

# 슬래밍 현상 실험에 공기압 실린더의 사용 가능성에 관한 연구

정두진\* · 박준수\* · 권순홍\* · 백승우\* · 정장영\*  
부산대학교 조선해양공학과

## Feasibility study of usage of air pressure cylinder on slamming experiment

D. J. Jung, J. S. Park, S. H. Kwon\*, S. W. Pack\*, J. Y. Jung\*

\* Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering, Pusan National University

**ABSTRACT:** This paper presents the results of slamming experiment using air pressure cylinder to increase the repeatability of the experiment. When it comes to the slamming experiment, the traditional way of doing it has been the free fall experiment. By adopting air pressure cylinder almost equal peak pressures were obtained with that of free fall experiment. Therefore, the air pressure cylinder can be an alternative tool in slamming experiment.

### 1. 서 론

일반적으로 슬래밍이란 선수 돌출부나 선수 바닥이 수면이나 파와 부딪히면서 높은 피크치의 충격파가 생기는 현상을 의미한다(O.M. Faltinsen 1990). 이는 선박에 구조적으로 큰 타격을 입힐 수 있으므로, 이론적으로나 실험적으로 많은 연구가 되어왔다(S.L. Chuang 1966).

본 연구의 관심분야인 실험적 고찰 면에서는, 자유낙하에 의존하는 실험들이 대부분 수행되어져 왔다. 이 자유낙하에 의한 슬래밍 현상 유도는 무엇보다도 손쉽게 속도를 낼 수 있다는 장점이 있다. 즉 0.1m 높이의 자유낙하를 시켜도 1.4m/s의 속도를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 0.5m/s의 높이에서는 3.1m/s까지의 속도를 낼 수 있다.

하지만 이런 자유낙하에 의한 실험은 몇가지 단점을 가지고 있다. 첫째, 시편을 원하는 위치에 원하는 각도로 떨어뜨리기 위해서는 가이드가 필수적이다. 둘째, 시편의 이동거리가 부득이하게 커야 하므로 센서에 연결된 선의 길이가 길어져서 시편에 부착된 센서에 노이즈가 섞이게 되고 이는 피크치를 찾는 데 어려움을 줄 수 있다. 셋째, 자유 낙하의 경우 실험의 반복성을 이루기가 어렵다..

이런 단점을 보완하고자, 공기압 실린더로써 슬래밍 현상에 관한 실험을 행하고자 했다. 즉 공기압 실린더로써 시편을 자유낙하시 수면에 부딪힐때와 동일한 속도로 수면에 입수시켜 자유낙하와 같은 효과를 얻고자 했다. 그래서 고속 공기압 실린더로써 실험을 하여 결과를 얻게 되었는데, 시간 경과에 따른 압력의 변화가 자유낙하에 의한 결과와 상당히 다른 양상을 띄었다. 압력 신호의 시간 경과에 따른 변화는 서로 다르지만 가장 중요한 피크 압력이 크기가 상당히 일치 한다는 점을 관찰 할 수 있었다. 공기압 실린더의 경우 수면으로부터 10cm 이격시킨 후 공기압을 이용하여 수면으로 입수시킴으로서 실험에 따른 모든 절차가 간편하여진다. 물론 압력을 적분한 impulse force는 같지 않다. 그러나 자유 낙하시 시편이 받는 최대 압력치를 예측하는 데는 공기압 실린더를 이용하는 방법이 대단히 편리하다는 것을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

## 2. 실험 장치 및 내용

본 실험에 사용된 실험장치는 다음과 같다.

**시편:** 28.5cm(L)×28.8cm(B)×0.8cm(T)인 정사각형 형태이고 재료는 알루미늄으로 제작되어 바닥 중앙부에 Pressure gauge를 고정 시킬 수 있는 소켓과 가속도계를 부착 시킬 위치에 고정부를 두었다.

**공기압실린더:** 최고속도 3m/s의 고속실린더로서, 일본 SMC사에서 제작되었고 내부 직경은 40mm, 발사 거리는 100mm이다.

**Pressure Gauge:** 최고 1MPa까지 측정 가능한 것으로서, TML(동경 측량 연구소)에서 제작된 것이다.

**가속도계:** 최고 50KHz까지 측정 가능한 것이지만 Calibration 결과 10KHz까지 자체 데이터 로그로 안정적인 데이터가 수취 가능하여 5KHz에서 실험이 수행되었다.

**Amplifier:** 6개 채널까지 동시에 사용 가능한 것으로서, 신호의 증폭·변조가 가능하다.

**A/D Converter:** 압력계에서 들어온 아날로그 신호를 디지털 데이터화하는 것으로서, 기존의 연구자들은 60kHz에서 최고로는 200kHz까지 사용하였으나, 정확하고 올바른 입수충격의 피크치를 찾고자 본 연구에서는 20MHz의 converter를 사용했다. 하지만 1MHz가 넘는 데이터들은 20MHz까지 그 경향이 변하지 않으므로 1MHz에서 모든 실험을 수행하였다.

**고속카메라:** Sony Digital Handycam 캠코더를 사용하였다.

**에인 수조:** 길이×폭×깊이가 100m×8m×3.5m인 에인 수조에서 실험이 실시되었다.

실험에 사용된 시편의 모양을 Fig.1에 나타내었다. Fig. 2에 자유 낙하에 사용된 실험 장치를 나타내었다. 공기압 실린더가 장착된 실험 장치를 Fig.3에 나타내었다. Fig.4와 Fig.5p는 자유 낙하와 공기압 실린더 사용시

시편이 수면과 충돌하는 장면을 나타내었다.

## 3. 실험결과 및 분석

Fig.6, Fig.8 그리고 Fig.10은 각각 공기압 실린더의 압력이 5.5bar, 6bar, 그리고 7bar 일때에 release된 시편의 가속도에 관한 시계열을 나타내었고 Fig.7, Fig.9 그리고 Fig.11은 측정된 압력의 시간추이를 보여준다. 가로축은 초 단위의 시간축이고, 세로축은 가속도의 경우  $m/s^2$  그리고 압력의 경우 bar단위의 압력을 나타내는 축이다. 고속 A/D Converter의 용량 제한으로, 데이터의 취득 시작은 trigger level의 설정으로 일정치 이상이 되는 값이 들어오면 기록을 시작하도록 했다. 공기압실린더 실험에서 구한 가속도 시계열로부터 적분에 의해 수면 입수시 시편의 속도를 구하여 이 속도에 도달하는데 필요한 자유 낙하 거리를 구하였다. 공기압 실린더 실험에 해당하는 자유낙하 높이는 36.46cm, 22.54cm, 16.04cm로 계산되었고 이 높이에 따라 자유 낙하 실험을 실시하였다. 자유 낙하시 시편이 받는 압력의 시간 경과를 Fig.12부터 Fig.14에 나타내었다. 두 경우의 압력의 시계열이 경향이 일치하지는 않지만 각각의 경우 피크 압력치를 서로 비교하기 위하여 이를 Fig.15에 나타내었다. 두 실험 결과가 상당히 일치함을 알 수 있다.

## 4. 결 론

실린더를 이용한 슬래밍 실험은 자유낙하와 피크 압력치는 비슷한 결과를 주면서 실험 결과가 대단히 안정적이고 실험이 간편하다는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서 제시한 공기압 실린더를 이용한 실험이 슬래밍 실험의 대안이 될 수 있다는 것을 본 연구를 통해 알 수 있었다.

## 5. 참고문헌

O. M. Faltinsen, 1990 "Sea Loads on Ships and Offshore Structures", Cambridge University Press.

S. L. Chuang, March, 1966 "Experiments on Flat-Bottom Slamming", Journal of Ship Research, pp 10-17.

박준수, 이희성, 권순홍, 정장영, 오민한, 2000 "공기압 실린더를 이용한 입수충격에 관한 실험적 연구", 대한조선학회 춘계학술대회 논문집, pp 132-135

## 6. 그림

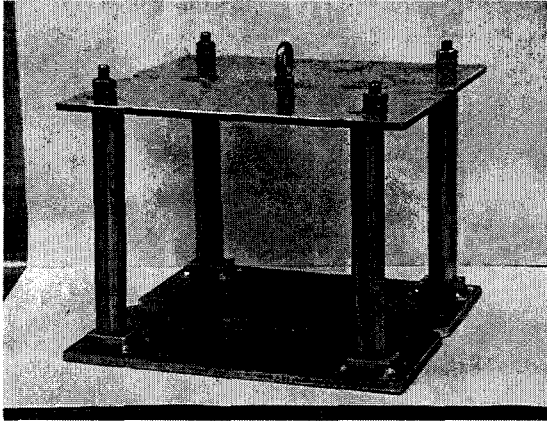


Fig. 1 Photo of Specimen

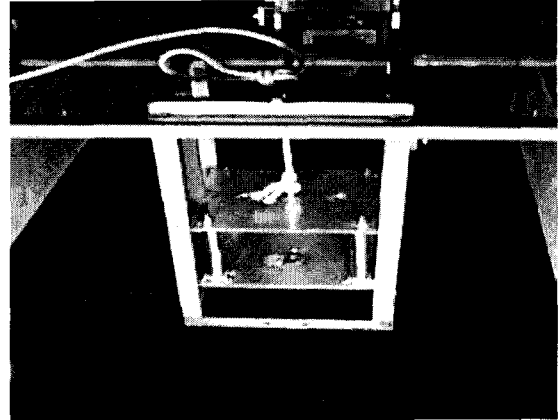


Fig. 2 Experimental Set up in Free Fall

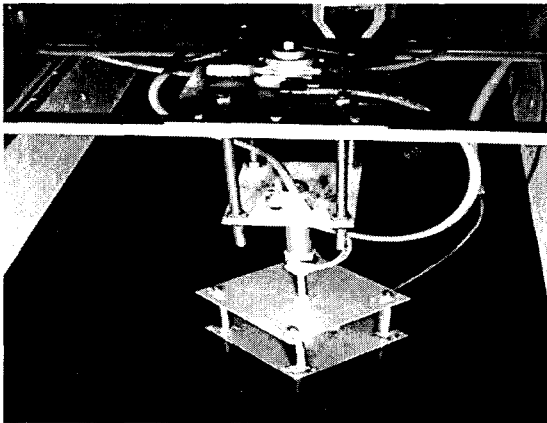


Fig. 3 Experimental Set up In Air Pressure Cylinder

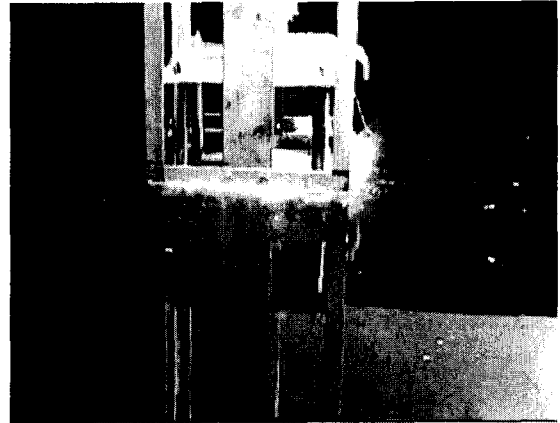
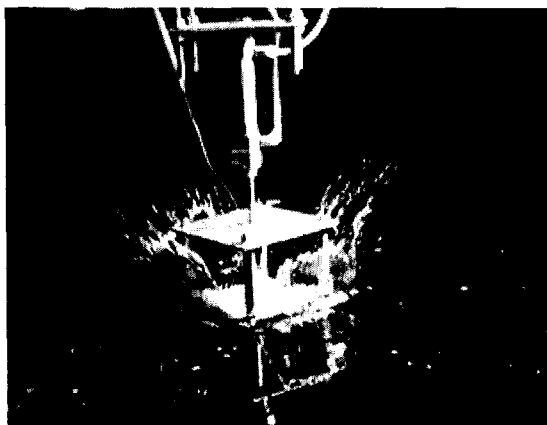


Fig. 4 Entry of Specimen by Free Fall



5 Entry of Specimen by Air Pressure Cylinder

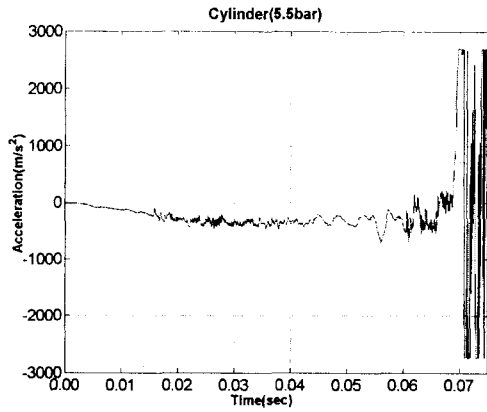


Fig. 6 Time History of Acceleration(P=5.5bar)

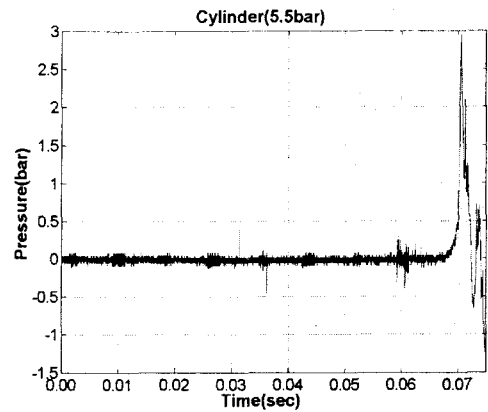


Fig. 7 Time History of Pressure(P=5.5bar)

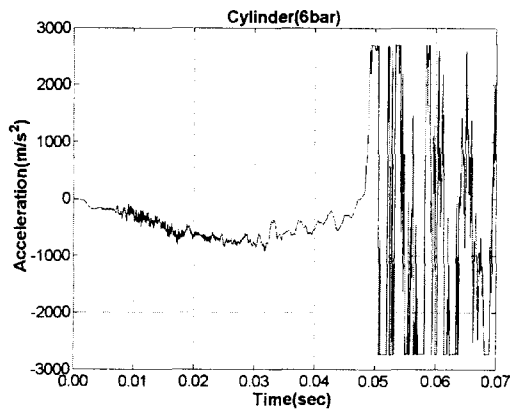


Fig. 8 Time History of Acceleration(P=6bar)

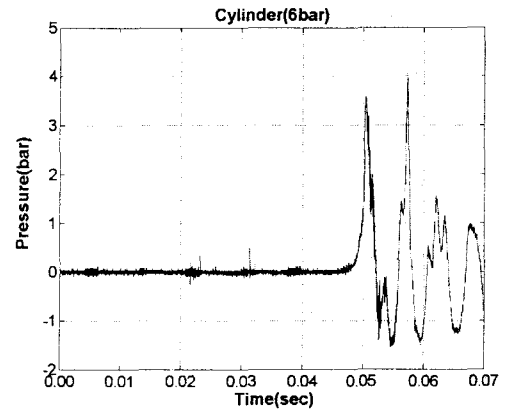


Fig. 9 Time History of Pressure(P=6bar)

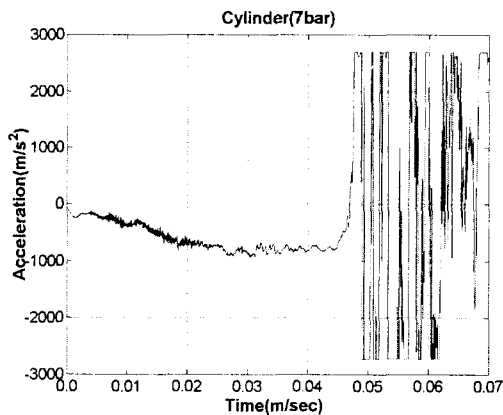


Fig. 10 Time History of Acceleration(P=7bar)

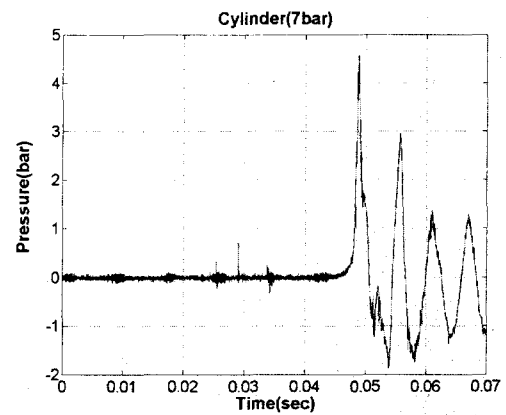


Fig. 11 Time History of Pressure(P=7bar)

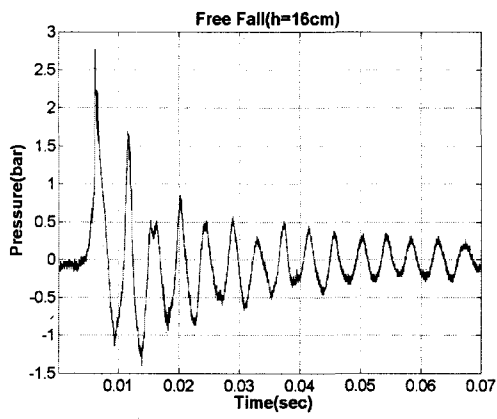


Fig. 12 Time History of Pressure(h=16cm)

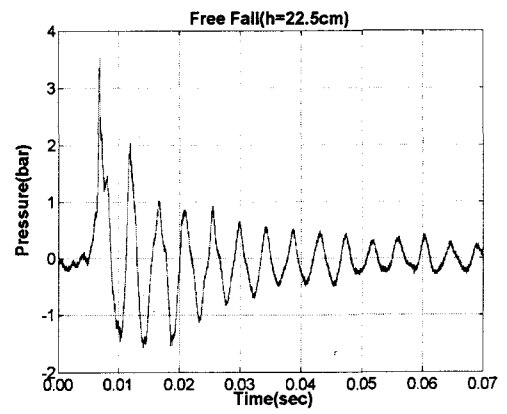


Fig. 13 Time History of Pressure(h=22cm)

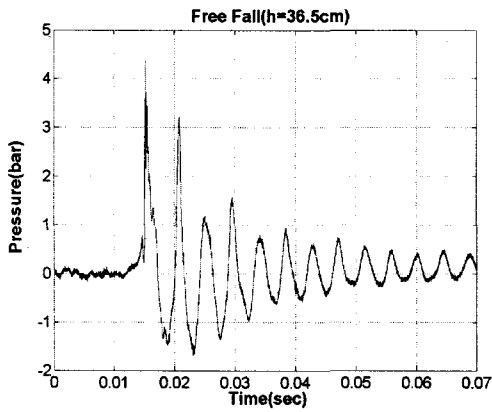


Fig. 14 Time History of Pressure(h=36.5cm)

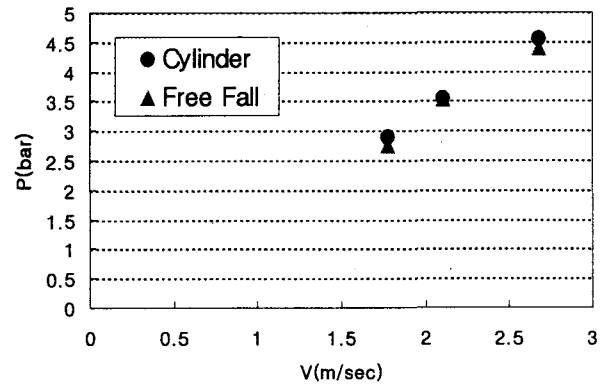


Fig. 15 Comparison of Velocity