

# 論 說 報 告

土木學會誌 第十五卷第十號 昭和四年十月

## 東信電氣株式會社鹿瀬發電所に就て

會員 工學士 三 野 熊 雄

On the Hydro-Electric Power Plant at Kanose  
of the Toshin Electric Company

By Kumao Mino, C.E., Member.

### 内 容 梗 概

本編は昭和三年十二月完成せる阿賀野川筋鹿瀬發電所建設工事の設計並に施工に就き詳述せるものなり。

### 目 次

第一節 緒 言	1
第二節 總 說	2
第三節 準備工事	3
第四節 假締切並に排水路工事	3
第五節 堰 堤	4
第六節 テンダー・ゲート	6
第七節 取入口, 水槽, 其の他	6
第八節 發電所及放水路	6
第九節 魚道及舟筏路	7
第十節 發電所内諸機械	8

### 第一節 緒 言

岩越野州の國境連峯嶽然として聳え人跡未踏の奥地に源を發する只見川と、名だゝる猪苗代湖より來る日橋川と合して阿賀野川となり幾多の峡谷を作り支川を合はせ北へ北へと流れ行き遂に新潟市附近に於て日本海に注ぐ全長約 200 哩、日本有數の大河なり。

東信電氣株式會社は阿賀野川筋に於て二つのダム式發電所を計畫し、其の一つの鹿瀬發電

所と稱する出力 40 000 キロワットの分は既に昭和三年十二月完成し東京送電を開始し、今一つの豊寶発電所と稱する出力 45 000 キロワットの分は目下工事中にして昭和四年末完成し東京送電を開始する豫定なり。

茲に既設鹿瀬発電所に就き聊か計畫施工の概要を述べんとす。

## 第二節 總 説

鹿瀬発電所は我國に於けるダム式大発電所の一つにして有効落差 74 尺、最大使用水量 8 000 秒立方尺、總馬力 65 700、總出力 40 000 キロワットなり。出力は總て 154 000 ボルトの電壓を以て 170 哩を距つる東京市に送電し東京電燈株式會社に供給するものなり。本工事は昭和元年九月工を起し約 2 箇年の後昭和三年十二月一日より送電を開始し營業状態に入り、其の施工の迅速なりしこと一に機械力の賜にして多く他に比類なきが如し。

阿賀野川は其の中央部に於て山岳地帯を横切るを以て此の部分は兩岸概ね急峻なる山麓なり、之れを利用して本水力発電所はダム式を採用することとせり。此の場合ダム式が水路式に比し如何に有利なるかは次の條件によりて決定せられたり。

- (1) 自然流量の多量なるが爲頗る大なる水路を要すること。
- (2) 川床勾配緩なるを以て水路の長さに比し有効落差の少なきこと。
- (3) 兩岸概ね急峻なる山麓なるを以てダムを設くるも沿岸の潰地僅少なること。
- (4) ダムの基礎として申分なき堅き岩盤なること。
- (5) 貯水量を調整して日々の尖頭負荷に適せしめ得ること。

要するに本地點の如きは水路式にては 25 000 キロワット程度を以て經濟的發生電力とすべきもダム式を撰ぶことによりて河川の全能力を發揮せしめ一躍 85 000 キロワットの大電力を發生するに至れるなり。然るに最初此の計畫を樹つるに臨み最も苦心せしことは此の河川の如き激流而も其の流量常時 1 萬秒立方尺内外に達し一朝豪雨に際しては忽ち 5 萬、10 萬と増嵩する大川を如何にして締め切り而して基礎工事を完成し得らるゝやと言ふことと今一つは此の川の最大洪水量 280 000 秒立方尺と言ふ 300 000 に近き流量を堰堤築造後と雖も上流に支障なく下流へ疏通し得らるゝやと言ふことにして堰堤計畫の至當なるを認めたるも實際問題に遭遇して不尠苦心と熟考を遂げたり。而して前者に就ては締切時期、排水路容量、締切施工方法、以上三つを過らざれば必ず成功すべしとの確信によりて出發し尙後者に就ては斯る大なる水量を疏通せしむるには最近大いに發達を見たるテンター・ゲートを使用するを適當なりと認めたり。然るに前記の洪水量を安全に疏通せしむるには幅 30 尺、水深 30 尺の水門 20 個を要する事となるを以てゲートの高さ 22 尺の餘裕を見込みゲートは幅 30 尺、高さ 32 尺のもの 20 門とせり。斯る大なる水壓に對する此の種のゲートは未だ歐米に於て

も其の例を見ず不躑不安をも感じたりしが是亦適當の設計と慎重なる注意を以て施工せば成功疑ひ無しとの信念を以て決行し愈々其れが實現を見、茲に世界の記録を作りたる所以なり。

新潟縣東蒲原郡鹿瀬村地内磐越西線鹿瀬驛（東京市より 221 哩、新潟市より 37 哩）より河岸に沿ひ 2.8 哩の會社専用鐵道により上流に溯りたる地點に於て阿賀野川本流を横切りてダムを築き、其の左岸にある臺地を開鑿して取入口、水槽及發電所を設置せり、阿賀野川の此の地點上流の集水面積は約 2400 平方哩にして多年の流量實測表に依るに濁水量 4000 秒立方尺、平水量 8000 秒立方尺の多きに達せり、ダムの築造に依りて有效落差 74 尺を得、又濁水時に於ては貯水位を約 4 尺上下することに依りて日々尖頭負荷時 4 時間は 8000 秒立方尺、其の他の 20 時間は 3200 秒立方尺の水を使用することを得。是即ち電力需用者の負荷曲線を満足に適合せしむる數字なり。

### 第三節 準備工事

工事材料及機械類總計 45000 噸を運搬せんが爲省線磐越西線鹿瀬驛にて分岐し本工事場に至る 2.8 哩の會社専用鐵道を布設す、軌間 3 呎 6 吋にして省線貨車は積み換へすること無く自由に往復することを得、専用鐵道の能率は遺憾なく發揮することを得たり。尙専用鐵道の終點より阿賀野川本流を横斷して木橋總長 638 尺、内ハウトラス徑間 200 尺を架設せり、これは機械類の 1 個の最大重量 18 噸を通過せしむるに充分なる設計を以てせり。工費用、電燈電力用として本工事場より 5 哩を距つる新潟電氣株式会社津川變電所より 1000 キロワットの電力を 3300 ボルトにて受け之れを使用せり、尙又事務所、社宅、合宿、醫務所、巡查駐在所、俱樂部、市場等を建設し従業員の安住衛生上に就ては萬遺憾なきを期したり。

### 第四節 假締切並に排水路工事

昭和三年十二月一日より送電開始するの目的を以て豫め嚴密なる工程表を調製し工事中二、三回出水に遭遇せしも幸にして大なる損害も無く此の工程を遂行し得て豫定期日に於て營業を開始することを得たり。昭和元年冬期濁水期を撰び先づ堰堤位置の右岸に沿ひ長さ 300 尺、幅 120 尺を一區劃として締切をなし堰堤基礎水叩並に排水路を築きたり、締切は三段となし第一段は長さ 36 尺、末口 1 尺の松材にて牛杵を造り之れを舟に乗せ上流よりワイヤー・ロープにて控へ沈石を投入して豫定の位置に沈下せしめたり。

斯くして沈下したる牛杵と牛杵を連結して更に割石を填充し激流の水勢を殺ぎ、然る後それより 6 尺距て、クリップ・コフラー・ダムを据へ内部には粘土を填充せしも、尙水深、水勢の爲に河床との接觸面より漏水するを以て其の内側 9 尺を距て、箱下げ混凝土打を行ひ完全に岩盤に密着せしむることを得て初めて内部の排水をなし陸上作業と同様最も完全に堅牢な

一枚岩盤迄掘下げ深きは河床より 30 尺に達せり。而して其の上に基礎混凝土を打ち上げたり、排水路は幅 20 尺、高さ 25 尺のもの 1 門と幅 12 尺、高さ 25 尺のもの 4 門とを築造せり。特に 1 個を幅 20 尺となせるは舟筏の通行に便ならしむるが爲なり。而して此の排水路は常時 20 000 秒立方尺を流すに相適しこれ以上の出水に對しては残り左岸寄の締切上を溢流せしめ一時工事を中止するの覺悟を以てせり。昭和二年の初夏前後の締切を取り除き河流を此の排水路に導き置き昭和二年秋此の區間の堰堤を完成せり。尙殘餘の左岸寄締切は河流附替と同時に着手し幾多の困難を経て前同斷の方法を以て同年冬期渇水期に堰堤基礎並に水叩を完成し昭和三年夏此の區劃の堰堤全部を終了せり。引き続き排水路、水門を鐵製ローラー・ベアリング・ゲートを以て同時に閉鎖し混凝土を以て排水路を填充し河水は堰堤頂上を溢流し始めたり。テンター・ゲートは昭和二年秋より取付けに着手し翌年夏無事竣工せり。此の作業は土木作業と複雑なる關係を有し兎角圓滑なる進捗を見ざるべしとの豫想に反し兩者相俟つて見事竣工し得たるは従業員の責任觀念の賜なりとす。テンター・ゲート据付運搬用として河川を横切りて容量 6 噸の索道を架設せり。尙亦締切内排水用として 75 馬力 14 吋唧筒 2 臺、10 馬力 6 吋唧筒 7 臺を用意せり、實に堰堤工事の安全は基礎工事の安全なることを期すべく基礎工事の安全は締切工事の安全なる事を期するにありて本工事の如きは之れに約 200 000 圓の巨費を投じて萬遺憾なきを期したり。

### 第五節 堰 堤

堰堤位置の撰定に就ては約半歳に亘り専門試鑿請負に命じて地質の試鑿を爲さしめたり。河川兩岸共貯水面以上の高地にして河床は一面に堅牢なる石英粗面岩露出し左岸は地表より 5 尺~10 尺は土、砂利或は硬質粘土なるも貯水面以下は凡て堅牢なる石英粗面岩なり、右岸は地表より貯水面以下 10 尺~35 尺迄は硬質粘土、夫れ以下は凡て石英粗面岩なり、堰堤位置に沿ひ河川を横斷して 20 尺~50 尺迄のコア・ボーリングの結果に依るも全部堅牢なる石英粗面岩にして堰堤基礎としては申分なきことを確めたり。堰堤は重力式混凝土造にして地震の水平加速度を 1 000 mm/秒/秒、同じく垂直加速度を 500 mm/秒/秒とし、尙堰堤の踵に於て水頭の 35 %、夫れより漸次減少して趾に於て零となるべき揚壓力を考へたり。又堰堤内部の滲透水を集めてこれを排除し成るべく揚壓力を減少せんが爲上流面より後方の 17 尺の線に沿ひ堰堤内に交互に 20 尺、16 尺の間隔に徑 3 寸の直立孔を設け 20 尺間隔の 2 孔宛を其の底部より少しく上りたる所にて 6 寸素焼土管にて連結し、且此の連結管の中央より 7 寸素焼土管を下流に向け布設し堰堤の趾に開口せり。堰堤底部の滲透水に對しては上流面に沿ひ深さ 10 尺の遮水溝を設け、且此の溝の敷底に徑 3 吋、深さ 10 尺~30 尺のグラウト孔を各孔の間隔 12 尺のもの 2 列を穿ち、25 封度~100 封度の壓力を以てグラウトを



注入せり。尙趾の部分と水叩の終端にも同じく遮水溝を設け硬き岩盤に密着せしめたり。堰堤の全長は 998 尺にして内溢流部 714 尺なりとす。溢流堤の頂上に幅 30 尺、高さ 32 尺のテンター・ゲート 20 門を設備せり、ゲートの橋脚は幅 6 尺、高さ 60 尺にしてゲート軸受の鐵骨並に角鐵及丸鐵を以て堅牢なる鐵筋混凝土となせり。尙橋脚上に幅 20 尺の鐵筋混凝土歩道橋を架し此れにゲート捲揚機を配置せり。捲揚機はチェーン式にして 50 馬力の密閉電動機によりて操縦せらる、電動機は各個毎に設備せらるゝスイッチに依り或は發電所内よりも之れを運轉し得らるゝ設備なり。尙内 3 門は自動開閉器を備へ水位の昇降により自然に開閉し自ら水位の調製をなす、其の外萬一の場合を豫想して 50 馬力の移動式ガソリン機關車 2 臺を備へ必要の場合には歩道橋上に布設せられたる軌條上を移動せしめ取り外し自在なるベルトを適宜捲揚機に連結するものとす、此の 20 門のテンター・ゲートを全開する時は貯水面の常水位に於て 320 000 秒立方尺を疏通せしむべく、本川に於ける既知の最大流量 280 000 秒立方尺に對して安全を期したるなり。不溢流部の堰堤の断面は梯形とし基礎は是亦堅牢なる岩盤に達せしめ天端高を貯水面上 10 尺とし堰堤の兩側は舊地盤迄叮嚀に埋戻しをなせり、堰堤設計に就ては大略下記のことについて考慮せられたり。

- (1) 洪水量
- (2) 堰堤頂上の溢流水深
- (3) 堰堤の形狀
- (4) 地震
  - (イ) 満水時
  - (ロ) 空虛時
  - (ハ) 地震の爲に生ずる波浪の力
- (5) 堰堤断面の安定度 (頂以下 5 尺毎に)
  - (イ) 滑動に對する安定度
  - (ロ) 轉倒に對する安定度
  - (ハ) 應力に對する安定度
    - (A) 貯水池空虛 水平震動上流向へ垂直震動上向きの場合
    - (B) 貯水池満水 水平震動下流向へ垂直震動上向きの場合
    - (C) 貯水池空虛 水平震動上流向へ垂直震動下向きの場合
    - (D) 貯水池満水 水平震動下流向へ垂直震動下向きの場合
- (6) 堰堤頭部の安定度
  - (イ) 有效重量と揚壓力の關係
  - (ロ) 堰堤頭部鐵筋挿入

堰堤軀體は粗石混凝土にして混凝土の配合は 1:3:6、粗石は總體の 2 割とし、表面厚さ 4 尺通り配合 1:2:4 のブレン混凝土を以てせり、混凝土の總量約 20 000 立坪、高さ 100 尺の混凝土捲揚げタワー 5 臺 (20 切練の混凝土混合機附屬) により混凝土を配給せり、堰

堤伸縮接手として堰堤溢流門の中央に於て 72 尺の間隔に施工を打ち切り、此の断面に幅 6 尺、深さ 3 尺の縦溝 3 個を造り断面全部にアスファルトを塗抹して次の軀體を接續施工せり。

### 第六節 テンター・ゲート

前述の如く門扉は幅 30 尺、高さ 32 尺にして高さに於ては未だ其の類を見ず世界最大のものと言ふべく、従て其の設備の完全を期すべきは勿論にして殊に漏水防禦に就ては遺憾なきを期し其の効果頗る良好にして殆ど漏水無しと言ふ程度の成功を得たるものなり。門扉は全部鋼鐵製にして 1 門の重量 60 噸に達す、其の表面の半徑は 40 尺とし軸の中心は固定堰堤頂上 24 尺とせり。是れ門扉開閉の場合重心線の位置並に洪水位等を考慮して決定せしものなり。漏水に對しては底部並に兩側に最良のゴムを用ひ之れを適當なる方法を用ひて門扉に取り付け水壓を利用して自然に底部兩側壁に壓接せしむることとせり。軸受アンカーは普通と其の趣を異にしボックス・ガーダーを用ひたり。之れに縦横に角鐵を鉸接し且丸鐵を配偶して混凝土を打ち堅めたり、此れに要せし鐵材は橋脚 1 個に付約 40 噸にして斯る大規模の門扉に對しては此の方式を用ふるの適當なることを知れり。

### 第七節 取入口、水槽、その他

堰堤の左岸に接して取入口を設く、鐵筋混凝土造にして徑間 15 尺の閘門 9 個を備へ橋脚幅 4 尺、總長 167 尺、其の上部に鐵筋混凝土の歩道橋を架設せり。取入口の敷高は堰堤頂上 10 尺とし土砂の流入を防げり、閘門前にはアイビームを以て流材除けを設け尙其の前面にはブームを浮べて其の効果の充分なるを期せり、取入口の直後に連續して水槽を設けたり、我國に於けるダム式は多くは水路式併用にして自ら使用水量の制限を免れざるの不便あれども本發電所は純然たるダム式にして自由に且迅速に貯水池の水を引用し得らるゝを特徴となす、水槽は面積 52 800 平方尺、容量 1 426 000 立方尺なりとす、其の右側にサイホン式溢水路を設けて機械の運轉停止に因る水位の上昇を防げり。スロウト幅 8 尺、高さ 1.5 尺のもの 10 個にして其の排水量約 3 500 秒立方尺なり。水槽の敷底に水流を斜に横切りて高さ約 8 尺の溺堤を設け土砂の流下を防ぐこととせり、此の溺堤の末端に接して幅 13 尺、高さ 14 尺の門扉 2 門を備へ幅 24 尺の石張排砂水路に連絡せしむ。水槽門扉は幅 20 尺、高さ 20 尺 6 門にしてストーン・ベアリング・ゲートなり、捲揚機はラック・エンド・ピニオンにして 20 馬力の電動機によりて開閉せらる。此の門扉の前方に第二塵除柵を設備し尙其の前方にブームを浮べて漂流物の流下を防ぐ事とせり。

### 第八節 發電所及放水路

發電所建物は長さ 308 尺、幅 77 尺、鐵骨混凝土の三階建にして既知の最高水位上 9.6 尺

を發電機室の床面とし同床面下 42 尺を水車室の床面とし水車の中心を放水口の低水位上 11.5 尺とせり。室内は柱型混凝土構造によりて上部の荷重を支へしめたり。ドラフト・チューブはエルボー式にして放水路は上流幅 256 尺、下流幅 100 尺、長さ約 280 尺の混凝土開渠によりて本流に合す。

### 第九節 魚道及舟筏路

取入口の左側より水槽に沿ひ發電所放水路の末端に亘りて魚道を設けたり、下流より溯上せんとする魚族に對し如何なる位置に魚道入口を設くべきや魚道の幅員、勾配などを論ずるに先ちて慎重考慮すべきことにして堰堤並に發電所放水路の位置、河川の地形、水深、水勢、方位等を研究し併せて魚類の習性を參酌して決定すべく現に本魚道入口位置の如き農林當局が弊社の提出せる諸材料に基き約 1 箇年の日子を費し漸くにして決定せられたるものなり。幅員並に勾配に就ては歐米各國並に我邦に於ける既設魚道を參考として得たる最も適當とすべき幅員 2 メートル内外、勾配 1/8 内外たるに基き弊社は曩に幅員 8 尺、勾配 1/10 の設計を立て内務、逓信兩省の認可を得、將に起工せんとするに當り縣は農林省との關係を顧慮し工事の中止を命じ遂に 1 箇年を経過せる後漸く農林省案を示されしに幅員 30 尺、勾配 1/20 と言ふ電氣業者としては實に忍び難き指示にして而も其の根據は薄弱なりと認めたり。然るに現場に於ては魚道以外の工事は着々進捗し其の竣功も眼前に逼り魚道設計の解決は一日の急を争ふの状態にして論議に時日を送るべきにあらざるを以て農林當局と協議を遂げ遂に幅員 18 尺、勾配 1/15 の設計を以て施行する事に同意せり。魚道は總深 5 尺にして間隔 15 尺毎に魚道を横切りて高さ 3 尺、厚さ 1 尺の鐵筋混凝土の仕切壁を設け魚類の溯上を容易ならしめん爲、仕切壁の一端の上縁に深さ 5 寸、幅 4 尺の缺口を、他の一端の下部に高さ 1 尺、幅 2.4 尺の孔を共に千鳥に開設せり、尙兩側壁に半徑 2 尺の半圓にして深さ 6 寸の休息所を造り敷底には天然岩石を植付け又粗朶束を横たへ或は又所々にプールを設け其の内部には天然石を按配して自然河床の状態に近からしむる等魚類の習性を考慮して萬遺憾なきを期せり、上流入口には幅 10 尺、高さ 9 尺の門扉 2 門を備へ、人力捲揚機によりて開閉せしむ、其の直後にフラップ・ゲートにして敷底に於てヒンデしたるもの 3 個宛を 2 列に設け貯水池の水位の變動に應じ此のゲートを以て流下水量を調制するにあり。各ゲートを個々別々に調制するは容易ならざるを以て前述の 3 個宛のゲートを一つの金棒によりて連結しドラム・ホイストを以て之を操縦する事とせり。此の設計は極めて簡單にして且意外の好成績を得たり。尙下流入口には固定誘導堰堤に代ふるに電氣金網を以てせり、電氣金網に就ては斯道の大家田内理學博士及岡田理學士の指導を仰ぎたるものにして入口附近本流を横斷して 5 列並に放水路出口に 5 列を張り之れに適當なる電流を送り魚類に刺激を與へて魚道に誘導する設

備とせり。

堰堤を越えて舟筏を運行せしめんため右岸に沿ひて大規模のインクラインを設けたり。軌間 9 呎 3 吋の單線にして勾配 1/6 以下とし 150 馬力の電力捲揚機によりて幅 16 尺、長さ 60 尺の鐵製ボギー型臺車を動かし本河川の最大筏と稱する幅 18 尺、長さ 70 尺の大型も容易に 20 分間を以て上流より下流に運送し得べく、普通筏は幅 12 尺、長さ 50 尺程度のものにして毎日最多 12 房を越ゆることなし。尙湛水区域内流速緩慢なる區域は曳船を以て上流よりインクラインの地點迄輸送する事とせり。従來は激流を流下するに際し筏乗の墜落するもの年々多數あるを免れ難かりしも本計畫の完成以來之れ等の危險は絶無となり尙且時間と勞力とに於て著しき便宜を得たる事實によりて彼等が曩の危惧は全く去り、今や文明科學の發達を感謝するに至れり。

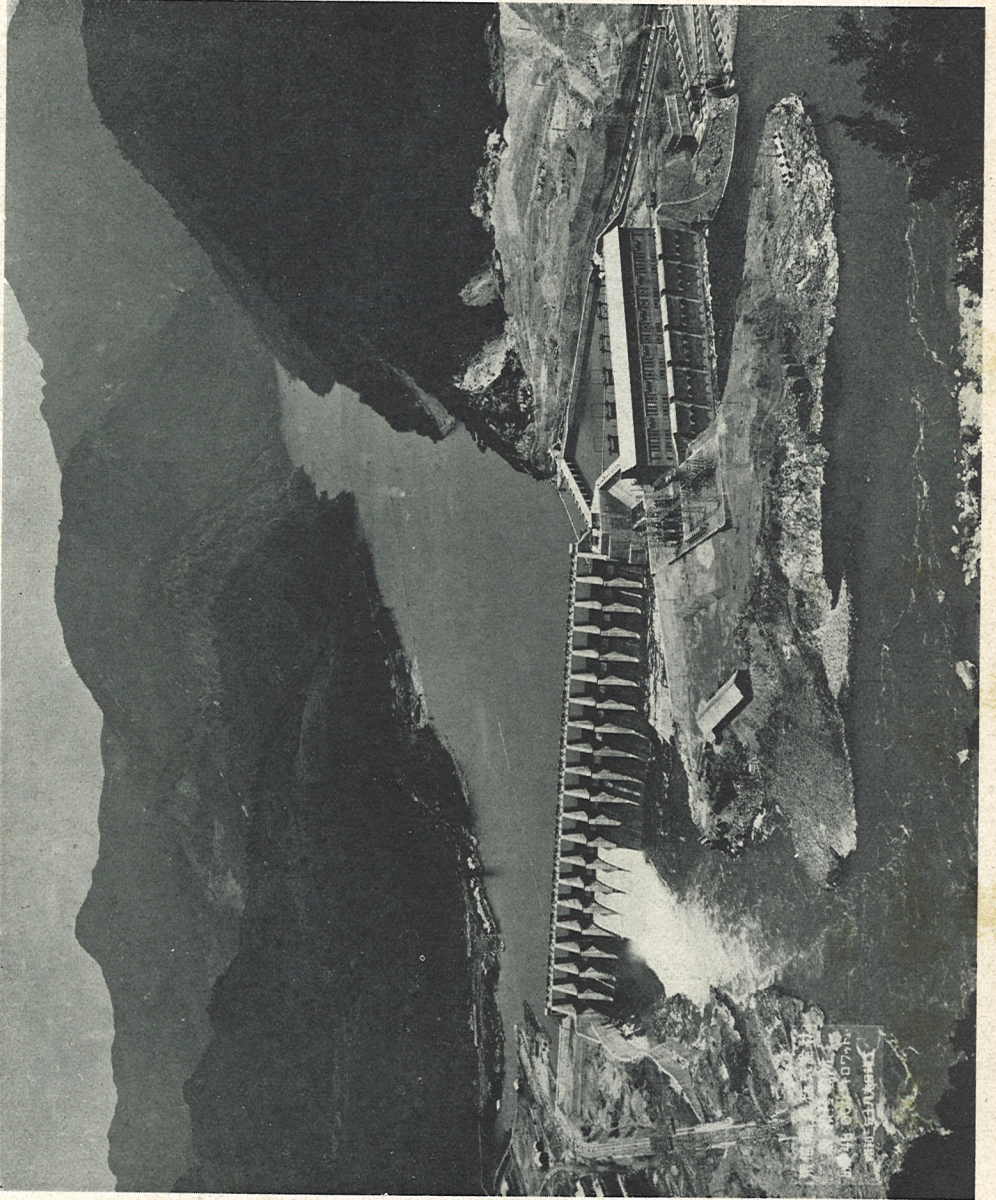
### 第十節 發電所内諸機械

水車	エツシャー・ウイス會社製	6 臺
	最大 12500 馬力、垂直軸螺旋反動型、	150 廻轉
發電機	ヂェネラル・エレクトリック會社製	6 臺
	9400 K.V.A. 11000 V. 三相 50 サイクル	
勵磁機	ヂェネラル・エレクトリック會社製	6 臺
	發電機に直結、90 K.W., 250 V.	
變壓器		
(イ) 主要變壓器	芝浦製作所製	4 臺
	15000 K.V.A. 一次 11000 V. 二次 90700 V. △ Y 結線單相油入水冷式	
(ロ) 補助變壓器	日立製作所製	3 臺
	100 K.V.A. 一次 11000 V. 二次 210 及 105 V., △△ 結線單相油入冷式	
配電盤及器具	ヂェネラル・エレクトリック會社製	
起重機	日立製作所製	
	75 噸	
	補助 20 噸	

(終)



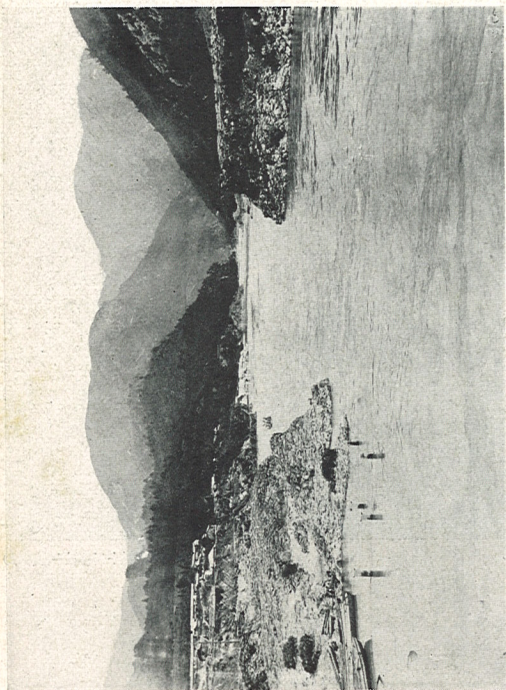
寫真第一 阿賀野川鹿瀬發電所全景



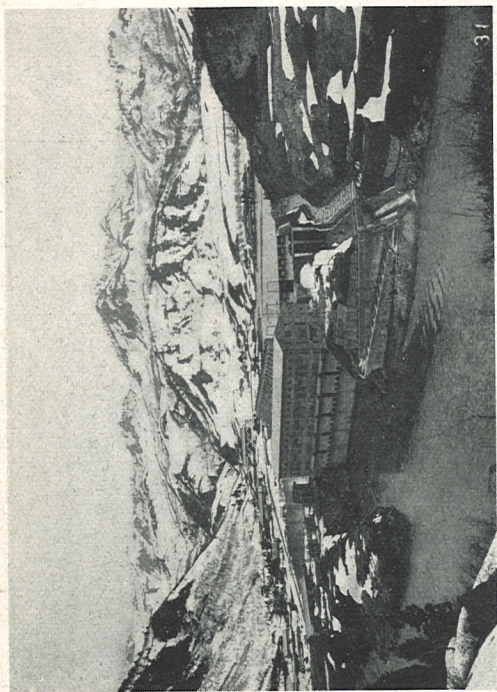
(日本学芸会 第五十五卷第十號(昭和二十一年))



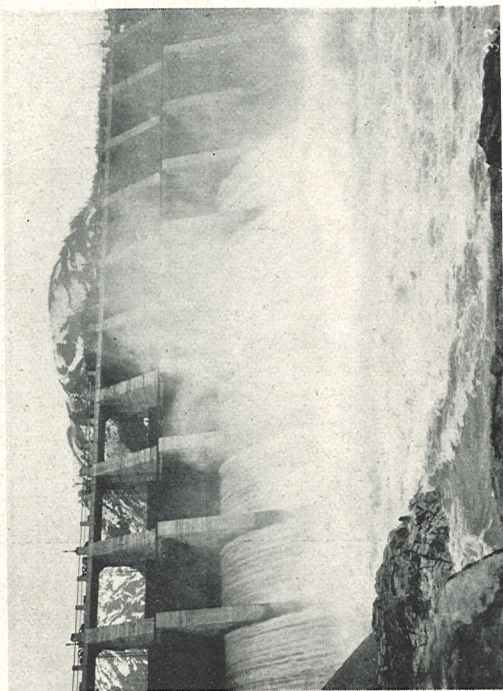
寫眞 第二 起工前の堰堤位置



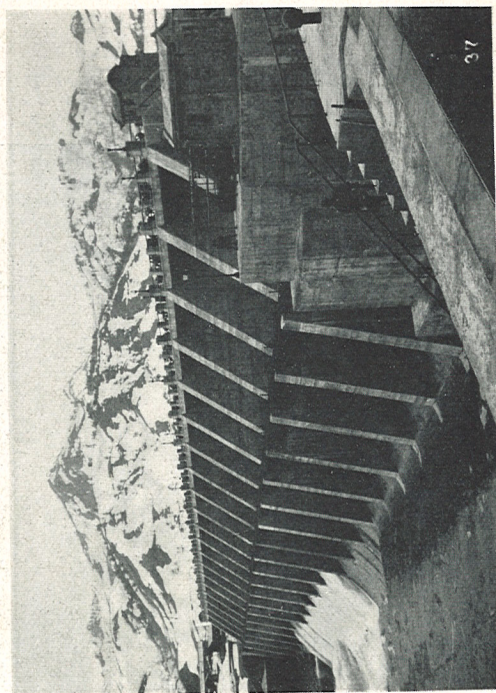
寫眞 第三 全景



寫眞 第四 堰堤 (其一)

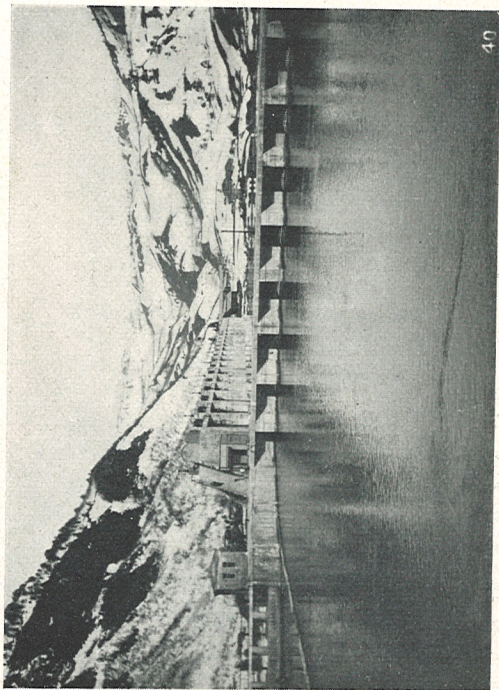


寫眞 第五 堰堤 (其二)

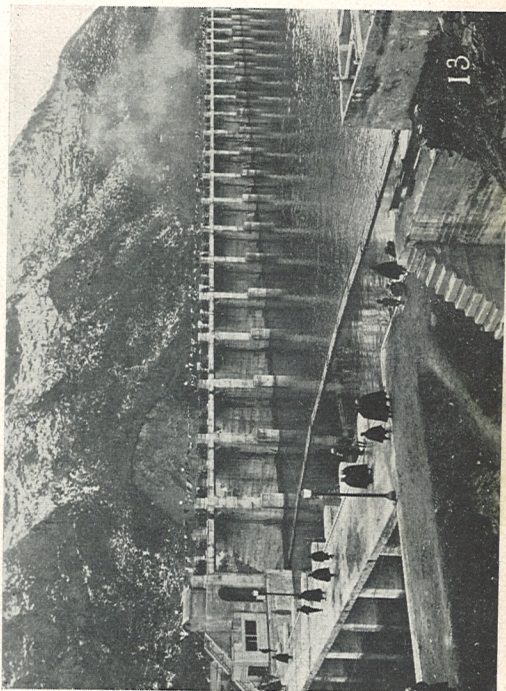




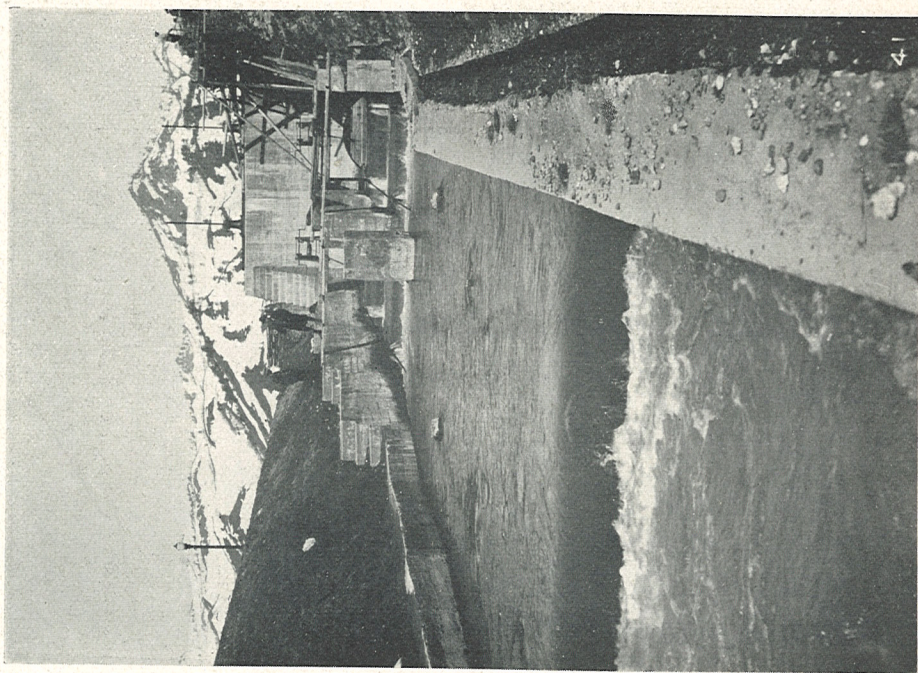
寫眞第六 取入口並に水槽



寫眞第七 堰堤並に取入口

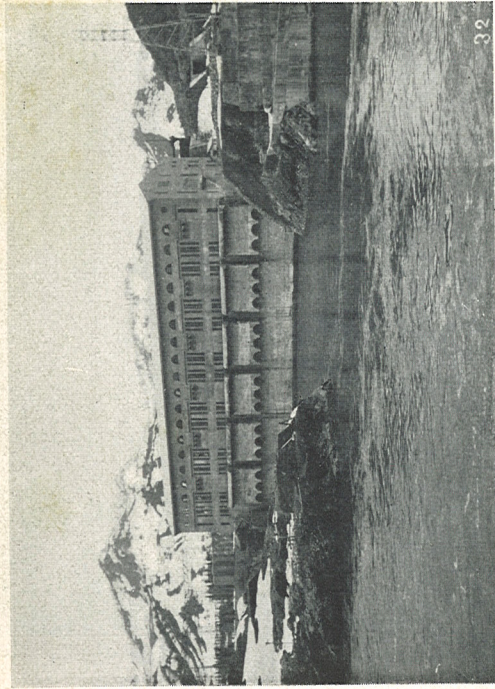


寫眞第八 魚道整水閘

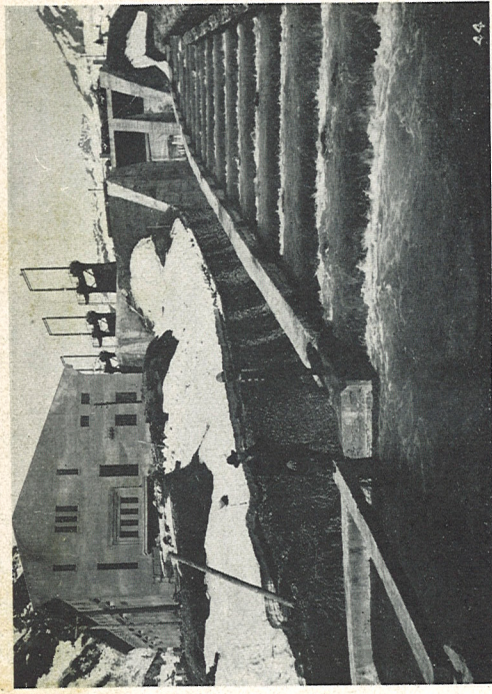




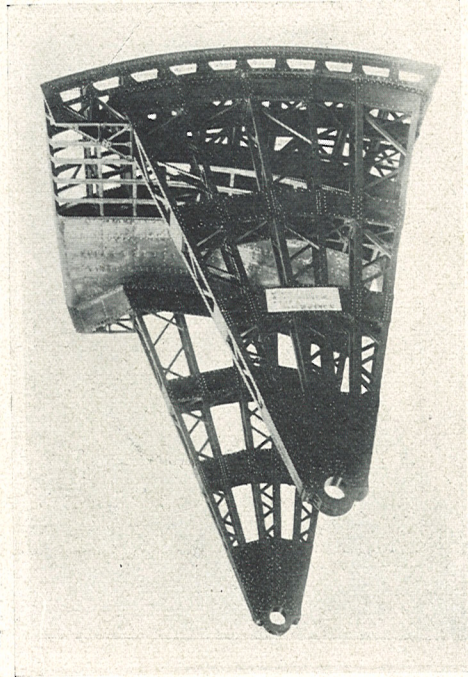
寫眞第九 發電所並に放水路



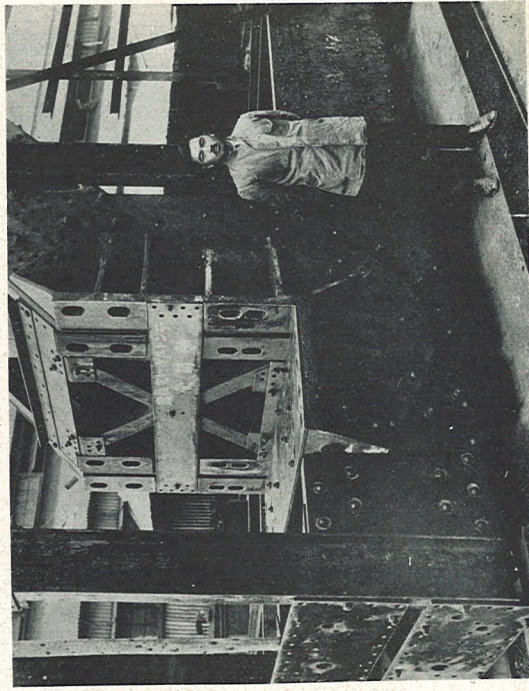
寫眞第十 魚道並に中途プール



寫眞第十一 テンタマー・ゲート

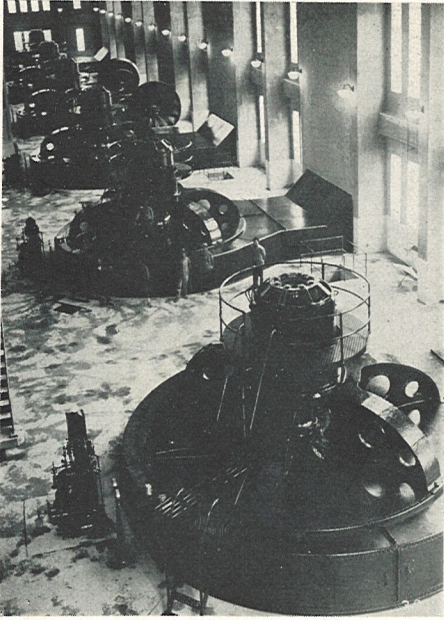


寫眞第十二 テンタマー・ゲート軸受

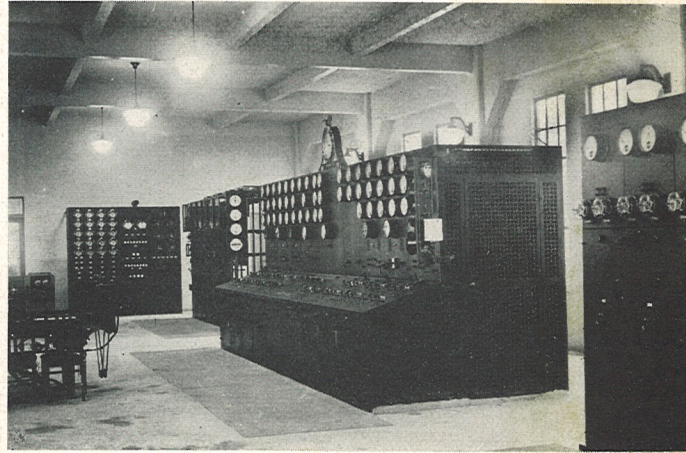




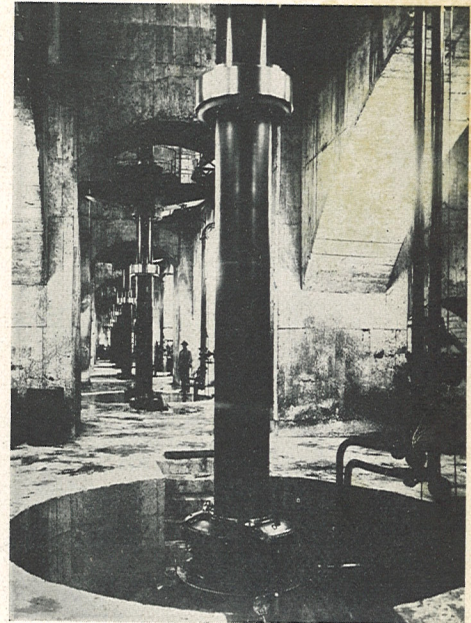
寫真第十三 發電室



寫真第十五 配電盤



寫真第十四 水車室



寫真第十六 屋外變電所

