

2022 제 10 회 한국연안방재학회 연례학술대회



풍요로운 연안, 안전한 해안
Prosperous and safe coasts

일시 2022. 08. 22(월) ~ 08. 24(수)

장소 여수 디오션호텔&리조트



한국연안방재학회

Korean Society of Coastal Disaster Prevention

후원



전라남도



여수시



(주)헤인E&C



중공업



에코플랜트

2022년 제10회 연례학술대회 환영사

존경하는 한국연안방재학회 회원님 안녕하십니까?

지난 2020년부터 2년 넘게 코로나19 팬데믹으로 우리의 일상생활뿐만 아니라 학술대회를 통한 교류에도 많은 어려움이 있었습니다. 그러나 올해는 일상회복으로 접어들었고 회원님들의 적극적인 관심과 참여가운데 아름다운 도시 여수에서 제10회 연례학술대회를 개최하게 되어 매우 기쁘게 생각합니다.

국회 의정활동으로 바쁘신 중에서 본 학술대회를 빛내주시기 위해 축사를 해주시는 주철현 국회의원님께 감사를 드립니다. 주 의원님께서서는 농해수위 위원으로 성실한 의정활동을 통해 제21대 국회 전반기 2차년도 의정활동 ‘우수국회의원 헌정 대상’ 수상자로 선정되시는 등 정책 역량을 발휘하고 계십니다.

그리고 “전력산업의 현재와 미래”를 주제로 특별강연을 해주시는 한전 전력연구원 융복합프로젝트연구소 장정범소장님께 감사를 드립니다. 장 소장님의 내진분야와 자연재해 예보 분야의 풍부한 연구 경험이 금번 연례학술대회 모든 참가자들에게 큰 영감을 줄 것이라고 믿습니다.

금년도 연례학술대회를 위해 많은 수고를 해주신 준비위원회의 신성원 부회장님과 위원님들, 이승오 편집위원장님 그리고 학회 사무국 민국장과 장주임의 헌신적인 노력과 봉사에 진심어린 감사를 드립니다. 또한 학술대회 준비에 많은 도움을 주신 전인식, 심재설, 황규남 전 회장님, 권오순 차기회장님, 임학수 부회장님, 여러 임원님들 그리고 어려운 여건 속에서도 아낌없는 후원을 해주신 전라남도, 여수시, (주)헤인이엔씨, HJ중공업, SK에코플랜트 등 특별 회원사를 비롯하여 여러모로 도움을 주신 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 드립니다.

2022년 연례학술대회는 학회의 모토인 “풍요로운 연안, 안전한 해안”을 주제로 해양환경변화, 연안환경영향평가 및 정책, 선박방재, 연안재해 예·경보, 연안침식, 연안방재 대응의 6개 분야에 대한 학술논문발표와 토론의 장을 마련하였고, 해저에너지 인프라 연구, 해양디지털트윈 시뮬레이션, ICT 기반 항만인프라 재해대

응, 새만금 연계 파력발전 연구, 원격탐사 해양 활용의 5개 특별세션 등의 프로그램으로 구성하였습니다.

아무쪼록 금번 우리 학회의 연례학술대회가 연안방재 전문가들의 소중한 연구경험과 뛰어난 연구 성과의 발표와 함께 활발한 토론 및 유용한 정보 교류의 장이 되기를 소망하며, 회원님들께서는 오랜만에 만나시는 귀한 분들과 정담어린 이야기를 많이 나누시기를 바랍니다.

다시한번 이번 연례학술대회에 참석해주신 회원님, 전문가 여러분 그리고 소중한 발표를 해주실 발표자 여러분들께 깊은 감사의 말씀을 드리며, 아름다운 도시 여수에서 좋은 추억 만드시기를 바랍니다.

감사합니다 !

2022년 8월

(사)한국연안방재학회 회장 박광순

2022년도 제10회 한국연안방재학회 연례학술대회 프로그램

일자 : 2022년 8월 22일(월)~24일(수) 장소 : 여수 디오션 호텔 & 리조트

2022. 8. 22(월)		
16:00~18:00	등록	
18:00~19:00	WELCOME RECEPTION	
2022. 8. 23(화)		
09:00~12:00	테크니컬 투어	■ 장소 : 여수엑스포 다도해공원
13:30~14:00	개회 및 축사	사회 : 학술부회장(신성원) ■ 국민의례 ■ 개회사/환영사 - 박광순 한국연안방재학회 회장 ■ 축사 - 주철현 국회의원(전남 여수시갑)
14:00~14:40	초청강연	좌장 : 학술부회장(신성원) ■ 전력산업의 현재와 미래 - 장정범박사 한전 전력연구원 소장
14:40~15:00	Break / 세션 준비	
15:00~18:00	세션발표	일반세션 및 특별세션
18:00~20:00	만찬	■ 장소 : 여수 디오션 호텔 & 리조트
2022. 8. 24(수)		
09:00~12:00	세션발표	일반세션 및 특별세션
12:00~12:20	Break / 폐회 준비	
12:20~13:00	폐회	사회 : 학술부회장(신성원) ■ 우수 논문발표 ■ 폐회사

후 원



전라남도



여수시



(주)헤인E&C



중공업



에코플랜트

구두 발표

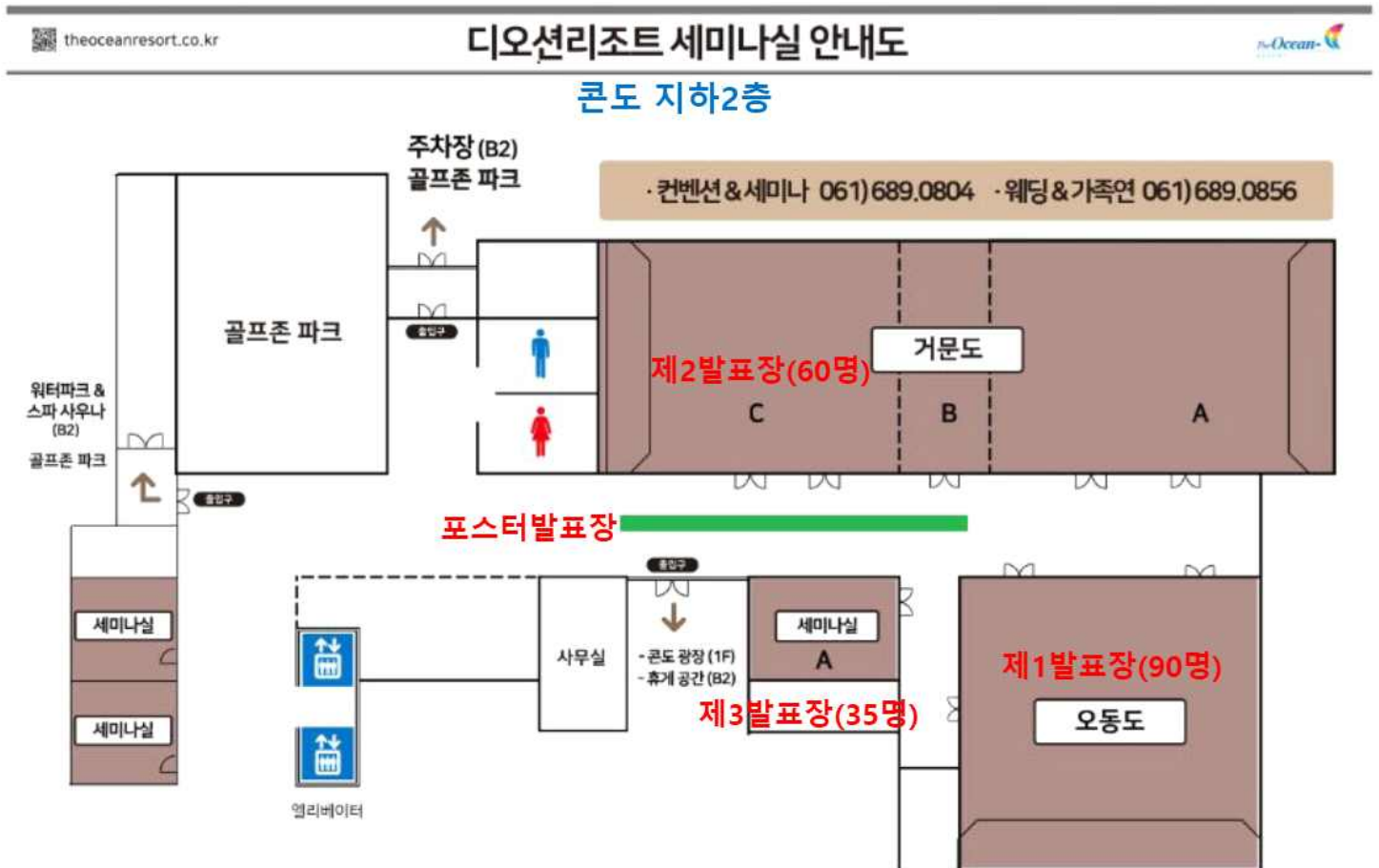
2022년 8월 23일 (화)		
제1발표장(오동도)	제2발표장(거문도C)	제3발표장(세미나A)
<p>일반세션 (15:00~16:30) 좌장 연안환경영향평가 및 정책(6) 신성원</p> <p>항만분야 탄소중립 인프라구축 및 기반기술마련 (박종현)</p> <p>연안재해 위험평가 고도화 방안 연구 (강태순)</p> <p>연안재해위험평가 기반 저감대책 의 구성과 향후 과제 (윤성순)</p> <p>항만의 전력에너지 관리시스템 마 련 연구 (안승현)</p> <p>선박 배출량 산정 패러다임의 전 환- 미시통계 구축을 위한 산정 방식 개발 (안용성)</p> <p>항만의 대기오염물질 모니터링 체 계 구축방향- 모형 적용 단계별 입력자료의 유효성 검토 (김서 영)</p> <p>Break 세션준비 (16:30~16:40)</p> <p>일반세션 (16:40~18:00) 좌장 연안재해예정보(5) 강태순</p> <p>CCTV 영상과 시각인공지능을 활용 한 실시간 이안류 탐지 (손영태)</p> <p>해일 내습에 의한 표류 컨테이너 의 위치추적 및 충돌거동에 관 한 고찰 (이우동)</p> <p>남해안 연안 조석정보 데이터베이 스 구축 및 조류예측 (김창겸)</p> <p>데이터 기반 시공간 파랑예측을 위 한 데이터 마이닝 기술 (유제선)</p> <p>신형 소파블록 형상고안 및 내구 성 검증 (박창범)</p>	<p>일반세션 (15:00~15:45) 좌장 해양환경변화(3) 유제선</p> <p>연안에서의 미세플라스틱 이동 특 성에 대한 수치모의 연구 (김대 홍)</p> <p>기상청 지구 시스템 모델을 이용 하는 전지구 기후예측 실험에 근거한 기상장의 장래 변화량 평가 (양정아)</p> <p>수치모델을 이용한 수거된 해양 부유 쓰레기 발생원 역추적 (최 진용)</p> <p>Break 세션준비 (15:45~16:00)</p> <p>특별세션 (16:00~18:00) 좌장 해저 에너지 인프라 연구(7) 김정훈</p> <p>MW급 부유식 풍력발전시스템용 탈부착 장치 설계 검증을 위한 축소모형 구조시험 (송창용)</p> <p>부유식 해상태양광설비 구성요소 의 구조안전성 평가를 위한 해 석기법 (송지훈)</p> <p>해저케이블 강성 보호설비에 대한 수치해석 기반 구조안전성 평가 (김정훈)</p> <p>해저케이블 위해인자의 낙하속도 산정을 위한 구체적인 항력계수 수치해석 (강하늘)</p> <p>해저케이블 매설심도 산정을 위한 앵커침투의 수치해석 (전인식)</p> <p>SPH-DEM 기법을 이용한 해저케 이블 보호설비 수치해석 시뮬레 이션 (진성주)</p> <p>이동식 항타장비 공법을 이용한 복합벽강관식 안벽공사 (우찬 조)</p> <p>포스터 세션 (13:30 ~ 18:00)</p>	<p>일반세션 (15:40~18:00) 좌장 선박방재(9) 조익순</p> <p>AASHTO Method II에 기반한 연 간충돌빈도의 안전기준 연구 (손우주)</p> <p>해상풍력단지와 선박의 통항안전 모델 제시에 관한 연구 (온성 욱)</p> <p>병합군집을 활용한 접안속도와 접 안에너지에 따른 도선사 조선 유형 비교 (강은지)</p> <p>여수·광양항 내 제한 속력 준수 현황에 대한 분석 (문지하)</p> <p>대용량 해상교통 데이터의 기초통 계 분석과 운항특성 변화에 관 한 연구 (이정석)</p> <p>해상교통 빅데이터 분석 결과의 계층적 DB화 방안 연구 (김윤 지)</p> <p>해상교통망 구축 절차 및 관리방 안에 관한 연구 (조익순)</p> <p>고수심 정박지에서의 초대형컨테 이너선의 묘박안전성 (김수용)</p> <p>선박연료유 사용량 보고 및 선박 전자기록부 기능을 포함한 선박 관리시스템의 자동화 개념 연구 (이보경)</p>

2022년 8월 24일 (수)					
제1발표장(오동도)		제2발표장(거문도C)		제3발표장(세미나실A)	
일반세션 (09:00~10:30) 좌장 연안침식(6) 도기덕		일반세션 (09:00~10:00) 좌장 연안방재대응(4) 이우동		특별세션 (09:00~10:30) 좌장 해양 디지털트윈 시뮬레이션(6) 임학수	
머신러닝 모델을 이용한 수중 수평판의 파랑 특성 예측 (김태운)		구조물 변위계측을 위한 GNSS-IMU 센서합병모듈의 구성 및 성능시험 (민인기)		동삼해수천 수문 설치 전후 유동 변화 (진승환)	
해안침식대책 광복잠제의 적용 문제 (강운구)		항만 및 어항설계를 위한 표준 선박제원 분석보고서 발간 (조명환)		월파재난 관리를 위한 월파랑 추정 및 실감형 융합콘텐츠 개발 (홍성훈)	
ShorelineS 모델을 이용한 원평해수욕장의 해안선변화 검토 (유호준)		경사제 항내측 피복석의 안정성에 관한 수리모형실험 (김영택)		디지털트윈 기술을 활용한 연안재난재해 예측 (최형환)	
연안습지 블루카본(Blue Carbon) 및 탄소흡수 메커니즘 분석 (류중형)		연안도시 구조물에 미치는 유사지진해일 파력 저감 구조물 성능 연구를 위한 대형수리모형실험 (신성원)		해양 디지털 트윈 연안관리 플랫폼 기술 개발 (임학수)	
우회양빈 이후 모래이동 경향 분석(장성열)		Break 세션준비 (10:00~10:10)		해양치유 효과 증진을 위한 실감형 콘텐츠 개발 (김주환)	
붕포해변 연안정비사업 전·후 해안선 변화(김진훈)		특별세션 (10:10~12:00) 좌장 새만금 연계 파력발전 연구(7) 윤재선		해양스마트시티 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발 (임학수)	
Break 세션준비 (10:30~10:40)		국내 해양에너지 기술개발 현황 (고동휘)		Break 세션준비 (10:30~10:40)	
특별세션 (10:40~12:00) 좌장 ICT기반 항만인프라 재해대응(5) 권오순		파력발전 정책동향 및 지역분산형 어촌에너지 & 어촌지킴이 사업 구상(안) (윤재선)		특별세션 (10:40~12:00) 좌장 원격탐사 해양 활용(4) 양찬수	
작업대상 항만구조물의 원격모니터링을 위한 스마트센서 기술 개발 (신창주)		Overset 기법을 활용한 부유식 방파제 해석 수치모형 개발 (하태민)		투발루 후나푸티 연안재해 현황조사 (최아름)	
항만인프라 재해 및 노후화 관리 기술 개발에 관한 연구 (김학선)		새만금 방조제 연계 파력발전 부존량 조사를 위한 계측사례 소개 (이혁)		Shoreline changes of small atoll nation, Tuvalu: A brief review (Ahmed Rashid)	
워크플로우 기반 항만 인프라 관제시스템 데이터 연계 연구 (박순호)		새만금 조력발전을 고려한 호내수위변화특성 검토 (백동해)		Detection of Macroalgal Blooms by SAR and Optical Remote Sensing (Sree Juwel Kumar Chowdhury)	
항만시설물 표면상태 평가를 위한 멀티 가시화센서 모듈의 성능평가 (김수미)		파력발전용 연직슬릿 챔버방파제의 반사율에 관한 실험 (한세중)		태평양 도서국 EEZ해역에서의 어선 활동 특성(신대운)	
인공위성 영상레이더 위상간섭기법을 이용한 항만 배후부지 침하 관측 (주정현)		PTO 장치를 포함한 하부힌지 진자형 발전체 거동 해석(이성대)			
포스터 세션 (09:00 ~ 12:00)					

포스터 발표

No.	세션	제1저자	논문제목
PO-01	디지털트윈	홍기진	3D CAD 데이터의 사용자 친화적인 VR 가시화
PO-02	디지털트윈	박진혁	디지털 트윈에서 생성 가능한 이미지 데이터 세트를 이용한 객체 추적 성능 향상 방법
PO-03	파력발전	이병욱	방조제 배수갑문 개방 시 담수확산범위 예측 수치해석
PO-04	파력발전	이병욱	파력발전체를 연결한 유공 부유식방파제의 발전효율 검토
PO-05	파력발전	김민규	해저케이블 보호공에 대한 불규칙파 수리모형실험
PO-06	해양환경변화	명성관	여름철 천수만 해저면 거칠기에 따른 수온 변화: 수치모델 실험
PO-07	해양환경변화	김양오	남해 중부해역의 조석관측자료 장기·단기 분석 및 특성에 관한 연구
PO-08	해양환경변화	오효은	자기조직화지도를 활용한 동아시아 해양열파 분류 및 발생 메커니즘 분석
PO-09	해양환경변화	김고운	2020년 봄철 한파를 유발하는 유라시아 지역의 쌍극자 순환 발생 메커니즘
PO-10	해양환경변화	유형주	수치모형을 이용한 연안해역의 혼합층 생성양상 검토: SCHISM 적용
PO-11	해양환경변화	민용침	해양과학기지 시계열 자료의 품질관리 시스템 구축: 이동표준편차 검사의 성능평가 및 활용
PO-12	해양환경변화	이승우	2021년 여름 동안 난류(EKWC) 유속 강화 현상 관측
PO-13	연안침식	임창빈	방포항 건설로 인한 꽃지 해변에서의 연안 유실 및 해안 침식
PO-14	연안침식	김기현	UAV를 이용한 측량고도별 입자의 대표크기 예측방안
PO-15	연안재해예경보	전형석	RTK-GPS 파랑관측 지진해일관측기술 기반 연구
PO-16	연안재해예경보	한규석	영상분석을 이용한 SSC 모니터링 시스템의 현장적용
PO-17	연안재해예경보	우정운	딥러닝 기반 시계열 예측 모델을 적용한 낙동강 하굿둑 염분 예측
PO-18	연안재해예경보	김동현	연안도시 침수예측을 위한 SIND 모형의 활용방안
PO-19	연안재해예경보	유호준	해수유통 시나리오에 의한 영산강 하굿둑의 기수역 형성 분석
PO-20	연안재해예경보	이상영	기상 및 역학모형을 활용한 장사해수욕장의 2020년 태풍특성
PO-21	연안재해예경보	유철한	기상청 지진해일 관측정보 생산을 위한 지진해일 검출시스템 개요 및 개선 방향
PO-22	연안재해예경보	조태환	기상청 지진해일 예측정보생산을 위한 시나리오 DB 개요 및 개선 방향
PO-23	연안방재대응	이재진	내부사석 규격 허용범위 기준 정립을 위한 시공 현장조사 방법
PO-24	연안방재대응	이양우	신형 소파블록의 개발과 실제 적용 사례
PO-25	연안방재대응	Made Narayana Adibhusana	불규칙 월파 유속 및 충두계 분석을 위한 영상측정기법 적용

발표장 안내



발표논문 목차

논문제목	발표자	페이지
연안에서의 미세플라스틱 이동 특성에 대한 수치모의 연구	김대홍, 김영택	1
기상청 지구 시스템 모델을 이용하는 전지구 기후예측 실험에 근거한 기상장의 장래 변화량 평가	양정아	2
머신러닝 모델을 이용한 수중 수평판의 파랑 특성 예측	김태윤, 이창민, 이우동	3
해안침식대책 “광폭잡제”의 적용 문제	강윤구	5
ShorelineS 모델을 이용한 원평해수욕장의 해안선변화 검토	유호준, 김기현, 김종범, 강태순	6
연안습지 블루카본(Blue Carbon) 및 탄소흡수 매커니즘 분석	류중형, 윤상린, 캄비우-리우	7
우회양빈 이후 모래이동 경향 분석	장성열, 김슬기, 허동수, 김인호	8
봉포해변 연안정비사업 전·후 해안선 변화	김진훈, 김슬기, 홍성준, 진재중, 김인호	9
CCTV 영상과 시각인공지능을 활용한 실시간 이안류 탐지	손영태, 진상엽, 강태순	10
해일 내습에 의한 표류 컨테이너의 위치추적 및 충돌거동에 관한 고찰	이우동, 황태건, 김태윤	11
남해안 연안 조석정보 데이터베이스 구축 및 조류예측	김창겸, 전인식, 오병철	12
데이터 기반 시공간 파랑예측을 위한 데이터 마이닝 기술	유제선, 박승환, 손동휘	13
연안재해 위험평가 고도화 방안 연구	강태순, 황순미, 권석재, 이화영	14
연안재해위험평가 기반 저감대책의 구성과 향후 과제	윤성순	16
수치모델을 이용한 수거된 해양 부유 쓰레기 발생원역추적	최진용, 김선정, 권제일	17
항만의 전력에너지 관리시스템 마련 연구	안승현, 김근섭	18
선박 배출량 산정 패러다임의 전환 - 시공간 격자구분에 따른 고해상도 배출 산정방식	안용성	19
항만의 대기오염물질 모니터링 체계 구축방향	김서영	20
신형 소파블록 형상고안 및 내구성 검증	박창범, 고광오, 이대환, 조영준	21
항만 및 어항설계를 위한 표준 선박제원 분석보고서 발간	조명환, 김용희, 조익순, 손우주, 강윤구	22
경사제 항내측 피복석의 안정성에 관한 수리모형실험	김영택, 이종인	23
구조물 변위계측을 위한 GNSS-IMU 센서합병모듈의 구성 및 성능시험	민인기, 전인식, 심재설	24

논문제목	발표자	페이지
연안도시 구조물에 미치는 유사 지진해일 파력 저감 구조물 성능 연구를 위한 대형수리모형실험	신성원, 하이	25
이동식 항타장비 공법을 이용한 복합 벽강관식 안벽 공사	우찬조, 서민정	27
AASHTO Method II에 기반한 연간충돌빈도의 안전 기준 연구	손우주, 구정민, 문지하, 공인영	29
해상풍력단지와 선박의 통항안전 모델 제시에 관한 연구	은성욱, 김철승, 이홍훈, 이창현	30
병합군집을 활용한 접안속도와 접안에너지에 따른 도선사 조선 유형 비교	강은지, 김대근, 윤경국, 조익순	31
여수·광양항 내 제한속력 적정성에 대한 분석	문지하, 손우주, 구정민, 공인영	32
대용량 해상교통 데이터의 기초통계 분석과 운항특성 변화에 관한 연구	이정석, 김윤지, 조익순	33
해상교통 빅데이터 분석 결과의 계층적 DB화 방안 연구	김윤지, 이정석, 양현, 조익순	34
해상교통망 구축 절차 및 관리방안에 관한 연구	조익순, 김윤지, 이정석	35
고수심 정박지에서의 초대형컨테이너선의 묘박안전성	김수용, 권승철, 조익순)	36
선박연료유 사용량 보고 및 선박 전자기록부 기능을 포함한 선박 관리시스템 자동화를 위한 요구사항 분석	이보경, 김대해, 김하연	37
디지털트윈 기술을 활용한 연안 재난재해 예측	최형환, 임학수, 김동하, 홍성훈	38
해양스마트시티 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발	임학수, 김동하, 홍성훈, 진승환, 김주환	39
해양 디지털 트윈 연안관리 플랫폼 기술 개발	임학수, 김동하, 홍성훈, 진승환, 김주환	40
월파재난 관리를 위한 월파량 추정 및 실감형 융합 콘텐츠 개발	홍성훈, 김동하, 장성철, 진승환, 김주환, 임학수	41
해양치유 효과 증진을 위한 실감형 콘텐츠 개발	김주환, 임학수, 홍성훈, 김민규	42
동삼해수천 수문 설치 전후 유동 변화	진승환, 임학수, 김동하, 홍성훈, 장성철	43
국내 해양에너지 기술 개발 현황	고동휘	44
파력발전 정책동향 및 지역분산형 어촌에너지 & 어촌지킴이 사업구상(안)	윤재선, 이병욱, 백동해, 하태민, 송현구, 장성원	45
조력발전사업을 고려한 새만금호 관리수위 변경 분석	백동해, 이병욱, 윤재선, 장은철, 송현구	46
파력발전용 연직슬릿 챔버 방파제의 반사율에 관한 수리실험	한세종, 윤재선, 하태민, 이병욱, 백동해	47
Overset 기법을 활용한 부유식 방파제 해석 수치모의체계	윤재선, 이병욱, 백동해, 송현구, 하태민	48
PTO 장치를 포함한 하부힌지 진자형 발전체 거동 해석	김신웅, 이성대	49

논문제목	발표자	페이지
MW급 부유식 풍력발전시스템용 탈부착 장치 설계 검증을 위한 축소모형 구조시험	송창용, 김훈관, 정다운, 박상혁, 정민석, 문경환	50
부유식 해상태양광 발전설비 구성요소의 구조 안전성 평가를 위한 해석기법	송지훈, 정우철, 김승준	51
해저케이블 강성 보호설비에 대한 수치해석 기반 구조안전성 평가	김정훈, 김장군, 윤원철, 손영동	52
해저케이블 위해인자의 낙하속도 산정을 위한 구체의 항력계수 수치해석	강하늘, 박주웅, 김장군, 손영동	53
해저케이블 매설심도 산정을 위한 앵커침투의 수치해석	전인식, 강하늘, 김종혁, 김정훈	54
SPH-DEM 기법을 이용한 해저케이블 보호설비 수치해석 시뮬레이션	진성주, 이경택, 신민규, 김정훈	56
작업대상 항만구조물의 원격모니터링을 위한 스마트 센서 기술 개발	신창주, 권오순, 만동우, 서정민	57
항만인프라 재해 및 노후화 관리기술 개발에 관한 연구	김학선, 김준경, 이종석, 최정욱, 홍성범	58
워크플로우 기반 항만인프라 관제시스템 데이터 연계 연구	박순호, 최우근	59
항만시설물 표면상태 평가를 위한 멀티 가시화센서 모듈의 성능평가	김수미, 서정민, 허원재, 이지형, 정홍국	60
인공위성 영상레이더 위상간섭기법을 이용한 항만 배후부지 침하 관측	주정현, 홍상훈	62
투발루 푸나푸티 연안 재해 현황 조사	최아름, 최원준, 손경미, 양찬수	63
DETECTION OF MACROALGAL BLOOMS BY SAR AND OPTICAL REMOTE SENSING	Sree Jewel Kumar Chowdhury, Chan-Su Yang, Ahmed Harun-Al-Rashid	64
Shoreline changes of small atoll nation, Tuvalu: A brief review	Harun-Al-Rashid Ahmed, Yang Chan-Su	65
태평양 도서국 EEZ해역에서의 어선 활동 특성 조사	신대운, 양찬수, Rashid	66
여름철 천수만 해저면 거칠기에 따른 수온 변화: 수치모델 실험	명성관, 권경만, 최재성, 양준용, 한창훈, 최병주	67
방조제 배수갑문 개방 시 담수확산범위 예측 수치해석	이병욱, 백동해, 윤재선, 정재상, 송현구	68
남해 중부해역의 조석관측자료 장기·단기 분석 및 특성에 관한 연구	김양오, 김종규	69
자기조직화지도를 활용한 동아시아 해양열파 분류 및 발생 메커니즘 분석	오효은, 김고운, 정진용, 민용침, 전현정	70
2020년 봄철 한파를 유발하는 유라시아 지역의 쌍극자 순환 발생 메커니즘	김고운, 오효은, 김용선, 손준혁, 정종민, 정진용	71
수치모형을 이용한 연안해역의 혼합층 생성양상 검토: SCHISM 적용	유형주, 이준수, 김용득, 이승오	72

논문제목	발표자	페이지
해양과학기지 시계열 자료의 품질관리 시스템 구축: 이동표준편차 검사의 성능평가 및 활용	민용침, 박승환, 전현정, 정진용, 이재익, 정종민, 이수찬, 민인기, 김용선	73
2021년 여름 동안 난류 유속 강화 현상 관측 연구	이승우, 노수연, 박균도, 박재형, 이수찬, 정진용	74
방포항 건설로 인한 꽃지 해변에서의 연안 유실 및 해안 침식	임창빈, 이정렬	75
UAV를 이용한 측량고도별 입자의 대표크기 예측방안	김기현, 방기영, 한지홍, 최용호, 유호준, 남규영	76
RTK-GPS 파랑관측 지진해일관측기술 기반 연구	전형석, 배태일, 배태일, 신성원, 이은주, 이혜원	77
영상분석을 이용한 SSC 모니터링 시스템의 현장적용	한규석, 최승배, 유홍열, 황규남	78
딥러닝 기반 시계열 예측 모델을 적용한 낙동강 하굿둑 염분 예측	우정운, 김연중, 이만득, 김준현, 윤종성	79
연안도시 침수예측을 위한 SIND 모형의 활용방안	김동현, 유형주, 이성우, 이승오	80
해수유통 시나리오에 의한 영산강 하굿둑의 기수역 형성 분석	유호준, 최인희, 조재갑, 전승수	81
기상 및 역학모형을 활용한 장사해수욕장의 2020년 태풍특성	이상영, 김기현, 김효섭, 김귀남, 송은지, 유호준	82
기상청 지진해일 관측정보 생산을 위한 지진해일 검출시스템 개요 및 개선 방향	유설한, 이혜원, 조태환, 이지민, 박순천	83
기상청 지진해일 예측정보생산을 위한 시나리오 DB 개요 및 개선 방향	조태환, 유설한, 이혜원, 이지민, 박순천	84
내부사석 규격 허용범위 기준 정립을 위한 시공 현장조사 방법	이재진, 박수현, 홍성현	85
파력발전체를 연결한 유공 부유식방파제의 발전효율 검토	이병욱, 백동해, 이동우, 하태민, 윤재선	86
해저케이블 보호공에 대한 불규칙파 수리모형실험	김민규, 이병욱, 백동해, 윤재선, 송현구, 박영진	87
신형 소파블록의 개발과 실제 적용 사례	이양우, 오세원	88
불규칙 월파 유속 및 충돌계 분석을 위한 영상측정 기법 적용	Made Narayana Adibhusana, 이종인, 정태화, 류용욱	89
3D CAD 데이터의 사용자 친화적인 VR 가시화	홍기진, 이재은, 김종남, 김영봉	90
디지털 트윈에서 생성 가능한 이미지 데이터 세트를 이용한 객체 추적 성능 향상 방법	박진혁, Khurshedjon Farkhodov, 이석환, 권성근, 권기룡	91



연안에서의 미세플라스틱 이동 특성에 대한 수치모의 연구

Simulations on micro plastic transport in coastal areas

김대홍* 김영택**

Kim, Dae-Hong • Kim, Young-Taek

다양한 종류와 크기의 플라스틱이 생태계와 환경에 미치는 영향은 이미 심각한 수준으로, 해안에서의 미세플라스틱과 관련한 문제 해결을 위해 발생량 감소와 함께, 방치된 플라스틱의 분포현황과 이동에 대한 파악도 중요하다. 특히 미세플라스틱의 경우, 크기가 매우 작고 투명하기 때문에, 분포현황 및 해수순환에 의한 이동경로를 추적하고 과정은 파악하기 어려운 실정이다.

본 연구에서는 여러 가지 단순한 형태의 해안 지역에서 여러 형태의 파도와 흐름에 의해 미세플라스틱이 이동하는 과정에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과, 파랑과 흐름의 평균적인 특성이 유사하여도 미세플라스틱의 이동특성은 상당히 이질적인 결과로 나타날 수 있음을 확인하였다. 특히, 경우에 따라서는 미세플라스틱의 cross-shore 이동 방향이 반대로 뒤바뀌는 경우도 발생하였다. 따라서 파랑의 역할이 큰 연안지역에서 미세플라스틱의 이동을 정확하게 예측하기 위해서는 phase-averaged 기법이나 단파를 무시하는 흐름과 장파중심의 기법 사용을 지양하거나, 이 기법들의 단점을 보완할 수 있는 방법을 활용해야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 미세플라스틱, 연안류, 수치모의

감사의 글

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning (2017R1E1A1A01074399).

* 정회원 · 서울시립대학교 토목공학과 교수 (E-mail:dhkimhyd@uos.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국건설기술연구원 선임위원

기상청 지구 시스템 모델을 이용하는 전지구 기후예측 실험에 근거한 기상장의 장래 변화량 평가

Evaluation of future change in meteorological fields based on global climate projection experiments using K-ACE

양정아*

Yang, Jung-A

기후변화의 영향을 고려한 장래 기후 조건에 대해 해양 기상의 장래 변화량을 예측하는 것은 연안역의 재해 경감 대책을 수립하는데 필수적이다. 파랑과 폭풍해일과 같은 해양 기상의 장래 변화량을 예측하기 위한 방법으로는 수치모델을 활용할 수 있는데, 이를 위해서는 입력자료로서 바람과 기압과 같은 기상장에 대한 정보가 필요하다.

이에 본 연구에서는 기상청 지구 시스템 모델 (K-ACE)을 이용하여 CMIP6 실험기준을 준수한 전지구 기후예측 실험결과에 근거하여, 기압장과 바람장에 대한 장래 변화량을 평가하였다. K-ACE는 1개의 과거 기후 조건과 4개의 장래 기후 조건에 대해 전지구 규모의 기상정보를 산출하였는데, 본 연구에서는 동아시아 영역과 한반도 영역에 대한 기압과 바람 정보만을 발췌하여, 각 영역에 대한 기상장의 장래 변화량을 산정하였다. 기후 조건 별 계산기간은 과거 기후 조건에 대해서는 1995년부터 2014년까지로 하고, 장래 기후 조건에 대해서는 2021년-2040년을 근미래, 2041년부터 2060년까지를 중미래, 2061년부터 2080년을 먼미래로 구분하였다. 기상장의 장래 변화량은 각각의 미래 기간에 대한 통계값에서 과거 기간에 대한 통계값을 뺀 것으로 정의하였으며, 본 연구에서는 통계값으로 평균값, 99-percentile값, 최대값을 고려하였다.

분석 결과, 기압장의 경우 평균값에 대해서는 북동지역이 증가, 남서지역은 감소하는 것으로 나타났으며, 증가/감소의 정도는 먼 미래일수록 뚜렷하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 그러나 극값에 대해서는 서쪽 지역은 증가, 동쪽 지역은 감소하는 것으로 나타나, 향후 장래 기후 조건에 대한 연안역의 보호대책 수립 시 어떤 통계값을 기준으로 사용할 지에 대한 선택 기준이 마련되어야 할 것으로 보인다. 반면 바람장의 경우는 통계값의 종류와 상관없이, 지역 변동성이 크게 나타났다.

본 연구에서는 단일 기후예측모델에 대한 결과만을 분석하였으나, 기상장 예측의 경우 사용한 기후예측모델에 따라라도 결과가 상이할 수 있기 때문에, 수 개의 기후예측모델의 결과를 함께 분석하는 기상장의 장래 변화량 평가가 필요할 것으로 보인다.

핵심용어 : CMIP6, 기후변화, K-ACE, 바람장, 기압장

감사의 글

이 연구는 기상청 「기후 및 기후변화 감시·예측정보 응용 기술개발 사업 (KMI2021-01514)」의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 고려대학교 미래건설환경융합연구소 연구교수, 공학박사 (E-mail: yangja.1985@gmail.com) - 발표자



머신러닝 모델을 이용한 수중 수평판의 파랑 특성 예측

Enhanced Prediction of Wave Attenuation Characteristics of Submerged Horizontal Plate Using Machine Learning

김태윤* · 이창민** · 이우동**

Kim, Taeyoon · Lee, Changmin · Lee, Woo-Dong

정확한 구조물의 전달·반사율 산정 및 예측은 경제적인 측면, 구조물 안정성 확보 측면에서 매우 중요하다. 최근 컴퓨터를 이용한 입출력 자료로부터의 통계적 구조를 찾아서 예측하는 머신러닝 모델이 각광받고 있다. 그러나 머신러닝 모델의 복잡성이 증가함에 따라 결과에 대한 해석이 어려워진다. 이러한 결과 해석은 향상된 예측을 위한 효율적인 구조물 설계 전략 개발에 중요한 부분이다. 따라서 본연구에서는 수리모형 실험 및 수치모델을 활용하여 파랑전파에 따른 수중 수평판의 수리학적 특성을 검토하고, 8개의 선형·비선형 머신러닝 모델을 적용하여 데이터 특성에 적합한 머신러닝 모델을 선정하는 파이프라인 모델을 제안하였다. 또한 Interpretable Machine Learning(IML)을 통해 전달·반사계수 예측에 관련한 변수중요도 및 상관관계를 분석하였다. 연구결과 XGBoost 모델의 예측 정확도가 가장 높고, 상대마루수심, 상대천단폭, 쇄파상사계수 인자에 대한 변수중요도가 가장 큰 것을 확인할 수 있었다. 이러한 연구를 통해 해안공학 분야에서 발생하는 물리적, 화학적 복잡한 상호관계를 분석하기 위해 데이터 기반 모델인 머신러닝이 새로운 대안이 될 수 있으며, 연안 방재를 위한 구조물 설계 및 개발을 향한 출발점으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 수중 수평판, 전달계수, 수리모형실험, 머신러닝, 변수 중요도

1. 서 론

수중 수평판은 상하부가 개방된 형태로 해수소통이 원활하여 배후수위 상승으로부터 자유로우며 잠제와 같이 낮은 마루수심을 통해 강제쇄파를 유도할 수 있어 방파제로서의 활용성에 대한 연구가 진행되어 왔다. 지금까지 진행된 수중 수평판의 연구는 대부분 규칙파와 불규칙파와 같은 주기성 파랑을 대상으로 진행되어 왔으며 상대적으로 쓰나미와 같은 장주기 파와 단독파를 대상으로 하는 연구는 미진하다. 따라서 본 연구에서는 수중 수평판의 고립파 특성 및 평면배치에 따른 파랑 전달·반사 메커니즘을 분석하였다. 또한 수리모형 실험 및 수치 모델을 활용하여 378개의 데이터 취득하여, XGBoost, 램덤 포레스트, 서포트 벡터머신 등 8개의 선형/비선형 모델을 적용하여 데이터에 적합한 머신러닝 모델을 선정하였다. 또한 본 연구에서는 구조물 전면에서 발생하는 수리학적 특성 예측을 위해 복잡한 비선형적 거동에 대한 중요한 통찰력을 제공하고, 머신러닝 모델과 IML 모델 중 하나인 SHAP(SHapley Additive exPlanations)를 통합하여 모델에 입력변수와 출력변수의 상관관계를 명확하게 분석하고 변수중요도 및 의존도 분석을 수행하였다.

2. 수리모형실험

그림. 1은 고립파 제어의 영향을 미치는 3가지 파라미터인 입사파고와 폭 마루수심에 무차원수와 실험을 통해 측정된 전달계수의 상관관계를 나타낸다. 무차원수 파고 수심비는 입사파고에 대한 영향을 뜻하며 폭

* 경상국립대학교 해양산업연구소 박사후연구원, 공학박사 (E-mail:tykim@gnu.ac.kr) - 발표자

** 교신저자 · 경상국립대학교 해양토목공학과 부교수, 공학박사 (Corresponding Author · E-mail:wdlee@gnu.ac.kr)

*** 경상국립대학교 해양토목공학과 석사과정, 학사 (E-mail:leechangmin@gnu.ac.kr)

유효파장비는 폭에 대한 영향을 파고 마루수심비는 마루수심에 대한 영향을 의미한다. 이를 통해 입사파고와 폭이 증가할수록 전달율이 감소하고 마루수심이 얕아질수록 전달율이 감소하는 경향을 보여준다. 또한 전달계수의 경향선은 전달율이 높은 경사가 급한 경우와 전달율이 낮은 완만한 경우인 두가지로 뚜렷하게 구분이 되는데 각각의 경향선은 폭이 좁거나 마루수심이 깊은 조건에서 비쇄파와 쇄파가 함께 나타나는 경향을 보이며 폭이 넓거나 마루수심이 얕을수록 쇄파만 나타나는 경향을 보인다. 따라서 수중 수평판의 파랑제어 성능은 입사파고와 폭 마루수심에 따라 발생하는 쇄파가 지배적 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다.

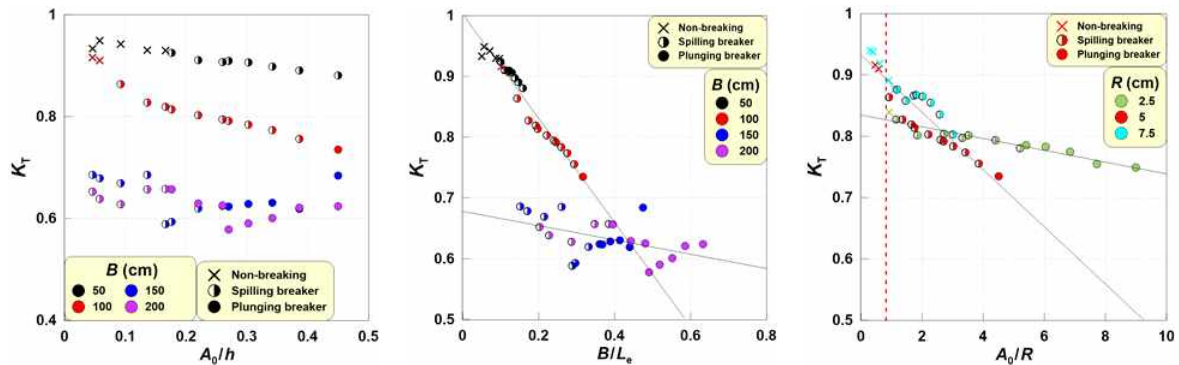


그림 1. 무차원 인자에 따른 파랑 전달 특성

3. 머신러닝 모델

머신러닝 모델의 테스트 데이터셋의 예측 정확도는 파고 전달계수의 경우 $MSE\ 2.8 \times 10^{-3}$, R^2 는 0.955, 반사계수는 $MSE\ 5.5 \times 10^{-3}$, R^2 는 0.871로 매우 양호한 예측 정확도를 나타낸다(그림. 2). 변수 중요도 분석결과 상대 천단폭 및 쇄파 상사계수 인자가 파고 전달계수 예측에 지배적인 인자로 구분되었다.

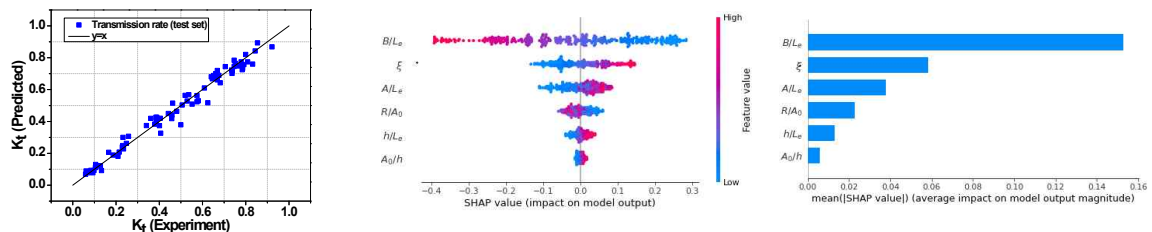


그림 2. 파고 전달계수 예측 및 변수 중요도 분석 결과

4. 결 론

본 연구에서는 수중 수평판의 파랑 전달·반사 특성을 예측하기 위해 머신러닝 모델을 적용하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 수중 수평판의 파랑제어 성능은 입사파고와 폭 마루수심에 따라 발생하는 쇄파가 지배적 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있다.
2. 머신러닝 모델 적용 결과 높은 파랑 전달·반사 예측 정확도를 가지는 결과를 보이며, 구조물 설계 시 활용도가 높을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2021R1A2C4002665).

해안침식대책 “광폭잠제”의 적용 문제

Problems in application of wide-submerged breakwater for coastal erosion countermeasures

강윤구*

Kang, Yoon Koo

최근 저자는 다음 기사를 접하였다(설악투데이, 2022.07.08, 제목 “연례행사 백사장 모래 채우기... 주민 의견 묵살 잠제 설치 효과 있나?”).

천진·봉포 해안 잠제공사 당시 주민들이 관광자원인 마을 해변을 살리자며 공사중단을 요구하는 건의문을 동해지방해양수산청 등에 전달했지만 아무런 답변을 듣지 못했다. 주민들의 의견은 묵살되고, 우려는 현실화되고 있는 셈이다. 주민 B씨는 “일부 구간은 매년 좁아지고 한쪽은 넓어지는 기현상이 벌어지고 있다”고 말한다.

이 기사에 따르면 천진·봉포 해안의 침식대책사업은 2016년부터 243억여원을 들여 잠제 4기, 돌제 1기 및 양빈을 수행했으나 모래유실로 백사장 모래채우기가 연례행사처럼 진행되고 있다고 한다. 여기서 “잠제”는 항만 및 어항 설계기준의 “광폭잠제”에 해당하며, 일본에서는 “인공리프”라고 칭한다.

이런 상황발생 원인 파악과 향후 개선을 위해 인공리프(광폭잠제)의 문제점 등에 대해 정리하였다.

① 인공리프는 잠제의 폭을 대략 5~10배 정도 넓게 한 광폭 잠제로 방파제가 없는 상태에서 파랑이 저감되는 “리프(reef) 해안”을 인공적으로 재현하고자 한 것이다.

② 인공리프는 일본에서 1973년 처음 거론되었고, 연구 등을 거쳐 1983년 처음 적용되었다. 이때는 자연리프와 같은 형상으로 적용되었으나 이후 이안제와 같이 개구부가 형성되는 평면으로 적용되었다.

③ 파랑이 인공리프를 통과할 때 쇄파되며, 이때 쇄파수위가 제체 배후로 유입된다. 이 과정에서 “수위증가”가 발생하고, 이로 인한 흐름이 모래를 개구부를 통해 외해로 이동시킨다. 그 결과 제체 배후에서 수심증가와 개구부에서 세굴이 발생한다. 즉 광폭잠제를 적용하면 수중에서 모래 유실이 지속적으로 발생하기 때문에 해수욕장에 걸맞은 얕은 수심확보를 위해서는 주기적인 모래공급이 필요하다.

④ 일본에서는 이런 문제점이 처음부터 거론되었다. 사업수행단계부터 지형변화 모니터링을 수행하여 인공리프 적용시 나타나는 수심증가, 세굴 등의 문제점을 파악하고 개선의 노력을 추진했으나 쉽지 않다는 결론에 이르렀고, 대략 2005년부터는 신규사업에 인공리프를 반영하지 않고 있다고 한다.

⑤ 한국에서의 문제는 i)이 무렵부터 본격 적용되어 현재 “침식대책=(광폭)잠제”라는 등식이 성립되었을 정도로 광폭잠제가 많이 적용되고 있고, ii)사업 후 모니터링을 수행하지 않아 그 효과를 확인하지 않은 채 주력공법으로 적용하고 있으며, iii)2000년대 중반부터 정부 연구용역, R&D 등에서 광폭잠제의 문제점이 꾸준히 정리되었고, 저자도 2015년부터 문제점을 지속적으로 지적해왔으나 개선되지 않고 있다는 것이다. 필자는 구글어스 등 위성사진과 현장 탐방 등을 통해 광폭잠제 적용 현장에서 일본에서 나타나는 세굴과 수심증가의 문제점이 그대로 나타나고 있음을 확인하고 있다.

⑥ 광폭잠제는 이안제에 비해 비용이 2~3배 많이 소요됨에도 한국에서 주력공법이 된 배경에는 “경관을 훼손하지 않는 침식대책”이라는 명분에 따른 “주민들의 요구”라고 저자는 들어왔으나, 앞서 언급한 언론 기사에 따르면 주민들도 광폭잠제의 문제점을 인지하고 적용반대를 요구하고 있다.

⑦ 한국에서 침식대책사업 대상지는 대부분 해수욕장으로 지역경제와 직결되기 때문에 주민들의 참여(협조) 없이는 사업추진이 쉽지 않다. 따라서 주민들과 충분한 논의 등을 통해 해수욕장의 이용관점과 해변의 모래유지 관점에서 최적의 방안을 계획하고, 모니터링 등을 통한 사후관리가 필요하다.

핵심용어 : 해안침식, 잠제, 광폭잠제, 인공리프, 지역주민

* 정회원 · 한국항만협회 기술포럼위원장, 공학박사 (E-mail: kang_kwon@naver.com)

ShorelineS 모델을 이용한 원평해수욕장의 해안선변화 검토

A study on the Shoreline Movement of Won-pyeong Beach Using ShorelineS Model

유호준* · 김기현** · 김종범*** · 강태순****

Yoo, Ho-Jun · Kim, Ki-Hyun · Kim, Jong-Beoum · Kang, Tae-Soon

전세계적으로 해수면 상승과 연안역의 인공구조물 설치 등으로 인한 자연적·인위적 연안침식은 매우 중요한 관심사로, 연안을 보호하고자 하는 대책수립의 필요성은 점차 증대되고 있다. 다수의 연구자들은 연안침식에 대한 현상 이해를 목적으로 해빈측량을 수행하였으며, 경험공식, 수치모델링등의 적절한 도구를 활용하여 향후변화를 지속적으로 예측하는 노력을 꾸준히 진행하였다. 그중에서 수치모델링은 연안에서 발생하는 물리적 프로세스의 복잡성 및 가변성을 다양한 입력자료와 경험공식을 통해 예측하는 빠르고 강력한 도구로, 시시각각 변화하는 연안표사에 대해 적절한 보정계수를 이용하여 검증하고, 향후 지속변화를 예측할 수 있다.

본 연구에서는 장기 해안선변화를 이해하기 위한 신규 수치모델 ShorelineS(Deltares, 2021)을 소개하고, 동해안 원평해수욕장의 해안선 변화를 검토한다. ShorelineS는 TKI프로젝트에서 2024년 개발완료 목적으로 전세계 16개 기관과 연구소가 참여하여 구축중에 있으며, 주요특징으로는 사주 형성, 둔화, Spit 형성, 다방향 파향 반영, 기후변화, 양빈, 돌제, 이안제등의 반영과 다양한 입력자료(담수, 파 차폐 및 회절)의 반영이 가능하다. 계산시간은 기존 해안선모델과 유사하게 빠르다. 단, 적용해안의 저질입경은 모래로 한정된다. 민감도 분석을 통해 ShorelineS의 주요변수를 검토하였으며, 동해안 원평해수욕장에 적용하여 인위적인 구조물에 의한 해안선 변화를 검토하였다. 해안선 변화를 위한 퇴적물이동 경험식은 유속과 유향의 효과를 반영한 CERC(USACE, 1984)식을 적용하였다. 초기 해안선은 궁촌항 방파제 연장 전 시기(2009)를 대상으로, 궁촌항 방파제 연장 후(2013) 4년간의 해안선 변화를 적절히 재현하였다. 궁촌항 방파제 연장 전 시나리오 모의결과, 방파제 인근 퇴적지역의 평균 및 최대 해빈 전진폭은 각각 95%, 82% 감소하였으며, 남측 침식지역의 해빈 후퇴폭은 각각 23%, 30% 감소하였다. 궁촌항 방파제 연장 및 잠제 3기 설치 후 시나리오 모의결과, 방파제 인근 퇴적지역의 평균 및 최대 해빈 전진폭은 각각 97%, 65% 감소하였으며, 잠제 후면에 위치한 남측 침식지역은 해빈 전진경향을 보였다.

장기 해안선변화를 이해하기 위해 신규 수치모델 ShorelineS의 적용성과 동해안 원평해수욕장을 대상으로 인공구조물에 의한 해안선변화를 검토하였다. 국가에서 시행될 제 3차 연안정비계획(2020~2029)에 따라, 국내 해안에 연안침식을 저감하기 위한 공법이 다수 적용될 것이며, 이에 대한 즉각 대응과 대책수립을 위해 모델을 활용한 장기 해안선 변화 검토를 향후 수행할 예정이다.

핵심용어 : ShorelineS, 해안선 변형 모델, 원평해수욕장, 인공구조물

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부의 지원을 받아 수행된 2022년 연안침식 실태조사(서해안권역) 사업의 일부내용입니다. 이에 감사드립니다.

* 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 선임, 박사수료 (E-mail:yoohj@geosr.com) - 발표자

** 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 책임, 박사수료 (E-mail:khkim@geosr.com)

*** 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 책임, 박사 (E-mail:jbkim@geosr.com)

**** 정회원 · (주)지오시스템리서치 본부지원팀 수석, 박사 (E-mail:kangts@geosr.com)



연안습지 블루카본(Blue Carbon) 및 탄소흡수 매커니즘 분석

Blue Carbon Storage in Coastal Wetlands and the Mechanisms

류중형* · 윤상린** · 캄비우-리우***

Ryu, Jung Hyung · Yun, Sang Leen · Liu, Kambiu

연안 생태계는 육지에서 유입되는 영양염류를 순환하고 오염 물질을 정화하며, 폭풍해일과 강한 파도로부터 연안 침식을 예방하는 방파제 역할 및 생물의 다양성을 유지하는 육지-해양생태계 교각 역할을 수행한다. 최근 지구온난화에 따른 기후변화(홍수, 태풍, 열사)대응에 있어서, 연안습지의 잠재적 가치 높게 평가되고 있다. 다양한 동·식물이 서식하는 연안 생태계는 내륙 삼림 지역에 비해 약 10배가 넘는 탄소를 저장하는, 중요한 탄소흡수원으로 보고 되었다. 연안습지로 유입되는 육지 및 바다 유기 퇴적물은 블루카본(Blue Carbon)의 형태로, 최대 수천 년간 땅속에 머물면서 대기 중 탄소를 분리한다. 본 연구는 미국의 최대 연안습지 중 하나인 미시시피강 최남단 루이지애나 연안습지 내 유기 퇴적물량과 그 메커니즘을 분석했다. 허리케인, 폭풍해일, 홍수 등 블루카본 형성에 미치는 영향에 대해 분석하기 위해, 기수 및 염생습지의 지질, 지형, 유기 퇴적물 분석을 실시하였다. 퇴적물 시계열분석을 위해 방사성핵종분석(^{137}Cs , ^{210}Pb)이 실시 되었다. 복잡한 퇴적메커니즘 분석을 위해, X-ray fluorescence 분석이 실시 되었다. 연안 생태계는 인간 활동으로 배출된 탄소를 지하에 장시간 저장해 대기로부터 격리하는데 중요한 역할을 수행하며, 태풍 해일, 홍수, 하천 퇴적물은 블루카본 저장량을 결정하는데 중요한 요인으로 밝혀졌다.

핵심용어 : 블루카본, 연안습지, 메커니즘

Keywords : Blue Carbon, Coastal wetlands, Mechanisms

감사의 글

본 연구는 2020년까지 미국과학재단(NSF #1759715, 1212112)의 지원을 받아 수행된 연구입니다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 박사후연구원, 이학박사 (E-mail:jhrainlv7@gmail.com, kictryu@kict.re.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국건설기술연구원 수석연구원, 공학박사 (E-mail:leen70@kict.re.kr)

*** 비회원 · 루이지애나 주립대 해양대학 학과장, 공학박사 (E-mail:kliu1@lsu.edu)

우회양빈 이후 모래이동 경향 분석

Analysis of sediment transport aspect after Sand bypassing

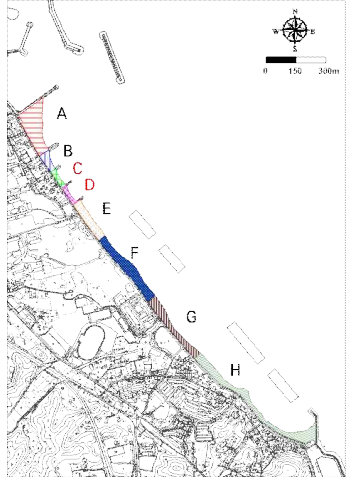
장성열* · 김슬기** · 허동수*** · 김인호****

Chang, Sung yeol · Kim, Sul ki · Hur, Dong Su · Kim, In Ho

드라마 도깨비 촬영지로 유명한 강릉 교항리해변은 주문진항에서부터 영진항까지 약 2.3km에 걸쳐 북서~남동방향으로 발달한 부리형 사빈해안으로 표사계 북측에 위치하고 있다. 교항리해변 북측에는 주문진항 이안제 1기(250m), 남측에는 영진~교항지구 연안정비사업으로 수중방파제 4기(670m), 돌제 1기(180m), 양빈 1식 등이 완공되었다. 주문진항 이안제 및 영진~교항지구 연안정비사업 완료 이후 2020년 2월 너울성 파랑 내습시 호안 전면까지 모래가 유실되는 해안침식이 발생하였으나 주문진 이안제 배후구간과 남측 영진해변 돌제 인근 구역은 퇴적으로 해안선이 전진하였다.

2021년 9월 주문진항 입구부에 퇴적된 모래를 이용하여 연안침식 피해가 심각한 교항리해변에 우회양빈을 시행하였으며, 양빈 이후 모래유실 또는 이동량 분석을 위하여 초경량 무인비행장치(UAV)를 이용한 LiDAR(Light Detection And Range) 측량을 수행하였다. 모래이동 분석을 위하여 우회양빈 이전과 우회양빈 이후 총 4회 측량을 수행하였으며, 양빈 이후 변화를 분석하기 위해 총 8개 구간으로 구분하여 체적변화를 분석하였다. 분석결과 파랑차폐역 외측구간인 D구간은 양빈 이후 약 20일 경과 후 양빈된 모래가 유실되었으며 C, E 구간은 지속적인 감소경향, 북측 A구간과 남측 F, H 구간은 증가경향을 보이고 있다.

<표-1> 구간별 체적변화

구간	구분	양빈전	양빈후		
		2021.08.30	2021.10.14	2021.11.05	2021.11.16
	A	60,235.9m ³	64,031.8m ³	64,318.8m ³	63,413.5m ³
	B	13,115.1m ³	15,944.4m ³	15,266.3m ³	15,776.0m ³
	C	7,227.2m ³	13,300.8m ³	11,974.3m ³	11,587.5m ³
	D	6,772.2m ³	8,129.0m ³	6,541.8m ³	6,578.1m ³
	E	28,156.5m ³	30,135.2m ³	25,864.6m ³	26,964.3m ³
	F	52,178.3m ³	54,671.4m ³	56,118.1m ³	55,584.9m ³
	G	37,610.7m ³	38,104.3m ³	38,490.8m ³	38,359.2m ³
	H	62,126.1m ³	59,335.0m ³	64,476.8m ³	62,671.9m ³
합계		267,422.0m ³	283,651.9m ³	283,051.5m ³	280,935.4m ³

핵심용어 : LiDAR 측량, 모래이동, 우회양빈, 연안침식

* 정회원 · (주)해연기술 이사, 공학석사 (E-mail:sungyeoly@naver.com) - 발표자

** 비회원 · 해양수산부 항만기술안전과 주무관 (E-mail:sg1221@korea.kr)

*** 정회원 · 경상국립대학교 해양토목공학과 교수 (E-mail:dshur@gnu.ac.kr)

*** 정회원 · 강원대학교 지구환경시스템공학과 교수 (E-mail:kimih@kangwon.ac.kr)

봉포해변 연안정비사업 전·후 해안선 변화

Change in Shoreline before and after the Coastal maintenance Project on the Bongpo Beach

김진훈* · 김슬기** · 홍성준*** · 진재중**** · 김인호*****

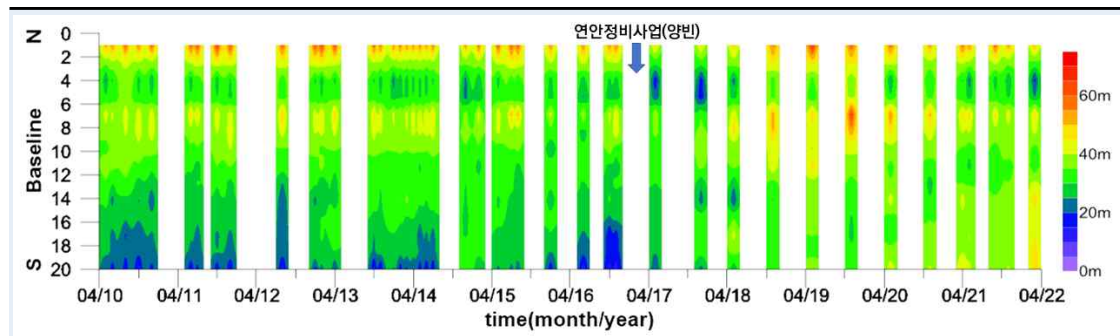
Kim, Jin hoon · Kim, Sul ki · Hong Sung jun · Jin jae jung · Kim, In Ho

강원도 동해안 고성군에 위치한 봉포해변은 북측 천진항과 남측 봉포항 사이의 표사계 내에 위치하고 있으며 해안선의 길이는 약 1.15km의 부리 형태를 띄고 있는 해변으로 과거 천진항 방파제 건설로 형성된 차폐역 내측으로 북향 연안표사가 우세하게 발생하며, 남측 봉포해변에서는 침식피해가 지속적으로 발생하였다. 2010년~2014년 연안침식 실태조사 등급평가에서 대부분 D등급으로 평가되며 2014년 제 2차 연안정비사업으로 수중방파제 4기 490m, 양빈 93,000m³, 돌제 40m를 연차별로 시공하여 2020년 말에 완공되었다.

연안정비사업 완료 후 표사계 내 평균해빈폭은 약 5.1m(33.1m~38.2m) 증가하였고, 특히 지속적으로 피해가 발생하였던 봉포해변에서는 12~22m의 해빈폭이 증가한 것으로 분석되었으나, 체적량 산정 결과에서는 정비사업 이후 17%(13,588m³)가 감소한 것으로 나타났다. 특히, 북측의 천진해변에서는 해빈폭 감소 및 해빈단면이 급경사(Scalp beach)를 나타내고 있고, 전면 수심이 깊어지며 유영폭이 감소한 것으로 분석되었다.

해안선 시계열 분석 결과 <그림 1-1> 천진해변의 기준점 1~5번 구간은 연안정비사업 전 50m 이상의 해빈폭을 유지하고 있었으나, 현재 20m 내외의 해빈폭을 유지, 남측 봉포해변은 연안정비 사업 전 20m 내외의 해빈폭을 유지하고 있었으나, 연안정비사업 후 40~50m의 해빈폭을 유지하고 있는 것으로 분석되었다.

<그림 1-1> 해안선 시계열 변화 분석 결과



핵심용어 : 수중방파제, 양빈, 연안정비사업, 연안침식

* 정회원 · 강원대학교 지구환경시스템공학과 연구교수 (E-mail:jinhoon-kim@hanmail.net)

** 비회원 · 해양수산부 항만기술안전과 주무관 (E-mail:sg1221@korea.kr)

*** 비회원 · (주)해연기술 대리, 공학석사 (E-mail:envy1105@naver.com)

*** 정회원 · 강원대학교 지구환경시스템공학과 연구교수 (E-mail:kbsacetek@naver.com)

*** 정회원 · 강원대학교 지구환경시스템공학과 교수 (E-mail:kimih@kangwon.ac.kr)

CCTV 영상과 시각인공지능을 활용한 실시간 이안류 탐지

Real-time Rip Current Detection Using CCTV Images and Visual Artificial Intelligence

손영태* · 진상엽** · 강태순***

Son, Young Tae · Jin, Sang Yeop · Kang, Tae Soon

국립해양조사원은 국민들이 이안류로부터 안전하게 해수욕을 즐길 수 있도록 정보를 제공하고 이안류에 의한 사고 예방을 위해 2011년 해운대 해수욕장을 시작으로 국내 주요 10개 해수욕장으로 확대하여 피서철 해수욕장 개장 기간에 한해 CCTV를 통한 실시간 이안류 감시 서비스를 운영하고 있다. 본 연구에서는 국립해양조사원으로부터 해운대 해수욕장 이안류 CCTV 영상을 제공받아 시각 인공지능을 적용한 이안류 자동 탐지기술을 개발하여 기존에 사용해왔던 육안에 의한 수동 모니터링 기능의 대체 가능성을 토의하고자 한다.

2019~2021년 해운대 해수욕장 이안류 감시 CCTV 영상 중 일부에서 이안류가 발생한 이미지 약 3,000장을 추출하여 인공지능망에 학습 가능한 형태로 자료를 가공하였다. 학습자료를 기반으로 객체 탐지 알고리즘인 Faster R-CNN, SSD(Single Shot Detector), YOLOv5(You Only Look Once version5)를 적용하여 성능 테스트를 수행하였다. 테스트 결과, 손실함수인 Validation Loss 비교 결과는 각각 0.1548, 0.4431, 0.0347의 값을 보였고, 가장 낮은 값으로 나타난 YOLOv5 알고리즘을 최종 객체 탐지 알고리즘으로 선정하였다. 이후 일차적으로 학습된 YOLOv5 L(Large Size)모델을 이용하여 탐지 이미지 및 정보를 자동으로 추출하는 방식을 통해 이안류 발생 이미지를 추가로 확보하여 약 30,000장의 학습 데이터셋을 만들고, YOLOv5 내 데이터 증강(Image Augmentation) 기능을 이용하여 학습하였다. 테스트 결과 성능평가지수인 정밀도(Precision), 재현율(Recall), mAP_0.5(mean Average Precision, Intersection over Union 0.5 이상)는 각각 0.9034, 0.9122, 0.7023으로 우수한 결과를 나타낸 것으로 확인되었다. 또한 RTX3080 GPU 기준 UHD 해상도 영상의 탐지 FPS(Frame Per Second)는 63으로 이안류 감시 CCTV 영상의 프레임 레이트 25 FPS를 상회하여 적용에 무리가 없을 것으로 판단된다.

영상 내 형태가 뚜렷한 이안류 객체를 탐지하는 알고리즘의 특성상 거품 혹은 퇴적물에 의해 이안류 흐름이 육안으로 확인되는 형태는 매우 높은 탐지율을 보였다. 하지만 시각적으로 구분이 뚜렷한 흐름이 보이지 않고 파봉이 끊어진 형태로 나타나는 이안류는 일부 탐지하지 못하는 현상을 보여 추가적인 개선이 필요한 것으로 판단된다. 또한 딥러닝 인공지능망 모델(3차원 컨볼루션[3D convolution] 네트워크 기법 등)을 적용하여 이안류 발생 가능성을 확률론적으로 예측하는 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단되며 이를 통해 인명사고를 사전에 방지하는 방안에 대한 논의도 필요할 것으로 사료된다.

핵심용어 : 이안류, CCTV, 객체 탐지, 시각인공지능, YOLOv5

* 정회원 · 지오시스템리서치, 책임(이학박사) (E-mail:sony123@geosr.com) - 손영태

** 비회원 · 지오시스템리서치, 주임(이학사) (E-mail:syjin@geosr.com) - 진상엽

*** 종신회원 · 지오시스템리서치, 수석(공학박사) (E-mail:kangts@geosr.com) - 강태순



해일 내습에 의한 표류 컨테이너의 위치추적 및 충돌거동에 관한 고찰

On location tracking and collision behavior of drifting container due to
tsunami/storm surge attack

이우동* · 황태건** · 김태윤***

Lee, Woo Dong · Hwang, Tae Geon · Kim, Tae Yoon

연안역에서 지진해일/폭풍해일이 내습할 경우, 충격파, 월파, 침수 등에 의한 1차 피해가 발생한다. 과거부터 1차 재해 특성을 규명하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다. 그러나 표류물에 의한 충돌과 같은 해일에 의한 2차 재해에 대해서는 밝혀진 바가 많지 않다. 2011년 동일본 대지진/지진해일 관측 자료에서 2차 재해사례를 어렵지 않게 찾아볼 수 있을 뿐 아니라, 그 피해 규모 또한 작지 않다. 그래서인지 일본에서는 지진해일에 의한 대형물체의 유출-표류-충돌에 관한 연구들이 활발히 수행되고 있다. 매년 폭풍해일에 의한 피해가 발생하는 국내에서도 연안 방재적 측면에서 해일에 의한 2차 재해에 대한 검토가 반드시 수행되어야 한다.

본 연구에서는 해일에 의한 2차 재해 특성을 규명하기 위해 컨테이너의 유출-표류-충돌에 관한 2차원 수리모형실험을 진행하였다. 실험 영상으로부터 해일에 의한 표류 컨테이너의 위치를 추적하기 위해 2가지 방법을 적용하였다. 모션해석 프로그램 DIPP-Motion과 RGB 해석에 기초한 객체인식 알고리즘을 이용하여 표류물의 위치추적, 이동속도, 가속도를 분석할 수 있었다. 그리고 수치파동수조를 이용하여 해일의 월파 및 침수에 관한 모의를 수행하였다. 또한, 충돌해석에 특화된 LS-DYNA에서 표류 컨테이너와 항만 크레인의 충돌해석을 수행하였다. 수리모형실험, 위치추적분석, 수치해석들로부터 호안 형식 및 해일 규모에 따른 컨테이너의 표류 및 충돌 특성을 이해할 수 있었다.

핵심용어 : 지진해일, 표류 컨테이너, 위치추적, 충돌해석, 유체-구조물 상호작용 해석

감사의 글

이 성과는 2021년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1A2C4002665).

* 정회원 · 경상국립대학교 토목공학과 부교수, 공학박사 (E-mail:wdlee@gnu.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 경상국립대학교 토목공학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:stg5372@gnu.ac.kr)

*** 비회원 · 경상국립대학교 해양산업연구소 학술연구교수, 공학박사 (E-mail:tykim@gnu.ac.kr)

남해안 연안 조석정보 데이터베이스 구축 및 조류예측

Construction of tidal information database on the southern coast of Korea and prediction of tidal current

김창겸* · 전인식** · 오병철***

Kim, Chang-kyum · Chum, In-sik · Oh, Byung-cheol

우리나라 주변 연안은 복잡한 해안선과 크고 작은 섬들이 산재하는 해역 특성을 갖고 있어 조류를 예측함에 있어 어려움이 있다. 이러한 특성을 갖는 남해안 해역에 대하여 조류예측 정확도를 향상시키기 위해 수치모델링을 통한 고해상도의 조석정보 데이터베이스를 구축하였다.

고해상도 조석정보 데이터베이스를 구축하기 위한 해수유동실험은 남해안 전 연안을 대상으로 격자크기를 0.1분(약 200m)으로 설정해 실제 지형을 최대한 반영할 수 있도록 하였다. 외해측 개방 경계 조건은 NAO.99jb(Matsumoto *et al.*, 2000) 조석 모델 결과를 사용하였고, 수치모델링 결과의 신뢰성을 확보하기 위해 국립해양조사원의 관측결과를 활용하여 검·보정하였다. 조위 검증결과 진폭함에 대한 절대상대오차는 진도 1.1%, 추자도 1.4%, 고흥발포 1.6% 등 10개 지점에서 높은 정확도를 보였다. 조류 검증에는 국립해양조사원의 30주야 이상의 조류 관측자료 조화분해 결과를 사용하였으며, 시계열 및 조류타원도를 통해 수치모델링 결과가 관측결과와 유사하게 재현된 것으로 검토되었다. 검·보정이 완료된 해수유동실험 결과에서 각 격자점별로 조화분해를 통해 분조별 조류 조화상수 데이터베이스를 구축하였다. 임의 시점에 대한 데이터베이스를 사용한 조류예측 결과와 수치모델링 결과를 비교한 결과(그림 1) 벡터도의 크기와 방향이 매우 유사하게 나타나 실용적 사용이 가능할 것으로 사료된다.

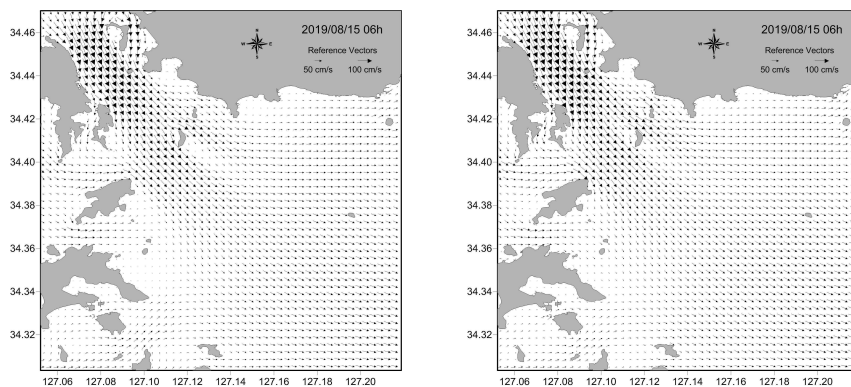


그림 1. 조화상수 데이터베이스 시범 적용 결과(좌 : 수치모델링, 우 : 조화상수 데이터베이스)

핵심용어 : 조석, 데이터베이스, 조류예측

감사의 글

본 연구는 2022년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(해양산업시설 배출 위험유해물질 영향평가 및 관리기술 개발)이다.

* 정회원 · (주)해강기술, 공학석사 (E-mail: sovors@naver.com) - 발표자

** 정회원 · 건국대학교 명예교수, 공학박사 (E-mail: ischun@konkuk.ac.kr)

*** 정회원 · (주)해강기술, 공학박사 (E-mail: qottkf31@naver.com)



데이터 기반 시공간 파랑예측을 위한 데이터 마이닝 기술

Data mining for data-based wave prediction in space and time

유제선* · 박승환** · 손동휘***

Yoo, Jeseon · Park, Sungwhan · Son, Dong-hwi

고파랑, 월파, 연안침식 등 연안재해를 야기시키는 주요 원인은 파랑이며, 연안재해를 저감하고 사전에 효과적으로 대비하기 위하여 파랑예측 기술을 활용하고 있다. 파랑예측의 정확도를 향상시키기 위해서, 해상풍 및 파랑 등 해양기상 요소에 대해서 정점 관측에 의한 방법 이외에도 인공위성 등 원격탐사 기술을 이용하여 시공간적 관측자료의 수집을 확장시켜 나가고 있다. 또한, 관측자료와 수치모델의 자료동화를 통하여 과거 40년 이상의 장기간 재분석자료를 생산하고 있으며, 지속적으로 재분석자료의 품질을 향상시켜 나가고 있다. 이렇듯, 해양기상에 대한 시공간 관측, 예측 및 재분석자료가 급격하게 증가하고 있다. 본 연구에서는, 이러한 기존의 자료들만을 이용하여 데이터 기반의 시공간 파랑예측을 위해 데이터 마이닝 기술을 개발 중에 있으며, 금번 학술대회에서 이에 대해서 소개하고자 한다.

핵심용어 : 파랑 예측, 데이터 마이닝, 해상풍 자료, 파랑 자료

감사의 글

본 연구는 본 연구는 한국해양과학기술원의 주요사업(PEA0042) “AI기반 파랑기인 연안재해 모델링 플랫폼 및 해무 예측기술 개발”의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터 책임연구원, 공학박사 (E-mail: jyoo@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터 책임연구원, 공학박사

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터 연구원

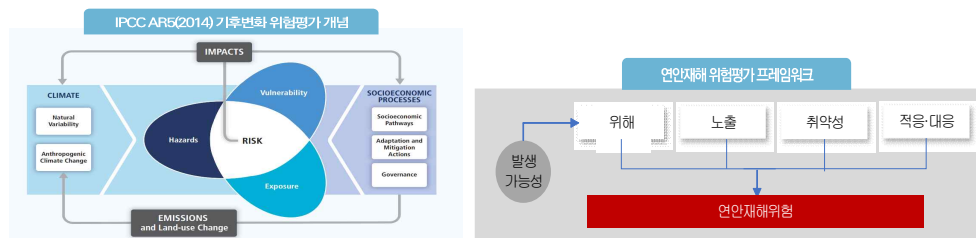
연안재해 위험평가 고도화 방안 연구

A Study on the Advancement of Coastal Disaster Risk Assessment

강태순* · 황순미** · 권석재*** · 이화영****

Tae-Soon Kang · SoonMi Hwang · SukJae Kwon · HwaYoung Lee

기후변화 영향으로 연안재해 발생 가능성이 점차 높아지고 있는 상황에서 연안재해로 인한 위험을 사전에 평가하고 적응·대응 방안을 지원하기 위한 평가체계가 필요하다. 기후변화에 관한 정부간협의체(IPCC)에서는 2014년 발간된 제5차 평가보고서(AR5)를 통해 기존의 취약성평가 기반의 적응을 리스크 관리 중심으로 전환하여 제시하였다. 2022년 발간된 제6차보고서에서도 리스크 개념을 확장하여 기후, 인간, 생태계 시스템의 연계과정을 제시한 바 있다. 국내·외 사례를 살펴보면, 기존 IPCC AR4의 기후변화 취약성평가 프레임에서 IPCC AR5의 리스크 평가 프레임으로 전환되는 추세로 파악되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 기존 국립해양조사원에서 수행하고 있는 연안재해취약성평가(Vulnerability Assessment) 프레임 체계를 연안재해 위험평가(Risk Assessment) 프레임으로 고도화하고자 하였다. 이에 우리나라 연안에 적합한 지표의 재검토가 필요하며 이를 위해 위험 요소들을 파악하고, 각 요소에 가중치를 적용한다. 또한 연안재해에 주요한 영향을 미치는 외력인 위해(Hazard)에 발생가능성을 고려하여 평가한다. 본 연구결과는 연안지역의 특성을 잘 반영할 수 있도록 연안재해 위험등급을 산정하여 저감대책을 수립하는데 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



In a situation where the possibility of coastal disasters is gradually increasing due to climate change, an evaluation system is needed to evaluate risks caused by coastal disasters in advance and support adaptation and response measures. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) presented the adaptation of the existing vulnerability evaluation base to risk management through the 5th evaluation report (AR5) published in 2014. In the 6th report published in 2022, the concept of risk was expanded to suggest the process of linking climate, human, and ecosystem systems. According to research cases, it is understood that the trend is shifting from the existing IPCC AR4's climate change vulnerability evaluation frame to the IPCC AR5's risk evaluation frame. Consequently, this study attempted to upgrade the Vulnerability Assessment frame system, which is currently being conducted by the National Oceanic and Atmospheric Research Institute, into a coastal disaster risk assessment frame. Therefore, it is necessary to review indicators suitable for the coast of Korea, and to this end, risk factors are identified and weights are applied

* 종신회원 · 지오시스템리서치 제1본부 본부장, 공학박사 (kangts@geosr.com) - 발표자

** 정회원 · 지오시스템리서치 연안관리부 선임, 공학석사 (ssoommee@naver.com)

*** 비회원 · 국립해양조사원 해양과학연구실 연구사, 공학박사 (hylee81@korea.kr)

**** 비회원 · 국립해양조사원 해양과학연구실 연구관, 공학박사 (sj79kwon@korea.kr)



to each element. It is also evaluated in consideration of the possibility of occurrence of hazards, which are external forces that have a major impact on coastal disasters. It is judged that the results of this study can be used to establish reduction measures by calculating the coastal disaster risk rating so that the characteristics of coastal areas can be well reflected.

핵심용어 : Coastal Disaster(연안재해), Risk Assessment(위험평가)

연안재해위험평가 기반 저감대책의 구성과 향후 과제

Component and challenges of the measures to reduce coastal disasters risk

윤성순*

Yoon, Sungsoon

자연재해는 끊임없이 반복되고 기후위기가 심화됨에 따라 보다 안전한 생활터전을 확보하기 위한 자연재해 극복 노력의 중요성은 더욱 커지고 있다. 특히 자연재해의 특성상 피해액에 비해 2배 이상의 복구비가 소요되는 만큼 재해의 발생을 사전에 방지하는 것이 훨씬 효율적이라 할 수 있다. 이에 따라 2020년 2월에 연안자연재해 대응을 규정하는 주요 법률인 연안관리법 개정을 통해 연안재해에 효과적으로 대응하기 위해 연안재해의 조사·평가를 해양수산부장관이 실시하고, 연안재해 위험평가를 기반으로 연안재해 저감대책을 수립·시행하도록 하였다. 동 법 시행규칙에서는 연안재해 저감대책에 연안재해 저감의 기본방향, 연안재해 저감을 위한 사업 추진계획, 관계기관·단체와의 협력에 관한 사항, 연안재해에 효과적으로 대응하기 위한 연구·기술개발과 정보의 수집·관리에 관한 사항을 포함하도록 하였다. 이처럼 새행규칙에서 저감대책의 내용을 제시하고 있지만 연안재해 위험평가체계가 완성되지 않은 상태에서 저감대책의 틀을 구체적으로 판단하기 어렵고, 처음 수립되는 저감대책의 세부 구성요소와 대응사업 및 다양한 행정적·기술적 대책에 대한 가이드라인이나 참고할 사례가 없어 시범사업을 통한 모델 개발이 필요하다.

이에 따라 연안재해위험평가 기반의 저감대책의 구성요소를 보다 상세하게 제시하고 각 요소별 내용과 범위를 정하고 재해저감을 위한 사업계획을 수립하기 위해 실제 현장기반의 저감대책 수립 시범사업을 통해 모범적 모델을 제시할 필요가 있다. 또한 시범지역의 저감대책 수립을 통해 연안재해위험평가 체계의 개선사항을 도출하고 저감대책의 내용 적정성을 검토하는 등 본격적인 위험평가와 재해저감대책 수립에 앞서 관련 제도를 보완해야 한다.

핵심용어 : 연안재해, 위험평가, 저감대책, 시범사업

* 정회원 · 한국해양수산개발원 해양연구본부 연구위원, 공학박사 (E-mail:ssyoon@kmi.re.kr) - 발표자



수치모형을 이용한 수거된 해양 부유 쓰레기 발생원 역추적

The back-tracking of the collected floating marine debris using numerical model

최진용* · 김선정** · 권재일***

Choi, Jin Yong · Kim, Seon Jeong · Kwon, Jae Il

해양쓰레기 수거 및 해안쓰레기 모니터링 통계('18-'20)에 따르면 지난 3년 평균(2018-2020) 전국의 해양 쓰레기 수거량은 약 115,000 ton 으로 매년 지속적인 증가 추세에 있다. 해양쓰레기의 수거량은 수거 횟수와 기술 능력에 좌우되어, 해양쓰레기의 발생량도 단순히 같은 비율로 증가했다고는 볼 수는 없다. 하지만, 해양쓰레기 발생량도 지속적으로 증가되고 있는 것으로 추정할 수 있다. 해양쓰레기는 해수 유동에 따라 이동하므로 수거지가 발생지와 일치하지 않아 발생원에 따른 발생량을 객관화하기 어려운 특성이 있다. 특히, 수거된 쓰레기 중 부유쓰레기의 양이 약 6.4%, 나머지 침적(25%) 및 해안(68.6%) 쓰레기도 수거된 위치에서 발생되어 침적된 것이 아니라 타지역에서 유입되었을 수 있으므로, 수거된 해양쓰레기에 대해서 역추적을 통해 보다 객관적인 발생원(발생지역)의 추정이 필요하다. 이를 통해 보다 효율적인 해양쓰레기의 수거는 물론 발생원 관리에도 기여할 것으로 사료된다.

한국해양과학기술원에서는 2020년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 '지능형해양쓰레기수거지원기술' 연구를 수행 중에 있고, 이 연구사업을 통해 부유성 해양쓰레기 이동 모의에 활용할 수 있는 과거 15년간의 지역해 규모의 후측 해수유동자료를 생산하였다. 이 해수유동자료는 전지구 해양모델의 해양 정보를 다운스케일 한 후 조석과 기상의 영향을 고려하여 3차원으로 계산하였고, 수평 해상도는 1/48° 수직적으로는 최대 40개 층으로 구성되어 있다. 해수유동모의 결과와 기상모의 결과를 입력조건으로 해양쓰레기 이동 모형을 구축하였고, 과거 15년 동안의 해양쓰레기 이동패턴 분석을 통해 국내 해안의 해양쓰레기 우심지역 및 수거된 해양쓰레기에 대한 발생원 역추적 모의가 가능하게 되었다. 본 연구에서는 특정 지역에서 수거되는 해양쓰레기 중 부유쓰레기에 대한 기원을 수치모형으로 재현하는 방법에 대해 고찰하고 경기(인천), 충남, 전남 영역에서 수거되었던 해양쓰레기에 대하여 발생원 추정 결과를 제시하고자 한다. 이 연구를 통해 수거된 해양쓰레기에 대하여 발생원 및 우심지역을 객관화하여, 해양쓰레기에 대한 체계적인 수거계획 및 사업관리에 효과적으로 지원할 수 있도록 기여하고자 한다.

핵심용어 : 해양쓰레기, 수치모형, 역추적

감사의 글

본 연구는 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(지능형해양쓰레기수거지원기술(3/5)) 연구사업입니다. 이에 감사드립니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터 책임연구원, 이학석사 (E-mail:dol76@kiost.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 공학박사 (E-mail:sjkim@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 이학박사 (E-mail:jikwon@kiost.ac.kr)

항만의 전력에너지 관리시스템 마련 연구

A Study on Port Electric Energy Management System

안승현* · 김근섭**

An, Seung Hyun · Kim, Geun Sub

전 세계 물동량의 80% 이상이 해운으로 운송되고, 항만은 글로벌 공급망의 핵심 거점으로서 수많은 선박이 입출항하고 다양한 산업 활동도 수행되고 있다. 전 세계 경제성장에 따라 해상 운송 화물 또한 증가되고 있으며, 그 결과 해운산업의 에너지 수요는 2010년부터 2015년까지 연간 1.6%씩 증가하고 있다. 또한, 글로벌 공급망의 한 축을 담당하는 항만에서도 에너지소비가 증가하고 있는 추세이다. 특히, 항만 산업의 스마트, 친환경 기술과 장비 도입에 따라 항만의 전력 소비는 급격하게 증가할 것으로 예상된다. 대표적으로 「항만 지역 등 대기질 개선에 관한 특별법」에 따라 신규 건설 터미널에는 AMP(Alternative Marine Power, 육상전원공급시설) 설치를 의무화하고 있다. 하지만 항만의 전력 관리 방안 마련 연구는 유사 분야 대비 미진한 상황이다. 특히, 항만의 전력 관리의 핵심이라 할 수 있는 전력 소비량 전망 연구가 매우 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 한국의 최대 컨테이너 항만인 부산항 신항의 장래 전력 소비량을 전망하고 현재 기준의 전력 공급 능력과 비교하여 앞으로 안정적인 전력 공급 여부를 점검하였다. 최근 10개년의 전력소비량과 물동량 처리 실적을 활용하여 학습한 다변량 LSTM 모델을 활용하여 부산항 신항의 장래 전력 소비량을 예측한 결과 2040년까지 연평균 4.9% 증가하여 동기간 물동량 증가율인 4.7%을 넘어서는 것으로 나타났다. 부산항 신항의 전력 수급 분석을 위하여 LSTM 모형으로 예측한 터미널의 전력 소비량뿐 아니라 AMP 설치계획, 항만배후단지 개발계획을 고려하여 계약전력소요를 추정하고, 현재 기준의 전력 공급 능력과 비교한 결과 2040년 기준 수요 대비 공급 능력은 35%에 불과한 것으로 검토되었다. 결과적으로 안정적인 항만 운영을 위해서는 상당 수준의 추가 시설 공급이 필요한 것으로 나타났다. 특히 주목해야 할 점은 본 연구의 전력 소비량 전망 결과는 재래식 항만의 운영실적에 기반한 모형으로 전망한 것이라는 점이다. 즉, 본 연구의 전망 결과는 최소 수준이라는 것이며, 앞으로 자동화 장비, 친환경 장비 도입 등에 따른 전력 소비 증가는 가속화될 것으로 예상되며, 이에 대비한 안정적인 전력 공급 계획 마련, 전력 소비 효율화 등이 필요할 것으로 생각된다. 해외 사례, 국내 여건 등을 고려할 때, 앞으로 추진 가능한 방안은 (1) 에너지소비 최적화를 위한 마이크로그리드 도입, (2) 신재생에너지 확대, (3) 에너지 고효율 장비 사용, (4) 에너지 전환 등으로 검토되었다. 대안 실행을 통한 기대효과를 분석한 결과, 마이크로그리드 도입에 따라 최대 21% 가량의 전력 비용 절감이 기대되며, 2020년 부산항 신항을 기준으로 약 52억 원에 달한다. 신재생에너지 확대를 통해 탄소저감효과와 에너지 비용 절감효과가 기대된다. 가령, 부산항만 공사에서 추진하는 100MW의 태양광을 설치하는 경우 연간 평균 약 114억 원의 비용절감효과, 연간 약 14억 원의 탄소배출저감효과가 예상된다. 전력 부족의 문제는 국내 특정 항만의 문제는 아니며, 전체 항만 산업의 지속 가능한 발전의 측면에서 시급하게 다루어져야 할 문제이다.

핵심용어 : 항만 전력 수요 전망, 항만 전력 관리 방안, 항만 전력 관리 효과

감사의 글

본 연구는 한국해양수산개발원에서 수행한 「항만 에너지 관리시스템 도입을 위한 로드맵 구축 연구」를 바탕으로 작성되었습니다.

* 정회원 · 한국해양수산개발원 항만연구본부, 공학박사 (E-mail:shan@kmi.re.kr) - 발표자

** 일반회원 · 한국해양수산개발원 항만연구본부, 공학박사 (E-mail:gskim@kmi.re.kr)



선박 배출량 산정 패러다임의 전환

- 시공간 격자 구분에 따른 고해상도 배출 산정방식

Paradigm shift in Ship's emission estimation

안용성*

Ahn, Yong Sung

현재, 국가 대기오염물질 배출량 통계 작성을 위한 선박의 배출량 산정방식은 1년 또는 월별, 지역 범위로는 국가 전체 또는 지역별 배출량 추정을 위한 하향식(Top-down) 방법론을 기본으로 하고 있다. 또한, 화물선 등 해당 카테고리의 전체 연료 소비량/공급량 정보를 확보할 수 없는 경우에 대해서 상향식(Bottom-up) 접근방식을 일부 도입하여, 제한된 정보를 통해 개별 선박의 활동을 대략 추정하는 방식을 사용하고 있다. 이는 본디 배출원별로 국가 전체의 1년 통계 생산, 즉 거시 통계 작성을 위한 산정방식으로, 최근 급증하고 있는 공공 및 민간의 빅데이터 수요에 대응하기에 적합한 방식이 아니다. 최근 해당 데이터의 수요는 운항 및 이에 따른 배출 등의 정확한 현황 파악 및 공유, 이를 바탕으로 하는 고수요·고가치의 분석·예측 데이터 등을 생산하기 위한 경우가 점차 많아지고 있기 때문이다. 이에 부응하기 위해 시공간 또는 세부 배출원별 고해상도 데이터, 즉 조밀한 시공간 격자 기반의 빅데이터 생산, 이를 위한 산정 패러다임의 전환이 요구되는 시점이다.

이러한 미시통계 기반의 산정 패러다임 전환 요구에 부응하여, 본연구는 우선 해운·항만 관련 국내 기간제 데이터(PORT-MIS, AIS, VTS, e-Navigation 등)의 가용성·유효성 검토를 수행하고, 후보 재료 데이터세트 중 최적의 데이터 세트를 활용하여 활동데이터 기반의 상향식 배출산정 모형을 구성하였다. 또한, 기존 방식(환경부, PORT-MIS 적용 방식)과 산정 단계별 오류 발생 가능성의 차이를 비교·분석하여 정확도 개선 정도를 검증하는 한편, 연구에서 제시한 활동데이터 기반 배출산정 모형을 부산항 입출항 선박(2021년 7월 12일부터 2021년 8월 12일까지, 총 30일간 부산항에 입출항하거나 항만 내 이동이 관제된 선박)의 배출량 산정에 시범 적용하여, 기존 방법론에 의한 수치 결과와 비교·검증을 수행하였다.

핵심용어 : 선박 배출량, 상향식, 빅데이터, 비교검증

감사의 글

본 연구는 2021년도 정부의 재원으로 수행한 '선박 배출 미세먼지 통합 저감기술개발사업' 및 한국해양수산개발원 2021년도 기본연구과제 '빅데이터의 연계·활용을 통한 선박의 배출량 산정체계 고도화 방안 연구'의 내용 및 논의를 심화하여 작성하였습니다.

* 정회원 · 한국해양수산개발원 부연구위원 (E-mail: ahnys@kmi.re.kr) - 발표자

항만의 대기오염물질 모니터링 체계 구축방향

- 모형 적용 단계별 입력자료의 유효성 검토

A Comparative Study on the Effectiveness of Relevant Input Data for Every Step in Application

김서영*

Kim, Seo Young

대기정책의 본질적인 지향점은 대기오염물질의 배출로 인한 수용체, 즉 지역사회 또는 사회의 보건적 위해를 경감하는 데에 있다. 항만의 대기질 개선을 위한 제도 역시 궁극적으로는 같은 방향을 향하고 있다. 따라서 이를 위한 모니터링은, 항만의 배출, 배출된 오염물질의 이동 확산, 그리고 이로 인한 보건적 위해의 정도 및 양상을 파악하는 과정으로 이루어져야 한다. 본 연구는 항만 대기질 개선 정책의 기초 근거자료를 제공하는 모니터링 체계 마련에 유효한 시사점을 도출하고자, 배출된 오염물질의 이동 확산을 정확하게 파악하기 위한 모형의 구성, 이를 위한 데이터의 수집 및 적용의 과정을 포함하는 국내외 주요 선행연구를 상세 비교분석하였다.

우선, 입력자료 구득의 어려움으로 연구 대상시점과 입력자료의 시차가 유의미하게 발생하는 것으로 나타났다. 화학수송모형(CTM) 적용 시 필수적으로 요구되는 배출자료의 경우, 일부 사례에서는 4년 전, 혹은 8년 전의 국외배출자료를 사용하고 있는 것으로 나타났다. 지리환경적 특성에 따라서 국외 발생 오염물질은 국내 유입 등의 작용으로 모사 결과에 영향을 끼칠 수 있다. 최근 아시아 지역의 배출변화 및 특성을 반영하지 않은 과거의 배출자료를 사용할 경우, 국내 연구를 위한 이동 확산 모사 결과값에 심각한 오류를 유발할 수 있다. 따라서 필수 요구자료인 국외 배출자료의 정확성을 개선하는 한편, 시차를 최소화하기 위한 방안으로, 유럽의 TNO-MACCSII 배출량 인벤토리와 같은 아시아, 또는 동아시아 지역에서 공동으로 활용할 수 있는 배출자료 공유 DB 또는 플랫폼의 구축이 요구된다.

또한, 배출자료의 해상도 역시 이동 확산 모사 결과의 신뢰도에 크게 작용할 수 있다. 국내 배출자료의 경우, 환경부의 대기정책지원시스템(CAPPS)에서 NO_x, SO_x, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, TSP, NH₃, VOCs, BC 등 총 9개 대기오염물질의 배출자료가 매년 발표되고 있으며, 이는 기본적으로 월 단위, 지역단위 등의 거시적인 시공간 해상도를 가진다. 조사된 대부분의 연구에서, 모사에 사용된 배출자료는 SMOKE 모델 고유의 경험적 알고리즘으로 조밀하게 분할된 시공간 간격에 분배된 자료로써, 이는 각 시간·지점에서 실제로 관측 또는 산정된 자료가 아닌 일정 알고리즘에 의해 추정된 자료이다. 이를 특정 환경 및 조건의 변화에 따른 분석 예측 등 최근 급증하고 있는 미시적 시공간에 대한 모사 수요에 그대로 적용하는 경우, 오류, 왜곡의 발생 가능성이 커질 수 있다. 특히 일별, 공간별 물동량에 따라 배출 양상이 크게 달라지는 항만의 경우 이러한 왜곡의 가능성이 상대적으로 더 크게 나타날 수 있다. 따라서, 개별 배출원의 활동 및 환경 조건의 변화 등을 충실하게 반영하는 상향식 모형을 적용하여, 보다 조밀한 시공간 격자단위를 가지는 국내 배출자료의 생산이 필요하다.

핵심용어 : 항만 대기오염, 이동·확산, 모니터링, 배출자료, 해상도

감사의 글

본 연구는 2021년도 정부의 재원으로 수행한 ‘선박 배출 미세먼지 통합 저감기술개발사업’의 내용 및 논의를 심화하여 작성하였습니다.

* 정회원 · 한국해양수산개발원 연구원 (E-mail: ksy@kmi.re.kr) - 발표자



신형 소파블록 형상고안 및 내구성 검증

Shape Design and Durability Test of New Type Wave Dissipating Block

박창범* · 고광오** · 이대환*** · 조영준****

Park, Chang Beom · Ko, Kwang Oh · Lee, Dae Hwan · Cho, Young Joon

소파블록은 파랑의 에너지를 소산시켜 구조물을 보호하고 월파 및 처오름 높이 등을 감소시킬 목적으로 만들어서 설치하는 콘크리트 블록이다. 방파제나 호안 등 항만구조물에 널리 쓰이고 있는 소파블록은 전 세계적으로 약 150여종 이상 개발된 것으로 보고되고 있다. 그러나, 국내 기업들은 유럽이나 미국, 일본 등에서 개발한 고성능의 소파블록을 로열티를 지급하고 사용하거나 로열티가 없는 테트라포드(T.T.P)등을 사용하고 있는 실정이다.

소파블록은 T.T.P로 대표되는 1세대에서 2세대를 거쳐 3세대로 진화하면서 기존 2층적의 수리적 안정성 위주의 소파블록에서 1층적의 수리적 안정성과 구조적 안정성을 함께 고려한 형태로 변화되어 왔다. 그러나, 1층적 소파블록의 구조적 안정성을 확보하기 위해서는 수치해석과 구조실험 등을 통해 내구성을 검증하여야 하며, 수리모형실험 등을 통한 수리적 안정성도 함께 고려하여야 한다.

본 연구에서는 신형식 소파블록 형상을 고안하고 ANSYS 프로그램을 통한 구조해석을 통해 소파블록의 휨 및 비틀림 하중을 검토하였으며, 콘크리트의 활렬인장강도($f_t=3.5\text{Mpa}$)를 만족하는 것을 확인하였다. 또한, 2차원 및 3차원 수리수치해석을 수행하여 Core-loc 및 X-bloc 등과 비교를 통해 정성적인 수리성능을 비교하였다.

내구성 및 시공성 검증을 위해 체적 2.5m^3 (약 6.5ton) Mock-up 10기를 제작 중에 있으며, 제작이 완료 되는대로 시공성 실험, 충격실험 및 낙하실험을 수행할 예정이다. 시공성 실험을 통해 신형 소파블록의 거치방법 및 블록간 인터로킹을 검토하고 충격 및 낙하실험을 통해 내구성 검증과 취약부 보강방안에 대해 도출할 수 있을것으로 기대된다.

본 연구의 최종 목표는 안정계수 18이상의 1층적 소파블록을 개발하고 구조실험 및 수리모형실험 등을 통해 성능을 검증하는 것으로 개발이 완료되면 다양한 항만공사에 적용하여 원가절감 및 경쟁력 제고에 기여할 수 있을것으로 판단된다.

핵심용어 : 소파블록, 인터로킹, 1층적, Mock-Up Test

* 정회원 · 현대건설(주) 책임연구원, 공학석사 (E-mail:cbpark@hdec.co.kr) - 발표자

** 정회원 · 현대건설(주) 책임연구원, 공학박사 (E-mail:zeus@hdec.co.kr)

*** 비회원 · 현대건설(주) 책임연구원, 공학석사 (E-mail:dh.lee@hdec.co.kr)

**** 비회원 · 현대건설(주) 책임연구원, 공학석사 (E-mail:youngjoon.cho@hdec.co.kr)

항만 및 어항설계를 위한 표준 선박제원 분석보고서 발간

Publication of Analysis report on standard ship dimension for Port and Harbour design

조명환* · 김용희** · 조익순*** · 손우주**** · 강윤구*****

Jho, MyeongHwan · Kim, Yong-Hee · Kang, Yoon-Koo

해양과 육상을 잇는 교통수단인 선박을 활용하기 위해 필요한 항만은 항만을 이용하는 대상선박의 크기를 고려하여 계획과 설계가 이루어진다. 대상선박이 특정할 경우에는 그 선박의 제원을 항만계획과 설계에 사용하고 그렇지 않을 경우에는 통계분석을 통하여 대표성이 있는 선박제원을 구하여 사용한다. 현행 항만 및 어항 설계기준(이하 '설계기준')에서는 대상선박이 특정되지 않은 경우에 사용할 수 있도록 표준 선박제원(전장, 수선간장, 형폭, 만재흘수)을 제공하고 있다.

현행 설계기준의 표준 선박제원은 일본과 유럽의 2004년~2006년 자료를 분석하여 산출된 결과이다. 지난 20여년의 기간 동안 선박의 규모는 수송단가와 건조단가의 절감, 운송서비스 수요 증가 등으로 인해 커져왔으며 기존 항만시설이 대상으로 하는 선박보다 큰 선박의 수가 증가하는 것은 화물 하역량과 하역시간의 증가를 초래하여 항만시설의 생산성의 저하로 연결될 수 있다. 따라서 최신자료를 토대로 표준 선박제원을 산출하여 항만시설의 계획, 설계, 운영에 활용할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 IHS Markit을 통해 확보한 2020년까지 로이드 등 선급회사의 선박등록자료를 사용하여 표준 선박제원을 분석하였다. 제원 분석을 위한 선종 분류는 기존 방식을 최대한 따랐으며 대형화가 많이 진행된 산적화물선(벌크선)을 새로 추가하고 항해거리에 따라 구분되던 중거리페리와 장거리페리는 병합하였다. 표준 선박제원은 데이터의 분포에 따라 지수함수(Exponential function) 또는 계단함수(Step function)를 적용한 회귀분석을 통해 산출하였다. 또한, K-means 군집화를 통해 톤수에 따라 군집을 설정하고 군집별로 독립적인 회귀분석을 수행하여 전반적인 잔차를 줄이고자 하였다. 이러한 표준 선박제원 분석 절차와 결과를 정리하여 항만 및 어항의 계획, 설계, 운영에 활용할 수 있도록 구성하여 배포할 예정이다.

핵심용어 : 표준선박, 설계기준, 선박제원

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부의 '항만시설 기술기준 전문기관 위탁사업'의 지원을 받아 수행되었습니다.

* 준회원 · 한국항만협회 기준개발팀 대리, (E-mail:mhwanjho@koreaports.or.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국항만협회 기준개발팀 차장, (E-mail:kyh84@koreaports.or.kr)

*** 정회원 · 한국해양대학교 해사글로벌학부 교수, (E-mail:ischo@kmou.ac.kr)

**** 정회원 · 세이프텍리서치 안전진단사업부 주임연구원, (E-mail:wooju@strkorea.co.kr)

***** 정회원 · 한국항만협회 기준개발팀 팀장, (E-mail:kang_kwon@naver.com)



경사제 항내측 피복석의 안정성에 관한 수리모형실험

Hydraulic experiments on stability of armour stone covered on harbor side of rubble mound structures

김영택* · 이종인**

Kim, Young-Taek · Lee, Jong-In

외곽시설은 경사제, 직립제 및 혼성제 등으로 구성되어 있다. 특히 경사제의 경우 국내에서 상대적으로 수심이 얇은 경우 가장 많이 적용되는 단면형식이다. 이와 같은 경사제의 경우 항외측과 항내측 사면에 제체의 보호를 위하여 다양한 피복재(콘크리트 이형블록 또는 피복석 등)가 거치되어 있다. 국내의 경우 항외측 피복재로 콘크리트 이형블록 중 테트라포드가 가장 많이 적용되고 있으며, 항내측의 경우 피복석이 가장 많이 적용되고 있는 것으로 보인다.

항외측 주피복재 중량 산정의 경우 허드슨식 또는 반데미어식을 활용하여 안정중량을 산정할수 있다. 그렇지만 항내측의 경우 이에 대한 안정중량 산정식이 명확하게 제시되어 있지 않은 상황이다. 본 연구에서는 수리모형실험을 통하여 항내측 사면에 거치되는 피복재(피복석)의 안정중량 산정법을 제안하고자 한다.

핵심용어 : 경사제, 항내측, 피복석, 수리모형실험

감사의 글

본 연구는 해양수산과학기술진흥원의 지원(과제번호: 20180323)으로 수행되었으며, 연구비 지원에 감사드립니다.

* 정회원 · 한국건설기술연구원 수자원하천연구본부 선임연구위원, 공학박사 (E-mail: ytkim@kict.re.kr) - 발표자

** 정회원 · 전남대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (E-mail: jilee@chonnam.ac.kr)

구조물 변위계측을 위한 GNSS-IMU 센서합병모듈의 구성 및 성능시험

Configuration and performance test of GNSS-IMU sensor fusion module for structural displacement measurement

민인기* · 전인식** · 심재설***

Min, In-Ki · Chun, Insik · Shim Jae-Seol

물체 운동의 미세한 가속도 및 각속도를 측정하는 관성센서 (inertial measurement unit, IMU)와 그리고 물체의 변위에 대한 비교적 안정적인 시그널을 제공하는 위성항법시스템 (global navigation satellite system, GNSS)을 결합하여 교량 등 육상 구조물의 운동변위를 측정하는 일종의 센서합병 기법이 사용되고 있다. 육상적용에서는 인근의 GNSS 상시관측소들과 연계된 RTK 또는 DGPS 기법을 이용하여 비교적 안정적이고 정확한 GNSS 관측을 수행할 수 있다. 그러나 적용대상이 육지에서 멀리 떨어진 해양구조물 같은 경우에는 인근에 참조 시그널을 제공할 수 있는 상시관측소가 가용하지 않은 경우가 일반적이다. 이 경우에는 GPS 1기를 이용하여 위성들의 정확한 위치와 위성들 시그널의 상호 비교를 통하여 GPS 안테나 위치를 포착하는 정밀단독측위 (PPP, Precise Point Positioning)가 발전되어 왔다. 본 방법은 반송파 기반 (carrier-based)으로서, 코드기반 (code-based)의 의사거리 (pseudo-range)를 측정하는 과거의 DGNSS 방법보다 정확한 위치측정이 가능한 것으로 알려져 있다

해양구조물 건전성 모니터링체계를 구축하기 위하여 구조물 변위를 측정하기 위한 센서합병모듈의 국산화를 위하여 저가형 GNSS 센서와 IMU 센서를 조합하였다(Fig. 1). 사용된 GNSS 수신기 (ZED-F9P)는 주파수 L1과 L2를 수용할 수 있으며 다중 위성 (GPS, GLONASS, GALILEO, BAIDU 등)을 포착할 수 있다. NMEA 시그널을 독취하며 IMU와 동시 계측을 수행하기 위한 별도의 독취 소프트웨어를 작성하였다. PPP 측위를 위한 원시 데이터는 외부 소프트웨어인 RTKLIB를 이용하여 독취한 후 RINEX 파일로 변환한 다음 CSRS-PPP 온라인 서비스를 이용하여 후처리하였다. 이와 같은 일련의 하드웨어와 소프트웨어의 성능을 평가하기 위하여 캔틸레버식 모형 구조물에 인위적 진동을 가하고 측위방법 (Single GNSS, VRS-RTK, PPP)을 달리하며 구조물 진동변위를 계측하였다. 계측 결과는 공통적으로 참값을 제공하는 레이저 변위계의 시그널과 비교하였다.

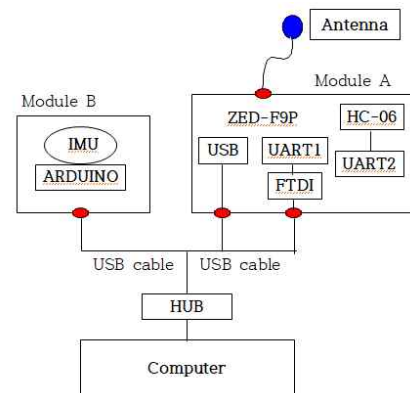


Fig. 1. Configuration of sensor fusion module.

핵심용어 : GNSS, IMU, 센서합병, 해양구조물, 건전성 평가

감사의 글

본 연구는 2021년 해양수산부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행됨 (관할해역 첨단 해양과학기술지 구축 및 융합연구)

* 정회원 · 한국해양과학기술원 책임기술원, 공학석사 (E-mail:ikmin@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 건국대학교 사회환경공학과 명예교수, 공학박사 (E-mail:ischun@konkuk.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsshim@kiost.ac.kr)



연안도시 구조물에 미치는 유사 지진해일 파력 저감 구조물 성능 연구를 위한 대형수리모형실험

Large-scale Laboratory Experiments on the Performance of Countermeasure Structures to Mitigate Tsunami-like Wave Forces in the Coastal Communities

신성원* · 하이**

Shin, Sungwon · Dang, Hai Van

Low-lying coastal communities have been prone to extreme inundation generated by hurricanes and tsunamis. These destructive events generated extreme overland flows, which damaged coastal infrastructures and caused loss of lives. One of the possible solutions for this hazard mitigation is to improve the performance of coastal structures since these protective structures serve as the first barrier against tsunami or hurricane impacts on the coastline. Seawalls have been constructed on most coastlines worldwide to protect coastal areas from wave overtopping and flooding. Several previous studies generally accepted that increasing the seawall height can reduce damage to coastal buildings during hurricane and tsunami events; however, existing seawall heights were normally designed lower than unexpected wave overtopping due to aesthetic and financial feasibility. Meanwhile, submerged breakwaters are commonly used to dissipate wave energy, attenuating wave impacts on coastal areas. However, studies on the performance of the submerged breakwater and multi-tiered configuration (seawall + submerged breakwater) in reducing damages from overland flows are limited. Hence, the primary objective of this study is to investigate the comparative effectiveness of structural configurations, including a seawall only, a submerged breakwater only, and a combined seawall and submerged breakwater, compared to the baseline condition (no mitigation alternatives) in reducing long wave-induced overland flow in the coastal communities.

To address these issues, a large-scale experiment was conducted at the Directional Wave Basin (width 26.5 m, 48.8 m length, 2.1 m depth) at Oregon state university. Three different configurations (submerged breakwater only: SB; seawall only: SW; submerged breakwater and seawall: SWSB) in addition to the baseline case. In the experimental conditions, initial water levels were set at 0.98 m and 1.1 m, corresponding to the low-water and high-water-level cases. The incident wave amplitudes varied from 0.14 m to 0.21 m. The test was processed under three transient wave cases for all configurations.

The results indicated that the installation of countermeasure structures is effective in reducing maximum flow depths and velocities in the built environment. Averaged percent reductions of the maximum flow depth were approximately 26%, 30% and 53% for the SB, SW and SWSB, compared to the baseline condition, respectively, whereas these structural configurations also reduced the maximum velocity by 21%, 23% and 34%. For the low-water-level case, structural configurations significantly reduced maximum forces; however, the presence of submerged breakwater may amplify impulsive forces in the high-water-level cases. Significantly, the

* 정회원 · 한양대학교 해양융합공학과 교수, 공학박사 (E-mail: sungwshin@hanyang.ac.kr) - 발표자

** 한양대학교 해양융합공학과 박사과정, 이학석사 (E-mail: dangvanhai@hanyang.ac.kr)

combined structural configuration (SWSB) reduced the maximum impulsive force by approximately 38% for the low-water-level condition, while the SWSB configuration resulted in an increase of impulsive forces up to 150% in the first building arrays for the high-water-level conditions. This finding here may have significant implications for coastal management for flooding mitigation.

핵심용어 (국문) : 대형수리모형실험, 호안, 수중 방파제, 파력, 유사 지진해일.

핵심용어 (영문) : Large-scale experiment, Overland flow, Sea Wall, Submerged Breakwater, Wave Force, Tsunami-like Wave.

감사의 글

본 연구는 한국 연구재단(2022R1F1A1071641)과 한국산업기술평가관리원(RS-2022-00154981)의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.



이동식 항타장비 공법을 이용한 복합 벽강관식 안벽공사

Construction of Combi-Wall Type Quay Wall using Cantitravel System

우찬조* · 서민정** ·

Woo, Chanjo · Seo, Min-jung ·

세계적인 해상무역 및 교역량의 증가에 따라 해상 컨테이너의 선적 및 하역, 적재를 위한 항만수요가 기하학적인 증대하고 있으며, 컨테이너 운반선 또한 대형화 되고 있어 컨테이너 항만은 넓은 선석과 깊은 수심 그리고 넓은 배후지를 확보하기 위하여 깊은 해양 지역으로 개발되고 있는 추세이다. 하지만, 국내에서 최근에 개발된 부산신항 컨테이너부두, 광양항 컨테이너부두, 평택 및 인천 신항 등의 사례에서 적용된 바와 같이 대부분의 선석은 해상의 연약지반을 개량하고 케이슨 등의 중력식 구조물을 설치한 후 매립하여 선석 및 야적장을 확보하는 공법으로 많은 해상장비와 공사비가 투입되고 있다.

본 발표에서는 매퍼스 엔지니어링의 설계팀에서 입찰설계, 실시설계 및 현장감독 등의 업무를 수행하여 시공 완료된 Smaliland의 Berbera Port Expansion Project의 사례를 토대로, Cantitravel 항타장비를 이용한 복합 벽강관(Combi-Wall Type)식 컨테이너 터미널 공사에 대하여 소개하고 Combi-Wall Type Quay wall과 Cantitravel System에 대한 이해를 돕고자 한다. 국내의 컨테이너 항만에 적용된 선석의 공법은 케이슨공법과 블록공법을 적용한 공법이 대부분이며, 이는 매우 안정된 지반의 지지력이 요구되어 반드시 지반 개량이 요구되며 공사에는 대증량의 콘크리트 구조물이 적용되어진다. 이에 대한 대안으로 Diaphragm Wall 공법 및 파일지지 잔교식 안벽구조물 공법 등이 적용될 수 있으나 해상에서의 시공을 위한 대규모 매립 또는 해상 선단 등의 필요성 등을 감안하여 Somaliland의 Berbera Port에서는 해저지반의 연약층 두께 및 말뚝의 관입깊이 등에 대한 기본계획을 수행하여 중력식 구조물과 파일 잔교식 구조물의 장점을 결합한 복합 벽강관(Combi-Wall Type)식 구조물을 계획하였다.

해상에서 복합 벽강관(Combi-Wall Type)식 안벽공사는 일반적으로 해상장비에 의한 항타방식과 선매립 후 매립지반에서 육상장비에 의한 항타방식으로 구분된다. 해당 공사의 경우, 해역이 운영 중인 컨테이너 부두와 인접해 있어 인근 해역과의 간섭문제로 매립이 불가하고, 해상장비 투입시 인근 항로와의 간섭, 말뚝의 시공오차 등으로 인한 공사의 난관이 예상되었다. 발주처인 DP World의 감독관과의 협의를 통하여 해상장비의 투입을 최소화하여 해상공사를 진행할 수 있는 복합 벽강관(Combi-Wall Type)식 안벽으로 설계를 진행하고 시공에는 Cantitravel System을 적용하였다.

복합 벽강관(Combi-Wall Type)식 안벽공법은 ①안벽전면부에 강관말뚝(1420D x 25t)을 3.5m간격으로 항타하여 수직 및 수평 지지력을 확보하고, ②말뚝사이에 sheet pile을 관입하고 ③배면에 설치될 STS(Ship To Shore) 크레인의 기초말뚝을 이용하여 ④전면부 복합 벽강관과 Tie-Rod로 연결하여 상부 크레인 하중 및 배면의 상재하중에 저항하는 공법으로, 설계단계에서는 지반 관입성 검토와 더불어 상재하중 및 배후 매립에 의한 토압에 저항하기 위한 말뚝의 강성 및 변위 검토가 수행되었으며, 장기 간 염분해수의 노출에 대한 부식방지 기준을 적용하였다.

공사에 적용된 Cantitravel System은 컨테이너 항만의 STS(Ship To Shore) 크레인의 기초말뚝(해상측 복합 벽강관 말뚝과 육상측 기초 말뚝)을 이용하여 해상에서 말뚝을 시공할 수 있는 해상 대차 시스템으로, 상부에 250톤 크레인 2대 및 항타장비를 탑재하여 복합 벽강관 및 배후 말뚝을 시공하면서 전면에 항타된 말뚝에 대차 레일을 설치하고 해상으로 전진하면서 복합 벽강관(Combi-Wall Type)식 안벽을 시공할 수 있는 공법으로 국내의 대수심 항만 건설에서도 적용성이 높을 것으로 판단된다.

* 정회원 · (주)매퍼스 엔지니어링 대표, 항만 및 해안기술사, 공학박사 (E-mail:cjwoo@mapes.co.kr) - 발표자

** 정회원 · (주)매퍼스 엔지니어링 부장, 공학박사 (E-mail:smj815@mapes.co.kr)



그림 1. Cantitravel System을 이용한 복합 벽강관식 안벽 공사 모식도



그림 2. Cantitravel System 말뚝 향타 및 배후지 매립 전경

핵심용어 : 복합 벽강관 안벽(Combi-Wall Type Quay Wall), Cantitravel System

감사의 글

본 사업은 2020년도 Dubai DP World의 Somaliland Berbera 항만 개발사업에 대한 Dubai SHAFa Construction과 입찰설계, 기본 및 실시설계, 현장 지원업무에 대한 설계업무로 진행되었습니다. 이에 감사드립니다.



AASHTO Method II에 기반한 연간충돌빈도의 안전기준 연구

A Study for Safety Standards of Annual Collision Frequency based on AASHTO Method II

손우주* · 구정민** · 문지하*** · 공인영****

Son, Woo Ju · Goo, Jung Min · Mun, Jiha · Gong, In Young

해상교통안전진단이라는 제도는 해양의 개발로 인한 해상교통에 미치는 영향을 사전에 평가하고 이로 인해 발생하는 위해요소를 판별하여 안전을 확보하고자 하는 목적을 가진다. 이는 여러가지 정량적 검증기법을 통해 해역의 안전성을 판별하며, 그 중 선박조종 시뮬레이션은 선박과 주변 해역의 안전성을 실제 운항자의 운항 구현을 통해 검토한다. 그러나, 선박조종 시뮬레이션에 대한 충돌 안전성 기준은 적당 충돌빈도인 10,000척당 1회의 기준으로 평가되어왔으며, 이는 대상 해역의 교통량에 따라 영향을 미치기 때문에 교통량이 많은 해역에는 적합하지 않은 방식이다. 본 연구는 확률론적 안전성 평가 방법을 연간 충돌빈도로 변경하여 제안하고자 AASHTO Method II의 변형 식을 통해 연간충돌빈도를 계산하였다. 대상 선박의 그룹은 k-means clustering 기법을 활용하여 2 ~ 3개로 군집하여 구분하였고, Clusplot을 활용하여 point variability 검토를 통해 데이터셋의 적합성을 검증하였다. 또한, 현행 교통흐름에 맞는 기준을 제안하기 위해 인천대교, 부산항대교, 목포대교, 마창대교와 같은 항만항단 해상교량의 주경간을 통행하는 선박을 대상으로 각 교량의 연간충돌빈도를 산출하였다. 그 결과, 주탑 양측으로 회피통항이 가능한 경우에는 약 100년에 1회, 주탑 양측으로 회피 통항이 불가할 경우 12,000GT 이하는 50년에 1회, 12,000~54,000GT 이하는 60년에 1회, 54,000GT 이상은 100년에 1회 기준이 적정할 것으로 계산되었다. 본 연구에서는 International Maritime Organization을 통해 실제 보고된 1990년대부터 2007년까지의 기간 동안 전 세계적으로 다양한 유형의 선박에 대한 역사적 사고 연간빈도 통계 중 충돌, 접촉, 접지와 관련하여 본 연구의 결과와 비교분석 하였으며, 모든 결괏값을 단순 산술평균하였을 때, 충돌의 경우, 평균 약 96년에 1회 사고 날 확률로 보고되었으며, 접촉은 279년에 1번 사고 날 확률, 접지는 127년에 1번 사고 날 확률로 보고되었다. 본 연구에서 제시한 연간충돌빈도에 관한 결과를 실제 사고 연간빈도와 비교하였을 때, 근접도 평가 기준의 범위는 실제 사례와 비교하여도 그 수치는 적정할 것으로 판단되었다.

핵심용어 : 연간충돌빈도, AASHTO, 확률론적 안전성 평가, 해상교량, 해상교통안전진단

* 정회원 · (주)세이프텍리서치 주임연구원, 공학석사 (E-mail:wooju@strkorea.co.kr) - 발표자

** 정회원 · (주)세이프텍리서치 책임연구원, 공학사 (E-mail:jay@strkorea.co.kr)

*** 정회원 · (주)세이프텍리서치 연구원, 공학사 (E-mail:munder@strkorea.co.kr)

**** 비회원 · (주)세이프텍리서치 대표이사, 공학박사 (E-mail:tachyon@strkorea.co.kr) - 교신저자

해상풍력단지와 선박의 통항안전 모델 제시에 관한 연구

A Study on Suggestion of Navigation Safety Model between Offshore Wind Farm and Vessels

온성욱* · 김철승** · 이홍훈*** · 이창현****

Ohn, Sung Wook · Lee, Hong Hun · Lee, Chang Hyun

해상풍력단지는 넓은 해상공간에 대규모로 개발할 수 있다는 점에서 공간적 한계성을 극복하고 있지만 풍력발전기 구조물로 인해 해상을 이용하는 선박의 안전한 항행이 위협받고 있다. 이에 따라서 국내외적으로 해상풍력단지와 선박의 안전을 위한 지침과 규정들이 수립되었으나 해상풍력단지가 개발되는 해역의 특성인 주변수역의 항로 형태와 입지 특성을 반영하지 않고 있다. 이 뿐만 아니라 선박 특성별 조종성능, 자연 환경외력 조건과 교통 밀집에 따른 혼잡도 측면과 풍력발전기 구조물에 따른 영향 등을 종합적으로 고려한 기준과 지침은 존재하지 않는 것으로 검토되었다. 이에 따라 본 연구에서는 과거에 이미 개발 완료하여 현재 운용 중에 있는 국외 북해 해역에 개발 중인 해상풍력단지 사례를 실증 분석하였다. 이 해역을 분석 대상으로 선택한 사유는 인근의 항로 형태 및 운항 준비상태가 반영되어 분석 및 검증이 가능한 좋은 사례이기 때문이다. 이를 통해 항로 형태와 운항 준비상태 구분이 가능하였고, 검증 단계에서 선회 크기에 따른 최소 안전 이격거리의 검증이 가능하였다.

해상풍력단지와 선박의 통항안전 모델에는 항로 형태와 운항 준비상태 등을 반영한 통항 안전 모델을 제시하였는데, 항로 형태에는 유관 법령에 따른 통항 규칙과 실제 해역에서 통항한 선박의 통항 패턴을 분석하여 이격거리 기준점을 선정하였고, 운항 준비상태에 따른 비상 시 물리적인 가항수역 크기에 따라 선박 선회성능 및 선박의 점용영역 크기를 제시하였다. 뿐만 아니라 환경 외력조건인 바람, 조류와 수심/흘수비(h/d)에 따른 크기 등을 반영하였고 항로 상 교통이 밀집한 상황이 변침 동작을 야기 시키고 이에 따른 횡방향의 크기를 반영토록 하였으며, 마지막으로 풍력발전기 후방에 발생하는 후류의 영향에 따라 선박의 침로유지에 미치는 영향 크기를 제시하였다.

제시된 모델은 북해 해역을 둘러싼 북유럽 국가들의 항로 형태 및 운항 준비상태별에 해당하는 해상풍력단지 부근 해역에서 통항한 최대 크기의 선박을 대상선박으로 삼고 최소 이격거리를 검증하였다. 그 결과, 총 26개 풍력단지에서 1개소를 제외한 25개소에서 나타난 최소 이격거리 이상으로 이격하여 항행하는 것으로 검토되어 모델의 신뢰성은 확보되었으며, 충족율은 약 96% 정도 확보되는 것으로 분석되었다. ‘해상풍력단지와 선박의 통항안전 모델’은 항로 형태와 운항 준비상태를 비롯한 다양한 파라미터 요소를 반영함으로써 실효성과 안전성을 확보하고자 하였으며, 이 모델을 통해 국내외적으로 해상을 이용하는 선박의 통항안전을 위한 가이드라인이 될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 해상풍력단지, 운항 준비상태, 항로 형태, 선회성능

* 비회원 · 목포해양대학교 해상운송시스템학과 박사과정 (E-mail:ohnsw1012@mmu.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 목포해양대학교 항해학부 교수, 공학박사 (E-mail:cskimu@mmu.ac.kr)

*** 비회원 · 목포해양대학교 항해학부 부교수, 공학박사 (E-mail:hhlee@mmu.ac.kr)

**** 비회원 · 목포해양대학교 항해학부 부교수, 공학박사 (E-mail:chlee@mmu.ac.kr)

병합군집을 활용한 접안속도와 접안에너지에 따른 도선사 조선 유형 비교

Comparison of pilots' maneuvering type according to berthing velocity and energy using agglomerative clustering

강은지* · 이형탁** · 김대근*** · 윤경국**** · 조익순*****

Kang, Eun Ji · Lee, Hyeong tak · Kim, Dae Gun · Yoon, Kyoung Kuk · Cho, Ik Soon

도선이란 도선구를 항행하는 선박에 도선사가 승선하여 선박을 안전하고 신속하게 인도하는 것을 말하며, 도선사는 선박을 안전한 수로로 안내하는 도선업무(pilotage)를 하는 사람이다. 도선업무는 고객서비스 향상을 통한 항만경쟁력 향상에 중대한 영향을 미치며 항만의 관리와 운영에 근간을 이루는 요소이므로 선박이 입항하여 부두에 접안할 때까지 전문적인 지식을 가진 도선사의 역할은 매우 중요하다. 하지만 관련 연구로는 도선사의 정신적 스트레스나 긴장감에 대한 연구가 대다수이다. 항공 조종사들의 경우 정신 상태를 분류하여 각각의 뇌파를 측정하여 뇌전도 연구가 있지만 임의로 조종사를 분류하였을 뿐, 데이터를 통한 정량적인 방법으로 구분한 것은 아니다. 본 연구는 병합군집을 통해 접안속도 데이터를 활용하여 군집을 통한 도선사의 조선 유형을 분류해보고자 한다.

본 연구는 기초 데이터로 접안에너지와 접안속도를 사용하였다. 접안에너지는 선박이 접안하는 과정에서 펜더 등의 시설물과 접촉하여 생기는 충격량을 의미하며, 부두 방충재를 선택하는데 사용된다. 방충재 설계 시 고려해야 할 사항으로 접안 빈도나 조종 기술이 있는데 이는 도선사의 경력과 능력 면에서 밀접한 관련이 있다고 판단하였다. 접안속도의 경우, 접안에너지 불확실성의 주요 원인이므로 항만 내 접안 정책에 큰 영향을 미치며, PIANC WG 145에 따르면 접안속도에 영향을 미치는 요소에 인적 요인인 도선사가 있다. 따라서 접안속도와 접안에너지를 도선사 분류를 위한 변수로 설정하였다.

연구의 전반적인 흐름에 대해 설명하자면 먼저, 접안속도 데이터를 모으고 결측치를 채워 접안에너지를 계산하였다. 각 기초데이터의 분석을 실시하고 전처리로 데이터 재구성 및 스케일링 과정을 거쳤다. 수집한 접안속도 데이터로 48명의 도선사 유형 구분을 위해서는 데이터 재구성이 필요하였으며, 거리 기반의 알고리즘을 사용할 때 스케일링은 상당히 중요한 과정이므로 quantiletransformer를 이용하여 스케일링 하였다. 병합군집 알고리즘을 써서 도선사 유형을 분류하였으며, 실루엣 기법과 분석 결과 비교를 통해 최종 군집 모델을 결정하였다. 접안에너지를 사용한 모델이 최종 모델로 결정되었으며, 본 연구를 통해 새로운 도선 환경을 제공하고 안전관리 부분에서도 기초데이터로써 활용될 수 있다. 또한 접안속도 외에 항적 데이터를 활용한다면 보다 신뢰성 있는 결과가 도출될 수 있을 것이다.

핵심용어 : 병합군집, 도선사, 조선 유형, 접안속도, 접안에너지

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(스마트항만-자율운항선박 연계기술 개발, No.20210631).

* 학생회원 · 한국해양대학교 해양과학기술전문대학원 석사과정 (E-mail:eunji3301@g.kmou.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양과학기술원 연구원, 공학박사 (E-mail:htlee@kiost.ac.kr)

*** 비회원 · 한국해양수산연수원 교수, 공학석사 (E-mail:bagne1@naver.com)

**** 비회원 · 한국해양대학교 해사인공지능·보안학부 교수, 공학박사 (E-mail:kkyyoon@kmou.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양대학교 해사인공지능·보안학부 교수, 공학박사 (E-mail:ischo@kmou.ac.kr) - 교신저자

여수·광양항 내 제한속력 적정성에 대한 분석 Analysis on Adequacy of Speed Limit in Yeosu Gwangyang Port

문지하* · 손우주** · 구정민*** · 공인영****

Mun, Ji Ha · Son, Woo Ju · Goo, Jung Min · Gong, In Young

해상에서 제한속력은 선박 충돌 등 해양사고 위험을 방지하고 원활한 교통흐름을 확보하는데에 목적이 있다. 여수·광양항 또한 광양항로 내에 속력제한구역을 두어 해당 해역을 항행하는 선박에 대해 14노트의 속력제한을 두고 있으며, 위험물 운반선에 한해서는 12노트 이하의 속력으로 항행하도록 권고하고 있다. 본 연구에서는 광양항로 통항 선박의 제한속력 준수 여부 및 제한속력의 적정성을 파악하기 위해 여수·광양항의 선박 통항실태를 조사·분석하고자 하였다. 이를 위해 대상 해역을 통항하는 선박에 대한 AIS 데이터를 수집하였으며, 표본 수가 적고 통항 흐름이 비교적 불규칙한 도선, 어선 등의 데이터는 제외하고 화물선 및 탱커선의 데이터만을 활용하여 교통특성 분석을 수행하였다. 사전에 속력 확률분포의 정규성 검정을 수행한 결과, 정규분포를 따르는 것으로 분석되어 항행 속력은 일정한 규칙성을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 교통특성을 조사·분석한 결과, 화물선 그룹의 경우, 전체 화물선 중 제한속력인 14노트 이상으로 통항한 선박의 비율이 약 20.1%인 것으로 분석되었다. 위험물 운반선에 해당하는 탱커선 그룹의 경우에도 전체 탱커선 중 제한속력인 12노트 이상으로 통항한 선박의 비율이 약 23.7%인 것으로 분석되어, 두 선종 공통적으로 20% 이상의 선박이 제한속력을 상회하는 속력으로 항행하는 것으로 검토되었다.

핵심용어 : 제한속력, 속력제한구역, 정규분포, 해양사고, 적정성

* 정회원 · 세이프텍리서치 연구원, 공학사 (E-mail:munder@strkorea.co.kr) - 발표자

** 정회원 · 세이프텍리서치 주임연구원, 공학석사 (E-mail:woaju@strkorea.co.kr)

*** 비회원 · 세이프텍리서치 책임연구원, 공학사 (E-mail:jay@strkorea.co.kr)

**** 비회원 · 세이프텍리서치 대표이사, 공학박사 (E-mail:tachyon@strkorea.co.kr)



대용량 해상교통 데이터의 기초통계 분석과 운항특성 변화에 관한 연구

A Study on Basic Statistical Analysis of Maritime Traffic Big Data and Changes in Ship Operation Characteristic

이정석* · 김윤지** · 조익순***

Lee, Jeong Seok · Kim, Yoon Ji · Cho, Ik Soon

우리나라의 해운산업은 국가 경제를 뒷받침하는 아주 중요한 국가기반산업이다. 한국의 수출입 화물의 99%는 선박을 통해 운송되고 있으며 주요한 화물은 원유, 철광석, 석탄 등 모든 원자재는 선박에 의존하고 있으며, 선박 운항은 화물의 수출입 항만에 기반하여 운항되고 있다. 최근 전세계적으로 해상교통 네트워크 구축 및 해양공간수립(MSP) 등 다양한 해양활동에 대한 영역을 선정하고 안전한 해양환경을 보존하는 움직임이 활발하다. 선박의 대형화 추세와 해양사고 예방을 위해 안전한 해상교통로를 정량적인 방법으로 분석하여 구축해야 하며, 국가에서 공인하는 데이터를 사용하여 공공에게 제공해야 할 필요성이 있다. 현재 국가에서 제공하는 해상교통데이터는 해양안전종합정보시스템(GICOMS)에서 데이터를 제공하고 있으나 통계적으로 제공하는 정보는 존재하지 않는다. 이와 반대로 PORT-MIS(해운항만물류정보시스템)에서 매년 화물 물동량 처리 현황 및 선박 입출항 통계 현황을 웹 기반으로 제공하고 있다. PORT-MIS에는 항명/호출부호/선명/총톤수/입항 및 출항날짜/선박종류/승무원 등의 정보를 제공하고 있으나, 국내 항만을 이용한 정보만 파악이 가능하고 상세한 선박들의 속성정보 및 우리나라 인근을 통항한 한 선박들은 확인하기 어렵다. 또한, 연간 항만별 물동량 변화 보고서와 화물종류에 따른 분석 결과는 예측을 포함하여 정부차원에서 제공되고 있다. 하지만, 항만별 물동량과 해상교통 데이터와 비례하지 않는 경우가 존재하며, 물동량 이외에 해상교통데이터를 분리하여 분석해야 한다. 따라서 본 연구에서는 대용량의 해상교통데이터를 기반으로 기초통계분석을 수행하고 물동량 및 코로나-19 발생 시점을 기반으로 운항패턴변화를 분석하고자 한다.

대용량 해상교통데이터를 기반으로 기초 통계분석을 수행하기 위해 2019년 9월 1일 ~ 2020년 8월 31일 까지의 우리나라 전역의 해상교통데이터를 월별로 분석하였다. 월별 분석을 수행함에 따라 해상교통데이터의 변화를 파악할 수 있고 미래의 해상교통데이터 변화를 예측할 수 있다. 이러한 해상교통데이터의 변화는 선박종류의 변화 및 선박 크기변화를 미리 파악할 수 있으며 변화 양상에 따른 해상교통 네트워크와 항만 및 항행구역의 설정에 활용이 가능할 것이다. 또한 변화 양상에 따른 해기 교육을 선제적으로 대응할 수 있을것으로 판단한다.

핵심용어 : 해상교통, 빅데이터, 통계분석, 운항특성

* 정회원 · 연안방재대학교 해양플랜트운영학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:shoeys548@kmou.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 연안방재대학교 항해학과 석사과정, 공학사 (E-mail:yoongi@kmou.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양대학교 해사인공지능 · 보안학부 교수, 공학박사 (E-mail:ischo@kmou.ac.kr)

해상교통 빅데이터 분석 결과의 계층적 DB화 방안 연구

A study on the database construction of analysis results based on maritime traffic big data

김윤지* · 이정석** · 양현*** · 조익순****

Kim, Yoonji · Lee, Jeong Seok · Yang, Hyun · Cho, Ik Soon

전 세계적으로 바다에 대한 통합 정보와 체계적인 관리가 요구됨에 따라 웹 기반의 다양한 해양 관련 정보를 공공에게 제공하고 있다. 미국과 유럽에서는 해양 계획 및 해양과 상호작용하는 활동의 이해관계자 간 의사결정을 지원하기 위한 목적으로 통합 해양정보시스템을 구축하여 데이터, 분석도구 및 기술 지원을 제공하고 있다. 해양생물, 어업활동, 해상교통, 해양에너지, 해양레저, 수질, 해저지형, 군사관련 등의 정보를 테마별로 제공하며, 정부 기관, 기업, 비정부 기관, 학계 및 개인 등이 이를 이용하여 어업 관리, 해양 안전, 양식 부지 선정, 해상 풍력 개발, 해양 계획 등에 적극 활용하고 있다. 특히, 해상교통 테마에서는 연도별/선박종류별 통항 밀집도와 통항분리대(TSS), 정박지, 도선점과 같은 항로표지와 페리선 항로, 추천항로, 주의해역 등 다양한 해상교통정보를 포함하고 있는 것이 특징이다. 맵은 웹 기반 GIS 환경에서 레이어 형태로 제공되기 때문에 여러 정보를 중첩하여 확인 가능하며, 다른 해양활동과의 상충성을 확인하고 비교하는 데 적합하다.

한편, 국내에서는 2019년 4월부터 「해양공간계획 및 관리에 관한 법률」 시행을 통하여 단계별·권역별 해양공간계획을 수립하고 있으며, 전 해역의 해양공간계획체제 도입을 위해 해양공간특성평가를 실시하고 9개의 해양용도구역을 지정 및 관리, 해양공간적합성 협의 제도를 마련하였다. 또한, 해양공간정보체계를 구축하고자 다양한 해양수산정보를 제공하는 ‘해양수산 빅데이터플랫폼’을 운영하고 있으며, 해양수산, 해운물류, 해사안전, 항만운영 등 연구 및 산업활동에 활용되는 각종 정보로서 해양수산분야의 다양한 기관에서 산재된 빅데이터를 유기적으로 연결하는 데이터 허브를 구축하였다. 해사안전 분야의 해상교통과 관련한 정보는 항적도, 밀집도, 통항량, 선박 및 어선 중첩지역이 있으나 민감정보 포함 등의 사유로 정보가 부분 공개되어 있어 일반인이 기초데이터와 분석 방법과 결과를 확인하는 등 접근하기 어려운 구조이다.

2022년 국정과제로 ‘해상교통망 구축’이 선정되어 전국 연안에 광역·지선·항만 진출입 등 유형별 해상교통로를 지정하고 '27년까지 디지털 해상교통관리체제로 전환하고자 추진하고 있다. 본 연구에서는 해상교통로 개발 원칙에 따라 해상교통 빅데이터의 분석 결과를 적절히 시각화·지도화하고 더 나아가 해상교통망 데이터베이스를 구축하여 체계적으로 관리하는 방안을 마련하고자 한다. 해상교통 공간분석은 선박위치정보인 AIS 데이터를 기반으로 1단계 항적도, 2단계 선박 종류/크기별 분류, 3단계 밀집도로 계층적 분석을 수행하고 해사안전법에 따른 해양공간 데이터와 결합하여 레이어 형태의 분석 결과를 제공하고자 한다. 또한, 해외 및 육상교통 등 관련 유사사례를 분석하여 국내 적용 가능성을 검토하고 데이터의 표준화, 품질관리 및 업데이트, 사용자 요구사항 반영, 기존 플랫폼과의 연계·통합 방안 등을 고려하여 우리나라 실정에 맞는 해상교통 데이터의 DB화 구축 방안을 제시하고자 한다. 이를 통해 해양공간계획 수립에 적극 활용이 가능하며 이해관계자 간의 의사결정 지원 및 정책 이슈에 대한 선제적 대응이 가능할 것으로 기대된다.

핵심용어 : 해상교통, 빅데이터, 데이터베이스, 플랫폼

* 비회원 · 한국해양대학교 항해학과 석사과정, 공학사 (E-mail: yoonji@kmou.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양대학교 해양플랜트운영학과 박사과정, 공학석사 (E-mail: shoesy548@kmou.ac.kr)

*** 비회원 · 한국해양대학교 해사인공지능·보안학부 교수, 공학박사 (E-mail: yanghyun@kmou.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양대학교 해사인공지능·보안학부 교수, 공학박사 (E-mail: ischo@kmou.ac.kr)



해상교통망 구축 절차 및 관리방안에 관한 연구

A Study on Construction of Maritime Traffic Network and Management Plan

조익순* · 김윤지** · 이정석***

Cho, Ik Soon · Kim, Yoon Ji · Lee, Jeong Seok

세계적으로 친환경에너지 개발, 해양관광 활성화, 육상입지 대체를 위한 해양개발 등에 따라 해양공간의 무분별한 개발이 진행되고 있다. 우리나라는 해상풍력발전단지 건설 증가에 따라 화물선·여객선·어선 등 연안해역을 항행하는 선박들의 관습적인 해상교통흐름 변화를 유발하고 있다. 따라서, 각종 해양시설물 설치 이전에 우리나라 전역의 선박통행 환경을 종합적으로 검토하고 선박들이 안전하게 통행할 수 있는 해상교통로 등의 식별이 필요하다. 또한, 급격한 해상교통환경 변화에 선제적으로 대응함으로써 우리나라 영해에서의 해상교통안전성을 확보하기 위한 노력이 필요하다.

본 연구에서는 해상교통망을 구축하기 위해 우리나라 전해역의 해상교통로를 검토하고, 섬 사이 등 여객선항로를 추가 식별하고자 한다. 구축된 해상교통망 기반으로 관리 지원체계(기술, 방법, 제도 등) 방안을 마련하는데 목적이 있으며, 해상교통로 구축을 위한 주요 5가지 원칙을 선정하였다. 첫째, 해상교통망 대상공간을 구축하는 단계로 해상교통로를 추출하기 위해 분석영역을 나누는 작업을 의미한다. '21년도 해양수산부 선박통행로 연구에서는 16개의 영역으로 수행하였으나, 해상교통 특성을 반영하여 보다 효율적이고 교통로 추출에 적합한 대상공간을 선정하고자 한다. 둘째, 해상교통 데이터를 분류하는 단계로 우리나라 연안해역을 통행하는 선박중 주요한 통행흐름을 나타낼 수 있는 선박들을 체계적으로 분리하는 단계이다. 여기서 대상선박의 종류와 크기에 따른 분류, 추가식별 조건 등을 파악하여 해상교통데이터를 해양공간에 도출하는 준비단계이다. 셋째, 해상교통로 공간분석을 수행한다. 이 단계에서는 다양한 해상교통데이터를 사용하여 항적도 분석, 밀집도 분석 등의 기법을 적용하고 최적의 해상교통로를 추출하기 위한 다양한 시각화 표출방법을 수행한다. 넷째, 해상교통로 명칭 기준 검토 및 적정 폭 선정이다. 데이터 기반의 정량적인 해상교통로를 추출한 결과로 선박들의 안전한 통행이 가능한지 PIANC 규정과 항로설계기준 등을 검토하여 선박통행 안전성 평가를 수행한다. 또한, 해상교통로를 지정하기 위한 안전조치 등을 강화하는 과정을 수행한다. 마지막으로 분석에 사용된 해상교통데이터 및 공간분석 결과를 DB화 하고 관리하는 방안을 마련하는 단계이다. GIS 기반의 공간좌표와 속성 정보가 포함된 데이터를 해상교통 빅데이터를 처리하는 플랫폼에 제공하여 우리나라의 해상교통로를 시각화 및 지도화하는데 목적이 있다.

핵심용어 : 해상교통망, 구축원칙, 빅데이터, GIS

* 정회원 · 한국해양대학교 해사인공지능 · 보안학부 교수, 공학박사 (E-mail:ischo@kmou.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 연안방재대학교 항해학과 석사과정, 공학사 (E-mail:yoongi@kmou.ac.kr)

*** 정회원 · 연안방재대학교 해양플랜트운영학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:shoey548@kmou.ac.kr)

고수심 정박지에서의 초대형컨테이너선의 묘박안전성

A study on the Safety of anchoring of Ultra Large Container Ship in the deep water anchorage

김수용* · 권승철** · 조익순***

Kim, Suyong · Kwon, Seungcheol · Cho, Ik Soon

해상운송에 있어 규모의 경제 실현을 통한 비용절감, 조선기술의 발달 등에 따라 선박의 대형화가 이루어지고 있다. 특히 이러한 선박 대형화 추세에 따라 컨테이너선의 대형화가 급진전되었으며, 부산신항, 광양항 등에 20,000TEU급 이상의 초대형컨테이너선의 기항 횟수가 증가하고 있다.

이러한 초대형컨테이너선은 항만의 선석 여유가 없거나, 기타 필요시 정박지(Anchorage)를 이용하게 되며, 해당 선박들은 수심 20m내외의 항만 지정정박지 또는 고수심(약 60m 내외)의 주변해역에 투묘하여 대기한다. 하지만 우리나라 남해안에 위치한 일부 정박지 및 투묘해역은 지리적으로 외해에 직접 노출되어 있어 태풍 내습시나 남풍 계열의 강풍을 동반한 기상악화 시 정박(투묘)선박의 주요로 인한 충돌·좌초 등 사고 발생가능성이 매우 큰 특징이 있다.

본 연구에서는 우리나라 항만에 기항하는 초대형컨테이너선의 고수심 해역(수심 60m)에서의 묘박안전성을 분석하였다. 평가 대상선박은 16,000TEU급, 24,000TEU급 초대형컨테이너선으로 주요제원은 해당 선박에 대한 도면 등을 바탕으로 수집하여 경하(Ballast) 및 만재(Full) 상태에서의 흘수를 기초로 정면 및 측면 풍압면적과 침수면적 등을 계산하였으며, 단묘박 상태를 기준으로 선박의 앵커 및 앵커체인이 파주력과 바람에 의한 풍압력, 파랑에 의한 표류력 그리고 조류에 의한 유압력에 따른 외력을 산출하고 상호 비교·분석하여 묘박안전성을 평가하였다.

묘박안전성 확보 여부를 평가하기 위하여 외력 조건은 바람의 경우 강풍·풍랑주의보(14m/s) 및 강풍·풍랑경보(28m/s) 수준, 조류의 경우 해당 해역의 최대 유속인 1.5kts 그리고 파랑의 경우 파고 1.5m 및 3.0m를 적용하여 총 4가지 외력 Case에 대하여 평가하였다. 또한 풍속에 따른 민감도 분석 및 묘박안전성 확보가 가능한 한계외력(풍속 기준)을 도출하기 위하여, 파고 1.5m 또는 3.0m에서의 풍속 및 앵커체인 신출량 변화에 따른 파주력과 외력을 비교·평가하여 묘박안전성 확보가능 한계풍속을 도출하였다.

묘박안전성 평가결과, 일반적 앵커체인 신출량(10샤클) 및 최대 앵커체인 신출량(14샤클) 기준 16,000TEU급, 24,000TEU급 선박 모두 강풍·풍랑주의보(14m/s) 수준(Case 1,2)에서 묘박안전성을 확보한 것으로 평가되었으며, 강풍·풍랑경보(28m/s) 수준(Case 3,4)에서는 파주부가 형성되지 않거나, 외력이 파주력을 초과하여 묘박안전성을 확보하지 못하는 것으로 평가되었다.

핵심용어 : 초대형컨테이너선(ULCS), 묘박안전성, 정박지

* 비회원 · 한국해양대학교 해양플랜트운영학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:suyongkim@kmou.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양수산연수원 교수, 공학석사 (E-mail:sckwon@seaman.or.kr)

*** 정회원 · 한국해양대학교 해사인공지능·보안학부 교수, 공학박사 (E-mail:ischo@kmou.ac.kr)



선박연료유 사용량 보고 및 선박 전자기록부 기능을 포함한 선박 관리시스템 자동화를 위한 요구사항 분석

Analysis of requirements for automation of ship management system including the IMO fuel oil Data Collection System and Ship Electronic Record Book functions

이보경* · 김대해** · 김하연***

Lee, Bo Kyeong · Kim, Dae Hae · Kim, Ha Yeon

선박연료유 사용량 보고제도(IMO DCS, Fuel Oil Data Collection System)에 따라 2019년 1월 1일부터 5,000GT 이상의 국제항해에 종사하는 선박은 선박에너지 효율관리계획서(SEEMP, Ship Energy Efficiency Monitoring Plan) Part 2를 수립하여 주관청 또는 주관청이 지정한 대행기관(RO, Recognized organization)의 승인을 받아야 한다. 또한 수집된 연간 연료유 사용량 정보를 RO에 보고 및 검증하여 이를 국제해사기구에 전자적인 방식으로 제출하는 제도가 시행되었다.

2018년 해양환경보호위원회(MEPC, Maritime Environment Protection Committee) 73차 회의에서 전자기록부(ELRB, Ship Electronic Record Book)에 대한 MARPOL Annex I, II, V, VI 및 NOx Technical Code의 개정안이 승인되었다. 이에 따라 2020년 10월 1일부터 중어로 관리하던 기름기록부 1부-기관구역의 작업, 기름기록부 2부-화물·평형수 작업, 유해액체물질 화물기록부, 폐기물 기록부, 오존층파괴물질 기록부, 기관기록부-NOx 및 SOx 관련 조작기록 및 엔진파라미터 기록부를 ELRB로 대체하여 사용할 수 있다.

선박의 선주사 또는 관리사는 선박의 운항 관리를 위해 다양한 관리시스템을 도입·운용하고 있다. 해당 시스템에서는 선박의 검사, 운항, 품질관리, 인적자원, 시스템 등 선박 운항 관리 감독에 필요 정보를 시스템 상으로 관리하고 확인할 수 있도록 한다. 대형 선사의 경우 자체적인 관리시스템을 개발하여 내부시스템에 맞게 인터페이스 및 시스템을 구현해 운용하기도 하지만 중소형 선사의 대다수는 외부에서 개발한 시스템을 도입하여 운용하는 경우가 많다. 하지만 외부 시스템을 도입할 경우, 각 선사의 내부적 시스템을 완벽히 반영하지 못하기 때문에 모든 기능 사용, 메뉴 구성 및 데이터 호환의 최적화가 어려운 경우도 있다.

선박 운영 편의에 따라 시스템적으로 기록되던 정보들은 국제규정에 의해 IMO DCS, ELRB에도 활용될 수 있으나 현재의 관리시스템은 정보를 호환하거나 법적인 보고제도에 활용하도록 구성되어 있지 않다. 기존 선박 관리와, ELRB, IMO DCS 이행을 위해 단일의 시스템에서 선박의 데이터를 기록하고 해육상 간 공유하기 위해서는 편의적 또는 제도적 필요성에 따라 수집되어야 할 데이터의 종류와 기능을 구분하여 전체 시스템에 반영하는 것이 필요하다.

핵심용어 : 선박 관리시스템, 전자기록부, 선박연료유 사용량 보고제도, 선박자동기록

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 산하 정보통신사업진흥원(울산정보산업진흥원)의 지원으로 수행되는 SW융합클러스터 2.0(조선해양 ICT융합 기술 고도화 및 상용화 지원사업) 연구사업의 “ISO21745 기반의 선박 전자로그북 시스템 개발(과제번호 : S1712-22-1001)” 과제에 의하여 수행된 연구로서 관계 부처에 감사드립니다.

* 정회원 · 한국이네비정보기술주식회사 책임연구원, 공학박사 (E-mail:bklee@kenit.co.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국이네비정보기술주식회사 대표이사, 공학박사 (E-mail:kenit@kenit.co.kr)

*** 비회원 · 한국이네비정보기술주식회사 연구원, 공학사 (E-mail:hayeonk@kenit.co.kr)

디지털트윈 기술을 활용한 연안 재난재해 예측

Prediction of coastal disaster using digital twin technology

최형환* · 임학수** · 김동하*** · 홍성훈****

HungHwan Choi, Hak Soo Lim, DongHa Kim, Sung Hoon Hong

지구온난화와 기후변화에 따라 연안에서 위험이 가중되고 있는 태풍·해일·월파와 같은 해양 재난재해에 대해 3차원 공간분석 기반기술과 4D 디지털트윈 모델 및 과학적 가시화 기술을 바탕으로 피해 지역을 예측 분석하였다. 이를 위해 현실세계의 지형지물과 동일한 해양 디지털트윈 데이터를 구축하고 해일, 월파 시뮬레이션에 필요한 입력 데이터를 3차원 공간정보를 바탕으로 추출 생성, 시뮬레이션을 구동시켜 나온 결과를 다시 3차원 공간정보에 가시화하여 연안재해 피해 지역을 예측할 수 있도록 구성하였다.

태풍 시뮬레이션은 태풍 진입 시점의 조석 예측치, 태풍에 의한 해수면 상승높이(해일고) 등 기상 예보데이터와 3차원 공간정보 상의 해안 구조물 정보를 바탕으로 월파 가능성을 예측하고 EurOtop 매뉴얼 산정식을 바탕으로 경사식 및 직립식 월파량을 계산하였고 Flow-3D 수치모델로 시뮬레이션한 결과를 활용하였다. 또한, 월파로 인한 침수 지역을 예측하기 위해 피해 예상 지형의 상대 고도를 분석하여 침수범람한 물의 흐름을 분석 시각화하였다.

해일 피해 지역 분석은 2020년 발표된 “지진해일로 인한 해안 침수 분석을 위한 셀 오토마타 기반의 시뮬레이션 모델 개발: 광안리 해변 사례 연구” 논문에서 소개한 셀 오토마타를 바탕으로 에너지의 확산을 모의 실험하는 방식을 기반으로 분석하였다. 특히, 시뮬레이션에 필요한 입력 데이터를 3차원 공간정보에서 자동 추출하여 생성하였고 시뮬레이션 결과를 3차원 공간정보에 매쉬업하여 정확한 해일의 확산 경로와 피해 지역을 예측할 수 있도록 개발하였다.

핵심용어 : 디지털트윈, 재난안전, 연안재해, 월파 시뮬레이션, 해일 시뮬레이션

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 이전공공기관연계 육성사업 ‘첨단 해양산업 오픈랩 구축 및 실감형 융합 콘텐츠 개발’ 과제의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 뉴레이어 기술연구소 연구소장 (E-mail:blade5683@newlayer.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원 (E-mail:hslim@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 연구원 (E-mail:kimdh@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 연구원 (E-mail:shong@kiost.ac.kr)



해양스마트시티 디지털 트윈 플랫폼 기술 개발

Development of Digital Twin Platform for Marine Smart City

임학수* · 김동하** · 홍성훈*** · 진승환**** · 김주환*****

Lim, Hak Soo · Kim, Dongha · Hong, SungHoon · Jin, Seunghwan · Kim, Juhwan

디지털 트윈(Digital Twin)은 가상공간에 현실세계(물리적세계)를 동일하게 구현하고 현실 상황을 컴퓨터 시뮬레이션으로 결과를 예측하는 기술로 BigData, Ai, IoT, VR·AR·MR, 5G 등 ICT 기술의 발전과 함께 도시, 인프라, 안전, 에너지 등의 분야에서 디지털화(Digitalization) 및 컴퓨터 시뮬레이션과 더불어 국가 전반의 디지털 전환(Digital Transformation) 기술로 여러 분야에서 활용되고 있다. 해양 디지털 트윈 플랫폼 기술은 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷(IoT) 센싱, 5세대 통신(5G) 등 혁신기술을 기반으로 해양환경 IoT 부이 모니터링, 위험지역 실시간 드론 감시, CFD 수치해석 시뮬레이션과 연계한 공간정보 기반 3D-GIS 기술과 Unity3D 및 UNREAL 물리엔진 기반 디지털 트윈 및 메타버스 기술과 결합하여 해양 ICT 융합 기술과 해양공간 시뮬레이션 기술의 발전을 이끌고 있다. 해양스마트시티 디지털 트윈 기술은 해양인프라 가상화 기술과 연안재해 시뮬레이션 기술을 기반으로 실시간 해양수질 모니터링, 월파 및 침수범람 시뮬레이션, 실감형 해양치유 및 수중 해양생물 체험 등 해양 AR·VR 에듀테인먼트먼트 융합 콘텐츠 등을 활용할 수 있도록 개발되고 있다. 현재 해양스마트시티 디지털 트윈 플랫폼(www.forge.vrocean.or.kr)은 부산 북항 지역을 대상으로 시범적으로 구축하여 일부 콘텐츠를 인터넷으로 서비스하고 있다.

핵심용어 : 디지털 트윈, 가상화, 연안재해, 월파 시뮬레이션, 융합 콘텐츠

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 이전공공기관연계 육성사업 ‘첨단 해양산업 오픈랩 구축 및 실감형 융합 콘텐츠 개발’ 과제의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원 (E-mail:hslim@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:kimdh@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shong@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shyj0524@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:juhwankim@kiost.ac.kr)

해양 디지털 트윈 연안관리 플랫폼 기술 개발

Development of Digital Twin Platform for Marine Coastal Management

임학수* · 김동하** · 홍성훈*** · 진승환**** · 김주환*****

Lim, Hak Soo · Kim, Dongha · Hong, SungHoon · Jin, Seunghwan · Kim, Juhwan

해양 디지털 트윈(Marine Digital Twin) 연안관리 시뮬레이션 기술은 가상공간에 현실세계(물리적세계)를 동일하게 구현하고 현실 상황을 컴퓨터 시뮬레이션으로 결과를 예측하는 기술을 기반으로 해양 BigData, Ai, IoT, VR·AR·MR 등 해양 ICT 기술을 활용하여 해양공간을 디지털화(Digitalization) 및 컴퓨터 시뮬레이션 기술을 적용하고 있다. 디지털 트윈 연안관리 기술은 해양 데이터의 과학적 가치화 기술과 연안 수치해석 및 전산유체역학 시뮬레이션 기술을 이용하여 태풍, 월파, 침수범람, 해안침식, 해수면 상승 시뮬레이션 등 연안재해에 선제적으로 대응하고, 해안선 변화 시뮬레이션 및 지역표사관리 시뮬레이션으로 연안환경 변화를 장기적으로 예측할 수 있는 단계로 발전하고 있다. 해양 디지털 트윈 연안관리 시뮬레이션 플랫폼은 기후변화에 따른 연안재해를 효과적으로 저감하고 체계적으로 대응하기 위해서 해양 디지털 트윈 연안관리 시뮬레이션 기술을 연안재해위험평가 제도와 함께 활용할 수 있도록 해양수산부 차원에서 동·서·남해안 지역 상생·맞춤형 해양 디지털 트윈 연안관리 시뮬레이션 시스템 개발과 연안침식이 심각한 지자체에서 활용할 수 있도록 보급사업이 필요하다.

핵심용어 : 디지털 트윈, 가상화, 연안재해, 월파 시뮬레이션, 해안선 변화 시뮬레이션

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 이전공공기관연계 육성사업 ‘첨단 해양산업 오픈랩 구축 및 실감형 융합 콘텐츠 개발’ 과제의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원 (E-mail:hslim@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:kimdh@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shong@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shyj0524@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:juhwankim@kiost.ac.kr)



월파재난 관리를 위한 월파량 추정 및 실감형 융합콘텐츠 개발

Estimation of Wave Overtopping and Development of Convergence Contents to Manage Wave Overtopping Disaster

홍성훈* · 김동하** · 장성철*** · 진승환**** · 김주환***** · 임학수*****

Hong, Sunghoon · Kim, Dongha · Jang, Sungchul · Jin, Seunghwan · Kim, Juhwan · Lim, Hak Soo

기후온난화로 인한 해수면 상승으로 인해 연안지역에서 월파 피해가 발생하고 있다. 특히 고조위 기간에 태풍이 내습하는 경우 월파로 인한 침수가 발생하는 등 심각한 인적 물적 피해가 발생할 수 있는 만큼 재난관리 측면에서 월파량을 예측하고, 연안지역 거주민에게 피해의 위험성을 인지시킬 필요가 있다. 이와 관련하여 최근 재난을 좀 더 실감나게 표출하기 위한 수단으로 HMD(Head Mounted Display) 기반의 ‘VR(Virtual Reality)시뮬레이션’ 기술이 도입되고 있다. 이에 본 연구에서는 ‘월파 시뮬레이션’ 개발과정에서 보다 과학적인 근거 제시를 목적으로 EurOtop(2018)매뉴얼과 Flow-3D 수치해석기법을 활용하여 월파량을 예측하고자 하였다. 또한 그 결과를 연안지역의 지형에서 도로, 자동차 등을 재현한 VR시뮬레이션 환경에서 가시화 하여 HMD를 통해 월파재난을 실감나게 체험할 수 있도록 하였다. 이번 연구를 통해 개발된 ‘월파 VR시뮬레이션’은 일반 시민들에게 월파 재난에 대한 실감나는 체험기회를 제공함과 동시에 연안재난을 관리하는 유관부서에서 재난대응 가이드라인 개발과 정책결정에 활용될 수 있다. 추가적으로 토목, 해양, 도시공학 전공자들에게 연안재해 대응필요성을 강조하기 위한 시각자료로 활용할 수 있으며, 해양과학과 IoT 기술을 접목한 창의적인 융합연구 사례로도 소개될 수 있을 것으로 기대한다.

핵심용어 : 월파재난, 연안재해, 월파 시뮬레이션, EurOtop(2018), Flow-3D수치해석

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부 이전공공기관연계 육성사업 ‘첨단 해양산업 오픈랩 구축 및 실감형 융합 콘텐츠 개발’ 과제의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shong@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:kimdh@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 연구원 (E-mail:sungchul0617@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shyj0524@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:juhwankim@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원 (E-mail:hslim@kiost.ac.kr)

해양치유 효과 증진을 위한 실감형 콘텐츠 개발

Development of realistic content to enhance the effect of ocean healing

김주환* · 임학수** · 홍성훈*** · 김민규****

Kim, Juhwan · Lim, Hak Soo · Hong, Sunghoon · Kim, Mingyu

최근 정보의 시각화를 통해 사용자에게 몰입감 높은 경험을 제공하기 위한 가상현실(Virtual Reality), 증강현실(Augmented Reality), 혼합현실(Mixed Reality)을 활용한 실감형 콘텐츠 기술에 대한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 정보의 시각화는 단순히 특정 정보를 전달하는 것을 넘어서 실감형 콘텐츠를 활용한 몰입감 높은 데이터 시각화를 통해 시각화 정보의 제공과 더불어 시각적인 자극을 통해 작용되는 신체정보의 변화 효과를 극대화 할 수 있다. 해양치유란 해양치유자원을 활용해 체질개선, 항노화, 면역력 향상 등 체험자의 건강을 증진시키기 위한 활동을 말하며, 해양치유자원이란 해양생물, 해양환경, 해양기후, 해양경관 등 해양치유에 활용될 수 있는 해양자원을 의미한다. 해양치유자원 중 해양경관, 해양기후와 같은 시각적인 자원을 실감형 콘텐츠를 활용해 사용자에게 제공하여 체험자는 높은 현실감 있는 경험을 제공받고 해양치유자원에 의한 심리적 안정과 스트레스 해소 효과를 기대할 수 있다. 해양치유자원 중 해양경관, 해양기후와 같은 시각적인 해양치유자원을 활용하기 위해 실감형 콘텐츠를 활용해 사용자에게 경험을 제공하고 웨어러블 디바이스나 IoT 센서를 통해 체험자의 생체정보 변화를 측정해 정량적인 변화를 분석하고, 체험자 설문조사와 같은 정성평가를 통해 해양치유 효과에 대해 검증할 수 있다. 본 연구에서는 해양치유 효과 증진을 위한 실감형 콘텐츠 활용 방안에 대해 제시한다. 해양치유에 활용되는 해양치유자원 중 해양경관, 해양기후를 가상현실, 증강현실 기술을 활용해 사용자에게 적용하여 원격지에 있는 사용자도 해양치유효과를 제공받을 수 있도록 제안한다. 또한 해양치유 효과 증진을 위한 실감형 콘텐츠 활용을 확장해 실감형 인터랙티브 환경을 포함한 다양한 환경에서 직관적으로 해양자원을 가시화하고, 이를 통해 보다 안전하고 효과적인 환경에서 해양인프라, 해양환경, 해양생물, 해양관광, 해양치유 등 다양한 해양자원을 분석하고 경험할 수 있도록 개발된 플랫폼과 실감형 콘텐츠를 확장하고자 한다.

핵심용어 : Virtual reality, Augmented reality, Ocean healing, Immersive content, Wearable

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역혁신클러스터육성사업(R&D, P0004797)”으로 수행된 연구결과입니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 연구원, 공학석사 (E-mail: juhwan kim@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원, 공학박사 (E-mail: hslim@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원, 공학박사 (E-mail: shong@kiost.ac.kr)

**** 비회원 · 한국해양과학기술원 연구원, 공학박사 (E-mail: mingnine97@kiost.ac.kr)



동삼해수천 수문 설치 전후 유동 변화

A study on variations in current before and after installation of the Dongsam Seawater Stream floodgate

진승환* · 임학수** · 김동하*** · 홍성훈**** · 장성철*****

Jin, Seunghwan · Lim, Hak Soo · Kim, Dongha · Hong, SungHoon · Jang, Sungchul

동삼해수천은 매립지형성으로 만들어진 인공 해수천이며, 조류에 의해 흐름이 발생한다. 그러나 매년 불규칙한 해수유동과 낮은 유속으로 인하여 수질악화가 발생하였다. 또한, 부산국제크루즈터미널 방면에 준설되지 못한 북개구간의 퇴적층으로부터 오염물질들이 유입되고 있다. 따라서 유속 및 해수유동을 조절하기 위해 양방향에 수문을 설치 및 운영하고 있다. 본 연구는 수문 설치 전후의 유속 변화와 수문 운용방안을 위해 유속 및 조위 관측을 하였다. 유속관측은 총 4개의 정점에서 수행하였으며, 수문 운용에 따른 유속의 변화를 관측하였다. 유속은 최대조위차를 이용하여 한국해양대 방면으로 유출시켰을 때 가장 크게 증가하였으며, 이전의 수치해석 결과와 유사하게 나타났다. 관측 결과를 바탕으로 적절한 수문 운용방안을 제시할 수 있었으며, 향후 다양한 해수천의 정비사업과 수질 개선에 참고자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 인공 해수천, 해수유동, 유속, 수치해석

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역혁신클러스터육성사업(R&D, P0004797)”으로 수행된 연구결과입니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shyj0524@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원 (E-mail:hslim@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:kimdh@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원 (E-mail:shong@kiost.ac.kr)

***** 비회원 · 한국해양과학기술원 연구원 (E-mail:sungchul0617@kiost.ac.kr)

국내 해양에너지 기술 개발 현황

Current Status of Marine Energy Development in Korea

고동휘*

Ko, Dong-Hui

전 세계적으로 경제 성장과 함께 화석 연료의 소비가 증가하면서 지구 온난화 문제가 더욱 심각해지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 세계 각국에서는 국제사회의 일원으로 탄소 중립 전략을 수립하고 있으며, 우리나라 또한 2050 탄소중립 추진전략 등을 수립하면서 국가적 차원에서 환경 문제에 대응하기 위해 노력하고 있다. 한편 재생에너지는 기후변화 등 전 세계가 겪고 있는 환경 문제에 대응하기 위한 주요 기술로서 인식되고 있다. 삼면이 바다로 둘러싸인 우리나라 해역은 다양한 형태의 해양에너지를 활용할 수 있는 천혜의 조건을 가지고 있다. 해양에너지는 전통적인 화석 연료의 대안이 되는 해양의 모든 에너지를 의미하며 해양 자원이 가진 에너지를 전기 또는 다른 유용한 형태의 에너지로 변환하여 사용할 수 있다. 대표적인 해양에너지 기술로는 조력발전, 조류발전, 파력발전, 해수 온도차 발전이 있으며, 국내에서는 세계 최대 규모의 시화호 조력발전소가 현재 상용 가동 중에 있다. 이외에도 조류, 파력, 해수 온도차 기술은 조기 상용화를 목표로 다양한 연구 및 기술개발이 진행 중에 있다. 본 논문에서는 국내 해양에너지 기술 개발 현황을 정리하였으며, 해양에너지 상용화를 위한 주요 현안에 대해서 논의하고자 한다.

핵심용어 : 지구온난화, 재생에너지, 해양에너지, 조력발전, 조류발전, 파력발전

감사의 글

본 연구는 해양수산부 “해양수산업 핵심 기자재 국산화 및 표준화 기술개발” 사업의 일환으로 수행 중인 “해양수산업 기자재 표준화 기술개발(20210044)” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 한국해양과학기술원 연안개발·에너지연구센터 선임연구원, 공학박사 (E-mail:kodh02@kiost.ac.kr) - 발표자



파력발전 정책동향 및 지역분산형 어촌에너지 & 어촌지킴이 사업구상(안)

Trend of wave-power generation policy and business plan for regional distributed fishing village energy & fishing village disaster preventer

윤재선** · 이병욱*** · 백동해**** · 하태민***** · 송현구* · 장성원*****

Yoon, Jae-Seon · Lee, Byeong Wook · Baek, Donghae · Ha, Taemin
· Song, Hyun-Gu · Jang, Seong-Won

농어촌연구원 국제융합수리시험센터는 한국농어촌공사의 ESG경영에 발맞추어 해양에너지를 활용한 재생에너지 분야 연구를 수행하고 있다. 해양에너지 중에서 파력을 이용하여 전기 생산을 하기 위한 파력발전체 개발 연구를 수행하고 있으며, 어촌에 에너지를 공급하면서 방재역할도 수행할 수 있는 기술을 개발하기 위해 노력하고 있다.

파력발전의 상용화와 활용도를 높이기 위해 2021년에 관련 전문기관과 파력발전 협의체 업무협약을 맺는 것을 시작으로 하여, 2022년에 한국연안방재학회 파력발전연구회를 개설하였다. 본 연구회는 정·산·학·연 재직 연안방재학회 소속 연구진을 대상으로 파력발전 기술개발 현황을 공유하고, 국가지정어항과 새만금 등 한국형 파력발전 Test-Bed 구축을 위한 국가정책 기술지원 수행을 목적으로 운영할 계획이다. 지속가능한 연구주제 발굴 및 기술교류의 장을 만들기 위하여 본 학회에 특별세션을 개최하여 해양에너지와 관련된 다양한 주제의 발표가 진행될 예정이며, 본 연구에서는 파력발전 정책동향 및 지역분산형 어촌에너지 & 어촌지킴이 사업구상(안)을 발표하고자 한다.

핵심용어 : 파력발전, 지역분산형 어촌에너지, 어촌지킴이, 파력발전연구회

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 정회원 · 교신저자 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr)

*** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr)

**** 정회원 · 강원대학교 공학대학 건설융합학부 부교수, 공학박사 (E-mail:tmha@kangwon.ac.kr)

***** 비회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구위원, 공학박사 (E-mail:hksong@ekr.or.kr)

***** 비회원 · 한국농어촌공사 어촌수산처 어촌뉴딜부 전문위원, 공학석사 (E-mail:hl1vzm@ekr.or.kr)

조력발전사업을 고려한 새만금호 관리수위 변경 분석

Analysis of changes in the management water level for operation of tidal power plant in Saemangeum lake

백동해* · 이병욱** · 윤재선*** · 장은철**** · 송현구*****

Baek, Donghae · Lee, Byeong Wook · Yoon, Jae-Seon · Jang, Eun Cheul
· Song, Hyun-Gu

기후변화 위기에 대응하기 위한 범정부적 탄소중립(Net-zero) 정책의 추진에 따라 새만금 유역 및 조성부지에 대한 신재생에너지 개발사업이 지속적으로 확대되고 있다. 특히, 새만금 방조제를 활용한 조력발전사업은 다수의 유관기관에 의해 검토된 바가 있으나, 현재까지 가시적으로 실현이 되지 않은 실정이다. 최근 환경부를 중심으로 기수역 자연성 회복과 관련하여 서해안 하구역의 해수유통확대 정책이 이슈화됨에 따라 이에 대한 선제적 대응을 위해 시설물 안전성 확보, 수질개선, 조력발전 타당성 등 다각적 검토가 요구되고 있다.

본 연구에서는 새만금 방조제를 활용한 조력발전 운영을 가정하여, 발전수차 건설 및 배수갑문 증설을 고려한 홍수위 예측 및 관리수위 변경 가능유무에 대해 분석하였다. 조력발전 운영을 고려한 새만금지역 해양수리특성 및 호내 수위 변화를 모의하기 위해 Deltares사의 준3차원 동수역학 모델인 Delft3D를 활용하여 수치모의를 수행하였다. 수치모의 공간적 범위는 새만금호를 포함한 방조제 외측 18km 구간 해역이며, 새만금 내측의 평면계획 및 지형조건은 새만금개발계획(2030)에서 제시된 토지이용계획 및 준설계획을 적용하였다. 모의조건은 200년 빈도 홍수사상을 가정하였으며, 발전수차의 신설 규모 및 배수갑문의 증설 규모를 고려하여 총 24케이스로 구성하였다. 본 연구에서 수행된 수치모의 자료를 바탕으로 새만금 내측 홍수위 변화를 예측하였으며, 관리수위 변경가능 유무를 검토하였다. 모의결과, 기존 배수갑문만을 고려한 경우 새만금호내 200년 빈도 홍수위는 EL.(+) 1.04 m로 계산되었으며, 배수갑문을 현재의 신시배수갑문의 규모만큼 증설했을 시, 홍수위를 초과하지 않는 조건에서 관리수위를 소폭 상향할 수 있는 것으로 추정되었다. 본 연구의 결과는 다소 제한적인 입력자료를 활용하였으므로 정량적인 수치에 대해서는 각별한 검토가 필요하나, 배수갑문 및 발전수차의 연계운영에 대한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 조력발전, 관리수위, 홍수위, Delft3D

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr)

*** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr)

**** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jec1004@ekr.or.kr)

***** 비회원 · 교신저자 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구위원, 공학박사 (E-mail:hksong@ekr.or.kr)



파력발전용 연직슬릿 챔버 방파제의 반사율에 관한 수리실험

Hydraulic experiment on wave reflection of vertical slits with chamber-type breakwater using wave-power generation

한세종* · 윤재선** · 하태민*** · 이병욱**** · 백동해*****

Han, Sejong · Yoon, Jae-Seon · Ha, Taemin · Lee, Byeong Wook · Baek, Donghae

본 연구는 파랑에 의해 회전하는 터빈의 효율을 높일 수 있도록 개발된 연직방향 슬릿 챔버형 방파제에 대해 수리모형실험을 수행하였다. 파력발전용 연직슬릿 챔버 방파제는 내부 유수실에 의해 반사율을 저감하는 형태로 터빈을 수직으로 설치 할 수 있는 형태의 방파제이다. 수리모형실험은 총 길이 60.0m의 2차원 조파수조에서 수행하였으며, 불규칙파의 스펙트럼은 Bretschneider-Mitsuyasu 스펙트럼을 이용하여 각각의 케이스에 대해 파고와 주기를 단계적으로 상승시켰다. 실험결과 상대적으로 주기가 긴 파랑에 대해서도 반사율 저감효과가 큰 것으로 나타났다. 추가적으로 터빈의 회전속도 및 토크 등에 대해서도 수리모형실험을 수행하였다.

핵심용어 : 파력발전, 연직방향 슬릿 챔버형 방파제, 단면수리모형실험, 불규칙파

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 정회원 · (주)한길 기업부설연구소, 과장 (E-mail:hangilrnd@gmail.com) - 발표자

** 정회원 · 교신저자 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr)

*** 정회원 · 강원대학교 공학대학 건설융합학부, 부교수 (E-mail:tmha@kangwon.ac.kr)

**** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr)

***** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr)

Overset 기법을 활용한 부유식 방파제 해석 수치모의체계

Numerical algorithm for hydrodynamic analysis around floating breakwaters using the overset method

윤재선** · 이병욱*** · 백동해**** · 송현구***** · 하태민*

Yoon, Jae-Seon · Lee, Byeong Wook · Baek, Donghae · Song, Hyun-Gu · Ha, Taemin

최근 전 세계적으로 해양에너지의 무한한 가능성을 활용하기 위한 다양한 연구가 시작되고 있으며, 부존량이 무한대에 이르는 파력발전 상용화를 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 한국에서도 최근 한국농어촌공사, 강원대학교, 한라대학교, 한양대학교를 중심으로 파력발전협의체를 구성하고 정·산·학·연 협동 연구를 위한 토대를 마련하였다. 본 연구에서는 국내 파력발전 연구에서 아직까지 시도된 적이 없는 부유식 방파제를 활용한 파력발전체 개발을 위해 3차원 CFD 모델을 활용한 부유식 방파제와 주변 흐름 해석을 위한 수치모의체계를 구축하였다. 수치모의체계 구축을 위해 현재 open source 모델로 해안공학 분야에서 활발하게 사용되고 있는 OpenFOAM 모델의 overset 기법을 활용하였으며, 부유식 방파제의 방파성능과 더불어 파력발전체 개발을 위해 부유식 방파제 내부와 주변 난류 흐름을 모의하였다.

핵심용어 : 파력발전, 파력발전협의체, 3차원 CFD 모델, overset 기법

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr)

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr)

*** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr)

**** 비회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구위원, 공학박사 (E-mail:hksong@ekr.or.kr)

***** 정회원 · 교신저자 · 강원대학교 공학대학 건설융합학부 부교수, 공학박사 (E-mail:tmha@kangwon.ac.kr) - 발표자



PTO 장치를 포함한 하부힌지 진자형 발전체 거동 해석

Analysis of the behavior of lower hinged pendulum type wave energy converter including PTO device

김신웅* · 이성대**

Kim, Shinwoong · Lee, Seong-Dae

본 연구에서는 잠재 구조물 상부에 거치되어 내습 파랑과 개구부의 강한 유속에 의해 거동하는 하부힌지 진자형 발전체를 평상과 환경에 최적화하기 위한 연구과정의 일환으로, 파랑 외력이 작용하지 않는 조건에서 초기 기울림과 부력에 의해 발생하는 진자형 발전체의 복원운동을 강체의 감쇠진동 해석을 통해 검토하였다. 복원력 실험에 활용된 실험모형은 1/10 스케일로 28.9 cm×16.1 cm×40.0 cm (높이×길이×폭) 크기이며, 폭 방향으로 1.0 cm 두께의 아크릴 판을 적층하여 제작하였다. 발전체의 내부에는 부력을 극대화시키기 위한 공기층을 설치하였고, 이로 인해 중량이 약 4.0 kg인 발전체가 물에 잠긴 상태에서 만들어내는 부력은 9.6 kg이다. 3차원 모델링을 통해 실험 모형을 재현하고 부재의 질량을 적용시키는 것으로 관성모멘트를 산정하였다. 회전축 기준 관성모멘트는 0.1463 kg·m²이다.

복원운동 실험은 발전기를 포함한 PTO 장치를 포함 유무에 따른 두 가지 경우에 대하여 수행하였다. 발전체의 초기 각도는 약 46.2°이며, 발전체 상부에 9축 경사계를 설치하여 복원운동에 따른 발전체 거동을 기록하였다. 모든 경우의 발전체 복원운동은 저감쇠(underdamping) 운동으로 나타났다.

복원운동 실험 결과를 강제 감쇠진동 해석을 통해 재산정하기 위하여 구조물에 발생하는 정수압과 구조물 중량에 따른 모멘트를 산정하였고, 이 과정에서 발전체 거동에 따른 수위 변동은 고려하지 않았다. 한 번의 진동 주기 동안 발생한 외력의 시간변화를 5차 다항식 함수로 수식화하였고, 시간함수로 수식화된 외력은 감쇠진동 방정식 우변의 소스 항에 적용시켰으며, 비제차방정식의 해를 구하는 것으로 발전체 거동을 높은 정확도로 재현하였다. 이 과정에서 감쇠계수와 고유진동수는 비선형 보간을 통해 추산하였다. 상기한 해석해 산정 과정을 발전기 및 PTO 장치를 포함한 실험 결과에 적용시키는 것으로 발전체 및 PTO 장치로 인한 감쇠 영향을 역산 할 수 있다. 향후 파랑 내습에 따른 외력 조건을 포함시키는 것으로 파랑 내습환경에서의 발전체 구조물 최적화에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

핵심용어 : 파력발전, 하부힌지 부체, 강제감쇠진동

감사의 글

본 연구는 한국연구재단을 통해 과학기술정보통신부의 「해외우수과학자유치사업」의 지원을 받아 수행되었음(2019H1D3A1A01103001); 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2021R1A2C1013642)

* 정회원 · 한라대학교 토목공학과 연구교수, 공학박사 (E-mail:shinw.kim@halla.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한라대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (E-mail:sdlee@halla.ac.kr)

MW급 부유식 풍력발전시스템용 탈부착 장치 설계 검증을 위한 축소모형 구조시험

Structural test of reduced model for verification of design of detachable device for MW class floating wind power generation system

송창용, 김훈관, 정다운, 박상혁, 정민석, 문경환

Song, Chang yong · Kim, Hun gwan · Jeong, Da won · Park, Sang hyeok ·
Jeong, Min seok · Moon, kyung hwan

최근 지구온난화의 영향으로 해마다 더욱 강력해지는 태풍의 파괴력에 의한 부유식 해상 풍력발전기의 엄청난 손실 및 붕괴 등을 고려하여 피항가능 및 해상 유지보수 비용저감을 위한 새로운 형식의 탈착형 계류시스템 개발이 요구되고 있다. Fairlead Chain Stopper(FCS) Submersible Mooring Pulley(SMP)는 기존 부유식 탈착형 계류 장치에 비하여 좀 더 안전하게 탈부착이 용이하면서 빠른 시간 내에 부유식 풍력기의 설치 및 해체가 가능하도록 고안된 탈부착장치이다. 본 연구에서는 MW급 부유식 풍력발전시스템에 적용될 수 있는 FCS와 SMP의 초기설계 형상의 구조 안전성을 검토하기 위해 3차원 프린터를 이용하여 축소모형을 제작하고, 축소모형에 대한 구조시험을 수행하였다. 축소모형 구조시험을 위해 우선 3차원 프린터 소재인 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌(ABS)의 인장시편을 제작하고, 인장시험을 수행하여 재료특성치를 산출하였다. 또한 인장시험으로부터 산출된 재료특성치와 축소모형 구조시험과 동일한 하중경계 조건을 적용하여 유한요소해석을 수행하였다. 유한요소해석을 통해 구조 취약부를 사전 검토하고 스트레인 게이지 부착 위치를 결정하였다. FCS와 SMP의 주요 하중상태를 고려하여 축소모형 구조시험을 수행하고, 유한요소해석 결과와 비교를 수행하였다. 본 연구 결과를 통해 FCS와 SMP 초기설계의 구조안전성에 대한 실험적 검증이 가능하였으며, 상세설계에서 구조 취약부 개선에 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 부유식 해상풍력, 구조시험, FCS, SMP

감사의 글

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이며(No. 2022H1D8A303867111), 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다(No. 20213000000030).



부유식 해상태양광 발전설비 구성요소의 구조 안전성 평가를 위한 해석기법

Analysis method of structural safety assessment for offshore floating photovoltaic systems

송지훈* · 정우철** · 김승준***

Song, Jihun · Chung, Woo Chul · Kim, Seungjun

부유식 태양광 시스템은 주요 구조 부재인 프레임 구조물, 부력체, 계류시설, 그리고 모듈 간의 연결 부재로 구성되며, 구조체는 아니지만 태양광 패널과 해저 송전케이블 등이 주요 구성요소로 자리한다. 부유식 태양광 시스템은 해양환경에서 바람, 파도, 조류 등의 동적 환경에 지속적으로 노출되고, 플랫폼의 운동에 의해서 구조체를 포함한 주요 구성요소에 동적 응답이 유발된다. 주요 구조부재인 프레임 구조체와 계류시설은 위험 단면에서 유도된 구조 응답이 항복 및 피로 손상 등에 달할 수 있고, 해저케이블 또한 플랫폼의 과도한 운동으로 해저 지면과의 마찰로 인한 손상을 포함하여 항복 및 피로 손상 등 구조적인 한계상태에 달할 수 있다. 부유식 태양광 발전 시설은 설계 수명 동안 안정적이고 지속적인 발전이 가능해야 하며, 설계단계에서 주요 구성요소들의 안전성을 수치적으로 평가하고 검증된 설계안을 도출하기 위해서는 환경 하중에 대한 전체계 해석이 필수적이다.

본 연구에서는, 유체동역학 기반 전체계 해석 기법을 3단계에 걸쳐 소개하고, 다중 결합된 해상 부유식 태양광 모듈에 대해 전체계 해석을 수행하였다. 본 해석기법을 통해, 주파수 영역에서 해당 시스템의 유체동역학 계수와 응답진폭함수를 평가하고, 시간 영역에서 환경 하중에 대한 플랫폼의 운동 응답을 평가하며, 얻어진 시간 영역 데이터를 빔 요소를 활용한 구조해석 모델에 매핑(mapping)하여 주요 구성요소의 동적 응답을 시간 영역에서 직접 얻을 수 있다. 결과적으로, 시간 영역에서 얻은 구조 응답 데이터를 활용하여 일반적인 한계상태 검토 절차를 통해 구성요소의 구조 안전성을 평가할 수 있다.

핵심용어 : 부유식 태양광발전, 유체동역학, 전체계해석, 구조해석, 구조 안전성

감사의 글

이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. NRF-2021R1A5A1032433)을 받아 수행되었습니다.

* 정회원 · 고려대학교 건축사회환경공학부 석박통합과정 (2016170334@korea.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양대학교 기계공학부 조교수, 공학박사 (wcchung@kmou.ac.kr)

*** 정회원 · 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 공학박사 (rocksmell@korea.ac.kr) - 교신저자

해저케이블 강성 보호설비에 대한 수치해석 기반 구조안전성 평가

Evaluation of Structural Safety based on Numerical Analysis for Rigid Protection System of Submarine Cables

김정훈* · 김장군** · 윤원철*** · 손영동****

Kim, Jeong Hun · Kim, Jang Goon · Yun, Won Chul · Son, Young Dong

현재 국내 HVDC 해저케이블은 1998년 해남~제주 #1 HVDC, 2013년 진도~제주 #2 HVDC가 건설되어 제주 부하의 약 30~40%를 공급하고 있으며, 제주지역 전력공급 안정도 향상 및 전력 구매비용을 절감시키고 있다. 또한, 완도-제주 #3 HVDC가 계획되어 건설사업을 진행하고 있다.

해저케이블 보호설비는 해양 위해인자(선박 앵커, 파랑 등)로부터 육지-도서간 또는 도서-도서간 전력을 보내기 위해 설치한 해저케이블의 안전성을 확보하기 위한 시설물이며, 해저케이블의 파손을 방지하기 위한 보호설비는 선박 앵커, 수심, 파랑, 조류, 해저지반 등과 같은 해양 환경조건에 따라 다양한 형태로 개발되어 적용되고 있다. 국내 서남해 연안 해저지반의 많은 영역은 연약지반의 형태이기 때문에 해저케이블을 일정한 깊이까지 해저지반을 굴착해서 매설하는 공법이 가장 많이 적용되고 있으며, 암반과 같은 단단한 지반조건이거나 수심이 깊어 매설이 어려운 경우는 해저케이블 상부에 사석을 축조하는 연성 보호공법, 철근콘크리트 구조물을 지반에 착저시키는 강성 보호공법 등 다양하게 적용하고 있다. 한편, 선박 앵커의 투묘와 주묘, 양식장 설치에 사용되는 앵커추의 낙하에 해저케이블 손상에 가장 큰 위해요소로 알려져 있으며, 이와 같은 해저 관입형 위해인자에 대하여 해저케이블 보호공법을 합리적으로 실현하기 위해서는 다양한 하중조건과 해양환경을 고려한 실증시험을 수행해야 한다. 그러나 실증시험은 시간과 비용이 매우 많이 소요되기 때문에 수치 시뮬레이션을 이용한 구조안전성 평가가 반드시 필요한 상황이다.

따라서, 본 연구에서는 수치해석을 기반으로 해저케이블 강성 보호설비(A-Duct, W-Mattress, S-FCM 등)의 구조안전성을 평가하기 위하여 위해인자, 해수환경, 보호설비 등 3차원 수치해석모델을 구축하였으며, 선박 앵커의 투묘와 주묘, 양식장 앵커추 낙하에 대한 동적 상호작용 해석을 수행하였다. 또한, 선박 앵커의 투묘와 주묘, 양식장 앵커추 낙하에 대한 실증시험을 통해 강성 보호설비의 응력(변형률), 손상면적, 이동거리 등을 측정하였으며, 이를 동적 상호작용해석 결과와 비교검증하여 타당성을 평가하였다. 강성 보호설비의 수치해석모델 평가결과, 실증시험과의 전체 평균 오차율은 10.9%(A-Duct : 11.8%, W-Mattress : 11.6%, S-FCM : 9.3%)로 나타났으며, 이는 본 동적 상호작용 해석에 대한 신뢰도를 충분히 확보한 것으로 평가되었다.

핵심용어 : 강성 보호설비, 구조안전성 평가, 해저케이블, 수치해석, 실증시험

* 정회원 · 한전 전력연구원 차세대송변전연구소 선임연구원, 공학박사 (E-mail: jhkim78@kepco.co.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국전력공사 신송전사업처 차장, 공학박사 (E-mail: goony@kepco.co.kr)

*** 비회원 · 한국전력공사 해상풍력사업단 부장, 공학박사 (E-mail: wonchul.yun@kepco.co.kr)

**** 비회원 · 한국전력공사 신송전사업처 부장, 공학박사 (E-mail: syd9511@kepco.co.kr)



해저케이블 위해인자의 낙하속도 산정을 위한 구체의 항력계수 수치해석

Analysis of hydrodynamics in Haeundae coastal waters

강하늘* · 박주웅** · 김장군*** · 손영동****

Kang, Ha Neul · Park, Joo Ung · Kim, Jang Goon · Son, Yung Dong

최근 도서지역의 안정적인 전력공급 및 해상풍력, 도서지역 태양광발전 등 친환경 발전시설의 증가로 인하여 해저케이블의 건설 수요가 증가하고 있다. 해저케이블은 다양한 외부 요인으로 인해 피해를 입을 수 있으며, 특히 앵커의 경우 전체 해저케이블 사고 원인의 약 70%를 차지하는 가장 주된 요인이다. 앵커의 거동은 주묘와 투묘로 나뉘어질 수 있으며, 투묘의 경우 앵커의 수중 낙하속도를 결정하기 위한 항력계수의 산정이 중요한 요소이다. 이와 관련하여 CFD를 활용한 앵커의 항력계수 산정 연구는 수행된 바 있으나, 레이놀즈수에 따른 항력계수의 산정이 이뤄지지 않았으며, 계산결과에 대한 검증이 이뤄지지 않은 한계가 있다. 따라서, 본 연구는 향후 앵커의 종류별 항력계수 산정 및 수리모형 시험을 통한 검증을 위한 사전 연구로써, CFD를 활용한 구체의 레이놀즈수에 따른 항력계수를 산정하고, 기존의 실험 결과와 비교하였다.

구체의 항력계수 산정을 위해 Navier-Stokes 방정식을 유한체적법을 이용하여 해석하는 프로그램인 OpenFoam을 이용하였다. 구체의 직경은 0.1m이며, $0.6\text{m} \times 0.6\text{m} \times 1.2\text{m}$ (H×L×D)의 크기를 갖는 사각박스 형태의 유체영역을 설정하였다. 계산속도의 향상을 위해 구체인근의 격자크기는 0.0025m, 외곽부분의 격자크기는 0.02m인 가변격자를 적용하였다. 유체영역의 경계는 slip 조건을 설정하였으며, outlet은 0kpa의 압력을 적용하였다. 또한 inlet의 단면에 균일하게 유체의 유속을 적용하였으며, $0.1 < \text{Re} < 1,000,000$ 에 해당하는 유속을 산정하여 적용하였다.

계산결과 레이놀즈수가 10 이상인 경우 기존의 실험 결과와 RMS 오차 15%이내의 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 하지만 $100,000 < \text{Re} < 1,000,000$ 영역에서 나타나는 박리점의 이동에 따른 항력계수의 급감 현상이 재현되지 못했으며, 레이놀즈수가 10 이하인 층류구간에 대한 항력계수가 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이는 경계층의 유동 및 저 유속에서의 압력분포를 모의하기에는 격자의 크기가 크기 때문으로 보이며, 보다 조밀한 격자를 적용하여 정밀한 수치해석을 수행할 필요가 있다.

향후, 본 수치해석모델을 이용하여 앵커별 레이놀즈수에 따른 항력계수를 모의하고, 수리모형시험을 통한 수치해석 결과의 검증을 준비하고있다. 최종적으로 검증된 수치해석모델 및 항력계수를 활용하여 해저케이블 보호설비의 설계를 위한 다양한 수심에 따른 위해인자별 낙하속도를 산정할 계획이다.

핵심용어 : 앵커, 항력계수, CFD, 해저케이블, 해저케이블 보호설비

* 정회원 · 한전 전력연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:haneul.kang@kepc.co.kr) - 발표자

** 비회원 · 한전 전력연구원 대리, 공학박사 (E-mail:jooung.park@kepc.co.kr)

*** 비회원 · 한국전력공사 신송전사업처 차장, 공학박사 (E-mail:goony@kepc.co.kr)

**** 비회원 · 한국전력공사 신송전사업처 부장, 공학박사 (E-mail:syd9511@kepc.co.kr)

해저케이블 매설심도 산정을 위한 앵커침투의 수치해석

Numerical analysis of anchor penetration for estimation of subsea cable burial depth

전인식* · 강하늘** · 김종혁*** · 김정훈****

Chun, Insik · Kang, Ha-Neul · Kim, Jong-Hyeok · Kim, Jeong-Hun

1980년대 초기부터 해저케이블을 매설하기 시작하면서 어구사용 등에 의한 피해가 현저히 감소한 반면, 대신 선박앵커 주묘가 새로운 케이블 피해원인으로 지목되고 있다. 따라서, 전체적인 케이블 포설의 경제성을 유지하면서 동시에 주요 피해를 방지하기 위한 적정 매설심도의 결정이 중요한 설계 현안문제로 부각되고 있다. 기존의 국내외 해저케이블 설치역사를 보면 앵커 주묘에 대한 매설심도 결정을 위하여 Fig. 1과 같은 BPI (Burial Protection Index) 도표를 다수 사용하여 왔다. 그러나 본 도표는 다분히 정성적이기 때문에 사용자에게 따라서 매설심도가 매우 다르게 산정될 가능성이 있다. 본 연구에서는 매설심도 산정의 정량화를 위하여 대상 앵커중량과 토질조건을 세분화하고 이들의 임의 조합에 대하여 앵커 주묘깊이를 계산할 수 있는 수치해석기법을 수립하였다.

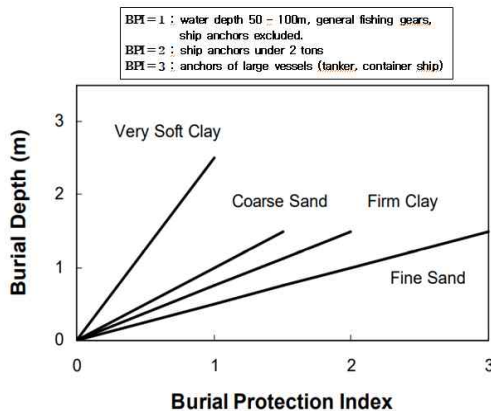


Fig. 1. BPI (adapted from Allan 1998).

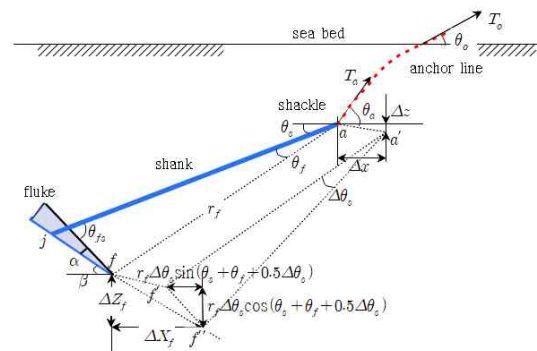


Fig. 2. Anchor penetration.

앵커의 플루크는 하면방향으로 진행하나 생크는 병진운동과 새클을 중심으로 하는 회전운동이 동시에 발생함에 착안하여 앵커의 주요과정을 Fig. 2와 같이 모사하였다. 앵커주묘 중 발생하는 외력은 새클에 연결된 계류라인의 장력, 앵커 (플루크, 생크, 스톱)에 작용하는 지지력 (bearing force)과 마찰력이다. 계류라인 역시 토체에 의한 저항력 (법선방향, 접선방향)을 받으며 역캐티너리 형상을 보이게 된다. 본 연구에서는 지지력 계산을 위하여 Meyerhof (1963, 1976)의 공식을, 그리고 마찰력 계산을 위하여 Das (2019)의 식을 사용하였다. 계류라인을 N_c 개의 소구간으로 나누면 지배방정식은 Fig. 3에서 보이는 바와 같이 총 $2N_c+6$ 개로 구성되며, Newton Raphson 법을 적용하여 미지수 (Δx , Δz ,

* 정회원 · 건국대학교 사회환경공학학과 교수, 공학박사 (E-mail:ischun@konkuk.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한전 전력연구원 차세대송변전연구소, 선임연구원, 공학박사 (E-mail:haneul.kang@kepeco.co.kr)

*** 비회원 · 한국전력공사 해상풍력사업단(TF), 부장, 공학박사 (E-mail:jonghyeok.kim@kepeco.co.kr)

**** 정회원 · 한전 전력연구원 차세대송변전연구소, 선임연구원, 공학박사 (E-mail:jhkim78@kepeco.co.kr)

$\Delta\theta_s, \theta_{aw}, \beta, \theta_1, \dots, \theta_{N_c}, T_1, \dots, T_{N_c+1}$)를 구하였다. 침투과정중 앵커 각 부위의 위치를 연속적으로 모니터링할 수 있으며 해당 부위의 토제 지지력과 마찰력을 연속적으로 구할 수 있기 때문에 다층지반조건에도 효과적으로 적용할 수 있다. Fig. 4는 계산된 앵커궤적의 일례이다.

$$\begin{aligned} F_1 &= \Delta x + r_f \Delta \theta_s \sin(\theta_{sp} + \theta_f + 0.5 \Delta \theta_s) - \Delta s \cos \beta = 0 \\ F_2 &= \Delta z + r_f \Delta \theta_s \cos(\theta_{sp} + \theta_f + 0.5 \Delta \theta_s) - \Delta s \sin \beta = 0 \\ F_3 &= \frac{T_w}{\cos \theta_{aw}} + W \sin(\theta_w - \beta) - T_a = 0; \quad T_w = \frac{F_b + F_d}{\cos \theta_w} \\ F_4 &= \theta_w - \theta_a + \theta_{aw} - \beta = 0 \\ F_5 &= \theta_{fs} - (\theta_{sp} + \Delta \theta_s) - \alpha - \beta = 0 \\ F_6 &= W \cos(\theta_w - \beta) - T_w \tan \theta_{aw} = 0 \\ F_{i+6} &= \theta_{i+1} - \theta_i - \frac{\delta l_i}{T_i} (w_c \cos \theta_i - Q_{n,i}) = 0; \quad i = 1, \dots, N_c \\ F_{N_c+6+i} &= T_{i+1} - T_i - \delta l_i (w_c \sin \theta_i + Q_{s,i}) = 0; \quad i = 1, \dots, N_c \end{aligned}$$

Fig. 3. Governing equations.

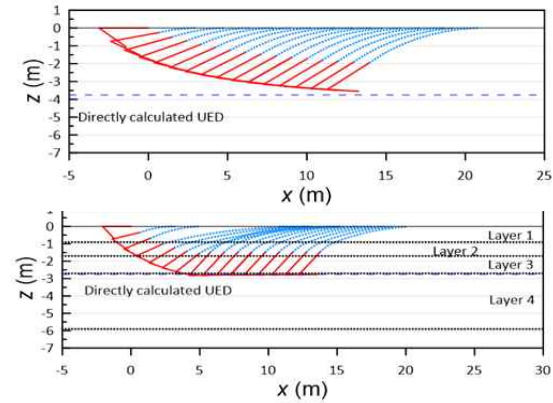


Fig. 4. Anchor trajectories (single and multi layers).

Bryhof (2019) 앵커 매뉴얼 상의 도표들과 비교, 검증 과정을 거친 후 본 수치해석을 적용하여 토질별 Stockless 앵커의 최대침투깊이 (UED)를 계산하여 Figs. 5-6에 제시하였다. 임의 해저케이블 노선에서의 토질조건과 대상앵커가 정해지면 본 도표들을 이용하여 바로 최대침투깊이를 독취할 수 있으며 최종 매설심도 산정에 이용할 수 있다. 본 도표는 추후 수행되는 실증실험결과를 이용한 추가적인 검증과정을 거쳐 보완될 예정이다.

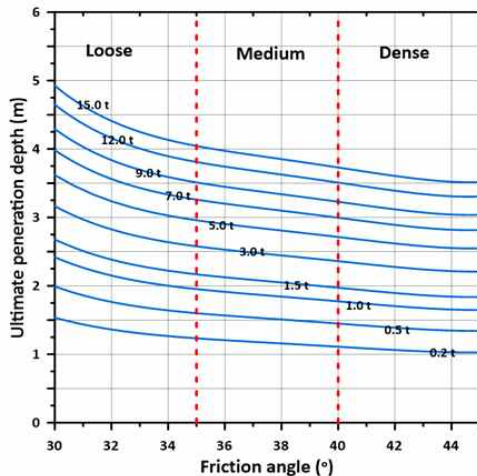


Fig. 5. Anchor penetration in sand.

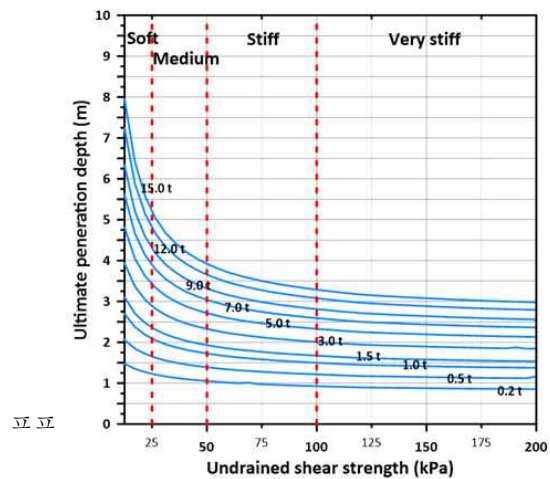


Fig. 6. Anchor penetration in clay.

핵심용어 : 해저케이블, 보호설비, 매설심도, 주요침투, 최대침투깊이

감사의 글

본 연구는 2022년도 한전 전력연구원의 '해저케이블 보호설비의 설계기준 및 수치해석기술 개발'과제의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

SPH-DEM 기법을 이용한 해저케이블 보호설비 수치해석 시뮬레이션

Numerical Simulation of Subsea cable protection using SPH-DEM Method

진성주* · 이경택** · 신민규*** · 김정훈****

Jin, Sung Zu · Lee, Kyung Teak · Shin, Min Kyoo · Kim, Jeong Hun

해저케이블 보호설비의 특성 상 토질조건, 지반침하, 파력 등 다양한 해양환경조건을 고려한 설치가 필요하다. 해저케이블은 주로 서남해안에 설치되며 어업선박의 앵커, 스톱리스앵커, 안강망, 앵커추 등으로부터 손상 및 파손으로 심각한 금전적 손해 및 도서지역 도민의 피해가 발생한다. 이러한 피해를 예방하기 위해 매설, 연성, 강성 등 다양한 기법/공법의 보호설비가 개발되고 있다. 다만 해저케이블 보호설비 성능을 평가하기 위해 실증시험을 진행하기에는 엄청난 시간적, 경제적 비용이 소모되므로 수치해석 시뮬레이션을 이용하여 보호설비의 개발비용을 절감할 수 있다.

매설보호설비의 거동을 표현하기 위해 SPH(Smoothed Particle Hydrodynamics) 해석기법을 적용하였다. 오일러리안 전산 기법의 유한요소법과는 달리 라그랑지안 수치 근사기법을 사용하여 고체 및 비압축성 유체를 효과적으로 표현하는 장점이 있다. 전단탄성계수, 내부마찰각, 푸이송비, 점착력 등의 재료특성 파라미터를 이용할 수 있는 Mohr-Coulomb 재료모델을 적용하여 매설보호설비의 적절한 거동을 모사하였다.

사석형태의 연성보호설비 수치해석모델은 DEM(Discrete Element Method) 해석기법을 이용하였으며, 다양한 재료모델을 사용할 수 있는 SPH와는 달리 탄성체(Elastic) 재료물성만 적용이 가능하여 입자-입자 또는 입체-구조물에 대한 상호작용은 수직강성, 전단강성, 마찰 등으로 표현할 수 있다. 이처럼 입자의 크기가 불균일하고 객체가 독립적으로 계산이 이루어지는 DEM 해석기법으로 사석의 거동을 적절히 모사할 수 있었다.

본 연구에서는 선박앵커와 앵커추를 해저케이블의 위해인자로 선정하고 매설 및 연성 보호설비와의 상호작용 수치해석 시뮬레이션을 수행하였다. 주요 및 투묘에 대한 거동을 충분히 표현할 수 있도록 보호설비의 체적을 설정하고 실증시험에서 측정한 낙하속도를 갖도록 수치해석 시뮬레이션에서 낙하높이를 적용하였다. 보호설비에 대한 위해인자의 관입깊이로 실증시험과 수치해석 시뮬레이션의 결과를 비교하였으며, 위해인자로부터 보호설비의 성능을 평가할 수 있었다. 이와 같이 수치해석 시뮬레이션을 활용하여 해저지반 특성에 따른 해저케이블 보호설비 선정 및 복합보호설비의 성능평가 등 선행연구에 기여할 수 있을 것이다.

핵심용어 : SPH, DEM, 해저케이블 보호설비, 수치해석 시뮬레이션

감사의 글

본 연구는 한국전력연구원의 “해저케이블 보호설비의 최적설계 및 수치해석기법 개발”과제의 지원으로 수행되었습니다.

* 정회원 · 한국시뮬레이션기술(주) 선임연구원, 공학석사 (E-mail:szjin@kostech.co.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국시뮬레이션기술(주) 이사 공학박사(E-mail:leekt@kostech.co.kr)

*** 정회원 · 한국전력공사 배전계획처 차장, 공학박사 (E-mail:minkyoo@kepc.co.kr)

**** 정회원 · 한전 전력연구원 차세대송변전연구소 선임연구원, 공학박사 (E-mail:jhkim78@kepc.co.kr)



작업대상 항만구조물의 원격모니터링을 위한 스마트센서 기술 개발

Development of smart sensor for remote monitoring of target port structures

신창주* · 권오순** · 만동우*** · 서정민****

Changjoo Shin · Kwon, Osoon · Man, Dong-Woo · Seo, Jungmin

항만 외곽시설은 태풍이나 고파랑으로부터 항만을 보호하는 구조물로 자연재해 또는 인재로 인해 파손 발생 시 신속하고 안전한 복구가 요구되는 공공시설이다. 소파블록 및 케이슨은 파랑에 직접적으로 노출되어 있어 외곽시설 중 피해가 빈번하게 발생하는 구조물이다. 피해 발생 시 해당 지역 조사, 대책공법 설계 및 시공을 위해서는 추가 파손 및 붕괴가 발생할 수 있는 해당 지역으로 장비 또는 잠수사가 진입하여 작업하는 것이 현재까지 수행되어온 방식이다. 복구/시공 작업 시 중장비 운전사는 작업대상 구조물에 근접한 신호수 또는 잠수부의 지시에 의존하여 수동적으로 중량물 작업을 수행하고 있으며, 해당 현장의 인력들은 협착, 충돌 및 추락과 같은 산업재해 발생가능성이 높은 곳에서 위험에 노출된 채로 작업을 수행하고 있는 것이 현실이다. 재난재해가 발생한 항만시설물에 대하여 안전하고 효율적으로 복구/시공 작업을 수행하기 위해 최우선적으로 요구되는 중요 기술은 장소(수상/수중)에 무관하게 작업대상 구조물의 자세, 위치 등의 정보를 직접적으로 측정하고 효율적으로 제공할 수 있는 스마트 모니터링 기술이다.

스마트 모니터링 기술 적용이 적합한 구조물은 케이슨과 소파블록으로 선정되었고, 요구되는 계측인자는 작업대상 구조물의 위치, 자세 및 흘수 등으로 도출되었다. 고중량 구조물을 이용해 복구/시공 작업을 수행하기 위하여 크레인과 같은 중장비 사용이 요구되는데, 이러한 중장비들과의 원활한 연동 및 운용 가능한 스마트센서를 개발하고자 연구를 수행하고 있다. 또한 장소(수상/수중)에 무관하게 적용 가능한 작업대상물 위치인식 시스템 개발을 제안하였다. 스마트센서로부터 직접 획득되는 다양한 디지털정보를 가공하여 작업대상 구조물의 현재 상태, 전체 작업진행도 및 수중환경정보 등을 중장비 조종사에게 실시간 제공할 수 있는 항만구조물 가상시공 S/W 개발을 동시 추진하고 있다.

연구개발 중인 스마트센서는 케이슨, 소파블록 작업현장 외에도 잔교 구조물 시공 및 해저케이블/파이프라인 매설 등 다양한 해양공사 작업에 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 스마트센서 설계/알고리즘 개발/모듈 제작을 수행 중이며, 향후 시스템 통합 및 현장 성능검증 수행을 계획하고 있다.

핵심용어 : 스마트센서, 스마트 모니터링, 항만구조물, 항만 외곽시설

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부 제원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20210658, 항만인프라 무인원격 시공지원 시스템 기술개발).

* 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 책임연구원, 공학박사 (cjshin@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 책임연구원, 공학박사 (oskwon@kiost.ac.kr)

*** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 연수연구원, 공학박사 (mandongw@kiost.ac.kr)

**** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 무기.기술원, 공학박사 (jmseo@kiost.ac.kr)

항만인프라 재해 및 노후화 관리기술 개발에 관한 연구

Development of Disaster Control and Aging Management Method for Port Infrastructure

김학선* · 김준경** · 이종석*** · 최정욱**** · 홍성범*****

Kim, Hak Sun · Kim, Junkyeong · Lee, Jong Suk · Choi, Jung-Wook · Hong Song Beom

최근 국내외적으로 자연재난의 발생 빈도와 강도가 증가하고 있으며 국내 항만시설물의 경우 30년 이상 노후화된 시설이 많아 재해 및 노후화에 따른 항만시설물의 유지관리가 시급한 실정이다. 태풍 및 지진과 같은 재해 발생 시 안벽 및 외곽 시설 등 항만 주요 시설물의 손상이 발생할 수 있으며 이로 인하여 항만운영에 차질이 발생하여 인적/물적 피해가 발생할 수 있다. 이에 본 연구는 항만의 주요 시설인 계류시설의 안벽을 기준으로 항만 안전관리를 위해 노후화 및 재해 상황에 따른 시뮬레이션을 통해 가상환경상에서 태풍 지진 등과 같은 재난 발생 이후의 시설물 상태 및 시간에 따른 노후화를 예상하여 항만시설물의 보수보강 우선순위를 선정하는 데 도움을 줄 수 있는 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 2D 도면을 기준으로 3D모델링을 진행하고 그 모델링을 구조해석 프로그램에 넣어 해석을 진행하였다. 진행된 해석 방식은 구조물에 동적 하중이 작용하는 경우에 응답 물리량의 최고치를 고유주기 또는 고유각진동수나 고유진동수의 함수로 나타낸 것인 응답 스펙트럼해석을 통해 진행된 구조해석의 중요한 결과는 절점의 변위, 속도 및 가속도, 요소에 대한 힘과 응력입니다. 이를 통해 항만시설물 관리대장 등 기초 데이터와 센서 및 영상 등의 각 안벽에서 취득한 데이터 및 노후화, 재해위험도 지표 데이터를 기준으로 도출한 데이터들을 모두 취합하여 빅데이터화하고 이를 디지털 트윈 기반의 관제 시스템상에 시각화함으로써 항만 인프라의 안전관리를 보다 직관적으로 확인 할 수 있다. 구조해석 프로그램을 통해 노후화 및 재해 시뮬레이션을 실시하고 재난 상황 시 발생 가능한 항만 인프라 손상을 분석하고 미리 대처함으로써 피해를 재난 및 재해에 대한 피해를 최소화할 수 있다. 또한, 노후화, 재해위험도에 대한 지표를 이용하여 항만시설물의 피해 발생 시 의사결정 지원을 할 수 있다. 이를 통해 유지보수 및 복구비용에 대한 투자 우선순위 결정으로 합리적인 보수비 배정 및 집행이 가능하며 항만에 대한 유지보수예산의 합리적 배정근거를 제시할 수 있다.

핵심용어 : 항만시설물 유지관리, 시뮬레이션, 노후화, 재해위험도, 디지털트윈

감사의 글

본 연구는 해양수산부 ICT 기반 항만인프라 스마트 재해대응 기술개발사업의 연구비지원 (항만인프라 재해 및 노후화 관리기술개발)에 의해 수행되었습니다. (20210603)

* 비회원 · 차세대융합기술연구원 연구원 (E-mail:skykhsui90@snu.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 차세대융합기술연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:junkyeong@snu.ac.kr)

*** 비회원 · 한국건설기술연구원 연구위원, 공학박사 (E-mail:jslee@kict.re.kr)

****비회원 · 한국콘크리트학회 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jwchoi@kci.or.kr)

*****비회원 · 녹원정보기술 상무 (E-mail:sbhong@rockwonitglobal.com)



워크플로우 기반 항만인프라 관제시스템 데이터 연계 연구

Study of port infrastructure control system data connection based on workflow

박순호*, 최우근**

Park, Sun Ho · Choi, Woo Geun

ICT 기반 항만인프라 스마트 재해대응 기술개발 사업에서는 빅데이터를 기반으로 항만 인프라의 재해 및 노후화 평가기술을 개발한다. 이를 통해 스마트 항만 구축을 위한 안전관리 관제 시스템으로 활용함으로써 항만에서 일어날 수 있는 사고발생 가능성을 낮추고 항만 시설물의 복구, 상태, 비용 등에 관한 방안과 개선사항을 도출하며 도출된 방안을 시뮬레이션을 하여 효율적인 적합성 판단 및 보안사항을 얻는 것을 목표로 한다. 연계 데이터 흐름을 워크플로우 기반으로 항만 인프라의 재해 및 노후화 평가를 위해 빅데이터 수집, 가공, 통합, 처리, 분석 과정을 자동화하고, 다양한 항만 계측 데이터 자원과 분석 결과를 쉽게 연계하고 통합해서 항만 계측 데이터의 증가에 따른 가공, 분석의 확장을 가능하게 함으로써 새로운 분석 결과를 쉽게 만들어 낼 수 있다.

특히 항만인프라 계측 데이터 중 비정형 데이터 수집에 있어서 병목 현상 발생을 해결하고, 빅데이터 플랫폼으로 장기적인 데이터 저장 기반을 마련하고 Scale-out 구조로 실시간 수집이 가능해야 함을 염두에 두고 빅데이터 기반 항만 인프라 계측 데이터 관리 기술 설계를 해야 한다.

이에 항만 인프라에서 수집되는 데이터의 규모와 종류가 다양해지고 이기종 데이터베이스에 대한 요구가 증가함에 따라, 이를 최적화하고 정합성을 확보하기 위해서 클라우드 네이티브로의 전환이 필요하다. 비즈니스 관점에서 각각의 서비스들을 블록 단위로 분리하고, 이를 RESTful API와 같은 방식으로 연결해 전체 서비스를 구성한다. 각각의 서비스들의 결합도가 낮아지므로 인프라를 확장해야 할 경우에도 개별 서비스 별로 유연하게 확장할 수 있는 MSA(Microservice Architecture)로 전환하는 것이다. 빅데이터 기반 플랫폼 컴퓨팅 자원 가상화 및 운용 기능별 MSA기반으로 기능 설계하게 되면 비즈니스 변화에 따라 시스템을 업그레이드하는 경우에도 효과적으로 대응할 수 있다.

기존 모놀리식 아키텍처에서는 서비스 간 결합도가 높아 개별적인 업그레이드가 불가능하다. 각각의 서비스를 개별적으로 업그레이드하더라도 전체 시스템 운영에 영향을 미치지 않으므로, 지속적 통합과 배포를 통해 항상 최신의 서비스를 제공할 수 있다. 또한 결합도를 높이는 가장 큰 원인은 바로 같은 데이터 저장소를 공유하는 것인데 동일한 데이터 저장소를 사용하는 서비스들은 서로 많은 영향을 주고받을 수밖에 없으므로, MSA는 비즈니스 측면에서 서로 관련이 없는 서비스들을 나누고 각 서비스 별로 서로 다른 데이터셋을 사용해 결합도를 낮춰서 해당 서비스에 최적화된 데이터베이스를 사용해 비즈니스 효율을 향상시킬 수 있다.

핵심용어 : 워크플로우, 빅데이터, 항만인프라, 관제시스템, 데이터연계

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부 및 해양수산과학기술진흥원 연구비 지원으로 수행된 'ICT 기반 항만인프라 스마트 재해대응 기술개발'의 연구 결과입니다. 이에 감사드립니다.

* 정회원 · KUNET 수석연구원, 공학박사 (E-mail:javaeye@klnet.co.kr) - 발표자

** 정회원 · KUNET 연구원 (E-mail:wgchoi@klnet.co.kr)

항만시설물 표면상태 평가를 위한 멀티 가시화센서 모듈의 성능평가

Performance Evaluation of Multi-Visualization Sensor Module for Exterior Inspection of Port Infrastructures

김수미* · 서정민** · 허원재*** · 이지형**** · 정홍국*****

Kim, Soo Mee · Seo, Jung-Min · Heo, Won Jae · Lee, Jihyeong · Jeong, Hong Guk

우리나라 30년이 넘는 노후 항만시설물의 비율은 2019년 기준 약 23 %로 10년 후 47 %로 급증할 것으로 전망되며 빠른 항만시설물의 노후화와 자연재해로 파손 사례가 증가하고 있다. 현재 항만시설물의 상태 평가는 인적기반 조사에 의존하고 있으며 이에 따른 인명사고 증대 및 작업효율의 한계가 존재한다. 이를 개선하기 위하여 최근 고도화된 ICT 기술을 접목하여 무인 실시간 자동 상태평가를 수행하는 스마트 유지관리시스템 개발이 필요하다. 본 연구에서는 항만시설물 무인자동 조사시스템 개발에 필요한 라이다 및 스테레오의 멀티 가시화 센서, 모션센서 및 움직임 모사 이동체로 구축한 멀티 가시화센서 모듈의 성능을 평가하였다.

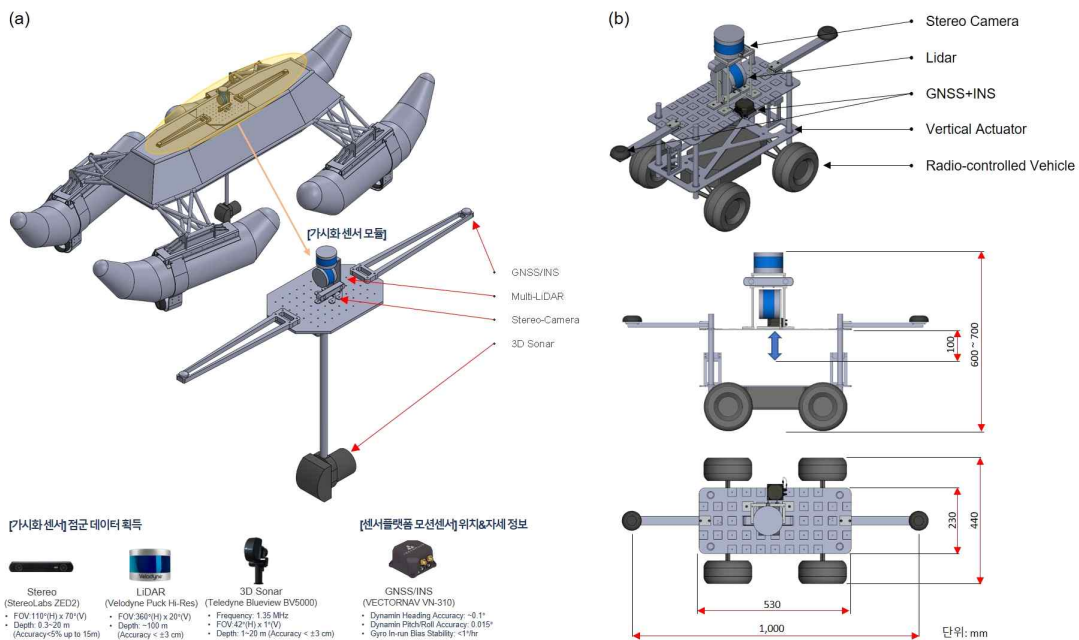


그림 1. (a) 항만시설물 표면상태 조사시스템 및 (b) 멀티 가시화센서 모듈 움직임 모사 시스템

그림 1(a)에 나타난 바와 같이 무인수상정 기반 항만시설물 조사시스템의 멀티 가시화센서 모듈을 라이다, 스테레오 카메라, 소나 센서 및 모션센서를 탑재하여 개발하고 있다. 라이다 및 스테레오 카메라는 항만시설물의 수상부 가시화를 위하여 활용되며 무인이동체의 GPS (global positioning system)

* 정회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 책임연구원, 이학박사 (E-mail: smeeekim@kiost.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 연구원, 공학석사 (E-mail: jmseo@kiost.ac.kr)

*** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 실습생, 학부학생 (E-mail: rukka7@kiost.ac.kr)

**** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 OST협동연구생, 대학원생 (E-mail: wlgud0818@kiost.ac.kr)

***** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양ICT융합연구센터 실습생, 학부학생 (E-mail: wjdhdhmr@kiost.ac.kr)

위치 및 움직임 정보는 모션센서로 취득한다. 수상부 가시화 센서 및 모션 센서의 성능을 평가하기 위하여 그림 1(b)와 같은 멀티 가시화센서 모듈 움직임 모사 시스템을 구축하였다. 멀티 가시화센서 모듈 움직임 모사 시스템은 $100 \times 44 \times 70 \text{ cm}^3$ (가로×세로×높이) 크기로 1~4 knot 속도로 항속이동 가능하며 sine파 형태의 수직운동을 통한 파도가 있는 해상환경을 모사하였다. 그림 2에 나타난 바와 같이 멀티 가시화 센서 모듈 움직임 모사 시스템을 이용하여 GPS 및 IMU 모션데이터, 두 라이다 및 스테레오 점군데이터를 동시 획득할 수 있었다.

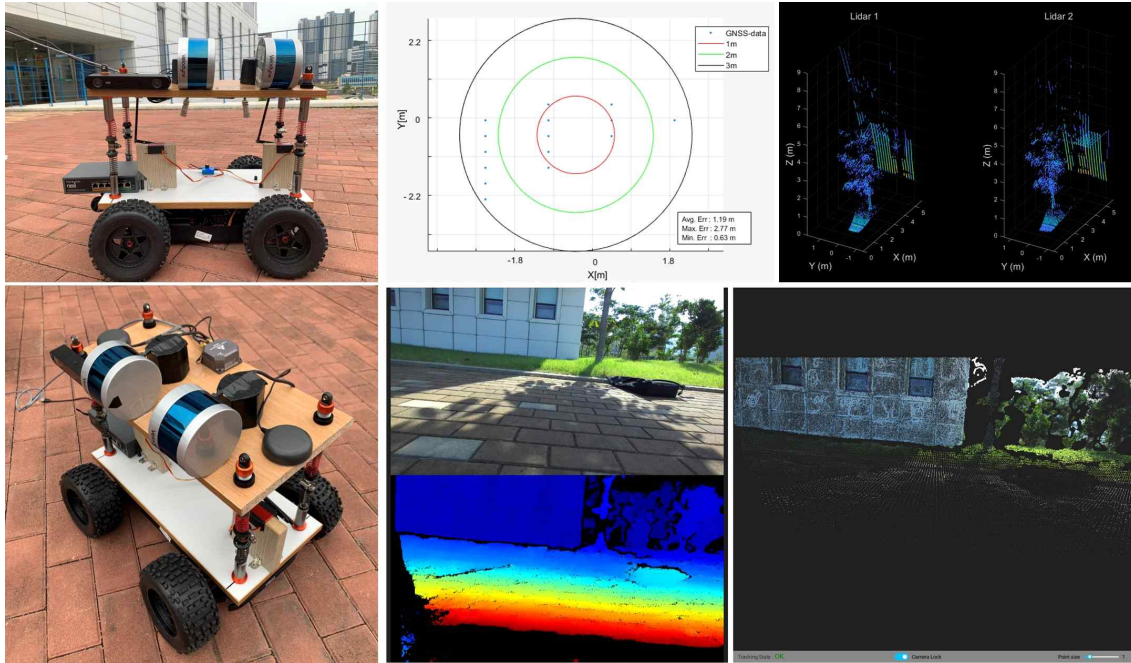


그림 2. 멀티 가시화센서 모듈 움직임 모사 시스템 및 GNSS, 라이다 및 스테레오 동시획득 데이터

핵심용어 : 멀티 가시화 센서, 모션센서, 무인 이동시스템, 항만시설물 상태평가 시스템

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구사업입니다(항만인프라 재해 및 노후화 대응 스마트 유지보수 기술개발). 이에 감사드립니다.

인공위성 영상레이더 위상간섭기법을 이용한 항만 배후부지 침하 관측

Monitoring on ground subsidence using radar interferometry with space-based synthetic aperture radar observations

주정현* · 홍상훈**

Ju, Jeongheon · Hong, Sang-Hoon

지반침하는 자연 상태의 퇴적물 또는 인공구조물 등 과도한 하중에 의해 지반이 가라앉는 현상이다. 인구 증가로 인한 연약지반에 건설된 도심지의 과밀화와 도시 발달에 유리한 연안 퇴적 지형은 지반침하로 인한 재난 재해에 취약하다. 해당 지역에서의 과도한 지하수 채수는 지하 지질 물질의 공극률 증가를 야기하고 상부 하중으로 인한 압밀 침하를 가속화하는 요인이다. 지진, 싱크홀 등과 같은 지질 연약권에서 관측가능한 자연적 원인의 지반침하뿐만 아니라 지하수 채취, 건물 하중 증가, 다양한 지하구조 시설 등에 의한 토양 압밀 현상에 의한 도심지 침하 사례가 전세계적으로 빈번히 보고되고 있다. 우리나라의 경우, 항만 배후부지의 지반침하 현상이 지속적으로 보고되고 있으며 해당 지역의 건물 등 인프라 피해 또는 이로 인한 인사 사고를 경감하기 위해 침하현상의 주기적인 감시가 요구되고 있다. 또한 해안과 육지가 인접한 연안 지역에서 지반침하가 발생할 경우, 태풍, 홍수 및 지진 해일 등 자연재해와 지구온난화로 인해 발생하는 해수면 상승효과로 연안에 위치한 도시의 침수 가능성이 증가하므로 이에 대한 대응이 요구된다.

전통적인 현장측량법인 변위계, 수준측량, 침하계, 위성 항법 시스템(Global Navigation Satellite System: GNSS) 등은 높은 시간해상도의 변위 정보를 제공하지만 대상 지역에 대해 점 단위의 낮은 공간해상도로 관측되므로 넓은 지역에 대해 다수의 측량을 수행하기 위해서는 많은 비용과 인력이 요구된다. 인공위성 영상레이더는 기상이나 주야 조건 등에 비교적 제약을 받지 않고 대상 지역을 전천후로 관측할 수 있고, 지표면에 대한 반사도와 함께 센서로부터의 거리에 대한 정보를 제공한다. 거리 정보에 대한 차분위상간섭기법을 이용하면 수 mm에서 수 cm의 높은 정밀도로 지진, 화산, 산사태, 지반침하 등 다양한 지질재해로 인한 지표 변위 현상을 효과적으로 관측할 수 있다. 본 연구에서는 시계열 차분위상간섭기법을 적용하여 항만 배후부지 지반침하 침하 이력을 평가하고자 한다. 대상지역은 부산 신항만 지역이며 침하 이력을 평가하기 위하여 2015년 5월 23일부터 2019년 9월 7일까지 획득된 11장의 L-밴드 ALOS-2 PALSAR-2 영상과 2015년 6월 6일부터 2021년 10월 4일까지 획득된 184장의 C-밴드 Sentinel-1 영상, 2014년 1월 12일부터 2021년 5월 7일 사이에 획득된 165장의 X-밴드 COSMO-SkyMed 영상에 고정산란체 위상간섭기법을 적용하였다. 항만 부분은 컨테이너 터미널로 컨테이너 물동량이 많아 시·공간적으로 안정적인 고정 산란체를 추출이 어려웠지만, 배후부지에서는 세 종류의 위성영상 분석결과로부터 침하 지역의 분포와 침하 이력이 유사한 것을 확인하였다.

본 연구를 통해 개발된 인공위성 영상레이더 위상간섭기법 기반 시계열 지반 침하 감시 시스템 개발은 배후단지 침하 평가를 위한 현업 상용화 기술에 매우 유용하게 사용될 수 있으며 해당 지역의 방재를 위한 선제적 대응에 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

핵심용어 : 지반침하, 배후부지, 인공위성 영상레이더, 위상간섭기법

감사의 글

이 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (항만인프라 재해 및 노후화 대응 스마트 유지보수 기술개발)

* 비회원 · 부산대학교 지질환경과학과 석사과정 (teateahun@pusan.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 부산대학교 지질환경과학과 부교수, 이학박사 (geoshong@pusan.ac.kr)



투발루 푸나푸티 연안 재해 현황 조사

Review on coastal disasters occurred in Funafuti, Tuvalu

최아름* · 최원준** · 손경미*** · 양찬수****

Choi Ah-Reum, Choi Won-Jun, Son Gyeong-Mi, Yang Chan-Su

지구 온난화로 인한 태풍의 세기의 증가와 해수면 상승 등은 침수 범람 위험을 높이는 것과 동시에 연안침식, 시설물 피해 등의 재해를 불러 일으킨다. 특히 열대 태평양에 분포하는 환초 섬인 투발루는 지난 60년간 지구 해수면 상승률이 가장 높은 지역 중 하나이고 저고도 해안 지역으로서 해수면 상승의 영향을 받기 쉬운 것으로 여겨진다. 이에 본 연구는 2009년~2020년 기간의 남태평양 태풍 경로 조사, 2017년 Airbus Satellite Image를 이용한 해안선 및 면적 추출, 고해상도 Satellite Image(World WideView2) 구입, 다중 위성 자료 (Sentinel-2, Landsat 8/9) 다운로드 등을 통해 투발루의 연안재해 위험성을 평가하기 위한 기초적인 조사를 진행하고자 한다

핵심용어 : 투발루, 연안 재해, 인공위성

감사의 글

본 연구는 2022년도 정부의 제원으로 외교통상부의 지원을 받아 수행된 연안/해양공간계획 지원을 위한 의사결정틀 개발연구 사업입니다. 이에 감사드립니다.

* 비회원 · 한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터, 연구원 (E-mail: achoi2@kiost.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양대학교 해양과학기술융합학과, 석사과정 (E-mail: cwj0312@kiost.ac.kr)

*** 비회원 · 한국해양대학교 해양공학과, 학부과정 (E-mail: rudal99@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터, 공학박사 (E-mail: yangcs@kiost.ac.kr)

DETECTION OF MACROALGAL BLOOMS BY SAR AND OPTICAL REMOTE SENSING

Sree Juwel Kumar Chowdhury^{1,2}, Chan-Su Yang^{1,2,3*}, Ahmed Harun-Al-Rashid^{1,4}

¹Marine Security and Safety Research Center, Korea Institute of Ocean Science & Technology, Busan, Korea

²Department of Convergence Study on the Ocean Science and Technology, Ocean Science and Technology School, Korea Maritime & Ocean University, Busan, Korea

³Applied Ocean Sciences, University of Science & Technology, Daejeon, Korea

⁴Department of Aquatic Resource Management, Sylhet Agricultural University, Sylhet, Bangladesh

*Corresponding Author: Chan-Su Yang (yangcs@kiost.ac.kr)

Macroalgal bloom (MAB) is the vigorous proliferation of seaweeds which is seen to be a global issue as it adversely affects the life and economy of coastal region's people as well as the marine ecosystem. Therefore, the detection of MAB is crucial for monitoring their development from generation to dissipation. In this study, Sentinel-1 Synthetic Aperture Radar (SAR), Landsat 8, and Sentinel-2 images were utilized for the MAB detection purpose in the Yellow Sea. Sentinel-1 images were preprocessed (orbit correction, radiometric calibration, speckle filtering, terrain correction) by using the Sentinel Application Platform (SNAP) software, and then adaptive threshold was applied to detect the MAB from the dual polarized images. Floating algae index (FAI) and normalized difference vegetation index (NDVI) were calculated for the preprocessed Landsat 8 and Sentinel-2 images, respectively, followed by adaptive thresholding for MAB detection. The results show that from Landsat 8, Sentinel-1, and Sentinel-2 images 56.4, 13.62, 10.85 km², respectively, area were detected as MAB for a common area coverage among the images. At present, finding out the effective method of MAB detection from Sentinel-1 SAR images compare with the detection results from other satellites are in progress.

Key words: Macroalgal bloom, Sentinel-1, Optical image, FAI, NDVI



Shoreline changes of small atoll nation, Tuvalu: A brief review

Rashid*, 양찬수**.

Harun-Al-Rashid Ahmed, Yang Chan-Su

Tuvalu is a small country (26 km²) in the South-Western Pacific Ocean composed of nine widely scattered coral atolls and islands. Its land areas are highly vulnerable to changes due to many natural and some man-made causes. Very low height of its most of the land areas than the mean sea level as well as its location in a zone of high sea-level rise prediction in the Pacific Ocean made it vulnerable to coastal subsidence. It possesses very long coastline due to presence of many small but long and narrow islets of the atolls. The soil qualities of the coastal regions generally are poor due to high contents of calcareous sand. Moreover, it faces frequent tropical cyclones of which some strong cyclones have made drastic changes to its coastlines. Thus, in this study the coastline changes over a century were reviewed based on published documents. Most of the works were done on the capital islet Funafuti. The early studies were mainly done based on surveys, maps, historical images, etc. whereas the recent works are mainly done by using satellite images where the edge of vegetation was considered to study coastline changes in most cases. It is found that the Cyclone Bebe in 1972 caused formation of 118km rubble rampart and Cyclone Pam in 2015 caused 2.75ha sudden accretion of land though different areas of the islets faced accretion and erosion as well. However, lagoon basin dredging in 1990's was supposed to accelerate coastal erosion, and afterwards no major changes due to anthropogenic activities were identified. In Funafuti very high rate of accretion occurred to Te Afualiku, Motugie, Amatuku, Fuafatu, Matiko, Luamotu, Funafala, Avalau-Teafuafou, and Falaoigo islets, major net erosion occurred to Fugea and Tefala, and only Vasafua was found to lost after 2005.

Keywords: Coastline change, atoll, edge of vegetation, cyclone, Funafuti

감사의 글

Development of Decision Ready Tools to Support Coastal and Marine Spatial Planning

*** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터, 공학박사 (E-mail: rashid@kiost.ac.kr)

** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양방위안전연구센터, 공학박사 (E-mail: yangcs@kiost.ac.kr)

태평양 도서국 EEZ해역에서의 어선 활동 특성 조사

A Study on the Characteristics of Fishing Vessel Activity in the EEZ at the Pacific Island Countries

신대운*·양찬수**·Rashid***

Shin Dae-Woon, Yang Chan-Su, Harun-Al-Rashid Ahmed

태평양 도서국들(Pacific Islands)은 풍부한 어업 자원을 보유하고 있으며, 어업 활동 범위는 각 국가별 EEZ(Exclusive Economic Zone)에 의해 지정된다. 이에 본 연구는 AIS와 위성 선박 자료를 이용해 EEZ별 시간적 공간적 어선 활동 특성을 파악하고자 한다. 연구의 시간적 범위는 2016년부터 2022년까지로, 연구기간 동안 일별, 월별, 연도별 분석을 수행하였다. 또한 EEZ를 고려한 격자 단위의 어선밀집도 분석을 수행하고 시공간적으로 어선 활동을 해석하였다. 본 연구의 결과는 IUU(Illegal, Unreported and Unregulated) 선박의 어업 활동 해역 파악과 효율적인 해양 자원 관리 계획 수립에도 도움이 될 것으로 판단된다.

핵심용어 : 태평양 도서국, EEZ, 어선 활동

감사의 글

본 연구는 2022년도 외교통상부의 지원을 받아 수행된 “불법어업행위(IUU) 대응 지원을 위한 SAR 선박탐지모듈 개발(2단계)” 연구 결과입니다.



여름철 천수만 해저면 거칠기에 따른 수온 변화: 수치모델 실험

Effects of Seabed Roughness length on Water Temperature in the Cheonsu Bay in the Summer: Numerical Model Experiment

명성관* · 권경만** · 최재성*** · 양준용**** · 한창훈***** · 최병주*

Myung Sung-Gwan · Kwon, KyungMan · Choi JaeSung

Yang, Joon-Yong · Han, ChangHoon · Byoung-Ju Choi

최근 천수만 해역에서 여름철에 고수온현상이 빈번하게 발생함에 따라 양식 및 어류 생태계의 피해가 심각하다. 특히 천수만 북부에서 여름철에 수온이 가장 높다. 이러한 고수온현상의 시작과 진행 및 소멸을 예측하여 피해를 최소화 하기 위해서는 정확한 수온을 모의할 수 있는 예측모델이 필요하다. 이 연구는 해양순환 수치모델 실험을 이용하여 대조차 환경을 가진 연안과 내 만에서 바닥면 거칠기(roughness length)가 조류에 의한 혼합과 수온에 미치는 영향을 분석하였다. 바닥면 거칠기는 해저 퇴적물 구성에 따라 다르게 주어지는데, 본 연구는 자갈, 모래, 실트 그리고 점토 종류에 따른 바닥면 거칠기를 토대로 해양순환모델(ROMS)에 적용하여 실험하였다. 여름철 남풍계열 바람으로 인해 표층 해수는 천수만내로 유입되며 저층에서 유출되었다. 동일한 바람조건에서 바닥면 거칠기가 낮을 때 ($Z_{ob}=0.05\text{mm}$)가 바닥면 거칠기가 높을 때($Z_{ob}=2.5\text{mm}$) 보다 천수만으로 유입되는 해수가 많았다. 바람이 잔차류 순환에 영향을 주었지만 바람에 의한 잔차류 순환의 세기 변화는 상대적으로 작았다. 천수만은 하루에 두번 만조와 간조를 반복하는데, 바닥면 거칠기가 낮아질수록 조류의 세기가 강해지고 조류에 의한 수평, 수직 혼합이 강화됐다. 이때 외해와 천수만 내부 해수의 열 교환이 증가하여 천수만 내부 수온이 저온화 되었다. 천수만은 잔차류순환보다 조석혼합이 천수만 내부와 외부 사이의 열수송에 중요한 역할을 했다. 바닥면 거칠기가 이러한 열수송에 큰 영향을 미치므로 바닥면 거칠기와 조석혼합을 정확히 모의하는 것이 여름철 천수만 수온을 예측 하는데 중요한 역할을 한다.

핵심용어 : 수온 변화, 천수만, 바닥거칠기, 퇴적물 입도, 조석혼합

* 비회원 · 전남대학교 해양학과, 한국해양과학기술원 제주특성연구센터 연구원 이학석사 (E-mail:msg@kiost.ac.kr) - 발표자

* 정회원 · 한국해양과학기술원 제주특성연구센터 선임연구원, 이학박사 (E-mail:kkwon@kiost.ac.kr)

* 비회원 · 전남대학교 해양학과, 박사과정 이학석사

* 비회원 · 국립수산물연구원 서해수산연구소, 이학박사

* 비회원 · 국립수산물연구원 서해수산연구소, 이학박사

* 비회원 · 전남대학교 해양학과 교수 이학박사 (E-mail:bchoi@jnu.ac.kr)

방조제 배수갑문 개방 시 담수확산범위 예측 수치해석

Numerical simulation to predict the extent of fresh water diffusion by the opening of drainage gates on seadike

이병욱* · 백동해** · 윤재선*** · 정재상**** · 송현구*****

Lee, Byeong Wook · Baek, Donghae · Yoon, Jae-Seon · Jung, Jae-Sang · Song, Hyun-Gu

방조제는 조석에 의한 조위를 제어하여, 내부개발지역이나 농지 등을 해수로부터 보호하기 위해 설치되는 외곽시설로, 식량 증산에 큰 역할을 수행하고 있다. 전국의 대부분 방조제는 서·남해안에 분포되어 있으며, 한국농어촌공사와 지자체에서 관리하고 있다. 2021년 기준, 총 1703지구의 방조제가 운영되고 있으며, 한국농어촌공사 관할 방조제는 154지구(국가관리 방조제 76지구), 시군관할 방조제는 1549지구(국가관리 방조제 34지구)이다. 과거에는 방조제 내측의 간척지를 농경지와 수자원을 확보하기 위한 목적으로 건설이 되었으나, 최근에는 기존의 목적과는 달리 간척지의 활용도가 떨어지는 사례가 늘고 있어서 기수역의 생물서식지 및 생태계 복원을 위한 연구가 수행되고 있다.

방조제 건설에 의해 육지쪽으로 인공호수가 조성이 되며, 호내 수위는 배수갑문에 의해 항상 관리수위 이하로 관리되고 있다. 하지만, 방조제 건설에 의한 도시화가 진행되면, 내부개발에 의한 호내 수질오염으로 인하여 생태계 파괴가 문제가 되기도 한다. 이를 해결하기 방법으로 호내 수위를 관리수위 이하로 유지하면서 수질을 개선하기 위하여 배수갑문에 의한 담수를 해측으로 방류하게 된다. 그러나 담수의 방류로 인해 해측 양식장 및 어업에 피해를 입는다는 논란이 지속적으로 발생하고 있으며, 이에 대한 다양한 대책들이 마련되고 있다.

본 연구에서는 대상지역 방조제의 배수갑문 개방 시 담수의 확산 범위를 예측하기 위해 Delft3D 모델을 사용하여 수치해석을 수행한 결과를 소개하고자 한다. 해양 염분조사에 의한 염분 농도 변화 결과와 인근 조위관측소의 조위 결과를 수치해석 모델의 정확도 검증에 활용하였다. 담수의 확산 범위를 극대화하기 위하여 50년, 100년 빈도의 홍수가 발생하였을 때 배수갑문의 방류조건과 극대조기 조위 조건을 적용하였다.

핵심용어 : 방조제, 배수갑문, 담수확산, Delft3D

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr)

*** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr)

**** 비회원 · 한국농어촌공사 경북지역본부 상주지사 차장, 공학박사 (E-mail:fingon@ekr.or.kr)

***** 비회원 · 교신저자 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구위원, 공학박사 (E-mail:hksong@ekr.or.kr)



남해 중부해역의 조석관측자료 장기·단기 분석 및 특성에 관한 연구

A study on the long term and short term analysis and characteristics of
tidal observation data in the central South Sea

김양오* · 김종규**

Kim, Yang Oh · Kim, Joung Gyu

본 연구는 남해안 중부해역에서 국립해양조사원의 조위관측소 중 장기조화분해가 가능한 18.6년 이상의 자료가 관측되어있는 지역은 완도, 거문도, 여수 조위관측소를 선정하였고, 단기조화분해는 18.6년 이하의 자료가 관측되어있는 지역은 고흥발포, 여호항 조위관측소를 선정하여 조위자료를 취득하였다. 조화분해는 18.6년 이상의 조화분해가 가능한 UTide프로그램을 사용하여 조화분해를 실시하였으며, 1년 조화분해 시 67개의 조화상수를 취득할 수 있다. 18.6년 분석 시 R2성분이 추가된 68개의 조화상수를 취득한다.

장기조화분해결과 완도에서 68개분조의 총합은 310.4cm이며, 상위 5개 분조(M2, S2, K1, N2, O1)의 합은 215.4cm로 68개 분조에서 상위 5개 분조가 69.4%를 차지하였다. 거문도에서 68개분조의 총합은 258.5cm이며, 상위 5개 분조(M2, S2, K1, N2, O1)의 합은 182.0cm로 68개 분조에서 상위 5개 분조가 70.4%를 차지하였다. 여수에서 68개분조의 총합은 273.0cm이며, 상위 5개 분조(M2, S2, K1, N2, O1)의 합은 189.7cm로 68개 분조에서 상위 5개 분조가 69.5%를 차지하였다. 단기조화분해결과 고흥발포에서 67개분조의 총합은 295.5cm이며, 상위 5개 분조(M2, S2, K1, N2, O1)의 합은 210.1cm로 67개 분조에서 상위 5개 분조가 71.1%를 차지하였다. 여호항에서 59개분조의 총합은 347.1cm이며, 상위 5개 분조(M2, S2, K1, N2, O1)의 합은 210.7cm로 59개 분조에서 상위 5개 분조가 60.7%를 차지하였다.

핵심용어 : 남해, 장기조석, UTide,

* 학생회원 · 전남대학교 조선해양공학과, (keelplate@nate.com) - 발표자

** 정회원 · 전남대학교 조선해양공학과 교수, 공학박사 (kimjk@jun.ac.kr)

자기조직화지도를 활용한 동아시아 해양열파 분류 및 발생 메커니즘 분석

Classifying and analyzing marine heatwaves across East Asia using self-organizing map

오효은* · 김고운** · 정진용*** · 민용침**** · 전현정*****

Oh, Hyoeun · Kim, Go-Un · Jeong, Jin-Yong · Min, Yongchim · Jun, Hyunjung

최근 전지구 해역에서 해양 열파의 빈도, 기간 그리고 강도가 최근 유의미하게 증가하고 있다. 특히, 동아시아 해역의 북위 30도 이북에서 해양 열파의 강도가 유의미하게 증가하는 추세를 보인다. 이는 황해와 동해가 미래 해양 열파가 발생할 시 더욱 고온의 현상으로 피해 받을 수 있음을 야기한다. 한반도 주변 해역의 미래 해양 열파 발생 피해가 심각하게 나타남에도 불구하고, 각 해역에 따른 해양 열파의 주요 발생 시기 및 물리적 메커니즘에 대한 이해가 아직 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구는 동아시아 해역의 여름철 해양 열파의 특성을 자기 조직화 지도 (SOM, self-organizing map)를 사용해 계절 내 규모의 분석으로 시공간적으로 세분화한 연구를 수행했다. 동아시아 지역에서 해양 열파가 40% 이상 발생한 날에 대한 해수면 온도의 주요 모드를 SOM의 입력 벡터로 활용해 네 가지 주요 모드로 분류했다. 네 가지 주요 모드는 해양 열파 발생 공간 분포를 따라, 온난화 모드, 동중국해 모드, 동해 모드, 황해 모드로 명명했다. 첫 번째 모드인 온난화 모드의 경우, 최근 들어 발생 횟수가 증가하는 모습을 보여주며, 온난화에 따른 중위도 건조화 현상과 관련이 있다. 두 번째 모드인 동중국해 모드의 경우, 강한 동아시아 여름 몬순으로 양자강 저염수가 해양 표층에 존재하며 해양 성층화가 강화됐다. 이와 동시에 강수 밴드의 북진되며 고기압성 순환이 동중국해 지역에 자리 잡게 돼, 해양과 대기의 두 영향이 동중국해 해양 열파에 크게 기여했다. 동해모드와 황해모드는 주로 고기압성 흐름에 영향으로 해양 열파가 발생했으며, 이는 적도에서의 원격 상관 패턴이 큰 영향을 줄을 밝혔다. 특히, 동중국해 모드와 황해 모드에서 발생하는 해양 열파의 경우, 이어도와 소청초 해양과학기지를 관측 자료를 활용해 해양열파의 특성이 구분될 수 있음을 증명했다. 본 연구는 동아시아 해역의 해양 열파의 시공간적 특징을 세분화해 밝히고, 각 해양 열파 모드들의 예측인자를 제시함으로써, 미래 해양 열파 발생 예측성 향상에 기여할 것으로 기대한다.

핵심용어 : 해양열파, 기후변화, 동아시아 해역, 양자강 저염수

감사의 글

본 연구는 2022년 해양수산부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었습니다 (관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구)

* 비회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원(선임급), 이학박사 (E-mail:heunoh@kiost.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원(선임급), 이학박사 (E-mail:gukim@kiost.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원, 이학박사 (E-mail:jjyeong@kiost.ac.kr)

**** 비회원 · 한국해양과학기술원 기술원, 공학석사 (E-mail:ycmin@kiost.ac.kr)

***** 비회원 · 한국해양과학기술원 연수연구원(원급), 공학석사 (E-mail:hjun@kiost.ac.kr)



2020년 봄철 한파를 유발하는 유라시아 지역의 쌍극자 순환 발생 메커니즘

Mechanisms for dipole atmospheric circulation over Eurasia causing spring extreme cold in 2020

김고운* · 오효은** · 김용선*** · 손준혁**** · 정종민***** · 정진용*****

Kim, Go-Un · Oh, Hyoeun · Kim, Yong Sun · Son, Jun-Hyeok · Jeong, Jong-Min · Jeong,
Jin-Yong

2020년 4월에 북동아시아 지역인 한국과 중국에서 극한 한파가 발생했다. 중국의 경우, 이 봄철 한파가 530,000헥타르의 농작물에 서리 피해와 총 12억 달러의 경제적 손실을 입힘으로써 2020년 10대 자연재해 중 하나로 기록되었다. 그리고 한국의 경우, 1907년부터 서울에서 관측이 시작된 이래 가장 늦은 봄눈으로 4월 진눈깨비가 기록되었고 48,000헥타르의 농작물 연피해를 복구하기 위해 정부에서 8천만 달러를 지원했다. 육지 농작물과 이와 관련된 경제적 피해뿐 아니라 황해에도 전혀 없이 봄철 수온이 천천히 증가하여 봄철 대변성이 약하고 늦게 발생하는 피해를 보았다. 따라서 본 연구에서는 북동아시아 지역의 농작물과 해양 생물에게 피해를 준 2020년 봄철 한파의 발생 메커니즘을 밝히고자 한다. 2020년 4월 북동아시아 지역의 한파는 시베리아 지역의 고기압성 아노말리와 동해 지역의 저기압성 아노말리의 쌍극자 대기순환 사이로 극 쪽의 차가운 공기를 동반한 북서풍이 불면서 나타났다. 이 쌍극자 대기순환은 동서 방향 형태인 파동열차와 남북 방향 형태인 블락킹 두 메커니즘들이 혼합되어 발생하였다. 파동열차 메커니즘은 서/중앙러시아의 와도 폴싱에서 비롯된 동서 파수 2의 파동이 북서태평양 쪽으로 전파되면서 유라시아 지역의 쌍극자 대기순환을 형성했다. 이 원격상관은 배경바람인 서풍과 북풍이 존재하기 때문에 가능하며 동대서양/서러시아 패턴과 거의 유사하였다. 블락킹 메커니즘은 북극진동과 관련된 서풍이 느려짐에 따라 시베리아 고기압성 순환과 동해 저기압성 순환을 형성했다. 특히 파동열차 메커니즘은 2020년과 더불어 다른 해에서도 나타나는 메커니즘이지만 블락킹 메커니즘은 특정 해에서만 나타났다. 그러므로 파동열차와 블락킹 둘 다 2020년 봄철 극한 한파를 발생시키지만 파동열차보다 블락킹이 더 주요한 메커니즘이다.

핵심용어 : 2020년 봄철 한파, 수온 이상 현상, 소청소 해양과학기술지, 쌍극자 대기순환, 파동열차, 블락킹

감사의 글

본 연구는 2022년 해양수산부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었습니다(관할해역 첨단 해양과학기술지 구축 및 융합연구).

* 비회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 연수연구원, 이학박사 (E-mail:gukim@kiost.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 연수연구원, 이학박사 (E-mail:heunoh@kscdp.ac.kr)

*** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양순환연구센터 책임연구원, 이학박사 (E-mail:yongskim@kiost.ac.kr)

**** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 연수연구원, 이학박사 (E-mail:j-hson@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 기술원 (E-mail:jmin0712@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난·재해연구센터, 책임연구원, 이학박사 (E-mail:jjyeong@kiost.ac.kr)

수치모형을 이용한 연안해역의 혼합층 생성양상 검토: SCHISM 적용

An Review of Ocean Mixed Layer Processes with Numerical Model in Coastal Area : Application of SCHISM

유형주* · 이준수** · 김용득*** · 이승오****

Hyung Ju Yoo · Joon-Soo Lee · YongDeuk Kim · Seung Oh Lee

해양혼합층(Ocean Mixed Layer, OML)은 온도가 일정한 수심층으로, 표층의 열 에너지 및 운동량이 연직방향으로 전달되고, 활발하게 연직혼합운동이 발생 된다(Lee et al., 2013). 또한 해양혼합층은 영양염의 순환 및 산소의 공급 등을 결정하는 중요 요인 중 하나가 될 수 있기 때문에 양식 산업 측면에서 계절별 지형별 해양혼합층 생성에 관한 이해 및 혼합층 두께 변동에 대한 정확한 분석이 필요하다. 이에 기존 연구에서는 표층·저층 등의 어장환경 모니터링을 통하여 혼합층 생성 및 두께변동에 관한 검토를 수행하고 있으나 공간적 범위에 제약이 있다. 이에 국립해양조사원, 국립수산물과학원 및 기상청 등에서는 해수순환모델을 이용하여 혼합층 생성 및 두께변동에 관한 검토를 수행하고 있으나 초기·경계조건 설정 및 격자구축 등의 한계로 정확한 혼합층 분석에는 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 혼합층 생성 및 두께변동에 관한 정확한 분석을 위해 비정형격자 사용 및 정밀한 격자구축이 가능한 SCHISM(Semi-Implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model)모형을 이용하였다. 연구 대상지는 서해·남해·동해를 포함한 우리나라 연안해역 전체이며(위도: $32^{\circ}\text{N} \sim 39^{\circ}\text{N}$, 경도: $124^{\circ}\text{E} \sim 132^{\circ}\text{E}$), 격자크기는 연안해역 100 ~ 500 m, 배타적 경제수역은 500 ~ 3,000 m인 삼각격자로 구축하였다. 정확한 혼합층 분석을 위하여 수직격자는 SZ(Sigma Z coordinate system)좌표계를 사용하여 50개의 격자층으로 구성하였다. 초기·경계장은 FES(Finite Element Solution)2014, HYCOM(Hybrid Coordinate Ocean Model) 및 대기모델(NCEP CFSR) 재분석 결과를 이용하여 설정하였다. SCHISM 모형의 해양혼합층 재현성을 검토하기 위하여 계절별 지형별 수온관측소의 수심별 수온 계측자료와 SCHISM 수치모의 결과를 비교하였고, 상대오차가 약 10% 이내로 모형의 정확도를 확인되었다. 최종적으로 계절별 지형별 해양혼합층의 생성과정 및 두께변화 양상을 검토하였다. 향후에는 보다 정밀한 대기모델과의 혼합모형 구축 및 수직격자 좌표계(Localized Sigma Coordinates with Shaved Cells)를 활용한다면 실무에서 적용 가능한 혼합층 분석 및 수산업 피해 발생 지역에 대한 피해저감 대책 수립이 가능할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 해양 혼합층, SCHISM, SST(Sea Surface Temperature), 혼합층 두께

감사의 글

본 연구는 국립수산물과학원 연구용역 ‘SCHISM 모델 활용 기반 구축 II’의 지원을 받아 수행되었습니다. 이에 감사 드립니다.

* 정회원 · 홍익대학교 건설환경공학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:hyungzu11@gmail.com) - 발표자

** 정회원 · 국립수산물과학원 기후변화연구과, 공학박사 (E-mail:leejoonsoo@korea.kr)

*** 정회원 · (주)삼안수력부이사, 공학석사(E-mail:imp94@naver.com)

**** 정회원 · 홍익대학교 건설환경공학과 교수, 공학박사 (E-mail:seungoh.lee@hongik.ac.kr)



해양과학기지 시계열 자료의 품질관리 시스템 구축: 이동표준편차 검사의 성능평가 및 활용

Quality Control of Time Series Data from the Korea Ocean Research Stations: Sliding Standard Deviation Check Assesement and Application

민용침* · 박승환** · 전현정*** · 정진용**** · 이재익***** · 정종민* · 이수찬** · 민인기*** ·
김용선****

Yongchim Min, Sung-Hwan Park, Hyunjung Jun, Jin-Yong Jeong, Jaeik Lee, Jeongmin
Jeong, Su Chan Lee, In-Ki Min, Yong Sun Kim

해양과학기지는 황해 및 동중국해에 건설된 구조물로 육지의 영향을 최소화하여 해양, 기상, 대기환경 관측 요소를 생산하는 정점이다. 이어도 해양과학기지(이하 이어도 기지)는 2003년 동중국해(Lat: 32° 07' 22.63" Lon: 125° 10' 56.81")에 건설되어 현재까지 약 20년간 다양한 시계열 자료를 생산하고 있다. 이어도 기지는 열대 및 아열대의 에너지와 염분을 운반하는 쿠로시오 해류와 연안의 담수 및 육상 물질이 유입된 황해가 만나는 대륙붕의 경계 인근에 위치하고 있으며, 전세계적으로 수온 및 기온이 가장 급변하는 해역 중 하나인 동중국해 해상에 위치한다. 따라서 이어도 기지에서 생산된 장기 시계열 자료의 중요성이 증가하고 있으며 이에 따라 품질 고도화에 대한 다양한 노력이 수행되고 있다. 이어도 기지의 수온 시계열 자료는 천해역에서 고정 구조물의 계류라인을 이용하여 관측하는 특성상 큰 변동성을 포함하고 있으며, 센서에서 측정된 자료가 로거나 서버 등을 거치는 동안 다양한 이상값을 포함하게 된다. 이에 이어도 기지 수온 자료의 고도화를 위하여 국제 품질검사의 성능을 평가한 바 있으나 변동성이 큰 시계열 자료에서 정상 자료를 이상으로 구분하였을 뿐만 아니라 제한적인 실제 케이스를 이용한 성능평가를 수행하였다. 본 연구에서는 기 개발한 해양과학기지 품질관리 절차 중 변동성 검사에 해당하는 이동표준편차 검사(sliding STandard Deviation check)의 성능 평가를 위하여 2017년 이어도 기지 층별 수온자료(5, 20.5, 38m)를 30일 간격으로 나누고, 이상값의 형태와 규모와 빈도를 달리하여 검사 케이스를 분류하였다. 각 검사 케이스를 Confusion Matrix를 사용하여 정밀도와 재현율, F1-score 등을 산출하여 성능평가를 수행하여 최적 입력상수를 확인하고, 이동표준편차 검사의 성능을 확인하였다. 본 연구는 국내외 품질검사 기법의 성능을 정량적으로 평가할 수 있을 뿐만 아니라 다양한 관측 요소에 적절한 품질검사 기법 혹은 입력 상수를 선정하는데 기여 할 수 있을 것으로 사료된다.

핵심용어 : Quality Control, Time-series, Confusion Matrix, IORS, QC Flag

* 정회원 · 한국해양과학기술원 무기계약직기술원, 공학석사 (E-mail:ycmin@ycmin@kiost.ac.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국해양과학기술원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:ycmin@spark@kiost.ac.kr)

*** 정회원 한국해양과학기술원 연수연구원, 이학석사 (E-mail:hjjun@kiost.ac.kr)

**** 정회원 · 한국해양과학기술원 책임연구원, 이학박사 (E-mail:jyjeong@kiost.ac.kr)

***** 정회원 한국해양과학기술원 무기계약직기술원, 이학석사 (E-mail:wonfe81@kiost.ac.kr)

* 정회원 한국해양과학기술원 무기계약직기술원, 공학박사 (E-mail:jmin0712@kiost.ac.kr)

** 정회원 · 한국해양과학기술원 무기계약직기술원, 공학석사 (E-mail:ycmin@ycmin@kiost.ac.kr)

*** 정회원 한국해양과학기술원 책임기술원, 공학석사 (E-mail:ikmin@kiost.ac.kr)

**** 정회원 한국해양과학기술원 책임연구원, 김용선 (E-mail:yongskim@kiost.ac.kr)

2021년 여름 동한 난류 유속 강화 현상 관측 연구

Observation of intensification of East Korea Warm Current
during summer 2021

이승우*, 노수연**, 박균도***, 박재형****, 이수찬*****, 정진용*****

Lee, Seung-Woo · Noh, Suyun · Pak, Gyundo · Park, Jae-Hyong · Lee, Suchan · Jeong, Jin-Yong

지구온난화로 인해 많은 연근해에서 태풍, 이상수온, 열파, 한파 등 극한 현상의 발생이 증가하는 추세이며 이로 인한 사회·경제적 피해도 증가하고 있다. 또한, 지구온난화로 인한 해류 강도의 변화는 열, 에너지, 물질 수송 및 해류 순환 등에 큰 영향을 미친다. 본 연구에서는 2021년 여름 기간 동안 동해에서 관측된 유레없이 강한 동한 난류 유속을 보고하고 분석하였다. 2021년 6월부터 2022년 6월까지 관측한 동해 왕돌초 인근 해역의 AWAC 관측자료, 1993년부터 2021년까지 동해 해역의 CMEMS (Copernicus Marine Environment Monitoring Service)의 GLORYS 재분석자료와 인공위성 해수면자료를 분석하였다. 2021년 여름 기간 동안 관측된 동한 난류의 아표층 유속은 평균 0.83 m/s이고 순간 최대 유속은 1.89 m/s 크기로 북향하는 것으로 나타났다. 재분석자료의 유속과 비교를 통해 1993년 이후로 유레없이 강한 유속임을 확인하였다. 2021년 여름의 유속 변동성과 해수면온도, 해수면고도, 지형류 등과 비교 및 상관 분석을 한 결과, 지형류 보다는 해수면온도와 해수면고도의 변동과 연관성이 있는 것을 확인하였다. 또한 이러한 동한 난류 유속 강화 현상이 발생 가능한 메커니즘들에 대해 토의하였다.

핵심용어 : 동한난류, 이상현상, 유속강화

감사의 글

본 연구는 2022년도 해양수산부의 제원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었습니다(관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구). 이에 감사드립니다.

* 비회원 · 한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터 연수연구원, 이학박사 (E-mail: lsw.ocean@kiost.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양순환연구센터 연수연구원, 이학박사 (E-mail: synoh@kiost.ac.kr)

*** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양순환연구센터 선임연구원, 이학박사 (E-mail: gdp@kiost.ac.kr)

**** 비회원 · 한국해양과학기술원 해양순환연구센터 선임연구원, 이학박사 (E-mail: oceanjhpark@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터 무기계약직기술원, 공학석사 (E-mail: sclee@kiost.ac.kr)

***** 정회원 · 한국해양과학기술원 해양재난재해연구센터 책임연구원, 이학박사 (E-mail: jyjeong@kiost.ac.kr)

방포항 건설로 인한 꽃지 해변에서의 연안 유실 및 해안 침식

Longshore sediment loss and beach erosion at Kkotji Beach due to the construction of Bangpo Port

임창빈* · 이정렬**

Lim, Changbin · Lee, Jung Lyul

전 세계적으로 과거부터 어업 및 관광업 등의 경제적인 요지인 해안을 중심으로 많은 개발 및 발전이 이루어졌다. 최근 미개발 당시에는 큰 문제를 야기하지 않았던 해변이 요즘에는 해안 및 항만 공학적인 이해가 없이 무분별하게 축조된 구조물로 인하여 침식으로 인한 문제가 빈번하게 발생하게 되었다. 그 중에서도 항만 및 어항 구조물은 파랑장을 회절시킬 뿐만 아니라 반사파를 야기할 수가 있으므로 심각한 침식 문제를 야기한다. 또한 해변의 침식된 모래가 항내로 퇴적되어 적절한 항내 수심을 유지하기에 어려워 주기적으로 준설해야 한다는 문제점이 있다.

해안 침식은 크게 장기 배경침식, 중기 변형침식 그리고 단기 회복침식으로 구분하여 설명할 수 있다. 그리고 단순히 해변의 평면적의 변화만을 고려한다면, 배경침식은 해안선의 형상을 유지한 상태로 해변 면적이 감소하는 특징이 있다. 변형침식은 해변 면적이 일정한 상태를 유지하며 해안선의 형상이 변형되는 특징이 있다. 그리고 회복침식은 고파랑이 유입되어 해변 면적이 감소하지만, 파고가 감소하면 후퇴한 해안선이 회복되는 특징이 있다. 항만구조물의 축조는 연안표사 이동에 의한 주로 해안선 변형을 야기하지만, 해안의 모래가 우회하여 유실되는 경우에는 해변 면적이 감소하는 현상이 발생하여 배경침식으로 정의된다.

충남 태안군에 위치한 꽃지 해변은 활형 해안으로 1994년도에 완공된 방포항의 북방파제의 건설로 인해 지속적인 남측의 침식 피해 및 항내 매물 문제를 야기하였다. 이후 주기적인 준설을 실시하으나, 해변 퇴적 환경의 평형을 깨트리는 것으로 해변의 모래가 유실되어 항 내 퇴적이 지속적으로 발생하였다. 또한 방포항 건설은 유입되는 연안표사를 차단하는 역할을 하므로, (순)연안표사가 발생하여 이로 인한 배경침식이 발생할 수 있다. 또한 꽃지 해변에서는 연안표사 제어점을 기준으로 연안 유실이 발생하고 있으며, 이를 기준으로 해안선 변형이 일어나 중기 변형침식도 발생하였을 것이라 판단된다.

본 연구에서는 항만 및 어항 구조물의 축조가 중기 변형침식에 주요 원인인 것으로 국한지어 해석하지 않고 보다 해안 및 항만 공학적인 기반을 두어 다양한 분석 방안을 제공한다. 또한 실제 항만 구조물로 인하여 연안유실을 야기한 꽃지 해변의 사례로 정량적인 분석에 대한 결과를 제시하였다. 이는 사전에 항만 및 어항 구조물을 축조로 인한 침식을 미리 파악하는데 도움을 줄 것이라 판단된다.

핵심용어 : 연안표사, 표사수지, 장기 배경침식, 중기 변형침식.

* 정회원 · 성균관대학교 건설환경연구소, 공학박사 (E-mail:art3440@naver.com)

** 정회원 · 성균관대학교 수자원전문대학원 교수, 공학박사 (E-mail:jlee6359@hanmail.net)

UAV를 이용한 측량고도별 입자의 대표크기 예측방안

Predicting Method the Representative Sand Diameter by Survey Height Using UAV

김기현* · 방기영** · 한지홍*** · 최용호**** · 유호준***** · 남규영*****

Kim, Ki-Hyun · Bang, Ki-Young · Han, Ji-Hong · Choi, Yong-Ho · Yoo, Ho-Jun · Nam, Gyu-Young

UAV(무인항공기)는 농업, 수색, 구조, 촬영, 관측, 보안, 감시, 시설물 피해조사, 물류배송, 레크레이션 등 다양한 분야에서 활용된다. 2010년 이후 UAV를 해양개발 및 보존을 위해 활용하고자 하는 노력이 있었으며, 대표적으로 육상·해저 측량조사, 공유수면 관리, 양식어장 관리, 해파리·적조, 해빈모래 예측 등 그 활용성과 시장규모가 점차 확장되고 있다.

이상적인 입자를 대상으로 UAV를 이용하여 측량고도별 입자의 대표크기 예측과 해빈모래 예측을 위한 방법론을 연구하였다. 연구에 사용된 UAV는 DJI사의 Phantom4-RTK로 최대 30분 비행, 호버링 가능, 기계식 셔터 탑재, 위성사진과 결합된 실시간 측량 고도, 지형 검토 등의 기능을 포함한다. 카메라 센서는 1" CMOS, 유효픽셀 20m, FOV 84°, 8.8mm/24mm, 이미지의 해상도는 5,472×3,648(3:2)이다. 측량조건의 간소화 및 예측 효율성을 위해 해빈 모래 외 이상적인 입자(구체구슬)의 고도별 측량을 수행하고, 분석에 사용하였다. 측량고도가 150cm를 상회하면 입자를 식별할 수 있는 해상도가 매우 감소하며, 반대로 30cm 이내로 너무 근접한 경우, 회전익 기체 운용으로 입자가 교란되므로, 측량고도는 30cm~150cm 범위에서 검토하였다. 이상입자는 1mm, 2mm, 4mm를 대상으로 측량하였으며, 2mm를 이용하여 분석에 활용하였다. 고도별 입자크기는 선형관계로 증감하며, 촬영고도 60cm를 기준으로 30cm는 약 0.39배, 150cm는 2.30배로 분석되었다. 장사 해수욕장을 대상으로 UAV를 이용한 실제 해빈모래 입경측량은 50cm~70cm 고도에서 42개 정점을 대상으로 수행하고, 개별입경의 대표크기를 판별하기 위해 입도분석과 이미지 분석을 수행하였다. 입도분석 결과 대부분 정점에서 모래 90%를 상회하며 10%는 자갈이 포함된 경우로, 대표입경의 평균은 0.5mm로 조립퇴적물이 우세하다. 대표입경 판별을 위한 이미지는 상세 검토하여 본 연구결과에 수록할 예정이다.

실제 해빈모래에 적용시 해빈고도는 외력에 의해 시시각각 변화할 수 있으며, 촬영고도는 실제 현장여건, 기상, 사용자 운용환경에 따라 변화할 수 있으므로 본 연구에서 분석된 식을 적용하여 측량입경에 대한 적절한 고도보정이 필요하다. 본 연구에서 수행된 UAV를 활용한 고도별 입자 예측방안은, 기체의 측량오차를 보완(흔들림, 초점)하기 위한 노력과 이미지 분석의 고도화, 기계학습을 적용하여 효율적인 예측방안을 수립하는 후속연구가 필요하다.

핵심용어 : UAV 모래측량, UAV 고도보정, 대표입경, 장사해수욕장

감사의 글

본 연구는 2022년도 정부의 제원으로 중소벤처기업부의 지원을 받아 수행된 산학연Collabo R&D 사업-산학협력(예비연구) 사업입니다. 이에 감사드립니다.

* 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 책임, 박사수료 (E-mail:khkim@geosr.com)

** 비회원 · (주)지오시스템리서치 수치모델링사업부 책임, 공학박사 (E-mail:kybang@geosr.com)

*** 비회원 · (주)지오시스템리서치 환경화학부 전임, 공학사 (E-mail:jhhan@geosr.com)

**** 비회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 전임, 공학사 (E-mail:yhchoi@geosr.com)

***** 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 선임, 박사수료 (E-mail:yoojhj@geosr.com) - 발표자

***** 비회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 주임, 공학사 (E-mail:gynam@geosr.com)



RTK-GPS 파랑관측 지진해일관측기술 기반 연구

RTK-GPS Wave Monitoring Tsunami Observation Technology Development Research

전형석* · 배태일* · 신성원** · 이은주** · 이혜원***

Jun, Hyung Suk · Bae, Tae Il · Shin, Sung won · Lee, Eun Ju · Lee, Hye Won

전지구적으로 발생하는 지진해일로 인한 피해가 매우 크고 위협적입니다. 일례로 2011년 동일본 대지진 및 지진해일로 인한 피해나, 1983년 일본 서해안에서 발생한 아키타 지진과 지진해일은 한반도 동해안에 위치한 임원항에 도달하여 1명 사망, 2명 실종의 인명피해와 재산피해를 야기하였으며, 2004년 인도양 지진해일을 포함하여 과거 지진해일 피해 사례를 통해 지진해일 조기 탐지 및 예·경보 기술 수준 차이가 피해 규모와 직결됨을 알 수 있고, 2022년 2월 16일 해저 화산 폭발로 인해 발생한 규모 5.0의 통가 지진을 포함하여 한반도 및 연근해의 지진 발생빈도가 증가하고 있으며, 일본 아키타 지진(1983년), 홋카이도 지진(1993년) 발생 지진대의 지진공백역이 존재함에 따라 한반도 및 울릉도 지진해일의 피해 위험성이 증가하고 있는 실정입니다.

이에 본 연구를 통해 선제적 지진해일 위험 경고를 위한 연구용 RTK-GPS 파고계 부이를 개발하여 운영하고, 해수면 변위 시계열 자료 확보를 통해 지진해일 신관측기술 개발을 위한 기반 연구와 지진해일 관측체계 구축을 위한 방안을 도출하고자 합니다.

* 전형석 · (주)지오시스템리서치 시스템개발부 책임, 공학석사 (E-mail:hsjun@geosr.com) - 발표자

* 배태일 · (주)지오시스템리서치 시스템개발부 선임 (E-mail:tibae@geosr.com)

** 신성원 · 한양대학교 ERICA 해양융합과학과 교수, 공학박사 (E-mail:sungwshin@hanyang.ac.kr)

** 이은주 · 한양대학교 ERICA 해양융합과학과 연구원, 공학석사 (E-mail:ejulee@hanyang.ac.kr)

*** 이혜원 · 기상청 지진화산연구과 연구원, 공학석사 (E-mail:ladyh89@korea.kr)

영상분석을 이용한 SSC 모니터링 시스템의 현장적용

Field Application of SSC Monitoring System Using Image Analysis of UAV

한규석* · 최승배* · 유홍열* · 황규남**

Han, Gyu Seok · Choi, Seung bae · Ryu, Hong Ryul · Hwang, Gyu nam

최근 건설기술의 발전으로 친수환경 조성이 증가하고 있으며, 이로 인해 수환경의 물리적 변화가 발생하고 부유 퇴적물 농도가 급증하고 있다. 부유물질의 유입 또는 재부유에 의해 부유물질의 농도가 급격하게 증가하게 되면, 먹이사슬의 변화가 야기하며, 이러한 현상은 수중 생태환경의 변화를 일으켜 사회적, 환경적 문제를 발생한다.

이에 부유사 확산 영향을 최소화하기 위한 저감 대책을 수립하는 것은 필수적이며, 이를 위해 부유 퇴적물 농도(SSC)의 모니터링은 환경 품질 개선 및 평가에 중요한 역할을 하고 잠재적인 악영향의 정도를 평가하는데 많은 도움이 될 수 있는 매우 중요한 요소이다.

따라서 부유 퇴적물 농도(SSC)의 연속 시계열을 제공할 수 있는 광학 센서는 많은 해양과 하구역의 연구에서 널리 사용되고 있으나 이런 방법의 가장 큰 문제점은 부유 퇴적물 농도(SSC)의 공간적인 분포를 파악하기 위한 센서가 적개는 수십개에서 많이는 수백개에 이르기까지 많은양의 센서를 필요로 하기에 큰 문제점을 가지고 있다.

본 연구에서는 그 문제를 개선하기 위해, UAV를 기반의 새로운 SSC 모니터링 기법을 개발하였으며, 이 기법은 UAV로부터 측정된 영상 이미지의 픽셀강도를 SSC로 변환하고, 수면층에서의 SSC의 공간/시간적 분포를 가시화하는 것이다. 이 기법은 UAV로부터 측정된 영상 이미지의 픽셀강도를 SSC로 변환하고, 수면층에서의 SSC의 공간/시간적 분포를 가시화하고, UAV로부터 획득된 정사영상의 픽셀은 이미지 처리 기술을 통해 2D 컬러맵으로 가시화하였다. 동일시간대에 영상이미지의 픽셀강도를 보정하기 위한 탁도센서가 부착된 실시간 부이들이 테스트 베드에 골고루 배치되었으며, 픽셀강도와 SSC 사이의 상관 분석 결과, 비교적 강한 양의 선형 관계 상관 관계를 보여 주었다($r^2=0.84$).

그 결과, 현장에서의 SSC 공간적 및 시간적 변화가 산출되고 시각화 되었다. 추가적으로 SSC의 확산 범위, 확산속도가 정량적으로 추정되었다. 새로운 SSC의 모니터링 기술의 광범위한 응용은 하천, 해양, 하구역 관측 분야에서 기여 할 수 있을 것으로 기대된다.

* 정회원 · 주)하이드로봇테크앤리서치(E-mail:hgs712@hanmail.net)

** 정회원 · 전북대학교 토목공학과(E-mail:khwang@jbnu.ac.kr)



딥러닝 기반 시계열 예측 모델을 적용한 낙동강 하굿둑 염분 예측

Prediction of salinity of the Nakdong River Estuary by applying Time series forecasting model based Deep learning algorithm (LSTM)

우정운* · 김연중** · 이만득*** · 김준현**** · 윤종성*****

Joung-Woon Woo · Yeon-Joong Kim · Man-Deuk Lee · Joon-Hun Kim · Jong-Sung Yoon

2022년 2월 ‘낙동강 하구 기수 생태계 복원방안’이 의결됨에 따라 해수 유입 기간을 기존 4개월에서 매월 대조기로 확대하였다. 기수역 조성 목표 구간은 농·공·생활용수 공급에 문제가 없도록 하굿둑 상류 15km 이내로 염분이 10~12km에 도달하면 해수유입을 중단하고 있다. 선제적인 염수 피해 방지를 위해서는 신속한 염분 예측이 수행되어야 한다. 딥러닝(Deep learning) 모델은 물리 모델보다 계산과정이 간단하고 계산시간이 빠른 장점이 있다.

본연구에서는 딥러닝 알고리즘 Long Short-Term Memory(LSTM)을 적용하여 낙동강 하구의 수리학적 특성을 고려하기 위해 입력데이터 간의 상관관계 분석을 실시하고 하이퍼 파라미터 결정을 통한 최적 예측 모델을 구축하였다. 또한, 해수유입량 산정식에 따른 해수유입량 데이터를 생성하고 데이터 유무에 따른 정도 비교를 수행하였다. 모델에 대한 평가는 결정계수(R-squared)와 RMSE(root mean square error)를 사용하였다.

* 비회원 · 인제대학교 건설기술연구소 (E-mail:woon2393@gmail.com) - 발표자

** 정회원 · 인제대학교 건설환경공학부, 공학석사 (E-mail:anyseason@inje.ac.kr)

*** 비회원 · 해광이엔지 (E-mail:mtacivil@naver.com)

**** 비회원 · 해광이엔지 (E-mail:ninainn@naver.com)

***** 종신회원 · 인제대학교 건설환경공학부 (E-mail:civyunjs@inje.ac.kr)

연안도시 침수예측을 위한 SIND 모형의 활용방안

Application of SIND model for the Prediction of Flooding in Coastal Cities

김동현* · 유형주** · 이성우*** · 이승오****

Dong Hyun Kim · Hyung Ju Yoo · Sung Woo Lee · Seung Oh Lee

전세계적으로 발생하는 이상기후로 인해 기후변화에 대한 관심이 뜨겁다. 미국은 침수에 의한 도시 피해가 2022년에만 벌써 4건 이상 발생하였다. 국내의 경우도 자연재난의 약 60%가 침수피해인 만큼 수재해에 대해 걱정을 하지 않을 수 없다. 특히 연안에 위치한 도시의 경우 도시화로 인한 내수침수와 더불어 폭풍해일 및 지진해일과 같은 해양재난에 의한 침수에 대한 고려가 동시에 필요하다. 침수피해에 대한 대책으로 구조적인 대책과 비구조적인 대책을 수립하고 있으나, 기후변화로 인해 발생하는 극한재난의 빈도가 늘어남에 따라 재난을 받아들이고 피해를 최소화하기 위한 회복의 관점에서 재난을 바라보는 시각으로 변화하고 있다. 연안도시의 재난 대응을 위해서는 우선 침수예측이 선행되어야 한다. 국내는 재난의 강도를 빈도해석을 통한 값으로 분류하여 이에 따른 침수예상도를 제작해왔다. 일반적으로 침수예상도는 수치모의를 통해 도출하게 되는데 이는 시나리오를 기반으로 하기 때문에 불확실성이 크고, 시나리오가 구축되어 있지 않은 재난에 대해서는 예측이 어렵다. 또한 해안은 그 대상 범위가 광범위하기 때문에 수치모의의 계산속도가 느려 침수예측에 상당한 소요시간이 발생한다. 집중호우와 같은 이상기후에 의한 재난을 단기간에 예측하는 것은 현실적으로 어렵다. 따라서, 본 연구에서는 Kim et al.(2018)이 제시한 과학적보간모델인 SIND 모델을 활용하여 연안도시의 침수예측 능력을 검토하여 모델의 활용방안에 대해 제시하였다. SIND 모델은 기 구축되어 있는 침수예상도를 활용하여 범위 내 원하는 시나리오에 대한 도시 침수를 단기간에 예측 가능한 모델로, 집중호우와 같은 단기간 침수예측에 활용될 수 있다. 적용가능성을 검토하기 위하여 국내의 연안도시를 대상으로 SIND 모델로 도출한 침수예상도의 정확도를 분석하였다. 그 결과, Kim et al.(2019)이 제시한 형상유사도가 약 0.7 이상으로 나타내는 것을 확인하였고, 형상유사도 측면에서는 적합하다고 판단하였다. 향후 모델 검증을 위해 사용된 형상유사도 기법을 도시 침수 특성에 맞게 개선하여 정확도를 판단한다면 SIND 모델에 대한 활용도는 더 높아질 것으로 기대된다.

핵심용어 : 도시침수, 연안도시, SIND(Scientific Interpolation for Natural Disaster), 침수예측

감사의 글

본 결과물은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원의 기후위기대응 홍수방어능력 기술개발 사업의 지원을 받아 연구되었습니다(2022003470001).

* 정회원 · 홍익대학교 건설환경공학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:uou543@gmail.com) - 발표자

** 정회원 · 홍익대학교 건설환경공학과 박사과정, 공학석사 (E-mail:hyungzu11@gmail.com)

*** 정회원 · 홍익대학교 건설환경공학과 석사과정, 공학사 (E-mail:castlewoo.lee@gmail.com)

**** 정회원 · 홍익대학교 건설환경공학과 교수, 공학박사 (E-mail:seungoh.lee@hongik.ac.kr)



해수유통 시나리오에 의한 영산강 하굿둑의 기수역 형성 분석

Analysis of Brackish Water Zone by Seawater Exchange Scenario at Yeongsan River Estuary

유호준* · 최인희** · 조재갑*** · 전승수****

Yoo, Ho-Jun · Choi, In-Hee · Cho, Jaegab · Jeon, Seong-Su

영산강 하구는 용수 확보를 목적으로 1981년 영산강하굿둑이 완공되었으며, 2009년~2012년 영산강 하굿둑 구조개선사업에 의해 신설 배수갑문이 축조되었다. 하굿둑 건설 이후 호내 담수의 체류시간 증가, 순환 감소로 수질오염, 어종감소, 생태계 파괴 등 물리적·자연적 손실이 발생되었으며, 환경단체, 지역 농어업, 연구자들에 의해 기수역복원의 중요성과 하굿둑 철거의 필요성이 제기되고 있다.

본 연구에서는 3차원 해수유통 수치모델인 EFDC를 적용하여, 영산강하굿둑의 해수유통 시나리오에 의한 기수역 형성을 분석하였다. 해수유통 시나리오는 하굿둑 제원과 운영방법을 적용한 단일·복합 시나리오를 구성하였으며, 부분 해수유통, 터널 운영, 수위조절, 상류모니터링에 의한 정밀 운영등이 포함된다. 해수유통 모델은 조석, 조류, 바람, 수온, 염분, 하구둑 방류량등의 2020년 실시간 외력을 적용하였고, 영산강 하구둑 상류 및 지천에서 유입되는 유량을 고려하여 모델의 입력 자료로 반영하였다. 2020년 수위, 조석, 조류, 수온, 염분 등의 관측자료를 이용하여 해수유통 모델의 보정·검정을 수행하였으며, 2020년 1월 갈수기를 대상으로 영산강 하굿둑의 상시 해수유통 및 부분 해수유통 시나리오를 구축하여 시나리오별 수위, 유속변화, 하구 담수확산 최대거리, 염분 침투, 염분침투에 의한 양수장 영향면적을 분석하였다. 상시 해수유통시 하굿둑 상류 기수역의 수위는 EL(+) 1.97m, 유속은 29cm/s 증가하며, 염분침투는 약 40km 이상(죽산보), 몽탄양수장까지 영향을 미친다. 정밀운영(부분 해수유통)시 하굿둑 상류 기수역의 수위 및 유속 변화(10cm/s 미만)는 미약하며, 염분침투는 약 18km, 동강양수장까지 영향을 미친다.

생태계 복원 및 자연적인 하구역으로 복원하기 위해서는 원활한 해수유통이 시행되어야 한다. 그러나, 과도한 해수유입은 하구둑 상류의 수온·염분에 의한 성층강화, 저층 빈산소 출현율을 증가시킬수 있으며, 해수 유입/유출량의 불균형은 상류수위 상승등의 중속문제가 발생할 여지가 있다. 수치모델링 수행결과, 해수유통시 하굿둑의 제원과 운영방법 및 적절한 모니터링이 연계된 복합시나리오에 의한 시나리오가 최적 해수유통으로 분석되었으며, 정교한 해수유통을 위해서는 다양한 항목의 모니터링이 복합적으로 연계되어야 함을 시사한다. 실제 해수유통이 시행하기 위해서는 농업 피해 최소화, 생태계 복원, 기수역형성, 양수장 이전등을 고려한 적절한 설계가 필요하며, 지속적인 모니터링과 수치모델링을 통한 발생가능성에 대한 예측이 지속적으로 고려되어야 한다.

핵심용어 : 영산강 하굿둑, 상시 및 부분 해수유통, 터널 해수유통, 기수역

감사의 글

본 연구는 2021년도 전라남도 나주시 지원을 받아 수행된 영산강 생태복원 종합계획 연구용역 사업의 일부입니다. 이에 감사드립니다.

* 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 선임, 박사수료 (E-mail:yoohj@geosr.com) - 발표자

** 비회원 · (주)지오시스템리서치 수치모델링사업부 주임, 공학사 (E-mail:kybang@geosr.com)

*** 비회원 · (주)지오시스템리서치 수리모델링사업부, 책임 (E-mail:jgcho@geosr.com)

**** 비회원 · 전남대학교 지구환경과학부 명예교수, 박사 (E-mail:sandchun@naver.com)

기상 및 역학모델을 활용한 장사해수욕장의 2020년 태풍특성

Typhoon Characteristics of Jang-sa Beach Using Meteorological and Numerical Models in 2020

이상영* · 김기현** · 김효섭*** · 김귀남**** · 승은지***** · 유호준*****

Lee, Sang-Young · Kim, Ki-Hyun · Kim, Hyoseob · Kim, Gue-Nam · Seung, Eun-Ji · Yoo, Ho-Jun

태풍은 열대 해상에서 발생한 열대저기압이 점차 발달하여, 중심 부근의 최대 풍속이 17.2m/s 이상, 강한 폭풍우를 동반한 국지적 기상 이상현상을 의미한다. 국가태풍센터의 태풍 track 자료에 의하면, 한반도에 내습한 태풍은 연평균 약 3.1개(1900~2017)로, 북상 시기는 6~10월이며, 90%가 7월~9월에 집중되어 있다. 최근 20년(2002~2022)으로 분류한 경우, 직접 영향을 미친(중심기압이 한반도를 통과하는) 태풍은 총 20개로 태풍의 유형은 남해안에서 상륙하여 한반도 중부에서 소멸되는 경우가 많으며, 중심기압이 한반도 동해안을 통과한 후 북측에서 소멸된 태풍은 산바(2012), 마이삭(2020), 하이선(2020) 등이 있다.

본 연구에서는 한반도 동해안 장사해수욕장에 직접 영향을 미친 2020년 태풍(마이삭, 하이선)시 기상·역학 모델과 측량 자료를 이용하여 태풍 수치모의에 대한 보정 및 검정을 수행하고 적정 기상모델에 대한 제언, 이를 활용한 2020년 태풍특성을 분석한다. 태풍 수치모의시 과량변형 수치모델은 SWAN을 이용하였으며, 파고부이(KMA), LDAPS(KMA), JMA-MSM(JMA) 기상자료를 활용하여 각각의 모의결과를 비교하였다. 비교결과, 시·공간 자료의 정밀도가 높은 LDAPS(KMA)를 통한 수치모의가 태풍시 침투파고를 적절히 재현하였다. 태풍 수치모의와 관측치를 이용한 2020년 마이삭, 하이선 내습상황 분석결과, 2020년 태풍내습시 조시는 중조기로, 해수면 상승은 각각 약 60cm 상승한다. 마이삭 내습시 2m 이상의 고파 지속시간은 8시간, 하이선은 21시간이며, 주기의 최대값은 11sec 이상, 주파향은 E~NE 범위이다.

태풍은 집중호수, 강풍, 해수면 상승, 해일, 풍랑, 너울 등 다양한 자연적 피해를 유발하며, 인간의 생활환경과 안전을 위협한다. 태풍에 대한 예측과 대비는 방재 차원에서 중요한 부분으로 신뢰도가 확보된 수치모델을 이용한 태풍 예측은 재해를 방호하기 위한 유연한 역학적 대처이다. 향후 보정·검정이 완료된 모델을 이용하여 해수유동, 퇴적물이동이 연계된 수치모의를 수행 및 분석하고, 태풍이 장사해수욕장에 미치는 유속·지형변화 등을 추가 검토할 예정이다.

핵심용어 : LDAPS, JMA-MSM, SWAN, MAYSAK, HAISHEN

감사의 글

본 연구를 위해 자료분석 및 업무협조를 수행한 (주)지오시스템리서치 연안관리부, 수치모델링사업부 임·직원분들께 진심으로 감사드립니다.

* 정회원 · (주)지오시스템리서치 수치모델링사업부 전임, 공학석사 (E-mail:sylee@geosr.com)-발표자

** 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 책임, 박사수료 (E-mail:khkim@geosr.com)

*** 정회원 · 국민대학교 건설시스템공학부 교수, 박사 (E-mail : hkim@kookmin.ac.kr)

**** 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 선임, 공학사 (E-mail:gnkim@geosr.com)

***** 비회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 주임, 공학사 (E-mail:ejseung@geosr.com)

***** 정회원 · (주)지오시스템리서치 연안관리부 선임, 박사수료 (E-mail:yoohj@geosr.com)



기상청 지진해일 관측정보 생산을 위한 지진해일 검출시스템 개요 및 개선 방향

유설한 · 이해원 · 조태환 · 이지민 · 박순천

기상청은 지진해일 감시·관측 및 특보해제를 위해 해양관측자료(조위, 파고계자료 등)를 활용한 지진해일 검출시스템을 구축하여 현업화(‘21년) 하였다. 지진해일 검출시스템은 4가지 지진해일 검출 알고리즘(DART, IS, CF, TIDE)으로 구성되어 있으며, 각 관측지점별 알고리즘의 지진해일 판단기준값에 따라 지진해일 검출 지수(TDI: Tsunami Derection Index)를 결정하여 지진해일 관측정보 생산 및 통보한다.

지진해일 검출시스템을 활용하여 2022년 1월 14일(KST) 동가 화산분화로 인해 발생한 지진해일과 국내도달 여부를 평가하였다. 산출된 관측지점별 지진해일과 도달시점을 분석한 결과 지진해일 검출시스템은 지진해일 신호 검출 성능 및 검출 정확도가 높은 것으로 분석되었다.

지진해일 검출시스템 고도화를 위해 전처리 알고리즘(Flat, Slope)을 통한 관측자료 품질 개선 및 신규(VAR) 검출 알고리즘을 보강하여 지진해일 신호 검출 정확도를 향상시키고자 한다.

기상청 지진해일 예측정보생산을 위한 시나리오 DB 개요 및 개선 방향

조태환 · 유설한 · 이혜원 · 이지민 · 박순천

지진해일은 주로 해양에서 발생하는 해저지진에 의해 야기되는 장주기의 파도이며, 한반도에서는 과거 1983년 및 1993년 일본 서쪽 해안에서 발생한 지진해일에 의해 동해안에 큰 피해를 입은 바 있다. 기상청에서는 한반도 인근 해역에 대한 가상지진원 시나리오를 설정하여 수치모의 후 지진해일 예상 도달시간 및 최대파고 기반의 정보를 데이터베이스화 하여 지진해일 시나리오 DB를 구축하였다.

지진해일 시나리오 DB는 한반도 주변해역의 총 5,964개 가상지진원에서 발생가능한 규모 6.0~9.0(0.2 간격)의 깊이별(10~600km) 약 60만 사례에 대해 수치모델 COMCOT 버전 1.6을 활용하여 구축되어 통보에 활용 중이다.

지진해일 시나리오 DB 고도화를 위해 수치모델 버전 갱신, 거리에 따른 수치모의 시간 반영, 단층 경험식 적용 및 얇은 수심에 따른 불안정한 수치모의 결과 보완에 대한 개선사항이 반영된 지진해일 시나리오 DB 개선을 추진하고자 한다.



내부사석 규격 허용범위 기준 정립을 위한 시공 현장조사 방법

Construction Site Survey Method to Establish the Standard of Allowable Range of Core Material Size

이재진* · 박수현** · 홍성현***

Jae Jin Lee¹, Soo Hyun Park², Sung Hyun Hong³

항만 및 어항공사 표준시방서 KCS 64 30 10 사석공사(해양수산부, 2021)에서 내부사석은 블록 또는 피복석 등으로 보호되어 파랑, 조류 등 외부 환경에 직접 노출되지 않는 기초사석, 뒤채움사석, 제체사석을 통칭한다. 그리고 항만건설공사 설계실무요령(해양수산부, 2020)에서 내부사석은 통상적으로 규격석($0.015 \sim 0.03\text{m}^3$), 준규격석($0.001 \sim 0.03\text{m}^3$), 비규격석(0.03m^3 이하)으로 구분한다. 사석공사 표준시방서에서 피복석 규격에 대한 허용범위는 설계도서에 명시된 중량의 $\pm 25\%$ 이내, 중간 피복석은 $\pm 30\%$ 이내로 규정되어 있으나 내부사석 규격에 대한 허용범위는 현재 명확한 기준이 없는 상황이다.

본 연구는 국내 내부사석 시공현장 여건을 고려하여 대상현장, 조사규모를 정하고, 석산 및 시공 현장에 투입된 내부사석의 규격에 대한 현장조사 및 분석 방법을 연구하였다. 또한 현장별 최소 200개 이상의 내부사석에 대한 크기, 중량 등 기하학적 특성을 조사하여 입도분포곡선을 작성하고 국내외 관련 기준과 비교·분석하여 시방규정과 연관성에 대하여 연구하였다. 향후 국내 현장여건을 고려한 시방서의 개선방안을 도출하기 위하여 동·서·남 해역별 시공현장 추가 조사를 통해 신뢰성 있는 자료를 축적, 분석하고 내부사석의 규격에 대한 적정 허용범위 및 평가방법에 대한 연구가 필요하다.

핵심용어 : 항만 및 어항공사 표준시방서, 사석공사, 내부사석

* 정회원 · 한국항만협회 정책기획팀 팀장 (E-mail:jjlee@koreaports.or.kr)

** 비회원 · 한국항만협회 정책기획팀 차장 (E-mail:sh.park@koreaports.or.kr) - 발표자

*** 비회원 · 한국항만협회 정책기획팀 과장 (E-mail:port6461@koreaports.or.kr)

파력발전체를 연결한 유공 부유식방파제의 발전효율 검토

Hydraulic experiment on power generation efficiency of perforated-type floating breakwater mounted wave-power generation

이병욱* · 백동해** · 이동우*** · 하태민**** · 윤재선*****

Lee, Byeong Wook · Baek, Donghae · Lee, Dong-Woo · Ha, Taemin · Yoon, Jae-Seon

파력발전형 부유식 방파제는 파력발전체와 부유식 방파제를 연결하여, 파랑의 운동에너지를 이용하여 전기를 생산한다. 일반적으로 부유식 방파제는 중력식 방파제에 비하여 방파 성능이 떨어진다는 단점이 있다. 본 연구진은 이러한 단점을 극복하여, 중력식 방파제와는 달리 해수가 원활히 소통되면서 방파역할을 수행하고, 어촌계에 지속적으로 전기를 보급할 수 있는 다목적 파력발전장치를 개발하는 연구를 수행하고 있다.

본 연구에서는 입사면과 전달면에 각각 Slit을 적용하고, 양 방향으로 부이(buoy)형 파력발전체가 체결된 파력발전형 부유식방파제를 대상으로 2차원 자유도운동에 따른 발전효율을 검토하였다. 실험대상 파랑은 규칙파랑에 대하여 파고 및 주기의 파랑 대응성을 검토하였으며, 국내에 빈번하게 발생하는 평상파 조건에서의 전력생산량을 분석하였다. 실험결과, 상·하요(heaving) 운동을 하는 부유식방파제와 파력발전체는 구조물 간 거리가 $L/2$ 파장에 도달할 때 수직거동에 따른 순간 최대 발전량(0.5W)이 계측되었으며, 위상의 진행에 따른 각 파장 영역대에서 지속적인 에너지 생산(0.1W~0.3W)을 확인할 수 있었다. 더불어 부유식방파제의 방파효율 측면에서 파랑에너지 반사율은 0.35~0.40 범위를 확보하였으며, 계류줄의 발생 최대장력은 무공형 부유식방파제에 비하여 현저히 작은 값을 나타내었다.

핵심용어 : 파력발전, 유공 부유식방파제, 발전효율, 수리모형실험

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr)

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr)

*** 학생회원 · 강원대학교 공학대학 건설융합학부 석사과정, 공학사 (E-mail:dw1200@naver.com)

**** 정회원 · 강원대학교 공학대학 건설융합학부 부교수, 공학박사 (E-mail:tmha@kangwon.ac.kr)

***** 정회원 · 교신저자 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr) - 발표자



해저케이블 보호공에 대한 불규칙파 수리모형실험

Hydraulic experiment for the submarine cable protector under irregular wave conditions

김민규* · 이병욱** · 백동해*** · 윤재선**** · 송현구***** · 박영진*****

Kim, Min Kyu · Lee, Byeong Wook · Baek, Donghae · Yoon, Jae-Seon · Song, Hyun-Gu
· Park, Young Jin

해저케이블은 선박항행, 어업활동, 파랑, 조류 등에 의한 파손 및 손상이 발생하기 때문에 해저케이블에 보호공을 설치하여 파손을 막게 된다. 본 연구에서는 해저케이블 보호공 설치에 의한 수리특성을 분석하기 위하여 불규칙파를 조파하여 수리모형실험을 수행하였고, 케이블 설치위치의 굴착유무 및 보호공의 체결방법에 따라서 안정성 검토를 수행하였다. 수리모형실험은 농어촌연구원의 단면조파수로에서 수행하였고, 실험조건과 실험환경을 고려하여 Froude 상사법칙에 의한 1/25 축척을 적용하여 모형을 제작하였다. 대상지역을 선정하여 지형 및 해저케이블 보호공을 재현하여 설치하였기 때문에 천해역에서 천수 변형 및 쇄파에 대한 검토가 가능하다.

실험파는 대상지역의 50년 빈도 설계파랑을 사용하였고, 해저케이블 보호공이 가장 취약한 약최저저조위(Approx. L.L.W)를 기준으로 산정된 파고와 주기를 적용하였다. 실험파의 조파시간은 여름철 태풍 통과시간인 약 3시간(모형에서 약 40분)을 적용하였다. 수리특성을 분석하기 위하여 해저케이블 보호공의 계측구간을 설정하여 파고와 유속을 계측하였다. 파고 계측에는 용량식 파고계를 사용하였고, 수심변화에 따른 천수 효과와 쇄파 발생유무를 분석하였다. 그리고 3차원 마그네틱 유속계를 사용하여 해저케이블 보호공 상부에서 구간별 유속을 측정하였다. 또한, 체결방법별로 해저케이블 보호공의 이탈 비율과 파괴양상을 분석하여 안정성 검토를 수행하였다.

핵심용어 : 해저케이블, 보호공, 체결방법, 수리모형실험

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었습니다(과제번호 21DPSC-C163249-01).

* 학생회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구원, 이학사 (E-mail:specialone@ekr.or.kr) - 발표자

** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:bwlee20@ekr.or.kr)

*** 정회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 선임연구원, 공학박사 (E-mail:dhbaek@ekr.or.kr)

**** 정회원 · 교신저자 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 책임연구원, 공학박사 (E-mail:jsun0757@ekr.or.kr)

***** 비회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 연구위원, 공학박사 (E-mail:hksong@ekr.or.kr)

***** 비회원 · 한국농어촌공사 농어촌연구원 글로벌시험연구소장, 공학박사 (E-mail:water87@ekr.or.kr)

신형 소파블록의 개발과 실제 적용 사례

Actual Application of new dissipated block

이양우* · 오세원**

Lee, YangWoo · Oh, Se Won

최근 기후변화로 해상의 외력(파도, 해일)은 점점 커지고, 이벤트(태풍, 폭풍)는 빈번하게 내습하여 침수, 시설물 파괴 등 막중한 재산피해와 인간의 생활환경을 위협한다. 이러한 해상의 외력으로부터 해안시설물을 보호하는 방안으로 소파블록을 적용한 공법이 다수 적용되고 있으며, 그 중요성 또한 점차 커지고 있다. 소파블록은 자중· 마찰· 맞물림과 공극률의 유기적 작용으로 기능이 발휘되어 파압과 월파랑을 감쇄시키고 고파랑으로부터 구조물의 안정을 유지한다. 국내에서 소파블록은 주로 T.T.P를 사용한다. 그러나, 이상 고파랑 및 제품의 구조적 원인으로 활동, 이탈, 파손이 발생하고 있으며, 월파랑 증가로 항내 정온 상태 유지의 어려움을 겪고 있다. 이에 국내·외 연구자들은 여러 가지 종류의 신규 소파블록을 개발하고 있으며, 일부 구조물은 특허 출원 후 설계와 시공에 반영되고 있다. 본 연구에서는 국내 자체 기술로 개발된 신형 소파블록(HEXACONE)을 소개하고, 구조물의 테스트 및 실제 적용사례를 소개한다. 신형 소파블록인 HEXACONE(헥사콘)은 국가 시책과 현재의 해양 상황에 맞게 자체적으로 개발된 제품으로, 기존에 국내 항만에 거치가 가장 많이 된 테트라포드(T.T.P.)와의 호환성은 높으면서 경제성을 높이기 위해 테트라포드 2개가 결합된 형태를 기본으로 하나, 몸통부의 파손을 막기 위해 몸통의 형태를 아치형태로 하고 두껍게 설계하였으며 몸통 상하 부분에 각각 3개씩 있는 다리의 각과 몸통의 각과 면을 엇갈리게 하여 쇄파 효과를 극대화했다.

수리 특성실험으로 안정성, 공극률, 인장응력, 압축응력등의 구조물 테스트를 진행하였다. 안정성 지표인 안정계수(Kd)산정 결과, 난적 9, 정적 14, 반사계수(kr) 0.36~0.43 범위로, 공극률은 경사평면 61.48%, 62.15%, 평균, 61.78%, 운송거치, 맞물림 하중, 파력 작용시, 낙하 충돌시의 인장응력과 압축응력 검토결과 모두 적합 판정을 획득하였다. 시장성 확대를 위한 경제성(L.C.C)분석 결과 기존 상용블록 보다 경사제 1.2%~48.2%, 혼성제9.5%~35.9%의 경제성 효과(비용감소)가 발생한다.

신형소파블록인 HEXACONE(헥사콘)은 현재 우리나라 남단 흑산도에서부터 동해 울릉도까지 여러 곳의 항만 및 연안정비 현장에 반영되어 시공하였고 공사 중에 있다. 소파블록의 중요성인 고파랑 저감과 더불어 시공의 대중화를 위한 원가절감, 시공안정 통한 재해예방 등을 위해 지속적인 기술 개발에 최선을 다하고 있다. 현재 헥사콘현장의 시공사례를 바탕으로 시공 전후의 현장 현황 등을 자세히 관찰 분석하여 기술혁신을 지속적으로 도모할 예정이다.



[그림 1] HEXACONE 형상



[그림 2] 거푸집 시공 전경



[그림 3] 시공후 전경

* 정회원 · (주)미래오션테크 대표이사 이양우 (E-mail: henhaolyw@naver.com) - 발표자

** 비회원 · (주)미래오션테크 상무 오세원 (E-mail: miraeoceantech@naver.com)



불규칙 월파 유속 및 총두께 분석을 위한 영상측정기법 적용

Imaging technique for irregular overtopping wave velocity and thickness

Made Narayana Adibhusana* · 이종인** · 정태화*** · 류용욱****

Hong, Gil Dong · Kang, Nam Kil · Lee, Dae Ho

월파의 측정은 월파량, 월파유속, 월파수위의 측정이 주로 이루어져 왔다. 월파량의 경우 구조물 뒤에서 월파를 채집하여 그 양을 측정하는 방식이 적용되어왔으며, 월파수위는 용량식 파고계를 이용한 측정방법이 활용되어왔다. 입자영상유속계(particle image velocimetry)와 같이 영상을 이용한 기법은 흐름을 전체적으로 분석할 수 있는 장점이 있으나 측정물과 측정기간을 동시에 만족시킬 수 없어 흐름 특성에 따라 기법을 선택해야 한다. 특히, 불규칙파와 같이 장시간 측정기간이 요구되는 흐름의 경우 장치 및 기법에 따른 제한적인 요소가 늘어나기 때문에 정량적인 분석을 위한 영상기법의 적용사례가 많지 않았다. 최근 영상측정장치의 기술적 발전으로 이러한 문제점을 극복할 수 있어 불규칙파에 대한 영상측정기법의 적용이 용이해졌다. 다만, 자유수면을 포함하는 파랑흐름의 경우 영상 내 경계를 처리해야 하는 어려움으로 인해 유속의 정도 향상을 위한 기법적 향상과 함께 임의적으로 변화하는 영상처리가 동시에 요구된다. 본 연구에서는 전통적인 불규칙파 분석 방법, 영상측정기법의 응용적 적용, 자동적 영상처리를 복합적으로 적용하여 불규칙파에 의한 월파를 측정·분석할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 이를 위해 월파 흐름을 측정하여 영상처리를 통한 유속장을 제시하고 정량적 분석 가능성을 검토하였다.

핵심용어 : 월파, 유속, 총두께, 영상측정

감사의 글

본 연구는 2022년도 정부의 제원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 지역대학우수과학자지원사업(NRF-2022R1I1A3073069)입니다.

* 비회원 · 전남대학교 토목공학과 박사과정 (E-mail: narayana.ade@gmail.com) - 발표자

** 정회원 · 전남대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (E-mail: jilee@chonnam.ac.kr)

*** 정회원 · 한밭대학교 토목환경공학과 교수, 공학박사 (E-mail: thjung@hanbat.ac.kr)

**** 정회원 · 전남대학교 토목공학과 교수, 공학박사 (E-mail: yuryu@chonnam.ac.kr)

3D CAD 데이터의 사용자 친화적인 VR 가시화

User-friendly VR Visualization of 3D CAD Data

홍기진* · 이재은** · 김종남*** · 김영봉****

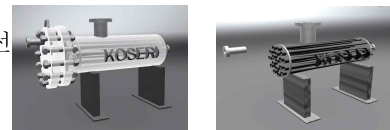
Hong, Gijin · Lee, Jaeun · Kim, JongNam · Kim, Youngbong

최근 인공지능을 이용한 가시화에 대한 연구가 많이 이루어지고 있는 추세에 있다. 특히, 3D 데이터에 대한 학습 방법과 3D 데이터 표현 방법 분야에 인공지능을 적용하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 인공지능을 활용한 3차원 가시화는 물체의 식별 모델과 생성 모델의 발전에 따라 인공지능을 활용하기 위한 3D 딥러닝에 대한 기술 개발이 가속화될 전망이다.

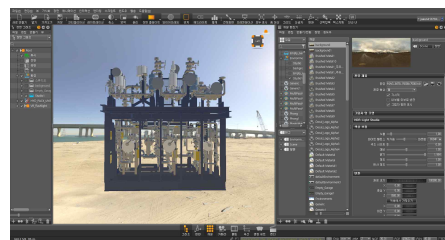
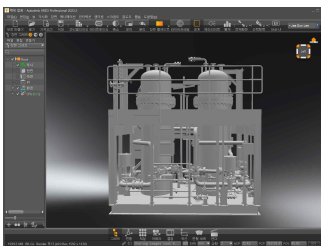
3D CAD 데이터를 VR에서 사용하도록 하기 위해서는 VRED와 같은 소프트웨어를 통해서 적절하게 데이터가 제어되어야 한다. VRED는 제조분야의 전문용 시각화 툴로서 VR을 위한 적합한 형태로 보여주도록 IO장비들의 연결을 통해 가시화를 해줄 수 있는 툴이다. 그러나 설계 데이터를 바로 VRED로 가져오기 위해서는 데이터의 크기나 데이터의 다양한 속성들 (예, 재질, 색상, 투명도, 텍스처 등)에 대한 것들이 정의가 연결이 안되는 경우가 많기 때문에 VRED를 통해 설계도면을 가시화 한 다음에는 재질에 대한 다양한 속성들을 지정해 주어야 한다.

본 연구에서는 3차원 캐드 데이터를 VR 장비를 이용해 다양하게 경험하게 하기 위해서 사용자 친화적인 다양한 방법을 제시하고자 하였다. 즉, 컴퓨터의 활용에 익숙한 사용자가 3차원 가시화를 위해 다양한 조작을 하는 작업을 줄이고, 자연스러운 3차원 객체의 모양을 만들기 위해 다음과 같은 일에 대한 연구를 수행하였다.

첫째, 미리 만들어진 다양한 형태의 재질셋을 만들고, 이의 선택을 I/O 장비를 통해 조절하는 기능을 추가하였다.



둘째, 인공지능으로 각 부품의 모양에 따른 색깔 및 텍스처 등을 사진을 통해 미리 학습 시킨 후 설계된 3차원 데이터의 모양에 대한 분석 결과를 입력하여 자동으로 색깔이나 텍스처 등을 자동으로 생성하는 기능을 구현하였다.



핵심용어 : 3D data, user-friendly I/O, VR

감사의 글

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역혁신클러스터육성사업(R&D, P0004797)”으로 수행된 연구결과입니다.

* 정회원 · 부경대학교 IT융합응용공학과 박사과정, 공학석사 (E-mail: gjhong@pknu.ac.kr) - 발표자

** 비회원 · 부경대학교 인공지능연구소 연구원, 이학박사 (E-mail: jaeun4137@naver.com)

*** 비회원 · 부경대학교 IT융합응용공학과 교수, 공학박사 (E-mail: jongnam@pknu.ac.kr)

**** 정회원 · 부경대학교 IT융합응용공학과 교수, 공학박사 (E-mail: ybkim@pknu.ac.kr)



디지털 트윈에서 생성 가능한 이미지 데이터 세트를 이용한 객체 추적 성능 향상 방법

Methods for improving object tracking performance using image data sets generated from digital twins

박진혁*, • Khurshedjon Farkhodov*, • 이석환**, 권성근***, • 권기룡*

Jin-Hyeok Park, Khurshedjon Farkhodov, Suk-Hwan Lee,

Seong-Geun Kwon, and Ki-Ryong Kwon

디지털 트윈은 실제 대상을 가상화를 통해 복제본을 생성하고 대상의 물리적, 개념적 특성을 분석하기 위한 데이터 분석 기술들이 융합된 형태로 구현된다. 디지털 트윈의 시뮬레이션 기능을 활용할 경우, 해당 가상 환경에서 실제와 거의 유사한 촬영 조건으로 이미지를 생성할 수도 있다. 또한 현실에서 반영하기 어려운 촬영 조건을 설정하여 자유롭게 이미지를 생성할 수 있기 때문에 데이터 세트의 구성 측면에서 장점을 가진다.

본 논문에서는 디지털 트윈을 이용하여 이미지 데이터를 생성하고 활용하는 방법을 제안한다. 객체 추적 모델의 학습을 위한 데이터 세트는 디지털 트윈 가상 환경에서 촬영한 연속 이미지 데이터로 구성하였다. 촬영 환경은 3D로 구현된 가상 도시로, 이미지 데이터 세트는 3D로 구현된 드론으로 가상 도시 환경을 자동으로 비행하면서 촬영하여 획득하였다. 촬영 대상인 사람과 자동차도 3D로 구현되어 있다. 이는 현실적으로 부족한 객체 추적 모델의 학습 데이터를 보충하거나 대체하여 객체 추적 모델의 성능을 높일 수 있다.

또, 본 연구에서 이미지 내 객체를 추적하는 모델로, 순환 신경망 중 하나인 LSTM 네트워크와 강화학습 중 하나인 DQN을 결합한 모델을 제안하였다. 제안한 객체 추적 모델은 지도학습과 강화학습 두 단계에 걸쳐서 학습하는데, 지도학습 과정에서 디지털 트윈에서 생성한 가상 환경 이미지 데이터 세트를 사용하여 드론 영상의 특징을 학습하였다. 이는 강화학습에서 객체를 추적하기 위한 최적의 행동만으로 정책을 완성할 수 있도록 한다.

실험은 디지털 트윈에서 생성한 가상 환경 이미지로 학습한 객체 추적 모델과 실제 영상으로 학습한 객체 추적 모델들을 비교 실험하였다. 테스트는 실제 영상 데이터 세트인 VisDrone 2019와 OTB-100 데이터 세트를 사용하였다. 각 객체 추적 모델들의 정밀도(Precision)와 초당 프레임 수(FPS) 및 교차 결합(IoU) 결과 중 제안 방법은 VisDrone2019로 테스트했을 때는 ADNet보다 약 3%, ASRL 추적기보다 약 2% 정도 높은 정밀도를 보였고, OTB-100로 테스트 했을 때는 ADNet보다 약 2%, ASRL 추적기보다 약 1% 정도 높은 정밀도를 보였다. 특히, OTB-100 데이터 세트 중 드론과 유사한 촬영 각도로 촬영된 CCTV 이미지에서도 ASRL 추적기와 제안 방법이 ADNet보다 높은 정밀도를 보였다.

실험을 통해 가상 환경에서 생성한 데이터를 연구에 적용하는 방법의 효과를 증명하였다. 향후 연구에서 디지털 트윈의 구현 단계를 높일 경우, 현실의 다양한 분야에 디지털 트윈을 적용하고자 한다.

핵심용어 : Digital Twin, Drone, Deep Neural Network, Reinforcement Learning, Object Tracking

감사의 글

“본 연구는 산업통상자원부 혁신도시 공공기관연계 육성사업인 ‘첨단 해양산업 오픈랩 구축 및 실감형 융합 콘텐츠 개발’ 과제의 지원으로 작성되었습니다.”

* 비회원 · 부경대학교 IT융합응용공학과, (detdetplus@naver.com) - 발표자

* 비회원 · 부경대학교 인공지능융합학과, (farkhodovxf@pukyong.ac.kr)

** 비회원 · 동아대학교 컴퓨터공학과, (skylee@dau.ac.kr)

*** 비회원 · 경일대학교 전자공학과, (sgkwon@kiu.ac.kr)

* 비회원 · 부경대학교 IT융합응용공학과, (krkwon@pknu.ac.kr) - 발표자