

關 東 水 力 電 氣 株 式 會 社

佐 久 發 電 所 工 事 記 録

鶴 田 勝 三

利根川筋佐久發電所概要		使用セメント總量 410,000 樽	
		總工事費 19,000,000圓	
		内 課	
水利權許可	明治三十三年	取 水 堰 堤	85萬圓
會社創立	大正八年十月八日	沈 砂 池	32 〃
起 工	大正十四年九月	隧 道 及 暗 渠	675 〃
竣 功	昭和三年十月	調 整 池	120 〃
集水面積	信越國境 110 方里	水 壓 管	157 〃
落 差	全落差 419 尺、有効落差 386 尺	サ ー ジ タ ン ク	50 〃
取 水 量	最大取水量毎秒 1,500 立方尺	發 電 所	285 〃
	最大使用水量毎秒 2,125 立方尺	放 水 路	40 〃
理論馬力	最大 87,277 馬力	餘 水 路	23 〃
發電力	最大 55,000 キロワット	運 搬 費	67 〃
水路延長	6,835 間(取入口より調整地水槽 に至る)	電 力 費	40 〃
掘鑿土量	158,145 立面	設 計 監 督 費	120 〃
混凝土總量	41,347 立坪	用 地 費	60 〃
使用鐵材總量	7,960 噸(鐵管、サージタンク、 建家鐵骨、鐵筋等)	補 償 費	60 〃
		其 他	86 〃

第 一 章 取 水 工 事

1 位 置・地 勢

堰堤、取入口附近工事施工の概要を述ぶるに當り位置、地勢、氣象、河川の狀態を略説せんに位置は上越南線岩木驛を去る下流約一哩にして、堰堤、左岸は高さ約80尺岩石斷崖をなし右岸は約一割の勾配をなす崖地にして河水面より約60尺の高所に縣道及鐵道線路あり材料輸送に至便なり堰堤施工に至大の關係ある本川出水は四、五、六月の解雪の出水と九月前後の秋季出水あるを以て出水に關係ある作業は此季節を避けざる可からず。混凝土打に大切なる冬季氣象は年により差異あるも概して十二月下旬より三月中旬迄は攝氏零下最低 6.7 度にして稀に、0 度を下る事あり。降雪少く快晴の天候多くして冬季と雖も特に寒冷の日を除き日中は混凝土打不可能なることなきも日没後の保温には特別の注意を要したり。然れども施工計畫を樹つるに當り起工前長年に渉る流量觀測圖表及地質調査が充分に完備し居たる故非常に好都合なりき、起工當時堰堤附近の水流は取水口上流左岸の屈曲岩角に激突し右折して右岸崖地法先に沿ふて激流をなし左岸には砂礫高く堆積して廣き河原をなす。洪水に非ざれば流水なく堰堤附近平水位は標高 880 餘尺なり。

2 設 計 概 要

堰堤は全長282尺、固定堰の上に可動堰を載せしものなり。

固定堰は最大高306尺、最大敷幅70尺、混凝土拱直線堰にして、可動堰は高15尺、徑間58尺のローリングゲート三門と高15尺、徑間21尺のストーンゲート二門なり。

可動堰を二種とせる理由は平水時に於ては取水位をストーンゲートに依り調整し、洪水の時はローリングゲートを開く事とした爲で此の地點は堰堤上流に沿ふて縣道があり、又800間の上流に上毛電力伏田發電所が在る爲に背水線を高める事を禁ぜられて居るので、洪水排出に對して如斯大なる設備を要せし次第なり。

土砂吐水門は徑間12.5尺、高2尺のもの三門を堰堤左側に設け取水口前面に沈澱した土砂の排出や大洪水の時の洪水吐を兼ねしめ、此等全水門を全開するときは150,000個の大洪水量を所定の水位にて放流する事を得せしめたり。

筏道は幅16尺、全長269尺の内最初の84尺は水平、次の81尺は勾配4分の1、終りの104尺は拋物線形にして堰堤左岸に設く。

魚梯は幅15尺、全長552尺、平均勾配17分の1にして約10尺毎に7寸の高低差を有する階段を設く、魚梯入口敷高は907尺にして制水門を設くるの外、水位調整可動堰を設備し水量を調節す、又魚梯下流端には魚類誘導堰を設く。

堰堤、土砂吐水門、筏道、魚梯等に設けたる橋脚は總て混凝土造とし、橋脚天端標高942尺にして、附近最大洪水位より高きこと8尺、而して各橋脚間には鐵橋又は鐵筋混凝土橋を架す。又土砂吐水門上部には前記橋梁を利用して豫備ガスリンエンヂン付發電機を備へ水門操作に要する電力の不時の故障に備へたり。

取水口は堰堤の上流左岸に設け、前面の幅員102尺にして高4尺、徑間12.5尺の水門六個に區分し、各水門にはスクリン及び角落しを設備す。水門の天端は平時取水水位より、1尺低く、水面に浮游する塵埃のスクリンに停滯する事を防止する目的なり。水門の背部は漏斗狀をなし二列の誘導壁に導かれて制水門に至る。各水門は徑10尺、高11.5尺にして三門を備ふ。取水口敷は入口より漸次低下し土砂沈澱に便す。取水口側壁は標高926尺にして最大洪水位より2尺高し。

3 堰 堤 概 要

作業時期 堰堤施工の順序は三期に大別さる。第一期は大正十四年九月着工より翌十五年十月迄に取入口前面及堰堤右岸第五號ピア迄の築造及附替水路の掘鑿と其護岸を施工し第二期は同年十一月末迄に本流を締切り右岸附替水路に通水し翌年三月中に右岸基礎を打上げ第三期に全體の仕上をなすものとし大體に於て豫定の進捗をなせり。

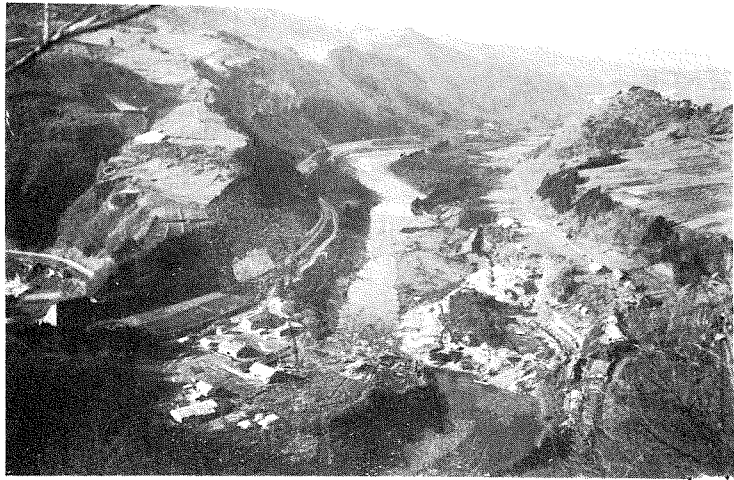
第一期作業 前記順序を定め大正十四年九月取入口上流河原に、小洪水の左岸に浸入するを防ぐ爲め假締切を設け附替水路の掘鑿、堰堤、土砂吐水門の床掘を開始せり。

右岸工事中は附替水路とし工事完成後は取入口前面の水深を多くし土砂の流入を防ぎ下流は土砂吐水門の排水路、流筏路となるものにして掘鑿坪數4,600餘坪之が大部分は良質の築造材料となり工事に至大の便益を興へたり。

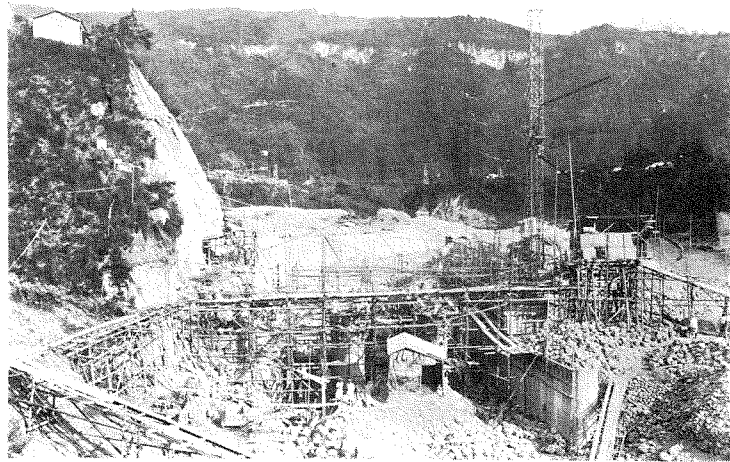
堰堤基礎岩盤は左岸に於ては平水面下浅きは5.6尺、深きも10尺を出でず存在せり。其質堅硬ならざれ共破壊荷重は毎平方時に付400封度前後なりしを以て基礎として充分なれ共龜裂多く透水多く故に基礎混凝土を施工するに當り此透水箇所を避け周圍を打上げ湧水を井戸の如く圍み最

後に閉塞する等機に臨み種々の方法を講じ施工せり。而して岩盤の龜裂は完全にグラウテイングすることとせり。堤體の上下兩端は岩石溝掘をなし、1.5尺切り込みたるも露出岩石の表面は凹凸多きを以て内部は大部分共儘としブラシを以て洗滌したる後モルタルを強く掃き付け其上に約2尺¹/₂,²/₄配合の混凝土を打ち堤體は表面2尺以内の粗石混凝土打とせり。混凝土の配合は1,2,4,及1,3,6にして粗石の割合は2割乃至3割程度とせり。而して解雪出水前に豫定の標高855.0尺に達し第一期基礎混凝土打作業を打切り出水後ピーア疊築グラウテイング等を施工しつつ第二期(右岸)準備を進めたり(寫眞1,2,3,参照)

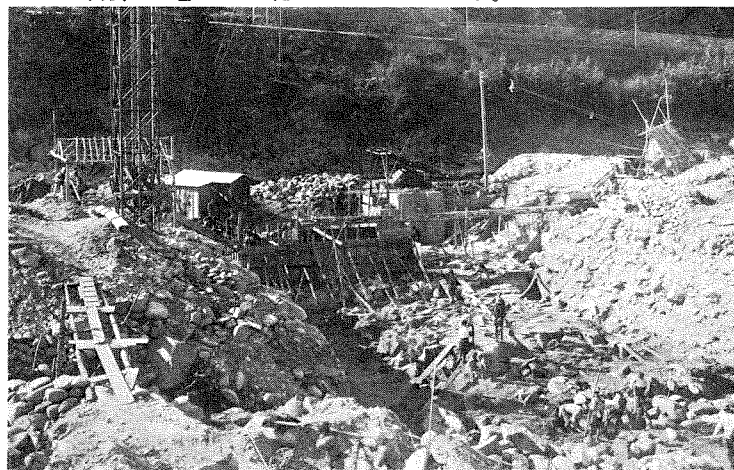
第二期作業 大正十五年十月附替水路掘鑿の大部分を終り第二期の作業に必要な上流部の縮切に着手し十一月末水路附替に成功せり。依て堰堤床掘に着手すると同時に床掘の上下に小縮切を設け床掘箇所を跨いで木樋を架設し第一縮切の漏水を直し第三縮切の外に放流せり。第四縮切は附替水路より本流に出てしもの逆流を防ぐものなり(寫眞4,5,6参照)



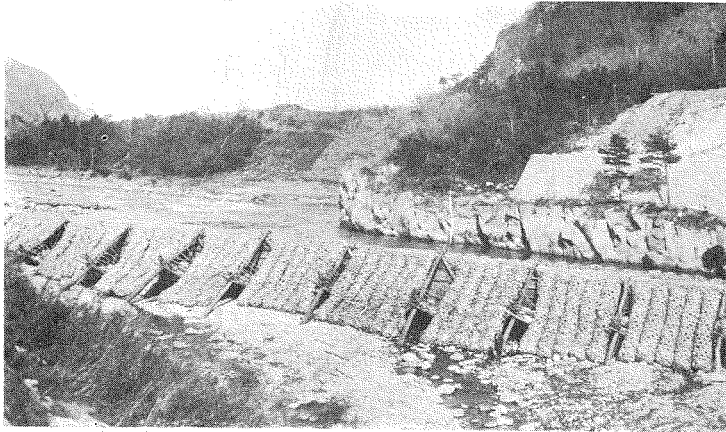
寫眞1 堰堤築設箇所全景。



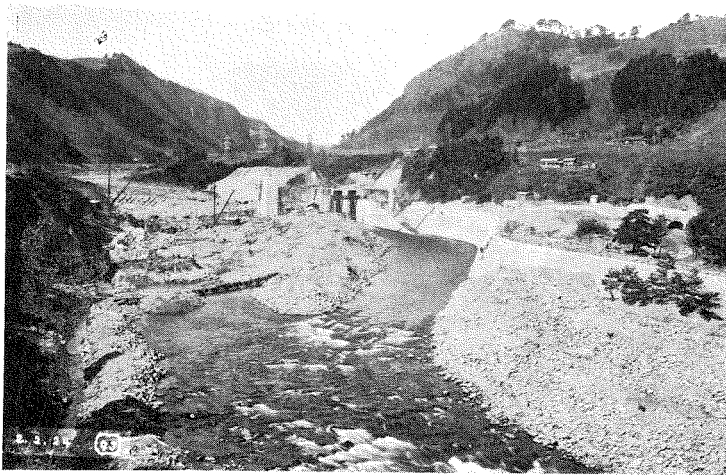
寫眞2 堰堤工事。



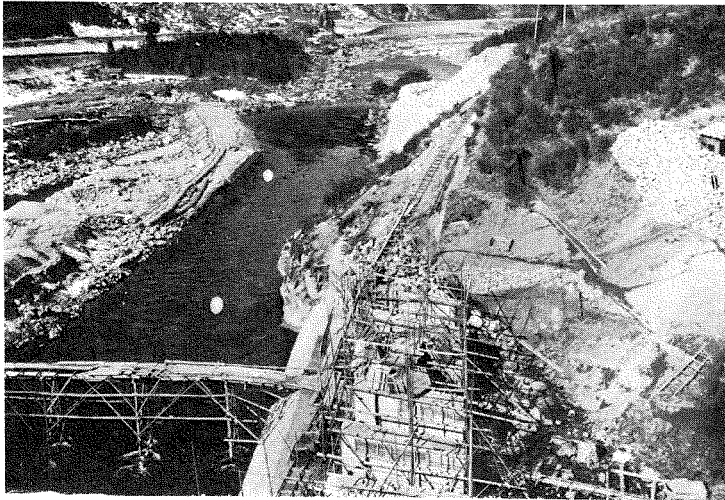
寫眞3 堰堤工事。



寫眞4 假 締 切 工。



寫眞5 締 切 及 附 替 水 路。



寫眞6 附 替 水 路。

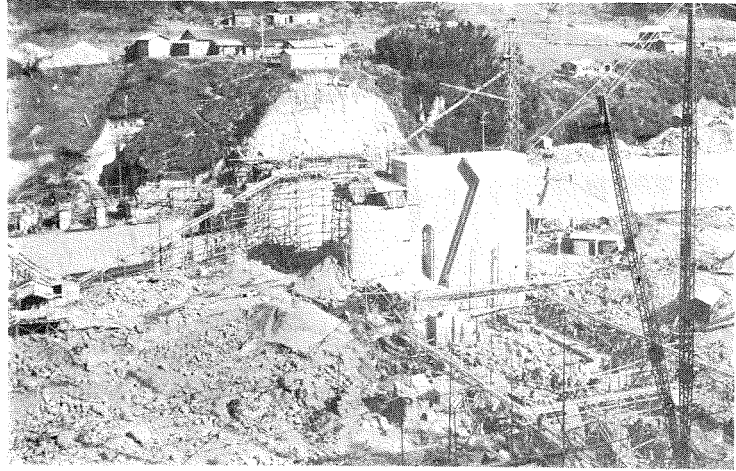
第二期工程に於ては仕事の量及期限其他の點に於て第一期作業の如き施工を許さず如何なる犠牲を拂ふも豫定の進捗をなす必要ありしを以て3噸及5噸のガイデリツク各1臺を設備し材料の移動に供し堅型ボイラーを据付けて氣温の如何に不拘混凝土打をなす爲之が保温をなす事とせり。

右岸基礎岩盤は第5ピアー附近より漸次低下して深きは平水面下1尺乃至18尺に達し右岸に至るに従ひ其質軟弱となりたるを以て堰堤右岸取付は基盤より40尺幅4尺長さ30尺のコンクリートコアを地山に入るゝ事とし階段式駁道工法により施工せり。混凝土打方は基礎の部分は前回同様湧水を始末しつゝ施工せしを以て不規則に一局部宛施工せしも上部は堤體を横斷して假枠板を設け高4.5尺宛施工しジョイントは平面及直立壁共幅3尺深1尺の溝を設けたり、而してコンクリート打上げ後適當の時に表面のレータンスを搔き取る事、既成混凝土上に新混凝土を施工する時は必ず新粗面を露はす事等は特に嚴重に實行せり。第二期混凝土打は一月三日より開始して三月二十六日に第

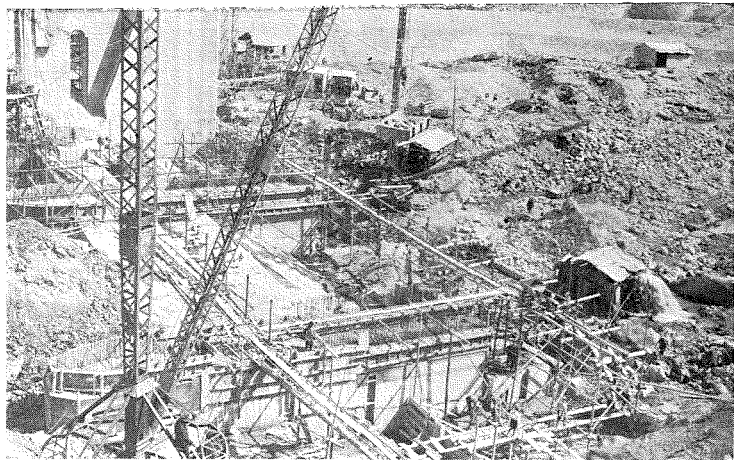
一期堰堤コンクリートの高さに右岸に連絡し魚道も水平以下の部分の築造を終へ茲に稍一段落を告げたり(寫眞 7.8 参照)時恰も三月下旬なるを以て漸く溫暖を加へ二十七、八日頃より漸次解雪増水し四月五日には約5萬個の大洪水を起せり。此の出水は雪解洪水としては數十年來稀有のものにして河中に設けたる諸設備は殆ど破壊流失し右岸デリックは土臺を洗ひ流されたるを以て倒壊し堰堤下流に押流されたるも河の中央第6號ピア附近木枠の上に建てしものはブームをピア上へ倒し掛けたる爲め基礎の安定を補佐したるとガイワイヤ固定の健固なりし爲倒壊を免かれたり其他堰堤本工事に對し何等損傷なかりき(寫眞9 参照)

第三期作業 第三期作業は前記雪解出水後の整理より疊築の完成迄にして昭和二年十二月迄に堰堤エブロン、ピアの完成と昭和三年九月に完成せる諸水門の据付とす。ピアはエブロン上高67尺耐震設計として鉄筋を挿入し内部は粗石コンクリートとせり。

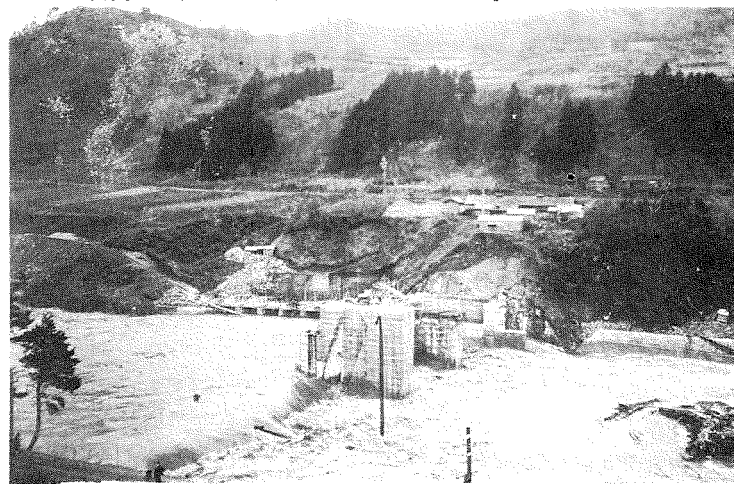
型枠は長さ6尺幅3尺額縁の如く組みたるものを順次繰返し豫め既成コ



寫眞7 堰堤工事。



寫眞8 堰堤工事。



寫眞9 堰堤工事 中の洪水。

工 種	混 凝 土	掘 鑿	型 枠	張 石
堤 體	立坪 1,141	立坪 888	面坪 210	面坪 145
ビ ー ア	1,333	355	2,950	107
取 入 口 魚 等	752		1,175	1,336
合 計	3,227		4,335	1,588

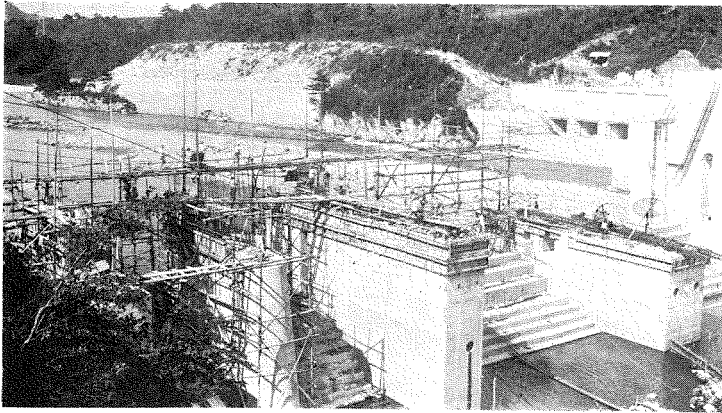


写真10 堰 堤 工 事。

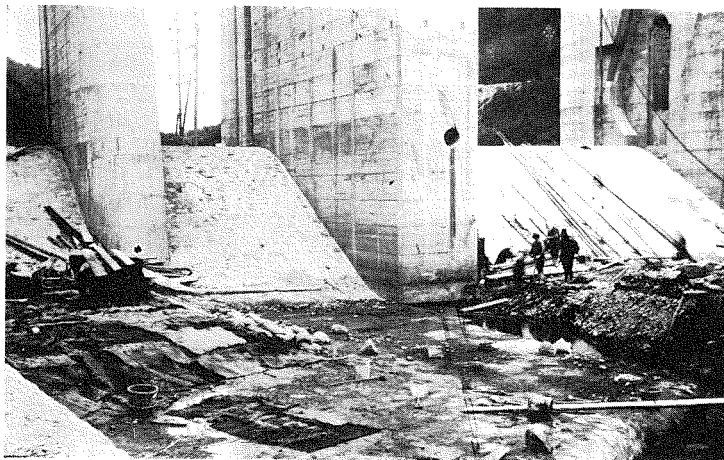


写真11 堰 堤 工 事。

及周囲コンクリート壁施行せり。掘鑿半ば進行をせし頃より底設導坑により第1號發道入口の掘鑿に着手せり。此の掘鑿中偶々、キャビテー（所謂ガス）を發見せり、幸ひ之等空けき中に水を含ず作業上何等の支障を蒙らざりしも後編に述る隧道掘鑿の時、含水ガスに遭遇し少からずなやまされたるも其實體を見たる爲其處置に付得る所少からずと信ぜり。（写真 12.13.14.15.16 参照）

ンクリート天端に埋めたる吊線へ締め付け玉石コンクリートの大部分はデリックにより運搬し一回に高さ3尺宛打ち上げたり（写真 10,11 参照）

工事數量 前述三期を通して施工せる數量左の如し。

自評 ビヤー壘築にデリックを使用したるも僅か2臺のデリックにては作業場全搬作業に使用し得ざりし爲め一部分棧橋を使ひたるも棧橋の架設費、二重運搬の手間を考慮すれば寧ろ各ビヤーに簡單なる木製エレベーターを使用したるが有利なりしと考ふ。

4 取 水 口

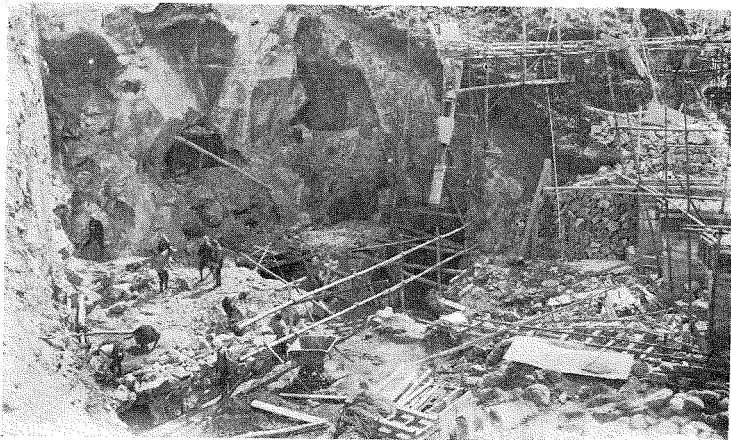
取入口は窪地にして自然に取水口の形狀をなす。従て掘鑿量は比較的多からざれ共ズリ捨はインクラインにより上流部崖地に運び前面に護岸石積をなせり。作業着手は堰堤と略同時にして前面護岸より築造し順次前面

5 諸水門

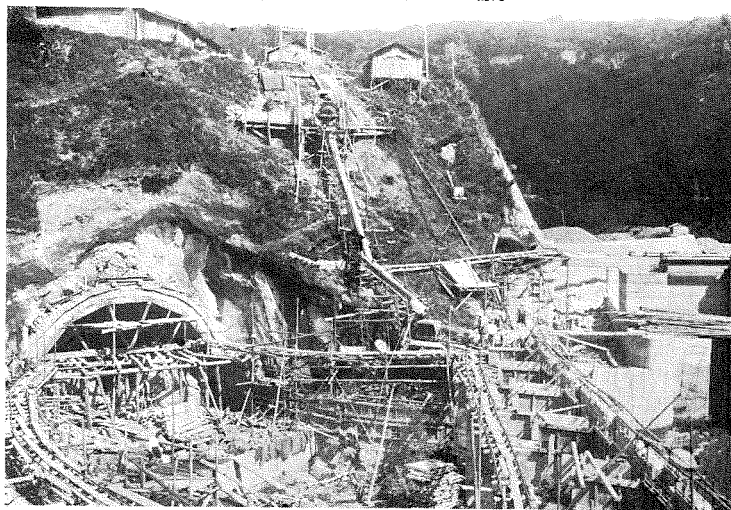
着工當時ローリングゲートは4個を設備する計畫なりしも魚道を右岸に移したる結果魚道入口に出来る限り餘水を流す必要あり。土砂吐水門は深さ30尺にして單に之が一部を開放するときは構造物に水の激衝を起し又小水量の調節にローリングゲートを開閉するは當を得たるものに非ずと認めたるにより右岸のローリングゲート一門を幅21尺深15尺のストニーゲート二門となし常時にありては水の調節を此の水門に依る事とせり。

因にローリングゲートの溢流深は2尺以下とす。ローリングゲート捲揚装置は田原式の鋼索により兩端を同時に捲揚る装置及捲揚軌道にラックを用ひず單にレールによる事とは他設計より優秀なりと認め之を採用したり。而して運轉水密共に良好なる結果を得たり（寫眞17,18,19參照）

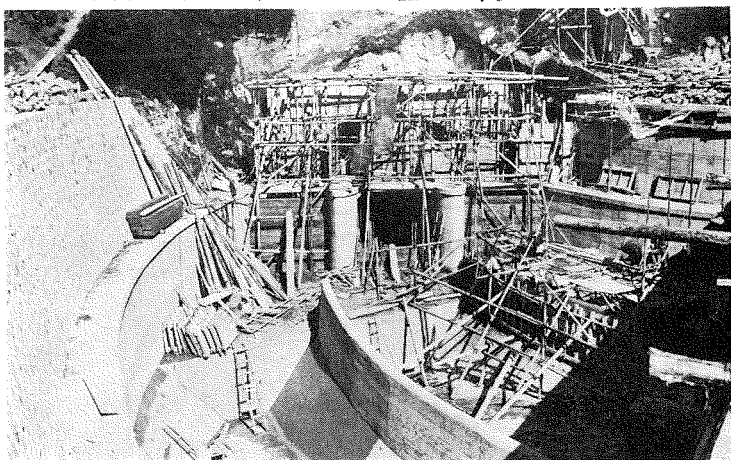
自評 ストニーゲート捲揚にリンクチェーンを採用したるも運轉後各リンクの伸縮一様ならざる爲ファイルのピッチ合はずチェーンの切斷を來したる事



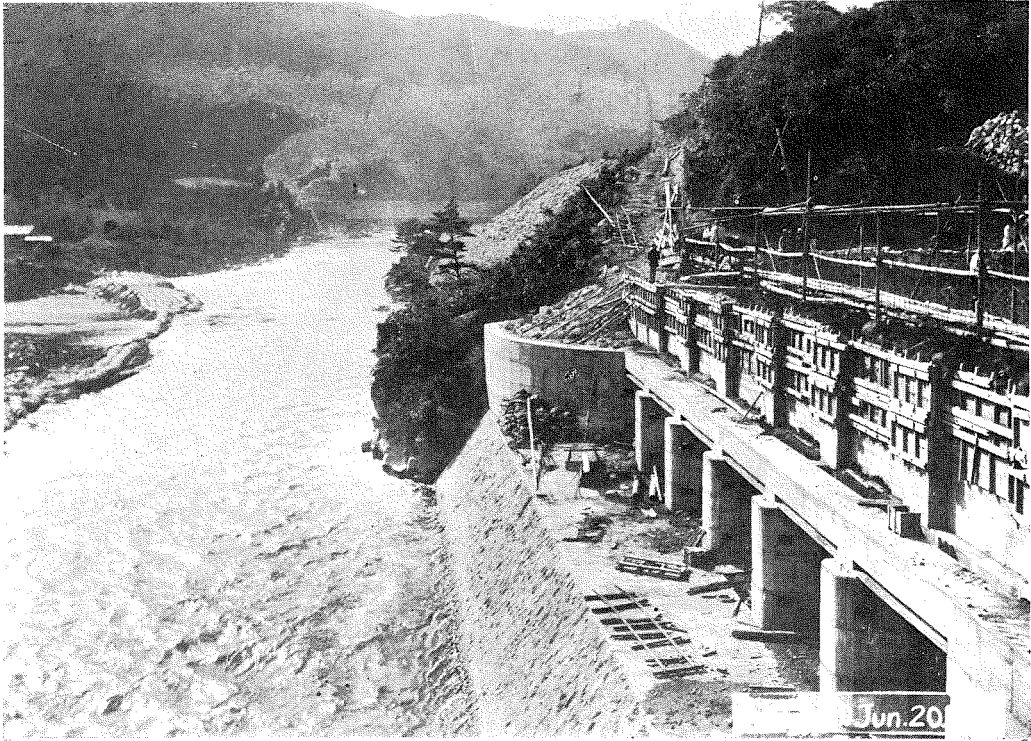
寫眞12 取水口掘鑿。



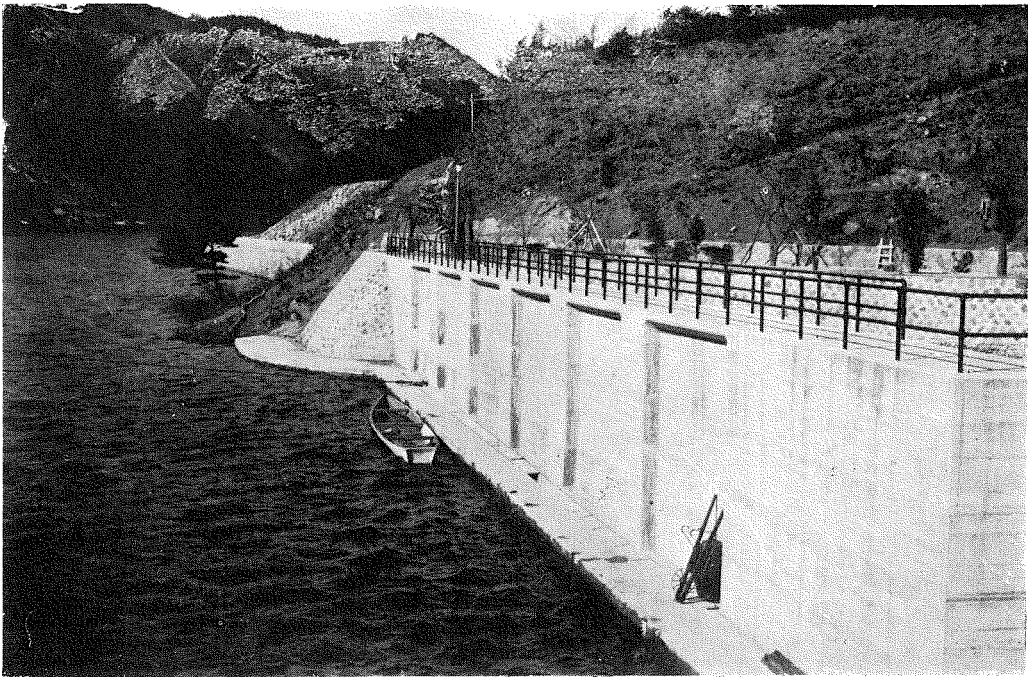
寫眞13 取水口工事。



寫眞14 取水口工事。



寫眞15 取 水 口 工 事



寫眞16 取 水 口 (溢 水 後)

ありたるを以て鋼索に取替へたり。

水門金物類の塗替は運轉後容易の業ならざれば建設の時アスハルト又は撰擇した塗料にて完全に行ふ事良しかるべし。

6 筏道

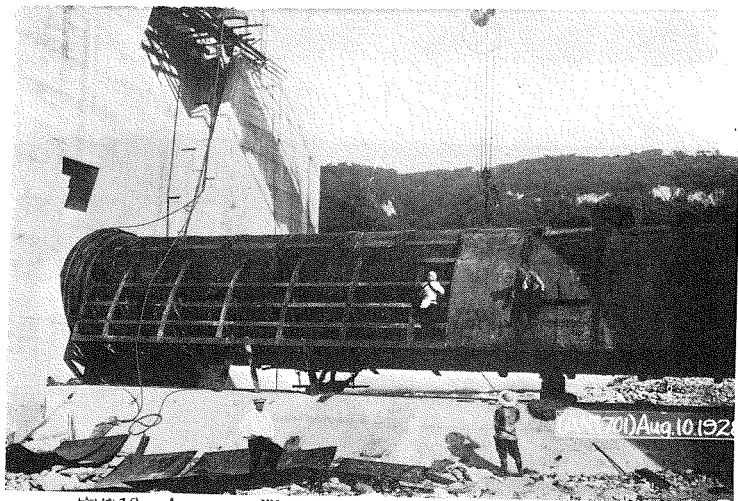
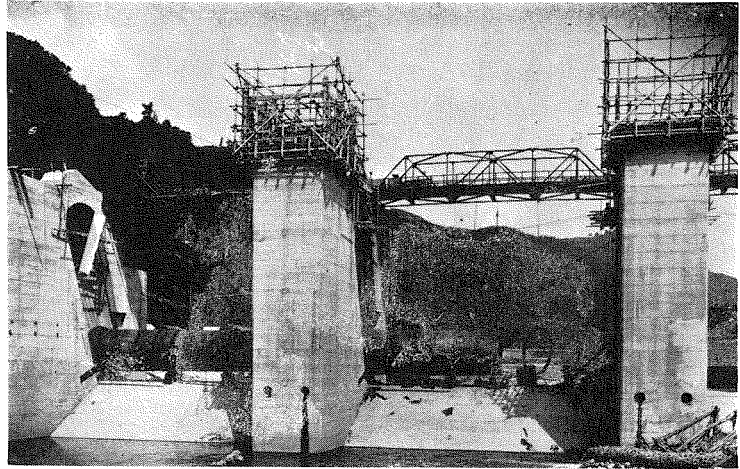
筏道は幅15尺勾配4分の1乃至10分の1のバラボラとし水深を2尺とし築造し筏流下の實驗を行ひしに水量過大にして速度過急となり筏の頭部を川床に突き込み逆轉せんとする傾向あり又落口も勾配を緩とする事の必要を認め水深1尺とし上下を局部的改良せり。

自評 筏流落口は稍もすれば土石沈滞し作業意の如くならず施行に際し充分の考慮を要す。

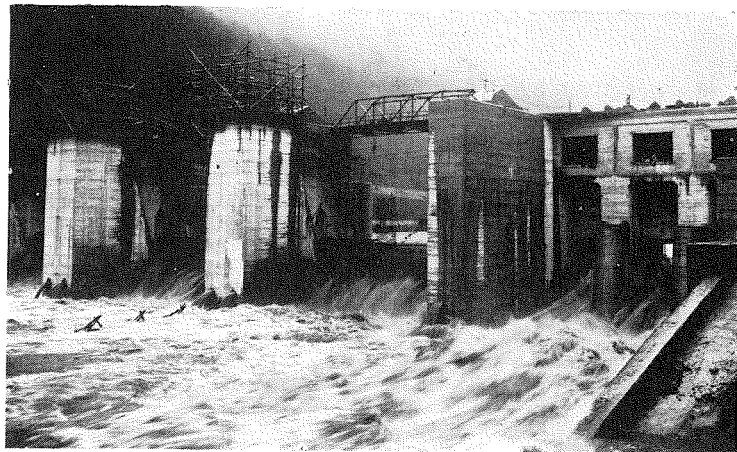
7 魚梯

堰堤附帯工事の内最後迄設計施工決定せざりしものは魚梯の工事なりとす。魚道は幅12尺にて施工認可を受け實施に當り其筋より3間半とす可き内命を受けたるも一部施工の儘放任し遂に當路者の諒解を得て幅2間半を以て實施完成せり。

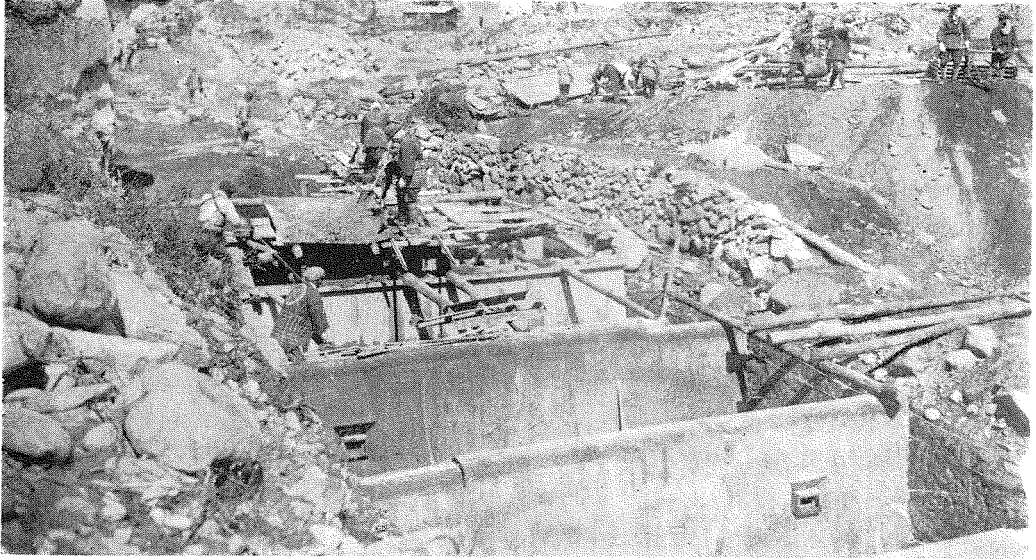
既設魚梯に應々其の效



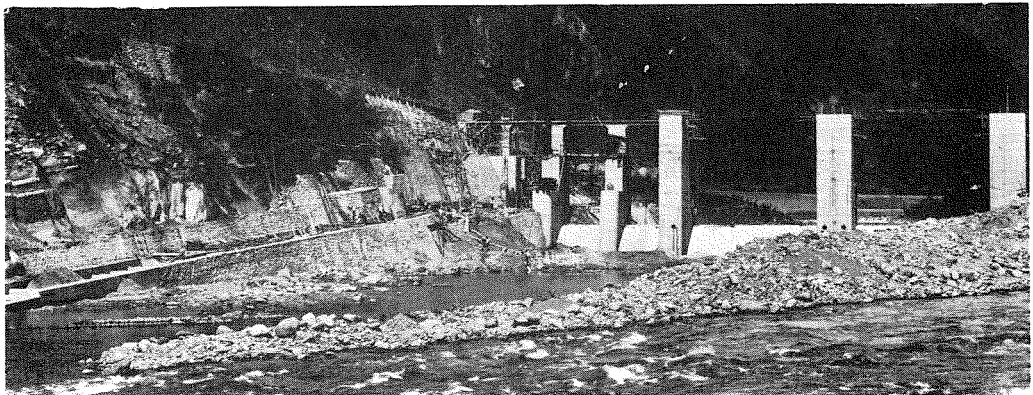
寫眞18 水門工事。



寫眞19 水門工事中の洪水。



寫眞20 工 事 中 の 魚 梯



寫眞21 魚 梯 及 流 筏 路 工 事

果を表はさざるものある事を監督官廳は認め其の原因の通俗的主なるものは取水口の對岸に設けられたる魚梯にあり、故に魚梯は常に取水口側に設くべしとの理由を以て已に工事施行認可を與へたる後事實を發見せられ幸ひ施工中なるの故を以て變更を強要せられたり。

堰堤土砂吐水門を取入口側に設備するは取入口前庭に沈澱せる土砂を排出せしむる目的と、取水量の調節に使用せらるゝを以て取水門と土砂吐水門と接近せしむることは運轉上又監視上便利にして、如斯場合堰堤下流の水流は取水口側に出来るを以て魚梯を常に水流のある側に設備せざれば其の效をなさず。

監督官廳の意見は至極妥當の案なれど、本水力の場合土砂吐水門は取水口底より20尺掘下げ水門の水深30尺なれば此の水門に依て水の調節を常に行ふことは水門底を破壊する恐あるを以て別に調節用水門徑間21尺深さ15尺の水門2個を右岸に設けたるを以て、溢水は常に先の2門に依て調節せられ、従て水流は常に右岸に設けらるるを以て魚梯を右岸に設けんとしたり。即ち魚梯

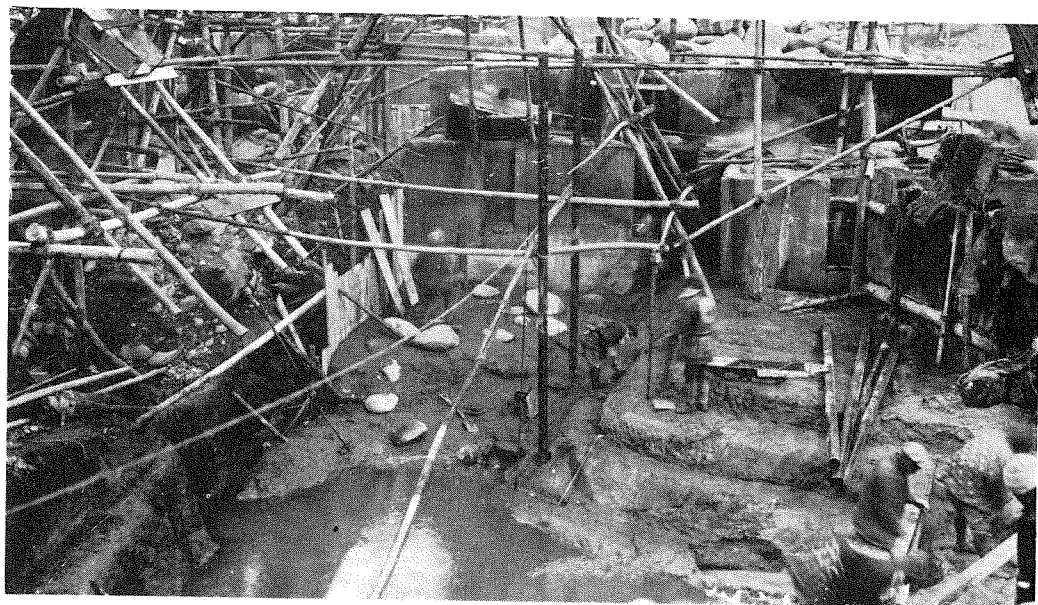


写真22 グラウチング工事

の位置は監督官廳の主張に反すれど其の眞意に於ては同一なり。

尙水力用取水口設備として其他に魚梯を取水口對岸に設くべき理由數多あるも、監督官は其の意を會得せず紛擾を重ねたる結果、賢明なる知事の裁斷により計劃通り施行し得たる事は感喜に堪えず。通水後魚梯は頗る好成績にして魚軍群をなして昇上することを監督官廳も認め後日に及び満足せられたり。惜むらくは魚梯幅15尺は過大に過ぎたるの感あり。

昭和五年七月中數回に亘り監督官廳員魚梯の魚族昇降に付實地調査せられ或時は一時間3000尾以上に及び或時は計數を取り得ざりしと云ふ。(写真 20.21 参照)

8 グラウチング工事

グラウチング作業も二期に施工せり。堰堤第一期基礎コンクリート施工の際、豫め其の位置に4吋パイプを岩盤より立て置き第一期施工コンクリート天端よりキヤリックスコーアドリルにて約8尺間隔に深40尺の孔を掘鑿し氣壓80乃至100封度



写真23 グラウチング工事

にてランソメタンクによりセメントモルタルを注入せり。

此方法は岩石の龜裂の状態により一つの孔のグラウトが他の孔に浸入する事多きを以て第二期施工は此の點を考慮し一孔づゝ施工したり。而して先づ最初に15尺穿孔し之をグラウトし翌日又15尺其次に10尺の如く 2,3 回に分ち施工しグラウチングの確實を期せり。當堰堤基礎グラウチングの數は43本總延尺 1,825 尺注入セメント總量 330 樽にして第二期グラウト穿孔中第一期に注入せしセメントが岩石の龜裂を充し硬化せるコアを發見せし事あり（寫眞 22,23 參照）

9 工事用機械設備

取水口堰堤諸工事に用ひたる機械設備次の如し。

ガイデリック	5屯35馬力, ブーム80尺	二重ドラム	1臺
ガイデリック	3屯25馬力, ブーム70尺	二重ドラムホイスト	1臺
ジャックハンマー		インガーソルR12型	3臺
グラウテングタンク		ランソメ型(内地製)	2臺
キャリックスコーアドリル	インガーソルF型		1臺
100尺7才用コンクリートエレベーター	(15馬力ホイスト)		1臺
14才ミキサー			3臺
7才ミキサー			2臺
10馬力捲揚機			5臺
8吋ポンプ(20馬力)			1臺
6吋ポンプ(15馬力)			2臺
4吋ポンプ(7馬力半)			2臺
ブレーキクラツシャー	(15馬力)		2臺
エアコンプレッサー	(65馬力) インガーソル12吋×10吋		1臺
シャープナー	インガーソル33番型		1臺
エアグラインダー			1臺

自評 前記の如く砂岩を基礎とする築造物に對し破發作業は甚だ面白からず、後炭山の經驗に依り大型のペビンゲ・ブレカーを使用せば基礎盤面をいためず且つ一人當り能率勝るともおとらざる事を認めたり。