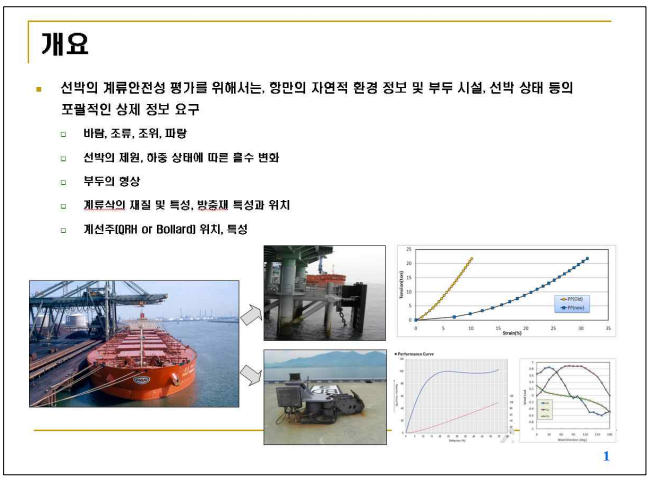
환경 외력 변화에 따른 계류안전성 민감도 분석

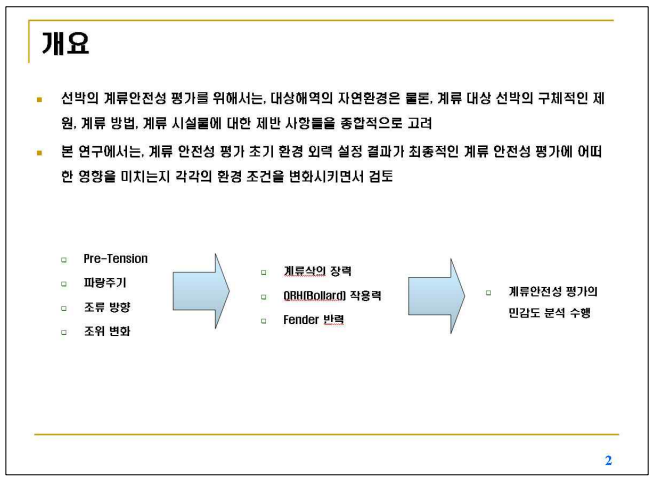
† 양영훈 · 공인영** · 서태호* · 백미선*

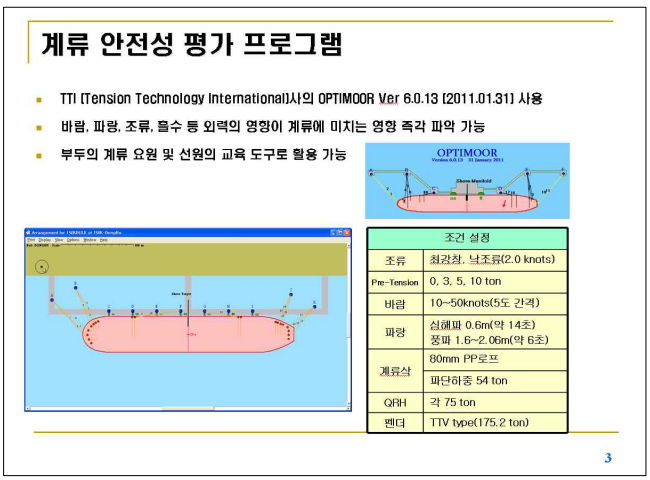
† 한국해양연구원 연구원, **한국해양연구원 책임연구원, *한국해양연구원 연구원

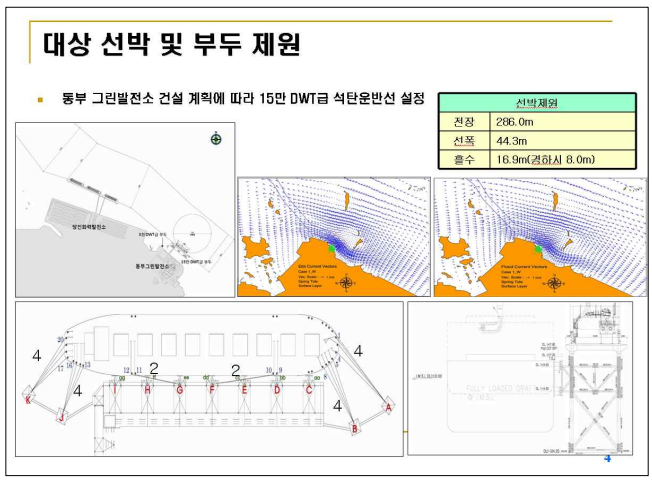
요 약 : 2010년 1월부터 발효된 국토해양부의 해상교통안전진단 시행지침에 따라 신설되는 부두 등에 대해서는 계류안전성 평가를 수행하도록 되어있다. 계류안전성 평가 초기 환경 외력 설정 결과가, 최종적인 계류안전성 평가 결과에 어떠한 영향을 미치는지를, 각각의 환경조건을 변화시키면서 검토하였다. Pre-Tension 및 파랑주기, 조류의 방향, 조위 변화 등에 대하여 계류삭에 작용하는 장력 및 QRH(Bollard)의 작용력, Fender의 최대 반력 변화 등의 민감도 분석을 수행하여 계류안전성 최종 결과에 미치는 영향을 검토하였다.

핵심용어 : 해상교통안전진단, 계류안전성 평가, 민감도 분석, Pre-Tension, QRH, Fender









† 교신저자 정회원) mmu77@moeri.re.kr

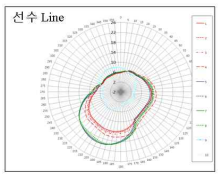
환경 외력 설정

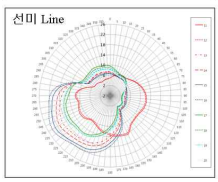
대상선박/ 접안방향	조류 및 조위	파랑	바람
• 15만 DWT급 석탄운반선 - Full Load(16.9m) - Ballast(8.0m) • 우현접안	• 조류 - 2.0 knots - 창조류 : 128° - 낙조류 : 308° • 경우에 따라 - 창조류 : 118° - 낙조류 : 318° • 조위 : 평균해면, 대조평균 고조위 및 저조위	• $H_{1/3}$=0.6m - T=6.41 sec - T=14.19 sec - 파향 : NW(315°) • 풍속 30노트의 풍파 $H_{1/3}$=1.6m - T=5 sec - 파향 : NW(315°) • 풍속 40노트의 풍파 $H_{1/3}$=2.06m - T=6 sec - 파향 : NW(315°)	• 풍속 - 10 kts - 30 kts - 50 kts • 풍향 : -전방위(5도간격)

5

계류안전성 평가 분석 결과

경하상태시 - 파단력의 약 36~45% 정도에 근접

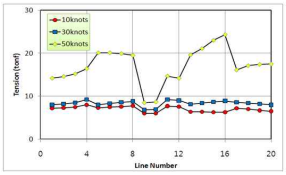


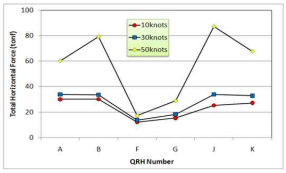


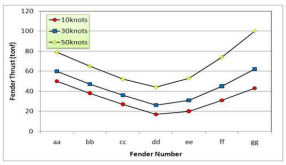
만재상태시 파단력의 20~26% 정도 수준

6

계류안전성 평가 분석 결과







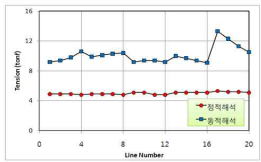
평가항목	최대 하중	허용 수준
계류삭 장력	선미 Breast Line (Line No. 5~8, 13~16)	파단력의 약 36~45% 정도에 근접, 주의 필요
Fender 반력	선미부 Fender (Fender No. gg)	최대 허용 반력의 약 57% 수준
QRH 작용력	선수, 선미부 QRH (QRH No. B, J)	최대값을 보인 J-QRH의 경우 해당 QRH의 최대 허용 하중의 약 29.1% 수준

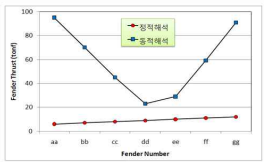
7

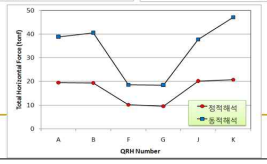
계류안전성 평가 민감도 분석 결과 1/5

파랑의 영향을 고려한 Wave Motion Data 적용 결과

- 파랑의 영향을 고려한 별도의 15만 DWT급 석탄운반선 Wave Motion Data를 적용
- 파랑이 크지 않을 경우 적용할 수 있는 OPTIMOOR에 내장된 계산 기법 이용시 비교





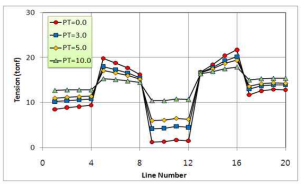


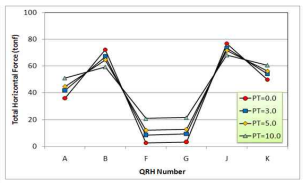
8

계류안전성 평가 민감도 분석 결과 2/5

Pre-Tension의 영향 검토

- 초기 계류삭의 장력을 0, 3, 5, 10 ton씩 각각 변화 시켰을 경우 비교
- 초기 장력이 증가하면 각 계류삭의 장력, QRH 작용력이 균일해 지는 경향을 보임



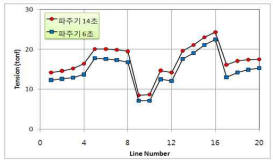


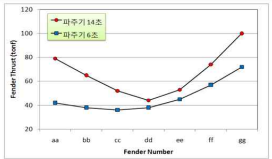
9

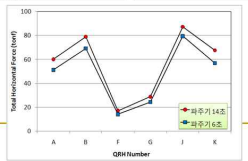
계류안전성 평가 민감도 분석 결과 3/5

파랑 주기 변화 영향 검토

- 풍속 50 knots, 조류 2.0 knots, 유의 파고 0.6m에서 파랑 주기가 14초 및 6초 비교
- 파랑주기가 길어질 경우, 계류삭의 장력 및 QRH의 작용력, Fender 반력 등이 증가





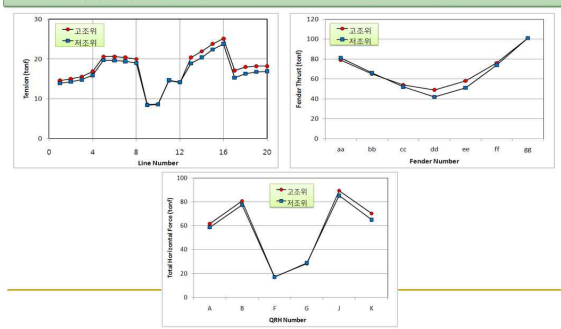


10

계류안전성 평가 민감도 분석 결과 4/5

조위 변화에 따른 영향 검토

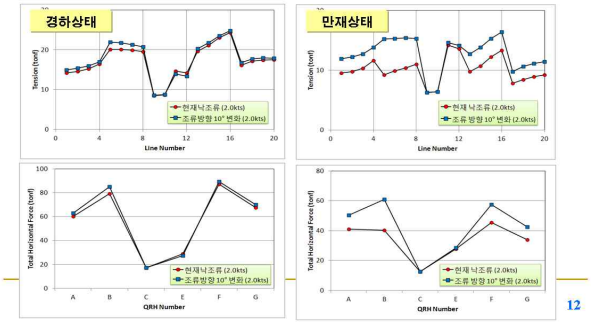
- 대조 평균 고조위 약 8.05m 및 저조위 0.69m의 조위 변화에 따른 검토
- 조위 변화에 따른 계류삭의 장력 및 QRH 작용력, Fender 반력 변화의 뚜렷한 차이는 보이지 않음



계류안전성 평가 민감도 분석 결과 5/5

조류 방향을 부두에서 해상쪽으로 10° 변화하였을 경우 변화 검토

- 조류 방향을 부두에서 해상쪽으로 10° 변화하였을 경우 변화 검토
- 만재시 조류의 영향을 크게 받기 때문에 조류 변화에 대한 영향이 뚜렷하게 나타남.



결언

- 계류안전성 평가시 초기 환경 외력 설정 결과가, 최종적인 계류안전성 평가 결과에 대한 영향을 파악하기 위하여, Pre-Tension, 파랑주기, 조위 변화 등에 대한 민감도 분석을 수행함.
- 민감도 분석 수행 결과, Pre-Tension, 파랑주기, 조위 변화, 조류 방향 등에 따라 계류안전성 평가 결과에 계류삭 장력 및 QRH 작용력, Fender 반력 등에 영향을 주는 것으로 평가됨.
- 계류안전성 분석시 대상 부두의 정확한 제원 및 기상 환경 조건 반영 필요.
- 기상 조건에 대한 자료가 부족할 경우, 민감도 분석을 통항 다양한 Case의 계류 안전성 검토 필요