

# 수치시뮬레이션에 의한 방파제의 시공계획

김규한\* · 윤성진\*\* · 김영복\*\*\*

\*관동대학교 토목공학과

\*\*관동대학교 첨단해양공간연구센터

\*\*\*관동대학교 대학원

## The Construction Plan of Breakwater by the Numerical Simulation

KYU-HAN KIM\*, SEONG-JIN YOON\*\* AND YOUNG-BOK KIM\*\*\*

\*Dept. of Civil Engineering, Kwandong University, Gangwon, Korea

\*\*RIC, Kwandong University, Gangwon, Korea

\*\*\*Graduated school, Kwandong University, Gangwon, Korea

**KEY WORDS:** Wave induced current 해빈류, Harbor tranquility 항내정온도, Harbor siltation 항내매물, Sediment transport 표사이동, Construction plan 시공계획

**ABSTRACT:** The main external force of the harbor in east coast is wave. So, wave is the important cause of wave induced current and sediment transport due to wave in planning harbor structures. Therefore, it must be considered not only to secure the harbor tranquility but also the sediment transport due to wave induced current in planning the harbor.

In this study, we studied on the influences of construction procedure on harbor tranquility and siltation using annual coastal line data and bathymetry data near breakwater. And it suggests that the construction procedure for the harbor tranquility and the best way for the decrease of harbor siltation.

### 1. 서 론

동해안에 위치한 항만은 주위력으로서 파랑이 탁월하게 된다. 그러므로, 항만설계시 파랑에 의한 영향을 가장 많이 받게 되며, 파랑에 의해 발생하는 해빈류는 표사이동에 큰 영향을 미치게 된다.

그러므로, 항만설계시 고려해야 할 가장 기본적인 것은 파랑으로부터의 정온역 확보이며, 파랑에 기인하여 발생하는 해빈류는 표사이동의 주원인이 되므로 잘 파악하여 항만설계시 고려를 하여야 한다. 그러나, 대부분의 중소규모 항만 설계시 정온도 확보에만 충분한 검토를 수행할 뿐, 방파제 시공 중에 파랑 및 해빈류가 정온도 변화 및 항내매물에 미치는 영향에 대해서는 간과하는 경우가 대부분이다.

따라서, 본 연구에서는 연도별 해안선변화 측량자료 및 방파제 주변의 상세 수심측량자료를 이용하여 방파제 시공순서가 항내정온도 및 항내매물에 미치는 영향에 대하여 파악하고, 동해안에서 항내정온도 유지 및 항내매물량 감소를 위한 시공순서에 대하여 제안하고자 한다.

### 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 항내정온 및 연안에서의 표사이동에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되며, 특히, NE방향의 파랑이 19.0% 정도로 가장 탁월하게 내습하고 있다.

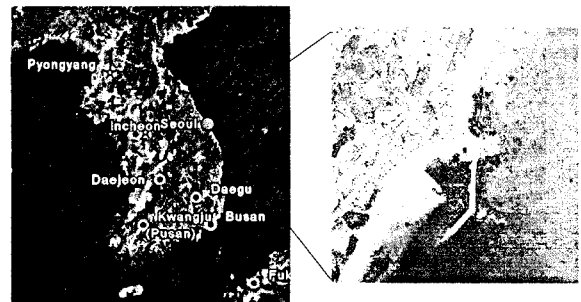


Fig. 1. Aerial photo of Investigation site

#### 2.2 실측자료

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

김규한 : 강원도 강릉시 내곡동 522 관동대학교 토목공학과  
033-671-3436 kkhkim@kd.ac.kr

- 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.

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

### 3. 수치모형의 개요

#### 3.1 개요

본 연구에서는 파향별 에너지평균파 제원을 사용하여 항내파고를 산출하였다. 또한, 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 해빈 변형은 조류보다는 파랑에 의해 수반되는 해빈류를 해저질 이동의 기본 외력으로 설정하였다.

따라서, 본 연구에서는 대상해역에 대한 파랑변형 수치계산을 수행하여 파고분포 및 산출파고에 의한 Radiation stress를 계산한다. 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**

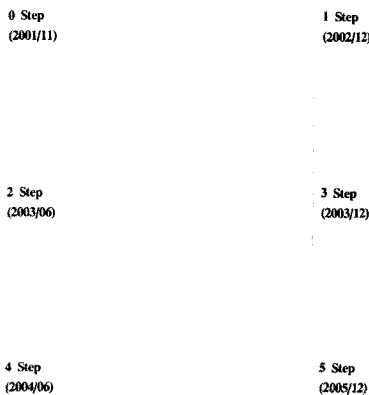
구 분	내 용
실험 목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 파향별 파랑에 대한 해빈류 상황 검토</li> <li>• 지형변동 상황 검토</li> </ul>
사용 모형	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 파랑변형실험: 에너지평형방정식 모형</li> <li>• 해빈류실험: 단층 2차원 천수방정식 모형</li> <li>• 지형변동실험: Power 모형</li> </ul>
모형 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 격자구성 (150× 120격자)</li> <li>- 공현진항 전면해역 (1.5km× 1.2km)</li> <li>- 격자간격 : 10m</li> <li>- 격자수 : 18,000개</li> </ul>
입력 자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 수심자료 : 최신해도 및 수심측량자료 (공사단계별 수심 검토)</li> </ul>
실험안	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 안의 NE, E, SE 파향</li> </ul>

**Fig. 2. Net sediment transport rate using bathymetry data**

#### 2.3 시공단계별 구조물 및 해안선변화

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.



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

#### 3.2 Calibration 및 시공단계별 수치계산

Calibration은 실측자료(2001/11 및 2006/02의 수심측량 자료)를 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

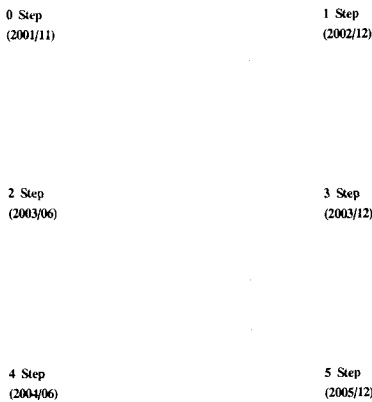
Fig. 4에 나타내는 바와 같이 대책안의 0, 1, 5단계는 실제 시공(Fig. 3 참조)시의 방파제 연장길이는 같다. 2~4단계의 연장길이는

Table 2에 나타내었으며, 각 단계에서 동방파제와 남방파제의 연장길이의 합은 동일하도록 설정하였다.

**Table 2. Construction Length of Breakwater**

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

장길이가 길수록 항내정온도가 양호한 것을 알 수 있었다. 대책안의 경우, 방파제 건설 초기단계인 2단계에서는 남방파제의 시공으로 인해 동방파제의 연장이 짧아져 항내정온도가 거의 비슷하나, 3단계 및 4단계에서는 동방파제의 연장길이가 길어 지므로 항내정온도는 양호해지는 것을 알 수 있다.



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

#### 4. 수치모형실험의 결과

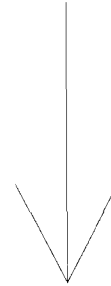
##### 4.1 시공단계별 계산결과(항내정온도)

파랑변형실험을 통하여 방파제 시공순서에 따른 항내정온도의 변화를 확인하고자 하였다.

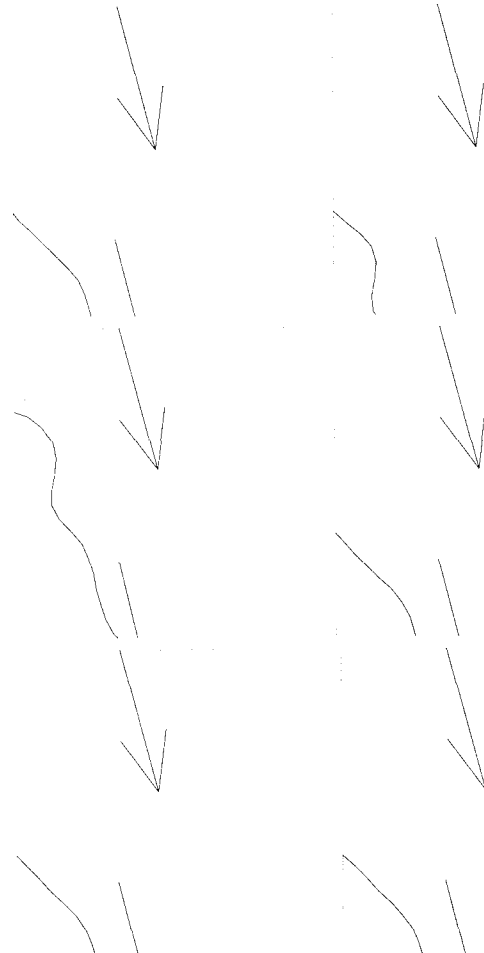
Fig. 5는 계산일례로서 5단계의 파고분포를 나타낸 것이고, 파향벡터와 등파고선을 합성한 결과이다.

Fig. 6에는 2~4단계의 시공단계별 파고분포만을 나타내었으며, 항만부분을 확대하여 나타내었다. 등파고선을 비교해보면 대책안의 경우가 파고저감효과가 큰 것을 알 수 있다.

비교위치는 Fig. 7에 나타내었으며, Fig. 8에 시공단계별 항내 파고변화에 대한 결과를 나타내었다. 범례에서 A, B는 비교위치이며, 1은 실제공사의 경우를 나타내며, 2는 시공순서를 변경한 대책안의 경우를 나타내었다. 결과를 보면, 주방파제인 동방파제의 연



**Fig. 5. Wave height contour & wave direction vector**



**Fig. 6. Wave height contour & wave direction vector (Enlargement version)**

## 5. 결 론

방파제시공순서가 항내정온도에 미치는 영향을 검토한 결과, 주방파제인 동방파제의 연장길이를 전반적으로 길게 연장했던 대책안의 경우 항내정온도가 실제시공에 비해 더 양호한 것을 알 수 있었다.

시공순서에 따른 항내매몰에 대한 영향을 검토해 본 결과, 동방파제(주방파제)를 먼저 시공하고 나중에 남방파제(주방파제)를 시공하는 방법보다는, 동방파제와 남방파제를 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 연안표사의 항내침입을 방지할 수 있도록 주방파제와 부방파제를 동시에 시공하는 것이 중요하다고 사료된다.

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

## 후기

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.

2000년 0월 0일 원고 접수  
2000년 0월 0일 최종 수정본 채택

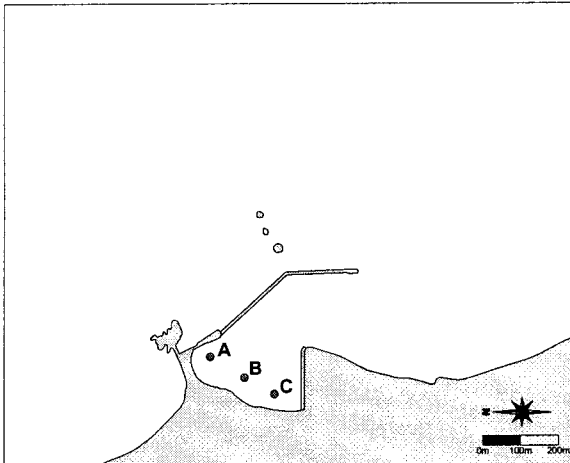


Fig. 7. Compared position

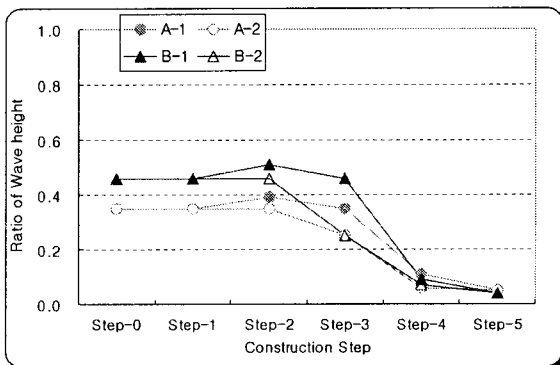


Fig. 8. Result of harbor tranquility

### 4.2 시공단계별 계산결과 (항내매몰)

시공순서가 항내매몰에 미치는 영향을 파악하기 위하여 시공단계별 항내매몰량(수심변화량)을 검토하였다. 비교위치는 Fig. 7에 나타내었으며, Fig. 9에 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.

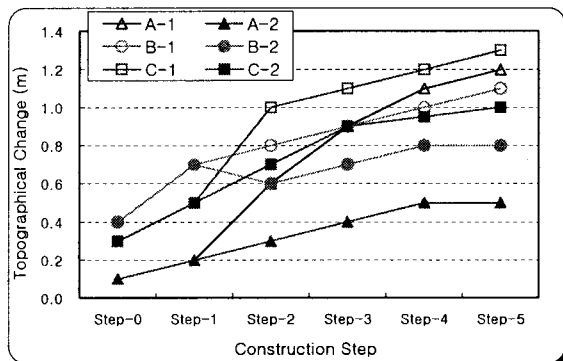


Fig. 9. Result of changed topography