

메콩江 델타地域의 水路에 대한 潮汐의 影響의 가능성에 관한 考察

Possibilities of Tidal Effect in Canals at the Mekong Delta Area

金 學 榮
Hak Yung Kim

I. 概 說

1. 目 的

越南의 델타地域에 있는 水路設計에 간단히 適用할 수 있는 有用한 知識과 技術에 關하여 記述하려고 한다. 여기 水路는 南支那海와 隣接하고 있어서 彎曲된 水路內로 海水가 侵入한다.

水路의 水深은 干滿에 의하여 하루에 2~4回 變한다. 水路의 바닥과 側壁은 逆流하는 海水와 風波에 의하여 오랜 歲月 동안에 浸蝕되어 있다. 本文에서는 上流로부터 流下하는 淡水에 關하여 고려하지 않는다.

水路바닥과 側壁은 非粘着性이고 均質인 纖細한 土壤으로 構成되어 있다.

水路의 安定을 위한 許容流速, 水路의 限界傾斜, 有效 流水斷面積, 流砂, 水理條件에 適合한 水路設計 등 水理學的인 檢討를 하였다. 安定된 水路에서는 土砂의 堆積이나 流水에 의한 水路바닥이나 側壁의 洗掘이 있어서는 아니된다.

그러므로 設計流速은 地形的으로 可能하다면 最大許容流速보다 약간 작게 취하고 流路의 기울기도 土砂에 대한 許容掃流力에 의하여 정해지는 限界傾斜보다 작어야 한다. 그리고 水路로 流入하는 土砂는 全部 流送되어서 堆積하지 않도록 새 水路를 設計해야 한다.

2. 계산에 필요한 自然條件

가. 河口에서의 最大潮差

大潮時 3.0 m, 水深 5.0 m

小潮時 1.5 m, 水深 3.5 m

나. 水路기울기 : 1 : 20,000

- 다. 水路나비 : 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 50 m
- 라. 水路壁의 기울기 : 1 : 1.5
- 마. 水路의 土壤 : 非粘着性인 纖細한 모래, 粒徑 0.7~1.0 mm
- 바. 土砂의 安息角 : $\theta=41^\circ$ (Simons 와 Albertson 非粘着性인 모래에 관한 文獻參照)
- 사. 水路內의 水温 : 20°C
- 아. 粗度(河床의 波狀係數)
 $K=2a=4 \times 10^{-2}$

II. 水理計算

1. 斷面積

$$A=(B+Sh)h=Bh+Sh^2 \dots\dots\dots(1)$$

2. 潤 邊

$$P=B+2rh \dots\dots\dots(2)$$

3. 徑 深

$$R=A/P=Bh+Sh^2/B+2rh \dots\dots\dots(3)$$

여기서

A : 水路斷面積 (m^2)

B : 水路底幅 (m)

S : 水路側面傾斜 1 : 1.5

r : 側面傾斜의 比 1.8~1 : 1.5

h : 水深 (m)

P : 潤邊 (m)

R : 徑深 (m)

各 水深, h에 대한 斷面積 A, 潤邊 P, 徑深 R, 水路나비 B의 計算値는 표 1, 2 및 그림 1과 같다.

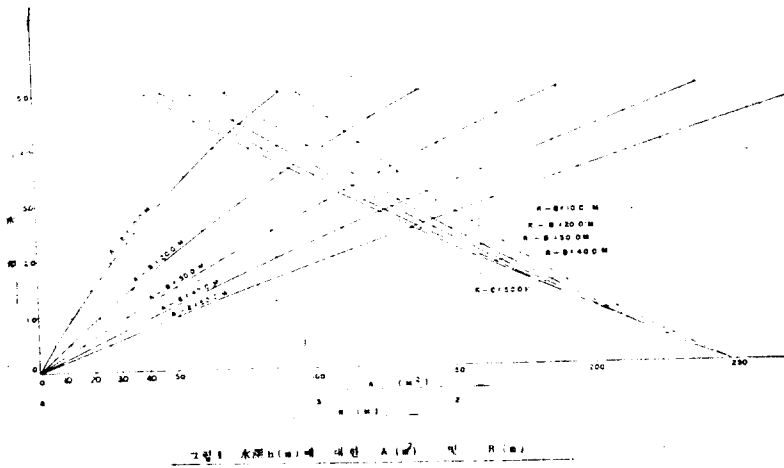
표 1. 各 水深에 대한 A, P, R (I)

h(m)	h ²	sh ²	2rh	B=10 m				B=20 m			Rm
				Bh	Pm	Am ²	Rm	Bh	Pm	Am ²	
0	0	0	0	0	10	0	0	0	20	0	0
0.5	0.25	0.375	1.8	5	11.8	5.375	0.455	10	21.8	10.375	0.475

1.0	1	1.5	3.6	10	13.6	11.5	0.845	20	23.6	21.5	0.911
1.5	2.25	3.38	5.4	15	15.4	18.38	1.20	30	25.4	33.38	1.31
2.0	4	6	7.2	20	17.2	26	1.51	40	27.2	46	1.69
2.5	6.25	9.37	9	25	19.0	34.37	1.8	50	29.0	59.37	2.04
3.0	9	13.5	10.4	30	20.4	43.5	2.14	60	30.4	73.5	2.42
3.5	12.25	18.4	12.6	35	22.6	53.4	2.36	70	32.6	88.4	2.72
4.0	16	24	14.4	40	24.4	64	2.62	80	34.4	104	3.02
4.5	20.25	30.4	16.2	45	26.2	75.4	2.88	90	36.2	120.4	3.34
5.0	25	37.5	18	50	28.0	87.5	3.12	100	38.0	137.5	3.62

(II)

h	B=30 m				B=40 m				B=50 m			Rm
	Bh	Pm	Am ²	Rm	Bh	Pm	Am ²	Rm	Bh	Pm	Am ²	
0	0	30	0	0	0	40	0	0	0	50	0	0
0.5	15	31.8	15.375	0.483	20	41.8	20.375	0.486	25	51.8	25.375	0.488
1.0	30	33.6	31.5	0.94	40	43.6	41.5	0.951	50	53.6	51.5	0.96
1.5	45	35.4	48.38	1.36	60	45.4	63.38	1.39	75	55.4	78.38	1.41
2.0	60	37.2	66	1.77	80	47.2	86	1.82	100	57.2	106	1.86
2.5	75	39	84.37	2.16	100	49	109.37	2.24	125	59	134.37	2.28
3.0	90	40.4	103.5	2.56	120	50.4	133.5	2.65	150	60.4	163.5	2.70
3.5	105	42.6	123.4	2.90	140	52.6	158.4	3.01	175	62.6	193.4	3.08
4.0	120	44.4	144	3.25	160	54.4	184	3.39	200	64.4	224	3.48
4.5	135	46.2	165.4	3.58	180	56.2	210.4	3.74	225	66.2	255.4	3.87
5.0	150	48	187.5	3.9	200	58	237.5	4.1	250	68.0	287.5	4.22



4. 粘性底層(境界層)의 두께(Einstein 에 의한 흐름의分離點에 관한 文獻參照)

水理的으로 圓滑함 $a \ll d$ (또는 $a < 1/3 d$)

水理的으로 거칠음 $a \gg d$ (또는 $a > 3 d$)

델타地域의 水路에서

$$d = 11.6 j / U_*$$

$$U_* = (gh)^{0.5}$$

여기서

d : 粘性底層의 두께

j : 動粘性係數 1.0×10^{-6} (水温 20°C)

g : 重力加速度

h : 水深(m)

I : 水路傾斜 $1 : 20,000 = 0.5 \times 10^{-4}$

U_* : 剪斷速度(m/sec)

가. 剪斷速度

$$U_* = (ghI)^{0.5} = (9.81 \times 0.5 \times 10^{-4} \times h)^{1/2} \\ = 2.19 \times 10^{-2} h^{1/2} \dots \dots \dots (4)$$

$$= 11.6 \times 10^{-4} / 2.19 \times 10^{-2} h^{1/2} = 5.3 \\ \times 10^{-4} \times h^{1/2} \dots \dots \dots (5)$$

나. 粘性底層의 두께

$$d = 11.6j / U_*$$

(4)와 (5)식을 써서 각水深에 대한 粘性底層의 두께 (d)와 剪斷速度 (U_*)를 계산한 값이 표 2와 그림 2에 주어져 있다.

표 2. 각수심에 대한 d와 U_*

h (m)	$h^{1/2}$ (m)	U_* (MPS) $\times 10^{-4}$	d (m) $\times 10^{-4}$	$1/3d$ (m) $\times 10^{-4}$	$3d$ (m) $\times 10^{-4}$	備 考
0	0					$a > 3d$
0.5	0.7	1.53	7.6	2.5	22.8	그러므로 이 흐름은 水理的으로 거칠음
1.0	1.0	2.19	5.3	1.7	15.9	
1.5	1.22	2.67	4.35	1.4	13.05	$a = k/2 \\ = 4 \times 10^{-2} / 2 \\ = 200 \times 10^{-4}$
2.0	1.414	3.1	3.74	1.24	11.22	
2.5	1.58	3.46	3.35	1.12	10.05	
3.0	1.73	3.86	3.01	1.00	9.03	
3.5	1.87	4.10	2.83	0.74	8.49	
4.0	2.0	4.36	2.66	0.7	7.98	
4.5	2.12	4.65	2.50	0.8	7.5	
5.0	2.24	4.90	2.37	0.76	7.11	

표에서

$$a : \text{粗度로서 } a = K/2 = \frac{4 \times 10^{-2}}{2} \\ = 2 \times 10^{-2} = 200 \times 10^{-4}$$

또는

$$V = C(IR)^{1/2} \\ C = 18 \log 12R/K \text{ (Chezy의 係數)} \dots \dots \dots (7) \\ C = f(R/d, R/K)$$

5. 流速 (Chezy의 公式)

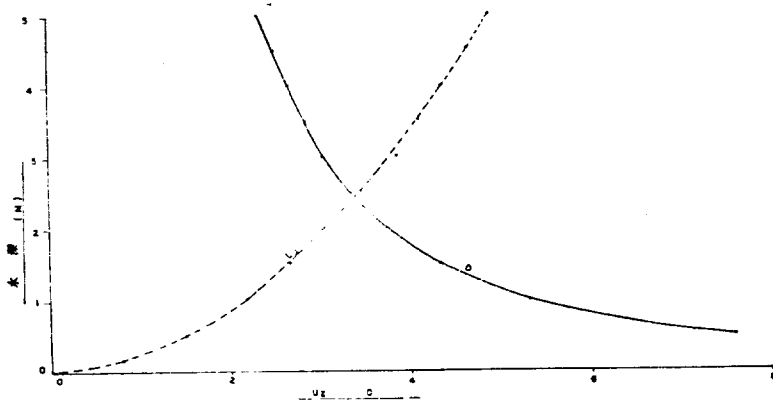


그림 2 각 수심별 U_* 및 d

각水深別 流速을 (6), (7)을 써서 계산하였다. 식중의 各值에 대한 C의 값의 표로부터 C의 값을 구하였 다. Chezy의 係數 C는 R/d 와 R/K 의 係數이다. P/d R/K 다. 流速과 C의 값이 표 3과 그림 3에 주어져 있다.

水深 h(m)	B=10.0 m							B=20.0 m						
	R (m)	R/K	R/d	1R	$\frac{1}{2}$ (1R)	C	V_{MPS}	R (m)	R/K	R/d	1R	$\frac{1}{2}$ (1R)	C	V_{MPS}
0	0	0	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-2}$	0	0	0	0	0	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-2}$	0	
0.5	0.455	11.4	0.6	0.227	0.476	36	0.171	0.475	11.8	0.625	0.237	0.487	37	0.178
1.0	0.845	21.1	1.6	0.423	0.65	43	0.28	0.911	22.8	1.72	0.456	0.675	43	0.29
1.5	1.20	30	2.76	0.60	0.775	45	0.348	1.31	32.8	3.01	0.65	0.805	45	0.362
2.0	1.51	37.8	4.03	0.75	0.868	47	0.406	1.69	42.3	4.51	0.84	0.914	47	0.429
2.5	1.80	45	5.37	0.9	0.95	49	0.465	2.04	51.0	6.08	1.02	1.01	49	0.495
3.0	2.14	53.5	7.10	1.07	1.03	50	0.515	2.42	60.5	8.05	1.21	1.10	50	0.55
3.5	2.36	59	8.35	1.18	1.09	51	0.555	2.72	68.0	9.62	1.36	1.17	51	0.595
4.0	2.62	65.5	9.85	1.31	1.14	51.5	0.592	3.02	75.5	11.3	1.51	1.23	51.5	0.633
4.5	2.88	72.0	11.5	1.44	1.20	52	0.625	3.34	83.5	13.4	1.67	1.29	52	0.67
5.0	3.12	78.0	13.2	1.56	1.25	52.5	0.655	3.62	90.5	15.3	1.81	1.35	52.5	0.71

주 : $K=4 \times 10^{-2}$ $I=0.5 \times 10^{-4}$

(II)

水深 h (m)	B=30.0m							B=40.0m						
	R (m)	R/K	R/d	1R	$\frac{1}{2}$ (1R)	C	V_{MPS}	R (m)	R/K	R/d	1R	$\frac{1}{2}$ (1R)	C	V_{MPS}
0	0	0	$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-2}$	0	0	0		$\times 10^{-3}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-2}$	0	
0.5	0.483	12.1	0.636	0.241	0.49	37	0.18	0.486	12.2	0.64	0.243	0.494	38	0.187
1.0	0.94	23.5	1.77	0.47	0.686	43	0.30	0.951	23.8	1.8	0.475	0.69	44	0.304
1.5	1.36	34.0	3.13	0.68	0.825	46.5	0.388	1.39	34.8	3.2	0.69	0.83	47	0.39
2.0	1.77	44.3	4.73	0.88	0.94	49.2	0.463	1.82	45.5	4.86	0.91	0.955	49.2	0.469
2.5	2.16	54.0	6.45	1.08	1.04	51	0.52	2.24	56.0	6.70	1.12	1.06	51	0.54
3.0	2.56	64.0	8.50	1.28	1.13	52	0.587	2.65	66.4	8.81	1.32	1.15	52	0.597
3.5	2.90	72.5	10.25	1.45	1.20	53	0.635	3.01	75.4	10.65	1.50	1.225	53	0.65
4.0	3.25	81.5	12.2	1.62	1.27	53.8	0.682	3.39	85	12.7	1.69	1.30	54	0.701
4.5	3.58	89.5	14.3	1.79	1.34	54.5	0.73	3.74	93.5	14.9	1.87	1.37	55	0.755
5.0	3.90	99.5	16.5	1.95	1.40	55	0.77	4.10	102.5	17.3	2.05	1.43	56	0.80

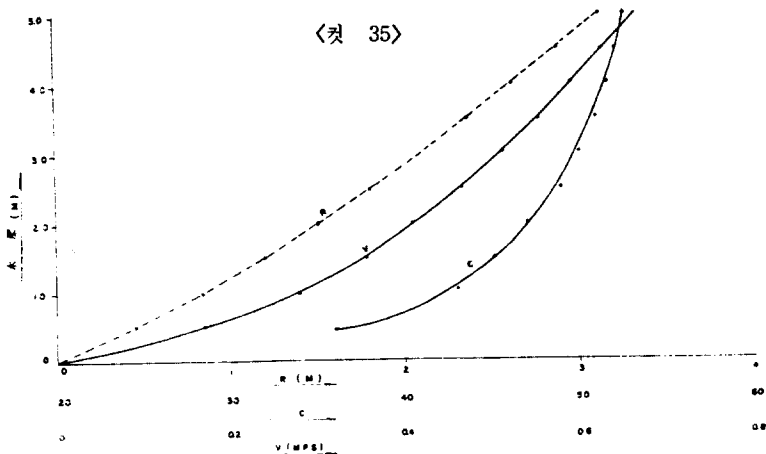


표 3-1 水深別 R, C, V의 값 B=10.0 m

〈컷 37〉

그림 3~3 水深別 R, C, V의 값

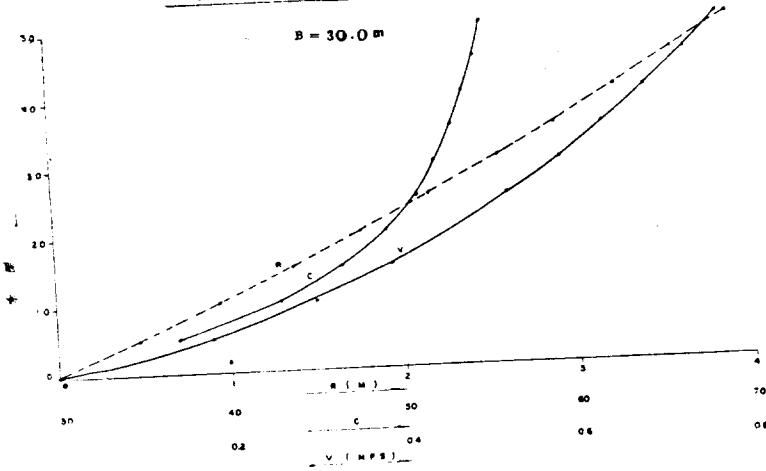


그림 3~3 水深別 R, C, V의 값 B = 30.0 m

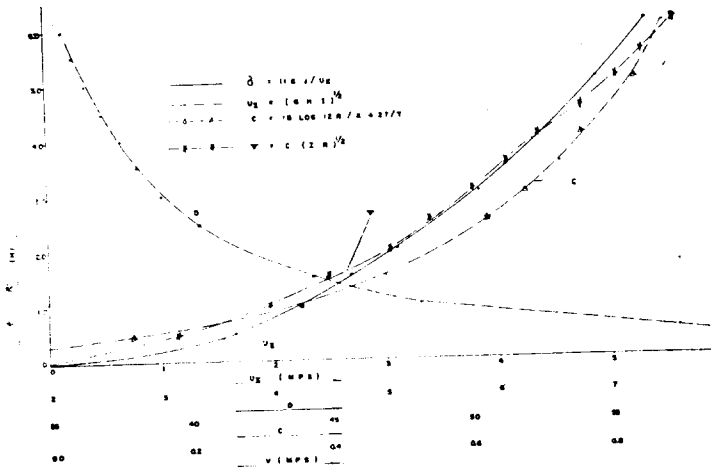


그림 3~5 水深別 delta, U1, C, U2의 값 B = 50.0 m

6. 河口로부터 각각 5km 地點에서의 最大流速

Chezy의 公式을 써서 流速을 計算하였으며 自然的인 河川傾斜는 1 : 20,000이고 上流로부터의 流出量은 고려하지 않았다. 河口로부터 各 5km 地點에서의 流速을 다음 式에 立脚해서 計算하고 그 값이 표 4와 그림 4에 주어졌다.

$$h' = h - I_h = 5.0 \text{ (또는 } 3.5\text{m)}$$

$$= 0.5 \times 10^{-4} \times 5 \times 1,000 \times n$$

$$= 5 \text{ (또는 } 3.5) - 0.25n \dots (8)$$

III. 水路의 安定性

이 水路는 잔 모래와 粘着力이 없는 흙으로 構成되었다. 一般으로 바닥의 흙은 粘着力이 없으며 兩岸의 흙은 弱한 粘着力을 가지고 있다. 侵入하는 海水量을 計算하기 위하여 水路의 크기 즉 나비 B, 깊이 H, 傾斜 I를 計算하는 設計公式을 誘導하였다.

1. 側面비탈의 影響

흐름方向의 掃流力과 重力을 土粒에 作用하는 두 힘이라고 假定하면 側面方向과 水平方向의 限界掃流力의 比는 側面の 比탈角과 安息角의 函數로서 주어진다. 즉

〈표-4〉

各 5km 地點에서의 最大流速 (m/sec)

n	河口로부터의 L km	hm	Spring Tide (大潮)					hm	Neap Tide (小潮)				
			B=10m	20m	30m	40m	50m		B=10m	20m	30m	40m	50m
0	0	5.0	0.656	0.71	0.77	0.80	0.812	3.5	0.555	0.595	0.635	0.65	0.658
1	5	4.75	0.630	0.69	0.75	0.78	0.782	3.25	0.53	0.57	0.605	0.62	0.624
2	10	4.5	0.625	0.67	0.73	0.755	0.765	3.0	0.515	0.55	0.587	0.597	0.603
3	15	4.25	0.65	0.61	0.65	0.72	0.72	0.73	0.485	0.485	0.555	0.56	0.568
4	20	4.0	0.592	0.63	0.682	0.701	0.714	2.50	0.465	0.495	0.52	0.54	0.545
5	25	3.75	0.57	0.61	0.66	0.67	0.68	2.25	0.436	0.47	0.49	0.50	0.52
6	30	3.50	0.555	0.595	0.635	0.65	0.658	2.0	0.406	0.429	0.463	0.469	0.485
7	35	3.25	0.53	0.57	0.605	0.62	0.624	1.75	0.38	0.40	0.42	0.43	0.446
8	40	3.0	0.515	0.55	0.587	0.597	0.603	1.50	0.348	0.362	0.388	0.39	0.40

9	45	2.75	0.485	0.52	0.555	0.56	0.568	1.25	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36
10	50	2.5	0.465	0.495	0.52	0.54	0.55	1.0	0.28	0.29	0.30	0.304	0.308
11	55	2.25	0.436	0.47	0.49	0.50	0.52	0.75	0.23	0.23	0.24	0.24	0.247
12	60	2.0	0.406	0.429	0.463	0.469	0.485	0.50	0.171	0.178	0.18	0.187	0.182
13	65	1.75	0.38	0.40	0.42	0.43	0.446	0.25		0.10	0.11	0.12	0.13
14	70	1.05	0.348	0.362	0.388	0.39	0.40	0	0	0	0	0	0
15	75	1.25	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36						
16	80	1.0	0.28	0.29	0.30	0.304	0.308						
17	85	0.75	0.23	0.23	0.24	0.24	0.247						
18	90	0.5	0.171	0.178	0.18	0.182	0.182						
19	95	0.25	0.10	0.10	0.11	0.112	0.130						

$$K = \frac{T_{cr \text{ side}}}{T_{cr \text{ level}}} = \cos$$

$$\phi \left(1 - \frac{\tan^2 \phi}{\tan^2 \theta} \right)^{1/2}$$

(1955년에 Lane에 의하여 非粘着性인 土砂에 대하여 주어짐) 여기서

T_{cr} : 限界掃流力

θ : 水平과 만드는 土砂의 安息角

φ : 水平과 만드는 側面의 傾斜角

이 水路는 側面傾斜 1:1.5 平均粒徑 0.7~1.0mm (細砂), 安息角 41° 등의 自然角件을 가진다. 그러므로 다음과 같은 값을 취한다.

側面비탈 : 1:1.5

安息角 : 41°

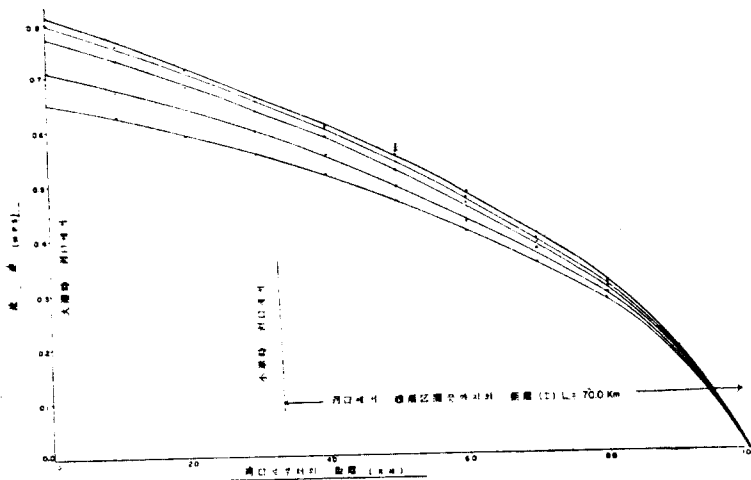


圖 4 河口로부터의 距離에 의한 水深分布

<丑-5>

水路의 限界傾斜 (限界掃流力)

h(m)	B=10m			B=20m			B=30m			B=40m			B=50m		
	RD	0.89 RD	S ₁₀ × 10 ⁻³	RD	0.97 RD	S ₂₀ × 10 ⁻³	RD	0.89 RD	S ₃₀ × 10 ⁻³	RD	0.99 RD	S ₄₀ × 10 ⁻³	RD	1.0 RD	S ₅₀ × 10 ⁻³
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.227	0.202	3.31	0.237	0.225	2.98	0.241	0.236	2.84	0.243	0.241	2.78	2.44	2.44	2.75
1.0	0.845	0.751	0.89	0.911	0.88	0.76	0.94	0.92	0.73	0.951	0.94	0.71	0.96	0.96	0.70
1.5	1.8	1.6	0.42	1.96	1.90	0.35	2.04	2.0	0.33	2.09	2.07	0.32	2.12	2.12	0.315
2.0	3.02	2.68	0.25	3.38	3.28	0.204	3.54	3.47	0.192	3.64	3.6	0.186	3.72	3.72	0.18
2.5	4.5	4.0	0.167	5.1	4.95	0.135	5.4	5.3	0.126	5.6	5.55	0.12	5.7	5.7	0.112
3.0	6.42	5.7	0.117	7.26	7.05	0.095	7.68	7.53	0.089	7.95	7.85	0.085	8.1	8.1	0.083
3.5	7.9	7.03	0.095	9.51	9.22	0.073	10.1	9.8	0.068	10.5	10.4	0.064	10.8	10.8	0.062
4.0	10.48	9.30	0.072	12.08	11.7	0.057	13.0	12.7	0.053	13.56	13.4	0.05	13.92	13.92	0.048
4.5	12.9	11.5	0.058	15.1	14.6	0.046	16.1	15.8	0.042	16.8	16.6	0.04	17.4	17.4	0.038
5.0	15.6	13.9	0.048	18.1	17.6	0.038	19.5	19.1	0.035	20.5	20.3	0.033	21.1	21.1	0.032

粒徑 : $0.7 \times 1.25 = 0.876 \approx 0.9 \text{mm}$ (實粒徑보다 25% 크게 취함)

2. 水路바닥과 側面上的의 掃流力

相對剪斷力 : $R.D. = f(B/h, \text{側面비탈 } 1:n)$

限界掃流力 : $T_{cr} = f(\text{粒徑 } d)$

水路의 限界비탈 : $S = T_{cr}/R.D. \dots\dots\dots(9)$

가. 水路바닥의 移動物質에 의한 限界條件.

$B = 10.0 \text{m}$

$B/h = 10/5 = 2$

相對剪斷力 : $0.89 R.D. \text{ ton/m}^2$

바닥의 限界掃流力 (그림 5) ··

$T_{cr} = 0.67 \times 10^{-3} \text{ ton/m}^2$

그러므로 水路의 限界傾斜는

$S_{10} = T_{cr}/0.89RD$

$= 0.67/0.89 \times 10^3 RD$

$B = 20.0 \text{m}$

$B/h = 4$

相對剪斷力 : $0.97 RD \text{ ton/m}^2$

$T_{cr} = 0.67 \times 10^{-3} \text{ ton/m}^2$

$S_{20} = T_{cr}/0.97RD$

$= 0.67/0.97 \times 10^3 RD$

$B = 30.0 \text{m}$

$B/h = 6$

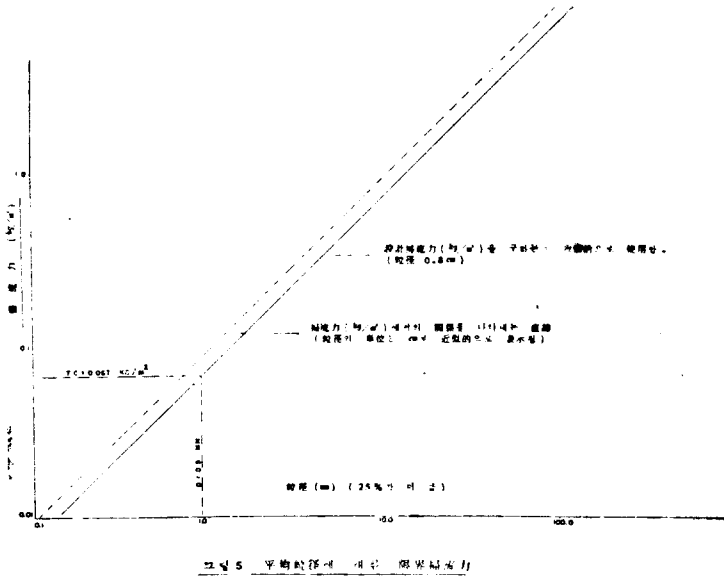
相對剪斷力 : $0.89 RD \text{ ton/m}^2$

$T_{cr} = 0.67 \times 10^{-3} \text{ ton/m}^2$

$S_{30} = T_{cr}/0.89RD$

$= 0.67/0.89 \times 10^3 RD$

$B = 40.0 \text{m}$



<丑-6>

水路의 限界비탈 (許用限界掃流力)

h(m)	B=10m			B=20m			B=30m			B=40m			B=50m		
	RD	0.73 RD	$S_{10} \times 10^{-3}$	RD	0.75 RD	$S_{20} \times 10^{-3}$	RD	0.75 RD	$S_{30} \times 10^{-3}$	RD	0.75 RD	$S_{40} \times 10^{-3}$	RD	0.75 RD	$S_{50} \times 10^{-3}$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.227	0.165	2.91	0.237	0.178	2.7	0.241	0.181	2.65	0.243	0.184	2.6	0.244	0.186	2.58
1.0	0.845	0.615	0.78	0.911	0.68	0.705	0.94	0.70	0.685	0.951	0.71	0.675	0.96	0.72	0.666
1.5	1.8	1.31	0.366	1.96	1.47	0.329	2.04	1.53	0.314	2.09	1.57	0.305	2.12	1.59	0.302
2.0	3.02	2.2	0.248	3.38	2.54	0.216	3.54	2.65	0.208	3.64	2.73	0.201	3.72	2.79	0.197
2.5	4.5	3.28	0.168	5.1	3.82	0.144	5.4	4.05	0.135	5.6	4.2	0.131	5.7	4.27	0.129
3.0	6.42	4.7	0.118	7.26	5.45	0.101	7.68	5.76	0.0955	7.95	5.95	0.0925	8.1	6.07	0.0905
3.5	7.9	5.76	0.06	9.51	7.15	0.077	10.1	7.6	0.0725	10.5	7.9	0.0695	10.8	8.9	0.068
4.0	10.48	7.7	0.0725	12.08	7.1	0.0605	13.0	9.75	0.0565	13.56	10.2	0.053	13.92	10.4	0.053
4.5	12.9	9.4	0.0585	15.1	11.3	0.0486	16.1	12.1	0.0455	16.8	12.6	0.0435	17.4	13.0	0.0426
5.0	15.6	11.4	0.0481	18.1	13.6	0.0405	19.5	4.61	0.0376	20.5	15.4	0.0356	21.1	15.8	0.0348

주 : 물질의 영향을 고려한 安全係數 (S · F)

水深 : 0-1.5m S.F=30%

水深 : 2-5m S.F=50%

B/h=8
 相對剪斷力 : 0.99RD ton/m²
 Tcr=0.67×10⁻³ ton/m²
 S₀=Tcr/0.99RD=0.67/0.99×10³ RD

B=50.0m
 B/h=10
 相對剪斷力 : 1.0RD ton/m²
 Tcr=0.67×10⁻³ ton/m²
 S₀=Tcr/1.0RD=0.67/1.0×10³ RD
 나. 水路岸上의 移動物質에 의한 限界條件
 安全한 安息角 θ=41°
 S.F.=50% (물결을 고려함)

B	B/h	ton/m ²	K	Tcrs
10	2	0.73	0.45	K. Tcr1=0.55×0.67
20	4	0.75	"	×1.5×10 ⁻³
30	6	0.75	"	=0.553×10 ⁻³ ton/m ²
40	8	0.75	"	
50	10	0.75	"	

그러므로
 K. Tcr1=0.55×0.67×1.3×10⁻³.....30%
 K. Tcr1=0.55×0.67×1.5×10⁻³.....50%
 다. 安定水路의 條件
 水路가 安定하려면 土砂堆積이 없어야 하고 바닥이
 나 兩岸이 洗掘되어서는 안되며 水路기울기는 許容掃流

〈丑 7〉 水路의 安定性檢討

h(m)	B=10m			B=20m			B=30m			B=40m			B=50m		
	S	S'	R	R	S'	R	S	S'	R	S	S'	R	S	S'	R
0	0	0		0	0		0	0		0	0		0	0	
0.5	3.31	2.91	0	2.98	2.7	0	2.84	2.65	0	2.78	2.6	0	2.75	2.58	0
1.0	0.89	0.78	0	0.76	0.70	0	0.73	0.685	0	0.71	0.675	0	0.70	0.666	0
1.5	0.42	0.366	0	0.35	0.329	0	0.33	0.314	0	0.32	0.305	0	0.315	0.302	0
2.0	0.25	0.248	0	0.204	0.216	×	0.192	0.208	×	0.186	0.201	×	0.18	0.197	×
2.5	0.167	0.168	×	0.135	0.144	×	0.126	0.135	×	0.12	0.131	×	0.117	0.129	×
3.0	0.117	0.118	×	0.095	0.101	×	0.089	0.0955	×	0.085	0.0925	×	0.083	0.0905	×
3.5	0.095	0.096	×	0.073	0.077	×	0.068	0.0725	×	0.0645	0.0695	×	0.062	0.068	×
4.0	0.072	0.0725	×	0.057	0.0605	×	0.053	0.0565	×	0.05	0.053	×	0.048	0.053	×
4.5	0.058	0.0585	×	0.046	0.0486	×	0.042	0.0455	×	0.04	0.0435	×	0.038	0.042	×
5.0	0.048	0.0481	×	0.038	0.0405	×	0.035	0.0376	×	0.033	0.0365	×	0.032	0.0348	×

주 : R : 水路安定性檢討의 結果
 O : 安定한 水路 즉 바닥이나 兩岸의 洗掘이 없음.
 X : 水路바닥이나 兩岸이 洗掘됨.

물에 의한 許容傾斜보다 적어야 한다. (S' < S) 물이 많으면 S' < S이다. 纖細한 流砂가 包含된 河水의 경우는 限界掃流力은 河床物質에 대한것보다는 작고 잔 流砂에 대한 것보다는 커야한다. 그래서 流砂가 沈澱하지 않고 浮遊狀態에 있도록 해야 한다. 水路가 安定하기 위한 水深을 표 7의 값을 써서 그림 6과 같이 나타낼 수 있다.

水路의 路線設定의 問題는 여러面에서 道路路線選定과 類似하다. 그러나 水路는 낮아지는 기울기를 갖어야 하며 地形이 許容하는 限 水路傾斜가 자주 변해서 안되고 許容傾斜에 의하여 路線을 確定해야하기 때문

에 水路路線問題의 解決은 더욱 어렵다. 자칫하면 水路를 浸蝕할 流速이 發生하는 過대한 傾斜를 갖게 되기 쉽다.

洗掘이 생기기 시작하는 流速은 河床物質에 의존한다. 일반적으로 잔 土砂는 굵은 土砂보다 더 작은 流速에서 洗掘된다. 그러나 土砂속에 凝結物質이 含有되어 있으면 반드시 그렇지 않으면 오히려 洗掘에 대하여 큰抵抗力을 가지게 된다. 그러나 河水에 磨耗作用을 할 수 없는 流砂가 含有되어 있으면 粘着性이 있고 凝固된 河床物質을 浸蝕하는데 더욱 有效하다. 水路를 構成하는 여러가지 物質에 대한 近似的인 最大許容速

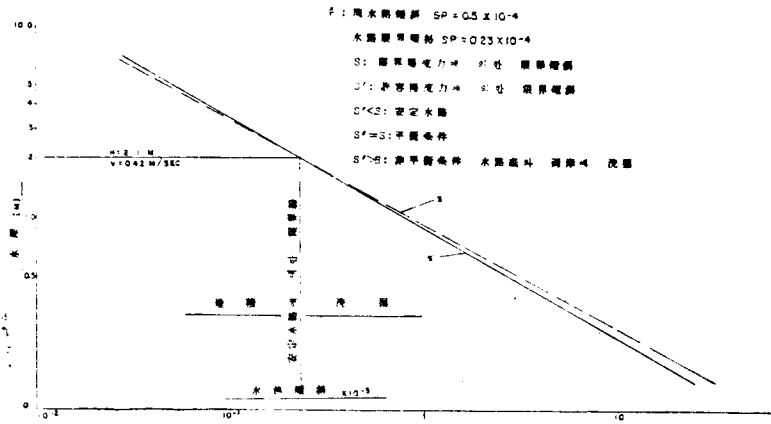


圖 6-1 安定水質の 限界係數 $B = 10 \text{ m}$

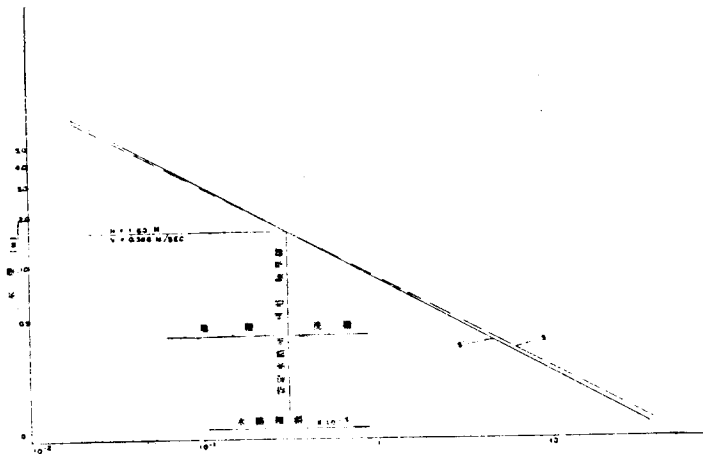


圖 6-2 安定水質の 限界係數 $B = 10 \text{ m}$ $S^* = 0.1 \times 10^{-4}$

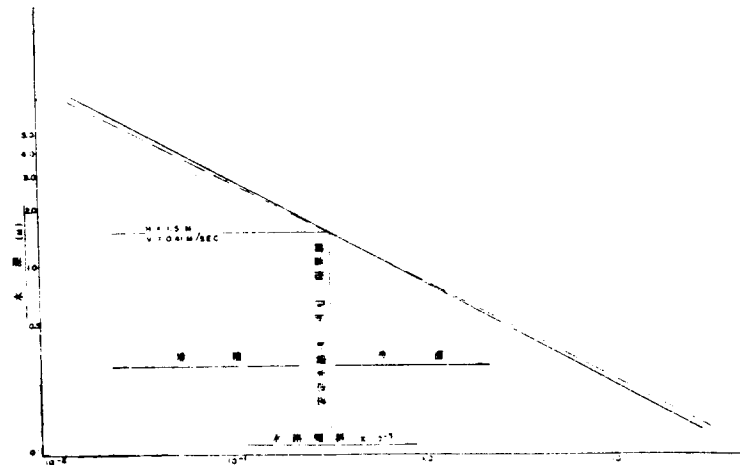


圖 6-3 安定水質の 限界係數 $B = 50.0 \text{ m}$ $S^* = 0.12 \times 10^{-4}$

은 다음과 같다.

〈표 8〉 水路의 最大許用流速

水路의 構成物質	許用流速 (m/sec)	
	清水	磨耗力을 가진 流砂가 含 有된 물
잔 모래 silt loam	0.456 0.607	0.456 0.607
잔 자갈 단 단 한 粘土	0.76 1.21	1.06 0.91
굵은 자갈 粘板岩의 硬面	1.21 1.82	1.82 1.52
鋼 鐵	空洞現象이 發生하 지않는 限界內일것	2.43
木 材	6.07	3.04
콘 크 리 트	12.1	3.65

水路傾斜가 넘어 緩하면 水路에 水生植物이 자랄정도로 流速이 높아져서 水路의 水理條件이 나빠질 염려가 있다. 더욱이 流速이 느리면 浮遊流砂가 堆積하게

된다. 그러므로 設計流速은 地形的으로 許容되는 最大流速보다 약간 작도록 취해야 한다. 土質水路는 일반적으로 사다리꼴 斷面을 가지며 側面傾斜는 構成物質의 安定度에 따라서 定한다.

IV. 맺는 말

本文에서는 델타地域에 있는 水路의 安定된 保存에 관한 理論的인 問題만을 취급하였으며 計算值를 얻는 데 있어서 다음 因子들의 값을 假定하였다.

- 1) 大潮와 小潮의 潮差
- 2) 水路構成土砂의 粒徑
- 3) 安息角
- 4) 土砂와 물의 比重量
- 5) 水路바닥의 粗度係數

實際의 값은 現場에서 實施할 實測에 의하여 얻어야 하며 그다음에 이 實測值를 써서 水理計算을 되풀이해야 할것이다.

(57페이지에서)

容易하기 때문에 점점 普及採用될 段階이다.

港灣施設의 恒久構造로서 鋼널말뚝을 많이 使用하고 있으며 過去에 있어서도 各地區의 港灣에 相當히 많이 鋼널말뚝은 使用해 왔다. 이 港灣의 鋼널말뚝 施設은 鋼널말뚝의 腐蝕을 考慮해서 施工하였을 것이나, 지금은 鋼널말뚝의 電氣防蝕法이 發達하여 大端히 效果的이 되어 있었기 때문에 이 既設 鋼널말뚝에 電氣防蝕法을 施工하여 腐蝕의 進行을 沮止할 수 있게 되었다.

또 새로운 港灣建設에 있어서는 鋼널말뚝의 最大缺點인 腐蝕이 除去되어 安心하고 確實한 鋼널말뚝의 設計施工을 하게 되었다.

過去에 있어서는 鋼널말뚝의 腐蝕으로 鋼널말뚝工法의 採用이 주저된 方面에도 鋼널말뚝工法의 採用이 安心하고 獎勵하게 되었다.

港灣施設 等の 恒久的 構造物에 鋼널말뚝工法과 電氣防蝕法을 併用해서 鋼널말뚝工法의 많은 長點을 發揮하여 建設費의 節約이 많이 期待된다.

(70페이지에서)

다. 쌀은 아무리 잘 저장 한다. 하더라도 3년밖에는 저장할 수 없다 현재 일본에서 생산되는 쌀은 맛보다

증산에 주력해 왔기 때문에 옛날 한국에서 수입하였던 밥맛은 도저히 찾아 볼수 없는 상태이다. 극단적으로 말하면 미국쌀이 일본쌀보다 낫다고 하겠다.