

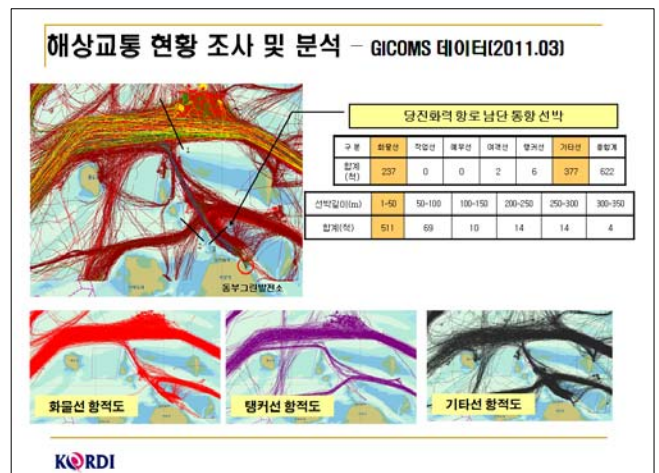
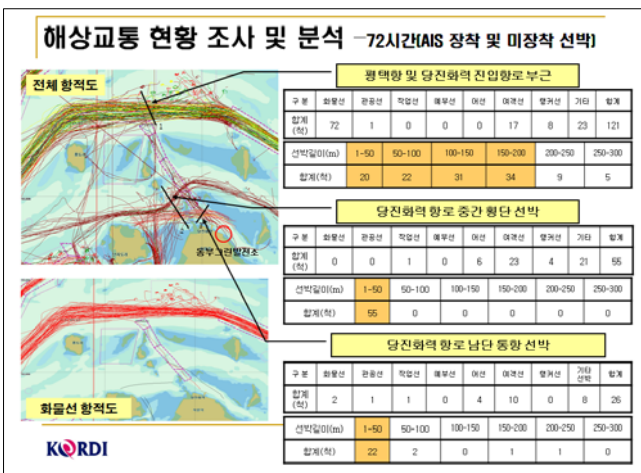
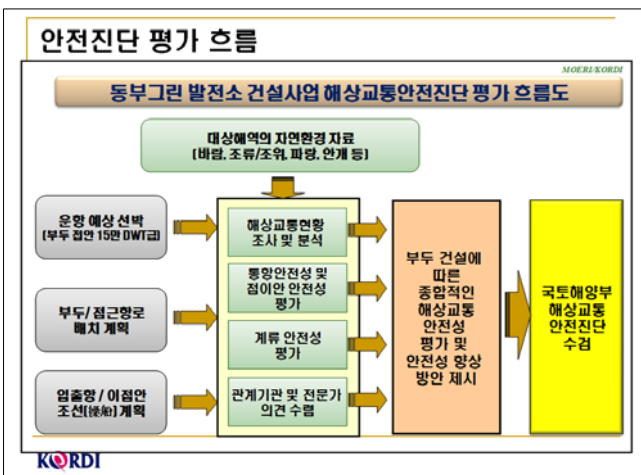
동부그린발전소 부두 건설 해상교통안전진단

† 양 영훈 · 공 인영** · 서 태호* · 백 미선* · 정 미현*

† *한국해양연구원 연구원, **한국해양연구원 책임연구원

요 약 : 충남 당진군 동부그린발전소를 건설하려는 계획에 따라, 15만 DWT급 석탄운반선 부두 및 3천 DWT급 석회석운반선 부두가 각각 1선씩 건설될 예정이다. 안전하고 효율적인 부두 건설을 위해 국토해양부 해상교통안전진단 시행지침에 의거 안전진단을 수행하였다.

핵심용어 : 해상교통안전진단, 선박조종시뮬레이션, 해상교통조사, 계류안전성 분석, 해상교통혼잡도 분석



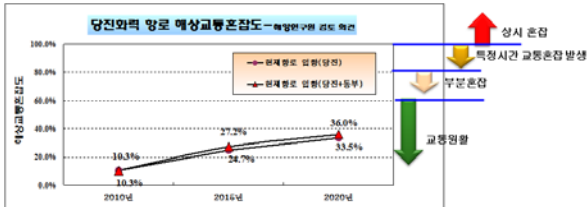
† 교신저자 정희원) mmu77@kordi.re.kr

**중신회원 iyong@moeri.re.kr

해상 교통 혼잡도 검토 - 해양연구원 검토 의견

해상교통혼잡도 평가 결과

- 항로에서의 평균 일당 선속 : 6 knots
- 일당 시간 : 1일 2시간(주간, 저조정조) / 소정선 1일 12시간
- 운항가능일수 : 316일(가정(365일-30년 기상연보에서 해상작업불가능일수 산정))



- 해상교통혼잡도 검토 결과, 운항가능일수 및 항로 통행 선속에 따라 2015년 최대 63%에서 최소 27%의 해상교통혼잡도 차이 발생
- 기상청 기상연보와 동서발전 제공 자료의 기상 악화 일수 산정의 차이가 큼

선박조종 시뮬레이션 - 주요 결과

선박 조종시뮬레이션 주요 결과-15만 DWT급 및 3천 DWT급 석회석 운반선

- 국토해양부 해상교통안전진단 시행지침에 의한 평가 기준에 의거, 전반적인 통행 안전성 및 접이안 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가
- 입출항시 당진화력발전소 침안선박(20만 DWT급)과 북쪽 항로 경계지점과의 근접확률 10^{-4} 미만
- 입출항시 여유제어량 50% 이상
- 주관적 운항난이도 -2.0 미만을 만족하는 것으로 분석
- 전반적으로 동부그린발전소 입출항시 별다른 어려움 없음



계류안전성 평가 - 개요 및 주요 결과

개요

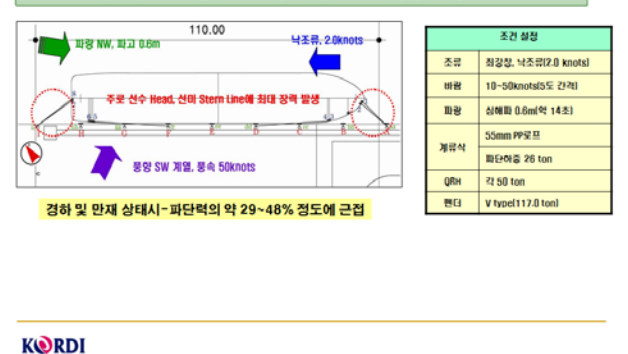
- 15만 DWT급의 경하 및 만재, 조위 변화, 파랑 주기 변화, 조류 방향 변화, 풍파의 영향에 따른 계류 안전성 분석 수행
- 심해파 및 풍파 발생에 따른 안전하역 선체 동요 기준 검토



계류안전성 평가 - 3천 DWT급 석회석 운반선

결과

- 3천 DWT급 석회석 운반선의 경하 및 만재 상태에서의 계류안전성 평가 수행



계류안전성 평가 - 안전 하역 조건에 대한 선체 동요 기준

PIANC 기준

선종	하역장비	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)
보조선 (30,000~150,000 DWT)	Cranes	±1.0	±1.0	±0.5	±3.0	±1.0	±1.0
	Elevator/Bucket Wheel	±0.5	±0.5	±0.5	±1.0	±1.0	±1.0
	Conveyor Belt	±2.5	±2.5	-	±1.5	-	-

심해파 적용(0.6m-주기 약 14초)							
선종	풍속	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)
15만 DWT급 석탄운반선 경하 상태	30 knots	±0.4	±0.15	±0.1	±0.1	±0.2	±0.05
50 knots	±0.9	±0.9	±0.1	±0.1	±0.2	±0.2	Crate 및 Conveyor Belt 기준 만족
15만 DWT급 석탄운반선 만재 상태	30 knots	±0.3	±0.05	±0.1	±0.1	±0.2	±0.0
50 knots	±0.65	±0.3	±0.1	±0.1	±0.2	±0.1	Crate 및 Conveyor Belt 기준 만족

풍속 30~40 knots의 풍파 적용(1.6~2.06m-주기 약 6초)							
선종	풍속	Surge (m)	Sway (m)	Heave (m)	Roll (°)	Pitch (°)	Yaw (°)
15만 DWT급 석탄운반선 경하 상태	30 knots	±0.25	±0.05	±0.0	±0.0	±0.1	±0.0
40 knots	±0.4	±0.4	±0.1	±0.0	±0.1	±0.0	기준 만족

강풍등 일부 극한 Case를 제외하면, 선체동요는 허용기준 이내값을 보임.

주요 검토 결과 요약(1/2)

해상교통원활 분석 결과

- 당진화력 부두 및 동부발전 부두 예정지 전면 수역을 통행하는 소형 여객선 및 어선 다수 존재
- 당진화력 항로를 횡단하는 소형 여객선 및 기타 잡종 선박 존재
- 소형 선박 통행에 따른 주의 필요

해상교통혼잡도 분석 결과

- 운항가능일수 및 항로 통행 선속에 따라 2015년 최대 63%에서 최소 27%의 혼잡도 차이 발생.
- 기상청 기상 연보와 동서발전 제공 자료의 기상 악화 일수 산정의 차이가 큼.

선박운항 시뮬레이션 분석 결과

- 해상교통안전진단 시행지침 기준에 따른 통행안전성 및 접이안 안전성 확보하는 것으로 평가
- 동부그린 입출항시 당진화력 집안 선박과의 근접도 분석 결과 (충돌확률 10^{-4} 미만)
 - 입항시 평균 이격거리 303m(최소 197m, 표준편차 84.9m)
 - 출항시 평균 이격거리 422m(최소 323m, 표준편차 70.7m)
- 운항자 주관적 난이도 (-2 이상)
 - 입항시 평균 +0.7(약간 안전), 출항시 평균 +1.2(약간 안전)

주요 검토 결과 요약 (2/2)

계류안전성 평가 결과

- 부두방향과 조류방향이 일치하여 조류에 대한 영향보다 바람에 의한 영향이 지배적
- 전반적으로 선수미 Breast Line에서 최대장력 발생하며,
 - 중하상대시 파단력의 약 36~45% 급급
 - 만재 상태시 파단력의 약 20~26% 정도 수준
- Fender 반력(최대 57%수준) 및 QRH 허용한계(최대 29.1% 수준) 만족
- 심해설계파(0.6m, 풍속 30~50knots) 및 풍속 30~40 knots 풍파에 따른 하역한계 평가 결과
 - ✓ 심해설계파 0.6m 및 풍속 50 knots에서 Crane 및 Conveyor Belt 기준 만족 (Elevator/Bucket Wheel은 일부 허용치 초과)
 - ✓ 풍속 30~40 knots의 풍파 1.6~2.06m(주기 6초)에서 하역한계 기준 만족
- ✓ 3천 DWT급 석회석 운반선의 경우, 만재 및 경하시 파단력의 29~48% 급급



주요 현안 검토 (1/2)

당진화력 항로 공동 사용에 따른 문제점 검토

- 당진화력 및 동부발전 부두 이용 선박들이 동시에 입항할 경우
 - 제한된 입항시간(자조 정조시 약 2시간)안에 두 척 이상의 선박이 안전하게 입항하는데 문제가 있을 것으로 도선시나 본선 선장이 판단할 경우, 대기 요박지에 대기하거나 미리 ETA를 조정하여 다음 물타를 이용하여 입항
 - 당진화력발전소의 경우 연재 겸선 및 체선으로 인한 체선료가 증가하는 추세 (2010년→2011년 체선횟수 68회 및 체선료 약 55억 증가 / 동시발전 자료 제공)
 - 근본적으로 이러한 상황이 최소화되도록, 당진화력과 동부그린간의 협의체를 구성하여, 입항선박의 통항 순서 및 ETA 등의 종합적인 조정이 필요
- 제한된 입항시간(자조 정조시 약 2시간)안에 두 척(당진화력 및 동부발전)의 선박이 차례로 입항할 수 있는 경우
 - 금강적 동부발전 부두 이용선박이 먼저 입항하도록 유도
 - 당진화력 부두 이용 선박 : 점안을 위해 항로 남단부터 속력을 늦추어야 하므로 뒤에서 오는 선박에 지장 초래 우려
 - 동부발전 부두 이용 선박 : 상대적으로 빠른 속력으로 당진화력 부두 전면 통과 가능
 - 단, 동시 점안을 위한 예선은 충분히 확보가 되어야 함.
- 당진화력 부두 이점안 작업시, 동부발전 출항 선박의 시간 조정 필요



주요 현안 검토 (2/2)

- 항로상의 잠종선 통제
 - 항로상에서 뒤흔리는 선박들이 많아 대형선 통항에 위험 초래
 - 해상교통현황 조사 결과, 항로 횡단 및 통항하는 여객선, 잠종선 존재
 - 예선 등을 조기에 배치(에스코드 선박 배치)하여 항로에서 잠종선들 통제 필요
- 정박지 추가 배치 검토
 - 현재 No.2 정박지 포화 상태이며, 장차 동부그린 발전소 운영시 정박지 부족문제 심화 예상
 - No.2 정박지에서 도선점까지 이동시 장안서 항로 횡단으로 인한 위험 노출
 - 단기적으로 부두 입항 ETA를 조절하여 정박대기시간 없이 부두 입항
 - 장기적으로 정박지 추가 지정하는 것이 최선의 방안
- 부두에 아간 조명 시설 충분히 설치
 - 현재 아간 입출항을 하지 않고 있으나, 비상시를 대비하여 아간에도 입출항이 가능하도록 조명 시설 설치 필요
- 해기사 경력이 있는 부두 안전 관리자 배치

