2018년 한국항해항만학회 추계학술대회
2018년 11월 8일(목)~9일(금) 경주 더케이호텔

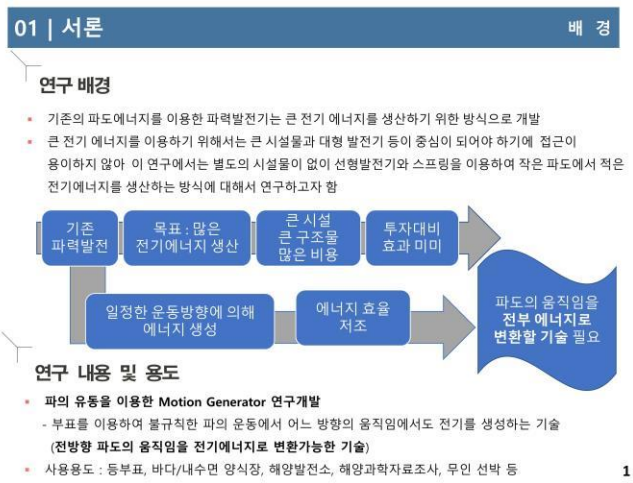
파의 유동을 이용한 등부표용 Motion Generator 연구 개발

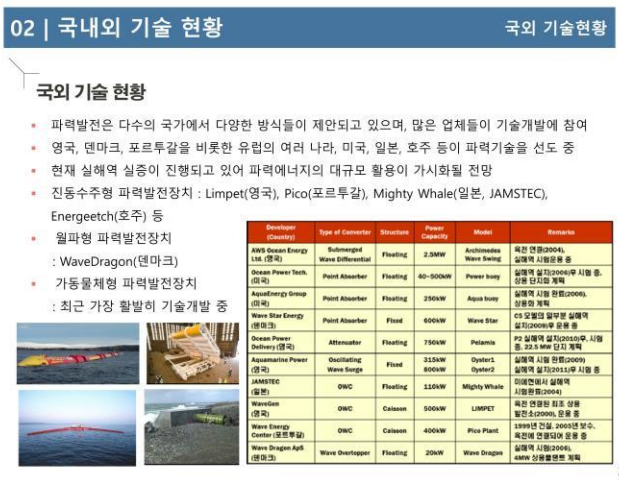
양성식* · 김지영** · 정해상***

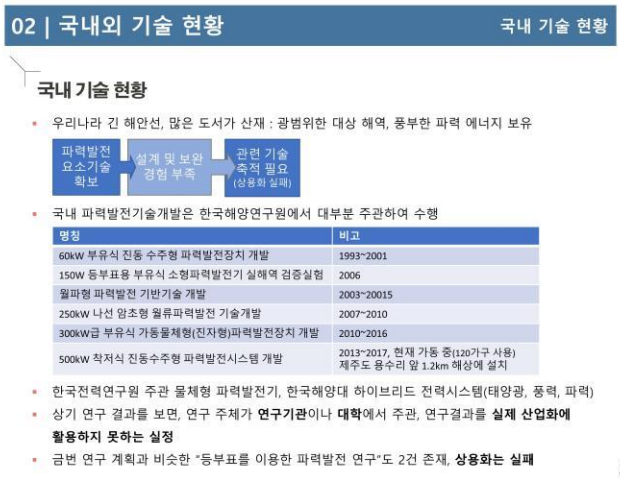
*천복기계(주) 대표이사, **한국해양대학교 대학원(석사과정), ***한국해양대학교 대학원(박사과정)

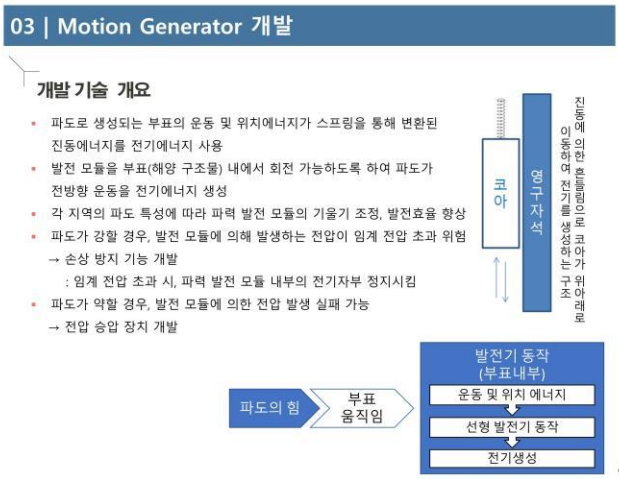
요 약 : 파력발전은 파도의 운동에너지와 위치에너지를 전기에너지로 변환하는 발전 방식을 사용하여 무한한 에너지원으로 친환경적이다. 기존에 있는 파력발전기는 대체적으로 큰 전기에너지를 생산하며 이 에너지를 이용하기 위해서는 큰 시설물과 대형 발전기 등이 중심이 되어있다. 항로표지와 같은 해양안전유도시설은 비교적 큰 에너지 보다는 적은 에너지원을 필요로 하기에 기존의 파력에너지와의 접근이 용이하지 않는다. 별도의 시설물 없이 작은 파도에서도 위치의 변화에 따라 전기에너지를 생산하는 방식의 Motion Generator를 연구하였다.

핵심용어 : 파력발전, 등부펴, 신재생에너지, Motion Generator,선형발전기









* 교신저자 : susiyang46@hotmail.com
** jinyx1004@gmail.com
*** goodfeeling@kmou.ac.kr

03 | Motion Generator 개발

선형발전기의 개발

- 파도의 에너지를 얻기 위해서 파도의 상하운동을 이용하는 방식으로 연구
- 기존의 일부 방식에서는 파도의 상하운동을 회전운동으로 바꾸어서 전기에너지로 변환하였으나 에너지 변환 효율을 높이기 위하여 상하운동을 직접 발전으로 활용하기 위하여 선형 발전기를 선택

전기자부 ↕ 계자부	• 작은파도에서도 발전하기 위하여 소형, 즉 5 watt미만의 작은 발전단위를 만든다. • 소형으로 만들기 위하여 계자는 영구자석을 이용 • 전기자가 민감하게 움직이기 위하여 스프링으로 전기자를 받혀주며 스프링 주기와 파도의 주기를 맞추어 간다. • 전기자의 움직임을 빠르게 하기 위해 전기자와 계자 사이의 자기 흡입력이 불균일하지 않도록 코킹을 줄이고 전기자와 계자 사이 공극을 조절한다.

외국의 사례

5

03 | Motion Generator 개발

등부표용 Motion Generator 기본 설계

Motion Generator 전력생성 Block Diagram

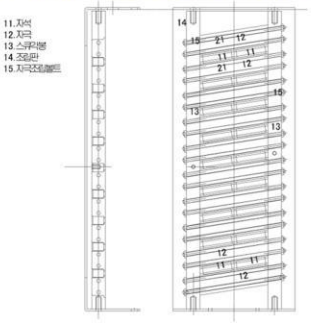
♣ 파력발전모듈 및 이를 포함하는 등부표 장치 특허 출원(10-2017-0125013, 2017.09.27)

6

03 | Motion Generator 개발

등부표용 Motion Generator 기본 설계

◆ 계자부 : 영구자석 또는 전자석 또는 혼합방식을 사용

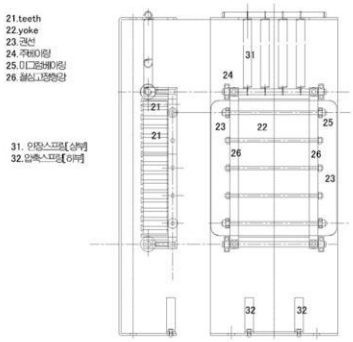


7

03 | Motion Generator 개발

등부표 용 Motion Generator 기본 설계

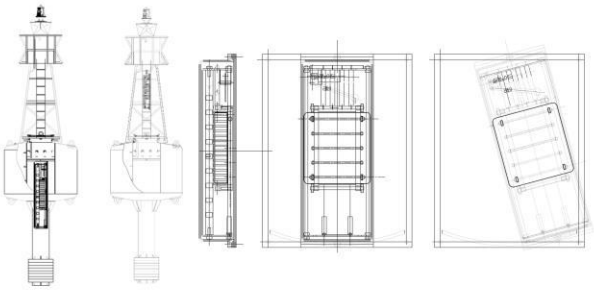
◆ 전기자부 : 선형 전동기와 같은 구조에 스프링 연결



8

03 | Motion Generator 개발

등부표용 Motion Generator 기본 설계기술 확보



Motion Generator 장착 등부표

Motion Generator 부표 장착 구조도

9

03 | Motion Generator 개발

스프링 개발

- 전기자부의 무게를 측정하여 이에 맞는 스프링은 다음과 같은 공식으로 산정하여 제작하였고 느린 파도의 주기에 맞추는데 실험의 많은 부분을 할애
  - 스프링 주기 $T = 2\pi\sqrt{\frac{K}{M}}$

  K = 스프링 상수, M = 질량, 전기자
- 즉, 스프링 상수를 변화시키면서 스프링 소선경, 스프링의 평균지름 및 스프링의 길이를 변경시키면서 전기자의 중량에 따른 주기를 파도의 주기에 동기화에 접근
- 초기에는 선형발전기와 여러 단의 스프링을 이용하여 제작하였으나 실제 파도 실험 후 스프링의 길이 변경과 단 사이의 마찰력으로 인해 움직임이 둔해져 하나의 스프링으로 길게 제작

10

03 | Motion Generator 개발

파력 발전기 표준 출력 규정

- 파력 발전기의 표준 출력은 파고의 50㎝로 계산하여 이 연구의 표준을 정함.

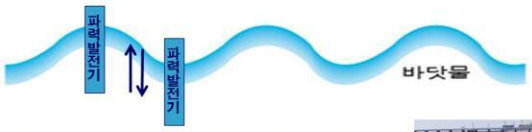
$$P = \frac{9.8\,QH\eta}{T}$$

Q : 주기당 바닷물 변화량
η : 효율
(직선 운동인 관계로 에너지 제로 점이 있어서 50% 미만 40%로 산정)
H : 파고
T : 파고의 주기

11

03 | Motion Generator 개발

파력 발전기 발전 방식



- ◆ 파도의 고저에 의해 바다 위의 부유물은 상하 운동.
- ◆ 상하운동을 통해 발전기 내부의 전기자부가 중력에 의해 상하 운동.
- ◆ 하나 또는 그 이상의 스프링 등을 통해 상하 움직임 증가

12

03 | Motion Generator 개발

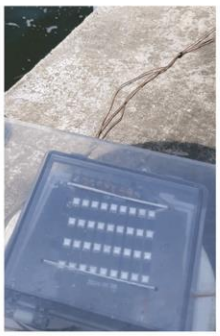
파력 발전기 발전 방식

- ◆ 코일로 이루어진 전기자와 영구자석을 이용한 계자에 움직임을 좋게 하기 위한 스프링을 전기자부에 연결하여 구성.
- ◆ 전기자부가 계자부 위에서 상하로 움직이면 전기가 발생.

13

03 | Motion Generator 개발

해상 시험



14

04 | 결 론

결론 및 향후 계획

- 본 연구에서는 파력발전기 개발의 초기 단계로 외형, 자석, 스프링, 계자와 전기자 사이의 공극, 구조 등에서 계속적인 변경을 하면서 연구 시행
- 현재까지 파력 발전기를 실험하기 위하여 총 20회 정도 바다 실험을 실시하여 계획에 비해 양호한 출력을 보여 지속적으로 파도의 에너지를 이용하는 파력 발전기를 연구 계획
- 2018년 하반기에 해양대 앞 해상에서 등부표에 탑재하는 모션제네레이터 발전기 시험 계획
- 2020년까지 등부표 용 Motion Generator 연구 개발 완료 및 상용화 계획

기대 효과

- 세계 최고의 발전효율과 무보수형 Motion Generator 개발로 세계 부표 시장의 수요 기대
- Motion Generator 부표의 집단화로 전기가 없는 섬의 해상 발전소 역할 기대
- 가두리 양식장의 전력 공급원으로 사용 가능
- 해상 부표 전력 공급 용이, 해양기상 관측 및 과학 자료 조사 부표 설치로 자연재해 예방에 큰 도움

15

05 | 후 기

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 에너지 인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No. 20164030300280)

06 | 참고 문헌

- Electrical design for a wave buoy, SARA HOYA ARIJA , CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY , Sweden , 2011
- A Permanent-Magnet Tubular Linear Generator for Ocean Wave Energy Conversion, Joseph Prudell, Martin Stoddard, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATIONS, VOL. 46, NO. 6, NOVEMBER/DECEMBER 2010
- Linear generator systems for wave energy conversion, H. Polinder, M.A. Mueller, Delft University, 2007
- Linear Generator Systems for Wave Energy Converters, Jochen Bard, Peter Kracht, Fraunhofer IWES, September 2013
- P M TUBULAR LINEAR SYNCHRONOUS GENERATOR FOR WAVE ENERGY CONVERSION, Adrian MUNTEANU, Alecsandru SIMION Gheorghe Asachi Technical University, 2011

16