

선박 운항 안정성 확보를 위한 해양 쓰레기 차단막 플랫폼 모듈 개발

강수원* · 강효동* · 원종화* · 박성민* · 정동우** · 박병원**

*주식회사 포어시스
 **선박해양플랜트연구소

요약 : 육상에서 발생한 부유쓰레기는 하천을 통해 해상으로 유입되어 선박 프로펠러 파손, 항로 점유 등 선박 운항 안정성에 지대한 영향을 미친다. 본 연구는 육상 기인 부유쓰레기의 해양 확산을 방지하고 나아가 선박 운항 안정성 확보를 위한 차단막과 차단막의 부유쓰레기 차단 성능 확보를 위한 플랫폼 및 계류, 앵커시스템 개발을 연구 목표로 한다. 본 구조물의 우선 설치 대상 해역은 가덕도 남동부 해안으로, 우천시 혹은 태풍 내습시 육상에서 발생하는 많은 해양쓰레기의 확산이 이루어지는 지역이다. 대상 해역의 환경하중 조건에서 플랫폼이 정상 기능을 수행하도록 수치해석 기법을 기반으로 플랫폼 및 계류, 앵커시스템을 설계하고 설계 기준 적합성을 평가하였다.

핵심용어 : 해양 쓰레기, 부유식 차단막, 계류시스템, 수치해석, 선박 안전 운항



연구 목적

R&SD : Research and Solution Development

국민행복 해양 공간 창조

연안재해 저감 및 해양교통 안전 확보
해양환경 개선 및 위해요소 대응역량 강화

- 레이저어망 및 부유 레그를 수거 해류 따라 움직이는 고밀도 쓰레기의 자연 자집
- 정소선 수거비용의 약 3% (ref. The Ocean Cleanup, Netherlands) 제한된 예산 내 효율 극대화
- 글로벌 시장 확대 전 세계적 시장 확장기, G20 협의에 따른 의무 시일

연근해 선박 및 군함 운항 안정성 확보 및 해양 수산 환경 개선



연구 추진 방법

1st

단독 차단막 플랫폼

- 운동 성능 평가
- 계류선 장력 검토

Validation

전체 차단막 시스템

- 운동 성능 평가
- 계류선 장력 검토
- 쓰레기 하중 평가

프로토타입 제품 도출

- 최종 최적 단면
- 설치 운용 시나리오

설계/수치 시뮬레이션-모형 실험 절차

WAVE + CURRENT

파도, 조류

단독 플랫폼 거동 평가, 계류선 장력 측정, 앵커 인장력 측정, 플랫폼 시스템 거동 평가, 부유 쓰레기 하중 평가



연구개발 목표

선박 운항 안정성 확보 및 해양환경 보전

극한 해상환경 기준 재해 쓰레기 자집 차단막 개발

- 위치 유지 성능 확보: **설치 수심의 15%** ISO 19901-7
- 계류선 설계 안전율 확보: **1.67** API-RP-25K
- 계류선 피로수명 안전율 확보: **3.0** API-RP-25K
- 앵커 설계 안전율 확보: **1.6(2.0)** API-RP-25K
- 쓰레기 자집 용량 확보: **200m³/unit** 자체 산출 기준

자단막 시스템 개발, 자단막 및 계류 시스템 동적 응답 평가, 해양쓰레기 모의실험 평가 기법 개발, 차단막 시스템 모형 실험 성능 평가



연구 추진 방법

1st

단독 차단막 플랫폼

- 운동 성능 평가
- 계류선 장력 검토

Validation

전체 차단막 시스템

- 운동 성능 평가
- 계류선 장력 검토
- 쓰레기 하중 평가

프로토타입 제품 도출

- 최종 최적 단면
- 설치 운용 시나리오

설계/수치 시뮬레이션-모형 실험 절차

WAVE + CURRENT + DEBRIS

파도, 조류

플랫폼 시스템 거동 평가, 부유 쓰레기 하중 평가, 계류선 장력 측정, 앵커 인장력 측정, 플랫폼 시스템 거동 평가, 부유 쓰레기 하중 평가

메인 플랫폼설계

보강재 구조설계

- Hull Scantling
- 구조 보강재 크기 및 상세 재할 선정
- 구조 강도 평가

연결부 구조설계

- 계류선 연결부 조기 설계 및 상세 설계
- 연결부 배치설계
- 연결부 구조 강도 평가

차단막 플랫폼설계

- 주요 구획 배치 설계
- 무게 추정 및 부력 산정
- Ballast 구역 설계
- Deck size 선정

계류선 설계

- 계류선 재료 및 재할 선정
- 계류 해석 수치 모델 개발
- 차단막 운동 특성을 고려한 Case Study 및 계류 해석

차단막 하중 및 배치설계

Net 구조물 항력 계수 평가

- Net 구조물 항력계수 평가
- Mesh type, Mesh size
- 경험적 기반 항력 계수 케이스 스터디

차단막 하중 평가

- 경험적 기반 환경 하중 평가
- 차단막에 작용하는 환경 하중 케이스 스터디

차단막체 및 지지대 설계

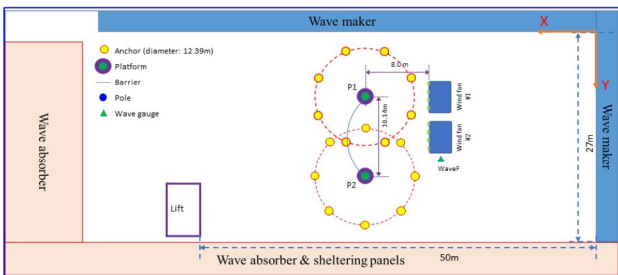
- 최적 Net 구조 선정
- 최적 Mesh size 선정
- 지지대 기본 설계

차단막 배치설계

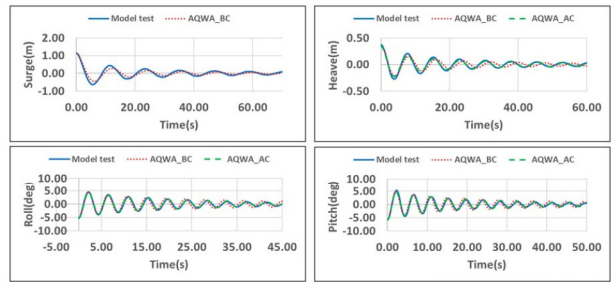
- 차단막 배치 설계
- 지지대 배치 간격 선정
- Boom type 및 Vertical type

연구자	년도	CD	water	BP	water
Frühmann and Schaefer	1995	0.380	0.358	0.104	0.107
Mose	1972	1.362	0.792	0.792	21.903
Abramson et al.	1990	0.184	0.107	0.107	0.885
Taylor et al.	2003	1.175	1.162	0.684	18.182
Zhan et al.	2006	1.331	1.349	0.718	21.111
Rezaei et al.	2009	1.36	1.345	0.791	21.045
Hosonishi et al.	2011	0.668	0.604	0.388	9.448
Kumarasena et al.	2012	1.388	1.19	0.808	18.614

모형시험 개략도

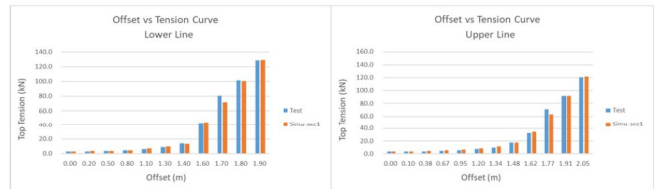


정수중 운동성능 검증



BC : Before Calibration, AC : After Calibration

계류계 수치모델 구현



모형시험 개략도

결론

계류계 위치유지성능

- 계류선 최적 배치
- 계류계 수치모델 구현
- 정량적 성과목표 달성 확인
- 계류계 안전성 확인

차단막 차집성능

- 최적 Span ratio 선정
- 차단막 재질 선정
- 최적 Mesh size 선정
- 지지대 형상 결정

플랫폼 안전성능

- 플랫폼 최적 형상 결정
- 플랫폼 수치모델 구현
- 플랫폼 구조안전성 확인
- 플랫폼 유체안전성 확인

모듈 통합성능

- 통합 모듈 정상상태 안전성 검증 완료 - 수치 모형실험
- 통합 모듈 정상상태 쓰레기 차집 성능 검증 완료 - 수치 모형실험
- 통합 모듈 극한상태 안전성 검증 완료 - 수치 시뮬레이션