

講 演

土木學會誌 第十五卷第二號 昭和四年二月

歐米に於ける最近の水力電氣に就て

(昭和三年十月二十四日土木學會第五十一回講演會に於て)

會員 梶 井 照 藏

On Utilizations of Hydro-Electric Power in
Europe and North America

By Teruzo Masui, Member.

内 容 梗 概

本篇は最近歸朝したる講演者の視察せる土木事業の内の水力電氣に關するものにして、瑞典、諾威、獨逸、瑞西、佛蘭西、加奈陀、亞米利加等の各國に於ける水力の包藏量、既設の發電量、企業及電力の需要供給の状態等の一般狀況を述べ、技術的には氣象、地質、河川の流量等の根本概要より、進んで各國に於ける新設或は工事中の發電所にして代表的なるものを説明し、特種の點に就き論評を試みたるものなり。

Synopsis

This paper covers the lecturer's general observations on the hydro-electric power problems, such as available capacity, enterprises, demand and supply, in Sweden, Norway, Germany, France, Canada, the United States of America, etc., and also his discussions on some typical hydro-electric power plants in those countries, considering the meteorological and geological conditions and discharge of the rivers.

私は昨年歐米に於ける土木工事視察の爲に出張を命ぜられまして、6月に出發し本年に掛け、約一箇年間あちらこちらを巡つたのでありますが、餘り慾張りまして矢鱈に何も彼も見やうとした結果、何一つ是と言つて突止めた視察をすることも出来ませなかつたので、此處で皆様の前にお話申上げる程の材料はないのであります、それで先般中川副會長から講演をしてはどうかと云ふお勤めに預りました際、今申上げる通り別に大した材料もございませぬし、それに實は歸朝しまして以來取急ぎまして、忘れない中と思ひ語らぬことではあります、見ましたことどもを纏めまして復命書として出す積りで、既に印刷に附して居りますので、それを御覽下されば大體私の見て参りましたことは御諒解を得られると思ひまして、御辭退申上げたのでありますが、其の時中川副會長のお話では、いや復命書は貰つても中々讀むと云ふことは出来難いから讀む代りに話をして貰ふのだから是非やれと云ふお話でありまして、成程御尤のことでもありますので、それでは水力電氣と水道のことだけを簡單にお話しやうと申上げたのであります。所が、最近村主事からのお話でありまして、どうも餘り長

く話されても皆様に御迷惑であるから、精々一時間で切上げると云ふ御命令でありましたので、更に削減致しまして、水力電氣だけのことを極く簡単に申上げることに致しました。

それからお話に引用致しまする圖表の如きものも實物を持つて参りまして、茲に掲げましたのでは皆様が御覧になるにも御不自由と存じまして、丁度復命書の印刷中であることを幸に、圖表だけを取急いで印刷して貰ひまして、御手許に差上げて置きました、中には不鮮明のものもありますが、お話致します順序に大體配列致して居りますので、引合はしてお聴取願ひたいと思ひます、此の圖表の終の方には今申上げた通り水道其の他のこともお話したいと思つて居りました爲に餘計なものが喰付いて居りますが、是等も大したものではありませんので御覽下されば御分りのことと思ひますが、若し必要もございましたら何時でもお尋に預りますれば喜んで私の知つて居りますことはお答致します。

それでは私の歩きました順序に従ひまして、水力電氣のことを國別に大體お話致したいと思ひます。先づ瑞典からお話致します。御承知の如く瑞典は世界に於ける最も水力に恵まれたる國の一つであります、同國に取りましては是は非常に貴重なことであり、又便利なことであるのであります。それは瑞典は御承知の如く豊富なる林産と鐵の鑛産はありますが、石炭とか石油とか云ふものは更に産しないからであります。それで瑞典の包藏して居ります水力の見込額は 6 箇月を通じて利用し得べきものが約 1000 萬馬力、9 箇月を通じて利用し得べきものが約 450 萬馬力と言つて居ります。同國が斯の如くに水力の豊富なる原因は主として非常に多くの湖水と、是から出る所の河川がある爲でありまして、之等の水面積は 378 000 km.² に達し、國の總面積に比較して見ますと 8% 以上になつて居ります、それでありまして是等の湖水を調節しますれば、更に前申上げました發電能力は増加するでありませう、此の水力の内、實際に利用し得べきものは最近の同國政府の發表する所に従ひますと、1 年に付 325 億 K.W.H. であります。然るに一方動力の需要は矢張り同國政府の調査に依りますと、20 年後に要する家庭用、工業用、鐵道用等の總ての動力の見込額は 85 億 K.W.H. であります。それでありまして同國は水力だけでも充分に總ての動力を補ふことが出来るのであります。

現在の發電設備は約 100 萬 K.W.H. でありますから、之を假に 1 年平均使用時間を 4800 時間として、Load factor を 0.55 としますと、31 億 K.W. でありますからして未だ僅かに總量の約 10% しか發電して居ないのであります。現在發電して居ります電力の用途は矢張り同國特有の目的に使つて居るものが多いのであります。即其の大體を申上げて見ますと、パルプ及製紙工業が 35%、電熱及電化工業が 30%、鐵工業及鑛山が 10%、機械、織物其の他の工業が 10%、鐵道が 5%、家庭用が 10% と云ふ風に一般的の需要が非常に少なく大部分工業用に使れて居ります。發生電力の全部を國民の一人當りに致しますと、約 1/6

K.W.H. でありまして、又總發電量の中、280 000 K.W. 即 1/4 強は之を國で直營とし發電して居るのであります。之に依りましても瑞典政府の如何に發電に力を入れて居るかと思ふことが分るだらうと思ひます。それで政府は 1909 年に帝室水力局とでも申しますかローヤル・ボールド・オブ・ウォーター・フォールスなるものを設けて、國營の水力電氣事業に當らしむる傍ら、國に屬する運河を併せて維持經營をさして居ります。更に此の局では瑞典の一般の水力電氣の利用増進——是は民間のものであります——を圖つて居りまして、其の一方に於ては多くの湖水を調節をすることを計畫して居ります。瑞典の利用し得べき發電量と必要な量を地方別に示せば附圖第一の如くでありまして、是で御覽の通り電力を要するのは主として南の方の部分であります。北の方は非常に寒くて人も少ないのでありますから従つて電力を要する事も少ないのであります。所が南の部分では其の地方の發電量だけでは需要を充たすことが出来ませぬので北の方から之を持つて來る必要があります。それが爲に段々に送電も高壓を採用して居ります。現在は 13 萬 Volt が最高であります、計畫中のものには 22 萬 Volt のものもあるやうであります。

それから次に大體氣象のことをお話して見たいと思ひます。瑞典の氣象は一切國立の氣象及水學協會と申ませうか、スターテンス・メトロロジスク・ハイドログラフィスカ・アンシユタルトでやつて居りまして國中に 1200 箇所以上の觀測所を置き雨量とか、蒸發量とか、流量等の總ての水力に關する調査を行つて居ります。之に依りますと降水量は年平均 400 から 1800 mm. であります。それから瑞典の地質は大體太古岩でありまして、表面に薄く土を被つて居る瘦せた土地であります、濕氣が多い故でありますか森林は非常に能く發達して居りまして、松柏類が盛んに生えて居るのであります。従て河川の流量は能く調節せられて居るのでありまして、是は附圖第二に其の一例を示して置きました。附表第一は之を文字で現したのであります、是で御覽の如く非常に能く流量が平均して居るのであります。附圖第二の上段に比較的平均して居らぬのがありますが是は北部の河でありまして、非常に寒い爲に水源に降つた雨が冬季は皆凍りまして、夏季に解けて流るゝ爲多少斯う云ふ風に變化が多いのであります。河川の流量は云ふ迄も無く水力電氣には非常に重要なものでありまして、我國でも遞信省を始め能く調べて居らるのであります、瑞典でも非常に力を入れて居りまして、是等の觀測の結果を用ひまして、附表第二の如く更に一步進んで流出係數を示して居ります。是は實際の仕事をする人に對しては甚だ便利ではないかと思ひます。

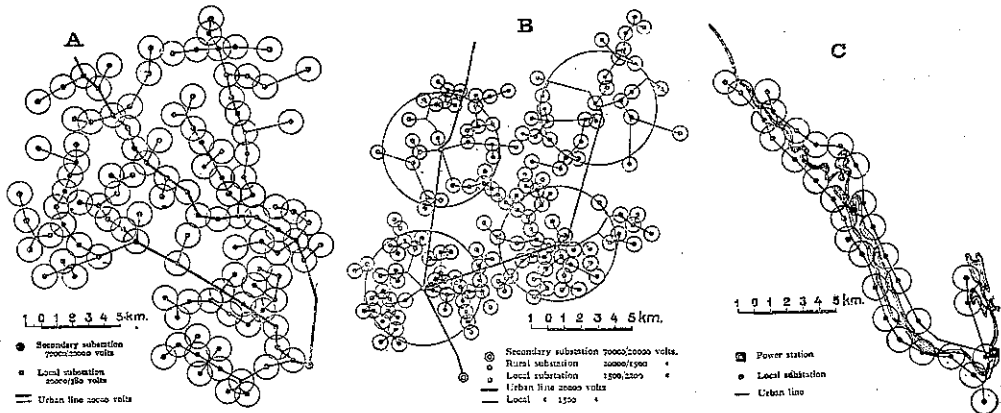
次に私の見ました發電所のことに付て簡單にお話して見たいと思ひますが、瑞典は案外に地勢が平坦の國でありますから、發電所は高い落差のものはありません。又河川も従つて大體緩流でありまして、唯所々に部分的に急流があるのであります。それで長い水路を造ることは非常に不利なので單に其の急流部を利用した短い水路の低落差のものが多くのであります。

瑞典の發電所は其の數 2400 程もありまして、私は可なり彼方此方と廻つて見ましたが、其の中特徴を有するものだけを述べる事に致します。瑞典の立派な發電所と云へば大抵國が直營でやつて居るものであります。附表第三は之等の國營發電所の大體の内容を説明したものであります。此の中最も重要なものは一番初の行の トロロ・ヘッタン 及其の次のリラ・エデットの 2 箇所でありまして、是は何れも瑞典第一の大河ゴッタ川にあるのであります。此のゴッタ川と云ふのは瑞典では一番重要な川でありまして、源は同國の南にある之も瑞典で一番大きなベンネルンと云ふ湖水から出て居りまして、北海に遣入つて居ります。さうして其の河口には矢張瑞典第一の港ゴッテンブルグがあります。此の川は今申しました 2 箇所の發電所のある場所の以外は極て緩流でありまして、船が自由に通ります爲に、政府は此の發電所の横に約 1500 噸位迄の船を通すことが出来る大なる閘門を造りましてベンネルン湖と連絡し、更に進んで他の湖水を利用し、瑞典の南の半分を横断しまして、ゴッテンブルグから首府のストックホルムに通ずる誠に景色の良い便利な運河を造つて居ります。ゴッタ川の水源は斯く大きな湖水でありまして、其の面積は 5570 km². もありますから、河水は非常に能く調節されるのでありまして、従つて其の流量は最大が 900, 最少 3200 m³/sec. と云ふ好状態であります。前に申上げました通り更に政府は此の湖水に対しても調節を圖つて居りますから將來益々發電は有望になるだらうと思ひます。政府の見込では結局 30 萬 K.W. を得て瑞典國所要電力の約半分は此のゴッタ川で取れることになつて居ります。トロロ・ヘッタン發電所は附圖 三にございますが、工事としては可なり大きなものであります。併し別に特徴はないやうであります。唯此のトロロ・ヘッタンと申します場所は急流で、非常に景色の好い所でありまして、昔から名勝地になつて居ります。それで發電所の建築其の他にも非常に意を用ひまして、美觀を損じないやうにして居るのが注意すべきことであります。それからリラ・エデットと申しますのは之から約 20 哩下流にありまして、是は附圖第四と寫眞第一に示して置きました。矢張是も急流部を利用した低落差のものでありまして、僅に 6.5 m. しかないのであります。それで別に水路を造ることなく直ぐに發電所を河の中に造り兩岸を低い堰堤で締切りまして、右岸部を溢流させて居ります。唯此の發電所の中で目に着くことは、如何にせば低落差を最も有効に利用し得るかと云ふ努力をして居ることでありまして、現在では低落差で充分な發電をしやうとすれば水車の廻轉數を増すことゝ、効率を能くすると云ふことの外ありませぬので此處では之に意を用ひまして永年研究の結果、比較的新しいプロペラー型の水車を使つて居ります。此の水車は瑞西、亞米利加等でも二三使つて居るのを見ましたが、まだ珍しいものでありますけれ共其の効率是非常に好いやうでありますから、我國に取つても將來低落差のものに對して充分研究の餘地があるだらうと思ひます。リラ・エデット發電所に据付けるプロペラー型の水車で現在運轉して居るのは 3 臺で、1 臺は

カプラン、1 臺はラフクツエックと云ひ何れも發明した人の名を取つたものであります。瑞典では此の水車は此の他にも盛んに使用され小型のものも造つて居ります。現にフィンタ
ンと云ふ所の水車製造會社では此の小型を盛んに造つて賣出して居るのを見ました。此の外
に政府は中部及南部の主要區域の電力供給の圓滑を圖る爲に火力の補助發電所を造りまし
て、7 000 K.W. のもの 2 臺と 14 000 K.W. のもの 2 臺のターボ・ゼネレーターを据へ付
けて居りますが之は全く補助として使用し直接の供給はしないのであります。

それから又瑞典の政府が特に意を注いで居ることは、農村の電化であります。是は我國で
も大分八釜しく言はれて居るやうであります。瑞典は特に此の農村の電化と云ふことに力
を注ぎまして、前申上げました水力局には専門の掛りを設けて色々研究をして居るやうであ
りますが、同國は前申上げました通り、石炭がない國でありますから歐洲の大戦始まり石炭
の輸入不可能となりますや水力電氣は急に發達し従つて農村も戦前までは 100 000 ヘクタ
ール位しか電化されて居なかつたさうであります。現在は 1 500 000 ヘクタールに及びま
して、全農村面積の 40% を占めて居るのであります。之に關する調査も色々したのであり
ますが、中で特に氣の付いたことは技師の一人が研究して居ります送電系統の改良でありま
して、是は第一圖に A, B, C と三つで示して居ります。要するに送電線と其の消費場所の

第一圖



關係を示したものでありまして、A は二重電壓系統(ツォ・テンジョン・システム)、B は三重
電壓系統(スリー・テンジョン・システム)であります。B は A を改良致しましたもので、變
壓器に要する無益の費用を省き故障を少なくする等の利あるものであります。然し之も絶對
的ではなく細長い谷間等で C の如き場合には前者が經濟的であると云ふ結果になつて居り
ます。又此の外色々と農具に應用することも研究され、電氣を應用した畝もあります。

次にお隣の諾威の模様をお話したいと思ひます。諾威も同じく水力に恵まれた國でありま
して、瑞典と脊中合せの國であります。地勢は全く異つて居りまして、平坦部は少なくして、

殆んど山ばかりと云ふて宜いのであります。是等の山は高さも非常に高いのでありまして、中には四時不斷の氷河を頂いて居るものがある位でありますから、發電所には高落差のものが非常に多いのであります。尙同國として都合の好いことは之等の高山の西部海岸に近く登えて居るものが多いことでありまして、其の間に例の景色の好い峽灣（フヨード）が奥深く入り込んで居るのでありまして、深さも深く數萬噸の船が殆んど幅一杯ありはすまいかと思ふ程の所を進んで行くことが出来るのであります。中には何十哩も奥に這入つて行くのでありますから、材料運搬等には非常に便利でありまして、而も發電所は直ぐ海岸に接して造ることが出来ますから、建設費を節約するであらうと思ひます。諾威は水力は非常に多いのでありますけれども人口は非常に稀薄でありまして、其の總數は僅に 2 600 000 人でありまして、燈火等の一般電力の需要は少ないので、電力は主として工業に利用するの外無いのであります。従て工業の發達は段々促進されまして、同國の電氣化學工業は實に盛んなものであります。それでも現在の發電設備は包藏して居ります水力に比較しますと僅なものでありまして、恐らく同國も永久に電力の不足を生ずることはなからうと思はれるのであります。諾威の一年を通じまして利用し得べき量は、12 000 000 馬力であります。人口が非常に少ないのでありますから之を一人當りに致しますと、0.515 馬力となりまして、此の點では世界第一であります。發生電力の用途は大體瑞典の如くでありましてパルプ及製紙工業用 12 %、電氣化學、冶金工業用 42 %、一般公衆用が 46 % と云ふやうになつて居ります。斯の如く大部分は工業用に使つて居りますが、更に其の内容を調べて見ると、附表第四に示せる如くであります。是は唯用途の内容を調べたに過ぎないのであります。是等の電氣工業は、主として歐洲大戰當時に超つたものでありまして、大戰終り大陸方面の工業が復活し、殊に獨逸が昨今非常に目醒しい復活をしました爲、之に壓倒せられまして、諾威は一般に非常に不景氣に陥りましたので、是等の電氣化學工業も打撃を受けて工場閉鎖の悲境に陥りまして、漸く一部分を一般供給に轉じて露命を繋いで居るやうな有様のものもあります。

氣象は大體瑞典と大差ありませぬが、特別なことは前申上げました通り高い山があります爲に濕氣を含んだ風が之に當りますから西海岸地方は非常に雨量が多いのでありまして、年平均 3 000 mm. に達して居りますので發電には都合が好いのであります。それで此の地方には是等の雨が溜りまして高山は皆氷河で被れて居るのでありまして、丁度水を固形にして貯へて置くのと同じでありますから、非常に都合が宜いのであります。此の山の間の峽灣を奥深く段々進んで参りますと、私が参りましたのは夏の終りでありましたが、兩岸の山の上から瀧がどんどん落ちて居りまして誠に壯觀でありました、是は皆山頂の氷河が溶けて落ちるのであります。

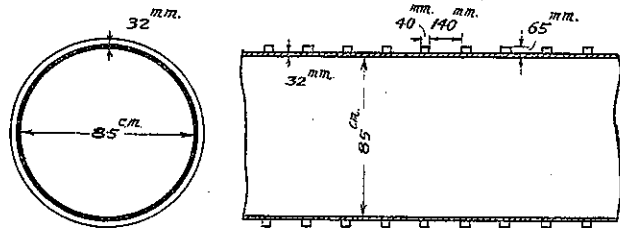
發電所も數多視察しましたが、1 000 馬力以上のものだけでも其の數が 1 200 近くもあ

ります。大體高落差のものが多いのでありますが、南部の方では低落差のものも可なりあります。首府のオスロー市近くにあるメルクファス・ゾルベルグファスと云ふ所で諾威第一の大河グロンメン川の急流を利用したものはその代表的のものであります。之はオスロー市と國とが聯合して造つて居るもので、低落差としては立派なものであります。御承知の通り諾威は非常に寒い國でありますから此の發電所でもローリングダムの内部に電熱装置を施して冬季の水結に備へる用意をして居つたことが珍らしく見られました。又此の地方は一體に非常に林産が盛んであります。従つて此のグロンメン川を利用する流木の量が非常に多く、一年間に 8000 000 本近くも流すそうであります。それで此の發電所の堰堤には流木路を造つて居りますが、是は工事中の排水に使ひました隧道の一部分を使つて居るのであります。入口には寫眞第二に示したやうな樋(シュート)を造りまして、必要の時には之を下げて流木を呑み込み、要らない時には之を上げて水の放流を止めるのであります。丁度私の参りました時にも盛んに筏を流して居りましたが、聞いて見ますと 1 時間 1200 本近くも流れて居るだらうと云ふ事でありました。高落差の代表的のものはブオルブと云ふ西海岸にあるものであります。之は同國第一の高落差のもので、落差は 775.5 m. を有し、山上の湖水を利用したもので $1.3 \text{ m}^3/\text{sec.}$ の水で、最大 24 000 馬力を出して居ります。斯く落差大なる爲水壓鐵管の下部の方には第二圖に示したやうに、バンドを捲いて破裂を防いで居ります。

諾威は此の位に致しまして、

第 二 圖

次に瑞西のことを申し上げたいと思ひます。瑞西の水力の豊富なことは既に御承知でありませうが、實際同國に行つて見ますと、水力發電所の展覽會と言つても宜いと思はれる程其の種類も数も多いのであります。



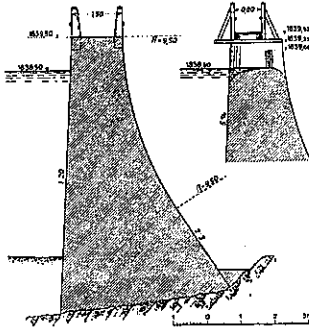
同國は世界の公園と言はれて居る位に景色の好いので有名であります。併し私は景色以上に工業の盛んなのに驚きました。是は主として同國の水力電氣が盛んで、動力の豊富なるに基くものであると思ひます。瑞西の包蔵して居ります水力は 8 000 000 馬力と言つて居りますが、此の中現在發電して居るのは 1 775 000 馬力でありまして、發電所の数は小さいもの迄も入れますと實に 6 900 あります。之を國の面積の 1 平方哩當りに致しますと 111 馬力で、其の點では世界一のレコードを持つて居ります。發生電力の用途は一般公衆用が 57%、鐵道用が 10%、電氣化學及冶金工業用が 16%、もう一つ此處で珍らしい國外の輸出と云ふのが 17% を占めて居ります。同國でも斯の如く矢張半分は工業用であります。國の面

積が小なる爲一般の電燈の普及して居ることも實に驚くべきものでありまして、全國の家屋の數の 95% までは配電線が達して居ります。鐵道の電化も進んで居りまして、同國の鐵道軌道等の總延長を見ますと、5748 km. であるが、此の中 2980 km. 即約 40% は電化されて居るのであります。主なるものは國有鐵道であります。此の國有鐵道は全部電化する計畫でありまして、自ら發電所を建設して着々と進行して居るやうであります。又同國は御承知の如く周圍に境して居る外國が澤山あるのであります。是等の瑞西に接した地方は好都合な事には工業が盛んであります。従つて動力を要する事も多いので、瑞西は之を利用しまして之等の地方に蒸氣力よりも安い値段で電力を輸出して居ります。それで電力は瑞西に取りましては最近では重要な輸出品の一つとなつて居ります。1925 年に輸出しました量は獨逸に對しましては 38120 K.W.H. で、佛蘭西に對して 206529 K.W.H.、伊太利に對しては 83993 K.W.H.、埃地利其他の國に對して 70000 K.W.H. と云ふ風に盛んに輸出して居ります。是等の電力の平均價格は 1 K.W.H. に付て我國の貨幣に換算しますと最低が 7 厘強から最高が 1 錢強であります。斯く瑞西の水力電氣と云ふものは非常に發達して居りまして、謂はゞ水力電氣の爛熟期とでも申しませうか、實にあらゆる方法をやつて居ります。其の一例を申しますと、最大能力を發揮する爲に火力發電所の代りに、潮水或は貯水池を利用することが非常に盛んであります。又一方河川を利用して居る發電所に水が多くて不用の電力が生ずる場合は之を他の貯水池を有する發電所に送りまして、茲に据付けた強力のパンプを動かして、下方の水を逆に貯水池に水壓鐵管を通じて送り、貯水池の水量を恢復するやうな珍しいものが澤山にあります。之等の事柄は以下發電所の實例に就き御話し度いと思ひます。

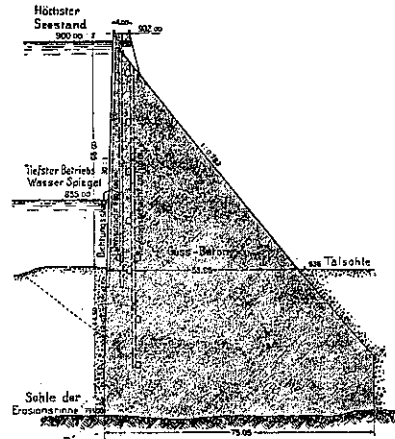
發電所の數は非常に多く又方法も色々ありまして、アルプスの方には高落差のものがあり、平坦部のライン川、ローヌ川には低落差のものがあります。極く代表的のものだけを掲げてお話ししたいと思います。先づリトムと云ふ發電所は、國有鐵道に屬するもので、アルプスの南側で伊太利に流れるテッシンと云ふ川の左岸にあります。之は山上の潮水——水溜りであります——を使つたものであつて、夏季貯水し置きて、冬季の渴水を補ふものであります。使用水量は僅かで、最大 6.6 m.³/sec. で、落差は 828 m. あり、54000 馬力を出して居ります（寫眞第三）。此の發電所の特徴は補助として貯水を非常に巧みに利用して居ることです。之は瑞西國有鐵道のサンゴタルト線の電化の爲に建設したものでありまして、此の近くの有名なサンゴタルトの隧道を抜けて、アルプスの北側にあるアムステグと云ふ河川を使つた發電所の冬季渴水時の出力不足を補つて所要の 30000 馬力を安全に供給し得るのであります。附圖第五の中段に其の調節の模様を示してあります。一所に此の第五圖の上段に掲げてありますのは貯水池の水量の増減で、特に注意すべきは此の貯水池の水は

1909年の如く皆無となることのあることであります。貯水池は水量を増す爲堰堤により水位を高めて居りますが、此の爲に浸水すべき沿岸は第三圖及寫眞第四の如き締切堰堤に依り保護して居ります。

第三圖



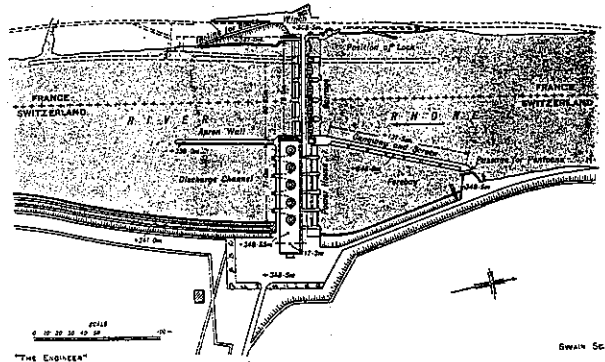
第四圖



次に前申しました貯水を逆送する式の発電所の代表的のものを御話しますれば第四圖及附圖第六に出して置きましたウエギタルと云ふ発電所であります。瑞西第一の大都^{ルン}で工業の盛んなツーリヒ市の近くにあるもので、谷間に堰堤を造つて、面積 4.2 km.² 容積 14700 萬 m.³ の水を貯へて、他の発電所の補助として発電するものでありますが、地形を利用しまして附圖第六の如く落差を二段とし第一発電所の放水口に更に容量 360 000 m.³ の調整池を造りまして、此處に始終水を溜め置き他の発電所に余力のありました場合には此處に送り、此の発電所に据付けたポンプで水壓鐵管を通し水を逆に貯水池に送つて貯水量を恢復させて居るのであります。第四圖は堰堤を示したものでありまして中々立派に出来て居ります。それから今度は瑞西の高落差発電所の一例を擧げて見ますればフリーと云ふ発電所で、ローヌ川の上流アルプス山中の極く高い所にある湖水を利用したものであります。之は世界第一の高落差のもので、落差は 1650 m. あります。茲には工事中に使ひましたケーブルカーを其の儘にして居つて、今でも鐵管の検査に使つて居りまして、私も乗せて貰ひましたが、頂上に行くには随分時間が掛かります。茲に面白いことには山上には湖水が二つあつて、上段下段の二段になつて居りますが水量を餘計使ふ爲に下段の水を鐵管の中途に注込んで居ります。之には 600 馬力のセントリフューガル・ポンプを用ひて居ります。何れも高い所は寒いから鐵管は全部土で被うて居ります。それから更に瑞西の極く低落差の代表的のものを申しますと、第三圖、寫眞第五、附圖第七のジャンシイ・プーニイと云ふ発電所で、ローヌ川のジュネーブから極く近い下流の佛國との國境にあります。總て圖面に示して置きましたから大體お

分りのことと思ひますが、一寸申
 上げたいのは第五圖の如くゲート
 が非常に面白い、それは二段にな
 つて、小さい洪水の時には上部の
 ゲートを下げて放流して居りますが、
 更に大きい洪水になりますと
 上部のゲートを下げて下部のゲー
 トを重ねた儘全體を引上げ流路を
 全開するもので非常に大きいゲー
 トであります。茲に使つて居るの

第五圖



はパテントであると言つて居りましたが、上部のゲートは高さ 3.5 m. 重量 15 ton, 下部の高さは 7.5 m. 重量は 600 ton でありまして、何れも上部橋梁の上に据付けた電動捲上機によりコントロールして居ります。瑞西の發電所のことは此の位に致します。

それから次に獨逸のことを一寸申上げたいと思ひます。獨逸は今まで申しました3箇國に比較しますと、地勢上非常に水力は少ないが、それでもアルプス地方には好い地點があります爲に包藏力は 6800000 馬力と言つて居りますが、其の内譯を調べて見ると矢張アルプス地方が主でバイエルン州が一番多く之に次ぐはバーデン州、ウイテンベルグ州の順序で其の他は殆んど問題にならないのであります。私は主としてバイエルン州とバーデンの方を廻つたのであります。茲に獨逸人の感心すべきことだと思つたのは、斯く大なる水力の地點は皆アルプスの方にありまして、大事な北部の工業の盛んな地方には水力地點がないので止むを得ず大なる火力發電所を建設して居ります。これは非常に不經濟なことは明かなので、種々調査研究の結果確か 300000 V. と聞いて居ますが、今までにない高壓で電力を南部から持つて行かうとして居ります。既に着手したと云ふことでありますが之が完成すれば獨逸の水力電氣は完全に消化され、不足を生ずるでありませう。發電所の極く代表的のもの二三を紹介しますれば、寫眞第六に示しましたのは獨逸自慢のヴルヘンゼー發電所でミュンヘンの南奥で、ドナウ川の支流イサー川の左岸小支流の水源にある寫眞の如く接近せる二つの湖水間の落差を利用し發電して居るのでありまして、上段の湖水がヴルヘンゼー、下がコッヘルゼーとありますが、ヴルヘンゼーの面積は僅に 16.2 km.² で其の流域も餘り大きくないので湖水のみでは澤山の水を使用する事が出来ませぬから更に其の奥に曲り込んで居るイサーの本流の水を取れ入れ、隧道を穿ちて此のヴルヘンゼーへ注込んで居る、如何にも大規模なものであります。出力は 168000 馬力であります。それから次は附圖第八に示した、是亦獨逸自慢の工事でミットレル・イサー發電所と云ふものであります。是はミュンヘン市の下流でイサー川を

分水して非常に立派な大きな新水路を開鑿しまして、本圖の如く 4 箇所に發電所を設ける計畫で已に第三發電所迄は出来上り目下第四發電所の工事中であります。設計も施行も非常に立派なもので、恐らく世界に於ける低落差發電所の最優秀のものであると思ひます。附圖第九は水路の断面を示したもので、非常に小さくしたので蠱眼鏡でも使つて見て頂かなければ分りませぬが、之で珍らしいと思ひましたのは水路は切取と云はず盛土と言はず總て極く薄いコンクリートを張つて居ることであり、地震のない國でありますから是で宜いのはありませうが、甚だ簡單であります。寫眞第七から第十までは總て此の發電所の工事の様で、法面にコンクリートを打つ機械が非常に能く出来て居りますが、私の行つた時には更に是以上精巧なものを使つて居りました。そこで寫眞を撮らせるか或は圖面を貰ひたいと云ふことを要求致しました所が機械がパテントであるからと云ふ理由で全然それを斷はられましたが、大體は此の寫眞のものと同じ原理で造つたものであります。それからバーデン州の發電所も見ましたが、極く代表的のものを申しますと、寫眞第十一及第十二に示しましたムルグ發電所でありまして、之はムルグ河と云ふライン川の支流の上流で有名なシュワルツ・ワルドの森林中にあるもので、バーデン州有鐵道の電化用に使つて居るのであります。戦争前から工事を始めて、戦時中も尙仕事を繼續したと云ふ程重要なものであります。此の珍らしいことは、ムルグの本流と、シュワルツ・ワルドの 2 箇所から取入れるので水源の落差が違ふ爲に、發電所の水壓管は寫眞第十一の如く高低の二種がある事であり、此の發電所も亦貯水逆送式で水壓鐵管及隧道を通じ水を逆送して貯水池の水位を回復して居ります。寫眞第十二は貯水池の堰堤でありますが非常に大きい又立派なものであつて、真中はスビルウェイになつて居ります。

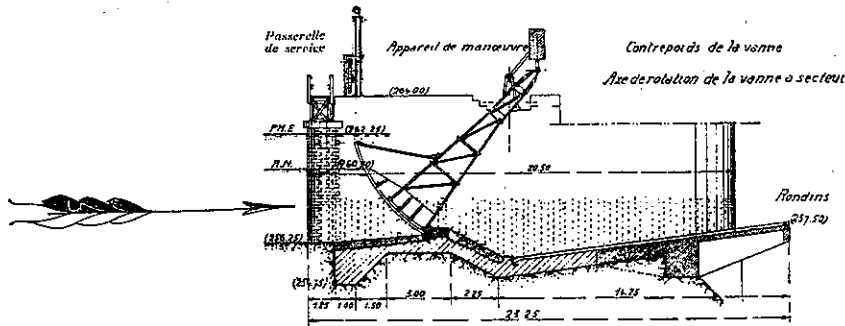
御話し度い事は未だ未だ澤山ありますが段々時間が切迫して來ましたのでなるべく省略して簡単に申し上げますが、是非お聴きに入りたいのは佛蘭西の水力電氣であると思ひます。佛蘭西の水力電氣は統計のやうなものが一向發表せられて居りませぬので確なことは分りませぬが 1000 萬馬力位の水力量は包蔵して居るやうであります。現在は此の中約 200 萬馬力が發電せられて居ります。佛蘭西の水力電氣は餘り發達して居らぬのだらうと思つて居りましたが實際行つて見ますと案外で世間に認められて居る以上に發達して居ります。殊に技術の點から言ひますと、此の方面にも佛蘭西人の天才の閃きが現れて居りまして、技術優秀なものが多いのであります。平均致しますと世界の水力電氣の技術は佛蘭西が一番好い所を持つて居りはしないかと思ひます。發電所の地點は主として瑞西、伊太利國境に近いアルプス地方及南部西班牙領界のピレネース山脈で、アルプスの麓にある有名なグルノーブルと云ふ都會附近の川の如きは殆んど連続的に使つて少しも残つて居る部分がない様であります。鐵道の電化も非常に進んで居つて巴里より佛蘭西の中部、南部の重なる都市に通じて居る巴里、

オルレアン鐵道は殆んど全部電化されて居ります。

次に發電所のことを申し上げますが、寫眞第十三は佛蘭西の發電所の代表的のもので、エグーゾンと云ふ所にあるもので、クルーズ川を堰堤で締切つて直下に發電所を設けて 75 000 馬力を出して居ります。此の工事は非常に能く出来て居つて、私の氣の付いた點丈けでも、堰堤の位置が非常に宜いこと、水壓鐵管の配列に意を注いで居ること、エキスパンション・ジョイント、及餘水路の緻密精巧なる事等があります。水壓鐵管は普通此の式の發電所では堰堤から直角に水車毎に出しますが此處では寫眞で御覽になるやうに兩岸から出して居ります。斯うするときは取水塔を非常に地盤の宜い浅い所に造ることが出来、水車はブランチ・パイプにて取付けますから非常に經濟であります。エキスパンション・ジョイントは堰堤をアーチの半徑の方向に間隔 30 m. 毎に垂直に切つて居ります。此の断面には心々 5 m. 毎に幅 2 m. 高さ 0.3 m. の突起を造り、それを喰合させて尙堰堤の上流面に近く、此の断面に直角に幅 0.2 m. 厚さ 0.01 m. の銅板を堰堤全部の高さに埋込んで漏水を防いで居ります。又堤體の漏水を防ぐには附圖第十一の如く直徑 0.1 m. の縦孔を 3 m. の間隔に造り下部の暗渠に集めて排泄するのでありますが可なり水が出て居るのを見て必ず有效であると思ひました。それから又此の縦孔及暗渠内で堤體内部の溫度を計つて居りますが、結果に依りますと殆んど變化はなく大抵攝氏の 18 度内外だと云うて居りました。それから附圖第十二は餘水吐の自働堰であります、此の種の自働堰は申上げる迄もなく已に御承知のことだらうと思ひますが之は要するに貯水池の一定水位と堰の下部にある小さい室がサイフォンにて連絡して居り水位の昇降に依る小室の水壓の増減で扉を倒したり起したりするのであるが實に巧妙に出来て居ります。併し構造が餘りにデリケートに出来てますから實際巧く働くかどうかと思つて尋ねて見ました所が實に能く働くそうで、壁面に残した廻轉の痕が之を證明して居ります。扉と壁面の接觸は扉の兩端に断面 U 形の丁度楯のやうな薄い鐵板を縦に取り付け其の彈力に依り壁面との間隙を塞ぎまして少しも漏水して居りませぬ。

附圖第十三は其の隣にあるディエージュと云ふ發電所が、同じ式でありまして、ディエージュ川を堰堤にて締め切り發電するものであるが、エグーゾンの堰堤に對し皮肉にも一切エキスパンション・ジョイントを設けて居りませぬが極て安全のやうでありますから之は大に研究すべきことではなからうかと思ひます。此處でも矢張堰堤の右手の方に附圖では多少不鮮明であります餘水路を設け附圖第十四の如きオートマチックのゲートを使つて居ります。是は非常に簡單でカウンター・ウェートのみにより扉を開閉するのでありますから餘程實用的であると考へました。次に第六圖、附圖第十五及第十六はグルノーブル市の近くにあるドック・ロマンシュと云ふ發電所で低落差の代表的のものでありまして、大變に良く出来て居ります。珍らしいのは水路であつて普通ならば斯かる地點ではバンキングに依り水路を造りますが之

第六圖



は非常に金が掛かるし、洪水の場合にも危険なので此處では其の代りに水路全長の半分以上を附圖第十五の如く鐵筋コンクリートの水壓管として居ります。パイプは半徑 6 m. と云ふ非常に大きなもので恐らく世界一のものであらうと思ひます。亦發電所は附圖第十六の如く鐵筋コンクリート造の水槽の下に設けて居ります。是なんかも低落差としては非常に面白い考であると思ひます。それから佛蘭西南部の方の代表的の大きな發電所で、セントチュールと申すのがありますが、マルセユの近くでローヌ川の支流デュランス川の右岸にある水力と火力を合せて設けた發電所であります。何故斯かる比較的不便な場所に火力發電所を併設したかと云ふ疑が起りますが、それは此の附近には褐炭を澤山に産するので、之を利用する爲であります。

歐洲の方は是位に止めまして次に簡単に加奈陀のことを申し述べたいと思ひます。加奈陀も御承知の如く非常に水力に恵まれた國で、殊に都合の好いことは其の分布が巧く出來て居ることあります。例へて見ますと、東部のオンタリオ州、クエベック州等は工業が盛んであります、然るに此の地方は石炭が出ませぬが、其の代りに水力が非常に豊富で、其の缺を補つて居るのであります。加奈陀の包藏する水力の總量は亞米利加に次ぎ人口 1 人當りにしましても唯諾威に劣るのみであります。是は附表第五に示して置きました。現在の發電量は 430 萬馬力で、包藏量の約 11% であります。此の國でも矢張電力の用途はパルプ及製絲用、其の他工業用のものが主であつて、内容は附表第六に示してあります。私が加奈陀に参りました時分には大分時日も切迫しましたし旅費も心細くなつたので西部の方は充分に見ることが出來ませんで、東部の方だけ見たのであります。發電所としては低落差のものばかりで技術も餘り優秀なものはないが、經營上には非常に面白い所がありますので多少其の方面も調べて見ました。此處で精しくお話出來ませんのは残念ですが、簡單乍ら特に御紹介したいと思ひますのはオンタリオ州の電氣委員會——ザ・ハイドロ・エレクトリック・パワー・コンミッション・オブ・オンタリオ及クエベック州の河川委員會——ザ・クエベック・ストリームス・コンミッションで、オンタリオ水力電氣委員會は 1906 年に州議會の協賛を経て發布された法律に依

つて出来たものでありまして、他に類のない大規模の公營の組織であります。總ての州の水力電氣に關する經營は此の委員會でやつて居るのでありまして、委員は三名で、之は州の議會の副議長が指名し、内二名が實行委員となつて居ります。非常に事業を大きくやつて居ります。1926年までに委員會が政府から借入れました金額は13000萬弗、發行した債券額は2500萬弗で一種の州營の電氣事業であります。それからクェベック州の河川委員會と言ひますのは1911年に制定せられました法律で組織されたもので、矢張り州議會の副議長より指名せられたる三名の委員により行はれて居ります。クェベック州ではオンタリオ州とは反對に政府自らが發電の事業を行ふことなく、専ら民間の事業を奨励して居ります。委員會では一は河川の洪水豫防の爲に堰堤を盛んに造り、之に依りて生じたる貯水池の水を民間の會社に利用させまして、さうして會社から堰堤の築造費を年々償還さして居る。此の委員會が事業の爲に使ひました金額は900萬弗に達して居りまして、年々50萬弗以上の収入を得て居るさうであります。勿論之には實際の費用の外に多少の政府の利益を見込んであります。

寫眞第十四は最も大きいナイヤガラ瀧を利用せるクインストン・チップワ發電所で55000馬力の水車が11臺並んで居る所は中々壯觀で附圖第十七は其のセクションであります。首府オタワ市の附近にオタワ川の支流を利用したチュルシー發電所と云ふのがあります。是は別に申上げることはありませんが、最近に出来ました新式のもので良く地形を利用して居ります。

序に亞米利加のことを簡単に述べさせて頂きます。亞米利加は御承知の如く總ての天産を持つて居る國であります。水力も亦非常に豊富でありまして、單位面積や人口に比しますと左程でもありませんが、大きい面積と大なる潮水がありまする爲に、總額は何と言ひましても世界第一で、最大5500萬馬力を發電することが出来ます。亞米利加は工業が盛んでありますが、之も矢張此の水力の豊富なことが一つの原因であらうと思ひます。此の工業の盛んなのは主として御承知の如く東北地方でありまして、従て是等の地方には動力を要しますことが多いので、其の動力の充實を圖る所謂スーパー・パワーの問題が近來亞米利加では八釜しく唱へられ、研究されて居ります。是は我國の京濱、阪神地方の如きも矢張早晩考へなければならぬ問題であると思ひます。亞米利加では非常に熱心でありまして、1920年から21年に掛けて大體の調査を政府がやつたのであります。其の要領は全國の現在に於ける動力の發生及供給状態、將來に於ける水力電氣の利用の方法等を調査して、次で最も盛んなボストン、ワシントン間の地方、所謂スーパー・パワー・ゾーンに於て完全な電力の發生及供給系統を組織する時はどれ程の燃料、勞力、材料等を節約し得るかと云ふことを示すものでありまして、此の調査に依りますと、スーパー・パワー・ゾーンの人口は全國人口の1/4に達して居りまして其の中には無数の工場又は鐵道がありまして、多くの動力を要します。其の

見込額は 1930 年に於て 310 億 K.W.H. で、此の 1/5 は地帯内の水力電氣に依り供給することが出来るのでありますから、不足は水運の便なる所に火力の發電所を造るとか、或はスーパーパワー・ゾーン以外から 22 萬及 11 萬ボルトの電壓で送電して補ふことにして居ります、此の設備に要します資本金は 57 000 萬弗であります。が之に依つて節約し得る金額は年平均 14 % でありまして節約し得る石炭の量は年 5 000 萬噸であると云ふ、斯様にスーパーパワー・ゾーンの問題は重要な爲亞米利加では益々注意を喚起し 1924 年には國務卿フーバーを長として、所謂東北スーパーパワー委員會の調査した結果を發表して居ります。之は更に地帯を擴張したもので、利益の程度も従つて非常に多いことだらうと思つて居ります。

發電所は澤山ありますから一々申上げることは出来ませぬが、唯亞米利加で最近特に著しい傾向はユニットの非常に大きいものを造ることです。發電所で一番大きいのは何と云ふても現在ではナイアガラであります。ナイアガラ川は亞米利加と加奈陀の境にあります。エリー湖とオンタリオ湖の間の川でありまして、此の中間に有名なナイアガラ瀑布があります。瀑布の眞中にゴート・アイランドと云ふ島があつて二つに別れて居りまして、亞米利加側の方の瀧が長さ 1 000 呎、高さ 167 呎で、總水量の僅か 6% が流れ、加奈陀側のホールスシュー瀧は長さ 3 000 呎、高さ 162 呎で總水量の 94% 迄流れて居ります。オンタリオ湖とエリー湖の落差は湖水面から言ひますと、341 呎でナイアガラ瀑布の直下迄は 220 呎あります。此の落差を全部利用すると 600 萬馬力を發電することが出来るので、殆んど我國全部の量を此處で發電することが出来るのであります。併し亞米利加と加奈陀の水の所屬量問題が八益しいし、又一には風致の問題がありますから中々容易に使ふことが出来ませぬ、兩國が長い間交渉を續けて、現在は僅に一部分の 56 000 個だけ利用することとなり、此の中 2 萬個は合衆國、36 000 個は加奈陀に屬し亞米利加で此の水を使つて居るのはナイアガラの發電所でありまして、寫眞第十六に示した如く非常に大きなもので水車は 1 臺 7 萬馬力の能力を有して居ります。それからもう一つ大きい發電所を亞米利加で工事中であります。之はカノウインゴと云ふ所で、ペンシルバニア州に大部分の流域を有する合衆國東岸の重要河川たるサスケハナ川の水を使つて居りますので、河口から僅に 4 哩の地點にありまして、目下工事中の第一期工事は出力 378 000 馬力で、將來第二期工事が完成すると 594 000 馬力となり世界第一になります、サスケハナ川の流域面積は 274 000 平方哩ありて流量は最大 73 萬個、最小 2 200 個と云ふ非常に變化が多いもので、附圖第十八は其の流量曲線を描いたもので、斯くの如く流量の變化が多いので此の發電所は補助として働かしむるのであります。附圖第十九は堰堤の平面圖と断面圖であります。此の堰堤で非常に注意をして居ることは、溢流による洗堀の防禦でありまして、是は實際に模型を造つて調べたさうであります。其の結果圖面のやうに下流部の水叩きを 12 度半の角度に高めて居ります。此の實驗の

結果に依りますと堰堤の裾より下流 150 呎の點にて最大の洗堀起り、其の深さ 25~30 呎に達し、堰堤の直下では起らなかつたようであります。大體亞米利加は此の位に致しますが水道の部で一つ是非とも御話し度いと思つて居た事があります。それは例のロスアンゼルス市水道の貯水池の堰堤が本年三月崩れて非常な騒ぎを演じました。是は送水路の途中にある貯水池のサンフランシスコと云ふ堰堤でありまして、色々之に就てお話ししたいと思つて居りましたが最早豫定の時間を経過して居りますので大體寫真だけ御紹介致します。寫真第十八と第十九が壞れました堰堤の様であります。では誠につまらぬ御話を致しましたが是で御免を蒙ります、御清聴を煩しまして恐縮致します。(拍手)

講演後次の質問應答ありたり。

○問 長濱重丸君 瑞典其の他の國營發電所の電力の消費は民間の水力電氣とどう云ふ關係になつて居りますか。

○答 榊井照藏君 加奈陀の州營のものは民間會社に拂下ぐることなく販賣に至るまで全部自分でやつて居ります。譬へば商業の盛んなトロントの街の電車を動かすとか、其の外の街及鐵道に電力を供給すると云ふ風にやつて居るやうであります。

それから瑞典でも諸國でも矢張り主として直接に自分でやつて居ります。殊に瑞典は前申上げましたやうに農村の電化と云ふことを奨励して居りまして、之に對しまして各區域を一區劃にして、町村であるとか或は團體とか云ふやうなものに拂下げて居ります。其の外の國で電力會社に一手に拂下げて居るのもあるやうでありましたが、其の方の精しいことは只今一寸記憶して居りませぬから、若し御必要でありますならば調べましてお知らせ致します。

○問 阿部謙夫君 先刻瑞典の部に水車のお話がありましたが、落差が少なくなつたり、多くなつたりする場合にどの程度に於て運轉が出来るか、何かお調べになつたら……

○答 榊井照藏君 それは先程私が御紹介申上げました發明者の名を取りましたカプランとラック・エックと云ふ 2 臺のプロペラー型の水車の事と思ひますが、カプランの方はプロペラーがガバナーと連絡して水量に應じプロペラーの角度を變へまして、最もエフィシエンシーを良くする様に出来て居りますがカプランの方はプロペラーが固定して居りますから之は落差が變化し水量を増減する時は勿論エフィシエンシーが下がりますが何れにしましてもフランス・タービンに比較しますと宜いと思ひます。

○問 阿部謙夫君 落差が變ります時にはどうなりますか、まあ湯水でもあつて落差が減つた場合に……

○答 榊井照藏君 一體低落差を利用するには水量が非常に多い場所であるから餘り落差の減る事は無いと思ひます。無論プロペラー・タービンも落差が餘り變化する様な場所では結

果は宜くないと思ひます。

○岡野會長挨拶 私から皆様に代つて今夕の講演者に簡単に御禮を申し上げたいと存じます。

本日は色々御多忙の中を御繰合下さいまして、茲に最近巨細に御見學御研究になりました問題に就て有益なる御講演を吾々の前にお述べ下さいましたことは、吾々一同深く感謝するところであります。水力電氣の工事に關聯致しまする廣い範圍に於て極て巨細に御見學になりましたそれを時間の制限の爲に充分御聽きすることの出来なかつたのは吾々一同の甚だ遺憾とすることであるのみならず、又講演者も甚だ致しくかつた點があつたらうと存じます。此の點は深くお詫び申上げて置かなければならぬ。併しながら多數の電氣工事に付きまして、極て要點に觸れてお話を願ひましたことは吾々一同に取りまして誠に有益なる御講演と拜聽致しました。殊に御配付を受けました諸表圖表は誠に參考となるべき有益な資料と存じます。衷心より一同に代つて深く御禮申し上げます。（拍手）

Volumes of Water Discharged by a number of Swedish Streams (in longer periods).

Watercourse	Discharge		Hyd. water volume		Mean water volume		Water volume with a direction during the period of				Low-water volume					
	Area sq. km.	m ³ per second	liters per second	m ³ per second	m ³ per second	15 m (1/2 mi.)		15 m (1/2 mi.)		15 m (1/2 mi.)		Low-water				
						m ³ per second	m ³ per second	m ³ per second	m ³ per second	m ³ per second	m ³ per second	m ³ per second	m ³ per second			
Report of Hovudsk...	1880	1.3	97	230	85	241	35	108	17	5.3	1.2	3.1	3.1	5.5	1.7	
Luleå	1920	12	1624	109	201	282	136	336	55	5.5	3.6	2.2	2.2	6.2	1.6	
Umeå	1980	6	1375	227	180	116	191	47	77	19	3.1	1.6	1.7	6.4	1.6	
Åre	1810	4	342	202	233	163	119	118	6.4	3.9	3.1	1.9	1.9	1.9	1.6	
Luleå	2000	7	2608	106	1095	77	491	26.0	63.0	31.1	13.6	125	5.1	4.9	4.3	1.7
Umeå	1850	7	1462	102	600	77	151	26.2	65.0	19.3	4.1	46	4.2	3.1	2.9	1.9
Åre	1840	73	621	79	415	63	136	14.1	44.0	75	9.1	6.1	6.3	4.9	4.1	1.6
Åre	2000	7	2329	74	1339	59	396	16.5	46.0	25.4	9.6	19.9	6.1	6.2	6.3	4.3
Åre	2000	10	1992	114	1992	64	652	15.3	45.0	24.3	8.1	132	6.6	7.9	3.8	4.5
Åre	2000	10	2286	123	2286	71	331	16.6	52.0	21.5	10.1	117	5.7	7.1	3.5	3.8
Åre	1850	4	946	71	613	54	176	11.1	35.0	7.8	1.9	46	4.1	3.2	2.8	2.1
Åre	2000	6	2262	113	1236	62	222	17.6	34.0	135	4.3	62	5.1	7.9	3.6	4.1
Åre	2000	6	2265	93	797	69	311	17.6	37.0	20.0	9.6	147	5.9	19.9	4.3	6.3
Åre	2000	6	1027	122	309	68	126	16.8	37.0	81	9.5	43	3.1	2.6	3.1	2.5
Åre	2000	6	246	161	128	56	24	16.7	34.0	16	6.6	69	2.8	4.1	1.9	2.9
Åre	2000	2	346	124	129	77	24	9.5	31.0	10	3.6	5.3	1.9	3.1	1.1	1.3
Åre	2000	4	155	96	127	37	26	9.2	29.0	27	7.3	16	2.7	2.8	2.6	5.1
Åre	2000	11	319	72	198	65	54	12.5	31.0	41	9.5	3.9	7.9	1.6	3.7	4.8
Åre	2000	17	81	25	50	16	23	4.4	20.0	29	5.6	11	3.1	2.8	2.3	2.9
Åre	2000	11	51	27	27	15	16	7.3	20.0	13	6.2	21	6.6	7.9	3.6	2.6
Åre	2000	11	152	71	166	22	31	7.5	20.0	23	4.2	11	2.6	5.3	2.3	6.0
Åre	2000	16	78	24	87	19	27	7.4	23.0	22	6.4	1.5	4.3	2.9	2.9	2.0
Åre	2000	16	78	24	87	19	27	7.4	23.0	20	6.2	1.1	4.3	2.4	3.4	1.4
Åre	2000	16	78	24	87	19	27	7.4	23.0	21	6.2	1.1	4.3	2.4	3.4	1.4
Åre	2000	16	78	24	87	19	27	7.4	23.0	20	6.2	1.1	4.3	2.4	3.4	1.4
Åre	2000	5	196	61	168	44	39	15.9	50.0	33	13.1	17	6.1	6.1	2.7	1.1
Åre	2000	5	196	61	168	44	39	15.9	50.0	33	13.1	17	6.1	6.1	2.7	1.1
Åre	2000	6	112	39	131	61	33	15.3	49.0	23	10.6	1.2	5.4	5.1	2.5	3.6
Åre	2000	12	116	19	56	47	137	8.6	26.0	42	4.6	3.3	5.2	2.9	6.6	1.9
Åre	2000	15	218	77	268	112	628	11.2	35.0	52.0	12.2	4.5	4.1	4.1	4.1	4.1

(土木部測量十五年度通算資料)

附表第二

Tableau 2 Eau tombée, débit, évaporation et coefficient de débit de quelques fleuves suédois.

	Eau tombée	Débit	Evaporation	Coefficient de débit %
<i>Parties supérieures des fleuves de montagne.</i>				
Issue du Torneträsk	960	620	340	64.6
Vrijours	1,630	1,230	400	75.5
Stora Luleå à porjus	1,130	800	330	67.8
Issue du Storaivan	770	430	290	62.3
Vindalsälven à Sorsala	930	600	330	64.5
Issue du Storuman	990	630	360	63.7
Maksjön	900	530	320	64.4
Rönströmsälven à Rönström	640	390	250	60.9
Faxälven à l'issue de Bläsjön	1,590	1,100	490	73.3
Issue du Torron	1,430	1,030	400	72.0
Kallsjön	1,310	920	390	70.2
Årån à Trångbåla	1,200	820	380	68.3
Ljungan à l'issue du Fällögen	730	430	230	61.6
Ljusnan Lossen	740	460	280	62.2
<i>Fleuves de montagne.</i>				
Luleå à Trångfors	990	620	370	62.6
Piteå à Åivobyn	730	430	300	58.9
Skellefteå à Åustors	730	430	300	58.9
Umeå à Norrfors	760	450	310	59.2
Ångermanälven Sollefteå	800	470	330	58.7
Indalsälven Bonsund	830	520	310	59.1
Ljungan Tärpshammer	620	350	270	56.5
Ljusnan Ellervik	640	360	280	56.2
Dalälven Fåggaby	700	400	300	57.1
Karåälven Edsåbäck	470	270	340	57.7
<i>Fleuves de forêts de la Suède supérieure.</i>				
Byskeålv à Myrheden	630	340	290	54.0
Örån à Nyåker	570	310	270	49.2
Gimån à l'issue de Rousunden	520	300	270	57.7
Vennan à Stagsjärden	620	300	320	48.4
Gullspångsälven à Torp	730	330	350	52.1
<i>Fleuves de plaines de la Suède centrale.</i>				
Fyrisån à Urslugga	540	260	300	46.4
Vatttholmen à Vatttholma	520	230	290	46.2
Nyköpingsån à Täckhammar	560	210	350	37.5
<i>Fleuves de forêts de la Suède méridionale.</i>				
Mjölpsån à l'issue de Valen	610	270	340	44.3
Svartån à Strömen	550	250	300	45.5
Emån à Klemma	570	260	310	45.6
Mörumsån à Mörum	630	270	360	42.9
Helgeån à Håjgäbra	700	350	350	50.0
Balgareån à Klippan	750	420	270	64.0
Täftån à l'issue de J. Allgönan	730	290	440	39.7
Lagan à l'issue de Västerån	960	370	370	50.0
Täftån à Flåren	730	330	350	52.1
Bolman à Sten	830	440	390	53.0
Nissan à Johansfors	950	510	420	53.7
Åtran à Nila	950	530	420	55.7
Viskan à Åsbro	920	510	410	55.4
Säveån à l'issue de Myorn	990	430	340	54.6
L'issue de Dalöjen	900	470	410	56.6
<i>Fleuves s'écoulant des grands lacs</i>				
Mälaren-Norrström	530	260	320	44.3
Vättern-Vätternström	610	220	390	36.1
Vänern-Götaälv	670	330	360	47.9

The Power Stations of the State

	Trondheim	Lilla Eddet	Motals	Västernäs Ångcentral	Ålvsjö	Norrfors	Porsjus
River	Goita älv		Mölna ström		Dalälven	Lime älv	Lula älv
Drainage area sq. km.	42,000		6,300		28,600	26,500	9,940
Aggregate area of more important lakes	7,000		1,900		1,000	800	650
Water flow:							
maximum before regulation cu. m. per sec.	800		55 à 90		1,100 à 3,300	1,600 à 2,500	1,000 à 1,500
minimum before	500		15 à 30		60 à 115	400 à 60	25 à 40
" after	400 à 500		35 à 45		150 à 200	150 à 200	100 à 200
Fall height	32	6.5	14 à 15		16.5 à 20	3.8 ²	55 à 57
Number of units	13	3	2	4	5	2	6 ²
Total installation KW	115,000	24,000	8,000	30,000	60,000	18,000 ²	55,000
Generator tension KV	11		6.6	7	11		4 and 11 ²
Line tensions voltage KV	50, 130		6, 70	70, 130	20, 40, 70		80, 70
Frequency	25, 50		50	50	50	50	15, 25
max. output in 1924 KW	113,500		8,200	17,800 ²	63,000		38,770
Energy production in 1924, mill. kWh	724		50	0,75 ²	242		59
Period of construction	1907-1910	1918-	1919-1922	1915-1917	1911-1916	1926-	1910-1914
Engaged in	1915-1920			1921			1918-1920

(本表係根據十五年度第二號報告)

附表第四

LARGE ELECTRO-PLANTS.	
No	H P installed in the power stations. Product.
1	10,000 Carbide, Ferro-silicon
2	15,000 Carbide, Ferro-silicon
3	30,000 Aluminium, Electrodes, Ferro-alloys, Abrasives
4	40,500 Ferro-manganese
5	24,000 Carbide
6	14,190 Aluminium, carbide, Zinc, Cyanamide
7	30,000 Aluminium, Electrodes
8	50,000 Zinc
9	20,000 Iron, Carbide
10	45,000 Nitrate of Lime
11	20,400 Sodium nitrite
12	160,500 Ammonium nitrate
13	140,000 Sodium nitrite
14	5,500 Concentrated nitric acid
15	5,800 carbide steel

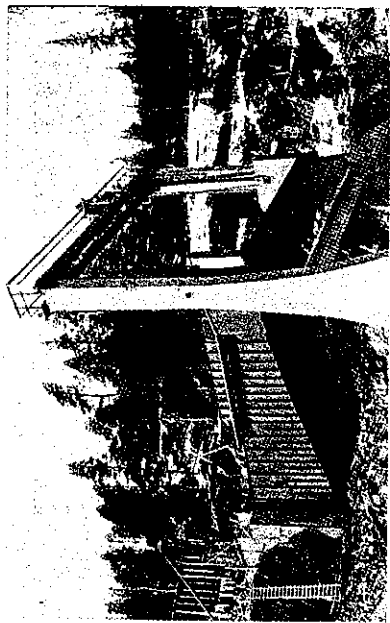
附表第五

Available and Developed Water Power in Canada			
Province	Available 24-hour power at 80 per cent efficiency		Turbine installation h. p.
	At ordinary minimum flow h. p.	At ordinary six month flow h. p.	
1	2	3	4
British Columbia	1,931,000	5,103,500	473,062
Alberta	390,000	1,049,500	34,107
Saskatchewan	542,000	1,082,000	35
Manitoba	3,309,000	5,344,500	255,125
Ontario	5,370,000	6,940,000	1,227,088
Quebec	845,900	13,064,000	2,165,443
New Brunswick	87,000	1,208,000	47,231
Nova Scotia	20,800	1,283,000	65,702
Prince Edward Island	3,000	6,300	2274
Yukon and Northwest Territories	1,252,000	2,753,000	1,31,199
	20,197,000	33,113,200	4,883,266

Developed Water Power in Canada — November 1, 1927

Province	Turbine installation in h.p.					Population June 1, 1927	Total installation per 1,000 population h.p.
	In central electric stations	In pulp and paper mills	In other industries	Total			
1	2	3	4	5	6	7	
British Columbia	330,679	80,500	61,883	473,062	575,000	822.0	
Alberta	33,520	.....	5,87	34,107	617,000	55.0
Saskatchewan	.....	.....	35	35	836,000	0.04
Manitoba	238,725	.....	16,400	255,125	647,000	39.40
Ontario	1,544,766	174,548	107,774	1,827,088	3,187,000	57.30	
Quebec	1,796,692	242,044	126,707	2,165,443	2,604,000	832.0	
New Brunswick	25,825	13,003	8403	47,231	411,000	11.50	
Nova Scotia	31,942	16,636	17,124	65,702	643,000	12.10	
Prince Edward Island	279	.....	1,995	2,274	87,000	26.0
Yukon and North West Territory	12,000	.....	3,199	15,199	12,000	1,100.0
Canada	4,012,428	526,731	344,107	4,883,266	9,519,000	51.30	

寫真第二



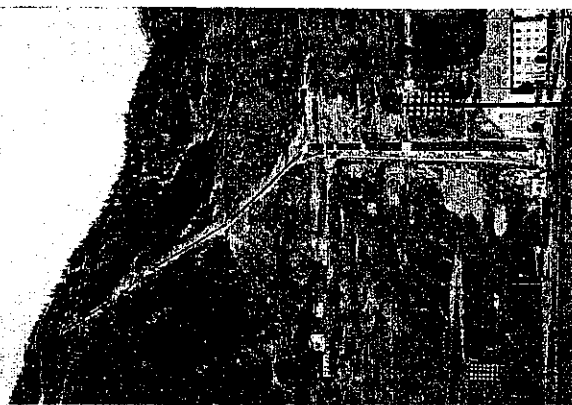
寫真第一



寫真第四



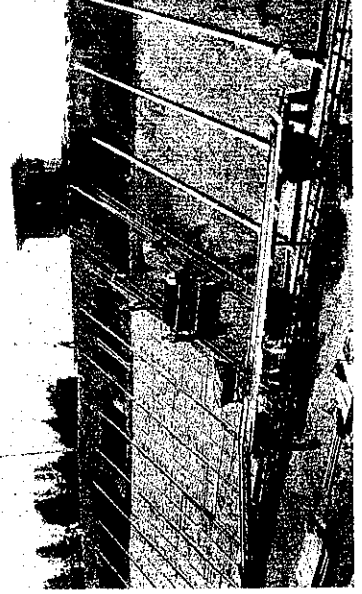
寫真第三



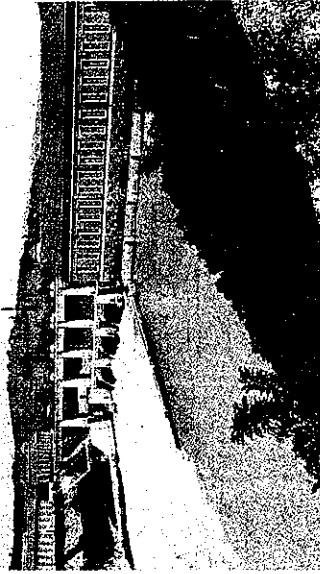
寫眞第六



寫眞第八



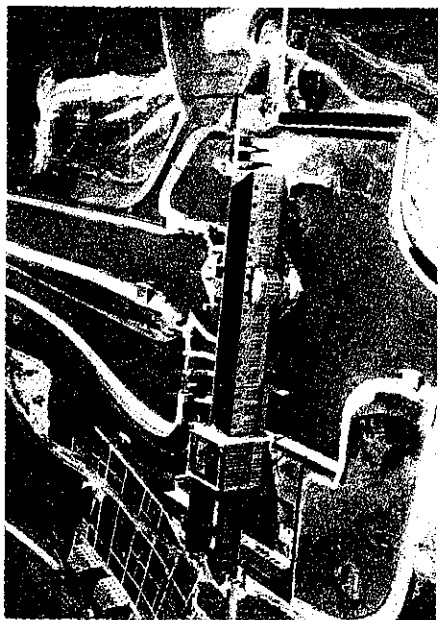
寫眞第五



寫眞第七



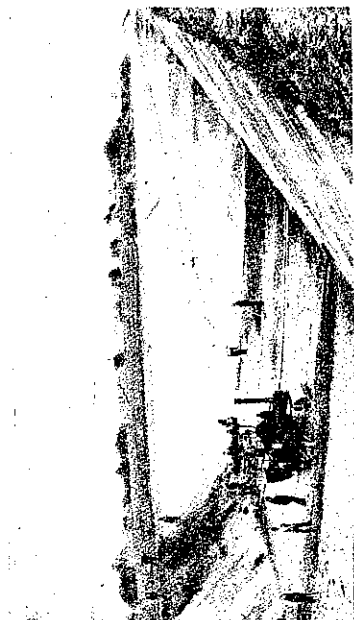
寫真第十



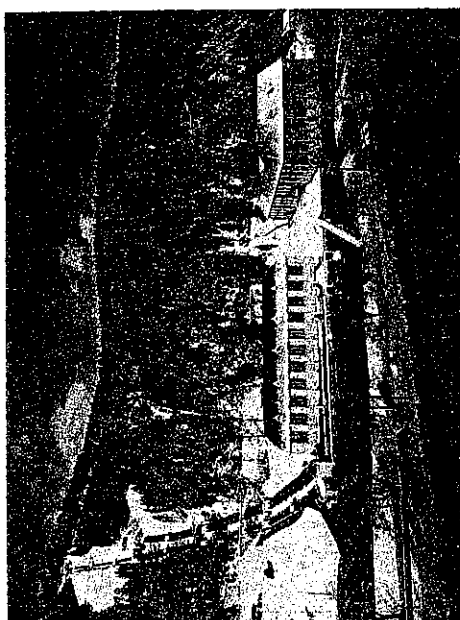
寫真第十二



寫真第九

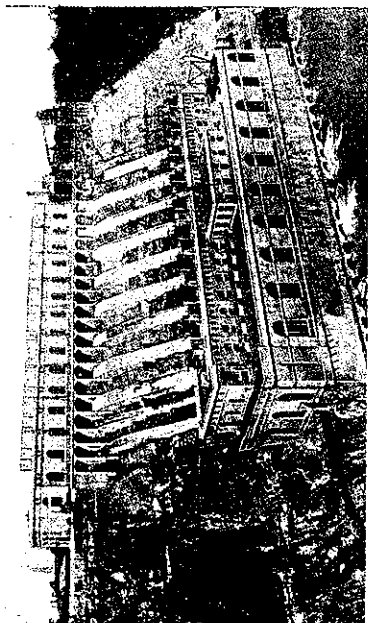


寫真第十一



(寫真圖二卷五十五頁附錄于)

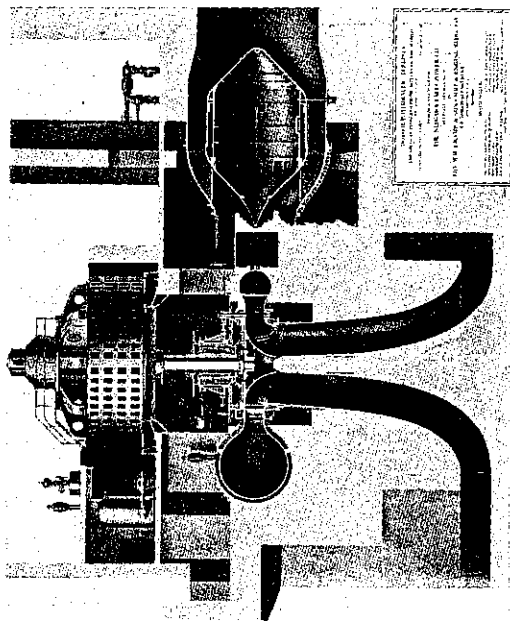
寫真第十四



寫真第十三



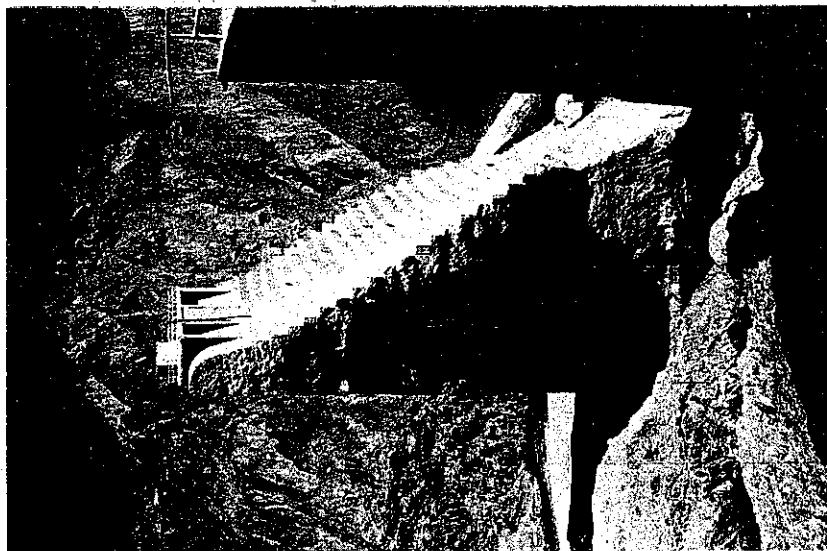
寫真第十六



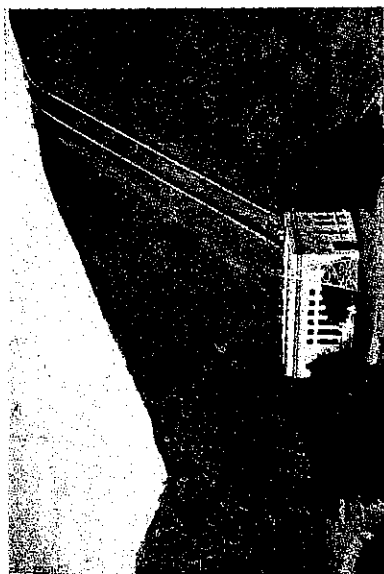
寫真第十五



窟 龕 第 十 九



窟 龕 第 十 七



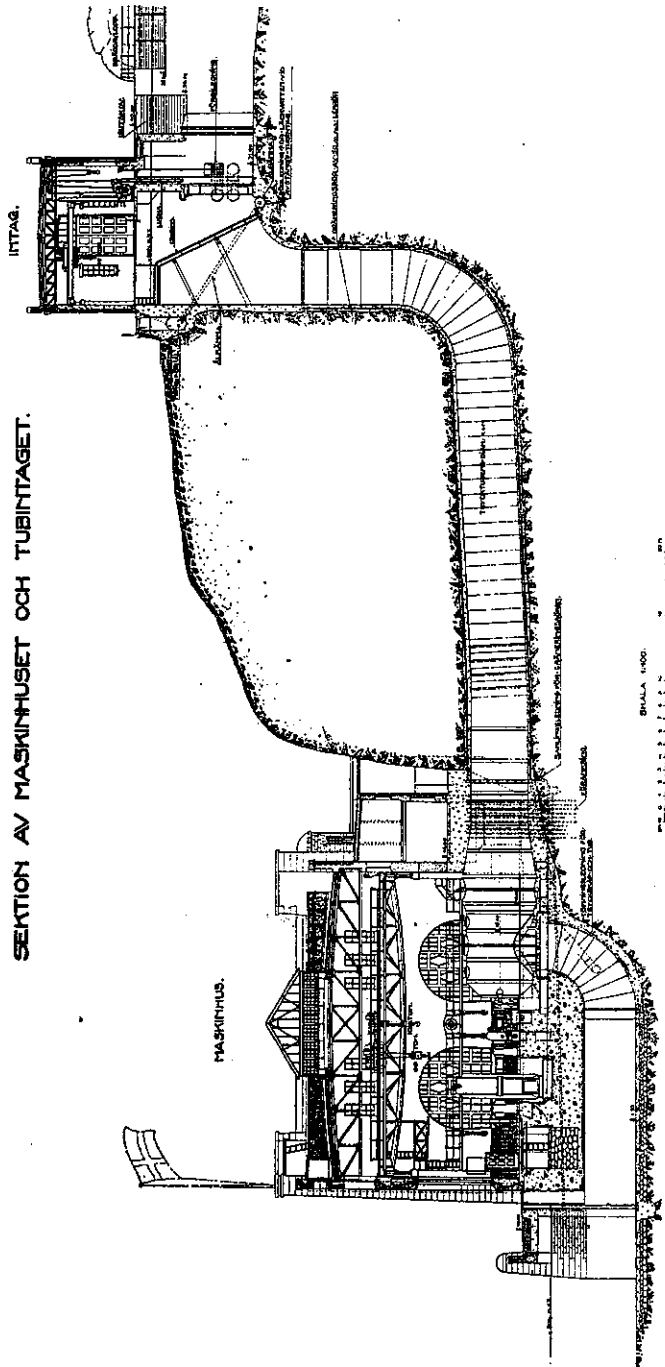
窟 龕 第 十 八



(此長卷全圖第十卷第廿二圖龕)

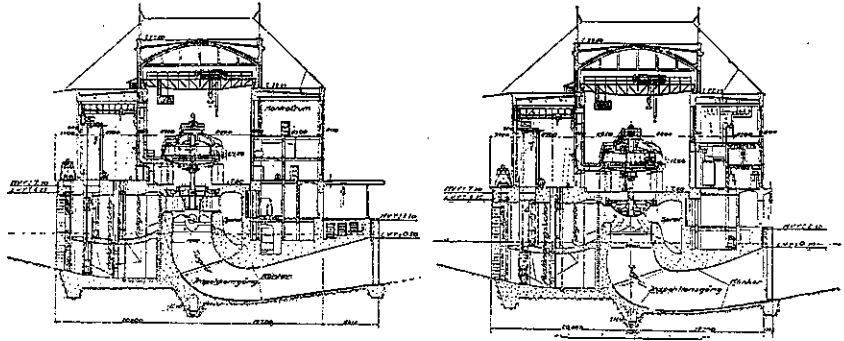
附圖第三

SEKTION AV MASKINHUSET OCH TUBINTAGET.

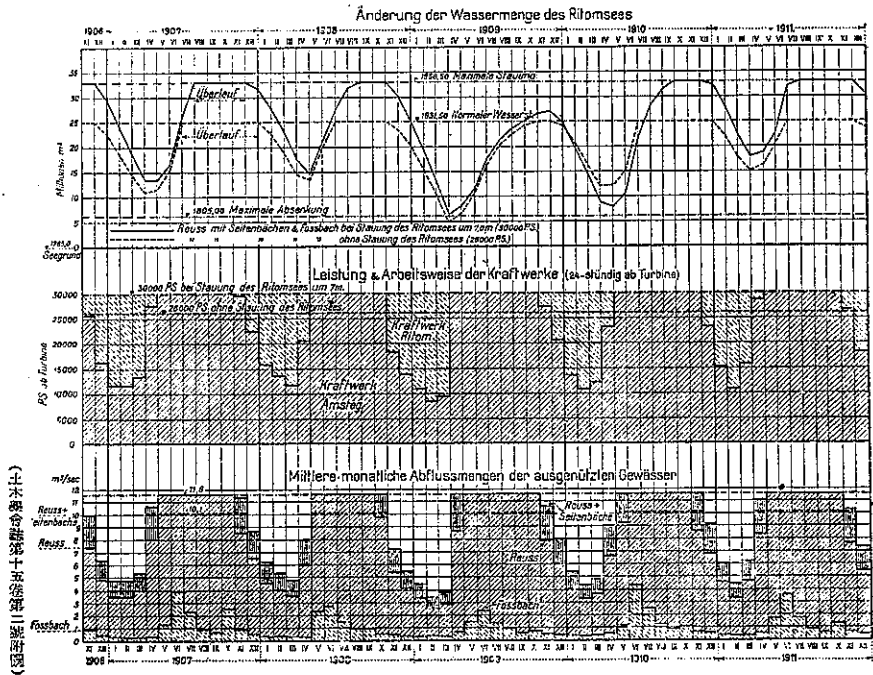


(附圖三號之十號圖樣)

附圖第四



附圖第五



附圖第六

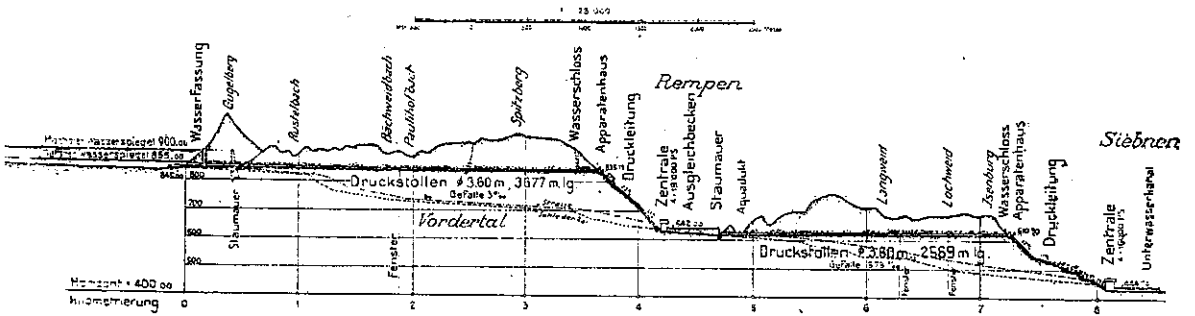
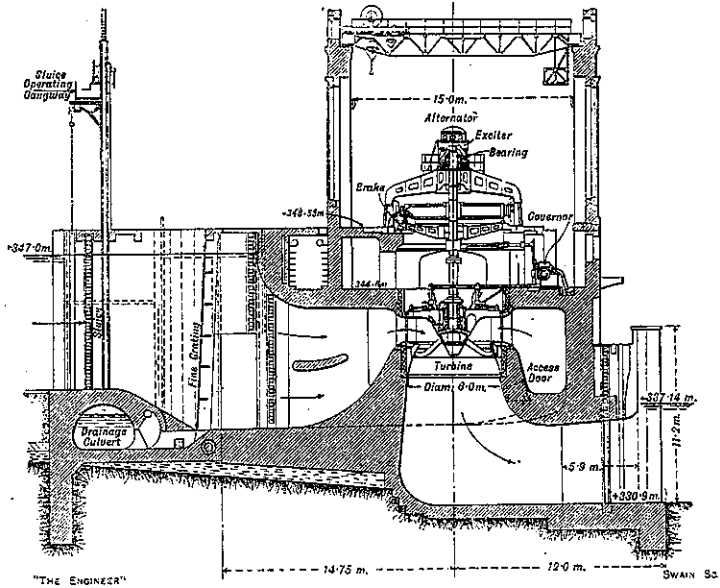
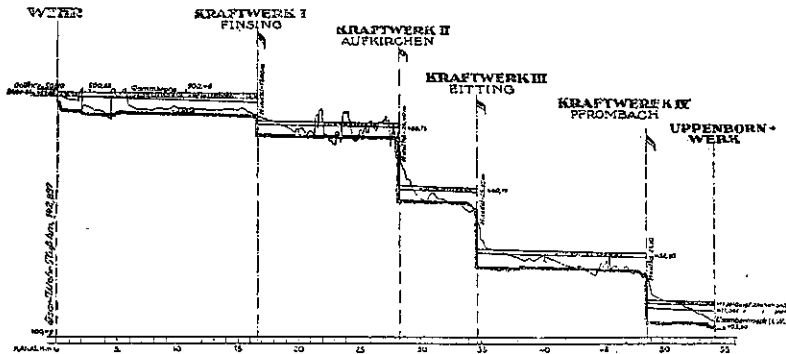


Abb. 3. Höhenprofil der Kraftanlagen im Wäggital.

• 附圖第七



附圖第八

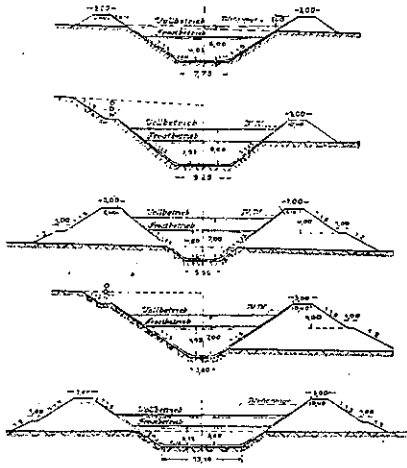


日本經濟叢書第十五卷第二編附圖

附圖第九

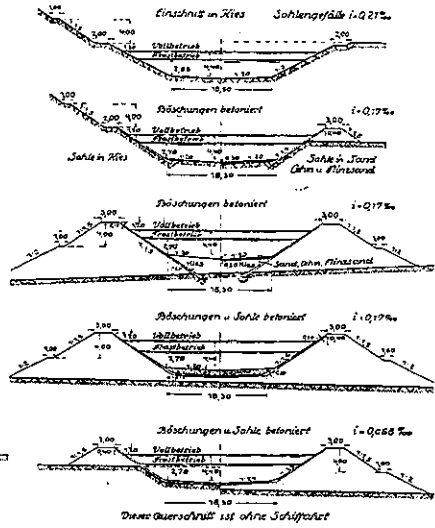
Wehr bis Kraftwerk I

Sohlengefälle $i = 0,12 \text{ ‰}$
 Vollbetrieb $Q = 150 \text{ m}^3/\text{s}$; Frostbetrieb $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$
 Sohle u. Böschungen betoniert



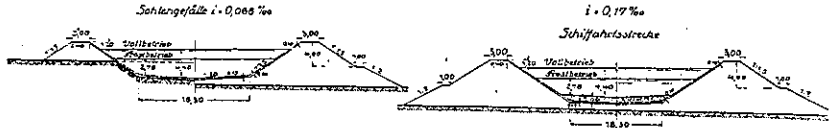
Kraftwerk I bis Kraftwerk II

Schiffahrtsstrecke
 Vollbetrieb $Q = 125 \text{ m}^3/\text{s}$; Frostbetrieb $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$



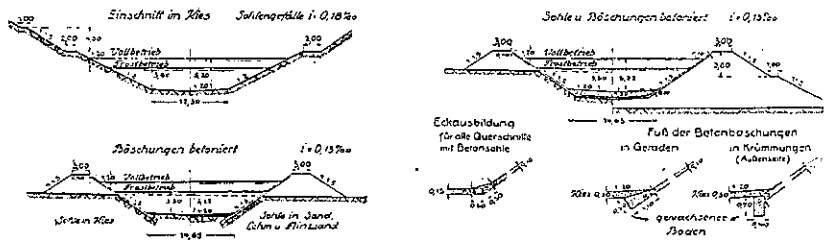
Kraftwerk II bis Kraftwerk III

Vollbetrieb $Q = 125 \text{ m}^3/\text{s}$; Frostbetrieb $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$
 Böschungen und Sohle betoniert



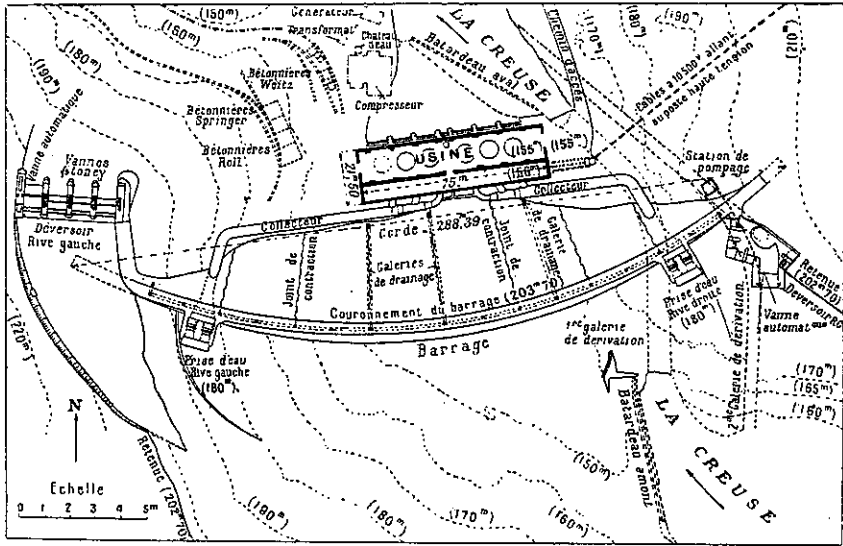
Kraftwerk III bis Semptflutkanal

Schiffahrtsstrecke
 Vollbetrieb $Q = 132 \text{ m}^3/\text{s}$; Frostbetrieb $Q = 65 \text{ m}^3/\text{s}$

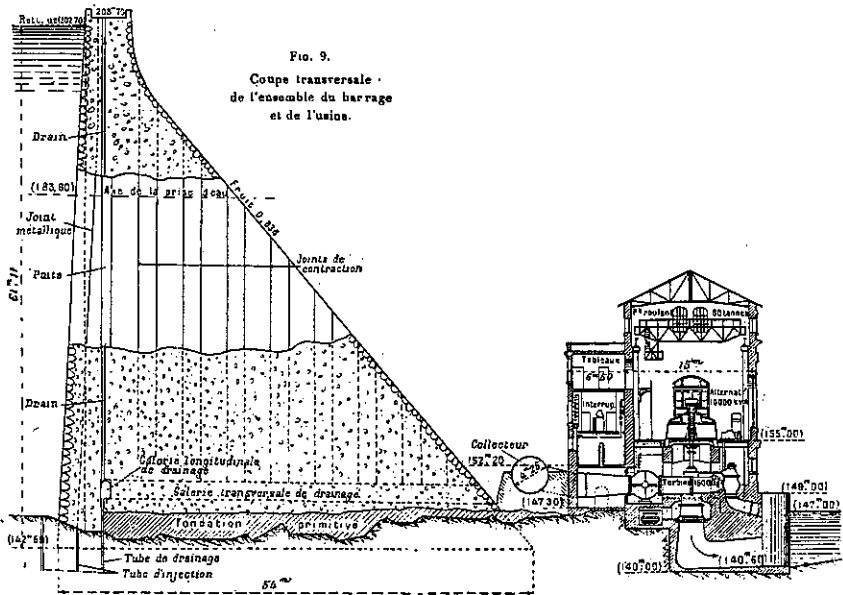


(土木學會誌第十五卷第二附圖)

附圖第十

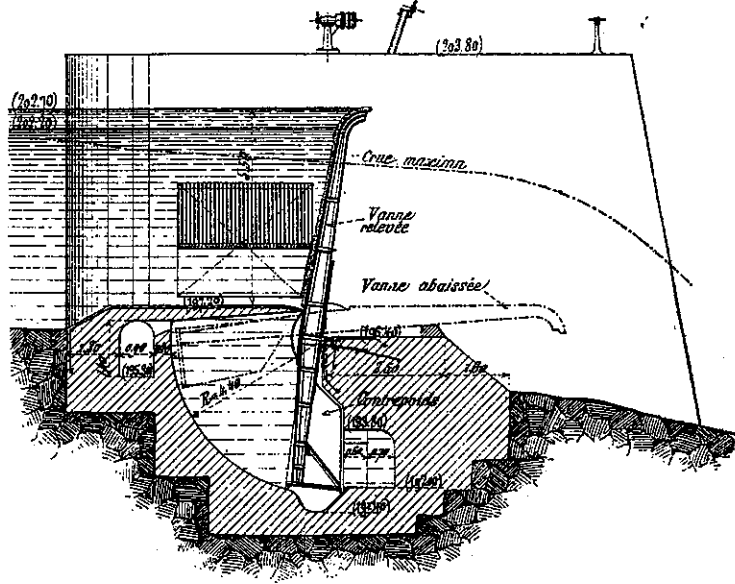


附圖第十一

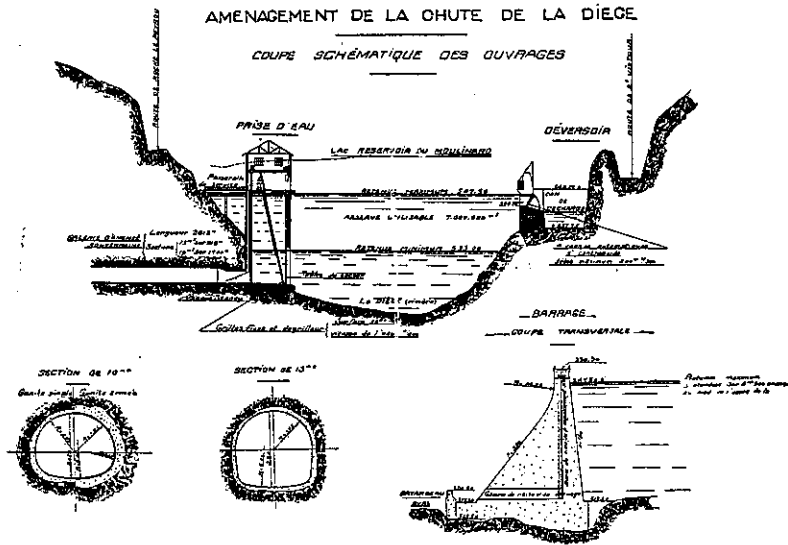


土木學會雜誌第十五卷第二號附圖

附圖第十二

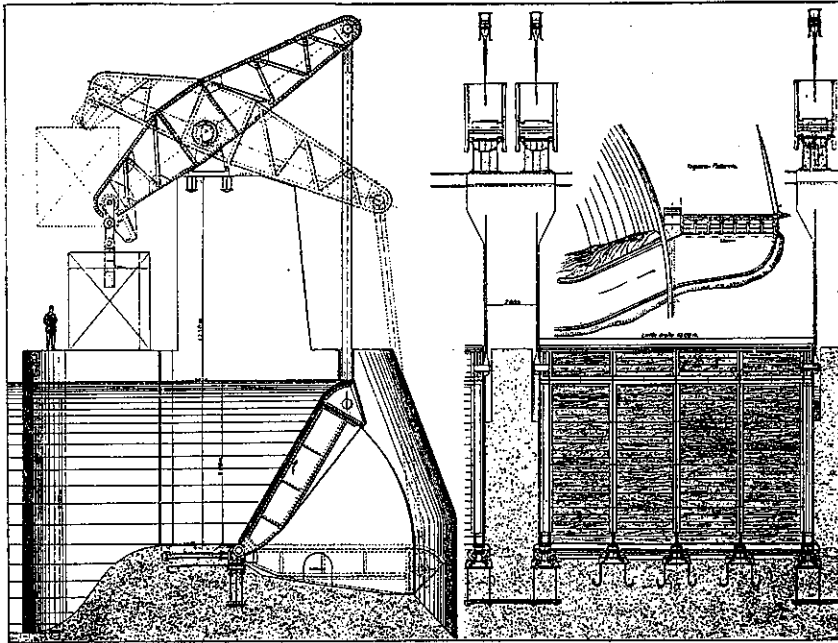


附圖第十三

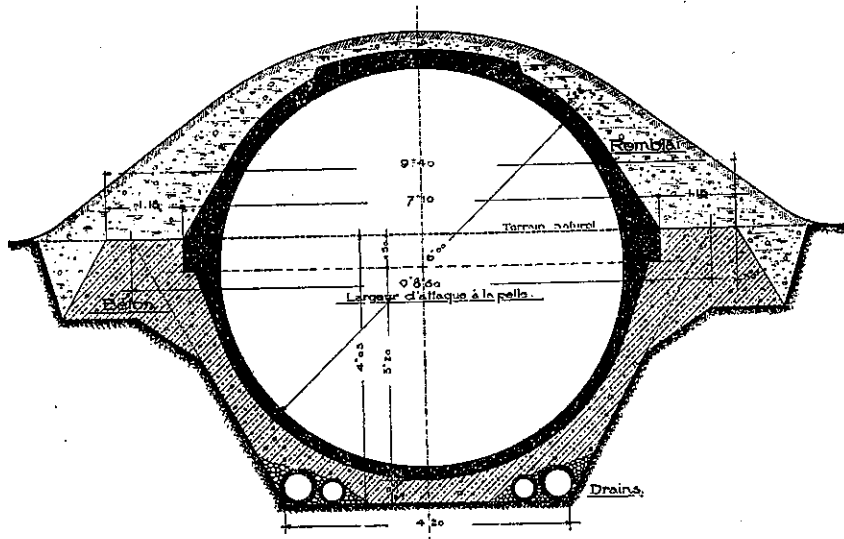


土木聯合雜誌第十五卷第二號附圖

附圖第十四

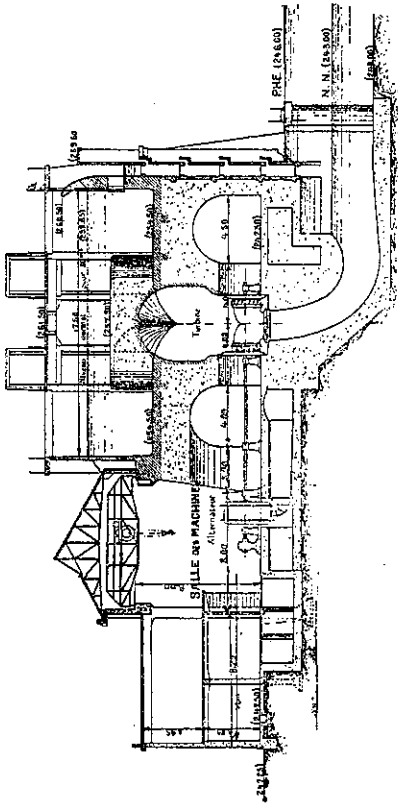


附圖第十五

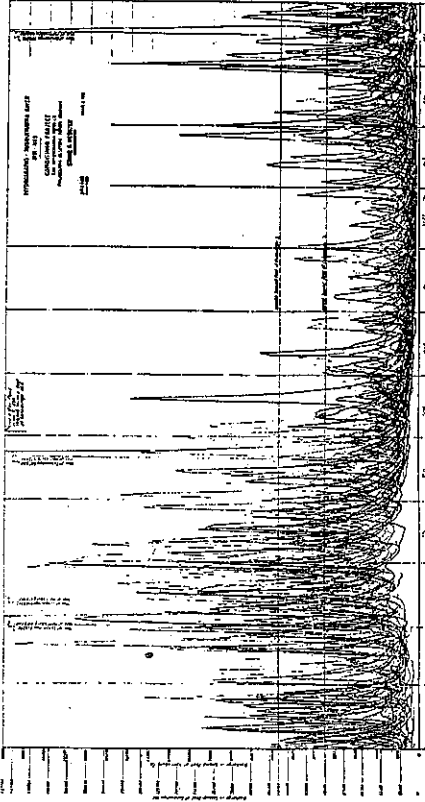


(土木學會誌第十五卷第二號附圖)

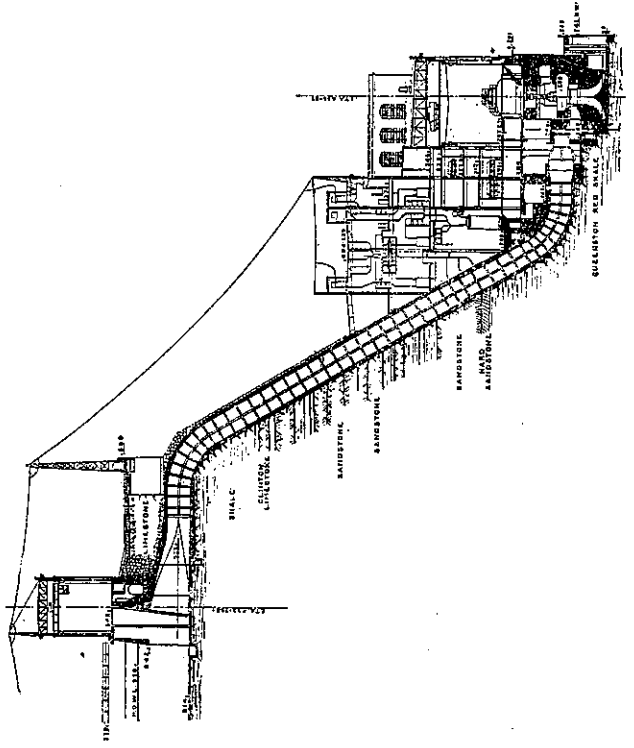
附圖第十六



附圖第十八



附圖第十七



附圖第十九

