

# Engelund Hansen式에 의한 沈澱量推定

—沃舒地區를 中心으로—

Estimate of Sediments by Engelund-Hansen formula.

洪 鍾 震 ※

Chong Jin Hong

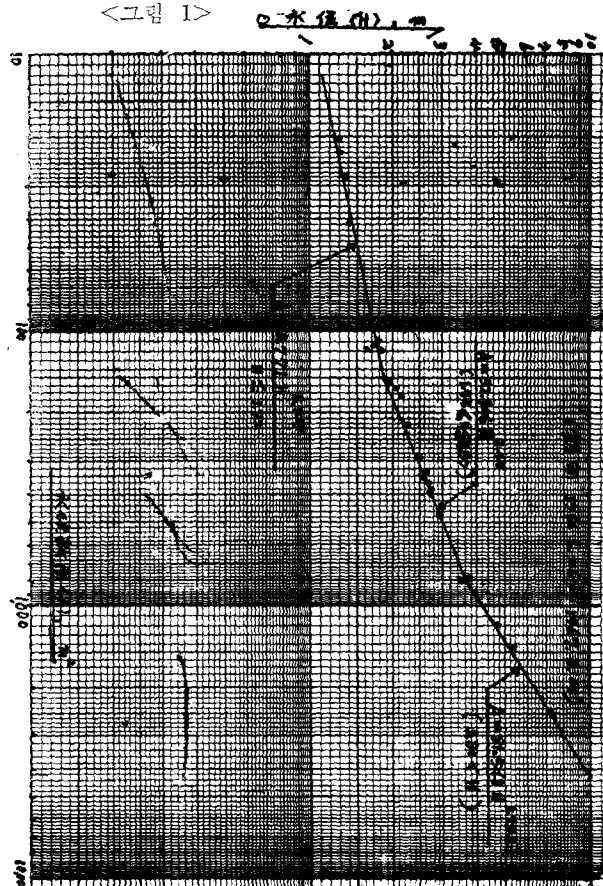
農業振興公社

## I . 緒 論

先進諸國과 같이 土壤流失에 關한 法的對策이 마련되지 않은 現段階로서는 우리나라에서 表土浸蝕에 依한 土壤流失을 自然現象의으로 防止한다는 것은 거의 不可抗力이라 할 수 있다. 美國같은 先進國에서는 土壤流失 防止策을 政策的인 하나의 Issue로서 내걸고 立法化措置까지 取하고 있는 實情이다. 美國의 williams는 1967年度에 年間 美國의 土壤流失量이 40億屯이라고 하였으며 이 量은 美國土面積에 比하면 0.05mm/year에 不過하나 立法化할 것을 要求한 바 있다. 그러나 우리나라에서는 土壤流失量推定에 關한 實驗式 및 理論的 根基의 未洽으로 올바른 量的 推定에 있어 적지 않은 苦衷에 있는 것이다. 學者나 本分野에 從事하는 技術者立場에서 어느 特定地域에서 調査한 資料에 따라 所信것 外國의 推定方法을 利用하고 그 結果值를 關聯事業에 適用하고 있는 形便이다. 아직 發表가 되지 않았지만 小數人에 依하여 限定된 表土 實驗이 되고 있는 것으로 알고 있다. 우리의 生命과도 같이 貴重한 沃土保全을 爲하여 우리 固有에 流失防止策, 乃至 推定方法이 나와야 할 것이며 이에 따른 法的 조치도 아울러 있어야겠다 여기에 筆者가 紹介하고자 하는 Engelund-

Hansen流砂量 推定方法은 現今까지 現業에 從事하는 技術陣에서 아직 使用되지 않았던 方式으로 和蘭의 Delft 水理實驗室에서 誘導한 實驗公

<그림 1>



※ 土木技術士(灌溉排水 및 農地造成)

式인 것이다. 주로 우리나라에서 사용하는 방법(現業系中心)은 Einstein Modified Procedure, Musgrave의 表土流失量推定法, Vanoni 및 Frilink 式等の 數個方法들이었다. 筆者가 沃舒地區 錦江河口堰(群山上流4km地點)淡水湖 建設을 爲한 妥當性 調査檢討時에 Dr. de Vries<sup>1)</sup> 및 Dr. M. Negev<sup>2)</sup> 氏等과 現場調査 및 分析한 沈澱量推定法인 上記方法을 實例로서 소개하고자 함이며 本方法이 우리 技術發展에 多少나마 도움이 되었으면 하는 마음 간절한 것이다.

## II. 概 要

沃舒地區는 錦江下流部 및 萬頃, 東津江流域 下流部에 位置한 數個의 內地區로 構成되는 地區로서 總開發面積 100,500ha中 錦江流域을 主要水源으로 하는 一段階 事業 53,900ha와 二段階 44,600ha로 區分된다. 本開發事業의 目標는 錦江河口堰 建設로 生기는 用水源을 開發面積에 供給함으로써 灌溉效率을 높이고 排水改善을 도모하며 二毛作을 導入하여 農業機械의 最大活用을 도모하고 이로 因한 最大勞働力 需要期에 人力不足難을 解消하여 궁극적으로는 食糧增産增大 單位當生産量增加 農家所得增大를 戒하는 同時에 隣近 全州, 裡里, 群山, 參禮等 主要都市地域의 生, 工業用水供給도 戒하려는 事業이다. 建設計劃인 錦江河口堰(망월리地點)은 이 目的을 成就시키기 爲해 錦江河口를 遮絶하여 錦江流域(996,782ha)으로 부터 雨期中 一時에 流去하는 水資源量을 貯溜하려는 施設이다 本流域의 年間水源量을 보면 流域平均降雨量 1,294mm(10年平均)으로서 年間 129億m<sup>3</sup>이나 되며 年間 可用水資源(滲透量 및 蒸發量除外)은 64億m<sup>3</sup>程度이다. 그러나 年間降雨分布로 볼 때 6~9月中에 全體 65%의 降雨가 偏在하여 一時에 貴重한 水資源이 河海로 流出하고 流域內에서 實際 利用되는 量은 7億m<sup>3</sup>(農, 生, 工業用水包含) 內外

1) Dr. de Vries: River Morphology and Hydraulic Model Specialist, Delft Hydraulic Laboratory, Netherlands.

2) Dr. M. Negev: Hydrologist, TAHAL Consulting En. LTD, Israel.

이다. 따라서 河口堰建設은 流域內 水資源確保- 最大限으로 貯溜시켜 全開發面積(53,900ha) 隣近地域 生工業用水量을 供給시키기 爲하- 總 1億 4千萬m<sup>3</sup>을 貯溜시키게 된다. 따라서 沈澱量分析은 全流域에서 流入되는 沈澱量이 河口堰에 미치는 影響과 計劃設計에 必要한 基礎적인 資料를 얻기 爲하여 分析하였다. 使用資料- 農振公에서 妥當性調査期間中 調査資料와 建設部의 資料를 根基로 하였고 分析의 基準은 公地地點을 爲主로 分析하였고 이 地點의 河床物質 粒度分析資料와 檢討에 利用可能한 水理學的 資料 範圍內에서 計算하였다.

### 1. 資料, 調査 및 裝備

#### 가. 資料, 調査

本地區基本 및 妥當性調査期間(1971~1974)에 主要水文管測地點에서 現地 調査와 有關機關에서 可用資料를 수집하였다. 浮遊物(Suspended load)과 掃流砂量(Bed load)은 現地調査時에 流量測定과 아울러 試料를 採取하였고 試驗分析은 農振公 農工試驗所에서 室內試驗을 하였다. 浮遊物試料는 US-DH 48型器로서 觀測地點의 水深을 三等分하여 Equal Transit Rate method에 依하였고 Bed load는 Bottom grab sampler(Delft)로 施行하였다. 其他段存 資料는 建設部 觀測資料를 引用分析하였다.

#### 나. 裝 備

- (1) Bottom grab Bed load sampler (Delft)
- (2) US-DH48 Sampler
- (3) CM-1A Current meter
- (4) Automatic stream gage & Raingages (Moc)

## III. 沈澱量分析

### 1. 掃流砂量(Bed Load)

掃流砂量을 河床에 直接測定하기란 一般적으로 不可能하다. 故로 推定은 信憑性 있는 資料와 河床物質 構成에 따라 適合한 公式을 使用하게 된다. 本計算을 爲해서는 流砂量試料採取時의 流量 및 關聯水理學的 函數, 流砂量粒度分析

値가 必要하다. 故로 本地區에서 採取한 試料構成에 따라 紹介하려는 Engelund-Hansen method에 依해서 求하기로 한다.

가. Engelund-Hansen의 流砂量公式(E-H式)

E-H式의 掃流砂量은 流砂量(Bed Load)과 浮遊砂量(Suspended Load)을 包含하여 稱하는 것이며 Wash-Load는 除外한다. E-H式은 Columbia의 Magdalena의 流域에서 廣範圍하게 實驗되었으며 Delft 實驗關係專門家들에 依해서 誘導된 公式이다. 本公式은 原則上 一定한 흐름에 對하여 適用된다. 錦江上流 公州地點과 같이 粒子가 細砂인 경우 E-H式을 使用할 수 있으며 基本公式은 (1)式과 같다.

$$\frac{q_T}{D_{50}^{3/2} \cdot (g \cdot \Delta)^{1/2}} = 0.084 \left( \frac{R \cdot S}{\Delta \cdot D_{50}} \right)^{5/2} \left( \frac{C^2}{g} \right) \dots (1)$$

$q_T$  = 單位幅當掃流砂量  $m^3/sec/m$  (pores包含)

$D_{50}$  = 中間粒子的 크기 = (0.00025m)

$R$  = 動水經深, m       $S$  = 動水勾配線

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

$n$  = manning의 粗度係數

$$\Delta = \frac{\int s - \int}{\int} = 1.68 \text{ (모래)}$$

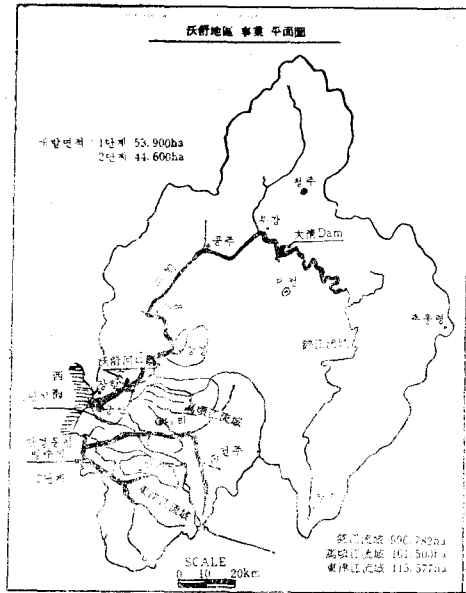
$\int s$  = 沈澱物濃度(比重)       $\int$  = 물의 比重

$g$  = 重力加速度 = 9.81m/sec<sup>2</sup>

方程式 (1)에 依하여  $S$ 代身에  $V$ 를 代入하면 Chezy 方程式은  $V = C(R \cdot S)^{1/2} \dots (2)$

그리고 水面幅( $w$ )와 秒當單位를 日單位로 採算코져  $q_T$ 에 換하면  $D_{50} = 0.00025m$ 에 對한  $q_T$ 는

$$q_T = 3.283 \times 10^6 \left( \frac{V^5}{C^3} \right) w, m^3/day \dots (3)$$



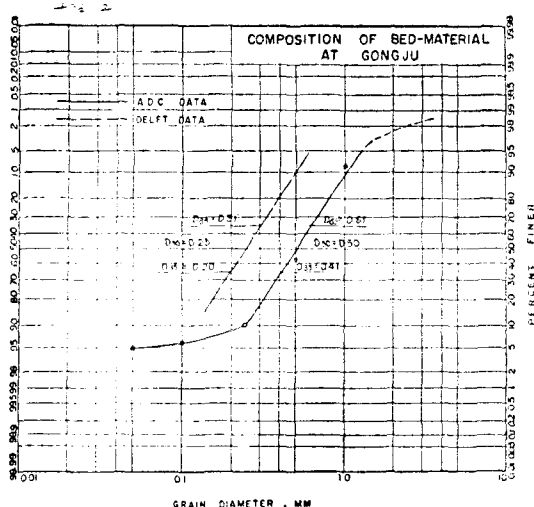
따라서 相異한 水位에 關한  $q_T$ 計算은 各水位에 相當하는  $v, c, w$ 變數가 決定되어야 한다. 本計算에서는 公州地點의 水位對流量曲線中 가장 平均값을 算出할 수 있는 1966~1967年度에 曲線을 採擇하였다. 이 關係에서 相異한 水位( $H$ )일 때 流量( $Q$ )를 求한다.

水位對流量關係와 같이 同測定期間에 對한 相異한 水位別로 水理斷面積( $A$ )曲線을 그림 1과 같이 그린다. 流速( $V$ )은 水位別로 平均流速公式  $V = \frac{Q}{A}$ 로서 求하고 動水半徑( $R$ )을 求하기 爲하여 水面幅( $W$ )은 式 (4)에 依하여 計算한다.

$$W = \frac{dA}{dH}, R = \frac{A}{W} \dots (4)$$

表-1 掃 流 砂 粒 度(公州)

試驗番號	日 字	重 量 別 百 分 率(%)							
		計	> 1.0 mm	0.50~1.0 mm	0.25~0.50 mm	0.10~0.25 mm	0.05~0.10 mm	0.002~0.050 mm	< 0.002 mm
230	1974.6.1	100.00%	1.88%	46.75%	39.75%	4.33%	1.13%	3.66%	2.50%
231	1974.6.9	100.00	9.25	54.00	25.45	2.50	0.88	5.42	2.50
232	1974.6.10	100.00	12.88	49.88	26.50	4.38	1.25	2.61	2.50
233	1974.6.11	100.00	5.00	46.63	37.00	4.50	1.70	3.42	1.25
—	1973.6.11	100.00	3.20	66.55	29.45	0.55	0.25	—	—
平均		100.00	7.38	49.31	32.17	3.93	1.24	3.78	2.19
粒 經(mm)				1.00	0.50	0.25	0.10	0.05	0.002
細砂比率(%)				95.62	43.31	11.14	7.21	5.97	2.19



$\frac{dA}{dH}$  는 그림 1을 根基로 水位(H)에 따라 "A"를 誘導한다.

나. 掃流砂粒度

公州地點에서 採取(Bottom grab Sampler에 依함)한 掃流砂粒度分析한 값은 表 1에서 보는 바와 같으며  $D_{50}=0.50\text{mm}$ ,  $D_{35}=0.41\text{mm}$ ,  $D_{65}=0.61\text{mm}$ 의 粒徑別 百分率로 나타났다. 여기서  $D_{50}$ 은 50%(重量으로)가 細粒子인 粒徑을 表示한 것이다. 또한 Delft 專門家의 試料採取 分析結果를 보면  $D_{50}=0.25\text{mm}$ 인 것으로 나타났

다. 이에 相反하는 點(그림 2)은 次後 補完調査 키로 하고 本計算에선 Delft에 값을 使用하였다.

$D_{50}=0.25\text{mm}$ (Delft),  $D_{35}=0.20\text{mm}$ ,  $D_{65}=0.31\text{mm}$  (그림 2참조)

다. 水位 對 水理學的 變數算定

"가"項에서 說明한 바와같이 그림 1을 根基로 水位(H)對 "A"를 求하면 表 2와 같이 求할 수 있다. 또 各媒介變數를 水位(H)에 對한 曲線을 그림 3과 같이 作圖하고 Engelund-Hansen 式에 依한 日掃流砂量의 값을 그림 4에서와 같이 流量에 對한 方程式을 誘導하고 作圖하였다.

또한 表 2에서 變數(K), 即  $K = \frac{V}{R^{\frac{2}{3}}}$  는 Mann-

ing公式에서 온 것이며, 式  $\frac{S^{\frac{1}{2}}}{n}$  은 다음과 같이 表示된다.

$$\text{Manning公式 } V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \dots (5)$$

故로  $K = \frac{V}{R^{\frac{2}{3}}} = \frac{S^{\frac{1}{2}}}{n}$  이 되며 變數 k, s, n는 H에 따라 變한다.  $q_T$ 를 算定하려면 (3)式에서 變數 c와 n은 必然的으로 알아야 함으로 n函數內에  $S^{\frac{1}{2}}$ 을 分離할 必要가 생기며 K變數와 똑같이 取扱된다. 이 函數는 河川掃流砂運動에서 Chow

表-2 水位—水理學的 變數(公州地點)

① 水位 (m)	② 流量 (Q)	③ 水利斷面 (A)	④ 平均流速 (V)	⑤ 水面幅 (W)	⑥ 徑深 $R = \frac{A}{W}$	⑦ K	⑧ 動水勾配 ( $S \times 10^4$ )	⑨ Manning 粗度係數 ( $n \times 10^2$ )	備考
2.0	82	176	0.47	213	0.83	0.53	3.0	3.27	
3.0	370	469	0.79	378	1.24	0.68	2.9	2.52	
4.0	996	907	1.10	394	2.30	0.63	2.0	2.41	
5.0	1,546	1,337	1.16	465	2.85	0.57	1.65	2.35	
6.0	2,214	1,836	1.21	532	3.45	0.53	1.50	2.46	
7.0	4,000	2,400	1.25	596	4.03	0.49	1.3	2.46	
8.0	3,904	3,027	1.29	658	4.60	0.46	1.2	2.46	

註: 2) 水位—流量曲線 (1966~1967)式  $\left. \begin{aligned} Q &= 72.08H^2 - 34.31H + 82.57, & H \leq 2.2 \\ Q &= 5.986H^{3.778}, & 2.2 < H \leq 3.8 \\ Q &= 64.78H^{1.871}, & 3.8 < H \end{aligned} \right\}$  에 依한 값

3) 그림 1에서 求한 水理斷面積

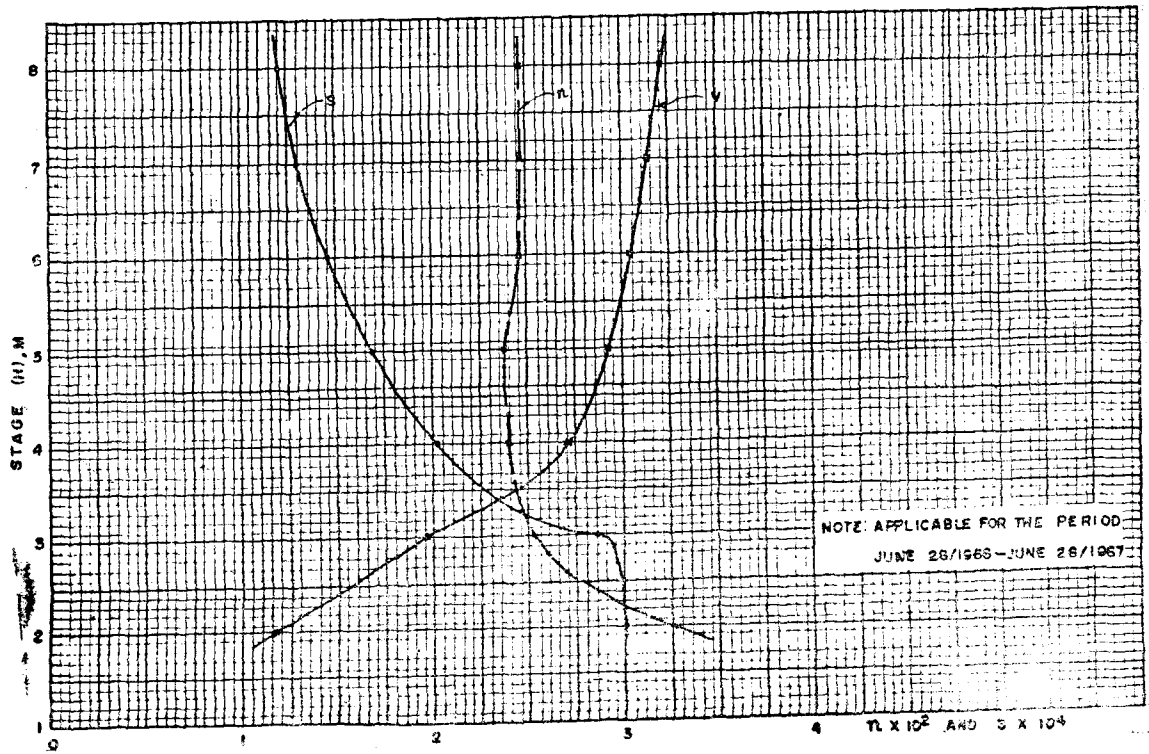
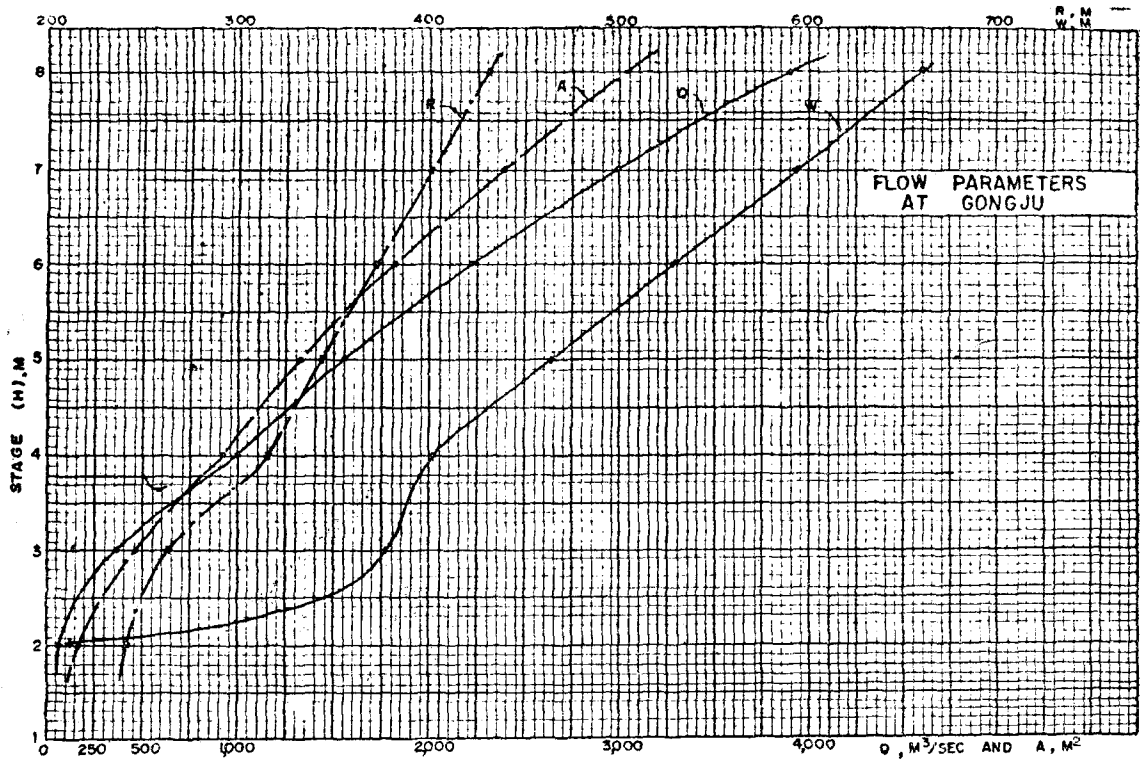
4) 水位別水理斷面積에서 計算한 水面幅  $w = \frac{dA}{dH}$

7)  $K = \frac{V}{R^{\frac{2}{3}}}$

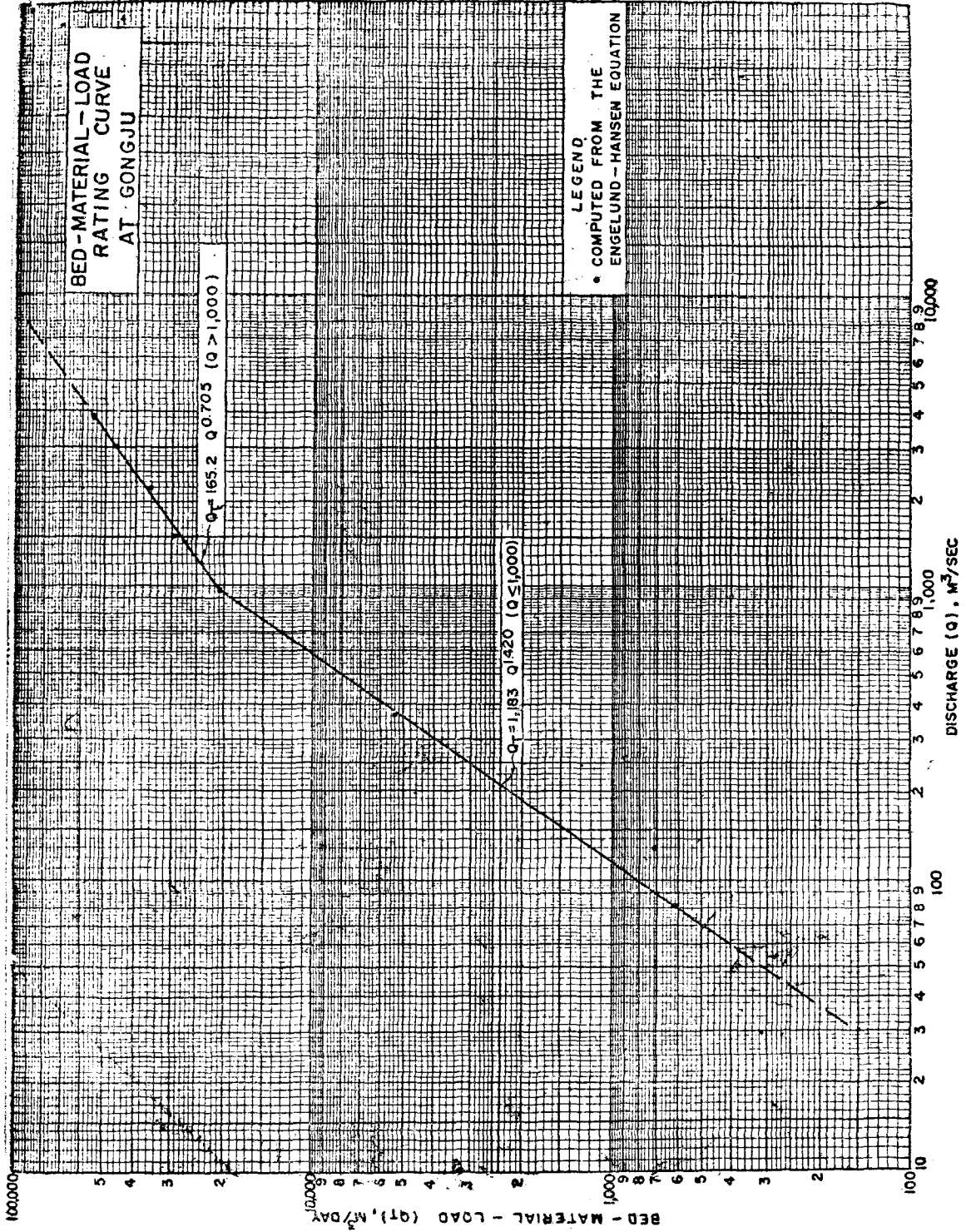
⑧ Chow方法으로 求한 動水勾配線

⑨ Manning 및 Chow式에 適用되는 粗度係數

<그림 3>



<그림 4>



式을 適用해 n의 값을 決定하는데 使用된다. 이는 Chow\*의 研究圖書圖表 8~10을 使用하는데, 各 S別  $\left(\frac{R}{D_{65}}\right)^{\frac{1}{3}}$  과  $\left(\frac{D_{35}}{R \cdot S}\right)$  値를 graph에 넣어  $\frac{R'}{R}$ 를 읽으면 된다.

$$n = \frac{0.0018}{\frac{R'}{R^{\frac{2}{3}}}} \dots \dots \dots (6)$$

\*Ven te Chow, Open Channel Hygdroulics McGrow Hill book Co. 1959

여기서 R'=河床粒度에 따라 定하여지는 動水半徑(河床物質移動에 依해서 과여진 部分은 除外)

$$0.0108 = \frac{(D_{65})^{\frac{1}{6}}}{25}$$

25=Strickler's 常數, m

따라서 K函數를 充足시키는 Chow's方法의 n, s의 結果는 表2 參照할 것.

라. 事業地區上流部에서 掃流砂量

그림 4에서 보는 바와 같이 勾配(S)는 水位에 따라 勾配가 점차적으로 감소되고 粗度係數(n)는 水位 3m 以上에선 一定한 값이 維持된다. 또 流量增加에 따라 掃流砂量의 增加는 常水位以下에서 많다는 것이 判明되었고 S가 不正確하게 생기는 現象은 水位減少에서 發見되었다. 以上과 같은 諸般說明한 函數들로서 Englund-Hansen式에 依한 日掃流砂量을 表 3과 같이 計算하였다

公州의 日掃流量을 그림 4內式( $Q=1.183Q^{1.42}$ , ( $Q=1,000$ ),  $Q=165.2Q^{0.705}$  ( $Q>1,000$ ))으로

表 3 Engelund-Hansen式에 依한 掃流砂量

水位(H) m	流量(Q) m <sup>3</sup> /Sec	平均流速 (v)m/Sec	Chezy粗度係數 *(C)	水面幅 (W) m	日掃流砂量(QT) m <sup>3</sup> /day	備 考
2.0	82	0.47	29.6	213	618	
3.0	370	0.79	41.5	378	5,340	
4.0	996	1.10	46.0	394	21,402	
5.0	1,546	1.16	47.6	465	29,730	
6.0	2,214	1.20	49.2	532	36,491	
7.0	3,000	1.25	50.5	596	49,366	
8.0	3,904	1.29	51.6	658	56,169	

\* $C = \frac{1}{m} R^{\frac{1}{6}}$  但  $n=0.0327f$ ,  $H=2.0$ ,  $m=0.025$ (全高水位에 適用)

10年 平均(1963~1972) 掃流砂量 826,151m<sup>3</sup>/年을 求하고 補正係數 0.9를 乘하여 743,536m<sup>3</sup>/年을 算出하였다. 公州流域對事業地區 上流流域面積比率 1,306을 곱하여 掃流砂量971,058m<sup>3</sup>/年을 算定하였다. 浮遊砂中掃流砂量成分을 表示한 Einstein의 係數 0.5를 適用하여 971,058×0.5=485,000m<sup>3</sup>/年을 求하였다.

## 2. 浮遊砂量

가. 資 料

錦江流域內의 龍潭(CA=937km<sup>2</sup>)에서 窺岩(CA=8,273km<sup>2</sup>) 程度되는 流域內 6個觀測地點에서 採取한 資料를 表 4에서와 같이 收錄하였으며 그림 5와 같이 流域面積 937km<sup>2</sup> 以上 되

는 錦江流域內에서 適用할 수 있는 日平均流量對 浮遊砂量 關係式을 式 (7)과 같이 誘導하였다.  $G_s=1,738Q^{1.43} \dots \dots \dots (7)$

$G_s$ =浮遊砂量, ton/day

浮遊物質內에 掃流砂物質의 一部分이 含有되었다는 것을 表 6에서 推측할 수 있으며 沈澱濃度 3,000ppm 以上 4個의 境遇를 보면 浮遊砂量의 많은 量이 粒經 0.0625~0.125mm 內에 있었고, 粒經 0.0625mm는 普通 wash-load 上限值로 表示되며 이보다 큰 粒子는 浮遊物內 Bed material로 取해야 할 것이다. 式 (1)에 依하여 公州와 松浦地點의 日平均값을 求하면 表 5와 같다.

表 4

## 浮遊砂量測定値

(其-1)

龍 潭			沃 川			水 通			備 考
日 字	Q <sup>**</sup> m <sup>3</sup> /Sec	G <sub>s</sub> <sup>***</sup> tons/day	日 字	Q m <sup>3</sup> /Sec	G <sub>s</sub> ton/day	日 字	Q m <sup>3</sup> /Sec	G <sub>s</sub> Sec/doy	
1968			1968			1968			
5.5	7.02	21.74	5.4	6.72	22.59	5.5	3.92	8.21	
6.11	17.96	73.23	5.5	5.45	27.48	5.12	3.10	8.27	
6.11	28.35	120.28	5.6	5.21	31.22	5.19	19.44	167.13	
6.15	11.24	46.36	5.12	3.92	9.80	5.19	15.20	57.93	
6.16	9.25	24.47	5.22	24.17	68.66	5.21	9.13	71.16	
7.16	314.25	6,712.07	5.23	18.84	120.73	5.23	7.74	73.62	
7.16	666.59	15,659.88	7.16	1,597.31	30,051.66	7.16	1,805.54	44,434.05	
7.16	963.03	7,380.00	7.16	1,944.55	63,501.74	7.16	2,338.55	60,888.50	
7.16	544.05	22,343.00	7.16	1,037.94	4,029.69	7.17	688.15	23,827.19	
8.16	477.25	13,633.40	7.16	11,328.77	51,266.74	8.1	79.84	1,701.86	
8.16	369.78	1,069.77	7.17	585.22	53,681.63	8.1	61.57	1,861.00	
8.17	302.43	7,380.00	8.16	819.45	47,340.35	8.9	187.01	4,932.01	
8.23	375.52	6,978.64	8.16	361.99	39,024.25	8.9	151.71	3,261.32	
9.21	17.91	185.39	8.17	766.41	23,296.41	8.9	103.77	2,489.88	
9.23	13.19	111.01	9.6	12.62	145.88	9.10	16.06	93.71	
9.27	8.25	49.24	9.6	17.73	316.30	9.14	24.47	131.93	
			9.28	34.59	516.15	9.28	10.60	87.89	

表 4

## 浮遊砂量測定値

(其-2)

公 州					窺 岩			松 浦			
日 字	Q m <sup>3</sup> /Sec	G <sub>s</sub> tons/doy	日 字	Q m <sup>3</sup> /Sec	G <sub>s</sub> tons/day	日 字	Q m <sup>3</sup> /sec	G <sub>s</sub> m <sup>3</sup> /Sec	日 字	Q m <sup>3</sup> /Sec	G <sub>s</sub> tons/doy
1965			1973			1968			1968		
7	1,924.03	2,933.10	6.11	28.0	210.0	5.19	8.97	59.46	5.3	10.77	67.03
7	1,924.03	41,485.52	6.12	76.0	880.0	5.24	9.54	129.63	5.9	7.62	22.77
7	1,587.42	44,322.66	5.21	16.0	86.0	5.24	8.86	53.13	5.22	17.40	77.78
7	1,023.52	8,431.70	5.22	79.0	910.0	5.25	11.69	163.00	5.23	17.32	88.20
7	5,744.58	99,776.36	1974			5.28	16.47	657.30	6.2	34.97	121.07
1968			6.1	128	1,900	5.29	18.45	201.40	6.13	36.85	177.74
5.3	14.6	129.04	6.9	64	610	7.16	498.32	11,390.23	7.16	2,084.90	83,291.63
5.12	7.4	24.48	6.10	61	575	7.16	558.74	10,105.98	7.16	3,657.21	69,534.70
5.15	5.73	30.64	6.11	65	615	7.18	966.13	33,587.90	7.16	1,150.06	41,381.51
5.25	13.66	17.05	9.21	50.1	44.0	8.23	619.36	190,30.31	7.16	1,209.26	1,374.53
5.28	11.65	60.00	9.22	44.5	380	8.23	856.94	25,255.41	7.17	1,165.45	19,968.41
6.28	3.28	21.55	9.23	48.3	410	8.25	962.23	35,032.85	7.21	107.01	678.17
7.20	379.64	1,483.40	9.24	40.9	330	8.27	286.50	3,199.17	7.28	40.55	368.70
7.27	139.28	637.69	9.25	42.4	340	8.27	266.05	2,009.73	8.4	66.69	833.45
8.3	251.12	2,711.49	9.26	39.7	310	8.27	309.80	7,281.80	8.9	500.28	39,394.73
8.16	706.14	24,958.15				8.27	298.20	3,231.46	8.17	950.91	14,612.09
8.18	1,730.21	82,560.74				8.28	178.75	1,246	8.18	593.20	47,461.50
8.19	521.60	21,038.58									
8.20	466.50	10,926.87				1973					
8.23	908.00	22,314.72				6.12	21.6	125			
8.25	1,443.80	35,669.44				6.3	106.9	1,400			
8.25	1,225.78	48,507.10									



表 5 日 平 均 浮 遊 砂 量, tons/doy (1963~1972)

地點	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
松 浦	103.83	457.36	1,137.10	2,051.20	1,304.06	1,981.22	11,987.58	3,649.78	3,661.28
公 州	319.38	992.03	1,641.62	3,796.19	2,747.43	2,611.0	19,158.70	10,392.72	7,933.99

	10月	11月	12月	年間日平均	年平均流入量	비 교
松 浦	315.27	331.41	194.30	2,278.48	832,271	ton/年
公 州	1,318.70	891.76	554.67	4,394.69	1,605,301	

表 6 浮 遊 物 粒 經 分 析

地 點	日 字	Q m <sup>3</sup> /Sec	C ppm	粒 徑 別 百 分 率 (%)								
				0.125 mm	0.0625 mm	0.0442 mm	0.0312 mm	0.0221 mm	0.0156 mm	0.0110 mm	0.0078 mm	
公 州	1973											
	6.11	28	28	100.0	93.0	84.8	80.2	78.0	76.0	56.0	46.5	
	5.21	76	21,526	100.0	2.2	1.0						
	6.12	16	82	100.0	97.4	95.1	93.0	88.0	50.0	43.5	36.8	
窺 岩	5.22	79	4,530	100.0	100							
	6.12	21	3,293	100.0	4.5	4.0	3.9	3.5	3.0			
公 州	6.3	107	11,018	100.0	1.0							
	1974											
	6.1	128	56	100.0	97.0	94.2	93.8	91.3	85.2	75.0	53.0	
	6.9	64	36	100.0	97.8	95.2	94.3	91.5	91.0	75.0	49.0	
公 州	6.10	61	38	100.0	97.8	95.0	90.5	86.0	85.5	78.5	73.0	
	6.11	65	23	100.0	94.2	88.0	83.2	76.5	73.0	64.2	48.5	

나. 年間流入浮遊砂量 및 年間推積量

公州 및 松浦의 年平均浮遊砂量은 2個地觀測地點에서 測定한 日別流量을 方程式(7)을 適用하여 表 7과 같이 求하고 水文分析上에서 10年(1963~1972)間 降雨量이 平均降雨量보다 높은點을 考慮하여 沈澱量 補正係數(0.9)<sup>1.43</sup>=0.86 適用하여 單位 km<sup>2</sup>當의 年間流入量을 감소시켰다. 또한 本地區는 上流部에 建設과 關係가 多

表 7 平均浮遊砂量 (1963—1972)

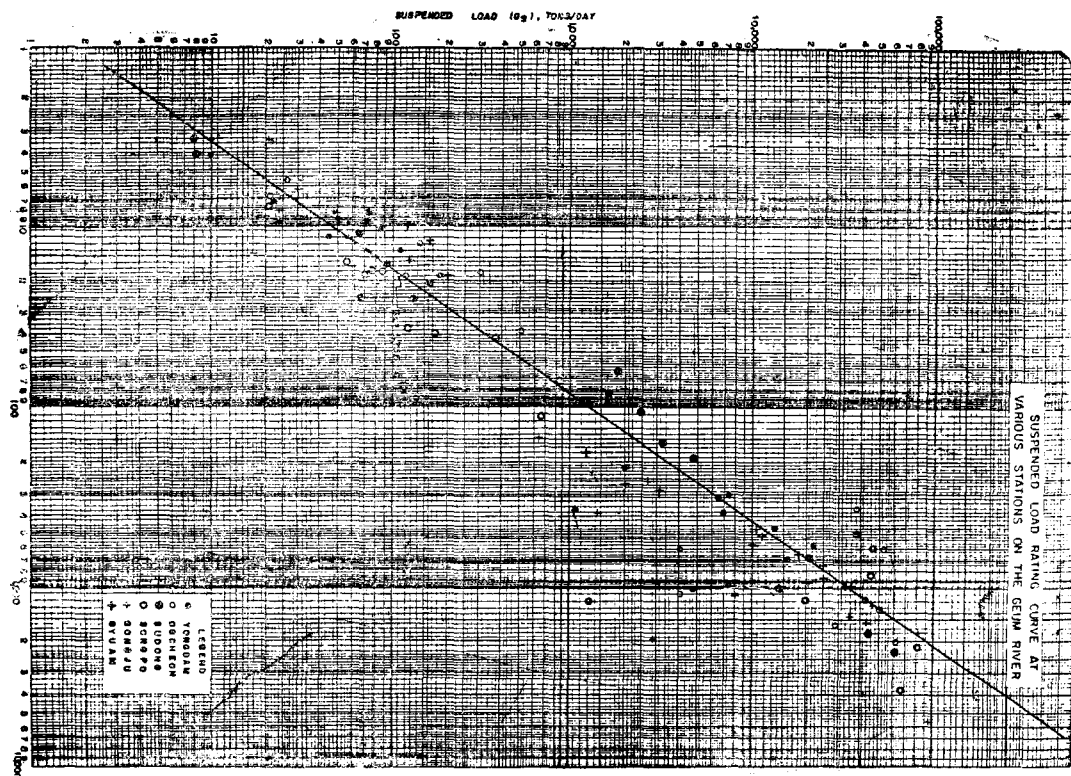
地 點	流域面積	年平均流入量	單位km <sup>2</sup> 當 流入量
松 浦	km <sup>2</sup> 3,882	ton/年 832,271	Ton/年/km <sup>2</sup> 214
公 州	7,126	1,605,301	225
平 均			220

大함으로 大清 Dam에 流入浮遊砂量이 Dam內에 推積하는 量도 考慮해야 됴므로 다음과 같은 分析을 하였다.

平均流入浮遊砂量 : 220×0.86=189ton/年km<sup>2</sup>

錦江河口坑의 積量을 大清 Dam 流域(4,134 km<sup>2</sup>)×189=781,326 大清 Dam의 推積은 Brune 曲線에서 볼때 96%에 해당하므로 大清 Dam에 放出되는 浮遊砂量 : 0.04×781,326=31,253ton/年 大清 Dam 下流의 浮遊砂量 : 5,179km<sup>2</sup>×189=978,831ton/. 河口比에 流入되는 總浮遊砂量 1,010,084ton/年 河口比의 推積率 64%. 適用하면 646,454 ton/年이 된다.

浮遊砂量中에 砂質과 Silt質이 等比率로 混合되었다고 假定하여 本資料密度 1.27을 適用하여 646,454÷1.27=509,000m<sup>3</sup>/年의 結果를 얻었다.



<그림 5>

다. 錦江河口堰內 年間沈澱推積量 年間掃流砂量과 年間浮遊砂量을 合하여 河口 堰에 總沈澱量 994,000m<sup>3</sup>/年(485,000+509,000 m<sup>3</sup>) 程度로 推定된다는 結論을 얻었다.

#### Ⅳ. 結 論

以上 計算한 것을 要約하면

1. 沃舒地區를 中心으로 算定한 錦江流域內에서 年間 ha當 沈澱推積量(表土流失量)은 0.1m m/年/ha이다.
2. 水文分析上의 主要地點인 公州에서 水理學的인 現象을 考察할 때 動水勾配(S)는 水位에 따라 점차적으로 감소하고, 粗度係數(n)는 水位 3m 以上에선 一定한 값을 維持한다.
3. 流量增加에 따른 掃流砂量의 增加는 常水位 以下에서 많은 것으로 나타났다.
4. 窺岩과 龍潭間流域內에서는 浮遊砂量(G<sub>s</sub>)은 式  $G_s = 1.74Q^{1.43}$ 으로서 日間浮遊砂量 (ton/ay)을 求할 수 있다.
5. 日平均掃流砂量(Q<sub>T</sub>)은 錦江流域(公州上流 流域)內에서 方程式  $Q_T = 165.2Q^{0.705}$ , (Q>

1,000),  $Q_T = 1,183Q^{1.420}$ , (Q≤1,000)에 依해 日平均流量으로서 求할 수 있다.

本 結果는 沃舒地區事業을 中心으로 錦江流域 內에서 檢討한 값으로서, 洪水時에 貴重한 沃土가 流失되고 河川을 天井川으로 만드는 등 至大한 損失을 갖어오는 例가 多大하다. 앞으로 國家의 眼目에서 表土流失防止 및 對策을 爲한 事業이 時急하다고 하겠다.

#### 參 考 文 獻

1. Report of Fact Finding study on Sedimentological and Salinity Intrusion Aspects Ogseo project, Delft Nov. 1974.
2. R.K. Linsely et al. Hydrology for Engineers, McGraw Hill book Co, 1958
3. Step Method for Computing Total Sediment Load by the Modified Einstein procedure, USBR, July 1955
4. Ven te Chow, Open Channel Hydraulics, McGraw Hill book Co. 1959
5. 妥舒妥當性報告書, 1975, 農振公.