

통영항 다목적부두 건설에 따른 해상교통안전진단 고찰

† 이 윤 석

† 한국해양대학교 해사대학 선박운항과 교수

요 약 : 통영항에 5,000DWT급 여객선과 일반화물선이 이용 가능한 다목적부두 건설을 위해 해상교통현황 조사 및 측정, 통항 및 접·이안안전성, 계류안전성 등과 같은 해상교통안전진단을 실시하였다. 연안항으로 지정·운영되고 있는 통영항 다목적부두의 안전진단 수행 과정에서 부각된 항만 및 수역시설에 대한 안전관리 체계의 미비점, 전담 부서의 부재, 임의도선구의 문제점 등을 고찰하고자 한다. 특히 국내 연안항 항만개발 사업의 대부분이 해당 도·시·군이 직접 시행하는 경우가 많아 항만개발과 수역시설의 안전관리사이의 공백이 발생하고 있어, 향후 연안항 안전관리체계 전반에 대한 구조적 개선이 필요할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 연안항, 해상교통안전진단, 안전관리체계, 항만 및 수역시설, 임의도선구

1. 통영항 다목적부두 진단 개요

통영항 다목적 부두 건설공사 기본 및 실시설계 - 해상교통안전진단 -



과업명 : 통영항 다목적 부두 건설공사 기본 및 실시설계
과업위치 : 경상남도 통영시 항남중 앞길(다목적 부두)
과업기간 : 2012.06.21 ~ 2012.12.10 (약 6개월)
과업 목적
 1) 선형 연구 관련(항만 개발 계획 중)
 2) 해상교통안전진단시행지침에 의거 진단 평가 및 심의
발주처 및 주관청 : 유세원중합기술, ㈜덕성, 경상남도 항만국립과
협력부서 : 마산지방해양항만청, 경상남도 항만관리사무소

2. 자연환경 및 항행여건 진단

수역시설 [항로 설계기준 검토]

- 항로의 폭, 수심 중 일반적인 평면배치 기준은 **국내 항로설계지침, PIANC Rule** 적용
- 통영항 최소 항로폭 적용하여 항로 설계 적합성 판단

대상 선박	면도 항로폭 (m)		항복 항로폭 (m)		통영항 항로폭 적합여부 (최소 항로폭 : 370m)
	최소	최대	최소	최대	
5천 DWT급 화물선	31	116	68	229	적합
5천 GT급 여객선	36	135	79	267	적합

부두 전면 선외장 설계기준 검토 (PIANC Rule)

대상 선박	산정기준	계산결과		통영항 선외장 규모 적합여부 (선외장 규모 : 270.0m)
		예선에 의한 선외	계산결과	
5천 DWT급 화물선	2L	예선에 의한 선외	220.0m	적합
5천 GT급 여객선		선외	250.0m	적합

2. 자연환경 및 항행여건 진단

항행에 영향을 미치는 주요 요소

풍향 및 풍속

월별 평균풍속 : 22 ~ 27 m/s
 월별 최대풍속 : 31.6 m/s - 8월
 최대순간풍속 : 46.6m/s(SF) ←태풍영향
 풍향 : N-NE 우세(북이 NNE)

최대파고

최대 파고 : 14.17 M
 최대 파고의 파향 : SSW-SSW
 최대 파고의 주기 : 12.13-17.17sec
 (자료 : 전해역 심해설계과 추정보고서)

조류

대상해역 조류 : 0.2~0.3kts
 → 조류의 영향이 거의 없는 안전수역

안개

연안 안개발생일수 : 17.9일
 2일이상의 안개가 발생하는 날 : 5월 ~ 7월
 1일이하의 날 : 8월 ~ 3월
 → 5~7월이 안개발생일수가 길기 때문에 주의항행 필요

2. 자연환경 및 항행여건 진단

수역시설 [항로 설계기준 검토]

- 항로 수심, 부두 전면 선외장 설계기준 검토 (PIANC Rule)

대상 선박	최대 흘수 (m)	계산결과 (필요수심 : H)		수심 적합 여부
		H=D+0.15D	계산결과	
5천 DWT급 여객선	6.5	H=D+0.15D	7.475m	1. 부두 전면 박지 수심 → 만족
		H=D+0.10D	7.15m	
5천 DWT급 화물선	6.0	H=D+0.15D	6.90m	2. 항로 6.2m 구간 존재 → 준설 필요
		H=D+0.10D	6.60m	

항로 준설 협의 사항 및 고찰

- 사업 대상 전면해역(부두 전면)의 수심은 만족(DL - 8m)
- 항내 항로 인근 부분적으로 수심 준설 필요 → **준설 담당? (사업자, 경상남도, 마산청)**
- 예산 확보 필요 및 준설도 투기장 두께**
- 다목적부두 개발 이후 항로 수심 고려 운항 흘수 제한 6.0m로 제한 후 협의 완료

† 대표저자 중신회원 lys@hhu.ac.kr

3. 해상교통시스템 적정성 진단

해상교통현황 조사 방법

■ 해상교통조사분석시스템(Marine Traffic Survey-Analysis System)

- 1) 해상교통흐름 실태 조사(AIS/Radar, GICOMS-해양안전통신시스템)
- 2) 해상교통현황 특성 분석
 - 일자별, 시간대별, 선종별, 선박 규모별, 경로대별 중앙 특성 분석
 - 시간대별, 선종별 및 선박규모별 주요 통행로를 분석하여 정확한 교통환경 파악

시스템의 개요

향적 분포 예시

3. 해상교통시스템 적정성 진단

선박조종시뮬레이션 수행결과

여객선-주간 입항 항적도 (P-1 입항)

P-1 접안 시뮬레이션 근접도 통계량

P-1 접안 시뮬레이션 제어도 통계량

조류: 300° / 0.2knots(최강양조류), 065° / 0.6knots(최강낙조류)
 바람: 022.5°(NNE), 202.5°(SSE) / 27kts
 파도: 022.5°(NNE), 202.5°(SSE) / 1.5m

- 근접도 평가: NO.2 Buoy와 평균 88m 근접거리 유지, 교행선박과 평균 61.67m 확보함. 충돌확률 10⁻⁴ 미만으로 안전진단 평가기준 만족함.
 - 제어도 평가: 여유조타량 및 기판제어량이 50% 이상 확보되어 운항안전성이 확보됨.
 - 주관적 평가: 충돌안전성 - "안전", 원어안전성 - "안전"

3. 해상교통시스템 적정성 진단

해상교통 혼잡도 평가

충영항 다목적부두 전면 해상교통 혼잡도

선속 (kts)	일유교통량 (척/h)	환산교통량(항목, 척/h)		교통혼잡도	
		2017년	2022년	2017년	2022년
4	9.84	0.94	0.97	9.5%	9.5%
6	14.76			6.4%	6.5%
8	19.96			4.8%	4.9%

▶ 저속인 4knots에서도 혼잡도는 최대 10%미만으로 교통혼잡 발생 가능성이 적음

충영항 다목적부두 전면 Peak Time 해상교통 혼잡도

선속 (kts)	일유교통량 (척/h)	피크타임 환산교통량 (오후 2-3시, 척/h)		교통혼잡도	
		2017년	2022년	2017년	2022년
4	9.84	2.21	2.27	22.5%	23.1%
6	14.76			15.0%	15.4%
8	19.96			11.2%	11.9%

▶ 선박 폭주 시간대의 최대 혼잡도는 23.1% 미만으로 원활한 해상교통을 유지 판단

3. 해상교통시스템 적정성 진단

선박조종시뮬레이션 수행결과

여객선-주간 출항 항적도 (P-2 입항)

P-2 이안 시뮬레이션 근접도 통계량

P-2 이안 시뮬레이션 제어도 통계량

조류: 300° / 0.2knots(최강양조류), 065° / 0.6knots(최강낙조류)
 바람: 022.5°(NNE), 202.5°(SSE) / 27kts
 파도: 022.5°(NNE), 202.5°(SSE) / 1.5m

- 근접도 평가: NO.3 Buoy와 선박간 11m 이상, 교행선박과 평균 64.43m의 최근접 거리 확보함. 충돌확률 10⁻⁴ 미만으로 안전진단 평가기준 만족함.
 - 제어도 평가: 여유조타량 및 기판제어량은 해상교통안전진단 기술기준인 50% 이상으로 운항안전성 확보됨.

3. 해상교통시스템 적정성 진단

대상해역 및 선박 모델링

■ 대상 해역 2차원 모델링

■ 대상 해역 3차원 모델링

■ 대상 선박의 주요 제원

대상선박	길이(m)	폭(m)	흘수(m)	비고
5,000 G.T 여객선	125m	18.8m	6.0(F)/6.5(A)	
5,000 DWT 화물선	110m	16.06m	5.5(F)/6.0(A)	

3. 해상교통시스템 적정성 진단

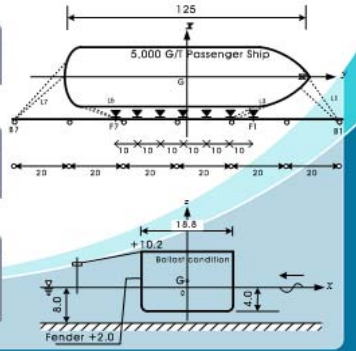
선박조종시뮬레이션 종합평가

1. 동영 다목적부두 동향 및 접. 이안 시뮬레이션 수행 후 근접도/제어도/선박운항자의 주관적 평가 결과, 안전성 확보가 가능한 것으로 판별됨.
 - 근접도 평가: 입출항시 돌부표 및 교행 선박과 충분한 안전거리를 유지됨. 시나리오별 충돌확률 안전기준 만족
 - 제어도 평가: 조타기 및 엔진의 평균 여유제어력이 50% 이상 확보 안전 기준 만족
 - 주관적 평가: 여객선 동향 및 접. 이안안전성 "안전", 화물선 동향 및 접. 이안안전성 "약간 안전"
2. 비상상황(엔진고장 및 조타기고장)에 대한 시뮬레이션 결과, 비상상황에 적절하게 대응할 수 있는 여유 해역이 확보되어 있어 운항자가 신속한 대응조치를 통해 안전한 해역에 선박의 정선 또는 투묘가 가능한 것으로 평가됨. 다만, 비상사태에 대비하여 항내 예인선(1척)의 상시 대기를 권고함.

3. 해상교통시스템 적정성 진단

시뮬레이션 조건 설정

- 대상선박**
5,000톤급 여객선(경해상대, 우현입안)
- 익력조건**
파랑(S계열, 1.5m)
바람(INNE&SSE, 20m/s, 25m/s, 30m/s)
- 계류시스템**
계류식(50mm, 8개)
방연제(BP Type 800H+1000L, 7개)
계선루(견인력 35톤, 20미터 간격 7개)



4. 해상교통 안전대책

해상교통안전대책

- ▶ 전이안 및 육상 부두시설임용 식별할 수 있는 야간 조명시설 설치
- ▶ 강풍속(20노트이상) 또는 야간, 저시정시 안전운항 및 VHF 안의 통항 유도
- ▶ 상시 운용 가능한 항내 예선이 투입할 수 있도록 항내 예선과 비상 연락체계 구축

항후 교통정체기시 안전대책

- ▶ 항로표지 이설 검토(No.1 Buoy→남쪽, No.2 Buoy→북쪽)
- ▶ 전면 박지는 최소 DL -8m가 확보하도록 준설계획이나 항내 저수심구역 준설필요
- ▶ 항후 선박의 입출항이 빈번할 경우 질적적인 Radar 관제검토

3. 해상교통시스템 적정성 진단

계류안전성 종합평가

1. 북동계열에서 Sway의 중요량(54cm)이 가장 큰 범위를 나타냈으나, 기준을 만족하여 하역안전성 확보, 풍속이 30m/s인 경우 선체중요량이 하역한계치의 약 90%에 달하여 계류식 보강 등 조치가 필요할 것으로 판단됨
2. 바람과 파랑이 모두 부두쪽으로 작용하는 경우 방현재에 최대 허용반력의 약 80%(55.2톤)의 반력이 작용하나, 허용범위 이내임
3. 파고 1.5m, 풍속 30m/s인 충격 견인력 30.8톤으로 허용 하중의 88% 수준
→ 운항 예정인 5,603톤 선박 고려 견인력 총대 필요성 재기(마산항)
→ 견인력이 집중되는 선미측 극주 30% 여유 고려 40톤급으로 설계 변경 요청

5. 연안항 안전관리 고찰

연안항 안전관리 문제점

1 안전관리 통합 업무 처리 미비

- ▶ 안전진단 업무 처리 미흡 및 통항 업무 처리 체계 부족
 - 주무관청 : 경상남도 항만국립과(경상남도 항만관리소청)
 - 안전관리 : 마산지방해양항만청(선원해사안전과)
 - 지방 도/시 관계자 → 안전진단제도 인식 부족
 - 사업 주무관청 VS 해역 안전관리 부서의 이원화 → 통항 업무 처리 미비
 - 항만 및 수역시설 장기적 운용 방안 미비
 - 항만운용 효율 고려 다목적부두 설계, 대상선박 규모/수심 준설 방안 미비
 - 중장기적인 항만 및 수역시설에 대한 관리부서 및 전문 인력 부족
- ▶ 해상교통시설 감독기관 : 마산지방해양항만청
 - VTS 관제 : VHF 입출항 통보, 항로표지시설 : 마산항 정기 유지 관리

3. 해상교통시스템 적정성 진단

선박운항자의 제한 및 조치사항

항목	제한 사항	조치사항	시기	수행자
항만시설	조명시설 설치	적절한 간격으로 야간 시설 배치 및 광도 중대 방안 마련	부두 건설 단계에서 시행	경상남도(발주처) 용역사
수역시설	5,000DWT 안전 운항이 가능한 수심 확보	DL(-8m) 수심 확보	부두 건설 전후 단계에서 실시	경상남도(발주처) 용역사
항행지원 시설	No. 1 & 2 Buoy 이동	해상교통항 증가 추세에 따라 점진적 검토 필요	항후 5년 후 해상교통조사 실시	마산지방해양항만청 항로표지시설 담당과
통항 관제	강 풍속, 야간, 시정제한 상황 5,000DWT급 항내 교행 금지	VHF 통신 관제 하여오를 실질적인 통제 근원, 선박운항자 상호 VHF 통신에 따른 합의 통항 유도	부두 건설 이후	경상남도, 선박운항자(선장 및 도선사)
예선 지원	비상상황 대비 상시 예선 1척 대기	통항항 예선 운송사 상시 운용 및 대기	부두 건설 이후	경상남도, 예선 운용 업체

5. 연안항 안전관리 고찰

연안항 안전관리 문제점 및 개선방안

2 연안항 임시 도선구 개선 필요

- ▶ 임시 도선구 운용 → 경상남도 요청 → 마산도선사지의 도선사 파견
- ▶ 모든 외국 선박 및 특정 규모 이상의 선박 → 강제 도선 필요
 - 다수 어선 존재, 교통류 복잡한 해역
 - 도선 업무 근무 환경 개선 필요
 - 집근성 증진, Incentive 부족, Pilot boat 대체 선박 부족 등

3 고찰 및 개선 방안

- ▶ 연안항 관리 도·시·군 관계자 대상 안전진단 관련 교육 및 홍보 필요
- ▶ 연안항 개발 및 안전관리 부서 통합, 독립적 전문 부서 및 인력 배치 필요
 - 예산 확보를 위한 지자체 개발 사업 우선 추진(안전업무 미흡, 조직 및 인력 부족)
 - 항만개발 사업 VS 안전관리 업무 ← 연속성 및 유기적인 협조 체계 부족
 - 수역시설 안전관리 부분은 지방항만청으로 통항 관리 체계 필요
 - ▶ 연안항 임의 도선구 관련 법령 정비 시급 및 효율적 운영 방안 검토 필요