

해저침식방호용 바이오 블록의 파랑반사특성 분석

이중우* · 김정석** · 김희재** · 이용훈** · 이동현**

*한국해양대학교 건설공학과 교수, **한국해양대학교 토목환경공학과 대학원

Analysis of Wave Reflection Characteristics for Bottom Protection Bio Block

J. W. Lee* · J. S. Kim** · H. J. Kim** · Y. H. Lee** · D. H. Lee**

*Professor of Korea Maritime University, Department of Civil Engineering, Busan 606-791, Korea

**Graduate school of Korea Maritime University, Division of Civil and Environmental Engineering, Busan 606-791, Korea

요 약 : 해안시설물을 주로 파랑과 흐름의 작용으로부터 보호하기 위하여 세굴 방호시설물의 구성요소인 자체연결의 바이오 블록을 디자인하였다. 이 블록은 해저경사면, 해변, 해안저면에 적용하여 파랑의 충격 및 침식작용에 대응하도록 하였다. 수면상 및 해저에 설치시 일련의 수리실험을 통해 파의 반사를 조사할 필요가 있었으며 입사파에 대한 반사성능 및 파력의 비교도 필요하다. 본 연구에서는 새로 설계한 바이오 블록의 설치로 반사계수를 줄임으로써 해안경사 및 해저면을 세굴로부터 보호하고, 설치한 블록의 안정성을 확인하기 위하여 수리모델실험을 수행하였다. 또한, 블록의 각 요소를 개량한 디자인에 대해 현장여건을 고려하여 시험하였다. 실험의 결과로부터 개발한 블록의 현장적용성과 거치방안이 후속으로 논의될 것이다.

핵심용어 : 세굴, 바이오 블록, 수리모형실험, 반사, 해저마운드

ABSTRACT : In order to protect coastal facilities mainly from wave and current actions, the self-locking bio blocks constituting component elements of protecting structures against scouring were designed. These blocks are adapted to the sloping bottom, coastal dunes, and submerged coastal base counteracting the destructive and erosive impulse action. A series of laboratory experiments is necessary to investigate the reflection of water waves over and against a train of protruded or submerged shore structures and compare the reflecting capabilities of incident waves including wave forces. In this study the hydraulic model experiment was conducted to identify the performance of newly designed water affinity bio blocks to keep the coast slope and bottom mound from scouring by reduction of the reflection coefficient and to convince stability of the placements. Revised design of each element of blocks were also tested for field conditions. From the result of experiment, the field applicability of the developed blocks and placement is to be discussed afterward.

KEY WORDS : Scouring, bio block, hydraulic model test, reflection, bottom mound

1. 서 론

자연재해를 경감시켜 해안선 활용을 높이고, 해안역에 위치한 해양플랜트산업단지를 보호하기 위한 기법의 제시는 방재의 관점에서 의미가 크며, 이와 병행하여 친환경적인 기법을 도입하여 경관을 제약하지 않으면서 파랑의 억제로 해안선을 보호하는 것은 물론 그 구조물에 자연 해조류의 성장을 가속화하여 해조류의 숲을 이루게 하고, 여기에 해양생태계를 유인할 수도 있어야 한다.

선행조사 결과 국내외 순수 자연해수욕장의 사빈보호공, 연안어장조성을 위한 어초사업시행 등으로 인공블록의 개발과 시공이 진행되어 왔으며, 일부에서는 그 효과가 아직 미흡한 것으로 나타났다. 국토해양부에서도 새로운 해안방재기술에

대한 접근과 대책의 필요성을 강조하고 있으며, 건설산업분야에서 기 시도된 공법과 기술에 대해 기술이전을 통한 광범위한 보급은 이루어지지 않고 있다. 따라서, 본연구에서는 일반 해변은 물론 특히, 해양플랜트 단지 주변에서 저면부근의 흐름과 파력을 제어하여 구조물에의 세굴을 억제하고 플랜트 단지에서의 침식을 저감시키거나 사면의 복원에 기여하기 위한 단위블록을 설계하여 모형을 제작하고 이의 거치기술을 수리실험을 통해 보완해나가고자 하였다.

2. 수리모형실험

본 연구에서는 설계한 바이오 블록의 성능을 파악하기 위하

여 에너지 흡수 정도를 판단할 수 있는 입사파고에 대한 반사파고로 나타낸 반사율을 수리실험을 통해 측정하고 아울러 구조물의 거치안정성을 파악하기 위하여 주어진 실험조건에서 다양한 파랑을 재현하여 거치한 블록에 적용하였다.

2.1 실험 장치

실험에 사용한 수조는 길이 25m, 높이 1m, 폭 1m의 크기로 수조의 상류, 하류, 바닥의 구조체는 철제이며 나머지 구간은 강화유리로 되어 있어 모든 구간의 실험관찰이 가능하다. 수심은 장래 설치할 현장의 일반조건을 고려하여 20~30cm(현장은 5m~7.5m)로 하였고 해저경사는 구조물에서 1: 3.73~1: 5.67로 가변시켜서 블록을 거치하였다. 모형의 축척은 연직 및 수평방향 동일하게 1/25로 하였으며 모형과 원형사이의 상사관계는 Froude 상사율에 의하여 제작하였다.

2.2 모형의 제작 및 설치

디자인은 기존의 피복블록에서 중공(perforated)의 형식이 양압력을 줄이면서 콘크리트재료의 절감을 꾀하고 있는 면과 전통양식의 한옥에서 기와의 활용사례를 파랑저감 및 구조물 기초부 세굴방지용으로 응용하고자 하였다.

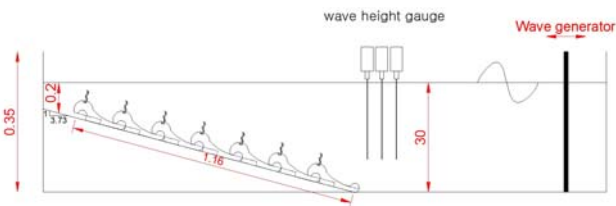


Fig. 1 Wave flume and experimental setup

2.3 실험 조건

본 연구에서는 사용한 입사파랑으로는 다음 **畠田(1991)**의 수정된 Bretschneider-Misuyasu 스펙트럼을 사용하였다.

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

여기서 $S(f)$ 는 파랑에너지 밀도함수, f 는 주파수를 나타내며, $H_{1/3}$ 및 $T_{1/3}$ 은 각각 유의파고 및 유의주기를 나타낸다. 목표 스펙트럼은 Bretschneider-Mituyasu 스펙트럼을 사용하되 모형 구조물의 설치위치에서 입사파의 시계열이 목표파랑의 유의파고 및 유의주기와 일치하도록 조정하였고, 쇄파현상이 발생하지 않는 경우에는 모형 구조물의 설치위치에서 입사파의 스펙트럼과 목표 스펙트럼이 일치하도록 재현하였다. Fig. 2는 이 거치점을 통해 양생된 모형과 수리실험분석을 위해 수조내에서 거치한 바이오 블록의 모습을 나타낸다.

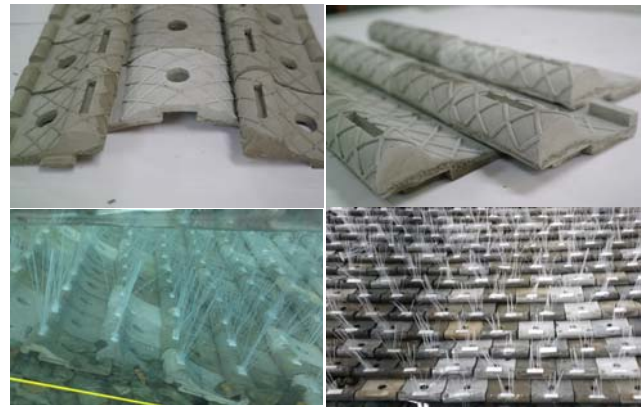


Fig. 2 Normal blocks and bio block placement at the flume

3. 실험결과 및 분석

3.1 반사율

반사율 실험은 블록거치를 통상의 블록과 바이오 블록 거치로 구분하고 월파를 허용하지 않은 조건에서 각각 완경사, 중경사, 급경사 사면에 대하여 실시하였으며, 반사율 효과를 검토하기 위하여 디자인한 블록의 거치방향을 입사파에 대해 정방향과 반대방향으로 구분하여 실험하고 결과의 일부를 Table 1과 Fig. 3에 정리하였다. 통상의 블록조건과 바이오 블록에 대한 반사율 분석에서는 바이오 블록이 0.22~0.42의 범위로 평균치가 0.3 정도로 나타났으며, 이는 통상블록 실험에서는 일부 관측치에 차이가 있으나 0.28~0.77 범위로 0.58의 평균치에 대해 현저히 감쇄됨을 알 수 있다. 해저 경사의 변화에서는 예상한 바 대로 바이오 블록의 두부가 외해측으로 거치한 경우에서도 반사율 0.3 이하로, 완만한 해저경사에서는 반사율이 0.1 부근에 달한 것으로 나타났다. 초기 블록에 대해 조도를 높이기 위하여 블록의 상면에 빗살모양의 요철을 부가한 결과 반사율 저감에 기여한 것으로 판단된다

Table 1 Reflection ratio for bio block(slope 15°, 1:3.732)

Depth.1 (30cm)			Depth.2 (25cm)			Depth.3 (20cm)		
Hs (cm)	Ts (sec)	Kr	Hs (cm)	Ts (sec)	Kr	Hs (cm)	Ts (sec)	Kr
1.0	1.5	0.283	1.81	1.98	0.257	0.86	0.89	0.277
1.0	2.0	0.255	2.23	1.23	0.288	1.85	1.23	0.244
1.0	2.5	0.334	1.12	1.73	0.414	0.83	1.65	0.342
2.0	1.5	0.252	1.69	1.10	0.255	1.48	1.09	0.220
2.0	2.0	0.321	2.00	1.61	0.402	1.56	1.72	0.339
2.0	2.5	0.681	2.57	1.89	0.363	2.00	1.65	0.287
3.0	1.5	0.260	3.09	1.24	0.359	2.53	1.18	0.263
3.0	2.0	0.316	3.08	1.62	0.255	2.35	1.6	0.347
3.0	2.5	0.297	3.62	1.55	0.380	2.83	1.52	0.360

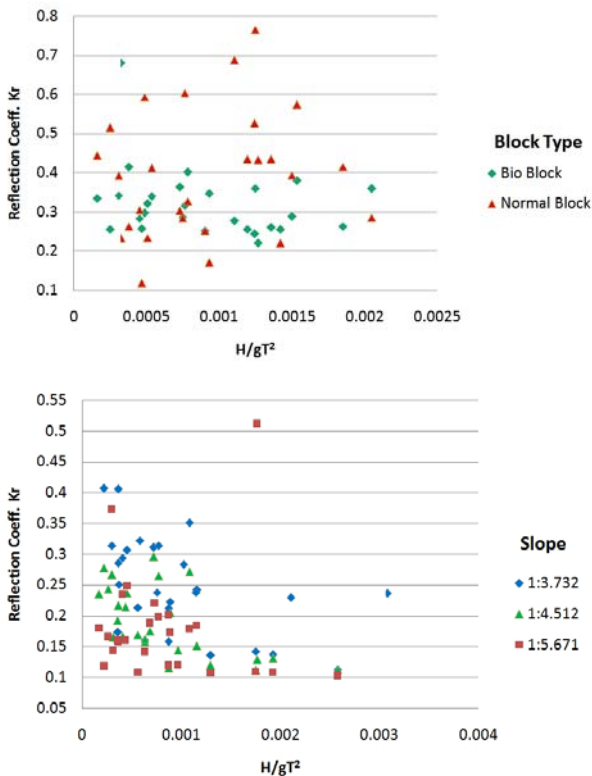


Fig. 3 Reflection ratios in terms of block types and slopes

3.2 안정성

안정성을 검토하기 위하여 주어진 수심에서 재현가능한 유의파고와 유의파의 주기를 작용시켰으며, 수심이 얇은 조건에서 일부 기저부에서 블록이 이탈되는 현상이 나타났다. 보통 양압력은 구조물의 바닥이 막혀있을 때 가장 크게 작용하는데 중간 블록에 비해 기저부의 블록은 중간에 hole이 없으므로 발생할 수 있는 것으로 간주된다. 따라서, 기저부 블록을 hole 블록으로 교체하고 필요시 파일시공이나 기저부 블록의 중량을 늘일 필요가 있을 것이다.

4. 결 론

친환경적인 인공블록의 설계와 켈프의 인공식생을 통해 파력 및 연안류를 저감시켜 해양플랜트구조물 주위의 세굴을 억제시키기 위한 기초 수리실험 분석을 수행하였다.

- 1) 설계블록의 수리실험 : 도출된 다양한 인공블록과 인공켈프를 식재한 단면에 대한 수리실험에서 반사율이 바이오 블록이 현저하게 파랑을 감쇄시키는 것으로 분석되었다.
- 2) 개발블록의 현장거치기술 평가 : 친환경적인 구조물 샘플인 바이오 블록의 수리실험수조내 거치로 실험을 통한 구조물의 안정성을 검토한 결과 일부 블록의 이탈에 대한 문제점이

있으나 기저부에 대해 파일공을 추가하는 등 거치법을 보완하면 안정성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

아울러 본 연구를 바탕으로 자연 켈프 및 산호 생육 등으로 해양생태계의 복원과 유사 해양산업에 응용될 수 있으며 생태환경 교육장이나 현장체험에 중요한 사례로 활용되기를 기대한다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부의 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업과 국토해양부의 해양에너지 전문인력 양성사업의 지원으로 수행한 연구결과입니다

참 고 문 헌

- [1] 이중우, 박한일, 황호동, 이훈 (2005), 대천항 준설토투기장 가호안축조 및 기타공사 실시설계용역 북방파제 단면수리모형실험, 한국해양대학교 산업기술연구소.
- [2] 한국해양연구원(2005), 환경친화형 친수호안블록 수리모형 실험보고서.
- [3] 合田良實(1991), 港灣構造物の耐波設計, 鹿島出版會.
- [4] Lee, J.W., Nam, K.D., Park, S.K., Kim, S.M., and Kang, S.J. (2009), Design and Construction of the Cylindrical Slit Type Shore Structures, J. Navigation and Port Research International Edition, Vol.33, No.9, pp.645-651.
- [5] Ono, N. Irie, I., Yokota, M., and Yamaguchi H. (2002), Mechanism of Stabilization of Beach Profile under Storm Waves, 2002 ISOPE Conference, pp.567-571.
- [6] Pilarczyk, K. W. (2005), Coastal Stabilization and Alternative Solutions in International Perspective, Arabian Coast 2005 Keynote Address, Verhagen. pp.1-26.