

# 고정식 진동 수주형 파력 발전기(OWC) 형상 파라미터의 실험 연구

구원철 · 권진성 · 김준동 · 김성재 · 김민우 · 최문관

울산대학교 조선해양공학부

## Experimental Study of Shape Parameter of Land-based OWC Wave Energy Converter

Weon-Cheol Koo, Jin-Sung Kwon, Jun-dong Kim, Sung-Jae Kim, Min-Woo Kim and Mun-Kwan Choi

School of Naval Architecture and Ocean Engineering, University of Ulsan, Korea

**KEY WORDS:** Oscillating water column (OWC) 진동수주, Wave energy converter 파력발전기, Chamber pressure 챔버 공기압, Water surface elevation 수위 변위, Wave tank experiment 수조 실험

**ABSTRACT:** The aim of this experimental study was to analyze the effect of the shape parameters and chamber pressure of a land-based oscillating water column (OWC) in regular incident waves. The magnitude of the free surface elevations inside the chamber was measured in a two-dimensional wave tank for various chamber skirt drafts and bottom slope angles. The surface elevations were also measured under both open chamber and partially open chamber conditions. From these measurements, the optimum shape of the OWC device could be predicted for the maximum wave energy conversion efficiency. It was found that the resonance frequency of the OWC system associated with incident waves moved toward the long wave region with increments of the draft of the chamber skirt and bottom slope. The behavior of the free surface elevation inside the chamber was also found to be dependent on the chamber pressure.

### 1. 서 론

급증하는 에너지 수요와 고갈되는 화석에너지의 대체 방안으로 해양 재생에너지의 관심이 급증되고 있다. 그 중에서 파도로부터 얻는 재생에너지는 친환경적이며 무한적으로 발전이 가능하기 때문에 매우 유망한 에너지원으로 평가 받고 있다. 하지만, 파력 발전은 해상 상태에 따른 파도의 가변성과 지역적인 특성이 상이하기 때문에 표준화된 고효율의 파력 발전 구조물의 개발이 어렵고 현재에도 많은 종류의 에너지 변환 기술들이 시도되고 있다.

파도를 이용한 발전 방식에는 크게 가동물체형, 월파형, 그리고 진동수주형 발전방식등이 있다. 본 연구에서 관심을 가지고 있는 진동수주형(Oscillating water column: OWC) 발전 방식은, 입사파가 발전기 공기 챔버안의 수면 변화를 일으키고, 이로 인해 챔버내 공기 유동이 발생하고 이 유동이 덕트 노즐을 통과하면서 공기 터빈을 돌려서 에너지를 발생하는 원리이다. 챔버내에서 왕복운동을 하는 공기 유동을 에너지로 추출하는 개념으로 파랑에너지를 공기의 유동에너지로 1차 변환하고, 이를 공기 터빈을 사용하여 기계적인 회전 에너지로 2차 변환한다. 이같은 간접 에너지 추출 방식은, 발전 시스템이 직접 파도에 노출되는 직접 발전 방식에 비해 발전 장비의 유지 보수의 편의성이 좋아 현재 몇몇 지역에 이미 시범 설치 운용되고 있다.

공기 유동을 기계적 에너지로 변환시키는 2차 변환장치인 공기터빈은 입사파에 의한 공기의 덕트내 왕복운동에 관계없이 일정한 방향으로 회전하는 웰스(Wells)터빈이나 임펄스(Impulse)터빈 등이 사용된다. 이 같은 진동 수주 방식의 파력 발전 모델은 Masuda and Miyazaki (1979) 에 의해 처음 제안되었고 그 후 Washio et al. (2000) 등에 의해 실험적인 연구가 진행되었으며 최근 한국 해양 연구원 등에서도 유사 실험이 실시되었다(Kim et al., 2009).

본 연구에서는 2차원 해양 수조에 고정식 진동 수주형 파력 발전기 모델을 설치하고 각 입사 주파수에 따른 챔버내 수면 변위를 측정하였다. 챔버 스킵트의 홀수와 해저면 슬로프 각도 변화등 구조물의 형상 변화에 따른 최대 수면 변위를 조사하고 각 형상에 따른 영향을 파악하였다. 또한, 이를 통해 최대 파력 에너지 추출 효율을 가지는 최적화된 발전기 형상을 예측하고자 하였다. 또한, 챔버가 완전 개방된 경우와 부분 개방된 경우(직경 3cm 노즐)에 수면 변위를 측정하여 챔버 공기압이 수면 변위에 미치는 영향을 파악하였다. 따라서 본 실험은, 차후 각 연안 지역의 고유 파주기에 따른 파력 발전기 최적화 형상 설계와 그에 따른 발전 효율성 제고 및 실용화 가능성을 고찰할 수 있는 기초 연구가 될 것이다. 본 실험의 준비를 위해, 수치 해석을 통한 고정식 진동 수주형 파력발전기의 에너지 추출 효율을 연구한 경조현 등 (2006) 과 구원철 등 (2010)의 논문과 실험적 연구를 한 김성근 등 (1996)

의 논문을 참조하였다.

## 2. 2차원 수조실험

본 실험 연구는 고정식 진동 수주형 파력발전기의 최대 에너지 추출을 위한 최적 형상을 예측하고, 발전기 형상 초기설계에 필요한 기본적인 설계인자들의 영향력을 파악하는데 있다. 이를 위해 2차원 실험 수조(길이 35m, 폭 0.5m)에 모델을 설치하고 각 형상 파라메타를 변화시키면서 실험을 수행하였다. 고정식 진동 수주형 파력 발전기 모델에 대한 전체적인 실험 개요도를 Fig. 1에 나타내었다. 또한, OWC에서 파랑 에너지가 공기 터빈을 통해 전기에너지로 변환되는 원리를 Fig. 2에 나타내었다. 본 연구에서 수행한 실험 경우의 수는 총 18가지로, 각각 3종류의 스킨트 홀수( $d$ )와 슬로프 각( $s$ ) 변화를 설정하였고, 여기에 챔버 노즐의 완전 개방과 부분 개방( $D=3\text{cm}$ )의 경우를 고려하였다. 본 연구에 사용된 모델에 대한 구체적인 제원과 형상 변화에 따른 주요 사항은 Table 1에 기술하였다. 여기서 슬로프 각( $s$ )의 변화에 따라 끝단면의 길이( $vw$ )는 자동으로 정해진다.

### 2.1 실험 장치 및 방법

본 실험에서 사용한 장치는 2차원 수조 왼쪽에 설치된 Flap-type의 조파기, 저항식 파고계, 파고계에서 측정된 신호를 증폭하는 앰프(AMP), 앰프에서 증폭된 데이터를 디지털 신호로 수집하는 DAQ(Data acquisition device), 그리고 최종적으로 데이

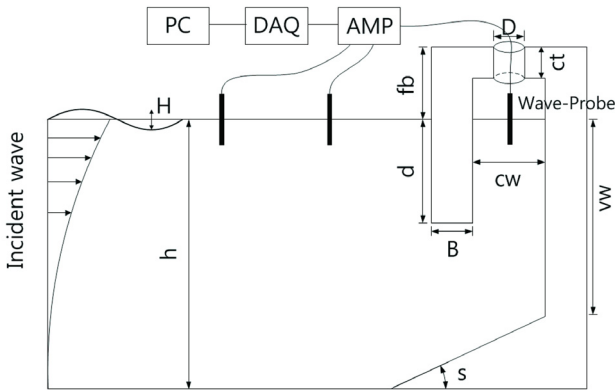


Fig. 1 Overview of experimental setup and model specification

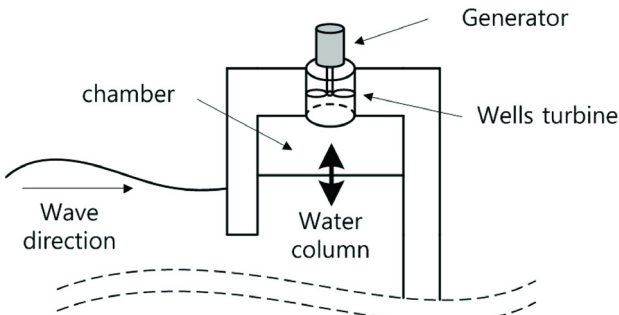


Fig. 2 Overview of wave energy conversion from OWC

Table 1 Main particulars of the OWC model (unit: cm, degree)

Water depth ( $h$ )	35		
Nozzle diameter ( $D$ )	3		
Chamber gap ( $cw$ )	20		
Skirt thickness ( $B$ )	3.75		
Wave height ( $H$ )	1		
Free board ( $fb$ )	5		
Chamber top ( $ct$ )	1		
Skirt draft ( $d$ )	8.0	16.5	25.0
End wall ( $vw$ )	28.4	25	21
Slope angle ( $s$ : degree)	10	15	20

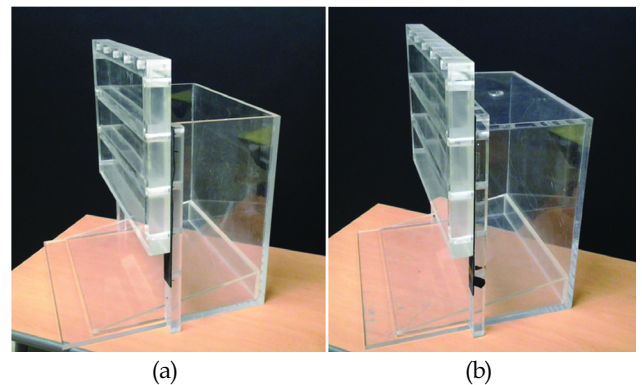


Fig. 3 Open chamber OWC(a) and partial open chamber OWC(b)

터를 저장하고 분석하는 컴퓨터 등이 있다. 실험 모델은 Table 1의 제원대로 아크릴로 제작되었으며, 3종류의 홀수와 슬로프 각을 변화시킬 수 있도록 스킨트의 길이와 슬로프 각 조절이 가능한 구조로 제작하였다. Fig. 3에 완전 개방된 챔버 모델(a)과 노즐이 존재하는 실험 모델(b)의 형상을 나타내었다.

실험에서 사용된 Flap-type의 2차원 조파장치는 진폭(Stroke)과 조파기의 Inverter frequency를 변화시켜 조파기와 연결된 축의 회전수(RPM)를 조절하여 생성파의 주기와 진폭을 조절할 수 있다. 정확한 조파와 계측을 위해서 파고계의 보정(캘리브레이션)을 수행하였다. 파고계를 통해서 나오는 전기적 신호(Volt)를, 간단한 수면 상에서의 전기적 기준값 0(Zero)을 바탕으로 전기적 신호와 파고계 수직 위치간의 비(캘리브레이션 상수)를 구한 뒤, 앰프에서 증폭된 아날로그적 전압의 변화량을 DAQ를 통해 디지털 신호로 바꾸고, 이를 최종적으로 컴퓨터로 읽어서 길이 단위의 파고로 기록 하였다. 또한 구해진 캘리브레이션 상수를 이용하여 조파기 진폭과 회전수를 조절하여 그에 따른 각 주파수별로 일정한 파고(1cm)를 가지는 파를 생성하였다. 실험에서 사용한 파 주기와 그 파에 따른 파장의 길이를 Table 2에서 나타내었다. 구조물로부터 전방으로 3m, 10m에 파고계를 설치하여 조건에 맞는 입사파의 생성 여부를 확인하였다. 구조물에 의한 반사파가 조파기에서 재반사되어 측정 결과에 영향을 주는 것을 방지하기 위해 실험에서 측정된 시계열 데이터를 분석하여 재반사의 영향이 없는 정상 상태의 값을 챔버 수면 변위값으로 정하였다.

**Table 2** Incident wave periods and wavelengths

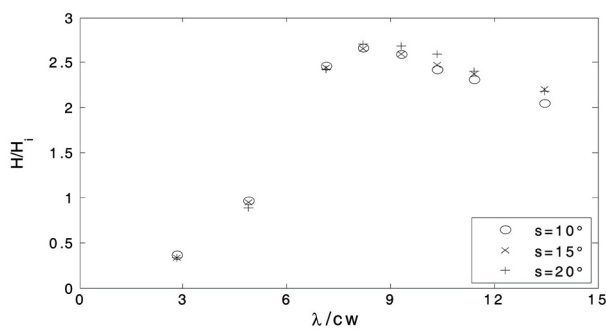
Period (sec)	Wave length (m)	Inverter frequency (Hz)	Stroke (cm)
0.6	0.5614	33.34	0.8
0.8	0.9769	25.01	1.1
1.0	1.4245	20.00	1.7
1.1	1.6447	17.65	2.0
1.2	1.8608	16.67	2.5
1.3	2.073	15.39	2.7
1.4	2.2818	14.29	3.0
1.5	2.4876	13.34	3.15
1.6	2.691	12.50	3.3
1.8	3.0919	11.11	3.8
1.9	3.2997	10.53	4.0
2.0	3.4867	10.00	4.3
2.1	3.6824	9.53	4.7
2.3	4.0712	8.70	5.0
2.5	4.4569	8.00	5.5
2.7	4.8404	7.41	6.0

### 3. 실험 결과 및 해석

본 연구는 최대 파력 에너지 추출 효율을 갖는 최적 형상의 고정식 진동 수주형 파력발전기(OWC)를 파악하기 위한 기초 실험 연구로써, 발전기의 구조물 형상에 따른 챔버내 수면 변위를 측정하여 각 형상 파라미터의 영향을 분석하였다. 챔버 스키트 홀수와 해저면 슬로프 각의 변화, 그리고 챔버의 공기압의 영향(챔버의 부분 개방)등 총 18가지의 모델을 실험하였다. 여기에 총 16가지의 입사 파주기(0.6sec~2.7sec)를 대입하여 공진 주기를 포함한 각 주기별 챔버 자유수면 변동을 계측하고 이를 분석하였다. 각각의 모델 조건에 따라 적절하게 8~11개의 입사파 주기를 사용하였다. 여기서 입사 파고는 1cm로 고정하였다.

#### 3.1 챔버가 완전히 개방된 경우

챔버가 완전히 개방되어 있는 경우의 실험은 챔버내 공기압이



**Fig. 4** Comparison of chamber elevations with various bottom slope angles in case of shallow draft ( $d=8.0\text{cm}$ ),  $H_i$ =incident wave height,  $\lambda$ =wavelength

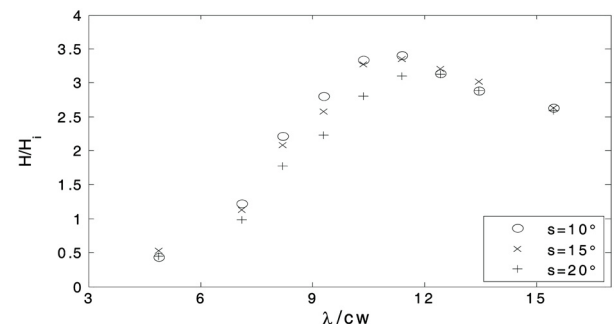
대기압과 같은 경우이다 (공기압=0). 따라서, 챔버내 수면 변위는 챔버 공기압의 영향을 받지 않고 오직 챔버 스키트 형태와 해저면 슬로프 각 그리고 입사파간의 상호작용에 의해서 결정된다.

Fig. 4에서 스키트의 홀수를 최소로 고정시킨 상태( $d=8.0\text{cm}$ )에서 해저면 슬로프 각 변화에 따른 챔버내 수면 변위를 비교하였다. 챔버 폭( $aw$ )에 대한 상대적인 입사파장이 길수록, 즉 주기가 클수록 입사파고 대비 챔버내 수면 변위는 공진주기( $\lambda/cw=8\sim 9$ )까지 대체로 증가하여 입사파고 대비 최대 2.7배 까지 증가하며 그 뒤로는 점차 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 공진주기보다 짧은 단파 영역에서는 슬로프 각에 따른 수면 변위의 차가 거의 없지만, 공진 주기보다 큰 장파 영역으로 갈수록 슬로프 각에 따른 차이가 조금씩 커짐을 알 수 있다. 장파영역에서의 이 같은 현상은 슬로프 각이 커지면서 입사파의 챔버내 진입시 천해효과로 인해 입사파고가 상대적으로 커지는 것을 의미한다. 이는 챔버 스키트의 홀수가 작은 경우, 해저면의 영향이 상대적으로 클 때 발생하는 현상으로 홀수가 큰 경우는 이 같은 천해 효과는 상대적으로 미미하게 되며, Fig. 4의 경우에도 슬로프 각에 의한 천해 효과는 크지 않음을 알 수 있고, 공진 주기도 변하지 않음을 알 수 있다.

챔버 스키트의 홀수가 Fig. 4의 경우보다 2배정도 큰 경우( $d=16.5\text{cm}$ )에 해저면 슬로프 각 변화에 따른 수면 변위의 비교를 Fig. 5에 나타내었다. 최대 수면 변위를 나타내는 공진 주기는 홀수가 가장 얇을 때( $d=8.0\text{cm}$ )의 공진주기( $\lambda/cw=8\sim 9$ )에 비해 장파 영역으로 이동( $\lambda/cw=11$ )하였음을 알 수 있다. 공진주기보다 짧은 단파영역에서는 슬로프 각이 클수록 챔버내 수면 변위가 작아짐을 알 수 있고, 공진 주기보다 큰 장파영역에서는 그 차이가 거의 없음을 알 수 있다. 이는 입사파가 짧은 경우 파의 챔버내 진입은 슬로프 각이 작을수록(챔버로의 진입폭이 커질수록) 수면 변위가 커지는 것으로, 슬로프 각이 크면 입사파 에너지의 챔버 내 진입이 어려워짐을 알 수 있다. 하지만, 장파의 경우 파의 상대적 투과성이 좋기 때문에 슬로프 각의 영향이 크지 않음을 알 수 있다.

공진 주기에서의 최대 수면 변위는 입사파고 대비 약 3.5배로, Fig. 4의 경우와 비교해 볼 때 약 40%정도 상승하였음을 알 수 있다. 또한, 슬로프 각이 커짐에 따라 공진이 발생하는 주기의 위치가 장파 쪽으로 약간 이동하였음을 알 수 있다.

Fig. 6에서는 Fig. 4와 Fig. 5의 경우와 비교하여 스키트의 홀



**Fig. 5** Comparison of chamber elevations with various bottom slope angles in case of intermediate draft ( $d=16.5\text{cm}$ )

수가 가장 깊을 때( $d=25.0\text{cm}$ )의 결과 값을 비교하였다. 이전 경우들에 비해 슬로프 각 변화에 따른 공진주기의 장파영역 이동과 이에 따른 수면변위 차이가 좀더 명확하다. 공진주기는 슬로프 각이  $10^\circ$  일때  $\lambda/cw=16$  으로 슬로프 각이 증가함에 따라 장파 영역으로 이동한다. 따라서 본 실험 모델과 같은 형태의 챔버와 입사파간의 공진 주기는 챔버 스킨트의 홀수에 큰 영향을 받을 수 있다. 앞에서 비교한 결과들처럼 장파 영역의 입사파는 챔버내로의 투과 성능이 뛰어나기 때문에 공진 주기보다 큰 경우는 슬로프 각( $s=10^\circ$  와  $s=15^\circ$  경우)에 대한 영향이 작아져서 그 차이가 거의 없지만, 슬로프 각이 최대인 경우( $s=20^\circ$ )에는 수면 변위가 오히려 감소하는 것을 관측할 수 있다. 이는 스킨트와 해저면 사이의 진입폭이 극단적으로 좁아져 입사파 에너지가 챔버내로 진입하지 못하고 구조물에 의해 반사되어 전 입사주파수 영역에서 낮은 수면 변위값을 가지는 것을 확인할 수 있다.

챔버 내 수면변위에 큰 영향을 주는 스킨트 홀수의 영향을 명확하게 알아보기 위해 슬로프 각을  $15^\circ$ 로 고정시킨 상태에서 홀수의 변화에 따른 챔버 내 수면변위의 값을 Fig. 7에서 비교하였다. 앞에서 언급한 바와 같이, 스킨트 홀수가 깊어짐에 따라 최대 수면변위가 나타나는 공진주기가 장파영역으로 이동하는 것을 다시 한 번 확인할 수 있는데, 이는 파의 투과성과 관련이 있다. 또한, 홀수에 따른 공진주기의 이동으로 인해  $\lambda/cw=8$  과 15 일때 스킨트의 홀수가 클수록 챔버내 수면변위가 높아지는 역전현상이 일어남을 알 수 있다.

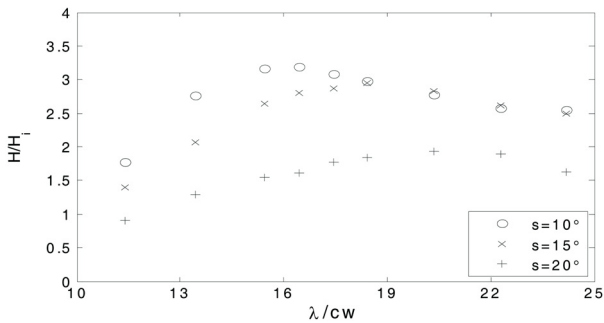


Fig. 6 Comparison of chamber elevations with various bottom slope angles in case of deep draft ( $d=25.0\text{cm}$ )

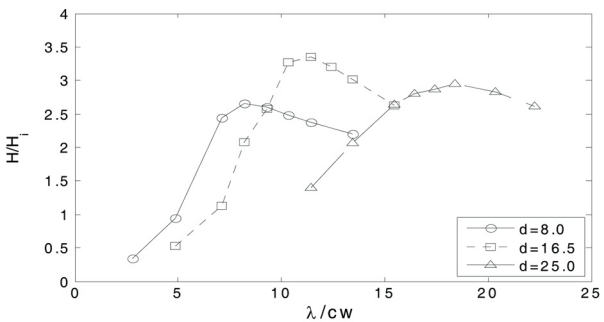


Fig. 7 Comparison of chamber elevations with various skirt drafts in case of  $s=15^\circ$

### 3.2 챔버가 부분적으로 개방된 경우

챔버가 부분적으로 개방되어 있을 때, 즉 챔버 노즐을 통해 공기 유동이 존재하고 챔버 공기압이 대기압과 다를 경우, 챔버내 수면 변위는 공기압의 영향을 받게 된다. 여기서 노즐의 지름은  $3\text{cm}$ 이다.

스킨트 홀수가 가장 작을 때( $d=8.0\text{cm}$ ), 해저면 슬로프 각에 따른 챔버내 수면 변위를 Fig. 8에서 비교하였다. Fig. 4의 결과와 비교해 볼 때, 챔버내 수면 변위가 최대가 되는 공진 주기가 장파영역으로 이동하였다( $\lambda/cw > 16$ ). 또한 공진 주기 근처에서 수면변위가 급격하게 변하는 Fig. 4와는 달리 매우 완만한 변화를 가지고 있음을 알 수 있다. 따라서 챔버내 공기압은 공진주기 이동과 공진 주기 근처의 수면 변위의 패턴에 영향을 주는 것을 알 수 있다.

또한, 공기압이 대기압인 Fig. 4의 경우는 공진주기에서 최대 수면 변위는 입사파고 대비 약 2.7배였으나, 공기압이 존재하는 Fig. 8의 최대 수면 변위는 약 2배정도로 낮다. 이는 챔버의 자유 수면에 작용하는 공기압으로 인해 자유표면 운동에 제약을 받는 것으로 해석할 수 있다. 또한, 물리적 의미에서 이는 챔버 노즐을 통과하는 공기 유동으로 인한 에너지 추출, 즉 파 에너지가 공기 유동으로 변환되었음을 의미한다.

Fig. 9은 스킨트 홀수가 중간인 경우( $d=16.5\text{cm}$ )에 슬로프 각에 대한 영향을 비교한 결과이다. 공기압의 영향이 없는 Fig. 5의 결과와 다르게 홀수의 깊이에 대한 챔버내 수면 변위의 변화가 크지 않으며, 전체적으로 Fig. 8의 결과와 유사한 경향을 나타낸다. 또한, 공진 주기 구간이 장파영역으로 이동( $\lambda/cw \approx$

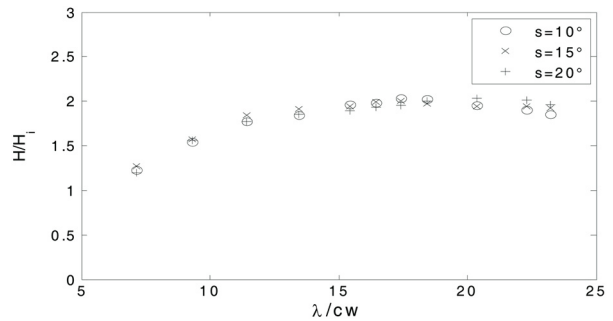


Fig. 8 Comparison of chamber elevations with various bottom slope angles in case of partial open chamber ( $d=8.0\text{cm}$ )

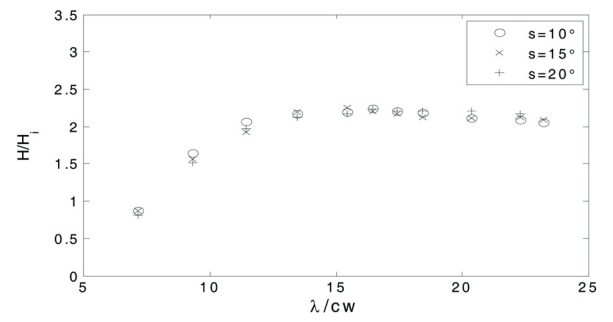


Fig. 9 Comparison of chamber elevations with various bottom slope angles in case of partial open chamber ( $d=16.5\text{cm}$ )

16)하였고, 보다 넓은 주파수 영역에서 수면 변위가 최대값을 가지는 것을 확인할 수 있다. 그리고, Fig. 8에 비해 단파 영역( $\lambda/cw=7$ )에서 상대적인 수면 변위가 작아 졌음을 확인할 수 있다. 이는 스커트 홀수가 깊어지면서 짧은 입사파의 챔버내 진입이 어려워 졌음을 의미한다.

Fig. 10는 스커트 홀수가 최대( $d=25.0\text{cm}$ )가 되었을 때의 슬로프 각에 따른 수면 변위의 변화를 비교한 결과이다. 슬로프 각이  $10^\circ$ 와  $15^\circ$ 인 경우는 Fig. 8 과 Fig. 9의 결과와 유사하게 슬로프 각 변화에 따른 영향이 그리 크지 않음을 알 수 있다. 또한, 스커트 홀수가 깊어지면서 공진 주기 구간이 장파영역( $\lambda/cw \approx 18$ )으로 이동하였음을 알 수 있다. 슬로프 각이 최대인  $20^\circ$ 의 경우 Fig. 6의 결과와 같이 전체적으로 작은 값을 가지는 것을 알 수 있다. 이는 앞서서도 언급한 것처럼, 입사파의 챔버내 진입 폭이 작아져서 파 에너지의 유입이 제한되기 때문이다. 따라서 Fig. 6의 결과와 비교해 볼 때, 슬로프 각  $20^\circ$ 의 경우는 공기압의 영향이 상대적으로 작은 것을 알 수 있다. 따라서 챔버 공기압의 영향은 스커트 홀수가 너무 깊어 입사파 진입폭이 극단적으로 작은 경우를 제외하면, 대체로 공진 주기의 장파 영역 이동과 구간 영역 확대, 그리고 슬로프 각의 영향을 상대적으로 감소시키는 것을 알 수 있다.

Fig. 11은 챔버 공기압의 영향을 구체적으로 확인하기 위해 공기압이 존재하는 경우와 그렇지 않은 경우를 각각 비교하였다. 여기서 슬로프 각은  $15^\circ$ 로 고정하였고, 두 종류의 스커트 홀수를 고려하였다. 챔버 공기압이 없을 경우(open), 홀수가 깊어짐에 따라 공진 주기가 장파영역으로 뚜렷이 증가함을 알 수

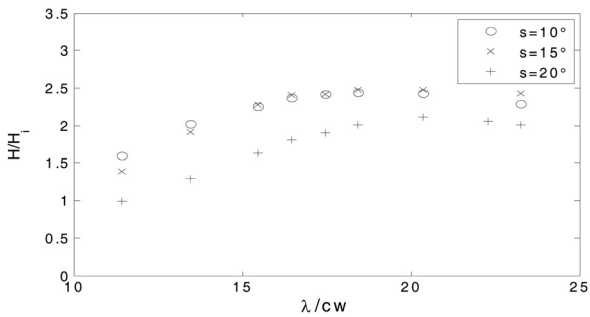


Fig. 10 Comparison of chamber elevations with various bottom slope angles in case of partial open chamber ( $d=25.0\text{cm}$ )

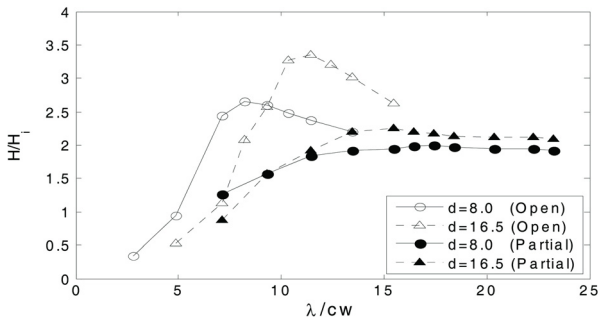


Fig. 11 Comparison of chamber elevation with various skirt drafts in both chamber conditions ( $s=15^\circ$ )

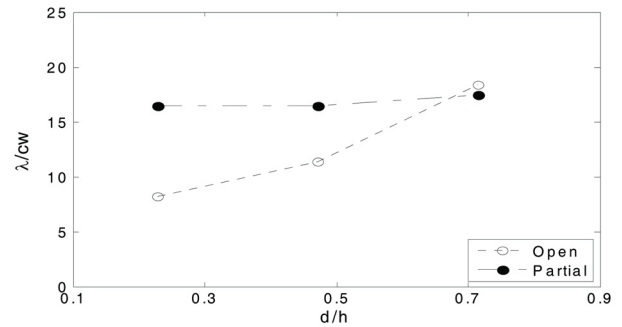


Fig. 12 Variation of natural frequency with relative skirt draft( $d$ ) and water depth( $h$ ) ( $s=20^\circ$ )

있지만, 공기압의 영향이 있을 경우(Partial open), 그 이동 범위가 상대적으로 작음을 알 수 있다. 또한, 공기압으로 인해 최대 수면 변위 값은 작아지지만, 전체적으로 완만한 값을 가지게 된다.

Fig. 12은 스커트 홀수 변화 및 공기압으로 인한 공진주기의 이동을 파악하기 위해 수심 대 홀수비( $d/h$ )에 따른 공진 주기의 변화를 나타내었다. 공기압이 없는 경우(Open) 수심 대 홀수비에 따라 공진 주기가 점점 길어짐(8 에서 16으로 이동)을 알 수 있다. 하지만 공기압의 영향이 존재할 경우(Partial)는 홀수가 커지더라도 최대 수면 변위를 갖는 공진 주기가 거의 차이가 없음을 알 수 있고, 그 위치도 챔버 폭 대비 약 15배 이상의 장파영역에서 형성됨을 알 수 있다. 따라서, 진동 수주형 파력 발전기의 에너지 추출 효율의 계산에서 챔버 공기압의 영향은 반드시 고려해야 할 중요 인자임을 알 수 있다.

#### 4. 결 론

본 실험 연구는 고정식 진동 수주형 파력발전기의 최대 에너지 추출을 위한 최적 형상을 예측하고, 발전기 형상 초기설계에 필요한 기본적인 설계인자들의 영향력을 파악하는데 있다.

2차원 수조를 이용하여 모델을 제작하고 챔버 스커트 홀수와 해저면 슬로프 각의 변화, 그리고 챔버의 공기압의 영향 (챔버 노즐 유무)등 총 18가지의 모델을 실험하여 각 변수에 따른 챔버내 수면 변위를 비교 분석하였다.

챔버가 완전히 개방되어 챔버내 공기압이 대기압과 같은 경우, 스커트의 홀수가 커질수록 최대 수면 변위를 가지는 공진 주기가 장파영역으로 이동함을 확인할 수 있었고, 입사파고 대비 최대 수면 변위 값도 증가하였다. 또한, 입사파장의 길이에 따른 챔버내 투과성의 차이로 인해, 단파영역에서는 챔버 수면 변위 값이 작고 장파영역에서는 대체로 수면 변위가 큰 것을 알 수 있다. 해저면 슬로프 각에 대한 영향은 각이 증가함에 따라 공진주기 이전의 짧은 파장에서는 대체로 작아짐을 알 수 있었다. 이는 챔버 내 투과성이 상대적으로 작은 단파에서 슬로프 각의 증가에 따른 파 에너지의 유입이 제한되기 때문이다.

챔버 내 공기압이 존재할 경우, 공기압의 영향이 없는 경우에 비해 공진 주기가 장파영역으로 이동하였고 공진 주기 이후에 수면 변위가 매우 완만한 변화를 가지고 있음을 알 수 있었다. 따라서 챔버내 공기압은 공진주기 이동과 공진 주기 영역에서 수면 변

위 패턴에 영향을 주는 것을 알 수 있었다. 슬로프 각의 영향은 상대적으로 작은 것으로 파악되었다. 수심 대 흡수비에 따른 공진주기의 이동은 오픈 챔버의 경우 공진 주기가 현격히 이동함을 확인할 수 있지만, 공기압의 영향이 있을 경우 최대 수면 변위를 가지는 공진 주기의 이동은 거의 없음을 알 수 있었고, 그 주기도 챔버 폭 대비 약 15배 이상의 장파영역에서 형성됨을 알 수 있다.

본 실험을 통해 고정식 진동수주형 파력 발전기의 초기 설계에 필요한 기본적인 형상 인자들의 영향을 파악하였고, 특정 입사 주파수 영역에 대한 최대 수면 변위를 가지는 최적화 형상을 위해서는 스커트 흡수와 챔버 공기압의 영향이 반드시 고려되어야 한다고 판단된다.

### 후 기

본 연구는 한국연구재단의 신진교수연구지원(기초연구사업)의 지원을 받아 수행 되었습니다(KRI-2010-0003781-D00171).

### 참 고 문 헌

경조현, 홍사영, 홍도천 (2006). "진동수주형 파력발전기의 에너지 흡수효율 해석", 한국해양공학회지 제20권, 제4호, pp 64-69.

구원철, 김무현, 최윤락 (2010). "고정식 진동수주형 파력 발전 장치의 챔버 유동 및 파에너지 변환효율 해석", 대한조선학회 논문집, 제47권, 제3호, pp 388-397.

김성근, 박노식, 박인규 (1996). "고정식 진동수주형 파력발전기에 관한 실험적 연구" 한국해양공학회지, 제10권, 제2호, pp 136-145.

Kim, S., Ryu, W., Shin, S. and Hong, K.(2009). "The Efficiency of the OWC Wave Energy Converter Based on Experiments." Proc. of the Korean Society of Ocean Engineers, Geoje, pp 143-146.

Masuda Y. and Miyazaki, T. (1979), "Wave Power Electric Generation Study in Japan", Proc. of Wave and Tidal Energy Symposium, British Hydrodynamics Research Associates, Paper C.

Washio, Y., Osawa, H., Nagata, Y., Furuyama, H. and Fujita, T. (2000). "The Offshore Floating Type Wave Power Device 'Might Whale' Open Sea Test", Proc. of the 10th International Offshore and Polar Engineering Conf., Vol 1, ISOPE, Seattle, USA, pp 373-380.

---

2012년 3월 12일 원고 접수

2012년 5월 21일 심사 완료

2012년 6월 21일 게재 확정