

공기방울 첨가에 의한 부유식 소파장치 개발

백승우 · 정준형 · 황성현 · 이종현 · 권순홍

부산대학교 조선해양공학과

Development of net type wave absorber with air pumping

S.W. Pack, J.H. Jung, S.H. Chung, J.H. Lee, S.H. Kwon

Department of Naval Architecture and Ocean engineering, Pusan National University

KEY WORDS: 공기방울 주입(air pumping), 소파장치(wave absorber), 장파(long wave), 단파(short wave), 소형파수조(wave flume)

ABSTRACT: This paper presents the result of a study on the development of a net type wave absorber with air pumping. The authors already show the usefulness of net type wave absorber in the previous study. However, when it comes to the long waves, it was not easy to maintain the same efficiency with net type wave absorber only. The authors tried to overcome this difficulty by adding air bubbles to the water. The results show that combining the net type wave absorber and the air bubble is more efficient than single adoption of the wave absorber or a net type wave absorber.

1. 서 론

부산대학교 해양공학 실험실에서는 수조의 규격이 LxBxD가 4m×0.3m×0.7m인 wave flume에서 효과적인 소파성능을 발휘하는 소파기를 개발하였다. 이 소파기는 모기장을 여러번 겹쳐서 제작한 것으로 제작 및 설치가 용이하고 우수한 소파성능을 발휘하였다 (이희성,2001: 문원민,2001: Kwon,2003). 소파의 원리는 유체 입자가 원의 궤적을 따라 운동 할 때 소파기와 의 마찰로 인한 에너지의 손실을 입게 되고 파에너지의 감소는 파고의 감소를 의미하므로 소파 성능을 발휘하게 된다. 그러나 소파기의 길이가 파장보다 짧을 때에는 소파기의 성능이 현저히 떨어지는 것을 발견하였다. 장파의 경우 유체 입자의 궤적이 단파의 경우에 비해 크기 때문에 유체 입자가 소파기를 지나가는 횟수가 현저히 줄어들어 에너지의 소모가 적어지기 때문이라고 생각된다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 부유식 소파기에 공기 방울을 주입하여 장파에서도 효율을 발휘할 수 있는 소파기를 개발하고자 하였다. 공기 방울의 주입이 소파 성능을 보인다는 것은 기존이 다른 연구자들에 의해서 밝혀진 바 있다 (Bulson,1968: Laurie,1952). 소파기의 길이를 고정시키고 파장을 변화시켜 가면서 부유식 소파기, 공기방울 주입의 경우에 대한 실험을 독자적으로 실시하고 두가지 경우를 동시에 실험하여 그 효율을 비교해 보았다. 공기 방울 주입 위치의 변화에 따른 영향도 살펴보았다.

실험 결과 부유식 소파기와 공기 방울 주입에 해당하는 실험을 독자적으로 실시한 것 보다 장파에 대해 효과적인 소파 효율을 보인다는 것을 알 수 있었다.

2. 실험장치 및 내용

2.1 파수조

Fig 1와 같이 제작된 본 수조는 길이 4m×폭 0.3m×높이 0.7m의 제원으로 구성되어 있으며, 전면을 투명한 유리로 제작하여 어느 방향에서나 관측이 가능하도록 하였다.

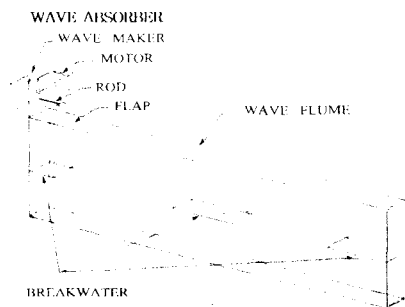


Fig 1. Experimental Sep Up

제1저자 백승우 연락처: 부산시 급정구 장전 2동 산30번지

051-701-9115 psw200@hanmail.net

2.2 조파기

조파기의 구동은 사인 운동을 할 수 있도록 회전 운동을 직선 운동으로 바꾸어 주는 시스템으로 구성하였다. 회전 운동은 저속 모터를 사용하였으며 속도는 모터의 속도 조절로, 스트로크는 회전 운동의 운동 반경 조절로 제어하였다.

2.3 파고계

파고계는 저항식 파고계를 사용하였으며 자체 데이터로그를 통해 시계열(time history)을 기록하였다. 이 데이터로그는 초당 31개의 데이터를 취득하는 것으로서, 운동이 일정해졌다고 보이는 시각부터 30초간 데이터를 취한 후 평균을 내어 파고를 결정하였다.

2.4 그물형 소파장치와 공기발생장치

그물눈의 길이가 대략 0.5mm 정도 되는 망사형 구조의 유연한 그물로서, 규격화하여 특성 파악의 실험을 하고자 1.8m×1.6m의 그물을 5번 접어 0.3m×0.3m의 소파 장치를 만들었다. 이 소파 장치는 시간이 흐를수록 가라앉게 되므로, 일정한 홀수를 유지코자 0.14m × 0.01m × 0.01m의 얇고 작은 스티로폼을 소파 장치의 중앙에서 길이방향으로 각각 0.1m 떨어진 뒷부분에 두 개를 삽입하였다. 또한 소파장치의 중심은 조파기로부터 2m 떨어진 곳에 위치하였다. 또한 수면에 떠 있는 소파 장치는 조파기가 가동되면 생성된 파로 인해 서서히 위치 이동을 하게 되므로, 이를 최소한으로 막기 위하여 지름이 2mm인 얇은 철사를 사용하여 일정 위치에 고정시키고자 하였다.

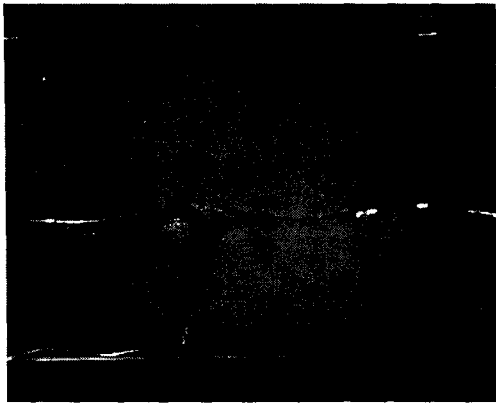


Fig 2. Experimental Sep Up

공기발생장치로 사용된 모델은 직경이 40mm이고 길이가 266mm이며 수조의 바닥의 upstream 흐름에 수직하게 놓아 수조 밖에서 공기공급 모터를 이용하여 공기를 분사하였으며 그 공기포말의 위치가 소파기의 앞쪽, 앞쪽 1/4지점, 중간지점에서 실험을 실시하였다.

2.5 디지털 캠코더

실험이 수행되어지는 상황을 직접 촬영하고, 동영상으로

기록하고자 디지털 카메라를 컴퓨터와 연결하였다. 컴퓨터에는 TV 수신카드를 장착하여 동영상을 생성토록 하였으며 초당 30프레임의 속도로 주요 실험을 촬영하였다.

3. 실험 결과 및 분석

실험의 결과를 살펴보면, 첫째로 부유식 소파기는 단파에 비해 장파에 대해서 소파 성능이 충분치 못하였다. 이 한계점을 극복할 수 있는지를 확인하기 위해 소파기의 길이(0.3m)보다 긴 파장의 입사파에 대해 공기 방울 주입시의 소파 성능을 확인해 보았다.

둘째로 후면파와 입사파의 비를 보면 모두 1.0보다 작으며 파장이 길수록 좀더 큰 값을 가짐을 알 수 있었다. 후면파는 소파기 후면60cm 위치에서 측정된 파고이며 입사파는 소파기 전면 45cm 위치에서 측정된 파고이다

사실, 순수한 입사파라 함은 조파기에서 두 세배정도 이상 떨어진 위치에 안정된 파가 생성되어 먼저 지나간 파들이 반사되어 다시 돌아오지 않을 때까지의 파고를 의미하나 이는 본 실험에 쓰인 수조로는 도저히 만들 수 없는 상황이었다. 그래서 본 실험에 쓰인 소파기의 성능을 믿고 이 소파재료를 최대한 많이 조파기 끝단에 투입하여 조파기에서 발생되어 나오는 파를 측정, 이를 순수한 입사파라 가정하였다.

셋째로 부유식 소파기나 공기방울 만을 사용한 경우 보다 두 가지를 동시에 사용한 경우가 보다 우수한 소파 성능을 보임을 알 수 있었다. 그러나 이 경우도 파장이 길어질수록 역시 소파의 효과가 떨어졌다. 이는 공기방울이 파와 소파기를 교란시키는 것으로 소파가 된 파를 공기방울의 작용으로 역 소파작용을 일으킨 것으로 보아야 할 것이다.

실험의 결과로 소파 장치 통과 전후로 그 파고 비교를 해 보도록 하자. Fig 3에서 Fig 6에서 잘 보여 주듯이 확연한 파고 감소를 관찰할 수 있을 것이다.

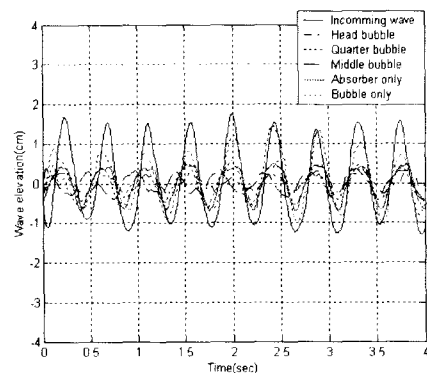


Fig 3. 파장 30cm에서의 wave height

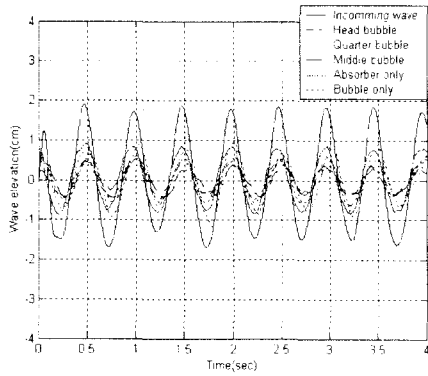


Fig4. 파장 40cm에서의 wave height

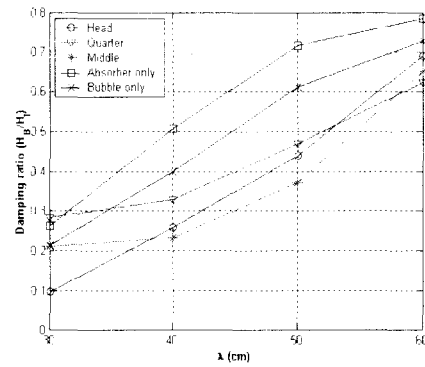


Fig 7. 소파장치에 따른 damping ratio

이 결과를 Fig. 7에 요약하였다. 횡축은 입사파의 파장을 종축은 입사파와 후면파의 파고비를 나타내었다. 대체적으로 부유식 조파기와 공기 방울을 동시에 사용한 경우가 보다 우수한 성능을 보임을 알 수 있으나 입사파의 파장이 소파기 길이의 2배가 되면 소파 성능이 현저히 떨어짐을 알 수 있다.

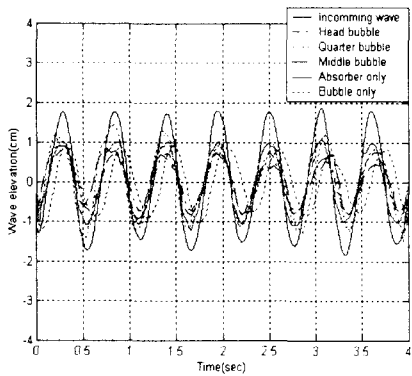


Fig 5. 파장 50cm에서의 wave height

4. 결 론

일반적으로 부유식 소파기의 경우 부유식 소파기의 길이 보다 긴 파장에 대해서 소파기는 성능이 대단히 떨어진다. 본 연구에서는 이러한 단점을 극복하고자 부유식 소파기에 공기 방울을 주입하여 그 성능을 실험하여 보았다. 그 결과 부유식 소파기나 공기방울 만을 사용한 경우 보다 두 가지를 동시에 사용한 경우가 보다 우수한 소파 성능을 보임을 알 수 있었다. 그러나 입사파의 파장이 소파기 길이의 2배가 되면 이 경우에도 소파 성능이 현저히 떨어짐을 알았다.

참 고 문 헌

- 이희성, 권순홍, 조효제 (2001). "소형파수조에 적합한 소파 장치 개발에 관한 실험적 연구", 대한조선학회논문집, 제38권 제1호, pp 37-42.
- 문원민, 권순홍, 이희성 (2001). "소파기의 수치 모델링에 관한 연구", 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, pp 105-109.
- Bulson, P. S. (1968). "The Theory and Design of Bubble Breakwaters". Proceedings of the 11th Coastal Engineering, American Society of Civil Engineering, Vol. 2.
- Kwon, S. H., Moon, W. M., Lee, H. S. (2003). "Experimental and numerical studies on the development of a new wave absorber". Ocean Engineering Vol.30, pp 185-203.
- Laurie, A. H. (1952). "Pneumatic Breakwaters". Dock and Harbor Authority, Vol. 33, May.

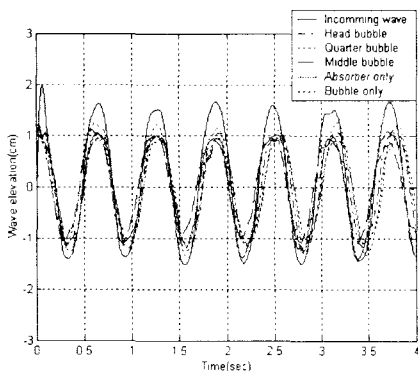


Fig 6. 파장 60cm에서의 wave height