

포항항 스웰 개선대책 시설물 해상교통안전 진단 사례

† 강정구 · *윤수원

† * 한국해양수산연수원 교수

요 약 : 항만의 시설물을 개선함에 있어서 해상교통안전진단이 이루어지고 있으며 포항항 스웰개선대책 시설물 건설 관련된 해상교통안전진단 사례 소개를 통하여 도출된 문제점에 대한 해결방안을 제시하였다.

핵심용어 : 해상교통안전진단, 포항항 스웰 개선대책, 선박조종 시뮬레이션



안전진단의 목적 및 대상 해역

대상해역 및 포항신항 스웰대책 채택 안

진단의 목적

- 포항신항 스웰 개선을 위한 대책을 수립하는데 있어 외항방파제 및 도제의 축조에 따른 위해 요소를 식별하고 해결책을 제시

도제신상

대상해역 및 포항신항 스웰대책 계획 안

- 축조
 - (계획 안) 외항방파제 500m+도제 600m
- 제거
 - 제1파제제 392.7m 제거
 - 제2파제제 420m 제거
 - 남방파제 30m 제거

사업지 인근 통항로 패턴 분석 결과

사업지 인근 통항로 패턴

위태항로

- 주로 열렬한 신항에서 입출항하는 기화선박들이 이용하는 통항로로 우회항로를 형성함
- 우회항로를 형성할 때 항의 구역에 장애물이 없어서 후의를 기울여 항해한다면 위험이 크지 않을 것으로 분석됨

간섭항로

- 간섭항로는 우회항로와 다른 목적지에서 우회항로 일부를 이용하기 위해 우회항로로 우회하여 가는 과정을 거치고 있으며 사업대상지 인근에 위치한 간섭항로가 2개 존재함
- 첫 번째는 포항항과 포항신항을 잇는 통항로로, 포항신항과 포항항에서 우회항로로 각각 항적과 조종하는 패턴을 가짐. 포항신항 출항선의 경우 포항항에서 입항하는 선박의 진입 시기에 잘 맞춰 갈을 가능하도록 있으나, 후자가 불가능함
- 두 번째는 열렬한 신항을 잇는 통항로로, 포항신항 출항 목적지에서 우회항로로 항적과 조종하는 패턴을 가짐. 이항 해당 해역이 장애물이 존재하지 않는 개방된 해역이므로 후자를 기울여 항해한다면 큰 위험요소는 없을 것으로 분석됨
- 간섭항로에서 선박들이 우회항로로 가더라도, 경우 해당 해역의 위험이 사업대상지이므로 주의가 필요함

우회항로

- 우회항로가 위계하는 통항로로서 현재 포항신항에 입출항하는 선박들이 이용하는 통항로임
- 우회항로가 위계하는 것으로 분석되었고 포항신항을 입출항하기 위해 우회항로를 이용하기 때문에 통항로 안전에 크기 위험 요소를 발견할 수 있음
- 단, 사업대상지 전면 해역의 경우 우회항로 이용선박과 간섭항로 이용선박의 경우 해역 공간을 같이 사용하고 있어 주의가 필요함

사업지 인근 통항로 패턴 분석 결과

포항신항 항내 통항로 패턴

경로	통항역수
B-C(서동로 입항)	1
C-E(서동로 출항)	1
B-E(중간동로 입항)	66
E-E(중간동로 출항)	60
B-F(동동로 입항)	35
F-E(동동로 출항)	27
합계 : 190	

우회항로

- 3일간 통항선박은 총 190척으로 나타남
- B→F, F→E 경로대(중동로)를 이용하는 선박은 62척으로 나타남
- B→E, E→B 경로대(중간동로)를 이용하는 선박은 126척, 시간대별 22척, 최대선정속 190m로 나타남
- B→C, C→B 경로대(서동로)를 이용한 선박은 2척으로 나타남

† 교신저자 종신회원) jgkang@seaman.or.kr
 * 종신회원)jysw@seaman.or.kr

대상 수역시설에 관한 적합성 검토

선회장

- 선박길이 2배인 680m의 선회장 필요
- 부두에서 700m 떨어져 있어 예선의 지원을 받아야 선회 가능함
- 14번 선석에 접, 이안하는 동안 2~4부두 출입선박은 제1파제제와 7부두 사이로 통항하여야 함



· 대상선박에 대한 항로설계기준 필요수심

구분	선저여유수심	필요 수심(m)
Open sea 항역	20%	25.20
조선 및 접, 이안 항역	7%	22.47

- 대상선박의 최대 흘수(21.00m)에 따른 안전통항을 위한 필요 수심

적정 수심 검토

항로의 수심

구분	남북방파제 외해 (최대흘수 × 1.20)	남북방파제 이내 항역 (최대흘수 × 1.07)
안전통항 최소 수심	25.20m	22.47m
항 수심확보 계획	22.00m	19.50m
계획대비 과부족 수심	3.20m	2.97m
평균 간조수	(고) 13m	(고) 13m
추가 확보요구 수심	3.33m	3.10m



- 남북방파제까지 외항은 19.6m, 남북방파제 내측 선회장까지 15.4m 확보 상태
- 포석간담의 저가 거의 없음

선회장 및 모퉁이의 수심

- 선회장의 수심은 최소한 3.10m의 추가 확보가 필요함
- 포항선형 모퉁이 중에서 25.20m 이상을 확보한 모퉁이가 없으며 M-12 모퉁이의 최저수심이 25.0m로서 단계상대로 모퉁이 위해서 추가 모퉁이 확보가 필요

적정 수심 및 예선용량 검토

만재 상태의 예선 소요 전말 마력의 계산

대상선박	소요마력	예선의 배척
300,000DWT급	13,118	○ 3,000대륙급 예선 4척 + 3,800대륙급 예선 ○ 항내진입 및 접안시 좌회두현상을 막기 위해서 1척 추가 ○ 긴급조선 및 회유용 그다륙급 예선 2척이 필요(한척 1척 보유)
200,000DWT급	10,765	○ 3,000대륙급 예선 4척 ○ 항내진입 및 접안시 좌회두현상을 막기 위해서 1척 추가 ○ 긴급조선 및 회유용 그다륙급 예선 2척이 필요(한척 1척 보유)
40,000DWT급	5,480	○ 3,000대륙급 예선 2척

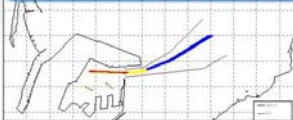
해상교통혼잡도 예측

2006~2020년 해상교통혼잡도(TC) 예측결과



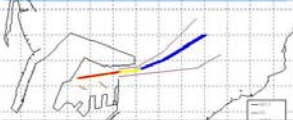
현재 C1-C3 조선부담감 분석 결과

[1] C1-300,000DWT 광석운반선 입항



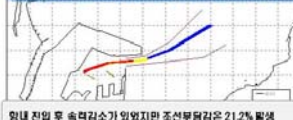
항내 진입 후 속력감소가 예상되지만 조선부담감은 11.4% 발생
남방파제 및 제2파제제 부근에서 조선부담감 발생

[2] C2-200,000DWT 광석운반선 입항



항내 진입 후 속력감소가 있었지만 조선부담감은 10.5% 발생
제2파제제 및 제1파제제 부근에서 조선부담감 발생

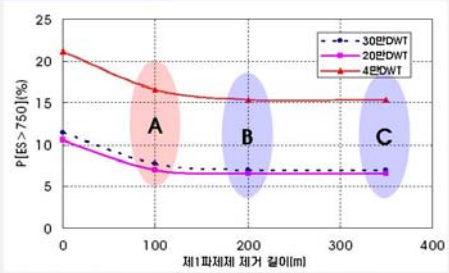
[3] C3-40,000DWT 철재운반선 입항



항내 진입 후 속력감소가 있었지만 조선부담감은 21.2% 발생
남방파제 진입 이후 및 제2파제제, 제1파제제 부근에서 조선부담감 발생

제1파제제 길이에 따른 조선부담감 분석 결과

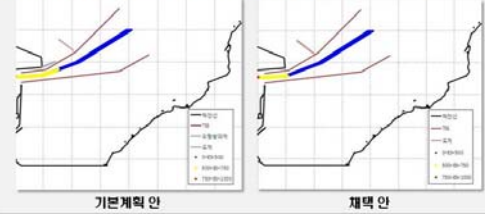
C1-C12의 조선부담감 결과



- 제1파제제 전부 제거한 결과와 100m제거한 결과의 값이 유사함
- 40,000DWT 철재운반선 입항 시 조선부담감이 다소 높음.

채택 안 조선부담감 분석 결과

300,000DWT, 200,000DWT, 40,000DWT 입항



- 기본 계획 안과 채택 안 비교시 ESA가 750을 초과하는 경우는 발생하지 않음
- 채택 안의 경우 ESA가 500~750사이를 나타내는 해역이 일부 감소됨

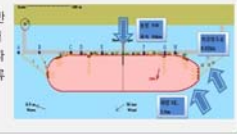
13 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선조사, 항해안전의도 공개자료센터

한국해양수산연수원

포항신항 제1부두 200,000DWT급 광석운반선

최대 환경 외력 조건

- 14번선석에 우선 집안한 200,000DWT급 광석운반선에 작용하는 최대 환경외력은 만재 및 경하상태에서 풍속 50 knots의 북서풍(NWly wind), 유의파고 2.0m의 파랑(NE파), 약 0.02 knot의 최강장조류 등이 동시에 존재하는 조건으로 판단



• 연료하역부두 계류안전성 평가 결과

항중상태	평가항목	최대각도	허용수준	계류 안전성
경하상태	계류식 장치	선주 Breast, 선미 Breast, Stern Line (Line No. 5, 6, 15, 16, 17, 18)	과인력이 약 77~92% 정도에 근접	안전
	Fender 반력	선주 선미 Fender (Fender No. ccj)	최대 허용 반력의 약 41% 수준	안전
	Bollard 작용력	선미부 Bollard (Bollard No. A)	Bollard의 최대 허용 중량의 약 23% 수준	안전
만하상태	계류식 장치	선주 Breast, Stern Line (Line No. 5, 6, 17, 18)	과인력의 약 21~24% 정도 수준	안전
	Fender 반력	선주부 Fender (Fender No. aa, bb)	최대 허용 반력의 약 40% 수준	안전
	Bollard 작용력	선주부 Bollard (Bollard No. A)	최대 허용 중량의 약 19% 수준	안전

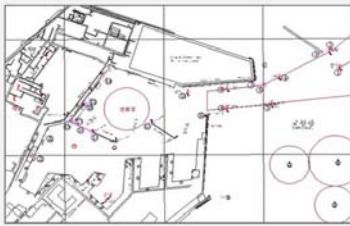
14 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선조사, 항해안전의도 공개자료센터

한국해양수산연수원

시뮬레이션 평가 대상 및 내용

평가 대상 및 내용

- No. C~No.10 Buoy, 부두, 방파제, 파계제, 천수구역과의 충돌확률
- 항로안전계 침범 확률
- 확률은 상대위험요소(RRF)로 평가하여 1/1이하로 안전성 판단

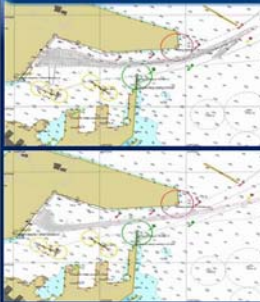


17 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선조사, 항해안전의도 공개자료센터

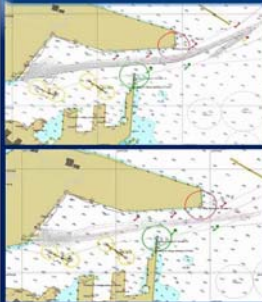
한국해양수산연수원

시뮬레이션 항적 합성도

300,000DWT 합성도



200,000DWT 합성도



18 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선조사, 항해안전의도 공개자료센터

한국해양수산연수원

평가결과 종합

중속번호 근접도 평가 결과

대상선박	300,000DWT급 광석운반선		200,000DWT급 광석운반선		40,000DWT급 광석운반선		비고
	입항 및 출항	대안 및 출항	입항 및 출항	대안 및 출항	입항 및 출항	대안 및 출항	
㉠ No. C Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉡ No. 4 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉢ 도돌 낚다	안전	안전	안전	안전	-	-	요척 700m 요척
㉣ No. 6 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉤ No. 5 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉥ 방파제 구간	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉦ 직입파제 구간	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉧ No. 7 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉨ No. 8 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉩ 13번선 구간	안전	안전	안전	안전	-	-	안전
㉪ No. 10 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉫ 제2파제 구간	안전	안전	안전	안전	-	-	안전
㉬ 제 13번선 구간	안전	안전	안전	불안전	안전	안전	제 13번선 100m 요척
㉭ 제 13번선 침범선 천수	안전	안전	-	-	-	-	
㉮ 제 13번선 침범선 천수	-	-	안전	안전	-	-	
㉯ 제 14번선 침범선 천수	안전	안전	-	-	-	-	
㉺ 제 15번선 침범선 천수	-	-	불안전	불안전	-	-	42.3m~100.0m제 15번선 100m 요척
㉻ 제 14번선 구간	-	-	안전	안전	안전	안전	

20 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선조사, 항해안전의도 공개자료센터

한국해양수산연수원

안전 대책

제1파제 일부 제거



제2부두 진입로구역(천수) 수심확보



21 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선조사, 항해안전의도 공개자료센터

한국해양수산연수원