

捨石堤内の 흐름에 관한 研究

Water Flow Through Rock Fill Dam

명 관 심
Kwan Sim Myon
이 태 현
Tie Hyun Lee

<目 次>

- I. 概 説
- II. 透水斷面條件
- III. 内外水位 및 透水量
- IV. 透水係數의 決定
- V. 透水速度의 推定
- VI. 結 論

I. 概 説

潮水 流出入量이 많은 넓은 地域을 干拓할 目的으로 防潮堤를 築造할때 石材의 求得이 容易한 곳에서는 漸高式 或은 漸縮式方法을 採擇해서 全區間에 亘하여 于先 捨石으로 施工을 進行하는 것이 모든 點에서 有利할때가 많다.

捨石堤를 築造하므로서 潮止 및 波止도 될것이며 高潮位以上까지 施工하면 防潮堤 흙쌓기 施工時 多少의 利點이 있을 것이다.

그러나 問題가 되는것은 防潮堤 堤體를 大部分 차지하고 있는 흙쌓기 施工에 當해서 純捨石만으로는 漲潮(Flood)時, 浸透水(壓力水)로 因한 土砂(흙쌓기가 된) 流失은 不可避하게 된다. 排水門을 利用하여 어느 程度까지는 內水位를 調節하고, 内外水位差를 적게하여 土砂의 流失量을 多少 減少시킬수; 있으나 地區의 廣狹에 따라서는 全的으로 없이 하기는 거의 不可能할때도 있다.

浸透水の 防止策으로 捨石堤內 或은 内外側面에 水密性材料를 使用할수있으나 材料求得과 施工의 難易를 考慮하여 가장 經濟的 方案을 講究함이 妥當할것이다.

이를 爲해서는 무엇보다도 捨石堤의 透水狀態를 把握하는 것이 先決問題가 될것이다. 이狀態를 徹底히

※ 筆者; 트런 개간 간척부 간척과

把握하는때는 水理模型試驗을 實施함이 좋을 것이나 아직 이루어지지 않았으며 現場에서 實測한다는 것도 工事地區의 實情으로 좀처럼 容易한것은 아니었다.

今般 多幸히 大川干拓地區의 第1號防潮堤 끝막이(흙쌓기部分)를 앞두고 透水狀態를 把握할수있는 契機가 되어 本地區에 出張(土聯 開墾干拓部業務上)하여 諸般狀態를 觀測 把握하여 表題와 같은 捨石堤內 흐름에 관하여 생각하여 보았다.

II. 透水斷面條件

内外水位 變動時 水位差로 因하여 透水되는 捨石堤의 斷面은 計算便宜上 그림-1과 같은 長方形의 平均斷面으로 看做하였으며 水越高(Sill height)도 平均값

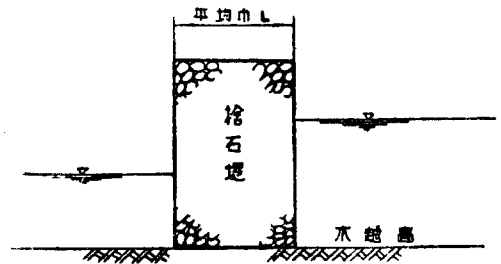


그림-1

을 適用하였다. 日別 捨石堤의 總길이 L, 나비 l, 水越高는 表-2에 表示한바와 같다.

築造材料는 石材로서 모양이 一律的인 것은 아니나 平均徑 30cm 程度의 것이었고 透水速度計算에 꼭 必要하게 되는 捨石堤의 間隙率은 實驗器具가 準備되어 있지않어 測定이 不可能하였으므로 여기서는 이를 假定하여 適用시킬수 밖에 없었다.

III. 内外水位 및 透水量

現場條件이 許諾하는限 繼續 内外水位를 觀測하여

標高別湛水量曲線 (그림-3)으로부터 一定時間内の 流出入 總透水量을 算定하였으며 透水時間으로 除하여 單位透水量을 表-1과 같이 計算하였다.

(內外水位는 그림 2.1~그림 2.12 참조)

表-1 透水量算出表

觀測日	內水位初 (+m)	內水位終 (+m)	透水時間 (sec)	總透水量 (m³)	單位透水量 (m³/sec)	備考
1966年 5月28日	6.26	8.01	12,000	410,000	34.16	
5月29日	6.36	7.98	12,180	387,000	31.77	
30	8.81	8.65	8,700	250,000	28.73	
31	8.37	8.72	13,800	435,000	31.52	
6月1日	8.30	8.63	14,880	362,000	24.33	
2	—	—	—	—	—	} 缺測
3	—	—	—	—	—	
4	8.55	8.80	11,400	365,000	32.01	
5	8.56	8.76	10,320	277,000	26.84	
6	8.18	8.48	11,580	295,000	25.47	
7	8.40	8.55	9,960	166,000	16.66	
8	—	—	—	—	—	} 缺測
9	8.25	8.58	13,200	350,000	26.51	
10	6.90	7.59	10,680	155,000	14.51	
11	7.73	8.10	17,940	231,000	12.87	

IV. 透水係數의 決定

捨石堤内の 透水係數를 算出함에 있어서 嚴格히는 Darcy의 法則을 適用시킬수 없을 것이나 內外水位差가 零에서 부터 漸漸 變하므로 흐름의 狀態도 層流狀態로부터 變하게 될것이다. 그러므로 Darcy의 法則을 適用하여 透水係數를 決定하여도 透水速度推定에 큰 蹉跎은 없을 것으로 思料된다.

Darcy의 法則

$$Q = KiA$$

에서 動水勾配(i)는 前述한 內外水位差(h)와 捨石堤幅(l)으로서 決定되는 項이며 h 는 全透水時間에 걸쳐 變하는 水位差를 平均하여 決定하였다 (그림-2참조) 斷面積 A 는 全透水區間 L 에 捨石堤(橫斷面) 中間點에 있어서 水越高로부터 動水勾配線까지를 透水深으로 하는 H (그림-1참조)를 乘하여 얻어지므로 透水係數 $K = \left(\frac{Q}{iA}\right)$ 를 算出할수 있다.

表-3과 같은 日別 結果值는 K 가 1.7137m/sec 로부터 4.1979m/sec까지의 範圍로 나타났음을 알수 있다. 이와같은 넓은 範圍의 變化는 觀測期間中 嵩쌓기 施工이 進行됨에 따라 變하는 透水斷面을 確實히 決定하기 困難하였던 것과 地區內 地盤變動이 생겼으나 不得已 地區計劃 當初에 作成한 湛水量曲線을 使用한것에 基因한것이라고 思料된다. 그러므로 捨石堤를 代表할수 있

는 透水係數 K 值는 全體를 算術平均하여 $K=2.707$ m/sec로 決定하였다. (表-3 참조)

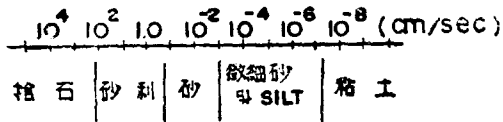
表-2 動水勾配($i = \frac{h}{l}$) 計算表

測定月日	區間延長 (L) (m)	水越高 (+m)	捨石堤幅 (l) (m)	內外水位差 (h) (m)	動水勾配 (i)	備考
5, 28	275	7.18	13.87	1.13	0.0814	
29	275	7.18	13.87	1.10	0.0793	
30	175	7.32	12.78	0.89	0.0696	
31	175	7.32	12.78	0.57	0.0446	
6, 1	175	7.32	12.78	0.59	0.0461	
2	—	—	—	—	—	} 缺測
3	—	—	—	—	—	
4	175	7.32	14.56	0.45	0.0309	
5	175	7.32	14.56	0.41	0.0281	
6	175	7.32	14.56	0.45	0.0309	
7	175	7.32	14.56	0.28	0.0192	
8	—	—	—	—	—	} 缺測
9	175	7.32	14.56	0.84	0.0561	
10	100	7.17	15.80	1.60	0.1012	
11	100	7.17	15.80	0.68	0.0430	

表-3 透水係數(K)의 計算表

測定月日	區間延長 (L) (m)	透水深 (H) (m)	透水斷面積 (A) (m²)	動水勾配 (i)	透水量 (Q) (m³/sec)	Q/A	K (m/sec)	備考
5. 28	275	0.86	236.50	0.0814	34.16	0.1444	1.7739	
29	275	0.85	233.75	0.0793	31.77	0.1359	1.7137	
30	175	0.98	171.50	0.0696	28.73	0.1675	2.4066	
31	175	1.55	271.25	0.0446	31.52	0.1162	2.6053	
6. 1	175	1.43	250.25	0.0461	24.33	0.0972	2.1084	
2	—	—	—	—	—	—	—	} 缺測
3	—	—	—	—	—	—	—	
4	175	1.60	280.00	0.0309	32.01	0.1143	3.6990	
5	175	1.55	271.25	0.0281	26.84	0.0989	3.5195	
6	175	1.23	215.25	0.0309	25.47	0.1183	3.8280	
7	175	1.18	206.50	0.0192	16.66	0.0806	4.1979	
8	—	—	—	—	—	—	—	} 缺測
9	175	1.49	208.60	0.0561	26.51	0.1270	2.2638	
10	100	0.80	80.00	0.1012	14.51	0.1813	1.7915	
11	100	1.16	116.00	0.0430	12.87	0.1109	2.5790	
總計平均 K							32.4866	2.707

지금까지 紹介된 各種土質에 對한 透水係數를 參考로 上述한 捨石堤에서의 結果와 比較하여 表를 만들어 보면 다음 그림과 같다.



各種材料의 透水係數 K

그림-2

V. 透水速度推定

前項에서 透水係數 K의 값은 決定되었으나 概說에서 言及한바와 같이 間隙率을 알수 없어 實透水速度를 推定하기는 困難하므로 여기서는 捨石의 間隙率은 30~55% 範圍에서 變한다고 假定하고 30, 35, 40, 45, 50, 55%를 갖는 各各의 石塊內 透水速度를

$$V = \frac{Q}{A_v} = K i \frac{A}{A_v} = \frac{K i}{n} \quad (\text{m/sec})$$

여기서 V = 平均透水速度 (m/sec)

A_v = 間隙斷面 (m²)

$$n = \text{間隙率} = \left(\frac{A_v}{A} \right) (\%)$$

로 計算하였으며 그結果는 그림-4 捨石透水速度와 動水勾配와의 關係曲線과 같다. 여기서 指摘해두지 않으면 안될 것은 堤防全體를 代表할 수 있는 間隙率을 決定한다는 것은 實際로 困難한 問題라는 것이다.

VI. 結 論

上述한바와 같이 透水斷面積이나 水位差等 모두 計算便宜上 算術平均값을 取하여 透水係數 및 透水速度를 推定하였으므로 이結果는 앞으로 좀더 他現場에 適用

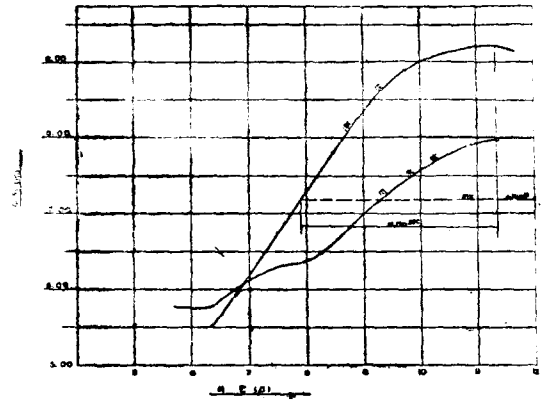


그림 2-2

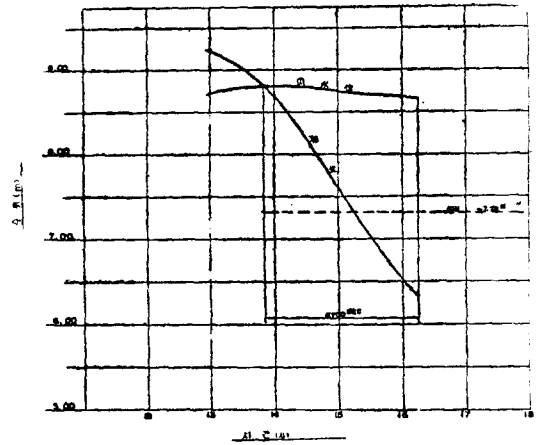


그림 2-3

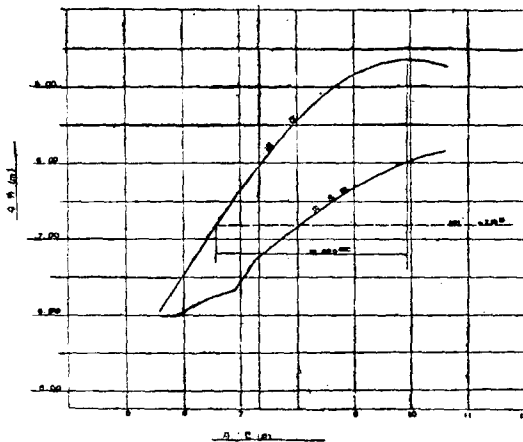


그림 2-1

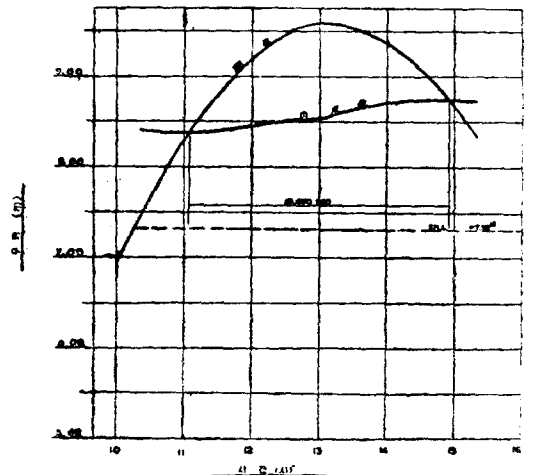


그림 2-4

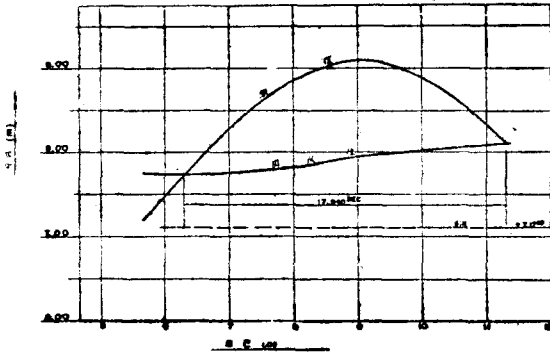


그림 2-11

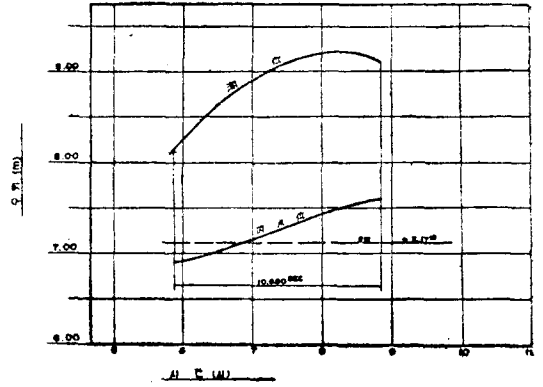


그림 2-12

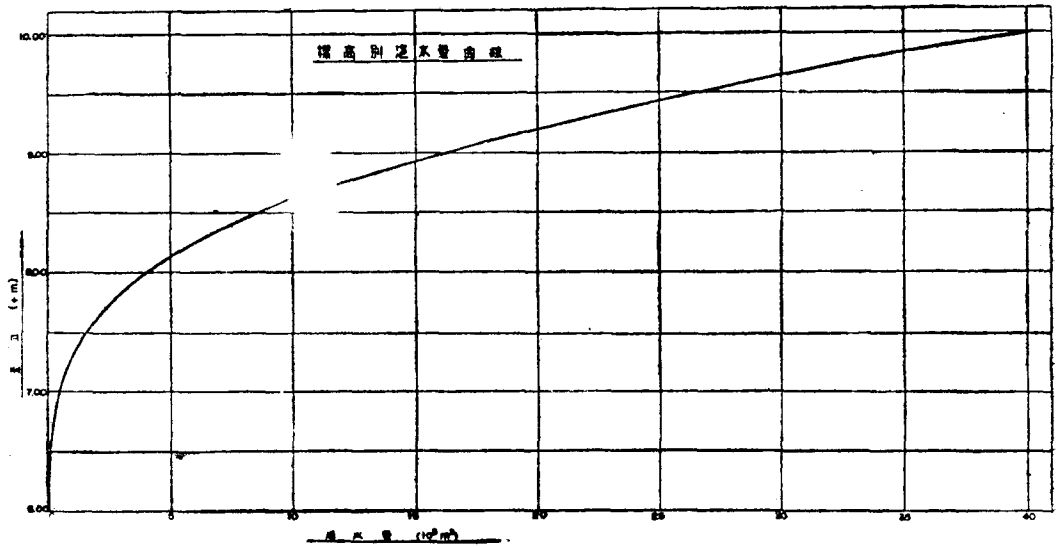


그림-13

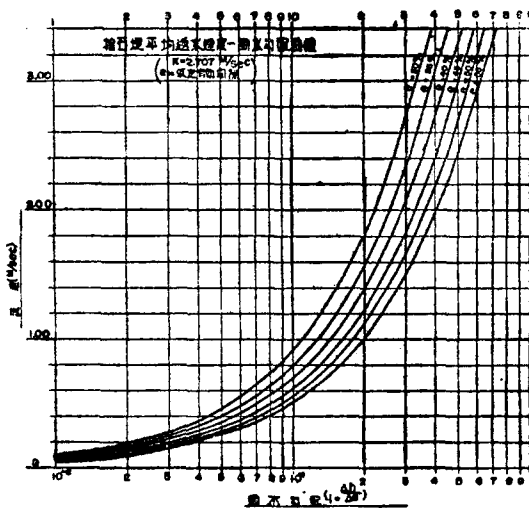


그림-14

시켜보든가 模型試驗等으로 適否를 再確認해야 할것 이나 그림-4에 나타난 結果를 防潮堤設計에 參考로 하여도 無妨할것으로 思料된다.

끝으로 그림-4에서 알수있는 것은 動水勾配 (i)가 적으면 적을수록 相異한 間隙率에 對한 透水速度의 差는 적어질을 알수있으며 工事中 漲潮(flood)時에 當面하게될 動水勾配 i는 一般적으로 적은 數值(10⁻¹ 以下)가 될것이므로 間隙率을 30~50% 範圍에서 어떤것을 假定하여 取해도 潮止口의 물막이計劃을 判異하게 樹立해야 할만한 透水速度의 差는 發生치 않을 것이다.

參 考 書 籍

1. 大川干拓地區 事業計劃設計圖書 土聯
2. 水理公式集 日本土木學會 編
3. 土質力學 河上房義 著
4. Soil Mechanics Tschebotarioff