

하구주변의 지형변화에 미치는 하구처리공의 영향
An effect of structures on the topographic
change around the river mouth

부산수산대학 해양공학과 조교수 이 중 섭

1. 서 론

하구주변에 형성되는 사주는 그 위치에 따라 사주(delta), 하구사주, 하도내 사주 및 연안사주 등으로 분류된다. 이와같은 사주는 파랑과 흐름의 작용에 의하여 항상 이동하며 변형된다.

이와같이 하구 주변에 발달하는 사주는 때로는 하구를 폐쇄 시키기도 하고, 항로를 매몰시켜 커다란 사회적·경제적인 문제를 일으킨다. 따라서, 이와같은 사주의 움직임을 예측하는 것은 해안방재나 이용의 관점에서 중요하다. 그러나, 이와같은 사주의 이동기구에 대하여는 아직 잘 알려져 있지 않고 있다.

본 연구에서는 하구주변의 지형변화에 미치는 하구처리공·파랑의 특성 및 하천류의 영향을 조사하기 위하여, 평면이동상 실험을 실시하고, 경험적 고유함수법에 의한 표사이동의 패턴을 계산함으로써 하구처리공의 표사이동 제어기능에 대하여 검토한다.

2 . 실험 및 해석방법

2 . 1 실험장치 및 방법

실험은 최대수심 30 cm, 저면경사 1/20 로 이루어진 길이 15 cm, 폭 5.5 cm의 평면수조를 사용하였으며, 폭 1 m, 수심 4.5 cm, 길이 2 m인 하도로부터 유량을 공급하고, 조파판의 후방에서는 윌류웨어로부터 유량을 유출시켰다. 이동상의 재질로서는 $d_{50} = 0.3 \text{ mm}$ 의 모래를 두께 5 cm로 깔아서 실험 하였다.

입사파랑의 조건으로서는 입사파향 20° , 주기 1sec로 하고, 파고는 침식형의 파에 대하여는 $H_0 = 9 \text{ cm}$ ($H_0/L_0 = 0.056$), 퇴적형의 파에 대하여는 $H_0 = 4 \text{ cm}$ ($H_0/L_0 = 0.025$)로 설정하였다. 여기서, 이들 값은 침식형과 퇴적형에 관한 대표적인 몇가지 실험식들에 의하여 결정된 값이다.

Table 1은 각각 구조물의 재원에 따른 실험 case를 나타낸다. 본 연구에서, 파랑의 작용시간은 120분으로 하였으며, 수심변화량 Δh 는 초기수심과 최종수심과의 차로부터 구하였다.

2.2 경험적고유함수법에 의한 해석방법

복잡한 지형변동을 해석하기 위하여 Winant 등¹⁾에 의하여 제안된 경험적고유함수법은 주어진 심천측량결과를 장소와 시간의 함수의 곱으로 분리하는 것이다.

Hashimoto²⁾ 등은 이 방법을 현지에 적용하여 장기간의 해빈지형

변동과정을 설명하였다.

본 연구에서는 수심의 변동량 $\Delta h(i, j, k')$ 를

$$\Delta h(i, j, k') = \sum_n e_{nx}(i, k') \cdot c_{ny}(j, k') \dots\dots\dots (1)$$

의 형태로 전개하였다. 여기서, n 은 고유함수의 개수를, i, j 는 각각 x, y 방향의 위치를 k' 는 시간 간격을 나타내며, $e_{nx}(i, k')$ 는 x 방향의 변동량의 분포형을 $c_{ny}(j, k')$ 는 y 방향의 변동량의 분포형을 나타낸다. 결국, e_{nx} 와 c_{ny} 를 구하는 것은 고유치 문제로서

$$Ae_n = \lambda_n e_n \dots\dots\dots (2)$$

에서 행렬 A 의 고유치를 구하면 된다.

3. 결 과

3.1 하구주변의 지형변화와 표사 이동형태

Fig. 1은 하구처리공이 없는 경우, 퇴적형의 파랑과 침식형의 파랑에 의한 수심변화량을 나타낸 것이다. 여기서는 하구주변의 퇴사문제와 관련하여 퇴적형의 파랑에 대하여만 검토하기로 한다.

Fig. 2는 Fig.1(a)에 나타낸 수심변화량 Δh 를 경험적 고유함수법으로 전개한 결과를 나타낸 것이다. 여기서, $e_1(x) \cdot c_1(y)$ 의 대부분은 연안표사에 의하여 생긴 하구 주변의 지형변동과 대응하고 있으며, 전체 지형변동의 약 60%가 이러한 고유함수로 표현된다. 그러나

$x = 150 \text{ cm}$ 부근에서는 $e_1(x)$ 는 $-$ 값이며, 이 위치는 침식영역에 해당되므로 $e_1(x) \cdot c_1(y)$ 로 표현되는 지형변동에는 종단표사에 의한 지형변동도 포함되어 있다. 한편, $e_2(x)$ 는 정선으로부터 offshore 쪽으로 $-$, $+$ 값이 교대로 나타나며, $c_2(y)$ 가 $y = 20 \text{ cm}$ 부근의 적은 영역을 제외하고 거의 $-$ 값을 갖고 있으므로 $e_2(x) \cdot c_2(y)$ 로 나타내어지는 지형변동은 주로 종단표사에 의한 지형변동과 대응하고 있는 것으로 판단된다.

3.2 하구처리공주변에서 생기는 지형변동

Fig.3은 이안제와 도류제를 설치한 경우에 생긴 지형변동량을 나타낸다. Fig.4 및 5는 각각 Fig.3의 (a), (b)에 나타난 지형변동을 연안 및 종단방향의 고유함수로 전개하여 그 분포형상을 나타낸 것이다.

Fig.4의 이안제의 경우, $e_1 \cdot c_1$ 은 향안방향의 종단표사에 의한 지형변동을 나타내고 있으며(전지형변동의 47%), $e_2 \cdot c_2$ 는 연안표사에 의한 지형변동을 나타내고 있다.

Fig.5의 도류제의 경우, $e_1 \cdot c_1$ 은 역시 향안방향의 종단표사에 의한 지형변동을 나타내고 있으며(전지형변동의 53%), $e_2 \cdot c_2$ 는 연안표사에 의한 지형변동을 나타내고 있다.

3.3 하구처리공 주변의 지형변동에 미치는 하천류의 영향

이안제 및 도류제를 각각 설치하고 $Q = 5\ell / \text{sec}$ (평균유속 약 12cm)

/ sec) 정도의 유량을 공급한 경우에 생긴 하구주변의 지형변동량을 나타낸 것이 Fig.6이다.

Fig.3 과 비교하여 보면, 어느 경우에도 **off shore** 방향으로의 표사이동에 의하여 하구전면의 정선부근에서는 침식되고 **off shore** 쪽에서 퇴적하는 양상을 나타낸다.

4 . 고 찰

표사이동제어의 관점에서 하구처리공으로서 이안제 및 도류제를 설치한 경우의 이점과 문제점에 대하여 검토하면, 우선, 연안표사의 제어라고 하는 점에서 생각하면, 하구처리공이 없는 경우는 전체 지형변동의 약 60 %를 차지하던 연안표사에 의한 지형변동이 이안제를 설치한 경우는 22 %, 도류제를 설치한 경우는 26 %로 크게 감소하고 있다. 그러나, 도류제를 설치한 경우는 연안방향의 표사이동이 완전히 차단되어 연안표사의 상류측 해안에서는 퇴적, 하류측 해안에서는 침식이 크게 조장될 것으로 생각된다. 한편, 이안제를 설치한 경우에는 연안류를 완전히 차단하지는 않으므로, 어느정도 연안방향의 표사이동 균형이 유지되므로 도류제의 경우와 같이 극단적인 퇴적과 침식을 조장하지는 않을 것으로 기대된다.

다음, 종단표사에 대하여는 이안제 및 도류제의 경우, 하구전면에서는 종단방향의 표사이동이 탁월해 진다. 그러나, 이안제의 경우에는 파랑의 회절 및 연안류의 효과에 의하여 하구전면의 퇴적영역이 넓

게 분산되나, 도류제의 경우에는 입사파랑의 유도효과에 의하여 침식과 퇴적영역이 집중되는 경향을 나타낸다. 한편, 하구유출류는 어느경우에도 하구 전면에 퇴적한 모래를 flush 하는 효과를 나타낸다.

5 . 결 론

하구처리공이 없는 경우 하구부의 지형변화는 연안표사와 종단표사가 공존하는 복잡한 지형변동의 양상을 나타낸다. 이와같은 경우, 하구 주변해역에 미치는 영향이나 하구부의 퇴사문제와 관련하여, 하구처리공으로서는 도류제보다 이안제가 적절한 것으로 나타났다.

[참 고 문 헌]

- 1) Winant, C.D., D.L. Inman and C.E. Nordstrom: Description of Seasonal Beach Changes Using Empirical Eigen Functions, J. Geop. Res., Vol. 80, No.15, 1975.
- 2) 橋本宏·宇多高明: 經驗的 固有關係法による 海浜地形變化の 解析, 土木學會論文報告書, 第 305 號, pp.59-71, 1981.

Table.1 하구처리공의 표사이동 제어에 관한 실험조건

CASE		Offshore structure		Jetty	Q (l/sec)	H _o (cm)	T (sec)
		x_b/x_{off}	z/L_o	z'/x_b			
S A N D	1				0	4.0 ($x_b=100$) ($H_o/L_o=0.025$)	1.02 $L_o=160$ cm
	3	1.0	0.6		0		
	5	1.0	0.6		5.0		
	7			1.25	0		
	9			1.25	5.0		
	2				0	9.0 ($x_b=225$) ($H_o/L_o=0.056$)	
	4	2.2	0.6		0		
	6	2.2	0.6		5.0		
	8			0.9	0		
	10			0.9	5.0		

X_b : 초기정선으로부터 쇄파점까지의 거리

l : 이안제의 길이

X_{off} : 초기정선으로부터 이안제까지의 거리

l' : 도류제의 길이

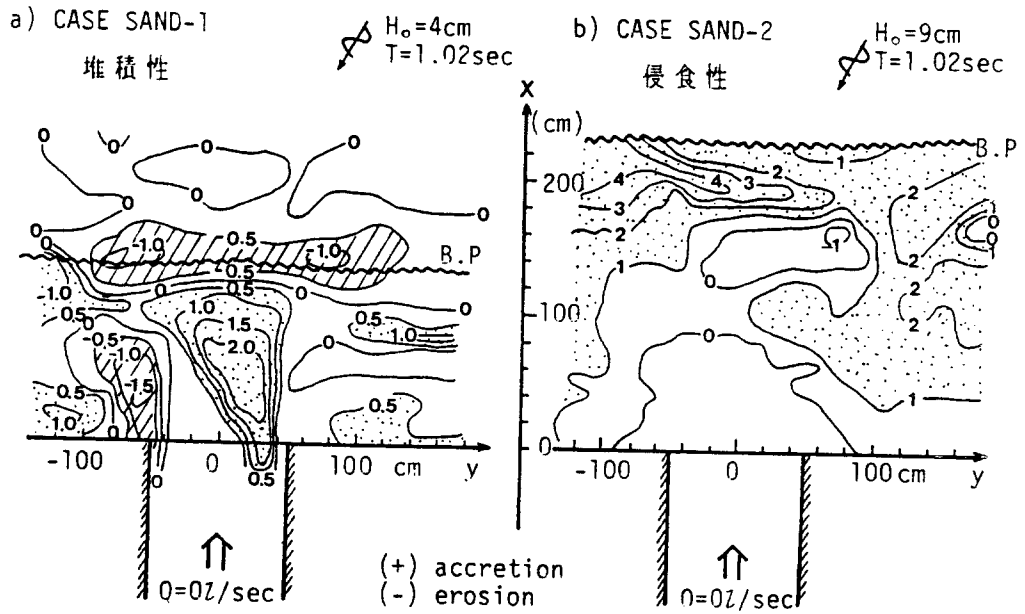


Fig.1 하구처리공이 없는 경우 파랑특성에 의한 지형변화도

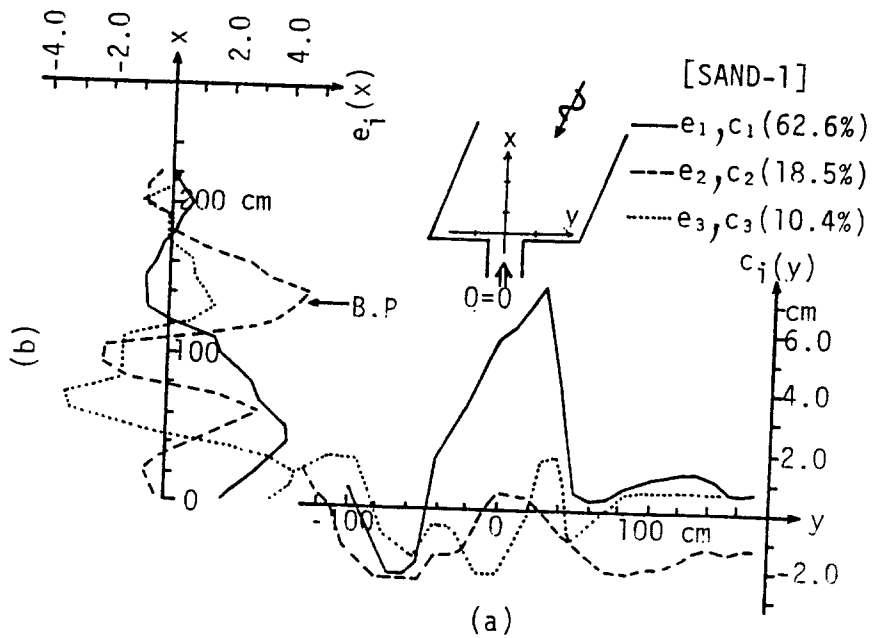


Fig.2 지형변동의 해석 결과 (CASE SAND-1)

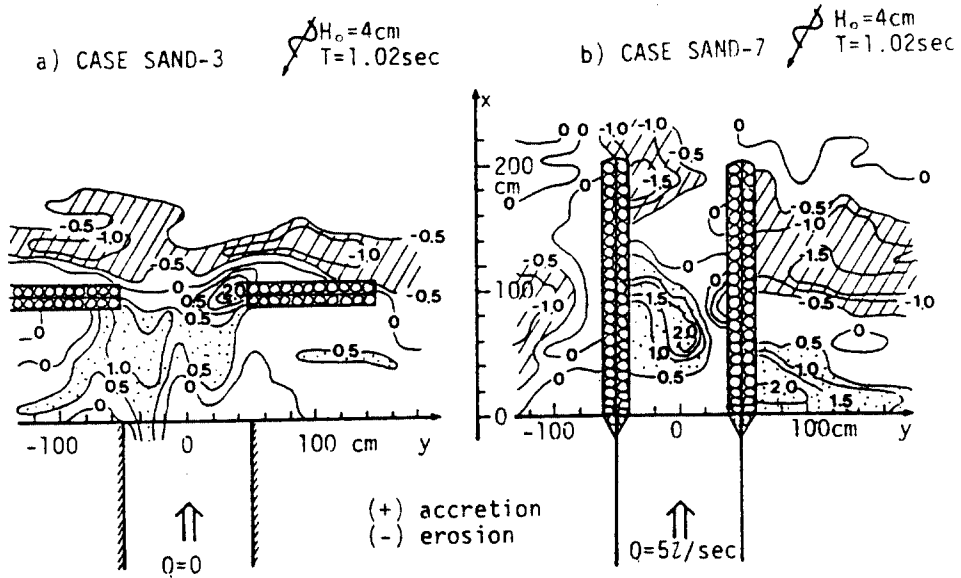


Fig.3 하구처리공 주변의 지형변화도

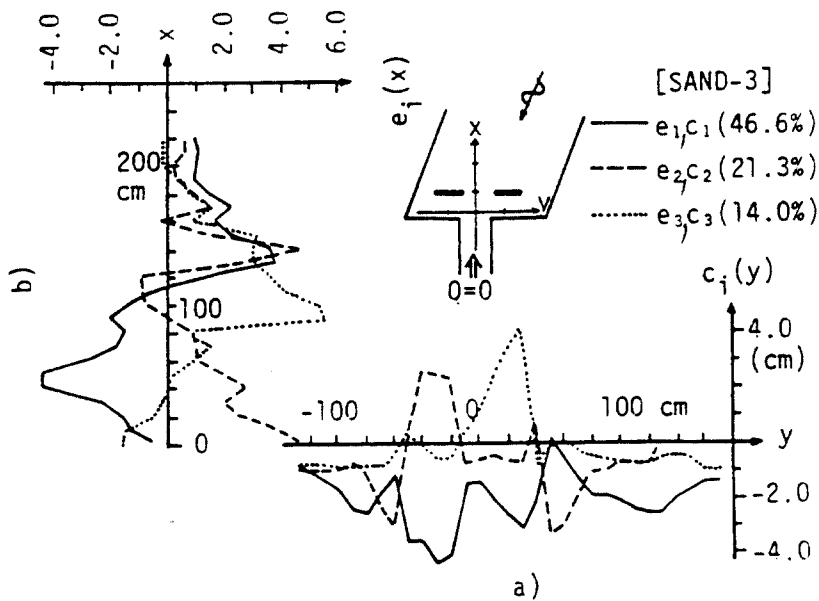


Fig.4 이안제공의 경우 지형변동의 해석결과 (CASE SAND-3)

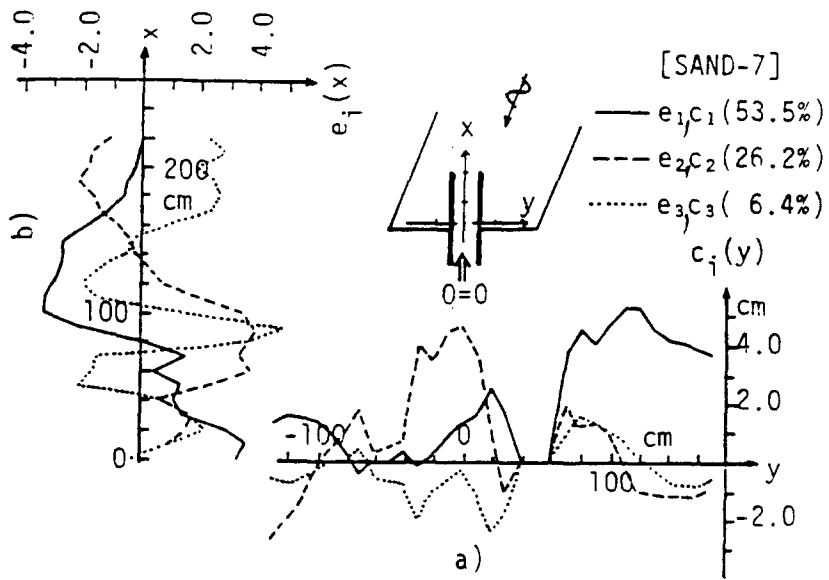


Fig.5 도류제공의 경우 지형변동의 해석결과 (CASE SAND-7)

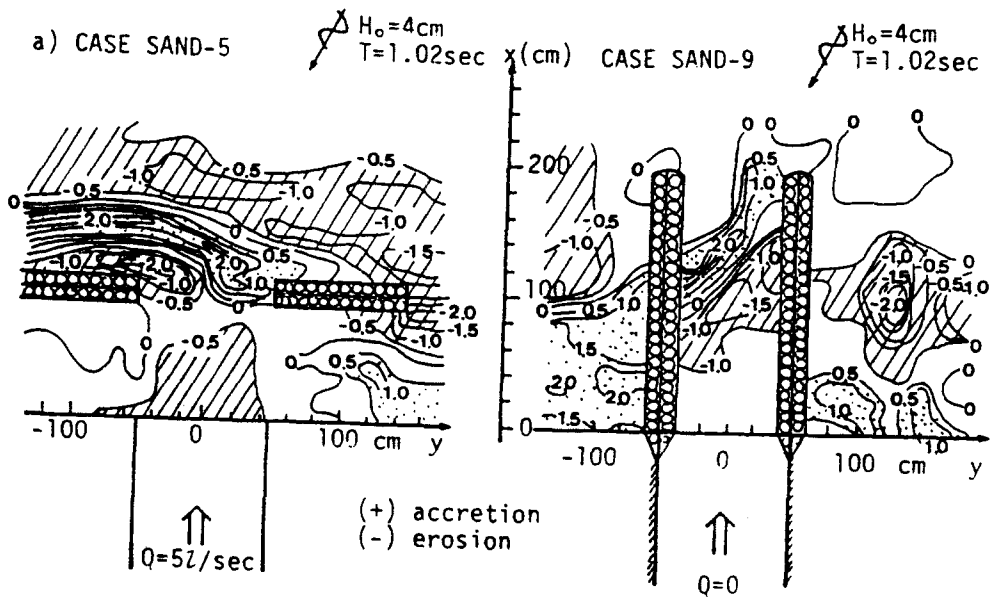


Fig.6 하구처리공 주변의 지형변화에 미치는 하천류의 영향