

항내 해수교환을 위한 소통구 시설에 관한 연구 <下>

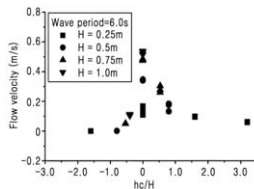
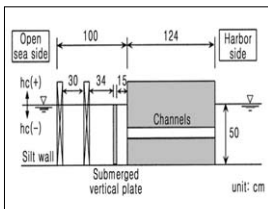


정익한
(주) 세광종합기술단

<전호에 이어>

3) 수리모형실험결과

- 수리모형실험은 이차원 조파수로를 이용한 규칙파 실험으로 저파랑 조건을 재현하기 위해 축척은 1/10로 수행한 결과이다.
- 실험결과 주기 6초에서의 유입속도와와의 관계에서 $h_c/H_{1/3}=0$ 일 때 속도가 최대 되는 것을 알 수 있으며 조위의 위치는 $-1.0 < h_c/H_{1/3} < 2.0$ 정도로 현지계측과 유사한 결과를 나타내었다.

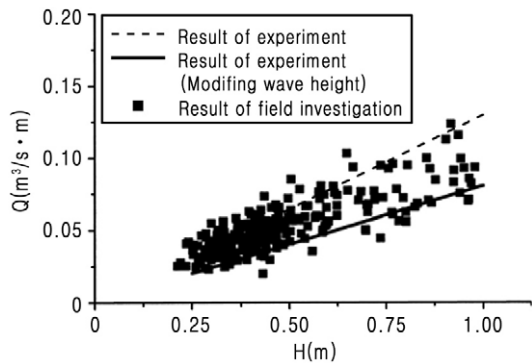


4) 현지계측과 수리모형실험과의 비교결과

- 현지계측과 수리모형실험의 유입속도는 절대치에 대하여 최대를 나타내는 월파판 천단고와 수면위치가

동일한 조건으로 비교하였다.

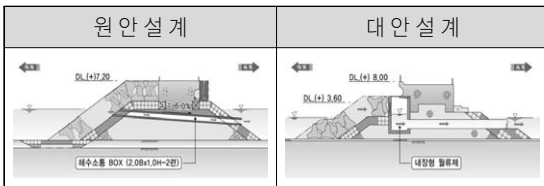
- 현지 계측기간 중에 4.0~8.0초의 파가 많이 계측되었기에 수리모형실험은 평균인 6.0초를 사용하였다.
- 점선은 현지 계측결과의 상한처럼 보여지지만 실제 불규칙파 실험의 결과이며 이것을 현지에 맞게 규칙파로 수정하면(유의파고(불규칙파)=1.6×평균파고(규칙파)) 계측결과의 하한처럼 보여진다. 즉, 계측과 수리모형실험이 대개 잘 일치하는 것으로 판단된다.



3. 공촌항 해수교환 방파제 설계

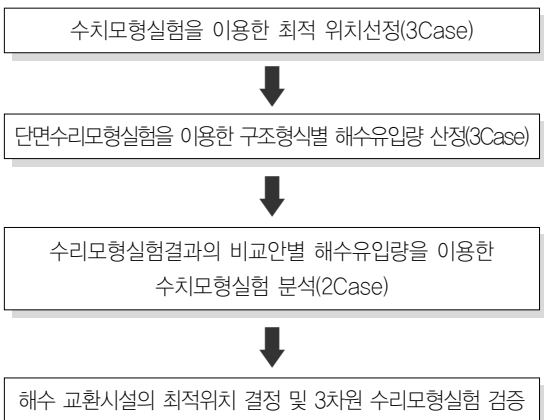
3.1 개요

- 작은 규모의 어항이 안고있는 항내수질의 악화에 대처하는 방법으로서 외곽시설의 하나인 방파제의 일부를 BOX형, 내장형, 외장형의 해수교환시설 구조형식별 검토방법을 제안하여 수치 및 수리모형실험을 이용한 대안설계에서 적용한 내장형 해수교환시설의 적정성을 검증하는데 있다.
- 원안설계에서 제시한 BOX형 해수교환시설의 위치 및 교환량의 산정검토가 미흡한 것을 대안설계에서 파의 충분한 차폐기능과 동시에 해수순환을 촉진하는 흐름을 발생시켜 항내의 수질유지를 할 수 있는 해수교환 시설물 설계



3.2 해수교환시설의 위치결정

3.2.1 흐름도



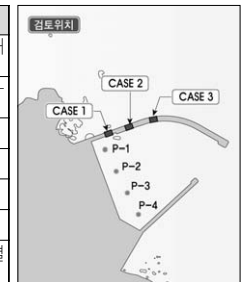
3.2.2 수치모형실험

- 항내에 4개의 지점을 선정하여 시간경과에 따른 해수교환을 실험을 한 결과 해수교환시설 위치가 방파제 시점부의 CASE1이 4개지점 중 해수교환율이 양호

○ 실험내용

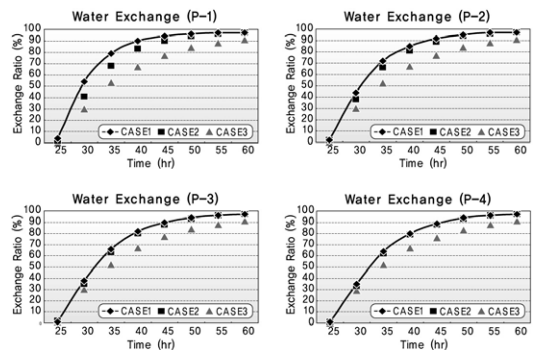
항 목	내 용
실험목적	• 구조물 건설계획에 따른 해수교환율 예측
사용모델	• 해수교환실험 : KSILT-COD MODEL
모형범위 및 격자간격	• 해수유동모형과 동일
조위 및 조류속	• 해수유동결과 이용
총 계산 시간	• 60시간
계산 시간 간격	• 5초
계산내용	• 각 계산 격자점에서 시간별 COD 변화량 등

○ 검토위치



○ 실험결과

- P-1지점에서는 40시간 경과후 해수교환율 CASE1 90%, CASE2 85%, CASE3 67%이며
- P-4지점에서는 60시간 경과후 해수교환율이 유사한 결과를 보이거나 CASE1, CASE2가 90% 나타남



3.2.3 단면수리모형실험

가. 실험내용

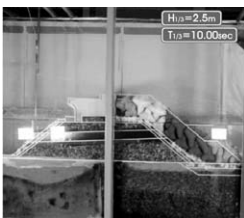
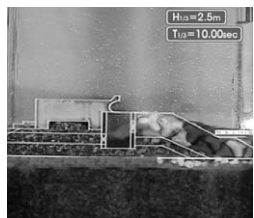

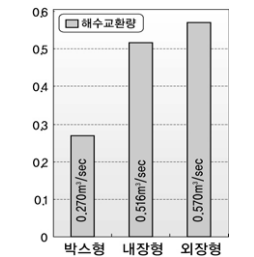
- 방파제에 설치되어있는 해수유통구를 통과하는 내수파의 해수교환 단면의 매 실험파에 대해 규칙파로 2차원 단면수리모형실험으로 수행하였고, 유속계는

해수유통구 안쪽에 설치하여 투과유속을 계측하였다.

- 본 실험에서는 실험과 조파후 20sec가 경과한 후부터 50sec(원형상 5분)동안 연속적으로 유출유속을 측정하여 결과를 평균하였다.

나. 실험결과

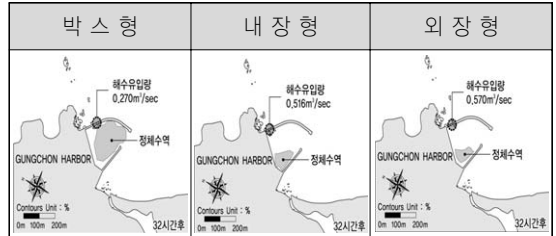
- 전반적으로 내습파의 주기가 증가하고, 파고가 증가하면 단위폭당, 단위시간당 유입량이 증가하는 경향을 보인다.
- 최대파고 (H=2.5m)의 내습시 $T_{1/3}=10.0\text{sec}$ 에 대하여 해수소통구 유속은 BOX형(원안)이 $V=0.270\text{m/sec}$, 내장형(대안)이 $V=0.516\text{m/sec}$, 외장형월류제식(주문진항, 묵호항)이 $V=0.570\text{m/sec}$ 로 내장형과 외장형 월류제식 비교시 유사한 결과를 보임

박스 형식	내장형 월류제식
	
유입량 0.270m³/sec/EA	유입량 0.516m³/sec/EA
외장형 월류제식	해수유입량
	
유입량 0.570m³/sec/EA	

3.2.4 해수교환시설 위치결정

- 해수교환시설의 최적위치는 단면수리모형실험에 의한 해수유입량을 수치모형실험에 입력하여 시간경과별 정체수역을 확인한 결과 CASE1의 위치가 항내 수질개선에 양호한 것으로 재검토됨

- 단면구조형식별 해수유입량에 따른 수리모형실험결과와 정체수역의 차이는 월류제식이 우수함



3.3 시설규모 및 형식결정

3.3.1 연간 해수유입량 및 규모결정

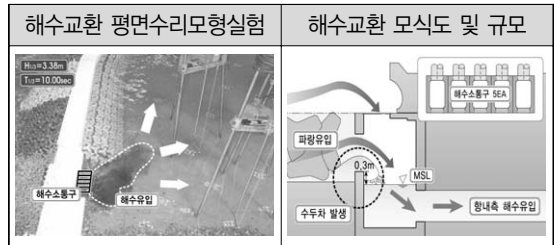
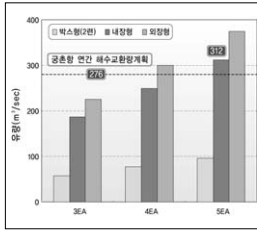
- 해수교환량에 필요한 연간 빈도별 평상파 파랑제원은 “해상파랑관측 및 조사, 1998, 해양수산부”를 이용한 재현빈도별 파랑조건을 적용함
- 해수교환의 개념도는 다음과 같음



- 연간 해수유입량을 산정하기 위하여 해수교환시설의 구조형식별 단위시간당 유입유량을 산정한 후 해수소통구 소요개소별 연간 해수교환율을 산정하였다.
- 궁촌항 연간 해수유입량 산정결과 해수교환량 276만m³을 기준으로 월류제식 외장형이 유입도수관 4개 이상이면 만족되나 시공성, 경제성 등을 고려할 시 내장형 해수교환시설의 도수관 Ø1500×5ea이면 궁촌항의 해수교환이 2주에 1회정도 이루어지는 것으로 분석되었다.

수리모형실험에 의해 측정된 단면형식별 연간 해수교환율 분석
유입유량(q)

구 분	해수소통구 개수	q(m ³ /sec)
박스형	8	1,276
	10	1,595
내장형	4	2,456
	5	3,070
외장형	4	2,692
	5	3,365



3.3.2 인근지역과의 규모적정성 검토

- 주문진항 및 묵호항은 정체수역이 궁촌항의 5배이상 규모로 구조형식은 월류제 해수교환시설을 도입하여 2주에 1회의 해수교환이 이루어지고 있음
- 궁촌항은 후포항에 비하여 정체수역이 약 17배 작은 규모 어항이므로 내장형 해수교환시설을 도입하여도 충분할 것으로 판단

3.4 해수소통시설 설계

- 해수소통시설은 내장형 월류제 형식으로 유수부가 케이슨 구조형식으로하여 도수관을 통한 항내유입을 유도
- 작용외력은 이상시 파압과 지중 등을 고려하여 구조적 안정성 확보
- 구조해석은 Shell 요소에 의한 범용구조 해석프로그램인 MIDAS를 이용하여 3차원 유한요소해석
- 강도설계법에 의한 부재설계와 허용응력 설계법에 의한 사용성 검토

정체수역유량

100만m ³
300만m ³
384만m ³
23만m ³

주변해수교환 연간계획유량

주문진항	6,486만m ³ /year 1회/2주
묵호항	7,976만m ³ /year 1회/2주
후포항	4,988만m ³ /year 1회/4주
궁촌항	276만m ³ /year 1회/4주

구조해석 결과



3.3.3 해수교환의 평면수리모형실험 검증

- 해수교환시설이 위치하는 지역의 개정된 심해설계파 및 평상파랑을 경계조건으로 하여 평면수조에서 색소의 확산을 확인하였다.
- 궁촌항 정체수역의 연간 유량이 276만m³인 점을 고려할 때 내장형 해수소통구 설치에 따른 연간 해수유입량이 312만m³이므로 항내수질은 개선되리라 예상된다.

4. 결 론

- 본 자료에서는 어항의 외곽시설인 방파제 일부구간에 해수교환시설물 설치에 대한 국·내외 적용사례 조사 및 궁촌항 개발사업 대안설계에 수행한 해수교환시설의 설계기법을 소개하였다.
- 국내에서 적용된 주문진항의 항내수질은 COD농도가 해수교환시설 설치전 5.8mg/l에서 2004년 4월

해수교환시설 설치후 1.1mg/l로서 약 1/5배 정도의 향내 수질이 개선된 것으로 수질등급은 2등급 상향된 것으로 조사되었으며 지속적인 모니터링 계획을 수행중인 것으로 확인되었다.

- 일본의 경우 시카노시마 어항은 DO, COD, 저질 등 해수교환시설의 설치전·후의 모니터링 결과 어항전체가 개선된 것으로 확인되었으며, 해수교환시설 설치후 작은 어류 출현으로 낚시관광객 증가 등 좋은 평가를 얻은 사례이다.
- 이사키어항의 사례에서는 새로운 구조형식의 하이브리드 케이슨식 해수교환시설을 도입하여 현지계측 자료에 의한 수리모형실험을 수행하여 시설물의 적정성을 제시하였다.
- 궁촌항의 해수교환시설은 신설어항 계획으로 정체수역이 약 4만 m^2 인 기존 해수교환시설 설치어항에 비교하여 1/5~1/10배 작은 규모로 신설방파제 구간에 케이슨 내장형 월류제 형식의 해수교환시설을 도입하였다.
- 해수교환량은 연간 270만 m^3 으로 월 2회정도 교환이 이루어지도록 시설계획을 수립하였다.

5. 향후의 과제

- 궁촌항에 도입된 해수교환시설은 항만 및 어항의 수질환경보전에 큰 역할을 완수할 수 있을 것이라 확신하지만 궁촌항 설계를 마무리하며 향후에 다음과 같은 현지조사 및 연구를 수행하여야 한다.
 - 해수교환시설의 설치 전·후의 현지계측 항목 및 빈도수를 결정하여 오염원인을 규명하고 개선할 수 있는 자료를 작성
 - 현지계측을 위하여는 관계기관의 협조를 얻어 파랑, 조위, 저질 Data와의 상관성을 고려한 자료를 작성하여 해수유입량의 재평가
- 현지계측과 수치, 수리모형실험치에 의한 해수교환율을 검토할 수 있는 계산방법의 제시가 필요하며 본 자료가 향후 항만 및 해안의 수질개선을 위한 하나의 참고자료로써 활용될 수 있기를 희망한다. 