

〈論 文〉

韓國河川의 流砂量算定에 관한 研究 (I)

(洛東江을 中心으로)

A Study on Sediment Load in River (1)

申	東	守*
Dong-Soo		Shin
金	熙	鍾**
Hi-Chong		Kim,
姜	周	復***
Ju-Bok		Kang

—ABSTRACT—

This paper is studied a consideration on the practical measure of the critical tractive force, suspended load and bed load of NAG-DONG river for the calculation of sediment load.

1. The critical tractive force measured in the river can be represented as following formulas;

$$d_{65} \geq 0.075 \text{cm} ; U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 86.636 d_{65}^{0.7895} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

$$d_{65} < 0.075 \text{cm} ; U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 97.88 d_{65}^{0.8411} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

2. The formura of the critical tractive force obtained in the laboratory is as follows.

$$U_{*c}^2 = 34.83 \text{cm}^{0.766} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

3. The calculation formula of suspended load is as follows;

$$Q_s = 0.002 Q^{1.726} \quad Q_s : \text{kg/sec} \quad Q : \text{m}^3/\text{sec}$$

4. The calculation formula of the sedimentation is as follows;

$$Q_T = 2.797 \times 10^{-6} Q^{1.44} \quad Q_T : \text{m}^3/\text{sec} \quad Q : \text{m}^3/\text{sec}$$

要 旨

本 論文은 洛東江의 流砂量算定을 위해서 掃流砂力과 浮遊砂量, 掃流砂量을 實測하여 考察한 것이다.

1. 河川에서 實測한 限界掃流力을 다음 式으로 表示할 수 있다.

$$d_{65} \geq 0.075 \text{cm} ; U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 86.636 d_{65}^{0.7895} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

$$d_{65} < 0.075 \text{cm} ; U_{*c}^2 = \tau_c / \rho = 97.88 d_{65}^{0.8411} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

2. 實驗室에서 인어진 限界掃流方式은 다음과 같다.

$$U_{*c}^2 = 34.83 \text{dm}^{0.766} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

3. 浮遊砂量의 算定公式은 다음과 같다.

$$Q_s = 0.002 Q^{1.726} \quad Q_s : \text{kg/sec} \quad Q : \text{m}^3/\text{sec}$$

4. 總流砂量의 算定公式은 다음과 같다.

$$Q_T = 2.797 \times 10^{-6} Q^{1.44} \quad Q_T : \text{m}^3/\text{sec} \quad Q : \text{m}^3/\text{sec}$$

\* 東亞大學校 工科學科 土木工學科 助教

\*\* 東亞大學校 工科學科 教授

\*\*\* 釜山大學校 工科學科 教授

## 1. 緒 論

### 1-1 序 言

韓國河川은 河狀係數가 比較的 큰 값을 갖는 不良河川이 大部分을 이루고 있다. 따라서 利水上이나 治水上 問題點이 많다. 특히 近代化에 따라 水資源의 必要性이 急増되어가고 있어 이 수요를 채우기 위하여 政府는 多目的댐의 計劃과 建設을 5대강流域에서 서두르고 있다. 이들 河川에 建設된 多目的댐의 設計에 있어 댐의 有效貯水容量을 算定하는 問題에서는 河川改修 計劃에서 河床安全化問題, 骨材의 補給問題 등에서 우리들은 流砂問題를 取扱아나할 수 없다. 모든 水工分野가 다 그렇지만은 流砂量算定은 自然現象의 複雜性 때문에 아주 鮮명한 方法이 밝혀져 있지 않고 있으며 특히 韓國河川에서는 몇 個의 斷片의인 論文이 나와 있으나 調査研究가 부족한 狀態에 놓여있다. 따라서 이의 完全究明은 앞으로의 課題라 할 수 있다.

### 1-2 研究範圍

本 研究에서 限界掃流力을 實驗室에서 各 觀測地點의 河床砂를 운반하여 實驗하는 한편 梁山川에서 實測하였다. 流砂量은 洛東江本流(下流는 津洞地點, 中流로서는 玄風, 上流地點은 新上)에서 實測하여 河床砂의 粒徑과 掃流力들과의 相關性을 究明하였다.

### 1-3 研究目的

各種 既 발표된 公式에 의한 計算量과 實測量을 比較檢討하여 洛東江에서의 最適公式을 選定하고 그의 새로운 公式을 誘導함을 目的으로 한다.

## 2. 限界掃流力の 實測

### 2-1 實測場所 및 期間

2-1-1 慶南 梁山郡 勿禁面 校里와 梁山邑 北亭里를 사이에 두고 흐르는 梁山川에서 實測하였는데 測定地點은 河川의 水深이 얇고 幅이 넓으며 工業用水의 使用을 위한 웨이(weir)의 설치로 砂礫의 移動관법이 容易한 곳이다.

#### 2-1-2 測定期間

80. 7. 1~80. 10. 30

### 2-2 測定方法

2-2-1 限界掃流力으로 認定되는 限界水深이 어떤 河川 횡단면에서 兩岸으로부터 水深이 깊어져가면서 반드시 어떤 水深에서 限界掃流力이 存在한다는 假定 아래 어떤 지점에서 砂礫이 移動하고 있는 水深을 육안과 간단한 기구로써 發見하여 限界掃流力을 구하였다. 砂粒의 移動始作의 限界를 어디에 두느냐 하는 것은 어떤 一致된 規定이 없기에 本 研究에서는 砂粒의

移動이 始作되었다고 보여지는 地點으로부터 完全히 判別되는 地點까지의 2地點과 中間 1地點의 3地點 水深을 測定하였다.

#### 2-2-2 水面傾斜

上記 各地點에서 上下流 各距離 1km間을 水準測量을 實施하여 구하였다.

#### 2-2-3 試料採取

上記 各地點에서 간단한 기구 및 鐵板을 사용하여 移動되어오는 砂礫을 100g以上 採取하였다. 試料採取 光景은 Fig. 1과 같다.

## 3. 限界掃流力에 관한 實驗

### 3-1 實驗裝置 및 器具

河床에서 採取한 砂礫으로 實驗室에서 限界掃流力을 구하기 위하여 實驗裝置는  $B=25\text{cm}$ ,  $L=500\text{cm}$ ,  $I=1/200$ 인 矩形水路를 使用하여 測定區間( $B=25\text{cm}$ ,  $L=32\text{cm}$ )에 實驗砂礫(河床採取砂礫)을 두께  $2\text{cm}$ 로 고르게 低面에 깔았다.

### 3-2 實驗方法

1) 測定區間을 除外한 나머지 部分은 粗度を 같게하기 위하여 강력접착劑를 使用하여 各 實驗用 모래를  $2\text{cm}$ 두께로 고착시켰다.

2) 水槽로부터 돌은  $0.2\text{cm}^3/\text{sec}$ 로 流下시키면서 육안(육안식별거리  $15\text{cm}$ )으로 모래 粒子  $1\sim2$ 개가 약  $5\text{mm}$ 가량 流下하였을 때의 水深을 水面計(point-gage)로 測定하여 限界掃流力을 구하였다.

### 3-3 試驗材料

本 實驗材料는 流砂量 測定場所인 津洞, 玄風, 尙川의 新上 以外에 慶北 善山의 月谷, 安東地點에서 採取한 河床材料를 使用하였다.

## 4. 流砂量實測

### 4-1 流砂採取장비 및 分析器具

1) 浮遊砂採取器(日本, 東京, 三光精密, 1971. 12. 製作)—一定點累積式(Point-Integrating Sampler)로서 採水瓶의 容量은  $1100\text{cc}$ 이며 材質은 黃銅으로 自重  $4.7\text{kg}$ , 全長  $67\text{cm}$ , 胴體直徑  $112\text{mm}$ 이다.

2) 掃流砂採取器(日本, 東京, 三光精密 1971. 12. 製作)—Bed Load Sampler II型으로 採取口徑의 幅  $30\text{cm}\times$ 高  $15\text{cm}$  自重은  $62\text{kg}$ 이다.

3) 流速計(日本, 東京, TOHO DENTAN CO. LTD. 1980. 8. 製作)—Direct reading型으로 Measuring Range는  $0.3\sim8\text{m}/\text{sec}$ 이다.

4) 即時天坪(獨, Surtorius製)

5) 粒度分析機器

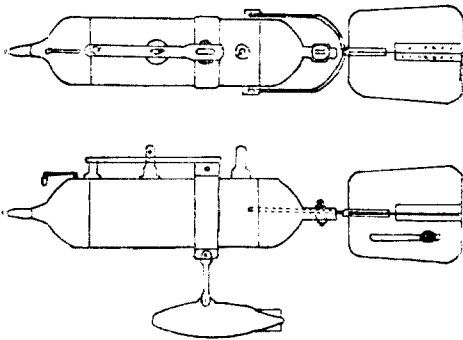


Fig. 1 浮遊砂採取器

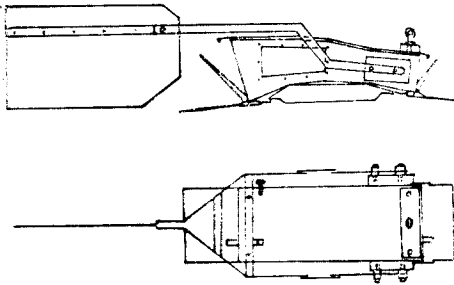


Fig. 2 掃流砂採取器

#### 4-2 試料採取方法

##### 4-2-1 浮遊砂採取

1) 浮遊砂採取場所는 水位標이 있는 洛東江 本流의 津洞, 玄風, 尙州의 新上을 택하여 各 測定地點斷面을 河川幅의 1/4, 1/2, 3/4되는 3개점에서 實施하였다.

2) 各 地點은 垂直斷面의 水深에 2할, 8할되는 地點에서 10~60秒동안 採取하면 되지만 浮遊濃度의 精度를 높이기 위하여 本 研究에서는 浮遊砂採取瓶의 충만을 위해 充分한 時間에 걸쳐 實施하였다.

3) 浮遊砂器의 採取瓶(링겔)에 集水하였다.

4) 現地에서 採取한 시료병은 測定地點의 位置, 斷面番號등을 기재한 후 不透水性物體를 사용하여 密封한 후 採取된 混合水가 흘러나오거나, 他雜水가 들어가지 않게 하였다.

##### 4-2-2 掃流砂採取

1) 掃流砂採取도 浮遊砂採取場所에서 實施하였다.

2) 試料採取器위에 매달은 Rope로서 背에서 서서히 내려 놓음과 同時에 Rope를 이용하여 採取器가 水平을 維持하도록 引張調節하여 河床까지 내려놓는다.

3) 本 研究에서의 採取時間은 5分으로 하였다.

4) 採取된 試料는 每回마다 容器에 담고 試料番號를 붙여 實驗室로 운반한다.

5) 各 測定時마다의 採水量은 반드시 變動하게 되므로 될 수 있으면 採水回數를 많이하여 平均的인 流量을 구한다.

#### 4-3 水理調査

##### 4-3-1 流速

各 測定地點에서 2點法 또는 1點法(水深이 얇은 경우)에 의하여 流速計를 使用하여 平均流速을 測定하였다.

##### 4-3-2 流量

平均流路斷面과 測定된 各斷面의 平均流速을 곱하여 流量을 구하였다.

##### 4-3-3 水面傾斜

Auto level, Staff, Eslon tape를 使用하여 왕복 2km에 대하여 實測하였다.

##### 4-3-4 水温

감도 1°C의 水温測定用 온도계로 各 測定地點의 水温을 測定하였다.

#### 4-4 試料分析方法

##### 4-4-1 浮遊砂分析

###### 1) 浮遊濃度分析

採取試料의 濃度分析은 다음 順序에 依하였다.

- ① 여과지를 사용하여 浮遊物質과 물을 分離시킨다.
- ② 分離된 浮遊物質을 증발접시에 담아 105~110°C의 건조로에서 24시간 건조시킨다.
- ③ 即時夫坪으로 浮遊物의 重量을 測定한다.
- ④ 浮遊物의 重量을 採水量으로 除하여 浮遊濃度를 求하였다.

###### 2) 浮遊平均濃度分析

浮遊砂量을 算出하기 위하여 試料採取斷面에서 平均濃度를 求한다.

各 測點의 鉛直方向平均濃度의  $straub-method^{1)}$ 의  $C_m = 3/8 \cdot C_{0.5H} + 5/8 \cdot C_{0.2H}$ 에 의하여 구하였다.  $C_{0.5H}$ ,  $C_{0.2H}$ 는 水深의 8할, 2할地點의 各 浮遊濃度이다.

##### 4-4-2 掃流砂分析

###### 1) 平均掃流砂量(kg/sec/m)

全試料의 乾燥重量을 測定하여 採取時間, 採取器의 幅으로 除하여 單位幅當, 單位時間當의 測定線掃流砂量을 算定한 후 各 測線掃流砂量을 算術平均하여 구하였다. 그리고 流量加重, 水深加重의 平均 掃流砂量도 구하였다.

###### 2) 粒度分析

採取된 試料로서 篩分折을 실시하여 粒徑累積曲線을 구한 다음 이에 의해서  $d_{50}$ ,  $d_{60}$ ,  $d_{65}$ ,  $d_m$ 을 구하였다.

〈表 1〉

流砂量 測定地點 水理量

地 點	測定日時	M 水位	M B	M <sup>2</sup> A	M <sup>3</sup> /sec Q	M S	M R	M/sec V <sub>m</sub>	I <sub>w</sub>	t°C
津 洞 <sup>1</sup>	1980. 7. 17	4.28	136	1588.7	1243.0	242	6.67	0.783	1/5000	22°C
津 洞 <sup>2</sup>	1980. 9. 37	2.26	127	460.08	92.44	202.7	2.27	0.091	1/5319	20°C
玄 風 <sup>1</sup>	1980. 9. 28	1.30	190	425.75	151.75	208.5	2.04	0.356	1/4734	19.8°C
玄 風 <sup>2</sup>	1980. 10. 11	1.65	205	423.25	203.00	230.	1.84	0.480	1/5230	18°C
玄 風 <sup>3</sup>	1981. 2. 11	1.69	155	147.85	72.874	155.6	0.88	0.493	1/5025	3°C
新 上	1980. 12. 28	-0.16	95	90.5	29.54	98	0.92	0.326	1/5465	5°C

高州新上的 水位는 일지가설 수위표에 의한 것임.

5. 實測資料 및 實驗結果

5-1 水理量

各 測定地點에서 水理量을 調査한 結果는 表-1과 같  
다. 表-1의 水位는 水位標의 기록 水位이다.

5-2 粒度分析結果

各流砂量 測定地點의 粒度分析의 觀測資料의 各代  
表粒徑과 均等係數는 表-2와 같다.

〈表 2〉 各地點의 代表粒徑과 均等係數(1, 2...觀測回數)

地 點	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>65</sub>	dm	M	λ	β
津洞 1	mm	mm	mm	mm			
	0.274	0.323	0.350	0.413	0.248	0.379	1.50
2	0.265	0.305	0.345	0.340	0.415	0.475	1.32
玄風 1	0.275	0.328	0.350	0.342	0.425	0.479	1.31
	2	0.230	0.260	0.273	0.266	0.559	0.562
3	0.510	0.550	0.570	0.530	0.545	0.572	1.22
新 上	0.748	0.768	0.800	0.891	0.388	0.424	1.35

$$dm = \left( \frac{\sum_{50}^{100} d\Delta p}{\sum_{0}^{50} d\Delta p} \right) / 100$$

〈表 3〉 各測定地點의 實測之

No.	測定年月日	水深(cm)	水面傾斜	水温(°C)	비교
1	1980. 7	45	1/8380	10.5	
2	"	30	"	"	
3	1980. 10	60	1/1200	11.3	
4	"	90	"	"	
5	"	40	1/5220	15.7	
6	"	40	1/400	"	
7	"	45	1/1200	11.3	
8	"	60	1/5220	15.7	
9	"	70	1/2150	18.3	
10	"	45	"	"	
11	"	20	1/4620	19.0	
12	"	15	1/1500	"	
13	"	30	1/1800	"	

$$\text{Kramer}^{1)} \text{의 均等係數 } (M) = \frac{\sum_{0}^{50} d\Delta p}{\sum_{50}^{100} d\Delta p}$$

$$\text{境}^{2)} \text{의 係數 } (B) = \frac{2+M}{1+2M}$$

$$\text{安藝}^{3)} \text{의 係數 } (\lambda) = \frac{\sum_{0}^{p_n} d\Delta p}{\sum_{p_n}^{100} d\Delta p} \text{에 의해 구하였}$$

다.

5-3 限界掃流力の 實測 및 實驗結果

〈表 4〉 各地點의 代表粒徑

No.	d <sub>50</sub>	d <sub>60</sub>	d <sub>65</sub>	dm	U* <sub>c</sub> <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup> )
1	0.022	0.025	0.027	0.026	4.9
2	0.023	0.024	0.025	0.021	3.3
3	0.230	0.50	0.750	0.517	49.0
4	0.321	0.681	0.780	0.670	73.5
5	0.056	0.058	0.059	0.064	7.5
6	0.710	0.921	0.920	0.939	98.0
7	0.185	0.230	0.260	0.424	36.8
8	0.068	0.072	0.075	0.085	11.3
9	0.109	0.175	0.25	0.307	31.9
10	0.145	0.183	0.170	0.254	20.5
11	0.022	0.026	0.027	0.034	4.2
12	0.027	0.029	0.034	0.045	9.8
13	0.092	0.123	0.145	0.163	16.3

〈表 5〉 實驗에서의 粒徑에 관한 水深

地 點	dm	d <sub>65</sub>	h	h <sub>0</sub>	K <sub>0</sub>	비교
津 洞 1	0.043	0.043	1.49	0.582	0.582	
	2	0.022	0.022	1.10	0.460	0.460
玄 風 1	0.043	0.043	1.50	0.582	0.582	
	2	0.031	0.033	1.46	0.520	0.531
	3	0.056	0.055	1.49	0.640	0.640
新 上	0.103	0.108	1.58	1.160	1.212	
月 谷	0.090	0.080	1.60	1.010	0.898	
安 東	0.180	0.152	1.81	2.450	1.930	

〈表 6〉

各測定地點<sup>2)</sup> 浮遊砂分析

測 定 記 錄 計 算 書											
測定地點	測定日時	M 水位	測定番號	M 水深	M 採取 水深	cc 採水量	mg 浮遊 土砂	mg/cc 浮遊 濃度	mg/cc 平均 濃度	全體平均濃度 mg/cc	
										算術 平均	流量 加重
津 洞	1980. 7. 17	4.24	No. 12m(左83.5)	9.0	1.2 7.2	1100 "	340 160	0.309 0.145	0.248	0.349	0.260
			No. 13 (103.50)	6.2	1.2 5.0	" "	590 200	0.536 0.182	0.403		
			No. 15 (123.50)	3.2	1.0 3.0	" "	110 100	0.100 0.191	0.395		
"	80. 9. 27	2.26	No. 6 (左 30)	16.6	3.4 13.9	" "	60 37	0.055 0.034	0.047	0.049	0.053
			No. 12 (" 60)	12.3	2.1 9.6	" "	87 80	0.079 0.073	0.076		
			No. 18 (" 90)	7.9	2.0 6.5	" "	54 50	0.031 0.045	0.036		
			No. 24 ("120)	2.4	0.5 2.0	" "	40 40	0.036 0.036	0.036		
玄 風	80. 9. 28	1.3	No. 4 (右 20)	4.1	0.8 3.3	" "	40 31	0.036 0.028	0.033	0.048	0.046
			No. 12 (" 60)	3.3	0.6 2.6	" "	102 50	0.093 0.045	0.075		
			No. 24 (" 120)	1.4	0.3 1.0	" "	34 50	0.031 0.045	0.036		
"	80. 10. 11	1.6	No. 1 (右 20)	4.8	1.0 3.8	" "	40 40	0.036 0.036	0.036	0.035	0.036
			No. 3 (" 60)	3.4	0.7 2.7	" "	40 30	0.036 0.027	0.036		
			No. 6 ("120)	0.9	0.5	"	35	0.032	0.032		
新 上	80. 12. 28	-0.16	No. 8 (左 40)	1.3	0.3 1.0	580 438	20 20	0.034 0.045	0.038	0.033	0.039
			No. 11 (" 55)	1.4	0.3 1.9	572 710	10 31	0.027 0.042	0.033		
			No. 14 (" 70)	0.4	0.12	875	25	0.028	0.028		
玄 風	81. 2. 11	1.6	No. 2 (左 60)	2.4	0.50 2.0	1100 "	50 60	0.045 0.055	0.049	0.057	0.059
			No. 8 (" 40)	1.3	0.5 1.0	" "	50 50	0.045 0.045	0.045		
			No. 23 (" 140)	1.3	0.5 1.0	" "	80 90	0.073 0.082	0.076		

5-3-1 河川에서의 限界掃流力實測

梁山川에서 實測한 資料는 表-3과 같다.

各 測定地點에서 採取한 砂粒의 粒度分析結果의 各種·代表粒徑은 表-4와 같다.

5-3-2 實驗結果

實驗室에서 開水路를 利用하여 前術한 方法으로 砂 礫移動의 限界水深을 구한  $h$ 와 實驗에 사용된  $d_m, d_{65}$ 를 使用하여 岩垣<sup>2)</sup>公式에서 求한 限界掃流力에서 逆算한 水深은 各各  $h_0, h_0'$ 는 表-5와 같다.

5-4 浮遊砂·分析結果

津洞 2回, 玄風 3回, 尙州의 新上에서 1回에 걸쳐 實施한 各 測定·地點의 浮遊砂의 實測結果는 表-6과 같으며 72年度 津洞<sup>3)</sup>에서 78年度 密陽江<sup>4)</sup>에서 實測한 浮遊砂의 分析結果는 表-7과 같다. 그리고 表-6에서 全體平均濃度의 算定에 있어서 算術平均之의 全體平均濃度보다 流量加重에 의한 全體平均濃度가 合理的인 것으로 思慮되어 各 地點의 浮遊砂量의 算定에 있어서 는 流量加重之를 使用하였다. 그 結果는 表-7과 같다.

<表 7> 各地點의 浮遊砂量의 算定

地點	m <sup>3</sup> /sec 流量	mg/cc 全體平均濃度	kg/sec 浮遊砂量	비 고
津 洞	1243.9	0.260	323.41	80年度 實測之
"	92.4	0.053	4.90	
玄 風	151.5	0.046	6.97	
"	203.0	0.036	7.31	
"	72.8	0.059	4.30	
新 上	29.5	0.039	1.15	
津 洞	2267.1	0.867	1965.58	72年度 實測之
"	1783.9	0.632	1127.42	
"	1103.6	0.351	387.36	
"	1147.4	0.468	536.98	
"	1626.8	0.703	1143.64	
"	1032.9	0.339	350.15	
"	448.9	0.128	57.46	
密 陽	616	0.189	116.20	72年度 密陽江實測之
"	321.3	0.127	40.82	
"	350.1	0.166	58.24	
"	112.6	0.081	9.11	
"	531.0	0.222	118.08	
"	478.4	0.158	75.50	
"	213.4	0.109	23.24	
"	104.6	0.146	15.25	
"	218.5	0.172	37.5	
"	201.5	0.061	12.22	

5-5 掃流砂·分析結果

5-5-1 實測掃流砂의 分析結果

各 地點의 掃流砂量 實測結果에 의한 單位幅當 掃流砂量은 表-8과 같다.

表-8에서

$$\text{流量加重平均掃流砂量 } (q_b) = \frac{\sum q_{bi} \cdot Q_i}{\sum Q}$$

$$\text{水深加重平均掃流砂量 } (q_b) = \frac{\sum q_{bi}}{n} + \frac{h_m}{\frac{\sum h_{mi}}{n}} \text{ 로}$$

$q_b$ : 單位幅當 掃流砂量

$q_{bi}$ : 各測線이 支配하는 掃流砂量

$h_m$ : 平均水深

$h_{mi}$ : 各測線이 支配하는 區間의 平均水深

$n$ : 測定線數

$Q$ : 流量

$Q_i$ :  $i$ 測定이 支配하는 流量

또한 各地點의 總掃流砂量은 表-9와 같다.

6. 考 察

6-1 限界掃流力

6-1-1 河川에서의 限界掃流力

上記 表-3, 4의 各代表粒徑과 限界摩據速度를 兩對數用紙에 plot하면 Fig. 8, 9, 10, 11과 같다. 이들 相關關係는 直線에 가까우므로 최소자승법에 의하여 相關式을 구하였다.

$$d_{50} : U_{*c}^2 = \tau c / \rho = 169.849 d_{50}^{0.9490} \text{ (cm}^2/\text{sec}^2) \text{---(1),}$$

相關係數  $\gamma = 0.9634$

$$d_{60} : U_{*c}^2 = \tau c / \rho = 101.924 d_{60}^{0.8326} \text{ (cm}^2/\text{sec}^2) \text{---(2)}$$

相關係數  $\gamma = 0.9742$

$$d_{65} : U_{*c}^2 = \tau c / \rho = 88.146 d_{65}^{0.8081} \text{ (cm}^2/\text{sec}^2) \text{---(3)}$$

相關係數  $\gamma = 0.9773$

$$d_m : U_{*c}^2 = \tau c / \rho = 85.563 d_m^{0.8314} \text{ (cm}^2/\text{sec}^2) \text{---(4)}$$

相關係數  $\gamma = 0.9843$

上記式에서 各粒徑別로 實驗値와 公式의 計算値의 平均誤差率은  $d_{50}$ ; 4.11 (%),  $d_{60}$ ; 2.54 (%),  $d_{65}$ ; 2.73 (%),  $d_m$ ; 1.45(%)로  $d_m$ 의 경우가 제일 적으나 精度를 고려하여 구간별로 細分化하여 유도된 關係式은 다음과 같다. 粒徑區間의 細分點은 Indri, 栗原, Chang<sup>5)</sup>의 粒徑別公式의 境界가 되는  $d = 0.1\text{cm}$ 에 해당하는 粒徑을 기준으로 삼아 最小자승법으로 해석하였다.

代表粒徑  $d_{50}$ 의 경우

$$\left. \begin{aligned} d \geq 0.109\text{cm} ; U_{*c}^2 = \tau c / \rho = 140.411 d_{50}^{0.7748} \\ d < 0.109\text{cm} ; U_{*c}^2 = \tau c / \rho = 98.537 d_{50}^{0.8093} \end{aligned} \right) \text{---(5)}$$

代表粒徑  $d_{60}$ 의 경우

〈表 8〉 各 測定地點의 單位幅當 平均掃流砂量

測定地點	測定時	測點	採取量 kg	採取前間 sec	單位時間採取量 kg/sec	測線掃流砂量 kg/sec/m	平均掃流砂量 kg/sec/m			비고
							算術平均	流量加重	水深加重	
津 洞	80. 7.17	No. 12	0.066	300	$2.2 \times 10^{-4}$	$7.33 \times 10^{-4}$	$1.92 \times 10^{-3}$	$8.77 \times 10^{-4}$	$6.38 \times 10^{-4}$	
		No. 13	0.226	"	$7.5 \times 10^{-4}$	$2.51 \times 10^{-3}$				
		No. 15	0.227	"	$7.6 \times 10^{-4}$	$2.52 \times 10^{-3}$				
津 洞	80. 9.27	No. 6	$1.32 \times 10^{-3}$	300	$4.4 \times 10^{-6}$	$1.47 \times 10^{-5}$	$2.41 \times 10^{-4}$	$3.68 \times 10^{-5}$	$5.52 \times 10^{-5}$	
		No. 12	$1.19 \times 10^{-3}$	"	$3.97 \times 10^{-6}$	$1.32 \times 10^{-5}$				
		No. 18	$1.74 \times 10^{-3}$	"	$5.8 \times 10^{-6}$	$1.93 \times 10^{-5}$				
		No. 24	$82.48 \times 10^{-3}$	"	$2.75 \times 10^{-4}$	$9.17 \times 10^{-4}$				
玄 風	80. 9.28	No. 1	$82.3 \times 10^{-3}$	300	$2.74 \times 10^{-4}$	$9.13 \times 10^{-4}$	$5.79 \times 10^{-4}$	$3.03 \times 10^{-4}$	$3.03 \times 10^{-4}$	
		No. 3	$61.59 \times 10^{-3}$	"	$2.05 \times 10^{-4}$	$6.83 \times 10^{-4}$				
		No. 6	$12.8 \times 10^{-3}$	"	$4.27 \times 10^{-4}$	$1.42 \times 10^{-4}$				
玄 風	80.10.11	No. 1	1.085	300	$3.62 \times 10^{-3}$	$1.21 \times 10^{-2}$	$1.13 \times 10^{-2}$	$1.31 \times 10^{-2}$	$7.32 \times 10^{-3}$	
		No. 3	1.502	"	$5.01 \times 10^{-3}$	$1.67 \times 10^{-2}$				
		No. 6	0.457	"	$1.52 \times 10^{-3}$	$5.07 \times 10^{-3}$				
新 上	80.12.28	No. 11	$10.5 \times 10^{-3}$	300	$3.5 \times 10^{-5}$	$1.17 \times 10^{-4}$	$1.56 \times 10^{-3}$	$6.36 \times 10^{-4}$	$1.21 \times 10^{-3}$	
		No. 14	$270 \times 10^{-3}$	"	$9.0 \times 10^{-4}$	$3.0 \times 10^{-3}$				
玄 風	81. 2.11	No. 2	1.647	300	$5.49 \times 10^{-3}$	$1.83 \times 10^{-2}$	$7.61 \times 10^{-3}$	$8.49 \times 10^{-3}$	$4.57 \times 10^{-3}$	
		No. 8	0.259	"	$8.63 \times 10^{-4}$	$2.88 \times 10^{-3}$				
		No. 28	0.149	"	$4.97 \times 10^{-4}$	$1.66 \times 10^{-3}$				

〈表 9〉 各 地 點 의 總 掃 流 砂 量

地點	M 河幅	單位幅當平均掃流砂 kg/sec/m			掃 流 砂 kg/sec			비 고
		算術平均	流量加重	水深加重	算術平均	流量加重	水深加重	
津 洞	140	$1.92 \times 10^{-3}$	$8.77 \times 10^{-4}$	$6.38 \times 10^{-4}$	0.2688	0.1228	0.0893	
"	127	$2.41 \times 10^{-4}$	$3.68 \times 10^{-5}$	$5.52 \times 10^{-5}$	0.0306	0.0047	0.0070	
玄 風	190	$5.79 \times 10^{-4}$	$7.88 \times 10^{-4}$	$3.03 \times 10^{-4}$	0.1100	0.1497	0.0576	
"	205	$1.13 \times 10^{-2}$	$1.31 \times 10^{-2}$	$7.32 \times 10^{-3}$	2.3165	2.6855	1.5006	
"	155	$7.61 \times 10^{-3}$	$8.49 \times 10^{-3}$	$4.57 \times 10^{-3}$	1.1796	1.3150	0.7684	
新 上	95	$1.56 \times 10^{-3}$	$6.36 \times 10^{-4}$	$1.21 \times 10^{-3}$	0.1482	0.0604	0.1150	

$$\left. \begin{aligned} d \geq 0.123\text{cm}; U_{*}^2 = \tau c / \rho = 100 d_{60}^{0.8065} \\ d < 0.123\text{cm}; U_{*}^2 = \tau c / \rho = 78.56 d_{60}^{0.7588} \end{aligned} \right) \quad (6)$$

代表粒徑  $d_{65}$ 의 경우

$$\left. \begin{aligned} d \geq 0.075\text{cm}; U_{*}^2 = \tau c / \rho = 86.636 d_{65}^{0.7895} \\ d < 0.075\text{cm}; U_{*}^2 = \tau c / \rho = 97.88 d_{65}^{0.8411} \end{aligned} \right) \quad (7)$$

代表粒徑  $dm$ 의 경우

$$\left. \begin{aligned} d > 0.085\text{cm}; U_{*}^2 = \tau c / \rho = 93.52 d_m^{0.9358} \\ d \leq 0.085\text{cm}; U_{*}^2 = \tau c / \rho = 84.72 d_m^{0.8174} \end{aligned} \right) \quad (8)$$

區間別 細分化하여 유도된 各 實驗公式와 實驗值와의 平均誤差率은  $d_{50}$ : 3.3(%),  $d_{60}$ : 2.4(%),  $d_{65}$ : 1.26(%),  $d_m=1.63$ (%)으로 代表粒徑  $d_{65}$ 를 사용한 경우 式(7)이 그 平均誤差率이 1.26(%),로서 가장 誤





Chang 공식	59.583	35.937	35.787	27.513	39.308	83.778	63.414	102.335	57.137	25.549	99.951	488.224	871.822	1143.418	$d_m$
	41.605	31.726	32.091	25.584	38.559	70.332	50.808	70.264	46.733	26.732	79.963	278.710	324.877	547.817	$d_{50}$
	46.599	34.037	35.047	27.201	40.013	72.213	52.651	87.159	51.141	27.596	84.667	351.759	472.922	703.080	$d_{60}$
	50.494	36.200	36.203	27.872	40.764	75.221	56.161	94.337	51.228	27.708	87.959	365.209	534.608	1324.317	$d_{65}$
Krammer 공식	45.158	22.353	22.167	13.102	26.743	63.495	48.084	77.560	43.304	10.438	75.755	370.025	660.753	866.596	"
	29.960	17.422	17.824	11.329	25.734	53.305	38.507	60.074	35.419	11.433	60.604	211.235	246.224	415.190	"
	35.241	20.052	21.259	12.806	27.752	54.730	39.904	66.058	38.760	12.178	64.169	266.593	358.427	880.824	"
	38.269	22.681	22.685	13.447	28.761	57.010	42.564	71.498	41.099	12.278	66.664	276.790	405.179	1003.700	"
境 公 式	28.208	19.737	19.822	13.600	31.322	65.000	49.451	75.956	43.396	10.438	60.983	298.297	502.738	837.092	"
	17.240	14.636	15.259	11.422	29.909	52.692	37.883	55.901	34.095	11.642	46.657	152.231	153.777	346.170	"
	21.002	17.325	18.852	13.233	32.746	54.387	39.538	62.648	37.990	12.558	49.970	201.281	241.310	850.013	"
	23.126	20.086	20.380	14.030	34.180	57.118	42.722	68.889	40.758	12.682	52.310	210.555	279.557	998.429	"
安 藝 公 式	14.185	14.726	15.510	13.756	27.862	34.910	57.290	63.487	33.912	10.186	33.608	106.343	152.435	254.156	"
	9.411	11.477	12.070	11.894	26.811	29.307	45.880	49.174	22.737	11.156	26.887	60.708	56.803	121.767	"
	11.094	13.210	14.396	13.445	28.913	30.090	47.544	54.072	30.353	11.883	28.468	76.617	82.689	258.329	"
	12.021	15.159	15.361	14.118	29.965	31.344	50.714	58.525	32.185	11.960	29.575	79.548	93.474	294.366	"
栗 原 公 式	46.197	32.721	32.674	25.997	46.924	49.775	45.978	51.872	44.420	23.069	49.051	207.492	428.476	832.059	"
	31.791	28.415	28.909	23.842	45.154	47.766	42.566	46.382	41.094	24.396	46.125	109.240	109.527	328.749	"
	36.736	30.814	31.939	25.652	48.695	48.118	43.155	50.539	42.634	25.344	46.971	141.876	169.428	852.097	"
	38.405	32.981	33.082	26.392	50.166	48.630	44.187	51.307	43.595	25.467	47.503	148.209	186.703	1029.239	"
岩 田 公 式	28.683	26.828	26.882	24.658	46.924	49.985	40.560	55.988	36.353	22.733	47.685	199.068	349.876	552.871	"
	24.910	24.626	24.626	23.455	45.154	41.963	32.481	43.365	31.251	23.455	38.148	90.350	101.972	264.883	"
	26.359	25.845	25.845	24.465	48.695	43.085	33.660	47.685	32.538	23.970	40.392	125.421	173.086	561.948	"
	27.097	26.963	26.963	24.879	50.466	44.880	35.904	51.612	34.502	24.037	41.963	132.234	205.726	640.340	"
著 者 公 式 <sup>7)</sup>	59.57	58.85	59.57	48.35	89.76	120.26	98.94	134.33	95.68	44.37	112.71	238.17	305.08	723.28	$d_{65}$
	30.923	26.648	26.768	22.081	37.441	55.739	47.196	60.798	43.674	18.424	53.763	124.353	184.126	261.413	$d_m$
著 者 公 式 <sup>9)</sup>	27.217	26.936	27.217	22.753	38.685	49.396	42.055	54.635	40.864	21.169	47.059	92.160	115.547	170.749	$d_{65}$

차가 적다.

6-1-2 實驗에 의한 限界掃流力

實驗에 의한 限界掃流力은 表-5에 의하여 計算하면 表-10과 같다. 表-10의 限界掃流力( $\tau_c$ )=W.H.I=1×1×1/200에 의해 구하였다. 表-10의 값을 兩對數用紙에 Plot하면 Fig. 12와 같다.

〈表 11〉 實驗限界掃流力

地點	粒徑 cm	傾斜	水深 cm	限界掃流力 g/cm <sup>2</sup>	비고
津 洞 1	$d_m=0.043$	1/200	0.582	$2.91 \times 10^3$	
	$d_{65}=0.043$		"	"	
2	$d_m=0.022$	"	0.46	$2.3 \times 10^{-3}$	
	$d_{65}=0.022$		"	"	
玄 風 1	$d_m=0.043$	"	0.582	$2.91 \times 10^{-3}$	
	$d_{65}=0.043$		"	"	
2	$d_m=0.031$	"	0.531	$2.6 \times 10^{-3}$	
	$d_{65}=0.033$		0.64	$2.66 \times 10^{-3}$	
3	$d_m=0.056$	"	"	$3.2 \times 10^{-3}$	
	$d_{65}=0.056$		1.16	"	
新 上	$d_m=0.103$	"	1.212	$5.8 \times 10^{-3}$	
	$d_{65}=0.108$		1.01	$6.06 \times 10^{-3}$	
月 谷	$d_m=0.090$	"	0.898	$5.05 \times 10^{-3}$	
	$d_{65}=0.080$		2.45	$4.49 \times 10^{-3}$	
安 東	$d_m=0.180$	"	1.93	$1.23 \times 10^{-2}$	
	$d_{65}=0.152$		1.93	$9.65 \times 10^{-3}$	

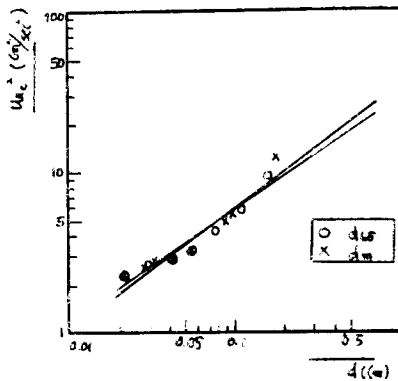


Fig. 3 實驗에서의 粒徑에 대한 水深의 圖示

그림에서 보는 바와같이 代表粒徑값  $d_m, d_{65}$ 에 따라 各相關關係를 생각할 수 있다. 各相關關係를 구한 式은 다음과 같다.

$$d_m; U_{*c}^2 = 34.83 d_m^{0.766} \\ d_{65}; U_{*c}^2 = 29.92 d_{65}^{0.721} \dots \dots \dots (9)$$

6-1-3 著者の 實驗式과 既發表된 公式과의 比較  
既發表된 限界掃流力의 算定公式과 著者の 實驗式(7)과의 比較는 表-11과 같다. 河川에서 實際限界掃流力이 資料에서 얻어진 公式(7)에 의하여 計算된 값은 Krey公式에 의하여 얻어진 값과 가장 近似한 값을 주고 있으며 實驗室에서 얻은 資料에 의하여 作成된 公式(9)는 岩坦公式에 의하여 計算된 값과 近似한 값을 주고 있음을 알 수 있다. Krey公式에 의할 때는 岩坦公式보다 큰 값을 주며 本 研究에서 實測한 값 역시 河川에서 實測한 값이 實驗室에서 얻은 값보다 큰 값을 나타내고 있다. 表-11에서 著者의 式(7)은 河川에서 實測하여 얻은 實驗式이며 (9)式은 實驗室에서 얻은 實驗式이다.

6-2 浮遊砂

6-2-1 WHI와 浮遊砂量

各測定地點의 實測浮遊砂量과 WHI의 關係는 表-12와 같다. 여기서 W; 水의 單位體積當 重量, H; 平均水深, I; 水面傾斜. 上記 表-12를 이용한 WHI,  $q_s$ 의

〈表 12〉 WHI와 浮遊砂量

地點	實測浮遊砂量 kg/sec/m	W kg/m <sup>3</sup>	H(m)	I	WHI	비고
津 洞 1	2.40	998	11.34	$2.0 \times 10^{-4}$	2.26	
	0.039	998	11.49	$1.88 \times 10^{-4}$	2.16	
玄 風 1	0.037	999	2.24	$2.11 \times 10^{-4}$	0.47	
	0.036	999	2.06	$1.91 \times 10^{-4}$	0.39	
2	0.028	1000	0.954	$1.99 \times 10^{-4}$	0.19	
新 上	0.012	1000	0.95	$1.78 \times 10^{-4}$	0.17	

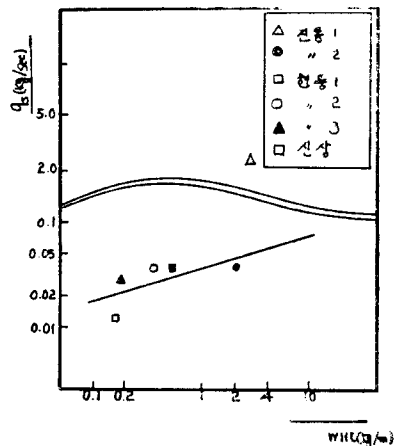


Fig. 4

相關圖는 Fig. 4과 같다. 그림에서 津洞地點을 除外하면 直線關係가 成立됨을 알 수 있다.

$$q_s = 0.037(WHI)^{0.117} \dots\dots\dots(10)$$

6-2-2 流量과 浮遊砂量의 相關

表-7을 利用하면 流量과 浮遊砂量의 相關圖는 Fig. 14와 같다. Fig. 5를 최소자승법으로 해석하면 다음과 같은 流量과 浮遊砂量의 關係式을 얻을 수 있다.

$$Q_s = 0.002Q^{1.726} \dots\dots\dots(11)$$

Q : 流量 m<sup>3</sup>/sec  
Q<sub>s</sub> : 浮遊砂量 kg/sec

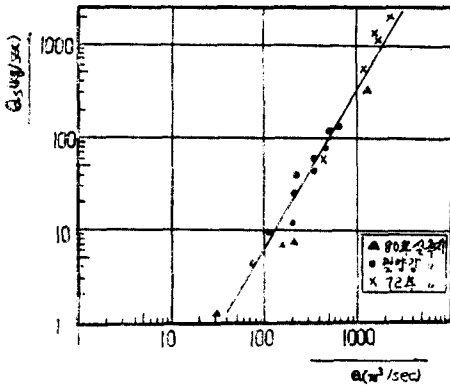


Fig. 5 流量과 浮遊砂量과의 關係

위 關係式의 相關係數 (r) = 0.98로 상당히 直선에 가까운 分布狀態로 示로된다.

6-2-3 計算値와 實測値의 比較

여기서는 H.A. Einstein<sup>9)</sup> 및 Lane-Kaliske<sup>10)</sup> 公式으로 계산하였다. 計算過程은 省略하고 計算結果만 示로키로 한다.

- 1) H.A. Einstein 公式에 의한 計算
- 2) Lane-Kalinske 公式에 의한 計算

兩公式에 의해 算定된 計算値와 實測値의 比較는 表 13과 같다.

<表 13> 計算値와 實測値浮遊砂量의 比較

地點	流量	實測値	Q <sub>s</sub> : kg/sec		비고
			H.A. Einstein	Lane-Kalinske	
津洞	1	1243.9	322.41	0.331	2.271
	2	92.4	4.91	.	3.18×10 <sup>-3</sup>
玄風	1	151.5	6.97	.	2.43×10 <sup>-3</sup>
	2	203	7.31	2.73×10 <sup>-5</sup>	0.032
	3	72.8	4.30	4.11×10 <sup>-6</sup>	1.98×10 <sup>-3</sup>
新上	29.5	1.15	.	1.26×10 <sup>-8</sup>	

表 -13에서 보는 바와같이 H.A. Einstein의 公式이나 Lane-Kalinske 公式으로 計算된 값은 實測値에 比하여 너무나 적은 값을 나타내고 있다.

6-3 掃流砂

6-3-1 各種公式에 의하여 計算한 값과 實測値比較 여러학자의 掃流砂量의 公式에 대한 計算値와 實測單位幅當流砂量의 比較는 表-14와 같다.

6-3-2 各測定地點의 總流砂量의 實測値와 計算値의 比較

各測定地點의 總流砂量의 實測値와 H.A. Einstein, Lane-Kalinske 公式의 計算値는 아래 表-15와 같다. 表-15로 이용하여 plot하여 보면 Fig. 6와 같다.

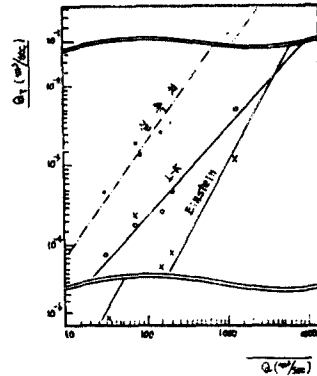


Fig. 6 流量과 總流砂量

<表 14>

各測定地點의 流砂量

Q<sub>T</sub> : m<sup>3</sup>/sec

地 點	Q(m <sup>3</sup> /sec)	Q <sub>T</sub> 實測總流砂量	Q <sub>T</sub> 公式의 計算値		비 고
			Einstein	L-Kalinske	
津洞	1	1243	1.23×10 <sup>-1</sup>	1.26×10 <sup>-3</sup>	5.18×10 <sup>-3</sup>
	2	92.4	1.87×10 <sup>-3</sup>	3.05×10 <sup>-7</sup>	2.20×10 <sup>-6</sup>
玄風	1	151.5	2.68×10 <sup>-3</sup>	5.72×10 <sup>-5</sup>	2.72×10 <sup>-4</sup>
	2	203	3.63×10 <sup>-3</sup>	8.21×10 <sup>-5</sup>	5.01×10 <sup>-4</sup>
	3	72.8	2.07×10 <sup>-3</sup>	2.48×10 <sup>-4</sup>	1.88×10 <sup>-4</sup>
新上	29.5	4.88×10 <sup>-4</sup>	9.69×10 <sup>-7</sup>	7.89×10 <sup>-5</sup>	

〈表 15〉

各種公式에 의한  $q_b$ 와 實測值의 比較

$q_b \times 10^{-8} (m^3/sec/m)$

地點	( $m^3/sec$ ) 流量	( $M$ ) 平均水深	實測值	算術平均 流量加重平均 水深加重平均	椿	佐藤	Brown	Lane- kalinské	修正 Einstein $d_{60}$	Meyer- Peter-M üller $d_{90}$	備 考
津洞 (1)	1243	11.34	0.0725	53.6	5.82	192.5	1.12	0.810	0.508	$d_{65}$	dm 을 使用
				11.6	4.53	249.0	15.99				"
				12.5	4.03	780.0	2.26				"
				14.1	3.14	297.0	3.08				"
津洞 (2)	92.44	3.62	0.0091	0.019	6.89	6.19	0.00173	0.0002	0.139	"	
				0.020	6.46	1.74	0.00173				
				0.027	5.86	6.06	0.00173				
				0.048	4.76	8.03	0.00173				
玄風 (1)	151.50	2.24	0.0219	0.472	6.98	5.51	0.0146	0.0301	0.034	"	
				0.417	6.46	5.90	0.0220				
				0.507	6.57	5.76	0.0275				
玄風 (2)	203	2.06	0.0114	0.228	6.98	6.88	0.0732	0.0401	0.182	"	
				1.110	0.791	10.1	0.309				
				1.080	0.827	10.4	0.281				
				1.140	0.764	10.3	0.351				
玄風 (3)	72.59	0.95	0.2790	0.025	75.6	0.0372	0.171	0.1601	0.086	"	
				0.036	84.2	0.0346	0.176				
				0.032	79.9	0.0358	0.162				
				0.022	71.3	0.0386	0.185				
新 上	29.54	0.95	0.0590	0.090	0.243	39.0	0.0173	0.0010	0.000	"	
				0.073	0.207	44.9	0.0157				
				0.065	0.195	44.7	0.0165				
				0.0460	0.061	0.187	45.6				0.0825

Fig. 15에서 實測資料의 分布狀態를 직선으로 보고  
최소자승법으로 關係式을 推定하면 아래와 같다.

$$Q_T = 2.797 \times 10^{-6} Q^{1.44} \dots \dots \dots (12)$$

$$Q_T : m^3/sec$$

$$Q : m^2/sec$$

상기 推定式의 相關係數( $r$ )는 0.97이다.

6-3-3 總流砂量과 浮遊砂量의 比較 實測한 總流  
砂量가운데 浮遊砂量의 含有率은 表-16과 같다.

6-3-4 掃流砂量과 浮遊砂量의 比較

1) 掃流砂量과  $U_*^2$

下流地點인 津洞과 中流地點의 玄風 그리고 上流地  
點인 新上에서 各掃流砂量을 實測한 바가 있으나 이의  
回數가 너무나 적어 完全한 解析은 不可能하다. 그러  
나 대체로 이들은 우리가 豫測한 바와같이 摩擦速度의  
增大에 따라 掃流砂量이 큰 값을 주고 있다. 그러나  
이들은 河川의 上, 中, 下流 모두 同一直線에 오는 것

〈表 16〉 總流砂量과 浮遊砂量

流 量 (m <sup>3</sup> /sec)	浮遊流砂量 (kg/sec)	總流砂量 (kg/sec)	總流砂量에 대한 浮遊砂量比(%)	비 고
1243.9	323.41	323.68	99.9	
92.4	4.91	4.94	99.4	
151.5	6.97	7.08	98.4	
203.0	7.31	9.63	75.9	
72.8	4.30	5.48	78.5	
29.5	1.15	1.30	88.5	
平均			90.1	

은 아니나 그 경향은 同一傾斜를 갖고 있어 앞으로 보  
다 많은 實測에 의하여 河川全體의인  $q_b \sim U_{*c}^2$ 의 關係  
를 얻을 수 있을 것 같다. 表-17 參照.

〈表 17〉  $q_b \sim U_{*c}^2$

地 點	$q_b \times 10^{-8}$ (m <sup>3</sup> /sec/m)	$U_{*c}^2$ (cm <sup>2</sup> /sec <sup>2</sup> )	備 考
津 洞 1	24.1	14.91	
2	2.1	8.17	
玄 風 1	11.4	6.81	
2	276.6	6.21	
3	17.2	4.29	
新 上	46.0	4.07	

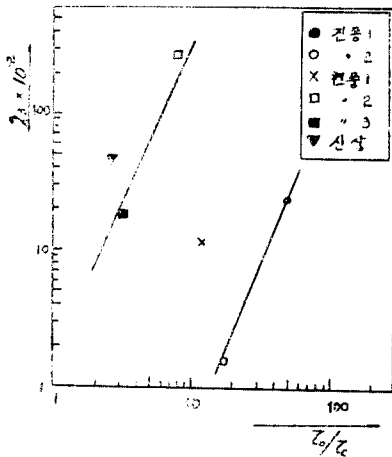


Fig. 7  $q_b \sim U_{*c}^2$

2) 掃流砂量과  $\tau_0/\tau_c$ 의 相關

同一한 摩擦速度에 있어서 下流보다는 上流로 갈수  
록 큰 掃流砂量을 나타내고 있다. 위의 各地點의 掃流  
砂量과 掃流力과 限界掃流力과의 比의 相關性은 表 18  
을 plot한과 Fig. 8과 같다. 이들 역시 前記한 바와같  
이 各地點에서의 相關傾斜가 대체로 同一한 것 같으며  
이 역시 同一한  $\tau_0/\tau_c$ 에 대하여 上流로 갈수록 掃流砂

〈表 18〉  $q_b \tau_0/\tau_c$

地 點	$q_b \times 10^{-8}$ (m <sup>3</sup> /sec/m)	$\tau_0$ (g/ cm <sup>2</sup> )	$\tau_c$ (g/cm <sup>2</sup> )	$\tau_0/\tau_c$
津 洞 1	24.1	0.2268	$4.67 \times 10^{-3}$	48.57
2	2.1	0.0681	$3.94 \times 10^{-3}$	17.28
玄 風 1	11.4	0.0470	$4.26 \times 10^{-3}$	11.03
2	276.0	0.0390	$4.91 \times 10^{-3}$	7.94
3	17.2	0.0190	$5.56 \times 10^{-3}$	3.42
新 上	46.0	0.0170	$6.56 \times 10^{-3}$	2.59

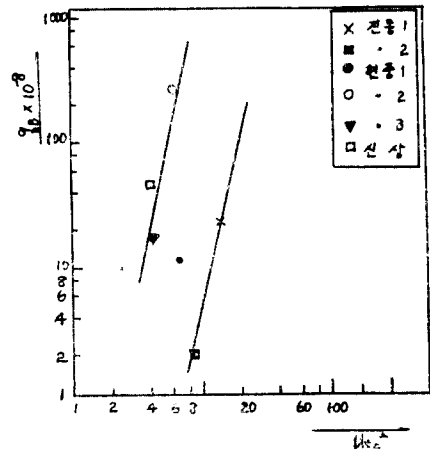


Fig. 8  $q_b \sim \tau_0/\tau_c$

는 增加하고 있다. 여기서  $\tau_0$ 는 實測한 값이며,  $\tau_c$ 는  
實驗室에서 구한 實驗式과 實際河川에서 구해진 實驗  
式에서 各各 구한 값의 平均値이다.

7. 結 論

1) 河川에서의 實際限界掃流力을 求한 結果는 모든  
粒徑에 대하여 直線으로 볼 때보다 中間에 折點을 두  
어 二個의 直線式으로 分離할 때가 誤差가 적으며 이  
때의 代表粒徑으로는  $d_{65}$ 을 사용하는 것이 보다 誤差  
가 적으며 그 값은 1.26(%)이다.

$$d_{65} \geq 0.075 \text{cm } U_{*c}^2 = \tau_c/\rho = 86.636 d_{65}^{0.7395} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

$$d_{65} < 0.075 \text{cm } U_{*c}^2 = \tau_c/\rho = 97.88 d_{65}^{0.3411} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

2) 實驗室에서 일어난 代表粒徑과 限界掃流力의 相  
關式은 다음과 같다.

$$dm; U_{*c}^2 = 34.83 dm^{0.766} (\text{cm}^2/\text{sec}^2)$$

3) 河川에서 直接구한 混合砂의 限界掃流力과 實驗  
室에서 구한 混合砂의 限界掃流力은 서로 相異하다. 式  
(8) 및 (9)과 가장 가까운 값을 주는 것은 各各 Krey  
式과 岩垣式이다.

4) 洛東江의 限界掃流力은 式(8)과 式(9)의 값을 平

均한 값을 적용하는 것이 바람직하다.

5) 浮遊砂量은 WHI와 相關關係가 있으며 WHI는 流量과도 相關이 있음을 쉽게 알 수 있다. 따라서 流量과 浮遊砂量의 相關式은 다음과 같다.

$$Q_s = 0.002Q^{1.726}$$

$$Q_s : \text{kg/sec}$$

$$Q : \text{m}^3/\text{sec}$$

이는 Straub<sup>15)</sup>가 Missouri江에서 보고한 自乘에 近接한 값이다.

6) 實測掃流砂量에 가장 가까운 값을 주는 公式은 L-Kalinske公式이다. 代表粒徑으로서는 dem값이 적당하며 實測值로서는 水深加重量值로 求한 것이 良好하다.

이것은 水混이 掃流力의 函數이고 掃流砂量은 掃流力에 따른 것에서 나온 것으로 생각된다.

7) 總流砂量과 流量과의 相關關係式은 다음과 같다.

$$Q_T = 2.797 \times 10^{-6} Q^{1.44}$$

$$Q_T : \text{m}^3/\text{sec}$$

$$Q : \text{m}^3/\text{sec}$$

낙동강에서 實測時의 流量은 1000m<sup>3</sup>/sec미만의 範圍에서 실시되었으며 南宣祐<sup>16)</sup>가 分析한 漢江廣壯橋의 Q-Q<sub>T</sub> 相關圖와 比較하면 적은 값을 주고 있다.

8) 충출사량에 대하여 洛東江의 浮遊砂量은 약 90%를 차지하고 있으며 이는 T.E. Steven의 研究結果와 Snowy Mountain 流域의 河川에서의 報告<sup>17)</sup>와 一致된다.

9) 流量算定은 河床斷面의 變動이 너무나 甚하여 津洞 玄風地點의 現水位流量曲線은 使用할 수 없으므로 적어도 年數回의 보정이 必要할 것 같다.

### 參 考 文 獻

1. 池光夏: 流砂試料의 採取와 流砂量計算方法, 農業土木學會誌, 제 9권 1호 p. 37.
2. 石原藤次郎, 本間仁: 應用水理學中 I, 丸善株式會社 p. 11 (1968).
3. 金熙鍾: 洛東江津洞地點 流量 및 浮遊砂量에 대한

考察, 東亞工大誌 7號 pp. 74~79 (1972).

4. 安世永: 閔丙亨: 流砂量算定에 관한 研究. 韓國農工學會誌, Vol. 22-4, pp. 96~107 (1980.12).
5. 岩坦雄一, 限界掃流力에 關する 基礎的研究, 土木學會論文集 第41號(昭 31.12) pp. 1~20.
6. 岩坦雄一, 限界掃流力에 關する 基礎的研究, 土木學會論文集 第41號 pp. 15~16.
7. 栗原道德, 椿京一郎: 限界掃流力에 就して(昭 23年 3月).
8. 境隆雄: 河床砂礫에 對する 限界掃流力에 就て, 日本土木學會報文, 第30卷 1944, pp. 1~8.
9. H.A. Einstein; The bed-load Function for Sediment Trans. in open Channel Flow, U.S. Dept of Agriculture, soil Conservation Service, Tech. Bull. No. 1026 (1950).
10. E.W. Lane, A.A. Kalinske: The Relation of Suspended to Bed Material in Rivers, Trans. Amer. Geophys. Union. pp. 637, 1930.
11. 椿東一郎, 水路床砂礫의 掃流量에 就して九川大流體力學, 研究所報告, 第 7 권 4호 pp. 25~38(1951)
12. 佐藤, 吉川, 芦田: 河床砂礫의 掃流運搬에 關する 研究, 土木研究所報告, 第98호 1947.
13. 石原藤次郎, 本間仁: 應用水理學中 I, 丸善株式會社 pp. 27~31.
14. Meyer-peter, E, and R. Müller; Formulas for bed-load trans proc of the 2nd Congress of the Internation Association for Hydraulic Research, Stockholm, Sweden 1948.
15. L.G. Straub; United States War Department, 73rd Congress. House Document No. 238. Missouri River U.S Government print (1935).
16. 南宣祐, 河川의 流砂量과 河床變動에 관한 研究, 韓國水文學會誌, Vol. 1 pp. 47~58 (1978).
17. Snowy Mountains Hydro-electric Authority Cooma. North, N.S.W "Sediment Sampling in Snowy Mountain Area" April 1961.