

해수 소통형 2열 케이슨 교각식 잔교를 적용한 안벽 설계 사례 A Design case of wharf Applying for seawater throught 2 Row Bridge Type slit Cassion

정종진¹, 정창원², 황기정³
 Jong Jin Cheong¹, Chang Won Jung² and Ki Jung Hwang³

1. 서 론

항만 시설물 중 접안시설의 설계 시 주안점으로 고려할 사항 중에서 부두이용에 대한 효과를 증대시키기 위하여 입사파랑에 대한 제어 기능을 도입하여 항내 정온도를 향상시키기 위한 안벽 구조형식을 개발 또는 개량하는데 초점을 맞추고 있다.

특히, 턴키나 대안 방식에 의한 항만 공사가 발주된 2000년 이후에는 이에 대응하기 위한 다양한 형식의 안벽시설이 등장하였다.

본 설계사례는 목포시의 삼학도 복원화 사업으로 기 사용 중인 목포해양경찰서의 전용부두 이전시설에 대한 턴키 공사의 설계와 관련하여 건설예정 해역 특성상 파랑보다는 조류, 홍수 등의 영향으로 안벽건설 후 해수 유동 변화에 의한 침퇴적 현상과 조류속 감소에 따라 박지내 해수 정체 현상을 최소화 시키는 구조물이 요구되었다.

이러한 요구를 충족시키기 위하여 해수유동영향을 분석하고 퇴적물 이동 수치 모형 실험을 실시하여 구조물 건설에 따른 주변 해역의 퇴적 및 세굴상황을 예측하여 계획 해역에서의 기존 해양수리특성을 감안한 해양환경변화를 최소화하였다. 기존목포항, 북항 진입 항로에 근접되어 방재기능을 강화함은 물론 외형적 경관미를 도입하여 기존 항만 이미지를 크게 개선시켜 쾌적한 근무 환경을 조성하였다.

본 해역의 특성을 고찰하면 해경부두 계획 위치는 Fig. 1에서와 같이 목포구안 외항진입 항로

에서 기존 목포내항과 북항을 이용하는 선박이 교차 항행하는 3방향 교차점으로 소형어선에서부터 대형 화물선까지 많은 선박이 통행하고 있다.



Fig. 1. 진입항로와 해경부두 간섭관계

또한, 내항 상류부는 영산강 하구둑이 건설되어 홍수시 방류량(계획 홍수량 5,880m³/sec)과 창·낙조의 영향, 대·소조기 조위 변화, 폭풍해일 등 대상해역의 지형변화에 영향을 미칠 수 있는 제반 해상조건이 다양하다.

따라서, Fig. 2와 같이 본 설계에서 적용한 해역 특성을 고려한 해수 소통형 2열 교각케이슨식 잔교를 적용할 경우 기존 해상 및 지형 변화를 최소화하고 안벽 이용에 전혀 지장을 주지 않아 해경선 이용에 크게 도움이 될 것으로 기대된다.



Fig. 2. 2열 교각식 잔교의 해경부두

1 발표자: (주) 건화 항만부 부사장
 2 (주) 동양건설산업 토목사업부 상무
 3 (주) 항도엔지니어링 상무

2. 이론적 고찰

본 해역은 약최고 고조위가 486.0cm, 대조차는 377.8cm로 우리나라 동·서해안의 평균값 정도이며, 조류는 많은 섬으로 둘러싸여 여러개의 대·소수로 형성되다가 다시 합류 되는 등 유황이 매우 복잡하다. 조류는 대체로 낙조류가 창조류보다 우세하며 유황도 수로 형상에 따라 3방향으로 교차 발생한다.

목포항 부근은 연간 평균대조기 최강유속이 창조시 41cm/s, 낙조시 21cm/s이며 본계획지역인 북향 출입항로는 창조시 113cm/s, 낙조시 154cm/s이고 담리도 ~ 고하도 해역은 창조시 51cm/s, 낙조시 87cm/s에 이른다.

파랑은 크고작은 섬으로 둘러싸여 심해파의 영향은 없으며 대상해역에 영향을 주는 풍향을 대상으로 50년 빈도 바람에 의한 풍파를 적용하여 천해 설계파를 산출하였다.

이 결과 50년 빈도 풍파내습시 해경부두 위치에서는 1.34m 정도로 정온이 확보되지 않는 파고 분포를 보이고 있는 것으로 추산되었다.

이러한 복잡한 해상조건 및 수리 특성을 가진 해역에 변화를 최소화 하는 안벽 구조물을 계획하기 위하여는 제반 변화되는 해상조건을 충분히 검토하여 구조형식을 결정하여야 한다.

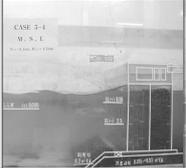
특히 계획하는 안벽시설이 해경 경비함 집안 및 운영에 지장을 주어서는 매우 곤란하기 때문에 항내 정온도 확보, 항만가동을 향상, 침퇴적 영향 최소화, 원활한 해수 유동에 의한 수질 변화 최소화 등 다양한 검토를 통하여 최적 배치 및 구조 형식을 선정하여야 한다. 이 결과 해수 소통형 2열 케이슨 교각식 잔교인 특수 구조형식을 착안하였으며 각종 실험을 통한 검증을 거쳐 설계에 적용 하였다.

3. 실험

안벽구조 형식을 가장 기초적으로 많이 쓰이는 콘크리트 블럭과 케이슨 형식을 선정하였으며 케이슨은 중Slit과 횡slit 형상으로 구분하고 단면 형식 및 반사율, 월파랑, 안정성 등 수리 특성 검토 및 항내 정온도 수치모형실험에 반사율을 제공하기 위한 단면 수리모형 실험을 실시하였다

실험결과 Table 1와 같이 반사율은 중Slit 케이슨이 0.687로 횡Slit 케이슨 0.700, 콘크리트 블럭 0.985에 비하여 우수한 것으로 나타났으며 유공율에 의한 반사율은 30%일때 0.687로 다른 단면에 비해 상대적으로 작게 나타났다.

Table 1. 단면 수리모형 실험

구 분	중Slit	횡Slit
	유공율	$\epsilon=30\%$
실험		
반사율	0.687	0.700
선 정	●	

이와같이 안벽에서 유공 케이슨 도입의 적정성은 입사파랑 및 항주파 영향의 제어가 필요하며 에너지 분사형식인 저반사 구조형식의 도입이 필연적이기 때문이다.

본 해역은 다방향 입사파 발생 및 항로 인접수역으로써 특히 선박 충돌 등에 대하여 내구성이 우수한 단면이 필요하다.

해수유동실험에 의한 결과 콘크리트 블럭식은 현상태보다 안벽 내외측에서 창조시 40~70cm/sec 정도, 낙조시 20~30cm/s 정도 유속이 감소되는 결과를 보였다. 케이슨식의 경우에도 콘크리트 블럭식과 유동양상은 비슷하였으나 유속감소의 폭은 작았다.

해수유동 수치모형실험의 계산된 외력 조건을 기초로 각 격자점에서의 수심변화를 구하는 Flux model을 이용하여 퇴적물 실험을 실시한 결과 Fig. 3와 같이 콘크리트 블럭식은 해경경비함부두 내측에서 20cm, 외측에서 120cm 정도의 심한 퇴적 현상이 나타났으나, 케이슨 교각 잔교식의 경우 20cm 정도의 퇴적 현상이 발생되어 케이슨 교각식이 내외측의 퇴적현상을 평활화시켜 외측의 극단적인 퇴적현상을 억제하는 역할을 하고있음을 증명하였다.



Fig. 3. 퇴적물 이동실험

또한 항내·외측의 해수교환율에서도 Fig. 4와 같이 해수유통이 원활한 케이슨 교각식 잔교안벽이 25시간 이후부터 95%에 도달하여 27시간 이후에 75% 도달하는 블럭식보다 비교적 효과가 탁월한 것으로 나타났다.

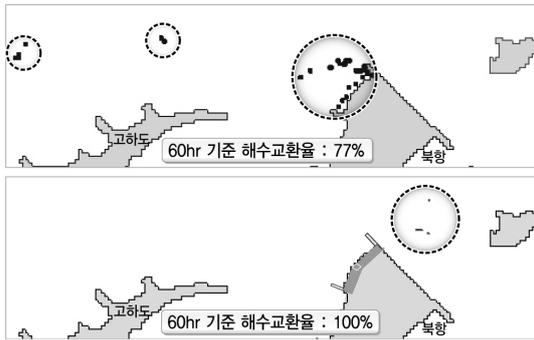


Fig. 4. 해수교환율

4. 결 론

본 설계에서 적용한 2열 케이슨 교각식 잔교를 적용한 목포항 해경부두는 해양환경, 입지특성을 고려한 최적의 해수 소통형 신형식 안벽으로 항내 수질개선과 내구성 및 내진성능을 강화하였다.

단면 수리모형실험 결과 케이슨의 형식을 유공을 30%인 중 Slit케이슨을 채택하여 소파 및 내파효과를 극대화 하므로써 다방향경사 입사파·반사파 해역인 부두 전면 및 항내의 소란을 억제하여 해양 환경 변화에 순응하며 부두 이용성을 향상시켰다.

해수 소통형 구조형식으로 한계조류력 유지로 해수 정체로 인한 항내 매물현상을 최소화 하였다.

부두전면이 3방향 교차항로로 빈번한 선박의 항행에 따른 운항선박충돌 예상해역으로 소형 콘크리트 블록식보다는 내구성이 우수한 대형 케이슨 형식을 적용함으로써 방재 기능을 강화하였다.

결론적으로, 본 설계사례에서와 같은 대형 중력식 구조물인 케이슨을 Pile을 사용한 잔교식과 같은 효과를 기대하며, 해양환경변화를 최소화하고 구조적 안정성을 확보 할 수 있는 안벽의 형식 적용에 대하여 대형 부두설계에서도 과감하게 적용 가능하도록 향후 지속적으로 연구가 되어야 할 것이다.

참고문헌

- 목포지방해양수산청(2006). 목포항 해경어업지도선 부두 기초조사 용역 보고서
- 동양건설산업(2006). 목포항 해경어업지도선 부두 축조공사 기본설계 보고서
- 동양건설산업(2006). 목포항 해경어업지도선 부두 축조공사 개별조사보고서
- 제1권 : 해양조사
- 제2권 : 수치모형실험
- 제3권 : 수리모형실험