

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

도제신항

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 선박들이 이용하는 통항로로 주통항로를 판단함
- 주통항로를 활용할 때 항의 구역에 장애물이 없어서 후의를 기울여 항해한다면 위험이 크지 않음 것으로 분석됨

간섭항로

- 간섭항로는 주통항로와 다른 목적지에서 주통항로 일부를 이용하기 위해 주통항로로 수렴하여 가는 과정을 거치고 있으며 사업대상지 인근에 위치한 간섭항로가 2개 존재함
- 각 선박은 포항항과 포항신항을 오가는 통항로로 포항신항입구 북쪽해역에서 주통항로 전방 항적과 교차하는 패턴을 가짐 포항신항 출항선의 경우 포항항에서 입항하는 선박의 진입 시기에 잘 맞춰 갈을 가능하도록 있으나, 주유가 필요함
- 우 편하는 열렬한 신항을 오가는 통항로로 포항신항 북쪽해역에서 주통항로 전방 항적과 교차하는 패턴을 가짐, 이안 해당 해역이 장애물이 존재하지 않는 개방된 해역이므로 후의를 기울여 항해한다면 큰 위험요소는 없을 것으로 분석됨
- 간섭항로에서 선박들이 주통항로로 가더라도 경우 해당 해역의 위험이 사업대상지이므로 주의가 필요함

주통항로

- 주통항로가 위계되는 통항로로서 현재 포항신항에 입출항하는 선박들이 이용하는 통항로는
- 주로 상선들이 이용하는 것으로 분석되었고 포항신항을 입출항하기 위해 주통항로 이용하기 때문에 통항로 안전에 크기 위험 요소를 발견할 수 있음
- 다만, 사업대상지 전면 해역의 경우 주통항로 이용선박과 간섭항로 이용선박이 해당 해역 공전을 같이 사용하고 있어 주의가 필요함

사업지 인근 통항로 패턴 분석 결과

포항신항 항내 통항로 패턴

경로	통항여수
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

주통항로

- 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

6 모항선박스톱 계선개발 사업용 해상교통혼잡도조사 / 항해안전의도 조목작성과

한국해양수산연수원

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	(30.13m)	(30.13m)
추가 확보요구 수심	3.33m	3.10m



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

선회장 및 모박지의 수심

- 선회장의 수심은 최소한 3.10m의 추가 확보가 필요함
- 모항선항 모박지 중에서 25.20m 이상을 확보한 모박지가 없으며 M-12 모박지의 최저수심이 25.0m로서 단계상대로 모박지 위해서 추가 모박지 확보가 필요

7 모항선박스톱 계선개발 사업용 해상교통혼잡도조사 / 항해안전의도 조목작성과

한국해양수산연수원

적정 수심 및 예선용량 검토

만재 상태의 예선 소요 전담 마력의 계산

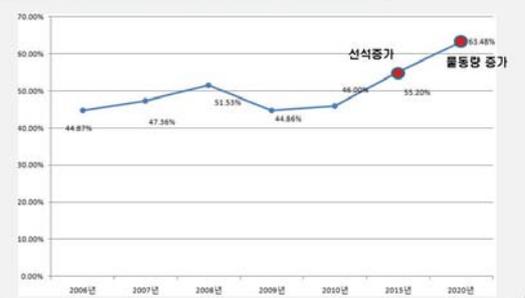
대상선박	소요마력	예선의 배척
300,000DWT급	13,118	○ 3,000대륙급 예선 4척 + 3,800대륙급 예선 ○ 항내진입 및 접안시 좌회두현상을 막기 위해서 1척 추가 ○ 긴급조선 및 회유용 그다륙급 예선 2척이 필요(한척 1척 보유)
200,000DWT급	10,765	○ 3,000대륙급 예선 4척 ○ 항내진입 및 접안시 좌회두현상을 막기 위해서 1척 추가 ○ 긴급조선 및 회유용 그다륙급 예선 2척이 필요(한척 1척 보유)
40,000DWT급	5,480	○ 3,000대륙급 예선 2척

8 모항선박스톱 계선개발 사업용 해상교통혼잡도조사 / 항해안전의도 조목작성과

한국해양수산연수원

해상교통혼잡도 예측

2006~2020년 해상교통혼잡도(TC) 예측결과

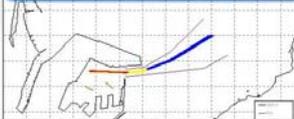


10 모항선박스톱 계선개발 사업용 해상교통혼잡도조사 / 항해안전의도 조목작성과

한국해양수산연수원

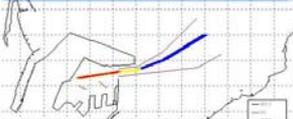
현재 C1-C3 조선부담감 분석 결과

[1] C1-300,000DWT 광석운반선 입항



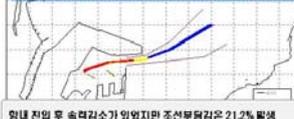
항내 진입 후 속력감소가 예상되지만 조선부담감은 11.4% 발생
남방파제 및 제2파제제 부근에서 조선부담감 발생

[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



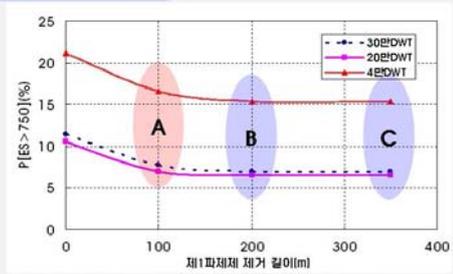
항내 진입 후 속력감소가 있었지만 조선부담감은 21.2% 발생
남방파제 진입 이후 및 제2파제제, 제1파제제 부근에서 조선부담감 발생

11 모항선박스톱 계선개발 사업용 해상교통혼잡도조사 / 항해안전의도 조목작성과

한국해양수산연수원

제1파제제 길이에 따른 조선부담감 분석 결과

C1-C12의 조선부담감 결과



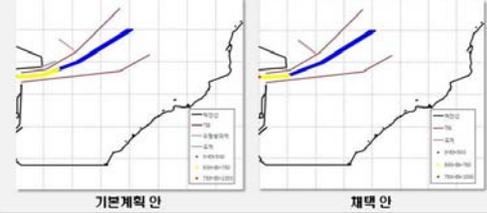
- 제1파제제 전부 제거한 결과와 100m제거한 결과의 값이 유사함
- 40,000DWT 철재운반선 입항 시 조선부담감이 다소 높음.

12 모항선박스톱 계선개발 사업용 해상교통혼잡도조사 / 항해안전의도 조목작성과

한국해양수산연수원

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

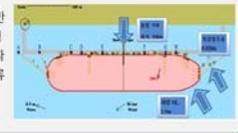
13 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선안도 | 항해안전의 최우선수단

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(NW'ly wind), 유의파고 2.0m의 파랑(NE파), 약 0.02 knot의 최강장조류 등이 동시에 존재하는 조건으로 판단



• 연료하역부두 계류안전성 평가 결과

항상상태	평가항목	최대각도	허용수준	계류 안전성
경하상태	계류식 장력	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 장력	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

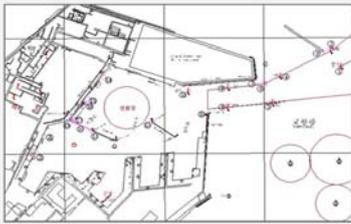
14 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선안도 | 항해안전의 최우선수단

한국해양수산연수원

시뮬레이션 평가 대상 및 내용

평가 대상 및 내용

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

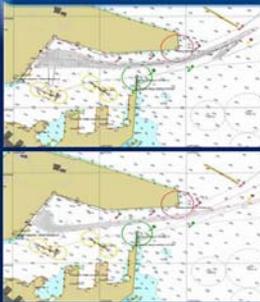


17 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선안도 | 항해안전의 최우선수단

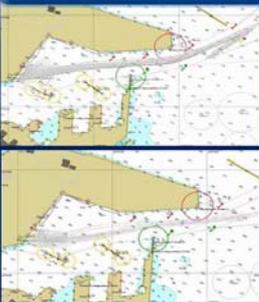
한국해양수산연수원

시뮬레이션 항적 합성도

300,000DWT 합성도



200,000DWT 합성도



18 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선안도 | 항해안전의 최우선수단

한국해양수산연수원

평가결과 종합

중속번호 근접도 평가 결과

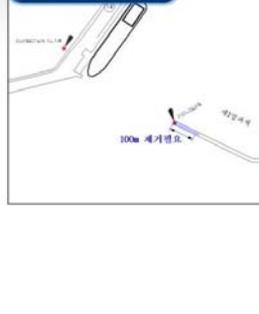
대상선박	300,000DWT급 광석운반선		200,000DWT급 광석운반선		40,000DWT급 광석운반선		비고
	입항 및 출항	대안 및 출항	입항 및 출항	대안 및 출항	입항 및 출항	대안 및 출항	
㉠ No. C Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉡ No. 4 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉢ 도돌 낚다	안전	안전	안전	안전	-	-	요척 700m 요척
㉣ No. 6 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉤ No. 5 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉥ 방파제 끝단	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉦ 직입파제 끝단	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉧ No. 7 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉨ No. 8 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉩ 13번선 끝단	안전	안전	안전	안전	-	-	안전
㉪ No. 10 Buoy	안전	안전	안전	안전	-	-	
㉫ 제2파제 끝단	안전	안전	안전	안전	-	-	안전
㉬ 제 13번선 끝단	안전	안전	안전	안전	불안전	안전	제 13번선 10m 요척
㉭ 제 13번선 침전선 천수	안전	안전	-	-	-	-	
㉮ 제 13번선 침전선 천수	-	-	안전	안전	-	-	
㉯ 제 14번선 침전선 천수	안전	안전	-	-	-	-	
㉺ 제 15번선 침전선 천수	-	-	불안전	불안전	-	-	42.3m~100.0m간 20m 수심 확보
㉻ 제 14번선 끝단	-	-	안전	안전	안전	안전	

20 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선안도 | 항해안전의 최우선수단

한국해양수산연수원

안전 대책

제1파제 일부 제거



제2부두 진입로구역(천수) 수심 확보



21 부항선박스택 계획에 따른 시설물 해상과일선안도 | 항해안전의 최우선수단

한국해양수산연수원