

자 료

이어도 주변 파고분포에 대한 수리모형실험 Hydraulic Model Tests for the Distribution of Wave Height around the Ieodo Underwater Rocks

전인식* · 심재설**
Insik Chun* and Jae-Seol Shim**

요 지 : 본 자료는 과거 이어도 해양과학기지의 건설과 관련하여 건국대학교와 한국해양연구소가 공동으로 수행한 이어도 수중암초 주변의 파랑변형에 대한 수리모형실험 결과이다. 실험은 총 4개의 파향 (NNW, SE, S, SSW) 각각에 대하여 이어도 정상부 주변 16m x 18m의 영역에서 1m 간격으로 파고를 계속하였으며, 4개 파향 공히 이어도 정상에서 쇄파가 발생함을 관찰하였다. 이 자료는 기존의 파랑전파 수치모델의 성능개선과 관련하여 국소적 쇄파역에서의 모델성능을 검증하는데 매우 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

핵심용어 : 이어도, 수리모형실험, 파고분포, 쇄파역, 파랑전파

Abstract : The present data concerns the wave height distribution around the Ieodo underwater rocks and it was obtained from a 3D hydraulic model experiment which was performed in 1999 by Konkuk University and Korea Ocean Research and Development Institute. The experiment was separately undertaken for 4 different wave directions (NNW, SE, S, NNW) under which wave heights were measured at every 1m interval within the preset grid area, 16m x 18m. It was observed that the wave breaking occurred on the top of the Ieodo model for all wave directions. This data may be effectively used for improving or verifying the performance of numerical wave propagation models in the area with the local breaking wave zones.

Keywords : Ieodo, hydraulic model test, wave height distribution, breaking wave zone, wave propagation

1. 서 론

전인식 등(2000a)과 한국해양연구원(1999)은 1999년 10월에 이어도 종합해양과학기지의 설계파력의 타당성을 검토할 목적으로 삼차원 수조를 이용한 수리모형실험을 공동으로 수행한 바 있다. 모형구조물에 작용하는 파력은 파랑의 성격에 매우 밀접한 관련이 있으며 구조물 위치에 구현되는 파랑제원을 정확하게 결정하는 것이 매우 중요한 의미를 갖는다. 이어도 수중암초는 장소에 따라 급사면을 이루고 있는 복잡한 지형을 띄고 있기 때문에 파랑의 전파과정 중 쇄파를 비롯한 현저한 비선형 파랑변형이 발생할 수 있다. 따라서, 본 수리모형실험에서는 이어

도 구조물 설치위치에서 구현되는 파랑제원 및 발생파력의 타당성을 세밀히 검토할 목적으로 이어도 정상부를 포함하는 총 면적 16m x 18m의 계측망을 구성하고 1m 간격의 각 절점에서 파고를 계측하여 분석하였다. 실험은 NNW, SE, S, SSW의 총 4개 파향에 대하여 각각 수행하였으며, 실험파랑은 규칙파를 사용하였다.

이와 같은 수리실험에 의한 파고분포의 계측자료는 파랑전파 수치모델의 검증 및 성능개선을 위하여 효과적으로 사용될 수 있다. Berkhoff et al.(1982)은 수중 천퇴(소위 Berkhoff shoal)위의 파랑전파에 대하여 규칙파 실험을 수행하였으며 Vincent and Briggs(1989)는 규칙파 또는 불규칙파에 대한 실험을 수행하였다. 이들 실험이 인

*건국대학교 토목공학과(Corresponding author, Department of Civil Engineering, Konkuk University, 1 Hwayang-Dong, Kwangjin-Ku, Seoul 143-701, Korea. ischun@konkuk.ac.kr)

**한국해양연구원 연안·항만공학연구본부(Coastal and Harbor Engineering Research Division, Korea Ocean Research and Development Institute.)

위적으로 제작된 수중 천뢰를 이용한 반면, 본 이어도 수리모형실험은 급사면을 갖는 자연 수중 암초를 대상으로 한 점이 특이하다고 볼 수 있다. 더욱이, 사용된 전 실험 파랑에 대하여 공히 이어도 정상부에서 쇄파가 발생하였다. 이미 전인식 등(2000b)은 쇄파발생에 따른 이차적 흐름이 발생하여 파력 외에도 구조물에 추가적인 항력이 작용될 수 있음을 보인 바 있다. 본 고에서는 비선형 파랑 전파 및 흐름 발생에 대한 향후 연구에 도움이 될 것으로 기대하여 이어도 수리모형실험자료를 정리하여 공개하고자 한다.

1. 실험개요

이어도는 주변 수심 약 60 m 정도에서 돌출한 수중암초로서 Fig. 1과 Fig. 2에서 보이는 바와 같이 정상부는 평균해면 하 약 4.5 m에 위치하며 정상부 주위와 남동쪽의 암초 기저부에 비교적 가파른 해저지형을 갖고 있다.

모형실험은 축척 1/120에 의거 이어도 지형을 한국건설기술연구원의 삼차원수조 (48 m × 48 m × 1.2 m)안에 축소 재현하였다. 이어도 주변 수심은 조위를 포함하여 48.9 cm로 일정하게 재현하였으며 이 수심에서의 입사파 파향을 NNW, SE, S 그리고 SSW의 4가지로 변화시켰다. 이어도 모형은 Fig. 3과 같이 모형의 중앙이 삼차원 수조의 중앙에 위치하도록 설치하였으며 파향은 조파기를 이동하여 변화시켰다. 그림에서 파유도대 (wave guider)는 대표

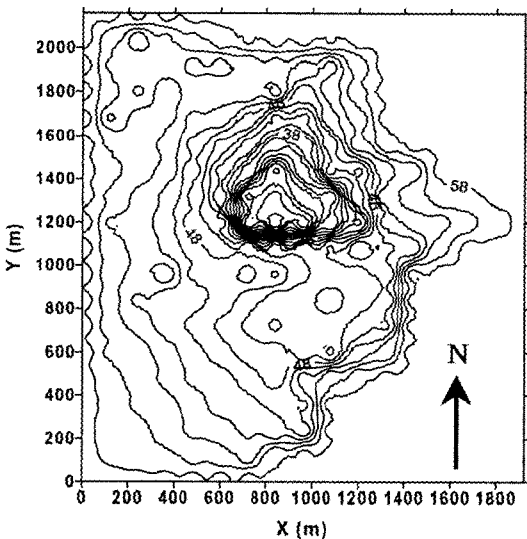


Fig. 1. Depth contour of leodo rocks.

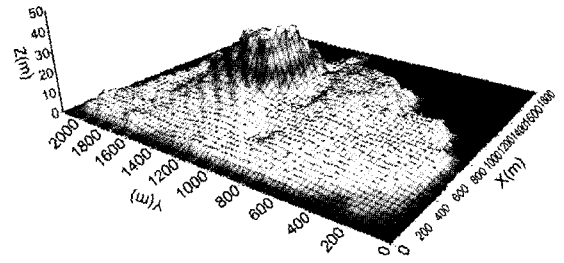


Fig. 2. 3D view of leodo rocks.

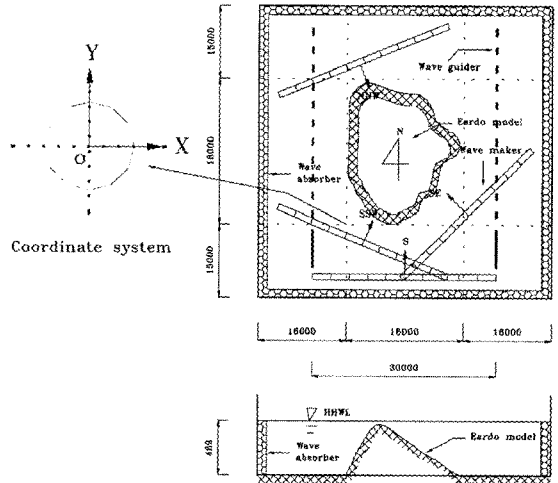


Fig. 3. Layout of the hydraulic model test.

적으로 S파향에 대한 것을 도시한 것이다.

총 5개의 실험안에 대하여 실험을 수행하였으며 각 안에 대한 입사파 파랑조건은 Table 1에서 보이는 바와 같다. 파고계측 영역은 16 m × 18 m로 하였으며 좌표계의 원점은 Fig. 3에서 보이는 바와 같이 계측영역의 좌하단에 설정하였다. Fig. 4는 가로, 세로 1m 간격으로 설치된 계측망(총 323 절점)을 보여준다. 계측망은 이어도 모형의 건조 이전에 설치되었으며 (Fig. 5), 계측점 간격은 수평간격을 의미한다.

모형실험은 다음 순서에 입각하여 수행하였다.

- 조파기에 직각방향으로 파유도대를 설치한다. 조파관

Table 1. Experimental cases

입사파 조건	입사파향 (수심 48.9 cm)			
	NNW	SSW	S	SE
규척파: 설계파 (이어도 주변) $H_p=20.5\text{cm}, T=1.37\text{초}, d=48.9\text{cm}$	case 1	case 2	case 3	case 4
규척파: 이어도 주변 $H_p=15.0\text{cm}, T=1.37\text{초}, d=48.9\text{cm}$				case 5

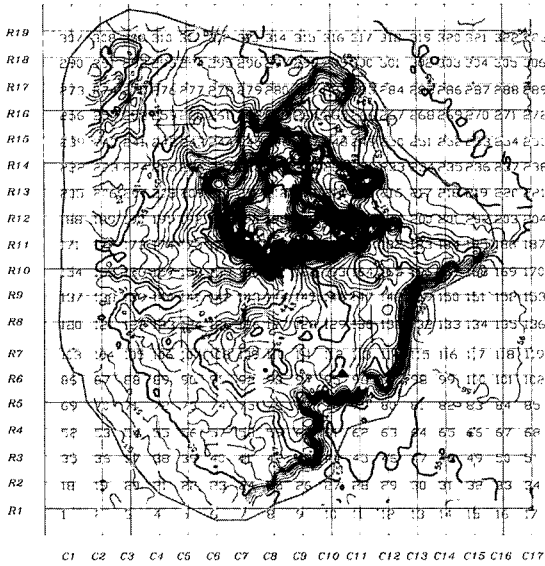


Fig. 4. Measurement grid of wave height.

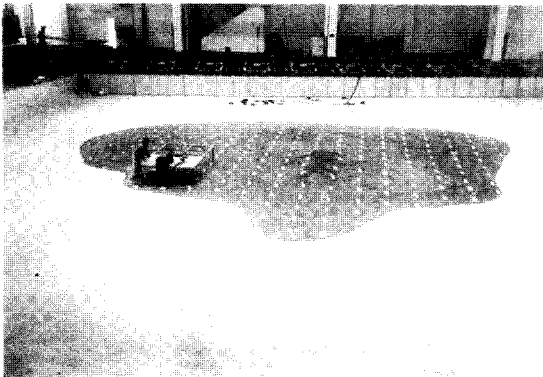


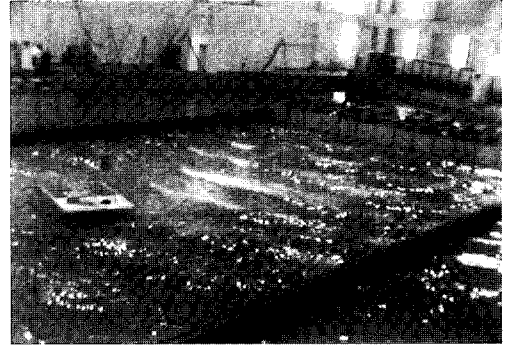
Fig. 5. Placement of Ieodo model and measurement grid (red spot: top of Ieodo rocks).

에서 가장 가까운 측정까지는 불투과식, 그 다음은 반사율이 거의 영인 투과식 유도대를 가장 먼 측정까지 설치한다.

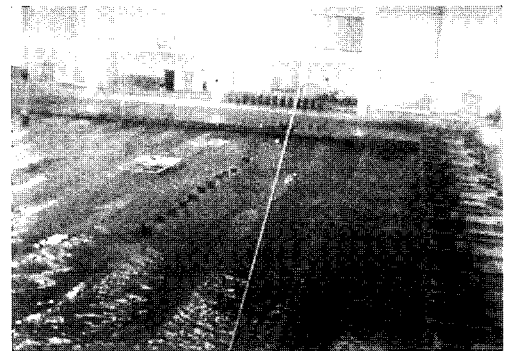
- 조파기 전면에 참조점 파고계 #1을 설치하여 시행착오과정을 거쳐 조파제원(조파파일)을 결정한다.

- 조파를 하여 조파기에서 계측영역 반대편에 설치된 참조점 파고계 #2에 안정된 시그널이 포착되기 시작하는 시점 t 를 결정한다.

- 선정된 측정에서의 파고를 계측한다. 계측은 17개의 파고계를 이용하여 한번 조파 시 한 줄씩 (Fig. 3의 R1~R19) 동시 계측하는 식으로 진행한다(각 파향 공히 19번 조파). 데이터 독취는 조파판의 가동과 더불어 시작하



(a) NNW direction



(b) S direction

Fig. 6. Photographs of wave generation in the hydraulic model tests.

여 t 이후 최소 30초까지 지속한다.

파고계측은 용광식 파고계를 사용하였으며, 독취율은 모든 실험안 공히 20 Hz로 유지하였다. Fig. 6은 대표적으로 NNW 파향과 S 파향에 대한 조파광경을 보여준다. 이 NNW 파향은 파유도대의 설치로 말미암아 계측영역의 일부 모서리 부분은 계측에서 제외되었다.

4. 실험결과

각 실험안에 대한 계측데이터의 등파고선도를 Fig. 7~Fig. 11에 도시하였다. 전 파향 공히 이에도 정상부를 지나 쇄파에 의하여 파고가 급격히 감소함을 볼 수 있다. Fig. 4의 우상귀와 좌하귀에서의 저파고 형성은 파유도대의 설치로 인하여 일부 계측점이 제외되었기 때문이다.

상기 실험결과는 전자메일 (ischun@konkuk.ac.kr) 요청에 의하여 제공 가능하며, 수신데이터와 각 실험안에 대한 파고관측 데이터의 파일명은 Table 2와 같다. 각 데이터 파일은 X, Y, Z 형태 (Z는 수심 또는 파고)로 나열되

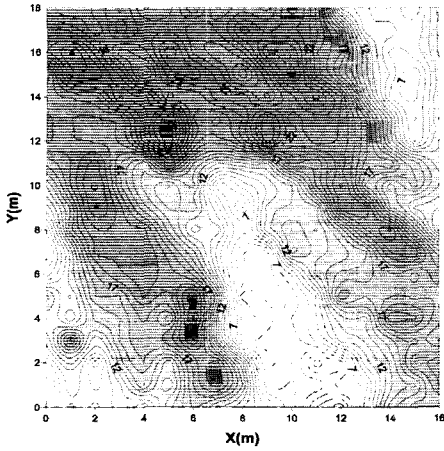


Fig. 7. Wave height contour for case 1.

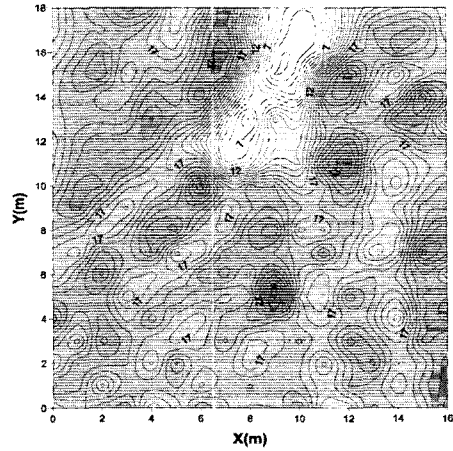


Fig. 10. Wave height contour for case 4.

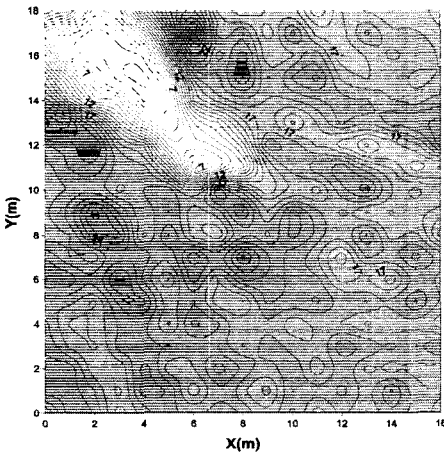


Fig. 8. Wave height contour for case 2.

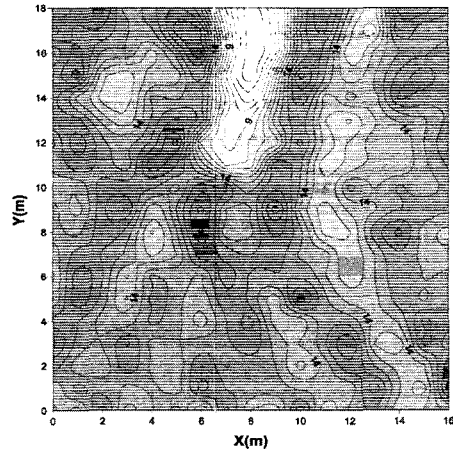


Fig. 11. Wave height contour for case 5.

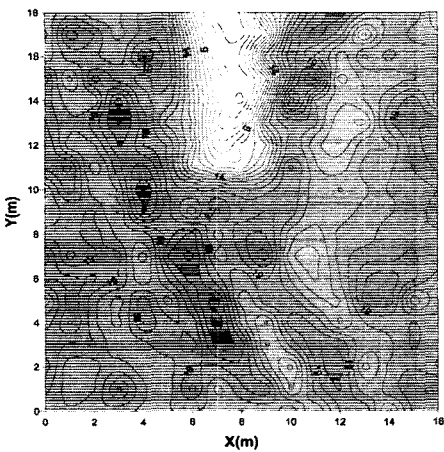


Fig. 9. Wave height contour for case 3.

Table 2. File names of experimental data

구분	입사파 제원			파일명
	주기(초)	파고(m)	수심(m)	
수심데이터	-	-	-	DEP.DAT
case 1 (NNW)	1.37	0.205	0.489	NNW205.DAT
case 2 (SE)	1.37	0.205	0.489	SE205.DAT
case 3 (S)	1.37	0.205	0.489	S205.DAT
case 4 (SSW)	1.37	0.205	0.489	SSW205.DAT
case 5 (S)	1.37	0.150	0.489	S150.DAT

어 있다. 여기서 수심데이터 파일은 이어도 주변 수심의 실측자료 (HWL)를 모형 스케일 (1/120)로 전환하여 제조한 것이며 파고계측 영역 (16 m × 18 m)을 일정간격으로 분할한 총 193 × 217 점의 수심자료를 담고 있다.

감사의 글

본 자료는 2004년에 한국해양연구소가 지원하여 수행하고 있는 “비선형 불규칙 파랑전파모델의 쇄파거동에 대한 수치해석” 연구의 일환으로 정리하여 수록한 것임.

참고문헌

전인식, 심재설, 최성진 (2000a). 이어도 종합해양과학기지에 대한 설계파력의 검토 I: 삼차원 수리모형실험. 한국해양학회지, 12(4), 157-167.
 전인식, 심재설, 최성진 (2000b). 이어도 종합해양과학기

에 대한 설계파력의 검토 II: 쇄파역에서의 유체력. 한국해양학회지, 12(4), 168-180.
 한국해양연구원 (1999). 99 이어도 종합해양과학기지 구축사업 보고서. BSPM 99020-00-1209-2.
 Berkhoff, J.C.W., Booij, N. and Radder, A.C. (1982). Verification of numerical wave propagation models for simple harmonic linear water waves. Coastal Eng., 6, 255-279.
 Vincent, C.L. and Briggs, M.J. (1989). Refraction-diffraction of irregular waves over a mound. Journal of Waterway, port, Coastal and Ocean Engineering, 115(2), 269-284.

Received October 22, 2004

Accepted February 15, 2005