

## 第四章 調整池

### 1 位 置・地勢

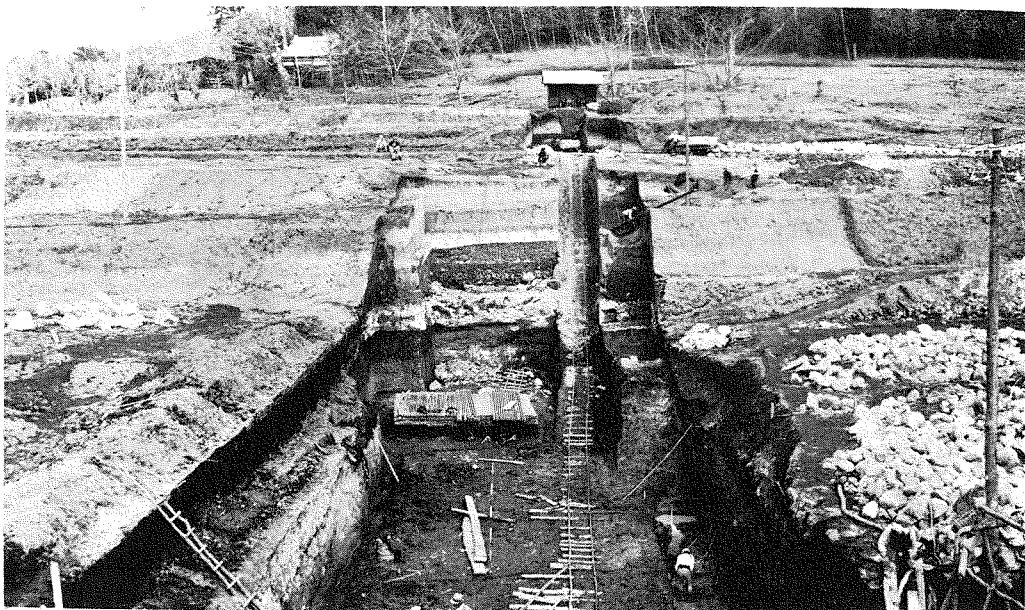
調整池敷地は二つの凹所を一括して使用するものにして、中央に馬脊が横断し、鐵管路は此の峰を辿りて建設せらるゝものなり。而して調整池中央の凹所に水槽を設け、それより左右二翼に向つて堰堤を築造し、水槽により連絡するものなり。敷地内一面の低地は水田にして、稍高き所は畠及宅地等あり、耕土の下は粘土凝灰岩にして、大體は火山性集塊岩より成り、小豆色或は帶紫緋色を呈せる凝灰岩中に、可なり大なる輝石安山岩の岩塊混入せり。從つて堰堤基礎としては甚だ不良なる地質なれども、賣電上<sup>5</sup>割の調整を爲し得ると得ざるとは、收入の上に多大の影響を及ぼすを以て、強て此地に調整池を求め、萬難を排して安全なる堰堤を築造すべき立場に在り。

堰堤基礎の耐壓力は最大1平方尺當り、右翼6噸、左翼10噸にして、荷重試験の結果、地盤を抑壓すること最小<sup>20</sup>尺、最大45尺にして所要の地盤を求め得ることを證し得たり。(寫真42参照)

### 2 設計及施工概要

始め本堰堤は重力式堰堤基礎を築造し、其上に最高60尺迄の鐵筋リティニングウォールを築き、其背後は池内及び鐵管路の掘鑿土を盛り上げ、土堰堤とする計畫をたてたるも、監督官廳の同意を得る能はず、遂に全部を重力式堰堤に變更する事となりたる爲、混凝土の量も10,000立坪に達し、豫じめ用意せる設備のみにては到底豫定期間内に竣工の見込立たず、追掛ながらの施工

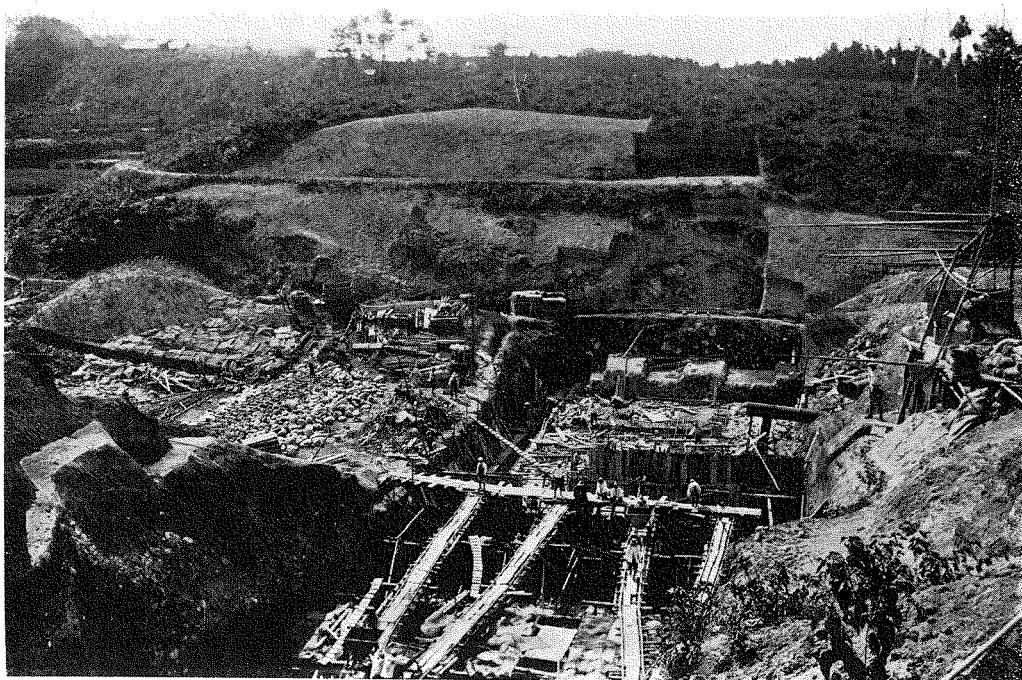
寫真42 調整池上堰堤基礎工事



法なれば甚だ幼稚なるものなれど、幸ひ地形が平坦なると、掘鑿が容易なるため、軌幅30吋、26切積鐵製鍋トロにて持ち込んだ砂利及砂を、軌條面より一段低く掘鑿せられたる榦の中に區割して貯藏し、榦の下にはミキサーに通する軌條を布設し、榦の底部に設けたる出し口より6切鍋トロにてミキサー迄運搬する方法となせり。(寫真43参照) ミキサーの地盤より下部は混擬土運搬鍋トロに直接注入し、棧橋上に布設したる軌條により施工場所迄運搬す。施工位置がミキサーより高部になる時は、一度混擬土昇降機のバケツに移し、施工位置迄捲揚げたる後鍋トロに移し込み、施工場所に運搬すること前述の如し。(寫真44、45参照) 1日分の打上高さは5尺とし、其施工容積は假幕板を以て適宜に仕切り、1日の施工量を豫め限定し、施工は各ブロックを一つ置きに施工したるため、疊築は水平に昇上するの止むなきに至れり。尙10間毎に2間のギャップを残し、兩側の混擬土硬化熱の充分發散せる後、此のギャップを充填し、之をエキスパンジョン・ジョイントとす。此の接續線の上流面より3尺の位置に徑1尺のダイヤモンド型の集水孔を設け、監査孔に通じ、堰堤本體の收縮に依るエキスパンジョン・ジョイントよりの漏水は、集水孔を通じて監査孔内の下水に集注せしむる事とせり。(寫真46参照) 尚各ブロック及び施工の一接手としては専ら三角型を用ゐたり。

混擬土は池面側は幅6尺、池外側は幅3尺に1:2:4比を、中央部には1:3:5玉石入混擬土を施工せり。混擬土は相當固練りとしたるも、玉石を混入する時は混擬土面に餘水浮き上り施工困難を極めたるを以て、應急策として餘水は吸みとる事とし、玉石の量を三割以内に限定したり。混擬土を打ち擧げたる後、夏期は2-3時間後、冬期は翌朝、熊手の如きものにてレータンスを厚さ5分ほど取り、尙其部分には次回混擬土施工前に、小叩用鑿、又はチッピング・ハンマーにて、接續面全體にわたり疵をつけ、水管に壓搾空氣を混じてデエットとなし、表面を洗淨せしめ施工

寫真43 調整池下堰堤基礎工事



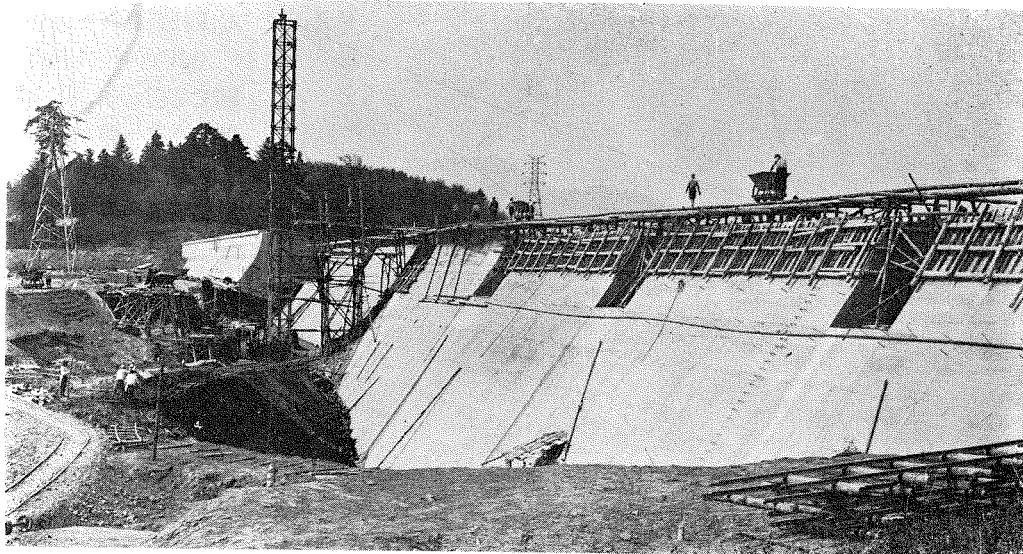


写真44 下堰堤より竣工せる上堰堤を望む。

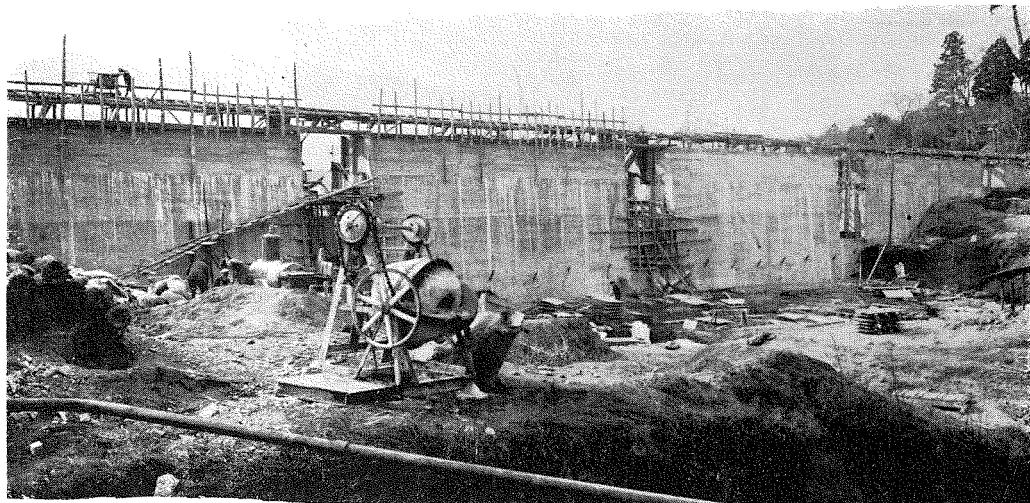
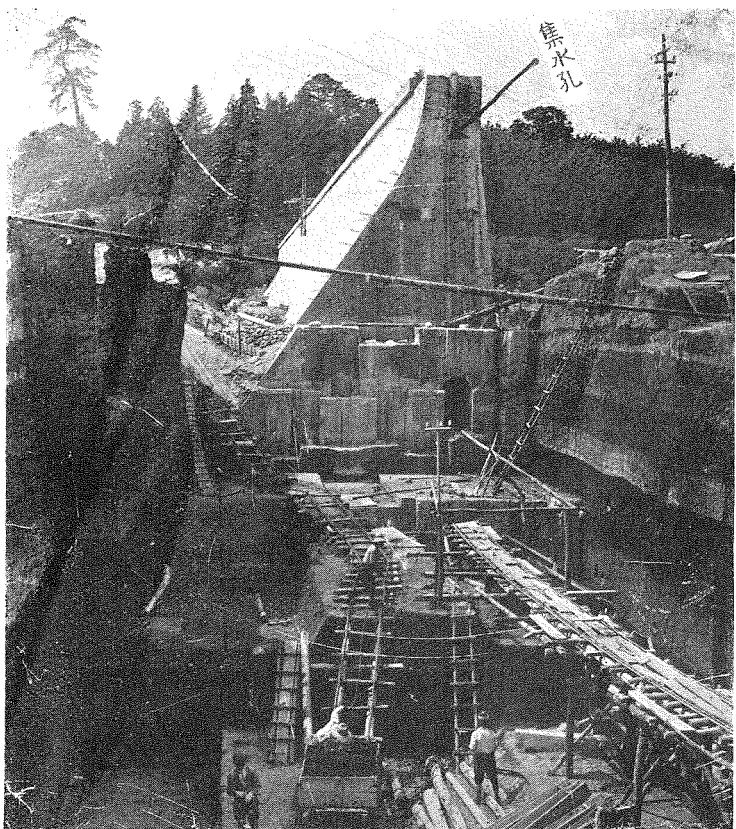


写真45 上堰堤池内面工事状況。

當日純セメントを撒布し簾を以てこすりつけ、更にモルタルを敷き均したる後、混疑土を施工せり。

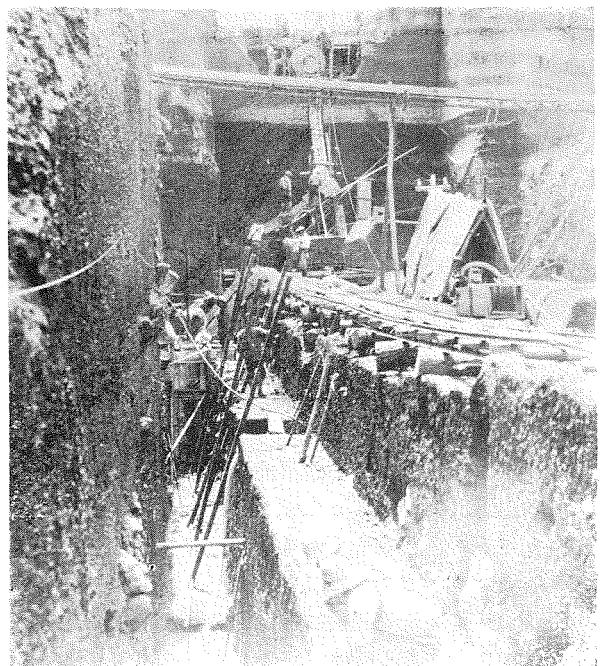
基礎混疑土は、地質が凝灰岩なれば、表面を充分洗淨するも、混疑土を密着せしむる事は不可能なるを以て、豫め水叩壁施工の際、地盤との接續面に2"パイプに穴をあけたるもの、全延長261間に布設し、各所はT接手を以て垂直に2"パイプを立て(写真47参照)之等を混疑土内に埋め込み、疊築混疑土が相當の重量となりたる時、ランソメタンクに依り、モルタル注入を施し、地山と混疑土との接觸面を充填する事とせり。尙最下部の監査孔敷に5寸角の導水孔を設けて地盤(水叩壁の下流)に達せしめ、貯水後基礎面を通ずる漏水ある時は、この導水孔に導き、敢て堰堤



下流迄漏水の及ほさざる様計畫をたてたり。

近頃は何れの混凝土施工を見るも、皆相當用意を備へ居るも、本工事施工當時は未だ充分混凝土の眞意が普及せられざる時代なりしため、仕立人等も其意を解せず、指揮監督に一方ならぬ苦心をなしたれども、終りには仕立人等も自分等の努力による疊築物が如何にも立派に見ゆる爲、仕事に興味を覚え、自ら進んで規定の處置をとるに至り、自分は非常に満足せり。

又本工事施工開始當時、如何に水量、ミキシング方法等を研究するも、所謂ウォーカブル混凝土を得る事を得ず、動もすれば混凝土の表面は餘水一面となり、又水量を減すれば尻鋤困難となり、 $1:3:5$ の比にては到底満足なる水密混凝土を作る事不可能の憾あり、之が原因を探求したる處、使用砂利のファイナスマデラスが不適當なる事を發見せり。當時手撰別にて採集したる材料を、前以て貯藏し山積となし置きたるため、或部分は3分内外の小粒多數を占め、



寫真46 水槽附近に於ける上堰堤断面。  
寫真47 地盤面グラウト用パイプ配列。

1:3:5位の調合にてはモルタル充分ならざる事が主因たるを知り、俄かに機械撰別に依り尙充分洗淨する方法を探る事とし、追掛ながら各種の撰別機を備ふる事とせり（寫真48, 49, 50, 52, 53参照）其結果は混擬土施工も容易となり當時としては相當の好成績を挙げ得たりと信ず。工程としては約10,000立坪を約10ヶ月、即ち1ヶ月平均約1,000立坪、1日35立坪内外にして、敢て大量には非るも、前述の如き設備の割には相當多量の施工なり。ミキサーは初め14才練<sup>2</sup>臺なりしも、間もなく21才練<sup>1</sup>臺を追加し、大型ミキサーの偉力を認めたり。

斯くして堰堤軀體仕上りも相當佳良に出來上り、貯水後も軀體の漏水は下流部に現れる事なく、コンストラクション・ジョイントの漏水は、排水溝に導かれ監査溝内を通じて堤外に排出せらるゝを以て、堰堤軀體としては相當の結果を得たるものと、私かに悦び居たりしに、満水後24時にして左翼堰堤下流の溪間に、約0.39立方尺の湧水あり、其量は貯水面に比例するを以て、池水の滲透するものなる事を認

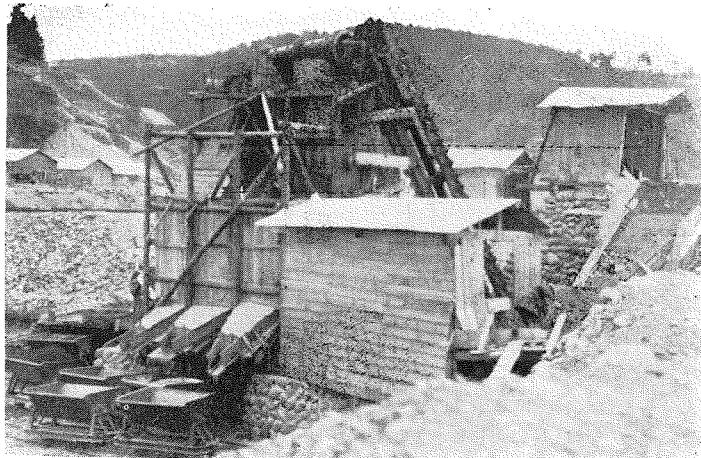


写真48 混凝材の機械撰別(一)

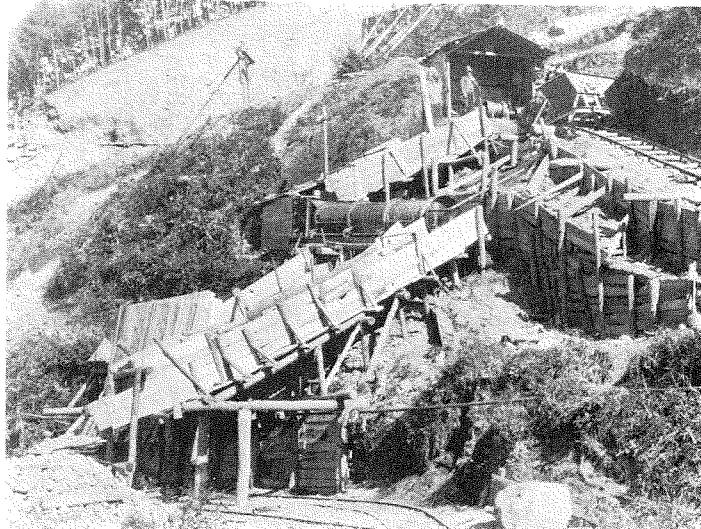


写真49 混凝材の機械撰別(二)

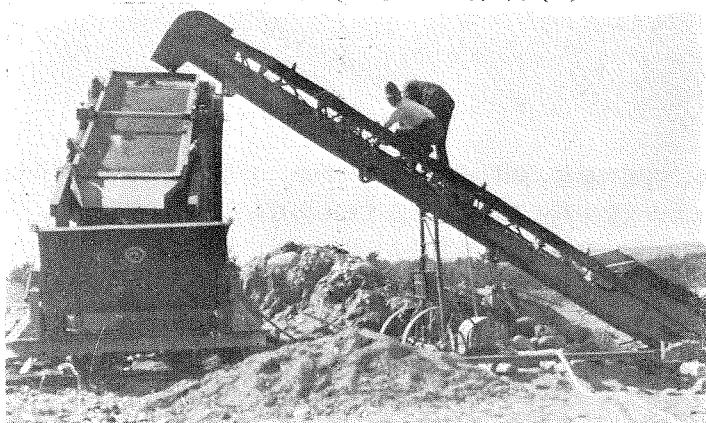
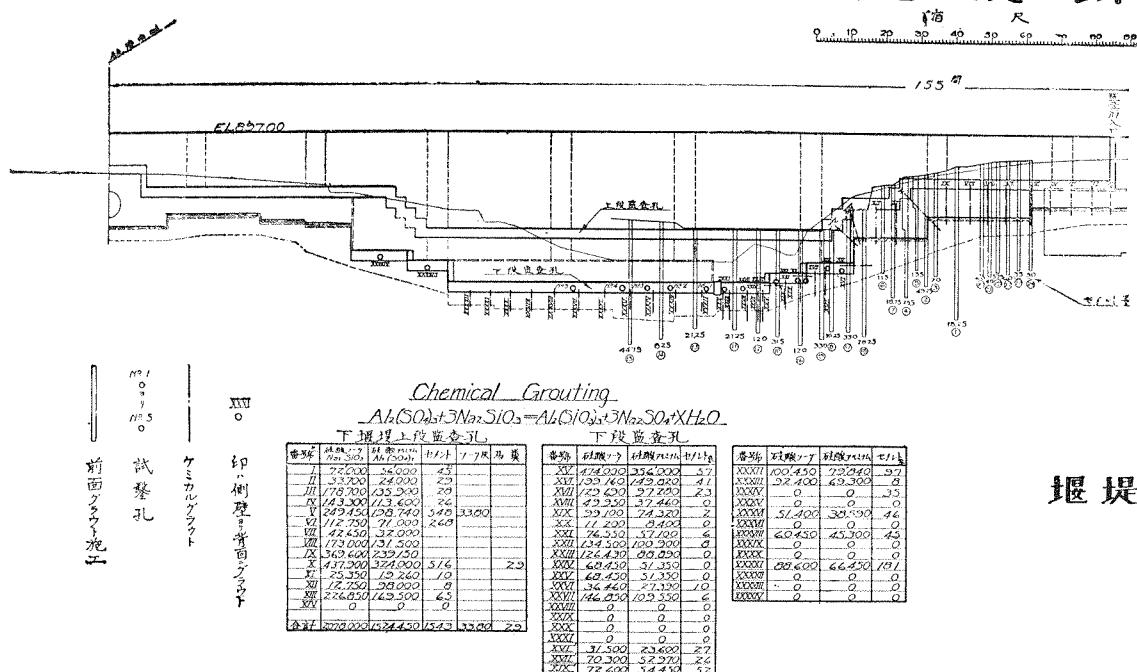
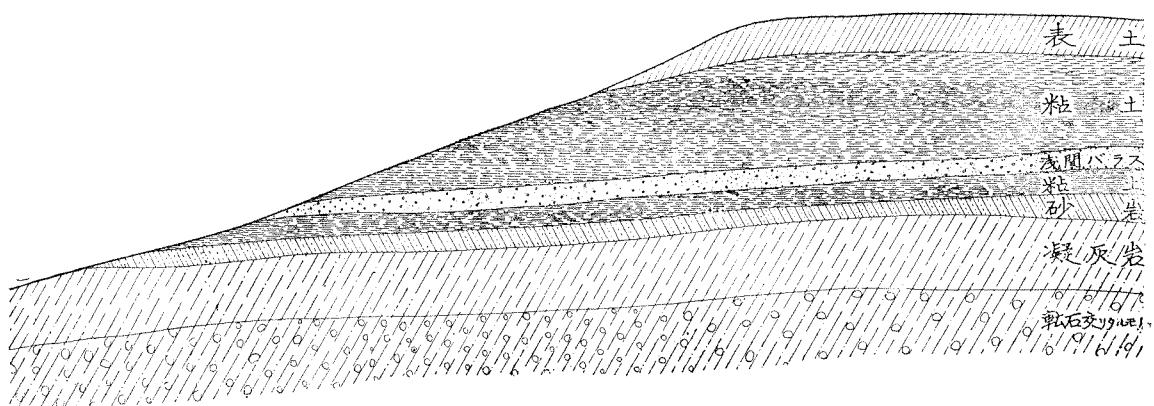


写真50 混凝材の機械撰別(三)

# 下堰堤縦断



堰堤



め、協議の結果、堰堤基礎たる凝灰岩中、工事中に発見し得ざりし集塊岩中轉石の多き部分が、池水の水壓の高まるに従ひ滲透するものならんとの假定の下に、早速にセメント注入を爲す事とせり。施工期間昭和4年1月より同年10月に至る間、深さ平均50尺の孔をキャリツクス・ドリルにて26本施工せり。(圖面参照) 其結果は下の如し。

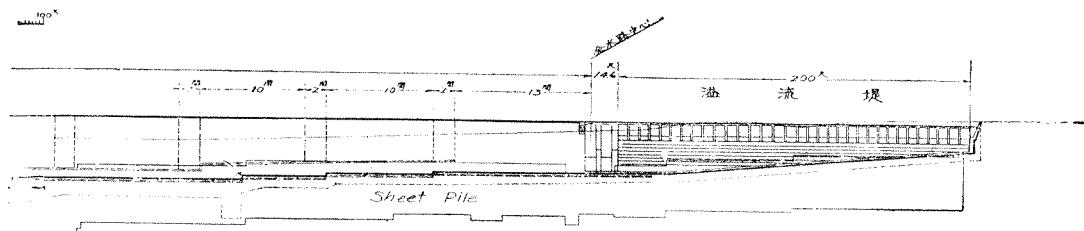
水位 80尺 施工後水位 870尺 890尺

監査孔内 1.25 0.26 0.225

池外湧水 0.39 0.04 0.100

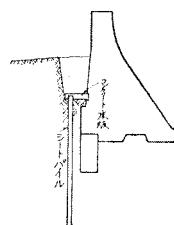
監査孔内拔孔よりの湧水は覺悟の上にして、敢て心痛を感じず事もなく、又伸縮接手より來

# 面圖



圖

シートパイル施工規定



## 高74尺横断面圖

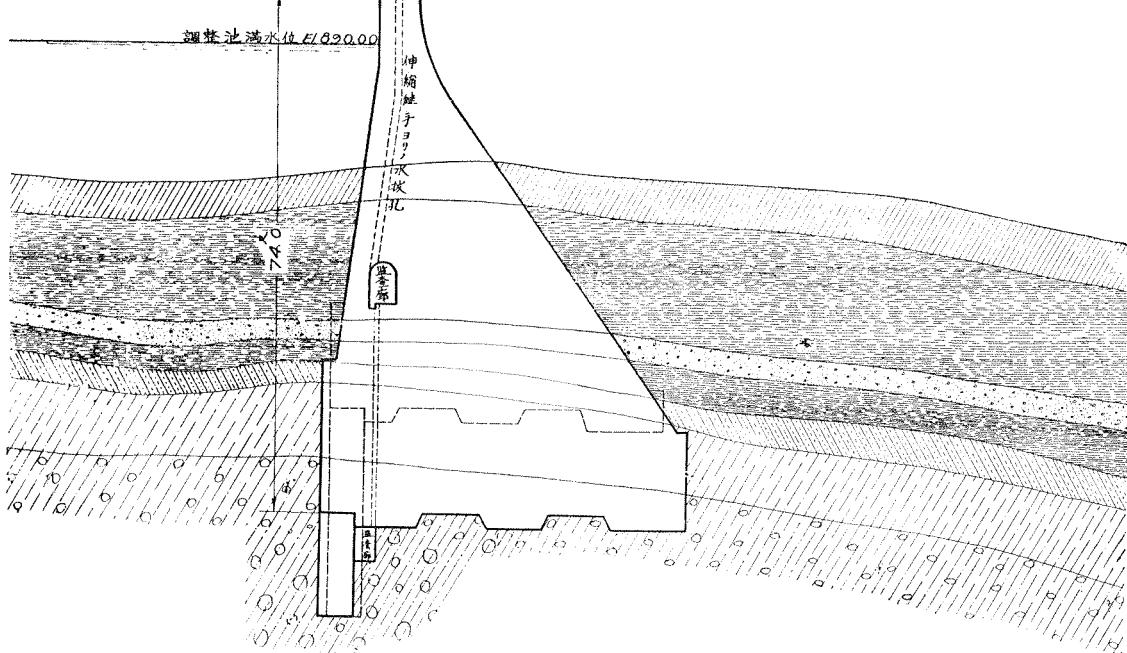
縮 尺

1' 2' 3' 4' 5' 6' 7' 8' 9' 10' 11' 12' 13' 14'

15' 16' 17' 18' 19' 20' 21' 22' 23' 24' 25' 26' 27' 28' 29' 30' 31' 32' 33' 34' 35' 36' 37' 38' 39' 40'

調整池満水位 EL 890.00

EL 897.00



る漏水も集水孔を以て遮るを以て、堤體を通過する事なき以上、監査孔内に集る水は相當多量なるも何等恐るゝ事なきも、下流谷底に現るゝ湧水は、例へ僅少なりとも、堰堤基礎が凝灰岩なれば之以上増加することを恐れ、其湧水の源に就き研究する事とせり。幸ひ東電との契約が初年度 55,000K.W の1/3 次年度2/3を送電する事となり居るため、調整池を使用せずして供給を済し得るを以て、此研究も充分出來、最後に目的を達し得たるは幸甚の至りなり。

初め堰堤下流に基礎以下20尺位迄の井戸（最深60尺）を4ヶ所に設け、漏水を調査したるも何

等得る處なく、第二に堰堤下流谷腹に左右の方向に隧道を掘鑿したるに、東方坑内に湧水あり、その水源の方向は餘水路方面より来るものと推定し、第三として池内に調査井戸を掘鑿したるに、凝灰岩中に約8尺の砂岩層あり、調整池水位870尺以上に昇る時はこの砂岩層と凝灰岩との間を漏水する事を確め得たり。推測するに傾斜せる砂岩層の露頭が870尺附近にて池内に現れ（表土あれば實際は確め得ず）水位が870尺以上に及ぶ時、此露頭口より水を吸ひ込み、池内に於ては砂岩層上を流れ、池外に出るに及びてサイフォン作用に依り、集塊岩の如き透水性の層を求めて谷腹に現れたるものとし、之が遮断方法として次の如く施工せり。

堰堤前面に於て砂岩層をシートバイルを以て遮断し、其頂部と堰堤壁面とは混凝土スラブを以て密着せしむる事。(圖面)

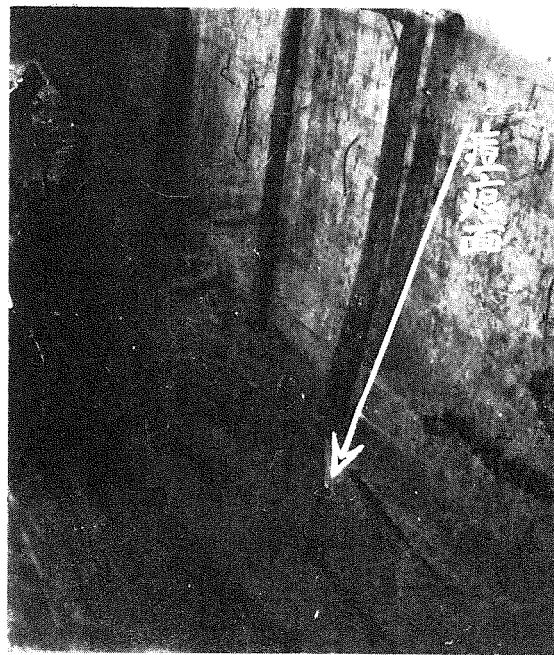
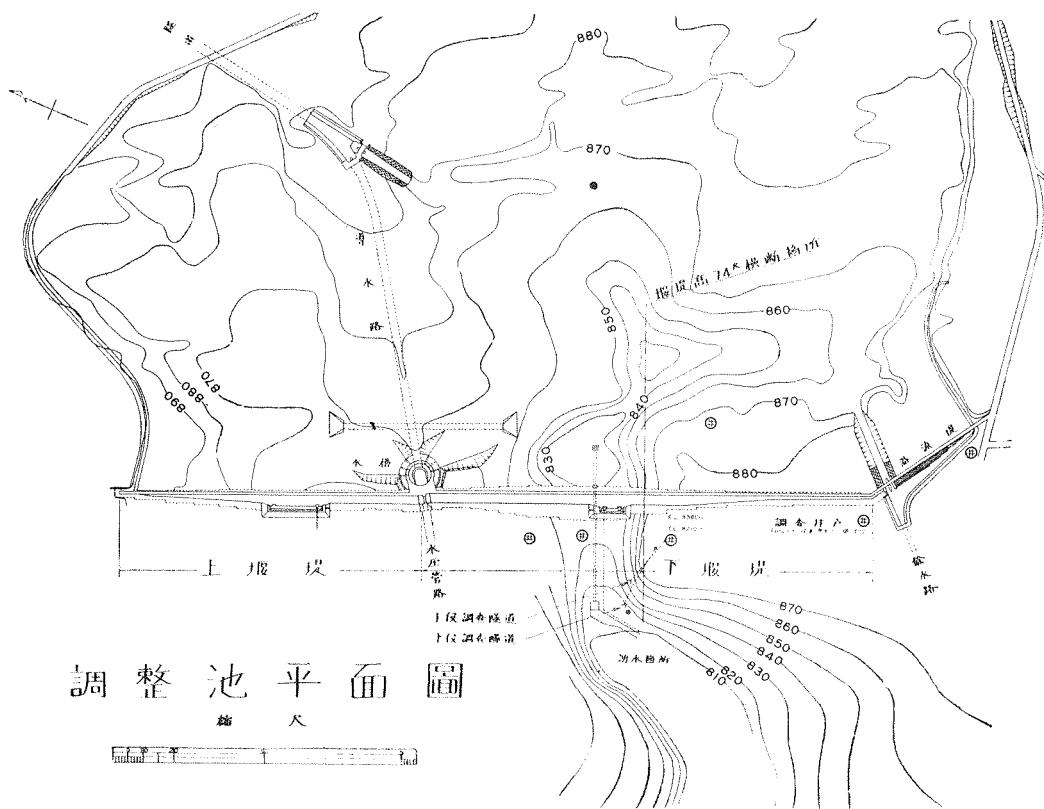


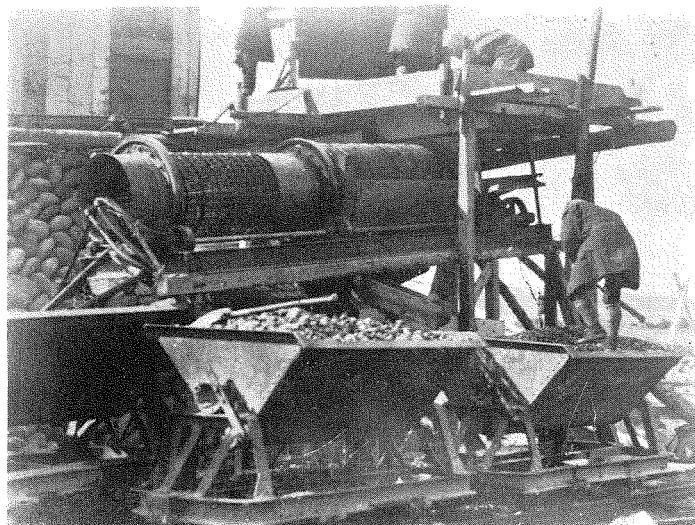
写真51 壁壇水印壁部の痘痕面。



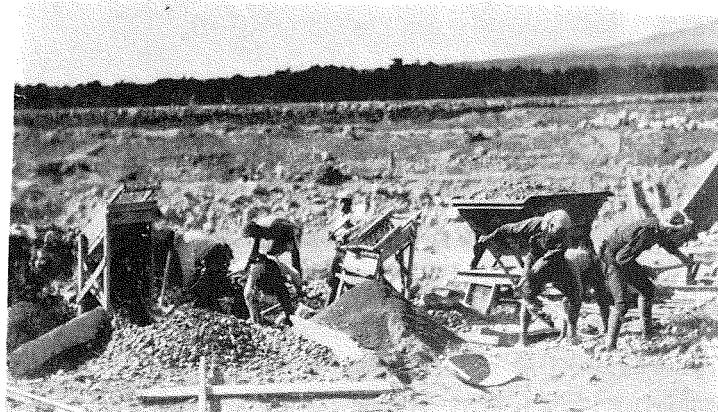
参照) シートバイルは最長 11.5 メートル迄のものを使用し、延長 101 間に及び、尚シートバイルの達せざる所は、キャリツクスドリルにて鑽孔の上グラウトによりて密閉する事に勉めたり。尚シートバイル施工中堰堤の前面を振撃したるに、壁面は夥しき痘痕面を現し、到底水密ならざる事を發見す(寫真51参照) 即ちパイプを埋設したるカニフ注入は不成功なりしを以て、監査孔内の水抜孔よりグラウトを施工する事とせり。然るに偶々鐵道省丹那隧道にて化學的グラウトを施行せられしを聞き、教を乞ふて先のカニフ式グラウトの失敗を取返さん事を計畫し、僅か幅 3 尺高 5 尺の監査孔内より鑽岩機を以て鑽孔し、三聯式ブランジャーポンプを改造し、5 年 7 月より 12 月迄、ケミカル及セメント・グラウトを施し、漸く漏水を遮断し得たり。之全くグラウティングの體と信ず。

### 3 自 評

寫真52 混凝材 撲別機。



寫真53 混凝材の手撲別。



最近到る處に固練混凝土の施工を見るは欣快至極なり。然し乍ら尚一步を進めて、混凝材料の撲擇に深き關心と注意とを寄せられては如何。ファイナスマデラスは單に施工上のみならず、構造物の強度及水密等に多大の關係あるものにして、適當なるファイナスマデラスを得るには、機械的撲別と水洗に依らざれば不可なり。而して小規模の場合は本工事に使用せしもの(寫真52参照)最も妙なり。

堰堤は施工後 6 ヶ年を経過したる今日、下流面は表面風化氣味を示す。施工上尚研究の必要ありと信ず。又堰堤内部に監査孔を設けたることは成功なり。而して伸縮接手に銅又は鉛板等を用ふる必要はなしと思はる。

調整池内に導水路を

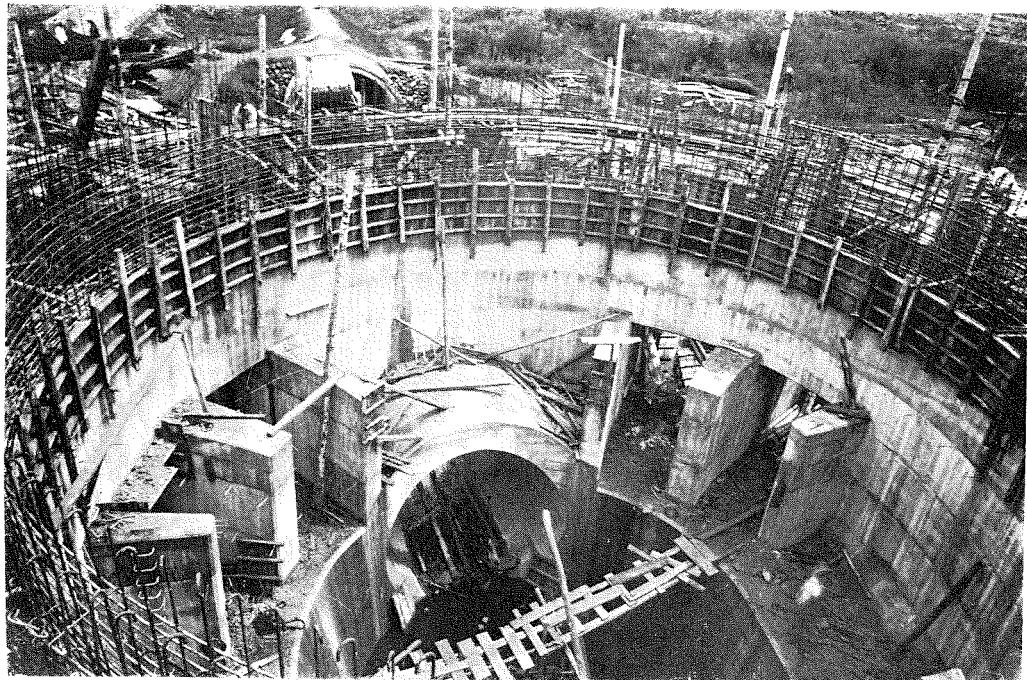


写真54 工事中の調整池水槽。

設け、隧道よりの水を直ちに水槽に導き、調整池と獨立して運転し、餘水を水槽より溢流せしめて調整池に貯水する設計は極めて有効なり。即ち斯くする時は貯水使用後再び調整池の水位の上昇を待たず直ちに最大落差を以て運転なし得る故なり。

調整池の貯水を取り入れる爲、水槽下位に設けたる流入水門4門（写真54参照）は、両面水密たる事を要するため、設計者の苦心の存する處なりしも、池水面と水槽の水位の差大なる時は有効なれども、両水面が接近するに従ひ充分に水密ならしむる事を得ず、斯の如き場合はドオヴァー・ヴァルブが適當なる物と思考す。

水槽より水壓钢管入口の制水門は水壓49尺にして15尺の方形サニット式を用ひたるも、水門敷を四字型となしたるため、砂利、石片等停滯し充分なる水密を保ち得ず、本設計に於ては寧ろ制水門を開渠口に置き、水壓钢管口制水門は省略したるを適當と認む。



写真55 竣功せる水槽と其溢流。

餘水路溢流堰堤は階段式となし（写真 6, 57参照）効果良好なりしと信す。

本工事の経験によれば第一次のグラウトは失敗にして、又水印壁の如き水密を目的とする混凝土を、洗浄し得ざる程度の地質に施工する場合はグラウトを必要とす。而して斯の如き目的のグラウトはポンプに依り注入を行ふべきものなり。注入材は僅かの空間を充填するが目的なれば、僅少の量を徐々に出来る限りポンプ圧力を上昇せざる様にして注入したし。注入材が空隙を填充しつゝ徐々に先へ先へと進むには或時間を要する事明らかなり。之を待たず注入量を増す時は徒らにポンプの圧力を上

昇せしめ、口元にて注入材が固定する事あるべし。長時間に亘りて注入する時はセメントは硬化せず、たゞポンプの圧力により凝固するのみなり。然る故、注入には必ずしもセメントの必要なく、時として粉末とせる粘土にても可なるべし。たゞ圓滑にしてポンプの圧力により空隙に滑込む材料たるを要するなり。又ポンプは必ずしも容量大なるを要せ

写真56 餘水路の階段式溢流堤。

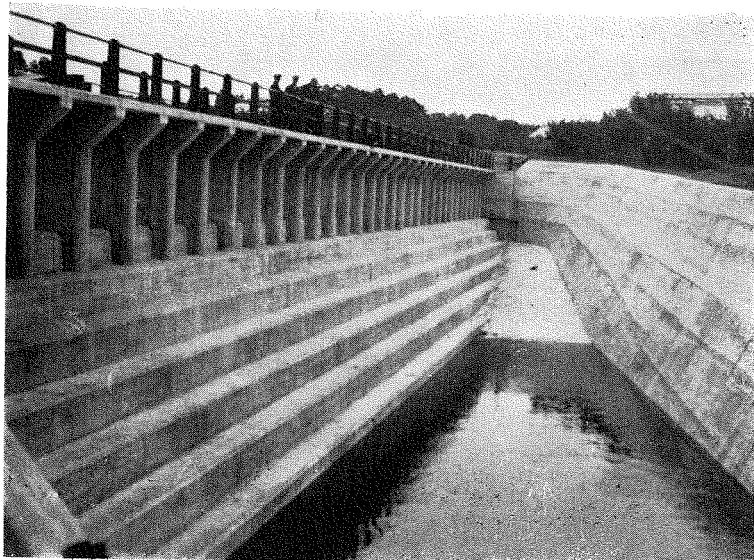
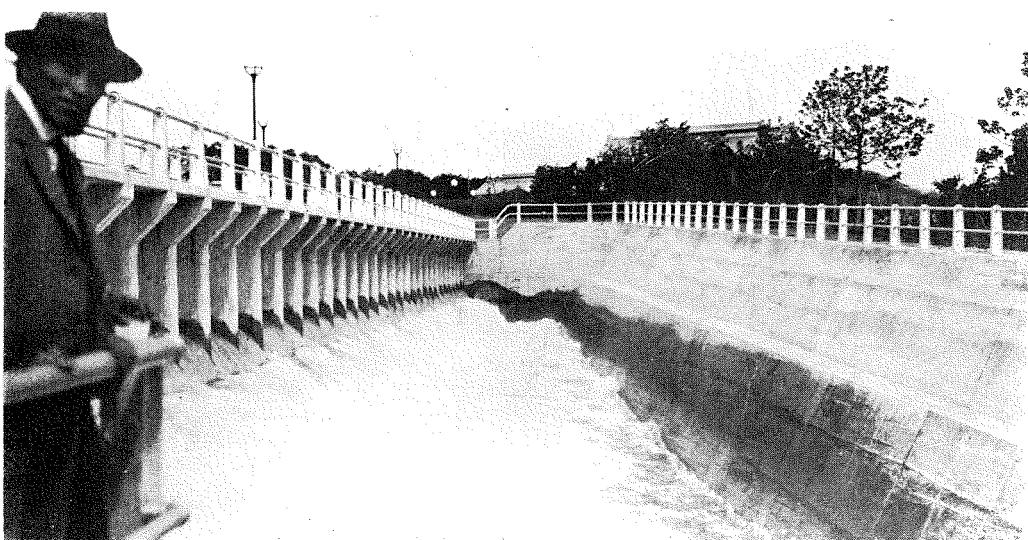


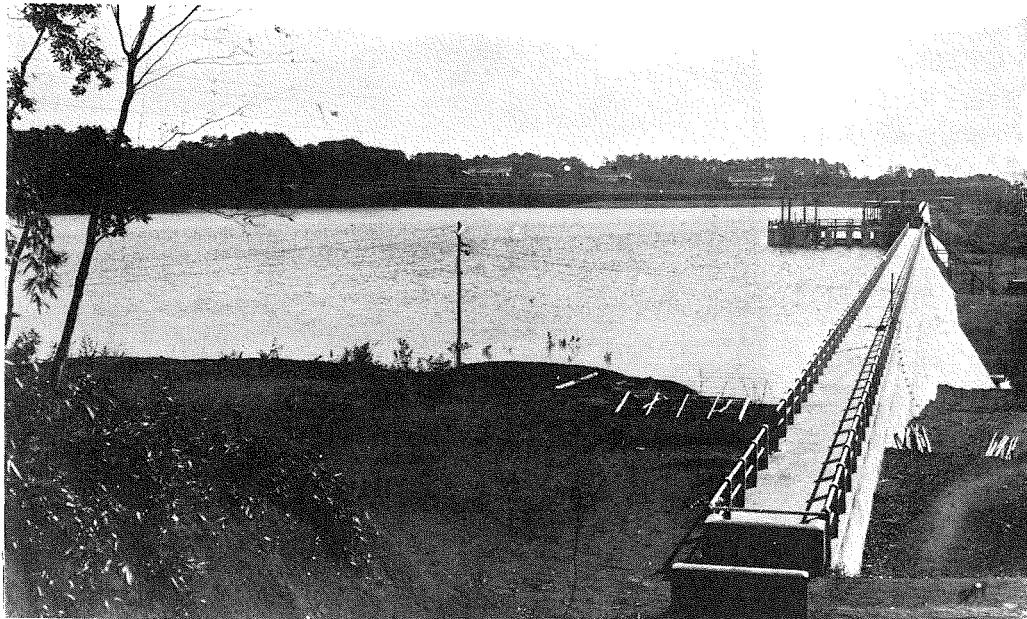
写真57 餘水路 溢流状況。



ず、注入量を變化し得るものたるを要す、換言すれば、復式プランジャーポンプにして、其の動力は蒸氣又は空氣を使用するが理想的なり。

さて堰堤設計に當り、地點の撰定、地質の耐水耐壓等に關し充分なる調査の遂行と考究を要するは當然なれども、往々にして時日を許されざるを理由として根本を閑却する場合渺しつつせず、之は萬難を排して綿密なる調査を遂行する事絶対必要なり。

本工事の場合砂岩層の露頭が池内に現れるたる事は完く不運と見なすも、砂岩層が基礎以下を通過し、層と層との密着程度等は尙一層の注意を以て綿密の調査をなせば、前以て知り得たりとも思はる。該して地質調査はボーリングのみに依らず、駆坑に依らざれば充分の調査は不可能の場合多からんかと思ふ。



寫真53 満水せる調整池全景(一)



寫真59 満水せる調整池全景(二)