

# 報 文

論抄々堰堤  
の15

## 鴨綠江水豐堰堤工事概要

正會員 佐 藤 時 彦\*

### 要 旨

昭和 12 年秋以來工事中の鴨綠江水豐發電所も、昭和 16 年 8 月末には一部發電開始せられ、引續き工事を急いでゐるが現在は發電設備の一部を除き殆んど完成状態にある。

本文は工事の沿革を説き計畫の概要に觸れたる後、この大堰堤工事が如何にして短時日間に施工されたか、主として其の準備施設及び工事の概要を述べ、結局は人力及び機械の綜合威力の發揮と不屈不撓の精神に外ならざる事を論ずると共に、流筏路及び貨物中繼設備に就いても若干言及した、尙都合に依り圖面及び數字を以て詳細に説明し得ぬ點のある事を附記して置く。

### 目 次

- |                     |                |
|---------------------|----------------|
| 1. 緒 言              | 1) 締切工事        |
| 2. 構造及び施設の大要        | 2) 堰堤工事        |
| 1) 堰 堤              | (1) 施工方針       |
| 2) 取 水 口            | (2) 骨 材        |
| 3) 水壓鐵管路            | (3) セメント       |
| 4) 發 電 所            | (4) コンクリートの配合  |
| 5) 流 筏 路            | (5) コンクリートの打込  |
| 6) 貨物積卸設備及び上、下流連絡設備 | (6) 假排水及び流筏工事  |
| 7) 滿洲側放水路           | (7) 注膠作業       |
| 3. 準備施設             | (8) 堰堤に關する水理實驗 |
| 1) 鐵 道              | 3) 取水口及び鐵管路工事  |
| 2) 骨材採取及び同運搬設備      | 4) 發電所工事       |
| 3) 篩分工場             | (1) 建 物        |
| 4) セメント工場及び同運搬設備    | (2) 所内設備       |
| 5) 混合工場             | (3) 發電機及水車     |
| 6) 工作工場             | (4) 放 水 路      |
| 7) コンクリート試験室        | 5) 其 の 他       |
| 8) 動力設備             |                |
| 4. 發電工事             | 5. 結 言         |

### 1. 緒 言

水力資源の開發に刺戟されて朝鮮の産業界も漸く活發化した頃滿洲國が建國され、次いで産業 5 ケ年計畫が樹立されると共に、生産力擴充計畫の電力部門として大規模の電源調査が進められるに至つた。

従來、鴨綠江は滿洲事變前までの政治的情勢と産業態勢では、多大の水力資源を包藏してゐると想像され乍らも、開發を許し得なかつたのであるが、其の後の伏勢の變化に依り、日滿一體の政治經濟的結合は鮮滿

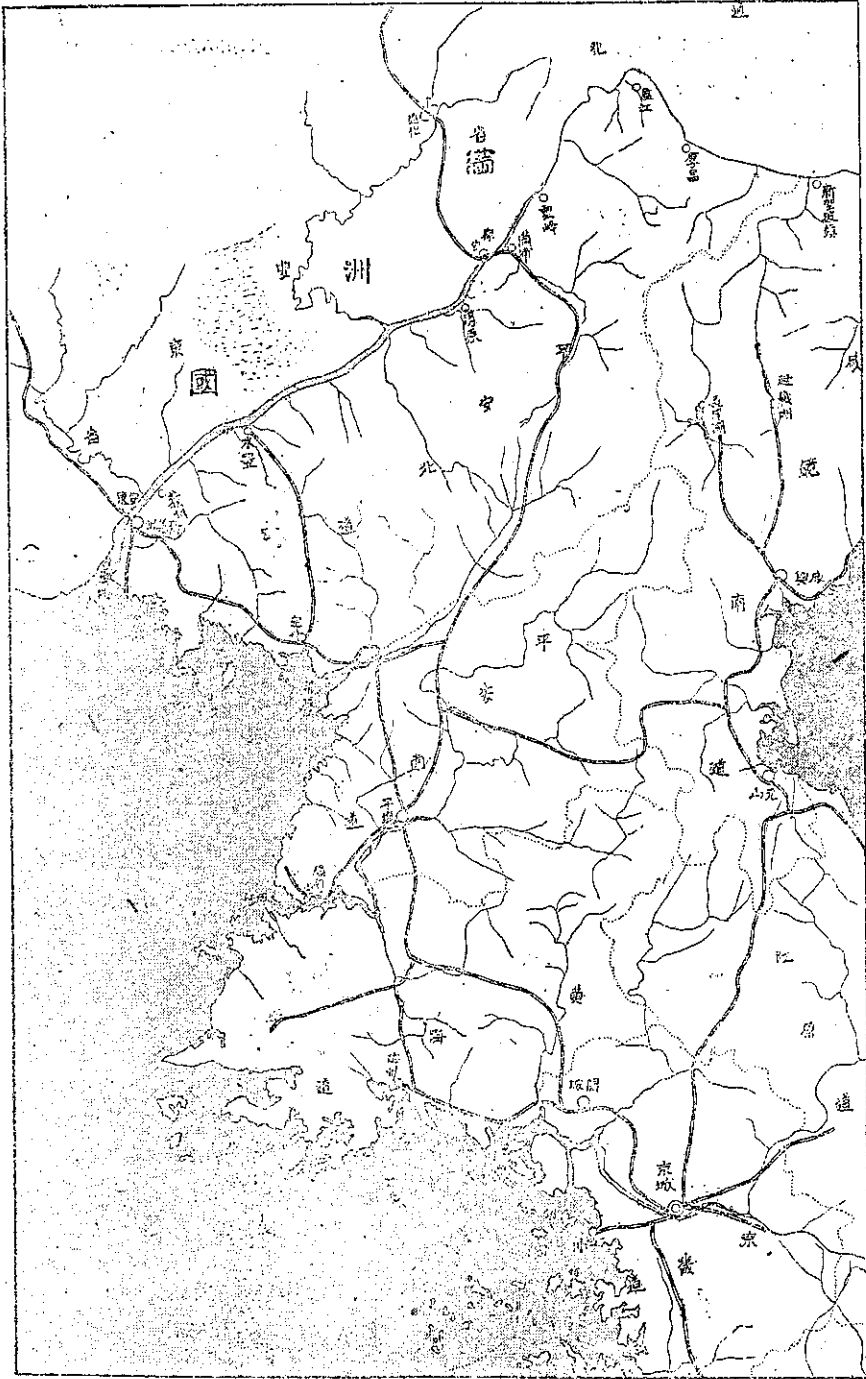
兩當局をして協同開發の緒を開くに至つたのである。

即ち、昭和 11 年 9 月鮮滿協同調査隊を編成し、この國境河川の歴史的實地踏査の河下りを決行したのであるが、單に觀察の程度に留り、堰堤地點の地形及び地質の概略の調査に過ぎず、當時國境地帯の治安は完全に靜穩とは云ひ難く、爲に、プロペラ船には護衛警官數名が機關銃を携行して船の屋根に裝備する程の物々しさであつた。

滿洲國は建國尙日淺く匪賊未だ跋扈しあつたに拘らず、滿洲側沿岸主要地に於ては、吾々調査隊一行に對

\* 鴨綠江水力發電株式會社員

圖-1 鴨綠江位置圖



し官民有力者並びに保安隊等が河岸に整列して歓迎の意を表され、之に應へて吾々はハンカチで急造の國旗を作つて振り、屢々日滿交歡を遂げたのであるが、斯る事變前の國境地帯の緊張感を想起し、而して今茲に水壩堰堤の完成を見るとき、轉た今昔の感に堪えざるものがある。

途中惠山、新努坡、中江、滿浦、渭原、朔州に宿泊し本流に於ける各堰堤候補地點を踏査しつゝ下航したのであるが、案じた程の事もなく一同無事安東に於て解散した。

本調査に於て痛感した事は(圖-1 参照)

1) 堰堤地點として好適な地點多く、極言すれば義州(河口より50km)より上流に至る處に堰堤地點を求め得る。鴨綠江の如き大河川にて、中流以下に於ても猶堰堤地點を求め得る事は甚だ珍らしく、普通河川に於ては殆ど見る事の出来ない事である。

2) 地質状態から云つても、滿浦鎮附近の極小部分を除き、殆ど本流全部に互り高堰堤築造可能にして、尙河床は義州附近を除き大部分は土砂、砂礫層は薄く、又は岩盤の河床に露出してゐる處が少くない。

3) 堰堤を築造する爲めの骨材は沿岸至る所に豊富に見受けられ、且つ良質である。

4) 鴨綠江は山間峡谷を縫ひ、迂餘曲折に800kmと稱せられる丈に、交通は甚だ不便で、江岸に出る鐵道は京義線を除けば滿浦線、惠山線の2本のみ、あとは國境道路及び江上の利用であるから、工事の爲には先づ輸送施設を整備せねばならない。

5) 一般に流量に比し河幅狭く、厚昌附近に於ては兩岸相摩す程の屹立にて、多少の差こそあれ斯る地形は隨所に見られた、而して、洪水を考へる時は工事中の水害対策には相當の慎重を以て臨まねばならない。

6) 従來鴨綠江は物資輸送のための唯一の交通機關である。鴨綠江のプロペラ船、高艚舟、特に筏流しは餘りにも有名であるが、此等の爲には特別の設備を施す必要がある。而して河川勾配は1/1000~1/2000であるから沿岸の耕地は殆ど浸水區域となり、相當の考慮を要する。

以上は、鴨綠江開發上の特質とも云ふべきものであるが、この開發地點の決定に方りては、敘上の條件を考慮し、堰堤地點の地質、骨材状況、工事用材料の運搬、水没地、工費、出力等を比較研究の上、當時計畫中の同水系發電計畫に支障を及ぼすことなく最も有効に開發する如く大綱を決したのである(圖-2 参照)。

その中、出力の大きい且つ、比較的便利で工事の容易な現在の水壩を第一に着手した。水壩にも比較線があつて、種々検討した結果主として、地質の関係から現在の堰堤地點を選定したのである。

水壩は下流より第二位にして、河口より約○kmの地點にある。

## 2. 構造及び施設の大要

朝鮮平安北道朔州郡九曲面水壩洞地先より滿洲國安東省寬甸縣砬子溝地先に至る鴨綠江本流を横斷して高さ○〇〇mの重力式コンクリート堰堤を築造し、満水位標高122.50m平安北道朔州、昌城、碧潼、楚山、渭原郡並びに滿洲國寬甸、桓仁、輯安縣に跨る湛水面積30km<sup>2</sup>、有效貯水量○億m<sup>3</sup>なる貯水池を造り、最大○m<sup>3</sup>/sec常時○m<sup>3</sup>/secを使用するものであつて、堰堤上流接水面に設けた取水口より延長約○〇mの水壓鐵管(○條にして堤體內に埋設した)により發電所に達し、此處に最大○〇萬kwの發電をなさんとするものである。

本堰堤は東洋に於ける最初の大堰堤であつた爲、特別に鴨綠江堰堤技術委員會が設置され、之が計畫の審議は昭和13年より同15年迄、毎年1回宛開催されたのであるが、會社作成案中一部變更せられた點もあるので、参考の爲委員會決議要項を記せば次の如し。

(1) 本發電計畫の目的たる鮮滿に於ける計畫經濟の關係より電力の需要緊急にして、可及的速かに發電せんが爲、既に赴戩江及び長津江に於て經驗済みの階段狀接手を採用し、第一期及び第二期に分割して施工する計畫であつたが、高堰堤故堤體內に働く應力の問題と、溢流時に於て危險性の増大する理由に依り更に施設を増加し、一舉に施工する如く變更された。

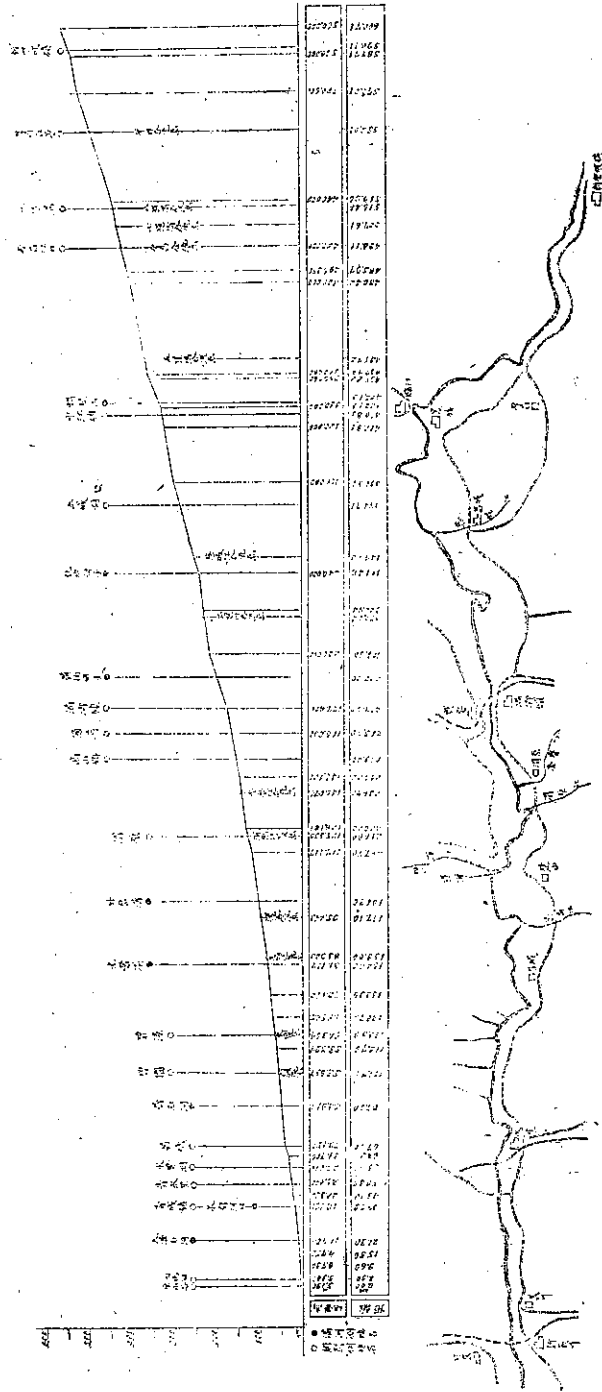
### (2) 堰堤設計標準

堤體比重	2.35
最大堆砂深	堰堤高の約1/3
堆砂比重	1.80
満水時地震係數	0.05
空虛時地震係數	0.03
揚壓力係數	0.50
滑動係數	0.75
水壓力	15.0 ton/m

(3) 堰堤断面は非溢流部、溢流部共に貯水面と3.90mを頂點とする基本三角形を採り、上流面勾配は0.05とし、下流面勾配は0.75以上と爲す事。

(4) 伸縮接手の間隔は15~18mとし、止水銅板は

圖-2. 鴨綠江水力地點縱斷面圖及平面圖



鉄止したる上之を熔接する事。

(5) 監査廊は止水壁上部、下流洪水位以上の3位置に設置し、排水孔を設くる事。

(6) 計畫洪水量は  $28000 \text{ m}^3/\text{sec}$  とし、本流堰堤上及び滿洲側鞍部に於て溢流せしむる事。但し門扉の引揚高、發電所防護壁等に對しては、 $42000 \text{ m}^3/\text{sec}$  の非常洪水量を豫想する事。

(7) 非常洪水時に於ける本流堰堤上の溢流深は  $10 \text{ m}$  程度とする事。

(8) コンクリートの配合施工は概ね會社案に依る事。

(9) セメント仕様書同上。

(10) 溢水部水叩の長さは  $00 \text{ m}$  にして、厚さは平均  $3.0 \text{ m}$  最小  $2.5 \text{ m}$  とし、下流端にはデフレクターを附する事。

デフレクターは梯形断面とし、高さ  $2.20 \text{ m}$ 、天端幅  $2.00 \text{ m}$  にして前面傾斜は  $22.5^\circ$  とす。

(11) 流筏路は大體會社提出の方式に依るものとし、可動斜路(筏受渡臺)の最大勾配を  $1/5$  以下ならしめ流筏路中適當箇所に給、排水口を増設する事。

以下之等に對する各種工作物の構造及び施設につき其の概要を述べる。

### 1) 堰 堤

位 置 平安北道朔州郡九曲面水豊洞

種 類 直線重力式コンクリート堰堤

大 小 總延長  $0 \text{ m}$

鮮側非溢流部  $0 \text{ m}$

滿側非溢流部  $0 \text{ m}$

中央溢流部  $0 \text{ m}$

堰堤體積  $327 \text{ 萬 m}^3$

貯水容積 總  $0$  億  $\text{ m}^3$ 、有效  $0$  億  $\text{ m}^3$ 、有效貯水深  $0 \text{ m}$

溢水面積  $0 \text{ km}^2$

溢水門 スルースゲート門

高さ  $6.50 \text{ m}$ 、副  $12.00 \text{ m}$

捲揚機  $0$  馬力電動捲揚機、停電時豫備としてディーゼル發電機設備

流域面積 水豊堰堤地點に於て  $45535 \text{ km}^2$

平均流下量 過去 13 ヶ年  $788.10 \text{ m}^3/\text{sec}$

### 2) 取水口

取水口は堰堤上流面に設け、入口は喇叭形とし、其の前面には固定スクリーンを取付け、流入口には無限ローラー附門扉門を裝置し、各門扉は  $00$  馬力電動

捲揚機を以て操作する如くした。捲揚速度は毎分  $1.6 \text{ m}$  である。而して各捲揚機には開閉二段速度裝置、開閉指示器、遠方表示器、制動機、位置遮斷器等を設備した。

### 3) 水壓鐵管路

水壓鐵管は  $0$  條にして、取水口より水車入口に裝置せる制水瓣に至る間の  $1$  條の延長は約  $00 \text{ m}$  である。全部軟鋼鉚電氣銲接とした。内徑は制水瓣接續の小部分を除き全部  $0 \text{ m}$  とし、管厚は  $00 \text{ mm}$  にして重量は  $1$  條當り  $500 \text{ t}$  であつた。

水壓鐵管上部流入口には近接路、空氣管並びに排水管を設備した。

製作所は日本鋼管鶴見造船所である。

### 4) 發電所

發電所は平屋建とし、屋内には水車、發電機、調速機等を設備し、又  $00 \text{ t}$  の天井走行起重機  $2$  臺を設置した。

附屬室は地上  $3$  階、地下  $1$  階建とし、配電盤室事務室等にあてた。

放水路の最大幅員は  $15.00 \text{ m}$  で、使用水は直ちに鴨綠江本流に放水せしめた。又變電所は朝鮮側山岸を切開き設備した。

發電所屋内外に据付けた主なる機器は下記の通りである。

### イ. 水 車

種類及型 豎軸單流單輪渦卷型反動水車

容 量  $000000 \text{ HP}$

回轉數 毎分  $125 \sim 150 \text{ rpm}$   $0$  臺

毎分  $150$   $0$  臺

調速機の種類 油壓自動調速機

管 數  $0$  (常用)

$1$  臺の重量 約  $00000 \text{ t}$

製作所 電業社原動機製造所

### ロ. 發電機

種類及び型 豎軸廻轉磁界密閉通風型

容 量  $000000 \text{ kVA}$

力 率  $1 \sim 0.9$

電 壓  $0$  ボルト

相 三相

周波數  $50 \sim 60$   $0$  臺  $50$   $0$  臺

$60$   $0$  臺

回轉數 毎分  $125$  及び  $150$

管 數  $0$  (常用)

原動機との連結方法 直結

1 臺の重量 約 〇〇〇〇 t

製作所 東京芝浦電気芝浦支社 兩用機〇臺  
 獨逸シーメンス會社 50, 60 サイクル専用機各々〇臺

筒 數 常用〇, 豫備〇

(兩用〇臺 60 サイクル専用〇臺)

1 臺の重量 約 〇〇〇 t

製作所 東京芝浦電気芝浦支社

5) 流 筏 路

貯水池内に流入する筏及び廠口は「セミデーゼル」〇馬力〇tの曳船〇隻に依り曳航し、發着地の處理には「セミデーゼル」〇馬力〇tの曳船〇隻及び〇t〇隻を配備し、又連絡用モーター船 5 隻を準備し、之に附隨する給油、給水、通信、連絡等にあてる事とした。先づ貯水池に來た筏は之を小機艇により所定の繫筏場に集め、適當の臺數に組合せたる後、大機艇を以て曳

ハ. 主變壓器

容 量 〇〇〇〇〇〇 kVA

一次電壓 〇〇ボルト

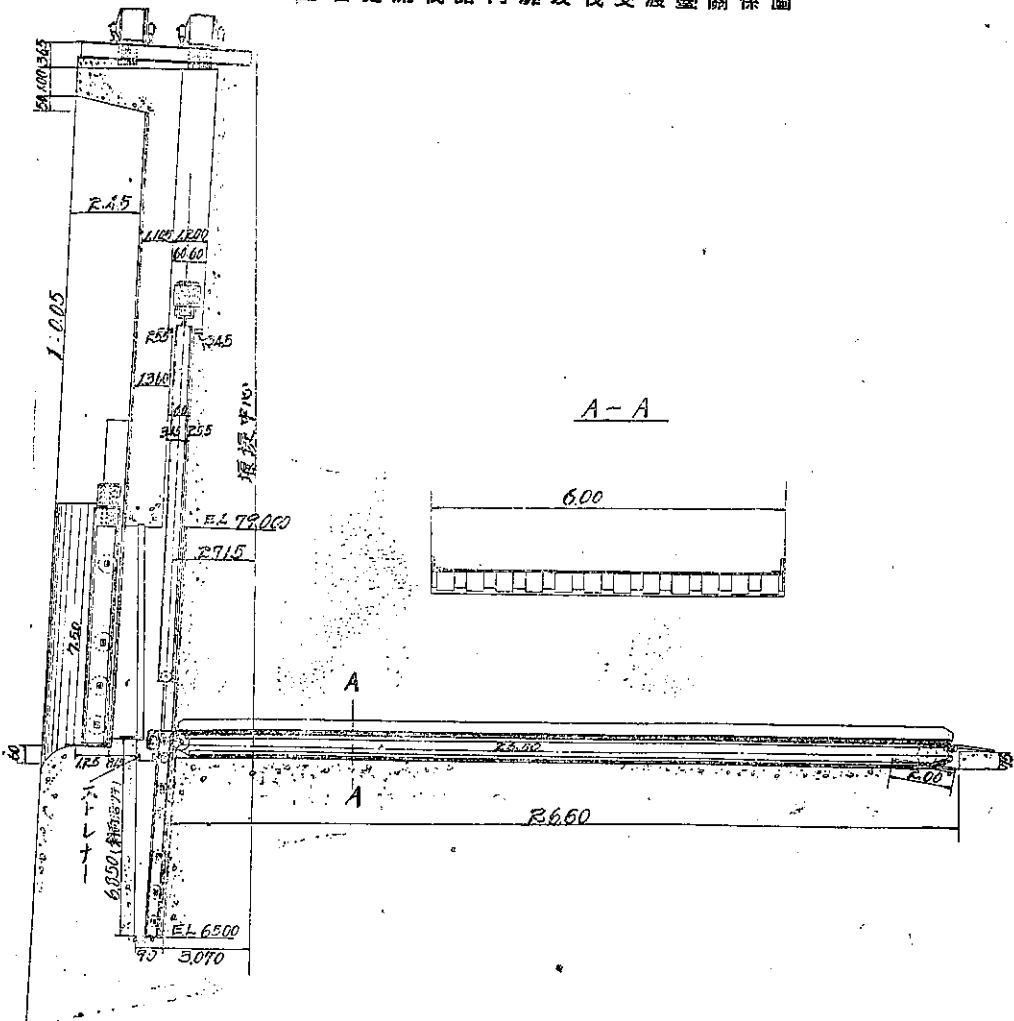
二次電壓 〇〇~〇〇ボルト

相 三相

周波數 毎秒 50 又は 60 サイクル

冷却法 油循環水冷式

圖-3. 水豊堰堤流筏路門扉及筏受渡臺關係圖



航し、堰堤上流地点に運搬する。而る後之を一枚宛に解筏し、小機艇にて更に流筏路近くに曳航し、機艇並びに筏夫に依り順次に流筏口より流下させる。流下した筏は暗渠、隧道並びに開渠總延長約 800 m の流筏路に依り、堰堤下本流に流入する。流入した筏は合筏しつゝ下流緊筏所に集め、更に適當に編筏して流すのである。

鴨綠江流域に産出する材木は相當數量に達し、一部鐵道に依り運搬されるものもあるが、大部分は筏として鴨綠江を流し新義州迄下つたのである。

舟筏問題は實に、鴨綠江開發上に残された大きな惱の一つである。

水豊堰堤地点に於ける昭和 13 年~15 年の 3 ケ年の統計に依れば、冬季の 12~3 の 4 ケ月（結氷渦水期）を除き 1 ケ年平均實働日數 165 日、筏臺數は、3296 臺（約  $0\text{m}^3$ ）にして、1 日最大 74 臺の多きに達した事もあるが、貯水池が完成すれば堰堤に到着する筏數は緩和平均されて、1 日最大 22.3 臺（山筏 200 枚）以下となり、然るときは約 4 分毎に 1 枚宛 1 日 12 時間作業するものとすれば、概ね處理しうる見込が立つたのである。

尙、鐵道による運搬は増加の傾向を示してゐるから年總流筏量は上記數量より少くなる見込みである。

流筏路は堤體內に 5 個の流筏口（暗渠）を設け貯水

池低水位より満水位の區間に於て何れの水位にあるも最小限度の給水量を以て流筏し得る如く計畫した。

即ち幅 6.00 m、高さ 7.00 m の流筏口 5 個（この外に堰堤工事中は假流筏路を設備したが説明は省略する）を標高 94.00 m より 116.40 m の間に設備し、其の前面には流筏路門扉及び筏受渡臺（圖-3 参照）を裝置した。之等は全部鐵製とし、堰堤頂部の捲揚機に依り門扉並びに受渡臺を操作し流入水深を調節すると共に流筏斜路の一部を兼ね、コンクリート斜路に接続する如くした。而して本流筏口は相隣接せるものを逐次合併し、堰堤入口より約 200 m 區間に於て一條とし之より約 600 m にして、鴨綠江本流に合流するのである（圖-4 参照）。

流筏路は隧道及び開渠よりなり、其の概要は次の通りである。

隧道 幅 6.00 m、高さ 2.50 m、上部半圓形なるコンクリート巻立

開渠 幅 6.00 m、側壁 1.00~1.20 m なるコンクリート造

勾配 1/4.5~1/80（平均 1/10）

尙、流筏斜路中には排水孔及び給水装置を設け流筏の容易なる筏の斜路通過及び下流への流入状態を調査する爲には實物 1/30 大の流筏路（木造にて内面モルタル塗り）及び筏（眞直なる赤松の小枝）を作製し、

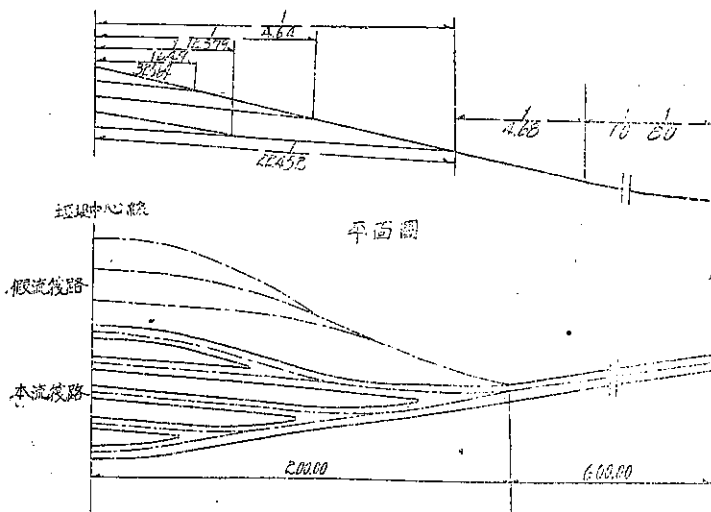
模型試験を行ひ設計の參考に供した。實施の結果は極めて順調にして豫定の如く流筏出來た（寫眞-1 参照）。

6) 貨物積卸設備及び上、下流連絡設備

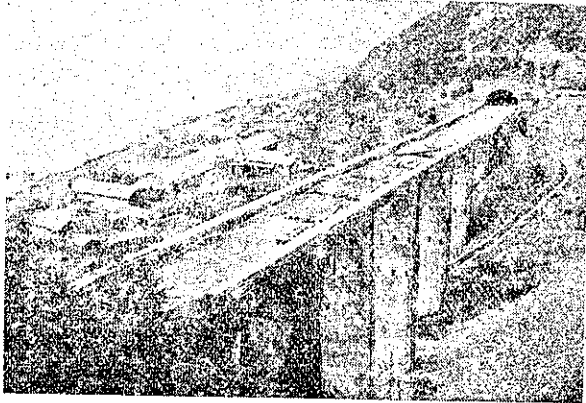
本江を上、下航する旅客並びに貨物の輸送は堰堤地點に於て中繼した。

即ち堰堤上流よりの下航船舶は堰堤附近の鮮側湖岸停車場に設備された  $\bigcirc\bigcirc$  クレーン  $\bigcirc$  臺に依り順次貨物を引揚げ運搬し貨車に積込む。載貨された貨車は平北鐵道に依り下流水豊停車場に至り、更に水陸連絡用引込線に依り其の終點埠頭間約 7.6 km を運搬し舟積、下航せしめ

圖-4. 水豊堰堤本流筏路 縱断面圖



寫眞-1. 本流筏路の一部 (朝鮮軍司令部許可済)



たのである。下流よりの上航貨物は前述と反対の操作によつた。

7) 滿洲側放水路

種々調査の結果、計畫洪水量を 28 000 m<sup>3</sup>/sec としたが、地形及び構造上本流堰堤のみより溢流させる事は不可能なる故滿洲側鞍部の好適の地點に 12 000 m<sup>3</sup>/sec の溢流能力ある溢流堰堤を築造し、峡谷を利用して放水路(延長約 3 km)とし鴨綠江本流に合流させる事とした。

溢流堰堤の門扉の引揚高、防護壁等に関しては本堰堤同様 42 000 m<sup>3</sup>/sec の非常洪水量に應じうる様に計畫した。

位置	水壘堰堤上流 1.5 km 滿洲側鞍部
種類	重力式溢流堰堤
長さ	○ m
溢水門	スルースゲート ○門 高さ 10.00 m, 幅 9.00 m
捲揚機	○馬力電動捲揚機 (補助設備本堰堤と同じ)

3. 準備施設

1) 鐵道

本堰堤は鴨綠江開發地點中下流に位し、比較的便利な處であつたが尙最寄驛たる京義線新義州より約 ○ km 上流にある。従つて、本工事着手に當り最も急を要したのは輸送機關の整備で、着工當時は主として道路に依り ○ km の間貨物自動車輸送をなし、一部鴨綠江の高瀬舟等を利用し、寒中は江上を橇に依つて運搬したのであるが、之等に依る輸送能力は微々たるもので、工費用機械等重量物運搬に間に合はず、而も運搬費の嵩む等の理由に依り極力鐵道の建設を急いだ。

最初は新義州より ○ km の専用鐵道敷設の計畫を樹立したのであるが、將來に於ける沿線の産業開發並びに鮮滿連絡用ルートとしての價值等をも考慮し、京義本線定州驛より水壘間延長約 ○ km の廣軌鐵道(平北鐵道と稱す)を敷設し、滿洲に於ける安仁線の溜水洞より青水を経て水壘に至る約 ○ km の鴨北鐵道と連絡せしむる事とした。

本工事は昭和 12 年 9 月着工、全力を擧げて先づ定州—水壘間の完成に晝夜兼行の努力を續けたのであるが、時局の影響特に軌條の入荷遅延等に禍せられ、豫定より約半年おくれて昭和 14 年 4 月開通(同年 10 月營業開始)した。

之に依り工事用材料の輸送能力は飛躍増加し爲に、工事は順調な進捗を示すに至つた。發電工事間に於ける材料輸送路としての本鐵道の貢獻は看過し得ないものがある。之に依り輸送せられた物資の種類、量及び輸送記録を掲ぐれば次の通りである。

イ. 種類

セメント、鐵筋、鐵材、工事用諸機械、水壓鐵管、門扉類、發電所諸機械、起重機、軌條、火藥、石炭、雜貨等。

ロ. 輸送記録

重量物

發電機主軸	○ t	水車主軸	○ t
水車主瓣	○ t		

容積

發電機上部 ブラケットセンター直徑 ○ m, 高さ ○ m, 尙、鎮南浦港に ○ ○ t 起重機を据付け、水壘驛より發電所迄は引込線を敷設して重量物の運搬に充てた。

2) 骨材採取及び同運搬設備

堰堤工事に於て最も多量に要する骨材が近傍に於て採取可能なるや否やは工事の進捗及び工費に至大の影響を與へる。調査の結果、本流域たる長甸河口(堰堤下流 12 km 滿洲側)に 300 萬 m<sup>3</sup>、大江口(堰堤下流 4 km 滿洲側)に 50 萬 m<sup>3</sup>、鴨綠江支流九曲川流域朔州(堰堤より 12 km 朝鮮側)及び同三角洲水壘(堰堤下流 1 km 朝鮮側)に夫々 25 萬 m<sup>3</sup> 位の良質の骨材あり、先づ本工事に支障なき事が判明した。

骨材採取には 2 立方馬電動ショベル 8 臺を用ひ、之を 30 t 積運搬貨車に直接積込とした。

直接積込に依る貨車の破損防止の爲、當初骨材は鐵格子を通して玉石を抜き、ベルトコンベヤーに依り貨



車積を行つたのであるが、大玉石は豫想外少なく、又貨車の破損も案じた程の事もなかつたので、結局直接積込に変更した。

輸送方法は列車に編成して機関車により索引するもの、索道に依るもの、又はベルトコンベヤーに依るもの等考へられた。汽車輸送は採取場に類々たる線路の移轉を必要とするが、運搬距離（最も多量の骨材を埋藏しある長甸河口まで 12 km もあつた）の関係及び運搬施設用済後の利用價值等を顧慮し、汽車輸送に依る事とした。

150 t 汽關車 10 臺、30 t 積運搬貨車 105 輛にて 1 日最大 7 000 m<sup>3</sup> の採取輸送計畫を立てたのであるが豫期の能率をあげ得ず 6 000 m<sup>3</sup> 餘に止る事が多かつた。

大江口には電動ショベル 1 臺を置き、1.067 m 軌條複線を敷設し、6 t ガソリン機關車 6 臺、1.5 m<sup>3</sup> 積運搬車 100 輛にて牽引し 900 mm ベルトコンベヤー（最初は 200 馬力インクラインに依る）に依り直接滿側篩分工場に補給した。

長甸河口及び朔州よりの骨材は、堰堤附近鮮側延浦橋下の骨材卸場に卸し、又玉石等は橋上に設備せる

150 mm 目鐵格子に依り取除き、クラッシャーにて粉碎した後貯藏する事とした。

而して、之等骨材は鮮滿兩用とし、鮮側篩分工場には 900 mm ベルトコンベヤー（最初は 200 馬力インクライン）に依り、滿側に對しては 150 馬力の複線式 300 t 索道に依り供給した。

水豊の骨材は、主として鮮側の堰堤及び發電所に使用した。

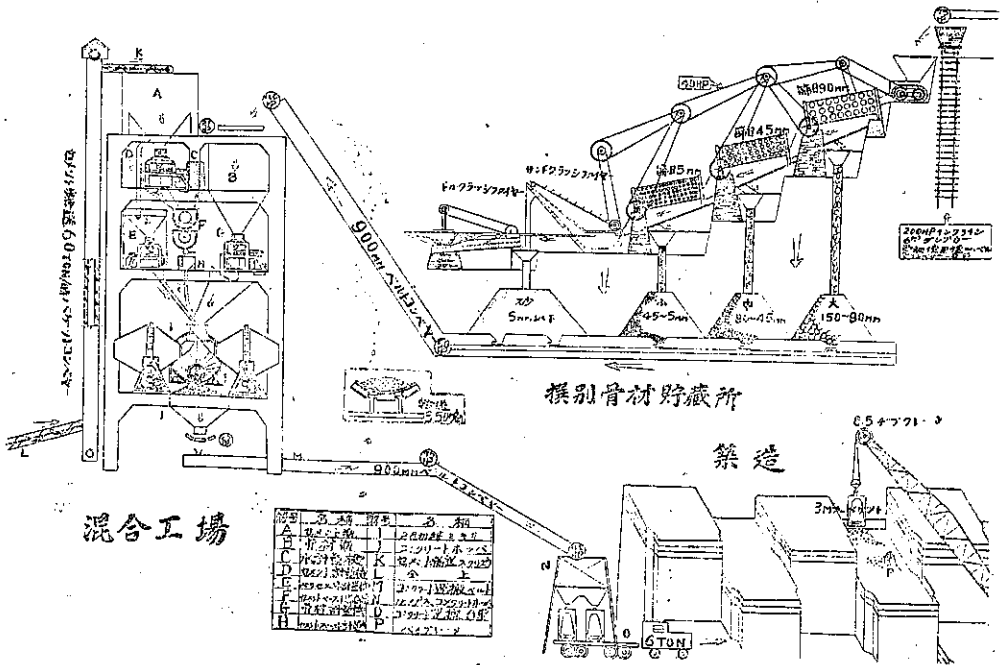
採取せる骨材の數量は表-1 の通りである。

表-1. 年別採取骨材數量 (m<sup>3</sup>)

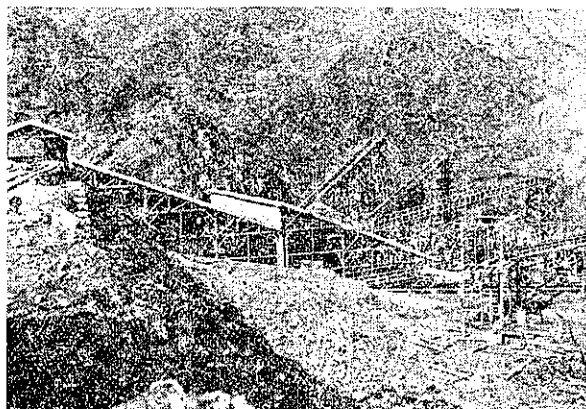
年	長甸河口	朔州	水豊	大江口	計
14	168 000	196 000	199 000	146 000	709 000
15	898 000	—	9 000	143 000	1 050 000
16	920 000	—	1 000	124 000	1 045 000
17	756 000	—	—	—	756 000
計	2 742 000	196 000	209 000	413 000	3 560 000

備考 本表は昭和 17 年 11 月末の調査にして發電所等に使用の分も含む

圖-5. コンクリート打込仮設備（篩分工場）



## 寫眞-2. 篩分工場 (朝鮮軍司令部許可済)



## 3) 篩分工場 (圖-5, 寫眞-2, 3 参照)

コンクリート骨材の粒度を均一ならしめる爲、運搬せられた骨材は大, 中, 小砂利及び砂の 4 種類に篩分け, 各大きさ毎に貯藏した。

篩分設備は 150 mm 目鐵格子及び 1/8 の傾斜を以て 1 列に並置せられたる 3 個の中心軸受廻轉篩分機 (直徑 1.50 m 長さ 4.50 ~ 5.50 m の圓筒狀) 及び之に接續して設備したサンドクラッシュファイヤー及びドルクラッシュファイヤーより成つてゐる。各篩分機の篩目の大きさは, 上部より夫々 90 mm, 45 mm, 5 mm の 3 種にして順次大 (150 ~ 90 mm), 中 (90 ~ 45 mm), 小 (45 ~ 5 mm) の 3 種の砂利に篩分け, 其の間使用した洗滌水 (小砂を多量に含む) はサンド及びドルクラッシュファイヤーに受入れられ, 此處で砂及び細砂を採取した。

この洗滌により骨材中に含まれた草根, 木片, 其の他有機物は殆ど除去された。篩分設備 1 基當りの能力は 1 日 600 m<sup>3</sup> にして, 鮮滿各々 6 蓋宛設備した。最初の試みであつたので, 當初は操作意の如くならず充分なる能力の發揮が出来なかつたが, 逐次改善を加へて順調に篩分け得るに至つた。

吾々の経験した所に依ると,

(イ) 廻轉篩分機の回轉數が早いと選別が不確實となり, 遅いと所定の能力が低下する。骨材の呑口たるエプロンフェーダーの開口と回轉數は試験に依り (骨材に依つても異なる) 決定する事が必要で, 本工場に於ては毎分 12 回轉内外を採取した。

(ロ) 廻轉篩分機特に大砂利選別用のものは相當の損傷を受けるので, 豫備品の準備を必要とする。

(ハ) 小砂利選別用篩分機の篩目 (5 mm) は屢々つまつたので改良した。

(ニ) 本機は洗滌せざる骨材の篩分は不可前である。洗滌の際有機物と共に細砂が逃げたので之に不足した。

(ホ) 篩分時の洗滌に依り砂の含水率増加し, ウォセクリーターにてコンクリートを配合する時甚だ不便であつた。篩分後は各種類毎に貯藏し分乾燥させる事が必要である。

本工場に於ては, 砂の含水除去の爲砂の貯藏所を 3 箇所 に設け, 逐次乾燥したものより使用したが, 工事最盛期には間に合はなかつた事が多かつた。

(ヘ) サンドクラッシュファイヤーは搔上板の傾斜を改良すると共に數を多くしたので, 能率的に砂の採取が出来たが, 細砂採取用のドルクラッシュファイヤーは故障多く, 而も能率悪く却つて 1 基が全部の運轉停止の原因をなす事が屢々あつたので, 後から使用を止めた。篩分工場の故障, 又は運輸設備の不慮の事故等を顧慮して骨材使用量の 7 日分約 3 萬 m<sup>3</sup> を鮮滿兩側に各々貯藏し, コンクリート工事に萬遺憾なきを期した。

尙, 篩分後貯藏所及び混合工場迄の骨材運搬は全音ベルトコンベヤーに依つて行はれたが, 成績は良好であつた。骨材運搬の場合のベルトコンベヤーの最大傾斜角は 14° として設計した。ベルトの損耗は運搬すべき材料に依り著しく差異があつて, 篩分前後のものを比較すれば粗骨材の場合は前者は後者の半分位であつた。之は篩分後のものは水分が多く且つベルトに載る時の衝撃が切込みのものに比して大なる爲であらうと思はれる。ベルトは冬期工事休止間に於て大修理を要するが交換或は裏返し等に依り使用したのであるが, 使用に耐えなくなつたものも相當ある。簡単に早期修理が出来れば, 工事進捗, 物資節約の上から非常によい。

## 4) セメント工場及び同運搬設備

本工事に使用するセメントは 75 萬 t に達するのヲ平壤郊外勝湖里の小野田工場よりセメント供給を受ける外に, 自家用工場 (濕式製法) を接續建設しクリッカーの製法を小野田セメント會社に委任した。

クリッカーは 30 t 貨車に依り平北鐵道にて運搬し又セメントは大部分は撒 (一部袋) にてクリッカー同様水壘迄輸送した。

クリッカーは水壘に設けられた粉砕工場の 2 臺の

粉碎機 (1 臺の能力は 1 日 500 t) にてセメントとなし 5 000 t サイロ 4 基に一旦貯藏し、順次品質強度試験の上鮮満兩混合工場に送つた。

自家用工場の建設によりセメント獲得が確實となつた事の工事進捗に及ぼした影響は甚だ大きい。

サイロへのセメントの搬出入は總てバケットエレベーター及びスクリーコンベヤーにて行はれた。

鮮側混合工場に對してはバケット (5 t 入) に入れ臺車に依つて混合工場下迄運搬し、更に之をベルトコンベヤー (750 mm) 及びスクリーコンベヤー (600 mm) に依るか或は直接バケットに依り混合工場セメント貯藏槽に運搬した。滿側混合工場に對しては、當初 6 t 及び 9 t ケーブルクレーンにて混合工場下迄運搬し更にエレベーターに依り混合工場セメント貯藏槽及び 3 000 t サイロに貯藏したが後では専らセメント輸送用索道 (毎時 35 t) にて輸送した。本輸送は撒にて行つたものであるから途中の防濕に就いては萬全の意を用ひ、又粉碎工場よりサイロに搬送貯藏したセメントの使用にも充分なる注意を拂つた。停電、運搬機關の事故等に依り思はざる損失を招來した事もあるが、こんな事は珍らしい事であつた。

バラ運搬に依る荷造費の節約は數量が大きい丈に巨額に達し尙、時局柄にも拘らず工事の順調であつた理由の一はこのセメント工場に負ふ所が少くない。

使用したセメントを年別に示せば表-2 の通りである。

表-2. 年別セメント使用量

年	單位	袋	撒 (ton)
14		2 242 000	45 000
15		1 154 000	190 000
16		282 000	215 000
17		104 000	169 000
計		3 782 000	619 000

#### 備考

1. 昭和 17 年は 11 月上旬迄の使用量なり。
2. 袋入は主として假締切、假設備等搬運搬の困難なる箇所を使用す。

#### 5) 混合工場

混合工場は高さ約 30 m の鉄筋混凝土 4 階造り構造物にして、其の基礎標高は本堰堤中最も多量に打つべき打込用鐵骨棧橋と同標高なる如く設計した。

鮮満共に同一の構造にして其の主要なるものは 28

切ウオセクリーター 4 基 28 切練コンクリートミキサー 12 臺にしてウオセクリーター 1 基に就きミキサー 3 臺を据付け交互に使用出来る様にした。

最上層にはセメント貯藏槽、4 階にはセメント計量器及び骨材貯藏槽を 4 組分設備した。

このセメント及び骨材の運搬は前者はセメント貯藏所よりバケットコンベヤーに依り後者は骨材貯藏所よりベルトコンベヤーにて來るものをトリッパーに依り各々の組に分配供給の出来る様にした。

3 階には 28 切ウオセクリーター 4 基を、2 階には 28 切練ミキサー (スミス型反轉式混合機) 3 臺を 1 組とし、3 階ウオセクリーターに連絡する如く据付けた。1 階にはコンクリートホッパーを取付け、練上げたコンクリートはホッパーより 3 m<sup>3</sup> 入バケットに充たし臺車に載せ、ガソリン機關車にて運搬した。

打込棧橋の標高が混合工場と異なる場合は 900 mm ベルトコンベヤー (毎時 350 t) にてコンクリート積込用ホッパー (12 m<sup>3</sup> 入) 迄運搬したる後バケットにとる事にした。

練られたコンクリートは 1 分毎にミキサーから取出したから混合時間は骨材の投入、コンクリートの吐出の爲合計 1 分を要したとしても 2 分間になる。能力は 1 組に就き 1 日 1 000 m<sup>3</sup> であるが、打込み最盛期 (最大記録は鮮満合計 1 日 6 757 m<sup>3</sup> であつた) に於て混合機に故障ある時には、混合時間を 1.5 分迄短縮した事もある。混合工場の故障排除、能率増進等の爲種々改善を加へた點が少くない。

(イ) ミキサーの反轉は最初電力に依つたが、壓搾空氣を用ひる事に依り著しく能率が増加し故障も少くなつた。

(ロ) セメントペーストの W/C は 55~60% を標準としたから、骨材に若干の含水量ある時は其の水に相當するセメントを増加し、濃度大なるセメントペーストを作る必要があつた。

然るにウオセクリーターの混合槽に入るセメントは 1 箇所落ちる爲、その部分丈稠密度大となり、攪拌翼の回轉充分ならず動もすればチェーンが切斷したりして、(後で V ベルトに変更した所もある。) 40% より濃きペーストを作る事は困難であつた爲、止むなく生セメントを補充使用した事もあつた。即ち骨材は貯藏所にて乾燥したものを逐次使用したのであるが、コンクリート打込最盛期に於ては充分なる乾燥の暇なく使用せられる事が多かつた。而して砂の含水率は

10~20%位あつたので、この儘使用する時は混合せられたコンクリートの W/C は増加するので骨材中に含まれる水の分丈直接バラセメントをミキサーの中に投入練合せねばならなかつた。

従て 3 階にバラセメント計量器を設け、其の日に使用する骨材の含水量に應じて、セメントペーストの W/C と同率になる様含水量に相當する生セメントをミキサーに送る事とした。

(ハ) ウォセクリーター附屬のセメントペースト計量器は屢々破損し、又少量の計量に不便であつたので別に製作したものを使用した。

(ニ) ミキサーの大きさはコンクリートを運ぶバケットの容量、打込箇所迄の運搬距離、打込所要時間等に依つて異なるが、本工事に於ける 28 切練ミキサーは最も適當した大きであつた。

上述の如く種々不便な點もあつたが、混合工場は豫め計量した能力を充分發揮出來たものと思ふ。

#### 6) 工作工場

本工事に於て使用された資材の數量は驚異的巨額に上り堰堤關係丈でも鐵材(丸鐵を除く)約 18 000 t 假設備諸機械は 15 000 t 位になる。

本工事に使用された門扉類、鐵管類、スクリーン、棧橋鐵構等にして素材の儘運搬の上製作せられるか、或は分割運搬後組立てられたものが大部分を占め、又使用諸機械の修理、補修、改善等本工事には多くの機械を使用施工した關係上同工場の能率如何は作業に影響を及ぼす事が甚大で、殊に資材獲得の困難な近年に於ては、入荷遅れとなり従つて、工期に間に合わせるために非常な努力を排つた。設備された工場の主なるものは製鐵工場、仕上工場、機械旋盤工場、鑄物工場、鐵管組立工場、酸素工場等であるが本項に於ては鐵管及び酸素工場に就き詳述する。

##### (イ) 鐵管組立工場

鐵管は内徑 0m, 厚 00~00mm の軟鋼板にして日本鋼管鶴見造船所の製作である。

輸送の關係上直徑 0 m の鐵管を 2~3 つ割とし、長さ 2.0 m にして運搬せられたものを鐵管工場に於て、電氣熔接に依り直徑 0 m 長さ、2.0m のものに組立てた。熔接は片面當金衝合熔接 (200~250 アンペア、60~80 ボルト) であつた。熔接せられた長さ 2.0 m の各管は 2 臺の電氣燒鈍機にて燒鈍した。

即ち 250 kvA の容量を有する變壓器を使用して渦流を起さしめ、其の發熱を利用して最高溫度 650°C に

上昇させる装置で先づ、熔接せる部分に厚さ 3 mm のアスベストボードを當て其の上に厚さ 12 mm 金網アスベスト蒲團を重ね、其を保持金具にて締付け、電線を 8~12 回捲付け、其れに電流を通して渦流を起し、この發熱により溫度を上昇させるもので 650°C 昇の爲 80~90 分を要した。この溫度の保持時間は其味に依り 60~150 分とし 80~220 分間に 200°C 迄下させた後自然冷却を行つた。燒鈍後は歪取りをした。熔接成績検査の爲レントゲン機械 (30 萬ボルト 3 ミリアンペア) 1 臺に依り氣泡、熔滓、熔着不十分、龜裂等の有無を調査する外、當金熔接部には 1 mm の穴を穿ち 30 kg/cm<sup>2</sup> の壓油に依り試験した。

工場内には 10 t 天井走行起重機 1 臺を据付け、管の移動、搬出、積込は總べて之に依つた。

##### (ロ) 酸素工場

本工場は水の電氣分解に依り酸素を發生させる裝で電槽 52 個を設備した。1 日製造能力 100 m<sup>3</sup> にて之に要する電力は約 1 000 kw H であつた。この酸は低壓壓縮機にて 4~5 kg/cm<sup>2</sup> としタンク内に貯藏隨時工作工場内配管に依つて所要の場所に送り、鐵材の熔接切断等に使用した。

初めは平環から送られたものを使用したのであるが酸素ビンの不足と輸送輻輳の關係上作業能率に影響する様になつたので、昭和 16 年 9 月より製造を開始するに至つた。尙、現場に於て必要な時は此處 150 kg/cm<sup>2</sup> の酸素をビンに充填して送つた。

回轉變流機も水銀整流器もなかつたので製造能率稍悪かつた。

#### 7) コンクリート試験室

コンクリートの強度試験は主として耐壓試験に依つた。即ち材齡 1 週、4 週、3 月の壓縮強度を試験する爲、各々直徑 30 cm, 高さ 60 cm 及び直徑 20 cm 高さ 40 cm の供試體計 6 個を鮮滿兩混合工場及び現場より毎日採取する外隨時 1 年 3 年 10 年 25 年、強度試験を行ふ爲の供試體をも製作した。

又、堰堤打込後之を切抜いて供試體を採つた事も、此の成績は前者に比べて大なる強度を示して、る。この外に、スランプ試験も行つた。

セメントは撒で運搬したり、或は粉碎工場に於て造したので耐壓試験の外に化學成分、膨脹性龜裂、結、粉末程度に就いても毎日試料を採り、現場で試験行つた。モルタルは相馬産標準砂を、軟練モルタル

は黄海道の九味産砂を使用し、膨脹性龜裂の試験にはルジャンテリーの的方法によつた。

コンクリート強度試験の結果は、堰堤の所要應力強度に對し 4 週間強にて 5~6 の安全率を有してゐた。

尙、設備せる機械の主なるものは次の通りである。

アムスター型 200 t 耐壓試験機	1 臺
ミハエリス型抗張試験機	1 臺
ウオカビリチー試験 スランプコン	12 個
フロー試験機	1 臺
骨材容積重量試験用鐵製容器	1 個
容積配合用鐵製容器	7 個
細骨材篩分試験機	1 臺
粗骨材篩分試験用篩	3 組
標準混合機	1 臺
標準鐵錘機	1 臺
自動臺計 (100 kg)	1 臺
稱度計	1 個

### 8) 動力設備

電力は朝鮮送電株式會社雲山變電所より 66 000 ボルトにて受け、水豐工専用變電所にて 3 300 ボルトに遞壓し、各工事場に配電した。

變電所容量は 9 900 kv A (1 500 kv A 6 臺, 300 kv A 3 臺) であつた。

工事最盛期に於ては、1 000 kv A 靜電蓄電器を 3 組を使用した。

本工事間の最大使用電力は 6 700 kw (昭和 16. 10) にして、管内動力設備の最大は 23 000 馬力 (昭和 16. 7) であつた。

通信設備として京城本社水豐建設事務所間 486 km は搬送電話 (〇回線) により又、工事現場連絡用電話は、〇〇〇回線總延長 260 km に達した。

### 4. 發電工事

堰堤築造に好適な地點に於ては、常に洪水處理の困難を伴ふ事が多いが特に水豐の様な狭窄部に於て、嘗ては約 3 萬  $m^3/sec$  に近い大洪水量を出した事のある此の鴨綠江の水を如何に處理するかは工事成否の鍵をなすものである。

従つて洪水期を捉へて完全なる締切を行ふと共に、豐水期は作業中と雖も絶えず最悪の場合に處する対策を考慮し、被害を最少限度にとどめねばならない。

然し、より以上吾々の頭を痛めたのは斯るあらゆる點に於て桁外れ、老なる工事を、如何にして短期間に完成せしむるか云ふ事であつた。之が爲には先づ

多量の資材が必要である。資材は迅速に現場に運搬しなければならぬ。そしてあらゆる犠牲を拂つても可及的多くの仕事を爲さねばならぬ。毎年きまつて繰返す洪水の猛威に摺伏し、荏苒日を過せば建設費の増加は勿論、士氣に關係し引いては工事の成否に影響する。

工事開始に先立ちセメント自家用工場を建設し、或は鐵道を敷設したのもこの爲である。そして組織的に有機的に設備せられた大規模の機械力に依つて、この驚異的工事が完成せられたのである。

本工事に於ては一部諸外國の新工法を取入れたが、其れが爲充分なる能率を發揮する迄には相當の辛酸を嘗めてゐる。工事の大部分は機械と云ふ無言の戰士の活用により完成したと云つても過言でない。

其れ程に澤山の機械が使用された。それ丈に冬期 4 ヶ月の作業休止間は機械の補修、整備、準備作業等に恵まれた絶好の機會であつたとも云へる。作業の進捗は冬の作業休止間に決したのである。

本工事施工に當り土木工事を鮮滿兩側に二分し、夫々間、西松の兩組に請負はしめた事はあらゆる點に於て興味深いものがある。

以下工事の主なるものに就き詳述する。

#### 1) 締切工事

本工事に於ても最も惱んだのはこの締切工事である。洪水は年に少くとも 2, 3 度襲來し、其の流量も 2 萬  $m^3/sec$  内外に達し豐水期には 2 000  $m^3/sec$  餘の流下量あり、年平均約 800  $m^3/sec$  に及ぶを見てもその困難さは判ると思ふ。

故に此の河川の濁水期なる 11 月より翌年 4 月迄を選び本流の締切を執行する事とし、一方 2 萬  $m^3/sec$  内外の洪水は年に 2, 3 回溢流する事を豫想し其れに對し充分耐え得る様な締切工事を目標として計畫を樹てた。

即ち、斯る大河川の工事を可及的速かに施行する方法として、左右兩岸 (鮮滿兩岸) から仕事に着手し、又洪水處理の見地から本流を約 3 等分して先づ、中央部に河水を流下せしめ置き、兩岸を締切防水壁にて圍み、河底を掘鑿しコンクリートを打ち、相當高さ迄打上つた後、豫め滿洲側堰堤に設けたる假排水路により本流を切換へ、次いで中央締切を行ひ、前同様の掘鑿、コンクリート施工をなす事にしたのである。

始め、潜函による締切も考へたのであるが調査の結果濁水期に於ける水深は 2~3 m 内外にして、砂利層

圖-6. 鮮滿兩側縮切工事

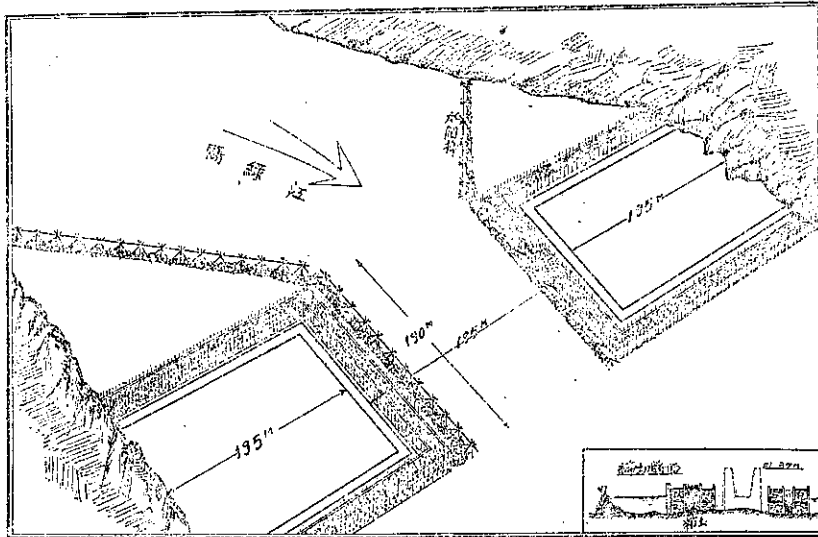
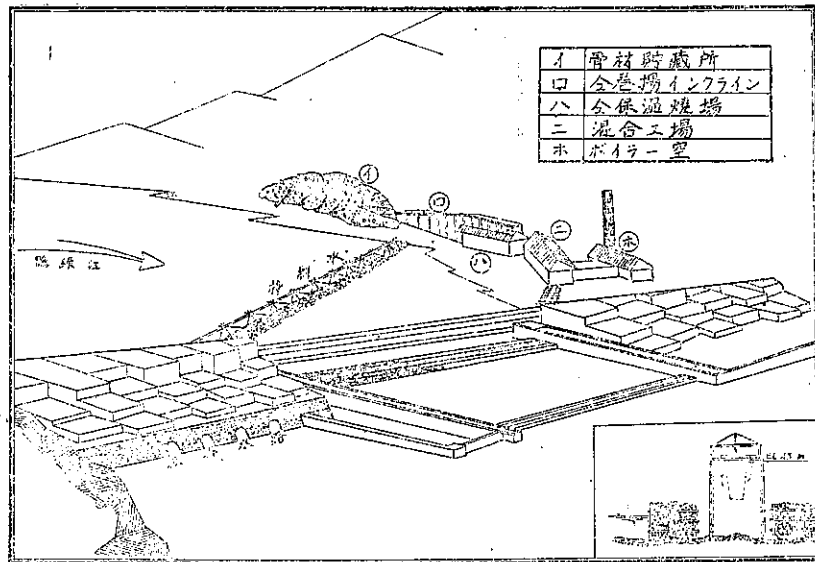


圖-7. 中央縮切工事



の厚さも僅かで岩盤が比較的浅かつた關係上、日本在來の粹工に依る假縮切を行ひたる後混泥土防水壁で縮切つたのである。

第一次の兩側縮切（圖-6 参照）は昭和 12 年 9 月開始した。縮切防水壁中心間隔は堰堤の水叩部の長さをも考慮し 173.50 m として尋常の縮切では大洪水の際溢流して缺潰する虞があるので、コンクリート造と

し、上流側は幅 10 m、高さ 12 m（上半部は中空とした）下流側は上幅 1.6 m、下幅 6.0 m、高さ約 9.0 m の梯形断面とし尙、上流側縮切防水壁は將來コンクリート打込用、ジブクレーンが走行出来る様にした。

この防水壁施行の爲の假縮切は續粹に依つて行つた。續粹は陸上で組立て舟にて運搬したものと、現場で組立てたものと二通りある。

先づ、水制樁（牛樁）に依り荒水を中央に導きたる後防水壁豫定位置の兩側に沿ひ、各々續樁を兩岸より2列（内間隔 3.00m）に掘付け玉石を充填して之を洗設し、水を堰止めた後潜水夫により岩盤迄掘鑿した。之は砂利層が淺かつたので比較的容易に出來た。次いで、トロに依り運搬せる粘土を逐次充填し、之をタコに依り搗固めた。粘土の流失を防止するために下流樁内側は豫め葎で覆つた。

兩假締切間の水は唧筒に依り排水し、岩盤を清掃した後充分なる堰房裝置を施し、冬期を利用し防水壁を施工したのである。

第二次の中央締切（圖-7 参照）は昭和 14 年 9 月より開始した。

之より先中央締切完成後の排水の爲 2000 m<sup>3</sup>/sec を目標とし、滿洲側堰堤内に 4 個の假排水路を設備してをいた。第一次締切に於ては水深、流速共に小であつたが、この場合は流線部に相當する丈に、假令假排水路を利用したとしても中央部に於て水深 4.00 m 内外、流速 1.20 m に及んだ。尙、締切當時の流量は 170 m<sup>3</sup>/sec 内外であつた。

従つて先づ、荒水を止める爲に越中三叉に依る水制工を行つた。此が爲に特に越中富山の川藪を招集した。

制水樁は河岸棧橋上にて組立て、模合舟に搭載して運搬した。之が爲豫め準備せる繫船樁に固定した鋼索により模合舟を逐次下航せしめ所定の位置に誘導、沈下したのである。

制水樁は滿洲側第 1 次締切上流壁左端より流線に對

し約 45° の角度を以つて上流に向け、鮮側河岸迄 1 列に沈下し、大玉石を詰めて固定すると共に前面には粗梁を並敷し流速の減少に努めたがそれでも 0.70 m<sup>3</sup>/sec 位あつた。仍つて、鮮側第 1 次締切壁に接続して徑間 2.0 m の一時的排水路 3 個を設け上、下流端に於て角落しを入れ最後の締切に使用する如く準備した。

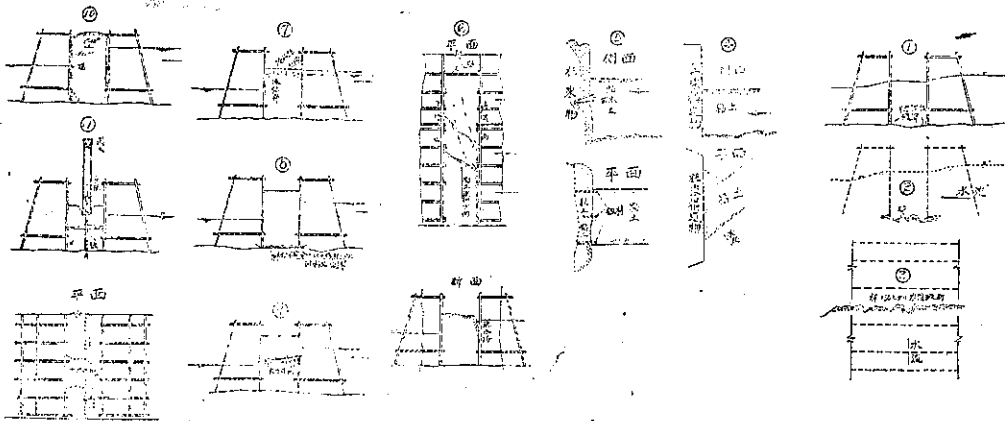
次いで、第 1 次の場合と同様續樁を洗設したのであるが、粘土充填の進捗に伴ひ樁上面に沿ふて排水路を生じ、水壓及び流速大となるに従ひ粘土の流失増大するに至つたので續樁間に假矢板を拵へ、粘土充填箇所を約 20 m 毎に分割すると共に下流側樁内面には葎張、シート張を充分に施し、粘土投入箇所の流水力を阻止して粘土の流失を防止した。

最後の假締切たる 60 m 區間のシート張は特に有効であつた。而る後、豫め設けた一時的排水路の角落を入れ締切つたが上述の排水路の採用に依り締切は見事功を奏した。本工事は施工計畫と密接なる關係あり、一朝之に墜跌を生ずる時は工事費工程に多大の影響を及ぼすもので、實に工事の死命を制する工事であつたが、何れも無事豫定の満水期間に完成し得た事は關係者不限不休の努力の賜であるが、以下體驗した所に就き述べれば次の如し（圖-8 参照）。

- (イ) 流量、流速、水深共に大なる大河川の締切に於ける一時的排水路の採用は特に強調したい。
- (ロ) 粘土充填に當り岩盤の掃除は充分注意する事が必要である。

若干の砂利（特に、續樁と地盤との接際部たる隅角には殘滓が残り易い）でも残つてゐると其處から漏水

圖-8. 粘 土 施 工 圖



する。

本工事に於ては、潜水夫の掘つたものをバケツトに入れ陸上にて捲揚げると共に、サンドポンプを用ひ残滓を掃除した。尙岩盤掃除に於て水流に直角なる岩盤皺間の砂は左程でもないが、之に平行せる場合の砂の除去には一段の注意を要する。

(ハ) 粘土の餘盛高は凍結水士 1.0m 内外を見込み水位より 1.5m 高くした。尙、粘土充填は岩盤面よりの連続施工が望ましいが止むを得ず中絶する時は凍結土を充分除去したる後新粘土の打繼ぎをしなければならぬ。

常に凍結層と不凍結層との間隙は漏水の因となつた。施工後は筵 5 枚内外にて覆ふた。

(ニ) 續棒の移動防止のため挿入した丸太等は粘土との密着不十分な爲漏水の原因となつた。

(ホ) 續棒内の流水に依る粘土の流失を防止する爲筵を内側に張つたが、潜水夫に依つて水中で縫合するため接續が完全に来ず特に、水深 4.0m 以上に及ぶと相當苦勞した。後では適當の大きさに陸上で縫ひ張立てたが、縦の縫目、及び點檢補修は水中作業となつた。流水の大なる處は筵でも充分でなかつた。締切最終部はシート張りに依り切抜ける事が出来た。

(ヘ) 粘土充填後漏水をとめる爲矢板を屢々用ひたが、この場合は漏水箇所を兩側より施行し漏水を挾撃するのが望ましい。然らざれば、流水は矢板進行方向と同じく矢板最端部の前方を常に迂回して粘土を浸蝕する。

漏水を防止した後は矢板下流部の粘土は漏水箇所迄取除き新粘土と置き換へた。

矢板と岩盤との接觸面は矢板先端が槌の打撃力の爲サ、ラとなつて流水を阻止する。

(ト) 第 1 次締切用コンクリート壁と、第 2 次假締切用粘土との接觸面は特に大きくした。

コンクリート壁表面にある缺込には板を打込み、板と在來物との接觸面には、ボロ又は槓肌等にてパッキンを施し、板と板の間には粘土の團子を作つて挿入し、水屯する時は粘土を布切れにて包み充填した。之には相當に辛い經驗をなめた。

以上は極めて簡單なる事項であるが、實際に施工して見ると仲々思ふ通りにならないものである。

## 2) 堰堤工事

堰堤基礎を構成する岩石は結晶片岩及び火成岩岩脈にして、結晶片岩は片麻岩系に屬し、火成岩は鹼基性

岩類なる閃綠岩、閃綠斑岩及び玢岩と、酸索岩類なる花崗斑岩、石英斑岩、及び珉長岩に類別される。岩脈の走向、傾斜は何れも堰堤基礎としての支持力、水の滲透逃逸に對しては充分なる安全性を具備してゐる。

若干の小斷層はあつたが何等不安なものにあらず、堰堤縁邊の 1 小部分を横切つてゐるのみである。

風化岩石は掘鑿に依つて充分取除き得る程度であつたし龜裂も少なく一般に本堰堤附近に發達する地質は其の構造(岩脈の走向、傾斜、片理構造の走向、傾斜)及び、岩質(堅緻、水密性、耐壓強度共に大にして可溶性に非ず)等の諸點より見て、高堰堤基礎として充分であつた。

岩石の耐壓強度の試験成績は表-3 の如し。

表-3. 堰堤基礎岩石耐壓強度成績

種類	耐 壓 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )
閃 綠 岩	1900
閃 綠 斑 岩	1820
玢 岩	2900
花 崗 斑 岩	1460
石 英 斑 岩	1520
珉 長 岩	1780
片 麻 岩	1370
備 考	本表は 10 回の試験の平均値なり

地質調査は昭和 12 年 2 月末より開始し、試験孔數 86 にして最も深きものは 46.70m に及び平均深は約 25.00m であつた。

掘進率は日進 2~5m にして 3m の場合最も多く揚心率は平均約 60% にして最大 88%、最小 20% の所もあつた。

この外に長は 20~25m の横坑を掘鑿した。

本堰堤附近地質圖は圖-9 の如くである。基礎掘鑿は、第 1 次締切の終了した昭和 13 年 4 月より開始し總數量は 95 萬 m<sup>3</sup> に及んだ(寫眞-3 参照)。

土砂、岩石は締切内に設けられたトロ線及びインクライン等に依り堰堤下流及び河岸に捨てた。

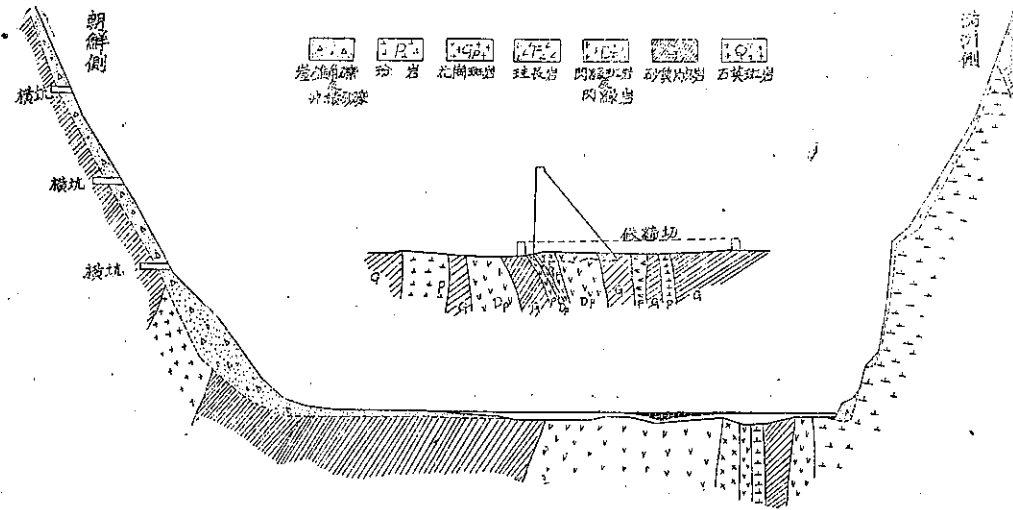
基礎掘鑿は相當長期間を要したのでその完成を待たずして、昭和 13 年 11 月よりコンクリート打始め翌 14 年よりは兩作業並行して行つた(口繪寫眞-4 参照)。

以下項を逐ひ堰堤工事に就き述べる。

### (1) 施工方針

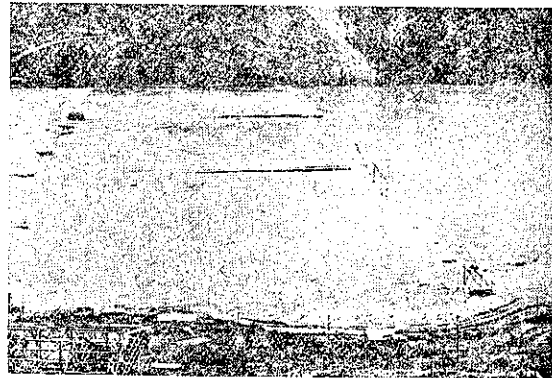


圖-9. 水壩洞堰堤附近地質圖



寫眞-4. 昭和 13 年夏の洪水

(朝鮮軍司令部許可済)



堰堤施工方法の根本方針として種々検討した結果、最近の大堰堤の施工法に倣ひ柱状式施工法による事とした。而して

(イ) 夏期数十日を除き一般に気温低き事(表-4 参照)。

(ロ) 6,7,8 月は洪水期にして打込日数の減少を餘儀なくされる事。

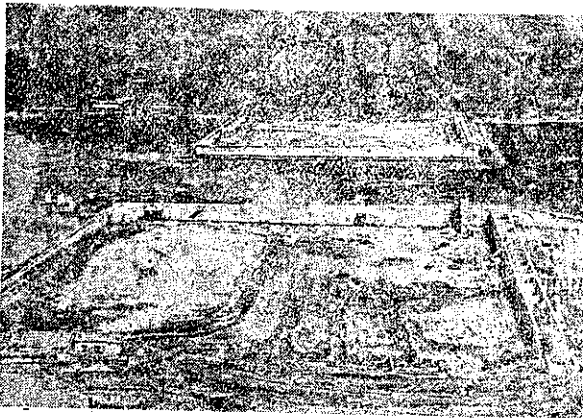
(ハ) 各ブロックの打上りを冷却の容易なる如く考慮する事。

(ニ) 高温期施工のコンクリートに對しては特に中熱セメントを使用する事。

等の理由に基き特別の冷却装置を施さなかつた。

寫眞-3. 締切壁内、掘鑿作業、堰堤基礎

(朝鮮軍司令部許可済)



堤體は上流面 0.05, 下流面は非溢流部 0.75, 溢流部 0.78 なる勾配にして、伸縮接手の距離即ち、ブロック幅は 15.00 m を標準とし、Z・形 1 mm 銅板により止水した。又、施工の關係により假排水路、鐵管路、流篋路の部分は夫々 16.00 m, 18.00 m, 12.00 m とした。

堤軸に平行なる施工接手は特別な箇所を除き 16.00 m 間隔とし、各ブロックの配置は奇隅により 8.00 m 宛喰ひ違ふ様にした(圖-10 参照)。

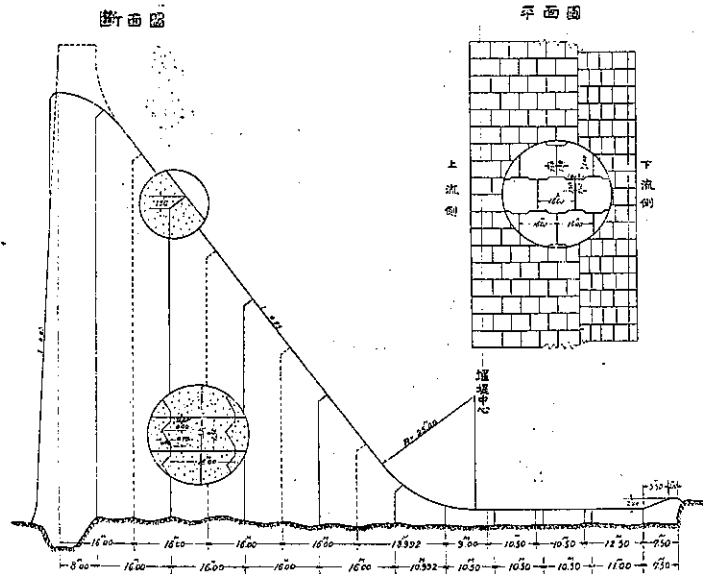
監査廊は 3 段に夫々 E. L. 35.00 m, 55.00 m, 70.00 m の高さに堤軸に平行して、概ね堰堤中心に近く設けた。

施工接手は伸縮接手と同じく柄を作つて噛合せ

表-4. 水壙洞氣象一覽表(攝氏)

項	月別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最高氣温		-0.7	-2.4	8.2	14.7	21.3	26.3	31.1	28.3	23.4	12.1	9.5	-1.9
最低氣温		-19.3	-15.9	-5.3	2.4	9.2	15.1	21.2	18.7	12.4	5.5	-1.1	-10.7
平均氣温		-13.3	-10.0	2.4	9.0	14.4	21.7	25.4	23.1	17.7	11.3	4.3	-6.0
蒸發量		0.9	1.0	2.4	4.8	5.5	6.7	5.8	3.7	4.2	3.0	1.2	1.0
濕度		83	75	67	59	62	52	80	82	74	64	71	79
河水温度		-8.1	-1.0	0.4	6.9	13.1	19.4	23.4	21.1	18.3	13.8	3.7	1.2
備考	本表は昭和 13~16 年間 4 箇年の観測による												

圖-10. ブロック割詳細圖



接手の両端及び監査廊を中心とした垂直高約 20.00 m 宛を 1 區畫とし(圖-11 参照) 0.5 mm 鐵板にてシールし、接手面には注膠碗を持つた注膠管を堤體監査廊内及び堰堤下流面より出し、後日コンクリート硬化後生ずる施工接手間隔を充分セメントにて充填出来る様にした。

鐵板にてシールしたのは伸縮接合部へのセメントミルクの浸入防止と注膠作業を完全にする爲である。

(2) 骨材

- 骨材採取は鴨綠江岸水壙、大江口、長甸河口、及び同支流九曲川流域朔州の 4 箇所であつた。水壙採取場は堰堤より約 1 km 下流九曲川(朝鮮側)の三角洲、

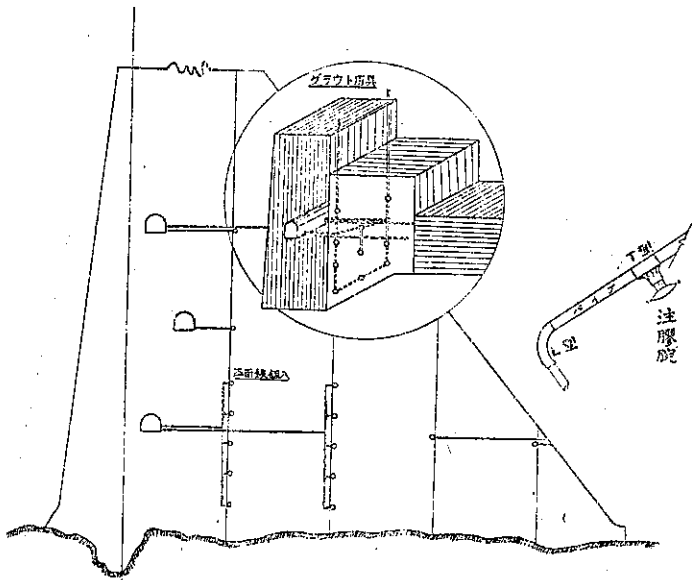
大江口は堰堤下流約 4 km の滿洲側、長甸河口は同様約 12 km 下流の滿洲側、朔州は九曲川流域堰堤より約 12 km の地點にある。

骨材調査の爲には、大江口 3 箇所、長甸河口 5 箇所、朔州 5 箇所、水壙 3 箇所より試料を採取した。

試料採取に方つてはその數を可及的小ならしめ且つ、代表的なるものを採取する爲現地を隈なく踏査観察し、所々井戸掘を行ひ、大體同品質と見られる範圍に就き 1 箇所宛採取した。

各所に於て上層下層に別けて試料を採取したから、その試料總數は 32 となつた。即ち、徑 2.0m 穴を掘鑿し岩盤迄掘下げ採取した後、骨材を上下層に二分し

圖-11. 工接手注膠要領圖



上下兩層に就き夫々4分法に依り必要量の試料を以て入れ、微細砂粉等の洩れざる様留意して運搬した。

之等の骨材は各採取場毎に篩分け及び品質の試験を行つたがその外に各採取場の骨材を平均に混合したものによつても試験した。

細粗骨材の割合は朔州骨材は細骨材に富むが、大江口、長甸河口、水豊各骨材共に粗骨材に比し細骨材少ない事は表-5の如くである。

粒度は各骨材採取場とも殆ど類似してをり、平均粒度率は細骨材 2.5~2.6、粗骨材は 8.1~8.5 にして、細粗骨材共に粗、大粒に乏しく細小粒に富んである。各採取場に於ける骨材内各粒度含有比率及び平均粒度率を示せば、表-6の通りである。

表-5. 細粗骨材比

項目	各骨材採取場毎試料の全平均			
	A B+C %	B B+C %	C B+C %	B:C
大江口	5.6	74.8	25.2	2.97:1
長甸河口	2.3	78.8	21.2	3.72:1
朔州	3.1	62.8	37.2	1.09:1
水豊	0.4	77.5	22.5	3.14:1
備考	A: 150mm より大なる骨材 B: 150~5mm の骨材 C: 5mm より小なる骨材			

表-6. 各骨材採取場平均骨材の粒度

項目	細骨材		粗骨材				粒度率	
	0~1.2 mm (%)	1.2~5.0 mm (%)	5~20 mm (%)	20~40 mm (%)	40~80 mm (%)	80~150 mm (%)	細骨材	粗骨材
大江口	76.6	23.4	31.1	28.8	23.6	16.5	2.50	8.14
長甸河口	75.3	24.7	22.3	21.4	31.7	24.6	2.49	8.50
朔州	75.3	24.7	22.0	20.7	31.0	26.3	2.63	8.52
水豊	75.8	24.2	25.6	24.7	29.0	20.7	2.47	8.34
平均	75.7	24.3	25.2	23.6	29.2	22.0	2.52	8.38

表-7. 細骨材品質試験結果表

採取場	項目	比重	空隙率 (%)	吸水率 (%)	単位容積重量 (kg/m <sup>3</sup> )	有機物試験 (標準色に 対し)	注滿試験 (粘土分及 ローム)	骨材の性状
大江口 長甸河口	大江口	2.64	37.8	1.5	1637	淡	2.3	砂の粗粒のものは固味を帯び細粒のものは殆ど石英質にして質堅硬良好なり
	長甸河口	2.64	38.8	1.9	1616	淡	2.6	
朔州		2.65	40.0	2.1	1605	稍濃きものあり	2.5	花崗片麻岩質砂にして長石雲母を多量に含むものあり、粗粒のものは固味を帯びたるもの少く質堅硬ならざるものもあるものも概ね良好なり
水豊		2.65	38.1	2.1	1636	淡	2.9	大江口、長甸河口の骨材に類似し良好なり
備考	単位容積重量測定は内径 14.0 cm, 内高 13.0 cm, 容積 2 l 圓筒形容器に依る							

表-8. 粗骨材品質試験結果

採取場	項目	比重	空隙率 (%)	吸水率 (%)	単位容積重量 (kg/m <sup>3</sup> )	骨材の性状
大江口 長甸河口	大江口	2.63	27.4	0.3	1909	砂質片麻岩、花崗斑岩、玢岩より成り形状は大部分固味を帯び扁平なるもの少く、表面凹凸も比較的少く質堅硬にしてコンクリート骨材として最も適す
	長甸河口	2.63	26.5	0.4	1928	
朔州		2.62	33.1	0.6	1754	花崗片麻岩より成り形状は角の僅か圓めたる多角體で表面粗にして不規則なる凹凸あり、固味を帯びたるもの稀にして質比較的軟弱なり
水豊		2.62	30.5	0.5	1825	長甸河口大江口の骨材に類似するも、採取箇所により朔州と同様なるもの相當混合しあるも概して良好なり
備考	単位容積重量測定は内径 30 cm, 内高 28.3 cm, 容積 20 l 圓筒形容器に依る					

(3) セメント

セメントは気温の高い5月より10月始め迄は中熱セメントを用ひ、4月、10月及び11月の低温期には普通品を使ふ事にした。

大塊コンクリートの施工に當り硬化熱の處理の重要な事は云ふまでもない。低熱セメントの利用は其の一方法であるが、サンドセメント、シリカセメント等、従來のポルトランドセメントに混合物を添加するとか或はポルトランドセメントを粗目の粒に粉砕して發熱量を調節するとか色々の方法もあるが、本工事に於ては強度、施工の容易及び耐久性等より結局化合物の制限により發熱量を調節する中熱品を使ふ事にした。極

度の低熱セメント即ち4週で70 cal/gr 級のものは製品として「ふける」事を慮れ水和熱溶解熱法に依るセメントの水和熱は1週で75 cal/gr 以内の中熱セメントとした。而してセメントの化學成分より計算(R. H. Bogul 氏法による)した礬土三石灰 (3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) の量は7.5%を超えざる如くし又灼熱減量は4%以下に制限した。

セメント製造は朝鮮小野田勝湖皇工場による外之に接續して建設した當會社自家用工場に依り委任製造せしめた。この工場は化合物として均質を保つため濕式製法(年産〇〇t)を用ひた。現場に於て工事中實施した使用セメントの試験成績は、表-9の通りである。

表-9. セメント試験成績表

項 目		普通セメント	中熟セメント	摘 要	
比 重	其 儘	3.12~3.17	3.10~3.13	10日に1回試験す	
粉末の程度(%)	4900孔	2~4	3~4	〃	
	10000孔	7~10	8~10	毎日試験す	
凝 結	水 量(%)	24~26	25~26	〃	
	始 發 時 分	2.00~3.30	1.30~2.40	〃	
	終 結 時 分	3.00~4.00	2.4~4.0	〃	
	温 度 °C	20.0~25.0	22.0~24.0	〃	
	濕 度	60.0~83.0	60.0~78.0	〃	
膨脹性龜裂	煮 沸	ルシヤンテリ ー (mm)	1.2~1.8	1.1~2.0	〃
		パ ッ ト	完	完	〃
	清 水 浸 水	7 d	完	完	〃
		28 d	完	完	〃
耐 圧 力 (kg/cm <sup>2</sup> ) 1:3 モルタル	水 量(%)	6.8~7.0	6.8~7.0	〃	
	72 h	310~380	310~350	〃	
	7 d	410~480	410~450	〃	
	28 d	550~610	560~580	〃	
抗 張 力 (kg/cm <sup>2</sup> ) 1:3 モルタル	水 量(%)	6.5~7.0	6.5~6.7	〃	
	72 h	27~30	26~27	〃	
	7 d	29~33	28~31	〃	
	28 d	39~40	38~39	〃	
養生中の平 均温度 °C 並 湿度 (%)	濕 氣 箱	温 度	19~ 24	20~24	〃
		濕 度	97~100	96~98	〃
	水槽の水 の 温 度	72 h	19~ 24	20~23	〃
		7 d	19~ 22	20~23	〃
28 d	20~ 24	20~22.5	〃		
化 學 成 分	灼 熱 減 量	1.2~1.5	1.7~2.3	〃 (4% 以下に制限)	
	不 溶 解 性 殘 渣	0.19~0.26	0.20~0.24	〃	
	硅 酸	23.0~24.0	23.3~24.3	〃	
	礬 土	4.8~5.2	4.6~5.0	〃	
	酸 化 鐵	3.2~3.7	3.5~4.0	〃	
	石 灰	62~63	61.5~62.5	〃	
	苔 土	2.6~2.9	2.7~3.0	〃	
	無 水 硫 酸	1.0~1.2	0.9~1.1	〃	
	計	99.6~99.0	99.7~99.9	〃	
硅 酸 率	2.4~2.7	2.7~2.9	〃		

項	目	普通セメント	中熱セメント	摘 要
	活動係數	4.5~4.7	4.7~4.9	"
	鐵 率	1.4~1.5	1.3~1.4	"
	水 硬 率	2.0~2.1	1.9~2.0	"
化合物組成 (%)	礬土三石灰	7.0~8.0	6.8~7.2	" (中熱品は 75% 以下に制限)
	硅酸三石灰	33~39	30~36	"
	硅酸二石灰	36~40	33~42	"
	セリット	9.5~10.5	10.5~11.0	"
水和熱 (cal/gr) (溶解熱法に依る)	72 h	65 (63~67)	57 (55~60)	(中熱品は 75% 以下に制限) (普通品は 85% " " )
	7 d	68 (67~70)	64 (62~66)	
	28 d	84 (82~86)	78 (75~80)	
備 考	本表はコンクリート工事開始以來の試験成績を取纏めたものである			

(4) コンクリートの配合  
コンクリート骨材の配合は最大密度理論に依り決定した。  
即ち、各粒度の骨材を種々なる割合に配合したるも

の粒度曲線を描き、メング氏曲線内の大塊コンクリート用として適當な範圍内に入る如き配合比を定めた。その理想配合比は、表-10 の如くである (\*は参考の爲記入したるものなり)。

表-10. 理想骨材配合比

細 粗 重 量 比	細 骨 材 (2.7)		粗 骨 材 (7)			
	0~1.2 mm (%)	1.2~5.0 mm (%)	5~20 mm (%)	20~40 mm (%)	40~80 mm (%)	80~150 mm (%)
配 合 比	50	50	14	17	28	41
* 全採取場平均骨材内各粒度含有比率	75.7	24.3	25.2	23.6	29.2	22.0
備 考	*は表-6 参照					

今骨材採取場毎に骨材を篩分け上記理想配合比に依り再配したものとコンクリート試験成績を示せば、表-11 の通りである。

これに依れば其の粒度は殆ど差異なく従つて、同水量にてコンクリートの施工軟度も殆ど同様の結果を示してゐるが、朔州は最も硬く大江口は最も軟である。之は主として骨材の形状が影響するものと考へられる。壓縮強度は何れも類似の成績にして強く、コンクリートの重量も比較的重い結果を示してゐる。

然れども堤堰コンクリートに使用する骨材は同轉篩分機にて 0~5 mm, 5~45 mm, 45~90 mm, 90~150 mm に篩分け再び配合して使用するものであるから骨材を全部使用するものとすれば概ね各採取場骨材粒

度の平均となる。

今、骨材を採取場及び各採取場平均の場合に就き上記 4 種類に篩分け、表-10 の理想配合に準じて再配合を行ひ、コンクリートの壓縮強度試験を行つた結果を示せば、表-12 の通りである。

即ち、壓縮強度は 92~97 kg/cm<sup>2</sup> にして、各骨材採取場及び全平均骨材何れも近似の成績であつた。

以上の結果より見ると、理想配合とした場合は最も強いコンクリートが出来るけれども理想配合とするためには骨材の項に於て述べた如く細、粗骨材何れも相當の過不足を生ずる事になる (表-10 参照)。

一方各骨材採取場の平均骨材を使用する時は理想配合のコンクリートに比し強度は稍々劣るが比較的良好

表-11. 理想配合骨材使用コンクリート試験成績

項目 骨材種別	配合比(重量) C : S : G	水:セメント (%)	圧縮強度 kg/cm <sup>2</sup>		供試體重量 kg/m <sup>3</sup>		養生中の平均温度		スラブ (cm)	フロー (%)
			7 d	28 d	7 d	28 d	7 d	28 d		
大江口	1 : 2.7 : 7	50	123	167	2.485	2.520	24.4	21.5	4.0	150
長甸河口	1 : 2.7 : 7	50	119	196	2.481	2.488	24.4	21.5	2.0	140
朔州	1 : 2.7 : 7	50	130	169	2.477	2.496	24.4	21.5	1.0	120
水壘	1 : 2.7 : 7	50	123	233	2.475	2.488	24.4	21.5	2.0	135

表-12. 篩分骨材使用コンクリート試験成績

項目 骨材種別	配合比 (重量比) C : S : G	セメント 使用量 (kg)	水セメン ト (%)	圧縮強度 kg/cm <sup>2</sup>		供試體重量 kg/m <sup>3</sup>		養生中の平均温度		スラブ (cm)	フロー (%)
				7日	28日	7日	28日	7日	28日		
大江口	1 : 2.7 : 7	220	59	92	156	2.449	2.475	24.3	21.3	4.5	160
長甸河口	1 : 2.7 : 7	220	59	97	134	2.437	2.455	24.3	21.3	5.5	170
朔州	1 : 2.7 : 7	220	59	94	127	2.469	2.459	24.3	21.1	2.0	130
水壘	1 : 2.7 : 7	220	59	94	143	2.443	2.443	24.3	21.3	4.0	150
全平均骨材 使用	1 : 2.7 : 7	220	59	97	128	2.447	2.464	24.3	21.3	4.0	145

備考 圧縮強度は 2 個の供試體の平均値にして、成型型は直径 20 cm, 高さ 40 cm のものを使用す

であつて之に依れば篩分骨材を全部使用する事が出来る。然し骨材は 3 種類の砂利及び砂に區別して貯藏したのであるから、貯藏の状況に依つては或る程度の強度を犠牲にしても前記理想配合を修正せねばならない。將來の骨材採取に於ける供給の不圓滑等を考慮し各種の配合比を設けた所以である。

配合に方り、細骨材の重量比はコンクリートの強度、重量に影響を及ぼす外に施工軟度にも關係あり、試験の結果 2.5~2.6 とする時最もよい状態となつた。細骨材の不足分は主として朔州より補ふ外に各採取場に於て砂の多き箇所を選定供給した。

使用水量はスラブ 3~5 cm を標準とし、W/C は 55~60% を採用し、セメント使用量は硬化熱を少くする爲、セメントの節用に努めたが、堤體内部に起る應力に依りコンクリート 1 m<sup>3</sup> 當り 220~270 kg とした。堤體施工標準配合は圖-12 の如く、又現場に於て使用せるコンクリート配合比

圖-12. 堤體施工標準配合圖

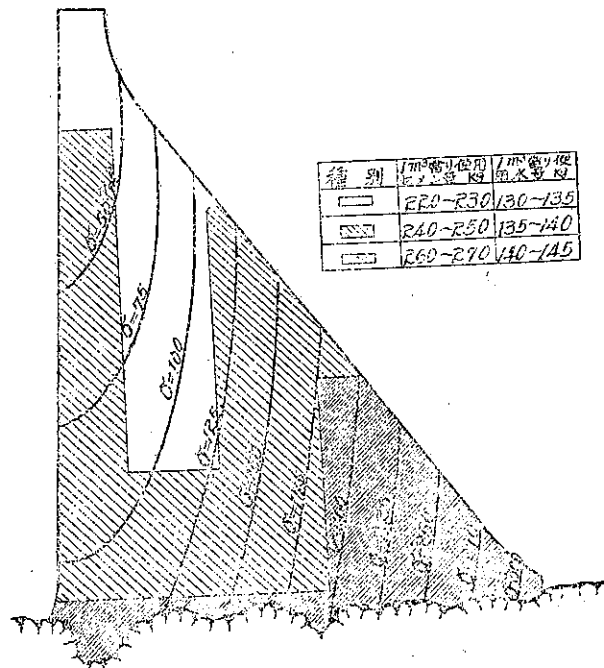
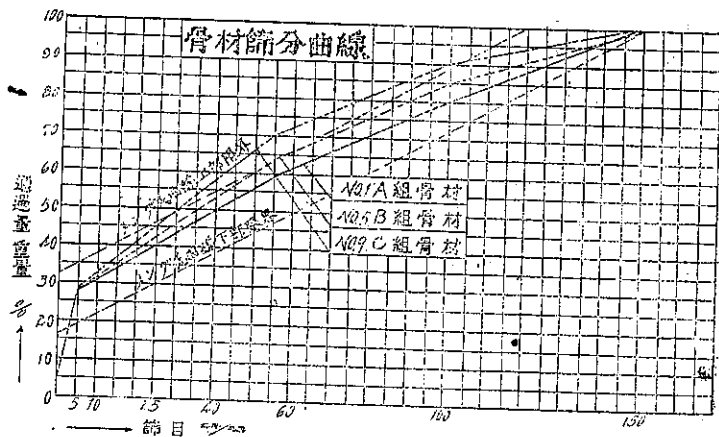


表-13. コンクリート配合比

項目 番號	配合比	セメント (kg)	水 (kg)	水比 (%)	砂 (kg)	小砂利 (kg) 5~45mm	中砂利 (kg) 45~90mm	大砂利 (kg) 90~150mm	備考
No. 1	1:2.7 :7	220	130	59	600	670	450	430	A組
No. 2	1:2.6 :6.7	230	135	59	600	660	450	425	
No. 3	1:2.46:6.37	240	135	56	595	660	445	425	
No. 4	1:2.36:6.06	250	140	56	590	650	445	420	
No. 5	1:2.6 :6.6	230	135	59	600	765	450	320	B組
No. 6	1:2.48:6.65	240	135	56	595	765	445	320	
No. 7	1:2.36:6.1	250	140	56	590	760	445	315	
No. 8	1:2.27:5.81	260	140	54	590	755	440	315	
No. 9	1:2.45:6.38	240	135	56	595	890	425	215	C組
No. 10	1:2.36:6.1	250	140	56	590	885	425	210	
No. 11	1:2.27:5.81	260	140	54	590	880	420	210	
No. 12	1:2.17:5.55	270	145	54	585	875	415	210	

圖-13. 骨材篩分曲線



は表-13 の通りである。

即ち、富配合となるに従ひ大砂利の使用を制限して小砂利を増し、細粒骨材の使用量を調節する如くしたのである。上記配合の骨材の篩分曲線は、圖-13 の通りである。

#### (5) コンクリートの打込

〇萬<sup>3</sup>と云ふ巨量のコンクリートを短時間打つ爲に、最盛期に於て年 100 萬<sup>3</sup>のコンクリート打込が可能なる如く計畫設備した。之が爲には、鮮満兩側より施工するのが有利と考へられた。即ち、河幅

が 1km 以上に及ぶ事と毎年洪水期には河川中央が溢流部となる事の理由に依り、兩岸間のコンクリート輸送を避け略々同様の篩分及び混合工場を兩岸に設備し、異なる請負者をして施工に當らしめ、會社側も二分にして之を監督獎勵し、相當の成績を収める事が出来た。ケーブルクレーンは走行棧橋の要なく、地形の束縛を受けず設備簡易にして經濟なる爲、始めは之に依る考へであつたが、研究の結果次の事が判明した。即ち

(イ) 水豐の如く徑間大なる事は (930 m あり)「た



るみ」甚だしく打込高に制限を受ける。

若し、全部を打てる様にケーブルクレーンを高き位置に据えれば最も多量のコンクリートを打たねばならぬ。堰堤下部に於ては甚だしく操作能率が低下する。本堰堤の如く高い場合には特に著しい。

(ロ) 「たるみ」の大なる結果バケット内コンクリートを放出した場合にケーブルは跳ね上り、作業に危険を伴ふ外、両側死點外は荷重を減少せねばならず、操作に不便で能率が悪い。

(ハ) 操作及びロープスピードを速かならしめる事が出来ぬ爲多く打たうと思へば自然大容量のバケットとなる。従つて、ロープの径が非常に大きくなり、製作可能範圍を超過する。逆にロープからバケットの容量従て、打込コンクリート量の制限を受ける事になる。

(ニ) 堤體幅に依りケーブルクレーンの設置臺数が制限され、之に依り打込コンクリート量が決定される。堤體下部に於ては全能力の發揮が出来ても上部となるに従ひ堤體が狭くなる爲使用の出来ないクレーンが出てくる。

結局、ケーブルクレーンは水壩の如く徑間大にして多量のコンクリートを迅速に施工する所では適さぬ事になつたので、堰軸方面に何臺も配置可能なジブクレーンの採用と決定し、ケーブルクレーン及びデリッククレーンは補助的に用ひる事にした。ジブクレーンは本邦最初の試みで、之が設計製作には萬全の努力を傾注した。その特徴とも云ふべきものを述べれば

(イ) 長時間連続使用に堪える如くロープ、シーズ、キャリア、制動輪、車輪等の損耗を出来る丈防ぎ、補修の時間を極力最少ならしむる如く努めた。

(ロ) 棧橋上を走行するので荷重を極力減少せしむると共に、速度の大なる如く設計した。

“輕くて敏捷”と云ふ事が本機の特徴とも稱すべきもので、之に依り棧橋費は減少し、運轉も圓滑に且つバケットも大容量とする必要なく従つて操作は自由自在となり、豫期以上の能率を上げる事が出来た(口繪寫眞-2)

(ハ) コンクリート施工と共にジブクレーンは數回位置の變換があり、之が爲分解組立が頻繁に行はれるが其の都度狂ひのない様に材料の決定機構の工夫には特に意を用ひた。

實際工事中屢々分解組立を行つたが、毫も狂を生ぜず、圓滑な作業が出来た。

彼上の見地よりする時ジブクレーンの採用は本堰堤

に最も適したものと云ひ得べく、高能率の機械にして尙、數回の段取換を省く爲棧橋の設計を考慮すると共にクレーンのブームを長くせば、更に能率を上げ得たものと考へられる。

尙、走行用鐵製棧橋はコンクリート打上りと共に、コンクリート内に埋込まれたのであるが、之は直柱のみにて斜、横材は全部回収した。

ジブクレーンの臺數算出に當つては次の如き基準に依つた。即ち

1年の作業日數 200日とせば

片岸 1日平均コンクリート施工量

$$= \frac{1\,000\,000}{200 \times 2} \approx 2\,500 \text{ m}^3$$

従て打込最大設備を 3000 m<sup>3</sup> とした。

ジブクレーンの打込所要時間を 4分とせば

$$1 \text{ 時間の打込回數} = \frac{60}{4} = 15 \text{ 回}$$

1日作業時間を 20時間とせば

$$1 \text{ 日にて } 15 \times 20 = 300 \text{ 回}$$

となる。

コンクリートバケット運搬量は 3m<sup>3</sup>なる故、

1日のコンクリート施工量 = 3 × 300 = 900 m<sup>3</sup> となる。

片岸に 3臺のジブクレーンを設備すれば、

$$900 \text{ m}^3 \times 3 = 2\,700 \text{ m}^3$$

従つて 3000 - 2700 = 300 m<sup>3</sup> のコンクリートはデリッククレーン 300 m<sup>3</sup>/日以上のもので 1臺にて補ふ事としたが、ジブクレーンは豫期以上の好成績を挙げ、打込所要時間は 3~4分最少 2分を示した事もあり、鮮滿合せて 1日 6750 m<sup>3</sup> と云ふ記録を樹立した。デリッククレーンは豫想外能率が上らなかつた。

又、コンクリート運搬の爲め、ガソリン機關車は次の基準に依り決定した。即ち

走行平均距離を 200 m とし平均速度を 150 m/分とせば

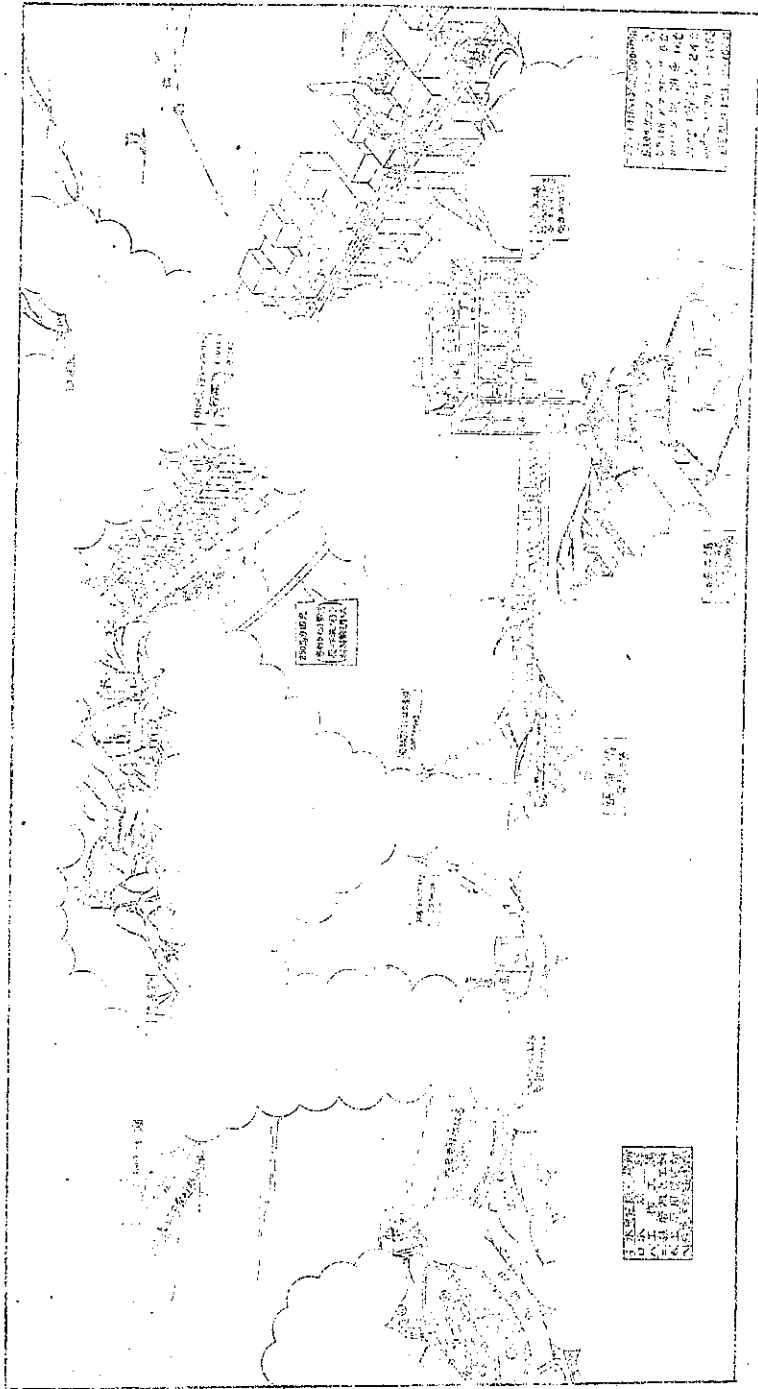
積込 (バケット 2 箇)	1 分
往路 (200 m)	1.5 分
ジブクレーン操作	4 分 × 2 = 8 分
還路 (200 m)	1.5 分

以上合計 12 分は臺車 1臺 1回の運轉過程となる。臺車 1臺 1回 1往復に對するコンクリートの施工量は

$$3.0 \text{ m}^3 \times 2 = 6.0 \text{ m}^3 / 1 \text{ 臺} / 12 \text{ 分}$$

依て、ガソリン機關車 1日の仕事量は

圖14. 水豐堰堤假設備要圖



$$6.0 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ (分)} \times 20 \text{ (時間)}}{12 \text{ (分)}} = 600 \text{ m}^3$$

となり、

3 000 m<sup>3</sup> 打込に要するガソリン機関車臺数は  
3 000 m<sup>3</sup> + 600 m<sup>3</sup> = 5 臺となり、

豫備 2 臺として片岸に 7 臺を準備する事とした。

コンクリートの施工の順序を示せば次の通りである  
(圖-14 参照)。

混合工場にて混合せられたコンクリートは 900 mm  
ベルトコンベヤー (輸送能力毎時 350 t) に依り、ガソ  
リン軌道終端に設置したコンクリート積込ホッパー  
(12.0 m<sup>3</sup> 入) 迄運搬せられた。

コンクリート運搬の場合のベルトコンベヤーの許容  
最大傾斜は 13° 内外 (スランプ 3-5 の場合) であつ  
たから、混合工場とホッパーとの標高差が大なるに従  
ひ、運搬路は電光形とした。此は地形の制限を受ける  
事少く、極めて能率的であるが、モルタルがベルトに  
附着し、キャリアーの回轉に屢々支障を及ぼしたので、  
ベルトの還路を利用し時々水洗滌を行つた。之に依る  
時はセメントモルタルの損失を來すので、後から壓縮  
空気に依りホッパー上に吹き落す様にもした。

ベルトコンベヤーに依るコンクリートの運搬は距  
離、施工等に依り色々の利害得失がある。

コンクリートはホッパーより 18 t コンクリート運搬  
臺車 (計 24 輛) 上の 3 m<sup>3</sup> 入バケツ (68 個) に移  
されると、軌間 1.067 m の 6 t ガソリン機関車 (鮮満  
合計 14 臺) に依り、8.5 t、ジブクレーンの位置迄運  
んだ。バケツはクレーン (腕の長さ約 33.0 m) にて  
吊上げられ、所定のブロックに卸された。このクレー  
ン 1 回の操作所要時間は移動距離 (水平及垂直) に依  
つて異なるが、平均 3~4 分にして、最も条件のよい  
ときは約 2 分位であつた。

9 t 走行ケーブルクレーン (徑間約 930 m, 走行距  
離 140 m) 1 臺を設備してあつたが、ジブクレーンに  
比し能率悪い爲補助的に用ひる外打込假設備、鐵管工  
事等に於ける重量物の運搬に使用し、打込みには専ら  
ジブクレーンを使用した。此は鮮満各々 3 臺宛設備  
した。

クレーンの走行用棧橋は、EL. 37.00 m, (第 1 次締  
切防水壁天端) EL. 45.00 m, (第 2 次締切防水壁天  
端) EL. 55.00 m, EL. 85.00 m (何れも堰堤中心より  
下流 37.00 m) 及び、EL. 100.000 m (中心より下流  
19.00 m) の 5 種であつた。

この棧橋は鐵筋コンクリート造、或は鐵骨棧橋で  
あつた。

而して、ガソリン線と兼用された事もあるし、施行  
の関係で別々にした事もあるが一致したときの方がク  
レーンとしての能率のよかつた事は云ふ迄もない。こ  
の棧橋で堤體の殆ど全部が施工出来たが、棧橋直下  
の一部はシュートに依り、又堰堤上下流端にして、ジブ  
クレーンの及ばない所やジブクレーンの移動間に於て  
は 9 t ケーブルクレーンを使用した。ジブクレーンの  
移動 (分解、運搬、組立) には平均約 15 日を要した。

コンクリート 1 回の施工高は 1.5 m にして、之を  
3 段に打つた。

バケツより出たコンクリートの搗固めは B3 號型  
バイブレーター (計 106 臺) に依りコンクリート 3  
m<sup>3</sup> (スランプ 3~5 cm) に對し 30 秒を限度として使  
用された。バイブレーターは 2 人持て 1 箇所に就き  
2~4 臺使用したが重すぎて操作に骨折つた。搗固め  
により排出した水はブロック中央の竅に集め汲出し  
た。

1 回のコンクリート施工後、次の段を施工する迄の  
時間は 3 晝夜を標準としたが、1 日の施工量と、ブ  
ロック数との關係、氣温等の事情に依り短縮した事も  
ある。1 回の施工高は 1.5 m とし 1 ブロックは、2~3  
時間にて打終つた。

堤體内には燻化熱による温度上昇を測定する爲、1  
断面に就き、5 箇所の標高に計 16 の抵抗温度測定器  
を設け、監査廊内にて觀測出来る様にした。之は非溢  
流部に 1 箇所溢流部に 3 箇所とし後日施工接手の注  
膠の場合の資に供する事にしたのである。

型枠 (木製にして内側に 1.3 mm 鐵板を用ふ) は施  
工後 3 晝夜其の儘とし逐次取外して使用した。

コンクリート施工後は 5~6 時間してレイタンスを  
攝取り、コンクリート表面を掃除し莖を以て覆ひ撒水  
養生をした。施工直前再び射水及び金ブラシを以て表  
面を清掃した後、1:2 モルタルを撒きその上に次のコ  
ンクリートを打つた。ブロックの施工接手に對しては、  
チップングを行ひたる後射水に依り表面を綺麗にし  
た。年度打終りのときはレイタンス除去掃除後莖を敷  
き其の上に土を厚さ約 20 cm に敷均しておいた。

本工事中執拗なる洪水の襲來 (表-14 参照) に依り  
作業の中絶を餘儀なくせられたが、作業は概ね豫定の  
通り進捗し、昭和 16 年 9 月一部發電開始となり、現  
在は堰堤頂部及び水叩の一部を残した外殆ど完成して

表-14. 工事中気温雨量及洪水量一覽表

項目 年	最高気温 (+)	最低気温 (-)	降雨量 (mm)	最大洪水量 (m <sup>3</sup> /sec)	洪水の状況
12		30.5 (12.27)	703.5		この冬を利用し、鮮満兩側の締切を行ふ。
13	39.0 (8.8)	32.0 (1.27)	1 033.4	17 538	7 月中旬の洪水に依り締切壁は完全に水浸しとなり、朝鮮側下流壁及滿洲側上下流壁共に一部缺潰し、締切内はヘドロにて埋没莫大なる被害を蒙る。鋭意復舊中の處、8 月下旬再び洪水あり、機械の引揚締切内への注水による防水壁倒壊防止に依り第 1 回に比し損害輕少にとゞむ(寫眞-4 参照)。
14	38.0 (8.7)	29.5 (1.5)	689.5	8 500 (9 月上旬)	9 月上旬の降雨に依り再び危機に瀕せるも、前年の洪水に鑑み締め防水壁の葺上げ及び洪水量の少かりし爲、一部漏水に依る締切内への水の浸入ありたるも溢流は免る。其の後第 2 回の洪水に見舞はれたるも、辛じて難を避く。この洪水に拘らずコンクリート打込作業は依然執行せり。
15	34.0 (7.6)	26.0 (1.30)	1 068.0	8 482 (8 月上旬)	中央締切完成の年なり。6 月上旬の洪水量は大ならざりしも假排水路は洪水を流し切れず、水位上昇と共に中央締切上を溢流す。被害輕微にして復舊に努めありし頃、7 月中旬第 2 回の溢流により水泡に歸す。減水急なりしも 7 月下旬第 3 回の溢流に依り、締切内溜水の排水未だ半ばにして 8 月上旬第 4 回の溢流に見舞はる。この頃屢々の洪水に拘らずコンクリート打込繼續せられて極めて順調に日に 4 000 m <sup>3</sup> 内外を打ちたり。然るに降雨やまず逐次水位上昇と共に倒壊家屋、筏の流失あり、築造中堰堤の低部を溢流するに至り、應急處置も其の甲斐なく、鮮満共にコンクリート打込用鐵塔棧橋破壊せられ、打込計畫に一大支障を來す。復舊に邁進完成近き頃又第 5 回の洪水あり、再び堰堤を溢流したるも強め鐵塔の撤去を行ひたるに依り、辛じて流失を免る。
16	35.0 (7.20)	24.0 (1.24)	713.0	3 753	5 月上旬の洪水後引續き堰堤溢流中、6 月中旬の降雨に依り急激なる水位上昇に依り、溢流部分増大せるも僅少なる被害にてすむ。
17	37.0 (7.20)	26.0 (1.14)	—	28 850	7 月中旬の第 1 回洪水に引續ぎ、8 月中旬の降雨(13~16 日間全流域に約 150 mm の降雨あり)は昭和 10 年以來の驚異的洪水をもたらし、28 850 m <sup>3</sup> に及んだが該功近き堰堤はよく洪水を調節して下流の被害を極少ならしめた。本日も又鐵塔棧橋、橋桁等の除去を行つたが全面的溢流となり、最大溢流水深 10 m に及び、一部鐵塔は再び倒壊流失された(口給寫眞 1 参照)。

る(寫眞-5)。

年別にコンクリート打込數量を示せば、表-15 の如くである。

工事開始前、約 10 箇年間に亙る水豐の洪水、出水状況を 圖-15 に示した。

工事中、上流地點中江、溝浦、溝原、蓮潭、水豐、靑水等の洪水水位を調べ、洪水対策の参考に資した(圖-16, 17, 18 参照)。

尙、貯水後池内溫度を測定したので、圖-19, 20 に示した。

圖-21 は水豐洞に於ける水位流量曲線である。

(6) 假排水路及び流筏工事(圖-22 参照)

本工事中の假排水路は堤體內に設けた高さ 5.60 m、幅 5.40 m の矩形断面とし、中、上の 3 段とし、夫々 4 門、6 門、4 門を設備し、築造進捗に伴ひ下段を閉塞し逐次高い假排水路を使用する様にした。

下段の假排水路丈による時は閉塞の場合水壓大となり、門扉の操作及び閉塞の爲のコンクリート填充作業困難となり、又築造半ばにして湛水發電開始を行ふ場合必要以上の水を失ふ事となる故 3 三段とした。假

寫眞-5. 路の完成に近き堰堤 (朝鮮軍司令部許可済)

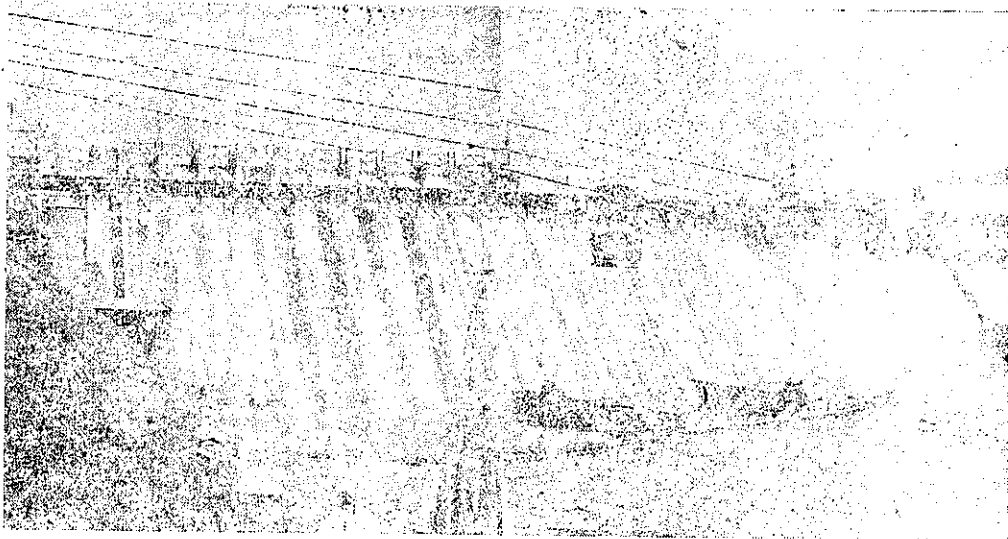


表-15. 年別堰堤コンクリート打込量

項目	堰堤コンクリート打込量					1日3000m <sup>3</sup> 以上打込日数	
	朝鮮側		満洲側		合計	朝鮮側	満洲側
	開始及終了	m <sup>3</sup>	開始及終了	m <sup>3</sup>			
13	---	---	---	400	400	--	--
14	自 4.1 至 11.24	230 800	自 4.1 至 11.24	234 700	465 500	--	--
15	自 3.26 至 12. 3	495 200	自 3.11 至 11. 7	495 400	990 600	13	32
16	自 3.13 至 11.27	433 600	自 3.10 至 12. 2	466 000	899 600	6	6
17	自 3. 5 至 10. 4	344 300	自 3. 1 至 11.20	350 200	694 500	8	3
計		1 503 900		1 546 700	3 050 600	27	40
備 考	1. 昭和 13 年は 11 月中 3 日間コンクリート打込を行ふ。 2. 1 日最大の打込量は鮮満合計 6 757.27 m <sup>3</sup> (昭和 15. 5. 18) なり。 3. 本表は昭和 17 年 10 月末迄の打込量を示す。						

排水路は約 2000 m<sup>3</sup>/sec の排水を標準として設計した。

閉塞に方りては、高さ 0.0 m、幅 0.0 m の門扉に依り水を堰き止め更に内側に角落を入れて門扉、角落間にたまった漏水をパイプにて抜き乍らコンクリートに

て填充した。

上部間隙に對しては、豫め堤壁内に設けた填充口によりコンクリートを流しこみ又堤壁と新コンクリートとの密着を確實にする爲グラウチングパイプを配置し後日グラウチング工を施し得る様にした。門扉は引揚

圖-15. 水壩洞に於ける洪水量曲線

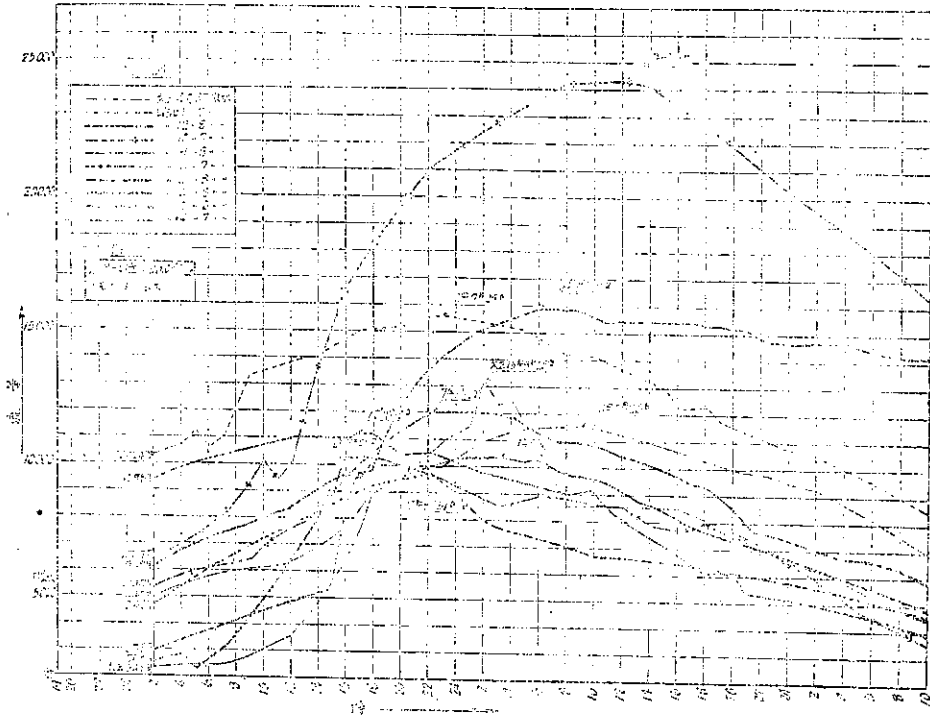


圖-16. 鴨綠江洪水水位曲線

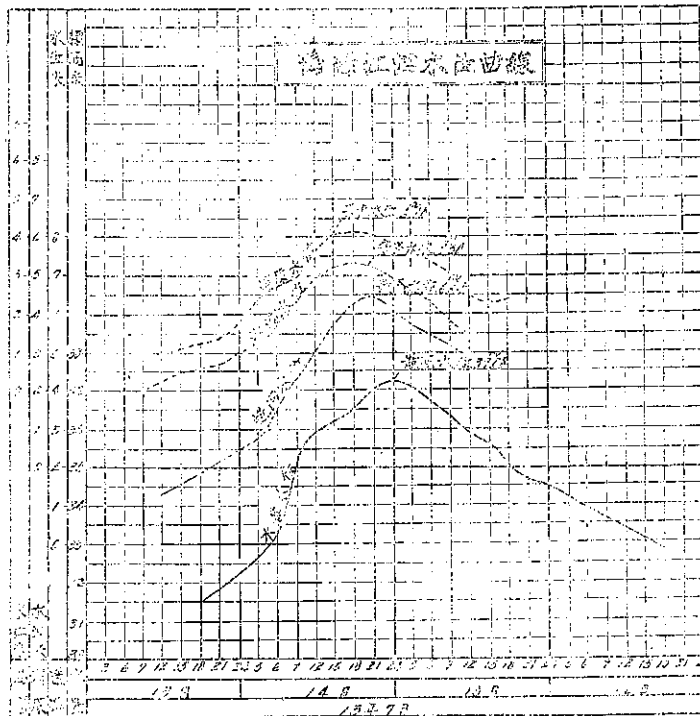


圖 17. 鴨綠江洪水位曲線

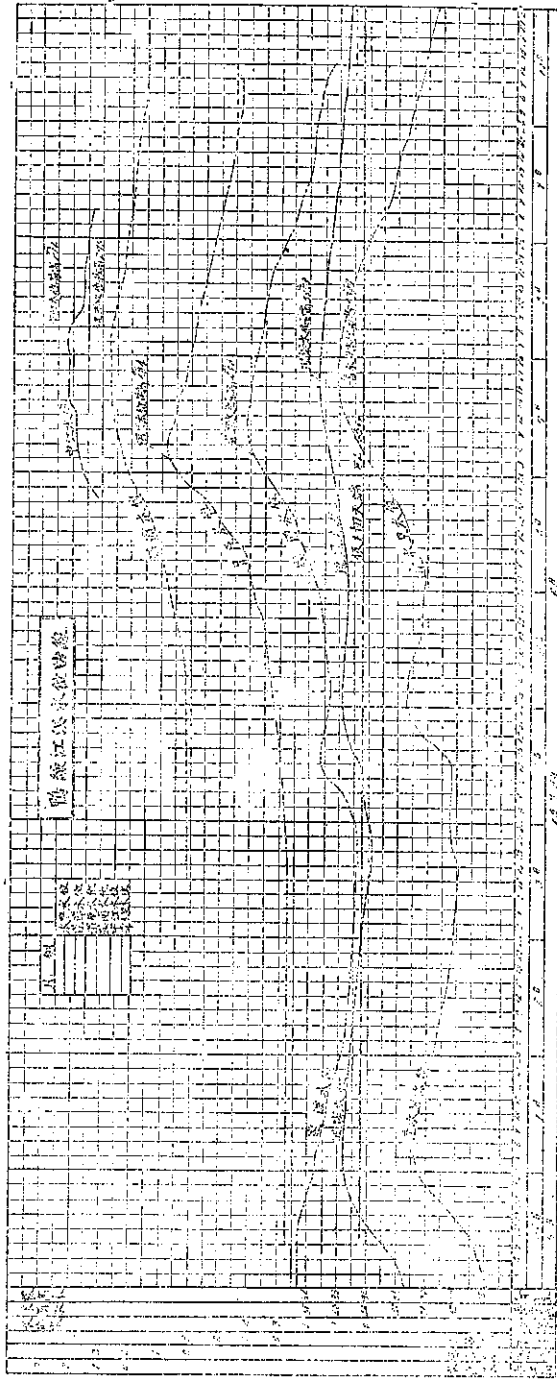


圖-18. 鴨綠江洪水水位曲線

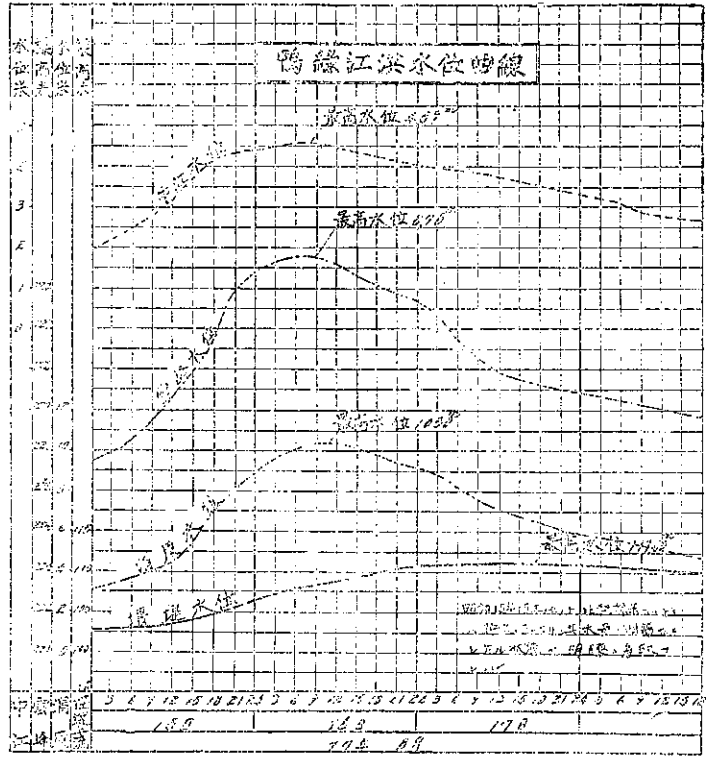


圖-19. 水壩貯水池水溫圖

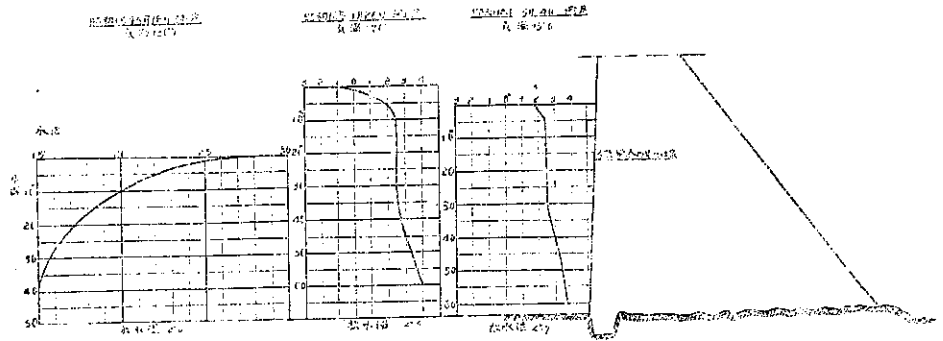




圖-20. 水壩貯水池水温圖

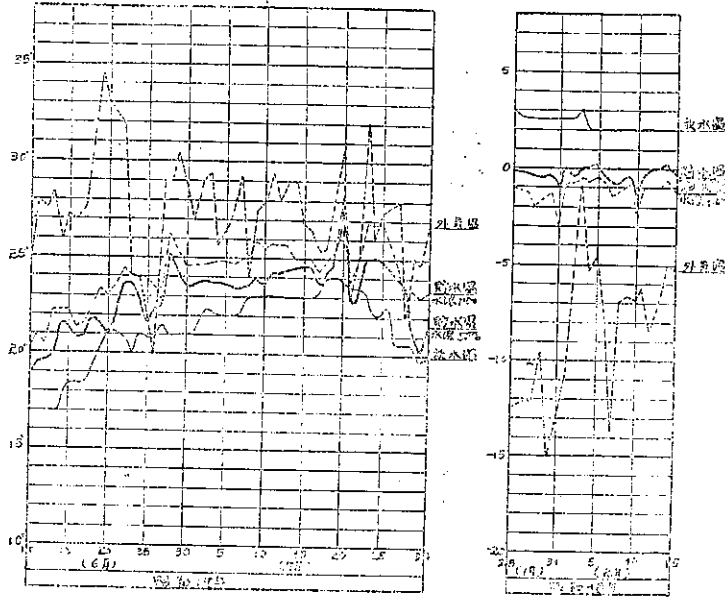


圖-21. 鴨綠江水壩洞水位流量曲線

(但し水位は E. L. 28 m 以上を適用するものとす)

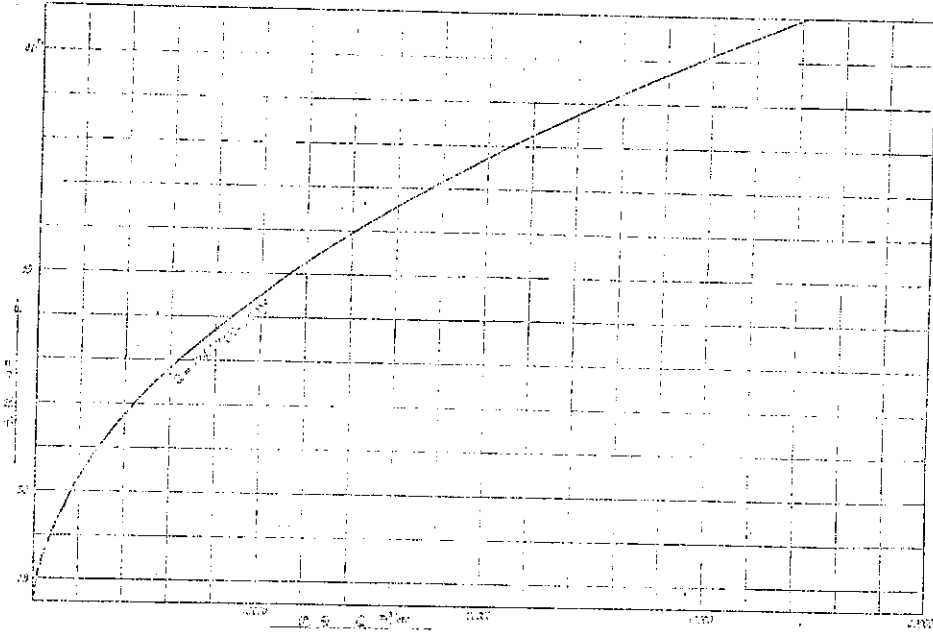
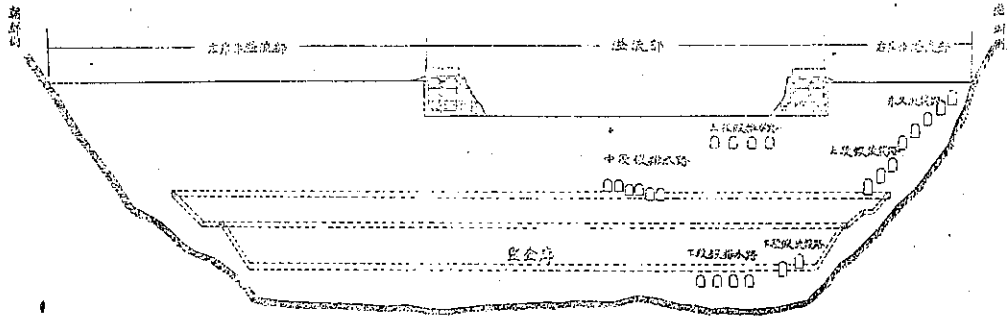


圖-22. 堰堤正面圖



げ、其後の閉塞の爲再三使用した。

假流筏路は假排水路同様、堤体内に設けられた高さ 6.50 m、幅 6.00 m の暗渠にして、下段 2 上段 3 の合計 5 個を設備した。

下段は主として第 2 次締切後上段を使用しうる水位に至る迄、上段は本流筏路完成迄の過渡的なものとして使用した。而して上段假流筏路の下流は本流筏路の流筏斜路に接續させた。この閉塞も假排水路に準じて行はれた。

初め下段假排水路及び流筏路は鐵管路制水門据付終了（豫定は昭和 15 年末であつた）後、流下量少く下流地方灌漑に支障なき初春を選び閉塞して湛水し、低水壓にて一部運轉開始の計畫のもとに諸準備を進めたのであるが前述の如く昭和 15 年の豫想外執拗なる水魔に禍ひせられて、コンクリート打込作業は所期の進捗を示すに至らず、門扉の据付も遅れ豫定の全閉塞の時期を失する状態となつた。

仍て作業の進捗及び流量とを斟酌し排水路、流筏路の順に各個に閉塞する事とした。即ち排水路 1 門は昭和 16 年 2 月下旬に、残り 3 門は同年 4 月上旬に閉塞し、流筏路を暫く排水路の代用としたのである。而してコンクリート打込み及び鐵管路の門扉据付は全力を擧げて急いだが、5 月上旬よりの降雨に流量漸次増加し、4 門の假排水路閉塞後の事として堰堤築造中の低ブロックより早くも溢水するに至り、6 月上旬迄水位上昇し、其の最高は取水口中心高を越すこと 1.0 m に及んだ。此の頃取水門扉 2 門据付は完了してゐたが残り 1 門は未完成であつた。而してこの事あるを豫期し豫め鐵管呑口を鐵筋コンクリート壁にて閉塞してあつたので事なきを得た。時恰も第 1 號機水車、發電機据付完了しあつたので低水位にて一部調整運轉を試みた。

7 月に入り堰堤溢流やみ、流量減少と共に水位は逐次低下し、7 月末に於ては約 20 m の減水を示し、豫め立込んだ假流筏路及び門扉の導棒幸じて現はれ、閉塞の好期が漸く到來するに至つた。

此の頃下流地方民間側には流筏路閉塞に關連し、耕地 6115 町歩の灌漑問題が持ち上つてゐた。然れども假排水路を閉塞した現在の豊水期に於て流量減少は稀有の事で降雨あれば水位は直ちに上昇する。若しこの機会を逸せば、發電開始は約 1 年の遅延を餘儀なくされる事になる。而るときは、當發電所よりの迅速なる受電を待望しつゝありし各種工業の生産擴充用動力の供給に一大支障を及ぼす事となる。此處に於て 8 月 2 日を期し斷然閉塞を決行したのである。

然し始めから斯る高水位にて門扉を閉塞する計畫でなかつた。

導棒は暫く水中に没してゐたため木片其の他の異物等を噛み、加ふるに水位高きために門扉は充分下りきらず、門扉下端よりの流水は噴出状態を呈して物置きものがあつた。

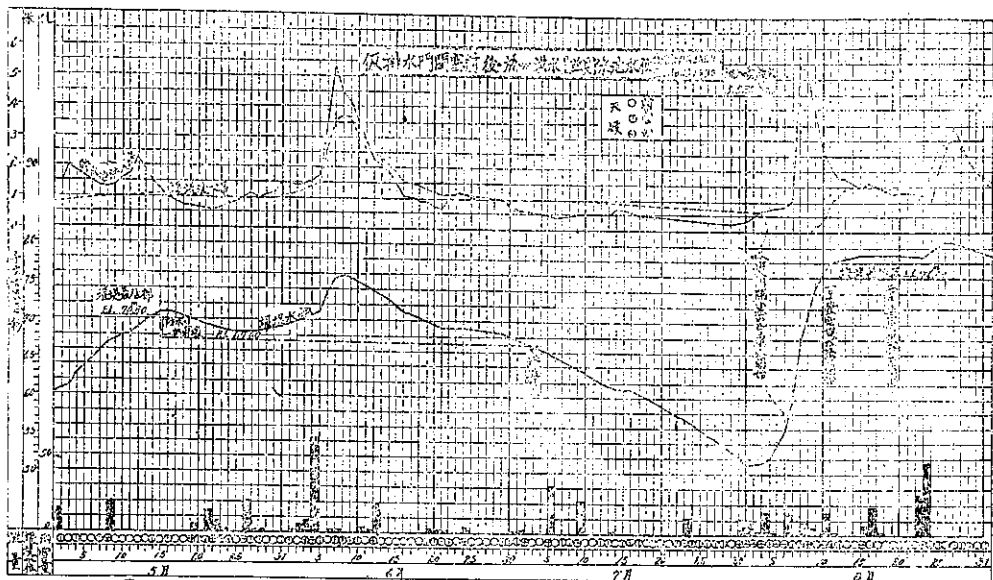
萬策を盡し幸じて漏水を減少せしむる事を得たが、それでも 0.5 m<sup>3</sup>/sec 以上の水が吹出してゐた。

閉塞と同時に水位は 1 日 1~2 m 宛上昇し門扉が危険となるので背面から I 桁鋼等にて支へ急いで前述の如き方法に依り閉塞用コンクリートを施工した。閉塞後の 8 月 4 日運よく天の慈雨（水壙にて約 30 mm）あり 8 月 11 日堰堤上を流流するに至り正に紛糾せんとした灌漑問題も此處に目出度解決されたのである。而して 8 月 23 日には閉塞時より約 30 m の水位上昇となり、此の日第 1 號機の運轉同時に送電が開始されたのである。實に想像するだに冷汗を覺える危機だつた。

昭和 16 年 8 月 2 日斯くして悠久幾千萬年の流れ

圖-23. 假排水門閉塞前後に於ける洪水壘並貯水池水位

自昭和 16 年 5 月 2 日至昭和 16 年 8 月 3 日



世紀の閉塞作業に依り完全に堰止められたのである。此の間には筆舌に盡し難い苦勞があつた。當時の量貯水池水位並に雨量を示せば圖-23 の如くである。尙、此の時期に於ける流筏は水位變動甚だしく水調節、流筏路勾配等意の如くならず屢々破筏を招き一段假流筏路使用可能の水位に達する迄は思はぬ苦杯嘗めたのである。

(7) 注膠作業

基礎岩盤に施す注膠工は堰堤中心線附近(止水溝) 2 列に千鳥型に鑿孔し注膠したもので、各孔の距離、間隔は夫々 2.5m 及び 3.0m とした。孔深は岩以下 20~35m にして、岩質の狀況に依り更に注膠數を増加した。

注膠は高さ 7.5m 以上のコンクリート施工後鑿孔して實施した。千鳥 2 列の内先づ上流側を一つ置き注膠し、順次残つたものに對し注膠したが、何れも堤工事に支障なき様主として打込中絶期の冬期間にはれた。

セメントミルクを送る前に孔の静水壓を計りグラウトポンプにて清水を送り注膠孔を 2 時間以上洗滌し、後の壓力計にて岩盤龜裂の大小又はコンクリート内空隙の狀況を推測すると共に所要セメント量を推定、注入セメントの濃度、即ち水、セメント比を定めた。

本堰堤に於ては主として 1/5 位にて施行した岩盤の狀況に依つては 1/2~1/10 のセメントミルクを使用したり、又鋸屑微細砂(50 mesh)を混合した事もあつた。注入壓力は 5~20 kg/cm<sup>2</sup> にて行つたが最大 28 kg/cm<sup>2</sup> に達した事もある。

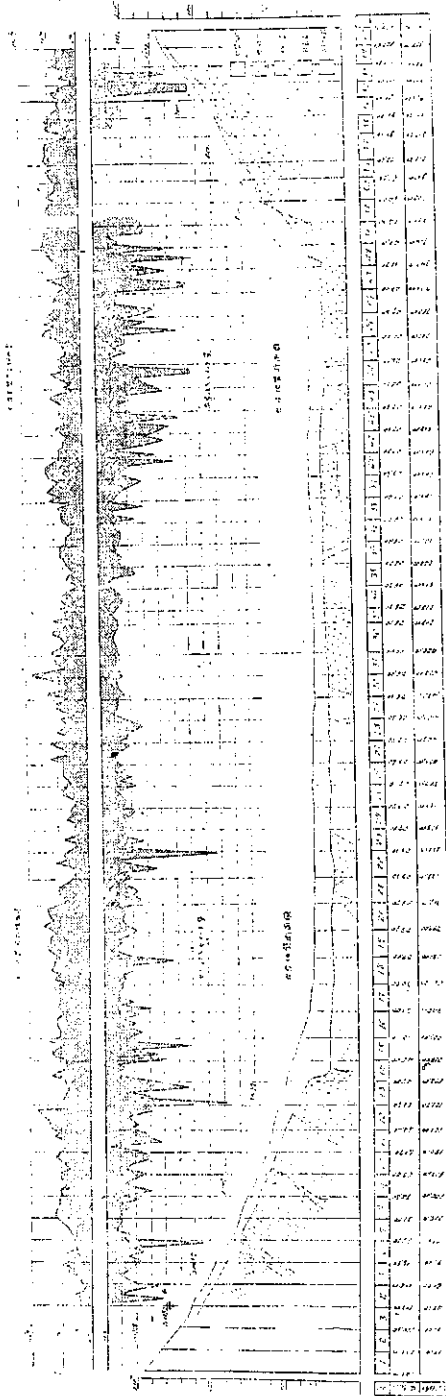
1 孔當所要時間は平均 7~9 時間にて、セメント使用量は 20 袋位であつた(圖-24 参照)。1 孔に、30 袋以上使用の場合は 1/2 迄濃くし、壓力は静水壓の 3 倍位のものを最終壓力とし、之に達せば次に水を送つて試験し、水が入れば再度薄いミルクにて注入、上述通り最終壓力にて 20 分間で入らぬ時に之を終へ注入管口を密閉した。

又圖-11 に示せる施工接手に對する注膠の時期は、水壓作用しある堤體の爲には努めて早きを望むが、コンクリート收縮による間隙を充填する意味から云へば相當の時日が望ましく、目下堤體温度の測定結果を對照研究調査中である。

注膠工事に使用せられた主要なる機械は左の通りである。

試錐機(モーター付)	大和式 ARL 型	13 臺
同上	利根式 R 300	8 臺
タービンポンプ	20 馬力	2 臺
同用モーター	20 馬力	2 臺
グラウトポンプ	30 馬力	4 臺

圖-24. 水豊堰堤基礎地質断面圖附セメント注入貫續圖



セメントミキサー利根式 3 臺 3 臺  
同用モーター 10 馬力 3 臺

(8) 堰堤に關する水理實驗

堰堤溢流頂部の形狀及び堰堤下流部河床洗掘輕減工法に關する水理實驗は内務省土木試驗所に於て實施され、其の結果に基づき設計施工しつゝある。

溢流實驗の結果に基づく溢流係數及び採用断面は圖-25 の如くである。

尙、この實驗に於て溢流時堤體面に作用する靜水壓を測定したが、本堰堤には實際にこの觀測施設を設備する計畫で溢流頂部は現在施工中である。

又、水叩部の實驗に依り得たる設計上の資料は極めて有益であつた。水叩部は堰堤末端より 50m とし水跳ねの角度は約 22.5° である。發電所側導流堤及び滿洲側導流壁取付部形狀等も試驗成績を參照して設計した。目下施工中で洪水期迄に完成させる豫定である。

3. 取水口及び鐵管路工事

鐵管路は〇條にして堤體内に設けられた長さ約〇〇直徑〇 m の軟鋼電氣熔接管である。鐵管入口には固定スクリーン及び取水門扉を取付けた。取水門扉は高さ〇 m、幅〇 m のキャタピラーゲートで其の重量は約 80 t あり、固定スクリーンと共に水壘の機械組立工場に於て組立てられた。之が据付の爲に 100 t 吊鐵製ゴライアスクリーン (寫眞-6) 2 臺が製作使用された。

このクレーンは流筏路の門扉据付の場合にも使用した。本門扉の組立及び吊込所要日數は平均夫々 20 日及び、3 日位であつた。

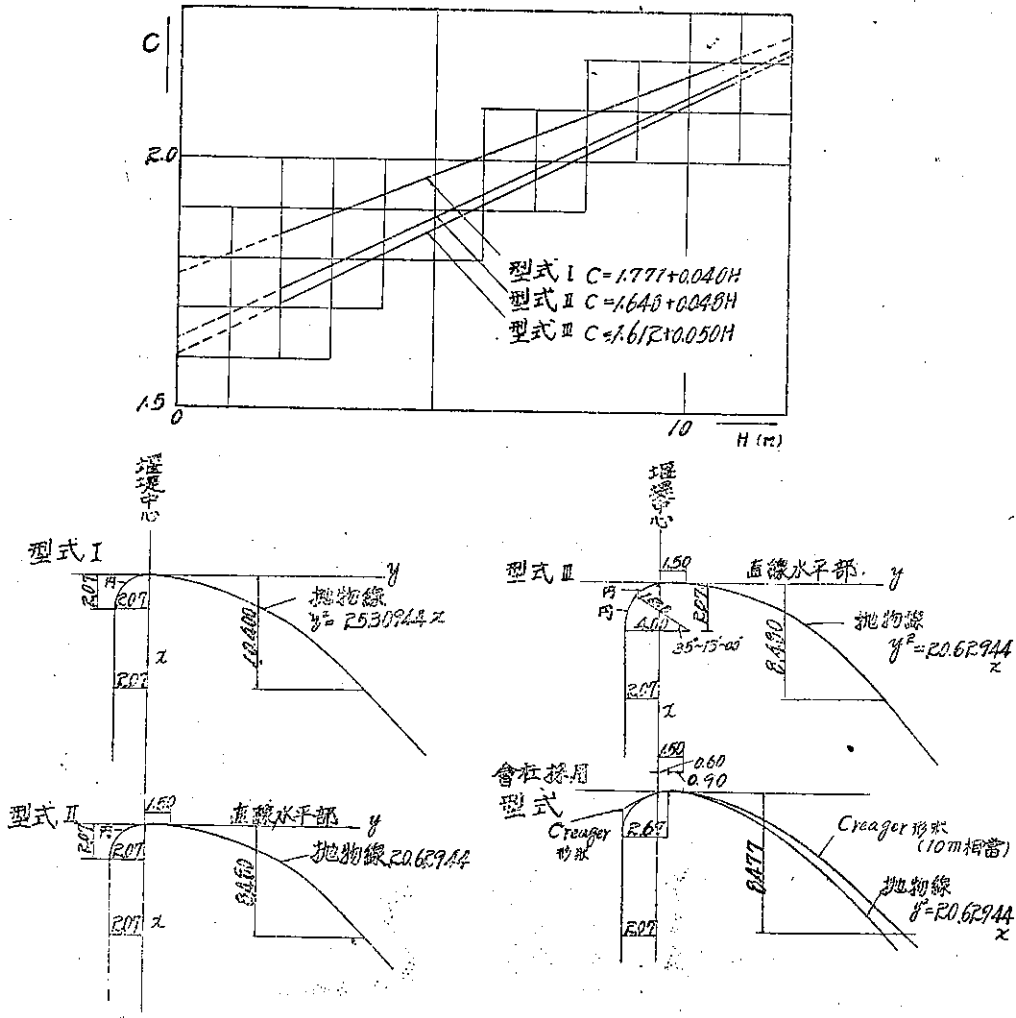
鐵管路は組立据付作業が堰堤築造と互に作業を妨害し合ふのを避ける爲、豫め鐵管路の位置に直徑 7.0 m なる圓形断面の暗渠 (之が堰堤に及ぼす影響を考慮し鐵筋を挿入した) を設け、堰堤コンクリート打込に關係なく鐵管路工事を進め得る如くした (圖-26 参照)。

鐵管は工場に於て直徑〇 m、長さ 2.00 m のものに組立て汽關車に依り發電所迄牽引し堰堤打込の爲設備せる 9 t ケーブルクレーンに依り鐵管路の位置に運搬した。呑口附近喇叭管のみは取水口より据付けたが、爾餘は總べて鐵管路下方 (發電所裏側) に設けた鐵管運搬孔より吊卸し、暗渠内に準備せる臺車に載せた 20 馬力捲揚機に依つて所定の位置迄捲揚据付けた。

据付には 5 本を限度として假付けをしたる後、現場熔接を行つた。

電氣熔接の検査は 30 kg/cm<sup>2</sup> の壓油に依り漏洩計

圖-25. 水壩堰堤溢流實驗 (溢流係數と溢流深との關係)



験をした。本作業は昭和 16 年 3 月より開始せられたが、1 條の組立据付の爲には 90~100 日を要した。

温度の變化による鐵管の伸縮及び据付に依る誤差調整の爲、鐵管下部にコールゲートプレートを使用し、又水車との接續部はルーズジョイントとした。鐵管の上、下端各々約 10m を除き全部アスファルトフェルトを厚さ 6mm に捲付け、其の上にコンクリートを施工して温度の變化に應じ得る如くした。

呑口附近よりの漏水を防止する爲喇叭管に高さ 600mm のラビリンスプレートを二重に取付けると共にアンカーピースを埋め最悪の場合に備へた。

#### 4. 發電所工事

省略

(1) 建物

省略

(2) 所内設備

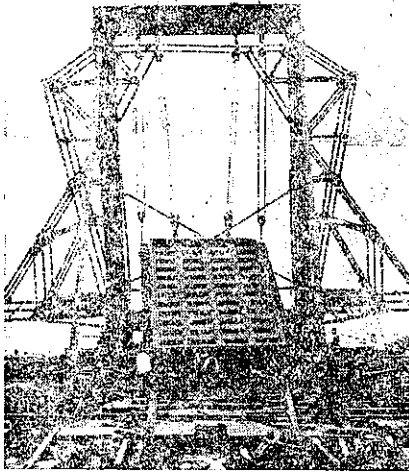
省略

(3) 發電機及水車

世界に其の最大を誇る當發電所の發電機及び水車の設計に方つて輸送問題を看過する事は出来ない。

芝浦及びシーメンス社製發電機及び電業社製水車何れも重量形狀共に大きい爲に設計に苦心した所は大きい。輸送に方つては時局の影響に依る船腹不足と特殊

写真-6. 門扉掘付中のクライアスクレーン  
(朝鮮軍司令官許可済)



車輛の不足及び貨車の輻輳の爲悩んだ。

(イ) 輸送

芝浦製發電機の輸送経路は東京、鎮南浦間は船便、鎮南浦水豊間は鐵道に依つた。

最重量品は發電機主軸及び水車主弁共に〇tあるが鎮南浦港には揚陸用の日立製〇tデリッククレーンを設備した。6t車輛は特別製にして、中央部は床がく形の大きいものは吊下げの形で輸送した。輸送品に特に苦心したのは上部ブラケットセンターである。

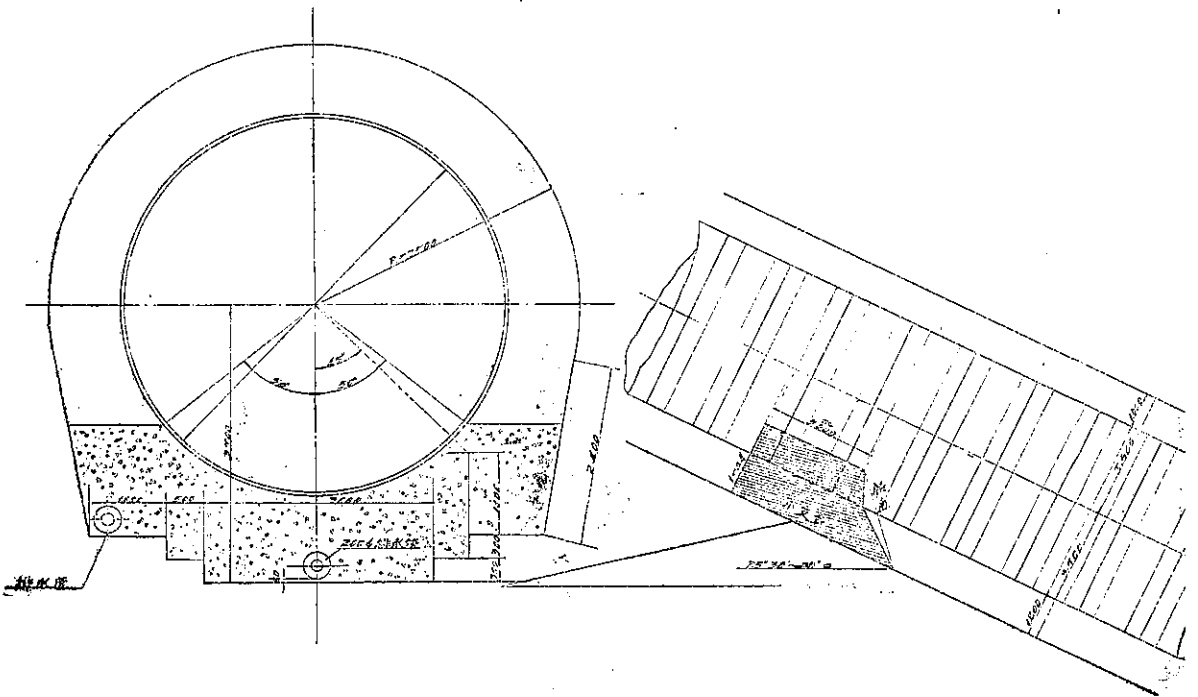
直徑〇m、高さ〇m(重量50t)ある爲之を立てて輸送した。隧道中特に小さく接觸の恐れあるものがあつた爲、模型輸送を行つた。而してこの場合の間隔は下部は軌條より5cm、上部は天井迄2.5cmの餘裕しかなかつたので、ブラケットを貨車中心よりずらし傾斜さして積載する等非常に苦勞した。

(ロ) 組立掘付

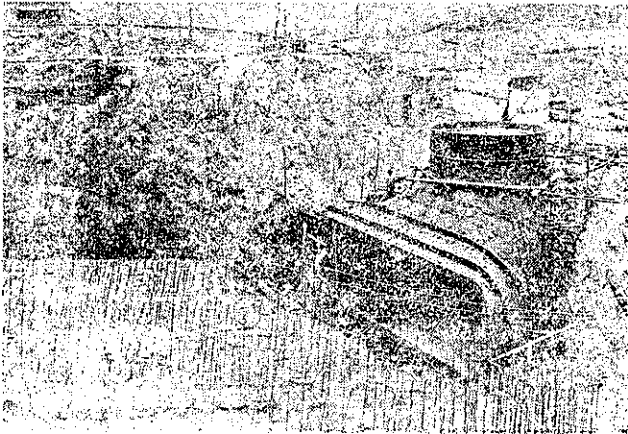
組立及び掘付作業の細部は省略する(写真-7, 8, 参照)。

組立及び掘付の所要日数は部分品の到着、作業の関係等に依り平行して作業した場合もあり、確實なる算

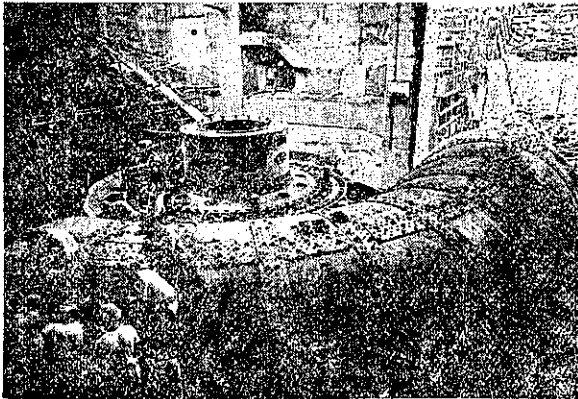
圖-26. 水壓鐵管掘付要領圖



寫眞-7. 掘付中の吸出管 (朝鮮軍司令部許可済)



寫眞-8. 水車掘付作業 (朝鮮軍司令部許可済)



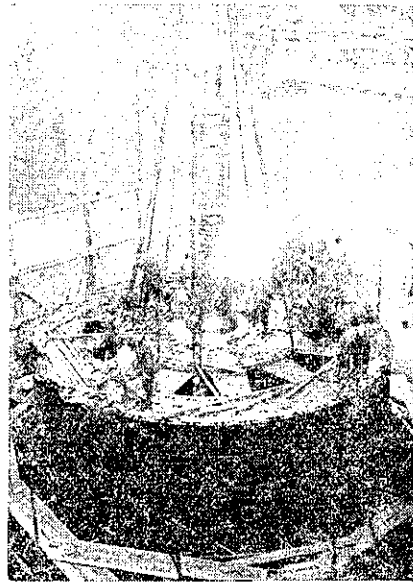
料とはならないが概略を示せば平均して吸出管約 1 ヶ月、水車約 7 ヶ月、発電機約 6 ヶ月位の日数を要した。尙、水車ケーシングは水圧の割合に形體が大なる爲、鋼板製とした關係上之が組立の検査には鋸打壓縮機を利用して、風壓漏洩試験を行つた。即ち、鋸打、コーキング終了後バイパス、主瓣、ケーシングバルブ、ケーシングドレンバルブを閉ぢ氣密とし、次いで水車の上蓋、中蓋を取外し壓力、 $2 \text{ kg/cm}^2$  程度に充分耐え得る氣筒(鋼の反さ  $15 \text{ mm}$ ) を氣密に留意して上、下兩蓋との間に取付けた。然る後、ケーシングの空氣を抜き 2 吋徑のガスパイプで壓縮空氣を入れ、外部より石鹼水を塗り泡の生否に依り仕上の良否を検査した。

#### (4) 放水路

發電所機械掘付の全完成を待たずして一部發電が開始せられると、放水は運轉せざる方の放水路より逆に

寫眞-9. 組立中の發電機

(朝鮮軍司令部許可済)



入り、發電機、水車掘付けに支障を來す外機械室の浸水となるので、鐵製門扉に依り放水路を閉塞する考へであつたが、資材の關係で製作が間に合はなかつた爲、吸出管末端附近に厚さ  $1.0 \text{ m}$  の鐵筋コンクリート壁を設け門扉に代へた。

普通の放水路に對しては約  $10 \text{ m}$  の水壓を受けたが洪水時には  $16.7 \text{ m}$  にも達した。放水路幅  $15.0 \text{ m}$  で中央に隔壁を設け、幅  $0.50 \text{ m}$  の 2 暗渠とし其の口には二重に角落を裝置しうる様に設備した。

コンクリート壁撤去の爲の放水路の開鎖は角落に依つた。即ち、2 重に角落を入れ、その中に粘土を充填したが、水壓大なる爲水路内部より相當の支保工を行つた。

閉鎖後排水してコンクリート壁は人力に依り取除いた。

#### 5. 其の他

上述の工事の外に、浸水区域内道路の附替工事(延長約  $120 \text{ km}$ )あり、又住居(水道、暖房附)小學校、病院等の設備もあつた。

本工事に參加した延人員約 2500 萬人(昭和 17. 10 月末調)に達したがその主なるものは次の通りである。

堰堤基礎掘削	約 200 萬人
附替道路	約 240 萬 <sup>ノ</sup>
堰堤打込	約 1800 萬 <sup>ノ</sup>

### 5. 結 言

工事が大きかつた丈に途中色々の波瀾を生み迂餘曲折を経た。

天の試練たる洪水は毎年例外なく襲來したが、其の度毎に倍加する敢闘精神と撓まざる奮闘努力に依り見事に征服した。準備の周到はあらゆる場合に於て奏功の要因となる。

鐵道の敷設、自家用工場の建設はこの大工事完遂に多大の貢獻をした。組織的、有機的に而も大規模に設備せられた工専用諸機械は縦横無盡に驅使せられ、正に人、機械渾然一體となり、晝夜の別なくその綜合威力は遺憾なく發揮せられたのである。

工事關係以外の事にも色々の苦勞があつた。流筏問題は、着工當時その成行を注視せられたし、又時局の影響に基づく資材獲得難は年毎に加はり、死命を制られるかに思はれたが、幸に無事この危機も突破した之偏に、鮮滿兩當局の理解ある御指導、御鞭撻の賜深く感謝の意を表する次第である。

嘗ては痴人の夢の如く考へられたこの大工事も堰頂部及び水叩の一部を残した外完成し、今又更に同系雲峰（滿浦鎮上流 40 km）及び義州（新義州上流 20 km）の發電工事の準備を急ぎつゝある。

本文は資料僅少にして説明不充分なる點少からず、に各位の御判讀を乞ふ。

最後に本報告執筆に方り援助せられた、鈴木巖吉の勞に厚く感謝する次第である。

（昭. 18. 7. 23. 受付）