

생태계 제어구조물의 월파제어 특성

김 현 주* · 류 청 로**

(97년 1월 29일 접수)

Wave Overtopping Control by Use of Ecosystem Control Structures

Hyeon-Ju Kim* · Cheong-Ro Ryu**

Key Words : Ecosystem Control Structure(생태계제어 구조물), Wave Overtopping control (월파제어), Hydarulic Experiment(수리모형실험), Run-up Model(처올림모델), Numerical Simulation(수치실험)

Abstract

Coastal disaster induced by waves and countermeasures were investigated in the viewpoint of reduction of overtopping rate and harmony with environment in fishing port. The reduction method of wave overtopping rate using ecosystem control structures was proposed and studied on the efficiency by hydraulic and numerical experiments. The estimation models on wave overtopping rate was proposed after comparing previous models with dimensional analysis and experimental results. Control function of wave overtopping by use of ecosystem control structures was simulated and discussed with combining wave shoaling-dissipation-breaking deformation model around ecosystem control structures and newly proposed calculation model for wave overtopping rate. Feasibility of ecosystem control structures could be confirmed for reduction of wave overtopping and fisheries-based multipurpose development of coastal zone.

1. 서 론

최근, 산업의 발달에 따른 생활의 풍요와 함께 연안역의 이용에 대한 다양한 욕구가 집중되며 친수성 연안역 개발이 제기되고 있다. 이를 위해서는 종래의 안전 위주 및 건설 편의주의가 중심이 된 개발개념을

경관성, 환경성 등도 고려하는 개발개념으로의 발상 전환이 요구된다. 한편, 산업화를 통한 임해공업단지 및 도시 개발을 위한 매립 및 오염물질 배출로 생태계는 날로 황폐화해가고 있고, 연안환경 개선 및 생산성 향상을 위한 수산자원의 보호 및 조성 개념을 연안역 개발을 위한 구조물 설계시 고려하는 것이 요

* 한국기계연구원 해양기술연구부

** 부경대학교 해양공학부

청되고 있다¹⁾.

본 연구에서는 생태계제어 개념을 도입한 연안역의 종합개발·이용²⁾을 위한 기초적 연구로서 생태계제어 구조물을 이용하여 호안 및 친수성 방파제에 대한 월파량을 저감시킴으로서 연안역 개발에 친수성 개념 및 생태계제어 개념을 도입하고자 하였다. 이를 위해 우리나라 어항 주변의 해안수리학적 재해발생을 고찰하여 월파제어의 필요성과 대책을 비교하였다. 직립 호안에 대한 월파량 산정모델의 적용성을 검토하고 새로운 산정식을 도출하였다. 이 산정식과 생태계제어 구조물을 이용한 파랑변형계산모델을 복합하여 수치실험을 수행하고, 수리실험 결과와 비교하여 생태계제어 구조물의 어장-어항-어촌 종합개발을 위한

적용성을 검토하고자 하였다.

2. 월파재해 실태 및 대책

2.1. 우리나라 어항의 월파재해 분석

태풍 및 저기압성 폭풍의 내습이 빈번한 우리나라는 황천시 어항시설물 및 어선의 피해가 막심한 실정이다. 이에 그 원인을 조사, 분석하여 효율적인 방재 계획 수립을 위한 기초조사가 실시되었다³⁾. 그 결과를 요약하면 Table 1과 같고, 어항시설물의 경우 계류안벽은 대상항의 92%, 방파제는 77%, 물양장은 25%, 호안은 33%가 재해를 경험하였고, 선박파괴의

Table 1. The results of enquate investigation for the hydraulic problems and disasters of fishing ports in Korea

Questions	Quay		Breakwater		Unloading Quay		Seawall		Market Hall		Landing wharf	Q2	Q3	Q4				Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10		
	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D				A1	A2	A3	A4								
	Port name	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D	CF	D	CF													
Daejin	o				o				o	o			o		o	o					o	o	o	o	o
Daepo	o		o	o	o		o				o		o		o		o	o	o						
Namae	o	o	o	o	o	o			o	o			o	o		o				o	o				
Sacheon					o							o	o		o	o	o	o	o	o		o			
Geumjin	o	o	o		o							o			o	o	o	o	o						
Jeogsan				o	o						o		o	o	o	o	o	o	o	o					o
Chuksan			o	o	o		o		o				o		o					o			o	o	o
Kugye	o	o	o	o	o		o		o	o		o	o		o					o	o				o
Hyeonpo			o	o								o	o								o				
Dadaepo	o	o	o	o	o	o	o	o	o			o	o	o		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Mijo			o	o	o	o	o	o				o								o	o	o	o	o	o
Chunsando	o	o	o		o		o		o						o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Aoranjin	o	o	o	o	o		o		o			o		o					o	o	o	o	o	o	o
Bocheoungdo	o	o	o		o		o		o				o		o					o	o	o	o	o	o
Dodoodong	o	o	o	o	o							o								o	o				
Dongsan	o	o	o	o	o				o			o	o		o	o				o	o	o	o	o	o
Hosan			o	o								o	o		o	o					o				
Chogog			o	o											o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Guryongpo	o	o	o	o	o	o			o		o		o		o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
Seungsan			o	o	o				o					o						o	o	o	o	o	o
Yeunpyeondo	o		o	o	o										o	o				o	o	o	o	o	o
Jookdo	o	o	o	o			o	o				o	o		o	o					o	o	o	o	o
Total	14	11	22	17	16	4	9	3	12	3	3	11	14	5	3	11	12	11	21	18	5	8	4		

Q2: Do you have some experiences that go to another port to refuge from typhoon or storms?
 Q3: Do you have some experiences of landing vessels to refuge from typhoon or storms?
 Q4: What is the cause of shipwreck? A1: Error of mooring method, A2: Decrepitude vessel, A3: Problem of facilities ie. breakwater, A4: Mutual collision between vessels
 Q5: After construction of Port facilities is there any environmental change around the port?
 Q6: Can you see the overtopping phenomenon?
 Q7: Is there a water level of higher than I.I.I.W.L when storm or Typhoon is attacked?
 Q8: Is there a especially higher wave field?
 Q9: Is there a large vortex or circulation in the Port?
 Q10: Is there a special place where large damage of vessels or other facilities are frequently occurred?
 CF: Constructed facilities, D: Damage facilities

경우 상호충돌에 의한 파괴가 32%, 월파에 의한 파괴가 25%, 항내파고에 의한 파괴가 28% 등으로 나타났다. 또한 월파의 경우 거의 모든 항에서 발생하고 있으며, 월파고가 2-8 m 이상에 까지 달하는 경우도 있는 것으로 나타났다. 어항의 재해는 이러한 국소적인 해안수리특성과 밀접한 관계를 가지며 특히 항주위 파고분포 및 고조 등과 관련한 수면상승 및 월파 등에 좌우됨을 알 수 있었다. 한편, 월파와 관련한 해안재해는 월파량에 따른 배후 이용지의 피해 한계와 유관하며, Goda(1984)는 현장관측자료를 기준으로 Table 2과 같이 정리하였다.

Table 2. Threshold rate of overtopping for structural damage of seawalls (after Goda, 1971)

Type of seawalls	Threshold overtopping rate, Q (m ³ /m·sec)
Seawall without back slope (bulkhead type)	
apron paved	0.2
apron unpaved	0.05
Seawall with back slope (dyke type)	
crown and back slope with protective covering	0.05
crown with and back slope without protective covering	0.02
crown and back slope unprotected**	less than 0.005

* covered with concrete layer or the like
 ** clay and soil with compaction, some with grass

2.2. 월파제어 대책의 개요 및 비교

연안역의 안전한 이용을 위하여 다양한 월파제어대책이 연구·개발되어 왔으며, 직립식, 경사식, 혼합식 및 수중식 해안구조물에 설치되어 왔다. 직립식은 경제성 및 접안성 등이 양호하며, 경사식은 생태계와의 조화와 극단적인 피해발생 확률이 낮은 장점이 있다. 이들 해안구조물은 그 기능 및 안전성의 제고를 위해 지속적인 개량과 보완 연구가 이루어져 왔으며, 종래 연구결과를 분석하여 직립제에 대한 월파량을 기준으로 각종 대책의 월파량 제어효과를 중심으로 Fig. 1

에 정리하였다.

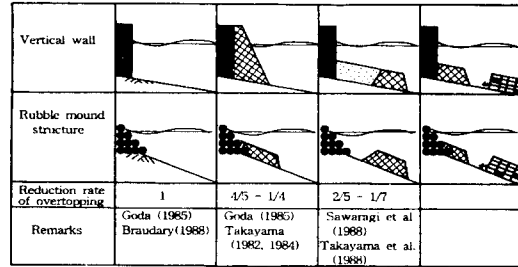


Fig. 1. Change of the concept for coastal defence system.

한편, 해안구조물의 대표적인 형식인 직립제와 사석제에 대한 개량 및 개발 연구를 구분해보면 초기대책으로는 전면에 파랑제어기능의 소파블럭(사석, 테트라포드 등)을 피복시키거나 소파공간(슬릿, 퍼포 셀 등)을 부설하는 형태가 고려되었다. 최근 친수성 개념의 제거와 함께 소파 마운드나 이안제를 수면하로 낮추고 그 폭을 연장시켜 파랑을 제어함으로써 천단고를 낮추는 대책으로 변화되고 있다⁴⁾. 또한, 지속가능한 해양생물자원의 이용을 위하여 생태계제어 개념을 적용한 연안구조물 설계가 강조되고 있다.

3. 직립호안에 대한 월파량 산정모델의 정립

3.1. 월파량 산정모델에 대한 종래 연구

월파 특성 및 월파량 산정에 관한 연구는 다수 있으나 Weir model¹⁰⁾과 Run-up model⁸⁾로 구분될 수 있다. 종래 다양한 월파량 산정모델이 개발되어 왔으며, Table 3에 나타낸 것과 같은 월파량 및 천단고 (crown height)의 파라미터화와 수리실험 결과를 정리하여 제시되어 왔다. 표에서 볼 수 있듯이 호안 및 방파제를 대상으로 다양하게 검토되어 왔으나, 이에 대한 종합적인 비교 및 적정 산정식의 제안은 찾아보기 힘들다. 또한, 기존의 월파량 산정모델은 입사파형의 가정, 심해파의 파고분포 특성을 천해역에 적용한 것이 지적된 바 있고 심해파 제원을 대상으로 하고 있어 정확성 뿐만 아니라 수중구조물에 의한 파랑제

어 효과를 고려할 수 없어 이에 의한 월파량 저감을 평가하기 위해서는 변화된 파랑제원을 심해파 제원으로 환산하여야 하는 번거로움이 있었다. 또한 수중 구조물 배후에서의 평균수위 변화에 의한 천단고 변화 특성을 고려하기 어려웠다.

월파량 산정식은 대부분 다음 식과 같은 Weir model을 근간으로 한 Power model과 Run-up model을 기초로 한 Exponential model로 정리되어 왔다.

Table 3. Summary of representative overtopping parameters proposed by previous researches.

No.	Dimensionless discharge rate (Q^*)	Dimensionless crown height (h_c^*)	Authors (year)
1	$\frac{Q}{TH\sqrt{2gH}}$	$\frac{h_c}{H}$	Kikkawa et al. (1968)
2	$\frac{Q}{\sqrt{2gH^3}}$	$\frac{h_c}{H}$	Goda (1970, 1985) Takayama (1988)
3	$\frac{Q}{h_c^2}$	$\frac{H}{h_c}$	Shi-igai et al. (1977)
4	$\frac{2\pi Q}{HL}$	$\frac{h_c}{H}$	Inoue (1979, 1981) Takada (1979)
5	$\frac{Q}{\sqrt{gLH^2}}$	$\frac{h_c}{H}$	Sawaragi et al. (1988) This study
6	$\frac{Q}{gTH}$	$\frac{h_c}{T\sqrt{gH}}$	Braudbaury (1988)
7	$\frac{Q}{\sqrt{gH^3}}$	$\frac{h_c}{\sqrt{H^3L}}$	Ahrens (1988)
8	$\frac{Q(1+H/2h)}{Hh}$	$\frac{H}{h_c}$	Ozhan et al. (1990)
9	$\frac{Q}{\sqrt{gH^3}}$	$\frac{h_c}{H}$	This study

$$Q^* = A \exp(-B h_c^*) \quad (1)$$

$$Q^* = A (h_c^*)^{-B} \quad (2)$$

여기서, Q^* , h_c^* 는 Table 3에 나타난 무차원 월파량 및 천단고이고, A, B는 회귀계수이다.

3.2. 월파 특성의 해석 및 실험

(1) 기본 수리량의 특성과 차원해석

방파제 또는 호안에 대한 월파량에 영향을 주는 기본물리량을 해안수리학적으로 고려하고 차원해석을 통해 고찰함으로써 종래 제안된 월파량 산정모델과 그 파라미터들의 적용성 평가를 위한 해석 및 실험 조건을 정립하고자 하였다. 월파량에 영향을 주는 기본 물리량은 다음과 같이 고려할 수 있다.

- ① 파랑 특성에 대한 물리량 : 파고(H) 및 주기(T), 해저경사(θ), 설치수심(h_w)
- ② 유체특성에 관한 물리량 : 점성계수(μ), 유체밀도(ρ), 중력가속도(g)
- ③ 구조물에 대한 물리량 : 천단고(h_c), 피복석 공극율(ϵ_w), 호안(방파제)의 경사(ϕ)

$$\phi_1 (H, T, \theta, \mu, \rho, g, h_c, \epsilon_w, \phi, h_w) = 0 \quad (3)$$

여기서, 월파량(Q)을 종속변수로 하고, H, g, μ 를 반복변수로 하여 Buckingham의 π 정리를 이용하여 차원해석하고, 각 무차원량을 물리적 해석이 용이하도록 조정하면 무차원 월파량은 다음과 같이 정리할 수 있다.

$$\frac{Q}{\sqrt{gH^3}} = \phi_2 \left(\frac{H}{L}, \theta, \frac{\sqrt{gH^3}}{\nu}, \frac{h_c}{H}, \epsilon_w, \phi, \frac{h_w}{H} \right) \quad (4)$$

$$\frac{Q}{\sqrt{gLH^2}} = \phi_2' \left(\frac{H}{L}, \theta, \frac{\sqrt{gH^3}}{\nu}, \frac{h_c}{H}, \epsilon_w, \phi, \frac{h_w}{H} \right) \quad (5)$$

여기서, 중력에 비해 점성의 영향은 무시할 만 하다고 가정하고, Fig. 2와 같이 직립제를 대상으로 하여 공극율(0), 호안경사(90°)를 일정히 하면 무차원 월파량은 무차원 천단고, 파형경사, 해저경사, 상대 설치수심의 함수로 고려할 수 있다.

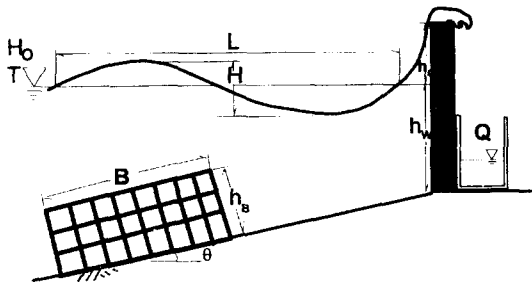


Fig. 2. Schematic explanation of wave overtopping to vertical wall.

Table 4. Conditions of model wave and artificial habitat

Wave	case	W1	W2	W3	W4	W5	W6
	H(cm)		7.5	5.0	3.5	10.0	8.4
T(sec)		1.0	1.4	1.8	1.1	1.3	1.6
Seawall	case	S1,S2,S3		S4,S5		S6, S7	
	installation depth (cm)	5.0		10.0		15.0	
	crown height (cm)	2, 5, 8		3, 9		4, 6	

(2) 수리실험 및 해석

차원해석 결과를 기초로 직립제에 대한 월파랑 산정식의 적용성을 수리실험 결과를 이용하여 Table 3 과 함께 종합적으로 비교·검토하고자 한다. 실험조건은 조파기의 조파 특성과 모형의 제원을 고려하여 Table 4와 같이 결정하였다. 실험은 2차원조파수조에서 실시하였고, 파고 3.5 cm ~ 10cm, 주기 1.0초-1.8 초의 파랑을 이용하여 실험하였다. 파랑은 호안과 조파기 중간 위치의 2개소에서 용량식파고계로 측정하였고, 입사파는 Goda¹⁴⁾의 방법으로 분리하였다. 또한 월파랑은 호안 배후에서 용기로 2-5과분을 집수하여 평균한 값으로 사용하였다.

3.3. 월파랑 산정모델의 비교 및 산정식 제안

(1) 심해파를 대상으로 한 월파랑 산정식

심해파 제원을 대상으로 한 월파랑 산정식의 적용성을 비교하기 위하여 측정한 입사파를 자연해빈의

파랑변형 모델¹⁵⁾을 이용하여 심해파랑 제원으로 역산하고, 그 제원과 구조물 제원 및 월파랑을 Table 3의 각 파라미터에 대해 적용성을 검토하였다. 적용성 비교결과를 Fig. 3에 나타내었으며, 실험결과와 각 파라미터에 대한 Exponential model과 Power model의 상관계수로서 비교하였다. 여기서, 적용성이 좋은 경우를 ▽로 표시하였고, Fig. 4에 나타내었다. 그림으로부터 각 무차원 월파랑 및 천단고를 대상으로 정리해보면, 중복파 및 쇄파 영역에 따라 경향이 다르게 구분될 수 있는 것을 알 수 있었다. 이로 부터 쇄파대 내외를 구분하여 Exponential model과 Power model의 적용성으로 비교하였다. 그 결과, Fig. 3에서 볼 수있듯이, 직립호안이 쇄파대 내에 위치한 경우에는 Braudbury(1988)의 파라미터 ($Q / gTH_o : h_c / T\sqrt{gH_o}$)를 사용한 Exponential model이 가장 양호한 적용성을 보였다. 쇄파대 밖에 위치한 경우에는 Inoue(1979)의 파라미터 ($2\pi Q / H_o L_o : h_c / H_o$)를 사용한 Exponential model이 가장 적합한 것으로 나타났다. 그러나, 쇄파대 내에 설치된 경우를 대상으로 정리한 회귀식과 심험치의 분산성은 유의할 만하며, 이는 파랑 및 해저경사 등에 따라 쇄파 특성이 달라지고 쇄파형태에 따라 월파랑도 변동할 수 있음을 암시한다. 따라서, 구조물 설치지점의 파랑제원을 대상으로 월파랑 산정 모델의 적용성을 검토하고자 하였다.

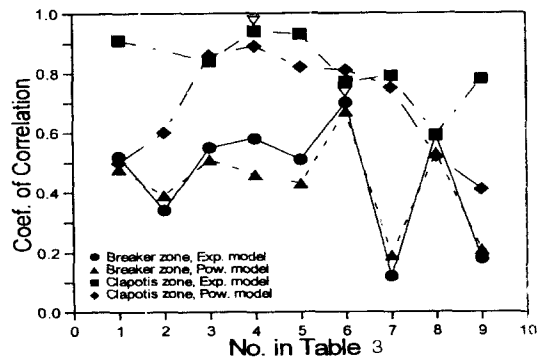
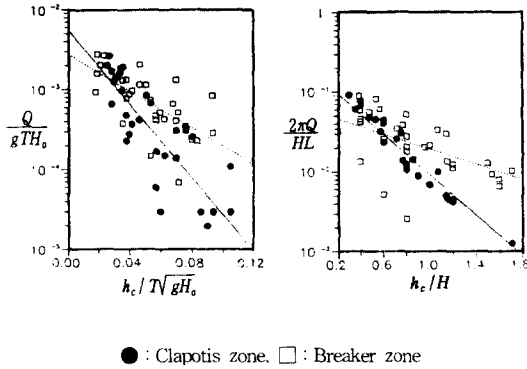


Fig. 3. Most feasible overtopping and crown height parameters and estimation model using deep water waves.



(a) Expo. model (b) Expo. model

Fig. 4. Most fittable estimation model using dimensionless deep water wave parameters proposed by (a) Baudbury (1988) and (b) Inoue(1979).

(2) 구조물 전면파를 대상으로 한 월파량 산정식 월파제어를 위하여 방파제나 호안 부근에 파랑제어 구조물을 설치한 경우, 심해파 제원을 이용한 월파량 산정은 곤란하며, 파랑제어 효과가 고려된 월파량 산정이 필요하다. 따라서, 호안 전면파를 대상으로 한 월파량 산정식의 정립이 필요하다. 이를 위해 실험으로부터 측정된 입사파를 자연해빈의 파랑변형 모델을 이용하여 구조물 설치 지점에서의 파랑 제원으로 계산하고, 그 제원과 구조물 제원 및 월파량을 Table 3의 각 파라미터에 대해 적용성을 검토하였다. 그 결과를 Fig. 5에 나타내었고 가장 양호한 경우를 ∇ 로 표시해 놓았다. 이에 대한 비교 결과를 Fig. 6에 나타내었다. 그림으로부터 각 무차원 월파량 및 천안고를 대상으로 중복파 및 쇄파 영역에 대한 Exponential model과 Power model의 적용성을 비교할 수 있다. 여기서, 호안 전면파를 대상으로 한 경우에는 호안의 위치에 관계없이 Sawaragi et al.(1988)의 파라미터 ($Q/\sqrt{gLH^2} : h_c/H$)를 사용한 Exponential model이 가장 적합한 것으로 나타났다. 그러나, Sawaragi et al.은 Weir model을 이용한 Power model로 정리하였으나, 본 연구에서는 실험 결과를 기초로 적용성이 우수한 Exponential model로 정리하여 제시하였다.

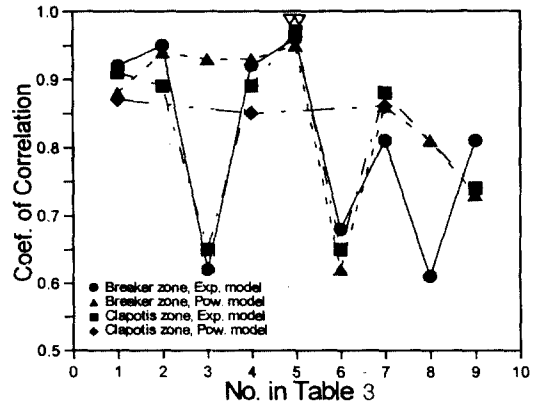


Fig. 5. Most feasible overtopping and crown height parameters and estimation model using incident waves to sea wall.

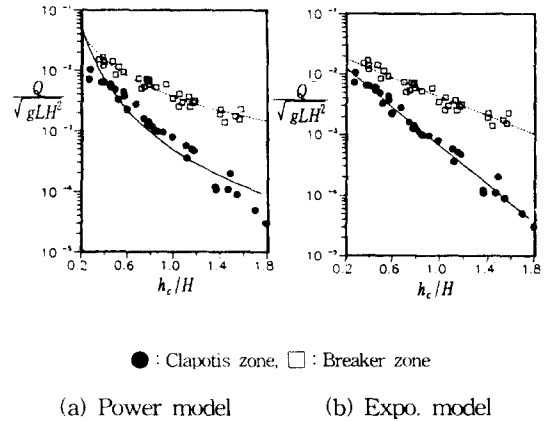


Fig. 6. Comparison of exponential model and power model using dimensionless incident wave parameters by Sawaragi et al(1988).

3.4. 월파량 산정식의 정립

생태계제어 구조물에 의한 월파제어 효과의 비교를 위해 구조물 전면파를 대상으로 한 적정 월파량 산정식을 정립하고자 하였다. 전술한 실험결과를 이용하여 산정모델 및 각종 파라미터의 적용성을 비교 검토한 결과, 호안의 설치가 쇄파대 및 쇄파대 밖에 이루어질 경우를 대상으로 다음 식과 같은 월파량산정식을 구할 수 있었다.

$$\sqrt{\frac{Q}{gLH^2}} = 0.025 e^{-1.86 h_c} : \text{breaking zone (5)}$$

$$\sqrt{\frac{Q}{gLH^2}} = 0.030 e^{-3.70 h_c} : \text{clapotis zone (6)}$$

4. 생태계제어 구조물에 의한 월파저감 효과

4.1. 생태계제어 구조물의 파랑제어 특성

파랑 에너지 평형식에 비선형 천수변형(shoaling) 효과, 생태계제어 구조물에 의한 파랑에너지 저감과 수정 Bore model을 응용한 복합 계산모델로 구성하여 Fig. 7과 같은 흐름으로 파랑변형 특성을 계산할 수 있다. 그 결과는 생태계제어 구조물의 규모에 따른 파랑제어 결과를 실험 결과와 잘 일치함을 보고하였다¹⁵⁾. 파랑제어 효과는 생태계제어 구조물의 설치수심, 상부수심 및 폭과 입사파의 파형경사와 밀접한 관계를 보였고, 상부수심이 얕을수록 그리고 폭은 넓을수록 파랑제어 효과는 양호하였다. 한편, 차원해석 결과에서 볼 수 있듯이 월파량은 상대 천단고와

밀접한 관계가 있으며, 파랑제어와 관련한 평균수위의 변화는 천단고의 변화로 귀결된다. 따라서, 파랑제어와 평균수위 변화의 복합적인 영향에 의한 월파량 변화 특성의 비교 평가가 요구된다.

4.2. 생태계제어 구조물을 이용한 월파제어

월파의 효율적인 제어는 연안역 개발을 위한 필수적인 요건이며, 종래에는 주로 천단고의 보강이나 소파블록의 시설 등으로 강구되어 왔으나 최근 마운드의 연장이나 잠제 또는 인공양빈에 의한 대책 등이 제안되고 있다. 이들 대책은 배후공간의 활용, 개발계획을 고려하여 선택될 수 있으며 장기적인 개발 및 관리 계획과 해역이용 계획을 기초로 이루어져야 한다. 한편, 본 연구에서는 천해역의 산란초 및 치어의 성육초를 이용한 수산자원의 보호·육성뿐 아니라 이를 방재적 기능과 연계시킴으로써 월파제어와 생태계제어기능을 병합한 연안역 개발의 최적화시스템을 강조하였다. 이는 생태계제어 구조물의 파랑제어 효과 및 그에 따른 월파의 저감 효과를 검토함으로써 그 적용성을 확인할 수 있다. 이를 위해서는 종래 월파량 산정식의 종합적 검토를 통해 생태계제어 구조물 배후의 직립식 방파제나 호안을 대상으로 한 새로운 월파량 산정식을 정립하였다. 이를 전술한 파랑변형 복합모델과 연계하여 Fig. 7과 같이 수치실험을 통해 검토할 수 있다.

파랑변형계산 모델을 사용하여 생태계제어 구조물 배후의 직립호안 설치지점에서의 파랑 제한 및 평균 수위를 계산하고, 정립된 월파량 산정 모델에 의해 산정된 월파량을 비교함으로써 생태계제어 구조물에 의한 월파량 저감특성을 검토하였다. 그 결과를 Fig. 8과 Fig. 9에 자연해빈에 설치된 직립 호안에 대한 월파량을 기준으로 호안의 외양측 이격된 곳에 고투과성 생태계제어 구조물을 설치했을 경우의 월파량의 변화를 비교하였다. 그림으로 부터 생태계제어 구조물의 제원에 따른 월파량 저감 특성을 비교해 볼 수 있으며, 생태계제어 구조물의 상부수심과 폭에 따라 40-50% 까지 저감시킬 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 생태계제어 구조물을 이용한 다목적·다기능 연안역의 종합개발 가능성을 확인할 수 있었다.

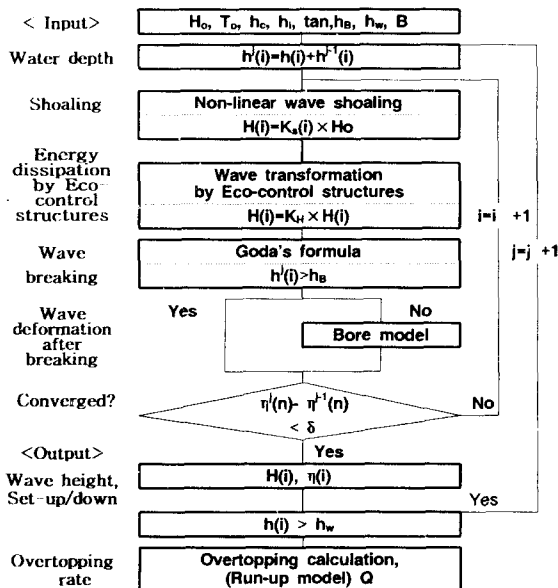


Fig. 7. Flow of calculation of wave transformation and wave overtopping rate.

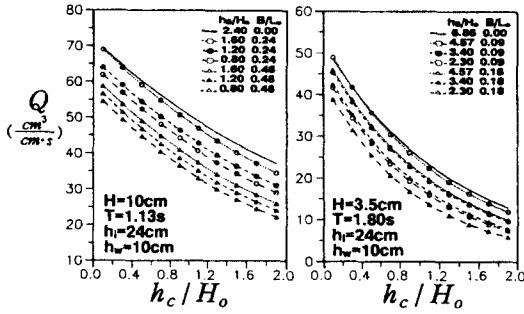


Fig. 8. Variation of overtopping rate according to structural scales and wave dimensions.

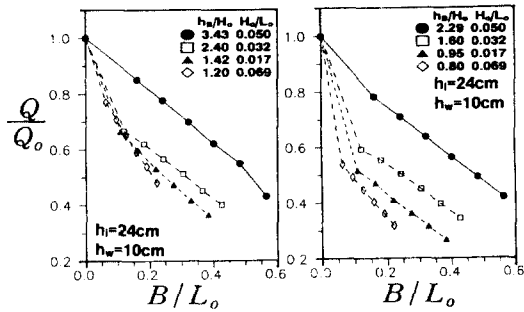


Fig. 9. Overtopping reduction effects according to the crest depth and width of ecosystem control structures.

5. 결론

연안자원의 효율적인 고도이용을 위한 연안방재의 필요성을 논의하고, 생태계제어 구조물을 이용한 연안방재기능을 검토함으로써 연안의 환경성 및 경관성도 양호하고 연안역의 친수성 공간 확보 및 수산자원 조성에 유리한 다목적·다가능 연안역 개발의 최적화를 위한 기초적 연구를 수행하였다. 그 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

- 1) 황천시 우리나라 연안역에서의 월파재해는 막심하며 효율적인 월파 방재 및 연안역 개발 기법의 정립이 필요함을 알 수 있었다. 종래의 월파저감 대책의 적용성을 비교·논의하고, 대책의 하나로써 생태계제어 구조물을 이용한 월파제어 및 연안역 개발 개념을 강조하였다.
- 2) 월파량산정식의 적용성은 심해파 제원을 이용

하는 것보다 구조물 전면파를 대상으로 하는 것이 양호한 것으로 나타났고, 중복파 영역 및 쇄파 영역에 대하여 Exponential model의 적용성이 가장 양호하였다.

- 3) 생태계제어 구조물을 이용한 월파제어는 호안 또는 방파제 및 생태계제어 구조물의 상대 설치수심 및 구조물의 제원에 따라 다르지만, 계산결과 40-50% 까지 저감시킬 수 있는 것으로 나타났다.
- 4) 생태계제어 구조물을 이용한 연안역 개발의 최적화는 수산자원 조성의 효과뿐 아니라 연안방재 기능을 포함한 다목적·다가능 연안역 개발에 응용될 수 있을 것으로 고려된다.

참고문헌

- 1) Ryu, C.R. and H.J. Kim, "A design concept of artificial habitat considering the function of wave control and coast defense", Proc. of COSU'95, pp.347-356, 1995
- 2) 류청로, 정귀석, 김현주, 손병규, "생태계 제어, 월파제어 그리고 연안역 개발의 최적화", 한국해양학회 학술발표회 초록집, pp.101-105, 1993
- 3) 류청로, 김종화, 박중화, "어항의 정온도 향상과 수질개선을 위한 기초적 연구", 한국어업기술학회지, 26(4), pp.341-352, 1990
- 4) 김현주, "연안생태계 제어구조물의 안정성과 기능 극대화를 위한 기초적 연구", 부경대학교 박사학위논문, 145p., 1995
- 5) Goda Y., "Expected rate of irregular wave overtopping of seawalls", Coastal Engineering in Japan, Vol. 14, pp.43-51, 1971
- 6) Bradbury A. P. and N.W.H. Allsop, "Hydraulic effects of breakwater crown wall", BREAKWATERS '88 Conference, ICE, Eastbourne, 1988
- 7) 高山知司, 池田直太, 永井紀彦, 高山優, "廣天端幅潛堤の越波低減效果に關する不規則波實驗", 第35回海岸工學講演會論文集, pp.587-591, 1988
- 8) 高田 彰, "波のうちき上げ及び越波", 1977年度水工學に關する夏期研修會講義集 (B), 1977

- 9) Sawaragi, T., I. Deguchi and S.K. Park, "Reduction of overtopping rate by the use of artificial reefs", Proc. of Coastal Engineering, pp.335-349, 1988
- 10) Shi-igai H. and R. C. Hsu, "An analytical and computer study on wave overtopping", Coastal Engineering 1, pp.221-241, 1977
- 11) 井上雅夫, 松永博史, "護岸法線の隅角部周邊における越波量分布", 第28回海岸工学講演會論文集, pp.325-329, 1981
- 12) Ahrens J.P. and M. S. Heimbaugh, "Sea wall overtopping model", Coastal Engineering, ASCE, pp.795-806, 1988
- 13) Ozhan E. and A.C. Yalcmer, "Overtopping of solitary waves at model sea dikes", Coastal Engineering, ASCE, pp.1487-1498, 1990
- 14) Goda, Y., "Random sea and designs of marine structures", Univ. of Tokyo press, pp.1-323, 1985
- 15) 김현주, 류청로, 손원식, "생태계제어구조물의 파랑제어 효과에 관한 연구", 한국해양공학회지, 10권 4호, pp. 149-159, 1996