

● 論 文

人工養濱海岸의 海濱特性에 관한 研究[†]

閔丙亨*·金佳鉉**·金嘉也***·金震生****

A Study of the Behaviors of Nourishing Sand on the Artificial Nourishment Beach

Byung-Hyung Min, Ka-Hyun Kim, Ga-Ya Kim and Jin-Saeng Kim

Key Words; Artificial Nourishment(人工養濱), Nourishing Sand(養濱砂), Dissipation Rate(분산율), Deformation(海濱變形), Sediment Movement(漂砂移動)

Abstract

The object of this study is to investigate behaviors of beach fill replenished at three coasts of different configurations by analyzing successively measured beach profiles.

The main results obtained in this study are summarized as follows;

- 1) The amount of nourishing sand moved in the longshore direction surpasses the amount of nourishing sand transported in the cross-shore direction regardless of shapes of the coasts and types of the structures.
- 2) A clear correlation between displacements of shoreline and changes of sectional areas can be found soon after the placement of beach fill in the fields. This implies that the deformation of the artificial nourishment and dissipation or remaining rate of nourishing sand can be predicated by the one-line theory.
- 3) The patterns of sediment movements in the artificially nourished beaches are clearly found by the analysis of empirical eigenfunctions.

1. 緒 論

最近 海岸浸蝕制御 혹은 海濱利用을 目的으로 하는 人工養濱이 日本의 各地에서 施工되어지고 있으며, 또한 지금도 많은 海岸에서 計劃되어 지고 있다.

人工養濱工이 그 機能을 계속 지니기 위해서는 計劃 養濱의 平面 및 斷面形狀을 維持해 나간 必要가 있는 것은 말할 나위가 없다. 그러기 위해 日本에서는 通常 人工養濱을 單獨으로 施工하지 않고, 潛堤, 離

[†] 1987년도 한국해양공학회 춘계 학술대회 발표(1987년 6월)

* 東亞大學校 土木工學科

** 慶南專門大學 土木科

*** 日本 大阪大學 土木工學科 大學院(博士課程)

**** 東亞大學校 土木工學科 大學院

岸堤 혹은 突堤 等の 養濱砂 流出防止工法과 同時에 施工하고 있다.

그러나 이렇게 施工된 砂止工들의 效果 혹은 人工 養濱이 周邊 海濱에 미치는 影響 등에 대해서 現在는 그 解析方法이 確立되어 있지 않다.

本 研究의 目的은 가까운 數年 人工 養濱 海岸의 設計指針을 確立하기 위한 基礎資料로 하기 위해 이미 人工 養濱을 行하였던 海岸에 있어서 養濱前後의 深淺測量 資料를 바탕으로 人工 養濱 海岸의 變形特性 및 養濱砂의 舉動에 대한 解析을 行하여 上記 附帶 構造物의 定量的인 影響을 명확히 밝히는데 있다.

本 論文에서는 離岸堤, 突堤 및 潛堤 등 構造物과 組合施工된 海岸中에서 比較的 養濱砂의 殘留率은 높다고 여겨지는 離岸堤 및 T型突堤와 突堤로서 構成된 海岸에 施工되어진 人工 養濱 海岸의 變形에 대해 解析해 보았다. 그리고 어디까지 解析方法中 斷面積變化量과 汀線變動量의 相關關係(A-1 特性) 및 養濱砂의 殘留率에 대해서 주로 檢討하였다.

2. 解析 對象 海岸과 그 特性

解析 對象 海岸은 日本 和歌山縣 Gataonami海岸과 兵庫縣의 Akoumisaki海岸 및 大阪府의 Nisikinohamo 海岸 등 3個 海岸으로서(Fig. 1) 各各 離岸堤 및 T型 突堤 등의 施工과 同時에 人工 養濱을 行하였던 곳 이다

Table 1 Feature of three beaches

| Feature | Beach | Gataonami | Akoumisaki | Nisikinohamo |
|--|-------|--|-----------------------------|--|
| Beach type | | Straight beach | Pocket beach | Pocket beach |
| Structure | | Zetty and group of detached breakwater | Breakwater and T-type zetty | Training dike and group of detached breakwater |
| Length (km) | | 4.0 | 0.7 | 1.1 |
| Slope near shore-line | | 1/10 | 1/50 | 1/16 |
| d ₅₀ of sea bed material (mm) | | 0.2 | 0.2-0.4 | 0.5-2.0 |
| Length of nourishment (m) | | 600 | 240 | 600 |
| Amount of nourishment (m ³) | | 62,000 | 10,000 | 65,000 |
| d ₅₀ of nourishing sand (m) | | 1.2 | 0.9 | 0.5-1.0 |
| Slope of nourishing sand | | 1/20 | 1/15 | 1/10 |
| Wind direction | | Summer SSW Winter NW | ESE (Winter; NNW) | W-WNW |
| Period of surveying | | 1978. 4-1986. 3 | 1980. 1-1981. 1 | 1967. 6-1968. 3 |
| Number of surveying | | 19 | 5 | 12 |

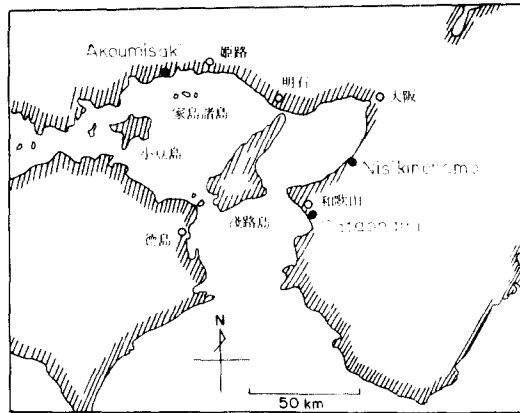


Fig. 1 Location of three beaches

이들 海岸의 概略은 Table 1과 같다.

以上 3個의 海岸에 있어서 深淺測量 資料를 바탕으로 水深變動量, 斷面積變化量과 汀線變動量의 解析 및 養濱砂의 殘留率에 대해서 考察한다.

3. 人工 養濱砂의 移動 및 離岸堤, 突堤 周邊에서 생기는 地型變動特性

3.1 Gataonami 海岸

우선 離岸堤와 突堤 및 人工 養濱이 地型變動에 어떠한 影響을 미치는 가를 糾明하였다. 그리고 one-

line-theory의 適用可能性을 檢討하기 위해 出口^{1,6)}는 平衡斷面에 있어서 汀線에 直角인 鉛直斷面에서의 汀線變化量 Δl 과 斷面積變化量 ΔA 와의 相關關係를 구해 兩者가 比例關係가 있을 경우는 沿岸漂砂만에 의한 地形變動이 생기고 있는 것을 確認했다. 여기서는 深淺測量 資料를 使用해서 汀線變化量을 以下의 方法으로 計算한다.

汀線變化量은

$$\Delta l_{\alpha}(j, k) = l_{\alpha}(j, k+1) - l_{\alpha}(j, k)$$

斷面積變化量은

$$\Delta A(j, k) = A(j, k+1) - A(j, k)$$

여기서

$$k; 1 \sim n_t - 1$$

$l_{\alpha}(j, k)$; j 番測의 測線에 있어서 基準點부터 汀線까지의 距離로서 深淺測量 k 番測의 경우

$A(k, k)$; j 番測의 測線을 포함한 鉛直斷面の 斷面積으로서 深淺測量 k 番測의 경우

그리고 on-off shore漂砂에 의한 斷面變形이 거의 平衡狀態에 있을때 斷面積의 時間的인 變化는 漂砂의 連續方程式으로부터 다음과 같이 나타내어진다.

우선 水深의 變化는 岸冲漂砂量을 q_x , 沿岸漂砂量은 q_y 라 하면 다음과 같다.

$$-\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) \quad (1)$$

λ ; 공극율

漂砂帶 全域에 있어서 on-off shore方向에 積分되어진 全沿岸 漂砂量 Q_y 의 計算은 式(1)을 陸岸側 및 深海側의 地形變化限界點 $x = -x_0$ 에서 $x = x_{cr}$ 까지 積分하면 式(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} \int_{-x_0}^{x_{cr}} \left(-\frac{\partial h}{\partial t} \right) dx &= \int_{-x_0}^{x_{cr}} \frac{1}{1-\lambda} \left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} \right) dx \\ &= \frac{1}{1-\lambda} \left\{ [q_x]_{-x_0}^{x_{cr}} + \left(\frac{\partial}{\partial y} \int_{-x_0}^{x_{cr}} q_y dx - q_{y \cdot x_{cr}} \right. \right. \\ &\quad \left. \left. - \frac{\partial x_{cr}}{\partial y} - q_{y \cdot x=x_0} \frac{\partial x_0}{\partial y} \right) \right\} \\ &= \frac{1}{1-\lambda} \frac{\partial}{\partial y} \int_{-x_0}^{x_{cr}} q_y dx \end{aligned} \quad (2)$$

式(2)를 바꾸어 쓰면

$$\begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial t} &= \frac{1}{1-\lambda} \frac{\partial Q_y}{\partial y} \\ \frac{\partial l}{\partial t} &= \frac{1}{1-\lambda} \frac{1}{h} \frac{\partial Q_y}{\partial y} \quad (\Delta A = \Delta l \times h \text{로 부터}) \quad (3) \end{aligned}$$

(3)式으로부터 沿岸漂砂는 海濱斷面積의 變化에 密着하는 것을 알 수 있다.

따라서 on-off shore 漂砂量만에 의한 地形變動의

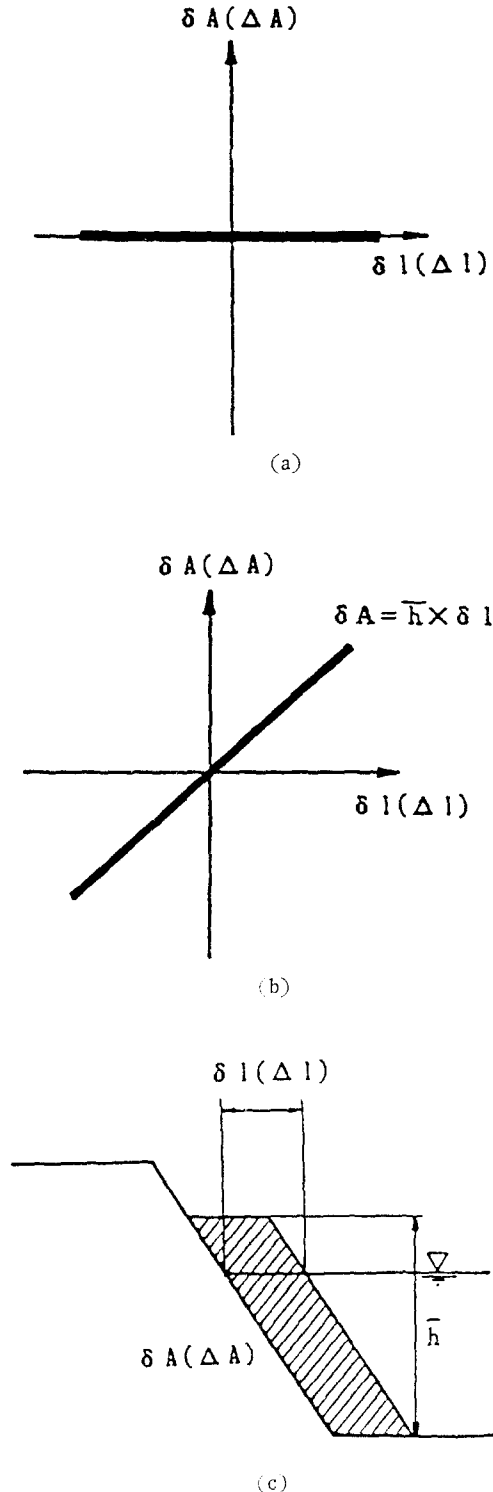


Fig. 2 Relation between δA and δl

생길 경우 地形變動量 Δl 과 斷面積變化量 ΔA 의 關係는 Fig. 2(a)와 같이 直線으로 나타내어진다. 한편 沿岸漂砂만에 의한 地形變動이 생길 경우는 Fig. 2(b)와 같이 되어진다.

이때 直線의 기울기 h 는 地形의 平均의인 變動深이라고 불리어지며 Fig. 2(c)처럼 斷面變形이 생길 경우 水深變化의 範圍를 나타내는 物理的 意味를 가진다.

Fig. 3과 Fig. 4는 Gataonami海岸에 있어서 養濱後 數個月이후의 ΔA 와 Δl 의 關係를 나타내었으며, h 는 時間經過와 함께 急激이 增大하여 約 1年後에 거의 一定值를 나타내고 있다. 이와 같은 地形變動은 주로 沿岸漂砂에 의해 생겼던 것으로 생각되며, 이것은 經驗的 固有關係를 利用한 解析方法에 의해서도 確認되어졌다. 그러나 one-line-theory에 使用되어지는 h 를 決定할 경우 一般的으로 h 를 決定할 만큼 많은 深淺測量 資料가 없다. 그러한 경우 限界移動水深 h_{cr} 도 h 를 比較해서 $h_{cr}(H, T)=h$ 가 되는 代表波浪 H 및 T 를 決定하여 汀線變化를 外力特性으로

整理할 수 있는지를 檢討해 보아야 할 것이다.

여기서 限界移動水深으로서의 根本・出口¹⁾물이 提案한 式(4)를 利用한다.

Gtaonami海岸에서는 에너지 代表波高 대신에 1년에 數回 來襲할 程度의 發生頻度 高波浪($H=2.5m$, $T=10.0sec$)에 의한 地形變動 限界水深은 $h_{cr}=7.4m$ 로서 그 값이 거의 一致됨이 判明되었다.

$$\{(H/H_0)(1/\sinh h_{cr})\}^{-1} = CN_s(d/L_0)m \quad (4)$$

$$\text{단, } N_s = H_0/T / \sqrt{\sigma'gd}$$

堆積型的 경우: $C=400, m=0.6$

浸蝕型的 경우: $C=20, m=0.3$

d ; 底質粒徑, g ; 重力加速度

h_{cr} ; 限界移動水深, H_0 ; 沖波波高

L_0 ; 沖波波長, T ; 角速度, H ; 波高

다음으로 本 研究에서는 構造物의 最適性을 나타내는 指標로서 養濱砂 殘留率의 時間變化를 택하였다.

養濱砂의 殘留率은 養濱砂의 堆積 變化量을 式(5)에서 計算한 式(6)과 같이 定義한다²⁾.

$$\Delta V(\kappa) = \Delta y \times \sum_{j=j_s}^{j=j_E} \{A(j, \kappa_{ns}) - A(j, \kappa)\} \quad (5)$$

$$\alpha = \Delta V/V_0 \quad (6)$$

여기서, κ ; 測定番號

κ_{ns} ; 養濱砂投入直前의 測定番號

j ; 測線番號

j_s ; 計算을 開始한 測線番號

j_E ; 計算을 終了한 測線番號

A ; 鉛直 斷面의 斷面積

α ; 養濱砂의 殘留率

V_0 ; 最初養濱砂의 投入量

ΔV ; t 時間後의 體積變化量

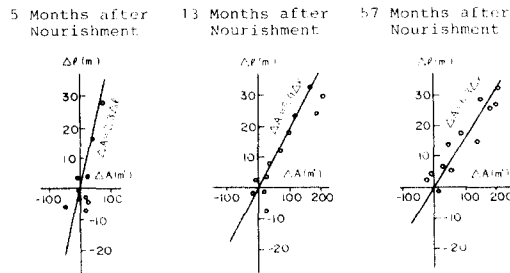


Fig. 3 Relation between ΔA and Δl on Gataonami beach

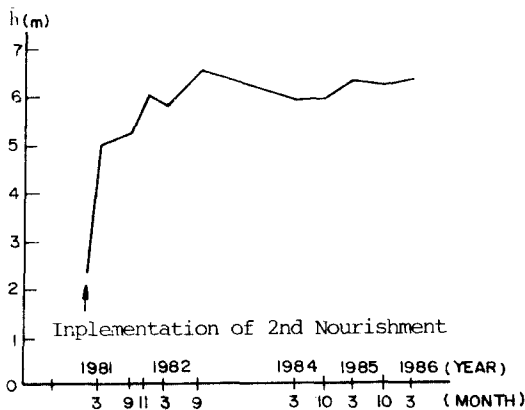


Fig. 4 Variation of h with respect to time on Gataonami beach

또한 養濱砂의 殘留率은 養濱砂量, 底質特性, 海岸特性, 來襲波의 特性등에 의해 變化한다. Gataonami海岸에 있어서 1979年 9月과 1980年 9月에 實施된 人工養濱의 養濱砂 殘留率의 時間에 따른 變化는 Table 3과 같다.

여기에서는 2번째 投入된 養濱砂를 基準으로 殘留率 計算을 하였다. Table 2에 나타내어지는 것과 같이 殘留率은 長期的으로도 양호하며 養濱海域 역시 대단히 安定되어 있다고 말할 수 있다. 또한 첫 번째 養濱後에도 深海側으로 流出土砂가 거의 없었던 것으로 보아 構造物의 施工順序가 養濱砂의 流出制御에 대해 有效하게 作用했다고 判斷된다.

Table 2 Remaining rate of the Nourishing sand of Gataonami beach

↓ 1st Nourishment ↓ 2nd Nourishment

| Year | Month | 1979 | 1979 | 1980 | 1980 | 1981 | 1981 | 1982 | 1982 | 1984 | 1984 | 1985 | 1985 | 1986 | | |
|------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| | | 9 | 12 | 3 | 9 | 11 | 3 | 9 | 11 | 3 | 10 | 3 | 10 | 3 | | |
| $\delta V (\times 10^3 m^3)$ | | 372 | 373 | 432 | 688 | 741 | 731 | 678 | 773 | 729 | 722 | 717 | 757 | 738 | 687 | 643 |
| Remaining rate (%) | | 100 | 100 | 116 | 100 | 108 | 106 | 98 | 112 | 106 | 105 | 104 | 110 | 107 | 100 | 93 |

3.2 Akoumisaki 海岸

Akoumisaki 海岸에 있어서 養濱後의 δA 와 δl 의 時間變化는 Fig. 5와 같다. T型突堤와 導流堤 사이에 養濱을 行하였던 Akoumisaki 海岸에 있어서 養濱直後 δA 와 δl 이 明確히 變化하고 있지만 Gataonami 海岸과는 달리 h 의 時間變化는 顯著하지 않다. 그 理由는 分明하지 않지만 Akoumisaki 海岸은 주로 沿岸漂砂에 의해 養濱砂가 汀線과 平行方向의 移動이 卓越해서 일어난 것으로 思料된다.

한편 이 海岸에서의 養濱砂 殘留率의 變化는 Table 3과 같다.

Table 3에 의하면 養濱後 1個月間에 若干의 養濱砂 流出을 볼 수 있으며, 그 後 3個月間은 安定됨을 알 수 있다.

解析 期間에 있어서 異常 波浪의 來襲은 없었기 때문에의 通常 波浪의 來襲下에 있어서는 養濱後 1個月 程度에서 平衡의인 地形에 도달했다고 생각되

- : 1 Month after Nourishment
- △: 4 Months after Nourishment
- : 6 Months after Nourishment

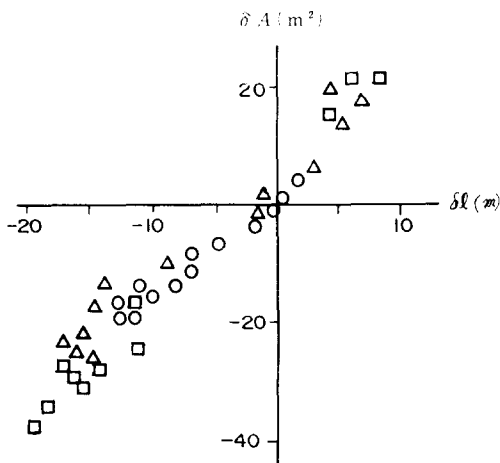


Fig. 5 Relation between δA and δl with respect to time elapse on Akoumisaki beach

Table 3 Remaining rate of Akoumisaki beach

↓ Typhoon

| Year | Month | 1980 | 1980 | 1981 | |
|--------------------------------|-------|------|------|------|----|
| | | 5 | 6 | 9 | 1 |
| $\delta V (\times 10^2 (m^3))$ | | 98 | 84 | 80 | 61 |
| Remaining rate (%) | | 100 | 86 | 82 | 62 |

어 질 수 있다. 그러나 그 後 1980年 9月에 來襲했던 颱風으로 재차 養濱砂의 流出이 盛되고 있기 때문에 長期의인 平衡地形을 알기 위해서는 更 長 期間의 資料를 必要로 한다.

3.3 Nisikinohamo 海岸

Nisikinohamo 海岸에 있어서 養濱後의 δA 와 δl 의 關係로 부터 求해지는 地形의 平均의인 變動深 h 의 時間變化는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6에 의하면 養濱後 2個月後는 $h=2.4m$ 로 낮지만 4個月後에는 $h=3.1m$, 半年後에는 $h=3.7m$ 로서 거의 一定置를 가지고 있다. 이것은 Gataonami 海岸에서 보인 것과 거의 같은 傾向을 나타내고 있다.

또 大阪府의 Nisikinohamo 整備基本設計檢討委員會에서 報告되어지는 에너지 平均 波高 $0.6m$, 週期 $3.5sec$ 의 波를 式(4)에 의해 구했던 移動 限界水深을 參考로 나타내면 $h_{cr}=2.6m$ 이다.

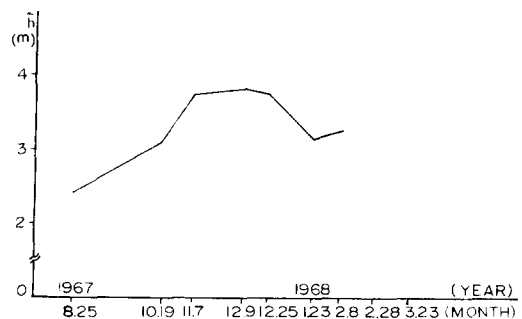


Fig. 6 Variation of h with respect to time on Nisikinohamo beach

Table 4 Remaining rate of Nisikinohamo beach

| Year | 1967 | | | | | | 1968 | | | | |
|------------------------------|------|------|-------|------|------|-------|------|-----|------|------|------|
| | 6/26 | 8/25 | 10/19 | 11/7 | 12/9 | 12/25 | 1/23 | 2/8 | 2/28 | 3/13 | 3/23 |
| Month/Day | | | | | | | | | | | |
| $\delta V \times 10^4 (m^3)$ | 2.4 | 2.0 | 2.7 | 2.4 | 3.2 | 2.3 | 2.1 | 2.2 | 2.2 | 2.4 | 2.9 |
| Remaining rate (%) | 100 | 83 | 112 | 100 | 133 | 96 | 88 | 92 | 92 | 100 | 121 |

다음 殘留率의 時間的 變化는 Table 4와 같다.

Table 4에 의하면 이 海岸에서는 거의 流出이 없이 100% 前後의 殘留率을 가지고 있는 것으로 解析 對象 期間에 있어서의 構造物의 流出制御效果는 높다고 말할 수 있다. 이것은 離岸堤群에 의한 堆積機能과 南側 導流堤에 의한 砂止工 效果라고 思料된다.

4. 解析方法의 適用範圍

지금까지의 3個 研究 對象 海岸에 있어서 A-I 特性, 殘留率 등의 解析 結果로부터 養濱砂의 舉動特性에 대해서 論하였다.

그러나 이와 같은 解析方法으로 漂砂移動의 全體를 알 수 있다고는 말할 수 없다⁹⁾. 따라서 本節에서는 統計的 解析方法의 限界 및 今後의 課題에 대해서 또 殘留率의 結果로부터 構造物의 養濱砂 流出制御效果의 捕捉方法에 대해서 檢討하기로 한다.

4.1 A-I 特性

一般的으로 A-I 特性에 있어서 on-off shore 漂砂가 存在하고 있는 海岸에서는 on-off shore 方向의 解析 範圍를 어떻게 決定하는가에 따라 δA 가 變하며 또 어떤 潮位에 汀線을 잡느냐에 따라 h 의 값에 크게 變化를 초래하기 때문에 解析할 때 注意를 要하는 경우가 있다. 이러한 理由로 水深變化量, 汀線 및 鉛直斷面의 時間變化 등을 決定할 때는 그 基準을 明確히 해둘 필요가 있다.

또 本 研究의 人工養濱에 있어서 人工養濱 施工後 數個月 이후의 δA 와 δI 의 關係를 나타내었다. 그러나 그 勾配로서 나타내어지는 地形變動의 平均深 h 는 時間경과와 함께 增加해서 어느 一定值에 接近하는 것이기 때문에 one-line-theory의 適用은 海岸의 狀況 즉 h 가 一定值가 되는 定常的인 狀況에서만 可能하다는 것에 注意를 要한다.

4.2 殘留率로부터 構造物의 養濱砂流出制御 效果의 評價方法

3個의 海岸에 대해서 養濱砂의 殘留率을 考察했지

만 殘留率이 長期的으로 變化하는 곳은 Gataonami 海岸뿐으로 나머지 2個의 海岸은 短期的인 것이고, 殘留率이 일시 減少했다 하더라도 長期的으로는 季節的變動에 의해 다시 增加하는 경우로 생각되어 질 수 있다.

또한 養濱砂의 順次投入이나 sand-by-pass工法을 行할 경우들은 어느 정도의 時間經過後에 殘留率은 어느 정도 復원지가 問題가 되기 때문에 養濱의 時間 間隔과도 관련이 있다.

그리고 水理實驗으로서 構造物의 system的인 配置를 殘留率에 의해서 比較檢討하기 위해서는 砂의 流出이라는 現象을 相似시키는 時間 scale의 無次元化 역시 考慮하지 않으면 안 될 것으로 思料된다.

5. 結 論

離岸堤, 突堤 등의 構造物이 施工되었던 3個의 海岸에 있어서 人工養濱의 追跡調査(深淺測量) 結果를 바탕으로 人工養濱砂의 特性 등에 對하여 檢討하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) Gataonami 海岸에 있어서는 養濱後 半年~1年 경과후 地形變動深 h 가 거의 一定值를 가지게 되는 平衡地形이 되는 것으로 思料된다.

그리고 養濱砂 殘留率의 推移로부터 長期的으로 解析했던 構造物의 養濱砂 流出制御效果는 대단히 높은 것으로 深海쪽으로 砂의 流出은 거의 없었다.

2) Akoumisaki 海岸에 있어서는 A-I 特性의 效果로부터 沿岸 漂砂가 卓越하다고 말할 수 있으나 解析 範圍가 汀線으로부터 60m 밖에 안되므로 殘留率과 함께 長期的인 追跡調査를 必要로 한다.

3) Nisikinohamo 海岸에 있어서는 養濱後 4個月은 h 가 거의 安定한 狀態를 나타내고 있으나 冬季風浪이 繼續되는 12월부터 h 는 대단히 不安定한 狀態가 되며, 2月末頃부터는 風速이 弱하고 風向이 一定치 않아 A-I의 相互關係가 적어지는 傾向을 보인다.

이 以後 殘留率은 100% 前後로써 대단히 安定하지만 長期的인 豫測을 위해서는 그 後의 資料에 대

해서 檢討가 必要하다.

4) 앞으로의 養濱砂 移動을 豫測하기 위해 本 海岸 資料의 統計解析 結果를 보면 底質 移動은 주로 沿岸 方向의 漂砂에 의해 생기는 것으로 나타났다. 따라서 養濱을 行할 경우에는 沿岸方向의 漂砂를 考慮하여 그것에 맞는 制御法을 생각할 必要가 있다.

그러나 3次元的인 漂砂現象은 海濱變形 model에 適用이 可能한 漂砂量 算定式이 現在는 確立되어 있지 않다.

따라서 one-line-theory 등의 macro的인 數值豫測을 作用해서 3次元 海濱變形 model의 開發이 必要하다.

參 考 文 獻

1. 樺木亨, 出口一郎, “特性의 異なる 2つの 海岸에 施

工された 人工養濱砂의 舉動について”, 第32回 海岸工學講演會論文集, pp. 420~424, 1985

2. 入江切, 加藤一正 外3人, “人工海濱における 地形特性について”, 第33回 海濱工學講演會論文集, pp. 297~301, 1986
3. 運輸省第3 港灣建設局神戸調査設計事業所, 和歌山津港の風及び波浪觀測臺帳, 1983
4. 兵庫縣上郡土木事務所國際航業株式會社, 赤穂港(尾崎地區)海岸環境整備事業人工海濱調査設計委託報告書, 1982
5. 大阪府, 二色海濱漂砂移動調査報告書, 1976
6. 出口一郎, “漂砂移動と海濱變形に關する基礎的研究”, 1984

(Continued from page 59)

4. SEA COAST DEVELOPMENT

Ocean Structures
Civil Engineering Machinery
Cargo Handling Systems
Anti-Scour System
Mooring Anchor
Vessels (Pusher Barge, Drillship)
Jack-Up Rig
Robots
Hydroextractor Pumps
Marine Engines,
Breakwater
Related Technology
Others

5. ENVIRONMENTAL SAFETY

Waste Disposal Facilities and Equipment
Anti-Sea Pollution Equipment and Cleaning-Up Operations
Surface Effect Vehicles
Oil Skimming Vessels
Related Technology
Others

6. ELECTRONIC EQUIPMENT

Cables
Lighting Equipment
Underwater TV/Underwater Camera System
Satellite Communication Data/Collection System
Computer Communication System
Others

7. RELATED MARINE EQUIPMENT

Pump
Heating and Air-Conditioning Systems
Heat Exchangers
Hydraulic/Air Pressure Equipment
Control Instrumentation
Connectors
Valves and Fittings
Others

8. RAW MATERIALS AND ASSOCIATED PRODUCTS

Production Materials
Chemical Materials
Safety Equipment/Diving Equipment
Corrosion Protection
Lifeboats • Lifesaving Capsules
Umbilicals

9. SERVICES

Coastal Surveys
Ocean-Bed Surveys
Ocean Research
Weather Research
Insurance
Consultants
Transportation
Journals
Public Relations
Maritime and Offshore Structure Maintenance

10. OTHERS

Pressure Resistant Buoyancy Material
Anticorrosive and Antifouling Technology
Others