

論 說 報 告

土木學會誌 第十三卷第二號 昭和二年四月

上久屋發電水力工事報告

會員 工學士 神 原 信 一 郎

Report on the Construction of Power Canal
for the Kamikuya Hydro-Electric Works.

By Shinichiro Kamibara, C. E., Member.

内 容 梗 概

本文は群馬縣利根郡に於て利根川左側支流、片品川沿ひに施工せる標記發電水力工事につき其の設計、施工の概要を述べ特種の點に關し之を詳述せるものなり。

Synopsis

This paper describes the design and execution of power canal for the Kamikuya hydro-electric power development, built along the Katashina River, a tributary of the Tone River. It is located on the left shore of the Tone River and is in, Tone Gun, Gunma Prefecture. While of the design of the works only a general outline is given, important points are explained in detail.

目 次

緒 言	3
第一章 總 說	3
第一項 計畫の概要並に準備工事	3
第二項 地質調査	5
第三項 工事請負者	7
第二章 工事各個説明	7
第一項 水路工作物一覽表	7
第二項 取入口	8
第三項 排砂池	10
第四項 岩室發電所放水取入	12

第五項	岩室水槽餘水取入	12
第六項	自第一號隧道至第十六號隧道	13
第七項	作業坑及人孔	18
第八項	水槽	18
第九項	調整池及調整池排水路	20
第十項	第五號餘水路	27
第十一項	鐵管線路	27
第十二項	發電所基礎並に建築	28
第十三項	水車及調速機	29
第十四項	電氣工事	29
第十五項	送電線路	31
第十六項	放水路	32
第十七項	土捨場	32
第十八項	引水路互長一覽表	32
第十九項	專用鐵道, 專用橋並に索道	33
第二十項	工事用諸機械一覽表	35
第二十一項	運搬材料其の他	37
第三章	工費	37

附 圖 目 次

第一	水路位置圖
第二	取入口附近平面圖
第三	發電所附近平面圖
第四	隧道定規圖
第五	取入口竣工圖
第六	排砂池竣工圖
第七	水槽竣工圖
第八	發電所基礎竣工圖
第九	放水路隧道並に出口開渠竣工圖
第十其一	「ストーニー」式水門扉竣工圖
第十其二	「ローラー」及防水板明細圖
第十一其一	調整池水槽間逆流阻止水門設計圖
第十一其二	逆流阻止水門蝶番明細圖

第十一其三 逆流阻止水門蝶番明細圖

第十二 上久屋水路縦断面圖

寫 真 目 次

第一 水路取入口全景

第二 水路排砂池

第三 水路取入口

第四 水路逆流阻止水門正面

第五 發電所全景

緒 言

東京電燈株式會社は從來利根川水系片品川筋に岩室發電所及舊上久屋發電所を有したり。舊上久屋發電所は元利根發電株式會社の經營に係り、明治四十三年の竣工にして出力 2400 キロワット、使用水量は 130 個に過ぎず、然るに取入口に於ては漏水時に於ても猶 400 個の流量あるを以て大部分の水は徒に流下せしめ居れり、加ふるに其の水路は木樋を埋めたる暗渠なるを以て腐朽甚だしく、常に維持補修に追はるゝの狀況なりしが故に、大正十一年十二月上久屋發電所擴張工事の名稱の下に舊構造物一切を廢止し、新に本工事を起工し工事期間二箇年半を経て十四年六月竣工せり。

本工事に直接干與したる人々は取締役建設部長廣瀬爲久氏、建設副部長井上秀二氏、土木課長神原信一郎、土木課北松友義氏、工事現場にては上久屋出張所長友成貞氏、工事係長神代雄三氏、事務係長古屋知重氏、第一工區主任高橋清藏氏、第二工區主任青木圭三氏等なり。

第一章 總 說

第一項 計畫の概要並に準備工事

本水力はもと利根發電株式會社の計畫に係り、同社に於て既に擴張工事實施の認可を得たるを東京電燈株式會社に合併の後、更に其の設計を變更したるものにして其の計畫概要下の如し。

上久屋水力工事計畫概要

(イ) 使用河川並に取入口、發電所、放水口の位置

使用河川	利根川水系片品川
取入口	群馬縣利根郡白澤村大字岩室字キガセ地先
發電所及放水口	同縣同郡利南村大字上久屋字石坂

(ロ) 許可使用水量

平時平均	525 個
------	-------

同 最大	645 個	内 525 個 (本川引用) 120 個 (上久屋調整池利用 5 時間繼續)
最濁水時平均	350 個	
同 最 大	645 個	内 350 個 (本川引用) 240 個 (上久屋調整池利用 2.5 時間繼續) 55 個 (上流既設岩室發電所取入口評川調整池 利用 5 時間繼續)
各水車 1 臺の所要水量		最大 295 個 常用 235 個
(ハ) 水路亘長		
亘 長	4785.3 ^間	内 142.85 ^間 (開渠) 4642.45 (隧道)
(ニ) 落 差		
總落差	407.20 ^尺	(取入口, 放水口間の高低落差)
有效落差	388.00 ^尺	(但し濁水時 387 尺乃至 375 尺)
(ホ) 發電力		
平時平均	13 500 キロワット	
同 最大	16 690 キロワット	(繼續時間 5 時間)
最濁水時平均	9 050 キロワット	
同 最大	16 690 キロワット	(繼續時間 2.5 時間)
發電機容量	18 000 キロワット	(6 000 キロワット 3 臺)
(ヘ) 送電線路		

上久屋發電所より既設利根川筋所在小松變電所まで延長 8.09 哩, 鐵塔 66 基。

工事着手當時鐵道は上越南線澁川驛迄開通せるに過ぎず, 工事の大部分を終了せる十三年四月に至り初めて利根郡沼田驛迄開通したるを以て工事材料, 工所用諸機械等の過半は總て澁川驛卸しとし此處に倉庫を假設し, 澁川沼田間約 13 哩は當社經營の既設電車軌道により運搬し, 利根川本流を横斷する専用橋を架して重量物の運搬に備えたり。既設電車軌道より沼田臺地下にて分岐し, 片品川に沿ひ, 上久屋發電所上流側迄 4 哩餘の間新に専用鐵道を敷設し, 其の終點上久屋と發電所下流下久屋との二箇處に倉庫數棟宛を設備し, 之に連絡して水路上部にある縣道沼田若松線に向け玉村式索道 2 條を設け, 其の各上端に倉庫 1 棟宛を置きて運搬系統を整えたり, 即ち上久屋及下久屋兩倉庫に於て社給材料一切を請負人に交付し, 索道は請負人に貸與して運轉せしむる事とせり。比較的近接して索道 2 條を設けたるは

一つは調整池、水槽、鐵管線路、餘水路上部等に材料を給し、他は舊水路埋戻し面上にト口路を造り、索道に連續して水路下流部各横坑口に材料を供給すべく設計せると同時に全水路を 2 工區に分ち、其の境界を兩索道の中間に置き、兩工區請負者を異にする場合にも材料の交附運搬に混雜を來たす事なからしむ可く備えたるものなり。取入口並に水路上流部に材料を運搬するには上久屋倉庫より直ちに縣道(沼田、大間々線)に出で車馬運送其の他によるものとす。

専用鐵道、専用橋並に索道の概要は第二章第十九項に記述せる如し。

工事用水並に動力用配電設備に就きては下の如く準備せり。

舊水路路面は新設隧道横坑口に適當なる高さにあり、且其の殆ど全部が暗渠なるを以て礮を以て各横坑口より順次其の上下流に埋め立て、之にト口線を敷き横坑口より土捨場迄の礮運搬並に支保工材、巻立コンクリート材料等の運搬路に利用し、併せて用地費の節約並に將來木植の腐朽による地山の崩壊を防止する事とせり。水路沿線には所々に溪流又は湧水ありて工事用水に不足なけれ共、水槽附近には此の便宜を缺くを以て舊發電所鐵管線路に沿ひ二段に揚水ポンプを設備し、片品川本流より 400 尺餘を汲み上げて給水する事とせり。即ち舊發電所放水口に近く井の口式「タービンポンプ」20 馬力 1 臺を備え、4 吋管を以て揚水し、約 120 尺を揚げたる箇所にタンクを設け、之より鐵管線路下部、第五號餘水路下部並に發電所附近に給水し、更に 35 馬力ポンプを以て水槽上臺地のタンクに揚水し之より便宜使用箇所に引水する事とせり。

又動力配電設備は上久屋發電所を變電所として利用し(上記 20 馬力タービンポンプと同所に 7½ 馬力ポンプを設備し、中段のタンクに揚水して變壓器冷却用水並に社宅用水とせり)既設送電線により逆送に依りて受電し電壓を降下せしめて専用鐵道變電所並に水路下流部動力及燈用の二口に供給すべく配電線を布設し、水路上流部に對しては既設岩室發電所發電機より直接に供給せり。

鑿岩機用原動所として水路沿線 9 箇處に空氣壓搾機を据付け、後更に 1 箇處を追加せり。

工事用假建物としては成る可く舊發電所建物を利用するに務め、猶全線に亘り建坪 108 坪のセメント倉庫 11 棟を初め事務所、詰所等を新築せり、セメント倉庫の中 3 棟は之を請負者に貸與す。

第二項 地質調査

水路の經過地なる白澤村岩室附近の地質甚だしく不良なるを以て、工事着手前理學士佐藤 戈止氏に囑して水路附近一帶の地質を調査す、其の略報下の如し。

高平附近地質調査略報

地 形

高平臺地とは所謂沼田臺地の東に連り、雨乞山の南麓と片品川(沼田の南に注ぐ)との間

の平地を指稱し海拔約 550 米突を算し、南北に狭く東西に長き長方形をなす、東は南北に走る小山脈に依りて劃せられ、南は片品川を隔て、赤城山 (1,828 米突) を望む。

臺地の主體は厚さ 100 米突以上の礫層なり、臺地の南對岸より片品川を隔て、北に臺地を望めば段丘地形を呈す、尾合附近には明かに四段を區別し得べく、各段丘の海拔高距は各約 561 米突、522 米突、466 米突、452 米突なり、乃ち最上段より 39 米突、56 米突、15 米突、5 米突の差を以て片品川水面に及ぶ。高平は最上段、尾合は第三段に在る村落なり、河成段丘の標式的なるものは尙片品川の南岸貝野瀬附近にも發達し、尾合附近と同様に四段なり。

臺地の東部をなす山嶺區域は古生代の水成岩と之に貫入せる火成岩なり、是等の岩石は河水の浸蝕作用に對して抵抗力比較的大なると、河床の急勾配とのために河岩は斷崖をなして深き豁谷をなす。

地 質

(中 略)

斷面、地下水及地回り

岩室發電所より片品川に沿ひ約 1 丁、古生層中に數條の小斷層を見る、其の一方は北 70 度東なり。附近には尙同方向に走る弱線存在するなるべし。

地下水に就きては既述尾合附近にては臺地の最上部より測りて地下約 60 米突の箇所にて帶水層あるものゝ如く、此の附近の地下を通る隧道は此の帶水層下の下漏層を穿つに依り大量湧水に會する場合少しと信ず、然れども帶水層は西に傾斜するを以て、白澤以西の地下に於ては或は帶水層に會ひ、工事上多少の困難に遇ふ場合なしとせず。

次に岩室の東にある蛇紋岩の崩壞は、同岩石が細裂罅に富む性質に歸因するものなれば、地下に於ても小裂罅の存在は免れず、従つて同岩石中の工事は特に注意を要す可きものと信ず。

岩室附近の地味りは膠着物の粘土化せる礫層が其の下部にある硅化凝灰岩の表面の傾斜に沿ひ漸次片品川に向つて移動するものにして、河岸に押出されたる礫及粘土は河水のために絶えず運び去らるゝ爲め、附近の地表は益々安定を失ひ常に地味りを起す、然れども同區域には硅化凝灰石 (下部層) の小露頭諸所に散點し居るを見ても、上部の礫層は左程厚きものとも考へられず、果して然らば隧道工事上の困難少き理なれば安全策としては同區域に豎坑を穿ち、硅化凝灰岩上の表土及礫層の厚さを測定すること肝要ならん (完)

以上調査略報の末尾に記載されたる岩室地味り箇所は新水路第四號隧道上の傾斜地にして、其の地表は勾配約 1/10 を以て片品川に向ひ斜下せる凹地にして上部は二枝に分岐し澤狀をなす、第二章第六項に述ぶるが如く、同所に在る舊水路木樋は、縣道並に人家に及ぼす影響に付き從來も斷えず注意して調査せる箇所にして、縣道は徐々に弧形に屈曲せんとするの傾

向を示し、舊水路木樋は漸次其の位置を變ずると共に遂に挫折せられて山側に付け替ふるの餘儀なきに至り、人家は又礎石、壁等に龜裂を生ぜしもの少からず、此所に於て豫め水路中心線上其の他に堅坑を穿ちて地質を調査せるに、白粘土層豫想外に厚く、且其の分布廣く既設岩室放水位により制限せられたる取入水位を以てしては、到底此の附近一帯に於て水路が粘土層を避け得ざる事を知れり。

其の外水槽、調整池、餘水路水叩き、發電所等數箇所を試験掘りを爲して土質を調査せり。

第三項 工事請負者

工事名稱	請負者名
水路本工事	株式會社橋本店
専用鐵道土木工事	村井隆三
専用橋製作並に架設工事	辛酉商工株式會社
水壓鐵管製作並に掘付工事	株式會社石川島造船所
發電所建築工事	株式會社橋本店
索道二線製作並に架設工事	玉村工務所
水門扉及同附屬捲揚機類製作	株式會社荒川製作所、同藤田分工場、 辛酉商工株式會社

第二章 工事各個説明

第一項 水路工作物一覽表

項	目	摘	要
取入口	取入堰堤 取入水門 砂吐水門 魚道及流水路 取入口開渠		
岩室放水取入工事			
引水路	排砂池 岩室水槽餘水取入工事 隧 道 作業坑及人孔	自第一號隧道至第十六號隧道 作業坑は第三號橫坑より第十六號橫坑に至る 外に斜坑一、堅坑一、人孔は第一號及第二號 とす。	
	水槽開渠 水 槽 調 整 池 餘 水 路		

水脈鐵管線路

鐵管線路

水脈鐵管

發電所基礎及放水溝

放水路

隧 道

放水口開渠

土捨場

雜工事

備 考

以上の内讀者諸君の御注意を乞ひ度き特種の點は下の如し。

1. 取入堰堤に於ける流木路の位置及其の使用法。
2. 取入水門の金戸落を以て土砂の流入を防ぎ水門扉を以て流入水量を調節する裝置。
3. 排砂池に於て土砂、砂利の排除を第一義とし、沈澱を第二義とせる其の構造及運用法。
4. ストロー式水門に於ける漏止金物。
5. 流速水頭だけ隧道の取付を下げ、水槽に於て其の水頭は回復するものとした事。
6. 第四號隧道附近の土質不良箇所を施工せる鐵筋入二重卷立其の他特種の工法。
7. 水槽、調整池間の逆流阻止水門。
8. 鐵管線路の一部に隧道を設けたる事。
9. 放水路出口開渠の湖堤。

第二項 取入口 (附圖第二, 第五參照)

取入口より上流々域面積は 39.18 方里にして其の洪水量約 44 000 個あり。取入口は取入堰堤、砂吐水門、魚道、流木路、取入口開渠等より成る。取入堰堤は高さ 17 尺、根入 13 尺、長さは堤頂にて 152 尺あり。其の天端は標高 501 尺 (標高は便宜上舊水路取入水門石積天端に設けたる B.M. 第一號を 500 尺とす、之は海拔 1 573.474 尺に相當す) にして同地點の平水位を高むる事 17.2 尺とす、其の構造は表面張石コンクリート造とし、其の基礎は全部古生層岩盤中に掘り込みたり、岩質は主として粘板岩質のものにして堅硬なる砂岩を交えたり。

取入堰堤上には流木路を設く、流木路の幅 18 尺、深さ 3 尺とし、平時は之に角落し及金戸を落とし込み満水す、流木路の中心は砂吐水門柱外側より 48 尺の位置にあり、幅 18 尺の中央に高さ堰堤頂と同高なる金柱を立て、2 徑間に分ち、各徑間毎に厚さ 9 吋、幅 8 吋の檜材角落し 2 本を落とし込み、其の上に同厚の金戸 2 枚を落とし込む事とせり。之が開放は砂吐水門によりて水位を調節しつゝ人力により行ふものなれども其の位置を更に砂吐水門柱に近接せしめ、同水門柱上にデリック、ウインチ等の捲揚設備を爲して運用せば一層都合なる可きを後に氣附きたり、其の使用法を實見したるに幅 18 尺は廣きに失し却つて不便なるが如し。流木業者は木材を以て其の半分を塞ぎ残る半分を使用せり。

砂吐水門は 2 個の門口を有し、各水門幅を 9 尺とす、水門柱は高さ 41 尺又は 47 尺、幅 6 尺及 8 尺の 2 種類とし、各上部は拱を以て懸臺に連絡す、水門扉は捲揚機に依つて昇降

し、平時は之を閉鎖して湛水し、洪水時には開放して土砂を流下せしむ、猶砂吐水門々扉は之を上下 2 枚に分ち、各高さ 9 尺、摺合せ 9 寸とし、上下合計高 17.1 尺を以て閉鎖の際其の上端を取入堰堤天端より少しく高からしめたり、故に之を全開せば徑 4 時のスピンドルは水門柱笠石面上約 34 尺及 26 尺の高さに突出し且何等の支持物を有せざるを以て強風に際しスピンドルと門扉との取付箇所並にスピンドル自體を損ずるの虞あるが故に、内徑 5 吋厚さ 1/2 吋の鋼管を以てスピンドルの過半を覆ひ、此の鋼管を鐵製フレーム・ウオークにより把持して風壓をスピンドルに及ぼさざる構造とせり。

本川には鮎の生殖比較的多く鱒も遡上するを以て魚道は特に完備を期したり、即ち其の上流口を砂吐水門と取入水門との間に設け、本川右岸護岸の法脚を利用し、勾配 1/18、延長同所々屬水門位置より終端隔壁前面迄 405.5 尺にして本川最低水位に持續せしむるやう設けたり、其の構造は表面割石練積、中埋コンクリート造とし、其の幅は 12 尺とす。長さに沿ひ心々間距離 10 尺毎に隔壁を設け、尙徑 8 寸の潜孔を其の底部に近く設け魚族の任意通過に供す、溢流の落差は各段 7 寸以下とし、流水量は毎秒 20 立方尺以上とす、又 5 階段毎に長 20 尺の溜りを 1 箇所づゝ設け魚族の休息所とし、各溜り内の水深は 4 尺以上とす、尙上流口附近に於ては 1 箇所の水門の外 3 箇所に金戸を落とし込み水位の變化に際して調節をなす。

取入水門は幅 6 尺、高さ 8 尺の門口 7 個を有し、幅 5 尺、高さ 28 尺の水門柱 6 個と高さ 31 尺の懸臺 2 臺より成り、其の水門敷は前面張石面、即ち砂吐水門敷より平均 10 尺高からしむ、7 個の門口には各々捲揚機を有する水門扉 1 枚宛を具備し、其の前面に金戸を落とし込むべき戸溝を備ふ、即ち平時の引水には之等を開放し、洪水時には金戸を戸溝中に落とし込みて土砂の含有量少き上表水を引用し、水門扉を以て其の量を加減するものなり。

猶水門扉のスピンドルの長さの關係及如上の作業を簡便ならしむる必要上取入水門軀軀の天高は本川砂吐水門天高より 3 尺低くして從來の記録的洪水の堰堤設置後に於ける換算洪水位と等しからしめ、捲揚機用電動機爲めには別に電動機臺を設けて高位置に置き且つ前面金戸落込作業場の高さは取入水門天高よりも尙 6 尺低からしめたり。

取入口の位置撰定に關し一考すべき事あれば次に之を概説せん。

河川に對する取入水門の位置は幾分か内曲線（コンケーブ）を爲せる河岸を最上とし、直線部是に亞げり、餘り急激なる内曲線の部分と一般に外曲線（コンベックス）を爲す部分とは取入口として忌むべき地點なり、河川は洪水の初期に於て塵芥を多く齎し、減水期に向つて土砂を多く流下す。若しも取入水門が河岸の外曲線部にある時は減水期に際して水門前に砂利、砂を停滯し引水に困難を生ずるものなり。然るに内曲線又は直線部に於ては此の憂少きを以て、河底を常に深く保つ事を得、従つて引水に差支を生ずる事なし、取入水門前の掃除は取入堰堤と同列の本川砂吐水門の作用に依つて達成せらるゝものなるが、此の砂吐水門

の機能は此の取入水門が内曲線又は直線部の河岸にある場合に於て充分發揮せらるゝものなり、即ち取入水門前の砂利は砂吐水門迄集中したる流水の力を以て洗ひ流す事に依つて排除せらるゝものにして、之は河岸の走向が内曲線を爲す場合に於て初めて完成せらるゝものなり。若しも外曲線を爲す河岸に取入水門を設け其の水門寄に本川砂吐水門を設くる時は、土砂が其處に沈澱し易きのみならず、砂吐水門も吸ひ出し式となり（洗ひ流し式の反對）土砂掃除の力は微弱なるものとなる、若し又急激なる内曲線部なる時は砂利が稍もすれば取入水門溺堤を超えて奔入し是亦成績面白からざるものなり。

當上久屋水路の取入水門は幸に内曲線部に位置し河川の屈曲稍々はげしけれども、未だ砂利の超躍を見る程ならざれば先づ以て適當なる位置と稱すべし。

取入口開渠は取入水門裏より始り、長さ 30.5 間、水面勾配 1/1 000、開渠幅 20 尺、水深 6 尺、兩側壁は三分法間知石練積とし、底面全部割石練張を施行す、本開渠中 2 箇所に塵除を設け、それより開渠幅 14 尺に狭まり、水深を増して排砂池に接続す。

猶取入口附近に於て河岸崩壞の虞ある箇所には護岸工事を施行せり。

第三項 排砂池（附圖第六參照）

取入水門より水路内に流入する土砂の排除に就きては、本邦河川の性質上水力技術者の最も注意を拂ふ所なるが、當水路に於ても亦既往の實績に鑑み且地形並に河川の性質を考慮して下の如く施工せり。

流入土砂排除の方法中普通に行はるゝものは沈澱式にして流水を水面積大なる沈澱池に導き其の流速を減ずる事によりて含有土砂を沈澱せしむる事を第一義とし、是が排除の工夫に至つては第二義に置くものなり、然れども沈澱池の容量には自ら限あるを以て、沈澱と同時に使用中間斷なく或は斷續的に沈澱土砂を排除するに非ざれば結局沈澱池の效用を徒勞に歸せしむるものなり、然るに河川の性質にもよることなれども我國大多數の河川は皆多量の土砂を洪水と共に流下し、水路に引水すれば隨つて是が流入を見るものなり、而して水路内の流水状態は流速大なるも河川の如く混亂せざるを以て水路に流入したる土砂の沈澱は比較的容易に行はれ、寧ろ其の停滯して動かざるに困難する場合多き程なり。之を尙詳言せば沈澱の爲めには幅廣く且つ流水斷面積の大なる遊水池を欲すれども、沈澱土砂の排除を引用水にて洗ひ流す場合には沈澱の場合と正反對に流水の勢力の集中することが肝要なり。此の事情を慎重に考慮し、余は特に沈澱土砂の排出に重きを置き沈澱の工夫に至つては之を第二次の要件となせり、排砂池の名稱是に起源す。且つ排砂池に於ても取入水門の場合と同様に常に溺堤を超えて流過する土砂の含有量少き上層の水を引用する事に力めたり、然るに近來は上述の如き排砂の必要上種々なる構造案出せられ、中には相當有效なるものあるが如きも、又中には餘り複雑に過ぎて其の機能及作業上の簡便を疑はしむるものもあり、即ち構造は成る

べく簡單なるを必要とす、次には排砂池の位置なるが洪水位の影響を受けざる限り取入口に接近したるを宜しとす、引用水を清淨にする事は獨り水車の保全のみならず水路自體の維持に大關係あるを以てなり、以下如上の主旨に従つて設計せる本排砂池の構造に付て説明せん。

排砂池は取入口開渠に連続し長さ 47.37 間あり、取入水門より流入せる水は取入口開渠にある 2 個の塵除（上流 4 吋目格子、下流 3 吋目格子）を通過して樹枝、木葉等の浮游物を除き直ちに排砂池第一號開渠に入る、第一號開渠は延長 194 尺、敷勾配 1/300 とし、敷幅は上流端 14 尺より漸次 12 尺に狭り、其下流端に第一號砂吐水門を設く、即ち沈澱土砂を洗ひ流すべき流水は取入口開渠より一直線に砂吐水門に突き當り、同水門を通過して敷勾配 1/100 の第一號餘水路を流下する装置なり。

第一號開渠の左側には堤頂長 142 尺の第一號溢流堤あり、其の天端を標準水面よりも 5 寸高からしめ、排砂池水位の之より上昇する時は直ちに溢流を初め、第一號餘水路により本川に放流すべく、溢流水深 1.5 尺を以て約 790 個を溢流すべき設計なり、同開渠右側には堤頂長 142 尺の第一號溺堤あり、其の上流端に幅 6 尺の金戸水門 1 個を有し、下流端には幅 8 尺の金戸水門 2 個を備ふ。

此の溺堤の次は第二號開渠なり、是は敷勾配 1/100 とし其の末端に第二號砂吐水門を有する事第一號開渠に同じ、第二號溺堤は天長 122 尺是亦第一號溺堤と同様に其の下流端に 2 個の金戸水門を有すれども上流端には之を附せず、第一號溺堤は溢流水深 3 尺、落差 2 寸を以て約 680 個を溢流せしむ可く、第二號溺堤は溢流水深 2.5 尺、落差 2 寸を以て計畫水量を溢流せしむ可く設計せり、即ち第一號開渠及第二號開渠に於て其の各末端にある砂吐水門を一部分開きて土砂を排除しつゝ猶計畫水量を溢流せしめ得る様餘裕を見込みたるものなり。

平時引用水は排砂池第一號開渠より第一號溺堤を越えて上表水のみ第二號開渠に入り、更に第二號溺堤を越えて上表水のみ第三號開渠に入り、此處にて岩室發電所放水と合流し 2 吋目格子の塵除を経、ストロー式水門を通過して第一號隧道に入る。

排砂池第一號開渠に沈澱せる土砂を排除するには第一號砂吐水門を開放するものなれども其の排砂作用を迅速且完全ならしめんが爲め、第一號溺堤下端の金戸水門を使用するものなり。即ち平時は此の金戸水門を開放し置き引用水の一部を之に導きて該水門敷の溺堤を溢流せしめ、其の流水の含有する土砂を砂吐水門に近く呼び寄せて沈澱せしむ、沈澱土砂の漸次増加するに従ひ同一作用を行はしめつゝ順次金戸を落し込み、最後には溢流堤と同一の働きを爲さしむるものなり、第二號溺堤末端の金戸水門も亦同様の作用を爲す。

第一號溺堤上流端にある金戸水門は第二號開渠内の沈澱土砂を排出せしむる時之を開放して土砂の自然流下を便にするものなり。

第一號、第二號兩砂止水門、岩室放水取入隧道出口水門並に第一號隧道入口ストロー式水門は何れも水路番詰所よりスイッチの開閉により電力を以て操縦し得る設計とし、猶岩室放水取入隧道出口水門は排砂池、隧道の各側より水壓を受くる事ある可きを以て之に適する設計となせり。

第一號隧道入口なるストロー式水門（附圖第十參照）は第二號隧道入口に設備せるものと大にして門扉幅 13 呎 10 $\frac{1}{2}$ 吋、高さ 12 呎 8 吋にして開閉装置はラック・アンド・ピニオン式とし、平時は 5 馬力電動機を以て開閉すべく、必要に應じ 2 人の手力にてても容易に之を開閉し得る設計とせり。其の鐵板を受くる水壓は適當に配列されたる 9 吋 I 型鐵製橫桁 5 本並に其の上下兩端に置かれたる 9 吋溝型鐵製橫桁 2 本に傳り、更に 11 個宛兩側に吊り下げたる徑 4 $\frac{1}{2}$ 吋鑄鋼製ローラー・システムにより戸溝金物を經て懸臺に傳る設計なり、洩止装置は門扉前面の兩側に取付けたる屈曲鐵板、撓止金物等より成る、カウンター・ウェートは徑 1 吋のワイヤー・ロープによりて門扉に結び付けらる。

第四項 岩室發電所放水取入

本工事は既設岩室發電所の放水を上久屋水路に取入れんが爲め排砂池に連絡する設備にして、其の構造は既設放水路出口附近に放水口水門（門扉幅 5 尺、高さ 10.5 尺）2 個を設けて放水を堰止め、暗渠及隧道を以て排砂池に導水するものとす、又此の水門に接続して其の上流側に第二號溢流堤及余水路を設け、水門開閉の順序如何に拘らず岩室發電所に浸水を及さざる構造とす。岩室發電所放水水位は同所本川平水位より約 35 尺高けれども是は其放水を舊上久屋水路に給する爲め、並に岩室發電所建設の際に成る可く掘鑿を少なからしむる目的を以て此の放水水位を定めたるものなるべし。

第五項 岩室水槽余水取入

岩室水槽余水取入工事は第一號隧道と第二號隧道との間にあり、其延長 19.17 間にして構造は既設岩室水槽餘水路に堅固なる取入装置を施して取水し本水路に合流せしむ、溺堤は長さ 66 尺、溢流水深 4.2 尺、落差 0.287 尺を以て溢流す。第二號隧道入口にストロー式水門を設く、砂吐水門々口は幅 6 尺、高さ 6.5 尺にして木製門扉を取付く、溢流堤は規定水面より 5 寸高く築造し、長さ 98.5 尺とす、溢流水は餘水路に入り砂吐水路と合して片品川に放流す。

一般に水槽餘水路は鐵管線路よりも上流側に設くるか若しくは兩放水口を相接近せしむるを可とす、何となれば其の下流に接続したる水路に是等放水及餘水を容易に取入れ得ればなり。然るに本計畫に於ける岩室餘水路の如く餘水吐口が下流に離れて存する場合には之を取入るゝ爲めに餘分の設備を要し、工費の増額を來たし、且つ其の連絡工事の爲め一方の既設水路を斷水せざる可らざる等の不便を伴ふものなり、加之工事竣工後水路の運用に當りても、下流水路のみを斷水する際、上流水路餘水の何時之に流入するか測るべからざる危険ある爲め

保守上困難を感じるものにして、其の困難を避けんが爲めには又夫れ相當の設備を要し不經濟極まるものなり。

第六項 自第一號隧道至第十六號隧道（附圖第一，第四，第十二參照）

隧道の勾配は 1/1 500 とし、水路の他の部分に比較し流速大なるを以て第一號及第二號隧道入口には流速水頭 5 寸を與へ、岩室水槽餘水取入開渠及水槽開渠に於て再び 5 寸の水頭を回復するものとす。

隧道内面卷立コンクリートの寸法は地質の硬軟により甲、乙、丙、丁、戊等適當の卷立寸法を用ひ、隧道中心線の彎曲に於ては其の曲線の半徑を概ね 60 間とし、第二號隧道にて半徑 30 間を、第三號、第四號、第五號隧道の 3 箇所 180 間の半徑を、又水槽開渠には半徑 45 間を用ひたり。

第三號隧道下半部より第五號隧道上半部に至る區間は上流の古生層と下流の礫層との中間に介在する蛇紋岩の腐蝕したる粘土層にして、其の地表は片品川に向ひ傾斜せる寫湯釜の凹地を形成し、河岸に近く之を横斷せる上久屋舊水路木樋並に縣道に及せる影響等より見て、其の地表は片品川に向ひ或區域内は不斷に緩慢なる地沈をなせるを認めしを以て、設計の當時前記の如き地質鑑定を乞ひ、又は試掘井を掘りて土質の調査を行ひしが、此の粘土層は今は死滅せる温泉の作用を受け、不規則なる分布を爲し、且つ廣き範圍に擴充する事を知れり、然るに本水路は既設岩室發電所の放水を併せて引用するものなるを以て、取入水位は此の放水位により定りて自由に左右するを得ざるを以て水路中心線を此の粘土層内但し其の流動範圍外に布設し、特に土壓に抵抗し得る工法を施して此の粘土層を通過せしむる事とせり、其の詳細を述べれば次の如し。

此の粘土層は古生層と礫層との中間に介在する蛇紋岩層が地熱作用により變質せられたる腐蝕土にして灰白色を帶び硫化物を含む、此の土質は掘鑿の當初に於ては何等變化、異狀を認めざるも兩三日を経過するに及び空氣に觸れ、濕氣を呼び、容積を膨脹し、支保工に土壓を加へ、掘鑿斷面積を漸減し、光澤ある黑色面を生じて腐落ちを爲す。

此所に於て此の軟質なる凹地下に於ては、水路中心線を成る可く山深く追ひ込み、半徑 180 間、延長 267 間を有する曲線を附して地形に倣ひ又人家の下を避けしむる事とし、此の曲線の始點に近く長さ 105 間の第四號の一横坑を設け、其の下流 289 間に第四號の二斜坑を設け、之の兩側より本坑に達し其の掘鑿を開始せり。

横坑は地質普通なる所にて掘鑿斷面積 1.9 坪 地質脆弱なる場所にて同 2.15 坪の二種を標準とし、何れも 2 呎間隔のトロ複線を敷設する幅を有せしめたり。

然るに第四號の一横坑は粘土層中特に質不良なる部分を通過するを以て、其の土壓甚だしく、末口 9 寸以上の支保工材を使用し、其の間隔を縮少して固めたるも、平均 10 日間に 6 分

乃至1寸の沈下及隆起を爲し、支保工材の挫折、断面の壓縮等相續ぎ、横坑自身の補修に追はれ本坑工事を阻害するを以て、先づ横坑を卷立て、此の憂を除き、猶第四號の一隧道の中央部に深約100尺の堅坑を穿ちて工事を促進せり、即ち横坑の卷厚は拱部1.5尺以上、仰拱部2.0尺とし、之に徑8寸の排水用土管を埋め込み、トロの複線を敷設し、馬を以て礮の搬出を爲し得る程度に其の断面の大きさを定めたり。又堅坑は幅13.0尺、奥行6.7尺の長方形断面とし當初支保工を組み立て使用の見込みなりしも、横坑同様の理由により後に一部分を鐵筋入混凝土を以て卷立て、其の結果最後迄25馬力捲揚機を設備し礮並に材料の運搬に使用し得たり。

本坑も當初通常の工法に従ひ支保工を取り外して標準馬蹄形断面卷厚2.0尺に卷立てたるに混凝土硬化前既に毛細龜裂を生ぜしものゝ如く、日を経るに従ひ漸次其の大きさを増大せり、龜裂は一般に先づ兩側壁の起拱線附近に現れ、次いで仰拱の中央並に兩側壁に之を認め、漸次兩側壁を押して隧道の幅員を狭少ならしめ、更に拱頂部に生じ遂に此の部分の混凝土を剝落せしむるに至れり。此の拱頂部の龜裂の幅は舊卷立取り除きの際之を検するに、卷立混凝土の外側即ち地山に接する部分に於て大にして、水路内面側に於て小なり。即ち張力側に於て大にして壓力側に於て小さく且壓縮により混凝土表面の剝落を伴ひしものゝ如し、猶龜裂發生當時の狀況を記せば次の如し。

一 龜裂の位置

龜裂發生の範圍は第四號の一横坑と本坑との交叉點を零尺とし、上流に向つて140尺、下流に向つて150尺、合計290尺の間に於て其の大きさは毛細龜裂より幅2分に及び上記の如く起拱線、仰拱、側壁、拱頂等に散在し、水路の方面に沿ひ斷續して大體水平に走り、所々に枝線を爲して相互に連絡す。

二 龜裂發生箇所の卷立施工法

第一回には側壁延長21尺を打ち、更に拱形を施工せるに其の後龜裂を發見せる爲め取急ぎ仰拱を打ち、猶以後は短距離宛卷立を爲し、先づ仰拱を打ち風壁、拱の順に施工せり。

三 發見後に於ける龜裂の變化

當初龜裂を發見せしは拱架取外し後約20日なりき（但し拱架は卷立終了後12日乃至15日目に取外せり）。其の當時は毛細龜裂にして容易に見出し難き程度のもので延長亦短少なりしが、其の後一箇月間に次第に増大し幅1分乃至1.5分位となり、二箇月目には幅2分位に増大し更に2.5分の箇所を生ずるに至れり。

四 拱架の補強及取外し

拱架には最初より擔ひを施したるも兩側よりの土壓大なる爲め更に拱架の構造を換え、臺梁5寸×8寸の平角を使用せり、尙拱架取外しは上記の如く12日以後と制限せり。

五 支保工の受くる變化

支保工を組立て、15 日以上経過せる一箇所には次の如き變化を生じたり。

支保工全體として其の川寄りが上流に向つて移動するものゝ如く、猶之を縦断面に見れば大引附近より上流へくの字形に腰折れせり。

六 支保工施行方法

支保工材は充分精撰し、何れも末口 8 寸以上 1 尺程度のものを使用し、尙合掌、筋違、切張、繫等を挿入し、支保工埋込み部の仕組を充分注意し、土壓を之により相當保持せしめ、卷立中拱架に及す力の減少に努めたり。

掘鑿及支保工を施して隔日なく引續き卷立を施行す。

第三號隧道下口に於て導坑 233 尺（第四號の一横坑と本坑との交叉點より上流に向ひ）附近迄掘進せるに粘土層は漸次蛇紋岩質に變じ、同時に少量の湧水を見たるに付導坑の進行を止め、充分の支保工を施し且 3 尺厚の卷立を爲したる後此の土質の變化せる部分を通過すべく施工中、十三年一月八日午後十時頃 226 尺附近に於て突然山鳴をなし數分後多量の湧水を生じたるを以て、取り敢えず支保工を固め、又第四號の一隧道への浸水を防ぎ第四號の一横坑口より排水せしめたり。

湧水箇所は導坑終端より 7 尺手前の切擴げ箇所、山側拱部にして、湧水と同時に粘土層を貫きて蛇紋岩質の玉石露出し、岩屑を挿出し、水は粘土を混じて白濁を呈したり、此の湧水量は横坑口に標準堰を設けて測定せるに約 3 個なりき。

以上の如き狀況に對し考究の結果下記の如き工法を決定して之を實施せり。

(1) 二重卷鐵筋入丸型断面を採用せる事。

粘土層中土質特に不良なる部分に對しては此の新断面を採用せり、即ち標準馬蹄形断面の仰拱のライズを増し側壁に曲線を附し、内法断面形を圓に近き形とし、卷厚を外卷 2 尺、内卷 1.5 尺、計 3.5 尺とす。

其の施工方法は掘鑿終了後先づ仰拱部の鐵筋及之に接續する側壁鐵筋の一部を組立て、支保工は取外す事なく其の儘埋め殺して仰拱部の外卷混凝土を打つ、此の時軌條は其の枕木を鯨を以て腮擔柱及第三柱に打ち付け、卷立區間軌條全部を吊りて工事に障害無からしむ。猶拱架土臺を据付く可き箇所は混凝土面を平に均して其の据付けに備え、又側壁と接續すべき仰拱混凝土の打終り面は、其の接續線を仰拱の半径の方向にあらしむる如くす。

仰拱外卷混凝土打終り後 12 時間乃至 24 時間を経過して直ちに拱架の組立を爲し、引續き鐵筋の組立を爲して側壁の卷立に移る。

鐵筋は總て外卷混凝土中に挿入し、直径 1 吋の丸鐵を使用せり。鐵筋の左右の間隔は 1.2 尺とせり、即ち外卷々厚 2 尺に對し心々 1.2 尺の位置に内外二重に配置せり、鐵筋の前後の間隔即ち隧道の長さの方向の間隔は之を 1 尺とす、以上の主鐵筋を縦鐵筋及禰を以て補強し

且其の形を保たしめたり、鐵筋の挿入に際し考ふべきは鐵筋の長さ並に接手の位置にして、前者は支保工の組み方並に間隔により入れ得る程度の長さを選定せざる可らず、又鐵筋の接手は逆巻と本巻とにより其の位置を變更するを要し、本巻に於ては拱頂部に短き鐵筋を配置し、同部の混凝土打進行に伴ひ順次必要數を挿入する事とせり。

鐵筋の重り合せ長は鐵筋直徑の 25 倍を標準とし、先端は約 90 度に 3 寸位曲折して使用する事とせり、此の先端は焼き曲げとし他の部には急角度のものなきを以て總てコールド・ベンディングとしベンダーにより少し宛曲げ型に合せて仕上げたり。

仰拱部と同様に支保工を埋め殺して側壁、拱部の順に巻立て、外巻混凝土を打ち終り、其の儘放置して硬化を待つ、外巻混凝土打終り後 14 日以上を經過して後に拱架を取外し、21 日以上を経たる後埋め殺したる大立、枝梁、腮擔柱、第三柱等を成る可く混凝土面に接して切取り、次に軌條面を高く吊り上げ仰拱、側壁、拱の順序により内巻混凝土（鐵筋なし、巻厚側壁及拱 1.5 尺、仰拱 1 尺）を打ち、打終り後 5 日以上を経て拱架を取外し塗モルタルを施工して仕上げたり。

此の内巻混凝土施工は重に手巻によりたれど、試験的に Ransome Pneumatic Concrete Placer, Vertical Type を使用し巻立混凝土の密度を大ならしめ、外巻との間に空隙を生ぜざらしむるに努めたり、手巻に付いては特記すべき事なけれども機械巻に付き一言附記すべし。

此の用途に供せんが爲め第四號の一横坑口の原動所を擴張し下の如き空氣壓搾機を設備せり。

空氣壓搾機

種類寸法	馬力數	臺數	一分間の空氣送出量 (立方尺)
サリバン 12''×12''	75	1	345
同上 12''×14''	75	1	470
インガツール 12''×12''	75	1	345
計	225	3	1160

同上用レシーバー

寸法	筒數	容量 (立方尺)
徑 42'', 長 8'	1	77
" 36'', " 8'	2	114
ホイラー型	1	200
計	4	391

壓搾空氣管並に混凝土送出管としては徑 6 吋鋼管、延長 3200 尺を用意し、其の接手の曲線部には Universal Joint 及 D.I. Joint を使用せり、使用前隧道外に於て爲したる試験の結果は次の如くなりき。

レシーバーよりプレーサー迄の距離を 353 尺、プレーサーより放出口迄を 393 尺とし、2

時目の篩を通過せる割ガラス（砂利の大きさは送出管の直径の $1/3$ を最大限とす、隧道内にては川砂利を使用せり）を使用し、コンクリート・ミキサーにより練合せたる混凝土 8 切を投入して蓋をなし、レシーバーに於ける壓力計が 100 封度を示す時プレッサーのバルブを開けば、プレッサー入口に取付けたる壓力計指針は 80 封度附近にて激しく震動して漸次に下り約 30 秒間に混凝土を放出し終り氣壓は約 20 封度に降下せり、此の氣壓を 100 封度に恢復するに約 3 分を要したり。

此のプレッサー使用に就き注意せる事項次の如し。

- イ 大形の砂利、混凝土塊、木片等の混入を除く事。
- ロ 空氣管の空氣漏れを嚴密に防ぐ事。
- ハ プレッサーを坑内巻立現場に近く置き、混凝土送出管を成る可く短く布設する事。
- ニ 混凝土は柔軟に過ぎざる様に練る事。
- ホ 送出管の布設には半径 3 尺以下の曲線を用ひず、又 3 箇所以上直角の曲りを使用せざる事。
- ヘ 壓力が充分に上昇するを待つて初めてバルブを開く事。
- ト 送出管の先端と巻立箇所とは約 5 尺を程度とし之以上あまり長からしめざる事、長きに過ぐれば膠泥と砂利とが分離する傾向あり。
- チ 木製拱架並に上木を鐵材にて補強して使用せるに付、補強鐵材と上木との組合せ箇所に僅かの段を生じ取外しに困難を生ずるが故に、此の部分には薄き鐵板を釘にて上木に打付け置く事。
- リ 送出管及レシーバーは使用後水を吹き出して充分に掃除する事。

(2) 龜裂發生箇所の改造。

既に標準断面に巻立て龜裂を生じたる箇所には鐵製枠を組立て、隧道内部より巻立混凝土を支持し、其の鐵枠と鐵枠との中間の巻立混凝土を取り除き、新断面に相當する掘鑿を爲して二重巻立を施工せり。

(3) 壓搾空氣により膠泥を注入して巻立混凝土と地山及内外兩巻立間の空隙を充填する事。

新断面に巻立つるに當り、徑 2 吋の鐵管を拱頂部に挿入し置き、又は鐵管の代りに木製の丸棒を挿入し、混凝土の硬化に随ひ時々之を廻して附着を防ぎ、硬化後引き出して注入孔を造る、内巻終了後横坑口に据付けたる空氣壓搾機によりモルタル注入機 (Ransome Carniff: Pneumatic Grout Mixer and Placer 標準型) を使用し配合 1:3 の膠泥を注入し、巻立混凝土と地山との間の空隙を充填せり。又コンクリート・プレッサーを使用せざりし部分には同様に内外巻立間の拱頂部に同一の方法により膠泥を注入せり。

膠泥の注入を行ふには豫め設けたる注入孔に徑 1½ 吋の放出口鐵管をはめ堅くパツキンを施し、注入機に接続せる送管の筒先とユニオンを以て良く連結し、別に丸木を立て、假柱とし之に徑 2 吋鐵線卷ゴム製送管を結び付く。使用氣壓は 80 封度程度とし、砂並にセメントは篩分けをなして混雜物を除き、猶水に對しても小木片等の混在せざる様注意を要したり、使用水量はセメントの容積 0.7 才につき 9 升の割合を以て標準とせり。

膠泥注入孔の位置及間隔に就きては最初拱頂、拱環、側壁等種々の位置に其の間隔を変えて穿孔し、一孔よりの注入により他孔に浸出する狀況を調べ、猶改造すべき部分に豫め膠泥を注入し置きて後に之を破碎して其の充填せる工合を調査し、結局拱頂部にのみ 8 尺間隔に穿孔するを標準とせり。此の注入孔の一つ置き即ち 16 尺間隔毎に注入を行ひ、中間の孔に浸出する膠泥の狀況並に注入用ホース震動の狀態等によりて充填程度を判別せり。

之等の注意を拂ひたる結果、膠泥の注入は此の部分にて所期の効果を擧げ得たるのみならず、第十六號橫坑（最下流の橫坑にして水槽最高水位の時、拱頂上約 4 尺の水壓を受く）閉塞に當り洩水防止の目的に使用し其の効果著しきものあるを認めたり、即ち此の洩水は最高水位時に於て約 1/2 個なりしも、隧道の卷立とメ切混凝土壁との中間なる粘土を詰めたる部分に膠泥を注入して完全に目的を達し得たり。

モルタル注入機は容積、重量共に小にして取扱ひ容易に、用途亦廣きを以て輒近各所に使用せられつゝあり、其の隧道工事に使用せらるゝは主として卷立工の補強、龜裂の充填及地山自身の空際充填の目的にして、漏水防止の目的に對しても相當効果を認めらるゝに至れり。當上久屋水路中下流部の土質は礫層の質稍々粗鬆にして、地表の傾斜亦急に、橫坑も長さ 30 間餘に過ぎざるが、通水後第十五號橫坑前面高さ約 50 尺の下部に漸次浸透水現はれ、其の量約 2 個に及びしを以て之が防止の爲めに最近該橫坑附近延長 200 間に亘り隧道内より注入工事を施行せり、之が施工に當りては 1:3 の膠泥は洩水防止に對しては其の効果甚だ少く、更に良配合とせば工費の増加大なるを以て種々の配合物につき硬化、耐水兩成績を比較考察し水槽、調整池附近が一帶に赤土層なるを利用し、容積比にてセメント 1、砂 1 の外赤土粉末 1.3 を加え、更に沼田町附近に産する火山灰 1 を加えたるものを注入せり、注入孔は拱頂部にのみ穿ち、平均間口當り約 2.5 合を注入し完全に其の目的を達するを得たり。

第七項 作業坑及人孔

作業坑は第三號より第十六號に至る 14 箇所、豎坑 1 箇所及第四號の二斜坑にして、其の内第四號の二斜坑を第一人坑となす、又第十號作業坑を第二人孔となし、第四號餘水路に接続せしめ隧道内殘水排除の用に供す。

第八項 水槽（附圖第三、第七參照）

水槽開渠は第十六號隧道終端より水槽に至る延長 40.66 間にして、敷幅 10.5 尺、兩側壁は

五分法の割石練積石垣を以て築造せり。

開渠の中間に町營沼田水道の分水口を設けたり、此の水道は上久屋水路工事完成の上は水路より 1 個を分水すべき契約のもとに、本工事と平行して沼田町により施工されたるものにして、水路の竣功と同時に給水を開始せり、沼田町は利根本流と支流片品川との合流点に向け突き出したる臺地の尖端に在り、用水に乏しく全町に亘つて僅かに數個の深井を有するに過ぎず、給水に就きては藩制當時より大に苦心せるが如く、今回の水道計畫も明治二十一年中大日本衛生會囑託帝國大學教授バルトン氏に請託して調査を行ひしに始る由なり。

水槽開渠の末端には門口幅 7 尺、高さ 6.5 尺の砂止水門あり、其の右は溺堤を越えて水槽に連り、左には第五號溢流堤あり餘水路に至る。此の溢流堤の天端高は水槽最高水位に等しからしめ、其の堤長 103 尺の内門口幅 8 尺の角落水門 2 個を設備し、其の敷を水槽開渠の標準水位と同高ならしむ、平時此の角落水門を開放し置けば水位が標準水位より上昇する時直ちに溢流を始め、餘水路に流出して開渠内水位の上昇を防止する事となる、此の角落水門を設けたる主なる目的は、水槽水位の上昇に依つて水路の引用水疏通力を減ずるにも拘らず發電所の運轉主任が兎角之を上昇せしめたがる通弊を除かんが爲なり。

渴水時に於て調整池へ貯水するには水槽を最高水位に上昇せしめ、水槽、調整池間の溢流堤より溢流せしむる構造と爲せり。本工事着手當時の既許可設計に依れば調整池の貯溜水は新設水槽に引出して使用するを得ず、別個に水路を設けて舊水槽に連絡せしめ、舊發電所のみ使用し得る事となり居れり。

調整池への貯水方法に就きては命令書中に「利根郡利南村地内に於ける貯水量は毎日 19 時間中平均毎秒 32 立方尺とす、但し渴水時に在りては毎秒 41.6 立方尺を超ゆる事を得ず、渴水時に在りては貯水池引水口 4 個の内 2 個を閉鎖し、殘部 2 個は堰堤上端 8.6 寸の處迄角落を施し鎖鑰をなすべし」との意味の規定あり、此の規定は蓋し運轉中の新發電所が何等かの原因により急激に無負荷若しくは之に近き輕負荷状態になれる時、直ちに水路流量の全部を調整池に流入せしむる如き装置をなさば、下流水利使用者は一時斷水に近き状態に陥るべきを以て其の害を除き、上下流の水利使用者に成る可く公平なる水の使用を許可せんとの主旨より定められたるものと思はる。然れども舊設計の儘にては新發電所と共に舊發電所を運轉使用する事となり、折角能率良く容量大なる機械設備を新設するにも拘らず、更に別個に能率頗る悪しき小發電所を運轉する事となり、繁瑣にして不經濟なる發電所を作る事となる、茲に於て舊發電所の使用を廢してしかも上記規定の主旨に合する設計を考究し、遂に水槽、調整池間の溢流水門に隣り逆流阻止水門 2 門を設くる事とし、之が許可を得て工事中設計變更を遂行せり。猶調整池、舊水槽間の連絡水路も調整池掘鑿土運搬路に使用後縮小せる断面に卷立て、調整池排水路として之を利用せり。

又工事着手に當り濁水時に於て落差の利得並に工費節約の目的を以て前設計を變更して調整池並に水槽の最高水面及底の敷を全般に 4 尺上昇せしめ、約 3 000 立坪の掘鑿を減少し 4 尺の落差を利得せり。水路は其の勾配 1/1 500 にして最大約 600 個を流下せしめ得るが、水槽の水位上昇により此の勾配變じて緩となり、流量亦減少すれども猶濁水量を流下して餘りあるを以て、調整池の利用を阻害する事なく且他面には落差を利用する事を得たり。

水槽開渠より水槽に至る溺堤長 99 尺の背面に更に小溺堤を設け、溢流水の波動を防止する装置とす。

鐵管呑口と塵除（平鐵格子心々 1 吋目）との間は敷板を以て蔽ひ、樹枝、木葉、其の他塵芥等の落ち込むことなからしむ。鐵管呑口前制水門を閉鎖し、同時に鐵管内の水を排除する場合に、鐵管内の氣壓降下を防がん爲め敷板の一部に通風孔を設く、制水門の開閉は器械、手力兩様の設備を爲し猶發電所よりも Remote Control を爲し得る装置とす。水槽壁は制石又は切石を以て疊築し裏込混凝土を施す。

第九項 調整池及調整池排水路（附圖第三參照）

水槽の西に接続して調整池を設く、兩者を連絡するに 2 個の逆流阻止水門並に 4 個の角落水門あり。

逆流阻止水門の構造は傾斜せる廻轉軸により水槽側へ旋開する、幅 6 尺、高さ 8.5 尺の鐵製一枚門扉に、手當り兼防水用突起物を取付けたるものにして、水槽の水位が調整池の水位より低き場合に於てのみ、此の門扉は水壓により自働的に旋開せられて調整池より水槽へ水の流出を許せども、其の水位が是に反するか又は等しき場合には水壓及自重の合成力、若しくは自重によりて自働的に閉塞せられ決して水の逆流を許さず。

逆流阻止水門扉は閉鎖の場合に直立し、開放せられたる場合には傾斜するものとす、而して其の廻轉軸の傾斜は本項末に記載せる計算書の通りにして、閉塞の位置に於ける水門扉の面上に於て垂直線と $2^{\circ}17'26''$ の角度をなせり、之は開きたる扉が自重により自然に旋廻して閉鎖するに適當なる傾度なり、若しも此の傾度を餘り大ならしむる時は、調整池の水が水槽に流れ入る際其の兩者間に生ずる水面の高低差を甚だしからしめ、従つて調整池の利用水深を減ずるが故に、是の傾度は必要以上に大ならしむる事能はず、又此の傾度過小なる時は廻轉軸の摩擦により自働的に旋廻して閉鎖するに至らざる虞あり、因つて此の調節を完全ならしむる爲め螺旋付廻轉軸を用ひ、取付の際之を適當に調節したる後鎖鑰を施す設備とせり、今新發電所の運轉が急に止りたる場合、又は其の使用水が水路流量よりも減じたる場合には水槽の水位が高まり、逆流阻止水門閉鎖し、水槽、調整池間の水の連絡を遮斷せらるゝが故に規定の水量のみ、規定の寸法を有する水槽溢流堤（角落水門）を超えて調整池に流入し、他は悉く水槽開渠溢流堤より餘水路を経て本川に放流せらるゝを以て制限外貯水の懸念なく、亦

本川下流に一時的斷水又は規定以上の減水を生ぜしむる事なし。

尙此の逆流阻止水門の故障に供せんが爲めに、其の背面調整池側に更に電働及手働兩様の捲揚機を有する制水門を設置したり。

元來水路に調整池を設くる時は其の調節水位に相當する落差を損するものなり。即ち調整池の水位低下する時は水槽の水位も従つて低下し其の間必然的に落差を損失す。今本設計の如く是に逆流阻止水門を設備する時は調整池より貯水を引き出す間は水位の低下を避け得ざれども貯水の際は水槽水位が此の水門の作用により速に平水位に復するにより、落差の損失より免るゝ事を得るなり。此の點は逆流阻止水門の二重利得と謂ふ可し。

調整池に貯溜する水を水槽より調整池に溢流せしむる爲め、逆流阻止水門に列びて幅 9 尺の角落水門 4 個を設け、内 3 門の水門敷は水槽最高水位より 1 尺低くし、1 門は最高水位より 7.5 尺、標準水位より 3.5 尺低くからしめ、濁水時は他の 3 門の敷と同高まで角落しを以て閉鎖して同一の使用法を適用し、標準水位にて調整池に取水する際にのみ此の低き 1 門を開放する計畫なり。

調整池は有效水深 12 尺とし、大さは水面積約 5985 坪、其の貯水量 2459117 立方尺（但し 120 個 5 時間の割）にして必要貯水量の約一割四分の餘裕あらしむ。

調整池は片品川北岸の高臺平地に位し、赤土の厚層の下に締りたる礫層あり、其の下は鐵管線路及發電所と同様に英雲安山岩に接するものと指定せらる。此の礫層は東より西に向ひ漸次地下に傾斜するが故に調整池敷の大部は赤土層なりしも、東側水槽寄り調整池面積の約 1/3 には礫層現れたり。

調整池の側壁は概ね 8 分法とし、一部分に直立壁あり、何れも割石練積を施し、敷は 3 間角に幅 1 尺、厚さ 5 寸の帶狀コンクリートを格子型に打ち其の上に一と間毎に厚さ 8 寸のコンクリートを施す。調整池の中央部には敷幅 2 尺の排水渠を附し、調整池の東北隅に於て水槽の排水渠と合し調整池排水路隧道に入り、制水門を経て舊發電所水槽餘水路に出で第五號餘水路に合す。此の排水路延長 98.8 間、内暗渠 17 間、隧道 80.8 間にしてコンクリートを以て幅 4 尺、高さ 5.5 尺に巻立つ。

逆流阻止水門扉の傾度と調整池、水槽間水位の差計算

水門扉の面は閉鎖の場合に直立し、開放せられたる場合には傾斜するものとす。

記 號

e ... 垂直線と廻轉軸とのなす角

ϕ ... 門扉の廻轉を示す角（門扉面と水門面とがなす水平面上の角を表はす）

α ... 門扉が ϕ 角廻轉せる場合の傾斜角

γ ... 門扉が ϕ 角廻轉せる場合、門扉自重の水門面に於ける分力と廻轉軸とのなす角

R 門扉の自重 (空中若しくは水中にて)

W 門扉の幅 1 尺に對する總水壓

D 門扉が閉塞位置にある時の接觸邊の下端より廻轉軸に至る水平距離

δ 門扉の重心より廻轉軸に至る水平距離

L 門扉の幅

H 水門扉の浸水高

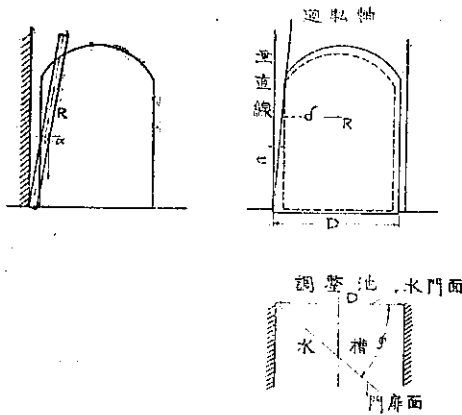
h 調整池水槽間の落差にして, 調整池の水位高き場合 (+), 低き場合 (-) を用ひ區別す

m 廻轉軸の半徑

n 廻轉軸受臺の半徑

f_t, f_r 摩擦係數にして門扉が開より閉に向ふ場合は (-), 閉より開に向ふ場合は (+) を用ふ

y 廻轉軸と反對の水門側壁線より門扉の開き



第一圖

門扉の位置及狀態は次の如く閉塞より廻轉して 90° に至るに従ひ α 角は 0 より e 角に變化す。

門扉の位置	廻轉角	門扉の傾斜角
閉塞	$\phi = 0^\circ$	垂直即ち $\alpha = 0^\circ$
半開	ϕ	α
全開	$\phi = 90^\circ$	$\alpha = e$

(實際 ϕ の最大角は $84^\circ \sim 84'$ なり)

α, ϕ, e の關係は次の如し。

廻轉軸及接觸邊を延長し o にて交はらせ又

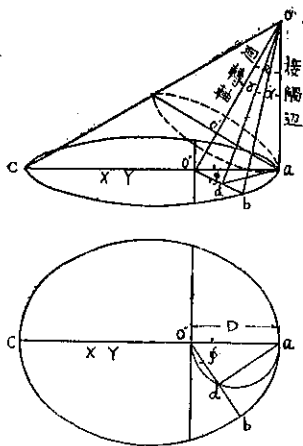
接觸邊の下端 a を含む水平面 XY を作れ。

$\phi = 0$ 即ち閉塞の場合に於ては門扉面 $oo'a$ は垂直にして接觸邊 oa も垂直なり。

偕て門扉の廻轉に伴ふ接觸邊 oa の延長が XY 面上に畫く痕跡は abc 隋圓なり。

今門扉が ϕ 角丈け廻轉せる場合の門扉傾斜角 α を求めんとす。

廻轉角 ϕ なる場合の門扉面は $oo'b$ 面上にあり。 oa を含み $oo'b$ 面に直角に交はる平面 oda を作れば角 doa は求むる處の α 角なり。



第二圖

而して斯くの如くして得たる水平面上の d 點は $o'a$ (即ち D) を直徑とする圓周上にあり。

故に $ad = D \sin \phi$

又 $oa = D \cot e$

故に $\tan \alpha = \frac{ad}{oa} = \frac{D \sin \phi}{D \cot e} = \sin \phi \tan e \dots \dots \dots (1)$

$\sin \alpha = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{\sin \phi \tan e}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}}$

$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}}$

但し重心は必ずしも od 線即ち oda 面中に存在するに非ず、 oda 面若しくは之と平行なる他の垂直面に存在するものなり。

門扉に作用する水壓の合成力は門扉の重心に働くと假定し、此の水壓及自重を門扉面に平行及直角の 2 分力に分解すれば次の如し。

乙 表

	門扉面に平行なる分力	門扉面に直角なる分力
自 重	$R \cos \alpha$	$R \sin \alpha$
水 壓	0	WL

而して此の門扉面に直角なる 2 分力は廻轉軸より距離 δ を有する廻轉力となり、其の方向互に相反す。此の 2 分力が平衡する爲めには次の式が成立すべし。

$\delta R \sin \alpha = \delta WL \dots \dots \dots (2)$

(2) 式の内 $W=0$ 即ち調整池水槽間の水位が等しき時は

$\delta R \sin \alpha = 0$

即ち $\sin \alpha = 0$

故に $\alpha = 0$

これ門扉は $\phi = 0$ 即ち閉塞の位置にあるべきを示す。

然るに上式は摩擦を除外せり。

今摩擦に就て考ふるに先に水壓及自重を分解して、門扉面に平行なる力と直角なる力とに分てり。此の内門扉面に平行なる力が廻轉軸となす角度を γ とし ϕ 角との關係を表記すれば次の如し。

丙 表

門扉の位置	廻轉角	廻轉軸と平行分力とのなす角
閉塞	$\phi = 0$	$\gamma = e$
半開	ϕ	γ
全開	$\phi = 90^\circ$	平行即ち $\gamma = 0^\circ$

(實際は $84^\circ \sim 34^\circ$ なり)

今 γ 角を ϕ 及 e にて表はさんに、廻轉角 ϕ なる時は面 $oo'd$ に於て

$Lodo'' = \text{直角}$

$$\therefore \sin \gamma = \frac{o''d}{oo''}$$

$$oo'' = D \operatorname{cosec} e \quad o''d = D \cos \phi$$

$$\sin \gamma = \frac{D \cos \phi}{D \operatorname{cosec} e} = \cos \phi \sin e \dots\dots\dots (3)$$

$$\cos \gamma = \sqrt{1 - \sin^2 \gamma} = \sqrt{1 - \cos^2 \phi \sin^2 e} \dots\dots\dots (4)$$

但し重心は oda 面若しくは之と平行なる他の垂直面にあり。

併て前項に於ける自重の門扉面に平行なる分力を更に廻轉軸に平行なる分力と直角なる分力とに分解すれば次の如し。

丁 表

廻轉軸に平行なる分力	廻轉軸に直角なる分力
$R \cos \alpha \cos \gamma$	$R \cos \alpha \sin \gamma$

而して廻轉軸に平行なる分力は Axis thrust bearing に於ける摩擦抵抗を生じ、廻轉軸に直角なる分力は廻轉により摩擦抵抗を起す。

故に (2) 式は次の如く訂正せらるべし。

$$\delta R \sin \alpha \pm \{ f_i R \cos \alpha \cos \gamma + f_n R \cos \alpha \sin \gamma \} = \delta WL \dots (5)$$

$$\delta R \sin \alpha \pm \{ f_m \cos \gamma + f_{nm} \sin \gamma \} R \cos \alpha = \delta WL \dots\dots\dots (5')$$

上式中の α 及 γ を ϕ 及 e にて表せば次の如し。

$$\delta R \frac{\sin \phi \tan e}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}} \pm \{ f_m \sqrt{1 - \cos^2 \phi \sin^2 e} + f_{nm} \cos \phi \sin e \} R \frac{1}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}} = \delta WL \dots\dots\dots (5'')$$

(5'') 式の内 $W=0$ 即ち調整池水槽間の水位が等しき時の門扉の位置は次の如し。

$$\delta R \frac{\sin \phi \tan e}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}} - \{ f_m n \sqrt{1 - \cos^2 \phi \sin^2 e} + f_R m \cos \phi \sin e \} R \frac{1}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}} = 0$$

$$\text{即ち } \frac{R}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}} \{ \delta \sin \phi \tan e - (f_m n \sqrt{1 - \cos^2 \phi \sin^2 e} + f_R m \cos \phi \sin e) \} = 0$$

然るに $1 + \sin^2 \phi \tan^2 e \neq \infty$ $R \neq 0$ なるが故に

$$\frac{R}{\sqrt{1 + \sin^2 \phi \tan^2 e}} \neq 0$$

故に $\delta \sin \phi \tan e - (f_m n \sqrt{1 - \cos^2 \phi \sin^2 e} + f_R m \sin e \cos \phi) = 0$ ならざる可らず
上式に計畫せられたる水門につき得たる既知數を代入し且運算を行へば次の如し。

既知數 $\tan e = 1/25$

$$R = 2000\# - 400\# = 1600\# \quad (\text{全部水中に在る場合})$$

$$W = 62.4 hH = 62.4 \times h \times 9.25$$

$$D = 79''.415$$

$$\delta = 38''.77$$

$$L = 77''.395$$

$$H = 9'.25$$

$$m = 3/8''$$

$$n = 1/3''$$

$$f_v, f_R = 0.2$$

$$\left(\frac{38.77}{12} \right) \left(\frac{1}{25} \right) \sin \phi - \left\{ (0.2) \left(1 - \frac{1}{8} \times \frac{1}{12} \right) \sqrt{1 - (0.04)^2 \cos^2 \phi} + (0.2) \left(\frac{3}{8} \times \frac{1}{12} \right) \cos \phi \right\} = 0$$

$$6203.2 \sin \phi - \{ 900 \sqrt{1 - 0.0016 \cos^2 \phi} + 300 \cos \phi \} = 0$$

上式を満足せしむる處の ϕ の値は $8^\circ 27'$ にして、門扉の開き幅は

$$79''.415 (1 - \cos 8^\circ 27') = 0'.874 \quad \text{なり}$$

即ち門扉が水門面となす角は $8^\circ 27'$ なり。(5'') の内 $\phi = 0$ 即ち門扉が閉塞より開き始むる瞬間及開放より閉塞し終る瞬間に於ける水位の差 h を求むれば次の如し。

$$\pm \{ f_m \cos e + f_{km} \sin e \} R = \delta L W$$

前同様上式に既知數を代入し且運算すれば

$$\pm \left\{ (0.2) \left(1 \frac{1}{8} \times \frac{1}{12} \right) \times (0.9984) + (0.2) \left(\frac{3}{8} \times \frac{1}{12} \right) \times 0.04 \right\} \\ \times 1600 = \frac{38.77}{12} \times \frac{77.395}{12} \times W$$

$$\pm 1.457 = W$$

然るに $W = 62.4 h H = 62.4 \times 9.25 \times h$

故に $\pm 0.0025 = h$

即ち門扉が閉塞より將に開かんとする場合は

$$h = +0.0025$$

にして調整池の水位が水槽の水位より 0.0025 高く

門扉が開放より閉塞する刹那

$$h = -0.0025$$

にして水槽の水位が調整池の水位より 0.0025 高し。

而して水槽の水位上昇の變化は極めて短時間に起るを以て、水槽より調整池への逆流は絶體に起り得ざるものなり。

調整池及水槽間の落差に對し計畫せられたる門扉の旋開位置並に其の際に於ける門扉が水門側壁線よりの開き、及之に相當する流量 2 門分を計算表記すれば次の如し。

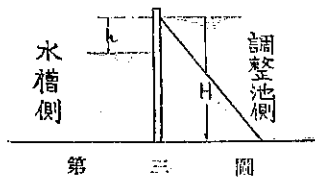
落差	ϕ	水門側壁線より門扉の開き ($y = D - D \cos \phi$)	流量 ($Q = 2 \{ c \times y H \sqrt{2gh} \}$)
0'.013	30°	0.890	8.0
0.034	60	3.309	39.8
0.074	75	4.494	96.8
0.112	80	5.466	145.0

上述の數式は調整池、水槽間の水位落差が常に門扉の上端より高き所に發生せる場合なれども、若し此の落差が門扉の高さ内に發生せる場合は少しく其の趣きを異にす。即ち水壓の合成力は重心に働かざれども、其の働點の廻轉軸よりの距離 δ には大なる變化なし、故に實地計算には δ を定數とするも差支なかるべし。W は上述の

如く $62.4 h H$ を以て表し得ず。

$$\frac{H^2 \times 62.4}{2} - \frac{(H-h)^2 \times 62.4}{2} = 31.2 \{ 2H - h \} h$$

即ち W は $31.2 \{ 2H - h \} h$ を以て表すを要す。



R も次の如く變化すべし。

x を門扉重量の浮力とすれば大約次式にて示すを得べし。

$$9.25 : H = 400 : x \quad \text{故に} \quad x = \frac{400 H}{9.25}$$

$$\text{故に} \quad R = 2000 - \frac{400}{9.25} H$$

今最低水深 5'.5 の場合に付き計畫せられたる門扉の旋開度及 2 門分の流量を計算表記すれば次の如し。

$$\text{但し此の場合} \quad R = 2000 - \frac{400}{9.25} \times 5.5 = 1762.16 \text{ say } 1800\# \text{ とす。}$$

落差	ϕ	y	Q
0'.025	30°	0'.890	8.4
0.066	60	3.309 ^a	50.2
0.140	75	4.494	99.2
0.215	80	5.466	149.7

第十項 第五號餘水路

水槽砂吐水路の流末に連り、舊餘水路の一部を利用し水叩き 1 箇所と開渠 22.9 間、暗渠 20.0 間、隧道 87.9 間に依り片品川に放流す。

第十一項 鐵管線路 (附圖第三, 參照)

鐵管線路は水槽より發電所に至る山腹に沿ひ、傾斜上部に於て最大約 40°, 下部に於て約 27° にして其の間は緩勾配なり、上部急斜面の部に於て鐵管線路の横断面を見るに東より西に向ひ急下して谷形をなし、谷の東には英雲安山岩露出し中央に於ては表土を被り、西には英雲安山岩の斷崖聳立す、附近轉石の狀況より見るに此の斷崖よりは時に岩石崩壞轉落するものあるを推定し得たるを以て鐵管線路は最低部を避けて東側の斜面に布設し、地形に隨ひ鐵管 3 條を階段狀に掘付け且其の中心線を屈曲せしめて土工を節約せり。

鐵管線路工事につき稍々特異なる點は小學校に近接し且縣道を横斷するを以て發破に關し特別の注意を拂ひたると、交通を妨げざる設計及工法を採用せるにあり。鐵管線の中段西側に接して利南小學校あり、岩盤掘鑿の發破による岩片が其の構内に落下するの處あるを以て本工事請負人は特に縣道に近く木柱を建て、之と上記鐵管線西側斷崖上の松樹との間に鐵索を張り渡し之に川崎工場製クリップ型金網を吊り下げたり、即ち小學校と工事場との境界に沿ひ高く一面に金網を張りて發破除け設備とせり。猶掘鑿に際しては穿孔の方向に注意し且古天幕等を重ね合せ、鐵線さしこを作りて其の上に蔽ひ以て岩片の飛散を可及的防止せり。

鐵管線の縣道横斷箇所は之を掘り割りとせば交通を不便ならしむるのみならず、其の發破

は直接附近に飛散すべきを以て縣道の山手側より以下は隧道内に鐵管を布設して水車に達せしめたり、此の隧道の延長は鐵管 3 條分にて 96.05 間なり。

水壓管の構造は直徑を 1 條につき 3 段に分ち、上部より 7'~0", 6'~9", 6'~6" とし、管厚は水頭、壓力に應じ漸次適當に厚さを増加したる 5/16", 3/8", 7/16", 1/2", 9/16", 5/8", 3/4" 軟鋼板を使用し、幅 5 尺板 4 枚を銲接し、兩端はアングル・フレンヂを作り、パツキングとして厚さ 1/4" 鉛環を挿入しボルト締めとす。横接合は 1 列及 2 列累接、縦接合は 2 列累接、2 列銲接及 3 列銲接（但し外列半數銲）なり。銲頭は全部パンヘッドとす。

鐵管の各 1 條毎に人孔 3 個及水壓管最低部に徑 8 吋土砂吐バルブ並に同接續管 1 本を設け管内の點檢及掃除に便す。

鐵管の互長は夫々 1 條に付 923'~3 $\frac{3}{8}$ ", 924'~10 $\frac{1}{2}$ " 及 927'~5" なり、即ち有效落差の凡そ 2.4 倍に當る。

鐵管の固定裝置として曲管部毎にアングル鐵を數箇所銲縮とし、コンクリート・ブロック中に埋む。ブロックの基礎は全部岩盤に到達せしめ、特に第二號及第四號固定台は水壓を以て押し上げらるゝが故に、各固定臺が 1 塊として其の全量を鐵管に働かしむる様鐵筋を挿入すると共に隣接せる他の 2 條の固定臺間にも繋ぎ鐵筋を挿入せり。

水壓鐵管の伸縮に備ふる爲め、各固定臺下部にマツフ型伸縮接合を設く、其の數 1 條に付 5 個なり。

鐵管 3 條につき固定臺 15 箇所の外中支臺 24 箇所、小支臺 81 箇所を設け、猶階段、昇降路、雨水溝等を設く。

保安裝置としてはエツシャー・ウイス會社製自動制壓器を備ふ。

第十二項 發電所基礎並に建築（附圖第三、第八參照）

鐵管線路の大部分と發電所、放水路附近一體の地盤は英雲安山岩より成る、此の岩は雲母の腐蝕せる孔を有し、其の外觀大谷石に似て之よりも粘着性に富む。

發電所基礎の掘鑿は此の岩質により比較的容易に進捗せしめ得たり、即ち川岸よりベアリング室床面へ 3 本の通風坑を掘りて之を作業坑に利用し、其の下部水車室へ 2 本の作業坑を穿ち、更に其の下部放水溝と放水路との境界附近に斜坑を下ろして、地表と合せ 4 階段より同時に掘鑿し最後に之を打抜きたり。地表の掘鑿は捲揚機を使用して發電所下流の土捨場に運搬し、發電室以下の礫は作業坑より川岸に出で、本川に架橋して對岸土捨場に搬出せり。

掘鑿終了後寒氣に對し上家、煖房、混捏水用湯沸し等の設備を爲して放水溝より順次上方へコンクリートを打ち上げて基礎工事を終り、其の上に發電所建物の建築を爲し、其の完成に先立つて機械の据付けに着手し、クレーンを使用し得るに至り之によりて据付を完了せり。

發電所建物は鐵筋コンクリート造，陸屋根とし，外面及内部腰廻りモルタル塗，其の他内面全部漆喰塗仕上とす，總建坪 196.30 坪にして其の内譯下の如し。

發電室	119.33
配電盤室	34.81
電話室	1.77
開閉器室	24.17
蓄電池室	8.85
事務室	7.37
計	196.30

發電室は軒高 46.3 尺，其の大き壁内法にて幅 35 尺，長さ 120 尺にしてクレーン軌條面は床面上 33 尺の高さにあり。發電室床面より 15 尺高く，發電室と相接して軒高 20.3 尺の配電盤室を設く。其の大きは内法にて幅 22.4 尺，長さ 57 尺にして，其の内に幅 7 尺，長さ 8 尺の電話室を設く，發電室床面迄の掘鑿は平均 18 尺にして，床は 2 本の縦桁並に 4 本の拱狀横桁によりて支持せられ何れも鐵筋を挿入す。

發電室床下を軸承室となし，其の床下を更に水車室となす。

水車室天井は鐵筋コンクリート造の連續せる拱となし幅 31.35 尺，長さ 110 尺，拱矢 5 尺にして，軸承室と同様に四方コンクリート壁を以て包む，發電室床面と水車室床面との高低差 34.98 尺にして，水車室床面より 23.6 尺下りて放水溝敷となる。放水溝は幅 26 尺，長さ 105 尺にして放水路隧道に連る。

第十三項 水車及調速機

(イ) 水 車

種 類	縱 軸 Single runner, Single discharge, Francis Turbin
馬 力	規 定 8 500 馬力 (使用水量 295 個)
	最 大 11 000 " (" 335 個)
廻 轉 數	毎分 500 回
個 數	3 台
製 作 者	エツシヤ・ウイス會社

(ロ) 調 速 機

種 類	自動油壓及手動調速機
製 作 者	エツシヤ・ウイス會社

(ハ) 水車及發電機の軸

長 さ	14 485 m/m	直 徑 300 m/m
-----	------------	-------------

第十四項 電 氣 工 事

(イ) 發 電 機

型	縱軸田磁廻轉型
直流交流の別	交 流

キロワット數	6 000 キロワット
力 率	90 %
電 壓	6 600 ヴォルト
相	3 相
周波數	50 サイクル毎秒
廻轉數	毎分 500
結線法	星 型
勵磁法	單一勵磁
個 數	3 個
製作者	ウエステイングハウス會社
原動機との接続方法	水車に直結

(ロ) 勵磁機

キロワット數	54 キロワット
電 壓	250 ヴォルト
廻轉數	毎分 500 回
個 數	3 個
製作者	ウエステイングハウス會社
原動機との接続方法	發電機と共に水車に直結

(ハ) 變壓器

型	セル型
キロヴォルト・アムペア數	6 700 キロヴォルト・アムペア
一次電壓	6 930, 6 600 及 6 270 ヴォルト
二次電壓	33 100 ヴォルト
相	單 相
周波數	50 サイクル毎秒
結線法	一次線側 デルタ 二次線側 スター
冷却法	油入水冷式
個 數	4 個 (常用 3 個, 豫備 1 個)
製作者	ウエステイングハウス會社
	發電所東側屋外に設備す。

(ニ) 所内用變壓器

型	コア型
キロヴォルト・アムペア數	50 キロヴォルト・アムペア
一次電壓	6 600 ヴォルト
二次電壓	200, 110 ヴォルト
相	單 相
周波數	50 サイクル毎秒

結線法	一次及二次線側 デルタ
冷却法	油入自冷式
個數	4個(常用3個, 豫備1個)
製作者	小穴製作所

(ホ) 電動發電機

種類	交流3相誘導電動機
馬力數	30馬力
電壓	220ヴォルト
電流	82アムペア
周波數	50サイクル毎秒
廻轉數	毎分900
個數	2個(常用1個, 豫備1個)
製作者	明電社

(ヘ) 蓄電池

種類	ベースト型
放電時間	8時間
放電容量	300アムペア時
個數	130個
製作者	日本蓄電池會社

(ト) 保安裝置

1. 發電機保安裝置

各發電機には3極油入自動遮斷器を備へ、發電機故障の際には一定最小差働繼電器によりて動作せしめらる、鐵蓋は第一種地線工事に依り接地せり。

2. 發電機母線保安裝置

母線には3相靜電式漏電計を備ふ。

3. 變壓器保安裝置

變壓器の一次及二次線側には夫々3極油入自動遮斷器を備へ、變壓器の故障に際しては平衡繼電器によりて動作せしめらる。外函は第一種地線工事に依り接地せり。變壓器二次側中性點は接地電流を50, 100又は200アムペアに制限し得る抵抗を以て接地す。

4. 所内用變壓器保安裝置

變壓器の一次側に3極油入自動遮斷器を備へ、一定最小逆時限過負荷繼電器によりて動作せらる。外函及二次線側の一端は第一種地線工事に依り接地せり。

5. 高壓側母線保安裝置

アルミナムセル避雷器を備ふ。

6. 送電線保安裝置

66000ヴォルト送電線には3極油入自動遮斷器を備へ、2回線宛並列使用の場合には平衡繼電器を用ひて2回線の選擇保護をなさしむ。各回線には檢壓器を備ふ。

第十五項 送電線路

發電所東側屋外開閉所より利根川本川沿ひ既設小松變電所に至る延長8.09哩間に鐵塔66

基を建設し 66 000 ヴォルトを以て送電し、小松變電所よりは既設 154 000 ヴォルト送電線により 4.6 哩を送電して湯宿開閉所に至り上越送電線（信濃川、東京間）に合せしむ。

鐵塔基礎工事は請負とし、上部建設工事は會社直營にて施行せり。

第十六項 放水路（附圖第九參照）

放水路隧道は長さ 105 間にして、勾配 1/1500 とし、卷立寸法は岩石の硬軟により丙、戊兩断面を適用す。放水路隧道出口には開渠長 31 尺あり、此の間に於て水路幅を漸次増大し其の末端に長さ 72 尺の溢流堤を設け、溢流水深 2 尺を以て直ちに片品川本川に放水す。

溢流堤の天端は發電所ドラフト・チューブ下端より 2.69 尺の上位にありて常に其の真空を保持せしむ。又此の天端は本川の河底より約 8 尺の上位にあり、現在に於て落差の損失を免かれざれども、本水路下流に上毛電力株式會社水路の取入口築造中なるを以て、該取入堰堤築造後平時に於て其の背水の影響を受けざる標高に之を定めたるものなり。

猶此の附近には下久屋用水路ありて舊上久屋發電所放水路より引用し居れるを以て其の用水路を此の新設溢流堤々内を通過せしめ、天端に幅 1.5 尺、長さ 3 尺の缺口 6 個を設け平時は溢流水を之より用水路に流下せしめ、發電所斷水の際には別個に用水路取入口より引水せしむる事とせり。

溢流堤は又洪水時に於て本川より土砂の放水路内に逆流するを防止する働きを爲す、其の堤下には排水管 2 本を挿入し平時は之を閉塞す。

第十七項 土 捨 場

土捨場は第一號より第二十號に至る 25 箇所にして、河岸、溪流、沼等の流水に浸潤の處ある箇所は最高水位以上 3 尺の高さ迄裏込コンクリート練積石垣を築造し、其の根入は深さ平均 3 尺以上となし岩盤に取付けたり。尙基礎軟弱なる箇所は別に根固工を施す。

捨土法勾配は一割五分乃至二割となし、法面は必要に應じ筋芝工、植樹又は礫石を以て張石工を施して土砂の崩壊を防ぐ。

其の他土捨場中に道路、用水路等の差しかゝるものに対しては其の使用目的に差支へなき様適當の設備をなせり。

第十八項 引水路亘長一覽表

名 稱	開 渠	隧 道	摘 要
取入口開渠	30.50		
排砂池	47.37		
第一號隧道		125.128	
岩室水槽餘水取入	19.17		
第二號隧道		62.194	
第三號隧道		399.848	

名稱	開渠	隧道	摘要
第四號隧道		423.901	
第五號隧道		344.084	
第六號隧道		446.529	
第七號隧道		418.864	
第八號隧道		306.741	
第九號隧道		432.033	
第十號隧道		338.551	
第十一號隧道		186.819	
第十二號隧道		295.501	
第十三號隧道		128.579	
第十四號隧道		264.731	
第十五號隧道		241.168	
第十六號隧道		105.274	
水槽開渠	40.64		
小計	137.68	4 519.945	以上引水路合計
放水溝隧道		17.500	
放水路隧道		105.000	
放水路開渠	5.17		
小計	5.17	122.500	以上放水路合計
合計	142.85	4 642.445	
總計		4 785.295	水路全長

第十九項 専用鐵道, 専用橋並に索道

1. 上久屋専用鐵道要項

動力	電氣力
軌間	2'~6''
單線, 複線の別	單線
軌道の亘長	4 哩 2 分 (本線)
最小曲線半徑	1 鎖
最急勾配	1/30
隧道	なし
橋梁	2 箇所
軌條の重量	25 封度 (但し發電所より終端迄零哩三分一厘の間は 18 封度軌條 に使用す)
轉轍器	重錘取柄式
轍叉	四番
栗枕木	長さ 5', 幅 6'', 厚さ 4'', 中心距離 2'
機關車	形式 ホツクスキヤホン型, 二輪聯結電氣機關車
	輛數 5 臺
	重量 4 噸 (英)

	電動機	25 馬力 2 個
	動輪 1 對の軌條面最大壓力	2 噸 (英)
	製造所	雨宮製作所
貨 車	車種	4 輪車
	輛數	20 臺
	自重	零噸 8 分 (英)
	積載重量	5 噸 (英)
電氣鐵道の方式	直流, 架空單線式,	600 ボルト
變電所	所在地	利根郡利南村大字沼須 (專用鐵道の約中央)
	最大出力	200 キロワット
	電動發電機	
	常用 1 臺 (芝浦製作所製)	
	200 キロワット (發電機)	
	600 ボルト (")	
	333 アムペア (")	
	300 馬力 (電動機)	
	2 200 ボルト (")	
	70 アムペア (")	
	三相式 (")	
	50 サイクル (")	

此の外既設電車軌道岩本變電所に 200 キロワットの廻轉變流機 (明電舎製) を増設して既設軌道の動力増加並に專用鐵道の豫備とす。

2. 屋形原専用橋要項

最小曲線の半徑	39 尺	
最急勾配	1/25	
軌道亘長	12.37 領	内 橋梁上 10.54 領 道床上 1.83
木鐵混用プラット式構桁橋	1 連	徑間 136' 高心々 25' 幅心々 16'
兩岸木桁橋	31 連	内 幅 14 尺, 徑間 10 尺, 6 連 幅 14 尺, 徑間 12 尺, 25 連

其の他は上久屋専用鐵道に準じ又は共用す。

3. 下久屋及上久屋索道要項

	下久屋索道	上久屋索道
樣式	玉村單線式	同上
線路の延長	2 205 尺	1 588 尺
兩端の高低差	364 尺	330 尺

	下久屋索道	上久屋索道
線路内の最大高低差	364 尺	330 尺
1 分時の運轉速	364 尺 (一時間約 4 哩)	同 上
1 日 12 時間の運搬量	上荷 144 噸 下荷 若干	上荷 240 噸 下荷 若干
貨物の種類	砂利, 砂, セメントその他	同 上
單獨貨物の重量及大きさ	1/6 噸 (45 貫)	同 上
搬車の間隔	303 尺 (50 秒毎)	同 上
所要動力	22 馬力	20 馬力
工費 (但し用地費を含まず)	25 401.50 円 { 11 431.50 円 製作品代 13 970.00 円 現場工事費	21 922.50 円 { 9 422.50 円 12 500.00 円
工程着手	11 年 7 月 15 日	同下久屋
竣工	11 年 10 月 19 日	
電動機	明電舎製 200 ホルト, 50 サイクル 6 極, 1 分間 1 000 回轉, スリップ リンク型, 開放式 25 馬力 1 臺	同下久屋 20 馬力 1 臺
調 帶	金色鳳凰印, 2 枚革	同下久屋
停車場	原動停車場は梁間 21 尺, 桁行 27 尺, 階下高 9 尺の二階建とし原 動室は階下を利用し側面羽目板張と す。伸縮停車場は梁間 21 尺, 桁行 36 尺の平家建とす。	同下久屋
支 柱	高さ 9 尺乃至 50 尺, 8 臺, 何れも錐 形にして側柱は末口 5 寸乃至 6 寸丸 太を使用し各部ホルト締めとす。	高さ 9 尺乃至 60 尺, 5 基 其他同下久屋
鋼索線	東京製鋼會社製, 徑 22 耗, 破斷力 29 噸	同下久屋

第二十項 工事に用諸機械一覽表

1. 空氣壓搾機 (電動機並にエアレシーバー共)

名	稱	容 量	臺數	使 用 場 所
サ リ バ ン	W.C.C.	12''×12'' 50 IP	1	取入口及第一號隧道
インガツールランド	E.R.I.	12''×12'' 75 IP	1	第一號, 第二號, 第三號隧道及岩室水 槽餘水取入
同 上	同 上	12''×12'' 75 IP	1	第三號, 第四號及第五號隧道
サ リ バ ン	W.G. 350	10''×10'' 50 IP	1	第三號及第四號隧道
同 上	W.G. 6	12''×12'' 75 IP	1	混攪土ミクサー・エンド・プレッサー使 用の爲め増設
同 上	同 上	12''×14'' 75 IP	1	同 上
インガツールランド		10''×10'' 35 IP	1	第八號及第九號隧道
同 上	N.E. 1	10''×10'' 35 IP	1	第九號及第十號隧道

名	稱	容 量	臺數	使 用 場 所
サ リ バ ン	W.G. 6	10''×10'' 50 IP	1	同 上
同	上	10''×10'' 50 IP	1	第十一號及第十二號隧道
インガソールランド	E.R. 1	12''×12'' 75 IP	1	發電所基礎, 鐵管線路, 水槽餘水路隧道
足 尾 式 串 型		12''×14'' 60 IP	1	放水路隧道
インガソールランド		10''×10'' 35 IP	1	放水溝及放水路隧道

2. シヤープナー

名	稱	臺數
サ リ バ ン	A 型 33 番	1
同 上	B 型 33 番	1
足 尾 式	5 番	2
ライナーインガソールランド	33 番	2
同 上	50 番	2

3. 鑿 岩 機

名	稱	臺數
ライナーインガソールランド	248 番	10
同 上	26 番	10
サ リ バ ン	D.P. 32 番	6
同 上	D.P. 33 番	2
足 尾 式	20 番	3
同 上	11 番	3

4. Concrete Mixer and Placer 及 Grout Mixer and Placer

名	稱	容 量	臺數	使 用 場 所
Ransome Carniff:		6 才	1	第四號隧道
Concrete Mixer and Placer				
Ransome Carniff:		3	2	第三號, 第四號, 第五號隧道
Pneumatic Grout Mixer and Placer				横坑メ切, 發電所基礎等

5. 碎 石 機

名	稱	容 量	臺數	使 用 場 所
サヤイレトリー型(佐藤製作所製)		7 ¹ / ₂ IP	3	取入口, 調整地, 第四號隧道
同 上 (アリス・チャーマー製)		10 IP	1	第十五號, 第十六號隧道
サヤウ型(大塚工場製)		7 ¹ / ₂ IP	1	鐵管線路及發電所

6. 混凝土混合機

名	稱	容 量	臺數	使 用 場 所
スミス・ダブルコーン型		8 才	2	發電所基礎同建築及鐵管線路
同上・キューブ型		4	1	第一號, 第二號, 第三號隧道
ランサム・ドラム型		4	3	第三號, 第四號隧道及放水路隧道

名稱	容量	臺數	使用場所
オースティン・キューブ型	4	1	第四號隧道及發電所基礎
橋本鐵工所・キューブ型	3	1	第三號, 第四號隧道

7. ポンプ

名稱	部	容量	臺數	使用場所	
井ノ口式タービンポンプ,	直結	2 ¹ / ₂ "', 7 ¹ / ₂ IP	1	發電所附近工事用水及變電所冷却水等	
同	上	同上	4"', 20 IP	1	水槽, 調整地, 鐵管線, 隧道, 下流部工事用水等
同	上	ベルト	4"', 35 IP	1	同上, 上段用
同	上	直結	4"', 20 IP	1	第四號隧道堅坑排水用
同	上	ベルト	3"', 15 IP	1	斜坑排水用
其の他數臺				取入口其の他排水用	

8. 捲揚機

名稱	容量	臺數	使用場所
單胴電動捲揚機	50 IP	1	鐵管線路, 鐵管据付用
同 上	25 IP	4	取入口, 第三號橫坑口, 堅坑, 斜坑鐵管線路, 發電所
同 上	15 IP	1	斜坑

第二十一項 運搬材料其の他

工事材料中砂利, 砂, 石材及支保工材の大部分は請負人に於て現場附近にて採取若しくは購入し, 其の下流砂利, 砂採取場よりのものは専用鐵道により更に索道に積み換えて工事現場に運搬せり。此の外セメント, 鐵材等の諸材料, 機械器具, 門扉類, 食糧其の他雜品等總て汽車便によるものは上越南線の沼田驛迄開通前は澁川驛に, 開通後は岩本驛に卸し電車營業線並に本章第十九項記載の専用鐵道, 専用橋及索道によりて現場附近に運搬せり。其の數量を略記すれば次の如し。

品名	數量	摘要
セメント	123 320 樽(此の重量約 21 910 噸)	大樽, ² / ₃ 袋入, ¹ / ₄ 袋入併用
水壓鐵管	750 噸	3 本分附屬品共一式
發電機, 水車, 變壓器及配電器具	930 噸	發電機, 水車各 3 臺分變壓器
雜機械, 諸材料及雜品	1 220 噸	4 臺分等一式
計	24 820 噸	

第三章 工 費

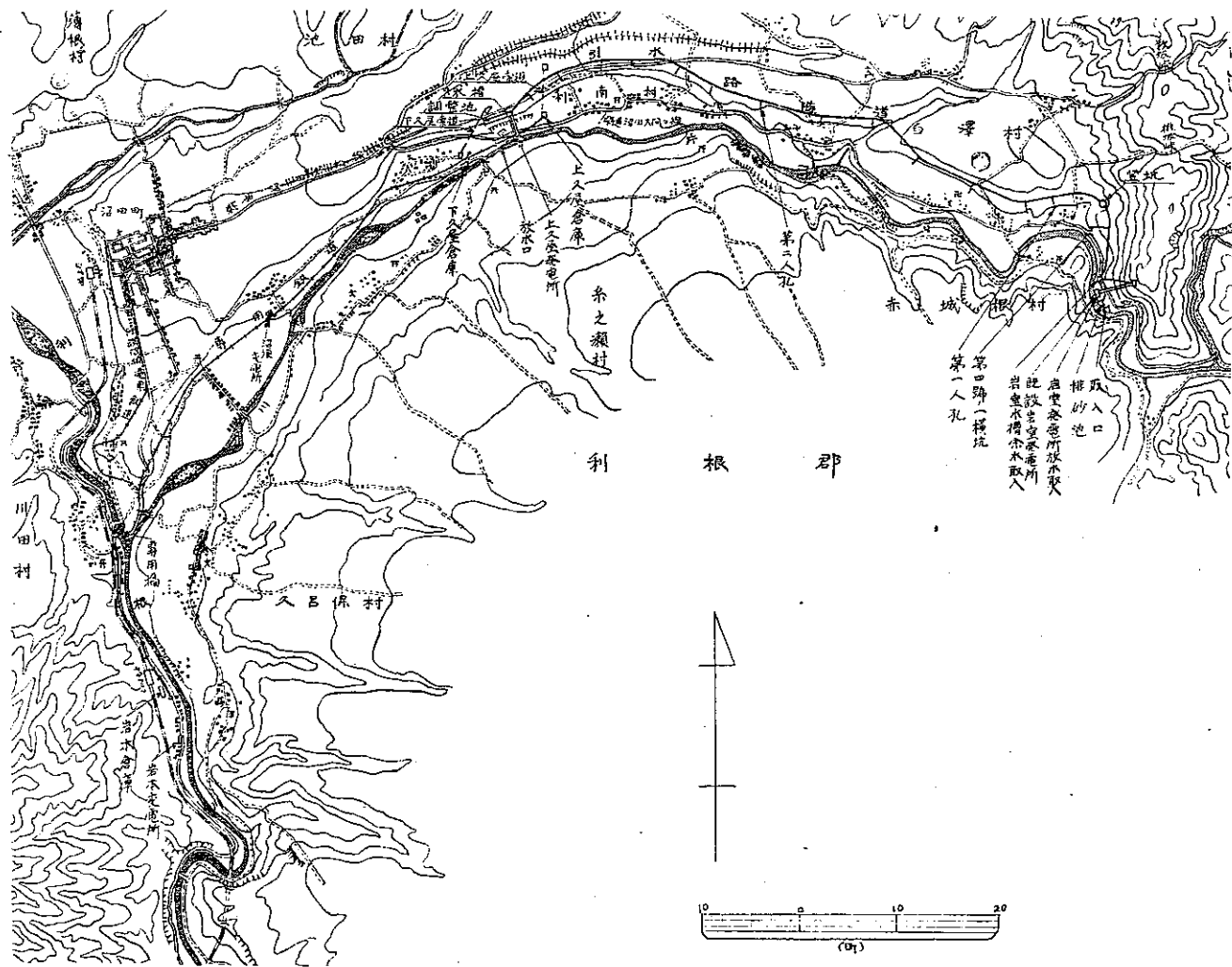
總工事費一覽表

款 項	款 項	備 考
水 路	6 272 121.97	
用 地	548 000.00	買收費, 借地料, 補償費, 諸掛
取 入 堰 堤	134 891.97	
取 入 水 門	122 370.51	
砂 吐 水 門	105 423.59	

款	項	款	項	備	考
水	路		魚道	62 557.81	
			取入口開渠	72 815.97	
			岩室放水取入	46 597.55	
			排砂池	142 269.31	
			岩室水槽餘水取	131 055.93	
			隧道	2 563 444.93	{全體の平均間口當工費 567.14 第三,第四,第五號(土質不良箇所)同上 971.83 第三,第四,第五號を除きたる殘部同上 426.15
			作業坑及人孔	261 789.05	
			水槽開渠	52 630.00	
			水槽	160 420.45	
			調整池	380 945.64	
			餘水路	52 347.56	
			調整池排水路	31 213.01	
			水壓鐵管製作,運搬,据付	382 084.22	
			鐵管線路土工	238 823.02	
			放水路	91 553.07	隧道及開渠
			土捨場	95 201.21	
			水路電話	3 069.48	
			動力設備	242 180.81	變電所,送配電線路,鑿岩機原動所,捲揚機,索道,碎石機,ミクサー
			雜工事	88 669.53	
			工事監督費	240 101.02	測量設計,監督費,事務所及見張所費,諸掛
	雜費	21 666.33			
地所家屋		430 984.33			
	用地	48 000.00	買收費,借地料,補償費,諸掛		
	基礎	210 228.08			
	建物	172 756.25	工費,諸掛		
運搬設備		389 642.88			
	用地	125 000.00	地代金,地上物件,補償費,諸掛		
	電氣軌道	203 962.28	電氣工事費,土木工事費		
	道路橋梁	58 680.60			
	工事監督費	2 000.00			
セメント運賃		267 493.61			
原動設計		353 979.00			
	設計費	3 035.00			
	水車及調速機	279 700.00			
	附屬機械	44 700.00	起重機,工具其の他		
	運搬費	7 061.20			

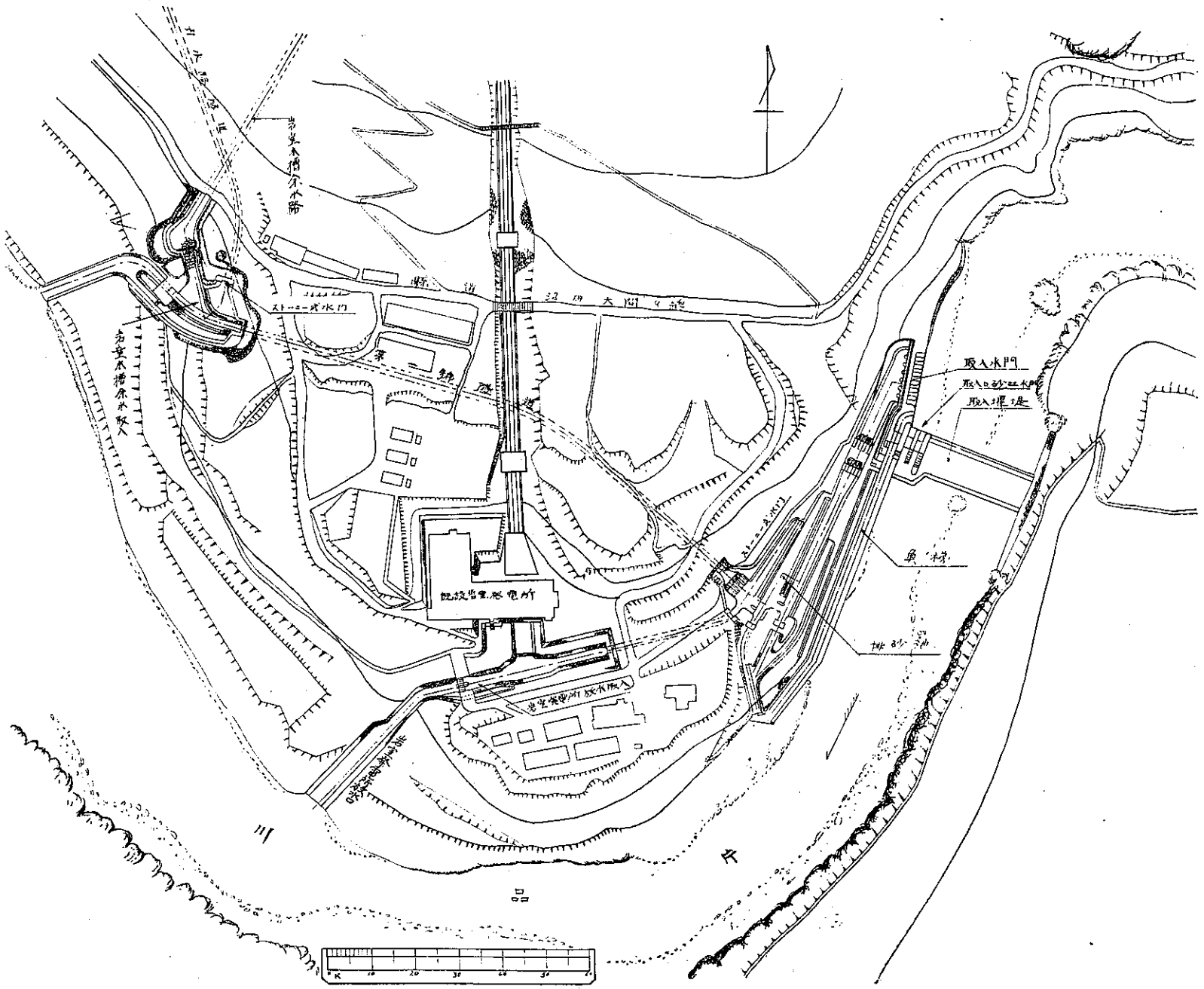
款	据 付 費	款	項	材料, 消耗品, 諸掛	考
發電設備		522 236.86			
	設 計 費		9 105.00		
	發 電 機		304 000.00		
	變 壓 器		6 000.00		
	配 電 器 具		104 000.00		
	避 雷 器		2 000.00		
	電 線		11 000.00		
	運 搬 費		29 683.96		
	据 付 費		56 448.20	材料, 消耗品, 諸掛	
變電設備		347 159.05			
	變 壓 器		160 541.60		
	配 電 器 具		104 376.00		
	避 雷 器		18 000.00		
	電 線		6 000.00		
	鐵塔其の他		15 500.00		
	運 搬 費		16 741.45		
	据 付 費		26 000.00	材料, 消耗品, 諸掛	
電線路		351 760.79			
	測 量 設 計 費		7 000.00		
	用 地		6 920.00	買收費, 交渉費, 諸掛	
	材 料		160 135.98	導線, 地線, 磚子, 鐵塔, 雜材料, 消耗品, 諸掛	
	運 搬 費		26 141.31		
	建 設 費		127 976.50	工費, 監督費, 補償費, 雜費	
	電 話 線 路		23 587.00	測量費, 用地費, 材料費, 運搬費, 建設費, 雜費	
總 掛 費		367 568.49			
	土 地 建 物		124 018.00		
	事 務 所 費		150 230.49	事務費, 給料, 手當	
	雜 費		93 320.00	協定費, 接待費, 雜費	
合 計		9 302 946.98			

附圖第一 水路位置圖



土木學會誌第十三卷第三號附圖

附圖第二 取入口附近平面圖



(上本會會誌第十三卷第二圖)

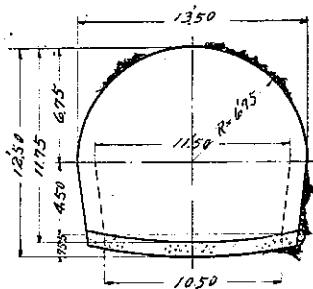
附圖第三 發電所附近平面圖



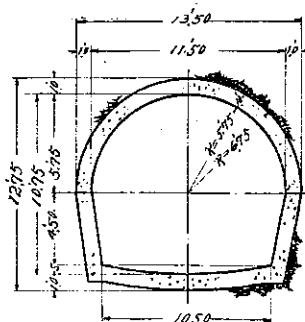
(土木學會雜誌第十三卷第三號附圖)

附圖第四 隧道定規圖

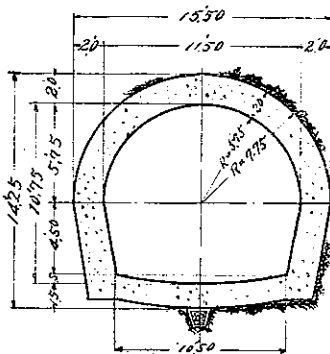
甲断面



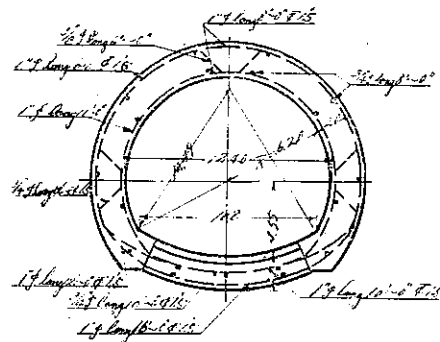
丙断面



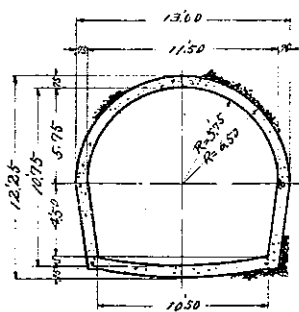
戊断面



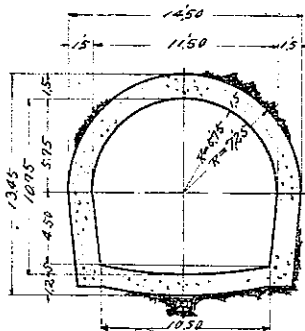
一重卷鉄筋入
九型断面



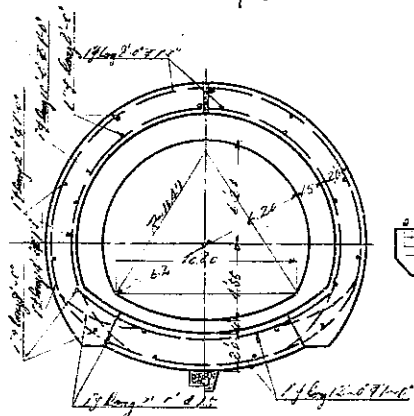
乙断面



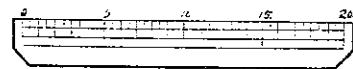
丁断面



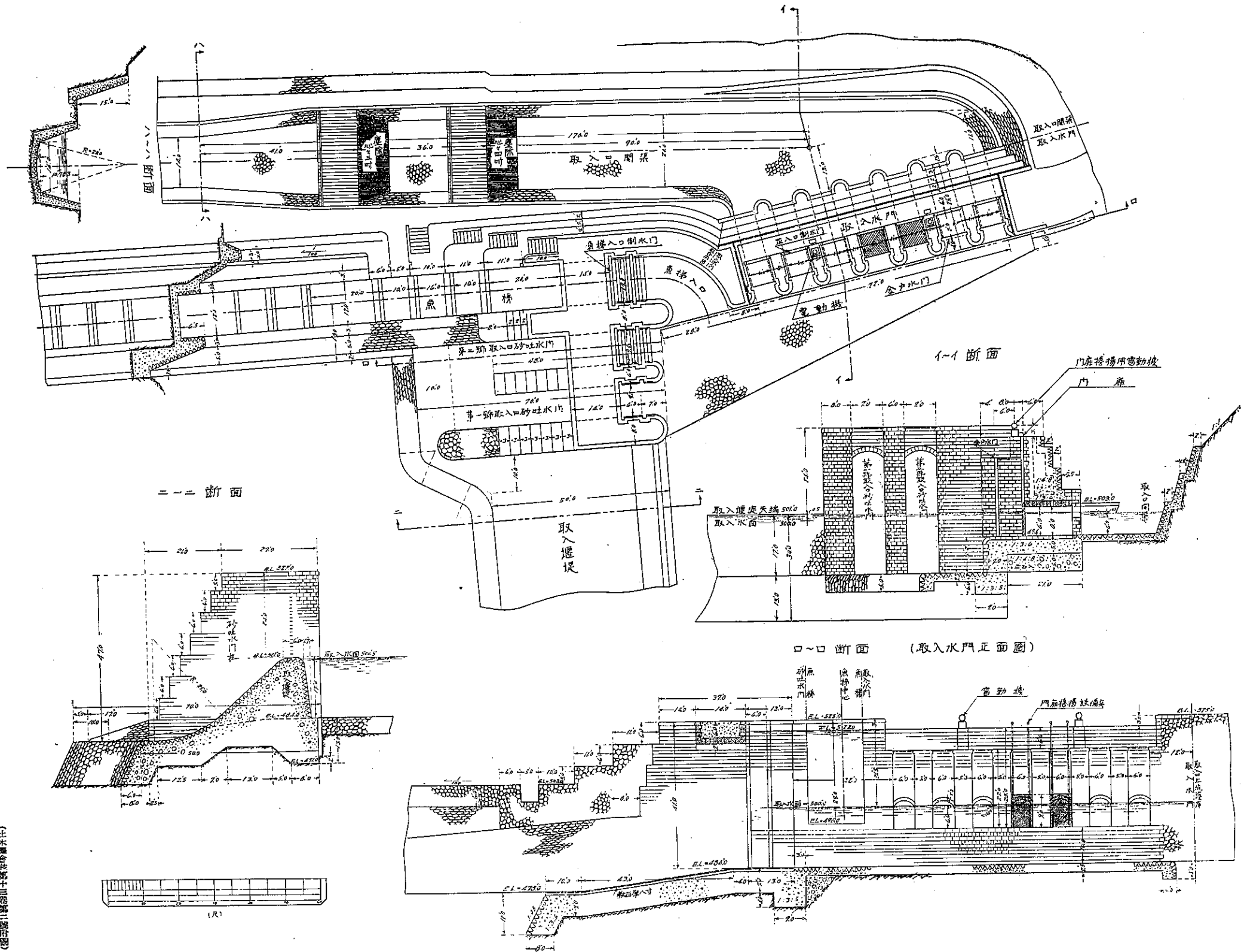
二重卷鉄筋入
九型断面



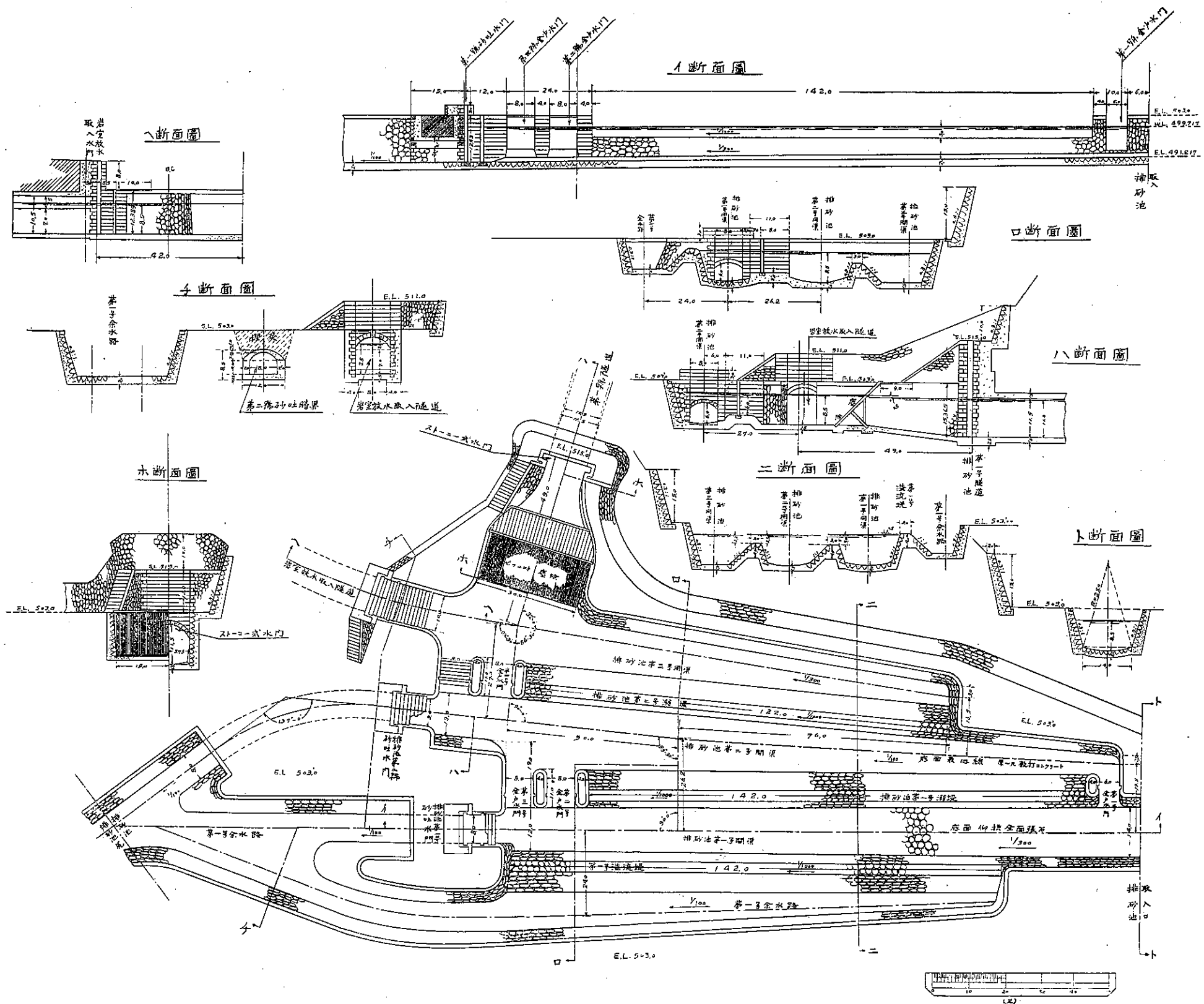
縮尺



附圖第五 取入口竣工圖



附圖第六 排砂池竣工圖

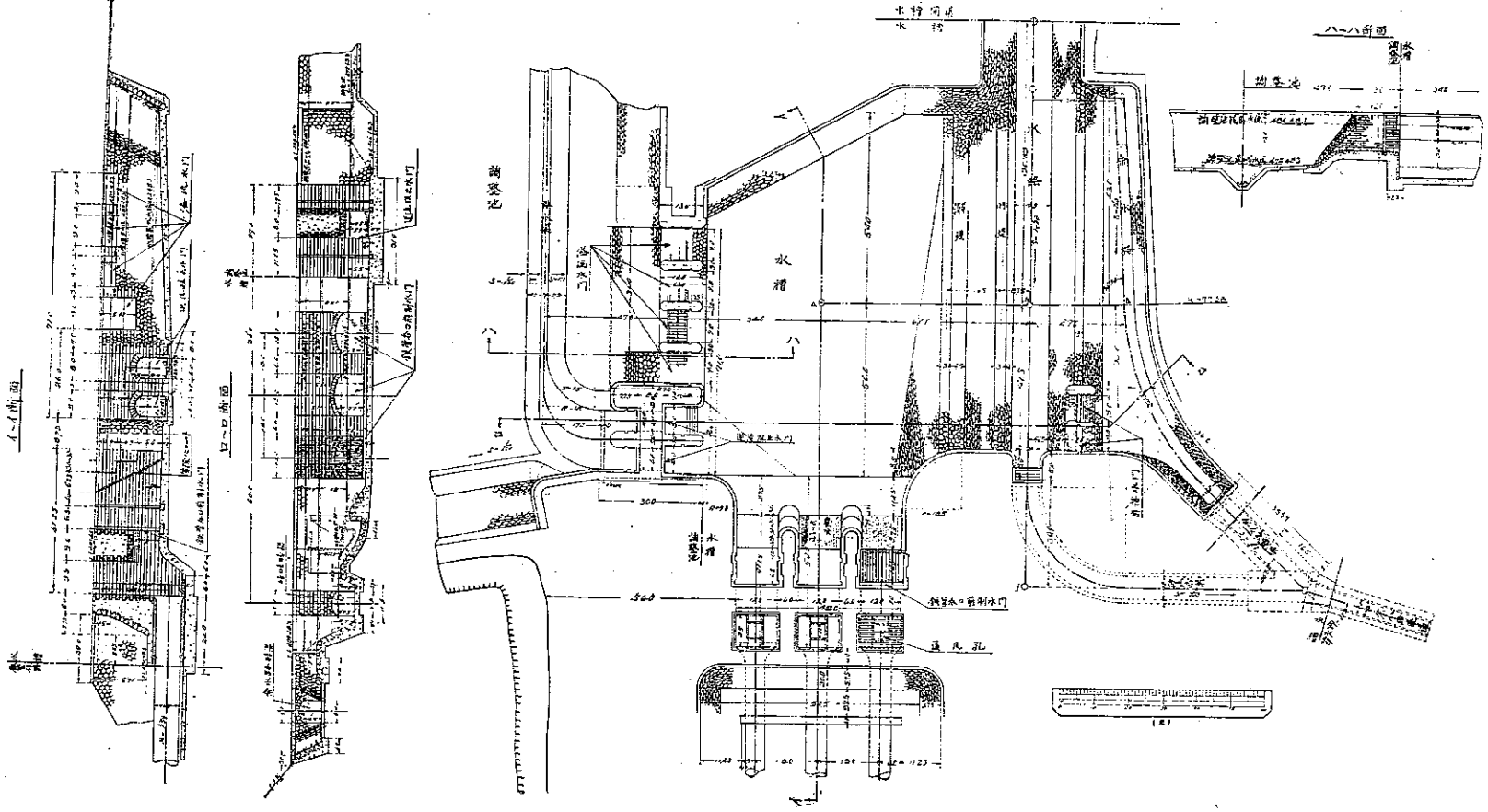


（本圖係根據設計圖繪製）



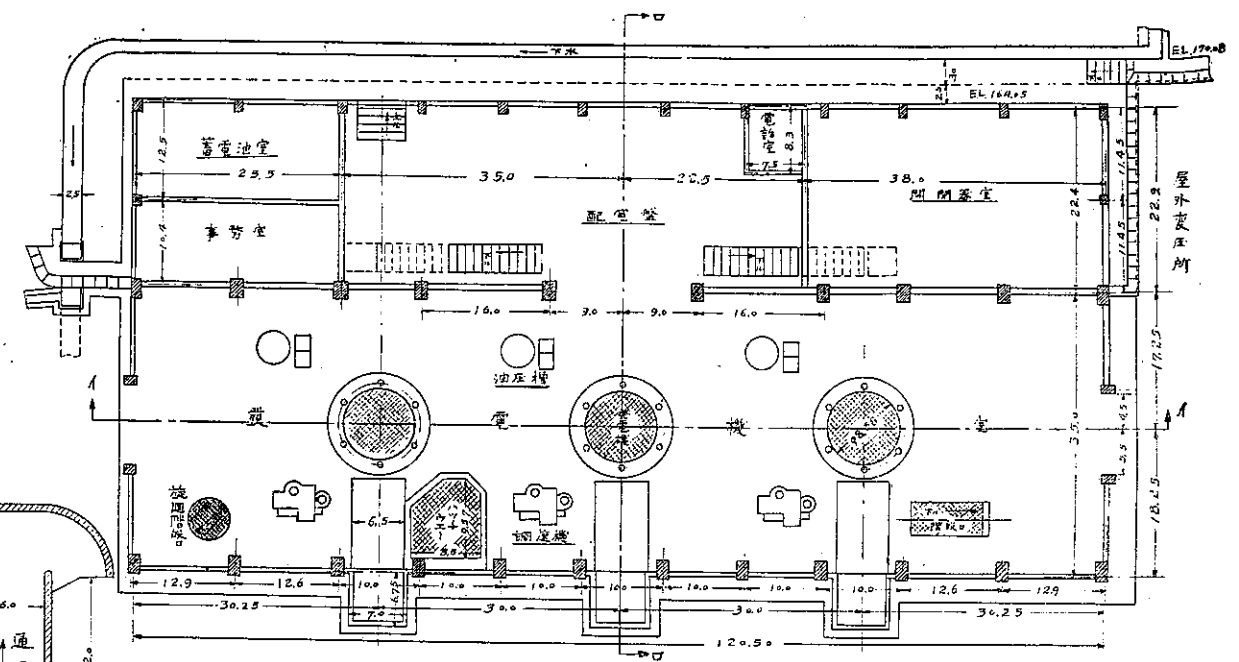
附圖第七 水槽竣工圖

(圖) 十三號門閘竣工圖

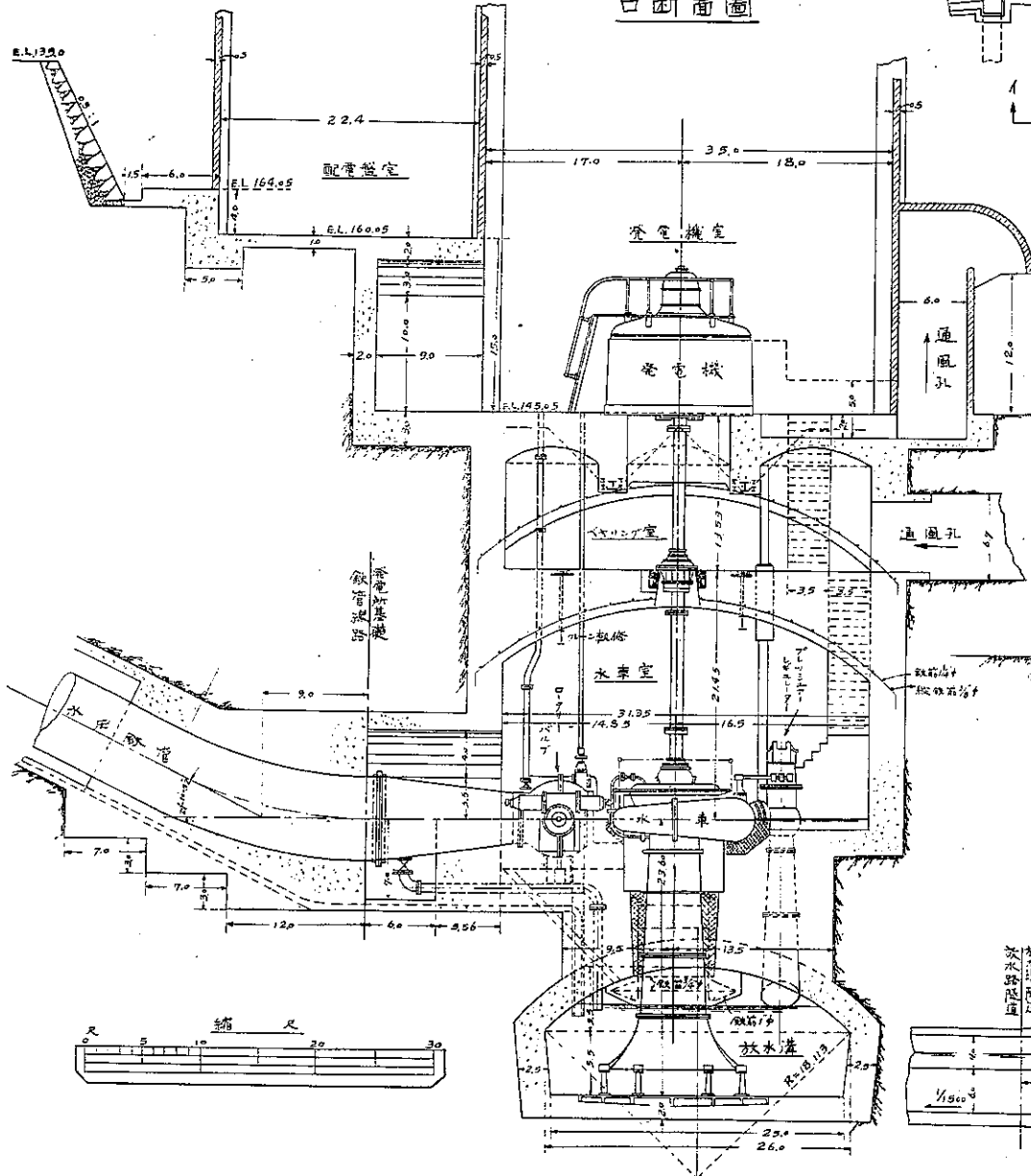


附圖第八 發電所基礎竣工圖

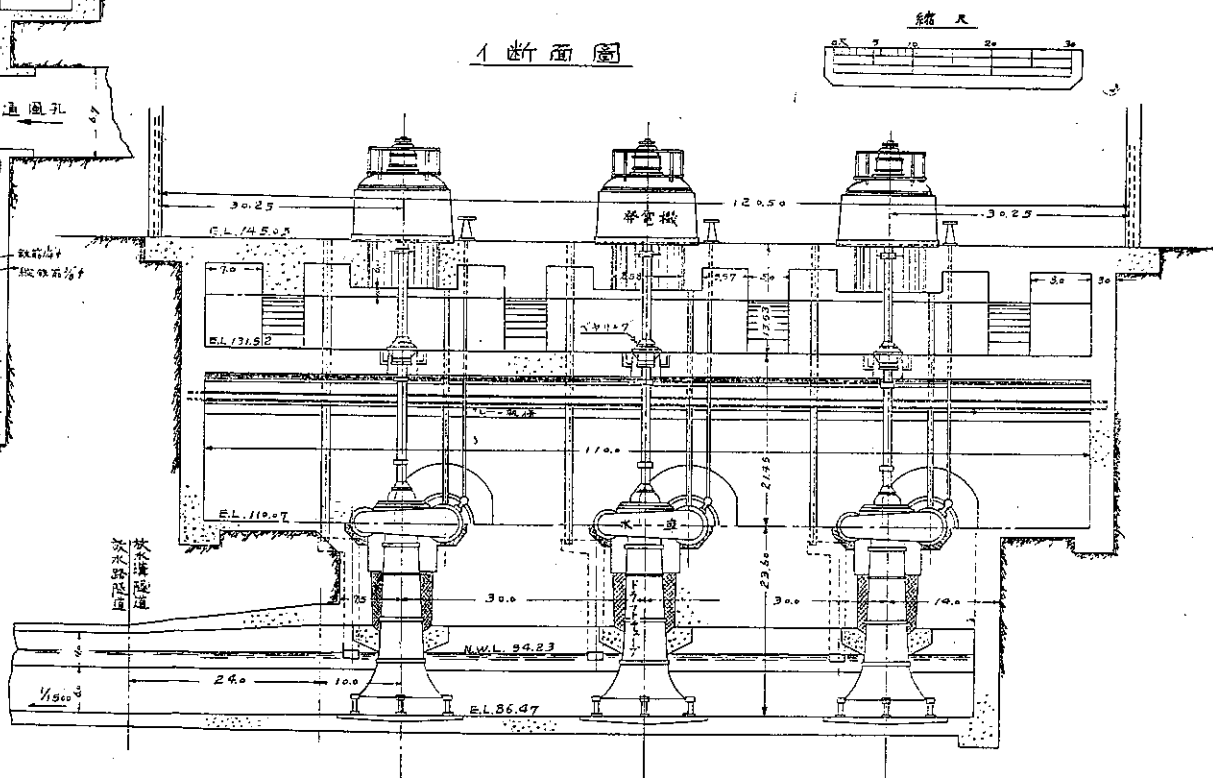
平面圖



口断面圖



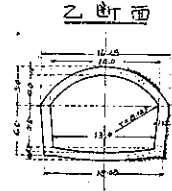
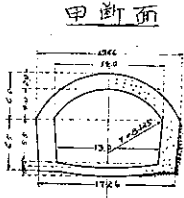
I 断面圖



土木學 第十三卷 附圖第八

附圖第九 放水路隧道並に出口開渠竣工圖

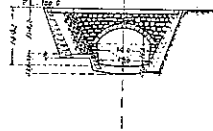
放水路隧道断面



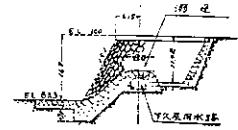
丁久原用水路暗渠断面



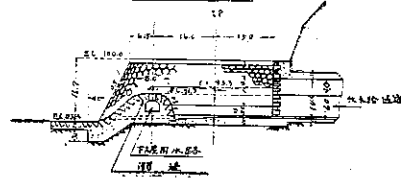
八断面圖



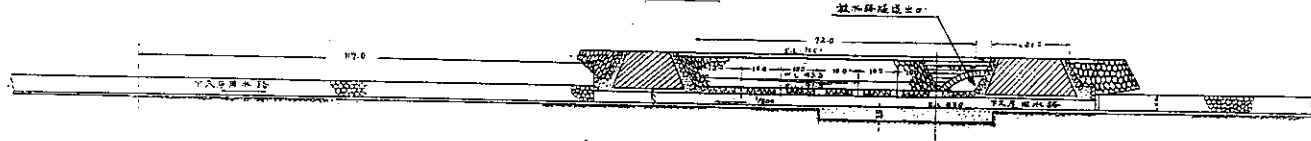
三断面圖



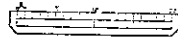
イ断面圖



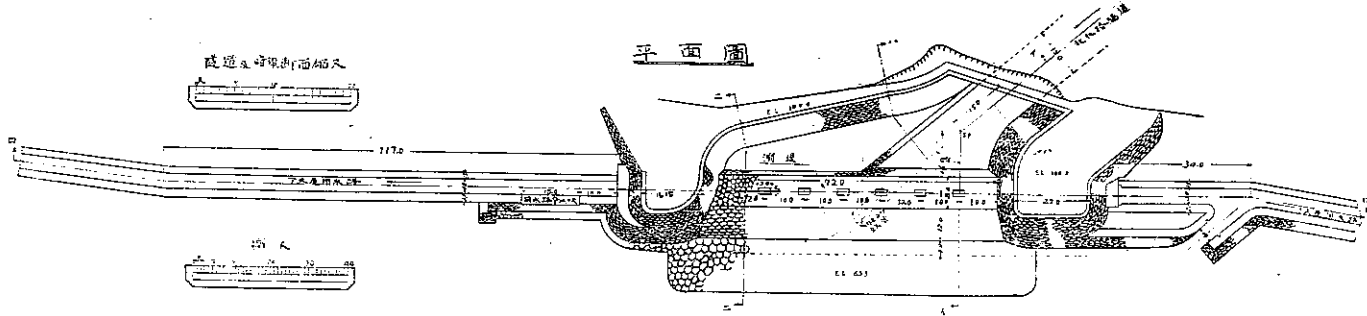
口断面圖



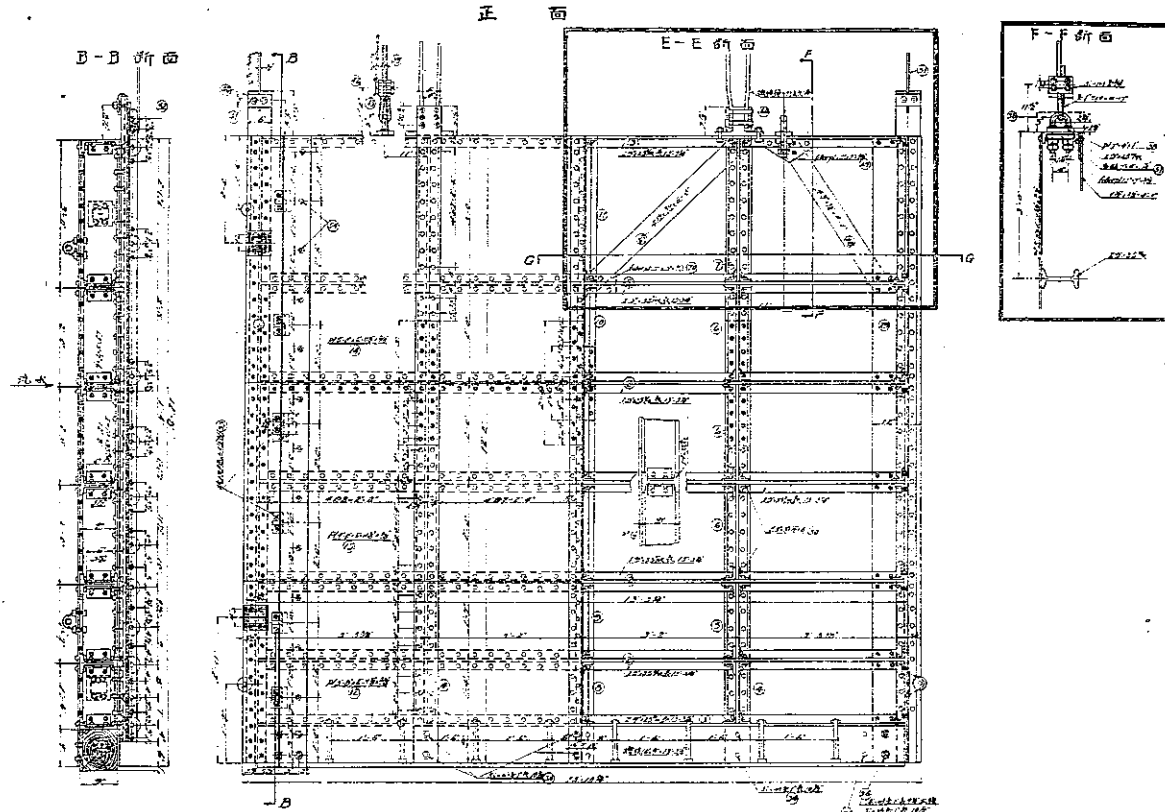
隧道及暗渠断面放大



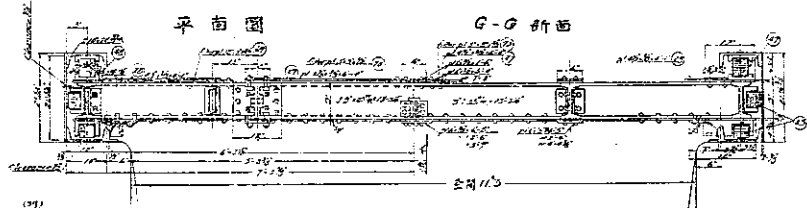
平面圖



附圖第十 其一 「ストーニー」式水門扉竣工圖



- 符号
- 面積 1-1 (1.5m²)
 - 面積 2-2 (1.5m²)
 - 面積 3-3 (1.5m²)
 - 面積 4-4 (1.5m²)
 - 面積 5-5 (1.5m²)

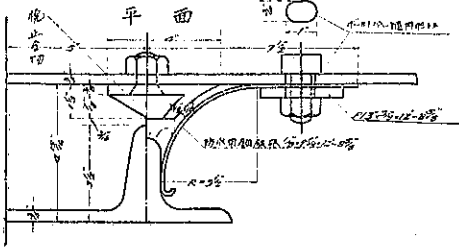


(日本橋金港第十三号第二型水門)

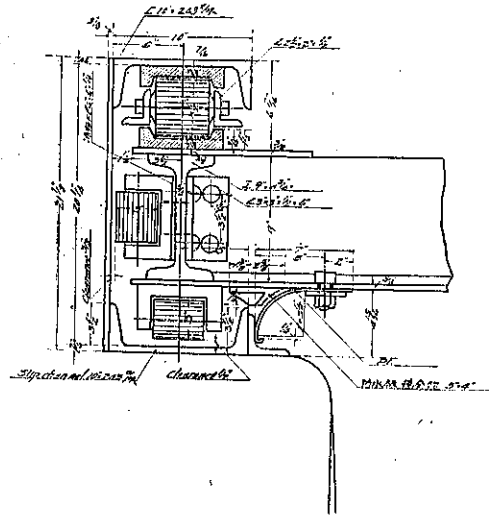
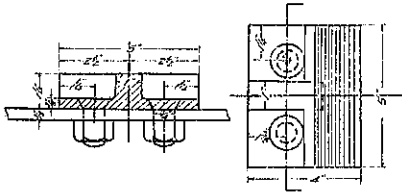


附圖第十 其二 「ローラー」及防水板明細圖

防水板及防止金物圖

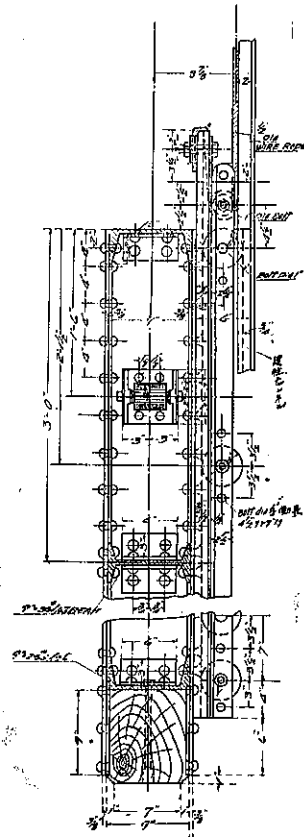
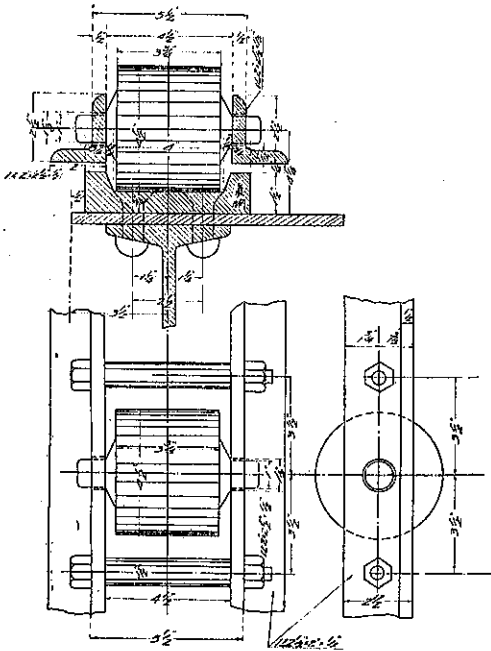


防止金物圖



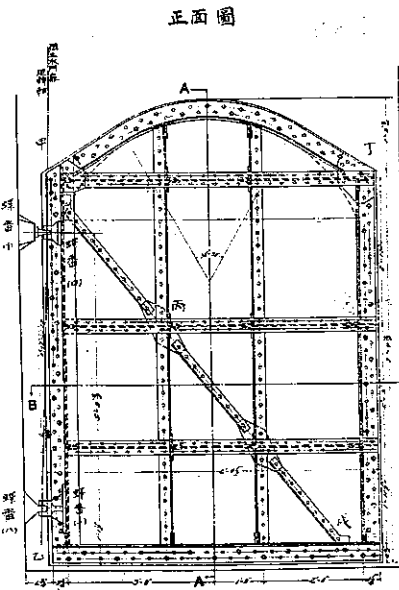
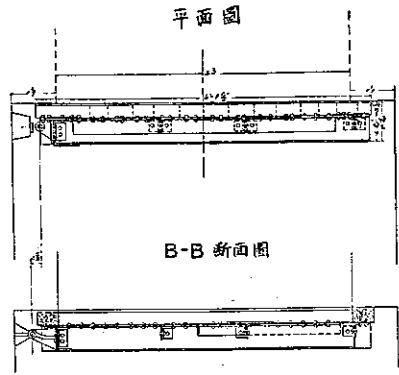
ローラー 取付圖

ローラー明細圖



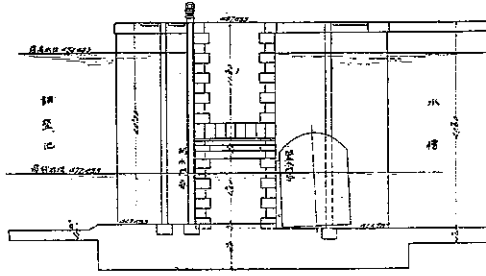
附圖第十一 其一 調整池水槽間逆流阻止水門設計圖

阻止水門扉構造圖

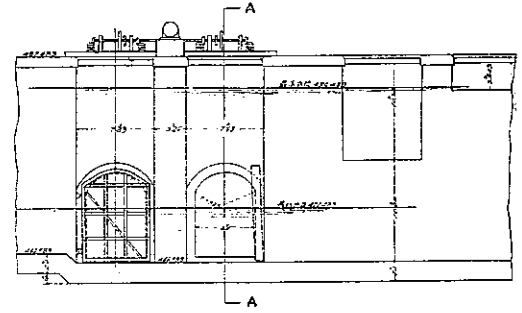


(土木學會誌第三十三卷第二號附圖)

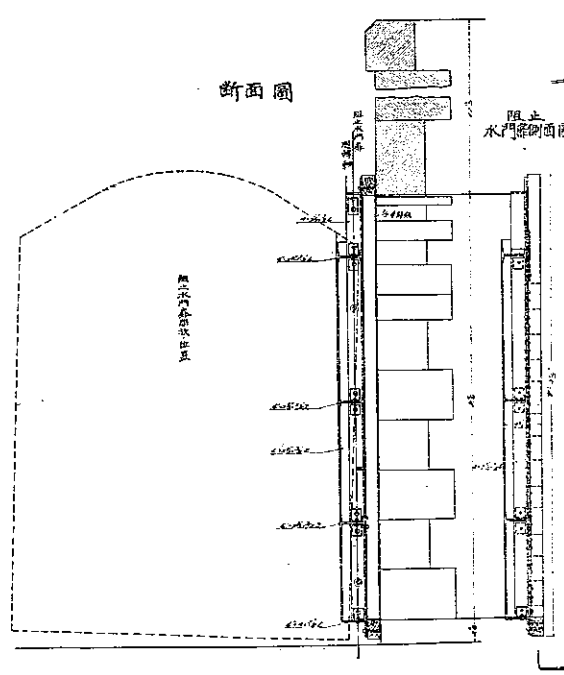
A-A 断面圖 水門構造圖



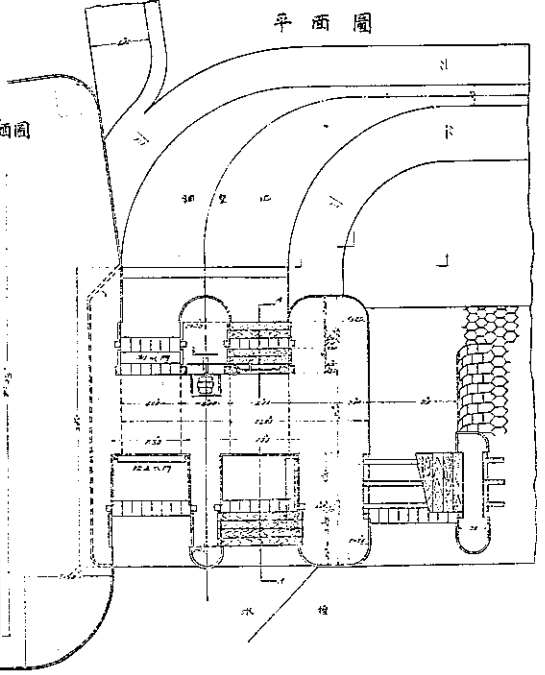
正面圖



断面圖

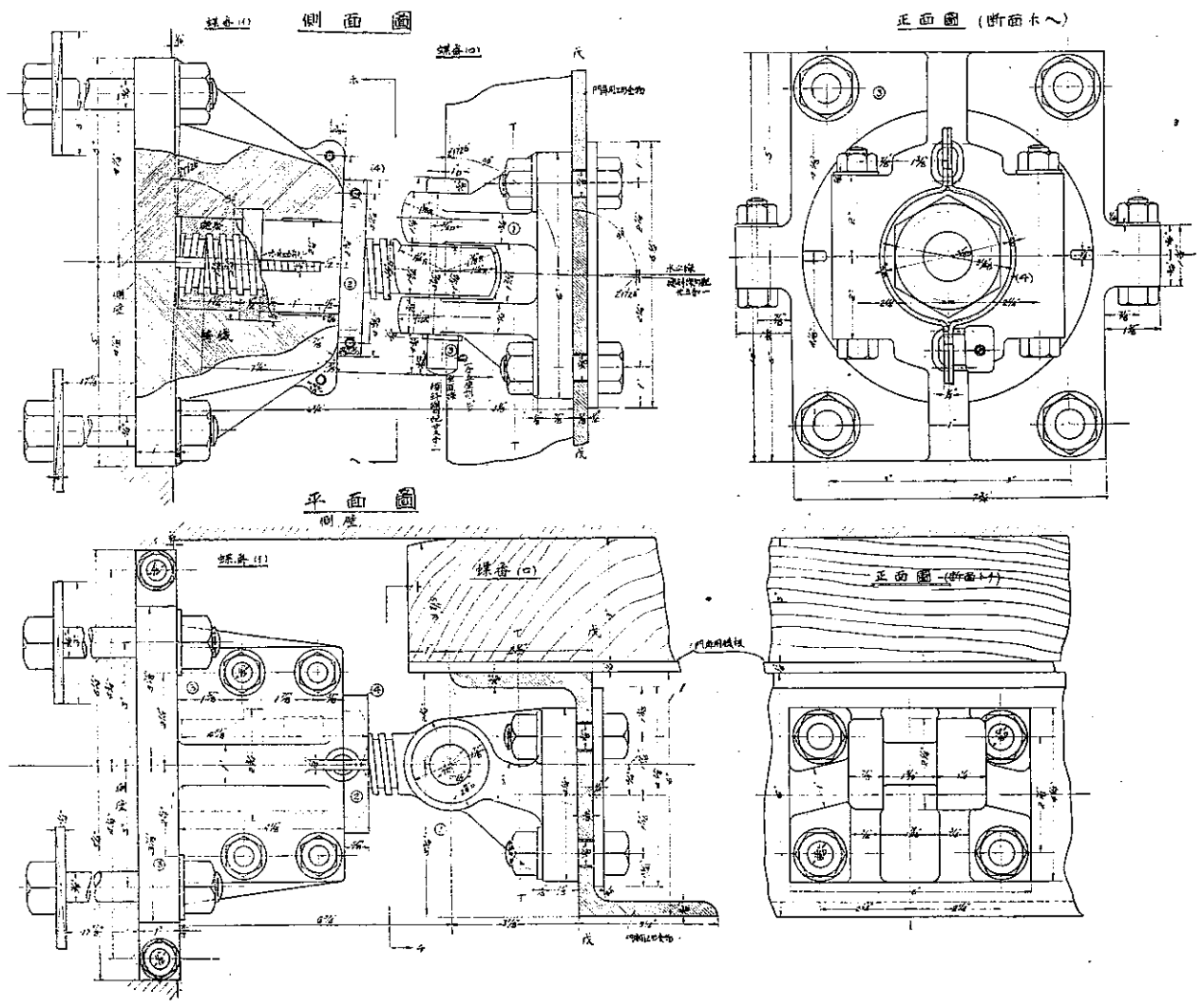


平面圖



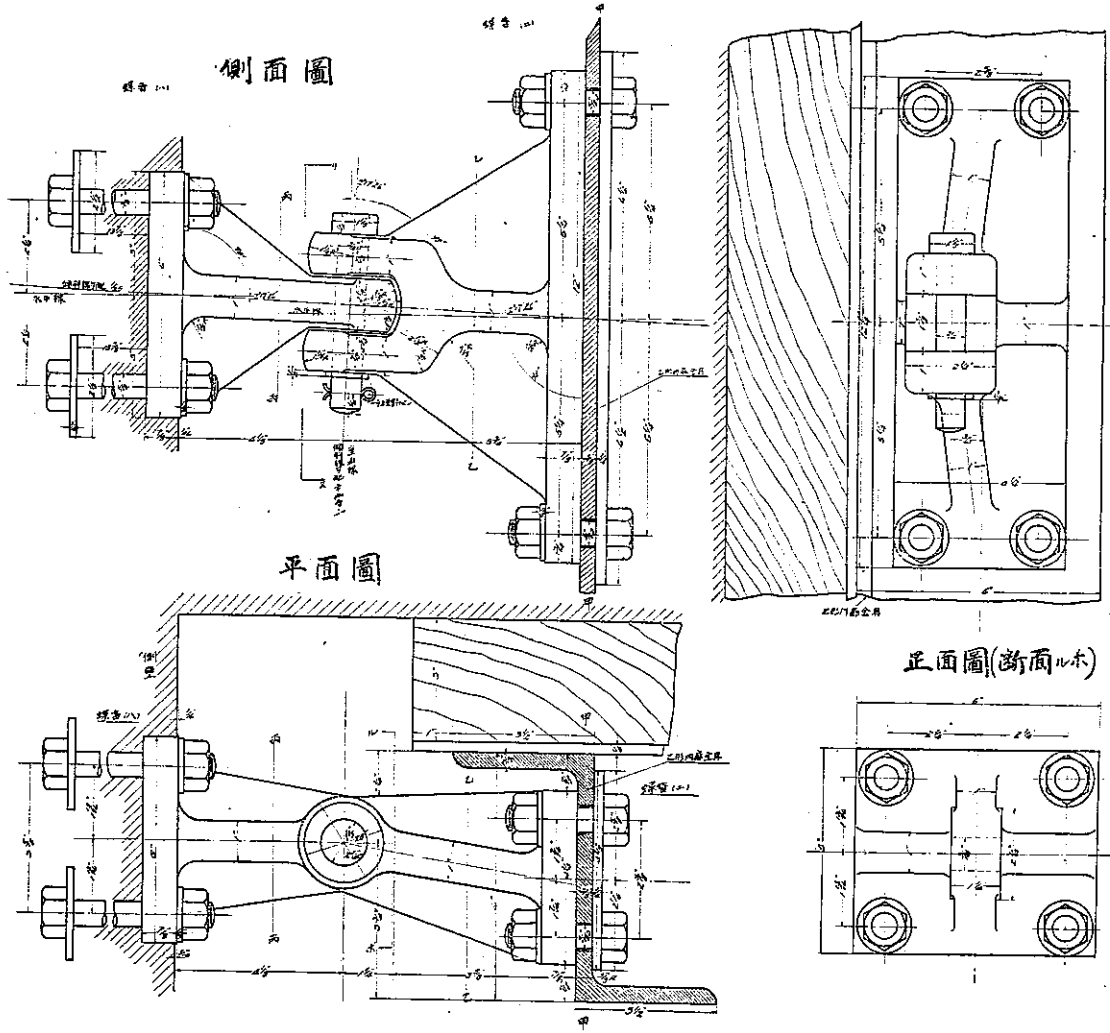
41-111-2

附圖第十一 其二 逆流阻止水門瓣番明細圖



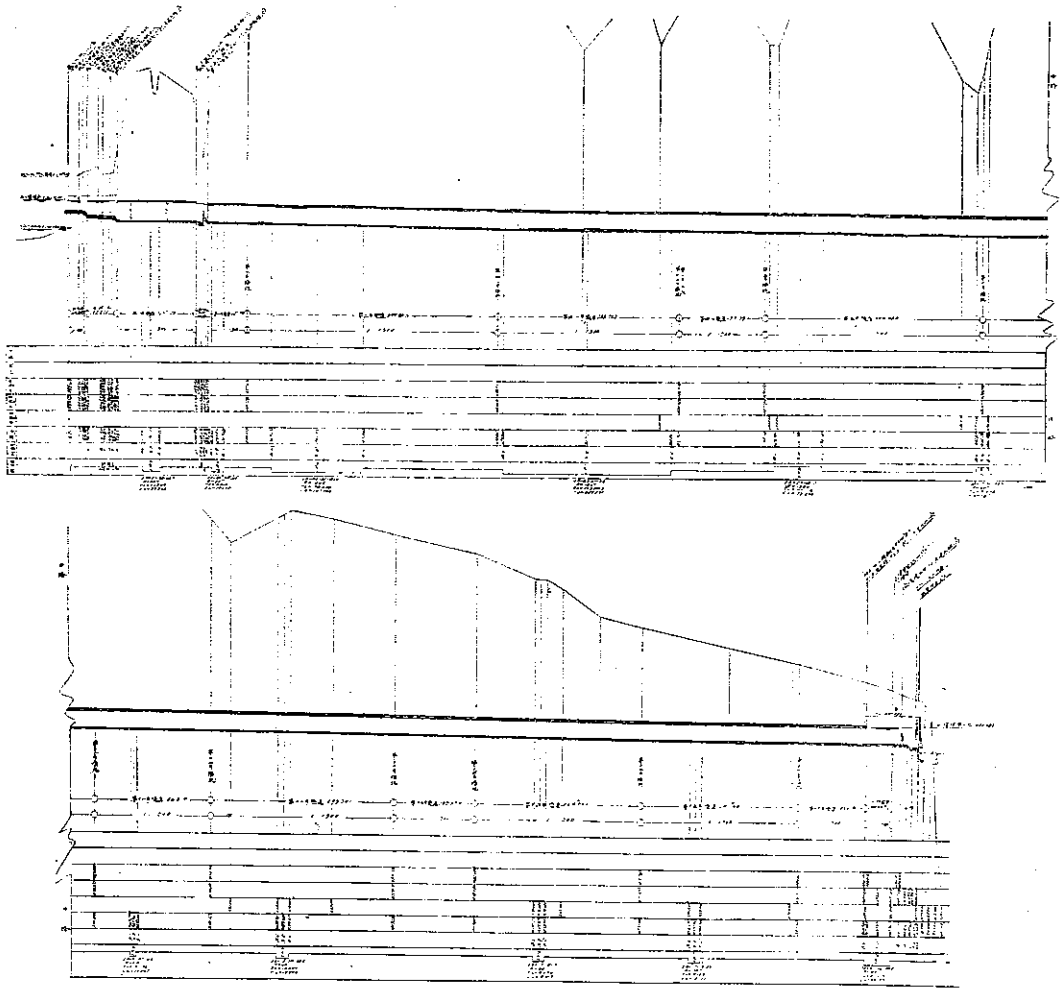
(圖中各部分均係由山十號鋼製成)

附圖第十一 其三 逆流阻止水門蝶香明細圖



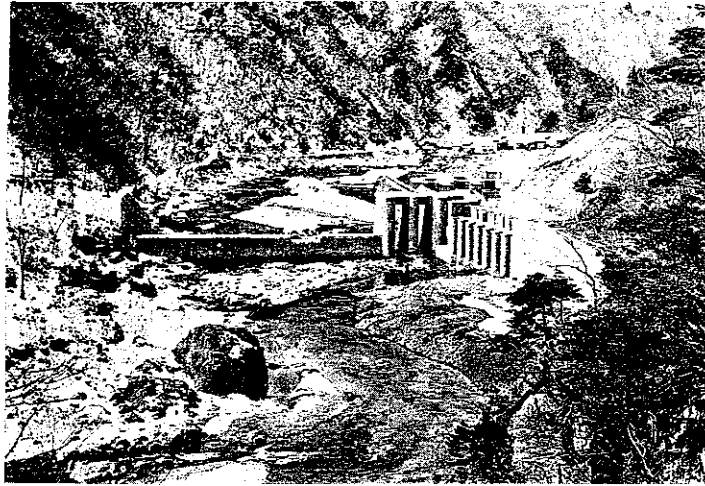
(圖) 第十三號圖(附圖)

附圖第十二 上久屋水路縱斷面圖



(土木學會誌第十三卷第二號附圖)

寫眞第一 水路取入口全景

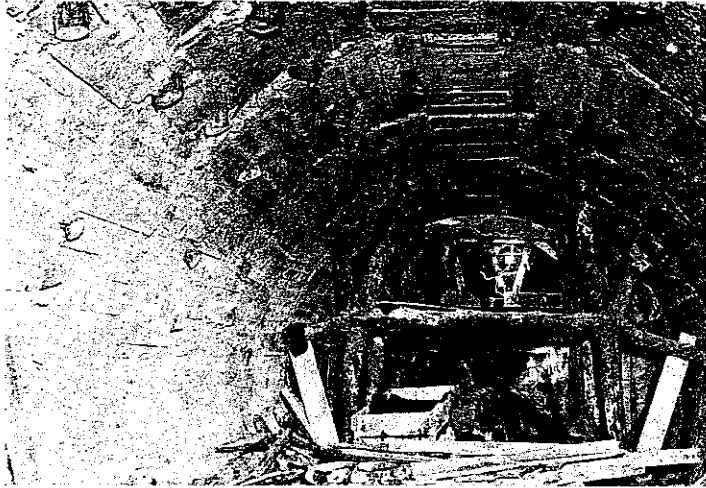


寫眞第二 水路排砂池



(排砂池尻より上流取入口方面を望む)

寫眞第三 水路取入口

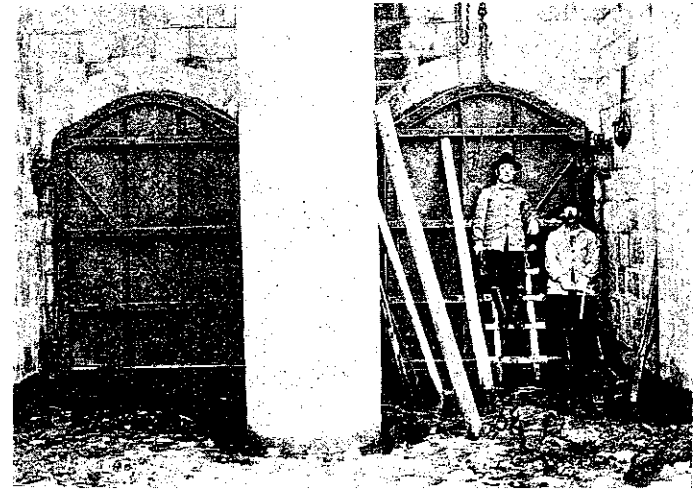


(土木學會誌第十三卷第三號附圖)

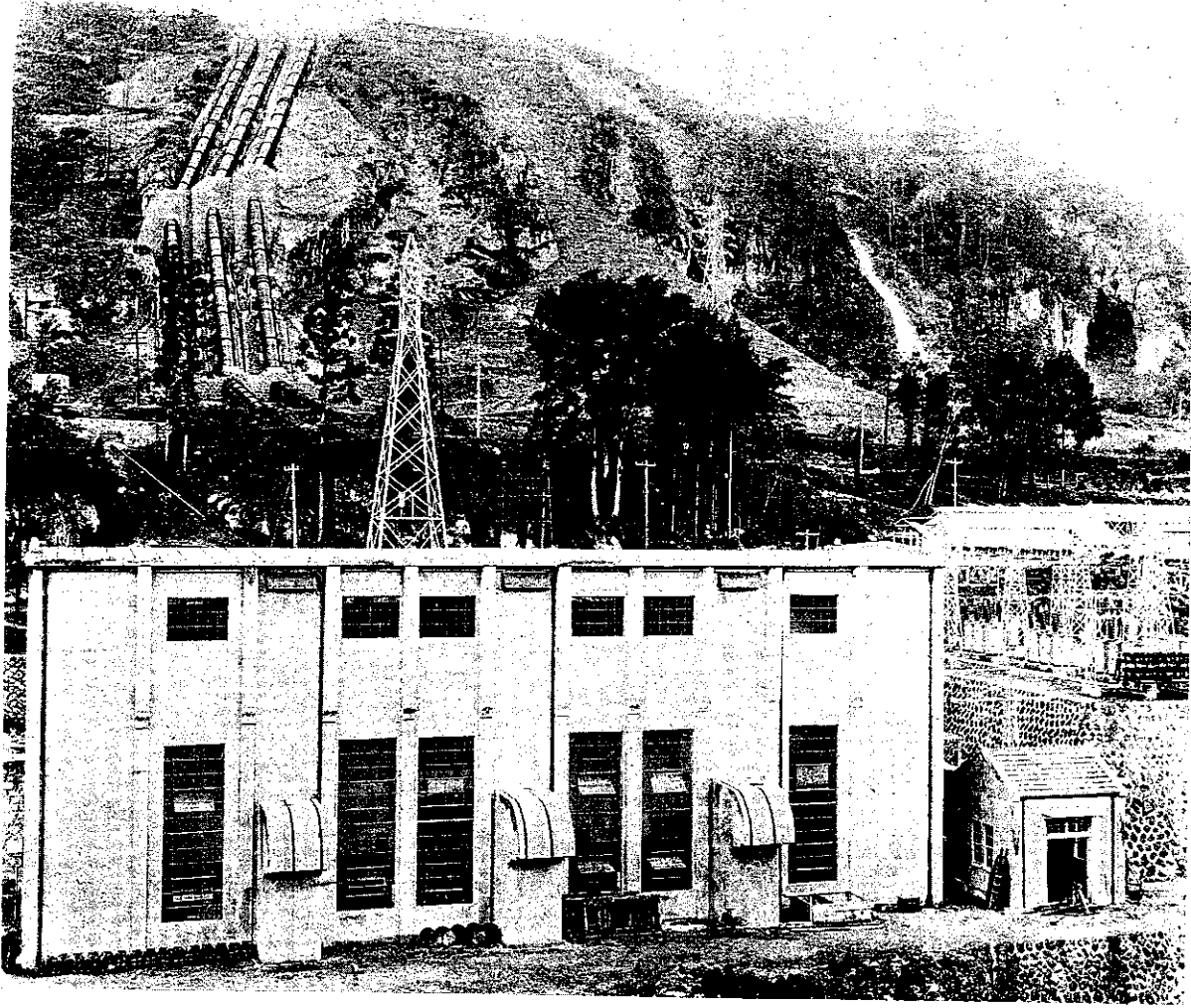
第四號隧道二重卷立の外巻

(外巻完成の後埋設の支保工を切去りたる所を示す)

寫眞第四 水路逆流阻止水門正面



寫真第五 發電所全景



(正水原金礦第十三號第二附圖)