

(第1圖) 上。田代川第一發電所、發電機
G. E. 會社製 16,000
K. W.

寫眞左よりガバナー、發電機、水車の順に見えるが、水車は發電機一臺に對し其の兩側に同型のもの一個宛在り。

(第2圖) 下。同上水車のノツブルの景

針の如く尖端の見ゆるがノツブルにして此の出入に因りて高壓水の量を調節するものである。

田代川發電所の建設工事寫眞狀況

大井川の水を富士川に落し

3千尺の高落差を利用したるもの

工 學 士 新 井 榮 吉

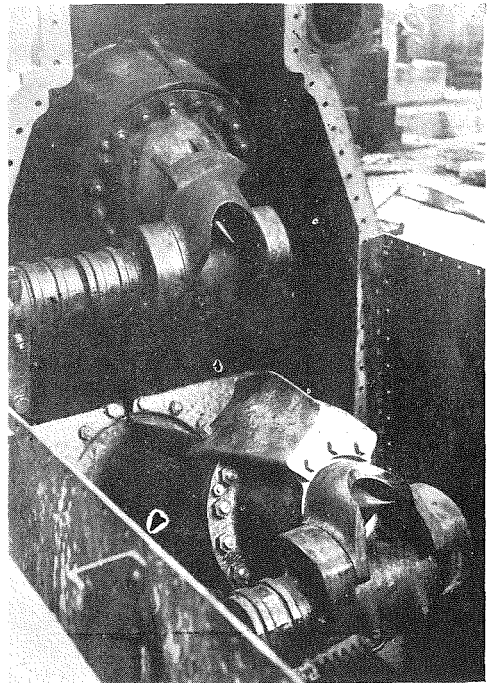
田代川發電工事は本年十一月の萬國工事會議に我國の土木論文として指定されたもの一で、一昨年未竣工した著名な工事である。寫眞を主としたい爲め掲載が遅れたのは残念である。(編者)

1、計畫の大要

【位置】 田代川發電所は静岡縣安倍郡、山梨縣南巨摩に跨り所謂南アルプス山系に屬し地勢極めて峻嶮なるを以て材料輸送並に工事施行上に種々なる困難に遭遇したものである。

【地形】 此の附近に於て富士川の支流早川と大井川の上流部田代川との高低差は約 3,000 尺にして而も其距離は極めて接近してをる。此の水力利用に最も便なる地點を選定して大井川の河水を早川に導き此所に田代川發電計畫を立てたのである。

此の田代川 3,000 尺の落差を一發電所に利用する最初の計畫であつたが、然し斯の如き高落差にするに一個の水量で 200 キロワットに相當するから施工に於ても容易ならん事である。それで之を2段に分ち其下流部を田代川



第一發電所、上流部を田代川第二發電所として2ヶの發電所を建設する事に變更された。而して其下段の第一發電所は山梨縣下の流域約2平方里の溪流を加へて利用される事になつた。

【施工】 工事着手は大正14年10月にして第一發電所は昭和2年8月竣工し、第二發電所は同年11月竣工した。

本工事は東京電力株式會社の經營であつたが後ち東京電燈株式會社に合併された、土木工事は請負施行さし間組さ日本工業合資會社が施工した。

【設計】 附圖に示す如く田代川二軒小屋の屈曲部に於て狭地を開鑿して河身の付替をなし彎曲部の上下に堰堤を築き貯水池をなし、之に所定水量を流入せしむる設備をなした。貯水池以下は耐壓隧道を以てサージタンクに導き鐵管路を経て第二發電所(上段)に入り茲に一度使用したる水を放水路より直に隧道に取入れ第一發電所(下段)水槽に導き同じく鐵管路を経て再び第一發電所に使用し其放水路は直に早川第一發電所の取入口に接続するものである。

各發電所の容量は

第一發電所(下段)

流域面積

9.11平方里

平均使用水量

136個毎秒

最大使用水量

217個毎秒(負荷率62.6%)

落差 1,180尺

最大出力

17,000 K.W.

第二發電所(上段)

流域面積

7.41平方里

平均使用水量

111個毎秒

最大使用水量

192個毎秒(負荷率58%)

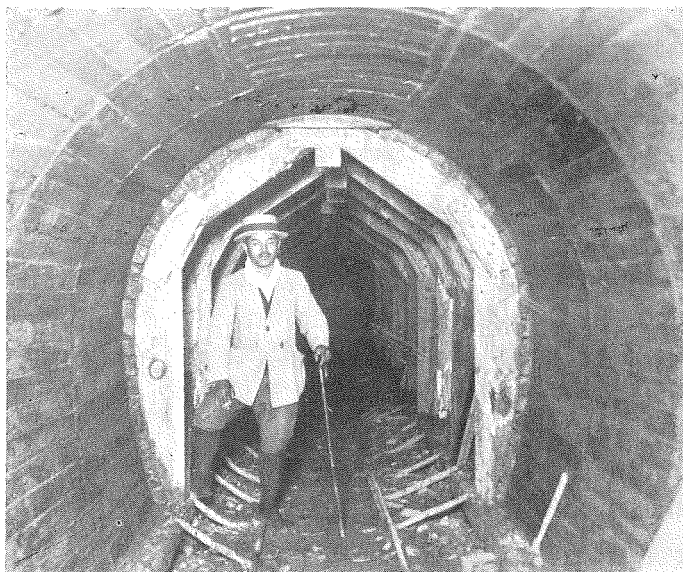
落差 1,704尺

最大出力 20,000 W.K.

2 特種構造

【取入口及堰堤】 取入口には附圖第3の如き構造の角落しを装置された、(之は新井工學士の考案になる特許品である、號を更めて詳報したいと思ふ) 此の角落しの作用は出水に際しては水位の上昇に應じて之を一個宛挿入して取入口の處を高め砂礫の侵入を防止する此の構造はクラッチの拔差しに依り1のハンドルを以て角落しを1個宛適宜に上下し得る装置である。

堰堤の排砂口にはローリングダムを装置された、従來ローリングダムの兩側には必ずラックエンドピニオンを取り付け居りて出水に際し之に砂礫木片等を嚙み、捲揚けに支障を來す恐があつた、然るに此のラックエンドピニオンは必ずしも必要なものでなく、設計の方法に依りては之を省略するも可なる事を確められ、先年早川第一發電所取入口堰堤に之を試みて好結果を得られたので再び之を田代川取入口に採用せられたのである。此のロー



(第3圖) 田代川第一發電所、第6號隧道内部、内徑6尺5寸、延長1,500間、勾配1:450

リングダムは田原製作所の特許品である。

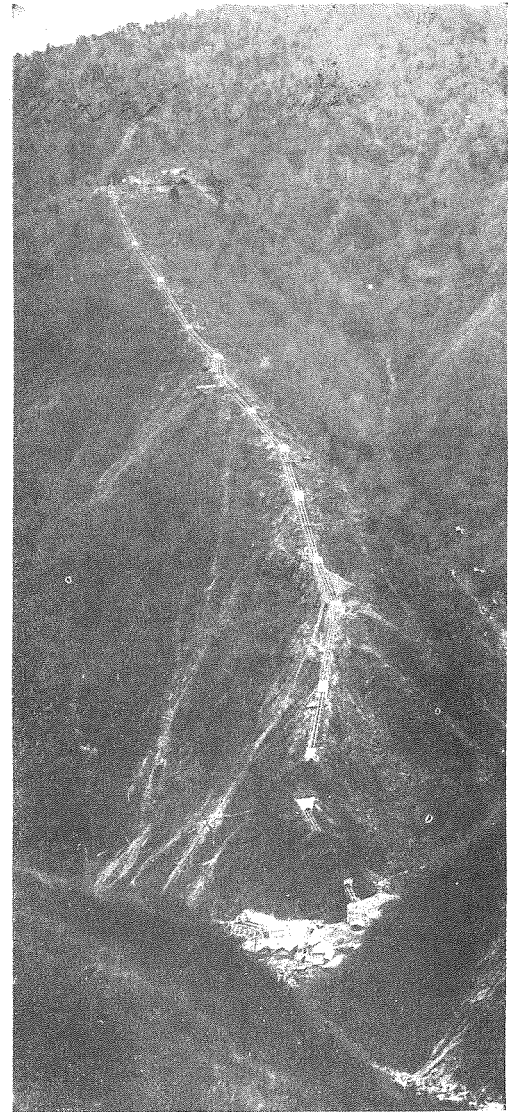
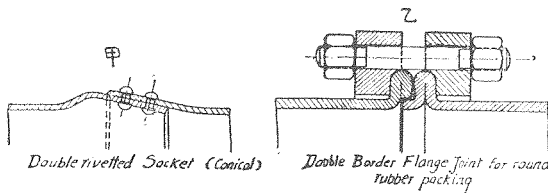
【耐壓隧道】 水路たる隧道の總延長 2,900 間で、其形狀は圖示の如く内徑 6.5 尺の圓形とし底部を幾分扁平にしたものである。

全部混凝土にて捲立て、岩質軟弱なる處は鐵筋混凝土を使用した。

以上の隧道は最大約 60 尺の水壓を受ける故、全部捲立混凝土の裏面にセメントモルタルを注入した。其方法は70封度の壓搾空氣を用ひ、1:3配合のセメントモルタルを、5間毎に設けたる隧道天端の穿孔から注入した、注入器は名古屋中央鐵工所の製品にして1臺1日 250立方尺の能率を有し、注入量は1孔に付き或物は20乃至30才、又或ものは500乃至600才に及び一定しないが全體を通じ平均厚約1寸に達した。

【サージタンク】 内徑45尺、高66尺全部鐵筋コンクリートとし防寒の爲めコンクリートの覆蓋を施設した。

【水壓鐵管】 水壓鐵管は厚さ $\frac{1}{2}$ 吋未滿を鉄綫管とし、それ以上の厚さは獨逸マンネスマン會社製ウエルデッド管を採用した、而してジョイントは厚さ $\frac{1}{2}$ 吋未滿をバンプジョイント(甲)とし、それ以上をダブルボルダージョイント(乙)とした。



(第4圖) 田代川第二發電所全景

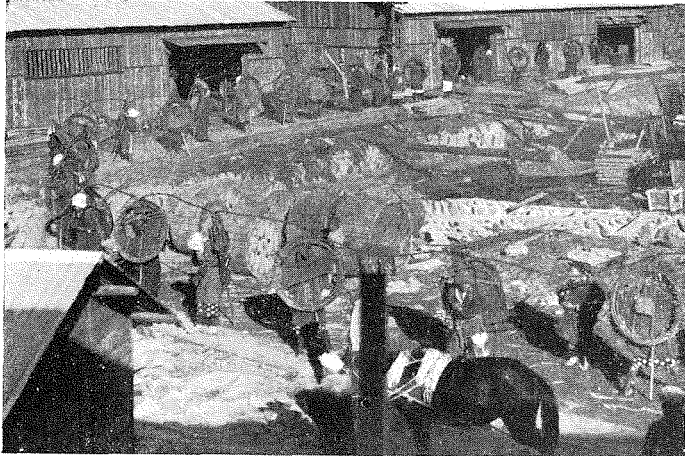
	静水壓	管列管	管長	管徑		水量	流速	
				上端	下端		上端	下端
第一發電所	1,180	2	1,800	1,250	900	217	8.12	15.65
第二發電所	1,704	2	3,187	1,200	850	197	7.80	15.51

【水車と發電機】 現今の水力工事に於ては水頭 600 尺内外を限度として以下は Reaction turbine 即ち Francis turbine を使用し、600 尺以上は Impulse turbine 即ち Pelton Wheel を使用する事となつてをる。

Francis turbine の長所はドラフトヘッドを放水面まで充分に利用し得るが、構造上高壓に耐ふるの製作が困難で、高落差の場合は構造比較的簡單な pelton wheel を採用する。而して pelton wheel に於ては水車軸から放水面まで10尺内外の落差は其構造上利用出来ない。

【高落差發電所の注意】 を要する點は水壓鐵

管及水車の安全装置である、萬一之に缺點ある場合は突然負荷の切れた際に水車及び發電機の空轉を起し破損の件ふ事がある。さればさて之を避くる爲めに一時に水を遮斷する時は Water Hammer を起して鐵管破裂の虞がある、依て之が安全装置としては種々なる考案があるが、其一にデフレクター、次にレリーフノツズル、次にフラツシャー等がある。



(第5圖) 索道用のワイヤーロープを隊列を作る人力にて運搬の景

デフレクターは負荷の切れると同時に一種の瓣の働を以つてノツズルより出るジェットを水車のバケツ外にデフレクトせしむる装置で一度、デフレクトしたジェットはオイルプレスに依りニードルを徐々にノツズルマウスに進めて漸次閉鎖するものである。閉鎖に要する時間は鐵管の長さ、鐵管内の水の流速等に依つて異れ共大體20秒乃至1分30秒位である。

田代川發電所に於ては此のデフレクターを採用した。而して試運轉の際の記録に依るに閉鎖時間1分15秒にして鐵管の水壓上昇は5%である、此の上昇率は閉鎖時間の調節に依つて増減し得るものである。

發電所名	田代川第二發電所(上段)	田代川第一發電所(下段)	
	高壓衝動水車	高壓衝動水車	
種類	馬力數	25,000 (2臺一組デ)	
	回轉數	375毎分	
水車	調速機の種類	自働油壓式調速機	
	臺數	2臺1組	
製作者	英國ボーピング會社	英國ボーピング會社	
發電機	直流別	交流	交流
	交流別	交流	交流
	ボル	13,000	20,000
	キア	率	0.8
	ンペ	電壓	12,000V
	ア	相	3相
	力	周波數	50サイクル
	數	回轉數	500毎分
	率	結線法	星形
	電	勵磁法	單一勵磁
壓	臺數	2臺	
12,000V	原動機と	直結	
3相	の連結	直結	
50サイクル	製作者	G.E.社	
500毎分		G.E.社	
星形			
單一勵磁			
2臺			
直結			
直結			
G.E.社			
G.E.社			

3、設計要點

【貯水堰堤】の設計は工學博士

物部長總氏の耐震計算法に基き其斷面を決定せられた、(土木學會誌第11卷第5號物部博士の論文を参照)

【サージタンクの計算】サージタンクの面積



(第6圖) 中州索道停車場及早川入り軌道の景、軌道延長13.5哩、ゲージ2'-6"



(第7圖) 廣河原索道停車場の景、索道は玉村式にして10.5哩、運搬能力1晝夜最大記録250噸、搬器 $\frac{1}{6}$ 噸。

はサージング・ウェーブの高低を斟酌して直径4尺寸定め、頂點は無益なる溢水を爲さざる限度とし、深さは突然負荷が切れてサージングを起し其のウェーブが最低に達したる瞬間に再びスキッチを入れたる場合ありし此の場合に於て一層水面低下するも尙鐵管入口上相當の水深を残す程度とせられた。

【水壓鐵管の厚さ計算】 管厚は $\frac{1}{16}$ を最小限度とし、鋸縫管は $\frac{1}{16}$ ウエルド管は1耗宛順次増加するものとして計算された。

【水壓鐵管アンカーボルト計算】 に就ては従來の方法に誤謬等あるを發見され新井氏が種々研究の結果考案された新公式を應用された、此等諸種の計算式は土木學會誌第13巻第6號を参照されたい。

【材料輸送】 高落差發電所の建設には材料の輸送に多大の困難を感じるものであるが、田代川發電工事に於ても幾多の難問題があつた、此の點は教科書以外の工事知識として知らねばならぬ大切な事である。寫眞及び圖面と對照して概略記す事にする。

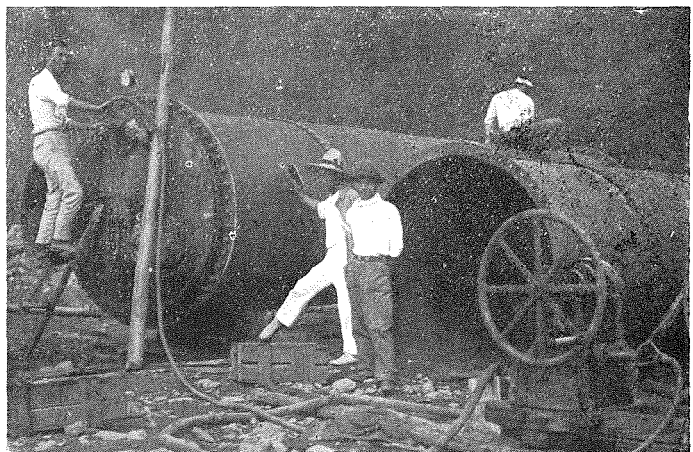
(1) 身延驛、早川釣橋間は幅2間最大勾配 $\frac{1}{15}$ の縣道で距離は5哩ある。此間には馬車牛車、トラクターを用ひた。

(2) 早川釣橋、新倉間は距離12哩、幅9尺、最大勾配 $\frac{1}{10}$ の工事道路を新設した、此の間には軌幅2呎6吋、18封度の軌條を敷設し7噸のガソリンエンジン1臺其他牛馬を使用した。

(3) 新倉、第二發電所間は幅9尺の工事用通路を開鑿し之に軌幅2呎6吋、18封度の軌條を敷設した。此間は勾配

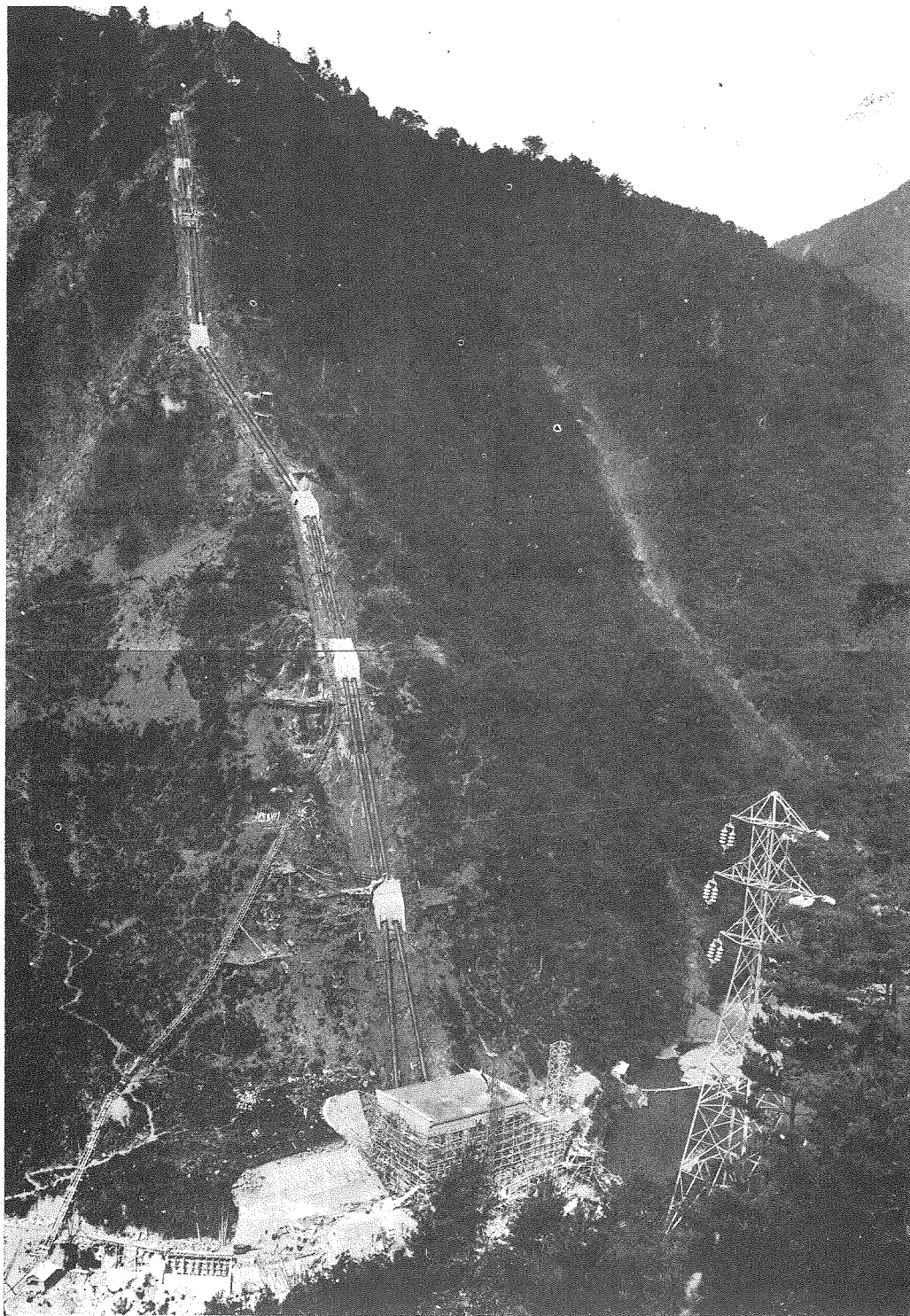
最も急で最大勾配 $\frac{1}{5}$ 以上で普通の牽引車を使用する事が出来ず、途中7ヶ所に電動捲揚機を設置し總て捲上げ式によつた、尙ほ途中屈曲多き爲めロープのガイド・ローラーには種々なる考案を施された。

(4) 鐵管路に對しては軌幅2呎6吋、18封度レールのインクラインを敷設し第一發電所は水槽附近1箇所に捲揚機を据付け、第二發電所は水槽附近及び途中の2ヶ所に捲揚機を据付けた、線路は何れも水平、垂直兩面の屈曲多くロープのガイド・ローラーには特殊の考案をなし運轉上にも細心の注意を拂はれた



(第8圖)鐵管の水壓試験の景

(9) 田代川第一發電所全景、落差 1,200尺、出力 17,000キロワット

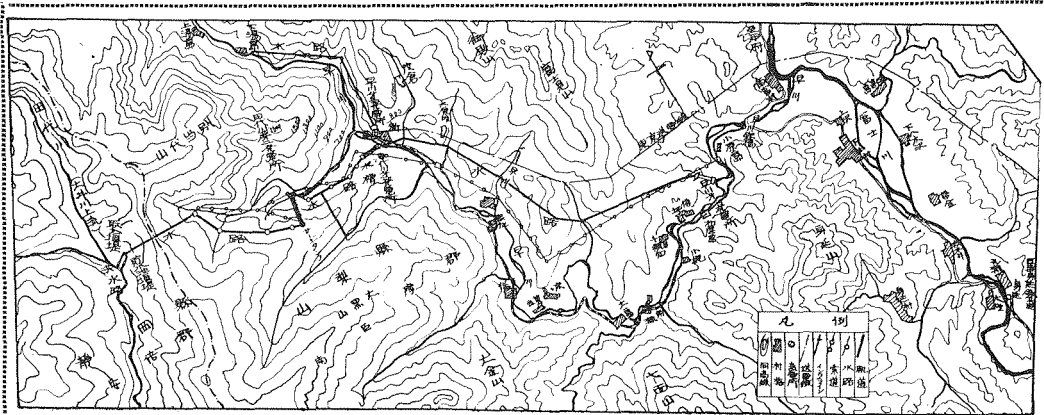


が、當初容易に工程進捗しなかつたが後には従業者の經驗と熟練により1日に鐵管7,8本を据付け得るに至つた。

(5) 別途に早川釣橋附近小原島から新倉第一發電所水槽、第二發電所を経て一號隧道下口迄10哩の玉村式索道を架設し、セメント其他小貨物の輸送機關とした、索道の容量は通

常1日100噸で工事最盛期には晝夜兼行で1日250噸迄を輸送した。

(6) 田代取入口に對しては一號隧道(1450間)を準備工事として先に着手し、他の工事起工迄に完成せしめて之を索道終點に連絡して交通機關に利用した。(以上)

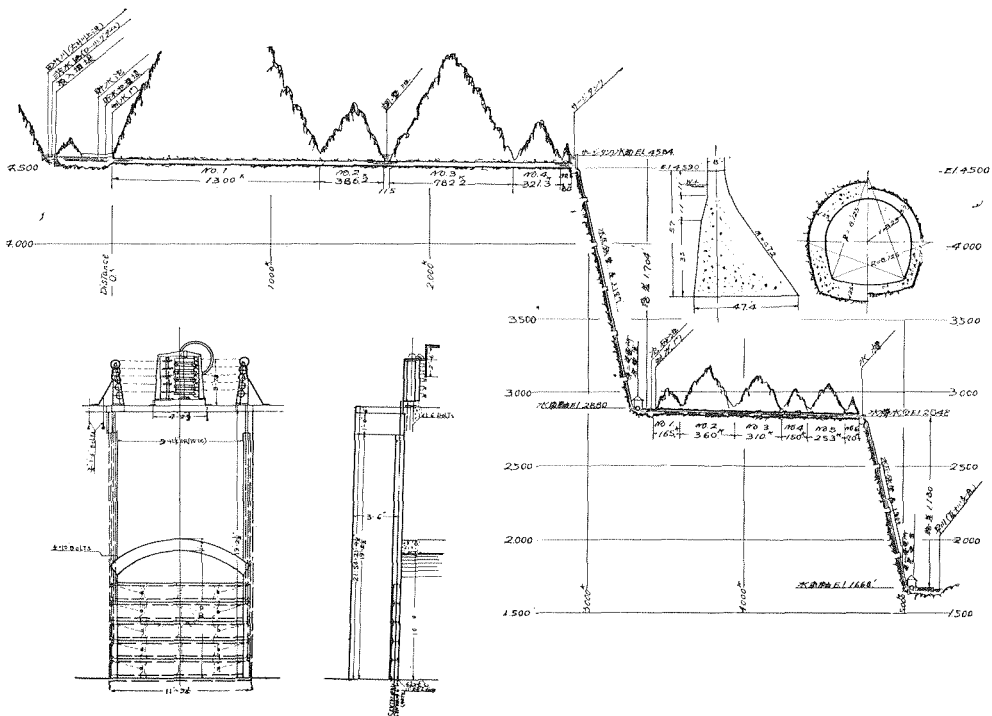


(10) 上圖田代川水力發電工事計畫平面圖

(11) 田代川發電所水路縱斷面圖

(12) 堰堤斷面圖

(13) 隧道斷面圖



(14) 捲揚機付角落