

多目的댐 建設事業 現況

(昭陽江 및 安東)

曹 圭 華

1. 序 言

昭陽江 및 安東댐 建設은 한마디로 말해서 高度의 새로운 技術을 必要로 하는 大規模의 綜合技術事業이다. 이 巨大한 工事は 連일 數百名의 技術者와 數千名의 技能工 및 人夫가 長期間 動員되어야 하는 사업으로서 道路, 橋梁, 水道等의 土木技術과 機械, 電氣, 建築等 多方面에 걸친 技術者의 協력이 요구되는 綜合技術事業이다. 이 工事途中에는 恒常 洪水의 危險에 對備해야 하므로 一旦 着工하면 中斷없이 繼續 洪水와 의 싸움에서 勝利하여야 하는 어려운 事業이기도하다.

建設中인 filltype 댐의 洪水流失로 인한 被害는 글로서는 表現키 어려울 정도로 莫大할 것이나 工事が 順調롭게 進行될 때에는 工事中에도 洪水調節의 効果는 자못 클 것이라고 豫測된다. 1972年 8月의 大洪水 때의 경우를 보면 建設途中인 昭陽江댐에서 4億 7千萬 m^3 의 洪水를 貯水하여 最大洪水流入量 9,175 m^3/sec 中 1,675 m^3/sec 만을 流下시키고 7,500 m^3/sec 을 貯留하는 調節效果를 보았다.

2. 昭陽江댐

2.1 事業의 概要

漢江流域 水資源綜合計劃의 一環으로 추진되고 있는 昭陽江댐 建設事業은 1967年에 着工하여 9月末 現在 90.5%의 工程을 완료하였으며 1972年 10月末에는 本體 築造工事が 完了될 것이다. 延長 160km의 昭陽江은 五台山 附近에서 起源하여 南으로 흘러 北漢江 本流와 合流되는 最大支流로서 댐地點에서의 流域面積은 2,700 km^2 이다. 이 事業은 江原道 春城郡 新北面 泉田里의 昭陽江 下流地點에 높이 123m, 頂部 延長 530m, 體積 9.6百萬 m^3 의 砂礫댐을 建設함으로써 昭陽江의 自然流下를 高度로 調節할 수 있으며, 總貯水 容量이 29億 m^3 에 이르는 東洋最大의 大容量 貯水地가 形成되어 下流地域의 洪水被害節減, 生活用水, 工

正會員, 水公·工務部·設計課長

業用水 및 灌溉用水의 供給과 電力의 尖頭需要供給에 奇與할 것이다.

2.2 地形 및 地質

댐地點의 河床標高는 約 80m이다. 3個의 小支流가 左岸下流와 右岸의 上下流에서 各各 本流와 合流된다. 河床部의 幅은 150m로 附近에서는 가장 좁다. 溪谷의 勾配가 急하여 右岸의 勾配가 1:0.7~1:1이며 左岸 勾配가 約 1:1.5이다. 左岸의 標高 250m와 右岸의 標高 400m 以上에서는 경사가 緩慢하다. 댐地點과 麟蹄間의 河床勾配는 1:800~1:1,000이며 上流로 갈수록 急勾配이다.

댐地點의 岩盤은 結晶片岩과 片麻岩으로 되어 있으며 이중 片麻岩은 結晶片麻地層으로 되어있다. 岩盤은 매우 堅固하나 그중 一部分은 石英片岩分布 地帶의 發達로 因하여 腐蝕되어 있다. 岩盤 上層部의 表土 및 腐蝕岩層의 두께는 右岸보다 左岸이 두꺼우며 下流보다는 上流가 두껍다.

2.3 設計

댐斷面은 Fig. 1과 같으며, 2장 4절에서 記述하는 바와같이, 댐地點 附近에서 採取possible한 天然材料의 分布를 考慮하여 適正 投資 規模를 確定하여 가장 경제적으로 設計하였다.

2.3.1 댐 安定度計算

댐의 安定度 計算은 堤體法面勾配의 Sliding과 水平方向 Sliding의 두 가지 境遇를 考慮하였으며 法面 Sliding에 對한 安定度 分析은 Slip Circle Method에 依하였다. 그 基本式은

$$F.S = \frac{S}{T} \text{ 이며}$$

이때 S는 築堤材料의 剪斷力

T는 Sliding을 일으키는 힘이다.

그러나 砂礫댐의 安定值은 間隔水壓과 地震을 考慮하여야 하므로 上式은 다음과 같이 된다.

$$F.S = \frac{C.L + \tan\phi(N-U-K.N)}{T+KT}$$

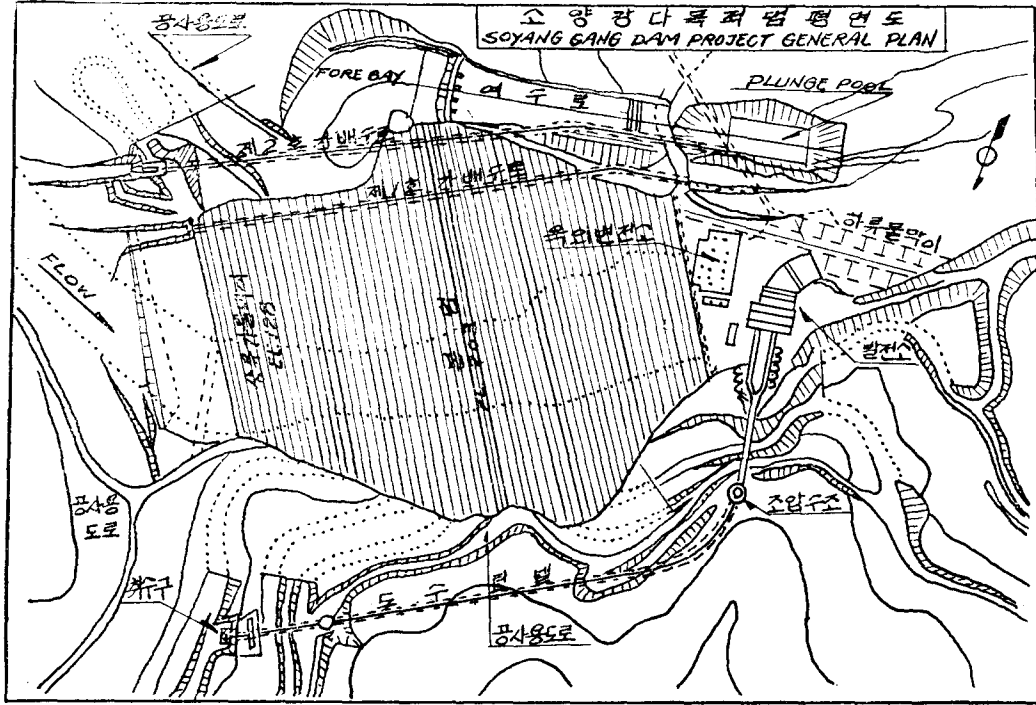


Fig 1-1

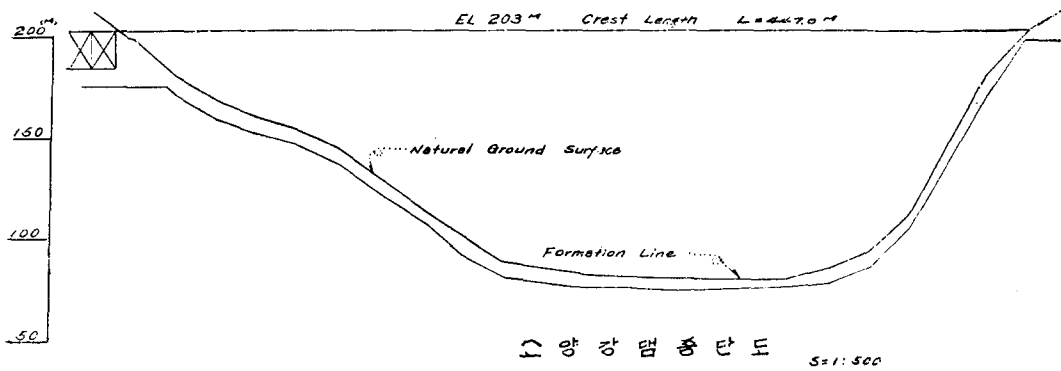


Fig 1-2

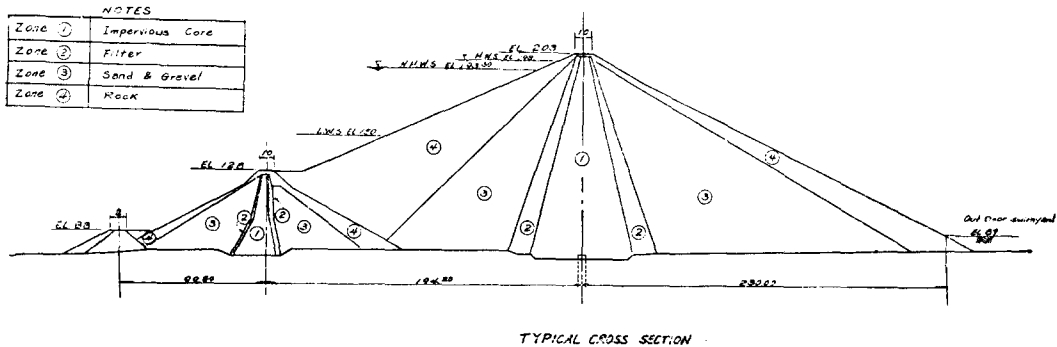


Fig 1-3

即 $C=粘着力\ TON/m^2$

$L=弧形\ 滑動面\ 的\ 延長\ m$

$\phi=內部\ 摩擦\ 角度$

$N=築堤\ 材料\ 에\ 依한\ 垂直力\ TON$

$U=間隔\ 水壓\ TON$

$T=築堤\ 材料\ 에\ 依한\ 接線\ 方向\ 的\ 힘\ TON$

$K=地震\ 係數$

安定計算은 다음 네가지 境遇로 實施하였다.

i) 貯水池 常時滿水位(EL 193.50)時 地震을 考慮한 安定度

ii) 貯水池 最高水位(EL 201m)時 地震을 考慮치 않은 安定度

iii) 貯水池 水位가 常時滿水位(EL 193.50m)에서 低水位(EL. 150m)로 急激히 低下될 때 地震을 考慮한 安定度

iv) 完工 直後 地震을 考慮한 安定計算 Core 的 間隔水壓은 弧形滑動面에 對한 盛土材料 總重量의 比率을 考慮하여 다음의 式으로 나타낼 수 있다.

$$u=(1-b) \cdot r_s \cdot h$$

即 u ; 間隔水壓

b ; 消散係數

r_s ; Core 材料의 單位重量

h ; 弧形滑動面상의 築堤高

貯水池 常時滿水位의 EL. 193.50m 的 條件下에서 的 流線網은 Fukuda 法에 依하여 作成되었으며 그 結果는 Fig-2 와 같다.

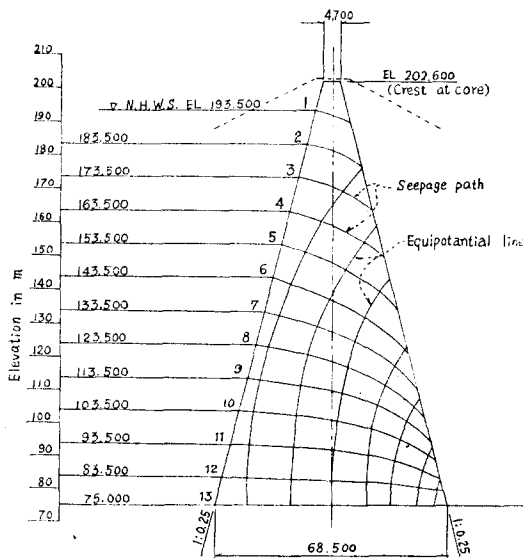


Fig 2. Flow Net in Core Section

貯水池의 水位가 急히 低下할 경우와 最高水位에 的 流線網도 常時滿水位와 같은 方法으로 推定하였다.

우리나라에서는 過去에 地震이 發生한 記錄이 稀少하였으나 地震力은 堤의 安定을 위하여는 반드시 考慮하여야 하므로 地震係數를 0.05로 取하였다.

築堤材料의 設計値는 <表 1과> 같다.

<表 1> 堤 材料의 設計 値

材 料	單位重量 (t/m^3)			內部摩擦係數	粘着力 (t/m^2)	比重
	乾燥	濕潤	飽和			
粘 土	1.60	1.93	2.01	0.4	1.5	2.70
砂 礫	1.95	2.05	2.21	0.7	0	2.63
砂礫·岩石混合	1.90	1.98	2.18	0.7	0	2.64
岩 石	1.80	1.84	2.12	0.8	0	2.65

Fill type 堤에 있어서 一般의 으로 採擇되는 安全率은 貯水池滿水의 境遇 1.2~1.5이다. 昭陽江堤에서는 地震力을 考慮할 境遇에는 1.2, 地震力을 考慮치 않을 境遇에는 1.4를 基準으로 設計하였다. <表 1>과 같은 設計値를 基準로 하여 電子計算機에 依한 堤의 各種條件에 對하여 計算한 結果 最少値는 <表 2>와 같다.

<表 2> 堤 安全 率

條 件	地震力	滿水時	水位急低下時	竣工時	異常洪水時
上流面	$K=0$	—	1.44	1.73	—
	$K=0.05$	—	1.25	1.50	—
下流面	$K=0$	1.45	—	—	1.45
	$K=0.05$	1.28	—	—	—

堤의 水平滑動에 對한 安全率은 다음 式으로 計算하였다.

$$S.F = \frac{V}{H}$$

即 V 는 堤體의 總重量에서 間隔水壓을 減한 垂直力의 總計이며 H 는 靜水壓, 動水壓, 土壓 및 地震力等 水平力의 合計이다.

本堤의 水平滑動 安全度 計算은 Fig. 3에서 的 斷面 I 및 斷面 II 的 두가지 斷面에 대하여 常時滿水位인 EL. 193.50m 에서 實施하였으며 그 結果는 <表 3>과 같다.

<表 3> 水平滑動에 對한 安定計算 値

斷 面 別	安 定 值
斷 面 I	1.738
斷 面 II	1.996

2.3.2 粘土遮水壁의 透水性檢討

本堤의 粘土遮水壁의 透水性檢討는 漏水量 및 Piping 現象의 두가지 種類에 對하여 實施하였다. 粘土遮水壁

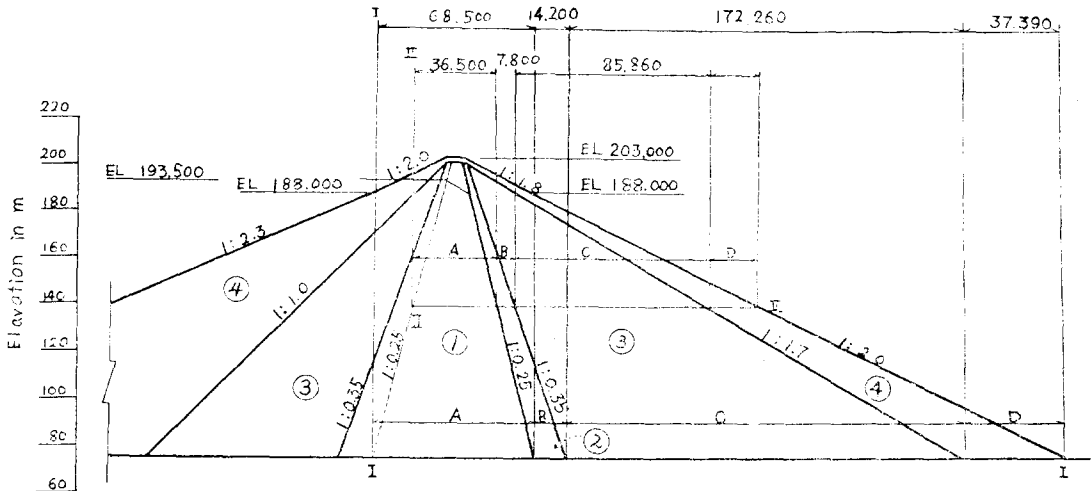


Fig 3. Stability Analysis of Sliding in Horizontal Direction

을 통한 누수량은 다음方程式에 依據 流線網에서 直接 計算할 수 있다.

$$Q = K \cdot \frac{H}{L} \cdot d \cdot B \cdot 10^{-2}$$

- 即 Q=總漏水量 m³/sec
- K=透水係數 cm/sec=1×10⁻⁷
- H=透水經路 上下問의 Potential head 의 差 m
- L=透水經路 延長 m
- d=透水線의 平均流深 m
- B=遮水層의 幅 m

위의 方程式에 依據하여 計算하면 Q는 0.05 l/sec 가 된다. 이 結果는 年 平均 放流量 55.5m³/sec 의 0.0001%에 該當한다. 貯水池가 年中 常時 滿水位로 繼續 維持되는 것으로 假定한다면 Q=1,580m³/yer 가 될 것이 며 이는 有效貯水量 1,960×10⁶m³의 0.0001%가 된다.

이와 같은 推定値는 아주 적은 것이므로 遮水壁의 漏水에 對하여는 安全한 것이다. 粘土遮水壁을 通하는 滲透水의 最大速度는 다음 方程式으로 計算한다.

$$V_m = K \cdot \frac{H}{L} \cdot \frac{1}{n}$$

n는 粘土材料의 空隔(Porosity)0.407이다. 透水速度는 H/L 值의 最大時 即 Fig. 3의 No.10 流線을 通하는 流速이 最大流速임을 發見할 수 있다. 上記 方程式에 依하면 V_m=43,538×10⁻⁶cm/sec로 計算된다. 粘土材料粒子의 流失限界 速度를 Stock 公式으로 計算하면

$$V_c = \frac{2}{9} \cdot \frac{G_s - G_w}{\gamma_s} \cdot g \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

- 即 G_s; 粘土材料의 比重 2.70
- G_w; 물의 比重 1.0
- g; 重力加速度 9.8m/sec²
- γ_s; t°C에서의 물의 粘性係數

t; 年平均水溫 10°C

d; 土粒子의 最少粒徑 0.005mm

V_c=175,827×10⁻⁶cm/sec로 計算되며 V_m<V_c이므로 粘土遮水壁은 滲透水流下로 因한 Piping 作用에 對하여는 充分히 安全하다.

2.3.3 댐의 基礎處理

遮水壁層의 基礎는 岩盤에 到達할 때까지 굴착한 후 에 築造되도록 設計되었다. 基礎岩盤은 아주 堅固한 雲母片岩으로 形成되어 있으나 많은 節理와 龜裂이 있다. 이러한 댐 基礎에 對하여는 岩盤을 통한 漏水を 防止하기 爲하여 Curtain Grouting 을 施行하여야 하며, Consolidation Grouting 은 必要치 않다. Curtain Grouting의 孔은 2.5m의 孔間隔으로 댐 中心線에 沿하여 千鳥形 2列로 配列하였다. 經濟的인 見地에서 볼 때 Grout 孔은 河床과 比較的 緩 傾斜인 左岸에는 垂直으로 試錐하고 急 傾斜인 右岸側에서는 傾斜方向으로 試錐하였다. 垂直孔과 傾斜孔의 連結部에 在어서는 充分한 Curtain Grout의 效果를 保障하기 爲하여 3列의 Grout 孔을 配列하였다. Grout 孔의 深度는 最大 50m로 實施하였으며, Grout 壓力은 實際 水壓의 約 2倍인 最高 25~30kg/cm²로 決定하였다. 基礎處理의 效果는 實地의 基礎狀態에 따라 크게 變動되므로 設計된 基礎處理 結果는 水壓 試驗에 依하여 點檢을 철저히 하여야 한다.

2.3.4 堤體 埋設計器

堤體에 埋設되는 各種 測定計器는 다음과 같은 目的으로 設置된다.

- i) 設計値와 實地 測定値를 比較하여 建設 期間中의 堤의 安全度를 點檢하고
- ii) 댐 完工 後의 各種 變化를 觀察한다.

또한 堤體에 埋設되는 測定計器의 種類는 <表 4>와 같다.

<表 4> 埋 設 計 器

種	類	數 量
壓 力 計	間 隔 水 壓 計	117個
	7 面 土 壓 計	15個
變 位 計	垂 直 水 平 變 位 測 定 計	3個
	沈 下 測 定 計	3個

2.3.5 餘 盛

댐의 높이는 餘有高를 包含한 높이 以下로 되는 일이 없도록, 築堤 및 基礎 沈下를 考慮하여, 充分한 餘盛을 하여야 한다. fill type 댐의 既存 資料에 依하던 昭陽江댐의 높이가 125m 程度일 境遇, 沈下는 1.8~1.6m 範圍로서 平均 1.4m로 豫測되었으나 砂礫댐의 施工은 世界에서 그 例가 稀少하므로 砂礫을 主材料로 하는 Zone fill type 댐에는 아무리 施工을 철저히 하였다고 할지라도 未知의 沈下要素가 있을 것을 考慮하여 本댐의 餘盛은 豫測되는 沈下의 最上限值인 1.8m로 決定하였으며 餘盛은 兩岸部를 0으로 하고 最高值가 되는 溪谷의 中心까지 直線으로 變化하도록 設計하였다.

2.4 댐의 施工

2.4.1 建設計劃工程

댐 工事의 建設工程을 計劃樹立하는 것은 말할 것 없이 現場條件에 맞추어 가장 經濟的으로 檢討 決定해야 한다. 一般的으로 機械화된 工事に 있어서는 工期를 짧게 策定하면 裝備의 所要台數가 增加하여 早期投資가 增加한다. 그러나 이 境遇 建設期間의 利子は 減少되고 社會에 對한 便益이 早期에 오는 利點이 있다. 이와 反對로 工期를 길게 策定하면 短工期의 境遇와 反對되는 結果가 나타난다.

昭陽江댐과 같은 程度의 規模를 가진 댐 工事의 建設 工期는 普通 45~50個月로 策定한다. 着工後 15~20個月間은 主로 工事用 道路, 橋梁, 宿舍, 給水 및 動力 設備, 建設 裝備, 資材 等の 假設備과 기타 準備工事を 위한 期間으로 策定하고, 나머지 約 30個月을 本工事 工期로 策定한다. 昭陽江댐 工事의 主工事は 前述한 바와 같이 築造量 $9.6 \times 10^6 m^3$ 의 本댐 築造로서 이것이 工期를 左右하는 가장 重要한 要素가 된다. 本事業에서 築造工事は 12월부터 2월까지의 가장 추운 3個月間은 中斷하여야 하므로 이를 堪察하여 實質的인 工期를 策定한다. 이와 같은 觀點에서 本工事의 總工期는 4個年半으로 策定하였고 그 중 一個年半은 準備工事,

3個年은 本工事期間으로 하였다. 물막이 築造工事を 除外한 댐 築造의 實工事期間은 26個月로 策定하였다. 本工事의 建設工事は 1968年 4月 假排水路의 터널공사를 비롯하여 着工되었고, 1972年 10月末까지 本댐工事が 完工될 것이다. 本事業의 執行計劃을 보면 1968年과 1969년에는 主로 準備工事인 다음 工事を 着工 施行하였다.

- i) 工事用 道路 및 橋梁
- ii) 宿舍, 事務室 및 其他 假設 建物
- iii) 動力設備
- iv) 通信設備
- v) 給水設備
- vi) 假排水路터널
- vii) 建設裝備의 購買와 設置

1969年 10月初에는 一次 假물막이가 完成되었고, 河川은 第一號 假排水路로 轉流하여 댐 基礎掘鑿 基礎處理와 높이 48m, 體積 約 $1 \times 10^6 m^3$ 인 二次물막이 工事が 始作되었다. 1970년에는 洪水期 以前인 6月末까지 二次물막이가 完成되었고 4月부터는 本댐 築造를 開始함과 同時에 各種 門扉 水壓鐵管 發電設備의 購買가 依賴되고 또한 水路 및 發電所의 土木工事が 始作되었다. 1971년에는 댐 築造는 勿論이고 門扉, 水壓鐵管 水車設置等を 包含하여 工事は 終境에 이르렀으며, 1972年 10月末에는 댐 築造工事が 完了되어 湛水가 開始될 것이다. 其他 工事は 貯水池 湛水期間 동안에 完工하여 1973年 10月初에는 各種 檢査 및 試運轉을 完了하여 商業 發電을 開始할 것이다.

2.4.2 假設備工事

(1) 工事用道路

工事を 爲한 主要 道路 建設은 <表 5> 및 Fig. 4와 같다.

<表 5>에서 보는 바와 같이 댐築造 材料의 運搬 道路는 右岸上下流에 各各 EL 90m, EL 120m, EL 150m, EL 175m 및 EL 203m 地點에 連結 施工하였다. 이들 工事用 道路는 右岸이 急傾斜이므로 既存 道路를 除外하고는 一車線으로 建設하였다. 댐과 各採取場을 연결하는 歸還道路는 댐 下流法面に 一車線道路를 築造하여 本工事が 完工될 때까지 使用할 것이다. 工事用 道路의 幅은 2車線 12m, 1車線 6m로 하였으며, 其他 必要한 現場內의 些少한 道路는 都給業者가 自身의 便利를 爲하여 監督者의 承認을 得하여 任意로 施工하였다.

(2) 給水 設備

主要 給水 設備는 다음 2個 設備로 區別 配置하였다. 첫째로 選別場, 混合工場, 空氣壓縮機 築造用水

<表 5>

工 事 用 道 路

路 線 名	位 置	車 線	路 線	延 長 (km)
RU-1	上 流 右 岸	2	概設通路擴張, 砂礫採取場으로부터 댐(EL 90)까지	4.4
RU-2	"	2	新設粘土採取場 "A"에서 RU-1經由 댐(EL128m)까지	3.6
RU-3	"	2, 一部 1	新設採石地 "R-1"에서 댐(EL 128m)까지	3.7
RU-4	"	1	新設 "RU-6"에서 分岐 댐(EL 150m)까지	0.6
RU-5	"	1	新設 "RU-6"에서 分岐 댐(EL 175m)까지	0.4
RU-6	"	1	新設 "RU-3"에서 分岐 댐(EL 203m)까지	1.5
RD-1	下 流 右 岸	2	既設道路擴張, 砂礫採取場에서 댐(EL 90m)까지	7.2
RD-2	"	1	新設 RD-1에서 分岐 댐(EL 120m)까지	0.8
RD-3	"	1	新設 RD-5에서 分岐 댐(EL 150m)까지	0.5
RD-4	"	1	新設 RD-5에서 分岐 댐(EL 175m)까지	0.3
RD-5	"	1	新設 RD-1에서 分岐 댐(EL 203m)까지	2.3
RD-6	"	2	新設粘土採取場 "C"에서 RD-1에 連結	1.6
LU-1	上 流 左 岸	2	新設粘土採取場 "F"에서 댐(EL 128m)까지	0.8
LU-2	"	2	新設餘水路에서 LU-1에 連結	1.2
LU-3	"	2	新設餘水路 LU-4에 連結	0.8
LU-4	"	2	新設餘水路에서 LU-1에 連結	0.9
LU-5	"	1	新設 "LU-1"에서 分岐 댐(EL 150m)까지	0.5
LD-1	下 流 左 岸	2	新設混合工場에서 "RD-1"에 連結	0.7
LD-2	"	2	新設砂礫採取場에서 "RD-1"에 連結	2.3

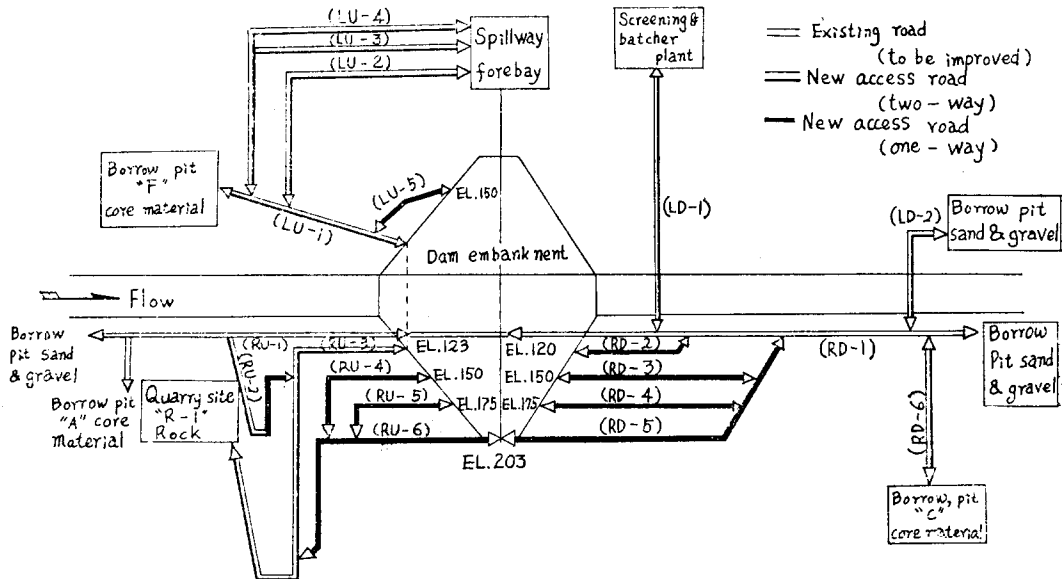


Fig 4. Access Road Scheme

및 콘크리트養生用水用으로 揚程 85m, 10m³/min 容量의 Pump 3台를 下流물막이 右岸下流에 設置하였으며 이 設備으로써 給水할 所要水量은 다음과 같다.

選別場(150T/hr) 4.34m³/min
 混合工場(120m³/min) 0.15m³/min

骨材洗滌用 0.15m³/min
 空氣壓縮機用 1.05m³/min
 댐築造場用水 1.00m³/min
 콘크리트養生用水 및 其他 9.31m³/min
 이 때 餘有를 考慮하여 20.00m³/min 로 總所要水量

을 推定하였다. 물은 貯水탱크에 揚水하여 使用토록 하였으며 選別場 및 混合工場用 貯水탱크는 左岸 下流山側 EL 150m地點에 幅 5m 넓이 6m, 높이 3m 크기의 것을 設置하였고 築造場 및 콘크리트養生用水用 貯水탱크는 幅 10m 넓이 20m, 높이 3m 를 右岸 中心線附近 EL 210m地點에 設置하였다.

둘째로는 飲料水 및 現場試驗用水로서 揚程 40m, 2 m³/min 容量의 펌프 2대를 設置하였다. 飲料水 容量은 職員家族을 包含한 現場에 從事하는 人員을 500名으로 假定하여 0.5m³/min 로 보고 濾過容量을 0.5m³/min 로 하였다. 其他 整備工場, 洗車用水 採石場用水等은 都給者가 別途로 設置하였다.

(3) 建 物

工事 期間 中の 工事를 위한 主要 建物 築造는 <表 6> 과 같다.

<表 6> 工 事 用 建 物

區 分	棟 數	面 積 (m ²)
事 務 室	1	700
合 宿 所	1	800
外 人 宿 所	1	600
舍 宿	9	1,050
試 驗 室	1	180
整 備 工 場	1	1,000
機 資 材 倉 庫	2	2,300
세 멘 트 倉 庫	1	1,000

(4) 動力設備

工事用電力은 華川에서 壩地點을 經由하여 春川으로 連結되는 既設 66KV 送電線에서 受電 3.3KV 를 變電 供給하였으며 所要電力은 다음과 같이 約 5,300KW 로 推定하였다.

- 混合工場 120KW
- 骨材選別場 408KW
- 空氣壓縮機 1330KW
- 給水펌프場 550KW
- Incline設備 75KW
- 事務室 및 宿所 500KW
- 工事用照明設備 1800KW
- 其他雜設備 517KW
- 計 5300KW

實施 設備에 對한 相違率을 85%, 負荷率을 80%로 보면 尖頭負荷는 3,600程度로 推定된다. 故로 電力 供給을 爲한 變壓器는 750KVA 5台이지만 豫備台數를 考慮하여 工事用 變電設備는 750KVA 變壓器 6台를 設備하였다.

2.4.3 假排水路工事

假排水路는 壩左岸에 2條의 터널을 掘鑿하였다. 河川側 터널이 第1號 假排水路 터널이고 山側의 것이 第2號 假排水路 터널이다. 第1號 假排水路는 1968年 4月에 着工하였으며, 第2號 假排水路는 1969年 2月에 着工하였다. 第1號 假排水路는 1969年 9月에 完工되어 10月初에 河川의 流水가 假排水路로 轉流되었다. 또한 第2號 假排水路는 1970年 洪水期 以前인 6月에 完工하였다.

<表 7> 假 排 水 路 의 諸 元

區 分	第1號 假排水路	第2號 假排水路
一 長	529m	607m
斷 面	馬蹄型, 圓型	圓 型
直 徑	10m	10m

假排水路 터널의 掘鑿은 流入口와 流出口의 兩側에서 同時에 中央部分을 向하여 掘進해 나가고 上部半斷面은 10 Boom Drill Jumbo에 依한 半斷面 掘鑿工法을 實施하고 下部半斷面은 Bench Cut 工法을 實施키로 計劃 하였으나 第1號 假排水路는 Drill Jumbo의 導入遲延으로 인하여 부득이 導坑式工法으로 施工하였으며 第2號 假排水路는 Drill Jumbo에 依하여 掘鑿하였다. 下部半斷面은 上部半斷面の Lining 콘크리트를 完了한 後에 掘鑿을 開始하였다. 發破된 버럭은 Side dump loader에 依하여 Dump Truck에 積載되어 터널外部로 運搬하였다. 콘크리트 Lining은 콘크리트펌프에 依하여 打設되었으며, 거푸집은 터널 内部에서 移動設置가 容易한 鐵製 Sliding 거푸집을 使用하였다. 混合工場로부터 콘크리트펌프까지의 콘크리트運搬은 Agitator Truck에 依하였다.

2.4.4 壩 造築工事

(1) 築堤材料源

壩築造用 材料採取場 및 數量은 <表 8> 및 Fig. 5와 같다.

壩 築造를 爲한 假물막이 工事로는 築造 後에 本壩의 一部分이 되어 永久 構造로 남을 二次 물막이 築造를 爲한 一次 假물막이를 築造하였다. 一次 假물막이는 二次 물막이 直上流部에 頂上標高 EL 88m로 假排水路터널, 工事用道路 等の 掘鑿岩石을 流用築造하고 上流部法面に 透水防止를 爲한 表面土砂 遮水壁을 設置하였다. 作業은 Dump Truck과 Bull Dozer에 依하여 兩岸側부터 築造를 進行하여 河川中心部에서 最終 縮切하였다. 二次 물막이 築造는 1969年 10月에 착공하여 1970年 6月에 完了하였다. 물막이 築造를 爲하

<表 8>

材 料 源

材 料 別	採 取 場	埋藏量 (m³)	築 堤 量 (m³)		距 離 (km)	備 考
			本 堤	물막이 堤		
砂 礫	1'	1,830,000			9.0	
	1	1,090,000	736,000	354,000	5.2	
	2	80,000	—	—	3.8	左 岸
	3	360,000	114,000	246,000	3.0	
	4	21,000	—	21,000	0.7	堤 地 點
	5	286,000	286,000	—	2.3	
	6	498,000	498,000	—	4.1	
	7	442,000	442,000	—	5.6	
	8	257,000	257,000	—	5.5	
	8'	570,000	453,000	—	6.1	一部는 콘크리트 用 骨材
	9	486,000	486,000	—	7.3	
	10	810,000	810,000	—	8.2	
	11	370,000	—	—	10.3	
	12	449,000	449,000	—	5.0	
	13	370,000	—	—	5.0	
14	160,000	—	—	10.0		
	計	8,029,000	4,531,000	621,000		
粘 土	A	86,000	15,000	71,000		
	C	971,000	971,000	—		
	F	326,000	256,000	70,000		
	計	1,383,000	1,242,000	141,000		
岩 石	R ₁	5,000,000	1,163,000	—		
	流 用 岩	1,939,000	1,634,000	305,000		
	計	6,939,000	2,797,000	305,000		
合 計		16,351,000	8,570,000	1,067,000		

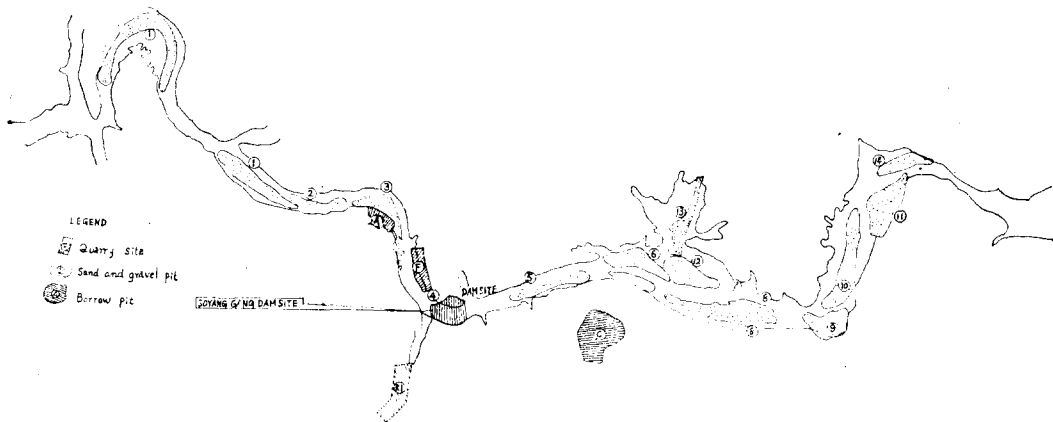


Fig. 5

여 粘土는 “A” 및 “F”採取場에서, 砂礫은 1,3,4採取場에서, 그리고 岩石은 流用岩을 運搬築造 하였다. 이들 各種 材料는 27ton級 Dozer 와 3m³ Scooper等에 依하여 採取積載되어 13.5ton Dump Truck 으로 運搬

하여 Bull Dozer, Tamping Foot Compactor, Vibrating Roller 等으로 撒布 轉壓되었다.

本堤築造는 1970年 4月부터 1972年 10月까지 25個月間에 完成될 것이다. 粘土材料는 前記한 바와 같이

그 一部를 F 및 A 採取場에서 취하였으나 大部分의 量은 C採取場에서 採取하였다. 採取場은 材料 採取 以前에 表土를 除去하였으며 Bull Dozer 로 採取하고 3m³ Skooper 또는 Bucket Wheel Excavator 에 依하여 13.5 ton Dump Truck 에 積載되어 댐 地點까지 運搬捨土 하여 Bull Dozer 로 撤布하고 Tamping Foot Compactor 로 轉壓하였다. 砂礫材는 可及的 가까운 採取場의 것 을 最大로 採取하기 爲하여 水面下 0.5~1.0m 까지를 27ton Bull Dozer 또는 1.2m³ drag Shovel 로 掘鑿 集土하여 3m³ Skooper 로 13.5ton Dump Truck 에 積載運搬되어 Bull Dozer 로 散布, Vibrating Roller 또는 Tire Roller 로 轉壓하였다. 岩石材 중 原石山岩은 全量을 R₁ 石山에서 運搬하였고 岩石採取 發破工法은 Bench Cut 式으로 行하였다. 採石된 岩은 2m³ Power Shovel 로 32ton Dump Truck 에 積載하여 鑛地點으로 運搬投下되어 Bull Dozer 로 整理 築造하였다. 餘水路掘鑿等에서 發生되는 築堤 可能 岩石은 全量을 前記 方法으로 運搬 築造되었다.

2.5 建設裝備

昭陽江댐 建設事業에 動員된 建設裝備는 官給이 51 種 379臺이며, 都給者 裝備 10種 35臺 總 56種 414臺로 서 그 主要品目은 <表 9>와 같다.

<表 9> 主要裝備表

機 種	規 格	數量 (臺)	備 備
Dump Truck	13.5 ton	127	都 給 者 所 有 分
Dump Truck	32 ton	20	
Power Shovel	1.2m ³ , 2.0m ³	12	
Skooper	3.0m ³	5	
Wheel loader	1.5m ³ , 1.6m ³ , 1.7m ³	7	
Bucket Wheel Excavator		1	
Bull Dozer	19 ton, 27 ton	16	
Drill Jumbo	10—boom	2	
Crawler Drill	4.8 ton, 2.8 ton	9	
混合工場, 選別設備	120m ³ /hr, 150T/hr	1	
Incline 設備	3m ³	1	
空氣壓縮機	190KW, 100HP	12	
給水 Pump場設備	10m ³ /min	3	
排水 Pump	30m ³ /min	3	
Tractor W/Trailer	30, 60 ton	2	
Truck Crane	8 ton, 20 ton, 35 ton	3	
Vibrating Roller	12 ton	2	
Tamping foot Compactor	27 ton	2	
Tire Roller	22 ton	2	

3. 安 東 댐

3.1 事業의 概要

安東댐 建設 事業은 全體 國民이 所要하는 水의 約 1/3을 供給하고 있는 洛東江流域 綜合開發計劃의 一環 이다. 이 事業은 安東市 東南方 4km 洛東江 本流 支點 에 높이 73m, 길이 523m의 fill type 댐을 建設함으로



<安東댐 移設 道路工事 光景>

서 下流地域의 洪水 및 旱魃의 被害를 節減하고 工業 擴張計劃에 따른 工業 및 生活用水의 不足量을 供給하여 産業의 繼續的인 發展과 國民生活의 向上을 圖謀하는 한 便 增加一路에 있는 電力의 尖頭需要供給의 一翼 을 擔當할 것이다. 이 事業의 概要는 다음과 같다.

水 系: 洛東江 本流

댐型式: fill type 댐

댐높이: 73m

댐길이: 523m

總貯水容量: 1,230×10⁶m³

貯水面積: 51.5km²

發電施設容量: 90,000KW

洪水調節容量: 110×10⁶m³

年間用水供給量: 730×10⁶m³

年間發電量: 80×10⁶m³

本工程는 1971年 4月에 工事を 着工하여 現在 安東市에서 댐 지점까지 道路 및 橋梁과 事務室, 職員 舍宿 所를 完了하였으며, 職員舍宅, 選別場 및 整備工場 敷地工事 等 假設備 工事を 進行中에 있다. 1973年初부터 本工程를 始作하여 1976年末에 完了할 計劃이다.

3.2 地形 및 地質

댐 地點 附近의 河川은 北西쪽에서 서서히 西南쪽으로 灣曲되어 흐르고 있다. 댐의 右岸部는 38°~45°의 심한 傾斜面을 이루고 있으며, 部分的으로 岩石이 露出되어 있다. 河床은 平坦하고 全區間이 모래로 被覆되

어 있으며 河幅은 約 200m 이다. 河川流水는 渴水期에 도 全幅의 半程度는 水深 0.8m 로 흐르고 있으며 洪水時에는 河床 全區間에 約 4m 水深의 洪水가 流下한다. 左岸 E L 157m까지의 傾斜는 30°~40°이고 그 以上 E L 185m까지는 緩傾斜를 이루고 있다. 壩 右岸 中心部의 岩石은 片麻岩이며, 右岸 下流部는 黑雲母花崗岩이고, 上流部는 花崗岩으로 形成되어 있다. 壩 左岸 中心線部의 地質은 大部分이 黑雲母花崗岩이나 片麻岩과 花崗岩이 여러 곳에 散在되어 있다. 이들 岩石等은 심하게 風化되어 있다.

3.3 基本設計

安東壩의 細部設計는 現在 進行中이므로 여기에서는 基本 計劃 設計時에 檢討된 事項을 記述한다.

(1) 壩의 基本 斷面

壩의 斷面은 Fig. 6과 같이 4種類의 材料로 區分하였으며 各材料의 採取場은 <表 10>과 같다.

<表 10> 築堤材料源

材料別	Zone別	採取場位置
粘土	Zone 1	壩右岸上流 10km 앞계 地點 壩下流 14km 光音洞 地點 壩下流 12km 半邊川左岸 地點
磨砂	Zone 2	壩地點附近左右岸 一帶
砂	Zone 3	壩地點附近上下流河床 一帶
岩石	Zone 4	壩右岸下流 0.5km 地點

壩의 Zoning 은 上記한 築堤材料源을 勘案하여 壩基礎, 假排水路, 餘水路 및 發電所 등에서 掘鑿되는 各種 材料를 最大限 流用 使用토록 하기 위하여 다음 <表 11>와 같이 計劃하였다.

<表 11> Zone別 築堤數量

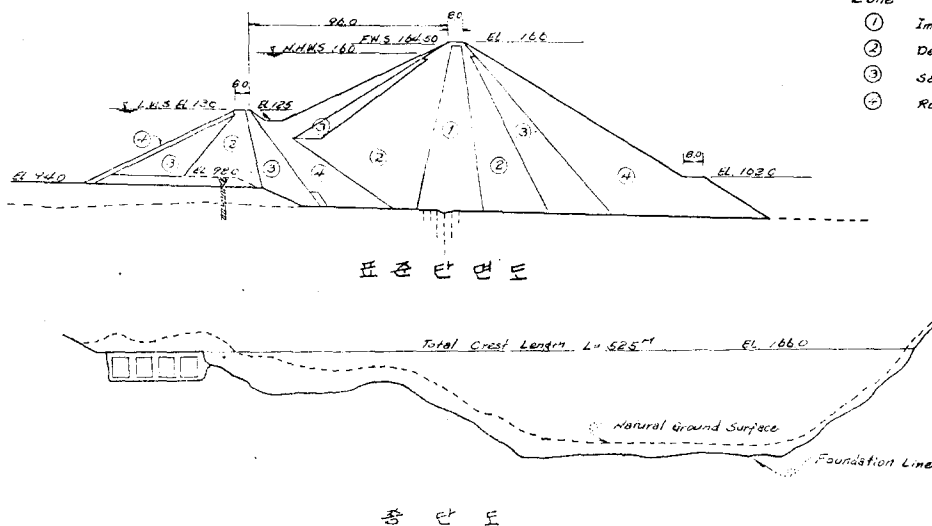
材料源	築堤數量			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4
流用量使用				
假排水路	—	470,000	—	240,000
壩基礎	—	460,000	520,000	—
餘水路	—	640,000	—	740,000
發電所	—	110,000	—	100,000
採取場材料使用				
粘土採取場	610,000	—	—	—
採石場	—	—	—	440,000
計	610,000	1,680,000	520,000	1,520,000

3.4 施工計劃

安東壩의 主要 工事는 다음과 같이 遂行되어야 하며 本工事に 動員되는 建設裝備는 大部分 昭陽江壩의 裝備를 轉用한다.

- 第一號 假排水路完工 73年 9月末
- 1次물막이 完工 74年 6月末
- 2次물막이 完工 73年 10月末
- 本壩築造 76年 7月末

3.4.1 假排水路



- Zone Material
- ① Impervious Earthfill
 - ② Decomposed Granite
 - ③ Sand
 - ④ Rock Fill

假排水路는 直徑 8.5m 의 콘크리트라이닝 터널 2條가 浬 左岸測에 設置되며 山側에 位置한 延長 約 340m 의 圓型斷面無筋콘크리트라이닝인 第一號 터널을 먼저 着工한다. 延長 約 300m 의 第2號 터널은 發電所에 連結되는 壓力導水터널로 利用될 것이므로 터널上流部分은 鐵筋콘크리트 圓型斷面으로 하고 下流部分은 追加作業이 容易하도록 無筋콘크리트 馬蹄型斷面으로 計劃하였다. 터널掘鑿은 10-Boom drill jumbo 및 Crawler Drill 에 依한 半斷面掘鑿工法으로 施行할 것이며, 콘크리트라이닝은 掘鑿이 完了된 後 Arch 및 側壁部를 同時에 Steel Sliding Form 으로 打設하고 invert 部만 別途로 打設하게 하였다.

3.4.2 假물막이

댐 建設工事中에도 가장 重要하고 어려운 工程이 물막이의 築造이고 特히 安東댐의 河床에는 砂礫層이 約 10m 가량 被覆되어 있으므로 砂礫層을 통한 透水を 止水하는 特別工法이 講究되어야 한다. 現在 Tremie 콘크리트를 打設하는 Slurry Trench Cut 法으로 施行토록 考慮하고 있으나 井筒沈下, Sheet Pile 工法等 細部設計에서 繼續의으로 檢討될 것이다.

Slurry Trench Cut 工法은 이태리 Impresa Construzioniopere Specializzate 會社 特許工法으로 ICOS 工法 또는 Bentonite 工法이라고도 한다. 이 工法을 安東댐 물막이 工事に 適用할 境遇 그 施工은 다음과 같이 施行된다. 即 1973年 9月末 第一號 假排水路 터널完了와 同時에 물막이 中心線에 沿하여 EL 98m 까지 約 4m 높이로 河床을 假締切하여 河水를 假排水路로 轉流한 다음 EL 98m 에서 基盤岩까지 幅 1.5m 程度로 側面 勾配없이 垂直으로 Trench 를 掘鑿한다. 掘鑿作業과 同時에 側面 勾配安定維持를 爲하여 Bentonite Slurry 를 Trench 內部로 繼續 供給한다. 掘鑿이 完了된 後에는 Tremie 콘크리트를 充鎮하여 止水壁을 形成한다. 물막이 築造

材料는 大部分 磨砂이며 安東댐 附近의 磨砂는 透水係數가 적으므로 물막이 浬의 不透水層材料로 適合한 것으로 判定되었다. 이 材料는 Vibrating Roller 로 充分히 轉壓하여야 하며 頂上標高 EL 130m 인 물막이 築造는 74年度 洪水期 以前인 6月末까지는 期必로 完成하여야 한다.

3.4.3 本 浬 築造

물막이 止水工事が 完了되어 河川水가 假排水路로 轉流되는 즉시 本浬 基礎區域內의 排水作業을 實施하고 물막이 築造工事を 繼續 施行함과 同時에 本浬의 基礎掘鑿을 開始한다. 安東댐의 河床砂는 支耐力이 다소 弱할 것이 豫想되어 全量 掘鑿토록 計劃되었으나 이는 追後 細部調査를 施行하여 細部 設計를 完了할 때까지는 再檢討 決定할 것이다. 浬 築造 作業은 Bull Dozer, Skooper, Power Showl, Dump Truck 에 依하여 各種 材料를 採取, 積載運搬하여 粘土는 Tamping Foots Compactor 를 이용하고, 其他材料는 Vibrating Roller 로 轉壓토록 하였으며 浬 築造는 1976年 7月末까지 完了할 것이다. 作業은 冬期인 12월부터 2월까지의 粘土 磨砂 및 砂築堤가 中斷되고 11月과 3月은 晝間 一交代 作業을 하며, 其他 期間에는 晝夜 3交代 作業이 可能할 것이다.

4. 結 言

以上 昭陽江 및 安東댐에 對하여 그 概要만을 記述하였다. 制限된 紙面 關係로 言及하지 못한 餘水路, 導水路, 發電所 및 變遷電施設을 비롯하여 昭陽江浬에 對한 各種 構造物의 施工管理, 原設計 計劃値에 對한 工事實積과의 比較 檢討等, 여기에서 記述치 못한 事項에 對하여는 昭陽江浬이 竣工되고 安東댐의 細部設計가 完了된 後에 資料를 整備하여 報告코자 한다.

會員移動事項

會員 여러분께서 다음처럼 移動事項이 있을 때에는 本人은 勿論親知께서 即時 本會事務局에 連絡하여 주시기 바랍니다. 接受되는 대로 會員動靜欄에 紹介하여 드리겠습니다.

1. 宅이 移動했을때 : 住所 및 電話番號
2. 職場이 移動했을때 : 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