

수중구조물과 방파제 간의 거리변화에 따른 수리 특성 실험

Hydraulic experiments on change of intervals between submerged structure and breakwater

박승현* · 박진호** · 조용식***

Seung-Hyun Park · Jin-Ho Park · Yong-Sik Cho

Abstract

The stability of a typical rubble mound breakwater defenced by a submerged structure is investigated using hydraulic experiments. Incident irregular waves are obtained from the Bretschneider-Mistuyasu spectrum. Experiments are carried out for different spacings between two breakwaters ($X/d=2-3$) and for different relative widths ($B/h=0.7-3.0$) of the submerged structure. It is observed that a submerged structure of (B/h)of 0.7-3.0 constructed at a seaward distance (X/d) of 2-3 breaks all the incident waves and dissipates energy and breakwater.

key words : Irregular wave, Submerged structure, Run-up, Bretschneider-Mistuyasu spectrum

1. 서론

지구온난화로 인한 기후변화와 해수면의 상승으로 항만설계기준이 상향조정되었다. 상향 조정된 기준에 기존 방파제들에 대한 안정성 확보 및 자연경관을 해치지 않는 방법으로 방파제 전면부에 수중 방파제를 설치하는 방법이 있다. 전면부에 수중방파제를 설치하여 쇄파를 발생시켜 입사파의 에너지를 감소시켜 방파제가 받는 영향을 줄이는 것이다. 수중방파제 형상의 결정은 수중방파제의 형상에 따른 규칙파 반사실험을 수행하였는데, 연구결과 사각형 형상이 우수하였다(이종인 등, 2003). 그래서 이번 연구에 수중방파제 형상은 볼투과성 사각형 형상으로 결정하였고, 수중방파제 폭 변화와 방파제 사이의 거리에 따른 방파제에 미치는 수리특성에 대하여 실험하였다.

2. 실험 조건 및 실험 방법

2.1 실험조건

본 실험에서 사용한 장비는 그림 1과 같이 폭 0.6m, 높이 1.1m, 길이 32.5m의 수로와 전기서보 피스톤식 조파기로 구성된 단면 조파장치로서 한쪽 측면은 강화유리로 되어 있어 외부에서 관찰이 가능하며, 수로의 끝단에는 유압식 Piston형 조파장치가 설치되어 있고, 반대편에는 소파시설이 설치되어 있다. 수리실험에 사용된 일방향 불규칙파는 식 (1)과 같은 Bretschneider-Mistuyasu 스펙트럼(Goda, 2000)을 목표 스펙트럼으로 설정하여 일방향 불규칙파를 재현하였다.

$$S(f) = 0.205 H_{1/3}^2 T_{1/3}^{-4} f^{-5} \exp[-0.75 (T_{1/3} f)^{-4}] \quad (1)$$

여기서, $S(f)$ 는 주파수 스펙트럼, $H_{1/3}$ 는 불규칙파의 유의파고, $T_{1/3}$ 는 유의주기이며, f 는 주파수를 나타

* 정회원 · 한양대학교 토목공학과석사과정 · E-mail: pshaq@hanmail.net

** 정회원 · 한양대학교 토목공학과 · 석사과정

*** 교신저자 · 정회원 · 한양대학교 토목공학과 · 교수

낸다. 실험과는 300sec를 조파한 후 90sec~300sec 사이의 210sec 동안의 자료를 분석하여 설정하였다. 여기서, 210sec는 약 882파(유의주기 1.4sec 기준)에 해당하며, 분석시간 210sec는 588파(유의주기 1.4sec 기준)에 해당한다. 반사율 측정에서는 수심별, 그리고 유의파의 입사주기별로 파고계 간격을 조정하여 실시하였으며 반사율은 제체 전면에 입의 간격으로 설치된 두 개의 파고계로부터 독취된 자료를 바탕으로 Goda와 Suzuki(1976)의 방법으로 계산하였다.

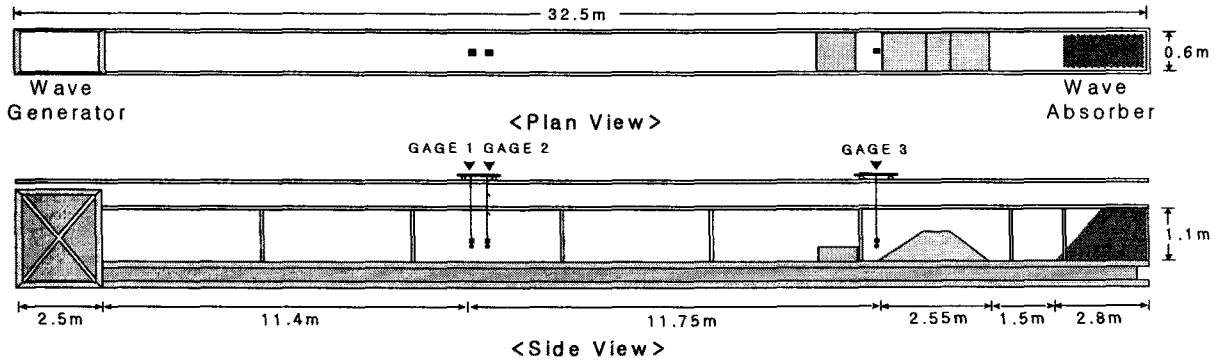


그림 1. 단면수로

2.2 실험방법

사석경사식 방파제의 사면은 1:1.5이며 제체는 테트라포드(Tetrapod), 피복재, 사석으로 구성되어 있다. 수중 방파제는 사각형 형상으로 합판을 사용하여 속에는 사석을 채워 중량을 확보하였다. 구조물 제작에 사용된 사석은 입경이 약 1.6cm 골재를 사용하였고, 피복석의 평균 입경은 약 4cm인 쇄석을 선별하여 사용하였다. 수중방파제의 높이(h)는 0.25m로 고정시키고 폭(B)은 0.25m에서 0.75m 까지 0.25m씩 변화시키며, 수중방파제와 사석경사식 방파제의 거리(x)를 1m에서 1.5m 까지 0.25m씩 위치를 변화시키면 실험을 실시하였다. 수리 모형 실험에서 적용된 입사파는 불규칙파이며, 입사 파랑의 유의주기는 1.4초~ 3.0초 범위로 0.4초 간격으로 변화시켰으며, 유의파고는 0.06m~ 0.14m 범위로 0.02m 간격으로 변화시켰다. 수심(d)은 0.5m로 동일하게 적용에 하였으며, 방파제 마루높이를 충분히 높게 하여 월파는 발생하지 않는 것으로 가정하였다(표. 1참조).

표 1. 실험 조건

NO.	Variable	Expression	Range
1	Wave height	H	6, 8, 10, 12 14cm
2	Wave period	T	1.4, 1.8, 2.2, 2.6, 3.0sec
3	Water depth	d	50cm
4	Submerge width	B	25, 50, 75cm
5	Submerge height	h	25cm
6	Distance	X	1.0, 1.25, 1.5 m
7	Breakwater crest height		90cm
8	Breakwater crest width		30cm

3. 실험 결과

수중방파제 폭과 높이가 커질수록 상대 처오름은 작아진다. 폭의 변화 보다는 높이가 높을수록 상대 처오름은 더 작게 나온다. 주기가 작을 때 수중방파제 유무와 거리에 따른 처오름에 차이가 별 차이가 없지만, 주기가 커질수록 수중방파제로 인해 처오름 높이가 감소하는 효과가 발생하였다. 수중방파제와 방파제 사이의 거리가 멀수록 쇄파지역도 길어 져서 처오름에 대하여 영향을 주었다.

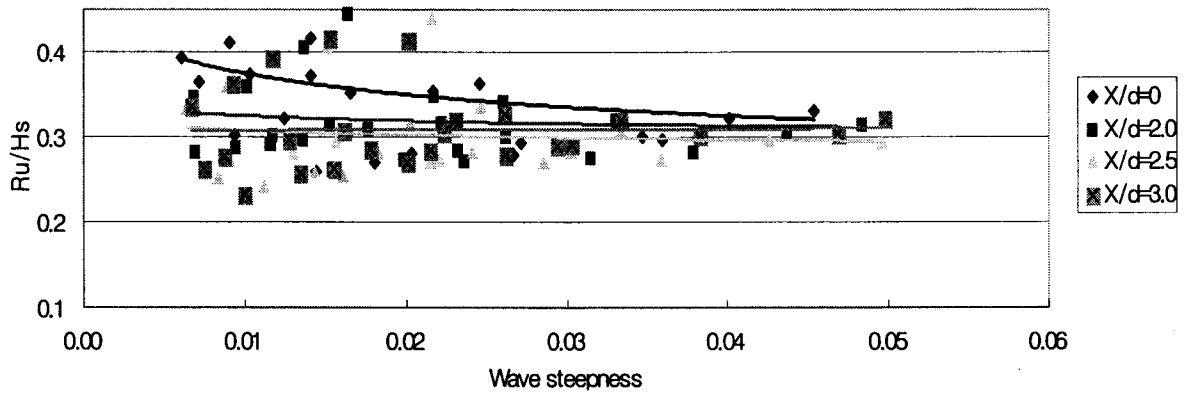


그림 2. B/h=1인 경우 상대 치오름

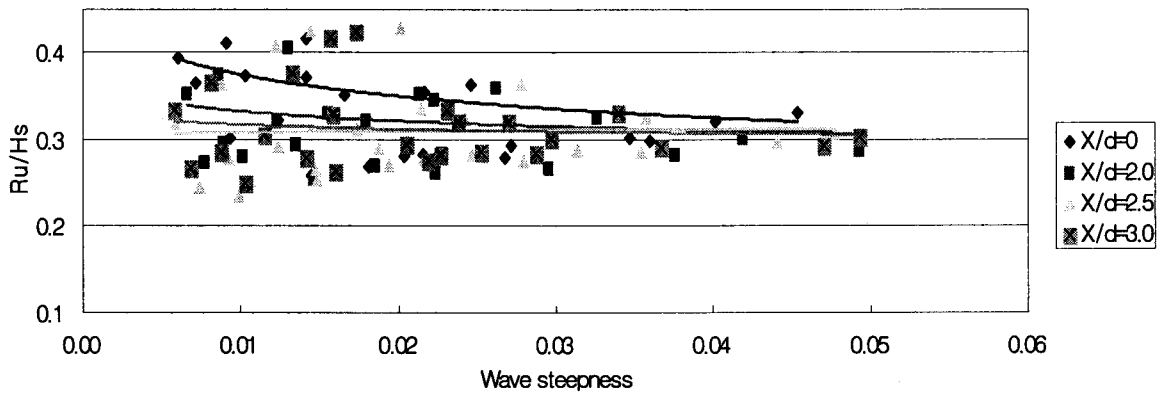


그림 3. B/h=2인 경우 상대 치오름

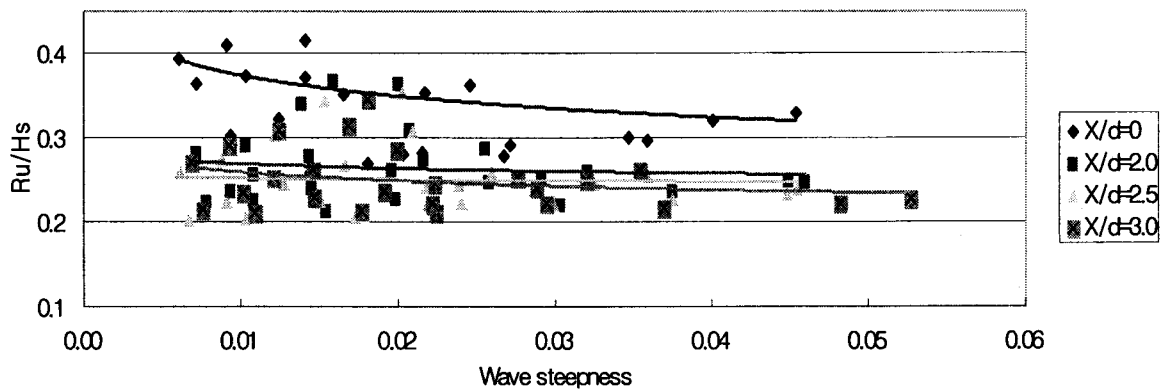


그림 4. B/h=3인 경우 상대 치오름

4. 결론

본 연구에서는 수리실험을 통하여 수중방파제가 처오름에 미치는 영향에 대해서 연구하였다. 입사파의 파장 커지고 파고가 높아질수록 처오름 높이가 증가하기만, 수중 방파제로 인한 쇄파현상이 발생하여 입사파의 에너지가 소산되므로 처오름에 상대높이가 감소함을 확인 하였다. 상대거리 (X/d)가 길어질수록 쇄파지역 (Breaking zone)이 길어지므로 처오름 높이가 감소하여 낮게 측정되었다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청, 서울특별시 및 (주) 세광종합기술단으로부터 재정적 지원을 받았습니다.

참고문헌

1. Goda, Y.(2000) Random seas and design of marine structures. University of Tokyo. pp.28.
2. Goda, Y. and Suzuki, Y., 1976. Estimation of incident and reflected waves in random wave experiments, Proc.15th Int Coastal Eng. Conf., American Society of Civil Engineers, Reston VA, USA. pp. 828-845.
3. Kiran G. Shirlal, Subba Rao, Venkata Ganesh, Manu, 2005. Stability of breakwater defenced by a seaward submerged reef. Ocean Engineering vol.33 pp.829-846.
4. M.G. Muni Reddy, S. Neelamani, 2005. Hydrodynamic studies on vertical seawall defenced by low-crested breakwater. Ocean Engineering
5. Jeon, C.-H., Cho, Y.-S. and Lee, J.-I., 2003. Bragg reflection of sinusoidal waves due to trapezoidal submerged porous breakwaters. J. Korea Water Resource Association, Vol. 36, No. 5, pp.741-749.
6. Hwang, J.-K., Lee, S.-H. and Cho, Y.-S., 2004. Transformation or irregular waves due to rectangular submerged non-porous breakwaters. J. Korea Water Resource Association, Vol. 37, No. 11, pp.949-958.
7. Shore Protection manual (1984). U.S. Army Coastal Engineering Research Center, U.S. Government Printing Office, Washintn, D.C., Vol.II