 묘도수로를 통항하는 선박의 이용하고 있는 여수지역 위험물 공용부두(중흥부두 및 석유화학부두, 낙포부두, 사포1·2부두)의 체선율이 높은 수준을 나타내고 있어, 화물별 취급선박 규모 및 형태, 화주사, 하역업체 현황 및 하역시설별·화물별 이용자 간 공유현황 조사, 월별 체선현황 조사·비교·분석, 기타 체선 유발요인도 조사하여 운영 효율성 제고방안을 제시하였다. 또한 Park and Suh(2018)은 광양항 석유 터미널의 부두의 펌프 용량 개설 시뮬레이션을 통하여 선박 대기 시간을 감소하여 유틸부두의 체선 완화 방안을 제시한 바 있다. 그러나 묘도수로를 이용하는 선박의 특성을 조사하고, 항로의 폭, 수심 등을 파악하여 묘도수로를 이용하는

선박의 안전성을 확보하고 체선율을 개선하고자 하는 연구는 진행되지 않았다.

본 연구에서는 대상해역을 이용하는 해역이용자 및 항만 운영사들의 의견수렴과정을 거쳐 항만의 개발 및 항로 개선 사업 시 Maritime Safety Act(2019)에서 요구하는 해상교통안전진단을 수행하고 있으나, 항로설계기준은 국내 항만 및 어항설계지침에 따라 평가하여 대상해역의 개선방안을 제시하고자 하였다. 연구 방법으로는 항로설계기준 검토 및 해상교통혼잡도 평가를 위하여 GICOMS 자료를 활용하여 묘도수로를 이용하는 선박의 특성을 파악하고, 항로의 폭, 수심 등을 파악하였다. 또한 Full-mission 선박조종시뮬레이션을 이용하여 선박운항자가 느끼는 위험도를 측정하여 묘도수로의 개선방안을 제시하였다. 이러한 개선방안은 묘도수로를 이용하는 선박의 안전성과 체선율을 개선할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 묘도수로 현황

묘도수로는 여수항 위험물 공용부두(중흥부두 및 석유화학부두)와 낙포부두 사이의 항로로써 제2항로~중흥부두를 향해하는 선박이 이용하는 항로이며 가장 좁은 수역의 항로 폭은 200미터이다. 「여수·광양항 선박교통안전규정」 고시에 따라 묘도수로를 항행하는 총톤수 500톤 이상의 선박(예인선 및 결합선의 경우 피예인선의 총톤수 포함)은 Fig. 1에 보이는 것과 같이 광양항 내 「GS칼텍스 제1제품부두」 동측 끝단으로부터 「광양항 삼남 제4호 등부표」 사이의 해역에서 선박 간 교행(交行)이 금지되어 있으며, 이 구역을 항행하는 선박은 8노트 이하의 안전한 속력으로 통항하게 되어 있다. 따라서 중흥부두 및 석유화학부두, 낙포부두를 이용하는 선박은 묘도수로에서 단독 통항만이 허용되고 있기 때문에 체선율이 높고, 묘도수로를 이용하는 대부분의 선박은 위험화물운반선으로써 해양사고 발생 시 대형 해양 환경오염피해가 예상되고 있다.

해양수산부 제4차 항만기본계획(2021년~2030년) 고시에 따라 묘도수로를 이용하는 6개 항만(묘도LNG부두, 낙포부두 증설, GS칼텍스 신규부두, GS 제2제품부두, LG화학제품부두, 석유화학부두 증설)이 추가로 건설될 예정이며, 이에 따라 현재와 같이 묘도수로에서 단독통항 및 8노트 이하의 제한된 통항 속력으로 인하여 중흥부두 및 여천부두에 위치한 석유화학 부두 등에서 체선율은 점점 증가할 것이며, 해양사고의 위험도 증가할 것으로 예상되고 있어 묘도수로의 개선이 시급한 실정이다.

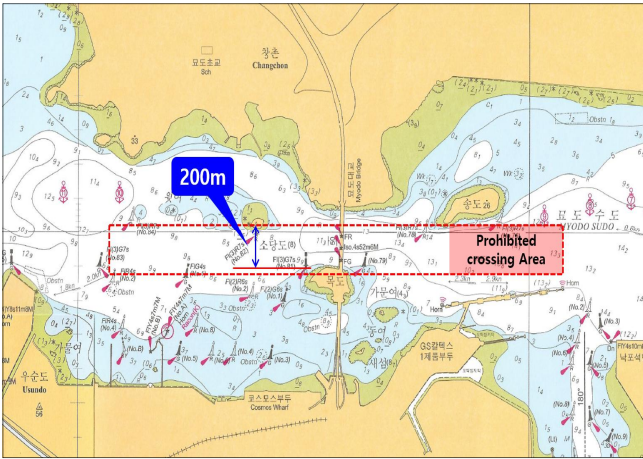


Fig. 1. State of Myodo-Strait.

### 3. 해상교통환경 분석

묘도수로의 해상교통환경을 분석하기 위하여 해양수산부의 GICOMS 자료와 해양수산부 제4차 항만기본계획 고시를 기반으로 현재 및 장래의 해상교통혼잡도를 분석하였으며, 대상해역의 선박통행 안전성을 평가하기 위하여 해사안전법에 의한 해상교통안전진단에서 요구하는 항로설계기준 평가를 통하여 항로 폭 및 수심에 대한 안전성을 검토하였다.

해양수산부의 7일간 GICOMS(2019. 4. 11.~4. 17.) 자료에 의하면 묘도수로를 통행하는 선박은 일평균 77.0척이 이용하고 있는 것으로 조사되었으며, 7일간 조사기간 중 선종별로는 예인선 583척(54.0%), 위험물운반선 271척(20.1%) 분석되었다.

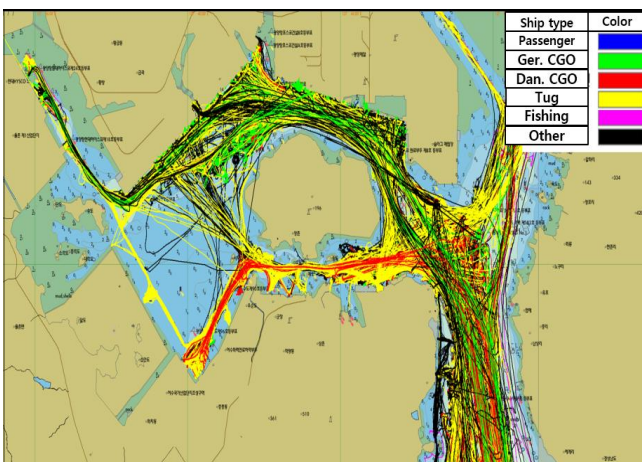


Fig. 2. Vessel Traffic Flow near Myodo-Strait.

해상교통혼잡도  $T_C$  (Traffic Congestion)란 어떤 항로의 해상교통량 수용능력 대비 실제 해상교통량과의 비교를 통해 백분율로 표시한 지표이다. Gong and Yang(2005)은 식(1)과 같이 해상 교통량에 근거한 교통용량을 측정하는 방법을 제시하였다. 해상교통혼잡도 측정 식은 (1)과 같으며 현재나 장래의 항만 입·출항 선박의 척수와 크기를 조사하고 이를 토대로 시간당  $L^2$  환산교통량을 평가하였다. 항해중인 선박이나 정박중인 선박을 위한 필요한 해면의 면적은 일반적으로 선박 길이에 2배( $L^2$ )에 비례하므로 일반적으로 표준선과의 크기에 대한 평가는  $L^2$  환산교통량을 이용하고 있다. 또한, 항로가 수용할 수 있는 실용교통용량( $Q_P$ , Practical Traffic Volume)과 비교함으로써 그 값이 허용 범위 내에 들어가는지의 여부로써 해상교통혼잡도( $T_C$ )를 평가하였다.

$$T_C = \frac{Q_T}{Q_P} \quad (1)$$

여기서,  $T_C$  : 해상교통혼잡도(%)

$Q_T$  : 시간당  $L^2$  환산교통량

$Q_P$  : 실용교통용량

본 연구에서는 묘도수로의 해상교통량 처리 능력을 분석하여 통행하는 선박의 허용능력을 평가하기 위하여 7일간 GICOMS(2019. 4. 11.~4. 17.) 자료를 활용하였다.

Table 1은 여수·광양항의 주요 선박통행로에 대한 해상교통혼잡도를 나타낸 표이다. 묘도수로의 평균 해상교통혼잡도 평가 결과 Table 1에서 보는 것과 같이 피크시간 해상교통혼잡도는 71.01%로 분석되었으며, 현재 선박통행량에 따른 장래 추정교통량과 항만개발계획에 따른 증가치를 산정하여 평가한 결과 장래 피크시간 해상교통혼잡도는 73.36%로 분석되었다. 현행 묘도수로에서 단독통행만이 허용되고 있기 때문에 묘도수로를 이용하는 항만운영사 및 항만대리점은 매일 선석회의를 거쳐 묘도수로를 이용하는 선박이 항만에 입출항하는 선박의 일정을 조율하고 있다. 그럼에도 불구하고 현행 및 장래 피크시간 해상교통혼잡도는 매우 높게 분석되었다.

또한, 묘도수로를 해역이용자(대상 해역 운항 선장 및 부두 운영사) 및 전문가(도선사, VTS, 여수지방해양수산청, 항만공사 등)를 대상으로 2020년 9월 중 3차례의 의견수렴결과 묘도수로를 이용하는 선박의 교통량 증가 및 대형화로 인한 선박통행 안전성 확보 및 항만 체선료 감소를 위해 묘도수로에서 확장할 수 있는 최대항로 폭을 확보하여 경제성 확보가 시급하다는 의견을 제시하였다.

Table 1. Estimation of Peak time Vessel Traffic Congestion in Yeosu-Gwang port, 2025

Area	Current Peak time Vessel Traffic Congestion	Future Vessel Traffic increase	Port development Plan increase	Future Peak time Vessel Traffic Congestion
Myodo-Strait	71.01 %	0.11 %	2.24 %	73.36 %
Leesunsin Bridge	44.66 %	2.96 %	0.78 %	48.40 %
Container wharf	54.15 %	3.69 %	0.99 %	58.83 %
Hyundai Hysco wharf	50.93 %	8.18 %	0.07 %	59.18 %

Source: GICOMS by Ministry of Oceans and Fisheries, 2019

#### 4. 묘도수로 개선 방안

현재 묘도수로의 항로 폭은 200m이며, 묘도대교 경간장을 감안하여 묘도수로를 확대할 수 있는 최대 항로 폭은 300 m이다. 여수지방해양수산청에서는 제4차 항만기본계획에 묘도수로를 통항할 수 있는 대상선박을 Table 2와 같이 1.5만DWT급 위험화물운반선이 교행할 수 있도록 설정하여 여천일반부두 및 증흥부두의 개발을 계획하고 있다.

Table 2. Target Ship Specification

Ship Type	Size	LOA	Width	Load draft
Dangerous Goods Carrier	15,000 DWT	154.0 m	23.4 m	8.6 m

여수지방해양수산청에서 제4차 항만기본계획에 묘도수로를 이용하는 대상선박의 통항을 위해서는 Fig. 5와 같이 묘도대교의 경간장을 고려하여 소당도를 제거하고 송도 일부 구역을 제거하여 항로 폭을 300m로 확장하고 직선화하여 선박의 교행통항이 가능하게 하여야 할 것이다.

본 연구에서는 묘도수로의 항로 폭을 300m로 확대하였을 경우 대상선박이 통항하는데 있어서 항로설계기준에서 요구하는 항로 폭 및 수심 조건과 선박조종시물레이션 평가를 통하여 선박통항 안전성을 검증하였다.

#### 4.1 항로설계기준 검토

##### 1) 항로 폭

MOF(2017) 항만 및 어항설계기준에서 선박이 교행할 수

있는 왕복항로의 경우 선박길이(전장)에 1.5 L를 요구하고 있어 대상선박이 교행하기 위한 항로 폭은 식(2)와 같이 231.0 m로 항로 폭 확장에 따른 계획 항로 폭 300m는 항만 및 어항설계기준에서 요구하는 항로 폭 조건을 만족하는 것으로 평가되었다.

$$M.L(154.0 \text{ m}) \times 1.5 = R.L(231.0 \text{ m}) \quad (2)$$

여기서, M.L : 대상선박의 길이(m),

R.L : 설계기준에서 요구하는 항로 폭(m)

##### 2) 항로 수심

항만 및 어항설계기준에서 정온이 확보된 항내의 경우 선박통항에 필요한 요구수심은 선박흘수에 10%의 추가수심을 요구하고 있어 대상선박이 통항할 수 있는 항로 수심은 식(3)과 같이 9.46m가 필요하다. 현행 묘도수로의 수심은 9.46m 미만의 구역이 다수 존재하고 있어, 향후 대상선박의 통항을 위해서는 항만 및 어항설계기준에서 요구하는 9.45 m 이상의 준설이 필요한 것으로 검토되었다.

$$M.d(8.6 \text{ m}) \times 10 \% = R.d(9.45 \text{ m}) \quad (3)$$

여기서, M.d : 대상선박의 만재흘수(m),

R.d : 설계기준에서 요구하는 필요 수심(m)

#### 4.2 선박조종시물레이션 평가

선박조종시물레이션 평가는 Full-mission 선박조종시물레이션을 이용하여 여수항 도선사를 포함하여 1급 이상의 항해사 면허를 소지한 인원이 참여하였으며, 선박조종시물레이션 평가에서는 현행항로 조건에서 대상선박의 교행상황과 항로 폭 확장에 따른 항로 개선안 조건에서 각 7회의 평가를 통하여 대상선박의 교행상황을 비교분석하였다.

또한, 본 연구에서는 시물레이션을 이용한 항로이탈(충돌) 확률을 구하기 위하여 대상해역에서 통항 선박의 항적으로부터 위험장애물과의 이격거리를 산출하였고, 산출된 자료들의 평균과 표준편차를 정규분포 확률을 이용하여 식(4)와 같이 계산하였다.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right) \quad (4)$$

여기서, x : 기준점과의 거리,

μ : 평균 값,

σ : 표준편차

1) 현행항로 조건

현행항로 조건에서 Fig. 3과 같이 17개의 항행위해요소 지점을 선정하여 교행 중 입항선박과 출항선박의 항해위해요소 기준점과의 최근접거리는 입항선박의 경우 P9 지점과 12m, 출항선박의 경우 P10 지점과 3m로 평가되었으며, 선박간 최근접거리는 53m로 평가되었다.

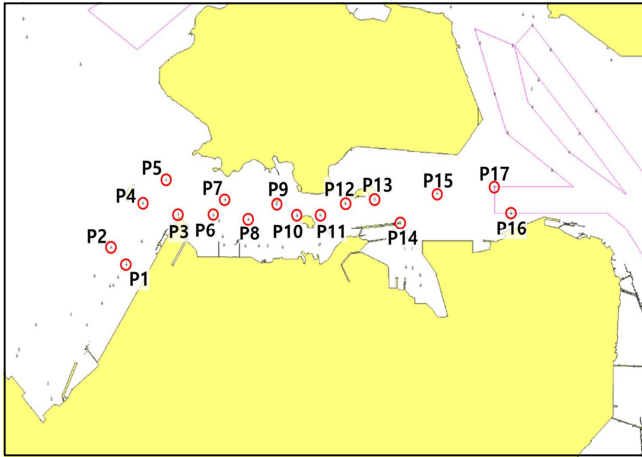


Fig. 3. Point of Vessel Traffic Hazardous Factors (Current).

Table 3. Distance of Hazardous Factors and Collision Probability

Point (P)	Distance of Hazardous Factors (m)	Collision Probability
P1	169.3	0
P2	158.3	0
P3	177.7	$1.35 \times 10^{-5}$
P4	189.3	$1.56 \times 10^{-7}$
P5	327.7	$1.05 \times 10^{-16}$
P6	151.7	$3.18 \times 10^{-8}$
P7	66.7	$6.16 \times 10^{-3}$
P8	187.0	$1.32 \times 10^{-14}$
P9	18.7	$1.98 \times 10^{-2}$
P10	142.0	$1.67 \times 10^{-5}$
P11	88.3	$2.24 \times 10^{-7}$
P12	42.0	$1.17 \times 10^{-2}$
P13	59.0	$6.63 \times 10^{-2}$
P14	286.3	$1.77 \times 10^{-13}$
P15	81.0	$7.28 \times 10^{-3}$
P16	229.0	$1.34 \times 10^{-62}$
P17	137.7	$7.94 \times 10^{-10}$
Between ship	79.0	$3.97 \times 10^{-2}$

교행 중 입출항 선박의 항행위해요소 기준점과의 최근접 거리에 대한 항로이탈(충돌) 확률은 Table 3과 같이 입항선박의 경우 P13 지점에서  $6.63 \times 10^{-2}$ 로 가장 높게 나타났으며, 이는 AASHTO LRFD(2012) 설계기준의 Method II 방법에서 항로설계 및 교량 통행 안전성 분석에 통상 사용되고 있는 권고 확률인  $10^{-4}$ 보다 높아 선박 통행 안전성을 확보하지 못하는 것으로 평가되었다.

대상해역을 이용하고 있는 여수항 도선사가 참여한 선박조종자의 주관적 평가에서는 5점 척도로 평가하였으며, Table 4와 같이 입항선박과 출항선박 모두 평균 -2.33 이상으로 해상교통안전진단에서 요구하는 운항자의 안전성 확보 기준인 -2(위험) 이상으로 평가되어, 현행항로에서 선박 교행 시 선박 운항자가 느끼는 위험도는 위험하다고 평가되어 안전성을 확보하지 못한 것으로 분석되었다.

Table 4. Vessel Operator Subjective Evaluation (Current)

Vessel	Category	Case 1	Case 2	Case 3	Average
Inbound Ship	Dangerous	-3	-2	-2	-2.33
	Difficulty	-3	-3	-3	-3.00
Outbound Ship	Dangerous	-3	-2	-2	-2.33
	Difficulty	-3	-2	-3	-2.67

2) 항로 폭 확장 조건

현행항로 조건에서 Fig. 4와 같이 14개의 항행위해요소 지점을 선정하여 교행 중 입항선박과 출항선박의 항해위해요소 기준점과의 최근접거리는 입항선박의 경우 P12 지점과 53m, 출항선박의 경우 P8 지점과 55m로 평가되었으며, 선박간 최근접거리는 60m로 평가되었다.

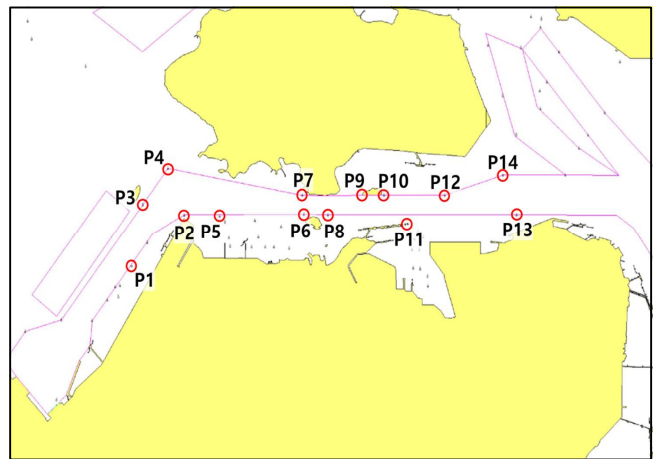


Fig. 4. Point of Vessel Traffic Hazardous Factors (Expansion).



교행 중 입출항 선박의 항행위해요소 기준점과의 최근접 거리에 대한 항로이탈(충돌) 확률은 Table 5와 같이 입항선박의 경우 P3 지점에서  $1.53 \times 10^{-6}$ 로 가장 높게 나타났으며, AASHTO LRFD 설계기준의 Method II 방법에서 항로설계 및 교량 통행 안전성 분석에 통상 사용되고 있는 권고 확률인  $10^{-4}$ 보다 낮아 선박 통행 안전성을 확보하는 것으로 평가되었다.

Table 5. Distance of Hazardous Factors and Collision Probability

Point (P)	Distance of Hazardous Factors (m)	Collision Probability
P1	148.3	0
P2	329.0	$2.15 \times 10^{-73}$
P3	125.3	$1.53 \times 10^{-6}$
P4	394.7	$8.48 \times 10^{-71}$
P5	357.3	$1.46 \times 10^{-33}$
P6	175.3	$2.18 \times 10^{-43}$
P7	91.3	$5.18 \times 10^{-12}$
P8	175.7	$3.43 \times 10^{-52}$
P9	88.0	$2.89 \times 10^{-15}$
P10	88.0	$1.63 \times 10^{-10}$
P11	308.0	$1.44 \times 10^{-107}$
P12	83.3	0
P13	344.3	$1.23 \times 10^{-73}$
P14	258.7	$1.93 \times 10^{-38}$
Between ship	68.0	$5.88 \times 10^{-14}$

선박조종자의 주관적 평가에서는 Table 6과 같이 입항선박과 출항선박 모두 평균 +1 이상으로 해상교통안전진단에서 요구하는 운항자의 안전성 확보 기준인 -2(위험) 이하로 평가되어, 현행항로에서 선박 교행 시 선박운항자가 느끼는 위험도는 약간안전으로 평가되어 안전성을 확보하는 것으로 분석되었다.

Table 6. Vessel Operator Subjective Evaluation (Expansion)

Vessel	Category	Case 1	Case 2	Case 3	Average
Inbound Ship	Dangerous	+1	+1	+1	+1
	Difficulty	+1	+1	+1	+1
Outbound Ship	Dangerous	+1	+1	+1	+1
	Difficulty	+1	+1	+1	+1

#### 4.3 해상교통혼잡도 평가

현행 묘도수로의 항로 폭은 200 m인 경우에서 선박이 8노트의 속력으로 통항하는 경우와 확로 폭을 300m로 확장하여 선박이 10노트의 속력으로 통항하는 경우에 1.5만DWT급 대상선박이 통항하는데 있어서 해상교통혼잡도를 평가한 결과 Table 7과 같이 현행 항로의 경우 피크타임 해상교통혼잡도가 71.01 %에서 항로 폭 확장 후 선박 교행이 이루어지는 상황에서도 장래 피크타임 해상교통혼잡도가 48.91 %로 피크타임 해상교통혼잡도는 크게 낮아지는 것으로 평가되어, 항로를 이용하는 선박의 안전성이 크게 개선되는 것으로 판단되었다.

Table 7. According to the expansion of Fairway on Future Peak time Vessel Traffic Congestion, 2025

Current Peak time Vessel Traffic Congestion (%)		Future Peak time Vessel Traffic Congestion (%)	
Current	Expansion	Current	Expansion
71.01	47.34	73.36	48.91

#### 4.4 묘도수로 개선 방안 제시

여수지방해양수산청에서 제4차 전국항만기본계획에 반영하고자 하는 묘도수로 이용 대상선박(1.5만DWT급 위험화물 운반선)을 기준으로 대상해역의 해상교통환경 분석자료와 해역이용자 의견수렴을 거쳐 항만 및 어항설계기준 검토 및 해상교통안전진단에서 요구하는 선박조종시뮬레이션 평가 등을 기반으로 Fig. 5와 같이 묘도수로의 항로 개선 방안을 제시하고자 한다.

##### 1) 항로 폭

묘도대교의 경간장을 고려하여 묘도대교를 부근에서 확보할 수 있는 최대 항로 폭은 300 m이다. 묘도수로 이용선박이 통항하는 구역에서 Fig. 5에서 빨간색 5개 구역의 항만이 추가로 개발되거나 증설계획을 가지고 있다. 따라서 대상해역의 이용선박의 안전 통항을 위한 최대 항로 폭 확보를 위해서는 소당도를 제거하고 송도 일부구역을 제거하여 항로를 직선화하는 방안을 제시한다. 또한, Fig. 5에서 파란색 사각형 구역은 항만 개발로 인하여 부두와의 이격거리 확보 및 변침구역으로 선회구역 확보 및 선박의 안전한 교행통항을 위하여 수역의 확장준설방안을 제시한다.

##### 2) 수심

대상해역의 수심은 9.50 m로 준설하는 방안을 제시함으로써, 식(3)에서 항만 및 어항설계기준에서 요구하고 있는 대

상선박 1.5만DWT급 위험화물운반선이 통항하는데 요구되는 9.46 m 이상의 수심을 확보할 수 있으며 약간의 여유수심을 추가로 확보할 수 있어 선박 통항에 안전을 추가적으로 확보할 수 있을 것으로 판단되었다.

### 3) 통항조건

현재 묘도수로의 선박 통항조건인 「여수·광양항 선박교통안전규정」 고시에 따라 묘도수로를 항행하는 총톤수 500톤 이상의 선박(예인선 및 결합선의 경우 피예인선의 총톤수 포함)은 선박 간 교행(交行)이 금지되어 있으며, 이 구역을 항행하는 선박은 8노트 이하의 안전한 속력으로 통항하게 되어 있다. 묘도수로의 항로 폭을 300 m 확대 직선화함으로써 대상해역에서 선박의 교행이 가능하게 되고 선박의 통항 속도도 10노트로 상향할 수 있어 대상해역에서 선박이 점용하는 시간이 축소되어 해상교통혼잡도 역시 개선될 것으로 판단되었다.

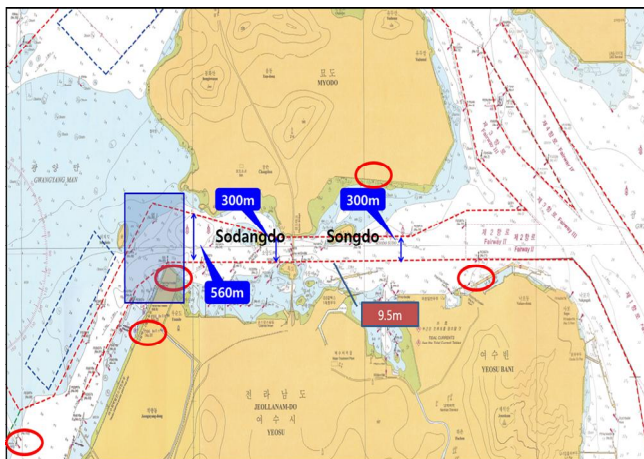


Fig. 5. Improvement Plan for Myodo-Strait.

## 5. 결론

여수항의 묘도수로는 위험화물정제품 부두가 집중되어 있고 여천일반부두와 중흥부두를 이용하는 위험화물운반선의 주요통항로써 향후 추가적인 부두 개발로 인하여 선박이 대형화되고 통항량이 증가될 것으로 전망되고 있다. 그러나 현재 묘도수로에서는 단독통항만이 허용되고 있어 묘도수로 이용선박 부두의 체선료가 증가하고 있는 추세이며, 선박통항량 증가로 인한 안전성이 검증되어야 하는 시기이다.

본 연구에서는 여수항의 위험화물운반선의 주요 통항로로 이용하고 있는 묘도수로의 항로 현황과 해상교통환경을 분석하여 항로설계기준 검토 및 선박조종시물레이션 평가를 통하여 묘도수로의 개선방안을 제시하였다.

첫째, 묘도대교의 경간장을 고려하여 소당도를 제거하고 송도 일부구역을 제거하여 항로 폭을 300m로 확장하고 직선화하여 선박의 교행통항이 가능하게 하여야 할 것이다.

둘째, 묘도수로의 수심을 9.5m로 준설하여 대상선박 1.5만 DWT급 위험화물운반선이 통항하는데 있어서 항만 및 어항 설계기준에서 요구되는 9.46 m 이상의 수심을 확보할 수 있으며 약간의 추가적인 여유수심도 확보할 수 있을 것으로 평가되었다.

셋째, 현재 대상선박이 묘도수로를 통항하기 위해서는 「여수·광양항 선박교통안전규정」 고시에 따라 단독통항으로 8노트 이하의 속력으로 통항하여야 한다. 그러나 묘도수로의 항로 폭을 300 m 확장 직선화하는 경우 선박의 교행통항이 가능하게 됨으로 대상해역의 통항 속력으로 10노트로 상향할 수 있어 대상해역에서 선박이 점용하는 시간이 축소되어 해상교통혼잡도 역시 개선될 것으로 판단된다.

묘도수로는 위험화물 운반선의 주요 통항로써 여수항의 화약고라고 불리우고 있고 추가적으로 다수의 묘도수로 이용선박의 부두 개발이 예정되어 있어 선박이 대형화되고 통항량 또한 증가될 것으로 예상되고 있다. 해양사고의 위험성 해소와 항만의 체선료 개선을 통한 경제성을 확보하기 위해 묘도수로에서의 교행이 가능하도록 묘도수로에서 확보할 수 있는 최대 항로 폭(300m)으로 확장하는 것이 시급하다고 판단된다.

## 후 기

이 연구는 (주)헤인이엔씨에서 발주한 ‘광양항 안전항로 타당성 검토’ 중 해상교통안전평가 용역 및 “선박조종시물레이션”의 일환으로 수행되었음.

## References

- [1] AASHTO LRFD(2012), American Association of State Highway and Transportation Officials Land-and-resistance factor design, pp. 138-156.
- [2] Gong, I, Y. and C. S. Yang(2005), A Review on the Estimation of Traffic Capacity and Operating Rate of A Fairway, Journal of Navigation and Port Research, The Korea Association of Shipping and Logistics, A collection of papers for the Spring Academic Congress, Vol. 29(1), pp. 231-235.
- [3] Hur, J. S, S. G. Kim and Y. S. Choi(2019), A Study on Demurrage Mitigation Plan of Gwangyang Ports, The Korea Association of Shipping and Logistics, Vol. 35(2), pp. 305-322.

- [4] Jang, H. H. and S. R. Kim(2019), A Study on the Cargo Throughout of Yeosu-Gwangyang Port by Concentration Index, Journal of Korea Port Economic Association, Vol. 35(4), pp. 169-186.
- [5] Kim, S. Y, J. S. Lee, S. J. Jeon, H. H. Shin and D. J. Kim(2017), Marine traffic survey of Yeosu-Gwangyang Port by using the ECDIS, Journal of the Fishing Technology Institute, Vol. 10, pp. 6-12.
- [6] Kim, D. J(2016), Characteristics of Ships Traffic Route in Yeosu Gwangyang Port, The Korean Society Fisheries And Sciences Education, Vol. 28(2), pp. 539-549.
- [7] Kim, D. J, H. H. Shin and D. H. Jang(2020) Analysis of Long-Term Variation in Marine Traffic Volume and Characteristics of Ship Traffic Routes in Yeosu Gwangyang Port, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol 26, pp. 31-38.
- [8] Ministry of Oceans And Fisheries(2017), Guidelines of Port and Harbor Design, Chapter 9 Water Facilities, pp. 7-10.
- [9] Maritime Safety Act(2019), <https://www.law.go.kr/LSW/eng/engLsSc.do?menuId=2&section=lawNm&query=%ED%95%B4%EC%82%AC%EC%95%88%EC%A0%84%EB%B2%95&x=0&y=0#liBgcolor0>.
- [10] Park, N, K. and S. C. Suh(2018), The Analysis of Ship Waiting in Oil Terminal By Simulation: The Case of Gwangyang Port, Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 30(6), pp. 1891-1900.
- [11] PORT-MIS(2020), <https://new.portmis.go.kr/portmis/websquare/websquare.jsp?w2xPath=/portmis/w2/main/index.xml&page=/portmis/w2/cm/sys/UI-PM-MT-001-021.xml&menuId=0045&menuCd=M4735&menuNm=%BB%E7%C0%CC%C6%AE%B8%CA>.
- [12] Yeosu Regional Office of Oceans and Fisheries(2021), [https://yeosu.mof.go.kr/bbs?id=tender\\_notice&flag=det&idx=9440&cPage=1](https://yeosu.mof.go.kr/bbs?id=tender_notice&flag=det&idx=9440&cPage=1).

---

Received : 2021. 07. 27.

Revised : 2021. 08. 30. (1st)

: 2021. 09. 14. (2nd)

Accepted : 2021. 10. 28.