

砂礫材料의 冬期盛土에 關한 實驗的研究

Experimental Study on the Sand and Gravel Embankment in Winter Season

李 澄 淚
Lee, Hyoung Soo

Abstract

This paper describes the study and test for sand and gravel embankment in winter season and also contribute to the development of construction method for the practical purposes. In order to make possible sand and gravel embankment in winter season, at first, the following criteria on work are given under the normal weather condition:

- 1) The maximum diameter of material shall not exceed 30cm and sand content which is the ratio of the weight of sand to gravel shall not exceed 60%
- 2) Spreading depth shall not exceed 60cm each layer of material shall be compacted by over 6 times passing by the 11 ton smooth drum type of vibratory roller and the relative density shall exceed 60% In addition to the above conditions, the following criteria are given as winter season condition.
- 3) Sand content shall not exceed 25%, and water content shall not exceed 4%
- 4) During construction, the air temperature should be 7°C below zero at minimum and 3°C below zero on the average and all the construction work should be continued without interruptions.

With above criteria, it is come to a conclusion that the construction of sand and gravel embankment in winter season will be done satisfactorily without any difficulty. On the basis of these criteria an actual construction was practiced and it was proved that those criteria are applicable to actual embankment of materials.

要 旨

本論文은 冬期에 砂礫을 盛土하기 為한 可能性을 檢討하여 實際施工에 貢獻하자는 데에 其目的이 있다. 平常時의 盛土基準은 다음과 같다.

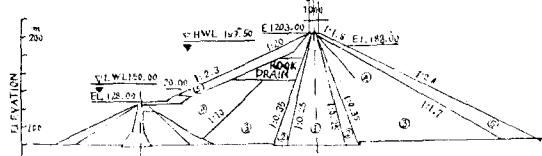
- 1) 材料의 最大徑은 30cm 以下로 하고 砂分含有率은 重量比로서 60% 以下여야 한다.
- 2) 撒布두께는 60cm 以下로 하고 各層마다 11ton 振動로 라로 七回以上 다져서 相對密度가 60% 以上이 되게 하여야 한다. 그러나 冬期의 砂礫盛土를 可能하게 하기 為하여 上記의 平常時基準에 아래와 같은 條件을 添加하였다.
- 3) 砂分含有率은 25% 以下로 하고 含水比는 4% 以下로 할 것.
- 4) 作業中에는 大氣의 溫度가 最小零下 7°C 이며 平均으로 零下 3°C 로 하여 繼續作業을 施行할 것 以上과 같은 基準下에서 各種 試驗을 實施하고 其結果로서 댐의 安定性을 檢討하여 本基準의妥當性을 立證하고 實際盛土에 適用할 수 있음을 確認하였다.

昭陽江堤의 砂礫材의 粒度範位는 다음과 같다.

1. 序 論

昭陽江多目的댐은 漢江水系의 第一支流인 昭陽江上의 流路延長 160km, 流域面積 2,700km², 年平均 流下量 17億吨에 達하는 地點에 建設되고 있는 Fill type 댐이다. 이 댐의 規模는 높이 123m, 堤體積 約 960m³ 總貯水家量 29億吨으로서 洪水調節, 用水供給, 發展等多目的 事業效果를 目的으로 1967年初에 着工하여 6年만에 完工한 東洋屈指의 댐이라 할 수 있다.

댐 築造材料는 이 댐의 斷面을 圖示한 Fig 1에서 보는 바와같이 大體로 粘土材料 砂礫材料 石塊 等의 3種類이다. 이 中 砂礫이 차지하는 比重은 댐의 總體積의 約 54%에 該當하는 520m³나 되며 이 때문에 砂礫材料의 築造가 全體댐 築造工程을 左右하는 關鍵이 되어 왔다. 그런데 이 댐建設地點은 北緯 38° 線上에 位置한 大陸性氣候地域에 屬해 있어서 12月初부터 이듬해 3月 中旬까지는 寒冷한 氣候의 冬季結冰期가 된다. 이 論文의 要旨는 이와같은 多期寒冷性 結冰期에도 砂礫材料의 築造作業을 施行할 수 있는 可能性 與否를 試驗하여 實際施工에 寄與코자 하는데 있다.



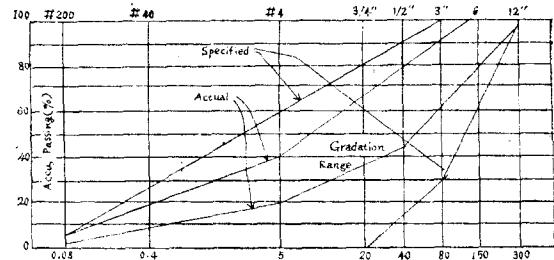
- ①: Clay in Core (GC)
- ②: Sand & gravel in Filter.
- ③: Sand & gravel in Shell.
- ④: Finter rock in Shell.
- ⑤: Coarser rock in Shell.

Fig. 1. TYPICAL CROSS SECTION OF DAM
(Maximum Section)

2. 平常時의 砂礫材料의 築造

(1) 材 料

砂礫材料는 Fig 1의 ② 및 ③ zone에 盛土로는 材料이며 이 材料는 Fig 2에 圖示된 바와같이 昭陽江堤地點에서 上下流로 約 10km 以內의 距離에 分布되어 있다. 實際로 이 댐 築造에 使用되고 있는 材料는 最大粒徑 30cm, 砂分含有率 20~40%, Silt含有率 1~3%, 粒子比重 2.65 以上의 것이다.



DISTRIBUTION OF BORROW SITES

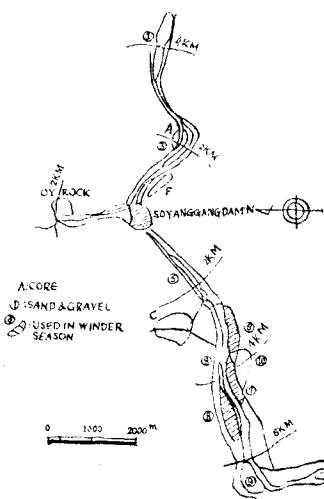


Fig. 2.

(2) 築 堤

砂礫材料의 築堤는 이 材料가 分布되어 있는 材料採取場에서 所要의 粒度範圍內의 良質의 材料를 水面以上의 것은 3m³의 Scaoper로 水面下의 것은 2m³의 Drag Shovel로 水面下 0.5~1.0m의 깊이까지 掘鑿하여 13.5ton Dump Trunk에 積載하여 이를 댐築造場까지 運搬하여 施工하였다. 現場施工은 搬入된 材料를 Bulldozer로서 60cm 以下의 두께로 布設한 다음 이를 Vibro-Roller (Smooth drum type, static weight 11ton)로서 6回 다지는 것을 基準으로 하였다.

施工管理는 最大粒徑 10cm 以下의 材料에 依한 相對密度(Relative Density)로서 實施하였으며 이 相對密度의 値은 最小 60%, 平均 65% 以上을 管理基準으로 하였다. 또한 內部摩擦角 ϕ 는 35° 以上을 標準으로 하

14 韓國水文學會誌

였고 施工時 및 水位急下降時의 間隔水壓(Pore water pressure)는 없는 것으로 보았다. 現場施工管理基準은 大體로 다음 表와 같이 總括할 수가 있다.

區 分	標準值	備 考
① 材 料	—	粒度範圍 그림 參照
粒 度	—	
粒子比重	2.65	
② 施工標準	—	
布設手づ (cm)	60	布設機種: Bull Dozer
轉壓回數 (回)	6	轉壓 : Vibro-Roller
③ 管理試驗標準	—	
相對密度 (%)	60	最小基準值
	65	平均 "
透水係數 (cm/sec)	5×10^{-3}	最小值 $\frac{5}{1000}$

$$D = \frac{e_{im} - e}{e_{max} - e_{im}}$$

1. 冬期 砂礫盛土 試驗

(1) 盛土試驗의 基本方針

이 땅 建設地點은 12月 中旬부터 本格적인 겨울철로 접어들며 12月 後半에 가서는 砂礫採取場에서 表面層의 凍結現象을 肉眼으로 뚜렷이 判別할 수 있게 된다. 表面層의 凍結은 深度가 約 50cm로서 이 凍結表層을 除去하면 外氣의 變化에 거의 影響없이 零上의 溫度를 維持하고 있는 材料를 얻을 수가 있다. 이 非凍結材料는 땅까지의 運搬時間인 約 10~20分 以內에 肉眼으로 識別할 수 있을 만한 凍結現象은 發生하지 않았다. 이 地方의 11月부터 3月까지의 平均氣溫은 아래 表와 같다.

이 資料는 1966年~1970年의 5年間의 統計이다.

月	平均氣溫 (°C)	零下의 氣溫比率 (%)
11	4.2	15
12	-3.0	76
1	-8.2	92
2	-3.6	71
3	3.2	24

위 表를 參照하여 12月 下旬에서 2月 初旬까지의期間은 平均氣溫이 零下이며 또한 零下의 氣溫持續도相當할 것으로 判斷할 수 있다. 그러나 12月中旬 以前과 2月中旬 以後는 大體로 畫面氣溫은 零上이며 夜間에 氣溫이 零下로 下降하더라도 그 絶對值가 別로 크지 않을 것으로 判斷됨으로 이 期間에는 通常의 施工體制를 維持하면서 工事を 繼續할 可能성을 檢討할 必要性

이 생겼다. 冬期盛土의 與否는 盛土層의 다침도가 充分한가의 與否에 依할 뿐만 아니라 凍結作用이 顯著할 때에는 盛土層間의 密着度가 充分한가의 與否에도 起因된다. 그리고 그影響要素는

- 1) 材料問題
 - ① 含水比
 - ② 砂分含有率
 - ③ 凍結塊의 含有率
- 2) 施工問題
 - ① 轉壓機種 및 回數
 - ② 布設手づ
 - ③ 氣溫條件

等이라고 생각된다.

그럼으로 盛土試驗으로서

- 1) 密度測定을 主題로 한 現場試驗과
- 2) 剪斷強度를 主題로 한 室內試驗을 施行하여 冬期에도 砂礫盛土를 할 수 있는 條件을 찾는 것으로 하였다.

(2) 試驗過程 및 結果

1) 現場試驗

盛土材料의 凍結現象은 이 材料가 包含하고 있는 含水量에 直接적인 關聯性이 있으며 또한 砂分含有率에 따라서도 影響을 받을 것이 明確하다. 따라서 冬期砂礫盛土作業을 砂礫材料가 包含하고 있는 水分 및 砂分含有率에 따라 決定되어질 것임을 알 수 있다.

現場試驗盛土作業으로서 含水比 및 砂分含有率을 多樣하게 變化시키면서 實施하기는 不可能에 가까워으로 實際의 作業은 含水比의 砂分含有率이 되도록 같은 材料를 選擇하여 試驗盛土를 한 後에 이에 대한 確認試驗을 함으로서 設計條件를 滿足시킬 수 있는가를 檢討하였다. 實際 試驗盛土는 土流砂礫盛土部分의 1部에서 5m의 높이로 盛土量 13,000m³로서 實施하였다.

試驗盛土期間은 1971年 2月 1日부터 2月 12日까지의 12日間으로 하였다.

試驗時의 氣溫變化 및 材料의 粒度曲線은 Fig 3. 및 Fig 4. 와 같다.

아래 Table은 凍結材를 除外한 材料로서 試驗한 Date이다.

이 表은 試驗盛土現場에서 凍結材料를 除去한 後에 實施한 試驗結果를 總括한 것이다. 또한 Table 2는 凍結材에 對한 試驗資料로서 이는 採取場에서의 凍結深度 約 50cm 두께로 얼어 붙은 材料를 Ripper Dozer로서 挖掘 採取하여 試驗한 結果의 總括表이다. 試驗盛土現場에서는 試驗을 할 만큼 充分한 凍結狀態가 本試驗期間中 發生하지 않았음으로 採取場에서의 材料로 대신할 것이다. Table 2에는 比較的으로 採取場에서

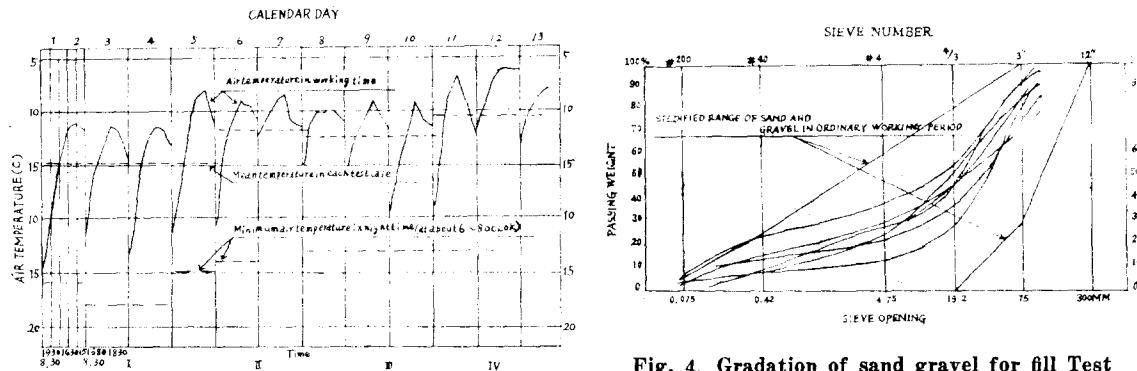


Fig. 3. Variation of air temperature in test term

現場自然狀態로 只今까지 實施・蒐集한 密度測定資料로 總平均하여 表示하였다.

Table 1. Summerized Result for Sand & Gravel Materials excluded Frozen Blocks at Fill Test

Test Class	Spreding Depth (cm)	Temperature at E mbankment (°C)	Sand Content (%)	Water Counter (%)	Density (t/m³)	Relative Density (%)	Remark
1	60	-4.9	29.5	4.1	2.06	43	All the values are the mean value of 18 samples every class
2	40	-2.8	20.5	2.0	2.23	65	
3	60	-2.5	24.0	4.8	2.11	63	
4	40	-0.7	25.5	2.7	2.16	67	

Table 2. Summerized Result for Frozen Materials of Sand & Gravel at Borrow site

Materials State	Sand Content (%)	Water Content (%)	Density (t/m³)	Relative Density (%)	Remark
Frozen	34.1	7.1	2.03	35	Mean of 20 samples

Remark; Borrow site에서의 非凍結材의 平均 密度는 2.04이었음.

2) 實內試驗

實際로 低氣溫下에서 또는 高溫의 畫面에 盛土한 後夜間に 多次 低溫이 되어 作業이 中斷되었을 때 施工表面層이 凍結하는 境遇에는 盛土層間의 剪斷強度가 低下할 것이 豫想된다. 이리한 凍結에 依한 層間剪斷強度의 低下測定을 試驗室屋外에 設置한 大型剪斷試驗機로서 實施하였다.

剪斷試驗裝置는 上部可動型一面剪斷試驗機로서 Shear Box는 上部(Upper Box)가 幅×길이×높이가 1m ×1m×0.35m이고 下部(Lower Box)가 1.4×1.4×0.45m이다.

試料는 最大徑을 10mm로 하고 密度는 1.8~1.9t/m³를 下部에 填充하고 表面에 20cm 以下의 Finner材를 30cm 程度의 두께로 깔았다.

凍結狀態에 關한 剪斷試驗에서는 上記狀態에서 夜間に 放置하여 凍結面을 만들고 上部箱子에 같은 方法으로 試料를 填充하여 剪斷하였다.

非凍結狀態에 關한 剪斷試驗에서는 Finner材 敷設後

即時 上部箱子에 試料를 填充하여 剪斷하였다.

剪斷時의 垂直荷重은 2,4,8t/m²로 하고 剪斷速度는 2mm/min로 하여 Strain Contral 方式으로 剪斷試驗을 實施하였다.

試驗結果는 Fig 5.와 같다.

(3) 試驗結果分析 및 安定檢討

1) 試驗結果分析

多期砂礫 盛土作業基準을 決定하기 為하여 盛土試驗現場에서 實施한 測定資料인 Table 1을 보면

① 密度 및 相對密度는 Test Class 1을 除外하면 모두 良好한 狀態이다.

② Test class 1의 試驗內容을 分析하면 作業時 平均氣溫이 -4.9°C로서 非常 낮은 狀態이며 砂分含有率은 約 30%로서 其他 資料와 比較하여 약간 큰 便이다.

③ 長期間동안 凍結氣溫에 接觸되어 있는 部分의 密度는相當히 低下되지만 1日 程度로서는 密度는 거의 低下하지 않으며 또한 凍結深度도 얕다. 그리고 아래

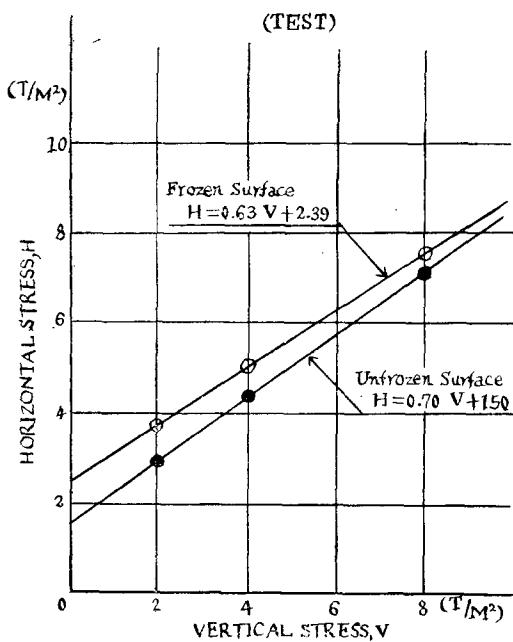


Fig. 5. Relation of Horizontal & Vertical Stress Between Layers.

에 表示한 바와 같이 凍結膨脹에 依한 表層의 部分的 인 密度低下가 있을지라도 全體的인 密度低下에 미치는 影響은 적다.

④ 繼續作業만 實施되면 氣溫의 低下에 關係없이 材料의 凍結現象은 發生하지 않는다는 等의 結論을 내릴 수 있다.

2) 凍結材의 混入率 檢討

驗試期間中 盛土現場에서는 凍結現象이 눈에 띠게 發生하지 않았으나 材料採取場에서 外氣에 露出된 表層部分은 約 50cm 가량 凍結되어 있었음을 이미 記述한 바와 같다. 여기서 材料搬入時 凍結된 材料가 混入되어 盛土現場에 搬入되어 들어오는 可能性을 檢討하여 볼 價值가 生긴다. 凍結材의 混入影響에 對한 計算式을 整理하면

$$\text{非凍結材의 密度 } \gamma du = \frac{w_1}{v_1} \quad \therefore v_1 = \frac{w_1}{\gamma du} \quad ①$$

$$\text{凍結材의 密度 } \gamma df = \frac{w_2}{v_2} \quad \therefore v_2 = \frac{w_2}{\gamma df} \quad ②$$

$$\begin{aligned} \text{平均密度 } \gamma dm &= \frac{w_1 + w_2}{v_1 + v_2} = \frac{\gamma du \cdot v_1 + \gamma df \cdot v_2}{v_1 + v_2} \\ &= \frac{\gamma du + \gamma df \frac{v_2}{v_1}}{1 + \frac{v_2}{v_1}} \end{aligned} \quad ③$$

그런데 ①②式에서

$$\begin{aligned} \frac{v_2}{v_1} &= \frac{w_2}{\gamma df} \times \frac{\gamma du}{w_1} = \frac{w_2}{w_1} \cdot \frac{\gamma du}{\gamma df} \\ &= \alpha \cdot \frac{\gamma du}{\gamma df} \\ &\alpha \cdot \frac{w_2}{w_1} \text{로서 凍結材의 混合比} \\ \therefore \gamma dm &= \frac{\gamma du + \gamma df \cdot \alpha \frac{\gamma du}{\gamma df}}{1 + \alpha \cdot \frac{\gamma du}{\gamma df}} = \left[\frac{1 + \alpha}{1 + \alpha \cdot \frac{\gamma du}{\gamma df}} \right] \gamma du \end{aligned}$$

여기서 γdm ; 凍結材料가 $\alpha\%$ 混入된 狀態의 密度

γdu ; 非凍結材의 密度

γdf ; 凍結材의 密度

α ; 凍結材의 混入比率

위 式에서 $\gamma du = 2.15t/m^3$ (通常時 現場마침 密度基準)

$$\gamma df = 2.03t/m^3 (\text{採取場에서의 凍結材密度})$$

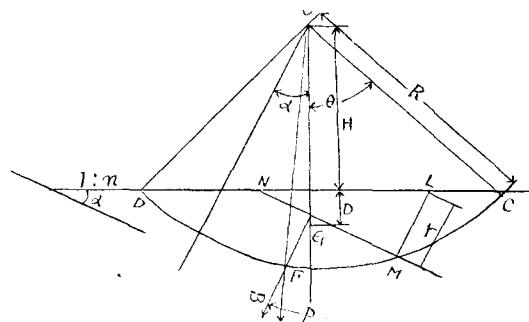
$\alpha = 10\%$ 라 假定하면 :

$$\frac{\gamma dm}{\gamma du} = 99.5\% \text{가 된다.}$$

이것은 採取場에서 凍結된 材料가 全材料의 約 10% 가량 混入하여 들어온다 하더라도 密度의 低下는 約 0.5% 程度에 지나지 않음을 意味한다. 따라서 凍結材의 混入問題는 量의 面에서 볼 때 큰 問題가 되지 않는다. 그러나 이때 問題가 되는 것은 부피가 큰 凍結塊가 混入될 때이다. 即 凍結塊의 큰 둉어리는 材料의 粒度範圍의 最大值보다 작아야 할 것이며 이 材料가 部分의 部으로 密集되어서는 안 될 것이다. 이러한 意味에서 凍結材의 混入率은 相當히 작은 比率로 낮추어 許家限界를 決定하여야 할 必要가 있다.

3) 安定性 檢討

砂礫盛土層 表面의 凍結로 因한 層間強度低下에 마



로는 影響을 檢討하면 다음과 같다.

只今 法面에 直面인 線(OG)上의 任意의 한 點(O)을 中心으로 한 圓弧(FCD)이 滑動에 對한 安全率(F_s)을 구하면 위 그림에서 원호FCD(■)의 중심 위치($H+D$)는 다음 式으로 나타낼 수 있다.

$$H+D = \frac{2}{3}R \frac{\sin 3\theta}{\pi\theta/180 - \sin \theta \cos \theta}$$

그리고 3각형 OGF(▲)에 있어서

$$\frac{H+D}{\sin \beta} = \frac{R}{\sin(180^\circ \alpha)} = \frac{R}{\sin \alpha}$$

$$\sin \beta = \frac{H+D}{R} \sin \alpha$$

$$\beta = \sin^{-1}\left(\frac{H+D}{R} \sin \alpha\right)$$

$$\therefore \beta = \sin^{-1}\left(\frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \theta}{\pi\theta/180 - \sin \theta \cos \theta} \cdot \sin \alpha\right)$$

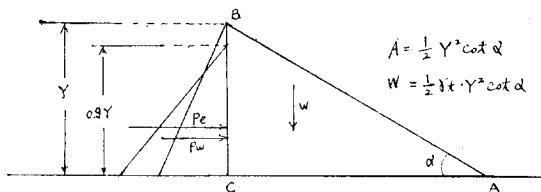
이어서 원호의 안전율 F_s 는

$$F_s = \frac{W \cos \beta \cdot \tan \phi}{W \cdot \sin \beta} = \tan \phi \cdot \cot \beta$$

$$\therefore F_s = \tan \phi \cdot \cot \left\{ \sin^{-1}\left(\frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \theta}{\pi\theta/180 - \sin \theta \cos \theta} \cdot \sin \alpha\right) \right\} \quad ①$$

여기서 $\tan \phi$; 圆弧에 따르는 材料의 內部摩擦係數 θ ; 圆弧의 中心位置를 나타내는 角度

α ; 斜面 傾斜角



한편 $\triangle ABC$ 가 높이 Y 의 土壓 및 $0.9Y$ 높이의 水壓을 받아서 水平線 AC에 따라 滑動하려고 할 때 그 安全率 F'_s 을 구하면

$$Pe = \frac{1}{2}K \cdot (\gamma_{sat} - \gamma \omega) Y^2 = \frac{1}{2} \cdot K \gamma_{sub} \cdot Y^2$$

$$\gamma \omega = \frac{1}{2} \gamma \omega (0.9Y)^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.81 \gamma \omega \cdot Y^2$$

$$\text{合力 } P = \frac{1}{2} (K \gamma_{sub} + 0.81) Y^2$$

一方 抵抗力 R 은

$$R = \frac{1}{2} \gamma t \cdot Y \cdot Y \cot \alpha \cdot \tan \phi' = \frac{1}{2} \gamma t \cdot Y^2 \cdot \cot \alpha \cdot \tan \phi'$$

로서 표시되므로 水平滑動 安全率 F'_s 는

$$\begin{aligned} F'_s &= \frac{R}{P} = \frac{\frac{1}{2} \gamma t \cdot Y^2 \cot \alpha \cdot \tan \phi'}{\frac{1}{2} (K \gamma_{sub} + 0.81) Y^2} \\ &= \frac{\gamma t}{K \gamma_{sub} + 0.81 \omega \gamma} \cdot \cot \alpha \tan \phi' \quad ② \end{aligned}$$

여기서 γt ; 材料의 濕潤單位重量

γ_{sub} ; 材料의 水中

$\gamma \omega$; 물의 單位重量

$$K; 主動土壓係數 = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

$\tan \phi'$; 水平線에 따르는 內部摩擦係數

여기서 ①=② 即 圆弧의 活動과 水平滑動의 安全率 이 같은 境遇 $\tan \phi'$ 와 $\tan \phi$ 의 比를 求하면 다음과 같 이 된다.

$$\begin{aligned} \frac{\tan \phi'}{\tan \phi} &= \frac{K \gamma_{sub} + 0.81 \gamma \omega}{\gamma t} \cdot \cot \phi \\ &\left\{ \sin^{-1}\left(\frac{2}{3} \cdot \frac{\sin^3 \theta}{\pi\theta/180 - \sin \theta \cos \theta} \cdot \sin \alpha\right) \right\} \quad ③ \end{aligned}$$

只今 材料의 濕潤 및 水中單位重量을 각각 2.24 및 $1.34t/m^3 \tan \phi = 0.7$ (砂礫材의 設計值)로 하고 ①式 및 ③式에 代入하여 n (또는 α) 및 θ 에 對한 F_s 및 $\tan \phi'/\tan \phi$ 를 求하면 Fig 6과 같은 關係를 瞰을 수 있다. 只今 Fig 6을 考察할 때 θ 가 增加함에 따라 F_s 및 $\tan \phi'/\tan \phi$ 가 增大함을 알 수 있으나 $\tan \phi'/\tan \phi$ 는 거의 變化에 그다지 크게 影響을 받지 않는다. 따라서 F_s 가充分히 크게 되는 $\theta=50^\circ$ 부근($F_s=2.0$ $n=2.2$)에 있어서 $\tan \phi'/\tan \phi$ 를 求하면 0.7이 되며 $\tan \phi'=0.7 \times \tan \phi=0.7 \times 0.7=0.49$ 가 된다.

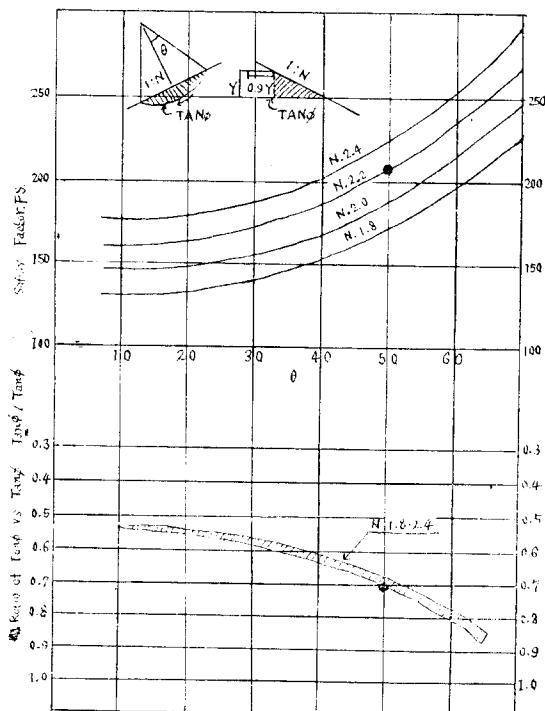


Fig. 6. Relation of F_s & $\tan \phi'/\tan \phi$ vs θ in case of $\tan \phi = 0.70$

以上과 같이 層間剪斷強度의 低下에서 起起될 것으로豫想되는 水平滑動에 對한 安全性 檢討는 Critical slip circle과 同等한 安全率을 確保하는 것으로 計算하였을 때 水平方向의 內部摩擦係數가 0.49(또는 $\tan\phi' = \tan\phi = 0.7$)로 充分한 것으로 算出되었다. 그런데 剪斷試驗結果에 依하면 表面凍結狀態에서 低下된 內部摩擦係數는 0.54(또는 $\tan\phi'/\tan\phi = 0.77$) 以上이므로 安全하다고 할 수 있다. 即 表面凍結狀態에서 繼續 盛土作業이 遂行되었을 이것이 水平方向의 滑動에 對한 安全率은 低下된다 하더라도 적어도 圓孤滑動과 같은 程度의 安全率은 確保할 수 있다는 結論을 내릴 수 있다.

4. 結論

試驗盛土의 結果를 以上과 같이 分析 檢討한 内容을 綜合하여 實際 施工에 應用한다는 觀點에서 結論을 내리면 다음과 같다.

- 1) 作業時 急溫基準은 다음과 같이 할 것.

平均氣溫 : -30°C 以上

最低氣溫 : -70°C

- 2) 材料의 含水比 : 4% 以下
- 3) 材料의 砂分 含有率 : 25% 以下
- 4) 凍結塊 含有率 : 5% 以下(最大值數 $\phi 30\text{cm}$ 以下)
- 5) 現場施工 條件은 通常的 施工體制로 한다.

即 다짐裝備 : Vibro Roller (11 ton 音) Smooth Drum Type

轉壓回數 : 6回

다짐두께 : 60cm 以下

6) 凍結表層이 있는 施工現場에서 發生하더라도 除雪할 必要는 없으나 施工面은 水平 또는 땅 外側을 向하여 上向하는 句配를 두는 作業을 할 것.

參 考 文 獻

1. Sheard, Wood ward, Gizienski Cleuenger: Earth & Earth Rock Dams. John Wiley and Sons Inc.
2. 土質工學 Hand Book 日本土質工學會編, 技報堂
3. 土地改良事業計劃設計基準 第3部設計 第1編 Fill dams 日本農林省農地局.

會員移動事項

會員여러분께서 다음처럼 移動事項이 있을 때에는 본인은 勿論 親知께서 即時 本會 事務局에 連絡하여 주시기 바랍니다.

接受되는대로 會員動靜欄에 紹介하여 드리겠습니다.

1. 宅이 移徙되었을 때 : 住所 및 電話番號
2. 職場이 移動되었을 때 : 職場名, 職位, 所在地 및 電話番號
3. 其他 學位를 받는 境遇, 海外旅行을 하는 境遇, 特別한 事業에 參與하는 境遇 等

正會員入會要領

水文 또는 이와 關聯있는 知識이 있거나 또는 識見이 높은 분, 水文을 應用하는 事業에 從事하는 분으로서 本學會 事業趣旨에 賛同하여 入會를 願하는 분은 既加入한 會員의 推薦을 받아 本學會 所定樣式에 의한 入會願을 提出하여 주시기 바랍니다.

提出處 : 韓國水文學會事務局

電話 (23) 0491~3