

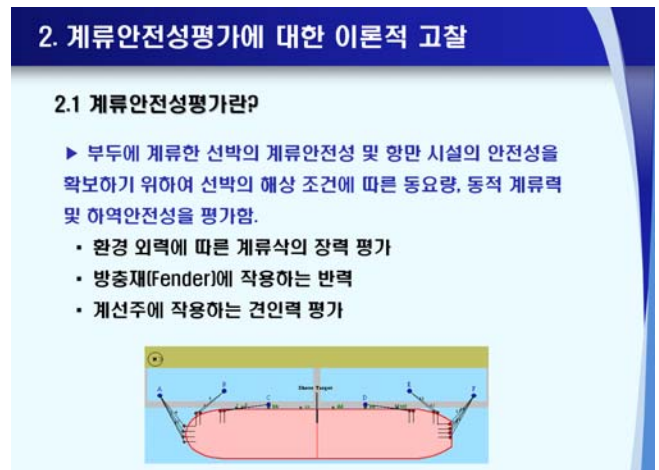
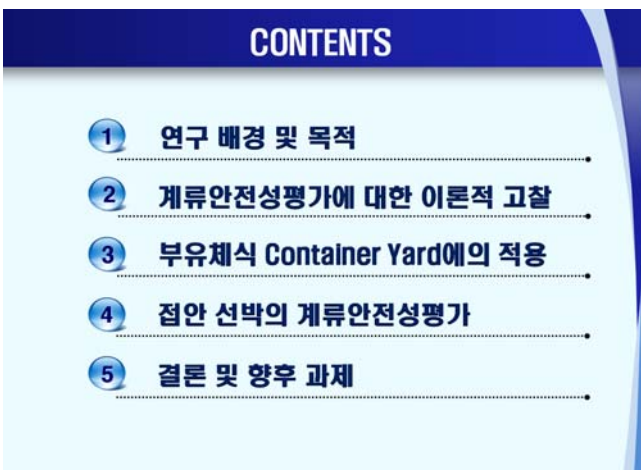
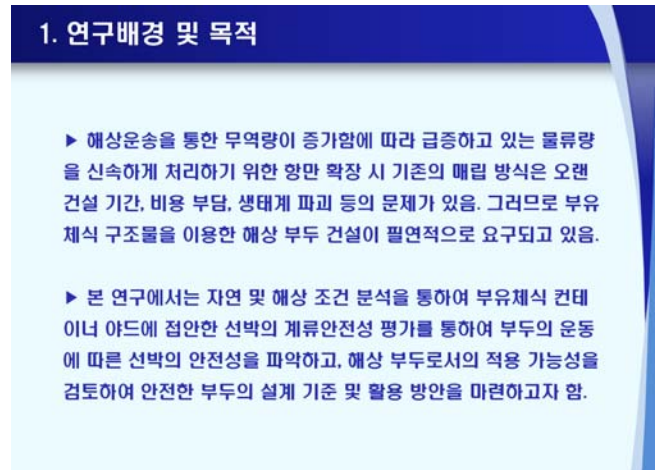
부유체식 Container Yard 접안선박의 계류안전성 분석에 관한 연구

† 김 승연 · 박 성현* · 김 철승** · 이 상도***

† 목포해양대학교 대학원, *목포해양대학교 국제해사수송과학부 교수, **목포해양대학교 국제해사수송과학부 교수,
***한국해양대학교 대학원

요 약 : 항만 확장 시 기존의 매립 방식은 건설비용 및 환경 파괴 등의 문제가 발생함으로써, 부유체식 구조물을 이용한 해상 부두의 활용이 국내외에서 주목받고 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 선박의 계류안전성평가에 대한 개념을 정립하고 이를 부유체식 Container Yard에 적용하기 위한 자연환경, 선박 및 부두 모델링을 수행하였다. 본 연구 자료를 토대로 향후 부유체식 Container Yard에 접안한 선박의 환경외력 및 계류사의 장력 평가, 방충재와 계선주에 작용하는 반력 및 견인력 평가, 부두의 운동에 따른 안전성을 파악하고, 해상 부두로서의 적용 가능성을 검토하여 안전한 부두의 설계 기준 및 활용 방안을 마련하고자 한다.

핵심용어 : 해상교통안전진단, 계류안전성 평가, 부유체식 해상부두, 부유체식 Container Yard, 계류사, 계선주(QRH), 방충재(Fender)



† 교신저자 정회원) sykim@mmu.ac.kr

* 정회원) shpark@mmu.ac.kr / ** 정회원) cskim@mmu.ac.kr / *** 정회원) oksangdo@naver.com

2. 계류안전성평가에 대한 이론적 고찰

2.2 계류안전성 평가항목 및 결정요소



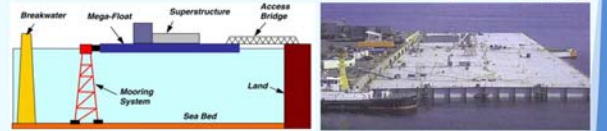
3. 부유체식 Container Yard에의 적용

3.1 부유체식 Container Yard의 개요

▶ 부유체식 Container Yard는 여러 개의 구조체를 접합하여 해상에 띄워 사용하는 컨테이너 부두로 기본적으로 선박과 같이 부력에 의해 구조물의 자중을 버티어 내는 형태로 해저지반에 본체를 직접 설치하지 않음.

▶ 일반적으로 수직 동요는 허용되며, 수평동요는 체인, 와이어 등의 다양한 계류장치를 통하여 억제됨.

▶ 구조체와 지반의 연결은 앵커, 싱커, 돌핀 등이 이용되며, 이들은 구조물의 수평력과 인발력에 저항 가능하도록 설계됨.



2. 계류안전성평가에 대한 이론적 고찰

2.3 계류안전성평가 프로그램(OPTIMOOR) 설명

OPTIMOOR SW 6.1.12

- ▶ TTI사의 옵티무어(OPTIMOOR)는 선박 계류안전성 분석에 대해 세계 최고의 전문적인 공식 컴퓨터 프로그램.
- ▶ The Oil Companies International Marine Forum (OCIMF) Mooring Equipment Guideline에 의거하여 개발됨.
- ▶ 현재 전세계적으로 선박 및 항만 운영 요원을 위한 필수적인 계류 안전성 평가 도구로 인정받고 있음



3. 부유체식 Container Yard에의 적용

3.2 부유체식 Container Yard의 장점

기존의 매립식 개발	부유식 구조물 설치
• 수심이 깊고 조석간만이 큰 해역에 설치가 곤란	• 수심이 어느 정도 깊어도 설치 가능
• 많은 공사비용과 시간	• 공사기간이 상대적으로 짧고 비용도 적음
• 해양 생태계와 자연환경 파손 심각	• 조류의 흐름을 방해하지 않으므로 생태계 파괴가 적음
• 지진의 위험성 높음	• 지진의 위험성이 적음
• 매립할 수 있는 적절한 해역의 감소	• 설치되어있는 기존의 시설과 기능을 병행 하여 확장 및 변경이 용이함

- ▶ 부유체식 항만은 항만 자체가 이동가능하며 기존 항만과 연계하여 다양한 형태의 활용이 가능함. 또한 항만의 증설, 제거가 용이하고, 항만의 설치장소 선택도 자유로움.
- ▶ 상부 하역시설과 연계할 경우 구조물의 불안전 요소가 발생될 수 있으므로 이에 따른 안전성 평가가 필요함.

2. 계류안전성평가에 대한 이론적 고찰

2.4 계류안전성평가의 수학적 모델

▶ 선박의 계류에 사용되는 계류식, 방충재 및 여러 종류의 환경외력의 모멘트가 평형을 이루는 조건을 분석하여 각 계류식 및 방충재 등에 작용하는 장력 및 반력을 추정할 수 있음.

$$\sum F_x + \sum P_x = 0(\text{Surge}) \quad [\text{수식 1}]$$

$$\sum F_y + \sum P_y = 0(\text{Sway}) \quad [\text{수식 2}]$$

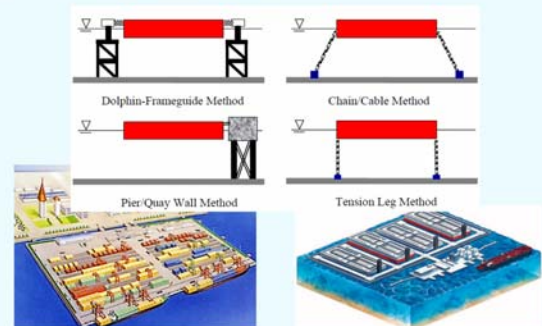
$$\sum M_{xy} + \sum N_{xy} = 0(\text{Yaw}) \quad [\text{수식 3}]$$



- $\sum F_x, \sum F_y, \sum M_{xy}$: 바람, 조류, 파랑 및 기타 외력 등 환경 외력의 선체 길이방향, 횡방향, 모멘트 성분
- $\sum P_x, \sum P_y, \sum N_{xy}$: 계류식, 방충재 등 계류 시스템에 의한 선체 길이방향, 횡방향, 모멘트 성분

3. 부유체식 Container Yard에의 적용

3.3 부유체식 Container Yard 형태



4. 접안선박의 계류안전성평가

4.1 계류안전성 결정요소 및 조건

대상 항만
 국내 컨테이너 처리량 2위의 광양항 선정
 • 부산항(75%), 광양항(10%), 인천항(8%)
 • 현재 3-3단계 컨테이너 부두 건설중(-2018년)



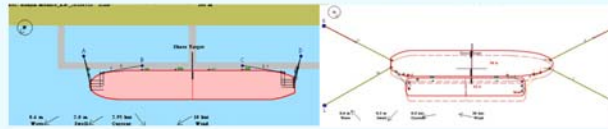
대상 선박
M/V HANJIN MONACO
 • 실제 광양항에 분기로 기항하는 풀컨테이너선
 • 4300TEU / LOA 248, B 32.3, D 19.2

환경 외력
 실제 광양항의 풍향, 풍속, 조류, 파랑 모델링
 • 전방위 바람 / 풍속 10kts, 30kts, 60kts
 • 최강장조류, 최강낙조류 / 파랑조건에 따라

4. 접안선박의 계류안전성평가

4.4 모델링 및 조건

Yard	Beam	Max. Depth	Max. Length	Max. Weight	Max. Volume
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12



4. 접안선박의 계류안전성평가

4.2 환경 외력 설정

● 일반풍속

방향	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	연년
평균	4.9	4.8	4.6	4.0	3.4	3.1	3.3	3.6	4.2	4.0	4.1	4.5	4.3
최대	25.2	22.3	24.3	22.3	20.0	26.2	31.2	30.7	35.9	23.5	18.9	22.2	35.9
주향	WNW	W	N	S	SW	S	N	S	NE	NE	NNE	WNW	NE

● 풍향별 최대 풍속

풍향	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
최대 풍속	30	28.7	23.5	33.8	24	19.3	22	24.2	26.4	22.3	25.2	35	17	18.3	20.3	19.5

● 조위표

구분	조위(DL)
서양영간조위	DU(+13.872m)
약최고고조위	DU(+13.822m)
대조영간고조위	DU(+13.494m)
평균여면	DU(+11.911m)
대조영간저조위	DU(+10.382m)
약최저저조위	DU(+10.000m)
서양영간저조위	DU(+0.030m)

● 대상부두 파랑조건

대상부두	선박규모	설계파고	파향	주기(sec)
컨테이너부두	5만DWT급 컨테이너	1.23m	S	4.50

▶ 조류: 최강장조류 및 최강낙조류 ▶ 조위: 평균여면
 ▶ 파고: 0.5m, 1.0m, 1.23m
 ▶ 파향: SSW ly 입사시
 ▶ 바람: 전방위에 대하여 5도간격으로 60knts까지

4. 접안선박의 계류안전성평가

4.5 선행연구

- ▶ 박석현, 박석주, 고재용(2003), "부유체식 Container Yard에 관한 연구". 한국항해항만학회지 제27권 1호
- ▶ E. WATANABE, C.M. WANG, T. UTSUNOMIYA and T. MOAN (2004), "VERY LARGE FLOATING STRUCTURES : Applications, Analysis and design"
- ▶ HIDEYUKI SUZUKI(2005), "OVERVIEW OF MEGAFLOAT"
- ▶ 이상도, 박석현, 김철승(2011), "친환경 초대형 부유체식 해상 부두의 파랑응답 해석에 관한 연구"

4. 접안선박의 계류안전성평가

4.3 대상 선박 제원

항 목	Full Load	Ballast
전장(LOA), m	248	
수선간장(LBP), m	230	
선폭(Breadth), m	32.3	
깊이(Depth), m	19.2	
Vessel Target의 위치, m	0.0	
계류방향	Sbt'd	
선수흘수(Fore draft), m	10.5	8.5
선미흘수(Aft draft), m	10.5	8.5
House 선체 정면 투영면적(m ²)	346	
House 선체 측면 투영면적(m ²)	912	

5. 결론 및 향후과제

- 1 현재 대부분의 항만이 포화상태이므로 추가 항만 개발시 부유체식 컨테이너 부두의 개발이 필요함.
- 2 여러 조건별로 계류안전성 평가를 수행하여 결과데이터를 수집하여 부유체식 컨테이너 부두 접안선박의 계류안전성을 평가하고자 함.
- 3 향후 부유체 Container Yard의 운동성능과 접안 선박의 계류안전성 및 하역안전성 평가를 수행하여 선박 접안시 상호안전성을 검증하고자 함