

선박조종시뮬레이터를 이용한 140K 컨테이너선의 부산항의 주요터미널 안전 접·이안을 위한 표준 및 응급 조선법에 관한 연구

강 을규*, † 정태권

* 부산항 도선사, † 한국해양대학교 항해학부 교수

요 약 : 부산항 및 부산신항 개발의 특징은 매립으로 인하여 가항수역은 협소화되는 반면에 선박은 대형화되면서 흘수가 증가함으로 인하여 점점 더 깊은 수심을 필요로 하게 되었다. 따라서 초대형선들은 출입항선 상호간의 간섭이 증가하고, 심흘수화로 인한 조종성능의 저하와 비상시 대응책의 한계를 드러내는 등의 문제점을 안고 있다. 또한 전반적인 선박 통항량의 증가는 거대형 컨테이너선이 부두 전면에서 회두하거나 감속, 접근하는데 소요되는 시간에 따라서 항만의 효율성뿐만 아니라 주변수역의 안전에도 크게 영향을 미치고 있다. 따라서 본 연구에서는 항만의 안전과 효율성을 제고하기 위하여 초대형 선박의 조종특성과 주변 여건을 다각도로 고려한 최적의 표준 조선방법 및 응급조선을 2D베이스로 개발된 선박조종시뮬레이터를 이용하여 모색해 보고자 한다

핵심용어 : 표준조선, 응급조선, 2D 선박조종시뮬레이터, 심흘수, 초대형선

1. 서론

- 연구의 목적
 - 컨테이너선의 급속한 대형화에 따른 가항수역 협소화와 출·입항선 상호간 간섭 증가
 - 항만의 효율성과 안전성의 중요성, 심 흘수화와 조종성능의 저하 및 비상시 대응책의 한계
 - 이러한 상황에서의 최적의 표준 조선방법 및 응급상황에 대응하는 방안을 찾고자 함
- 선행 연구
 - 소수의 기존 연구가 존재하나 표준화, 정형화, 수치화의 어려움이 있음
 - 선박조종은 개인차와 다양한 외력변수 및 다수의 협동술 필요로 함
- 연구 방법
 - 대상선박 : 140K(13,000TEU) 만재흘수 15.52m, UKC 10%
 - 대상항만 : 부산 북항(2 부두), 부산신항(3 부두)

2. 2 표준 조선법의 개요

- 상세한 선박조종 계획의 수립
- 안전을 고려한 조선법
- 효율성을 고려한 조선법

2.3. 표준 조선법의 적용

- 부산 북항 : 신선대 5번, 감만 4번 선석
- 부산 신항 : 북컨 13번, 북컨 8번, 남컨 8번
- 모니터링(1) : 긴장과 인간의 실수

2. 표준 조선법

2.1 기존의 연구

- 부산항의 조선에 관한 연구
- 일본 기타큐슈 간몬항의 LNG기지의 표준항행 절차
- 중국 닝보항의 강만 순조류에서의 대형 컨테이너선의 조종성 연구
- 일본 시미즈항의 주·야간 도선 난이도 차이에 관한 연구

3. 부산항의 환경

3.1 부산항의 자연환경

- 해양성 기후, 기온의 연교차가 적음
- 여름 우기, 겨울 건기가 명확함, 6월에서 9월 사이에 년 강수량의 60%이상 집중

구분	월 별	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	전년
풍속 (m/sec)	평균 (24hr)	3.7	3.8	4.0	4.0	3.6	3.8	3.7	3.6	3.3	3.4	3.6	3.7
	최대	16.7	18.0	17.3	21.7	20.0	24.3	21.7	22.6	20.7	16.7	19.0	24.3
	방향	NW	SW	SW	SW	SW	SSW	SSE	SE	S	NW	NW	SSW
역면기압 (hpa)	평균	1,022.4	1,021.0	1,018.5	1,015.0	1,011.5	1,007.4	1,008.5	1,013.0	1,018.0	1,021.2	1,022.6	1,015.6
	일수	0.1	0.3	0.7	1.7	3.0	4.9	0.5	0.2	0.1	0.1	0	15.6
안개	계속시간 (hr)	0.41	0.67	1.63	7.66	12.32	15.55	1.07	0.3	0.05	0.35	0.03	57.75

wkang99@hanmail.net

† 교신저자 : tgjeong@hhu.ac.kr

3.2 부산항만의 항행여건

[부산항만의 항행여건]

- 1) 외항 방파제 바깥 직선항로 시작 지점
~ 신감만 부두 앞: 명확한 속력제한 없음
- 2) 가덕수도: 명시적 제한 없음
- 3) 신감만 C부표 주위의 주의구역
(Precautionary Area) 12 kts

[감속법]

- 1) 크미속이 높은 선박
 - 기관장치와 시동 지점 주의 깊게 선택
 - 러더 로테이팅(Rudder rotating) 감속법
- 2) 크미속이 낮은 선박 혹은 CPP선
 - 지그재그(Zigzag) 감속법
- 3) 공통

제한 구역	대상 선박	제한 속도	비고
남항	모든 선박	8 kts 이하	
북내항	G/T 500미만 여객선	12 kts 이하	
	기타 모든 선박	8 kts 이하	
북외항	G/T 1,000이상	7 kts 이하	신감만 부두 앞 (*권고사항임)
감천항	모든 선박	10 kts 이하	
부산신항	모든 선박	10 kts 이하	제 5항로 내

표준조선법

신선대 5부두 입선 자세 접안에서 우선회 출항 시뮬레이션 분석결과

구분	신선대 5부두 입선자세 접안에서 우선회 출항 시뮬레이션 분석 결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	바람 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
A-2	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항척도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	오목도 방파제 최근접거리		조도방파제 최근접거리		
	220m		130m		
제어도평가 (평균값)	타사용량	연진사용량	여유 조타력	여유 기관 제어량	
	40%	30%	40%	30%	

4. 시뮬레이터를 이용한 표준 및 응급 조선법

4.1 북항에서의 표준 및 응급 조선법

1. 항로의 조건

- 1) 항로폭은 350m
- 2) 외항방파제 ~ Sea buoy 부근의 조류
최강 청조류 고조전 2~3시간 전, 유속 0.5 ~ 1.7kts,
최강 낙조류 저조전 2~4시간 전, 유속 1.2 ~ 2.2kts

2. 부두의 조건

- 1) 최대선형 5만톤을 기준
- 2) 캔트릭크레인 ~ 현측: 2m 남짓

3. 대상 선박

- 신선대 5번과 감만 4번

4. 대상선박

대상선박	길이(m)	폭(m)	흘수(m)	비고
140K 컨테이너선	366m	48.2m	15.52m	모델선박 중에서 최대 선형 적용함

표준조선법

신선대 5부두 출선자세 좌선회 접안 시뮬레이션 분석결과

구분	신선대 5부두 좌선회 접안에서 출항 시뮬레이션 분석 결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	바람 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
A-4	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항척도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	오목도 방파제 최근접거리		조도방파제 최근접거리		
	120m		240m		
제어도평가 (평균값)	타사용량	연진사용량	여유 조타력	여유 기관 제어량	
	40%	30%	40%	30%	

표준조선법

신선대 5부두 입선자세 접안 시뮬레이션 분석 결과

구분	신선대 5부두 입선자세 접안 시뮬레이션 분석 결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	바람 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
A-1	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항척도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	오목도 방파제 최근접거리		조도방파제 최근접거리		
	200m		180m		
제어도평가	타사용량	연진사용량	여유 조타력	여유 기관 제어량	
	60%	40%	40%	60%	

표준조선법

신선대 5부두 출선자세 접안에서 출항 시뮬레이션 분석결과

구분	신선대 5부두 출선자세 접안에서 출항 시뮬레이션 분석 결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	바람 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
A-6	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항척도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	오목도 방파제 최근접거리		조도방파제 최근접거리		
	200m		150m		
제어도평가 (평균값)	타사용량	연진사용량	여유 조타력	여유 기관 제어량	
	60%	40%	40%	60%	

4.2 부산신항에서의 표준 및 응급 조선법

- 항로의 조건
 - 주항로폭 570m/ 토도 호완도 사이 420m(300m)/ 토도 만진 사이 540m/ 토도 서측 항로 510m
 - 항내 조류 미약하며 0.3kts 이내로 조사
- 부두의 조건
 - 7만톤급 선박을 기준으로 설계/ 방현재 강도 부족/ 크레인 22열/
 - 갠트리크레인 ~ 현측: 약 6m로 충분함
- 대상 선박
 - 북컨13번/ 북컨8번/ 남컨8번/
- 대상선박

대상선박	길이(m)	폭(m)	흘수(m)	비고
140K 컨테이너선	366m	48.2m	15.52m	모델선박 중에서 최대 선형 적용함
GRT 140 244	Displacement	R/T	S/T	M/F

표준조선법

부산신항 북컨13번 우연접안 출항(1) 시뮬레이션 분석결과

구분	부산신항 북컨13번 우연접안에서 출항(1) 시뮬레이션 분석결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	비행 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
C-3	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항적도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	방파제 최근접거리	토도 혹은 호완도 최근접거리			
	230m(서방파제)	200m(토도)			
제어도평가 (평균값)	타사용항	연진사용항	여유 조타력	여유 기관 제어항	
	60%	40%	40%	60%	

표준조선법

부산신항 북컨13번 우연접안 시뮬레이션 분석결과

구분	부산신항 북컨13번 우연접안 시뮬레이션 분석결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	비행 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
C-1	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항적도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	방파제 최근접거리	토도 혹은 호완도 최근접거리			
	200m(동방파제)	150m(토도)			
제어도평가 (평균값)	타사용항	연진사용항	여유 조타력	여유 기관 제어항	
	70%	40%	30%	60%	
운항자의	항행 안전성		협안 안전성 25		

표준조선법

부산신항 북컨13번 우연접안 출항(2) 시뮬레이션 분석결과

구분	부산신항 북컨13번 우연접안에서 출항(2) 시뮬레이션 분석결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	비행 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
C-3	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항적도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	방파제 최근접거리	토도 혹은 호완도 최근접거리			
	230m(서방파제)	160m(호완도)			
제어도평가 (평균값)	타사용항	연진사용항	여유 조타력	여유 기관 제어항	
	60%	40%	40%	60%	
운항자의	항행 안전성		협안 안전성 25		

표준조선법

부산신항 북컨13번 최연접안(2) 시뮬레이션 분석결과

구분	부산신항 북컨13번 최연접안(2) 시뮬레이션 분석결과				
상황	- 선수 tug 및 선미 tug 활용				
시나리오	대상선박	비행 (knots)	조류 (knots)	파고 (m)	비고
C-3	140K급 컨테이너선	00kts	00kts	00	주간, 도선사 직접 수행
항적도					
근접도평가 (최근접 거리 측정)	방파제 최근접거리	토도 혹은 호완도 최근접거리			
	240m(동방파제)	120m(호완도)			
제어도평가 (평균값)	타사용항	연진사용항	여유 조타력	여유 기관 제어항	
	60%	40%	40%	60%	
운항자의	항행 안전성		협안 안전성 26		

5. 결론

1) 컨테이너선의 거대영화에 따른 대처 방안

- 컨테이너선박의 거대영화에 따라서 부산신항은 거대컨테이너선의 거점항으로 개발을 계획하고 있음
- 부산항만에서의 선박 입출항은 안전성과 효율성이 상호 유기적인 관계로 인식됨
- 선박의 항내수역 점유시간을 최소화함으로써 안전성과 항만효율성을 증대시킬 수 있음
- 항만수역의 협소화는 선박 상호간의 조화로운 운항과 항만관제실 등 외부지원과의 긴밀한 협조로 보완할 수 있음

2) 항만내에서 거대선의 선박조종의 특성에 대한 대처 방안

- 항내에서의 선박조종은 운항자(선장, 도선사 등)의 주관적인 작업성격이 아주 강함
- 따라서 항내에서의 선박조종의 표준화, 정량화는 매우 어려운 작업임