

# 한국해양공학회 Journal of Ocean Engineering and Technology

## 편집위원회

### 위원장

김윤해 한국해양대학교

### 편집이사

정준모 인하대학교

신성원 한양대학교

안석환 중원대학교

최형식 한국해양대학교

### 편집위원

강희진 한국해양과학기술원

고대은 동의대학교

구원철 인하대학교

권순철 부산대학교

김국현 동명대학교

김영훈 경남대학교

김진환 카이스트

김현식 동명대학교

남보우 한국해양과학기술원

류용욱 부경대학교

문경만 한국해양대학교

박종천 부산대학교

백광준 인하대학교

송창용 목포대학교

윤현규 창원대학교

이강수 한국해양과학기술원

이우동 경상대학교

이종현 제주대학교

이탁기 경상대학교

임영섭 서울대학교

정동호 한국해양과학기술원

정세민 조선대학교

하태민 강원대학교

허정원 전남대학교

### 국제저문 편집위원

Ahmet Ergin, Istanbul Technical University

Atila Incecik, University of Strathclyde

Gökhan Tansel Tayyar, Istanbul Technical University

Hooi-Siang Kang, Universiti Teknologi Malaysia

Moo Hyun Kim, Texas A&M University

Norimi Mizutani, Nagoya University

## 연구윤리위원회

### 위원장

서성부 동의대학교

### 운영분과 및 심의 교육·분과 위원

구원철 인하대학교

윤현규 창원대학교

## Editorial Boards

### Editor-in-Chief

Yun Hae Kim, Korea Maritime and Ocean University, Korea

### Manuscript Editors

Joonmo Chung, Inha University, Korea

Sungwon Shin, Hanyang University, Korea

Seokhwan Ahn, Jungwon University, Korea

Hyeungsik Choi, Korea Maritime and Ocean University, Korea

### Editorial Board Members

Hee Jin Kang, KRISO, Korea

Daeun Ko, Dong-Eui University, Korea

Weoncheol Koo, Inha University, Korea

Soonchul Kwon, Pusan National University, Korea

Kookhyun Kim, Tongmyong University, Korea

Younghun Kim, Kyungnam University, Korea

Jinwhan Kim, KAIST, Korea

Hyun-Sik Kim, Tongmyoung University, Korea

Bo Woo Nam, KRISO, Korea

Yong Uk Ryu, Pukyong National University, Korea

Kyung-Man Moon, Korea Maritime and Ocean University, Korea

Jong Chun Park, Pusan National University, Korea

Kwang-Jun Paik, Inha University, Korea

Chang Yong Song, Mokpo National University, Korea

Hyeon Kyu Yoon, Changwon National University, Korea

Kangsu Lee, KRISO, Korea

Woo Dong Lee, Gyeongsang National University, Korea

Chong Hyun Lee, Jeju National University, Korea

Tak Kee Lee, Gyeongsang National University, Korea

Youngsub Lim, Seoul National University, Korea

Dongho Jung, KRISO, Korea

Se-Min Jeong, Chosun University, Korea

Taemin Ha, Kangwon National University, Korea

Jungwon Huh, Chonnam National University, Korea

### International Advisory Editorial Board Members

Ahmet Ergin, Istanbul Technical University, Turkey

Atila Incecik, University of Strathclyde, UK

Gökhan Tansel Tayyar, Istanbul Technical University, Turkey

Hooi-Siang Kang, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia

Moo Hyun Kim, Texas A&M University, USA

Norimi Mizutani, Nagoya University, Japan

## Research and Ethics Boards

### Chief

Sung-Bu Suh, Dongeui University, Korea

### Management and Deliberative and Education Department

Weoncheol Koo, Inha University, Korea

Hyeon Kyu Yoon, Changwon National University, Korea

## AIMS and SCOPE

**Journal of Ocean Engineering and Technology (JOET)** is a medium for the publication of original research and development work in the field of ocean engineering. JOET covers the entire range of issues and technologies related to the following topics:

**Marine hydro-mechanics including:** Design of marine structures; Resistance and propulsion; Seakeeping and maneuvering; Experimental and computational fluid dynamics; Ocean wave mechanics; Thermodynamics and heat transfer; Hydraulics and pneumatics;

**Marine structure-mechanics including:** Structural strength; Fatigue strength; Optimization and reliability; Arctic technology and extreme mechanics; Noise, vibration, and acoustics; Plasticity engineering; Concrete engineering;

**Coastal civil engineering including:** Coastal structure engineering; Port and harbor structure engineering; Soil engineering; Drilling and exploration; Hydraulics of estuary; Seismic engineering; Coastal disaster prevention engineering;

**Marine material engineering including:** Metallic material engineering; Organic material engineering; Ceramics; Composite material engineering; Materials evaluation engineering; Surface engineering; Tribology;

**Information technology and convergence fields including:** Design for safety; IT-based design; IT-based production engineering; Welding mechanics; Design of underwater vehicle; Offshore energy system design; Environment and system evaluation; Control engineering; GPS and GIS; Inspection and sensor; Port and logistics; Leisure boat and deep sea water; Offshore process systems engineering;

Conference papers, research papers, diploma papers and academic articles can be submitted. All of the manuscripts are peer-reviewed.

## GENERAL INFORMATION

“Journal of Ocean Engineering and Technology” is the official journal by “The Korean Society of Ocean Engineers”. The ISO abbreviation is “J. Ocean Eng. Technol.” and acronym is “JOET”. It was launched in 1987. It contains original research articles, case reports, brief communications and reviews on technical issues. It is published bimonthly in February, April, June, August, October, and December each year. Supplement numbers are published at times. All of the manuscripts are peer-reviewed.

Full text is freely available from <http://www.joet.org> and <http://www.ksoe.or.kr> without signing in. This journal was supported by the Korean Federation of Science and Technology Societies(KOFST) grant funded by the Korean government. Total or a part of the articles in this journal are abstracted in NRF (National Research Foundation Fund of Korea), Google Scholar, and KCI (Korean Citation Index).

Manuscript should be submitted via the online manuscript website <http://www.joet.org> Other correspondences can be sent via an email to the Editor in Chief, Prof. Yun-Hae Kim, Division of Marine Equipment Engineering, Korea Maritime and Ocean University, 1 Dongsam-dong, Youngdo-ku, Busan 49112, Korea (Tel: +82 51 410 4355, e-mail: [yunheak@kmou.ac.kr](mailto:yunheak@kmou.ac.kr)).

Correspondence concerning business matters should be addressed to Secretary-Treasurer of KSOE, Heejin Lee, President O/T room No.1302, 13, Jungang-daero 180beon-gil, Dong-gu (48821), Busan, Korea (Tel: +82 51 759 0656, e-mail: [ksoehj@ksoe.or.kr](mailto:ksoehj@ksoe.or.kr)).

A subscription to the journal can be obtained by sending your order to or e-mailing to Secretary-Treasurer of KSOE. The annual charge for subscription is 100,000KRW or equivalent.

This is an open access article distributed under the terms of the creative commons attribution non-commercial license(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© 2018 by The Korean Society of Ocean Engineers (KSOE) / ISSN(print) 1225-0767 / ISSN(online) 2287-6715

© It is identical to Creative Commons Non-Commercial Licenses.

This paper meets the requirements of KS X ISO 9706, ISO 9706-1994, and ANSI/NISO Z39.48-1992 (Permanence of Paper)

Printed on August 31, 2018 by Hanrimwon Co., Ltd., Seoul, Korea.

목 차

제32권 제4호 (통권 제143호)

2018년 8월

<학술논문>

샘플링 기법을 통한 계류 시스템 설계 변수 최적화 방안에 관한 연구 강수원 · 이승재 .....	215
수중음향 수평 배열 플랫폼의 거동 해석과 시험 이중무 · 김기훈 · 변성훈 .....	222
투과성 격벽을 이용한 수평 운동하는 사각형 탱크내의 슬로싱 감쇠 조일형 .....	228
String을 이용한 원형실린더 주위의 수평력 감소에 관한 연구 백동일 · 조효제 · 이민준 · 임재환 · 이태경 · 김재희 · 오테원 .....	237
NACA 66 <sub>2</sub> -415 단면을 가지는 타원형 수중익의 날개 끝 보오텍스 및 캐비테이션 수치해석 박일룡 · 김제인 · 설한신 · 김기섭 · 안종우 .....	244
신장률 변화에 따른 초탄성 재료의 비선형 재료모델 비교 연구 이강수 · 기민석 · 박병재 .....	253
Behavior Characteristics of Density Currents Due to Salinity Differences in a 2-D Water Tank Woo-Dong Lee, Norimi Mizutani and Dong-Soo Hur .....	261
항만에서 위험물 운송 중 유해화학물질 누출 위험성에 관한 연구 윤수경 · 윤자연 · 한지윤 · 정승호 .....	272
해양플랜트 설비의 비상전원공급을 위한 태양광 발전시스템 연구 최근환 · 이병호 · 정노택 · 신규보 .....	279
해미래의 심해탐사 운용기법 개선 및 서태평양 해저산 망간각 탐사에 적용 백혁 · 박진영 · 심형원 · 전봉환 · 이관목 .....	287

### CONTENTS

Volume 32, Number 4

August, 2018

---

#### <Original Research Articles>

- Study on Optimization of Design Parameters for Offshore Mooring System using Sampling Method  
Soo-Won Kang and Seung-Jae Lee ..... 215
- Analysis and Tests of the Behavior of an Underwater Acoustic Horizontal Array Platform  
Chong-Moo Lee, Kihun Kim and Sung-Hoon Byun ..... 222
- Sloshing Damping in a Swaying Rectangular Tank Using a Porous Bulkhead  
Il-Hyoung Cho ..... 228
- Experimental Study on Reducing Lateral Force on Circular Cylinder Using Strings  
Dong-Il Baek, Hyo-Jae Jo, Min-Jun Lee, Jae-Hwan Lim, Tae-Kyung Lee,  
Jae-Heui Kim and Tae-Won Oh ..... 237
- Numerical Analysis of Tip Vortex and Cavitation of Elliptic Hydrofoil with NACA 66<sub>2</sub>-415 Cross Section  
Il-Ryong Park, Je-in Kim, Han-Sin Seol, Ki-Sup Kim and Jong-Woo Ahn ..... 244
- Comparative Study on the Nonlinear Material Model of HyperElastic Material Due to Variations  
in the Stretch Ratio  
Kangsu Lee, Minsuk Ki and Byoungjae Park ..... 253
- Behavior Characteristics of Density Currents Due to Salinity Differences in a 2-D Water Tank  
Woo-Dong Lee, Norimi Mizutani and Dong-Soo Hur ..... 261
- Risk Analysis of Transporting Hazardous Substances in Harbor Using Modeling Program  
Sukyoung Yoon, Jayeon Yun, Jiyun Han and Seungho Jung ..... 272
- Study of a Photovoltaic System as an Emergency Power Supply for Offshore Plant Facilities  
Gun Hwan Choi, Byung Ho Lee, Rho-Taek Jung and Kyubo Shin ..... 279
- Operational Improvement of Hemire ROV for Deep-sea Survey and Application to Exploration of  
Ferromanganese Crusts of Western Pacific Seamount  
Hyuk Baek, Jin-Yeong Park, Hyungwon Shim, Bong-Huan Jun and Pan-Mook Lee ..... 287

## 한국해양공학회지(JOET) 논문투고규정 (2016. 10. 20 개정)

1. 본 학회지에 투고하고자 하는 사람은 한국해양공학회 회원임을 원칙으로 하며 공저인 경우에는 적어도 1인 이상이 회원이어야 한다. 단, 본 학회의 편집위원회가 특별히 인정한 사람은 예외로 한다.
2. 원고는 학술논문, 기술보고 및 자료를 포함하고, 학술논문의 경우 다른 학술지에 게재되지 않은 것이라야 한다. 학술지라 함은 투고 논문에 대한 적절한 심사체계와 주기적 발간이 이루어지는 저널(Journal) 등을 의미한다. 학술지 이외의 학술대회 논문, 연구 보고서, 학위논문, 학술기사 등 모든 원고는 투고가 가능하다. 또한 본 학회지에 게재되면 본 학회 편집위원회의 서면승인 없이 타학술지에 전부 또는 일부가 동일형식으로 발표되어서는 안되며, 저작권은 학회에 귀속된다.
3. 투고논문 중 학술지 이외의 학술대회 논문, 연구보고서, 학위논문, 학술기사 등의 경우는 각주를 통해서 아래 예와 같이 원고 전체 혹은 부분이 출판되었음을 명시하여야 한다.  
예) 본 논문은 2008년 제주도에서 개최된 한국해양과학기술협의회 공동학술대회에서 발표된 논문을 근간으로 하고 있음을 밝힙니다.
4. 원고는 인터넷 상에서 WebReview 시스템을 이용하여 제출하여야 하며 이때 본 학회의 논문투고양식(template)에 맞도록 한글(Hangul) 또는 MS 워드(MS Word) 파일을 첨부로 제출하여야 한다. 원고접수 시 소정의 심사료를 납부하여야 한다. 또한 저작권 위임동의서를 학회 사무국으로 제출하여야 한다.
5. 원고가 인터넷 상에서 접수된 날을 접수일자로 한다.
6. 원고의 채택여부는 논문심사규정에 따라 정한다.
7. 학회지에 게재될 원고의 규정면수는 6면 이내이고, 규정면수를 초과할 때 저자는 소정의 게재료 이외에 초과분에 대한 게재료를 납부하여야 한다.
8. 논문원고의 체제는 다음을 원칙으로 한다. (1)제목, (2)저자명, (3)주요기술용어(Key Words), (4)영문초록, (5)기호설명, (6)서론, (7)본론(이론해석, 실험방법, 결과, 결과의 해석, 고찰), (8)결론, (9)후기, (10)참고문헌, (11)부록, 기타
9. 상세한 편집 방법은 한국해양공학회지(JOET) 템플릿을 따른다.
10. 원고에 포함될 도표 및 사진은 한글 또는 MS워드에서 처리가 가능하여야 하며 그 선명도에 대한 책임은 저자가 진다.
11. 원고 내용 및 탈오자의 책임은 저자가 진다.
12. 편집위원회는 본 학회의 논문투고규정을 따르지 않는 원고에 대하여 심사 및 게재를 거부할 수 있다.
13. 기타 본 규정에 명시되지 않은 사항(투고분야 포함)은 본 학회 편집위원회의 결정에 따른다.
14. 학회는 저자에게 별쇄본을 제공하지 않는 것을 원칙으로 하나, 필요한 경우는 저자가 실비를 부담하여야 한다.

### 한국해양공학회지

제32권 제4호(통권 제143호)

인 쇄: 2018년 8월 26일

발 행: 2018년 8월 31일

발행인: 윤종성

편집인: 김윤해

발 행 소: 사단법인 한국해양공학회

부산광역시 동구 중앙대로 180번길 13, 1302호 (초량동 프레지던트오피스텔)

전 화: (051)759-0656 FAX: (051)759-0657

담당: 사무국장 이희진

E - mail: ksoehj@ksoe.or.kr

Homepage: www.ksoe.or.kr

인 쇄 소: 한림원(주)

서울특별시 중구 퇴계로51길 20 1303(오장동, 넥서스타워)

전 화: (02)2273-4201 FAX: (02)2179-9083

E - mail: hanrim@hanrimwon.co.kr