

講 演

第 20 卷 第 7 號 昭和 9 年 7 月

鐵道省信濃川水電工事概要

會員 工學士 長 屋 脩*

On the Construction of the Shinano-Gawa Hydro-Electric Power Plant

By Shū Nagaya, C. E., Member.

内 容 梗 概

本文は昭和 9 年 6 月 10 日土木學會第 20 回視察旅行の際なされたる講演にして本工事の設計施工の概要並にその特異性に就て述べたものである（本誌第 19 卷第 5 號及び第 20 卷第 6 號参照）。

今回副會長閣下を始め斯界に知名の會員諸君が斯く多數御出で下され、我が信濃川發電工事を御視察下さることは我々従事員一同の深く光榮とする所であります。然し何分にも時間が少いので精細に御覽願ふことの出来ないのは非常に遺憾で御座います。この發電工事は所謂水路式で御座いまして一般の工事の模様就ては既に會誌に載せたこともありますから此處では説明を省略し他の水力電氣と違つた所即ち他に餘り類例の無い點に就て 2, 3 説明致し度と思ひます。信電工事の特異性と申しますと次の様なものと思ひます。

第 1 圖 取水堰堤工事中流量 50000 個の出水



(1) 年度割にて施行すること

政府事業でありますから議會の協賛を経た年度割豫算によつて仕事を進めて行きますから會社の様に短期間に竣功させて 1 日も早く發電すると言ふ様に參らないのであります。

(2) 取水量大なること

常時 166 m³ (6000 個) の水を取ることになつて居ります、従て色々な設計が非常に龐大になつて來ます。

(3) 堰堤の長さ大なること

本州第一の河川である信濃川を横斷して堰堤を造るのでありますからその長さは非常に長くなります、即ち無溢流部 115 m, 溢流部 180 m, その他魚梯流筏路を併せて合計約 380 m でありまして長さに於ては全國水力發電の有数のものと思ひます（第 20 卷第 6 號参照）。

(4) Zahnschwelle (齒型閘) を採用せしこと

堰堤の洗掘作用を防止する爲獨逸の特許 Zahnschwelle を採用致しました。

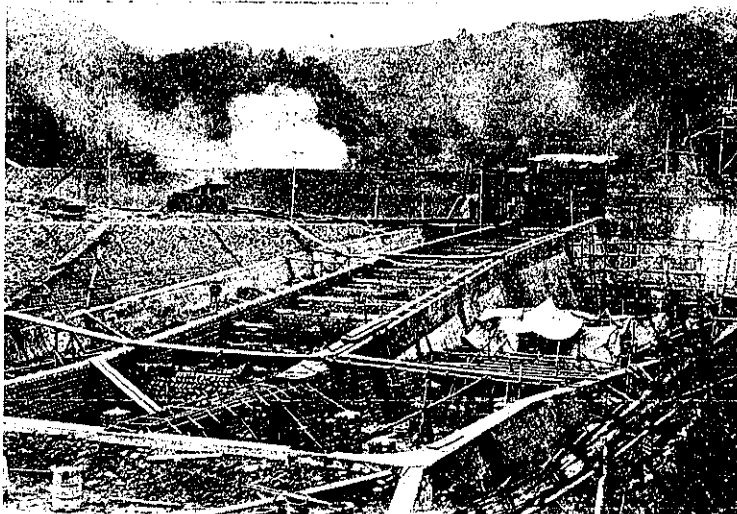
* 鐵道技師 鐵道省信濃川電氣事務所長

(5) 魚梯大なること

魚梯は上部にて幅 7.3 m (4 間) 下部にて 10.9 m (6 間) と言ふ非常に大きなものを設け水も 2.8~4.2 m² (100~150 個) 流すことにしました。其處に模型もありますし實物も竣功して居りますから双方對照して御覽下さいますれば如何に雄大なものであるか御判りになります

(第 2 圖及び第 19 卷第 5 號寫眞第 1 参照)。

第 2 圖 工事中の魚梯



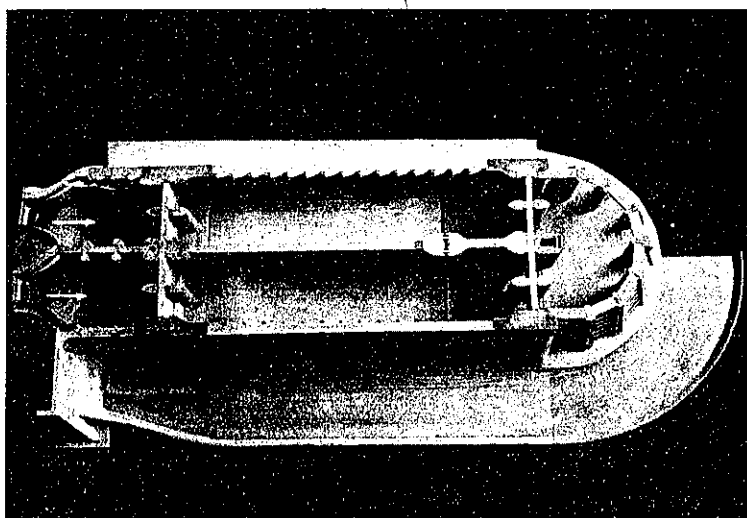
(6) 沈砂池の廣大なること

取水量 166 m³ (6000 個) の水に相當し而も御覽の通りこの信濃川の水は殆ど一年中濁つて居ります。平均流速 0.27 m 以下と致しまして此處で出来る丈け水を綺麗に致します。その使用面積約 45 000 m² (13 600 坪) あります。この模型は現場附近に備へて置きました (第 19 卷第 5 號寫眞第 2 及び附圖第 4 参照)。

(7) 特殊連絡水槽を設けること

淺河原に調整池を造ります、水路隧道の出口にコンクリートの連絡水槽を造るのですが、これと調整池との働きにより平常取水量 166 m³ (6000 個) であるものが peak load の時に 250 m³ (9000 個) 送水することになるのであります (第 3 圖参照)。

第 3 圖 調整池連絡水槽模型



(8) 長大なる壓力隧道を設けること

信濃川の河段丘の中に直径 6.7 m、長 3 km の壓力隧道を設けるのであります。地質が餘り信頼出来ませぬから土の passive pressure を考へずして鐵筋コンクリートだけで水壓に堪える設計と致しました。水壓は大は水頭 86.6 m、小は 19.7 m であります。現場に模型もありますが鐵筋が非常に細く入つて居りまして工事は仲々困難と思ひます。

(9) 魚業問題困難なること

遡河魚族としては鮭、鱒、鮎、鰻等でありますが何しる長野縣に影響ある魚業組合が 82 もありまして、新潟縣にも無論關係あり堰堤設置の爲に及ぼす損害及び工事中の損害を補償するのが非常に面倒であります。殊に政府事業であり

ますから樂な様に見えましてその實仲々面倒であります。

(10) 大調壓水槽を設けること

水量が大なる爲、調壓水槽も大きく differential type で直徑 33 m, Riser の徑 6 m のものを設けることになつてゐます。

以上のものが他の水力發電と違つた主なるものと思ひます。その内 Zahn-schwelle と連絡水槽に就てもう少し説明を致し度と思ひます。

Zahnschwelle

堰堤を設置しました地盤はその附近では一番良い處でありますが何分水量が多く砂礫をゴロゴロ流しまして apron の先の洗掘作用が恐ろしくこれ

を防ぐに種々の方法がありませうが當所でも色々模型を作り實驗の結果 Zahn-schwelle を作ることに致しました。

Zahnschwelle は今日世界で 40 箇所以上施設せられ我國では關東水力の佐久發電所に採用致して居ります。獨逸の Karlsruhe の Theodor Rehbock 博士

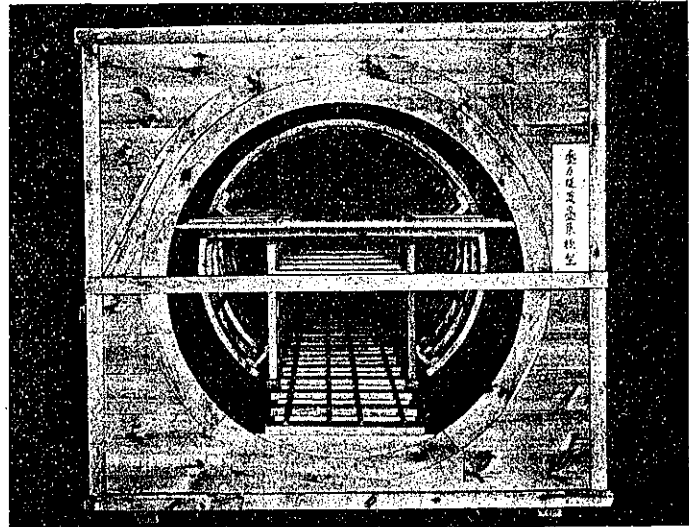
の發明したもので日本にも特許權を持つて居ります。特許使用料金は齒型閘の延長、最高落差、最大流量で違ひますが此處では 4767 弗、その時の金で 15 693.82 圓拂ひました。

此處で實驗致しましたのは

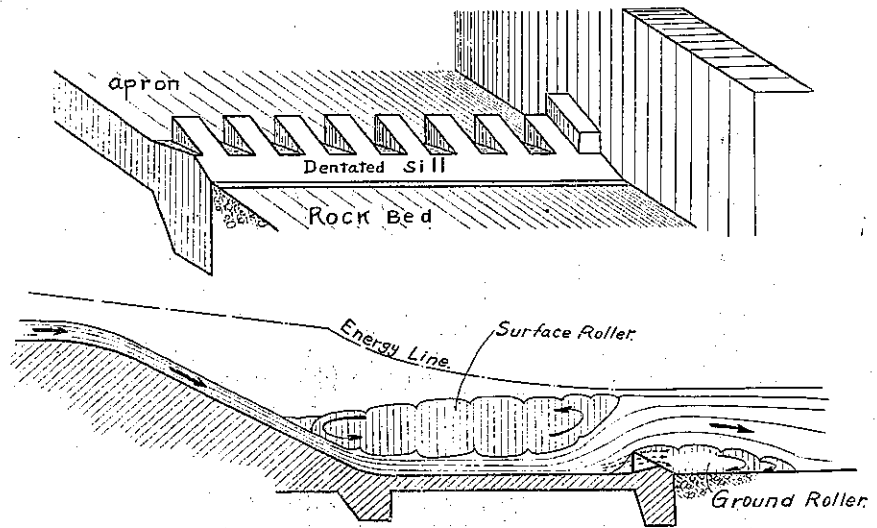
- (1) 水叩面以上高さ 6 m の堰堤に對し鐵筋コンクリート 18 m の水平水叩を附けた場合
- (2) この水叩の先端に梯形の溺堤を設けた場合
- (3) 水叩の先端に Zahn-schwelle を設けた場合

でそれぞれ縮尺 1/10 模型にて實驗を行ひ研究を重ねた結果 Zahn-schwelle を付けた場合が洗掘作用に對し最も

第 4 圖 壓力隧道壘築模型

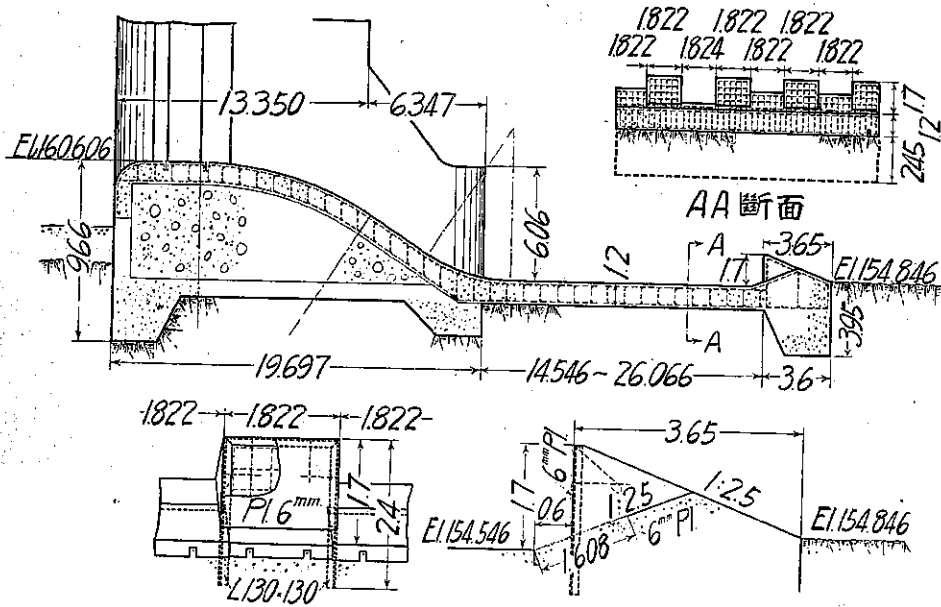


第 5 圖

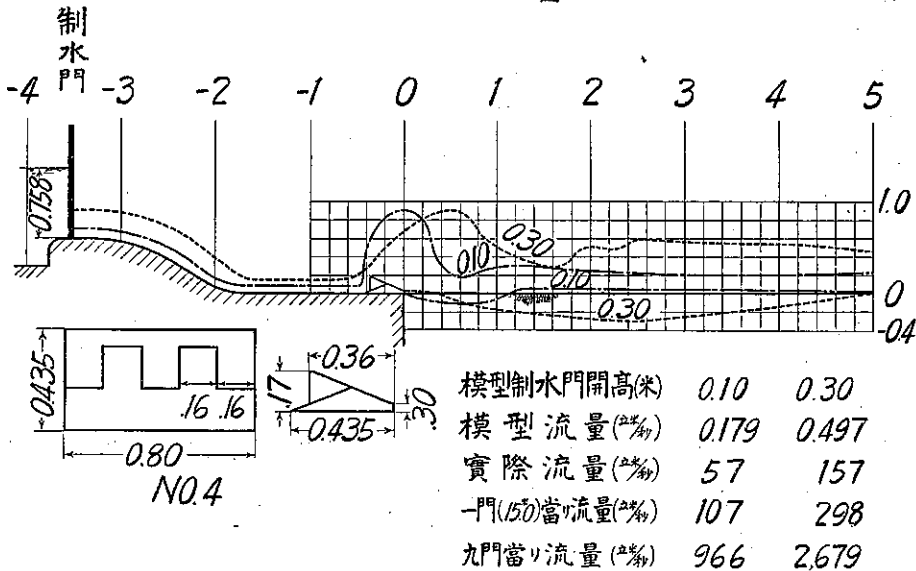


有効であることが判りました。その寸法も色々變化を與へまして調べた上各齒の高さ 1.7 m, 幅 1.82 m, 長さ 4.25 m と云ふのが最も適した形であることを確めました (第 6 圖参照)。

第 6 圖



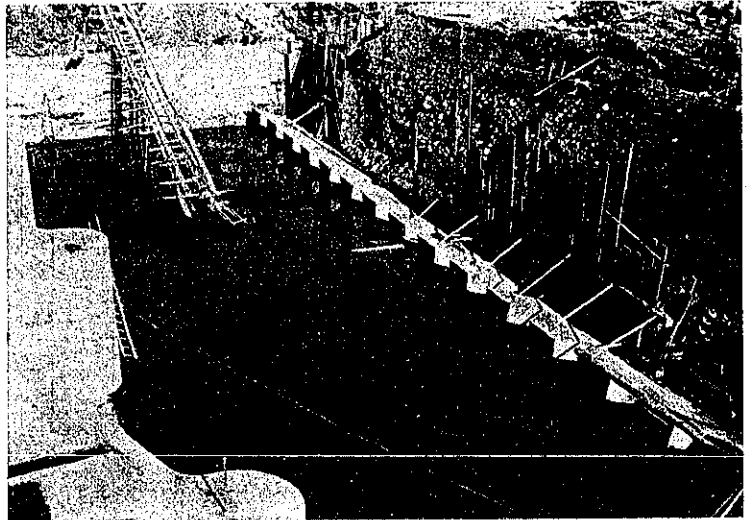
第 7 圖



實驗の成績を圖に就て説明すれば洗掘作用は制水門扉の開度 即ち溢流々量により同じ條件でも差異を生ずるが洗掘深は齒型閘も 梯形瀾堤も略似て居て何等設備のない水叩みの場合に最も深く大になります。而して最大洗掘深の位置換言すれば洗掘の勾配は梯形瀾堤が最急で直ぐ近くが掘れる。Zahnschwelle は丈の低い順に緩に

なり閘附近は逆に砂礫が盛上る様になりました。水叩のみのものは流量の少い中は遠くが掘れるが水量が増すに従つて近く寄つて来る傾向があります。尙水叩に baffle pier を施設した場合の實驗も行つたが、これは本川の如く砂礫が多量に流過する處には假令鐵板で覆つても忽ち破壊さるゝ様ですから適當せずと信じ採用致しませんでした。

第 8 圖 取水堰堤附屬齒型閘

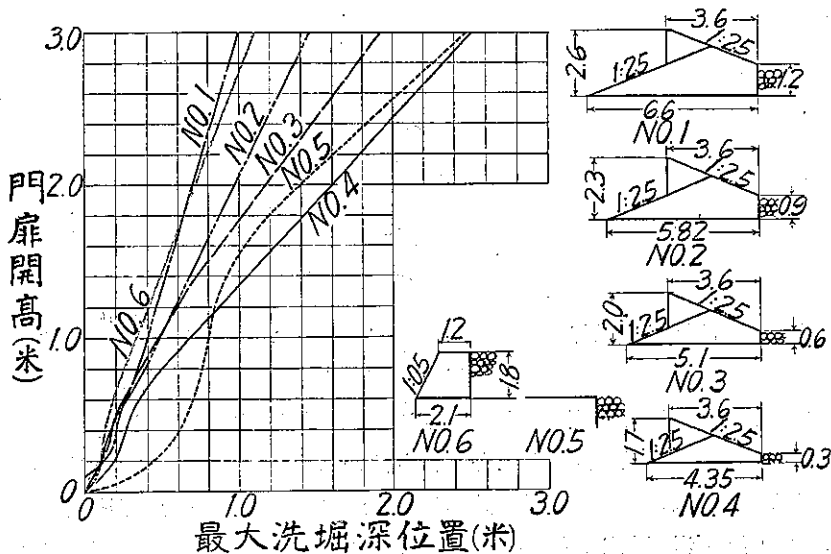


洗掘試験の外に堤體の磨損試験を行ひましたが模型にパラフィンを張り上流から篩分けした砂礫を流し、これに依て何處が傷むかを調べました結果堤體下端と水叩との交り即ち bucket の箇所と齒型の垂直面とが最も激しく傷み中間の水平部と齒型閘の下流面とは殆ど磨損せぬことが判明しました。因て bucket の處は鐵筋を多くし Zahnschelle の垂直面は鐵板を張りました。

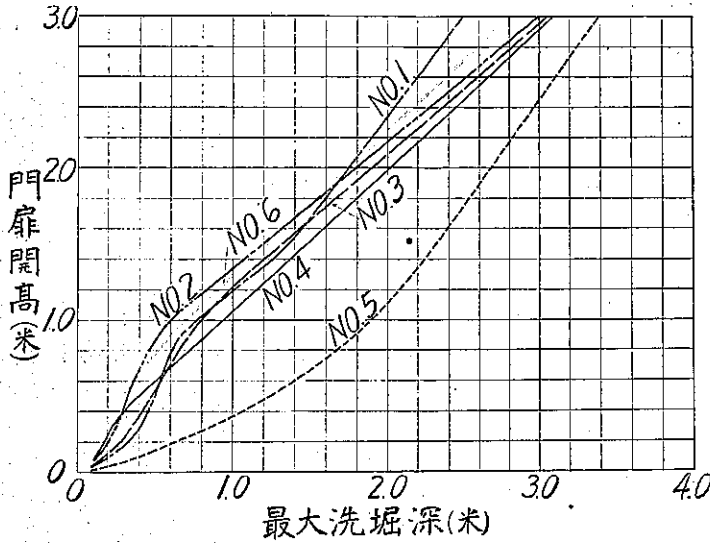
連絡水槽

この發電水路は使用水量 166 m³ (6000 個) と云ふ多量である故に 2 本になつて居ります、山側に 1 本の水路を作るのが第 1 期工事、これに殆ど平行して川側に造るのが第 2 期工事であります。この 2 本の水路を調整池に於て如何に配置すれば最も能率的であるかを研究を要する問題となります。そこに連絡水槽の興味があります。

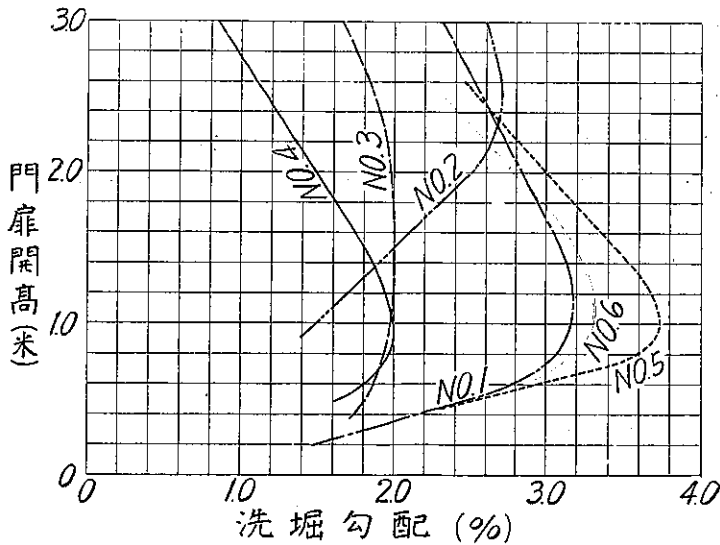
第 9 圖 (其の 1)



第 9 圖 (其 の 2)



第 9 圖 (其 の 3)

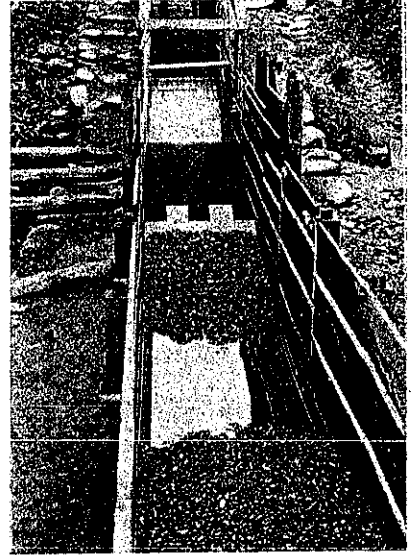


只今米國へ研究員として當所の阿部技師が參つて居りまして向ふの色々な engineer に尋ねましても全くその例が無く、“それは面白い問題ですね”と言ふ位で結局當所で考へなければならぬ様です。

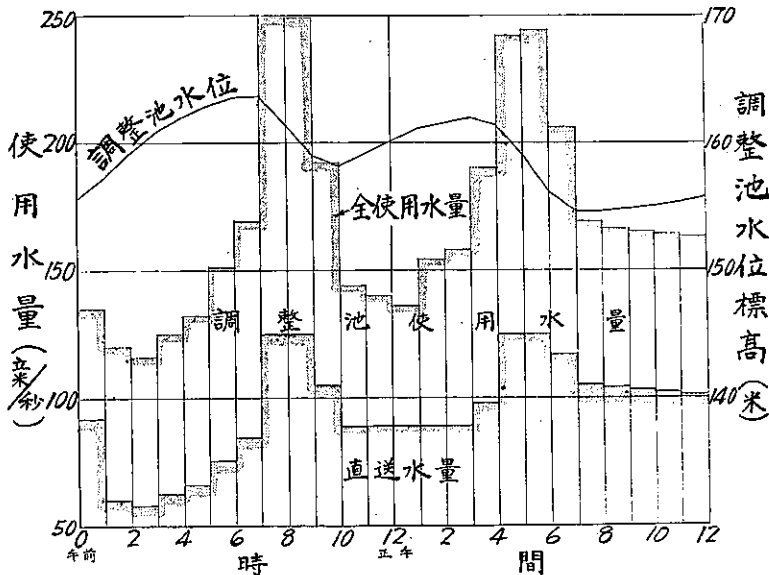
抑もこの發電所で起す電力は東京郊外變電所に導き東京附近の需要を充すものであります。この電力系統の負荷状態は 1 日の中午前 8 時頃と午後 5 時頃と各 1 回所謂 rush hour に peak load があり夜中に非常に負擔が輕くなるのであります。それで第 2 期工事完成後は取水量 166 m³ (6000 個) を調整池に於て peak load に對し最大 250 m³ (9000 個) 迄使用出来る様に調節することに致します。然しこの 250 m³ を取ることにしても水路

隧道から一度池に落し更めて壓力隧道に取入るゝのでは池の水位の變化に伴ひ落差の損失、機械能率の低下等甚だ面白くないことになる、そこで連絡水槽を設けて水路隧道から來た水は發電所で使ふ水量が取水量各 83 m^3 (3000 個) 計 166 m^3 (6000 個) 以下の場合に壓力隧道に直送し餘水は池に落して貯めて置きます。Load が増して使用水量が 166 m^3 (6000 個) 以上になれば 2 本の水路隧道の水を一方の壓力隧道の方へ行く様にし餘分は池へ over flow させ他方の壓力隧道は池より水を取ることに致します。斯くして最大各 125 m^3 (4500 個) 計 250 m^3 (9000 個) の水を使用致します。一方の壓力隧道は水路隧道と直結ですから水の head は變りなく常に最高水位を保つてゐます、然し他方の壓力隧道は池の水が低くなるに従て head が低くなります。1 日 2 回各約 2 時間位は 250 m^3 (9000 個) 使へる計畫になつてゐます。Load が下つて使用水量が取水量以下になれば池の水位が恢復して來る、その恢復の限界が池の low water level であります。この L. W. L. が連絡水槽の構造を定める一要素であります。又最低水位に於て壓力隧道に空氣が這入らない様にし水路隧道から水が壓力隧道の入口で有害な hydraulic jump を起したりせぬ様な構造を必要と致します。各部の寸法を決定するに就て種々なる實驗をやつて定めました。模型は淺河原現場にあります、模型は前の設計でこれを少しく改良致して今御目にかけて

第 10 圖 齒型閘模型實驗

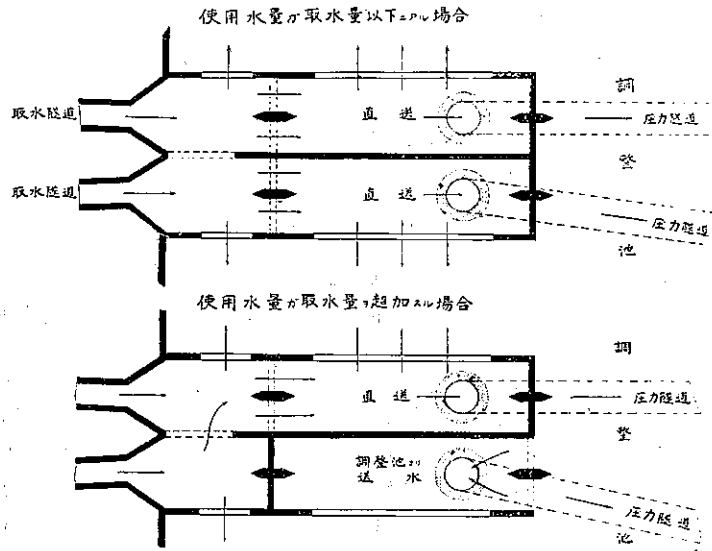


第 11 圖



ゐますこの設計圖の様に致し度と思ひます。(圖は省略す)然し未だ確定した設計ではありませぬ。

第 12 圖



時間がありませぬからこゝでの説明はこれに留めまして現場で實地に就て御説明申し上げます。

(完)