

유수실 내장 경사식 해수교환방파제의 수리특성 Hydraulic Characteristics of the Wave Chamber Installed Rubble Mound Seawater Exchange Breakwater

이달수¹ · 오영민¹ · 전인식² · 김창일²

Dal Soo Lee¹, Young Min Oh¹, In Sik Chun², and Chang Il Kim²

1. 서 론

해수교환방파제란 방파제에 설치된 통수구를 통해 해수가 항내로 일방향으로 유입되거나 통수구에서 양방향 흐름이 발생함으로써 항내에는 항내외간의 해수교환이 활발하게 이루어지게 하는 방파제를 말한다. 그리고 방파제를 통한 순유입유량이 클수록 해수교환의 영향은 항내의 넓은 수역까지 미친다. 본 연구에서는 이러한 의미에 초점을 두어 방파제를 경계로 단순히 항내와 항외 수역 사이에 해수가 교환되는 방파제보다는 방파제를 통하여 항내측으로 순유입유량이 크게 발생함으로써 유입된 해수가 항내의 수역을 통과하는 과정에서 항내에 산소를 공급하고 항내의 오염수와 혼합되어 항입구를 통해 항외로 배출되는 방파제를 대상으로 한다. 따라서 연구의 초점도 순유입유량의 평가에 두었다.

이러한 기능을 가진 해수교환방파제는 방파제의 일부구간에만 설치하여도 설치효과를 크게 기대할 수 있다. 현장의 방파제는 경사식 방파제와 경사면이 없는 케이슨식 혼성제가 주류를 이룬다. 그러므로 경사식 방파제의 설치구간에 적용하기 위해서는 경사제 형식의 해수교환방파제가 필요하다. 본 연구에서는 경사제식 해수교환 방파제의 하나인 유수실 내장제(이달수 등, 2000)에 대하여 단면수리모형실험을 수행하였다.

이 형식은 상치구조물(케이슨)의 전면에서 이형소파블록을 설치함으로써 방파제 전면에서 평균수위

가 상승되는 현상을 이용하는 한편 상치구조물의 전면벽에 유입구를 수면보다 높이 설치함으로써 방파제 전면에서 파곡이 형성될 때 방파제를 통한 항내측으로부터 항외측으로의 흐름을 감소시켜서 항내측으로의 순유입유량을 증가시킬 수 있는 구조형식이다.

단면의 특징요소들인 유수실 폭의 변화, 통수파이프 단면적의 변화를 포함하여 실험조건으로서 조위를 변화시킨 상태에서 불규칙파에 의한 통수파이프 내에서의 최대유속과 평균유속, 유입유량, 반사율 그리고 전달파고비 등의 수리특성을 규명하고 해석함으로써 단면의 설계에 필요한 사항들을 제시하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 실험은 단면의 제원과 수심 및 파의 조건이 바뀔 때 따라 방파제를 통한 유량과 유속의 변화를 정밀 계측함에 중점을 두었다.

외해수의 유입은 파가 내습하여 방파제 전면에서 파봉이 형성될 때에는 외해의 수위가 항내의 수위보다 높아 이 수위차로 인해서 발생한다. 그러나 방파제 전면에서 파곡이 형성될 때에는 오히려 역류가 발생한다.

2차원 조파수조에서 방파제를 통하여 해수가 유입되면 방파제 후면(항내)의 수위는 올라가므로 방파제 전후의 수위차를 감소시킨다. 자연에서 유입된 해수는 항내의 평균수위를 거의 증가시키지 않

1 한국해양연구원 연안·항만공학연구본부 (Coastal and Harbor Engineering Research Center, Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan, Seoul 425-744, Korea)

2 건국대학교 토목공학과 (Dept. of Civil Engineering, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea)

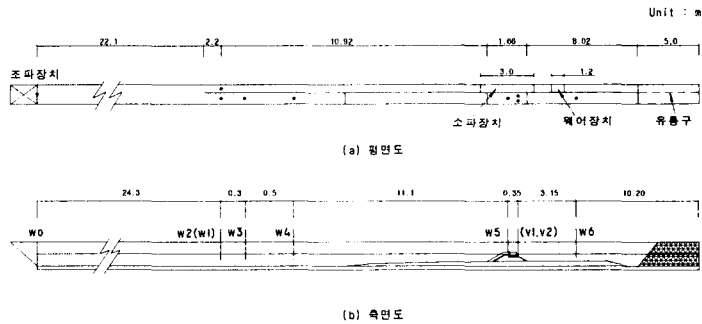


Fig. 1. Model setup in the wave flume.

으면서 항입구를 통해 외해로 배출된다. 결국 2차원 조파수조에서는 조파가 진행됨에 따라 자연에서 보다 유입량은 감소되고 역류량은 증가되는 조건에서 실험이 진행되므로 재래식 실험 방법으로는 정밀실험이 불가능하다. 따라서 본 연구에서는 2차원 조파수조를 이용한 종래의 실험에서 발생하는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 많은 시행오차 끝에 다음과 같은 실험 방법을 고안하여 막대한 양의 실험을 단기간에 성공적으로 수행하였다.

Fig. 1은 본 실험에 사용한 길이 53m, 폭 1.0m, 높이 1.25m의 2차원 조파수조에 실험장치 및 모형이 설치된 평면도와 측면도를 보여준다. 수조의 폭은 종방향으로 6 : 4로 분할되어 폭 60cm의 광수로에는 방파제의 모형이 설치되고 폭 40cm의 협수로에는 웨어상자와 추가의 소파장치가 설치되었다. 수조의 끝 부분에 있는 소파장치 내에서는 분할판에 무수한 유통구들이 설치되어 방파제의 파이프나 제체를 통과한 유량은 이 소파장치 내에서 유통구를 통해 광수로에서 협수로로 흘러간 후 웨어상자로 넘어 들어가도록 하였다. 웨어 상자 내에는 수중펌프를 설치하여 실험중에 유입되는 유량을 추가의 소파장치 쪽으로 보내도록 하였다. 웨어의 높이는 실험 중 방파제 후면의 평균수위가 정지수위보다 매우 근소하게 높게 되는 정도로 조정하였다. 이렇게 함으로써 방파제를 통해 유입이 이루어져도 방파제 후면의 수위는 마치 평면수조에서의 수위와 유사하게 유지되도록 하면서 실험을 수행하였다. 따라서 본 실험에서 유속계를 이용해 측정한 유입·유출수의 속도는 자연과 유사한 조건에서 측정된 것이다.

파고계 (W_i)는 6개 그리고 유속계 (V_i)는 2개가 설치되어 각각 다음의 용도로 이용되었다

- W1 : 협수로의 평탄부에서 입사파의 계측에 이용
- W2 ~ W4 : 광수로에서 입사파와 반사파의 분리 이용
- W5 : 방파제 전면에서 파를 계측하여 월파를 검토함에 이용
- W6 : 방파제 배후에서 전달파고와 평균수위의 계산에 이용
- V1 ~ V2 : 양방향 유속계로서 방파제의 통수 파이프를 통하는 유속을 관측함에 이용

모형 전면의 해저경사는 모형으로부터 조파기쪽으로 4.5m는 1/50이고 1m는 1/10이며, 나머지는 수평을 유지하였다.

3. 모형 및 실험조건

3.1 모형의 제원

Fig. 2는 유수실 내장 경사제의 기본형의 설치도를 나타낸다. 상치구조물의 전면벽에 이형 소파블록의 크기보다 작은 직사각형의 해수 유입구가 있고 이후 상부가 열린 유수실을 거친 해수가 항내로 유입될 수 있도록 통수파이프가 설치되었다. 통수파이프의 상단은 전면 유입구의 하단보다 아래에 있어 파이프는 항상 수중에 잠기도록 하였다. 모형실험에서는 파이프의 항내측 끝이 항내측으로 돌출되었는데 이는 단면의 모양에서 꼭 필요한 형상은 아니며 파이프 내의 유속을 측정하기 위해

propeller 유속계를 설치하기 위하여 모형에서만 재현한 형상이다.

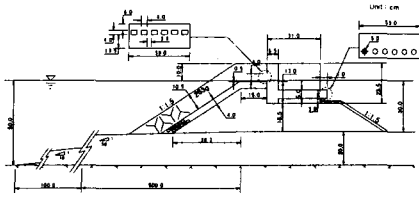


Fig. 2. Cross-section of the wave chamber installed rubble mound breakwater.

전면에 tetrapod를 설치해서 상치구조물 전면에서 wave setup에 의해 평균수위가 상승되도록 하였다. 파에 의해 유수지의 유입구로 물이 유입되면 이 유수지와 방파제 후면 사이에 있는 통수파이프를 통해 흐름이 항내로 유입되는 형식이다.

Fig. 2에는 전면벽 가로 세로가 각각 6cm 및 4cm인 직사각형의 유입구가 6개, 유수실의 폭이 6.5cm 그리고 내경이 5cm인 통수파이프의 수가 6개인 기본형이 도시되었지만 실제 실험은 전면벽 유입구는 6개인 경우와 3개인 경우, 유수실 격실의 폭은 6.5cm인 경우와 13cm 인 경우 그리고 통수파이프의 수는 6개인 경우와 3개인 경우 등 다양한 단면을 대상으로 이들 제원의 변화에 따른 유입량의 변화를 파악하였다. 전사면 피복 tetrapod의 크기는 7.5cm이다.

그림에는 나타나 있지 않지만 소파블록의 상부 수평부분의 하층에는 사면에서와는 달리 필터사석보다 크기가 큰 유공블록을 1층 추가로 설치하였다. 이는 통상의 사석 필터층이 이형소파블록 사이의 공극을 통해서 전면벽의 유입구로 유입되는 것을 방지하기 위함이다.

3.2 유수실 내장 경사제식의 장단점

이와 같은 구조형식은 상치구조물에 단순히 수평 파이프가 설치된 구조형식에 비하여 해수의 유입 기능면에서 다음과 같은 중요한 장점들이 있다.

① 전면벽의 구멍과 파이프의 유입구를 분리함으로써 전면벽에 있는 유입구만을 소파블록의 크기보다 작게 하면 되므로 파이프의 단면 형상이나 단면적 크기의 선택이 자유롭다. 한편 전면벽에는 유입구만 설치하면 되므로 상치구조물의 단위 길

이당 유입구의 필요한 총단면적을 가지기 위해서는 크기가 작은 유입구를 다수 설치하면 된다.

② 유입수로 인한 항내의 수면 교란을 감소하기 위해서는 파이프가 항상 수중에 잠기는 것이 필요하다. 이 경우 파이프를 전면벽까지 잇대어 설치하는 형식에서는 방파제 전면에 파곡이 형성될 때 심한 역류가 발생하여 해수의 순 유입량은 현저하게 감소하게 되므로 해수 유입효과가 감소한다. 그러나 본 구조형식에서는 파이프의 유입구보다 전면벽의 유입구가 높아 역류로 인한 해수유입효과의 감소를 크게 억제할 수 있다.

③ 파이프가 전면벽까지 잇대어 있는 구조형식에서는 파이프의 높이가 수면보다 현저하게 낮게 설치된 경우 이외에는 조위의 변화에 따라 파이프의 수중 깊이가 얕아질 때 또는 방파제 전면에 큰 파가 내습하는 경우에는 파이프 내에 큰 기포가 유입되어 해수의 유입량이 감소된다. 그러나 본 구조형식에서는 방파제 전면에 큰 파곡이 형성되는 순간에도 유수실 내의 평균수위는 항내측의 평균수위보다 높게 유지되므로 파이프 내로 큰 기포가 유입되는 것을 방지함으로써 유입량을 상대적으로 증가시킬 수 있다.

한편, 본 구조형식은 파이프가 전면벽까지 잇대어 있는 형식에 비해 다음과 같은 단점이 있다.

① 상치구조물의 앞부분에 유수실이라는 빈 공간이 있어 상치구조물의 전도에 저항하는 모멘트가 감소하므로 설계파에 대한 안정성을 확보하기 위해서는 상치구조물의 폭이 약간 증가하여야 하므로 공사비가 상대적으로 증가한다.

② 유수실의 상부가 열려 있거나 공기가 소통되도록 최소한의 구멍을 설치해야하므로 방파제 위를 거니는 사람들의 안전을 해칠 우려가 있다. 그러나 이 문제는 상부 구조의 보완으로 해결할 수 있다고 사료된다.

위의 장단점들을 비교할 때 해수 유입이 필요한 방파제의 구간에 설치될 때에는 단점보다는 장점이 훨씬 부각될 것으로 판단된다.

3.3 조위 및 파랑 조건

해수유입 방파제에서 조위는 설치된 단면에서 유입구와 수면과의 상대 높이를 변화시키므로 유입량에 큰 영향을 미친다. 따라서 조위의 영향을 파악하기 위해서 본 연구에서는 전면벽 유입구의

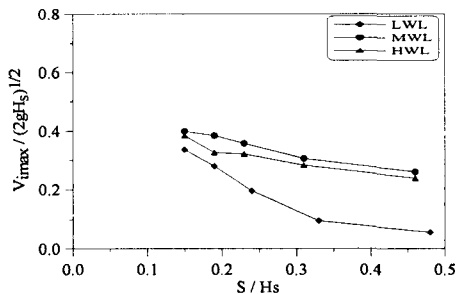
하단의 표고를 기준으로 하여 수위가 +0.0cm인 경우(MWL), +3.0cm인 경우(HWL) 그리고 -3.0cm인 경우(LWL)의 3가지 경우에 대하여 실험을 수행하였다. 수심은 조위가 MWL인 경우를 기준으로 방파제 전면에서 30cm, 조파기 전면에서 50cm이다.

실험과는 불규칙파로서 3가지의 조위 각각에 대해 목표 유의파고가 4cm, 6cm, 8cm, 10cm 그리고 13cm인 5가지 경우에 대해 유의파 주기가 각각 1.1초, 1.46초, 1.83초, 2.19초 그리고 2.74초인 파로서 총 75개의 파로 구성하였다. 각 파의 작용시간은 600초로 하였다.

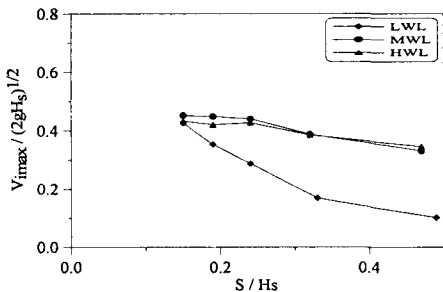
4. 실험 및 결과분석

4.1 통수파이프 내의 최대 유입유속

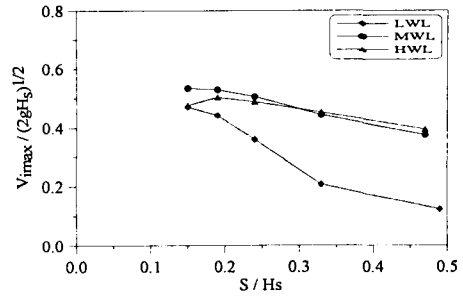
Fig. 3은 유수실 폭 6.5cm, 방파제 길이 60cm당 전면벽 유입구 6개, 통수파이프 6개를 설치한 단면(A)에서 통수파이프 내의 무차원 최대 유입유속의 변화를 유의파고에 대한 방파제 단위길이당 통수파이프의 총단면적의 비의 함수로 파의 주기별로 나타낸 것이다. 여기에서 V_{imax} 는 파이프 내의 최대 유입유속, H_s 는 입사파의 유의파고, g 는 중력가속도, S 는 방파제의 단위길이당 통수파이프의 총 단면적을 나타낸다.



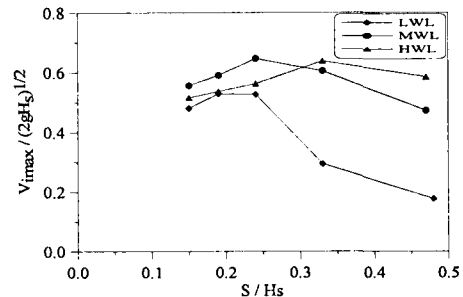
(a) $T_s = 1.46s$



(b) $T_s = 1.83s$



(c) $T_s = 2.19s$



(d) $T_s = 2.74s$

Fig. 3. Normalized maximum inflow velocity at A.

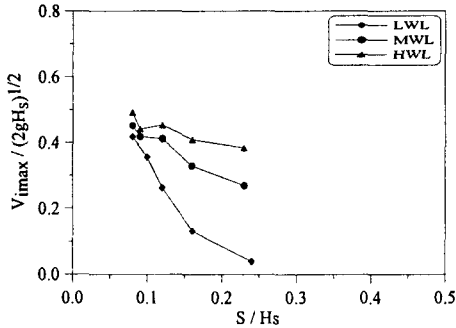
각 파이프 내의 무차원 최대 유입유속은 파의 주기가 2.74s인 경우를 제외하고는 파이프의 총단면적이 증가함에 따라 감소한다. 무차원 최대 유입유속은 HWL과 MWL의 경우에는 파고가 감소함에 따라 점진적으로 감소하나 LWL에서는 급격히 감소한다. LWL에서 파고가 작은 경우에 유속이 작은 것은 물이 전면벽 유입구를 잘 넘지 못하기 때문이다.

무차원 최대 유입유속의 크기는 1.0보다 현저하게 작다. 최대유속이 사실상 최대파에 의해 발생함을 고려할 때 이는 이들 유속이 순간적으로 형성된 방파제 전·후간의 수위차에 의해 발생할 수 있는 유속에 비하여 현저히 작음을 의미한다. 이는 통수파이프 내에 수위차로 인한 흐름이 충분히 형성되기 전에 방파제 전면에서는 수위가 다시 낮아지기 때문이다. 파의 주기가 길어짐에 따라 무차원 최대유속의 크기가 증가하는 현상은 이러한 추측을 잘 뒷받침하고 있다. 무차원 최대 유입유속의 크기는 MWL인 경우에 가장 크고 LWL인 경우에 가장 작다.

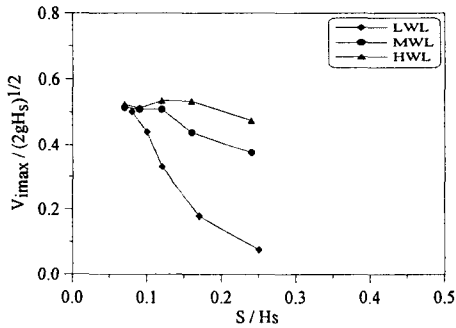
Fig. 4는 Fig. 3과 동일한 조건에서 다만 통수파이프의 숫자를 방파제 길이 60cm당 6개에서 3개로

적게 설치한 단면(B)에 대한 실험결과이다. 무차원 최대 유입유속의 파고 및 통수파이프 단면적의 크기에 따른 변화는 통수파이프가 6개 설치된 단면에서와 유사하다.

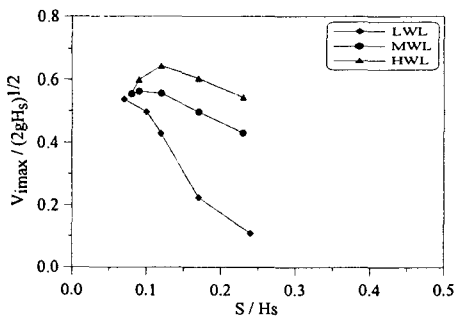
그러나, 각 통수파이프 내에서의 무차원 유입유속의 크기는 Fig. 3에서는 MWL 조건에서 가장 크나 이 경우에는는 HWL 조건에서 가장 크다.



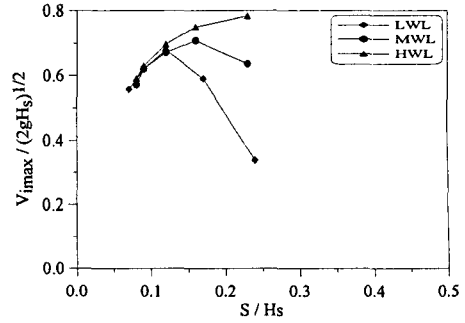
(a) $T_s = 1.46s$



(b) $T_s = 1.83s$



(c) $T_s = 2.19s$



(d) $T_s = 2.74s$

Fig. 4. Normalized maximum inflow velocity at B.

Fig. 3과 Fig. 4를 각각 서로 비교하면, LWL인 경우를 제외하고는 통수파이프의 수가 감소함에 따라 무차원 최대 유입유속은 증가함을 알 수 있다. 예를 들어 파고가 동일한 파에 의한 무차원 최대 유입유속을 비교하기 위해서 Fig. 3과 Fig. 4에서 S/Hs가 각각 2.0 및 1.0인 경우의 MWL과 HWL 조건에서의 무차원 최대 유입유속을 파의 주기별로 비교하면 통수단면적이 절반인 Fig. 4의 경우에서 약 20% 정도 내외로 큼을 알 수 있다. 이는 예를 들은 경우에는 최대 유입유속이 발생하는 조건에서 통수단면적은 50% 감소하였으나 각 통수파이프 내에서의 유속은 20% 정도밖에 증가하지 못함을 의미한다. 즉, 통수단면적을 감소시키면 총 유입유량은 감소함을 보여주고 있다.

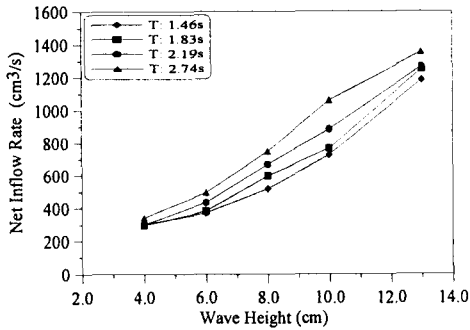
4.2 순유입유량의 변화

Fig. 5는 조위 MWL, 격실폭 6.5cm, 케이슨의 길이 60cm당 전면벽 유입구 6개, 파이프 6개를 설치한 단면에서 각각 파고와 주기에 따른 방파제 길이 60cm당의 순유입유량의 변화를 나타낸다. 여기서 순유입유량이란 일정시간 동안 통수파이프들을 통해 방파제 배후수역으로 유입된 총수량으로서 이 통수파이프들을 통해 방파제 전면 수역으로 역류한 총수량을 감한 수량을 시간으로 나눈 값으로서 시간평균 유입유량의 의미를 가진다.

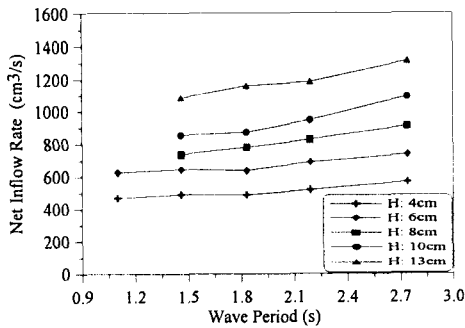
순유입유량은 파고가 증가하면 크게 증가하나, 주기가 증가함에 따라서는 근소하게 증가하고 있다. 현장에서 평상파에 대하여 파고보다는 파의 주기 예측의 신뢰도가 떨어지는 점을 감안할 때, 본 구조형식의 방파제에 의한 유입유량을 추정할 때에는 일차적으로 파의 주기는 무시해도 설계목적

상 별 무리가 없다고 할 수 있다.

순유입유량은 전면벽에 설치된 유입구의 총단면적이 증가할수록 증가한다. 그러므로 유입구의 설치규모는 설치할 이형소파블록의 크기와 파에 대한 전면벽의 구조적 안정성을 동시에 고려하여 결정하여야 할 것이다.



(a)



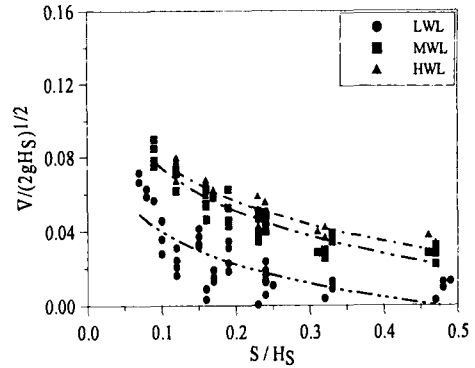
(b)

Fig. 5. Variation of net inflow rate respect to wave (a) height (b) periods.

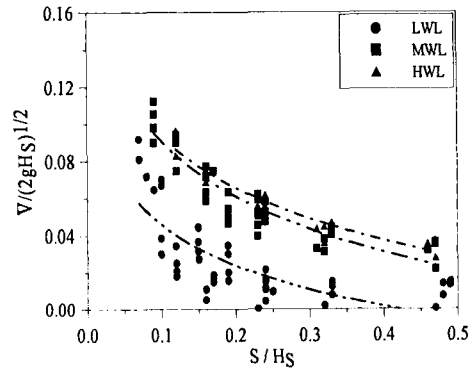
4.3 조위 및 유수실의 폭에 따른 유입 유속의 변화

방파제를 설계할 때 전면 유입구를 어느 높이에 설치할 것인가 유수실의 폭을 얼마로 할 것인가는 반드시 결정해야 하는 중요한 문제가 된다. 따라서 이들의 영향을 유입유량의 측면에서 일차 검토할 필요가 있다.

Fig. 6은 유수실의 폭이 6.5cm 및 13cm인 단면에서 통수파이프 내에서의 무차원 평균유속을 조위별로 나타내고 이 자료들을 대표할 수 있는 회귀분석 곡선을 함께 표시한 것이다. 여기서 \bar{V} 는 각 통수파이프 내에서의 유입평균유속이다.



(a) Width of wave chamber = 6.5cm



(b) Width of wave chamber = 13cm

Fig. 6. Variation of mean flow velocity.

자료들은 회귀분석 곡선 상하로 큰 편차를 보이고 있다. 이는 조위별 각 파고 평가상의 오차, 협수로에 있는 웨어 조절상의 차이 등 실험오차가 포함되어 있으며, 파의 주기를 무시함에 자료 정리상의 오차 그리고 불규칙파가 사면에서 쇄파하는 경우가 발생함에 따른 유속의 불규칙성 등 매우 다양한 인자의 영향이 포함되어있기 때문으로 판단된다. 이러한 점들을 피하기 어려운 현상이라고 한다면 회귀분석 곡선은 단면설계에 기준을 제공하는데 충분하다고 판단된다.

이러한 실험자료로부터 회귀분석 곡선식을 작성한 후 파고별 통수파이프 내의 평균유속을 계산한 후 이에 방파제 단위길이당의 통수파이프의 총단면적 S 를 곱하면 방파제를 통한 순유입유량강도(단위길이당 단위시간당의 순유입량)를 계산할 수 있다.

무차원 평균유속의 크기는 HWL→MWL→LWL 순으로 작아지며, 조위간의 무차원 평균유속의 차이는 통수파이프의 단면적이 변하여도 거의 일정하게 유지된다. 평균유속은 HWL과 MWL 조건 사이에는 큰 차이를 보이지 않는다. 만일 본 실험을 축척 1/25~1/30의 모형실험이라고 가정한다면 실험실의 조차 6cm는 현장에서 1.5~1.8m에 해당한다. 따라서, 조석간만의 차가 매우 크지 않은 해역에서는 설계시에 전면벽 유입구의 하단을 현장의 평균조위면보다 근소하게 아래에 위치시키고 평균 유입량은 평균조위면에서 예측된 값들을 사용한다면 실제 유입량과 큰 차이가 나지는 않을 것으로 판단된다.

Fig. 6a와 Fig. 6b를 비교하면 유수실의 폭은 Fig. 6b에서 100% 클에도 불구하고 평균유속은 약 20% 정도 안팎으로밖에 증가하지 않음을 발견할 수 있다. 이로부터 유수실은 소형 저수지로서의 기능보다는 통수관로 내에서 일종의 맨홀의 역할과 아울러 역류 감소의 기능을 수행하고 있음을 알 수 있다. 따라서 설계에서 유수실 폭의 최소값은 파쇄된 이형소파블록이 전면벽 유입구를 통과해서 유수실에 머무는 경우 이를 제거하는 작업에 필요한 공간의 크기로 결정하는 것이 바람직하다.

4.4 전달파고비

경사식 방파제의 전달을 특성에 관해서는 실험 및 이론연구결과들이 많아 특성이 잘 알려져 있다. 전달율은 체체를 투과하는 파 에너지가 클수록 그리고 월파량이 많을수록 크고 일반적으로 파의 주기가 길수록 커진다. 해수교환방파제에서의 전달율은 월파가 발생하지 않는 조건에서도 통수파이프를 통과하는 수량의 많고 적음과 흐름이 일방향인가 또는 양방향인가에 따라서 매우 크게 변한다.

Fig. 7에는 실험과 중 주기가 비교적 긴 2.19s일 때 유수실의 폭 6.5cm, 방파제 길이 60cm당 전면벽 유입구 6개, 통수파이프 6개가 설치된 단면에서 상대마루높이에 따른 전달파고비를 나타냈다. 여기서 hc 는 각 조위의 정지수위로부터 마루까지의 연직거리이며, H_T 는 전달파의 유의파고이다.

Fig. 7을 살펴보면 다음을 알 수 있다.

- ① 전달파고비는 상대마루높이 hc/H_s 가 1.0 부근까지 증가함에 따라 급속히 감소한다. 이는 월파가 감소함에 따른 일반적인 현상이다.
- ② 전달파고비는 상대마루높이가 같은 경우 HWL에서 크고 LWL에서 작은 경향을 보인다. 이는 Fig. 6a와 Fig. 6b에서 평균유속의 크기 순과 일치하여

유입유량이 증가하면 전달파고비도 따라서 증가함을 의미한다. HWL에서 전달파고비가 큰 데에는 HWL에서는 MWL이나 LWL에서보다 통수파이프 내에 역류(방파제 전면쪽 방향의 흐름)의 발생이 보다 원활한 데에도 원인이 있다.

③ 통수파이프가 설치되었음에도 불구하고 전달파고비의 크기는 일반 사석방파제의 경우보다 작게 나타났다. 이는 본 구조형식에서 상치구조물(케이슨)이 수중에 깊이 잠기게 설치되어 체체의 사석부분을 투과하는 파의 에너지가 작기 때문이다.

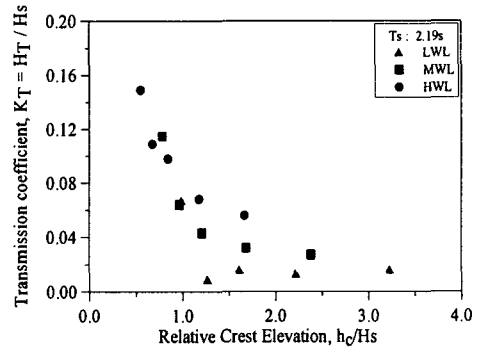


Fig. 7. Transmission coefficient vs relative crest height.

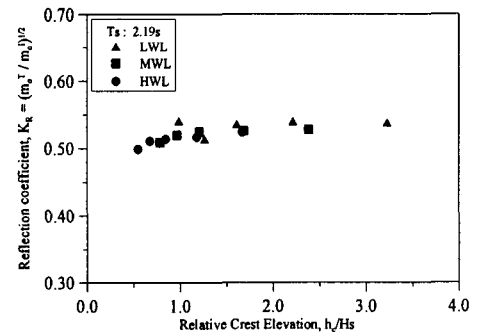


Fig. 8. Reflection coefficient vs. relative crest height.

4.5 반사율

Fig. 8에는 Fig. 7에서와 동일한 단면 및 실험조건에 대한 반사율의 변화를 나타냈다. 여기서 반사율은 입사파 스펙트럼의 zero 모멘트에 대한 반사파 스펙트럼의 zero 모멘트의 비를 의미한다.

반사율은 상대마루높이의 값이 1.0보다 큰 구간에서는 거의 균일한 값을 보인다. 이는 월파가 거의 발생하지 않기 때문이다.

반사율은 통상의 경사식방파제에서 보다 매우 크다. 이는 상치구조물의 수중깊이가 크므로 상치구조물의 전면벽에서의 파가 많이 반사되기 때문이다. 즉, 경사식 해수교환방파제에서의 반사율은 상치구조물의 설치깊이에 따라 크게 좌우됨을 알 수 있다. 그리고 반사율은 파의 주기가 길어지면 크게 증가한다(이달수 등, 2000).

5. 결 론

본 연구에서는 우수실을 내장한 경사식 해수교환방파제 형식에서 우수실의 폭과 통수파이프의 설치규모를 변화시킨 단면을 대상으로 조위 및 파랑조건이 변함에 따른 수리특성의 변화를 불규칙파를 이용한 단면수리모형실험을 통하여 파악하였다. 본 연구에서는 단면에서 전면벽 유입구의 설치규모는 변화시키지 않았다. 실제로 유입구의 총단면적은 본 실험단면에서도 훨씬 크게 설치할 여유가 있으므로 유입구의 단면적을 크게 한 단면에서는 유입유량과 전달파고비가 본 실험결과보다 훨씬 클 것이다. 주요 발견사항을 요약하면 다음과 같다.

- ① 방파제를 통과하는 방파제 단위길이당의 평균 유입유량은 파의 주기를 일단 무시하고 파고 및 단면의 제원 즉, 전면벽 유입구의 설치단면적 및 통수파이프의 설치단면적들 만으로도 근사하게 대표할 수 있다. 따라서, 설계에서는 단면수리모형실험결과를 이용하여 무차원 유입유량강도에 관한 회귀분석식을 작성하여 이에 현장의 파랑발생빈도를 적용함으로써 현장 방파제에서의 유입유량을 추산할 수 있다.
- ② 전면벽 유입구의 크기는 전면에 설치되는 이형소파블록이 안정성을 유지할 수 있는 크기가 적합하며 유입구간의 설치간격은 파력에 대한 전면벽의 구조적 안정성을 고려하여 결정함이 바람직하다.
- ③ 우수실의 폭이 증가하면 유입유량은 증가하나 이 증가분은 우수실폭의 증가분에 훨씬 못 미친다. 따라서 우수실의 폭은 상치구조물 전면에 설치된 이형소파블록의 크기를 기준으로 그 최소 크기를 결정함이 바람직하다.
- ④ 통수파이프 내에서의 무차원 최대 유입유속은 파의 주기가 길어짐에 따라 증가하나 유속의 변화는 파고의 변화에 더 직접적으로 좌우된다.
- ⑤ 방파제의 일정길이를 통과하는 무차원 평균유

입유량은 파의 주기가 길어지면 증가하나 이보다는 설치된 통수파이프의 단면적이 클수록 그리고 입사파고가 클수록 더 크게 증가한다.

- ⑥ 유입유량은 조위면이 상치구조물 전면벽의 유입구 하단보다 약간 높은 경우에 크며 조위가 이보다 낮으면 크게 감소한다. 따라서, 전면벽 유입구의 하단은 평균조위면보다 근소하게 낮게 설계함이 유입량 증대 차원에서 유리하다.
- ⑦ 전달파고비는 상치구조물의 수중 깊이 및 유입유량에 따라 크게 좌우된다.
- ⑧ 반사율은 파의 주기가 길어질수록 그리고 상치구조물의 수중깊이가 깊을수록 증가한다.

감사의 글

본 연구는 해양수산부의 연구과제 “해수교환 방파제의 실용화 연구(Ⅲ)” 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사 드립니다.

참고문헌

이달수 등, 2000. 해수교환 방파제의 실용화 연구(Ⅲ), 해양수산부(연구기관: 한국해양연구원).