

단 보

환경친화형 親水護岸블록 수리특성
Hydraulic Characteristics of water affinity sea-wall block

한재명* · 오영민**

Jea Myung Han* and Young Min Oh**

요 지 : 본 연구에서는 연안침식방지와 친수공간을 제공하기 위한 목적으로 새로 개발된 환경친화형 친수호안 블록의 성능을 검증하기 위하여 반사율과 안정성을 대상으로 수리모형실험을 실시하였다. 실험 결과 블록의 현장 적용 가능성이 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 친수호안블록, 수리모형실험, 반사율, 안정성

Abstract : In this study hydraulic model experiment was conducted to identify the performance of newly developed water affinity sea-wall block to keep the coastal line from eroding and supply water affinity space by reflection coefficient and safety. In the result, the block is applicable to the field.

Keywords : water affinity sea-wall block, hydraulic model experiment, reflection coefficient, safety

1. 서 론

본 연구는 연안침식 방지를 위하여 보호공이나 비교적 수심이 얇고 경사가 완만한 해안에 설치하여 친수공간을 제공할 목적으로 개발한 친수호안블록의 수리특성을 파악하고 현장에서의 적용성 여부를 검토하기 위하여 수리모형실험을 수행하였다(한국해양연구원, 2005). 최근에 해안수리현상을 고려하지 않고 무분별하게 건설된 해안도로나 호안은 심각한 해안침식 문제를 야기하여 특단의 대책이 나오지 않으면 국민들의 일상생활을 위협하는 것은 물론 해안관광산업에도 막대한 피해를 줄 것으로 판단된다. 본 블록은 이러한 문제를 해결하기 위한 일환으로 개발된 것이며 해안으로 접근하는 파랑에너지를 감쇄시켜서 해안침식을 저감하고 계단 형태를 취하여 친수성을 강조한 것이 특색이다. 또한 이 블록은 만리포와 진도의 현장에 설치되어 시공성이 입증되었다.

친수호안블록의 성능을 파악하기 위하여 에너지의 흡수 정도를 판단할 수 있는 입사파고에 대한 반사파고의 비인 반사율을 측정하고 구조물의 안정성을 측정하기 위하여 주어진 실험조건에서 최대파랑을 재현하여 블록에 작용시켰다.

2. 실 험

2.1 장치 및 실험기기

실험에 사용된 수조는 길이 53 m, 높이 1.25 m, 폭 1 m의 크기로서 수조의 상류 쪽 13 m와 하류 쪽 7 m 구간은 양측벽이 철판으로 되어 있으며 나머지 중앙 부분 33 m의 양측은 강화유리로 되어 있어 거의 모든 실험구간의 관찰이 가능하다. 조파기는 유압펌프에 의해 작동되는 피스톤형으로 최대 이격거리가 ± 50 cm이며 조파기의 후면과 수조의 하류 쪽 끝에는 경사식 소파장치가 설치되어 있다.

이 수조는 파랑과 흐름을 동시에 발생시킬 수 있는 복합 수조로서 수조 저면에 설치된 흐름상자의 입구를 열고 펌프를 작동시킴으로써 필요시 흐름을 발생시킬 수 있다. 이 흐름상자들은 수조의 하부에서 파이프를 통하여 서로 연결되어 있다. 본 실험에서는 펌프는 작동시키지 않은 상태에서 중앙 흐름상자의 입구는 닫고 상하류 쪽 흐름상자의 입구를 약간만 열어 놓은 상태에서 실험을 실시함으로써 호안 전면과 후면 사이에 파이프를 통하여 미세한 흐름을 허용하여 월파로 인한 호안 전면의 과도한 수위 감소 발생을 방지함으로써 실험조건이 가능한 한 현장조건과 유사하도록

* (주) 한길 기술고문 (Corresponding author: Jae Myung Han, Han-gil Corp., Buyeo, Chungnam, hjm6560@hanmail.net)

** 한국해양연구원 연안개발연구본부 (Coastal Eng. Research Dept., Korea Ocean Research & Development Inst., Ansan, ymoh@kordi.re.kr)

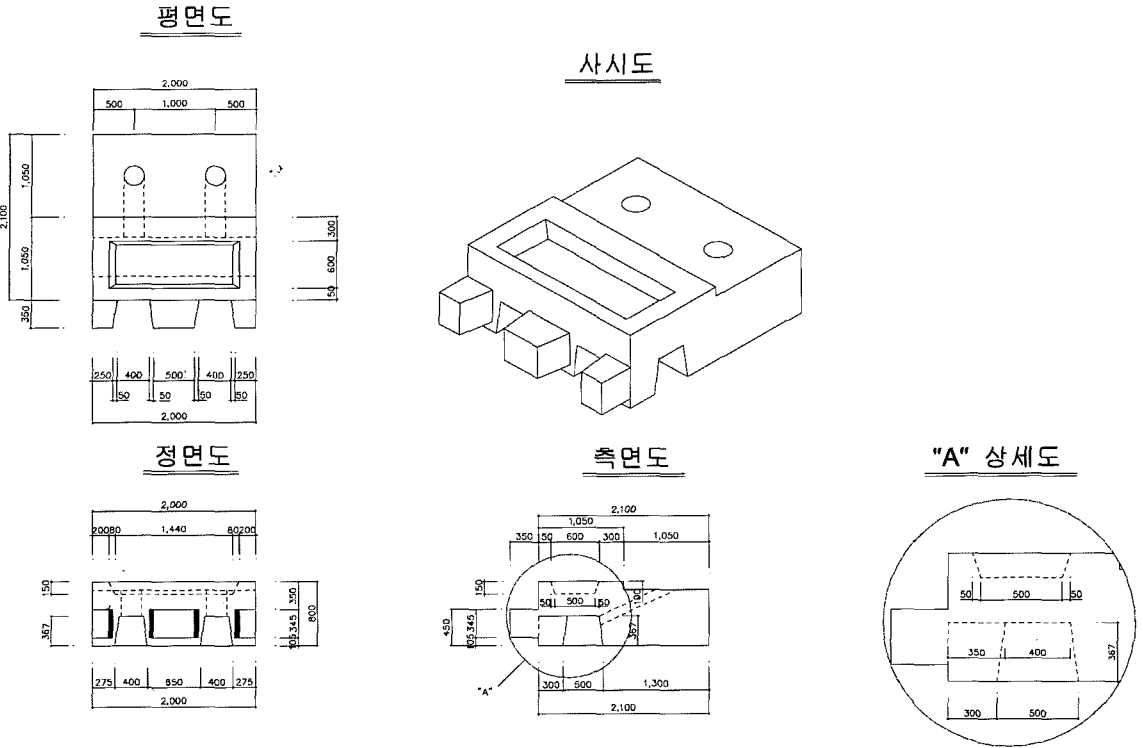


Fig. 1. 친수호안블록 설계도(급경사 1:15)

록 하였다.

본 실험에서는 수조 폭 1.0 m를 6:4로 분할하고 넓은 쪽에 구조물을 설치하여 반사율을 측정하였다. 입사 파랑 spectrum은 구조물에서 조파기 방향으로 8.2 m의 위치에서 계측한 파고자료로부터 계산하였으며 이를 목표 spectrum과 비교하여 일치할 때까지 조파시그널을 조절하여 실험파랑을 생성하였다.

실험에 사용한 관측기기 중 사용된 파고계는 용량식이며 길이 100 cm를 사용하였으며, 컴퓨터는 실험실 전용으로 조파기 제어와 파랑자료의 독취 및 분석에 사용한다. A/D 및 D/A converter: 16 channel의 ADC와 4 channel의 DAC는 파고계 및 기타 계측기로부터의 하나로 그 출력을 디지털로 변환하여 기록하고, 컴퓨터에서의 디지털 조파 시그널을 아나로그 형태로 변환하여 조파기에 보내기 위하여 사용하였다. 수심은 현장에서의 설치조건을 고려하여 40 cm(현장은 4 m)로 하였으며 해저 경사는 구조물에서 조파판 방향으로 7.8 m는 2/100 경사와 입사파고 및 반사율 측정구간으로 7.2 m의 수평구간을 가지며, 이후의 5.3 m는 4/100로 구축하였다.

2.2 모형의 제작 및 설치

모형의 축척은 연직 및 수평방향 공히 1/10으로 하였다. 중력이 유체의 운동을 주로 지배하므로 유체의 점성이나 표면장력 등의 영향은 무시할 수 있을 정도로 작아 모형과 원형 사이의 상사관계는 Froude 상사율에 의해 지배된다. 따라서, 기하학적 상사를 만족시키는 축척 1/10의 모형에 대하여 시간과 속도의 상사율은

$$\frac{T_m}{T_p} = \frac{V_m}{V_p} = \left[\frac{L_m}{L_p} \right]^{1/2} = \frac{1}{3.16} \quad (1)$$

로 주어진다. 여기서, L은 길이를 나타내며 첨자 m과 p는 모형과 원형에서의 물리량을 나타낸다. 모형과 원형에서의 유체의 밀도 및 단위중량이 같다고 가정하면 중량의 상사율은

$$\frac{W_m}{W_p} = \left[\frac{L_m}{L_p} \right]^3 = \frac{1}{1,000} \quad (2)$$

로 주어진다.

친수호안블록 제작으로 모래의 무게 비를 1:2로 하여 적

당량의 물과 배합하여 거푸집에 넣은 후 진동시켜 기포를 제거하고 약 24시간 정도 공기 중에 놓아 두었다가 거푸집을 제거한 후 수중에서 양생하였다.

본 실험에 사용한 블록의 제작을 위한 설계단면은 Fig. 1과 같다. 블록의 크기는 그림에서 보는 바와 같이 급경사인 경우는 가로 2.45 m, 세로 2.0 m, 높이 0.8 m이며, 완경사인 경우는 세로와 높이는 급경사와 동일하며 가로는 3.35 m이다.

2.3 실험조건

실험과는 불규칙파로서 반사파 흡수필터를 가동하여 호안블록 구조물 전면 해저면이 평탄한 구간에서 다음과 같은 Bretschneider-Mitsuyasu spectrum에 맞도록 보정하였다.

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

여기서 S(f)는 파랑에너지 밀도, f는 주파수를 나타내며 H_{1/3}, T_{1/3}은 각각 유의파고 및 유의주기를 나타낸다. 불규칙파의 조파시간은 300초로 하였다.

친수호안블록은 뒤채움이 되어 있으므로 파랑에 대한 안정성은 어느 정도 확보되어 있다고 할 수 있으므로 양압력에 의한 이동 여부를 점검하고 에너지의 감쇄 정도를 파악하기 위하여 블록 전면의 반사율을 측정하였다.

실험 수로는 모형은 수로 폭 0.6 m인 廣水路에 조파기에서부터 32.4 m에 설치하였으며 모형 전면에서 조파기 방향으로 7.2 m 구간의 평탄한 구간에서 파고계 3개를 설치하였다. 여기에서 계측한 자료를 사용하여 입사파를 재현하였으며 반사율도 동시에 측정하였다. 조파기에서 반대편 끝편에는 소파제를 5.0 m정도 설치하여 모형을 통과한 파가 재반사되지 않도록 하였다.

실험에 사용한 파랑조건은 완경사, 급경사인 경우와 通水口의 개방과 폐쇄인 경우 총 4가지 조건의 실험파랑을 각

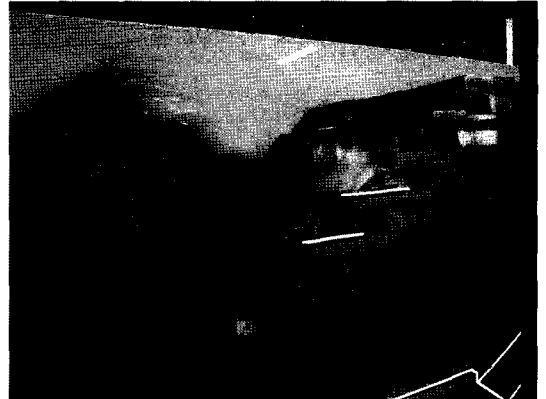


Fig. 2. 친수호안블록의 안정성 실험.

각 재현하였다. 각각의 안에서 유의 파고가 10 cm이며 유의파 주기가 0.9 s, 1.0 s인 경우에는 모형 전면에서 쇄파되어 입사파가 재현되지 않았다.

실험은 모형 설치 경사가 완경사, 급경사인 2가지 경우와 친수호안블록 내부 통수구의 개방 및 폐쇄일 때 총 4가지 경우에 대하여 실험하였다. 친수호안블록은 수중으로 3단, 수면위로 2단 총 5단으로 설치하여 입사파에 대해 율파를 허용하지 않았다. 파가 닿지 않는 아래 부분에는 일반 콘크리트 블록을 설치하였다. 실험 장면은 Fig. 2와 같다.

3. 결 과

3.1 반사율

반사율 실험은 블록 내부의 통수구를 개방한 경우와 폐쇄한 경우에 대하여 각각 급경사와 완경사 사면에 대하여 실시하였다. 실험결과는 Table 1 및 Fig. 2-3와 같다. 그림의 가로축은 실험조건인 주기와 파고를 무차원화 한 값이다. 이 표와 그림에서 보드시피 반사율은 모든 경우에서 0.5 미만으로 작게 나와서 친수호안으로 사용하기에 무리가 없

Table 1. 각 안별 반사율

Ts (s)	통수구 개방				통수구 폐쇄			
	급경사(1:1.5)		완경사(1:2.6)		급경사(1:1.5)		완경사(1:2.6)	
	Hs=5.0(cm)	Hs=10.0(cm)	Hs=5.0(cm)	Hs=10.0(cm)	Hs=5.0(cm)	Hs=10.0(cm)	Hs=5.0(cm)	Hs=10.0(cm)
0.9	0.44	-	0.47	-	0.46	-	0.47	-
1.0	0.41	-	0.43	-	0.44	-	0.43	-
1.1	0.39	0.30	0.37	0.27	0.44	0.34	0.41	0.28
1.2	0.38	0.30	0.38	0.25	0.44	0.34	0.39	0.27
1.4	0.37	0.31	0.33	0.22	0.44	0.36	0.36	0.23
1.6	0.41	0.38	0.32	0.22	0.47	0.43	0.35	0.24
1.8	0.45	0.43	0.31	0.24	0.51	0.48	0.34	0.27

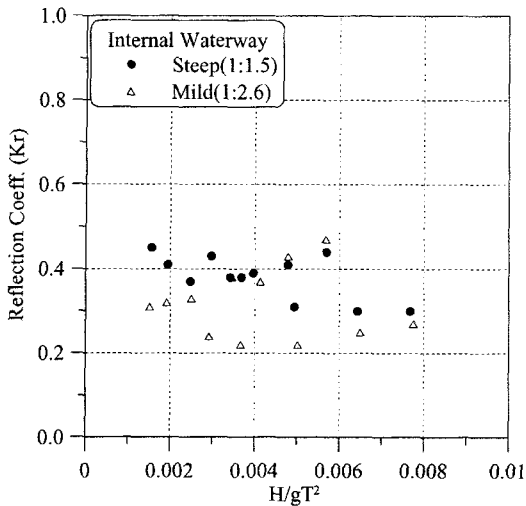


Fig. 3. 각 안별 반사율(통수구 개방).

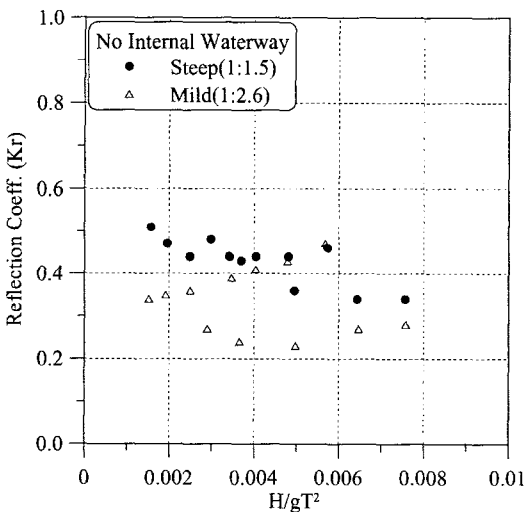


Fig. 4. 각 안별 반사율(통수구 폐쇄).

는 것으로 판단된다. 전반적으로 예상한 대로 급경사 호안 보다는 완경사 호안이 그리고 블록 내부의 통수구가 막힌 無孔보다는 열린 有孔이 반사율이 낮았다. 완경사와 급경사 간의 반사율 차이는 주기가 길어질수록 많이 커짐을 알 수 있다. 또한, 반사율 면에서 유공과 무공과의 차이는 상대적으로 미미하여 굳이 복잡한 형상을 취할 필요는 없는 것으로 생각된다.

3.2 安定性

안정성을 검토하기 위하여 주어진 수심에서 재현 가능한 최대유외파고 25 cm($H/h=0.625$), 유외파주기 2.0 s와 2.5 s를 작용시켰다. 이는 현장에서 각각 파고 2.5 m에 주기 6.32 s와 7.91 s를 의미하며 각각 $H/gT^2=0.0064, 0.0041$ 로 Goda(1985)에 의하면 쇄파조건에 해당한다. 실험은 급경사에 대해서만 실시하였는데 구조적으로 완경사는 급경사보다는 안정하므로 급경사에서 안정하면 완경사도 안정한 것으로 판단하였다. 실험 결과 육안으로 볼 때 블록의 움직임은 전혀 없었는데, 뒷채움 사석 때문에 滑動(sliding)이 일어나지도 않았으며 揚壓力(uplifting force)에 의한 상하이동도 감지하지 못하였다. 보통 양압력은 구조물의 바닥이 막혀 있을 때 가장 크게 작용하는데 본 친수호안블록은 전면부의 바닥이 개방된 구조이고 상부와 연결통로가 설치된 상태이기 때문에 양압력은 거의 작용하지 않는다고 할 수 있다. 결론적으로 내만이나 수심이 얇고 경사가 완만한 해안에서 친수호안블록으로 사용하기에는 구조적으로 적합하다고 생각된다.

감사의 글

본 연구의 수행을 위한 한국해양연구원의 지원에 감사드립니다.

참고문헌

- 한국해양연구원 (2005). 환경친화형 친수호안블록 수리모형 실험.
 Goda, Y. (1985). Random seas and design of maritime structures, Univ. of Tokyo.

Received November 29, 2006

Accepted March 26, 2007