

◎ 論 文

人工養濱工法에 관한 實驗的 研究<sup>†</sup>

閔丙亨\* · 玉致律\*\* · 金佳鉉\*\*\* · 崔道碩\*\*\*\*  
(1988년 4월 12일 접수)

An Experimental Study on the Beach Nourishment Method of Beach

Byung-Hyung Min, Chi-Youl Ok, Ga-Hyun Kim and Do-Seok Choi

**Key Words** ; Artificial Nourishment(인공양빈), Nourishing Sand(양빈사), Dissipation Rate(분산율), Beach Deformation(해빈변형), Best Diameter(최적입경)

Abstract

A beach nourishment method can be used as one of the beach erosion protection methods which may keep coastal environments without constructing coastal structures on the beach. The beach nourishment is affected by a natural condition and an artificial condition; a natural condition include conditions of bottom slope, diameter of bottom materials and wave, and an artificial condition include deposit position, method, diameter and quantity of the nourishing sand.

To obtain and the best diameter of the nourishing sand a two-dimensional hydraulic model test, which simulates the erosional beach, has been accomplished.

In this study the protection of the beach erosion can be maximized when the nourishing sand of 0.84mm in diameter, which is about 2.5~3.5 times of the natural bottom materials in diameter.

1. 서 론

하계철의 최대 휴양지라 할 수 있는 해수욕장의 수요는 급격한 증가추세를 보이고 있지만, 해빈변형의 많은 요소들에 의하여 표사이동의 평행이 깨어져 안정해빈을 이루지 못하고 사질해빈에 자갈 및 뿔뿔의 심한 노출현상과 사장면적의 감소현상으로 인하여 해수욕 등의 레크레이션장으로서의 그 기능이 크게 상실되어 가고 있는 실정이다. 따라서 사장의 침식방지 대책을 시급히 강구해야 함은 필연적이라 하

겠다.

일반적인 해빈보전의 대책공법으로서의 해안 구조물의 설치가汀線(shore-line)의 후퇴나 해빈의 결괴를 직접 방지하는데 있어서 이제까지 널리 사용되고 있는 대책공법이긴 하지만, 근년에 와서는 이와 같은 해안구조물 설치로 인하여 구조물 전면의 점진적인 곡소세굴 현상이 두드러져 결국은 구조물이 침하 및 세굴되는 경우도 발생하고, 파랑의 변화에서 나타나는 예기치 못한 표사이동이 이루어져 종래의 사빈폭보다 현저하게 줄었다는 사례도 많다. 또한 이들 구

<sup>†</sup>1987년도 한국해양공학회 추계학술대회 발표(1987년 11월)

\*정회원, 동아대학교 공과대학 토목공학과

\*\*정회원, 밀양농업전문대학 농업토목과

\*\*\*정회원, 전남공업전문대학 토목과

\*\*\*\*정회원, 동아대학교 공과대학부설 해양자원연구소

조물 선치는 막대한 공사비 투입은 물론이고, 테크레이선場으로서 주위경관의 조망도 좋지 않고, 대저 활동을 위한 遊泳室間을 축소하는 결점과 선박운행 등에도 많은 지장을 초래한다.

이와 같이 많은 문제점이 대두되는 해안구조물의 설치방법을 지양하고 가장 원시적이라고도 할 수 있고, 자연과 가장 유사한 모습으로 새로운 안정해빈 상태로 접근시킬 수 있는 인공양빈공법(beach nourishment method)이 사질해빈의 보전대책에 가장 유효적절한 대책공법이라 사료된다. 인공양빈공법이란 침식되어 유실된 만큼의 모래를 인위적으로 보급하여 해수욕장으로서의 기능을 유지할 수 있도록 모래를 보충하는 공법으로서 최근에 기능을 상실한 해수욕장을 회복할 경우와 인공해수욕장을 조성할 때 적극적으로 채택되고 있다.

인공양빈공법의 종류는 모래를 보급하는 위치와 방법 등에 따라서

- (a) 연속급사법(continuous nourishment method),
- (b) 저류사법(stockpile method), (c) 직접치사법(direct placement method), (d) 해중투사법(off-shore deposit method)

등이 있다.

근년 들어 수치 simulation 방법에 의한 활발한 연구가 진행되고 있으나 다각적이고 장기간의 해빈변형 관측자료가 불충분한 실정이고, 환경영향평가 등의 다양한 제반현상을 검증하는 데는 많은 문제점이 수반되기 때문에, 현재로서는 이동상 수리모형실험으로 해빈변형을 예측함이 거의 보편적이다.

우리나라도 사질해빈의 유실이 심한 해수욕장의 기능회복방법의 하나로 일시적 차빈유지를 위해 인공양빈을 시행하고 있지만, 우선 선행되어야 할 묘사의 이동방향, 묘사의 이동량, 양빈사의 입경, 양빈사의 투입량 등에 관한 충분한 해석이 이루어지지 않고 단지 일시적 보완책으로 그치고 나는 실정이다.

따라서 본 연구는 인공양빈공법을 사질해빈의 침식대책공법으로 채택할 경우에 汀線의 후퇴를 최소화함과 동시에 해수욕장의 기능을 다할 수 있고 안정해빈을 유지할 수 있는 최적의 양빈사 입경(best diameter:  $d_{50,b}$ )의 값을 砂村<sup>1,2)</sup>, Newman<sup>3)</sup> 등의 연구에서 양빈효과가 우수하게 나타난 해중투사법을 택하여 2차원 이동상 수리모형실험으로 규명하여 인공양빈공법의 설계시공지침에 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 수리모형실험

### 2.1 현지지형의 재현성에 관한 조건

#### 가. 기하학적 축척

본 실험에서는 모형수조의 크기, 실험대표파랑의 조건 등을 고려하여 기하학적 축척을  $\lambda=1/30$ 로 하였다.

#### 나. 현지저질사(sea bed materials) 축척

저질사의 축척을 결정하기 위한 묘사현상의 상사치는 저질사의 침강속도, 해저에 형성되는 사륜(ripple, sand bar) 등 많은 자연현상의 지배인자들이 복잡하게 관계되어 있어 상사관계가 명확하게 제안되고 있지 않지만 대개의 이동상 수리모형실험에서는 취득이 가능한 가장 가는 모래를 사용하는 것이 통례이다. 따라서 본 실험에서는 일반적인 해수욕장의 저질사 중앙입경을  $0.059cm$ 로 보아 樁木 등의 저질사 입경의 상사조건<sup>4)</sup>  $\omega_0 \propto d_{50}^2$ ,  $\frac{1}{2} < n < 2$ 에 의하여  $(d_{50})P = 0.059cm$ 에 대응한 현지사의 침강속도  $\omega_{0p}$ 를 Yalin의 도표<sup>5)</sup>에서  $\omega_{0p} = 9.58m/s$ 를 구하였다.

$\omega_{0m} = \frac{\omega_{0m}}{\omega_{0p}} = \frac{U_{*m}}{U_{*p}} = (\lambda)^2$  관계<sup>6)</sup>로부터  $\omega_{0m}$ 을 구하면  $\omega_{0m} = (\lambda)^2 \omega_{0p} = 1.75cm/s$ 가 되고 이  $\omega_{0m}$ 에 대응하는  $d_{50m}$ 을 역시 이 도표로부터 구하여  $(d_{50})_m = 0.02cm$ 인 입경을 모형저질사로 선정하였다.

#### 다. 시간축척

지형변동의 시간축척은 묘사의 연속방정식  $\frac{\partial h}{\partial t} = \left( \frac{1}{1-\varepsilon} \right) \cdot \frac{\partial q_x}{\partial x}$ 으로부터 결정된 식<sup>7)</sup>  $n_t = \lambda^{-2} \cdot n a_{50}^2 \cdot \exp \{ (\lambda^2 \cdot n a_{50}^2 - 1) A_p \cdot M \}$ 에  $n d_{50} = \frac{1}{3}$ 을 대입하면  $n_t = 18.26 \exp(-0.99 A_p \cdot M)$ 이 얻어진다.

$A_p$ 의 값은 심해파 특성을 사용한  $N_s$ 와의 상관관계를 나타낸 표<sup>8)</sup>에서  $A_p = 10^{-3}$  정도로 추정된다.

따라서  $n_t = 18.26$ 이 된다. 즉, 모형에서의 조파시간 18.26배가 현지에 해당한다. 본 실험의 대표파랑 주기를 약 8s라 하면 이 파랑이 약 10시간 내습했을 때 조파수  $M$ 은 4500파가 퍼므로  $n_t = 0.318$ 이다.

즉, 현지에서의 약 10시간의 파랑이 모형실험에서는 약 200분에 해당된다.

#### 라. 해빈경사의 결정

해빈변형의 상사관계에서 현지와 실험식에서 대체로 양호한 재현성이 나타난 기왕의 연구<sup>9)</sup>로부터 본 실험에서는 1/15을 해빈경사로 선정하였다.

2.2 실험대표파랑의 결정

해빈단면에서 일반적으로 침식형과 퇴적형으로 구분할 수 있는 판별기준의 적용한계는 Johnson(1)<sup>10)</sup>, 堀川(2)<sup>11)</sup>, 砂村(3)<sup>12)</sup>, 服部(4)<sup>13)</sup>, Dean(5)<sup>14)</sup> 등이 해빈단면과정을 결정짓는 많은 파라미터로 다음과 같이 무차원량으로 나타낸 실험식들이 있다.

$$H_0/L_0 \leq 0.025 \quad (1)$$

$$C = \frac{H_0(d_{50})^{-0.67}}{L_0(L_0)} \quad (i)^{0.27} \text{에서 } C > 8, 8 \geq C \geq 3, 3 \geq C \quad (2)$$

$$C \leq 18 \quad (3)$$

$$(H_0/L_0) \tan \beta / (\omega_s/gT) \leq 0.5 \quad (4)$$

$$1.7 \left( \frac{\pi}{g} \right) \frac{\omega_s H_0}{T} \leq \frac{H_0}{L_0} \quad (5)$$

본 실험에서는 전술한 실험식들을 충분히 검토하여 일반적으로 사질해빈에서 침식성을 나타내는 파랑중에서  $H_0=2.5m, T=7s$  및  $H_0=3.5m, T=8s$ 의 2종류의 파랑을 실험대표파랑으로 선정하고 파랑조건을 규칙파로 하여 다음 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Wave characteristics used in the experiment

Case	$H_0(m)$	$T(s)$	$H_0/L_0$	$N_s$	Remarks
W-1	2.5 (8.3cm)	7	0.032	3.56	( ) : Model erosion
W-2	3.5 (11.7cm)	8	0.035	4.37	( ) : Model erosion

2.3 실험장치

본 수리모형실험은 한쪽 편의 일부를 아크릴판으로 붙인 Falp형의 2차원 조파수조에서 행하였다.

그 장치 및 제원은 다음 Fig.1과 같다.

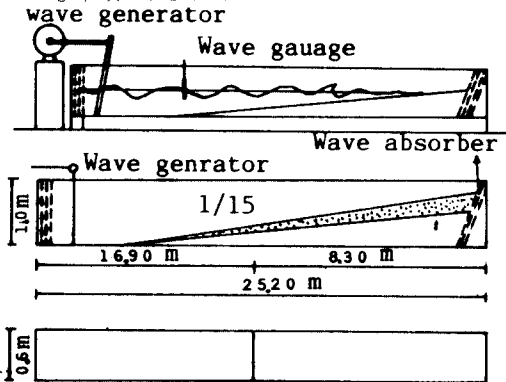


Fig. 1 Schematic diagram of the experiment flume

2.4 실험방법

가. 2차원 수조에서  $d_{50}=0.2mm$ 의 모형저질사를 깔아서 균일한 해빈경사 1/15이 되도록 모형해빈단면을 만들었다.

나. 실험대표파랑  $W-1(H_0=2.5m, T=7s)$ 을 20분 동안 작용시켜 침식성 해빈의 초기단면을 만들어 수동식 사면측정기를 사용하여 수로중심선상의 지형변동량을 일정 간격으로 측정하였다.

다. 종래의 연구<sup>15,16,17)</sup>에서 양빈사 투사방식 및 투사위치의 효과가 우수하게 나타난 것을 참조하여 투사방법은 성층방식으로 하였고 투사위치는 쇄파점(breaking point: E.P)에서부터 외해쪽으로 50cm 구간에 높이 2.5cm, 폭 40cm로 하여 단위폭당 125cm<sup>3</sup>의 양빈사를 투사하였다.

라. 실험대표파랑을 각각 200분 작용하여 파랑의 작용시간 30, 90, 150, 200분이 될 때마다 조파를 중지하고 지형변동이 생긴 해빈단면형상을 측정하고 각 시간적 변화에 따른汀線의 위치를 측정하였다.

마. 최종조파가 끝난 후에 내경 3cm의 아크릴제 원통관을 사용하여 일정간격으로 저질을 방사상으로 채취하여 저질사에 함유된 양빈사의 중량비를 조사하여 양빈사의 열적분포상황을 나타내고 동시에 양빈사의 수평분포상황을 측정하였다.

2.5 실험내용

안정해빈 및 최적입경을 고찰하기 위한 실험 case는 Table 2와 같다.

Table 2 Cases of the experiments

Cases of experiment	Deep water height (m)	Wave period (s)	Artificial slope	Nourishing sand (mm)	Remarks
CA-0	2.5 (8.3cm)	7(1.27)	1/15	None	( ) : Model
CA-1	"	"	"	0.32	erosion
CA-2	"	"	"	0.59	
CA-3	"	"	"	0.84	
CA-4	"	"	"	1.19	
CB-0	3.5 (11.7cm)	8(1.46)	1/15	None	( ) : Model
CB-1	"	"	"	0.32	erosion
CB-2	"	"	"	0.59	
CB-3	"	"	"	0.84	
CB-4	"	"	"	1.19	

Table 3 Displacement of shore. line according to  $d_{50.n}$

Case No.	$H_0$ (m)	$T$ (s)	$H_0/L_0$	$d_{50.n}$ (mm)	$l$ (cm)	Remarks
$C_A-0$	2.5 (8.3cm)	7	0.032	None	-21.1	Erosional wave condition
$C_A-1$				0.32	-18.2	
$C_A-2$				0.59	-10.3	
$C_A-3$				0.84	-7.6	
$C_A-4$				1.19	-14.8	
$C_B-0$	3.5 (11.7cm)	8	0.035	None	-26.4	Erosional wave condition
$C_B-1$				0.32	-22.2	
$C_B-2$				0.59	-16.0	
$C_B-3$				0.84	-11.4	
$C_B-4$				1.19	-13.1	

3. 실험결과 및 고찰

양빈사의 최적입경을 결정하기 위하여 침식성 파랑  $W-1(H_0=2.5m, T=7s)$  및  $W-2(H_0=3.5m, T=8s)$  조건에서 실험한 결과, 양빈사 중앙입경  $d_{50.n}$ 의 변화에 따른汀線의 이동량( $l$ )은 다음 Table 3에 나타내었다.

양빈사의 최적입경을 결정하기 위하여 파랑작용시간(run-time) 변화에 따른 물가선 위치의 이동량( $l$ )을 나타낸 것이 다음 Fig.2~3이다.

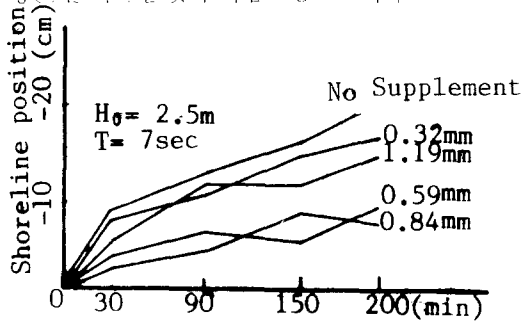


Fig. 2 Relation between  $l$  and run-time ( $H_0=2.5m, T=7s$ )

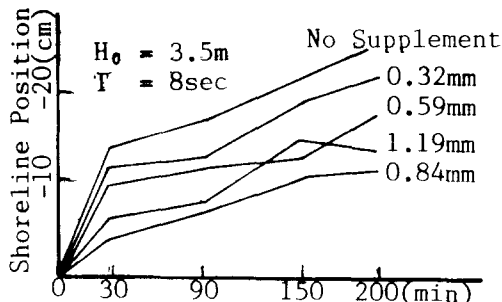


Fig. 3 Relation between  $l$  and run-time ( $H_0=3.5m, T=8s$ )

양빈사의 최적입경을 결정하기 위하여 파장( $L_0$ )과 물가선의 이동량( $l$ )을 무차원화 한  $l/L_0$ 과 모형양빈사의 중앙입경  $d_{50.n}$ 과 모형저질사의 중앙입경  $d_{50.m}$ 을 무차원화 한  $d_{50.n}/d_{50.m}$ 의 관계를 도시하여 Fig.4를 얻었다.

Fig.4에 의하면 실험조건  $W-1$  및  $W-2$ 에서 행한 실험결과를  $d_{50.n}/d_{50.m}$ 이 3.5배일 때汀線의 후퇴가 가장 적어 좋은 양빈효과를 나타내었다.

이는 양빈사의 입경을 현지사입정보다 2.5~3.5배 굵은 모래를 사용할 경우 우수한 양빈효과를 기대할 수 있음을 뜻한다.

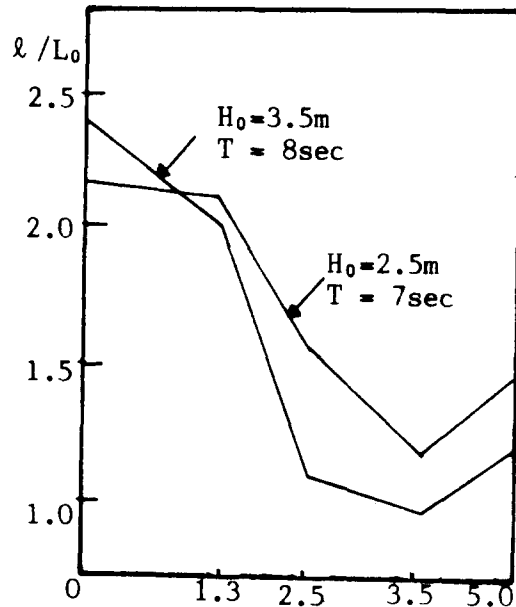


Fig.4 Relation between  $l/L_0$  and  $d_{50.n}/d_{50.m}$

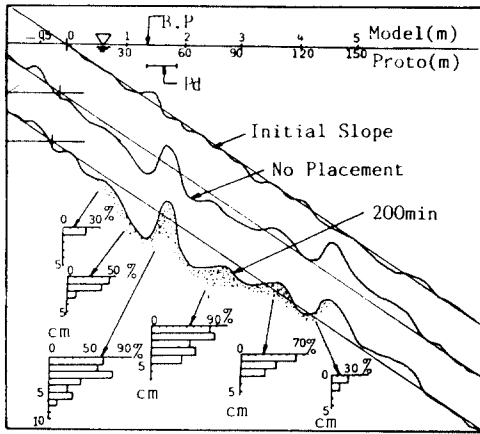


Fig. 5  $(d_{50})_n = 0.32\text{mm}$

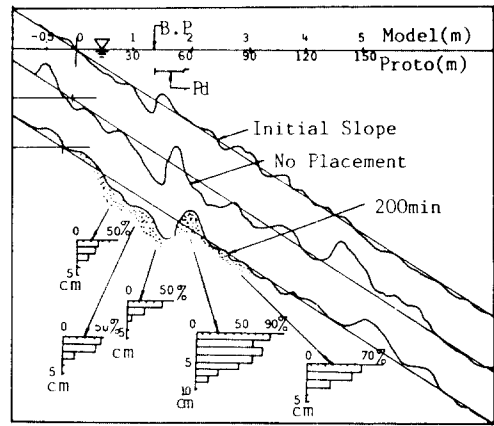


Fig. 6  $(d_{50})_n = 0.59\text{mm}$

Fig. 5~6 Final beach profiles according to each nourishing sand diameter ( $H_0=2.5\text{m}$ ,  $T=7\text{s}$ )

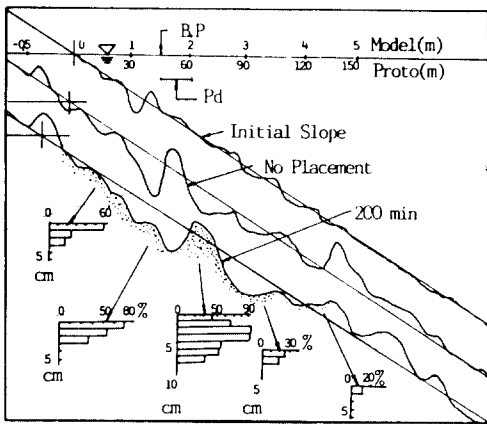


Fig. 7  $(d_{50})_n = 0.84\text{mm}$

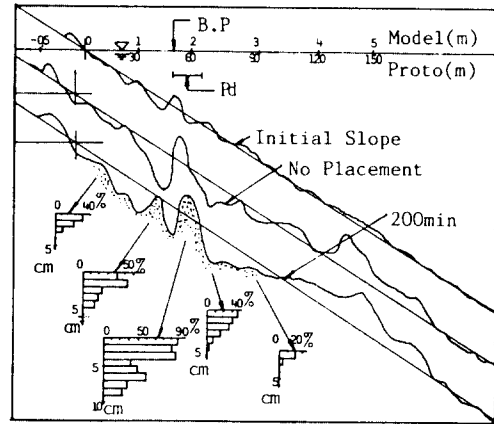


Fig. 8  $(d_{50})_n = 1.19\text{mm}$

Fig. 7~8 Final beach profiles according to each nourishing sand diameter ( $H_0=2.5\text{m}$ ,  $T=7\text{s}$ )

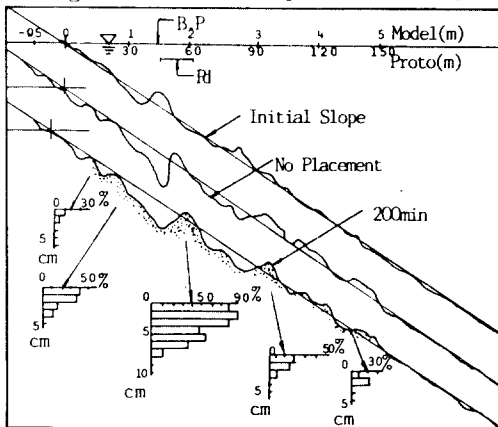


Fig. 9  $(d_{50})_n = 0.32\text{mm}$

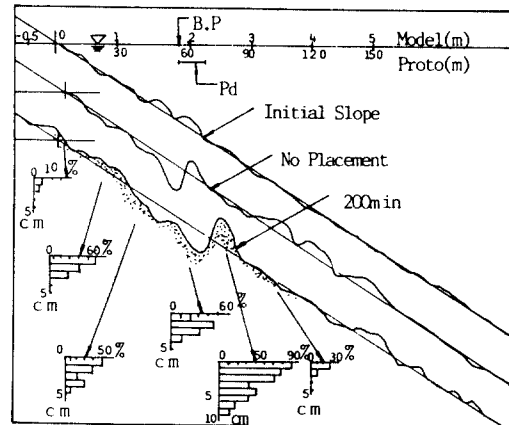


Fig. 10  $(d_{50})_n = 0.59\text{mm}$

Fig. 9~10 Final beach profiles according to each nourishing sand diameter ( $H_0=3.5\text{m}$ ,  $T=8\text{s}$ )

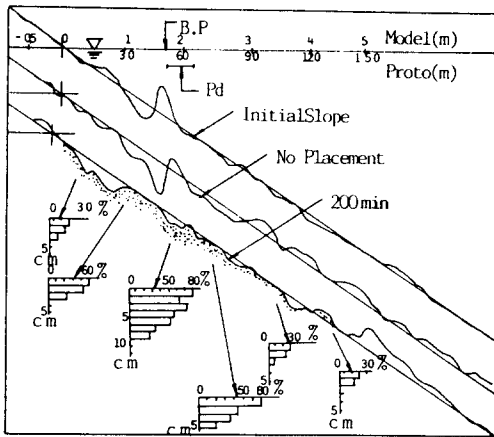


Fig. 11  $(d_{50})_n = 0.84\text{mm}$

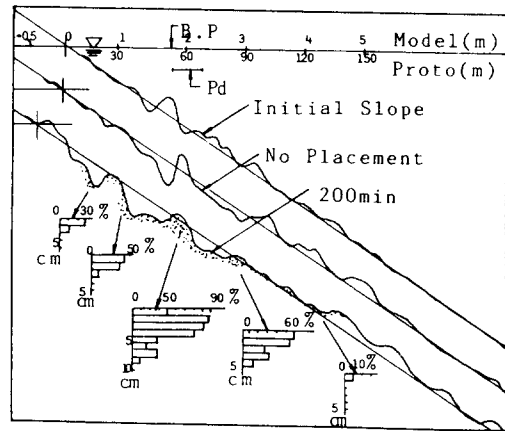


Fig. 12  $(d_{50})_n = 1.19\text{mm}$

Fig. 11~12 Final beach profiles according to each nourishing sand diameter( $H_0=3.5\text{m}$ ,  $T=8\text{s}$ )

Fig. 2~4에 나타난 바와 같이 본 연구의 실험결과  $d_{50,n}/d_{50,m}=2.5\sim3.5$ 의 값은 樁木<sup>18)</sup>과  $d_{50,n}/d_{50,m}=1\sim2$ 의 값이 적당하다고 보고한 값과 砂村<sup>19)</sup>가  $d_{50,n}/d_{50,m}=2\sim6$ 의 값이 적당하다고 제안한 상한치의 값에 비교적 일치한다.

양빈사의 최적입경을 결정하기 위하여 파랑작용시간이 끝난 최종해빈단면 및 각 입경별 양빈사의 연적분포상태를 Fig. 5~Fig. 12에 나타내었다.

Fig. 5~Fig. 8 : 실험파랑조건 W-1( $H_0=2.5\text{m}$ ,  $T=7\text{s}$ )

Fig. 9~Fig. 12 : 실험파랑조건 W-2( $H_0=3.5\text{m}$ ,  $T=8\text{s}$ )

#### 4. 결 론

침식이 진행되고 있는 해수욕장의 사장보전대책공법으로서 인공양빈공법을 채택하고자 할 때와 인공해수욕장을 건설할 때 양빈사의 최적입경을 규명하기 위해 2차원 이동상 수리모형실험에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 파랑조건 W-1( $H_0=2.5\text{m}$ ,  $T=7\text{s}$ ) 및 W-2( $H_0=3.5\text{m}$ ,  $T=8\text{s}$ )에서 행한 실험에서는 모형저질사 중앙입경  $d_{50,n}$ 과 모형양빈사 중앙입경  $d_{50,m}$ 의 비 즉  $d_{50,n}/d_{50,m}$ 가 2.5~3.5일 때 정선의 후퇴가 대체로 적게 나타났다. 따라서 침식성파랑 조건에서도 양빈사가 현지사보다 2.5~3.5배 정도의 크기이면 우수한 양빈효과를 기대할 수 있다고 본다.

2) 동일한 실험조건에서 나타난 최종 해빈단면과 연적분포상태 및 수평분포의 관찰에서도  $d_{50,n}/d_{50,m}$

= 2.5~3.5일 때에 대체로 안정해빈을 유지하면서 투입한 양빈사가 해빈의 전변부에 골고루 확산 분포되었다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 砂村繼夫, “大粒徑の砂を用いた養濱工法に關する水路實驗”, 文部省科學研究費 自然災害特別研究, 「漂砂の動態と海岸侵食制御に關する實驗的研究」(研究代表: 樁木亨), pp.93-95, 1978
- 2) 砂村繼夫, “新工法”, 文部省科學研究費 自然災害特別研究成果, No. A-59-1, pp.75-91, pp.112-113, 1984
- 3) Newman, D. E., “Beach Replenishment-Sea Differences and a Riview of the Role of Artificial Beach Replenishment”, Proc. Inst. Civil Eng., 60, pp.445-460, 1976
- 4) 樁木亨, 出口一郎, “波動による移動床模型實驗の相似則について, 第二報”, 年次學術講演概要集, pp.7~8, 1977
- 5) Yaline, M. S., “Mechanics of Sediment Transport”, pp.68~71, 1972
- 6) 閔丙亨, “海岸堤防의 設置에 따른 海濱變形에 관한 研究”, 釜山大學校 工學博士 學位論文, pp.4~8 1982
- 7) 前出, 6) pp.4~8
- 8) 樁木亨·出口一郎, “On-off shore Transport Rate in the Surfzone”, Inter. Conf On Coastal Eng., Proc of 17th Conf. on Coastal Eng., pp.1194~

- 1214, 1980
- 9) 민병형 외2인, “해빈변형의 상사에 관한 연구”, 한국수문학회지, 제19권 제4호, pp.335-364, 1986
  - 10) 榎木亨, “防災シリーズ3, 漂砂と海岸浸蝕”, 森北出版株式會社, p.23, 1982
  - 11) 堀川清可・砂村繼夫・近藤浩石, “波による二次元海濱變形に關する實驗的的研究”, 第21回, 海岸工學講演會論文集, pp.193-200, 1974
  - 12) 砂村繼夫, “自然海濱における汀線位置の時間的變化に關する豫則モデル”, 海岸工學講演會論文集, 第27回, pp.255-259, 1980
  - 13) 服部昌太郎・川又良一, “海岸堤防による二次元海濱の地形變化”, 海岸工學講演會論文集, 第23回, pp.234~239, 1976
  - 14) Dean, R. G., “Heuristic Models of Sand Transport in the Surf Zone”, Proc. of the Conference on Engineering Dynamics in the Surf Zone, Institute of Eng., Australia, May, 1973, pp.208-214(quoted from Hughes 1983)
  - 15) 玉致律, “海雲臺 海濱의 浸蝕防止工法에 관한 實驗的 研究”, 東亞大學校 工學博士學位論文, pp.37-43, 1986
  - 16) 砂村繼夫, 大粒徑の砂を用いた養濱工に關する水理實驗, No. A-59-1, pp.75~91, 1978
  - 17) 前出, 3) pp.445~460
  - 18) 岩垣雄一・榎木亨, “大學講座土木工學25 海岸工學”, 共立出版株式會社, pp.52~59, 昭和 55年
  - 19) 砂村繼夫, 砂濱缺壞防止工法의 適用性에 關한 研究中 新工法, pp.75-107, 1980



(p.115에서 계속)

Topics of particular interest are:

**ARCTIC ENGINEERING**

- Ice Mechanics and Ice Forces
- Ice Properties and Modeling
- Ice Dynamics
- Ice-Structure-Soil Interactions
- Ice-Breaking Technology
- Arctic Structures and Ships
- Permafrost and Thermal Design
- Engineering for Polar Research

**OFFSHORE MECHANICS/CONTROL**

- Deepwater Structures
- Compliant Structures
- TLP Tethers/Systems
- Riser Mechanics/Mooring Systems
- Undersea Cables and Connectors
- Fluid-Structure-(Soil) Interactions
- Hydrodynamic Forces/Responses
- Vortex Shedding
- Flow-Induced Vibrations
- Wave Drift
- Structural Mechanics/Analysis
- Pile Drive and Fatigue
- Earthquake Engineering
- Systems Control
- NDE / Offshore Inspection
- ROV Design/Control-Systems
- Sensors/Measurements

**OFFSHORE AND ARCTIC TECHNOLOGY**

- Quality Control
- Safety and Reliability
- Codes and Standards
- Lower-Cost System Design
- Foundation Design
- Artificial Islands
- Concrete Structures
- Drilling Systems
- Production Systems

- Deepwater
- Drillpipe Design
- Exploration and Drilling
- Arctic Structures
- Environments
- Arctic and Offshore Operations

**GEOTECHNICAL ENGINEERING**

- Marine Soil and Soil Mechanics
- Arctic Soil
- Water-Soil Interactions
- Structure-Soil Interactions
- Modelling
- Foundations

**OMAE PIPELINE SYMPOSIUM**

- Design and Engineering
- Materials Engineering
- Gas Pipeline
- Arctic Pipeline
- Construction
- Welding and Inspection
- Pipeline Operations
- Compressors and Facility Engineering
- Measurements and Control
- Monitoring
- Multiphase Flows
- Special Pumps
- Computer Simulation
- Deepwater Flowlines
- Pipe-soil interactions
- Loads and Vibrations
- Leak Detection
- Structural Analysis
- New Coating

**OMAE MATERIALS TECHNOLOGY SYMPOSIUM**

- Quality Assurance
- Fracture Mechanics-Design

- High Strength Steel
- Composite Materials
- Specialty Alloys (e.g. Duplex Stainless Steels, Titanium Alloys, Aluminum, ...)
- Bi-metallic Tubulars
- Concrete Materials
- Weldability and Advanced Welding Technology

- Fatigue and Fracture
- Corrosion Control
- NDE and Inspection
- Pipeline and Riser Materials

**OMAE COMPUTER TECHNOLOGY SYMPOSIUM**

- CAD, CAE and CAM
- Automation
- CAD for Weldment
- Artificial Intelligence
- Expert Systems
- Expert Systems and Design
- Underwater Robotics
- Robots for Offshore Manufacturing
- Robots for Construction
- Rig Managements
- Sensors
- Simulation and Control
- Construction/Fabrication
- 3-D Graphics

**OCEAN ENERGY TECHNOLOGY**

- OTEC
- Waves, Currents and others
- Ocean Resources and Mining
- Aquaculture Engineering

ECONOMY TRAVEL AND CONFERENCE PACKAGE TO BE OFFERED

1(p.75에서 계속)