

항내매몰 저감을 위한 방파제의 시공순서 검토 Analysis of Construction Procedure of Breakwater for the Reduction of Harbor Siltation

김규한¹, 윤성진², 김영복³
Kyu-Han Kim¹, Seong-Jin Yoon² and Young-Bok Kim³

1. 서 론

최근, 경제사회의 발달과 교통기반의 정비계획에 따라 연안역 공간의 이용가치의 중요성이 부각되고 있어 중소규모의 항만들이 다수 지역에서 지속적으로 건설되고 있다.

동해안의 항만은 주의력으로서 파랑이 탁월하며, 파랑에 의한 해빈류가 표사이동의 주원인이 된다. 또한, 대다수의 중소규모 항만은 항입구부가 쇄파대내에 위치하는 경우가 많아 항내매몰 문제가 심각하며, 대부분의 항만이 항내수심을 유지하기 위한 준설 등 유지관리에 어려움을 겪고 있기 때문에 항내매몰 문제에 민감하게 된다.

그러나, 항만건설에 따른 충분한 사전예측 검토가 이루어지지 않은 채 건설되는 항만들이 많다. 사전예측 검토항목에는 다수의 항목이 있지만, 이 중에서 항만건설시 해빈류를 고려하지 않고 시공하는 경우에 항내매몰에 미치는 영향에 대하여 검토하고자 한다.

따라서, 본 연구에서는 연도별 해안선변화 측량자료 및 방파제 주변의 상세 수심측량자료를 이용하여 방파제 시공순서가 항내매몰에 미치는 영향에 대하여 파악하고, 동해안에서 시공순서에 의한 항내매몰량을 감소시킬 수 있는 방법에 대하여 제안한다.

2. 대상항만의 제 조건

2.1 자연조건

본 연구의 대상항만인 공현진항은 Fig. 1에 나타내는 바와 같이 강원도 고성군 죽왕면 공현진리에 위치하며, 주변에는 공현진 해수욕장이 위치하고 있다.

또한, 장기파랑산출자료집을 이용한 파랑제원을 조사한 결과, 대상해안이 위치한 동해안은 일반적으로 NE-SE 방향의 파랑이 연안에서의 표사이동에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되며, 특히, 표사이동에 영향을 미칠 수 있는 파랑 중에는 NE방향의 파랑이 19.0% 정도로 가장 탁월하게 내습하고 있다.

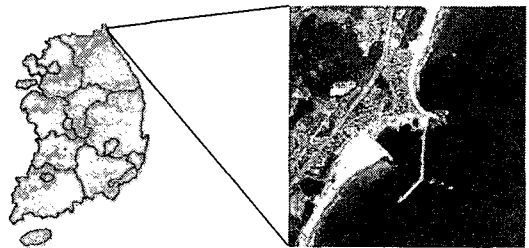


Fig. 1. Aerial photo of Investigation site

2.2 실측자료

실측자료에는 6개월 또는 1년 단위의 부분적인 해안선 관측자료가 있으며, 지형변동 수치계산의 Calibration을 수행하기 위하여 다음의 수심측량

1 관동대학교 토목공학과 교수

2 발표자: 관동대학교 첨단해양공간연구센터 선임연구원

3 관동대학교 석사과정

자료를 이용하였다.

① 초기 수심측량 자료 : 2001. 11.

② 최근 수심측량 자료 : 2006. 02.

Fig. 2는 초기 수심측량 자료와 최근 수심측량 자료의 차(4년간의 지형변화량)로서 Net의 값으로 나타낸 것이다.

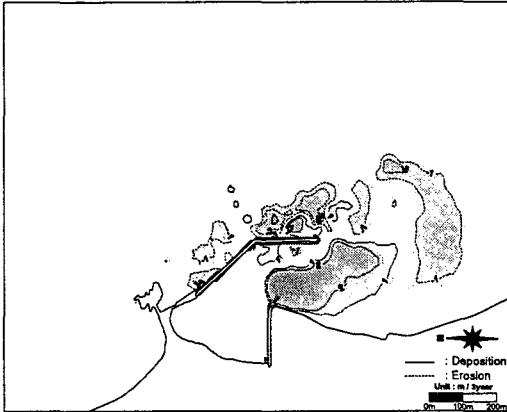


Fig. 2. Net sediment transport rate using bathymetry data

단, 2006년 2월에 실시한 수심측량자료는 동방파제 주변 및 항입구부와 남방파제 선단의 매물 구역에 대해서만 측량된 자료이므로, 외해측 및 항 북측의 퇴적·침식 상황은 상호 비교할 수 없었다.

2.3 시공단계별 구조물 및 해안선 변화

Fig. 3에 실제공사의 시공단계별 구조물 변화 및 남방파제 남측의 해안선 관측자료를 나타내었으며, 방파제 연장길이의 수치는 Table 2에 대책안의 수치와 같이 나타내었다.

해안선 변화는 남방파제가 건설된 이후인 공사 3단계(2003/12)부터 발생하는 것으로 관측되어 있다.

3. 수치모형실험의 개요

3.1 개요

본 연구에서 검토 대상지역인 동해안은 지역에 따라 다소 차이는 있으나, 조석차가 약 30cm 이내로서 조류로 인한 해저질의 이동은 파랑에 의한 흐름 즉, 해빈류가 해저질의 이동에 미치는 영향에 비해 매우 미약하다고 할 수 있다. 그러므로, 대상해역의 해빈변형은 조류보다는 파랑에 의해 수반되는 해빈류를 해저질 이동의 기본 외력으로 설정하였다.

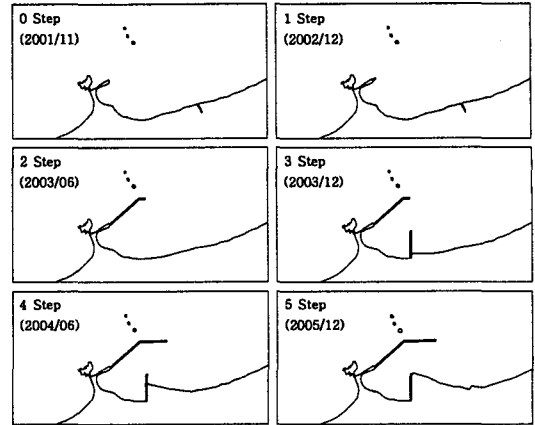


Fig. 3. Variation of Structures & Coastal line (Cases of Real Construction)

따라서, 본 연구에서는 대상해역에 대한 파랑변형 수치계산을 수행하여 파고분포 및 파고에 의한 Radiation stress를 산출한다. 또한, 이 결과를 이용하여 해빈류 유동상황을 재현한 후, 대상해역의 해빈류 흐름특성을 파악하여 지형변동 재현 및 예측계산을 수행하였다.

Table 1에 대상해역의 수치모형실험의 개요를 요약하여 정리하였다.

Table 1. Outline of Numerical Model

구분	내용
실험 목적	· 각 파향별 파랑에 대한 해빈류 상황 검토 · 지형변동 상황 검토
사용 모형	· 파랑변형실험: 에너지평형방정식 모형 · 해빈류실험: 단층 2차원 천수방정식 모형 · 지형변동실험: Power 모형
모형 구성	· 격자구성 (150×120격자) - 공현진항 전면해역 (1.5km×1.2km) - 격자간격 : 10m - 격자수 : 18,000개
입력 자료	· 파랑제원 : 파향별 에너지평균파 제원 NE : H=2.05m, T=5.65sec E : H=1.57m, T=5.15sec SE : H=1.31m, T=4.91sec · 수심자료 : 최신해도 및 수심측량자료 (공사단계별 수심 검토)
실험안	· 각 안의 NE, E, SE 파향

3.2 Calibration 및 시공단계별 수치계산

Calibration은 실측자료(2001/11 및 2006/02)의 수심측량 자료를 이용하여 4년간의 실제 지형변동량을 산출하고, 이 값을 이용하여 지형변동 수치계산에서 4년간의 지형변동량을 정성적, 정량적으로 재현하고자 하였다. 또한, 이 때의 factor를 이용하여 각 시공단계별 지형변형 수치계산을 수행하였다.

3.3 대책안의 시공단계

Fig. 4에 나타내는 바와 같이 대책안의 0, 1, 5단계는 실제 시공(Fig. 3 참조)시의 방파제 연장길이는 같다. 2~4단계의 연장길이는 Table 2에 나타내었으며, 각 단계에서 동방파제와 남방파제의 연장길이의 합은 동일하도록 설정하였다.

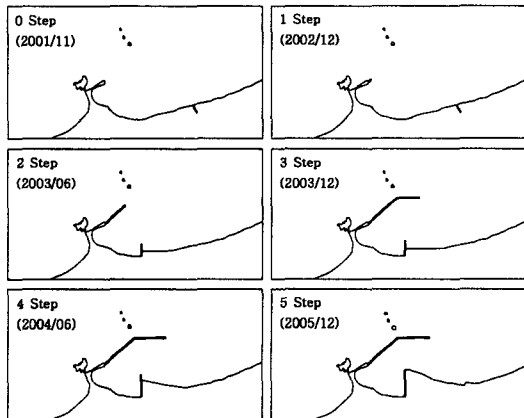


Fig. 4. Variation of Structures & Coastal line (Countermeasures)

Table 2. Construction Length of Breakwater

	단 계	방파제 연장길이		비 고
		동방파제	남방파제	
실 제 시 공	0	0m	0m	구조물 동일
	1	30m	0m	구조물 동일
	2	270m	0m	
	3	270m	220m	
	4	400m	220m	
대 책 안	5	430m	220m	구조물 동일
	0	0m	0m	구조물 동일
	1	30m	0m	구조물 동일
	2	170m	100m	
	3	370m	120m	
	4	430m	190m	
	5	430m	220m	구조물 동일

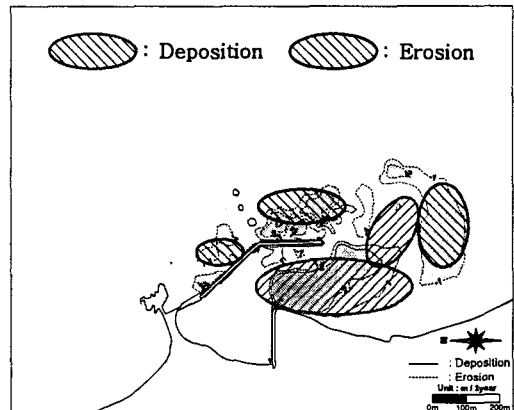
4. 수치모형실험의 결과

4.1 재현실험 결과

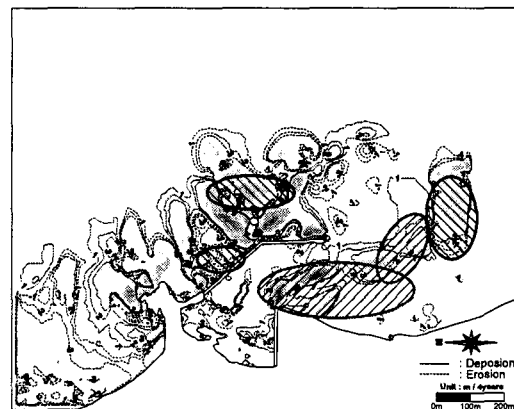
재현성 여부를 검토하기 위하여 Fig. 5에 실측된 4년간의 지형변화량(a)과 수치계산 결과(b)를 나타내었다.

항입구부 및 그 남측의 퇴적 경향, 항 북측 해안의 침식 경향 등에 대한 재현에 초점을 맞추었으며, 시간scale을 조절하여 정량적인 측면도 고려하였다.

보다 정확한 결과를 도출하기 위하여, 시공단계별로 나누어 수치계산을 수행한 후에 각 지형변화량을 합산하여 총 지형변화량을 구하는 couple형 계산방식으로 나타낸 결과이며, 대체적으로 양호한 결과가 얻어졌다고 생각한다.



(a) Result of Observation



(b) Result of Numerical model

Fig. 5. Comparison of Observation & Calculation

4.2 시공단계별 계산결과

Fig. 6에 해빈류 벡터도의 일례(5단계)만을 나타내었다.

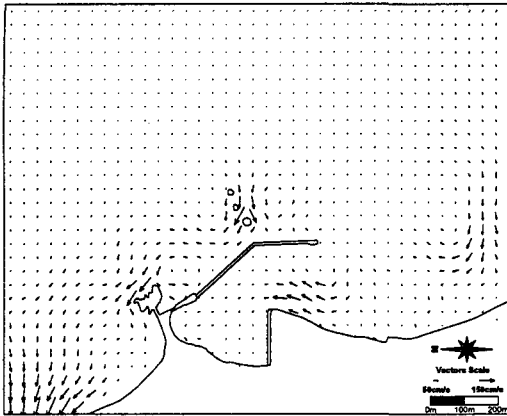


Fig. 6. Result of wave induced current

시공순서가 항내매몰에 미치는 영향을 파악하기 위하여 시공단계별 항내매몰량(수심변화량)을 검토하였다. 비교위치는 Fig. 7에 나타내었으며, Fig. 8에 항내매몰량의 누적량에 대한 결과를 나타내었다. 범례에서 A-C는 비교위치이며, 1은 실제공사의 경우를 나타내며, 2는 시공순서를 변경한 대책안의 경우를 나타내었다. A-C 모든 점에서 대책안의 결과가 우수하며, A점에서는 약 2배까지도 매몰량이 감소하고 있다.

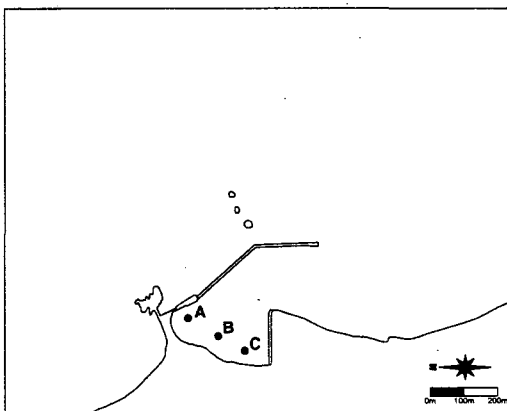


Fig. 7. Compared position

5. 결 론

시공순서에 따른 항내매몰에 대한 영향을 검토해 본 결과, 주방파제(동방파제)를 먼저 시공하

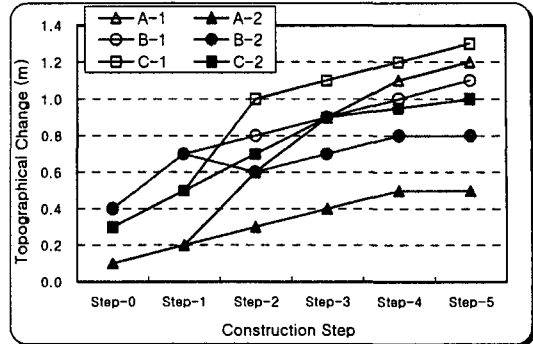


Fig. 8. Result of changed topography

고 나중에 부방파제(남방파제)를 시공하는 방법보다는, 주방파제와 부방파제를 동시에 시공하는 방법이 항내매몰 방지 측면에서는 더 효과적인 것을 알 수 있었다.

동해안에서는 일반적으로 파랑과 파랑에 기인한 연안류가 강하기 때문에 파랑을 제어하여 우선적으로 정온역을 확보하여야 하는 경우가 아니라면 연안류에 의한 연안표사를 제어할 수 있는 부방파제를 주방파제와 동시에 시공하는 것이 중요하다고 사료된다.

또한, 향후에는 해안선 변형모델을 이용하여 남방파제 남측의 해안선 관측자료와 비교하는 방법으로 시공단계별의 해안선 변화의 검토를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구의 일부는 RIC 사업의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- 김규한, 백승화, 편종근, 1997. 海濱變形을 이용한 港內埋沒豫測, 한국해안-해양공학회지, 9(4) : pp. 201-207.
- 해양수산부, 2001. 공현진항 실시설계 용역 보고서, pp. 426-444.
- Maruyama, K. and Takagi, T., 1988. A simulation system of nearshore sediment transport for the coupling of the sea-bottom topography, waves and currents, IAHR Symp. on Mathematical Modelling of Sediment Transport in the Coastal Zone, pp. 300-309.
- Noda, H., 1966. Model study on the filling-up of a fishing harbor by drifting sand, Proc. 10th Coastal Engrg. Conf., ASCE, Vol. 1, pp. 564-594.