한국해안·해양공학회 학술발표논문집 (2008)
2008년 9월 25일-9월 26일
제17권, pp. 248-251

해수소통블록의 수리특성

The Investigation of Hydraulic Characteristic of Ocean Circulation Block

박용범[1], 김규한[2], 한재명[3], 편종근[4]
Yong Bum Park[1], Kyu Han Kim[2] Jae Myung Han[3]and Chong Kun Pyun[4]

1. 서 론

기존 방파제는 파랑을 항내로 들어오지 못하게 하여 항내 정온도를 유지시켜 화물의 입·출항과 하역작업 등을 편리하게 하며, 파랑으로 인해 발생되는 물리적인 피해를 줄여 선박과 사람의 안전을 중요시하는 것이었다. 그러나 해수의 소통이 차단됨으로써 항내오염이 발생되어 항내에 심한 악취 또는 부유물질들이 다량으로 발생해 항내에 쌓이게 되어 항내 수질오염이 유발하였으며, 이로 인해 해양생태계의 환경파괴를 발생시켜왔다. 이러한 환경문제가 사회적인 이슈가 되면서 방파제의 건설도 기존 방파제의 기능을 지니면서 항내 오염문제를 해결하기 위해 친환경·친수성 항만의 개발이 진행되고 있다.

이러한 친환경·친수성 항만시설을 만드는데 생각할 수 있는 방법으로는 준설작업이 있다. 준설작업은 오염된 퇴적물이나 쓰레기를 직접 준설하여 오염된 해수를 정화시키는 작업이다. 그러나 준설 시 발생하는 퇴적물의 확산과 준설토 처리문제를 가지고 있다. 다음 방법으로는 외해로부터 맑은 해수를 항내로 유입시켜 항내에 오염된 해수를 정화시키는 해수교환시설 설치방법이 있다. 해수교환시설은 항내 오염이 심각한 항 안쪽까지 설치하기가 힘들기 때문에 방파제의 일부분 또는 전 구간에 설치하여 그곳에서 들어오는 외해의 해수를 이용하여 항내의 오염된 해수를 정화시키는 방법이다.

본 연구에서는 해수소통블록(Ocean Circulation Block)을 이용하여 복잡한 항만내부에 해수의 원활한 흐름을 확인하기 위하여 수리모형실험을 통해 구조물이 갖는 수리적인 특성을 파악하고 수치모형실험을 통하여 수리모형실험 자료와 결과를 비교분석하고, 해수교환효과를 확인하는데 그 목적이 있다.

2. 수리모형실험

2.1 실험장치

해수소통블록은 해수교환시설 중 하나로서 블록 중앙에 유통구를 만들어 외해로부터 파가 입사시 유통구를 통해 항내로 외해가 유입될 수 있도록 고안한 것이다. 블록은 계단형으로 쌓을 수 있으며 각각의 블록은 기본블록, 중간연결블록으로 구성되어 있으며 체결홈에 의한 연결성 증대로 안정성이 탁월하다. 또한 해수유통구와 블록의 규격을 현장 여건에 따라 관구경 및 블록의 크기를 다양화 시킬 수 있으며 시공이 간편하다.

본 연구에서는 일방향 해수소통블록을 이용해 파랑에 의한 해수교환효과를 검토하고자 한다. 수리모형실험을 위해 폭 0.7m, 높이 1.5m, 길이 30m인 2차원 조파수로 내에서 실험을 실시하였다. 입사파의 측정을 용이하게 하기 위해 조파수로의 폭은 종방향으로 5:5로 나누어 구조물의 모형과 파고계를 각각 설치하였다. 파랑에 의한 해수교환

1 명지대학교 토목환경공학과 석사과정
2 관동대학교 토목공학과 교수
3 (주) 한길 대표이사
4 명지대학교 토목환경공학과 교수

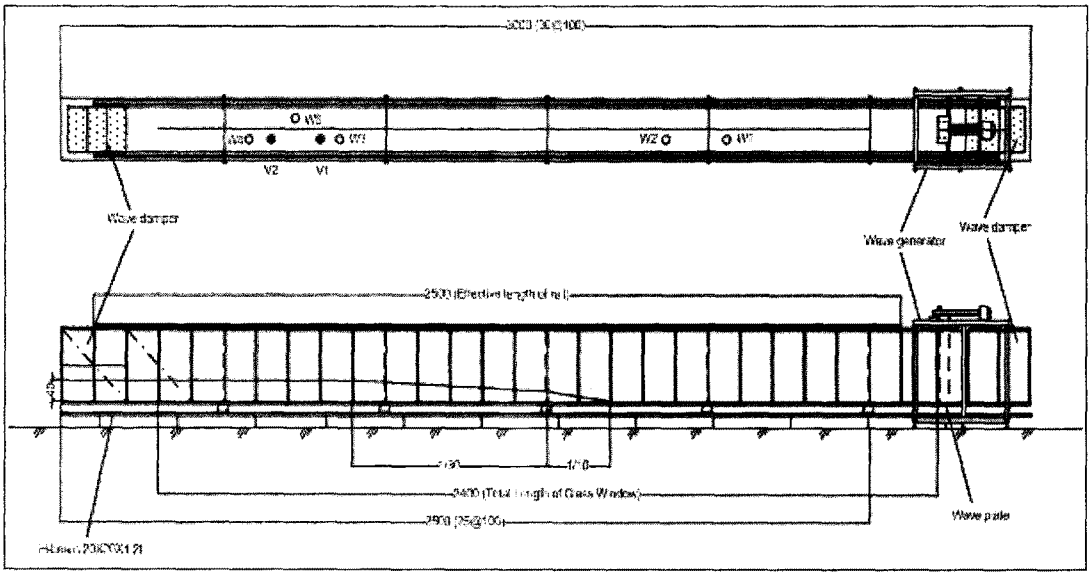

Fig. 1. Schematic section of Wave-Current 2-D

효과를 검토하기 위해서 파고 3case와 주기 14case에 대해서 불규칙파를 이용하여 실험하였다. 축척은 1/36을 이용하였다. 조파수로 단면은 Fig.1과 같다. 조파수로내에 설치된 파고계(W_i) 4대와 유속계(V_i)2대는 다음과 같은 용도로 이용되었다.

W1, W2 : 파랑의 반사율을 측정
W3, W4 : 전달율을 측정
W5 : 입사파의 파고를 측정
V1 : 구조물 전면에 유입되는 유속측정
V2 : 구조물 후면에 유출되는 유속측정

2.2 실험방법

파랑에 의한 실험조건은 Table.1과 같다. 실험전 파고계에 calibration을 실시하였으며, 구조물이 놓이는 구간에 입사 파고와 주기에 대해서 통과파를 측정하여 정도 높은 파랑조건을 구하였다. 파고계 4대를 통하여 파고와 주기에 대한 반사율과 투과율을 측정하였으며, 또한 1대의 파고계를 이용하여 case별 입사파를 측정하였다.

평균유속을 측정 하였으며 평균유속의 정도 높은 값을 얻기 위해 오차 범위를 ±0.01m/s로 하였다. 본 실험에서 사용된 실험데이터는 Table.2와 같다.

Table. 1 실험조건

구 분	내 용	총 case	축척
수 심	76cm	1	1/36
파 고	1.4, 2.8, 5.0cm	3	
주 기	1.0sec~3.0sec	6	

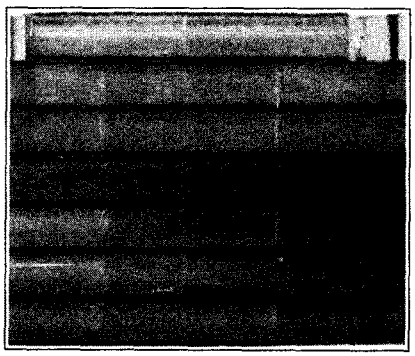

Fig. 2. 파랑입사시 유속흐름

3. 수치모형 실험

본 연구에서 사용된 수치모형실험은 2차원수치파동수로(CADMAS-SURF)를 이용하였으며 양단에 부가감쇠영역을 설치하여 파의 재반사를 방지하였다.

3.1 기초방정식

수치파동수로의 기초방정식에는 2차원 비압축성 점성유체를 대상으로 한 연속방정식과 Navier-Stokes방정식을 Porous모델을 근거하여 확장한 식(1)~(3)을 채용하였다. 그리고 자유수면을 추적하기 위한 식으로 VOF함수 $F(x,y,z)$에 대한 이류방정식(4)으로 나타낸다.

· 연속방정식

$$\frac{\partial \gamma_x u}{\partial x}+\frac{\partial \gamma_z w}{\partial z}=S_\rho \tag{1}$$

· 운동방정식

$$\lambda_\nu\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial \lambda_x uu}{\partial x}+\frac{\partial \lambda_z wu}{\partial z}=$$
$$-\frac{\gamma_\nu}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\left\{\gamma_x\nu_e\left(2\frac{\partial u}{\partial x}\right)\right\}+ \tag{2}$$
$$\frac{\partial}{\partial z}\left\{\gamma_z\nu_e\left(\frac{\partial u}{\partial z}+\frac{\partial w}{\partial x}\right)\right\}-D_x u+S_u-R_x$$

$$\lambda_\nu\frac{\partial w}{\partial t}+\frac{\partial \lambda_x uw}{\partial x}+\frac{\partial \lambda_z ww}{\partial z}=$$
$$-\frac{\gamma_\nu}{\rho}\frac{\partial p}{\partial z}+\frac{\partial}{\partial x}\left\{\gamma_x\nu_e\left(\frac{\partial w}{\partial x}+\frac{\partial u}{\partial z}\right)\right\}+ \tag{3}$$
$$\frac{\partial}{\partial z}\left\{\gamma_z\nu_e\left(2\frac{\partial w}{\partial z}\right)\right\}-D_z u+S_w-R_z-\gamma_\nu g$$

· 이류방정식

$$\gamma_\nu\frac{\partial F}{\partial t}+\frac{\partial \gamma_x uF}{\partial x}+\frac{\partial \gamma_z wF}{\partial z}=S_F \tag{4}$$

여기서, t:시간, x,z:수평, 연직좌표, u,w:유속의 수평, 연직성분, ρ:밀도, p:압력, ν_e:분자동점성계수와 와동점성계수의 합, g:중력가속도, γ_ν:공극률, γ_x,γ_z:수평, 연직방향의 면적투과율이다.

3.2 실험방법

수치파동수로는 원형에 대해서 계산하였으며 실험에 사용된 계산조건은 Table.2와 같다. 본 실험에서는 파랑에 의한 수리모형실험 검증을 위해 실시하였으며 해수소통블록의 유입구와 유출구에서 유속을 측정하였다. 측정구간은 저면에서부터 상단에 이르는 통로구간의 유속을 측정하여 해수교환이 이루어지는 구간을 확인하였다.

Table 2. 수치파동수로 계산조건

계산영역	520×30m	Porous하한치	0.0001
수 심	27.4m	조파모델	wave source
Version	301	우단측	방사경계
Δx	0.2~1.0	경계조건	slip free (F치)
Δz	0.08~0.5		
Δt	자동	기포상승속도	0.2m/s
차분스킴	DONOR-0.2	수직낙하속도	free

4. 실험결과

구조물에 작용하는 파랑 특성은 Fig.3, 4와 같다. 각 주기에 따른 반사율은 주기에 의한 영향보다는 파고에 의한 영향이 커 0.38~0.5사이에서 측정이 되었다. 전달율은 주기에 의한 영향이 지배적이며 3.0sec는 전달율이 약 0.9이상의 값이 나오기 때문에 장주기 해역에서는 정온도에 대해 상당한 문제점을 가지고 있다.

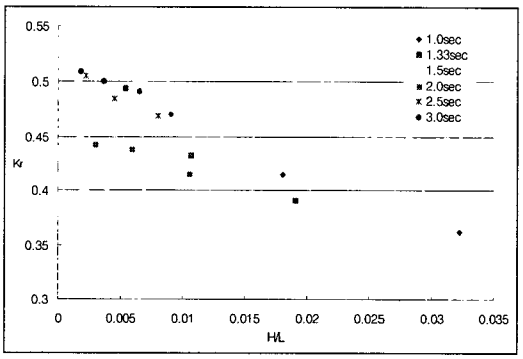

Fig. 3. 반사율

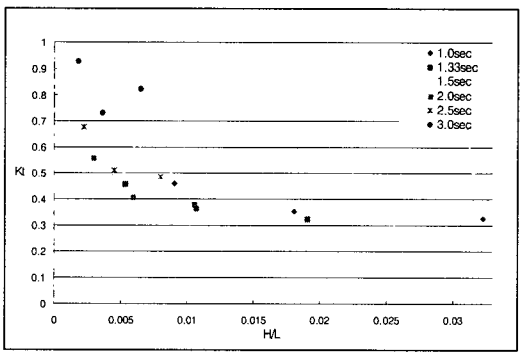

Fig. 4. 전달율

수치파동수로(CADMAS-SURF)에 H=0.5m의 유속 측정의 결과는 Fig.5, 6과 같다. 구조물 저면에서의 평균유속은 (-)유속 값이 측정이 되었다. 이러한 현상은 해수유통구 안에서 빠른 유속이 갑자기 분사되면서 와가 발생하여 내항 쪽으로 해수가 유입되지 못하고 다시해수유통구 안으로 들어가 (-)유속 값이 측정되는 것으로 판단된다. 그러나 수면에서는 (+)유속이 발생되어 해수의 유입이 원활하게 이루어지고 있다.

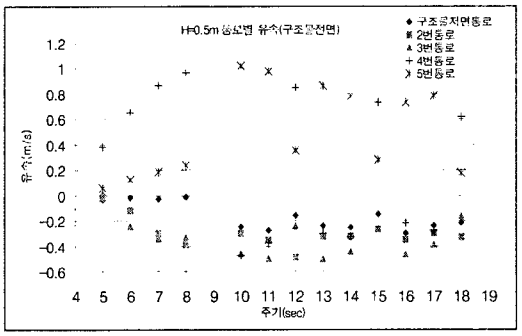

Fig. 5. 구조물 전면유속

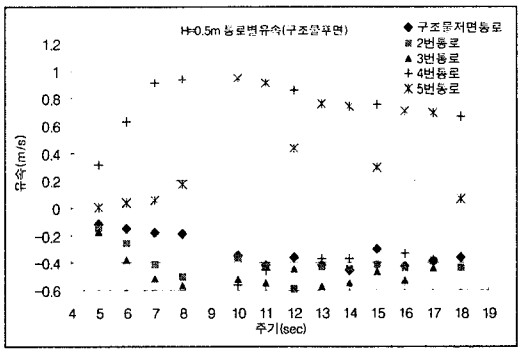

Fig. 6. 구조물 후면 유속

5. 결론 및 향후과제

본 연구에서는 해수소통블록의 해수교환 효과에 대해서 검토하였다. 파랑에 의한 특성에는 주기가 긴 해역에서는 정온도 안정을 위한 대책이 필요하며 이를 위해 해수소통로의 대안단면을 제시할 것이며, 수치파동수로에서는 구조물 저면에 와로 인한 (-)유속이 발생하였지만, 수면에서는 로 인해 해수교환 효과가 나타난 것을 볼 수 있다. 향후과제로 해수소통블록을 단면 2차원 수로에서 조류발생장치를 이용해 파랑과 흐름에 의한 해수교환 효과를 검토하고자 한다.

참고문헌

유황진, 성홍근, 홍기용(2008) 파랑-조류 상호작용에 의한 2차원 파랑장의 변화에 대한 실험적 연구, 선박해양기술, 제45호

이달수 등 (2003). 유수실 내장 경사식 해수교환방파제의 수리특성, 한국해안해양공학발표논문집 제14권, pp.110-117

이달수 등 (2003). 해수교환방파제의 형상별 순유입유량 특성 비교, Ocean Polar Research, Vol. 25(3S), pp. 393-397