

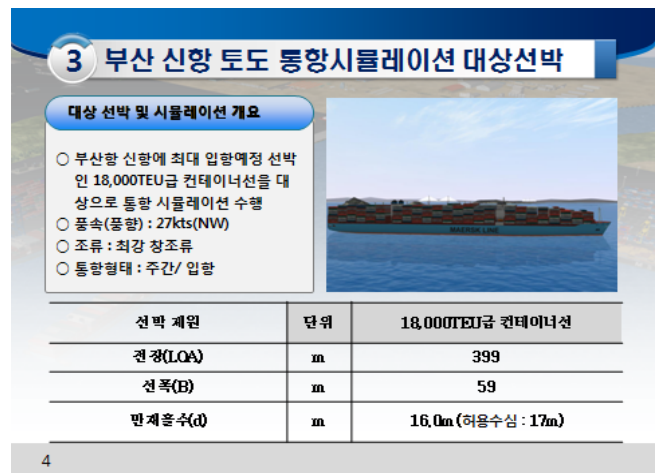
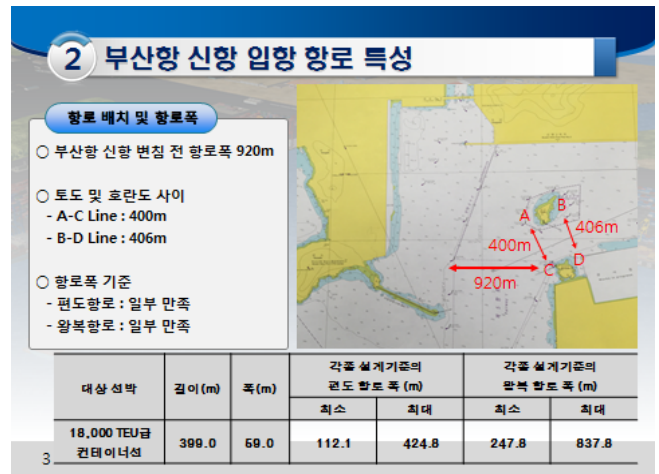
# 부산신항 BLNG터미널 축조에 따른 토도 및 호란도의 충돌확률과 안전수역 확보 방안

† 김세원 · 김종관\* · 정우리\*\*

† 한국해양대학교 항해학부 교수, \*한국해양수산연수원 교수, 한국해양대학교 강사\*\*

**요 약** : 부산신항은 우리나라 최대이자 세계 제6위의 컨테이너화물 처리항만으로 자리매김을 하고 있다. 최근들어 차세대 친환경 선박으로 병커C 연료유 대신에 LNG 연료유를 사용하는 선박개발이 본격화되고 있다. 이에 따라서 부산신항의 항만기본개발계획에 들어 있는 유류중개기지 축조 대신에 Bunker LNG(BLNG)터미널 축조를 검토하고 있다. 이 연구에서는 BLNG터미널 개발과 관련하여 초대형 컨테이너선의 남컨 및 북컨 터미널 입항접안에 장애요소로 작용하고 있는 토도의 유무 및 호란도 절개에 따른 해상안전법 상의 해상교통안전진단시행지침에서 규정하고 있는 위험요소에 대한 충돌확률과 선박 운항자의 주관적 평가를 중심으로 안전수역 확보에 대하여 종합적으로 평가, 분석하였다.

**핵심용어** : 충돌위험도, 최근접거리, BLNG터미널, 토도, 호란도, 주관적 평가, 선박 운항자, 안전수역



† 대표저자 : 종신회원, swkim@kmou.ac.kr

\* 교신저자: 종신회원, jkim@seaman.or.kr

#### 4 18,000 TEU급 통항 시뮬레이션 시나리오

번호	구분	외력 조건			운항 횟수
		바람	파랑	조류	
B-1	주간 입항 통항 (토도제거 상태)	NW/27kts	S/1.2m	최강창조(WNW) /0.7kts	3
B-2	주간 입항 통항 (토도존치 상태)	NW/27kts	S/1.2m	최강창조(WNW) /0.7kts	3
B-3	야간 출항	NW/27kts	S/1.2m	최강낙조(ESE) /1.0kts	1
B-4	긴급고장 입항 (엔진 고장)	NW/27kts	S/1.2m	최강창조(WNW) /0.7kts	1
B-5	긴급고장 입항 (조타기 고장)	NW/27kts	S/1.2m	최강창조(WNW) /0.7kts	1

5

#### 7 Case 2) 토도제거 상태에 따른 충돌확률 평가

##### 근접도 계속

○ 총 3회의 시뮬레이션을 통하여 1개 근접도 계속지점의 충돌확률 평가

항목	A(접안선)
이격거리 평균(m)	174.333
표준편차	32.292
충돌확률	$8.18 \times 10^{-8}$



##### 충돌확률 평가

○ 근접도 계속지점 A와의 충돌확률이  $1 \times 10^{-4}$  이상으로 충돌위험이 없는 것으로 평가됨

8

#### 5 Case 1) 토도존치 상태에 따른 충돌확률 평가

##### 근접도 계속

○ 총 3회의 시뮬레이션을 통하여 2개 지점 근접도 계속 지점의 충돌확률

항목	A(토도)	B(접안선)
이격거리 평균(m)	105	151.667
표준편차	37.323	61.109
충돌확률	0.002451908	0.00646132

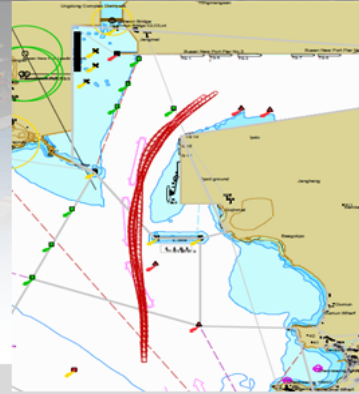


##### 충돌확률 평가

○ 근접도 계속 지점 A, B와의 충돌 확률이  $1 \times 10^{-4}$  이상으로 충돌위험이 높은 것으로 평가됨

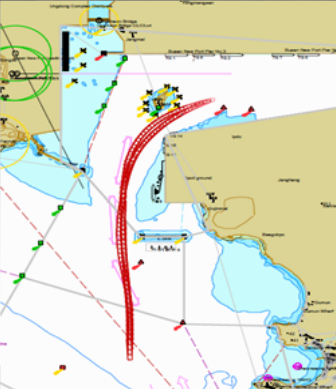
6

#### 8 Case 2) 대상선박의 토도제거 상태의 입항 전체 항적도



9

#### 6 Case 2) 대상선박의 토도존치 상태의 입항 전체 항적도



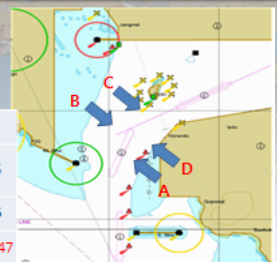
7

#### 9 Case 3) 토도 존재, 오란도 절개에 따른 충돌확률 평가

##### 근접도 계속

○ 총 6회의 시뮬레이션을 통하여 4개 근접도 계속지점의 충돌확률 평가

항목	A	B	C	D
평균 이격거리(m)	152	213.2	146.5	191.5
표준편차	45.86	55.76	86.42	65.96
충돌확률	0.00459	$6.6 \times 10^{-3}$	0.045017	0.001847



##### 충돌확률 평가

○ 근접도 계속지점 A, C, D와의 충돌확률이  $1 \times 10^{-4}$  이상으로 충돌위험이 높은 것으로 평가됨

10

## 10 선박운항자의 주관적 평가

### 대상선박의 시나리오별 조종자의 주관적 평가값

항 목	주간 입항 통항 (토도 제거상태)(B-1)	주간 입항 통항 (토도 존치상태)(B-2)	야간 출항(B-3)
	통항안전성	통항안전성	통항안전성
1회	-1.5	-2	-2
2회	-2	-2	-
3회	-2	-2	-
평균	-1.83	-2	-2

11

## 13 토도와 호란도가 선박통항에 미치는 영향

### 충돌확률 평가에 따른 결론

- 총 3개의 Case별로 구성된 시나리오에서 충돌확률 평가를 시행함
  - Case 1(토도존치) : 토도 및 부두와의 충돌확률이 기준치를 상회함
  - Case 2(토도제거) : 충돌확률이 기준치 이하임
  - Case 3(호란도 절개) : 호란도 및 토도와의 충돌확률이 기준치를 상회함
- 시뮬레이션 결과에 따라서 토도의 경우, 제거하는 편이 대상선박 통항 안전성 확보에 도움이 되는 것으로 평가됨
- 시뮬레이션 결과에 따라서 호란도를 토도측으로 일부 절개하는 경우, 대상선박 통항안전성에 도움이 되지만 충돌확률 평가기준을 모두 만족하지 못하는 것으로 평가됨

14

## 11 비상상황 시의 선박운항자의 주관적 평가

### 대상선박의 비상상황 발생 시의 조종자의 주관적 평가값

항목	비상상황 주간입항 (엔진 고장) (B-4)		비상상황 주간출항 (조타기 고장) (B-5)	
	통항안전성		통항안전성	
1회	-2	-2	-2	-2
평균	-2	-2	-2	-2

- 통항 중 비상상황이 발생하면, 특별히 엔진고장 시에는 대상선박의 안전을 확보할 수 없는 것으로 판단됨

12

## 14 토도와 호란도가 선박통항에 미치는 영향

### BLNG 터미널 건설에 따른 통항 종합 안전대책

- BLNG터미널이 축조된 후의 18,000 TEU급 컨테이너선의 토도존치 상태와 토도제거 후의 통항을 분석한 결과, 토도가 존재할 경우 육상 LNG 탱크로 인해 발생하는 맹목구간이 일부 발생하여 선박통항에 상당한 어려움이 발생하는 것으로 분석됨.
- 따라서 LNG저장시설은 토도제거 이후 시점에 설치하는 것이 바람직하며, 육상 LNG 기지시설로 인한 맹목구간 해소의 대안으로 통항 선박의 교동을 사전에 알려주는 전광판 설치를 제안함
- BLNG 터미널의 건설에 따른 18,000 TEU급 대상선박의 안전입항을 위해서는 토도제거가 가장 필요한 요소로 판단됨.
- LNG 운반선 기항에 따른 예선은 최소 4척을 운영(5,000HP 2척 이상) 하고, 개장초기에는 ESCORT선박을 활용하여 맹목구간 내의 소형선박들을 VTS센터와 함께 통제, 관리할 필요가 있음.

15

## 12 VTS관제를 위한 주요지점에서의 적정 속력

항목	주간 입항통항(토도 제거상태)			주간 입항통항(토도 존치상태)		
	동방피제 서측결단	LNG터미널 점안선박	LNG 저장 시설물 결단	동방피제 서측결단	LNG터미널 점안선박	LNG 저장 시설물 결단
1회 (kts)	8.0~9.0	7.0~8.0	6.0	8.0~9.0	7.0	6.0
2회 (kts)	7.0~9.0	7.0~8.0	7.0~8.0	8.0	7.0	7.0
3회 (kts)	8.0~9.0	7.0	7.0	8.0~9.0	7.0	6.0
평균 (kts)	8.33 kts	7.33 kts	6.83	8.33 kts	7.0 kts	6.33 kts

### 적정 속력 권고(안)

- 토도가 제거된 경우를 기준으로
  - 동방피제 부근 : 8.3kts
  - LNG점안선 부근 : 7.3kts
  - LNG저장시설물 부근 : 6.8kts

13



감사합니다.



15