

## 資料

# 榮山江 河口堰이 木浦港內의 土砂堆積에 미치는 영향

Sedimentation accumulation in the Port of Mok-Po due to  
Yeong-San River Barriage

柳 輓 桓\*

Yeo, Geung Hwan

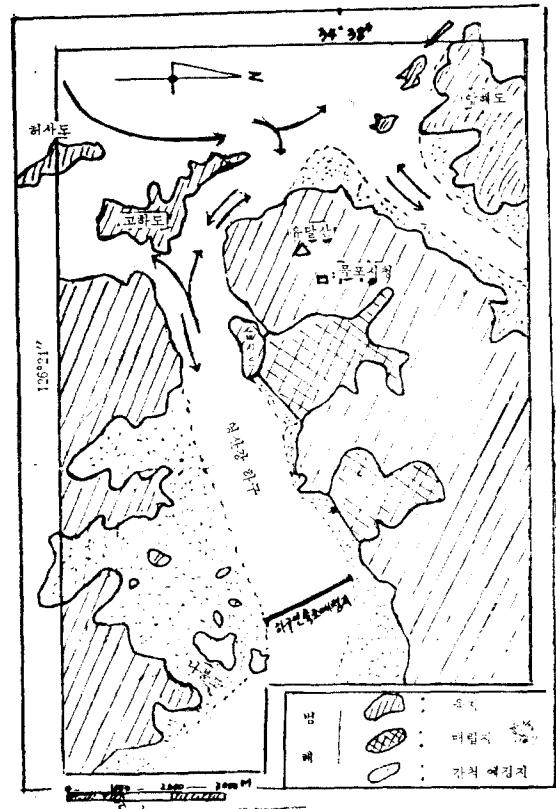
## 1. 序論

木浦港은 1897년(李朝 高宗 34년) 10月 務安府로 命名되어 開港堤로 된 이래 1949年 地方自治法 公布와 同時 現在의 木浦市로 되었다. 이 港口는 近海에 散在하고 있는 群小島嶼住民들의 生活地港으로서의 役割이 크며 濟州道를 連結하는 主要交易港이며 入港하는 航路는 꾸불꾸불하고 榮山江 河口의 밀물과 乾潮時に 빠른 潮流는 10 knot(5.3m/sec)가 넘는 潮流가 記錄된 적이 있다. 또한 多島海의 榮山江 河口에 位置한 木浦市의 内港은 潮汐差가 比較的 커서 大潮差는 3m를 넘는다. 港口를 通過하여 海水가 流入되고 다시 거의 같은 量이 1일 2회씩 港外로 排出된다. 이때마다 海水가 漂遊狀態의 土砂를 含有하고 있으므로 港内에 堆積되어 實제로 木浦港内에는 매년 土砂凌渫이 行하여 지고 港内 土砂堆積의 測定結果로는 堆積高가 3mm/day나 達한다.

港内에서 港口의 바로 外側은 水深이 10fathom(18.29m)以上임에도 불구하고 港内에는 3~4fathom(5.49~7.32m)인 점으로 볼 때 港内埋沒의 傾向이 推測된다.

本論文에서는 港口内에 있어서의 河口 堤防 設置로 因하여 木浦港 周邊에 어떠한 영향을 받는가를 調査検討했다.

그림 1. 조류개황도



\*本學會正會員 木浦工專 土木科 助教授

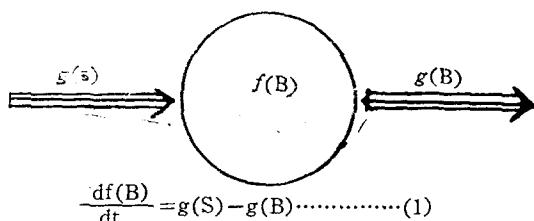
## 2. 흐름의 理論

岩石의 落下, 사태, 봉괴등은 直接的인 重力에 의한 운반이며 이러한 활동은 일반적으로 물에 의해 운반된다. 물에 의한 운반은 地域에 따라 독특한 方法이 일어나며 이로 인하여 相異한 地形特性을 준다. 傾斜地上部 土層을 제거하는 面浸蝕, 토양을 直線的으로 침식하는 谷浸蝕은 골짜기를 形成하여 봉괴 현상을 촉진시켜 浸蝕을 形成시킨다.

內陸傾斜地에서 이렇게 물에 의해 運搬된 土砂는 河川에서는 傾斜가 완만하므로 河床底面을 粒經이 큰 입자는 轉動하며 작은 입자는 底面 위를 跳躍하는 掃流力(tractive force)에 의해 移動하고 아주 작은 粒子는 水中을 浮遊하는 形態로 流速에 의하여 移動된다.

특히 河口에서는 河川水에 의한 掫流力과 干潮와 漫潮時의 海水의 浮遊에 의해 內港港에 土砂의 堆積이 급증한다.

그림 2. 유입과 유출량



$f(B)$  : 잔재한 량

$g(B)$  : 단위 시간당 유출한 량

$g(S)$  : 단위 시간당 유입된 량

위式에서

$$g(B) > g(S) \rightarrow \frac{df(B)}{dt} > 0 : 세굴$$

$$g(B) < g(S) \rightarrow \frac{df(B)}{dt} < 0 : 퇴적$$

$$g(B) = g(S) \rightarrow \frac{df(B)}{dt} = 0 : Stable Bed$$

흐름의 量的 面에서는 上과 같이  $g(B) < g(S)$ 일 때 堆積이 되며 河口에서의 流速과 潮汐의 영향을 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 內港記計波高

再起年數	波高	週期
10年	0.6m	2.8秒
25年	0.8m	3.0秒
50年	1.0m	3.2秒
100年	1.3m	8.5秒

표 2. 北口入口에서의 波高

再起年數	風速	波高	再起年數	風速	波高
年	m/sec	0.3m	25年	m/sec	1.3m
	5.4			27.0	
	13.9	0.7m	50年	31.0	1.5m
10	22.0	1.1m	100年	36.0	1.6m

표 3. 水港再起年數別 波高

WNW			SSW		
再起年數	風速	波高	再起年數	風速	波高
年	m/sec	0.2m	年	m/sec	0.2m
5.4			5.4		
	13.9	0.5		13.9	0.7
10	22.0	0.8	10	22.0	1.1
25	27.0	1.0	25	27.0	1.4
50	31.0	1.3	50	31.0	1.7
100	36.0	1.6	100	36.0	2.0

## 2-1 河川流況(River Regime)

樂山江은 우리나라 5大江 中의 하나이며 流域面積은  $2,798\text{km}^2$ 이고 流路延長은 115km에 達하여 河床勾配는 傾斜가 急한 最大流部를 除外하고는 約1:2,500으로써 比較的 緩傾斜이다.

下流部 河口는 南海灣으로 構成되었고 延長 30km에 總面積은 約  $110\text{km}^2$ 에 달하지만 大部分의 面積은 低潮時에 干涸地로 露出되고 있다.

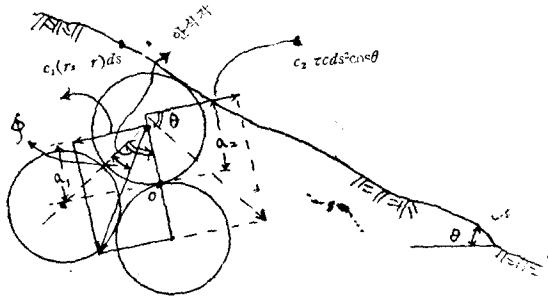
Dam築造地點은 木浦市에 있는 三鶴島로 부터 5km上流에 位置하고 河口堰의 滿水面積은 約  $35\text{km}^2$ 이며 流域面積은  $3,471\text{km}^2$ 에 달한다. 河口堰 地點의 流出量推定은 潮汐出入의 영향 때문에 매우 곤란하지만 羅州地點의 流出量을 引用하여 流域積比에 따라 推定한 年平均 總流出量  $1,300\text{百萬m}^3$ 에 達한다.

## 2-2. 流速

河口에서의 流速은 上流에서와 같이 傾斜가 急하지 않고 연안에 접해 있으므로 水深과 幅이 넓어 느린 狀態이지만, 위에서 말한 掫流砂는 粒子가 운반도중에 다른 粒子와 자주 접촉하여 分解하면서 점차 작은 粒子로 變한다. 이로 인하여 이 粒子는 河川勾配가 보다 완만하고 流速이 減少되는 下流部까지 流送될 수 있게 되는 것이다.

그림 3에서와 같이 河床에서의 0점에서 土粒子의 모멘트에 의해 掫流力を 얻을 수 있다.

## 그림 3. 河床에서의 掃流力



$$\begin{aligned}
 & a_1 c_1 (r_s - r) d_s^3 \sin(\theta - \phi) > a_2 c_2 \tau_c d_s^3 \cos \theta : \text{안정} \\
 & " < " : \text{움직임} \\
 & " = " : \text{중立} \\
 & \therefore \tau_c = \frac{a_1 c_1}{a_2 c_2} (r_s - r) d_s \frac{\sin(\theta - \phi)}{\cos \theta} \\
 & = \frac{a_1 c_1}{a_2 c_2} (r_s - r) d_s \frac{\sin \theta \cos \phi - \cos \theta \sin \phi}{\cos \theta} \\
 & = \frac{a_1 c_1}{a_2 c_2} (r_s - r) d_s \tan \theta \cos \phi - \sin \phi \\
 & = \frac{a_1 c_1}{a_2 c_2} (r_s - r) d_s \cos \phi (\tan \theta - \tan \phi) \dots (2)
 \end{aligned}$$

河床이 수평일 경우는  $\phi=0^\circ$ 이므로  
 $\cos 0^\circ = 1$ ,  $\tan 0^\circ = 0^\circ$ 이며 (2)式에서

$$\tau_c = \frac{a_1 c_1}{a_2 c_2} (r_s - r) d_s \tan \theta \dots (3)$$

$\tau_c$  : 움직이기 시작할 때의 掫流力

$d_s$  : 土粒子 粒經

$r_s$  : 土粒子의 單位重量

$a_1, a_2$  : 作用點에서 가상력까지의 거리

$c_1, c_2$  : 상수

$c_1(r_s - r) d_s^3$  : 물안에서의 粒子의 무게

限界流速은 土粒子의 粒經  $d_s$ 가 커짐에 따라서 增大하므로  $d_s$ 의 값이 큰 砂石 樂일수록 移動하기 어려운 것이다. 따라서 일단 移動하기 시작한 土粒子는 침전하는 경우에는 그 長軸을 流水의 方向으로 向하게 하며 限界流速은  $\tan \theta$ 가 增大함에 따라 커지므로 河床勾配  $\theta$ 가 감소함에 따라 반대로 적어 진다. 따라서 河床勾配가 적을 수록 移動하기 어렵다.

## 2-3. 潮 流

가. 해협부의 연장이 짧은 경우

潮流의 最大流速은 地形에 따라 크게 달라지며 潮差는 차지마는 潮汐가 빠른 곳도 있고 海域兩側의 潮汐의 위상차도 重要하다. 해협부의 연장이 짧은 경우의 流速은 다음과式에 의하여 구할 수 있다.

$$V = \pm c_v \sqrt{2g(y_1 - y_2)} \dots (4)$$

여기서  $y_1, y_2$ 는 양측해역의 水位 또  $c_v$ 는 流速係數로써 그 대략치는 開水路의 損失水頭의 계산식에서 얻은 다음 식으로 얻을 수 있다.

$$c_v = 1 / \sqrt{f_o + f_e + \frac{2gn^2}{R^{1/3}}} \cdot \frac{l}{R} \dots (5)$$

여기서  $f_o$  : 수로의 입구에서 損失係數  $\approx 0.5$

$f_e$  : 수로의 출구에서 損失係數  $\approx 1.0$

$n$  : Manning의 粗度係數

$R$  : 수로의 径深(m)

$l$  : 수로길이(m)

해협이 긴 경우에는 潮汐波의 전파를 고려해서 계산할 필요가 있다.

74年 8月에 羅州橋 支點에서 發生한 最高水位, 9.5m에 對한 最高洪水量은 洪水位 7.24m, 同時に 測定한 洪水量 2,517m<sup>3</sup>/sec, 通水斷面積 2,119m<sup>2</sup>, 平均水深 3.39m等의 測定한 結果를 가지고 水面勾配一面積法에 依하여 Manning 公式을 利用하여 算定하였다.

Manning 公式에서 사용된  $n$ 值은 다음 實測值(1974年 8月 31日)로 부터  $n=0.02586$ 으로 산정하였다.

水位 : 7.24m

流量 : 2,157C.M.S

斷面積 : 2,119m<sup>2</sup>

徑深 : 3,392

水面勾配 : 1/5,400

## 표 4. 木浦港一日最强潮流速

단위 : ノット

地點別	漲潮流	落潮流
木浦口	8	11
達里泊地		2 $\frac{1}{4}$
檢疫錨地	1 $\frac{1}{2}$	
長佐島東岸		3 $\frac{1}{4}$
高下島先端	5	5
錨泊地	3	
三鶴島岸壁前面	1 $\frac{1}{2}$	2

표 5. 特定日의 最大潮量 및 潮流速(1963. 9. 2~8)

漲落潮 路域	漲 潮		落 潮		落潮은 涨潮倍 $10^6 m^3$
	(m <sup>3</sup> /sec)	(m/sec)	(m/sec)	(m/sec)	
最大潮量	最大潮速	最大潮速	最大潮速	最大潮速	
樂山江	16,000	0.70	28,000	1.15	355
海南江	21,000	0.90	27,000	1.20	380
花源江	11,000	0.85	16,000	1.20	220
木浦口	48,000	3.00	71,500	5.00	960
北口中口	10,000		13,000		195

## 나. 入口가 좁고 긴 경우

入口가 좁은 潟內에서는 潮汐에 의한 潟內水面의 고저가 潟口를出入하는 海水에 따라서 유지된다. 埋立에 의해서 潟內의水面積이 좁아진다든지 潟口의 幅이나 깊이가 변해지면 潟內의 조차나 潟口의潮流가變化한다.

이것은 港口나 江入口등에서도 같으며 潟內潮汐에 계산이必要하게 된다.

안쪽까지의 거리가 짧아서 潮汐波의 전파시간이 潮汐의 주기에 비해서 무시할 수 있다면 다음과 같은 유입계산에 의해서 潟內의 조석진폭 및 潟口의潮流를 구할 수 있다. 지금 潟內의水面은 潮汐에 의해서 均一하게 증강하는 것으로 한다. (그림 4)

澗口에서는 外海의 潮位  $\eta$  (m)과 潟內의 潮位  $y$  (m)의 差에 따라서 海수가 流出入하고 그 속도  $V$  (m/sec)는 式 (6)으로 주어진다.

$$V = \pm c_v \sqrt{2g(y - \eta)} \quad \dots \dots \dots (6)$$

만  $\eta > y$  일 때  $V > 0$ ,  $y < \eta$  일 때  $V < 0$ 이다. 또  $c_v$ 는 式 (5)의 速度係數이다.

澗內의 潮位變化는 潟內를 流出入하는 水量을 潟內의水面積에 分配한 量과 같으므로

$$\frac{dy}{dt} = \frac{A}{S} V = \pm \frac{c_v A}{S} \sqrt{2g(y - \eta)} \quad \dots \dots \dots (7)$$

여기서  $A$  : 潟口의 断面積(m<sup>2</sup>)

$S$  : 潟內의水面積(m<sup>2</sup>)

$V$  : 流速(m/sec)

澗內의 潮位變化는 그림 4에서  $y$ 를 주어 式 (7)을 수치적으로 풀어함으로써 구할 수 있고 潟口의潮流의 最大速度는  $t = \tau$ 로서 發生하여 그 수치는 다음 式 (8)과 같다.

$$V_{max} = \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{S}{A} \lambda$$

$$= 1.40 \times 10^{-4} \times \frac{S}{A} \lambda \quad \dots \dots \dots (8)$$

(단,  $T = 12.42hr$ )

여기서  $V_{max}$  : 潮流의 最大流速(m/sec)

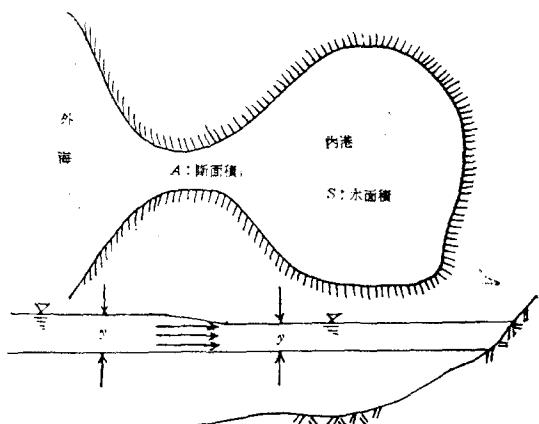
$S$  : 潟內의水面積

$T$  : 주기

$A$  : 潟口의 断面積

$\lambda$  : 진폭(m)

그림 4. 潟內의 潮位變化



## 3. 推積 (Accumulation)

堆積은 주로 土砂가 流動되어온 過程에 따라 여러 가지 特殊한 地形特性을 만들어 流送力이 完全히 잡소되거나 혹은 너무 약해서 特定한 流入砂를 더 이상 下流로 운반하지 못할 경우에 일어난다.

流砂量을 誘發시키는 作用因子는 너무複雜하기 때문에合理的이고 安全하게 解析하는 方法은 아직 發表되지 않고 있다. 特히 沖積地에 있는 河川의 境遇에는 河床과 水面이 通常變化되므로 不定流 및 不等流狀態가 계속된다.

流砂量을 定確히 계산하는 때는 充分한 實測자료가 必要함에 여기서는 充分한 測定資料를 구할 수 없으므로 比較的 간단한 Engelund-Hansen 公式에 의거하여 算出하였다.

Engelund-Hansen公式

$$\frac{q_s}{D_m^{3/2}(g\beta)^{1/2}} = 0.084 \left( \frac{RS}{\beta D_m} \right)^{5/2} \left( \frac{C^2}{g} \right) \dots \dots \dots (8)$$

여기서  $q_s$  : 流砂量(m<sup>3</sup>/sec/m)

$D_m$  : 流砂平均粒度

$R$  : 動水半徑(0.75m)

$S$  : 動水勾配(1/1200)

$C$  : Chezy粗度係數( $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ )

$n$  : Manning粗度係數(0.035)

$\beta$  :  $\frac{\rho_s - \rho}{\rho} = 1.64$  (보래)

$\rho_s$  : 流砂密度 ( $2.64\text{ton}/\text{m}^3$ ) $\rho$  : 물의 密度 ( $10\text{ton}/\text{m}^3$ ) $y$  : 重力加速度 ( $9.8\text{m/sec}^2$ )

河口堰에서는 流域狀態와 河狀條件의 差異에 따라 單位 流砂量도 다르게 나타날 것이므로 여기서는 諸條件를 考慮하여 調整係數 0.8을 適用 河口堰의 流砂量을 算出하였다.

## 年間 流砂量 (Bed Load)

表 6. 年間浮遊物量 (I)

地點	流砂量		流域面積
	$\text{m}^3/\text{sec}$	$\text{m}^3/\text{year}$	
羅州	$1.76 \times 10^{-2}$	555,000	$2,063\text{km}^2$
河口堰	$2.96 \times 10^{-2}$	934,000	$3,471\text{km}^2$

上記의 計算結果를 基於 위하여 kalixnske公式에 依하여 再計算하고 檢討한 結果 羅州 地點에서 年間  $400,000\text{m}^3/\text{year}$ 로서 前者の 方法에 依한 計算보다 약간 下迴하고 있으므로 安全을 考慮하여 前者를 擇한다.

## kalixnske公式

$$q_s/U_* \cdot d = f(U_*^2 / (\rho_s/\rho - 1) g d) \dots \dots \dots (10)$$

$$U_* = \sqrt{T_o/\rho}$$

$$T_o = \rho g I e$$

$$I e = n^2 V^2 / R^4 / 3$$

$$V : \text{流速}(\text{m/sec})$$

$$I : \text{水面傾斜}$$

浮遊物에 關하여는 羅州 地點에서 10個月間 測定한 資料가 有用하고 日流出量과 日浮遊物量의 關係가 잘一致되므로 이 資料를 利用하여 分析하였다.

$$\text{公式 } Q_s = A q^n$$

여기서  $Q_s$  : 浮遊物 ( $\text{m}^3/\text{day}$ ) $A, n$  : 係數 $q$  : 日流出量 ( $\text{m}^3/\text{day}$ )

위 公式에 依하니 浮遊物은 兩對數紙上에서 直線으로 나타나는 線形方程式임을 알 수 있다.

表 7. 年간 浮遊物量 (II)

지점	부유물량 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	$\text{m}^3/\text{yr}$	비고
나주	$1.53 \times 10^{-2}$	484,000	유역면적 $2,063\text{km}^2$
하구연	$2.58 \times 10^{-2}$	814,000	" $3,471\text{km}^2$

표 8. 영산강 하구연 年간 총 堆積量

구분	단위	년간총량	沈澱率	堆積率	비고
流砂量	$\text{m}^3$	738,000	0.60	443,000	
浮遊物	"	814,000	0.50	407,000	
計	"	1,552,000		850,000	

## 4. 河口堰이 미치는 영향

河口堰이 축조되면 流入量에 依하여 운반되는 流砂物質이 貯水池에서 停滯됨으로서 堆積되며 이 量은 다음 要因에 따라 달라진다.

1. 堆積流入量

2. 貯水池內 沈澱率

3. 流砂物質의 密度

榮川江 河口堰에 있어서 堆積量의 大部分은 浮遊流砂로 되었는데 이는 江의 傾斜가 緩하기 때문에 年間 河口堰에 流入되는 堆積量은  $1,748,000\text{m}^3/\text{yr}$ 에 달하는데 이중 50%에 해당하는  $874,000\text{m}^3$ 가 5淡水湖內에 堆積되자면 72.3百萬 $\text{m}^3$ 을 매몰하기에는 約 85年이 所要된다.

滿潮時에는 海水가 流入하고 干潮時에는 港外에 逸する 量의 海水가 排出되는데 그때마다 浮遊狀態로 土砂를 含有한 狀態로 港內로 浸入한 후 河口堰의 遮斷으로 인하여 流遠이 감소되어 港外에 比하여 流水의 擾亂도 작아 土砂를 浮遊시키는 程度를 表示하는 擾散係數도 작으므로 土砂는 沈降하기 시작하여 海底에 堆積하게 된다.

특히 流遠이 거의 零이 되는 轉流時에는 浮遊土砂는 현저하게 沈澱하는 것으로 이는 滿潮時 보다 干潮時의 海水의 濃度인 潶水가 적은 것을 볼 때 알 수가 있게 된다.

또한 木浦港 地點에서 上流의 感潮面積이 減少함으로 流速이 減少한다.

6時間 12.5分 平均의 潮流 流速은

$$H_1 A_1 / (S \times 6.2 \times 60 \times 60) \dots \dots \dots (10)$$

$$H_2 A_2 / (S \times 6.2 \times 60 \times 60)$$

여기서  $S$  : 平均河口斷面積

$$H_1 H_2 : \text{河口堰 完成 前後 潮差}$$

$$A_1 A_2 : \text{河口堰 完成 前後 減潮面積}$$

로 되고 最大流速은 다음과 같다.

$$V_{1\max} = \frac{n}{2} \cdot \frac{H_1 A_1}{S} - \frac{1}{22300} \quad \left. \right\} \dots \dots \dots (11)$$

$$V_{2\max} = \frac{n}{2} \cdot \frac{H_1 A_1}{S} - \frac{1}{22300} \quad \left. \right\}$$

$$A_1 = 60.8 \times 10^6 \text{m}^2$$

$$A_2 = 9.82 \times 10^6 \text{m}^2 \text{이다.}$$

또 河口에서의 流水斷面積은  $MWL$ 에서 幅을 1.2km  
平均水深을  $(2.06+14.63)=16.69m$ 로 하면  $S=1200$   
 $\times 16.7=2 \times 10^4 m^2$

$H_1=H_2$ 로 놓으면 2.9m일 때 식 (11)에서

$$V_{1\max} = \frac{3.14}{2} \cdot \frac{2.9 \times 60.8 \times 10^6}{2 \times 10^4} \times \frac{1}{2.23 \times 10^4}$$

$$= 0.621 m/sec$$

$$V_{2\max} = \frac{3.14}{2} \cdot \frac{2.9 \times 9.82 \times 10^6}{2 \times 10^4} \times \frac{1}{2.23 \times 10^4}$$

$$= 0.100 m/sec$$

이와 같은 木浦港 地點에서의 最大流速이 平均潮時  
에 0.62m/sec에서 0.10m/sec로 減少하고 大潮時의 潮  
差가 가장 클 때 0.94m/sec에서 0.15m/sec로 크게 감  
소한다.

### 結論

河口斷面의 安定性은 洪水時의 河口 河床變動과 關  
聯하여 考察하여야 한다. 港內의 土砂 浸入으로써 濃  
度測定, 流量, 流速等을 調查한 바와 같이 堤防 築造  
後에는 河口流速이 激減하고 그때문에 浮遊土砂가 죽  
어지므로 港內 土砂堆積量은 相當히 減少하게 된다.

排水間內에서 排出되는 水勢를 완화시키기 위하여  
流水를 河心에 集中시키고자 할 때 河心을 向하여 둘  
출시키는 工作物인 水制를 設置하여 河岸과 水制  
리와의 사이에 土砂의 堆積場을 만들어 港內로 流入  
됨을 防止한다.

河口堰 바로 前方에 潮流와 直角方向으로 島堤를  
만들면 潮流는 堤端을 돌아서 둑내로廻轉하여 兩側  
에서 서로 交互通하여 內側에서沈澱한다.

以上에서 檢討한 바와 같이 河口堰 築造前의 洪水  
流에 의한 堆積이, 河口堰 築造後의 激減에서 潮流에  
의한沈澱으로 河口堰부근 鉛岸에沈砂地를 設置함으  
로써 木浦港內의 每年 浚渫作用量을 減少시킬 수 있  
다고 본다.

### <參考文獻>

- Emmet M. L, and Arthur Toch, A Generalized

- model Study of Scour around bridge piers and abutment, A. S. C. E., Feb. 1969, HY-2.
- Usuying Hsiehl, Resistance of cylindrical Piers in open channel flow, A. S. C. E. Jan. 1964, HY-1.
- Manon R. C, Similarity laws for localized Scour, A. S. C. E., May 1966, Hy-3.
- Chow, V. T, "Hand book of Applied Hydrology" Mc Graw-Hill U. S. A. 1964.
- J. F. Agema, "Final Closing the gap of Estuary," ISEPPCCIS, 1974.
- A. T. Ippen, "Estuary and Coastal Hydrodynamics," Mc Graw-Hill, U. S. A. 1966.
- Broland, W. M. and Miller Garlr. "Distribution of Sediment in Large Reservoirs." A. S. C. E. 1960.
- Journal of the Hydraulic Division paper 1531. "Sediment Transport in Money Greek" 1958.
- 日本土木學會編(1972); 水理公式集 132-136.
- 大久保駿(1970); 流出土砂量について. 日本土木技術資料 12(7), 36-39.
- 鶴見一之(1954); 貯水池堆砂量の一算定法, 日本土木學會誌, 39(3), 143-145.
- 日本土木學會誌, "海岸保全 施設設計便覽" 1969. pp. 91~118.
- 崔榮博;"港灣工學", 文運堂, pp. 108~109
- 崔榮博;"洛東江水系의 地形因子와 比流量에 關한 研究". 大韓土木學會創立 20週年, 論文集, 1972.
- 崔榮博;"水理學" 光林社, 1972 p. 348~361.
- 農振公; 榮山江 流域開發 第Ⅱ段階事業 1977·12.
- 農振公; 河口堰 設計計劃書(防潮堤編) 1977.12,
- 農振公; 榮山江 流域妥當性 調査 報告書 1975.