

ESWL장치에 의한 Cavitation과 방사음과의 관계에 관한 연구

장 윤석, 박 무훈*

부경대학교 공과대학 전기공학과, 창원대학교 공과대학 전자공학과*

A Study about Relation between Cavitation and Sound Radiated
by Extracorporeal Shock Wave Lithotripter

Y. S. Jang, M. H. Park*

Dept. of Electrical Engineering, Pukyong National University

*Dept. of Electronics Engineering, Changwon National University

ABSTRACT

It is an important issue that cavitation is always deal with shock wave. During operation with ESWL(Extracorporeal Shock Wave Lithotripter), the cavitation bubbles are generated at the focal region. This phenomenon is an important problem because the cavitation bubbles have a harmful effect on the disintegration ability and the human body. In this paper, therefore, we investigate the relation between the cavitation and the radiated sound due to the ESWL.

서 론

cavitation은 항상 충격파와 같이 취급되는 중요한 문제인데, Williams등은 ESWL장치를 사용할 때, 혈액등 유체중의 cavitation생성과정에서 대하여 보고한 바가 있다^[1]. Holmer등은 ESWL장치에 의한 파쇄과정의 메카니즘에 관한 보고서, ESWL장치에 의한 순간(transient) cavitation에 대하여 설명하고 있다^[2].

ESWL장치에서도 충격파 조사시에 초점부근에 발생하는 cavitation기포는 장치의 파쇄능력에 영향을 미칠뿐만 아니라, 생체에의 영향 즉, 생체조직에 손상을 입힐 가능성도 있다. 이런 점에서 ESWL장치를 사용하는데 있어서는 cavitation과 충격파 조사와의 관계에 주목할 필요가 있다고 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 cavitation현상을 방사음의 계측으로부터 감시할 수 있는지를 조사한다. 그 실험을 위해서 탈기수 및 탈기되지 않은 물을 사용하여 충격파 조사시에 방사음에 미치는 영향을 비교 분석하여, cavitation의 발생이 방사음에

미치는 영향을 실험적으로 조사한다. 아울러, cavitation현상과 파쇄효율과의 상관성에 대해서도 실험적으로 관측한 결과를 제시한다.

Cavitation과 방사음과의 관계에 대한 조사

여기서는 cavitation의 발생을 방사음을 분석해서 추정 가능한 지를 검토해 본다. cavitation발생은 매질인 물의 공기함유량에 의존한다. 그러므로, 발생율을 낮추기 위해서는 물을 탈기시킬 필요성이 있다. 본 연구에서 탈기수를 만들기 위해 제작한 탈기장치의 구성을 그림 1에 나타낸다.

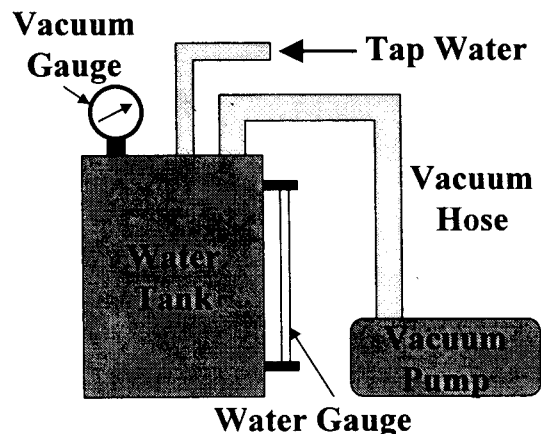


Fig. 1 degassing equipment

본 연구에서는 수중에서의 cavitation의 존재와 방사음과의 관계를 조사하기 위해서, 탈기수와 탈기시키지 않은 물을 각각 매질로 하여, ESWL장치를 사용하여 충격파를 조사하고, 2개의 매질에서의 방사음을 계측하여 그 변화를 측정한다.

실험방법으로서는, 하이드로폰을 수조내의 일정한 위치에 설치한다는 조건하에서, 충격파의 매질이 되는 수조의 물만을 바꾸어서 각각 500회

의 충격파를 조사할 때의 방사음을 관측한다. 하이드로폰은 ESWL장치의 초점에서 50cm 정도 떨어진 위치에 초점을 향하는 방향으로 설치하였다.

위와 같은 실험방법으로 실험한 결과를 제시한다. 그림 2가 각각 탈기수 및 탈기하지 않은 물을 매질로 하는 경우, 충격파 조사회수에 따른 방사음의 파워 스펙트럼에서 20kHz까지의 부분 파워의 변화를 FFT 분석기(analyzer)로 측정한 결과를 나타내고 있다. 그림 2의 결과를 보면, 충격파 조사시에 발생하는 방사음의 분산성이 탈기한 쪽의 물보다 탈기하지 않은 쪽의 물이 크다는 것을 알 수 있다. 정량적으로는, 탈기수의 경우와 조사회수에 따른 방사음의 부분 파워의 차가 최대 0.5dB에 불과하지만, 탈기하지 않은 물은 최대 1dB이상의 차가 나타나 있는 것을, 정성적으로는, 탈기하지 않은 경우의 방사음의 파워 변화가 탈기수보다 훨씬 심하게 일어나고 있음을 알 수 있다.

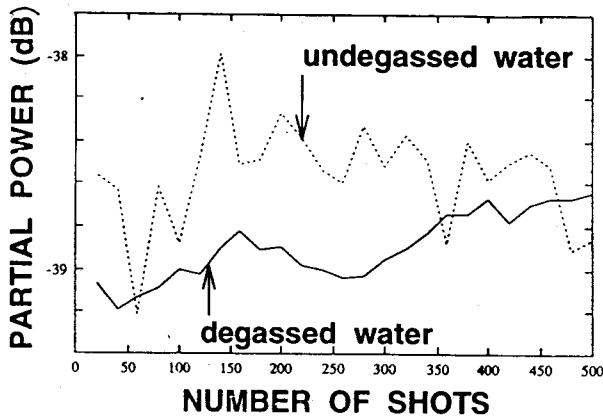


Fig. 2 changes of partial power

Cavitation과 파쇄효율과의 관계에 대한 조사

본 실험에서는 ESWL장치의 파워에 따른 파쇄 효율에 관하여 조사하는데, 물론 매질은 탈기수와 탈기하지 않은 물, 둘로 나누어 실험하여 그 조사결과를 비교분석한다. 실험대상물은 6.2cm의 초크(chalk)를 사용한다. 이 때, ESWL장치의 100%의 파워는 82MPa이다. 그림 4가 이 실험결과를 나타내고 있는데, 세로축은 초크가 완전히 파쇄 즉, 두조각으로 부러지기까지의 충격파 조사회수를 가리킨다. 또, 가로축은 파쇄에 사용된 파워를 나타낸다. 여기서, 장치의 초점은 초크의 중앙에 위치시킨다. 그림 4를 보면, 약 70%의 파워까지는 거의 조사회수의 차가 없는데 반하여, 67%의 파워부터는 탈기하지 않은 경우의 조사회

수가 급히 증가하고 있다. 이 결과를 분석해 보면, 67%이상의 파워에서는 ESWL장치의 초점부근에 강한 압력이 부가되기 때문에 탈기수나 탈기하지 않은 물이나 거의 같은 정도의 cavitation 발생이 나타나고 있는 것, 즉, cavitation의 영향을 받는 차이가 거의 보이지 않고 있다. 그렇지만 67%이하의 파워에서는 탈기하지 않은 쪽의 파쇄력이 줄어든 것으로 보아 cavitation의 영향을 크게 받고 있다는 것을 추정할 수 있다.

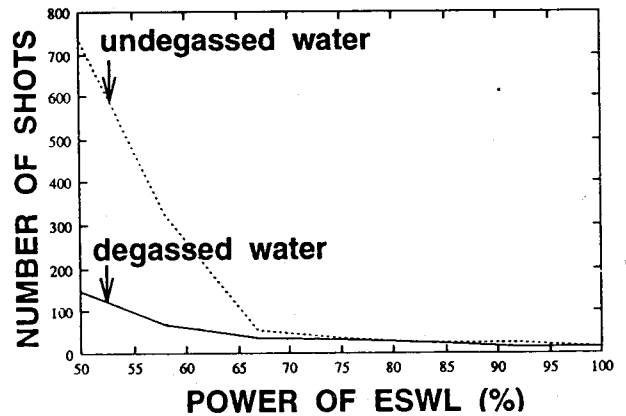


Fig. 3 shot numbers by setting power

결론 및 고찰

위의 두 실험결과를 정리하면, 먼저 방사음의 측정에 있어서의 분산성은 공기의 함유량이 적은 경우 즉, 탈기수 쪽이 더 작게 나타나고 있다. 또, 일정한 파워 이상에서의 차는 보이지 않았지만 그 이하의 파워에서는 탈기하지 않은 쪽의 물을 매질로 한 충격파의 파쇄력이 떨어지는 걸로 관측되었다. 이들 결과에서, 방사음의 분산성은 cavitation의 발생이 적은 쪽에서 크게 나타난다고 생각되므로 방사음의 부분 파워 및 분산성을 조사하면 cavitation의 발생을 추정할 수 있다고 생각된다. 아울러, cavitation발생이 적은 탈기수를 매질로 하는 경우가 파쇄효율면에 있어서도 좋다는 것을 확인할 수가 있었다.

참고 문헌

1. A.R.Williams, M.Delius, D.L.Miller, and W.Schwarze. Investigation of cavitation in floating media by lithotripter shock waves both in vitro and in vivo. *Ultrasound Med. and Biol.* 15, 1989.
2. N.G.Holmer, L.O.Almquist, and T.G.Hertz. On the mechanism of kidney stone disintegration by acoustic shock waves. *Ultrasound Med. and Biol.* 17, 1991.