

파력발전용 수조실의 수면 운동 변화에 대한 실험적 연구

Kesayoshi Hadano* · 문병영**† · 이성범** · 김광중**

The Experimental Study about Kinetic Change of Water Surface in the Chambers for Wave Energy Converter

Kesayoshi Hadano*, Byung-Young Moon**†, Seong-Beom Lee**, Kwang-Jung Kim**

Key Words : Wave Energy convert(해양에너지), Vertical motion of water(물 수직운동), water chambers(수조실), wave direction(파도의 방향), wire tension(장력)

ABSTRACT

Experimental results are given for the vertical motion of water in the water chambers for wave energy converter aligned along the wave propagation direction in order to avoid the impulsive wave forces. This paper mainly focuses on the property of the amplitude of the vertical motion of the water surface in the chambers. The amplification has been investigated by dimensionless parameters of wave period to resonance period ratio of the U-shaped oscillation, T/T_r , chamber size to wave length ratio, l/L , water depth to wave length ratio, h/L , amplitude of up-down motion of water particles to draft of the front wall ratio, ζ/D . It has been shown that l/L should be less than 0.1 and as T/T_r approaches unity the up-down of the water in the chambers is amplified. Also, the structure of the walls which form the water chambers has been examined roughly. It is deduced that the chambers set on both sides of the hull of a single-point moored floating vessel is preferable to those set along a fixed structure such as breakwaters.

1. 서론

산업혁명 이후, 산업의 발전에 수반되어 인간의 경제활동이 활발해지면서, 화석연료(석탄, 석유 등) 대량으로 소비하게 되어 대기 중에 온실 가스의 배출량이 매년 증가하고 있다. 인위적으로 배출된 온실가스 중, 이산화탄소의 배출량은 약 60%를 차지해서 한국의 이산화탄소의 총 배출량(2009년)은 약 12억 4200만 톤이며, 국민 일인당의 배출량으로 환산하면 약 10.07톤이다. 이산화탄소 농도가 상승하면, 지구온난화가 발생되어 평균 기온·해수면의 상승이나 이상 기상 등 인류에게 있어 중대한 문제가 발생된다. 지구온난화가 주는 악영향을 방지하기 위해서, 1994년 3월에 기후변화협약이 발효되었다. 대기 중의 온실가스의 농도를 안정화시켜 장래의 기후를 보호하기 위해서 1995년 이후, 기후변화협약 체

결국 회의(COP)가 매년 개최되어 최근에는 제15회 체결국 회의(COP15)가 덴마크에서 개최되었다.

지구온난화 문제를 해결하는 한편, 세계 각지에서 에너지 문제가 심각화 되고 있다. 에너지 문제를 해소하기 위해서, 화석연료를 대신하는 대체에너지로서 환경부하가 적고, 지구 환경 문제에 대응할 수 있는 자연에너지를 이용한 재생에너지의 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 한국에서는 1997년에 「신에너지 이용 등의 촉진에 관한 특별 조치법(신에너지법)」이 에너지 정책으로서 시행되었다.

발전단가가 저렴한 풍력발전, 바이오매스(Biomass)발전은 벌써 실용화 단계에 이르러, 한국의 에너지 절약 정책의 일환으로서 기술개발이나 설비도입이 추진되고 있다. 해양에너지는 태양광이나 풍력발전과 비교해 안정되어, 에너지밀도는 공기의 약 800배이며, 시간변화에 대한 변동이 크다. 그리고

* 일본야마구치대학 해양환경공학과 (Graduate School of Science & Engineering, Hydraulic Engineering, Yamaguchi University)
** 군산대학교 조선공학과 (Kunsan National University, Department of Naval Architecture)
† 교신저자(Corresponding Author), E-mail : moonby@kunsan.ac.kr

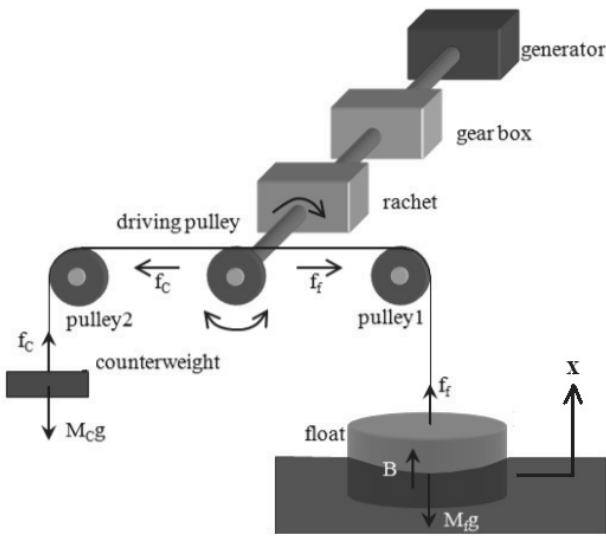


Fig. 1 Mimic diagram of float-counterweight wave energy converter

바람은 항상 어딘가에서 발생해 외양에 접한 해역에서는 항상 파도가 생기고 있는 것으로서, 에너지 밀도가 높은 자원으로 알려져 있다. 해양에너지를 이용하는 발전으로서는 파력, 해류, 조류, 조석, 해양온도차, 염분 농도차 발전이 있는데, 본 연구실에서는 파력발전에 주목해 연구를 실시하고 있다.

2. 파력발전장치의 개요

2.1. 부유체-균형추식 파력발전장치의 개요

본 연구에서는 가동물체형 파력발전으로 문제가 되어 있는 구조강도를 개선한 부유체-균형추식 파력발전 장치의 연구를 실시하고 있다. Fig. 1과 같이 파력발전장치는 Pulley, Counterweight, Rotor conversion, 변속기, 발전기로부터 구성되는 파력에너지 변환장치이다. 부유체(Float)와 Counterweight를 wire의 양단에 연결해, Float를 수면에 띄워 물결의 힘에 의해 Float가 상하 운동하는 것에 의해 wire를 타 구동 Pulley에 반전 반복운동을 한다. 그 반전 반복 운동을 Rotor Conversion에 의해 한 방향의 회전으로 변환해 변속기에 의해 주기를 증폭시키는 일에 의해 전력이 발생된다. 이 방식은 wire의 사용에 의해 가동물체(Float)와 동력을 변환 전달하는 기계부분을 구조적으로 분리해 설치나 유지보수를 용이하게 하고 있다. 또, 매우 간단한 구조가 되어 있으므로 저비용이기 때문에 실용화 될 가능성이 매우 높다.

2.2. 본 연구의 목적

부유체-균형추식 파력발전장치의 동력원은 물결의 작용에 의한 Float이 상하운동이다. 그렇지만, 실제의 해역에 부

유체(Float)를 띄웠을 경우, Fig. 2에 나타나듯이 각 방향에 대해서 흔들림을 일으켜, 게다가 각 축을 중심으로 회전을 일으키는 등 복잡하게 운동한다. 이 때문에 부유체(Float)가 상하운동하지 않는 경우가 생긴다. 따라서, 본 연구에서는 그림 2-3에 나타내는 것 같은 부유체(Float) 외주부에 수조실로 불리는 격벽을 만들어 물결을 그 수조실의 하부로부터 유입시켜 수면의 상하운동만을 일으킬 방법이 고안되었다. 그렇지만, Fig. 3과 같이 파도의 방향에 대해서 수직에 배치한 수조실은 그 격벽에 작용하는 파력이 커져 수조실의 구조강도가 필요하다. 또 반사파도 커져, 거기에 따라 투과파가 작아지는 것으로 수조실 내의 수면변화가 작아질 가능성이 있다. 이러한 일로부터 Fig. 4에 나타내는 것과 같은 가파를 이용한 구조의 수조실이 고안되었다. Fig. 4에서 보면 바다 방파제는 화살표 방향에 따라 물결이 발생하고 있어 그 가파를 이용하는 것을 생각해 보았다.

본 연구는 부유체-균형추식 파력발전장치에 수조실을 도입하는 것을 선정해서, 조파 수조에 의한 가파를 이용하는 수조실 내부의 수면 변화를 조사하였다. 특히, 파랑조건과 수조실의 제원의 관계를 분명하게 하여 향후 수조실의 설계에 활용하는 것을 목적으로 하고 있다. 또 수조실 내는 다수의 방으로 나누어져 있어 본 장치를 다수 연결시키는 것을 가능하도록 하고 있다. 본 장치의 발전구조로서 물결의 작용에 의한 부유체(Float) 상하운동이지만, 부유체(Float)가 하강할 때의 움직임에서만 발전하고 있다.

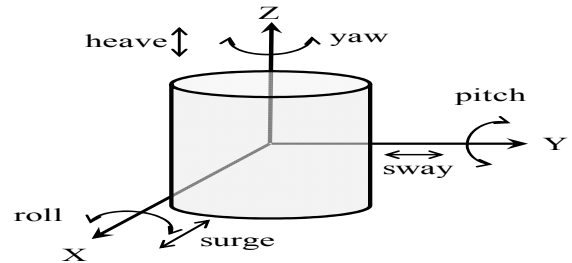


Fig. 2 Motion direction of a float

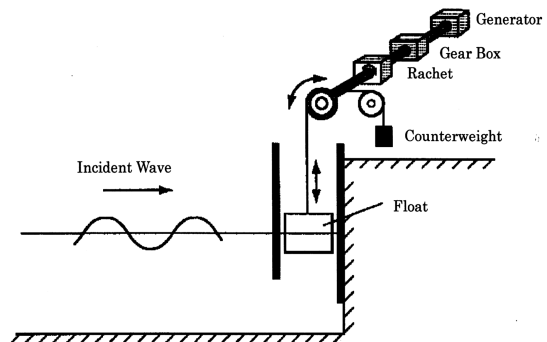


Fig. 3 Conceptual diagram of bulkhead around float

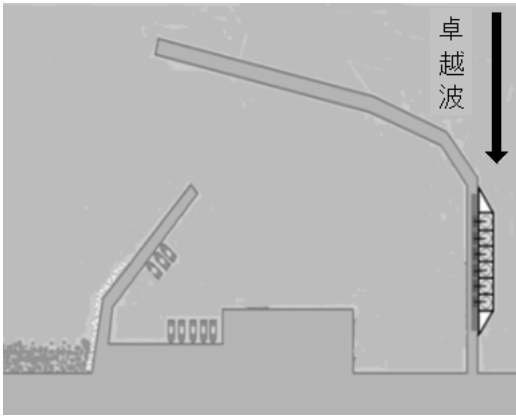


Fig. 4 The utilization of wall wave

3. 파력발전용 수조실

3.1. 실험개요

수조실의 유사 모형을 이용해 수조실 내부의 수면 변화를 측정하기 위해서 조파회류수조장치에서 실험을 하였다. 사용된 조파회류장치는 길이가 50미터 이상의 수조실 (전체길이 41.0m, 폭 0.8m)으로 실험을 실시했다.

수조실은 한 변이 길이가 20cm의 정방형의 6개로 되어있고, 양단은 물결의 충격을 받아 넘기는 현상을 하고 있다.

3.2. 실험조건

수조 수심 50cm, 55cm, 60cm의 세 가지 방법으로 해서, 유사 수조실 모형은 하단으로부터 수심을 40cm, 45cm, 50cm의 세가지 방법의 위치에 고정하기 위해서, 수조실의 흘수심은 수조실 하단으로부터 높이 40cm, 45cm, 50cm로 각

각의 수심이 45cm, 50cm, 55cm일 때 5cm, 수심이 50cm, 55cm, 60cm일 때 10cm, 수심이 55cm, 60cm, 65cm일 때 15cm가 된다. 게다가, 주기가 1초, 2초, 3초의 세가지 방법, 파고는 4cm, 6cm, 8cm, 10cm의 네 가지 방법의 합계 36개의 방법으로 했다. 그 실험 조건을 Table 1과 2에 나타냈다.

3.3. 실험방법

실험조건에 따라, 전체 36개 방법을 각 파 3회씩 조파실험을 실시했다. Fig. 5과 같이 파고계를 설치했다. 여기서, 상류측으로부터 각 파고계를 ch.1~ch.6이라고 붙여서, 유사 수조실 모형의 각 부분을 상류측으로부터, 수조실 No.1~No.6이라 지칭했다. 또, Fig. 6은 수조실, 파고계를 설치했을 때의 수조의 전경을 나타냈다. 조파판으로부터 27.0m에 파고계 ch.1을 설치해서, 진행파의 파고를 측정하였다. 또, 조파판으로부터 31.80m에 파고계 ch.6을 설치해서, 수로 중단으로부터의 반사파를 측정하였다. 게다가 수조실 No.1에 파고계 ch.2, 수조실 No.3에 파고계 ch.4로 수조실 No.5에 파고계 ch.5를 설치해서, 파고계 ch.3을 설치해서, 수조실 내부의 수면변화를 측정하였다. 마지막으로 수조실과 수로의 한가운데의 위치(조파판으로부터 29.83m의 위치)에 설치했다.

계측시간은 조파 시작부터 파고계 ch.6의 파고 변동 그래프보다 수로 중단으로부터의 반사파의 영향을 받기 전의 시간까지로 해서 진행파에 의한 파고계의 수면 변화를 측정하였다. 계측시간 간격으로 각 파고계로부터 계측된 수면변화를 제로업 크로스법에 의해 평균파의 파고와 주기를 각각 산출하였다. 계측 중 수조실 내의 수면변화를 비디오 촬영하여 수조실 내의 수면변화를 관찰하였다.

Table 1 Experimental condition
(Height 40cm from the bottom of chamber)

Wave Flame Experiment											
Exp. No.	Water depth (m)	Draft (m)	Wave Period (s)	Wave height (m)	Wave length (m)	Exp. (m)	Water depth (m)	Draft (m)	Wave Period (s)	Wave height (m)	Wave length (m)
1	0.45	0.05	1	0.039	1.492	19	0.5	0.1	1	0.079	1.513
2	0.45	0.05	2	0.039	3.884	20	0.5	0.1	2	0.082	4.056
3	0.45	0.05	3	0.039	6.091	21	0.5	0.1	3	0.078	6.396
4	0.45	0.05	1	0.061	1.492	22	0.5	0.1	1	0.096	1.513
5	0.45	0.05	2	0.069	3.884	23	0.5	0.1	2	0.104	4.056
6	0.45	0.05	3	0.06	6.091	24	0.5	0.1	3	0.097	6.396
7	0.45	0.05	1	0.078	1.492	25	0.55	0.15	1	0.037	1.528
8	0.45	0.05	2	0.077	3.884	26	0.55	0.15	2	0.038	4.215
9	0.45	0.05	3	0.078	6.091	27	0.55	0.15	3	0.036	6.682
10	0.45	0.05	1	0.098	1.492	28	0.55	0.15	1	0.057	1.528
11	0.45	0.05	2	0.099	3.884	29	0.55	0.15	2	0.056	4.215
12	0.45	0.05	3	0.099	6.091	30	0.55	0.15	3	0.057	6.682
13	0.5	0.1	1	0.04	1.513	31	0.55	0.15	1	0.075	1.528
14	0.5	0.1	2	0.038	4.056	32	0.55	0.15	2	0.077	4.215
15	0.5	0.1	3	0.037	6.396	33	0.55	0.15	3	0.079	6.682
16	0.0	0.1	1	0.057	1.513	34	0.55	0.15	1	0.099	1.528
17	0.5	0.1	2	0.061	4.056	35	0.55	0.15	2	0.096	4.215
18	0.5	0.1	3	0.057	6.396	36	0.55	0.15	3	0.097	6.682

Table 2 Experimental condition
(Height 50cm from the bottom of chamber)

Wave Flame Experiment											
Exp. No.	Water depth (m)	Draft (m)	Wave Period (s)	Wave height (m)	Wave length (m)	Exp. (m)	Water depth (m)	Draft (m)	Wave Period (s)	Wave height (m)	Wave length (m)
37	0.55	0.05	1	0.043	1.528	55	0.6	0.1	1	0.078	1.538
38	0.55	0.05	2	0.038	4.215	56	0.6	0.1	2	0.078	4.362
39	0.55	0.05	3	0.039	6.682	57	0.6	0.1	3	0.081	6.952
40	0.55	0.05	1	0.058	1.528	58	0.6	0.1	1	0.098	1.538
41	0.55	0.05	2	0.059	4.215	59	0.6	0.1	2	0.102	4.362
42	0.55	0.05	3	0.06	6.682	60	0.6	0.1	3	0.101	6.952
43	0.55	0.05	1	0.082	1.528	61	0.65	0.15	1	0.036	1.546
44	0.55	0.05	2	0.08	4.215	62	0.65	0.15	2	0.039	4.498
45	0.55	0.05	3	0.077	6.682	63	0.65	0.15	3	0.04	7.207
46	0.55	0.05	1	0.098	1.528	64	0.65	0.15	1	0.059	1.546
47	0.55	0.05	2	0.099	4.215	65	0.65	0.15	2	0.058	4.498
48	0.55	0.05	3	0.102	6.682	66	0.65	0.15	3	0.053	7.207
49	0.6	0.1	1	0.04	1.538	67	0.65	0.15	1	0.077	1.546
50	0.6	0.1	2	0.039	4.362	68	0.65	0.15	2	0.079	4.498
51	0.6	0.1	3	0.038	6.952	69	0.65	0.15	3	0.078	7.207
52	0.6	0.1	1	0.06	1.538	70	0.65	0.15	1	0.098	1.546
53	0.6	0.1	2	0.061	4.362	71	0.65	0.15	2	0.101	4.498
54	0.6	0.1	3	0.06	6.952	72	0.65	0.15	3	0.098	7.207

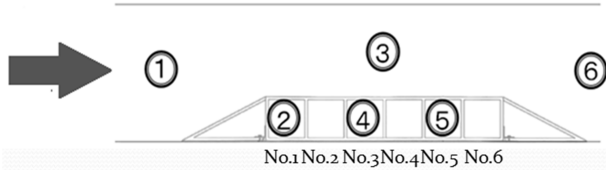


Fig. 5 Location of wave height gauges

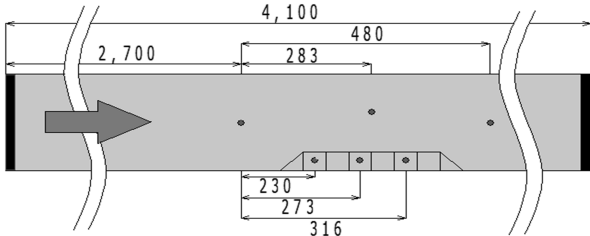


Fig. 6 Chamber in water tank and location of wave height gauges

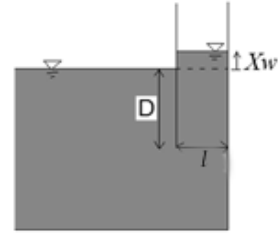


Fig. 7 Up and down motion of water surface in chamber

각속도 식으로 보면,

$$w = \frac{2\pi}{T_r} = \sqrt{\frac{g}{D}} \quad (3)$$

여기서, w 는 각속도, T_r 는 고유주기이다. 식(3)을 정리하면,

$$T_r = 2\pi\sqrt{\frac{D}{g}} \quad (4)$$

4. 수조실 실험의 실험결과와 고찰

4.1. 주기비와 증폭율의 관계

수조실 전방의 파고계 ch.1으로 산출된 평균 파고에 대한 각각의 파고계로 산출된 평균 파고의 비, 즉 증폭율을 각 파고계로 측정하였다. 아래와 같은 각 제원에 대한 증폭율 변화를 고찰하였다. 덧붙여 이후의 결과는 모두 파면이 거칠어진 물결의 조건(주기 1초시)은 제외해야 하였다.

우선, 수조실 내의 수괴의 고유 주기를 요구하기 때문에, 수조실 내의 수면의 상하운동의 운동방정식을 도출하였다. 덧붙여 물과 관벽 사이의 마찰이나 물의 점성 등의 영향은 무시하였다. 평균 수위(Fig. 7의 파선)을 원점으로서 아랫방향을 정방향으로 하였다. 또, 이번 실험의 물결은 미소 진폭 파의 천해파에 속하는 것으로부터, x_w 의 변화량은 작다고 생각해서 수조실 내의 수면의 지량은 변화하지 않는다고 가정하였다. 따라서, 수면 변위의 운동방정식은

$$\rho DA \frac{d^2 x_w}{dt^2} = -\rho g A x_w \quad (1)$$

여기서, ρ 는 물의 밀도, D 는 수조실의 수심, A 은 수조실 내의 수면의 단면적, x_w 는 수면 변위이다. 식 (1)을 정리하면 다음과 같이 된다.

$$\frac{d^2 x_w}{dt^2} + \frac{g}{D} x_w = 0 \quad (2)$$

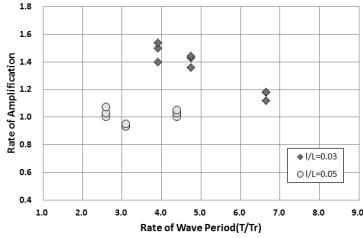
여기에서, 주기비(T/T_r)과 증폭율의 관계를 각 수조실(수조실 No.1, No.3, No.5)로 나타내었다. a)~c)는 수조실 No.1, d)~f)는 수조실 No.3, g)~i)는 수조실 No.5로 측정 한 결과이다. 그 결과 그래프는 Fig. 8에 나타냈다. 또, 가로축에 주기비(T/T_r), 세로축에 증폭율을 나타냈으면, 범례는 수조실 폭·파장비(l/L)로 나타냈다.

전체적인 결과로 보면, 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율은 커지고 있는 것이 많다. 수조실의 방 별개로 보면, 가장 물결 위쪽의 수조실 No.1 a)~c)에서는 $l/L=0.03$ 의 경우는 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율에 격차를 볼 수 있다. c)의 조건에서는 주기비가 1에 가까워지는 것에 따라 증폭율은 감소하고 있다. $l/L=0.05$ 의 경우는 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율도 커지고 있다. 중간 수조실 No.3 d)~f)에서는 $l/L=0.03$ 의 경우는 주기비가 변화해도 증폭율은 변화하지 않는다. f)의 조건에서는 주기비가 1에 가까워지는 것에 따라 증폭율은 감소하고 있다. $l/L=0.05$ 의 경우도 수조실 No.1과 같이 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율도 커지고 있지만, 수조실 No.1과 비교해 커지는 비율이 크다. 가장 물결 아래쪽의 수조실 No.5 g)~i)로부터 $l/L=0.03$ 의 경우는 수조실 No.3과 같이 주기비가 변화해도 증폭율은 변화하고 있지 않지만, 증폭율 자체는 수조실 No.3보다 한층 더 작다. $l/L=0.05$ 일 경우는 수조실 No.1, No.3과 같이 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율도 커지고 있어 그 변화율도 수조실 No.3하고 동일한 정도이다. i)의 경우만 $l/L=0.05$ 일 때 주기비가 3.2일 때의 증폭율이 가장 큰 것으로 나타났다.

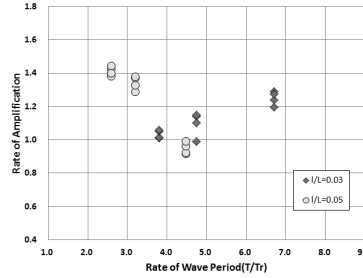
이상으로부터, 주기비가 1에 가까워지는 만큼 l/L 가 큰 경

우는 증폭율이 커져서, l/L 가 작은 경우는 주기비가 1에 가까워도 증폭율은 변화하지 않는 것을 알았다. 또, 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율이 커지지만, 전방보다 중앙에서

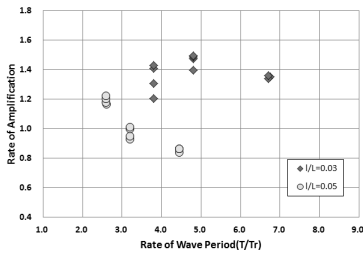
후방의 수조실이 증폭율은 커지지만 예외로서 수조실 하단으로부터의 높이 50cm일 때의 $l/L=0.05$ 의 일부 조건의 결과에서 차이가 나는 것을 볼 수 있다.



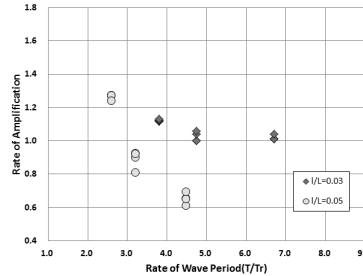
a) Height 40cm from the bottom of chamber, chamber No.1



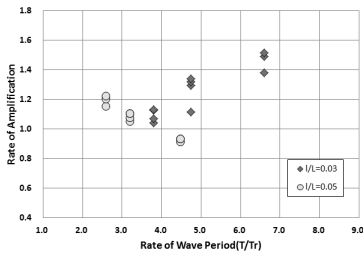
f) Height 50cm from the bottom of chamber, chamber No.3



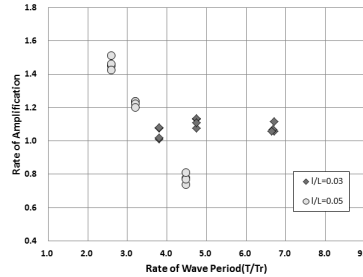
b) Height 45cm from the bottom of chamber, chamber No.1



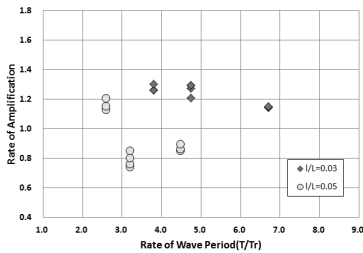
g) Height 40cm from the bottom of chamber, chamber No.5



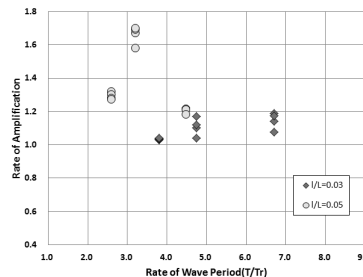
c) Height 50cm from the bottom of chamber, chamber No.1



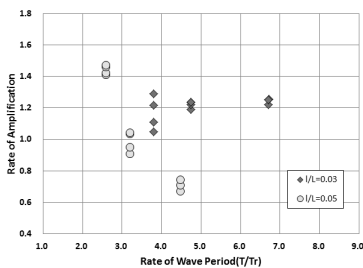
h) Height 45cm from the bottom of chamber, chamber No.5



d) Height 40cm from the bottom of chamber, chamber No.3

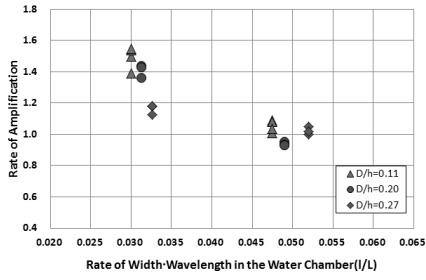


i) Height 50cm from the bottom of chamber, chamber No.5

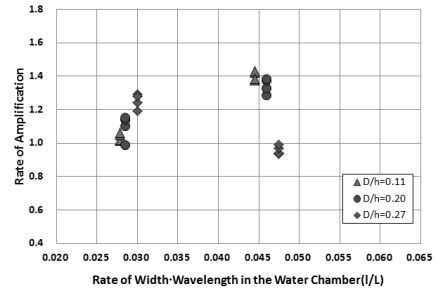


e) Height 45cm from the bottom of chamber, chamber No.3

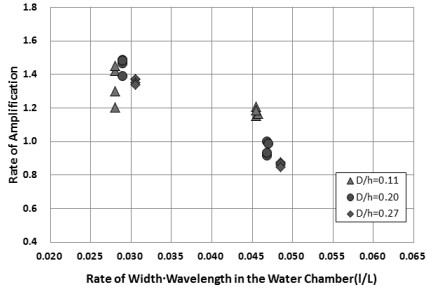
Fig. 8 Relation between the rate of wave period (T/T_r) and the rate of amplification (Cal. by: l/L)



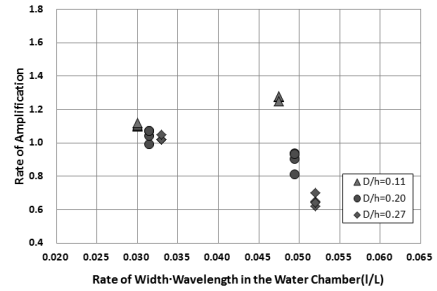
a) Height 40cm from the bottom of chamber, chamber No.1



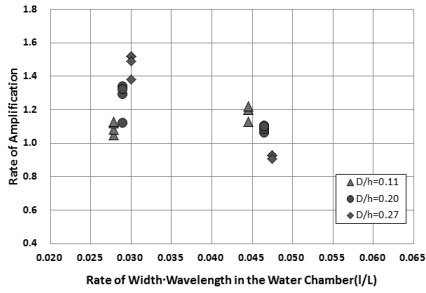
f) Height 50cm from the bottom of chamber, chamber No.3



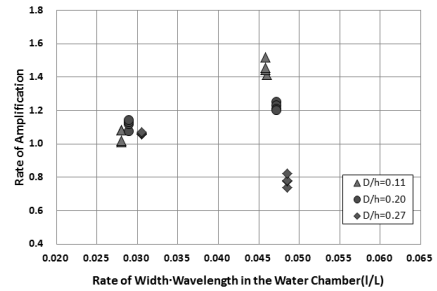
b) Height 45cm from the bottom of chamber, chamber No.1



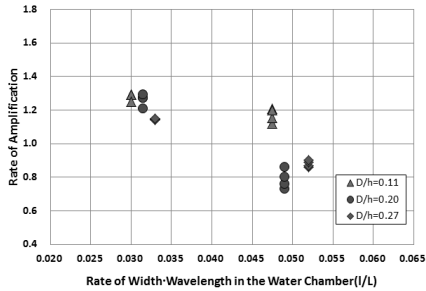
g) Height 40cm from the bottom of chamber, chamber No.5



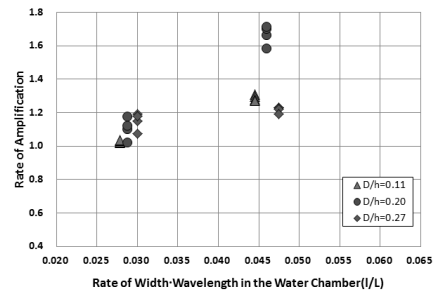
c) Height 50cm from the bottom of chamber, chamber No.1



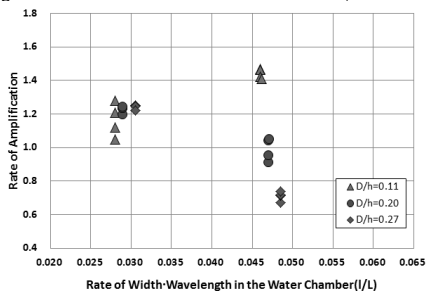
h) Height 45cm from the bottom of chamber, chamber No.5



d) Height 40cm from the bottom of chamber, chamber No.3



i) Height 50cm from the bottom of chamber, chamber No.5



e) Height 45cm from the bottom of chamber, chamber No.3

Fig. 9 Relation between the rate of wave length(l/L) and the rate of amplification (Cal. by D/h)

4.2. 수조실 폭·파장비와 증폭율의 관계

수조실 폭·파장비(l/L)과 증폭율의 관계를 각 수조실 (No.1, No.3, No.5)로 알아보았다. 그 결과를 Fig. 9에 나타냈다. a)~c)는 수조실 No.1, d)~f)는 수조실 No.3, g)~i)는 수조실 No.5로 나타냈다. 게다가, 수조실의 방 별개로 수조실 하단에서부터 높이로 각각 나누고 있다. 또 횡축에 수조실 폭·파장비(l/L), 세로축에 증폭율을 나타냈다. 범례는 수조실의 흘수심/수심비(D/h)로 표현했다.

수조실 No.1 a)~c)에서는 l/L 가 커지는 것에 따라 증폭율은 작아지고 있다. $l/L \approx 0.03$ 의 경우는 D/h 의 변화에 따라 증폭율의 변화의 폭이 작지만, $l/L \approx 0.45 \sim 0.50$ 의 경우는 그 변화의 폭은 커지고 있다. 또, 수조실 하단에서부터 높이가 높아지는 것에 따라 $l/L \approx 0.03$, $D/h \approx 0.10$ 의 조건에서는 증폭율이 커지고 있다. 수조실 No.3 d)~f)의 경우는 $D/h = 0.09 \sim 0.11$ 과 $D/h = 0.17 \sim 0.20$ 의 경우는, l/L 가 커지는 것에 따라 증폭율은 작아지고 있지만, $D/h = 0.23 \sim 0.27$ 의 경우는 증폭율이 커지고 있다. 또, 수조실 No.1으로 같이 비교했을 때, $l/L \approx 0.03$ 의 경우는 D/h 의 변화에 의한 증폭율의 변화의 폭은 작지만, $l/L \approx 0.045 \sim 0.050$ 의 경우는 모든 높이에 대해서도 $D/h \approx 0.23 \sim 0.27$ 의 조건이 증폭율은 큰 값으로 나타내고 있다. 또, 수조실 하단에서부터 높이 45cm일 때에 그 변화의 폭은 현저하게 커지고 있다. 수조실 No.5 g)~i)의 경우는 $l/L \approx 0.05$ 일 때, $D/h \approx 0.09 \sim 0.11$ 의 조건에서는 증폭율이 약 1.0정도 이지만, D/h 가 커지면 증폭율이 증가하는 경향을 알 수 있다. 그러나, i)에서는 $D/h \approx 0.23 \sim 0.27$ 일 때의 증폭율이 $D/h \approx 0.17 \sim 0.20$ 일 때의 증폭율보다는 증폭율이 낮게 나타나는 경향이 있다. 수조실 하단에서부터 높이 50cm, $D/h = 0.23$ 의 조건은 모든 조건 중에서 최고 수심이다. 일정 수심을 넘으면, 증폭율의 증가에 대한 평가를 할 수가 없다. 또, 수조실 No.1, No.3에서 보면 $l/L \approx 0.03$ 의 경우는 D/h 의 변화에 의한 증폭율의 변화의 폭은 작지만, $l/L \approx 0.05$ 의 경우는 그 변화의 폭은 커지고 있다.

5. 결 론

파력발전용 수조실 내의 수면 변화에 대한 실험적으로 고찰을 하였으며, 그 실험결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 1) 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율이 커지지만, 전방에서보다 중앙부터 후방의 수조실이 증폭율은 커진다.
- 2) l/L 가 큰 경우($l/L = 0.05$), 주기비가 1에 가까워지는 만큼 증폭율이 커지는 것이 확인되었다.
- 3) l/L 가 작은 경우($l/L = 0.03$), 주기비가 1에 가까워져도

증폭율은 변화하지 않는 것이 확인되었다.

- 4) l/L 가 큰 경우, 전방의 수조실은 h/L 의 증가에 의해 증폭율이 커지는 것이 확인되었다.
- 5) l/L 가 큰 경우, 중앙과 후방의 수조실은 h/L 가 커지면, 증폭율이 커지는 것이 확인되었다.

이번 실험으로 수조실에 의한 증폭효과를 확인할 수 있었고, 수면 상하운동만으로 부유체의 가동을 조사할 필요가 있었다. 향후는 U자형 조파장치에 의해 부유체의 상하운동으로부터 발전하는 실험을 실시할 예정이다.

이번 결과를 이용해서, 실제 해역에서의 조건을 파악하여 그 조건에 유리한 수조실의 설계 등에 활용할 전망이다.

후 기

본 연구는 2013년도 호남씨그랜드센터 연구개발과제(해양구조물의 계류장치 최적설계연구)와 2013년도 호남광역경제권 선도산업 산업생태계지원 사업(그린·레저 선박 기자재 개발을 위한 기술인력 지원)의 지원으로 연구되었습니다.

REFERENCES

- (1) Agency for Natural Resources and Energy Ministry of Economy, Trade and Industry: Japan's Energy, 2008.
- (2) New Energy and Industrial Technology Development Organization(NEDO): New Energy Guide Book, 2008.
- (3) Butch Watanabe, Condo Suknang: Wave Power in the 21 st century as a clean development [From the application to the principle], the power company, 2005.
- (4) Shimizu Haenghwan ed.: Natural energy utilization studies aim to playback of the global environment (Revised), Power Corporation, pp. 161-194, 1999.
- (5) Watanabe Tomiharu: Power's wave power toward the practical use (Energy of the sea to be interesting), pp.23-90, 2009.
- (6) Hatano robe righteousness, TaneUra Keisuke, Makoto Watanabe, Kimihiko Nakano, Shun Saito, Matsuura Masami : Dynamics of floating wave energy conversion, JSCE B, Vol62, No.3, pp. 270-283, 2006.
- (8) Keisuke Taneura, Kesayoshi Hadano, Pallav Koirala, Hironori Matsuzaki, Eiji Kawano and Tetsuya KUSANO: Float-Counterweight Type Wave Power Generation System: Experiments in Open Sea, Proceeding 21st International Offshore and Polar Engineering Conference, pp.701-708, 2011.