

해안구조물 주변의 해빈변형에 대한 수치모형연구

○백상화*,이경열*,민석진**,김성득***

1.서론

자연상태의 해안에서는 파랑과 조류 등의 상호작용에 의해 해저지형과 저질의 구성 등이 끊임 없이 변한다. 이러한 변화는 주로 계절적으로 순환하는 특성을 가지나 해안보전이나 해양공간의 이용을 위해 인공구조물을 설치할 경우 그 구조물로 인해 파랑과 흐름에 변화가 생기게 되며, 이러한 파랑과 흐름의 변화는 사빈해안의 표사수송에 영향을 미쳐 인근지형의 변화를 초래하게 된다. 최근 들어서 해안구조물이 점차로 대형화 되어감에 따라 인근 해안지형에 미치는 영향이 더욱 현저하고 장기적이다. 따라서 해안보전이나 해안구조물의 설치 및 매립을 계획할 경우에 주변 해안에서 일어날 수 있는 지형의 변화를 미리 예측할 필요성이 있다. 이러한 예측방법에는 경험적인 방법, 수치모형실험에 의한 방법, 수치모형실험에 의한 방법이 있다.

본 연구에서는 수치모형실험에 의한 방법을 이용하여 실제 대상영역에 구조물을 설치할 경우에 대한 지형변화의 예측을 수행하고 그 결과를 검토하고자 한다.

2.본론

2-1.수치모형

본 연구에서 이용하는 수치모형은 지형의 변화를 n개의 등수심선의 변위로 나타낼 수 있는 n-line 모형이다. Perlin과 Dean에 의해 제안된 이 모형은 수심이 외해방향으로 갈수록 점차 증가한다는 가정 아래 연안방향 및 종단방향의 표사의 이동을 계산하고 등수심선의 변화를 해안으로부터의 거리로 표현한다. 평형해빈 단면에서 수심과 종단방향거리와의 관계식은 Dean이 제안한 다음의 (1)식을 사용한다.

$$h = A \cdot y^{2/3} \tag{1}$$

여기서, h : 수심

A : Dean의 평형해빈 단면계수

y : 종단방향거리

해빈 단면형상에 대한 격자시스템을 나타내면 다음의 fig.1과 같다.

* 울산대학교 공과대학 토목환경공학부 대학원 석사과정
** 울산대학교 공과대학 토목환경공학부 대학원 박사과정
*** 울산대학교 공과대학 토목환경공학부 교수

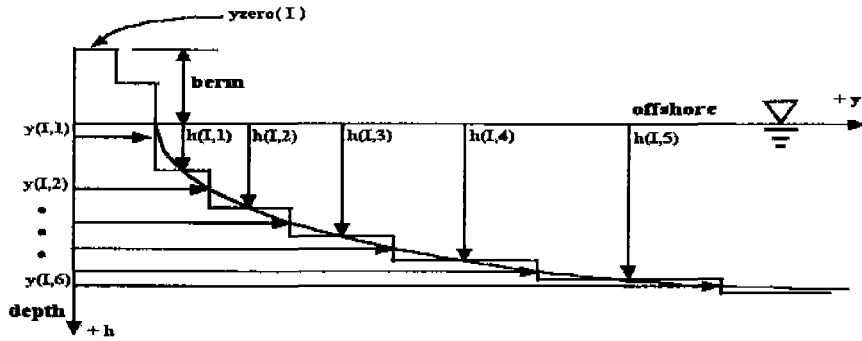


fig.1 평형 해빈단면 형상

2-2. 표사수송의 기본방정식

파동장에서의 표사의 이동 및 시간에 따른 수심의 변화를 계산하기 위한 연속방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\sigma y}{\sigma t} + \frac{1}{m} \left(\frac{\sigma q_x}{\sigma x} + \frac{\sigma q_y}{\sigma y} \right) = 0 \quad (2)$$

해안선에 나란한 연안방향의 총 표사량의 산정에는 Perlin과 Dean이 제안한 다음의 식(3)을 사용하여 계산한다.

$$Q = C'(H_b)^{5/2} \cdot \sin(2\theta_b) \quad (3)$$

(3)식에서 C' 는 다음의 식(4)와 같다.

$$C' = \frac{K P g^{1/2}}{16(\rho_s - \rho)(1-p)K_{1/2}} \quad (4)$$

중단표사량의 산정에는 Bakker가 제안한 수학적인 모형을 이용하였으며 fig.1의 좌표계를 사용하여 다음의 식(5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$(Q_y)_{ij} = \Delta x \cdot (C_{off})_{ij} \cdot [y_{ij-1} - y_{ij} + (W_{EQ})_{ij}] \quad (5)$$

식(5)에서 활동계수 $(C_{off})_{ij}$ 는 Perlin과 Dean에 의해 다음의 식(6.a),(6.b)와 같이 주어진다.

$$C_{off1} = 0.3048 \cdot 10^{-5} (m/sec), \quad \text{for } h \leq h_b \quad (6.a)$$

$$C_{off2} = \frac{4}{5\pi} \cdot \frac{C_f \cdot \sigma^3}{(0.78)^2 \cdot (gA)^{2/3} \cdot h} \cdot \left(\frac{H}{\sinh kh} \right)^3 \cdot C_{off1}, \quad \text{for } h > h_b \quad (6.b)$$

2-3. 수치해석 및 결과

본 연구에서는 n-line 모형을 적용하기 위한 대상영역으로 울산광역시 소재 회야강 하구일대를 선정하였다. 대상해역은 fig.2에서 보이는 바와 같이 회야강 하구와 진하해수욕장 사이에 작은 바위섬인 명선도가 있다. 외해방향으로 갈수록 수심이 증가한다는 n-line모형의 기본 가정으로 인해 표현할 수 없는 명선도의 영향은 파향에 따른 적절한 크기의 방파제라고 가정하여 실험을 수행하

table.1 각 경우별 실험조건

CASE.No		파향	
		E	SE
CASE.1	파고 (m)	1.0	1.0
	주기 (sec)	7.0	7.0
	구조물 배치	현상황	현상황
CASE.2	파고 (m)	1.0	1.0
	주기 (sec)	7.0	7.0
	구조물 배치	현상황+돌제	현상황+돌제
CASE.3	파고 (m)	1.0	1.0
	주기 (sec)	7.0	7.0
	구조물 배치	현상황+돌제 +방파제	현상황+돌제 +방파제

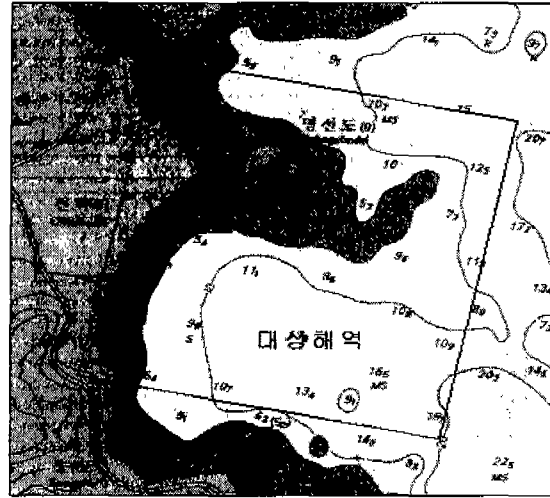
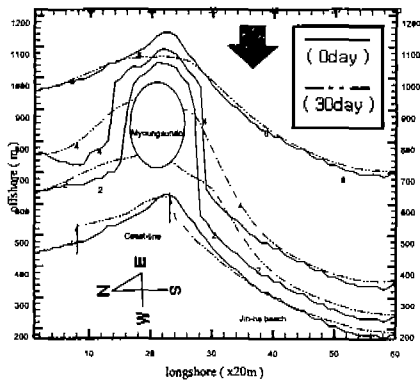
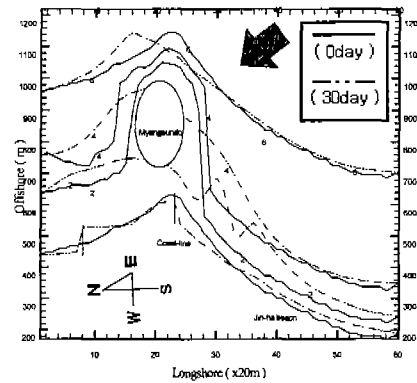


fig.2 수치모형실험의 대상해역

였다. 수치모형실험은 table.1에서 나타난 바와 같이 E방향과 SE방향의 파향에 대해 각 경우별로 파고, 주기 및 구조물의 배치를 달리하여 30일후의 지형변화를 예측하도록 수행하였다. 입력자료로서 저질입경은 대상해역에서 채취한 모래의 입도 분석 실험의 결과($d_{50}=0.3$)를 사용하였다. 다음의 fig.3, fig.4, fig.5는 table.1의 각각의 경우에 대해 수치모형실험을 통한 30일 후의 대상 영역의 지형변화를 나타낸다.

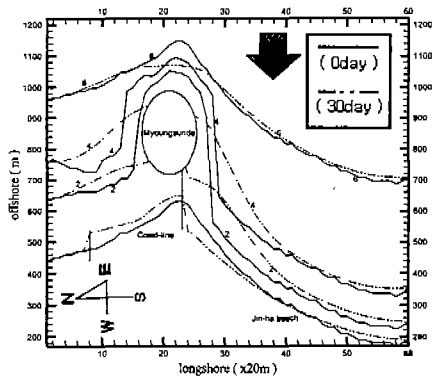


(a).E방향

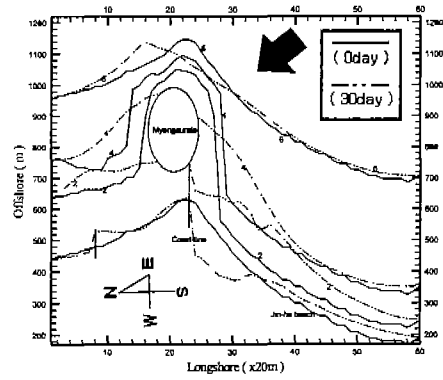


(b).SE방향

fig.3 CASE1의 각 방향별 30일 후의 지형변화

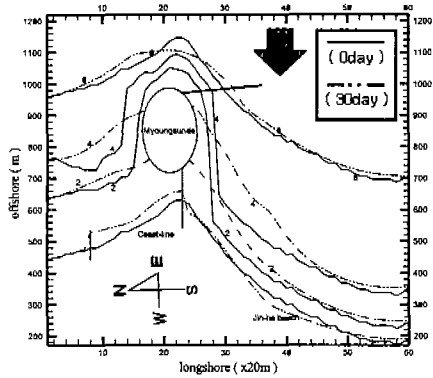


(a).E방향

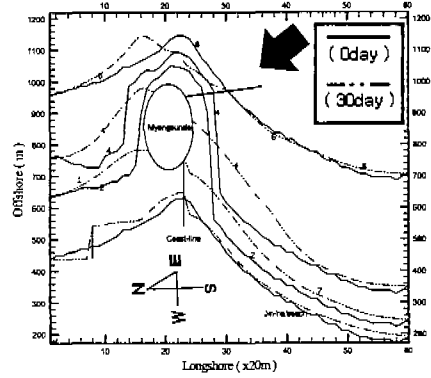


(b).SE방향

fig.4 CASE2의 각 방향별 30일 후의 지형변화



(a).E방향



(b).SE방향

fig.5 CASE3의 각 방향별 30일 후의 지형변화

3. 비교고찰

n-line 모형을 이용한 대상영역의 수치실험결과를 살펴보면 CASE1의 경우 E파향에 대해서는 fig.3의 (a)에서 보여진바와 같이 명선도 아래 육지부의 중앙부분의 돌제 오른쪽 해안선이 침식되었고 왼쪽 돌제와 중앙부분의 돌제사이에는 퇴적되어 해안선이 전진하였다. SE파향에 대해서는 fig.3의 (b)와 같이 명선도 우측의 해저지형이 크게 변하였고 중앙돌제의 오른쪽의 해안선의 침식이 크게 나타났으며 왼쪽 돌제의 좌측부분도 침식하는 것으로 나타났다. 중앙부분의 돌제를 명선도와 연결한다고 가정한 CASE2의 경우 E파향에 대해서는 fig.4의 (a)와 같이 CASE1과 유사한 경향을 나타내었으며 SE파향에서는 fig.4의 (b)에서 나타난바와 같이 중앙돌제의 오른쪽부분의 해안선이 크게 침식하였고 오른쪽의 송포측은 전진하는 것으로 나타났다. 명선도 우측에 방파제를 만든다고 가정한 CASE3의 경우 fig.5의 (a)와 같이 E파향에 대해서는 진하 해수욕장의 중앙부분

이 침식하였고 SE파향에 대해서는 fig.5의 (b)에서 보여진바와 같이 CASE1과 진하 해수욕장의 해안선과 수심의 변화가 유사하나 CASE3의 경우가 더 안정적인 것으로 예측되었다.

4. 결론

해안에 구조물을 설치할 경우 이로 인한 인근지역의 지형변화를 수치모형을 이용하여 예측하였다. 실제 대상영역에 대한 수치모형실험을 수행함으로써 방파제와 돌제에 의한 해안선의 침식과 부근지역의 지형의 변화가 실제 적용지역에서 문제시되고 있는 상황과 유사하게 예측되었다. 따라서 본 연구에 사용된 수치모형은 해안구조물 주변의 파랑의 회절과 굴절에 의한 지형변화를 정성적으로 예측하는데 유용한 것으로 판단된다.

5. 기호

q_x : 단위폭, 단위시간당의 연안표사량	q_y : 단위폭, 단위시간당의 종단표사량
m : 해빈경사	Q : 총 연안표사량
H_b : 쇄파파고	θ : 쇄파시 파봉선이 해안선과 이루는 각
C' : 상수	p_s, p : 표사의 밀도, 해수의 밀도
κ : 쇄파지수 (= 0.78)	p : 공극률
h_b : 쇄파수심	C_f : 바닥마찰계수
$(Q_y)_{ij}$: 등수심선 y_{ij} 와 y_{ij-1} 사이의 종단표사량	$(C_{off})_{ij}$: 활동계수
$(W_{EQ})_{ij}$: 평형 해빈 단면거리 ($y_{ij} - y_{ij-1}$)	K : 상수 (= 0.77 Komar and Inman)

6. 참고문헌

- 1)이문찬(1987), "사빈해안에 설치된 돌제주변의 해안선변형에 관한 연구", 석사학위논문, 부산대학교
- 2)허상기(1992), "표사제어 구조물에 관한 해안선 변형의 수치모델연구", 석사학위논문, 동아대학교
- 3)김인철(1990), "연안역 구조물 주위에서의 파랑과 해빈류의 수치모형에 관한 연구", 석사학위논문, 서울대학교
- 4)김재진, "울산 회야강 하구 표사이동 해석을 위한 수치해석적 연구", 석사학위논문, 울산대학교
- 5)Perlin, M. and R.G. Dean(1983), "A Numerical Model to Simulate Sediment Transport in the Vicinity of Coastal Structure, MR 83-10, U.S.Army Corps of Engineering, Coastal Engineering Research Center, Ft. Belvoir, Va, May
- 6)Norman W. Scheffner and Juie Dean Rosati(1987), "A User's Guide to the N-line Model: A Numerical Model to Simulate Sediment Transport in the Vicinity of Coastal Structure", Coastal Engineering Research Center