

## 歐米ノ水力工事

會員 工學士 森 忠 藏

外國ノ水力ニ關シマシテハ是迄屢々御話カコサイマシタノテ自然重複スル次第アリマスカ今日私ハ歐米ノ水力工事ニツキ廣ク一般ニ亘ツテ申述ヘ様ト思マス

燈火用電氣供給ノ時代カ過キマシテ今日ハ主トシテ電力供給ノ時代ニナツテ居リマス諸般産業ノ發達上材料ト共ニ其動力ハ極メテ緊要ナルモノテアリマスカ其動力中電氣動力カ最モ有效便利テアルト云フ所カラ此電力ノ需要カ甚タ増加致シテ來マシタ増加スルト同時ニ其性質上一層低廉ニシテ且大規模ノモノカ要求サレマス次第テ從ツテ發電所ノ設備カ愈増大シツ、アリマス就中米國ハ國柄カラ甚タ大規模ノモノカ少ナク一水力發電所ノ全容量十五萬馬力二十萬馬力五十萬馬力水車發電機一組ノ大サ亦二萬馬力三萬馬力五萬馬力ト増加シテ察リマシタ此ノ如ク近時ハ歐米トモ出來ル丈大ナル單位ノ大規模ノ水力發電所ヲ築造致シ以テ一面ニハ水力ノ能率ヲ高メ他面ニハ其工費單價ヲ低廉カラシメント努メツ、アリマス

然シテ電氣工事ノ方面ハ其規模ニ應ジ製作所ヲ設計スルコトカ出來マスカ水力工事ノ方ハ其場合場合自然ノ地形地質等ニ應ジテ適宜ナ方法ヲ講スル必要カアリマスソコテ私ハ成ルヘク多クノ實例ヲ見タイト思ヒマシテ且ツ其内テモ成ルヘク近頃出來タモノ工事中ノモノ何等カ特長ヲ持ツテ居ルモノ代表的ノモノソシテ一發電所ノ大サ約二萬馬力以上ノモノト云フ標準ヲ以テ選定イタシコレヲ見テ歩キマシタ即チ是等ハ米國テ二十二箇所瑞典テ六箇所諾威テ十箇所瑞西テ四箇

所テアリマス右等各發電所ノ設計ニ就キマシテ幾分御參考ニナラウカト思フ點ノ氣附キマシタ點ヲ左ニ列舉イタシマス之レニ依ツテ近頃歐米ニ於テ實施セラレマシタ水力工事ノ大要カ窺ハレルカト思フ次第デアリマス

水力工事ニ就テ就中必要ナ事ト思ヒマスノハ(一)一般計畫(二)堰堤(三)水壓管及放水路及(四)鐵塔ノ問題デアリマス

### (一) 發電上ノ一般計畫

落差約六十尺以下ノ低落差水力ノ問題カ有リマス從來我國ノ水力ニハ此種ノ工事ノ實施セラレタモノハ北海道ニ二三ノ例カ有ル丈テ我地勢上河川ノ性質及土地ノ利用上甚タ困難トスル所テ主トシテ山間部ノ中落差以上ノ水力ヲ利用シ又ハ利用シヤウト致シテ居リマスカソレモ大要目先キカ見エテ居リマスノテ將來ハ出來得ヘクンハ河川下流部ノ利用ヲモ實行シタイト夫々考究致シテ居リマス併シ米國ハ其開發新シキニヨリ歐洲テ諾威瑞典及瑞西ノ如キ所謂水力國ハ其國情カラシテ此種ノ低落差水力カ甚タ多イ様ニ思ハレマス見マシタ水力ヲ通シテ見マスト兎ニ角我國ノ河川ハ水力利用上大體ニ於テヨリ惡性テアル洪水毎ニ土砂ノ流下甚シク利用ヲ困難ナラシムルモノト思考サレルノテアリマス此土砂ニ對スル處分ハ我國ノ大水力ニ就テハ落差ノ高低ヲ問ハス特ニ注意ヲ要スルコトテ外國ノ水力トテモ土砂ノ影響少ナカラサルモノ間々アリマセウカ我國ノハ之レカ處理ニ就イテ格別ノ配慮ヲ要シ此點ニ關シテハ我國河川ノ性質ニ親シキ我々技術者カ特ニ設計上考慮ヲ廻ラサネハナラヌ事ト信シマス

發電機ノ能率ハ已ニ九十六—九十七%ニ上リ變壓機ノ能率モ極メテ高ク是等電氣器械機具ノ方面ノ損失ハ數%ニ過キマセン水力ノ方テ水車ノ能率ハ近時其ノ大サ増スト共ニ漸次高マツテ八十五—九十%ニ上リ中ニハ九十三%ヲ越スモノサヘ出來テ參リマシタカ尙一〇—一五%ノ損失カアル譯テ此外上水路水壓管及放水路ニ於ケル損失モ少ナクナイノデアリマス特ニ水車ノ能率ハ負荷ノ増減ニ依リ發電機ヨリハ一層低下スルノミナラス使用スルト共ニ更ラニ能率ノ低下ヲ見マス又落差ノ低イ水力ニ於テハ水ノ増減ニ依ツテ水力ノ方ノ損失カ少ナクナイノデアリマス此故ニ發電上ノ能率ヲ高メル

ニ電氣ノ方面テハ大シテ得ル所カ無イノテ自ラ水力ノ方面テ出來ル丈損失ヲ少ナクシテ其能率ヲ高メント講究シツ、アル譯テアリマス而シテ水車及放水管若クハ放水路ノ設計ハ水車製造會社ニ於テ之レヲ致シマスカ其施工ハ土木技術者ノ擔任スル所テアリマス茲ニ於テ吾々土木技術者ハ水路堰堤等ノ設計及其施工ニ能率ヲ高ムルコトニ意ヲ用ユルト共ニ水車及吸水管等ノ性質及作用ヲ今日ヨリ尙一層知悉シテ種々ノ場合ヲ通シテ能率高キ水車ヲ適當ニ据ヘ付クル様注意スルコトカ必要ナルト思フノテアリマスコレハ發電機ノ設計上其ノ位置及回轉數等ノ關係カラ水車ハ發電機ノ方ニ餘計關係カ深イト云フ意味カラテアリマセウ我國一於テ從來水車ハ寧ロ電氣技術者ノ方ニ餘計委任サレテ居リマス様テスカ眞ニ水力發電ノ能率ヲ高メルニハ水車モ亦水路中ノ一構造物トシテ充分之ヲ咀嚼シ管理シテ行カネハナラヌカラテアリマス其能率利害ヲ一寸數字テ申セハ五萬馬力ノ水力ニ於テ5%ノ損失ハ二千五百馬力ニ相當シ一馬力ニ對スル收入ヲ假リニ年六十五圓トスレハ年收入ハ十六萬二千五百圓テ純利益ヲ其半トスレハ八萬一千圓強ニ相當シ六分利テ換算致シマスト百三十五萬圓ノ元金ニ相當スル譯テアリマス

水車ニ關シテ申シマス以前大ナル力ヲ出ス爲メニハ二個以上ノらんない (Runner) ヲ用ヒ軸ハ横ノモノカ多クアツタノテスカ近時ハ歐米トモ堅軸ノ單輪ノモノヲ低落差ノミナラス中落差 (約六十尺乃至六百尺) ニモ多ク之ヲ用キテオリマス米國テハ又ふらんしす型ノふりくしん・たーびんヲ益々高落差水力ニ用キ最近落差八百尺ニ對スルモノ、例カアリマス米國ノ低落差水力ノ水車ハ殆ト堅軸單輪ノふらんしす・たーびんテアリマスカ唯歐洲ノ方テハ以前カラ横軸二乃至四らんない水中型ノモノカ多ク今モ屢々其例カアリマス

此堅軸單輪ノ利點ト云フノヲ擧ゲマスト (一) 全體カ單簡ナルコト (二) 各種ノめかにずむカ少ク且ツ水ノ外テ檢査容易ナルコト (三) 能率高キコト即單輪ノ方多數輪ヨリ水ノ激動少ナク從ツテ水力ノ損失少ナキコト (四) 洪水ニ對スル處理容易ナルコト等テアリマス堅軸ニ就テ問題トナルノハ軸受 (Bearing) テアリマスカ米國テハ近時きんぐすべり軸受 (Kingsbury) カ最も好成绩テアルト云フノテ專ラ之レカ用キラレテ居リマス

發電設備テアリマスカ可成水車及發電機ノ大サヲ増加シテ其數ヲ減シテ居リマス又器械ノ大ナルコト負荷ノ性質負荷率ノ關係及河川ノ性質等カラ湧水量以上遙カニ多量ノ水量ヲ使用スル計畫ヲ以テ施工ヲナシ但シ最初發電所ノ如キハ其基礎工事ヲ計畫ニ近キ大ナルモノヲ家ハ据付クヘキ單位數ニ應シ之ヲ作り器械類ハ二乃至四臺分位ヲ据付ケ漸時増設シテ行クモノカ多クアリマス

## (二) 堰 堤

米國ノ堰堤ニ關シテハ前卷ニ述ヘラレテ有リマスノテ略シテ申シマス歐洲ノ水力テ稍ヤ大ナル堰堤ヲ用キテ居ルモノ數箇所見マシタカ規模ニ於テ米國ノヨリハ小サク又丁度築造シテ居タモノヲ見マスト丁度私カ米國ノ方カラ行キマシタセイテモアリマスカ寧ロ米國ノ方法ニ準フテ居ルカ如ク見エマシタ特ニ此頃人夫ノ勞銀カ異狀ニ上リマシタノテ米國ヲ用キテ居ル諸器械ヲ購入シテ人カヲ省クコトニ勉メテ居タノヲ見マシタ之ニ依ツテ私ハ堰堤ノ設計及築造ニツキテハ其ノ種類ト云ヒ大キサ高サト云ヒ歐洲ヨリハ寧ロ米國ニ於テ充分學フヘキモノカ有ルト考ヘテ居マス

米國ノ堰堤工事管ニ堰堤ト云ハス水力ノ一般工事ヨリ土木建築等ニ關スル工事ニ亘リ特ニ注意セラル、コトハ其國情テ(一)モト廣漠未開ノ土地歐洲文明ニ浴スル極メテ近代ナル新開國 (二)土地極メテ尨大ナル人口比較的稀薄ナル特ニ西半部地方ニ於テ甚シ (三)人カ少ナク勞銀高シト云フ諸原因ハ土木工事就中堰堤ノ如キ漠然タル尨大工事ニ於テ遺憾ナク米國式大規模急速施工ヲ發揮シテオルト云フテ差支ナイト思ヒマス即チ其水力用灌溉用若クハ水道用貯水池目的ノ爲メニ築ク堰堤ニ於テハ其地勢地形地質及氣象ノ内ニテモ雨雪ノ降り方更ラニ勞働賃銀ノ關係カラ各種ノ堰堤カ試ミラ

レ

(一)土 (二)はゞとろり・く・ふる (Hydraulic-Fill) (三)石造 (四)石詰こんくりーと (五)こんくりーと (六)鐵筋こんくりーと此ノ内テモ亦 (イ)まるちぶる・あーち (Multiple-Arch) (ロ)こんすたんと・あんぐる・あーち (Cant-tant Angle Arch)ノ如キ夫レ夫レノ場合ニ應シ可成急速ニ且人手ヲ借ラサル様大膽ニ實施セラレテ居リマス特ニ西部山

岳地方大平洋沿岸諸州方面ニ於テハ人口一層稀薄ナル東部舊十三州ヨリ隔タレル等ノ理由ニ依リ是等ノ新例カ開カレツ  
ツアルノテアリマス

石造堰堤ニツキマシテハ初メ New Croton (1892-1906) 高サ二百三十八呎 Wachusett (1900-1905) 高サ二百呎ノ如ク  
塊石ヲもるたるニ依ツテ疊積シタモノカ後ニ Cross River, Croton Fall, Olive bridge, Shoshone, Kenisco, Arrowrock,  
Elephant Butte 等ノ如クこんくりーとヲ主體トシ此内ニ塊石ヲ詰メ込ム方法ヲトリ其こんくりーとモ以前ハ硬練リナリ  
シモノ近時専ラ流シ込ミノ軟こんくりーとヲ使用シ又混入スル塊石モこんくりーとノ分量ニ比シテ漸時其量ヲ減シ依ツ  
テ以テ人力ト時日トヲ節約シ工費ノ低下ヲ計ツテ居リマス即前二者ニ於テ塊石ノ量ハ夫々もるたるノ三倍、二倍半ナル  
ニ Olivebridge ニ於テ塊石四分ノ一こんくりーと四分ノ三 Arrowrock 塊石五分ノ一 Elephant Butte 塊石五分ノ一乃至  
四分ノ一ニ減シテ居マス Roosevelt (1905-1911) 高サ二百八十四呎 Pathfinder (1905-1909) 高サ二百十八呎ハ恰モ前二者  
ノ中間時代ニ挾マリ寧ロ塊石ヲ主體トシもるたるヲ置キテ之ヲ積ミ其堅接合ハこんくりーと及割栗ヲ詰メ其石材ノ量ハ  
全量ノ約半分ヲ使用シテ居リマス水力發生ノ目的ニ築造イタサレマシタ堰堤ハ場合ニ依ツテハ土はいどろり・く・ふ  
るノモノモアリマシタカ多クハこんくりーと時ニ鐵筋こんくりーとヲ用キテ居ル様テスコノ一ツノ理由ハ確實ニ迅速ニ  
作ルコトノ出來ルニ依ル爲メテアリマシテ現ニ高サ百三十五呎ノこんくりーと堰堤ヲ僅カ六十日間ニテ積ミ上ケタ例カ  
アリマスこんくりーと堰堤ニハ多ク伸縮接合及垂直排水管ヲ置クヲ以テ常例トシ其水力ニ於ケル著例ハ Spaulding-dam,  
Cul, Yachin-River dam, N.C., Cooser-River Dam, Ala. 等カ代表的ニ舉ケラレマセウはいどろり・く・ふる。だむカ米國  
中テモ新附ノ州タル加州方面ニ特ニ多數アリマスカ就中 (Julayona-dam) カ此種ノ内テ最高ノモノタラントシタノテシタ  
カ工專八九分ニシテ大正七年春之リ崩レタノハ吾人ニ非常ニ良イ教訓ヲ與ヘタノテアリマス本堰堤ハ桑港水道會社ノ擴  
張工事トシテ計畫サレタモ、テ河床上最高二百十呎基礎岩盤上二百四十呎天端長千三百呎天端幅二十五呎底幅千三百呎  
ノ豫定テ進行シ已ニ河床上百七十呎ノ高サニ達シマシタトキ高サ二百三十呎ノこんくりーと取水塔諸共ニ上流ニ向ヒ

リ崩壊シマシタノテ恰モコレヨリ先キ明治四十二年當時ノ最高はいどろりく・ふゐる。だむタラントシタ *Neensa-dam*, Mexicoノ崩壊ト極メテ類似シタ點ヲ示シテ居リマス同堰堤ハ河床上高サ百九十呎底幅及天端長九百七十尺ノ豫定ノ處同シク河床上百七十二呎ノ高サニ達スルニ及シテ崩レタノテアリマスきやらべらす。だむノ善後法ハ如何ナリマシタカ其後當事者モ監督官廳モ現狀ヲ調査シテ講究シテ居リマシタカ一昨年同會社現場技師ノ一談トシテ聽キマシタ處テハ崩レタアトノモノヲ基礎トシテ土堰堤ニシタラトウカト云フテ居リマシタ高サ百呎前後ノはいどろりく・ふゐる。だむハ現ニ多數安全ニ立チ百七十呎ニ於テ崩レタル前述ニ著例ヲ見タコトハ亦以テ此種堰堤ノ利用範圍ヲ示スモノト云ヘマセウ之レヲ我國ニ利用スル點ニ就テハ一考ヲ要スルノテ彼地テハ水力ニ依ツテ土砂ヲ運搬シ人力ヲ節減シ工費ヲ低廉ナラシメントノ主旨カラ來ルノテ又之レヲ設クル土地カ今ノ處假令崩壊シテモ差程苦情カ持上ル程ニハ開ケテ居ラヌノモ一理由テアリマス

次ニ高サ百尺以下ノ場合鐵筋入りこんくりと・まるちぶる。あーち・だむカ又西部諸州ニ多數見エマス本堰堤ハ普通ノあーち・だむカ其水壓ヲ主義トシテ兩岸ニ導イテ支持セシメントスルニ對シ之レニ來ル水壓ヲ基礎岩盤ニ分割シテ傳ヘ完全ニあーち作用ヲ働ラカシメ以テヨリ多クノ安全ヲ確保シ且ツ築造材料ヲ節約シヤウト云フ主旨ヲ普通之レカ設計條件ハ(一)基礎ハ良質ノ岩盤ナルカ然ラサレハ其支壁ノ沈下ヲ完全ニ防キ得ル様堅固ノ方法ヲ講スルコト(二)高サハ約百二十五呎以下トスルコト(三)各あーちノ徑間ハ二十五呎乃至五十呎ヲ以テ經濟トシ高キニ從ヒ徑間ヲ大トスルコト(四)各あーちノ長サハ中心ニ於ケル挾角カ百三十三度半便宜上約百二十度トスルコト(五)各あーちノ上流ニ向フ傾斜ハ五十度乃至六十度トシ以テあーちノ厚サヲ算出スルコト等テアリマス此堰堤ハ其材料ノ節約ハ謂フカ如ク一割乃至二割五分ニ及ヒマセウ從テ山間僻地材料運搬ニ費用ヲ要スル地方ニ於テハ經濟トナル譯テアリマスカ而シ木型カ可ナリ複雑シ木材ヲ多ク要シ爲ニ木型費ニ於テ少ナカラサル費用ヲ要シマスわしんとん、おれごん、かりほるにや、諸州ノ如ク木材豊富ナ地方ニ於テハ適當ナ方法テアリマセウカ我國ノ如キ材木ノ高イ所ニ於テハ必シモ經濟トハナリマスマイ

此種ノ堰堤テ桑港市ノ水力兼用水道工事ニ設ケマシタモノハ最近ノ大ナルモノテ著シキ例テアリマス *Eleanor Lake* ト稱スル湖水ニ於テ海面上四千六百五十呎ニ位シありち數二十全長千二百呎各ありち徑間四十呎中央部ニ於テ高サ七十呎中心狹角百二十度五十分其上流面ハありちノ厚サ天端ニ於テ十五吋、底部ニ於テ三呎一時、堰堤基礎ハ花崗岩テスカ場所ハ恰モ桑港カラ約百六十哩しあらねばた山脈中人跡至テ稀ナ從ツテ材料運搬頗ル不便ナ所テアリマス (本設計ノ詳細ハ本誌大正八年ニ掲ケラレタリ) (寫眞(1)(2)(3)(4)(5)參照)

### (三) 水壓管

六百呎以上ノ高落差ニ用ユル鐵管テアリマスカ米國テハ從來ウエるでと・ばゞゞ (Welded pipe) ハ主ニ歐洲ヨリ輸入シ可ナリ高落差ノモノニリべつてと・ばゞゞ (Riveted pipe) ヲ用キテ居ルト同時ニ太イ大ナル長イモノニモ用キテ居リマヌ落差千三百七十五呎内徑平均五呎強ニ於テ成功シ千八百三十呎内徑約四呎半ノモノニ於テ不成功ヲ來シタ例カアリマス此ノ如キ高落差ノ銲接管ヲ設計スル場合ニ於テ注意スヘキコトハ其厚キ鐵板ニ對スル安全係數ヲ普通水壓管ニ對シテハ安全係數四ヲ用キテ居リマスカ薄キ鐵板及稍厚クトモ内徑カ大ナル時ハ板ニ餘リ無理ヲ與ヘマセヌノテ設計者ノ豫期通り製造者ヲシテ施工セシムルコトカ出來マスカ鐵板ノ厚サ己ニ一吋ニモナリ且ツ内徑三呎以下ニテモナリマスト曲ケルコト及銲工カ困難テアルト同時ニ鐵板自身ニ幾分變化ヲ起サシメヌコトニ於テ自然ト無理カ生スルモノテアリマス此故ニ斯ノ如キ高壓銲接管ニ對シテハ安全係數ヲ四以上ニ取ルコトカ必要テ水壓ノ少ナイ部分ニ於テ四ヲトリ高イ處ニ於テ凡ソ五位ヲ取ルヲ以テ安全テアルト論スルモノカアリマス

高落差用ノウエるでと・ばいぶニハ我國ニマタ例カ無イ様テアリマスカ箍 (Band) ヲ密ニ填メテ安全ヲ期シテ居リマスモノカ歐米ニアリマス勿論歐洲製テ有リマス

### (四) 鐵塔

電線支持物トシテノ鐵塔ノ設計ニ關シテハ我國ノミナラス米國ニ於テモ歐洲ニ於テモ之レカ意見末タ一定シテ居ラン様

テアリマス勿論導線ノ敷地線ノ敷及有無、電壓、地形、必要ノ程度等ニ依リテ適當ニ手心ヲ加ヘ安全ニ且ツ經濟的ニ設計スヘキテアリマスカ特ニ電氣事業夫レ自身カ最近ノ發達ニ係ル處カラ之レニ必要ナル鐵塔モ亦新シキ特殊ノ考ヘヲ以テ施工セラルヘキ運命ヲ持ツテ居リマス水力ノ源カ愈々都市工業地ヲ隔タルニ從ヒ送電距離カ愈長クナリ爲メニ水力電氣工事費中送電線路費ナルモノカ多額ノ割合ヲ占メマスルノテ之レノ節約ハ全工事ニ影響スル所多イノテアリマス乃チ多數ノ鐵塔ニツキ其基準塔ノ經濟的設計ハ大ニ考慮スル價值ノアルモノテアリマス之レヲ普通ノ結構工作物トシテ設計スルニ於テハ差程困難ハ無イテセウカ電線ヲ支持スルト云フ目的ト數量多イト云フ點カラ電氣ノ方面カラノ注文ヲ受容レテ之ヲ經濟的ニ設計スルト云フコトハ目下甚タ研究ヲ要スル狀況ニアリマス故ニ日本ニ於ケルカ如ク米國及歐洲ニ於テモ其形狀ニ於テ種々ノモノカアリ其丈夫サ即チ安全程度ニ於テ種々ノモノカアリマス

鐵塔ニ對スル考ヘハ其初メ電氣ノ方面カラ電柱ニ對スル要求ヨリ出發シタト見ルコトカ出來ルノテ先ツ木材電柱ニ就テ見ルト種々ノモノカ有ツテ細キモノ相當太クトモ甚ダ長ク五六十尺ノモノカアリ而モ新ラシキ時ニ於テハ充分ノ強度カアリマシテモ六七年經過シタルモノニアツテハ其根本ノ徑ハ二分ノ一甚シキハ四分ノ一ニモ腐朽シテ細マリ甚ダ危フク然モ尙安全率ノ爲メニ立ツテ居リマス此實例ヲ一方ニ見ナカラ送電上ノ狀況ニ應シテ鐵塔ヲ設計シテ欲シイト我々ハ望マレルノテアリマス只今ノ處鐵塔ニ關スル注文ハ主ニ電氣技術者カラ發セラレルノテ之レヲ眞面目ニ普通ノ風壓起リ得ヘキ斷線氷雪ノ影響及普通用ユル許容強度等ヲ考察シテ設計シマスト丈夫ナ代リニ可ナリ重イ鐵塔トナツテ工費ヲ嵩ムル譯ニナリ即チ之レヲ輕クスルノ必要ヲ感スルノテアリマス然シナカラムト斯ノ如クシテ屢々輕ク比較的弱イ鐵塔カ作ラレマシタカ爾來經驗ト實驗トヲ重ネ且ツ水力發電所ノ規模大トナリ送電上ノ安全ヲ確保スルコトノ必要ヲ益々多ク感スルニ從ヒ近來ハ一層安全ナル鐵塔ヲ用ユル傾向ニナツテ居リマス思フニ今日ノ各種橋梁ノ設計カ勿論荷重ノ増加ニモ依リマスカ四五十年前以前ノモノニ比較シテ遙カニ丈夫ニ安全ニ從ツテ重ク作ラルト同シ道筋ヲ踏ムモノテハナカラウカト考ヘルノテアリマス



米國ニ於ケル鐵塔ニ就テ要點ヲ申スト一九一六年ノ電氣工事規程ニ示サル、規格テハ輕イ負荷ト許容強度ノ大ナルモノヲ用キ且ツ地方ニ依ツテ三様ニ三分ノ一宛負荷ヲ輕減シテオル結果輕イ塔力出來ル勘定ニナリマス而シ事業者夫々ノ規格ヨリ幾分安全ナモノヲ作ツテ製作セシメテ居リマス鐵塔ノ計算ニ於テ來ル外力ハ風壓テアリマス日本ニ於テハ每平方尺四十封度トシテ居ルニ米國ニ於テハ二十乃至二十六封度ニ取り歐洲ノ方テハ二十六封度ニ取ツテ居リマス歐洲ノ方ハ差程風速風壓カ大テ無イト思ヒマスカ米國ニ於テハ風速ノ報告ニヨリマスト日本同様強風カ吹クニモ係ハラズ其風壓ハ日本ノ規格ヨリ少ナイノテアリマス此ノ件ハ目下屢々論議セラレテ居リマノステ尙研究ヲ要スルコトト思ヒマス

次ニ鐵塔ノ基礎テアリマスカ元來私ハ鐵塔ト云フ地上結構物ニ對スル基礎ニハ一般ニこんくりーとヲ用ユルヲ相當ト考ヘテ居リマスカ之レカ工費ヲ節約スル爲メ必要テアルト云フテ鐵材又ハ時々木材ヲ用ユル例カアリマス主意ニ於テ已ニ相當ノ強度ヲ持タシメタ鐵塔ヲ用ユルカラハ之レヲ支ヘル地下工作物ニ相當工費ヲ惜マヌ事ハ當然テアロウト思フノテ標準鐵塔ニ四百圓乃至八百圓ヲ投スルカラニハ基礎ニこんくりーと費二百圓内外ヲ投スルハ當リ前テアロウト思フノテス米ノびつづばーくハ鐵ノ製産地テアリマスカ此處ニアルあめりかん・ぶりっぢ會社ハ其内ニ特ニ鐵塔係ヲ居イテ專ラ鐵塔ノ設計及製作ヲ受負ツテ居リマス其設計技師ノ説明ヲ聽キマシタ處其内ニ鐵塔基礎トシテこんくりーとモ用ユルカ寧ロ鐵材ニ依ツテ計盤ヲ組ンタ基礎ヲ推獎スルト言ツテ居マシタカソレハ其位置ヲ考フル必要カアリマス充分多量ノ鐵材ヲ用ユレハ安全デアリマセウアノ鐵工場ニ躑マツテ單價至廉ナ鐵ヲ見ルトキハこんくりーとヨリハ鐵ノ方カ安ク見エルトアロウト思ヒマス而シ鐵價ノ高イ我國ニ於テ安全程度ヲ考フルトキ私ハこんくりーとヲ選ヒタイノテアリマス實際米國各地ニ建テラレタ鐵塔ヲ見マスト以前ノモノニアツテハこんくりーと以外ノモノカ有ツタ様テスカ此頃ノモノハ多數こんくりーとデアリマスかりほるにや州ニハ多數ノ高落差水力ニ依ル電力カ送電線路ニヨツテ送ラレテオリマスカ其ノ内テ Great Western Power Company ハ初メ平地ノ部分ニ於テ前述ノ鐵基礎ヲ用キタノテアリマシタカ先年風ノ

爲メ其ノ内五十六基カ倒レマシタニ依リ全部こんくりーと基礎ニ代ヘマシタ如キハ好例テアルト思ヒマス  
送電用トシテ引止鐵線ヲ用キタ鐵塔寧ロ鐵柱ハ低廉ト云フ理由テ我國ニ例カアリマスカ米國テハ殆ト見マセンテシタ此  
種ノ鐵塔ハ建設費ハ安クトモ鐵線ノ腐蝕ノ爲メ耐久力少ナク且ツ敷地ヲ要スルコト多キ爲メ有利トハ思ハレマセン  
米國ニ於ケル鐵塔ノ型ハ此頃製造者ニモ依リマスカ概シテ標準的ニ或ル一定ノ型ヲトリツハアル様ニ見ヘマス歐洲テ水  
力ノ特ニ盛シナ諾威瑞典西及伊太利方面ニハ亦多數ノ鐵塔カ有リマスカ米國ヨリハ設計及製作てりけーとト申スヘク  
概シテ輕ク出來テ居リマス左ニ鐵塔製作規格中主要ナ點ノ數例ヲ示シマス

1. American National Electrical Safety Code (Nov. 1916.)

凡テ鐵塔強度ノ計算ニ於テハ自重、風壓及不平均張力同時ニ働クモノトス但平均張力ニ關スル項ナキハ之  
レヲ考ヘサルモノト認ム以下皆同シ

1. 風 壓

- A. 人口密ニシテ重要ナル地方、圓露面ニ對シ 12 lb/ft<sup>2</sup>
- B. A = 強ク重要地方 ” 7 ”
- C. B = 強キ人口粗ナル地方 ” 4 ”

平面ニ對スル風壓ハ上記ノ六割増トス

格子結構 (Lattice structure) = 對スル

風壓ハ其投影面積ノ一倍半ニ作用スルモノトス

2. 氷 雪

鐵塔ニハ氷雪附着セサルモノトス

電線ニ對シテハ氷 A 地方ニ於テ厚サ  $\frac{1}{2}$  吋, B 地方ニ於テハ  $\frac{1}{4}$  吋, C 地方ニ於テハ 0吋附着スルモノトス

3. 許容強度

鐵材ノ破損強度 55,000—65,000 lb/ft<sup>2</sup> トス

應 張 力 27,000 lb/ft<sup>2</sup>

應 力  $27,000 - 90 \frac{l}{r}$ , lb/□  
 但角材  $\frac{l}{r} < 150$ , 其他  $\frac{l}{r} < 200$

2. Pacific Light and Power Corp, Cal, Big Creek Developpt.

出力 64,000 KW, 送電距離 240 M, 電壓 150,000 V, 標準鐵塔重量 4,300 lbs., 鐵塔ノ導線三本及地線一本ヲ支フ

標準塔ニ對スル規格

- 1. 風 壓 平面ニ對スル風壓 22.5 lb/□  
 電線 (54 本燃線) = 對シ 15.5 ” (約投影面積ノ 70%)  
 風ノ鐵塔ニ對シテ其投影面ノ二倍ニ作用スルモノトス

2. 氷雪ナシ

3. 電線二本相當ノ不平均張力 (各線共破壞張力ノ約三分一宛) 作用スルモノトス

- 4. 許容強度 應 力 20,000 lb/□  
 應 力  $\frac{16,000}{2}$  ” 但角材  $\frac{l}{r} = 125$ . 其他  $\frac{l}{r} = 175$ , トス

3. Alabama Power Company, Lock 12 Development

- 1. 風 壓 平面ニ對シ 14 lb/□  
 電線ノ投影面ニ對シ 8 ”
- 2. 氷 雪 (實際氷雪ナキ地方ナレトモ) 厚サ  $\frac{1}{4}$  吋 附着スルモノトス
- 3. 不平均張力 (イ) 導線 (〇〇番ニ本燃) 六本地線 (徑  $\frac{3}{8}$  吋鐵線) 二本ノ内任意ノ一線 = 3,000 封度 (破壞張力) ノ二分一乃至三分一ノ一) 作用スルモノトス  
 (ロ) 鐵塔中心線ニ於テ電線路ノ方向 = 7,000 封度作用スルト同時ニ電線路ノ方向ト直角ノ方向 = 5,000 封度作用スルモノトス

4. 許容強度 應張力 25,000 lb/cv  
 應壓力  $\frac{15,000}{l^2}$   
 $1 + \frac{18,000}{g^2}$

4. American Bridge Co.

鐵塔ハ中間塔 (Intermediate-tower) 及引止塔 (Anchor-tower) ノ二種トス

1. 風 壓 (イ) 氷雪ナキ地方 半重ニ對シ 25 lb/cv  
 電線ノ投影面ニ對シ 15 lb/cv (即 60%)

(ロ) 氷雪アル地方 氷ノ厚サ  $\frac{1}{2}$  吋附著スルモノトシ風壓ハ 13 lb/cv トス

何レノ場合ニモ鐵塔ニ對スル風壓ハ鐵塔投影面ノ一倍半ニ作用スルモノトス

2. 電線張力ハ彈性限度 (Yield point) ノ四分ノ三ニ相當スルモノトス

3. 不平均張力 (甲)(乙)二種ノ鐵塔ニツキソレソレノ場合ヲ各別ニ考フルモノトス

(甲) 引 止 塔 (イ) 全線ノ張力一方ニ作用スルトキ即全線切斷セル場合

(ロ) 塔ノ一方ニ於テ其中心線ノ一側方ニ位スル凡テノ線ノ張力作用スルトキ(捻力作用ス)

(ハ) 電線路屈折角度四十五度ニ對シ電線路ト直角ノ方向ニ働ク全線ノ拵力作用スルトキ

(乙) 中 間 塔 (イ) 全線中何レカニ本ノ張力一方ニ作用スルトキ

(ロ) 電線路屈折角度十度ニ對シ電線路ト直角ノ方向ニ働ク全線ノ拵力作用スルトキ

4. 許 容 強 度

(甲) 引 止 塔 應 張 力 18,000 lb/cv

應 壓 力  $18,000 - 80 \frac{l}{r} \text{ lb/cv}$

(乙) 中 間 塔 應 張 力 20,000 - 85 lb/cv

應 壓 力  $20,000 - 85 \frac{l}{r} \text{ lb/cv}$

5. Verband Deutscher Elektrotechniker (1920 年版) 鐵塔ハ支保塔 (Tragnaste), 隅塔 (Ecknaste) 引止塔 (Abspannaste) 固定塔 (Endnaste) 等ニ區別ス

1. 風 壓 平面ニ對シ 125 kg/qm (25.6 lb/ft<sup>2</sup>) 電線ノ投影面ニ對シ 62.5 kg/qm (即平面ノ 50%)

鐵塔ニ對スル風壓ハ其投影面積ノ一倍半ニ作用スルモノトス

因ニ風壓ノ電線ニ對スル影響ハ從來 0.7 倍トセシテ各國ニ於ケル實驗ノ結果ニ依リ今回 0.5 倍ト訂正セシナリ

氷線アルトキハ亦ト風トノ合成負荷ヲ (1.80√T) g/metre ナル式ニ依リ算出ス但ニ電線外徑ニシテ mm ヲ以テ示ス

2. 不平均張力 隅塔ニ對シテハ電線路ノ屈折角度二十度未満ノモノニテラテハ二十度トシ、二十度以上ノモノニテラテハ其角度ニ應ジ其最大張力ヨリ來ル分力

引止塔ニ對シテハ其一方ノ最大張力ノ三分ノ二ニ相當スル張力

固定塔ニ對シテハ其一方ノ最大張力

電線ノ最大張力ハ破壞張力ノ三分ノ一乃至二五分ノ一トス

3. 許容張度 (Flussesein, 3,700-4,400 kg/qcm)

懸張力及懸垂力 1,500 kg/qcm

抗壓材ニ對シテハ  $\frac{l}{r} < 105$  ノトキハ Eshmeier's Formula  $(P = 3,100 - 11.41 \frac{l}{r})$  ニ依リ安全率ヲニトシ  $\frac{l}{r} > 105$

ノトキハ Euler's Formula  $(P = \frac{T \pi^2 K}{l^2})$  ニ依リ安全率ヲ三トシテ算出スベシ

北米合衆國ニ於ケル水力工事ノ實例概略

北米合衆國ノ水力ハ西部ろっさ一山脈及しあらねばた山脈中所謂山岳地方及太平洋沿岸地方ト稱スル九箇州中ニ全體ノ七割強カ包含サン其内テモ太平洋沿岸三州わしんとん、ちれごん及かりほるにや(加州)ニハ四割三分又かりほるにや一州中ニ一割二分強カ存在スルト云ハレテ居リマス高落差ノ水力ハ主トシテ此西部ニ位シ中部及東部ニハ低落差水力ノ大ナルモノカ各地ニアリマス就中太平洋沿岸州カ其内テモ加州カ西部トシテハ比較的ニ開ケオルノテ水力モ亦盛ニ開發サレテ居リマス米國ハ石炭ト石油ノ大產地テ水力ニ對抗スル是等天然資源カ極メテ豐富ナルニモ係ハラヌ水力ノ開發ハ日

覺シク其内テ最モ多ク發電シテアル州ハ多イ方カラ申スト紐育(主ニないやがら水力)加州わしんとん此三州ハ殆ト似タモノ次テペンしるべにや、あれごん、南からろらいな等テコレ丈テ全州ノ約二分ノ一ニ相當シテ居リマス

此内加州ノ水力ハ我々ニ最モ興味アルソシテ甚タ好參考ニナル工事カ多々アルノテアリマス加州ノ廣袤ハ合衆國ノ二十分ノ一、十五萬八千方哩テ我舊日本ト殆ト同シク人口ハ三百五十萬我全人口ノ約二十二分ノ一換言セハ人口密度我國ノ十六分ノ一(舊日本人口ヲ五千六百萬トス)程テスカ其水力ニ於テハ利用シ得ヘキモノ前同ノ統計ニ依リマスト渴水量ニ於テ理論馬力ニシテ四百六十萬テ當時我國ノ利用シ得ヘキ全水力ハ約五百萬ト稱シテ居リマシタモノト極メテ似タモノテアリマス此數字ハ時勢ノ變遷ニ連レテ產業界及經濟界カ變化致シ動力ノ必要ハ自ラ之レヲ増サシムルモノテ今日我國ノ水力ハ渴水時ニ約七百萬平水時ニ於テ一千萬馬力電力ニ於テ五百六十萬さろわつと使ヘルテアロウト考ヘラレテ居リマス同様ニ米國加州ノ水力モ亦動力ノ必要程度ニ應シ増スモノト思ヒマス恐ラク本年發表ニナル統計ニ於テハ可ナリ増サレテ居リマセウ而シテ加州ハ米國ノ二大石油產地ノ一テ重油輕油從ツテ極メテ豐富ナ所テアリマスニモ係ハラス其既ニ開發セラレテ居ル水力電氣ハ一九一四年末ニ於テ四十三萬六千さろわつとニ達シ同年ニ於ケル我國ノ既設水力電氣四十二萬さろわつとト殆ント等シイノテアリマス寧ロ其數字ヲ見マスト其一致ヲ疑ヒタイ位テアリマス此年ニ於テ他ノ大平洋沿岸州わしんとんノ發電力ハ三十萬基あれごんハ十萬基テアリマス是レ等ノ方面ニ比較的水力ノ多イノハ一ハ其地勢しあらねばた山脈ニヨリテ急峻一ハ米國ハ一般的ニ雨ノ少ナイ國テアリマスカ此大平洋沿岸ハ海ニ接シ且ツ高山脈カ走ツテ居ルノテ米國中最モ雨カ多ク其量ハ南加州ヨリ漸時北わしんとんニ上ルニ從ヒ増シマス更ラニ又此方面ニハ森林多ク而モ古イ此ノ爲メ河川流量豐富ナル等ノ理由ニ依ルノテアリマス

此ノ外地質氣象氣候高度等極メテ我國ニ酷似シテ居ル點多イ處カラ私ハ一番長ク加州ニ止マツテ見物致シマシタ

次ニ河川ノ流量テアリマスカ我國河川ノ渴水ハ凡ソ冬三箇月半夏二箇月テ一年兩度ニ別レテ起リマス米國ハ概シテ其渴水カ一年一回ニ連續シテ起リ加州ノ如ク六月乃至十一月頃迄ハ流量枯渴シ十二月乃至五月頃迄水ハ多イ所ト又逆ニ秋カ

ラ冬ニカケテ枯渴シ春カラ夏ヘカケテ多イ所トアリマス此點北歐諾威及瑞典ニ於キマシテハ大要十二月乃至四月迄水ハ凍結シテ渴水シ五月頃ヨリ漸時増加シ十月頃迄水カ多イノテアリマス

米國ノ灌溉用水力用ノ堰堤カ高ク且ツ大ナルハ土地廣大ナルコト降水寡少ナルコトノ外渴水カ時ニ半年モ長ク連續スルコトモ亦一理由テアリマス

以下個々發電所ニ就キ大體建設年ノ古キモノヨリ高落差ヨリ低落差ト云フ順序テ其要點ヲ述ヘマス

1. Las Plumas Development, Great Western Po. Co., Cal. (1908)

有效落差	四百二十呎	使用水量	二千五百秒呎
發電所出力	六萬五千基	單位	六 臺
送電距離	百五十四哩	電壓	十萬ウゑると
		豫備火力發電所	三萬千二百基

本水カハ (Feather) 河ノ大屈曲ヲ利用スルモノニシテ河川延長十一哩ニ對シ水路延長僅ニ三哩ノ隧道ノミ此地點ニ於ケル本川ノ最小流量八百平均渴水量千二百乃至千四百最大流量十二萬五千秒呎洪水高ク渴水量少ナク且ツ普通五月——九月ノ五箇月間繼續スルノ故ヲ以テ上流遙カ四十五哩ノ地ニ貯水池ヲ設ク堰堤ハはいどろりく・ふゐる高八十呎長六百呎以テ渴水年ニ於テ平均千八百秒呎ヲ供給セントス

取入堰堤ハ高約岩盤上六十呎こんくりと溢流型前記大洪水ニ耐ユル爲メ極メテ堅固ナリ但シ渴水時臨時的ニ水位ヲ高ムル爲メ大形木造支柱ヲ堤上ニ組ミ立テ之レニ板ヲ張り更ラニ一種ノかんばすヲ置クコノ一種ノ可動堰ハ高ク兩岸ニ渡セル鐵條ニ依リ出水時急激ニ吊リ上クルモノトス取入口ハ特種ノ構造ニシテ取入堰堤上流約百間右岸ニ接シテ取入塔ヲ設ク塔ハこんくりと高百六十呎内徑二十八呎周圍異リタル高サニ水門ヲ設ケ又塵除ヲ置ク

本水路ハ取入塔ノ底部ニ始マリ馬蹄形水壓隧道タリ其大サ約十四呎及十八呎通水容量二千五百秒呎長一萬五千六百八十八呎勾配五百分一隧道敷ハ取入塔ノ所ニ於テ水深約百四十呎ニ相當スル水壓ヲ受ケ二千五百秒呎ノ通水ニ際シテ流水速度

毎秒十一呎半貫通セル地質軟質頁岩及一種ノ花崗岩ナルニ依リ一般ニ厚サ一呎配合一、三、五ノこんくりーとラ卷ク水槽ノ位置ニ水壓母管アリ母管ハ内徑十六呎九吋厚一時一端ヲ本隧道中ニ埋込ムコト百二十五呎、他端ハ内徑九呎厚 $\frac{1}{2}$ 吋ノケーシ(Slange)管ニ連續ス此母管ハ内徑大ナルニ依リ角鐵ヲ六呎毎ニ附シテ補強スサービ管ハ山腹ニ沿ヒ三十五度ノ傾斜ヲ以テ母管數ヨリ百四十六呎ノ高サニ登リ溢水ハ之レヨリこんくりーと樋ニ依リ發電所下流ニ放トサルヘシ水壓本管ハ現今六本長六百呎各々母管ヨリ分岐シテ直接單獨ニ水車ニ達ス内四本ハ内徑五呎二本ハ六呎又五本ハ獨乙ふえらむ會社製鍛接管(Walded-pipe)厚サ3 $\frac{1}{8}$ 吋乃至11 $\frac{1}{16}$ 吋一本ハ米國製銕接管最厚一時上部母管ト分岐スル所順次ニ手働ばたふらゐるぶ人孔電働げーとばるぶ空氣辨こんくりーと固定臺伸縮接手アリ但シ下部ニハ特別ノばるぶ無シ此外内徑二呎ノ勵磁器用水壓管一本アリ發電所ハ最後ニ於テハ單位即水車發電機各八臺据付クル豫定ニシテ初メ四臺ヲ据エ今六臺ナリ水車ハ一萬八千馬力四臺一萬八千五百馬力二臺此發電所ノ位置ハ洪水位高ク水位ノ變化四十一呎ニ達スル爲メ水車ノ設計ニ少ナカラス考慮ヲ費セリ設計當時明治三十九年ニ於テ豫定落差五百二十五呎一臺ノ馬力一萬八千ハ例無キ所此場合適當ト思ハル、水車ハ(單嘴管)單のずるノべるとん型ナリシカ然セハ多數ノらんないヲ用ユルカ又ハ一二ノらんないニ多數ノのずるヲ用ユルカ其結果ハ一方ニ發電氣ノ廻轉速度減少シテ工費ヲ高メ他方ニ洪水位上昇ヨリ來ル水頭ノ損失少カラス茲ニ於テ選定シタルモノふらんしす型りあくしよん・たーびん堅軸廻轉數每分四百洪水位以下十八呎五吋ニ据エ吸水管ヲシテ約二十二呎働ラカシメ以テ發電機ヲシテ浸水ノ慮リ無カラシメタリ水車ハ T. P. Morris 社製保證能率落差五百二十五呎——四百六十呎ニ於テ全負荷ニ對シ八十%四分ノ三負荷ノトキ八十二%二分ノ一負荷ノトキ七十六%ナリシ所實際ハ落差四百十九呎ニ於テ四分三負荷ノトキ八十五%ヲ示セリ

發電機ハ一萬基一萬一千うあると六十さゐくる能率最大九十七%強

本會社ハ此發電所ノ上流四十五哩ニ大貯水池ヲ有スルカ此間四地點總落差凡ソ三千呎特ニ第四第五ニ於テ合計二千二百五十呎ヲ利用シ得ヘシ即チ現今共一地點ニ於テ工事中ノモノアリ落差千〇八呎一臺一萬五千馬力ノべるとん水車四臺



ヲ設置スヘシ今米國ノ水車會社ハ此千呎ノ落差ニ對シ尙ふらんしす・たーびんヲ製作セント申出ツルモノアリ以テたーびんノ益々高落差ニ使用セラルヘキ傾向ヲ窺フニ足ラン(寫眞(12) 參照)

2. Drum, Halsey, Wise Developments, Pacific Gas and Electric Co, Cal. (1913—1916—1917)

- (イ) どちらむ發電所 有效落差一千二百九十呎 現時使用水量三百秒呎(設計六百秒呎) 出力二萬五千基 單位二臺
  - (ロ) ぼるせー發電所 有效落差三百二十五呎 使用水量六百秒呎 出力一萬二千五百基 單位一臺
  - (ハ) わいず發電所 有效落差四百七十五呎 使用水量四百二十秒呎 出力一萬二千五百基 單位一臺
- 送電距離百十哩 電壓十一萬うゑると

此三水力ハ同一河川 (Bear-River) ニ屬シ順次上流ヨリ下流ニ位シ年ヲ隔テテ建設セラレ本會社ノ水力發電所中最新ノモノニ屬ス本會社ハ最近水力發電所十二箇所出力十二萬基ノ外豫備設備トシテ火力發電所四箇所出力八萬二千基ヲ有スル所ヨリ茲ニ述フル前記ノ三水力發電所ハ其水力及發電所ノ工事ニ於テ特異ノ諸點ヲ有ス (一) 貯水池ヲ有スルコト (二) 水車及發電機ノ容量大ナルコト (三) 機械ノ單位一又ハ二ナルコト (四) 各發電所ヲ通シ單位ノ大サ同一ナルコト從テ同一馬力ヲ得ル爲メ地形ニ依ル異リタル落差ニ對シ使用水量ヲ適宜増減ス

本水路ハ元礦業用タリシモ本會社カ之レヲ買收シテ水力用ニ改修シ最後ニ於テ其放水ヲ二萬えーかーノ灌溉ニ供ス上流取入口ヨリ最下流地點迄自然及人工水路ノ延長實ニ六十四哩ニ達スルト共ニ天然落差約四千二百呎ヲ得其間水力ヲ利用シ得可キ場所七箇所目下前記ノ三水力及他ノ一箇所ニ於テ五萬五千基ヲ發電ス即チ水路ハ天然ノ地形ニ應シ隧道、開渠、鐵管、木管、鐵樋等極メテ多樣ノ種類ヲ應用ス

本川取入口ノ所ニ最高三百五呎ノこんくりーと堰堤ヲ築キ最渴水量二百七十平均水量三百五十秒呎ヲ引用セントシ第一期工事トシテ之レカ高サヲ二百二十五呎ニ仕上クすばーるでいんぐ・だむ (Spanning-dam) ト稱セラレソ所謂 Constant Angle Arch Dam ノ最大ナルモノ是ナリ

堰堤位置ノ地質ハ花崗岩龜裂ナク河床ニ露出ス堤高河床上二百二十五呎天端長五百八十呎天端幅二十呎敷幅百八十五呎敷ヨリ六十呎ノ高サニ於テ九十六呎之レヨリ本堰堤ノ特長ヲ示ス


天端ニ於ケル拱ノ半徑四百呎拱ノ半徑ハ天端ヨリ敷ニ下ルニ從ヒ減少シ敷ヨリ七十五呎ノ高サ迄二百五十呎ナリコノ如ク高ヲ増スニ從ヒ拱ノ半徑ヲ増ス所ニ注意スヘシ伸縮緊接合ハ高七十五呎ノ點ヨリ天端迄每八十呎四箇所外ニ漏水ヲ集ムル爲メ徑八吋ノ鐵管上流面ニ平行シテ每八呎二列天端ヨリ敷ニ走ルこんくりと配合一・二・五、四・五之レヲ置キテ内ニ塊石ヲ詰メ込ム所謂石籠詰こんくりトナリ施工ニハ凡テ *Belt-Conveyer* ヲ用ヒ大部分ハ約半箇年ヲ以テ積ミ上ケタリ抑モ此式ノ堰堤ハ加州よるげんせんノ設計ニ係カリ普通石造堰堤ノ設計ニ於テ彎曲ヲ附スルハ之レニ依リテ拱ノ作用ヲナサシメ縦ノ方向ノミナラス横ノ方向ニ方テ兩岸岩盤ヲシテ耐ヘシメントスル所ナレトモ計算上ニハ之レヲ加算セス安全率ノ内ニ包含ス堰堤ノ締切ル谷ノ横斷面ハ多クV形ヲナシ下部河敷ニ近キ程幅狹マリ堰堤ノ長サ減スルカ之レヲ拱ニ彎曲セシムル時普通其彎曲率ハ凡テノ高サニ於テ一樣トス換言スレハ各高ノ水平斷面ニ於テ上流ニ面セル弧線ノ中心角ハ高サノ減スルニ從ヒ減少ス茲ニ於テ堰堤ハ河敷ニ近キ程厚キ故高サノ減スルニ從ヒ其水平層ハ孤ヨリ直線ニ近ツキ即チ水壓増大スルニ從ヒ益々拱トシテノ作用減少シ拱利用ノ名案ト一層手數ヲ要スル施工トヲ畫餅ニ歸セシムヘシ此缺點ヲ去ル爲メ高度ノ如何ヲ問ハス敷ヨリ天端迄凡テノ水平斷面ニ相當ノ彎曲ヲ與ヘ堰堤全體トシテ凡テ拱ノ作用ヲ充分働ラカシムルトキハ一面ニ於テ材料ヲ節約スルト共ニ他面ニ安全率ヲ増加スルモノト謂フヘシ

理論上此拱ノ中心ニ於テ挾ム角ヲ百三十三度ト爲スヲ經濟的トナスト云フモノ即チ同氏ノ説ク所ナリすばるでいんぐだむ工成リシ時其接合ニ於テ1/8吋ノ透間ト各接手ノ中間ニ1/16吋ノ龜裂ヲ生シタリシモ一九一四年滿水シタル時水壓ノ爲メ壓縮サレテ密着シテ天端中心點ノ移動三・四四吋ニ及ヘリ接合及排水管ヨリ來ル漏水ハ甚々顯著ニシテ余カ檢視隧道ヨリ見タル時恰モ大雨ノ降ルカ如キ有様ナリキ

此種ノ實例今少ナカラス(一)あらずかニ於ケルモノ高百六十八呎天端長五百五十呎拱ノ中心角百十三度(二)まにらニ於ケ

ルモノ高九十八呎 (三)加州さんおーさん電力會社ノモノ高百八呎等ノ如シ

引水隧道ハ長サ四千六百呎左岸ノ根山ヲ貫通シ堰堤ノ下流ニ出テ直ニすぼーるでいんぐ發電所ノ堅軸ふらんしす・たーびん六千五百馬力ニ接ス此水力ノ落差ハ貯水池ノ水位ニ依ルモノニシテ最大二百六十呎ヨリ零呎ニ變ス放水ハコレヨリ (イ)どらむ發電所ニ導カル其水路延長九哩六(八千四百間)通水容量三百五十秒呎開渠多シ灌溉用水路ト同シク赤土ノ所ニ於テ掘放シ若クハ空積ノ如キ簡單ナルモノアリ又谷越ニ鐵管さいぼんアリ徑八呎五、厚5、16吋長千八百八十八呎最大水頭百二十八呎水槽廣ク半ハ盛土ナリ

水壓管 現今一本靜水頭一千三百七十五呎全長六千九百九十四呎徑七十二吋——五十四吋厚  銲接鋼管伸縮接手三箇所安全瓣三箇所

發電所ハ鐵骨四單位ニ對スル設備ヲ施シ目下二單位ヲ完成ス即チ發電機二臺各一萬二千五百KVA 迴轉數三百六十電壓六千六百V

水車 四臺各九千馬力ペるとん型單らんない、單のづる二臺宛一臺ノ發電機兩側ニ直結ス

水壓管ハ發電所入口ニ於テY形ニ二本ニ分岐シ各徑三十六吋ノゲーとばるぶヲ徑更ラニY形ニ二本ニ分岐シ(徑二十六吋)各一臺ノ水車ニ導カル水壓管ノ配置發電所ノ諸設備等落差水力ノ模範發電所ト稱サル

(ロ)ぼるせー發電所ハどらむノ下流四十二哩五ニ位シ水路延長二十四哩五通水容量三百五十秒呎落差三百四十二呎有效三百二十五呎之ヲ以テどらむト同出力ノ發電機一臺ヲ据ユルニハ水量六百秒呎ヲ要スどらむヨリ來ル放水ハ後年六百秒呎タリ得ルモノ今ハ半ノ三百秒呎ニ過キス即チ水槽ノ調整ニ依リ平均三百ヲ引き負荷率五十%ニ對シ最大六百秒呎ヲ使用スルコトハス

水壓管ハ上部木管千七百七十三呎下部鐵管一千八百八十三呎合計二千九百五十六呎

水車 二臺各橫軸單らんない・ふらんしす・たーびん九千馬力一萬二千五百KVAノ發電機一臺ノ兩側ニ直結ス

(ハ)わいず發電所ハ最新ニ成リシモノほるせゝノ放水ハ直ニ小調整池ニ入りコロヨリ開渠隧道更ラニ高四十呎長九百呎ノ複拱鐵筋こんくりーと堰堤ニ依ル調整池等全長約七哩五ノ水路ヲ經テ水槽ニ達ス此處ニ設クル水壓管ハ木管隧道及鐵管ヨリ成リ木管ハ長千六百呎内徑九十六吋隧道ハ長四百六十三呎鐵管ハ銜綴長八千二百三十一呎内徑八十四吋ヨリ六十六吋ニ減少シ其全長九千八百呎ニ及ヒ實ニ加州中最長ノ水壓管トス

本水力ノ落差ハ五百十九呎ナレトモ水壓管長キ爲メ最大負荷ニ於テ有效落差四百七十五呎ニ減スどらむノ有效落差一千二百九十呎ほるせゝ三百二十五呎而シテわいず四百七十五呎此各異リタル落差ニ對シ尙同出力ノ發電機ヲ運轉セシメントス即此處ニ使用スル水量ハ四百二十秒呎ニ相當スルノモナリ

水車ハ一臺橫軸單らんない・ふらんしす・たーびん二萬馬力ほるせゝト同一發電機ニ直結ス(寫真(14)(15)圖面(1)(2)參照)

### 3. Big Creek Developments, Southern, California Edison Co., Cal. (1913)

有效落差 (第一)千九百四十呎 (第二)千八百七十呎・使用水量各最大二百五十平均百五十秒呎 發電所出力(現在)第一第二各二萬八千基 單位二臺宛 送電距離二百四十哩 電壓十五萬ウゑと

本水力ハ落差ニ於テ米國第一送電距離ニ於テ最長ノ一ニ屬ス貯水池及取入口ハ南加ノ首都ろさんぜるすノ北方二百五十哩海面上七千呎ノ高度ニ位シ人跡ヲ離レタル此山中ニ本工事ヲ起ス蓋シ其材料運搬ニ困難ヲ感セシヤ知ルヘキノミ 未開新附ノ此高山斯ク迄深ク入ランニハ水力ノ寶庫ニ達スル亦當然ノ事ト云フヘシ此水力ハ水路延長僅カニ七哩ノ間落差ヲ得ルコト四千呎更ラニ下流長カラサル間ニ於テ亦約二千呎ヲ得ヘシ

材料運搬設備トシテハ種々ノ方法ヲ研究シタル結果遂ニ鐵道ヲ敷設セリ既設ノ鐵道終端驛ヨリ延長五十六哩ノ廣軌ニシテ内上流三十哩ハ平均二十分ノ一ノ急勾配ヲナシ特種ノ機關車ヲ使用シ以テ第一發電所ノ位置タル五千呎ノ高度ニ達ス本力ノ一般計畫ハ三箇ノ大小こんくりーと堰堤ニ依リ貯水池ヲ作り隧道及鐵管水壓管ノ順序ニテ直ニ第一發電所ニ達シ其放水ハ直ニ隧道ニ依リテ第二水力ノ水壓管ニ導カル第一第二ノ兩水力ハ落差大差ナキヲ以テ水壓管及發電所全體ノ構

造設備全ク同一ナリ

堰堤位置ノ地質ハ凡テ花崗岩堰堤ハ皆ぐらびち一型其最大ナルハ高百三十五呎長八百呎安全ノ爲メニ彎曲セシメ溢水用ノさいほんヲ備フコト現存ノ各發電所ニ相當スルモノニシテ更ラニ將來五十呎ヲ高ムル時ハ各二單位宛ヲ増設シ得ヘシ

本堰堤ノ施工方法ハ特記スル價值アリ其地勞働者ヲ得ルコト困難ニシテ經費ヲ要スルコト多ク同時ニ材料運搬ニモ亦經費ヲ要スルコトノ爲メニ萬事工事ハ急速ト一様簡單トヲ旨トシタル結果堰堤ノ施工ハ極メテ迅速ニ行ヘリ即チ豫メ堤高堤長相當ノ足場ヲ組ミ立テ之レヨリ一氣ニこんくりーとヲ注入シ僅カニ六十日ヲ費シタルノミト云フこんくりーと中ニハ塊石全容積ノ一割五分ヲ加フ

(1)第一發電所 水路亘長一萬一千七十四呎内貯水池ヨリ直接導カル、隧道圓形内徑十二呎長四千九百九十呎ト紙接鐵管内徑八十四呎長六千八百八十四呎トヨリナル

水壓管 靜水頭二千百呎ニ對スルモノ現在二本各發電所ヨリ全高ノ約三分ノ一ノ所ニ於テ更ニ二本宛ニ分岐シ發電所ニ入ル全長四千五百呎徑四十二吋—二十六吋厚  $\frac{3}{8}$ 吋— $\frac{1}{16}$ 吋ヲ獨逸まんねすまん會社製鍛接鋼管横接手ハ水頭千四百六十尺迄銜接以下ふらんぢ接トス以上ノ鐵管ハ平均二尺埋込ミ伸縮接手ヲ置カス

さいぢばいぶ 水壓管ノ頂上ニ近キ位置ヨリ各水壓管一本毎ニ徑二十四吋ノさいぢばいぶ山腹ヲ沿フテ上ル延長千尺其端ニ徑三呎長三十五呎ノ鐵管直立ス頂點ハ貯水池最高水位ヨリ三十呎高シ

發電所 五層高百尺鐵筋こんくりーと造窓多ク美觀ヲ呈ス將來器械四單位ヲ置ク目的ヲ以テ現在三單位相當ノ廣サトシ二單位ヲ設備ス下流第二發電所ト合セテ現今四單位ノ割合ナリ

水車ハペるとん型四臺ニ臺宛一發電機ノ兩側ニ直結ス横軸單らんなり、單のづる一萬馬力回轉數每分三百七十五當時此種ノいんばるすほるーるトシテ最大馬力ト稱セラレタリ本水車ノ能率ハ八十五%ニシテのづるハ擴損ノ爲メ一年半内外

ニテ取換フルヲ要ス但水ハ清澄ナリ

發電機ハ二台各一萬四千基能率九十六——九十七%

(口) 第二發電所 水路全長二萬三千二十六呎約四哩四分九テ内徑十二呎ノ圓形隧道地質良質ノ花崗岩ナルヲ以テ特種ノ施工ヲナサス水壓管及發電所第一ト同一ナリ

本會社ニ屬スル水力ニ就キテハけるん・りばー (Ken River) ノモノ亦附記スル必要アリ其第一水力ハ明治四十年ノ建設ニ係ルモ水壓管ト水車トノ大サ及關係ニ就キ一好例ヲ示ス有効落差八百六十五呎發電所出力二萬基ニ對スル最大使用水量四百個ニ相當ス水壓管只一本ヨリべるとん水車各五千馬力ノモノ八臺ニ給水スル爲メ八本ノ分岐管アリ尙勵磁器用トシテ別ニ二本アリ水壓管ハ長千七百呎普通ノ施工ト異リ隧道中ニ埋設シ鐵管ト隧道トノ間隙ハこんくりトヲ以テ充填スコノ隧道ハ内徑九呎鐵管ハ隧道中七呎六吋最下部五呎三吋厚  $\frac{3}{16}$  吋 —  $\frac{1}{2}$  吋分岐管ノ水車ニ至ル間發電所ノ内外ニ各一個ノゲートアリ

第三水力ハ今工事中ニ係ルモノ使用水量六百秒呎落差八百呎出力三萬基水路亘長十三哩四分此處ニ据ユヘキ水車ハ一臺二萬二千五百馬力ノ豎軸ふらんしす・たーびんニシテ現代ニ於ケル高落差ノたーびんとス即たーびんハ水頭八百呎迄進歩シタルナリ (寫真 (6) (16) 參照)

#### 4. San francisquito Development, Los Angeles Aqueduct Cal., (1914)

有效落差九百五呎 使用水量平均四百最大千秒呎 發電所最大出力四萬五千基現在一萬五千基 單位六臺ノ内二臺完成 送電距離四十七哩 電壓十萬うゑると

ろさんぜるす水道ハ米國近代ノ土木工事中屈指ノモノニシテ水道工事トシテハ紐育水道ニ亞クヘク水路ノ延長ニ於テハ世界中僅カニ歐洲ニ一箇所之レニ匹敵スルモノアリト聞クノミ勿論さんふらんしすきとー水力ハ他ノ三水カト共ニ此水道工事ノ副産物トシテ取扱ハラルルモ實ハ水力カ副産物カ水道カ副産物カ次ノ各項ヲ見ルトキ余ハ聊カ迷ハントスルモ

ノナリト言フモ敢テ過言ニハ非ラサルヘシ

(一) 水路延長 本水路二百三十三哩及る市ニ達スル主管二十四哩合計二百五十七哩

(二) 平均引用水量 四百三十秒呎ノ市ノ人口昨年約五十萬ニ達シタレトモコレ同市カ近年遽カニ發展シタルモノニシテ本  
 工事設計當時ハ(一九〇五年)僅カニ二十五萬從テ二十年後一九二五年ニ於ケル人口ヲ四十萬ト想定セリ米國ニ於ケル一  
 人當リ水ノ使用量ハ凡百乃至二百五十がろんニシテ當市ノ如キニアリテハ百二十五乃至百五十がろんヲ相當ト認メラル  
 ルニ依リ假リニ百五十がろんとセハ其必要水量ハ九十秒呎ニ過キス百萬人トスルモ二百三十秒呎ノミ加州今日ノ盛大ヲ  
 以テスレハる市カ二百萬ニ達スルハ長カラサル年月ナランカナレト設計當時今ヨリ十五年ノ以前ニアリテハ斯ノ如キハ  
 思ヒ浮ヘサリシコト報告書ニ依リテ明ラカナリシ所ニシテ四百三十秒呎ノ水量ハ水道トシテハ當分要無カリシ筈ナリ勿  
 論隧道施工上ノ問題ハ別トス

(三) 取入口 海面上三千七百六十呎ニ位シ水路ノ途中ニ於テ一千九百六十呎ノ落差ヲ利用シ得

(四) 前二項ニヨリ十二萬八千馬力ノ水力ヲ發生シ得

(五) 本水道ニ屬スル水路及堰堤工事費金二千五百萬弗水力十二萬八千馬力ノミノ水路トスレハ水力ハ本水路ノ途中ニ位ス  
 ルニ依リ發電所以下ノ水路及二大堰堤費ハ右金額ヨリ相當削減スヘキモノナレト假リニ此全水路費ヲ水力カ負擔スルモ  
 ノトスレハ水車軸一馬力當リ工費二百弗我四百圓ニ相當スヘシ

本水路ノ内譯ハ左記ノ如ク其長サニツキテ之レヲ我國ニ例示スレハ次ノ如シ

東京ト琵琶湖トノ直通距離二百哩ナルニ依リ同湖ノ西方五十七哩ノ點ヲ取入口トシ東シテ琵琶湖ヲ渡ルコトろさんぜる  
 す水道カ六十一哩ニシテはいゐ一時水池ヲ通過スルト同シク更ラニ東シテ遂ニ八王子ニ達シテ本水路ヲ終リ之レヨリ二  
 十四哩ノ主管ヲ經テ東京市内ニ達スルト同様ナリ

### 本 水 路 内 譯





二	さんふらんしすきと(第二)	五三〇	四四、〇〇〇	四〇
三	同 (第一)	九四〇	六九、〇〇〇	四七
四	はいぬー	一九〇	六、〇〇〇	一六二

さんふらんしすきと第一水力

最長隧道よりさべすヨリ出ツル水ハ一先水槽ニ到達シ静水頭九百四十一呎ニ對スル偉大ナル水壓管ヲ經テ發電所ニ入ル其放水ハ直ニ隧道ヲ經テさんふらんしすきと第二發電所ノ水槽ニ達ス現在第一發電所ハ完成セルモ第二水力ニ於テハ水槽ノ位置ヨリ木樋ニヨリテ背面ノ谷ヲ通シ本川ニ連續セリ本水力ニ於テハ負荷ノ變化ニ應シ使用水量平均四百ヨリ最大一千秒呎ノ調整ヲ司ラシムル爲メ水槽(さーび・たんく)ノ容量大ナリ但シ地形ノ關係上特種ノ構造トスゑりさべす隧道カ抜ケテ一丘上ニ來ルヤ尙地表以下百十五呎ニ位スル處ヲ利用シ大堅坑ヲ掘リ上ケテ之レヲさーび・たんくトス深サ百四十八呎四内徑底ニ於テ三十呎頂上ニ於テ百呎ノ圓錐形極メテ頑丈ナル鐵筋こんくりーと造トス使用水量零ヨリ一千秒呎ニ變スルニ從ヒ落差亦之レニ應シ最大九百四十一呎ヨリ最小八百十四呎ニ下リ平均水量四百秒呎ニ對シ九百五呎タリ水壓管ハ六單位ニ對シ本管三本ノ豫定ニシテ途中ヨリ各二本宛ニ分岐シ各一單位ニ直達ス

本管ノ徑七呎長二千二百十五呎分岐管ノ徑四呎九吋長千三百三十八呎全延長三千三百五十三呎接手ハ上部千三百七十八呎ノ間銲接ニシテ管ノ厚  $\frac{3}{8}$  —  $\frac{9}{16}$  吋ナリ以下獨逸製うゑると・ぱいふヲ用ユ然シムゑらむ會社カ厚  $\frac{1}{3}$  吋以上ノうゑると・ぱいふヲ保證セサルヲ以テ強壓ノ部分ニ對シテハ鋼箍(Steel-band)ヲカケシうゑると・ぱいふトス即鋼管ノ厚  $\frac{5}{8}$  吋トシ之レニ厚  $\frac{1}{8}$  吋幅五吋ノばんどヲ六時間ニ置キ分岐管ニ對シテハ厚ク  $\frac{7}{8}$  吋 —  $\frac{1}{1}$  吋ノうゑると・ぱいふヲ用キコノ部分ハ凡テ埋込ミタリ伸縮接手三箇所ニアリ

發電所ハこんくりーと造六單位ノ大サトス水車ハ橫軸單らんな一單のづる七千馬力べるとん型ニシテ七千五百基ノ發電機ノ兩側ニ各一臺宛直結サル(寫真(17)(19)圖面(3)參照)

## 5. Tallulah Falls Development, Georgia Rwy and Po. Co., (1913)

有效落差 五百八十呎 使用水量現在千三百十秒呎 出力五萬基 單位六臺内五臺竣工送電距離八十七哩電壓十一萬V  
 本水力ハ中部みししびー河流域以東ニ於ケル最高落差ニシテ靜水頭六百六呎トス水路延長六千六百六十六呎取入口上  
 流七哩ノ點ニあんばーせん型ノ鐵筋こんくりーと堰堤ヲ築造シ秋季洪水ニ備フル貯水池ヲ作ル本川ノ流量ハ最小百二十  
 四最大一萬五千秒呎此貯水池ニヨリテ平均三百六十秒呎ヲ得ヘシ堤ハ長六百六十呎高溢水面迄九十三呎頂上迄百十四呎  
 溢水面ニハ自働堰板ヲ置ク之レニ用キシこんくりーとノ配合ハ支壁ニ一、三、六其他ニ一、二、四ナリ  
 取入口締切り堰堤ハぐらびちー・たいぶ・こんくりーと・あーち・だむニシテ長四百二十六呎高溢水面迄百二十六呎頂  
 上迄百四十呎彎曲半徑九百呎溢流面ニハ高七呎ノ自働堰板アリこんくりーと中ニハ塊石ヲ混スルコト三割四分

水路ハ全部隧道馬蹄形幅十一呎高十四呎五勾配五百分ノ一こんくりーと・らいにんぐ十八吋さーび・たんくハ幅三十呎  
 長七十一呎深九十三呎ノ鐵筋こんくりーとトス

水壓管 五本長千二百五十呎徑五呎厚  $\frac{3}{8}$  —  $\frac{11}{16}$  吋 接手上部銲接下部獨國製鍛接通水量ヲ計ル爲下部ニべんちゅり  
 めーたー (Venturi-meter) ヲ直結ス

水車 五臺堅軸單らんない、ふらんしす・たーびん一萬七千馬力試驗ノ能率八十八——九十%  
 放水路ニハ堰ヲ設ケテ通水量ヲ計ルニ便ス

本水力ニ於テ其最大使用水量カ河川ノ平均流量ニ比シテ約四倍ノ多キハ注意セラルヘキコトナリ (圖面 (4) (5) 參照)  
 6. Yadkin River Development Tallassee Po. Co., N. C. (1916)

落差 百八十呎乃至百六十五呎 使用水量現在五千四百秒呎 (三單位分) 出力五萬四千基 單位四臺ノ内三臺竣工  
 堰堤ニヨリテ落差ヲ利用スル中落差水力中最高落差最大水車使用ノ發電所トシ特ニ堰堤及水車ニ就キテ異常ノ點ヲ有ス  
 本工事ハ初メ一九一二年佛國技師ノ設計ニ係カリ堰堤ハこんくりーと曲線重力堰堤高二百呎發電所單位ハ五千二百基十

六臺ノ豫定ナリシ所歐洲開戦ノ爲メ暫時中止セラレ後米國技師之レヲ繼承スルヤ其設計ヲ改メ發電所ノ單位ヲ四臺トシ堰堤ハこんくりーと曲線溢流堰トシテハ世界最高ノモノタラシメシカ特ニ吾人ノ注意ヲ要スルハ洪水量ト其排水設備ニ於テ佛國技師ノ十二三萬秒呎ニ對シ米技師カ之レヲ二十五萬秒呎ニ改メ現ニ工事中十六萬秒呎ノ洪水ニ會セシコトナリ堰堤ハ長千四呎最高二百十七呎河敷ヨリ溢流面迄百六十九呎水深十呎ノ溢流ヲ許ス

堰堤溢流面上ニてーんとる・げーと (Fainter-gate) 幅二十五呎高十呎ノモノ二十二枚溢水路ニすとーにー・げーと幅三十五呎高二十六呎ノモノ十枚ヲ設ケ二十五萬秒呎ノ洪水ヲ吐カシム

堤ハ伸縮接合トシテ長約五十呎毎ニ切りテ施工シ其斷面ニハ幅二呎六吋四呎間ノ堅接合溝ヲ作り之レニこゝるたゝるヲ塗ル其底部ハ岩盤ニ達スルモ尙水密トスル爲メ上流面ニ近ク岩盤ニ十呎毎深サ三十呎ノ穴ヲ穿チもるたるヲ注入シ更ラニ其後部ニ亦十呎毎ニ徑十八吋深四十呎ノ排水溝ヲ穿チ置キ堤體中ニモ亦排水ノ目的ノ爲メ上流面ニ近ク徑十八吋ノ排水溝ヲ十二呎六吋毎ニ置ケリこんくりーとノ配合ハ一、二、五、五之ニ塊石二十五%ヲ混入ス

水壓管長二百七十呎乃至三百七十呎徑十五呎厚  $3\frac{1}{8}$ — $3\frac{1}{4}$  吋

水車 三臺豎軸單らんない、ふらんしす・たーびん最大能率九十一% (試驗もてるニヨル) ノ時二萬七千馬力最大三萬一千馬力迴轉數每分百五十四回一九一九年ノないやがら發電所ノ水車ヲ除キ最強力ノモノタリ

發電機 三臺各一萬八千きろうゝると・あんべあ 電壓一萬三千二百うゝると能率九十六%九 (圖面 (6) (7) (8) 參照)

7. McCall Ferry Development, Susquehanna River, Pennsylvania Water Power Company, Pa., (1910)

平均落差五十三呎 使用水量二萬七千秒呎 發電所出力十萬基 單位十臺 送電距離四十哩 電壓七萬うゝると  
所謂低落差水力ニシテ堰堤ニヨリ水位ヲ高メ直ニ之ヲ利用ス落差六十五呎乃至五十呎ニ變化ス堰堤ノ施工ト水車ノ改良ニ就キテ參考トスルモノアリ

本發電所堰堤ニ於ケル河川ノ流域面積ハ二萬六千八百方哩 (四千五百方里) 其河幅ハ二千八百呎其最小流量二千二百秒呎

ニシテ普通濁水ハ約三千秒呎最大洪水量ハ濁水量ノ約二百二十五倍ト推定セラレ設計上七十萬秒呎トス現ニ工事中三十萬及三十四萬秒呎ノ洪水ニ際會セリ出水急激ニシテ其量多キカ故ニ本堰堤ノ施工ニハ特殊ノ方法ヲ用キ圍堰ハ六萬秒呎ノ出水迄安全ニ工ヲ進ムルヲ得セシメタリ

堰堤ハ長二千三百五十呎高基礎岩盤上溢流面迄最高六十呎河敷面上五十三呎敷幅六十五呎一、三、五こんくりトヲ用ユ堤長及堤容積ノ大ナルコト及洪水ノ影響甚タシキニ依リ其施工ニ際シテハ圍堰ヲ以テ河敷ヲ半分宛仕切り本堰ノ直下之レニ沿フテこんくりト橋梁ヲ架シ築造用ニ供ス此假橋ハ長二千二十呎幅五十呎徑間交互ニ三十二呎及四十呎ノ拱橋ニシテ此上ニ四對ノ軌道線及大くれーん用ノ軌條ヲ敷ク本堰堤材料ノ運搬ハ凡テ此橋ヲ用非洪水ト共ニ急速くれーん運搬車等ハ沿岸ニ逃ケタリ本堤完成後其儘トシ自然ノ破壞ニ委ス

本堤ハ河敷迄ノ基礎以上ノ部分ヲ四十呎毎ニ切り四十呎毎ノこんくりト塊トシテ一個置キニ豫定ノ高サ迄仕上ケ工事中洪水ニ會スルヤ此未成ノ間ヲ通過セシメ次テ殘シ置キシ一ツ置キノ四十呎ノ部分ヲ全長ヲ通シテ五呎宛ニ仕上ケ遂ニ一齊ニ天端ニ達セリ

洪水ニ對シ此天端ヲ溢流セシムヘキ水深ハ十七呎六吋トス

發電所ハ右堰堤ニ連續シ左岸ニ接スルモ冬季流水結氷ノ被害ヲ避クル爲メ發電所ノ方向ヲ稍ヤ下流ニ曲ケ取入口ニ來ル結氷ヲ下流ニ放流スルニ便シ尙取入口前面ニ捨石及こんくりトノ突堤ヲ築キ防材ヲ設ケ廣キ前渠ヲ形成セリ發電所水車ニ達スル水路放水路皆こんくりトトス

水車ハ十臺凡テ堅軸ナルカ其内七臺ハ舊式ニ係カリ二枚らんない二放水管ふらんしす・たーびん一萬三千五百馬力其能率八十一%五ナリシモノ一九一四年ヨリ新式ノモノ三臺ヲ増設セリ此新水車ハ單らんないノふらんしす・たーびんニシテ落差六十三呎ニ對シ一萬六千五百馬力最大能率九十三%ニ達シ舊式水車設計當時ヨリ十年ヲ經テ能率約十%ヲ増加セシメ得タルモノナリ

發電機八十臺內三臺ハ七千五百基七臺ハ一萬基トス

魚梯ノ設計ハ各國共未タ多ク成功セス元來此設計ハ魚類ノ種類ニ依リテ各種アリト雖有效ナルモノハ尙實驗ヲ必要トス本水力ニ於テ初メ發電所ノ傍ラ左岸ニ近ク普通ノ如クこんくりーと製階段ノ設計ヲ行ヒシモ魚之レニ上ラス後年右岸堰堤ニ接シ可成自然ノ激流ニ似タルモノヲ設ケタリ然レトモ尙彼等ハ湖上セスト云フ余ハ設計ハ良カラシモ其位置不適當ニ非ラスヤト思フモノナリ

水車ニ關シ多數らんないニ對シ單らんないノ有利ナルヨリ漸時此傾向ニ向ヒツ、アル適例別ニヘーるす・ばい水力 (Halse Run) ニ在リ此低落差水力ハ水位ノ變化甚シク最高三十九呎五ヨリ十九呎ニ下ル落差減少シタル場合水ヲ多量ニ入レテ其馬力ノ減少ヲ補フ爲メ此處ニ設計シタル水車ハ堅軸ニシテらんないノ數三枚ヲ用キ平時ハ下ノ二枚ヲ使用シ高水時ニハ上部ノ一枚ト併セテ働カシムルコト、セリ該工事ノ施工ハ一九一二年ニシテ一臺五千二百五十馬力ノモノ十臺ヲ据付ケタルカー一九一六年ニハ更ニ殆ト同馬力ノ改良水車四臺ヲ設ケタリ堅軸ニシテらんない一枚能率ハ九十%ヲ越ユルニ至レリ (寫真 (10) (18) (20) (21) (22) 圖面 (9) (10) (11) (12) 參照)

#### 8. Keokuk Development, Mississippi River Power Co., Iowa (1913)

平均落差三十二呎 使用水量現在五萬秒呎(十萬秒呎ノ設計トス) 發電所出力十一萬三千基 單位十五臺 送電距離百四十四哩 電壓十一萬ウゝると

みししっぴー河ヲ堰キテ水位ヲ高ムルコト平均三十二呎堰堤ノ長クシテ堅固ナル兩岸ヲ浸蝕シテ既設工作物ノ轉換ヲ行ヒシ航行河川トシテ必要ナル附帶工事ヲ完成セシ冬季流水ノ影響甚シキ河ノ尨大ナルニ適應シタル水車發電機等ノ單位ノ偉大ナル等工事施行ニ對スル困難少ナカラサルヲ想ハシム地點ハ河幅一哩平均水深七呎最小水量約二萬秒呎洪水量三十七萬三千秒呎二十萬秒呎ノ高水ハ年々五六月來ル河底石灰石ノ岩盤、堰堤ニヨリテ水位ハ三十五呎嵩マリ之レカ影響六十哩ノ上流ニ及フ乃チ此發電所ニ作用スル水頭ハ最大三十九呎ヨリ最小二十一呎ニ減スルモノナリ

堰堤ハこんくりーと長四千五百七十呎高基礎岩盤ヨリ溢流面迄三十二呎項上迄五十三呎溢流面上ニハ高二十一呎厚六呎ノびーや百十八本ヲ空間三十呎毎ニ建テ其空間ニハ幅三十二呎高十一呎重量十三噸ノ鐵扉百十九枚ヲ卸シテ水位ヲ河敷以上三十九呎ニ高ム各びーやハ拱ヲ以テ連結セラレ鐵扉揚卸用ノ起重機二臺走ル堤ノ施工ニ關シテハ前項まっこーる・ふえりーニ酷似シ前者ニ於テハ施工用ニ假橋ヲ築造シタリシカ本堤ニ於テハ右假橋ヲ堰堤ノ一部分トシタリ即河ヲ兩側ヨリ半分宛堰キ切り先ツ基礎ヲ掘鑿シテびーやヲ立テびーやノ間ハ約河敷迄こんくりーと基礎ヲ充填シ全部ノびーやヲ終ヘタル後びーやノ間ヲ五呎宛全長ニ亘リテ豫定ノ高サ迄築キ上ケタリこんくりーとノ配合ハ一、三、五タリ此處ニ設ケタル鐵扉ハ前述ノ如ク極メテ頑丈ノモノナレトモ冬季結氷ノ際ニハ甚シキ障害ヲ被リ年々之レカ防禦ニ種々ノ方法ヲ講シタリ溫度ハ華氏零點下十八度ニ下リ氷ハ其厚三呎乃至六呎ニ及ヒ此結氷ヨリ來ル膨張力及流水ノ作用ハサシモノ鐵扉ヲシテ彎曲セシムルコト中央ニ於テ二吋半迄ニ或ルモノハ折レテ流サル、ニ至レリ一九一八年ノ冬季發電所ヨリ二吋ノ管ニテ壓搾空氣ヲ送り戸ノ前面一尺水深十呎ノ位置ヨリ直上ニ $3\frac{1}{8}$ 吋ノ口ヨリ吹キ上ケタル所甚タ好成績ヲ得タリ發電所ハ堰堤ト直角ニ河流ニ平行シ基礎ヨリ全部一體ノこんくりーと造リトシ基礎ハ三十臺三十萬馬力分機械室ハ十五臺分完成ス

此ノ内ニ据ユヘキ水車ハ初メ一九一〇年迄ノ設計ニテハ堅軸二枚らんない一萬馬力ノ豫定ナリシ處一九一一年現在ノ堅軸單らんない・ふらんしす・たーびん一萬馬力回轉數毎分五十七回七分變更セリ

落差平均僅カニ三十二呎ニ過キサルモ尙一臺一萬馬力ノ單位トテ吞吐スル水量ハ各三千三百三十秒呎らんないノ直徑十六呎二吋之レニ直結セル發電機九千(KVA)ノ外輪直徑三十一呎六吋ニ達ス本水車ノ能率ハ試驗水車ニ於テ八十六%ヲ示ス吸水管ノ作用ヲナスヘキ吸水路ハ此莫大ナル水ヲ放水スル爲メ河床ヲ掘リ下クルコト二十五呎ニ及フ

ないやがら河ノ下流せんとろゝれんす河ノしーだゝす・らびど水力(Cedrus Rapids Development)ハ落差三十呎使用水量五萬六千秒呎發電所出力十一萬基ニシテ其發電所ノ設計當さをかくト極メテ酷似セリ唯此處ニ用ユル水車ハ一萬

百馬力能率九十%發電機ハ一萬(KVA)其單位ノ大ナ稍きをかゝくヲ凌駕セルノミ (寫真) (23) (24) (25) 圖面 (13) (14) 參照)

### 9. Lock 12 Development, Coosa River, Alabama Po. Co. (1914)

有效落差六十八呎 使用水量一萬六千秒呎 發電所出力七萬五千基 單位六臺 送電距離百五十哩 電壓十一萬ぶゝる  
と 火力豫備四萬五千馬力餘

低落差水力ノ設計ハ何レモ大同小異ニシテ管氣候地形等ニ依リテ幾分變形ヲ行フモノナルカ本水力ノ如キハ近時ノ施工ニ係リ簡單ニシテ精巧一標本設計ト見ラルヘキモノナリ米國中央政府ノ目下工事中ニアル Muscle-stual Development, Tennessee River, 大水力ノ如キ略之レト同一計畫ナリ即本川ヲこんくりーと直線堰堤ニテ堰切ルヤ其一沿岸ニ近キ部分ヲ直ニ發電所兼用トス或ハ發電所カ堰堤ノ一部ヲ形成スルモノトモ見做シ得ヘシ

本川 Lock 12 ニ於ケル流域面積ハ九千八十七方哩ニシテ最小流量千七百最大洪水量十三萬五千秒呎ト算定セラレ一箇月間切ルル平均湧水量約五千秒呎二十年ヲ通シタル平水量(六箇月ノ水量)ハ一萬五千八百秒呎ニ當レリ本水力ニ於テ現時設備シタル發電所出力ハ此一萬六千秒呎ニ相當セルモノニシテ其最湧水量ニ比シ凡ソ十倍ニモ當レルヨリ之レカ補充トシテ二大火力發電所及數多ノ小火力ヲ備フ

河幅千五百呎堰堤ノ長九百三十呎堰堤及發電所ヲ通シタル全長千五百三十呎ヲ以テ之レヲ瀨切ル堰堤ハ石版岩及珪岩ヲ基礎トシ高之レヨリ溢流面迄六十四呎敷幅六十二呎溢流面上ニハ幅三十呎高十四呎ノすとーにー・げーと二十六枚ヲ置キ更ニ水位十四呎ヲ高ム溢流面ノ全長ハ七百八十呎ニシテ之ヲ以テ二十萬秒呎ノ洪水ヲ吐ク爲メ堤ノ設計ニ於テハ最深十九呎ノ溢流ニ堪ヘシム施工ハ圍堰ヲ以テ河ヲ半々宛締切り凡テ配合一、三、六ノこんくりーとヲ用キ七十二呎毎ニ伸縮接合ヲ置ク

發電所ハ堰堤ノ一部ヲ構成シ基礎ハ配合一、三、六ノこんくりーとヲ用キ家屋ハ鐵骨煉瓦積トシ其一部タル Penstock,

Scroll-casing, draft-tube ハ鐵棒ヲ用キタル鐵筋こんくりーと此部分ニ用キシこんくりーとノ配合ハ一、二、四ナリ

水壓管水車及吸水管ハ單一水路ヲ成シ水車發電機勵磁機等一單位トシテ單獨ニ運轉セラルモノニシテ所謂 Self-Supporting, self-contained ト云フ形ナリ

各水壓管ノ引入口ハ其閉閉ヲ容易ニスル爲メ二門トシ各鐵扉ハ幅十六呎六吋高二十呎一ハ Roller ヲ有シ他ハコレ無ク單ニ Sliding gate トス揚卸シハ油壓ニ依ルピすとんヲ用キ先轆子付ノ扉ヲ揚ケ後水壓平均シタル上すらいぢんく・げーとヲ揚ク

水車ハ堅軸單らんない回轉數每分百ノふらんしす・たーびんニシテ有效落差六十八呎ノ時使用水量二千三百秒呎最大一萬七千五百馬力ヲ出シ最大能率約九十%ニ達ス百呎未満ノ低落差ニ於ケル最大水車ナリ(寫眞 (7) (26) (27) (28) 圖面 (15) 參照)

#### 10. Niagara Falls Developments (1919, 1921)

ゑりー及ぶんたり湖ヲ結フないやがら河ノ中點ニ近ク大瀑布落下ス此兩湖ノ落差ハ三百三十呎ニシテ瀑自身ノ高百六十一呎瀑布上流半哩間ニ五十五呎其下流七哩間ニ九十八呎ノ落差アリ即落差ヲ利用スル點ニ於テハ瀧ノ上下七哩半ノ間ニ三百十四呎アリないやがらノ平均流量ハ二十二萬秒呎ト稱サル、ニ依リ此全水力ハ理論馬力七百八十萬發電力ニ於テ四百五十萬基ニ相當ス但シ先頃迄米國加奈陀ノ協定ニ依リ水力ノ目的ニ使用スル流量ハ五萬六千秒呎其内米國ハ二萬加奈陀ハ三萬六千秒呎ト制限セラレ居リシ處歐洲戰亂ノ爲メ兩國共本水力ノ開發ヲ急務ト認メ米國側ニ於テ更ニ四千四百秒呎ヲ利用スルコト、ナレリ即現在ないやがら瀑布兩岸ニ三箇所宛合計六發電所ニ於テ發電セル水力ハ約七十七萬水車軸馬力ナリ

是等ノ水力ハ最早クヨリ開發セラレ第一發電所ノ如キハ明治二十八年ニ開業セラレ爾來兩岸ニ於テ漸時増設セラレタリト雖由來目ニ餘ル大水力トテ其利用方法ハ主トシテ瀧自身ノ落差ヲ然カモ甚タ贅澤ニ利用シ洪水位上昇ノ影響アレトモ瀧ノ落差已ニ百六十一呎ナルニモ係ハラス利用セルモノ百三十呎乃至百七十五呎ノモノ大部分ヲ占メ其放水路ヨリ出スル水勢ノ尙利用セラルヘキヲ忍ハシムルモノアリ明治四十年ニ成リシ米國側第三發電所ハ瀧ノ上流一哩餘ヨリ開渠ヲ



以テ導キ二百十呎ヲ利用シ更ラニ昨年之レカ増設工事ニ於テハ平均二百十五呎ヲ利用スルニ至リ更ラニ加奈陀側ニ於テ目下工事中ニ屬スルモノ、如キハないやがら河ノ殆ト全落差有效三百五呎ニ達セリ此ノ後ノ二者ニ付テハ何レモ記錄の大規模ノモノナルニヨリ略述スヘシ

**Niagara Falls No. 3. Extension** 落差二百二十呎乃至二百十呎平均二百十五呎 使用水量四千四百秒呎 發電所出力五十萬馬力 單位三臺

戰時緊急ニ應スル一手段トシテ米政府ノ多大ナル助力ト水車會社トシテ *L. P. Morris, Allschalmers Mfg. Co.,* (水車ト共ニ發電機等ノ電機々械ヲ製造ス) 電機會社トシテ *General Electric Co.,* 及 *Westinghouse* ノ競争的努力トニ依リ現代世界ニ於ケル最大水車及最大發電機ヲ備フル水力發電所ヲ極メテ短時日ノ間ニ完成シテ好成績ヲ博セシモノナリ

水壓管 岩壁石灰岩及砂岩ナルヲ利用シ四十五度ノ傾斜ニ於テ隧道ヲ穿テ之レニこんくりト被覆工ヲ施シテ水壓管トス長三百五十呎内徑十五呎六吋被覆工ノ厚十八吋以上但シ下部水平ノ部分七十六呎ニハ厚サ  $1\frac{1}{3}$  吋ノ鐵管ヲ用キ水車ノ *Casing* ト結合スル間ニ調節瓣トシテ *Johnson valve* ヲ置ク

水車 三臺堅軸單らんな一回轉數毎分百五十使用水量千五百秒呎三萬七千五百馬力(最大四萬馬力)本水車ノ設計ニ於テ其吸水管ハ從來ノモノト形ヲ異ニシ *White's Hydrone Regainer* 及 *Moody's Spreading Draft-tube* ト稱スルモノヲ用ユ此吸水管ハ兩氏ノ工夫スル所ニシテ多様ノ模型ヲ作り實驗ノ結果之レヲ採用シ從來吸水管内ニ於テ若干損失トナリタル速度水頭ヲヨリ多ク利用スルコトヲ得タリ

水車發電機ノ容量大ナルコト水壓管ニ對スル施工上ノ注意吸水管ノ新工夫等ニ起因シテ此水力ノ能率ハ水壓管水車發電機ヲ併セテ九十%ニ達シ水車ノミノ能率ハ九十三%ヲ越スヘシト信セラル(圖面(16)(17)參照)

**Hydro-Electric Power Commission of Ontario** 有效落差三百五呎 使用水量一萬五千秒呎 發電所出力五十萬馬力 單位十臺 水路亘長十三哩五分

本水力ハなやがら瀑布上流左岸一哩半ニアル *Walden River* ヲ利用シ之レヲ掘リ擴ケテ本流ノ水ヲ誘導スルコト四哩半此處ヨリ開渠ヲ掘鑿スルコト九哩水槽水壓管發電所ヲ經テなやがら本流ニ放流ス水槽以下水車放水路等前項設計 *Ningun falls No. 3. Extension* ト殆ト同一ト云フヘク唯各單位及規模ノ一層大ナルト幾分各種ノ點ニ改正ヲ加ヘタルモノアルノミ

此全水路ハ地形及地質上開渠ヲ選定シタルモノナルカ其斷面及勾配ノ決定ニハ當然ナカラ大ニ意ヲ用キ地盤土ノ處ニ於テ敷幅七十呎兩側法一割五分こんくりーと仕上ケ岩ノ處ニ於テハ矩形トシ敷幅四十八呎深サ三十呎迄こんくりーと仕上トス勾配ハ約四千七百五十分ノ一ナリ

開渠ノ上流ニハ幅四十八呎高四十二呎半ノ一枚鐵扉ヲ備ヘ全水量ヲ遮斷ス

水槽ニハすくりーんヲ置クモ普通見ル如キ常用扉ナシ但シ萬一ノ用意トシテ恰モ角落ノ如ク鐵戸ヲ卸ロシ得ル設備ヲナス

水壓管ハ銲接鋼管トシ長四百五十呎内徑上部三分ノ二ハ十六呎以下十四呎板ノ最大厚  $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$

水車ト接スル所ニじょんそん瓣ヲ備フルコト前者ト同シ水車ハ最大能率ノ時五萬五千馬力ヲ出シ最大六萬一千ニ達スルモノ第一期工事トシテ五臺ヲ据ユ

### 歐洲ノ水力

歐洲テ佛蘭西諾威瑞典伊太利西班牙等ハ我國ト同シ位利用シ得ヘキ水力ヲ持ツテ又同シ位已ニ開發致シテ居リマス

英國ハ多量ノ石炭ヲ包容シテ居ル様テモ漸時量ヲ減シ勞銀カ上リ從ツテ價格カ騰貴スルノテ之レヲ節約シヨウト云フ爲メニ其水力ノ利用ニ關シ目下當局ニ於テ大ニ研究ヲシテ居リマス然シ要スルニ經濟的ニ利用シ得ヘキ河川ノ水力ハ甚タ少ナク現ニべーびんぐ會社ノ技師ノ談ニ依ルト倫敦附近ヘ供給シ様トいんぐらんどニアル多數ノ河川ヲ集メテ開發スル様ニ講究シテ見タカ經濟上引合ハスト云フ位テ見ルヘキ大水力ハ甚タ少ナイノテアリマス

佛蘭西ハ石炭カ多クナイ故ニ水力ノ利用ニ就テハ古クヨリ調査ヲシ開發ニ勉メテ居リマスカ其利用シ得ヘキ水力ハ有效馬力五百六十萬ト稱サレ一九一七年ニ於テ發電シテ居ル水力ハ有效七十三萬八千馬力ニ達シテ居リマス特ニ近頃ハ政府ニ於テ議員及有司ヲ任命シテ調査委員會ヲ設ケ先ツル一ン河ニ於テ七十五萬馬力ヲ利用シヨウト銳意調査中ニ屬シマス伊太利ハ石炭ノ無イ所カラ主トシテ北境ある不ズノ水力ヲ利用スルコト凡百萬馬力ニ達シテ居リマスカ佛テモ伊テモ戰爭ノ爲メ此方面ノ工事ハ必要ヲ感シナカラモ差程見ルヘキモノハ少ナイ様テアリマスソレハ戰爭中動力用トシテ相當石炭ヲ使用スルコトカ出來タカラテモアリマス

然ルニ諾威瑞典及瑞西國ノ三箇國ハ由來石炭ヲ產出セス(瑞典ニハ劣等ナル泥炭ノ如キモノ少量アリマスカ)殆ト凡テヲ英獨ニ仰クノ已ムヲ得サル事情カラ之レニ代ハルヘキ水力ノ利用ニハ甚タ意ヲ用キタ事ハ當然テアリマシタカ此石炭ト云フ天資ニ缺乏シタ是等ノ國ハ幸ナルカナ水力ト云フ天恵ニハ浴スル所最モ深イ所カラ益々水力事業ノ發達シタコトハ自然ノ理テアリマス勿論其國ノ廣サ人口位置等ニ對比シテ甚タ發達シテ居ルト云フノテアリマス瑞西ハ國小ナリト雖ある不ズ山系ノ懷ニ抱カル、ノ理由ニ依リ諾威瑞典ハ地形地質及高緯度ニ位スルノ理由ニ依リソレソレ歐洲ノ水力國ト稱サル、程水力ニハ富ンテ居ルノテアリマス日本テモ米國テモ今回ノ戰爭ニ際シテ動力特ニ水力ノ需要カ大ニ増加致シ之レカ供給甚タ不足ヲ感シ新ラシキ水力工事ノ實施ヲ必要トシタノテアリマシタカ材料及勞銀ノ暴騰ノ爲メ工事ハシタクモ手控ヘルノ已ムナキ事情ニアリマシタ歐洲トテモ同様テアリマシタ所是等ノ三箇國ハ中立國トシテ立ツテ居ツタ爲メ石炭ノ供給ヲ大部分斷タレ且ツ炭價異常ニ騰貴致シ如何ニ高キ水力工事モ尙忍ヘルト云フ所カラ戰爭中ニモ係ハラス可ナリ新規若クハ擴張工事カ有リマシタ

瑞西ハ其廣袤我九州ニ過キヌノテアリマスカ落差ト水ノ多キ又湖水ノ多キ自ラ其利用スルニ足ル水力カ豊富テ其全水力ハ負荷率六十二%ニ對スル平均水力四百萬馬力ト算定セラレ此内一九一八年末ニ於テ發電シテ居ルモノハ約七十萬馬力テアリマス同年ニ於テ二萬馬力以上ノ水力ハ十二箇所ニ及ヒ工事中ノモノカ更ラニ五箇所ニ達シテ居リマシタ

諾威及瑞典 兩國ノ面積ハ併セテ我國ノ二倍テ諾威ハ我國ヨリ二割少ナク瑞典ハ二割多ク人口ハ諾威ノ二百四十萬瑞典ノ五百八十萬併セテ八百二十萬テ人口密度即單位面積ニ對スル人口ハ日本ノ約十四分ノ一テアリマス而シテ利用シ得ヘキ水力及已ニ開發セラレタ水力ハ我國ト大差ナク諾威テハ全水力九箇月水量(低水量)ヲ標準トシテ七百五十萬馬力發電シテ居ルモノ一九一五年末ニ於テ百十萬馬力瑞典テハ全水力六百七十萬馬力發電水力一九一五年末ニ於テ九十萬馬力テアリマス地形ヲ申セハ諾威ニハ山多ク且ツ高ク所謂山國テ高サ五千尺六千尺ノモノ南ニ數箇所北ニ亦數箇所聳ヘ傾斜ハ大西洋沿岸ニ極メテ急ニ屢々數千尺ノ斷崖突如海中ニ没シテ居リマス瑞典ハ諾威ノ裾野ト云フヘキテ大體其國境カラ東方俛すにや灣ばるちく海ニ向ツテ傾斜シ平地甚タ多ク僅カニ北方諾威ト接スル山ノ背ニ於テ三千尺ニ達スルノテアリマス又此兩國ノ地質ハ多ク古代ノ成生ニ屬シ其山嶽ハ Primary-Rock テ Granite, Gneiss, Mica, Hornblend, Slate, Quartzite, Limestone, Davonite 等カラ成ツテ居ルノテ根山何レモ甚タ堅固テアリマス茲ニ於テ湖水各所ニ存在シ其面積ハ全流域ノ一割ニ達シ引イテ河川流量ヲ是等ノ湖水ニ於テ調整シテ居リマスコレト共ニ人口少ナク各所ニ森林ノ多イト云フ諸點カ此兩國ヲシテ利用シ得ヘキ水力ヲ富マシムル所以テアリマス諾威ニハ高落差多ク而シテ其量ハ地積カラシテ南方ニ多ク瑞典ニハ低落差多ク其量ハ中部及北部ニ多イノテスカ北ニ行クニ從ヒ人口稀薄ナルカ爲メニ開發セラレタル水力ハ南方ニ多イノテアリマス左ニ瑞典諾威ノ順テ近時ノ著例ヲ述ヘマス

#### 11. Trollhättan, State of Sweden (1908)

有效落差百尺 使用水量一萬五千秒尺(個) 發電所出力十二萬馬力 單位十三臺 送電距離七十軒 電壓五萬ヴルト  
 瑞典政府ノ有スル三大水力發電所ノ一ニシテ初メ一萬馬力ノ單位八臺ヲ据エ付ケシカ漸次増設シテ今ハ十三臺ニ達セリ  
 本水力ハ歐洲中第三ノ大湖水うゝねるん (Venarn) ヲ水源トシ其出口ニ近キとるるへったんと稱スル激流區間ニ於テ水路亘長僅ニ七百二十間ヲ以テ落差百六尺ヲ利用スルモノトスう湖ハ歐洲ニ於テ有名ナル如ク瑞典ニ多數大湖アル中最大ノモノニ屬シ其面積五千五百七十方軒我琵琶湖ノ四・四六倍ニ當ル流量ヲ調整スルコト極メテ有效其湯水量一萬一千五

百個ニ對シ最大流量僅ニ三萬二千個ニ過キス

此湖水ハえつてぶるくニ於テ海ニ通シ其距離八十四軒湖面ト海面トノ落差百四十五尺アリ其内出口タルとるるへつた  
んニ於テ百餘尺落ツルナリ

水路ハ全部開渠ニシテ地盤ハ Gneiss 及 Granite ノ堅岩ナリ瀧ッ瀨ヲナシテ落チントスル所ニ四個ノ水門ヲ作り水ヲ調節ス内二個ハろーりんぐ・だむ (Rolling dam) ニシテ各長六十六尺高十二尺兩者ノ中間橋脚ニ電氣卷揚器械ヲ備フ冬季凍結ヲ防ク爲メ圓壩體ニ電流ヲ通シテ熱ス他ノ一個ハ總幅六十五尺各十二尺幅ノ引上戸五組ヲ以テ水ヲ堰キ切ル  
引入口ハ幅四十尺ノ水門六個ヨリ成ル引入口ヨリ下流千五百五十尺水路ノ途中水路ヲ横切りテ一枚ノすとーに・げーと  
アリ幅五十六尺高三十尺重量六十噸 水槽ノ制水門及塵除ハ室内ニ設ケ電流ヲ通シ冬季ノ作業ニ故障ナカラシム  
水壓管 本管十三本長二百尺内徑十四尺勵磁器用三本内徑四尺

水車 十三臺横軸二枚らんなー一萬馬力能率八十三% (Twin-Trotal turbine)

發電機 十三臺一萬一千(KVA)一萬一千(V) (寫眞 (8)(29)(30)(31)(32) 參照)

## 12. Aelfkarleby, State of Sweden (1915)

平均有效落差六十尺 使用水量九千秒尺(個) 發電所出力四萬五千馬力 單位五臺

國營發電所ニシテ其位置ハだゝるゑるふ河ノ下流廣カリテ沼ヲ形成シ更ラニ下リテ遂ニ三枝ニ分流シ茲ニ瀧ッ瀨ヲナシテ奔下スル所ナリ此處ニ長キ固定堰ヲ作り河流ヲ右岸ニ誘導シ六十二尺乃至五十二尺ノ落差ヲ利用ス其放水路ハ海ヲ距タルコト僅ニ八軒ニシテ潮水干満ノ影響來ル本川流量ハ最小三千六百個最大七萬六千個ニシテ最大最小比僅ニ二十二過キ主トシテ雨雪量湖水及地質等ノ關係然ラシムル所ナランカ我國ノ河川ニ比シテ其性質ノ良好ナル窺フニ足ルヘシ  
工事中主ナルモノハ堰堤及開渠ニシテ長キ急勾配ヲナセル此ノ瀧ハ元自然落差五十尺ナリシ所堰堤ニヨリテ六十尺ニ高ム開渠ノ長ハ百三十七間水槽ニ接ス切石練積こんくりーとエトス開渠ノ入口ニ之レヲ横斷シテ水門アリ橋脚一本水門二

口各幅四十二尺高四十尺ノすとーにー・げーとトス但シ各げーとハ高二十尺宛ノ二枚ヨリ成ル

本發電所水車ハ所謂低落差式ニシテ單位大ナル爲メ古ク歐米ニ其例多キ *Multiple-runner, Open or Flowed-type* ヲ用キ其水車室ハ長サ八十三尺幅二十五尺深六十六尺ノこんくりーと造リトス各水車室ニハ各別ニ幅二十四尺高三十尺ノ鐵扉ヲ備フ水車ハ五臺橫軸四枚らんなー一萬四千馬力能率八十二% (*Double twin Frontal turbine*) (寫真 (9)(33)(34)(35)(36)(37))

圖面 (20)(21) 参照)

**Tutira** 本水力ノ上流汎濫シテ湖水ヲナス所ニ堰堤及堤防ヲ築キテ其水ヲ導キ此處ニ發電所ヲ竣工シタルモノアリ之レヲ *Tutira* 水力ト云フ平均落差四十五尺使用水量一萬個ヲ以テ四萬馬力ヲ發生シ之レヲ首府すとくほるむ迄百五十軒送電ス本水車ハ多るふかーれびー水力ノモノト同型ニシテ橫軸二枚らんなー所謂 *Twin-Frontal turbine, Open-type* ト稱セラレ此ノ如キ低落差ニシテ尙一臺一萬馬力ヲ發生スルコト、テ現時歐洲ニ於ケル最大水車ト稱セラル

### 13. Forjane, State of Sweden (1915)

有數落差百六十個尺 使用水量三千六百秒<sup>3</sup>(個) 發電所出力五萬八千馬力 單位五臺 送電距離百十八軒 電壓七萬七千<sup>3</sup>と

此水力モ亦瑞典政府ノ造ル處ニシテ大水力トシテ最北緯度ニ位スルモノカラ冬季嚴寒ニ對スル特種ノ設備ヲ施セリ即チ上水及放水路凡テ隧道ヲ用キ水槽ハ屋内ニ設ケ堅坑 (*Vertical shaft*) ニヨリテ地下約百六十尺ノ水車室ニ導ク即發電室ハ地下ニ位シ電纜ニヨリテ地上室ニテ管理ス

本川ハ湖水ヲ通シテ來ル爲メ流量ノ變化少ナク良ク調節セラル最小水量千四百四十個最大五萬四千個其割合三十八ニ當リ使用水量三千六百個ハ一箇年約七箇月使用シ得ヘシ

堰堤ハ石こんくりーと土ノ各種ヨリ成ル固定堰ヲ主體トシ此上ニ洪水ヲ流ス爲メ數種ノ可動堰ヲ用ユ其全長四千三百尺水路ノ長上水放水ヲ併セテ千間通水容量三千六百個堅坑ハ各水車ニ一本トシ垂直深百六十五尺内徑十一尺五寸ノ鐵管ヲ

張り込ミ岩ト鐵管トノ間ニハこんくりーとヲ充填ス水槽ヨリノ餘水モ亦内徑十六尺五寸ノ餘水堅坑ニヨリテ放水隧道ニ  
 接續ス水車ヨリノ放水路カ放水隧道ト接スル所ニハ特ニ廣ク掘リ擴ケテ地下室ヲ作り放水ノ調節ヲ營マシム  
 水車 五臺橫軸一萬二千五百馬力(圖面(18)(19) 參照)

#### 14. Bjerknes No. 1 and No. 2, Norway (1911)

第一 有效落差九百十尺 使用水量千八百七十秒尺(個) 發電所出力十四萬四千五百馬力 單位十一臺

第二 有效落差八百五十五尺 使用水量千八百七十個 發電所出力十四萬四千五百馬力 單位九臺

第一第二合計二十九萬馬力二十一萬基ヲ發電ス

本水力ハ現時諾威最大ノモノニシテ其河ハ源ヲ同國有名ナルはるだんげーる(Hartungel)ニ發シ前ニ連フルカ如キ地質  
 ノ關係上其北海ニ出ツル間數多ノ深キ湖水ヲ形成シ水ハ殆ト融雪ト見ヘク極メテ清澄ナリ此河川中上流ノ二大湖水ノ間  
 隔三十二軒(八里)ノ間ニ七百米(二千三百十尺)ノ落差アリヨリかん水力ハ此内八・七軒(四千七百七十五間)ノ水路ヲ  
 以テ五百五十六米(千八百三十五尺)ヲ利用スルモノニシテ之レヲ二段ニ切りテ二發電所ヲ作レリ此全電力ハ戰時中硝石  
 ノ製造ニ使用シ主トシテ英佛側ニ輸出セラレタルモノナリ

第一水力 石造溢流堰堤ニヨリ水位ヲ高メ隧道ヲ以テ水槽ニ水ヲ導ク隧道ハ馬蹄形面積二十八平方米長四・二軒(一萬三  
 千八百五十七尺)水槽及水壓管ノ上部電働開閉辨ヲ附シタル部分ハ屋内トシ氷雪ノ故障ヲ防ク

發電所ハ山ノ關係上水面迄下ケス山腹ノ中途ニ設ク

水壓管 十一本長七百五十米上部ニ於テ徑千五百五十耗厚八耗下部ニ於テ徑千二百耗厚二十六耗山腹ノ表面ニ沿フテ敷  
 設ス獨逸ムえらむ會社ノ製造ニ係ルウゑるでど・ばいぶニシテ伸縮接手ヲ置ク

水車 べるとん型橫軸二枚らんない各らんないニ對シのずる二本回轉數每分二百五十標準一萬三千馬力(能率七十八%)  
 最大一萬四千四百五十馬力(能率七十五%)ヲ出ス獨逸及瑞西ノ製造ニ係カリ一萬六千八百(YVA)ノ發電氣ニ直結ス

第二水力 第一水力ノ放水ハ直ニ隧道ニ依リテ第二發電所ニ導カル此水力ニ於テハ水路水槽及水壓管ハ皆隧道ニヨリテ地中ニ設ケ地表ニ露出セシメス水路ノ隧道ハ長四・五軒(一萬四千八百五十尺)幅五米高六米斷面積三十二平方米ノ馬蹄形トス

水壓管 九本長四百五十米上部ニ於テ徑二千耗厚八耗下部ニ於テ徑千二百五十耗厚二十五耗發電所ト水槽トノ間山腹ニ沿フテ三本ノ溝錐形隧道ヲ穿チ各隧道中ニ鐵管三本及之レト平行シテ傾斜軌道一本ヲ敷設ス軌道ハ材料ノ運搬及昇降用ニ供ス水車ハ九臺ニシテ其種類ハ第一ト同様ナレ共此馬力稍大ニシテ標準一萬五千馬力ヲ出シ一萬八千八百(KVA)ノ發電機ニ直結ス(寫眞(45)(46)(47) 參照)

#### 15. Boelvelos, Norway (1918)

有效落差二千八百尺 使用水量現在九十五秒尺 發電所出力二萬四千馬力 單位二臺(外ニ豫備一臺)はるだんげーる内海(Hardanger Fjord)ノ兩岸ハ極メテ急峻海面ヨリ直ニ數千尺ノ山脈屹立シ是等ハ四時絶ユルコトナキ雪ニ覆ハル、ナリ彼方ヨリ「Tysedal」水力水路亘長僅カニ四千六百尺ヲ以テ落差千三百六十尺ヲ利用シ其水ヲ海中ニ放流スルモノアリ其北方ニ又水路亘長同シク四千六百二十尺ヲ以テ二千八百八十尺ノ落差ヲ利用スルべほす發電所(Boelvelos)海岸ニ立ツ即べるべほす水力ハ海岸ニ屹立スル一舉三千餘尺ノ高丘ノ背面ニアル湖水及其河川ヲ利用スルモノニシテ其水ハ百個ニ滿タネト尙二萬四千馬力一萬七千基ヲ發生スルモノナリ

水路ハ隧道斷面積五平方米(五十五平方尺)長千四百米水槽ニ入りテ直ニ水壓管ニ接ス

水壓管 一本長千六百米(五千二百八十尺)徑千二百五十耗(四尺一寸)ヨリ八百五十耗(二尺八寸)ニ減ス厚十耗ヨリ中途迄二十八耗ニ増シ此點ヨリばんど(Band)ヲ用ユル特種管ニシテ其板ノ厚ハ十五耗ヨリ三十耗ニ増ス

下部ニ於ケルばんどハ幅百三十耗厚五十六耗ニシテ百耗ノ間ヲ置キテ之レヲ嵌ム(約幅五吋厚二吋四分ノ一ノモノヲ四吋ノ間隔ニ置ク)獨乙ふゑらむ會社ノ製造タリ水壓管ノ勾配ハ急ニシテ下ヨリ千五百尺ノ高サ迄ノ間約四十度乃至五十



五度ノ傾斜ヲナス故ニこんくりーと受臺ノ上ニ溝鋼ヲ以テ梯子様ノ桁ヲ作リコノ上ニ鐵管ヲ取付ケタリ水壓管ノ入口ニハ水門アレトモ尙萬一ノ故障ニ備フル爲メ獨乙ニ於テ特ニ考案セラレタル自働閉塞瓣ヲ取付ケ置ケリ

水車 三臺橫軸ペるとん型單らんない單のずる一萬二千馬力同轉數每分三百七十五

發電機 三臺一萬七百五十(KVA)一萬二千(V)五百十七(A)

此二萬四千馬力ノ電氣ハ全部かいばいと製造ニ使用スル目的ヲ以テ一九一八年夏竣工シ大規模ノかいばいと工場モ同時ニ成リ一九一九年三月迄該事業ヲ繼續シ來リシ所事情ニ依リ爾後發電所ノ運轉ヲ暫時中止シ居タリ然ルニ五月二十五日午後此唯一ノ水壓管ハ水槽ヨリ約千五百尺ノ水頭ニ當ル所ノ伸縮接手破裂シ水勢ノ爲メ其以下長約二百尺ノ鐵管發電所ニ向ツテ脱落シ發電ハ全然中止セシメラレかいばいと事業ハ萬事休スルノ運命ニ際會セリ此破裂シタル部分ヲ按スルニ水頭千四百七十尺ト二千五十尺トニ相當スル所ニこんくりーとノあんこるぶろくく (Anchor-block) アリ其伸縮接手下ノぶろくくトノ距離五百五十五尺ニシテ一直線ヲナシ水平ト五十五度三十七分ノ傾斜ヲナス其間ハこんくりーとノ受臺ノミニシテ格段ノ固定場所ナク其上部あんこるぶろくくノ下ニ伸縮接手置カレタルナリ又此上下あんこるぶろくくノ中點ノ處ヲ境トシテ以上ハばんどヲ施サス以下發電所迄之レヲ施ス

此ばんどヲ施サ、ル最強水壓管中ノ伸縮接手ノふらんぢニ於テ破裂ヲ來セシナリ

破裂ノ原因ニ對シテハ當國ノ識者等研究シツ、アリシカ要スルニ溫度ノ變化ニ依ルモノ、如シ此鐵管ハ恰モ正南ニ面シ當地方ニ於テ五月下旬ハ冬季ノ嚴寒ヲ脱シテ夏季ノ中温ニ入りシモノトイフヘク漸次鐵管ハ温メラレ來リシ所特ニ當日午後四時頃ニ於テ遂ニ其最大膨張力ニ耐ヘ得サリシモノノ如シ

其當時鐵管ノ太陽ニ面スル側ト其反對ノ側トノ溫度ヲ計リシニ攝氏五十度ニ對シ二十五度ノ差異アリタリ又此一直線ノ部分ヲ固定スルニ五百五十餘尺ノ間隔ハ過大ニ失セシナリ (寫眞(38)(41)(42)(43)(44) 參照)

## 16. Vammasfos, Norway (1915)

有效落差八十九尺 使用水量現時八千秒尺 發電所出力現時七萬二千馬力 單位十五臺ノ内六臺竣工

本水力ハ諾威最大ノぐろめん河 (Floumen) 下流ノ一地點ヲ利用スルモノニシテ此川筋ニ於テハ既ニ古クヨリ Kitchelsrad (落差六十六尺) 及 Tarplos (落差六十尺) ニ於テ利用セラレ居レリ本川ハ延長五百軒流域面積四萬一千五百方軒湖水ヲ包擁スルコト九十一ニ及ヒ内ニ面積三百六十方軒ノ大湖 (Mjösan) アリ冬季最小水量七千二百秒尺 (二百秒米) 最大十四萬四千秒尺 (四千秒米) 其比二十ナリ此水力ハ堰堤ニ依ル中落差式ニシテ其發生方法米國ノヤドマン (Yadkin) 河水力ニ似タリ即堰堤ニ依リテ本川ヲ締切り其一半ニ於テ餘水及洪水ヲ溢流セシメ他ノ一半ヨリ水壓管ヲ堰堤下流面ニ導キ直ニ發電スルモノナリ

堰堤ハ石及こんくりト造リ長九百二十五尺高百二十五尺天端幅二十五尺敷幅九十尺溢流面ノ一部ハ可動堰トシ長サ六十六尺及九十二尺ノ二本ノろりんぐ・うえや (Rolling Weir or Dam) ヲリ成ル

水壓管 十五本ノ内六本成ル徑十四尺

水車 六臺橫軸二枚らんない・ふらんしす・たーびん回轉數毎分二百十四回一萬二千馬力

發電機 六臺一萬二千 (KVA) 五千 (V)

諾威及瑞典ノ水力ニ於テハろりんぐ・だむヲ使用スルコト甚タ盛ニシテ近代ノ各水力ニ於テ之ヲ用キサルモノ殆ト無シトイフヘキナリ特ニ使用水量ノ多キ低落差ニモ好ンテ用キラレツ、アリ其理由ハ

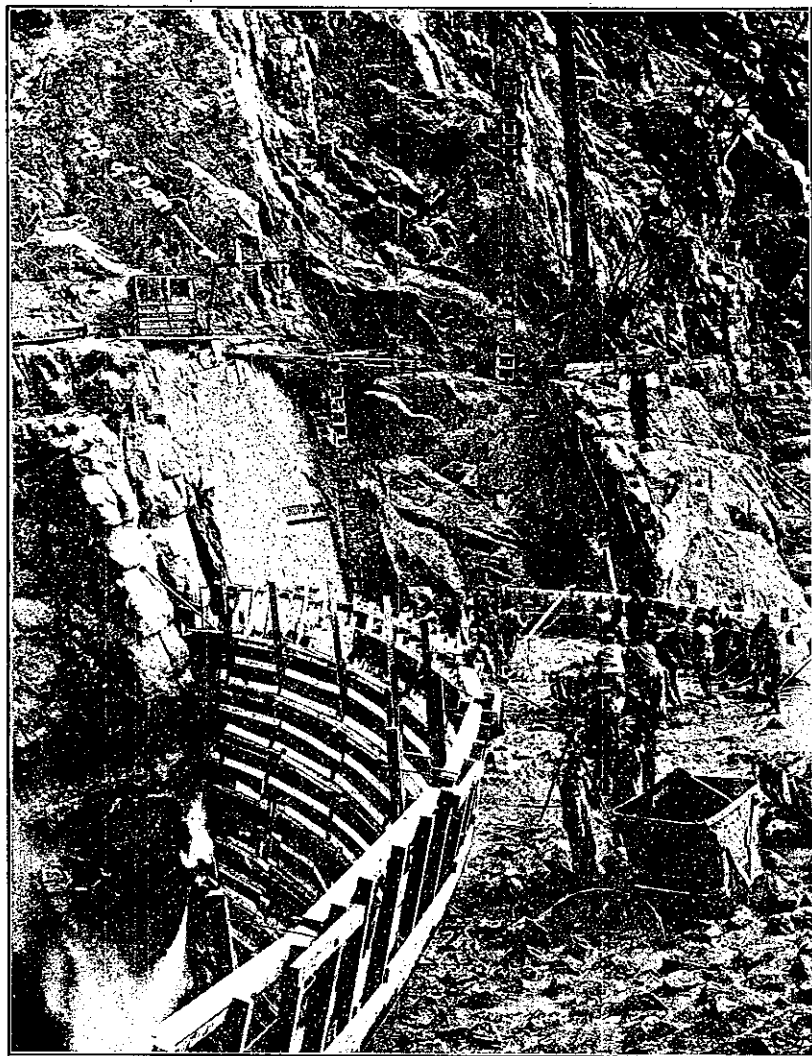
(一) 此兩國ノ如キ寒國ニ於テ冬季嚴寒ニ際シ凍結ニ對スル處理容易ナルコト

(二) 水密ナルコト

(三) 構造簡易ナルコト等其主ナルモノナルヘシ

之ヲ余ノ見タル多數ノ實例ニ就キテ考フルニ是等ノろりんぐ・だむハ一ニハ其技師ノ技倆ニ敬服セシメラル、所ナルカ其取入工事中極メテ適當ノ位置ニ設ケラレ如何ニモ良ク其場所ニ夫々適合セルヲ思ハシムルモノアルナリ又一面ニ是

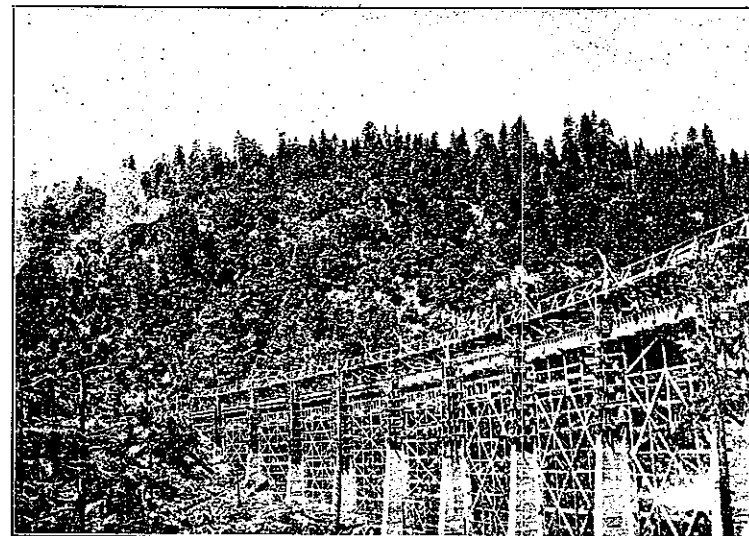
等ノ國ノ諸河川ノ性質柔順ニシテ良好其流量ノ變化甚シカラサル點特ニ此ノりんぐ・だむノ適合スルヲ覺エシムルナ  
 リ此國ニ用ユル凡テノりんぐ・だむハ獨乙ノ特製ニシテ其設計該國ノ專賣ニ屬ス(寫真 (39) 圖面 (23) (24) 參照)  
 ○會長挨拶 今日ハ御忙カシイトコロヲ御繰合セ下サイマシテ御講演ヲ願ヒ特別ニ此水力今日日本ノ狀態ニ於テ緊急ナ  
 ル問題ニ就テ有益ナル御話ヲ承リマシテ御蔭ヲ以テ一同ノ裨益スル處尠ナカラヌコトヲ詢ニ難有ウコサイマス一同ニ代  
 ツテ御禮ヲ申上ケマス (拍手)(完)



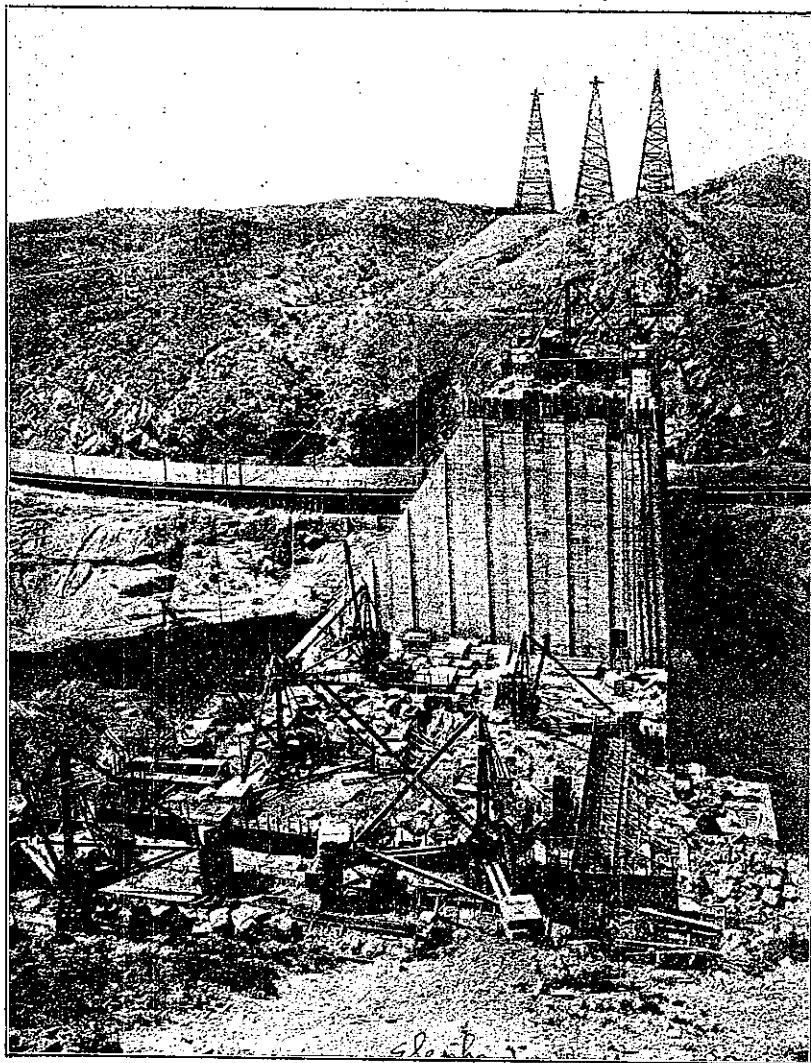
(3) Construction of Shoshone Dam.



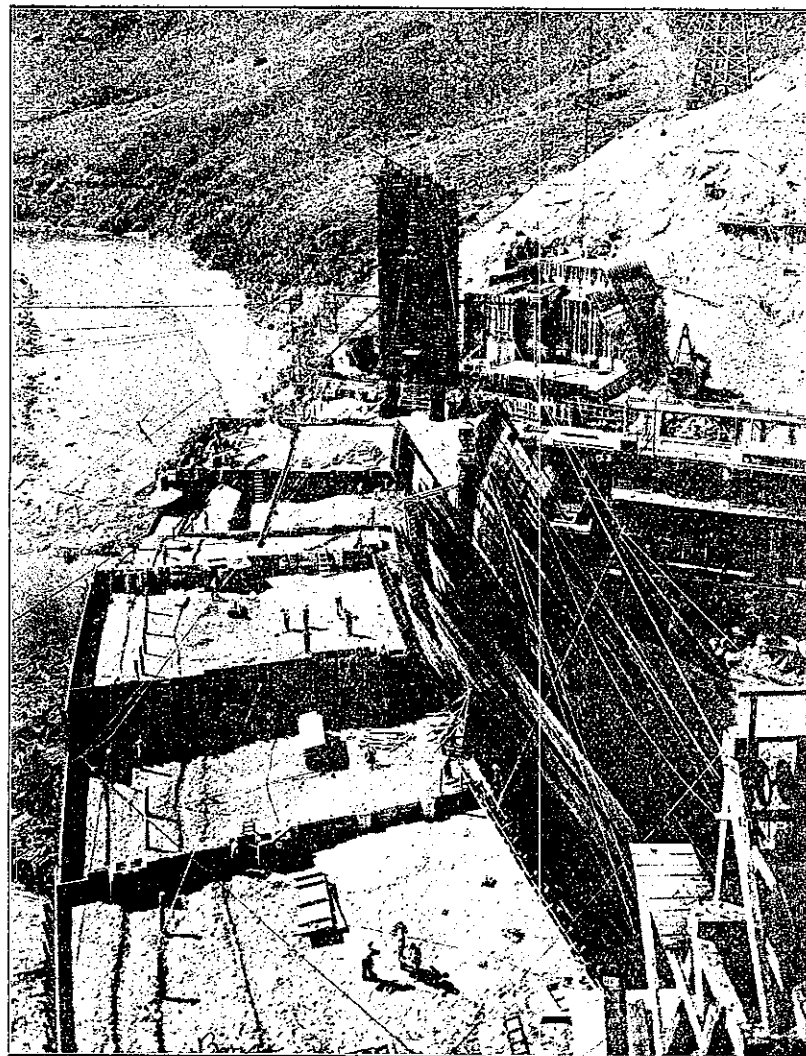
(1) Eleanor Lake, Multiple-Arch Dam.



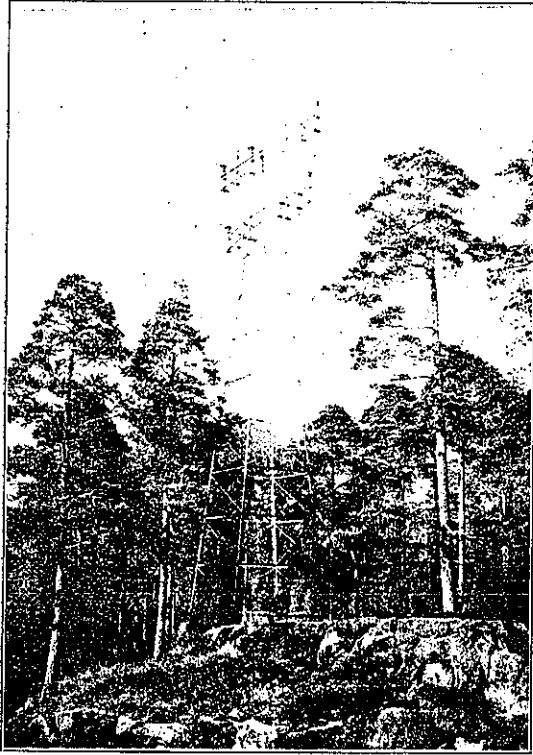
(2) Down-Stream Side View.



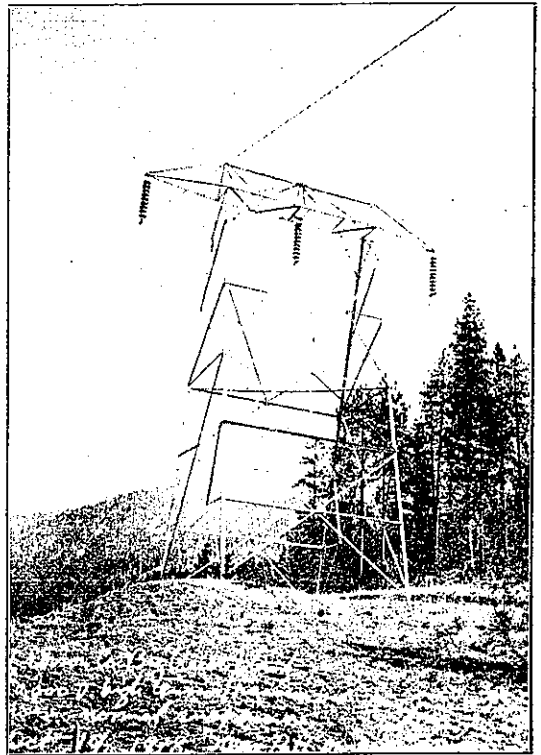
(5) Construction of Elephant Butt Dam, Rio Grande Project.



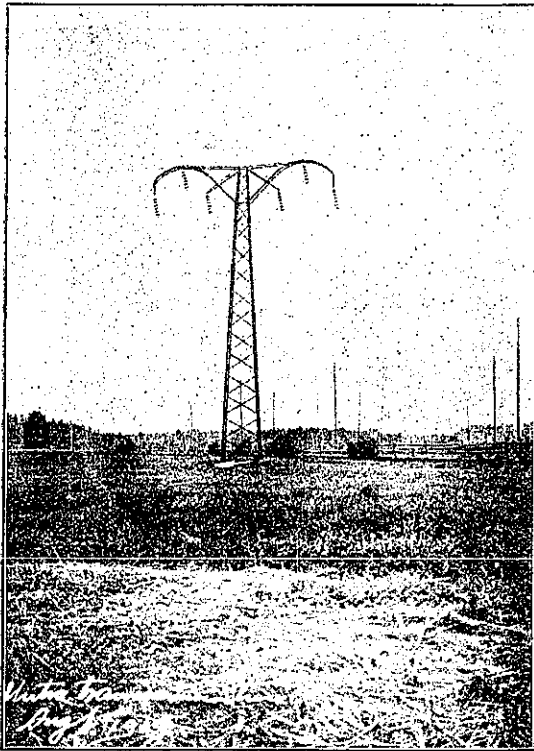
(4) Construction of Arrowrock Dam, Boise Project.



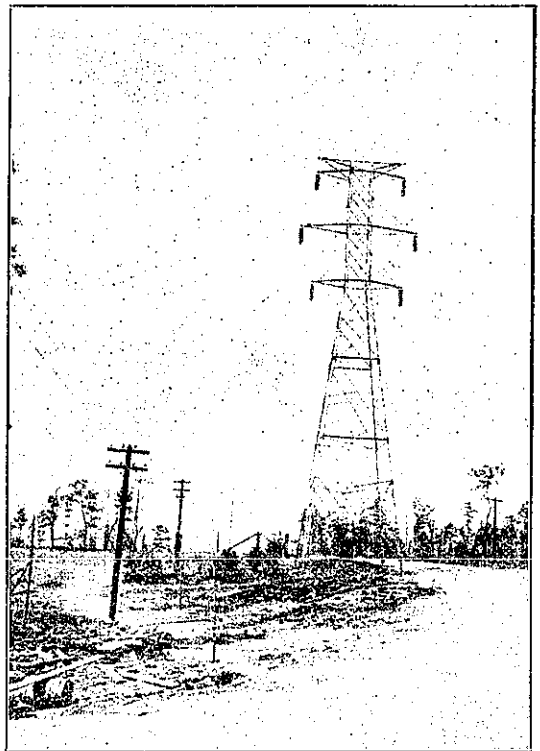
(8) Trollheattan, Tower.



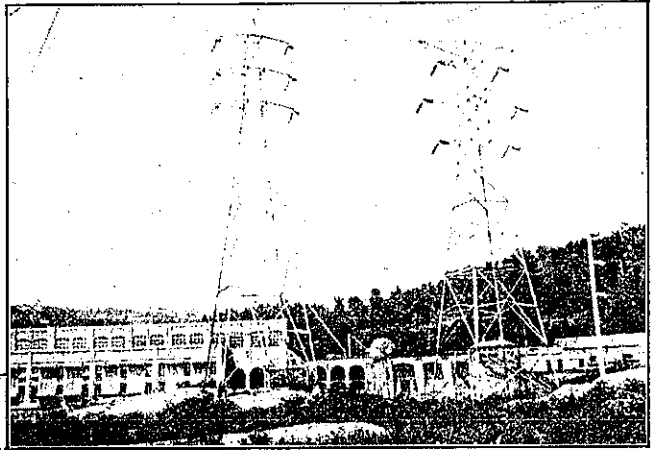
(6) Big Creek, Standard Tower.



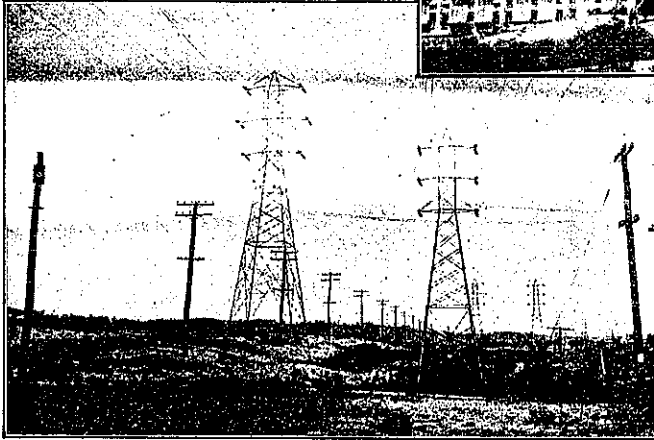
(9) Untra, Suspension Tower.



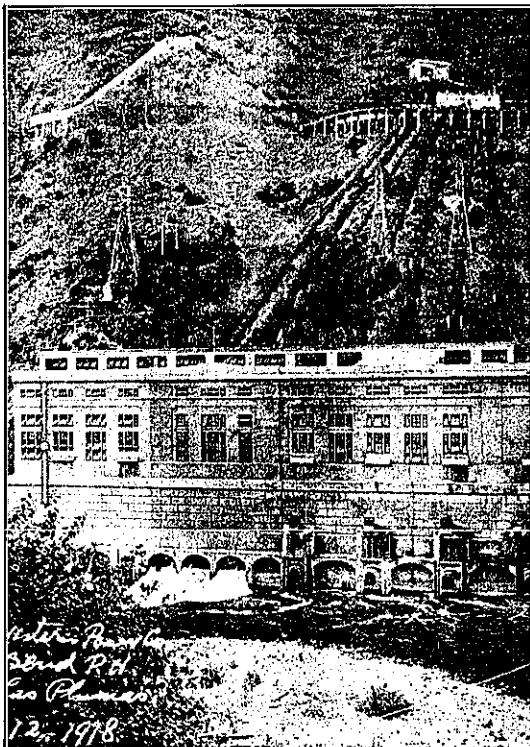
(7) Lock 12, Standard Tower.



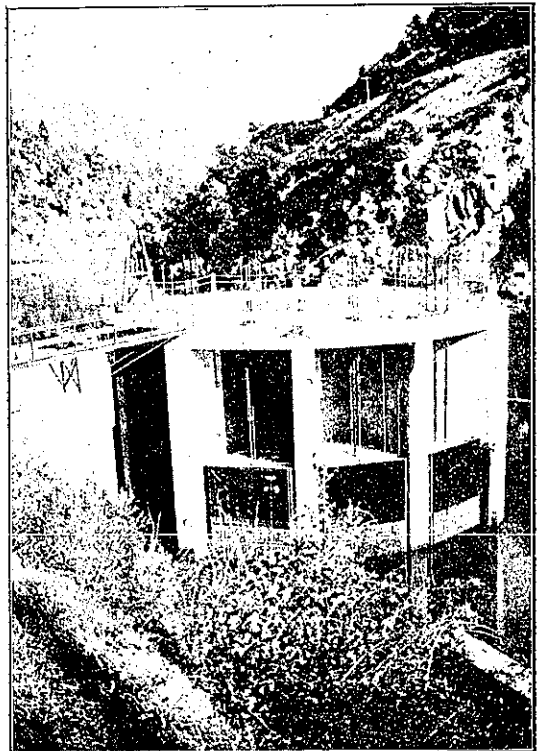
(10) New and Old Tower, McCall Ferry.



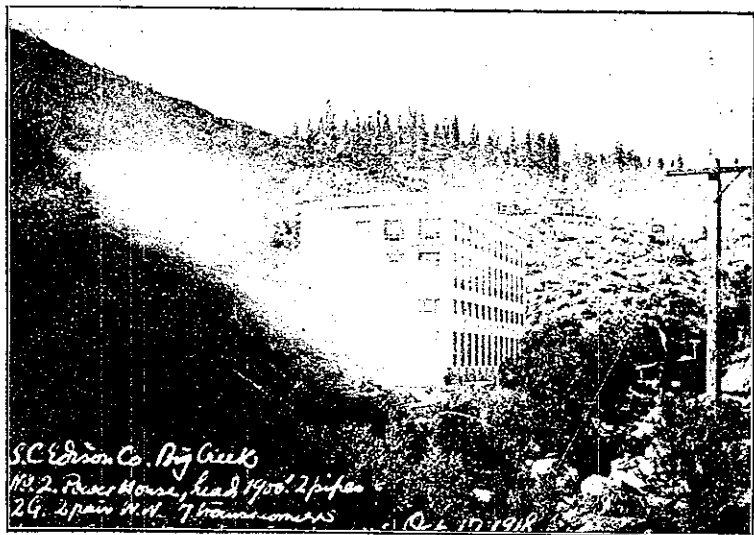
(11) Turners Falls Development, Tower.



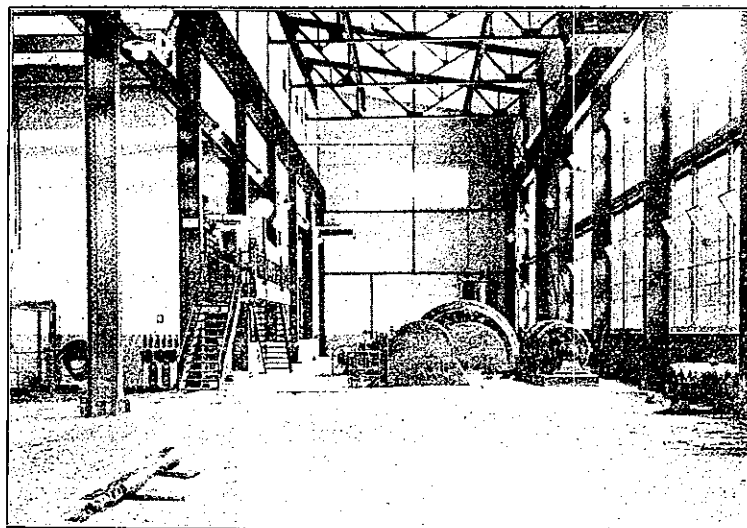
(13) Power House, Las Plumas, Cal.



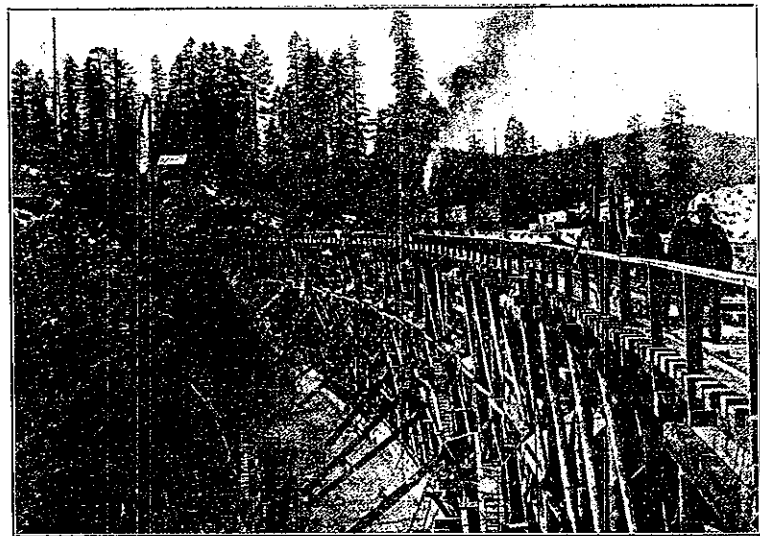
(12) Intake Tower, Las Plumas, Cal.



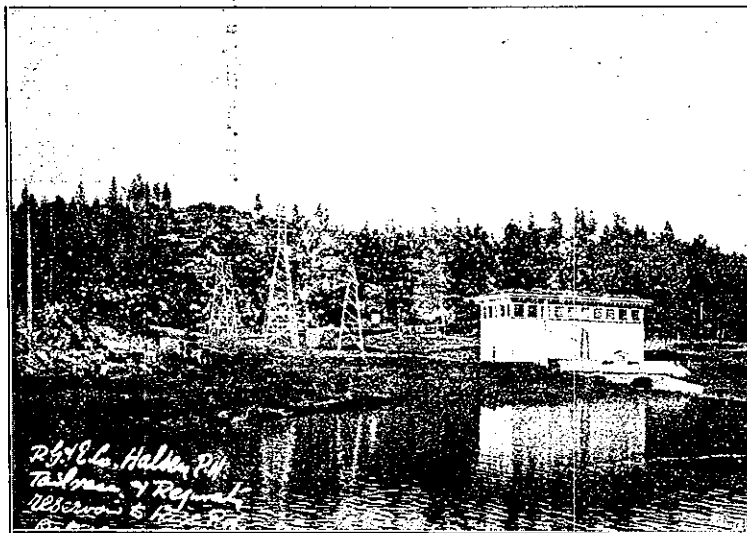
(16) Power House No. 2, Big Creek Development, Cal.



(14) Generator Room, Drum Development, Cal.

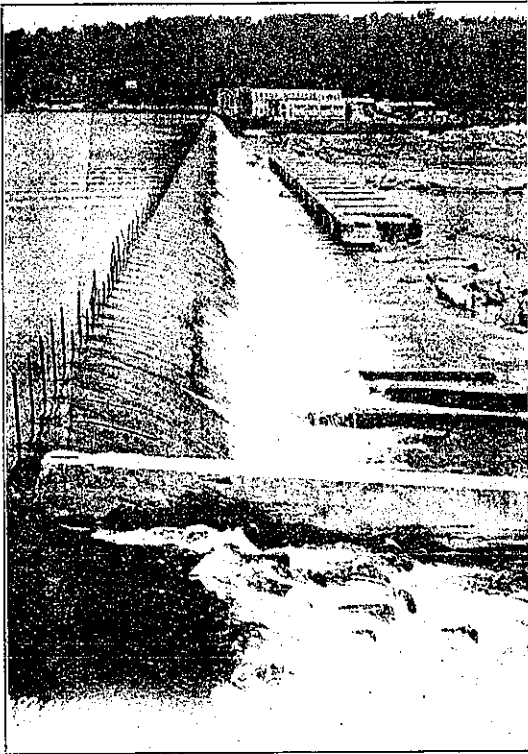


(16) Big Creek Dam, Delivery of Materials From the Full-height Trestle.

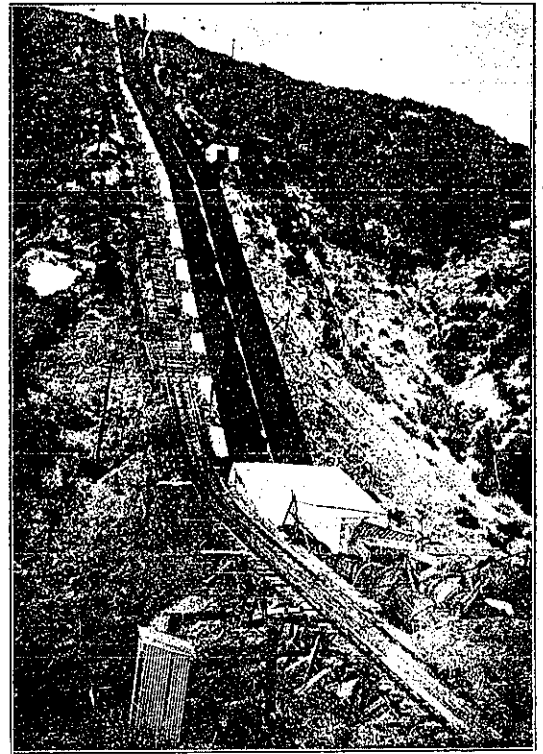


(15) Tower, Power House, Halsey Development, Cal.

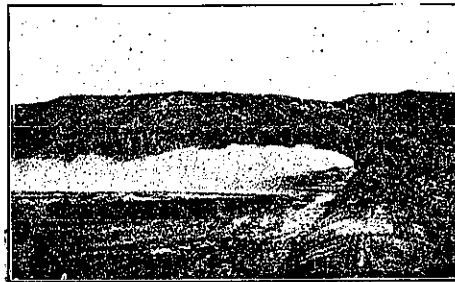




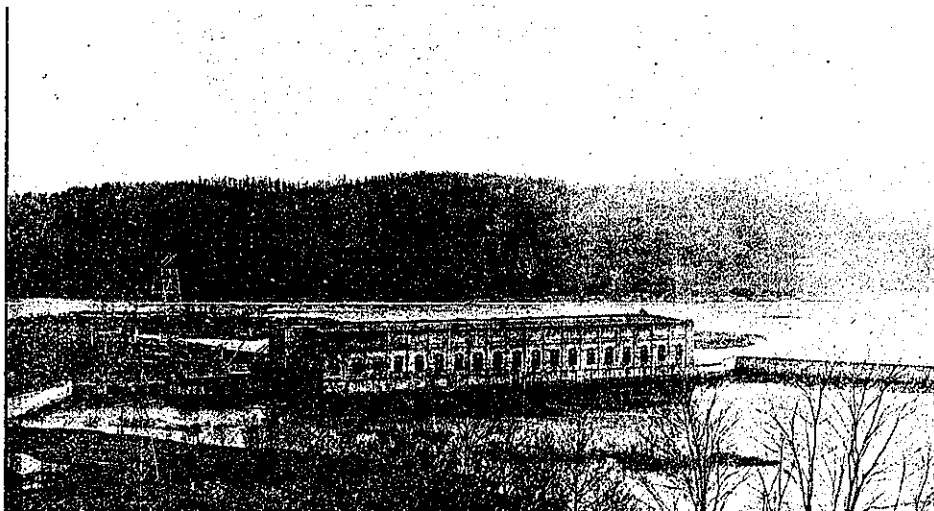
(18) Overflow Dam, Fish Ladder McColl Ferry, Pa.



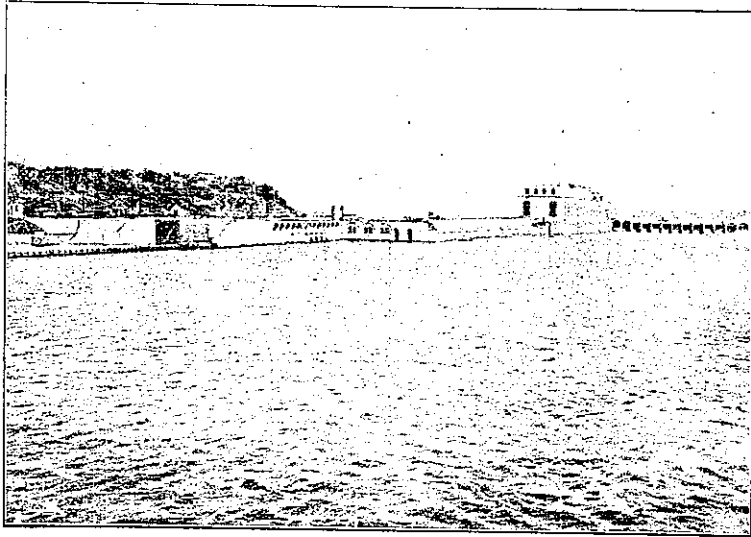
(17) Penstock, San Francisquito Plant, Cal.



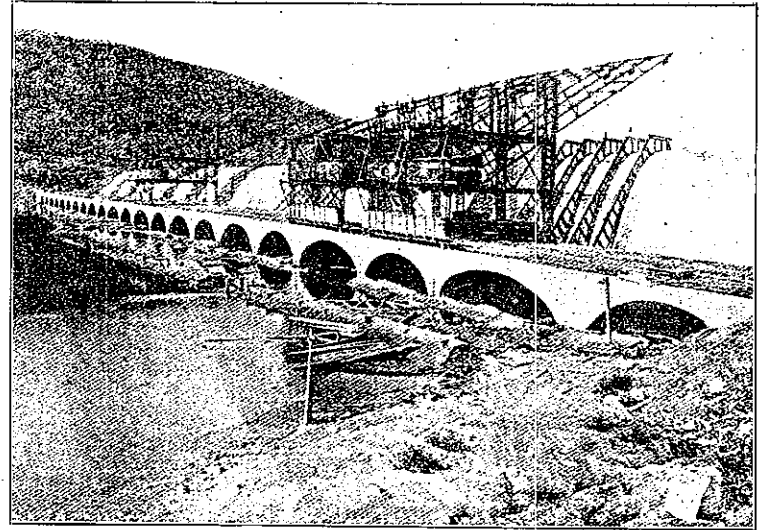
(19) Steel Siphon, Los Angeles Aqueduct, Cal.



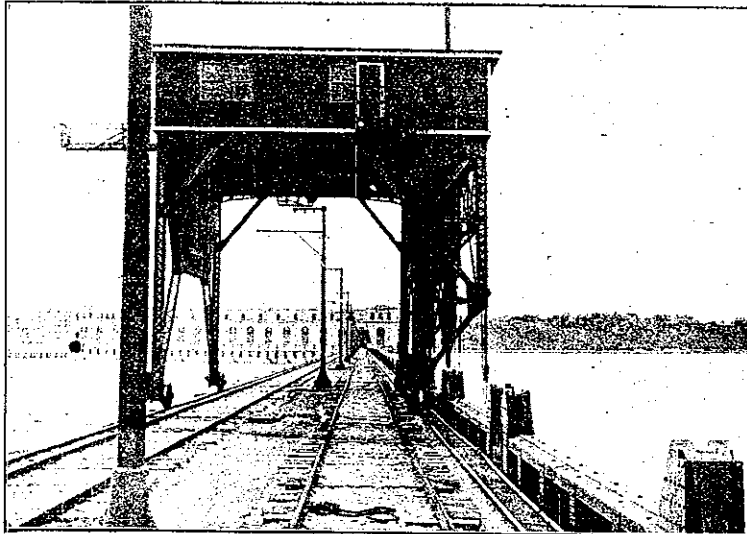
(20) Forebay, Power House, McColl Ferry Devel Pa.



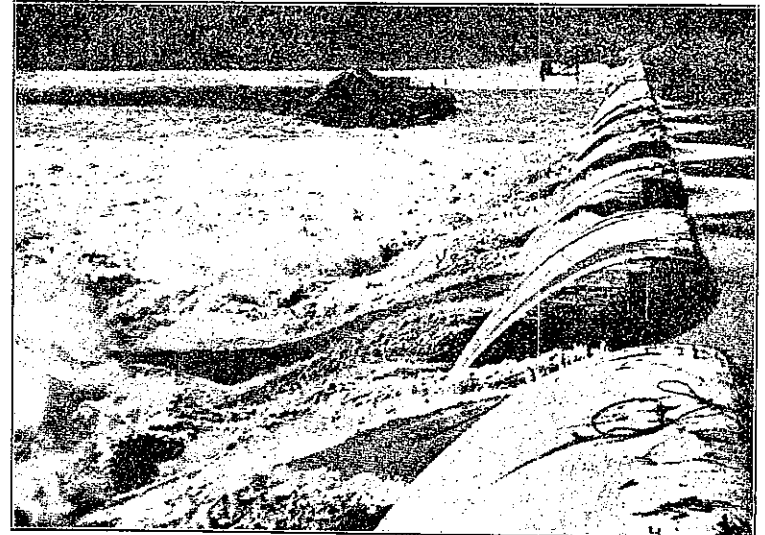
(23) Power House, Keokuk on Mississippi River, Iowa.



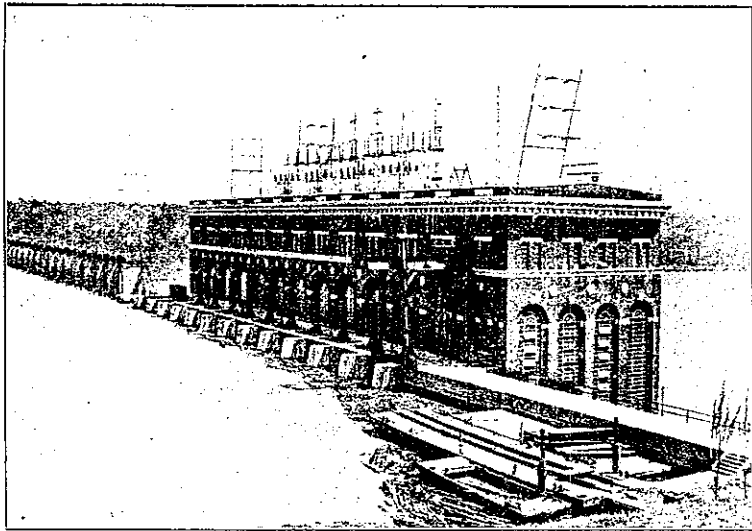
(21) Dam-Construction, McCall Ferry Development.



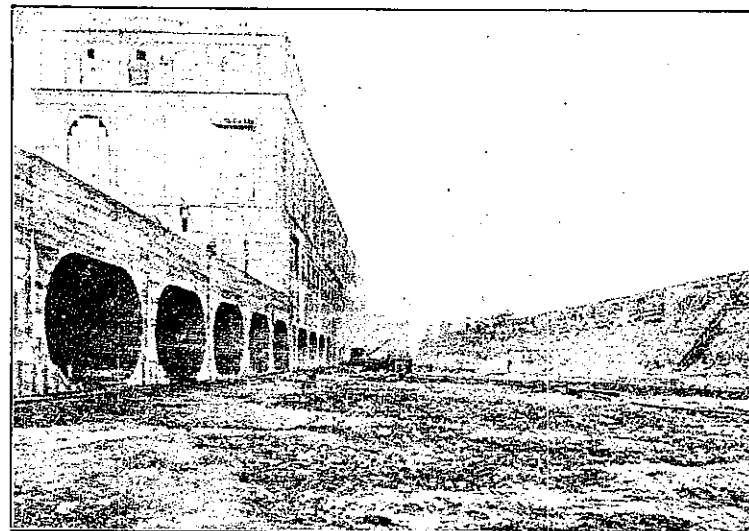
(24) Derrick on Dam, Keokuk Development.



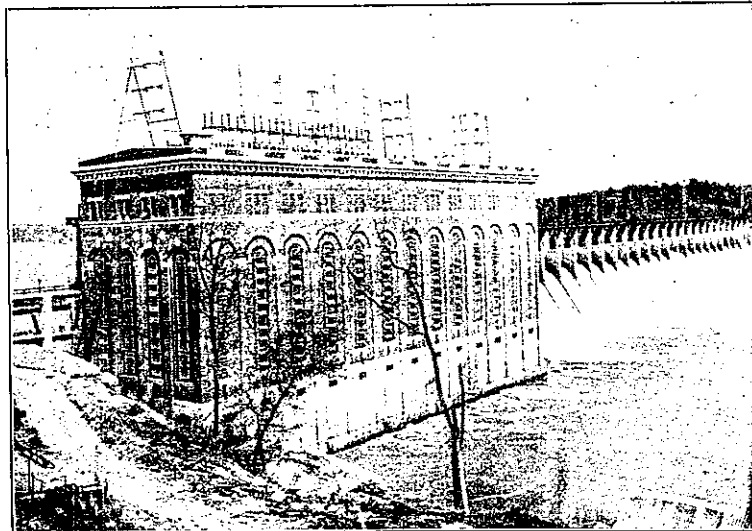
(22) Flood during Construction before Closing of Dam McCall Ferry.



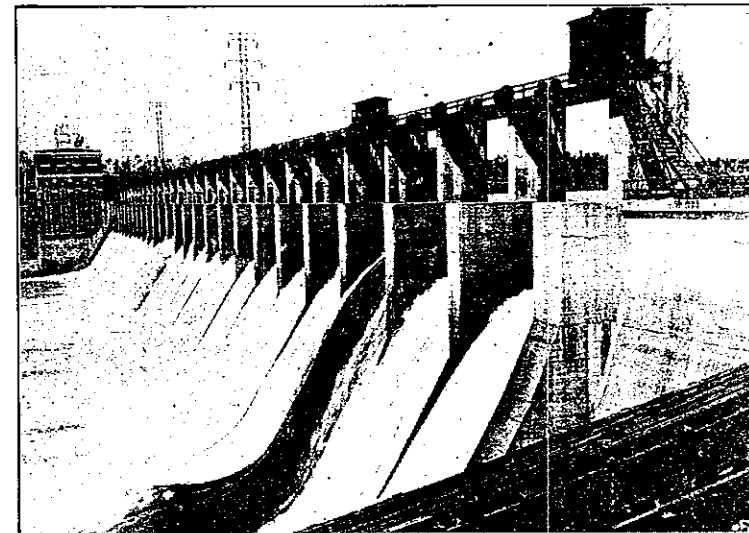
(26) Forebay Dam, Lock 12 Development, Alabama.



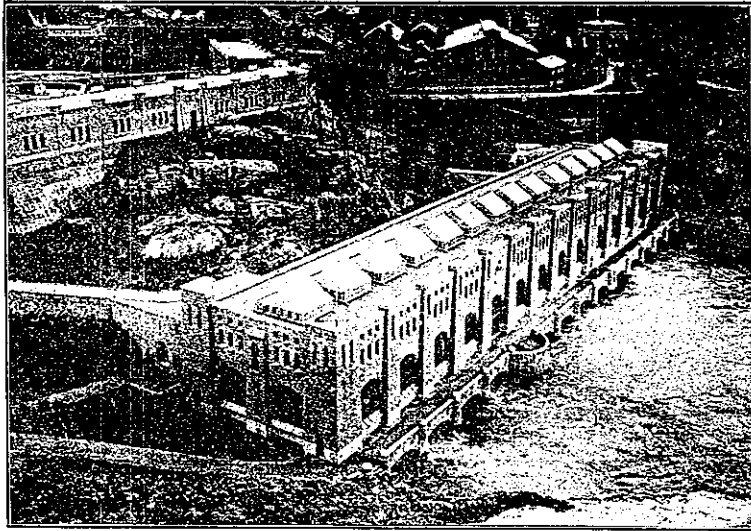
(25) Tailrace, Keokuk, Iowa.



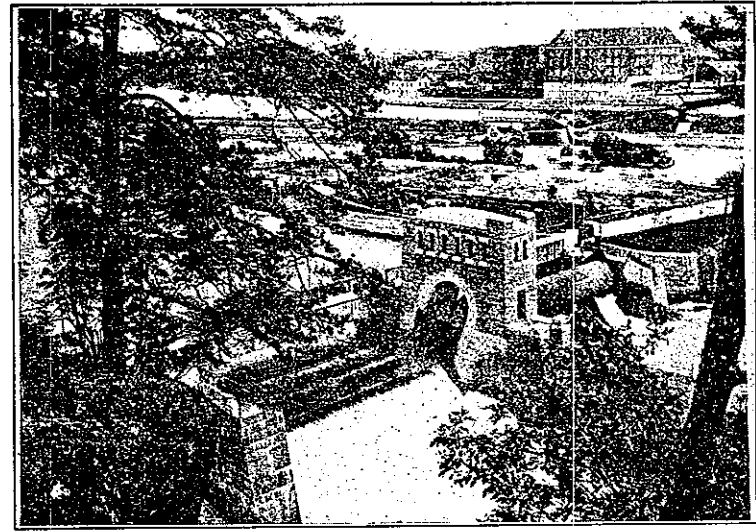
(27) Power House, Dam Lock 12.



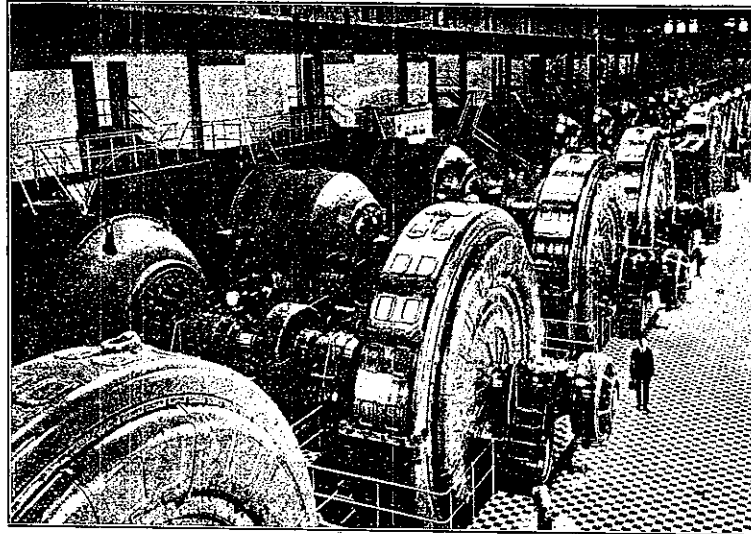
(28) Overflow Dam, Fish Ladder, Lock 12 Development.



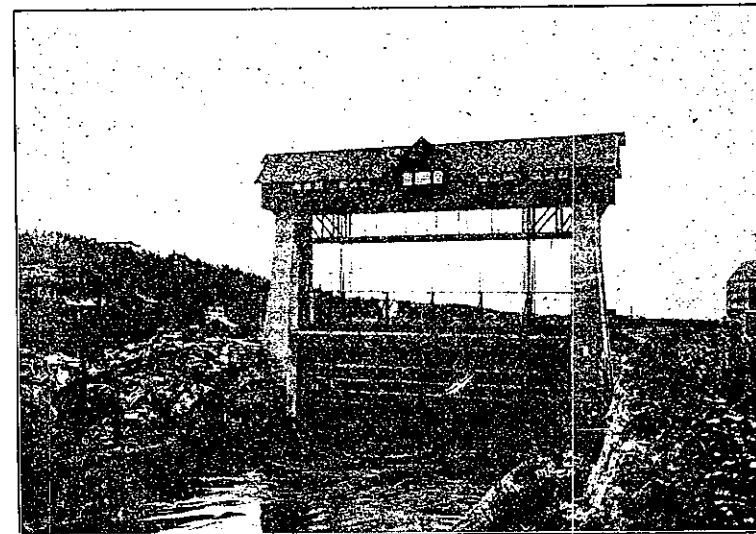
(31) Forebay-Gate House, Power House, Trollhaettan.



(29) Rolling Dam, Trollhaettan Development, Sweden.

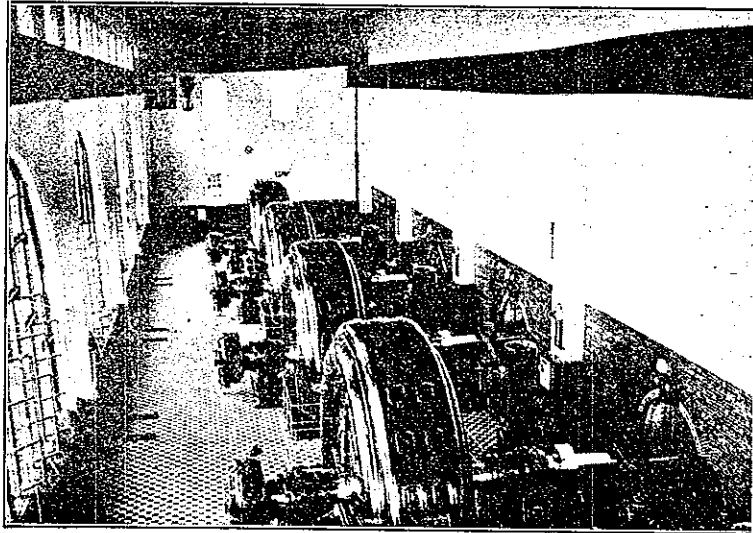


(32) Generator Room, Trollhaettan, Sweden.

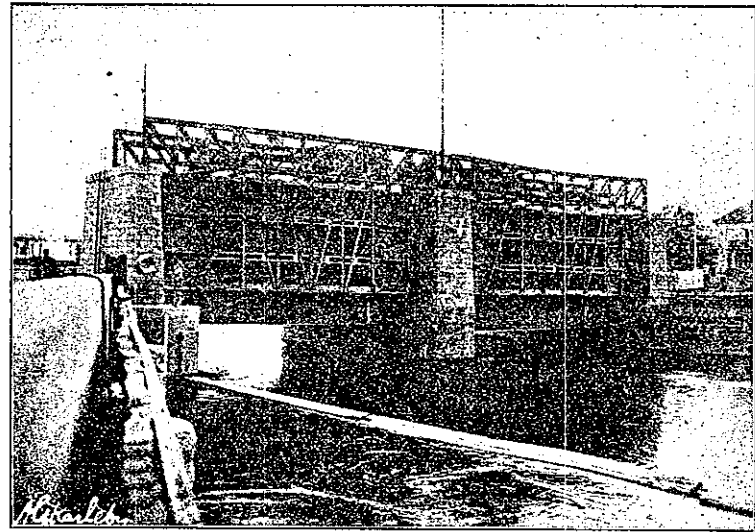


(30) Stoney-Gate Weir, Trollhaettan Canal, Sweden.

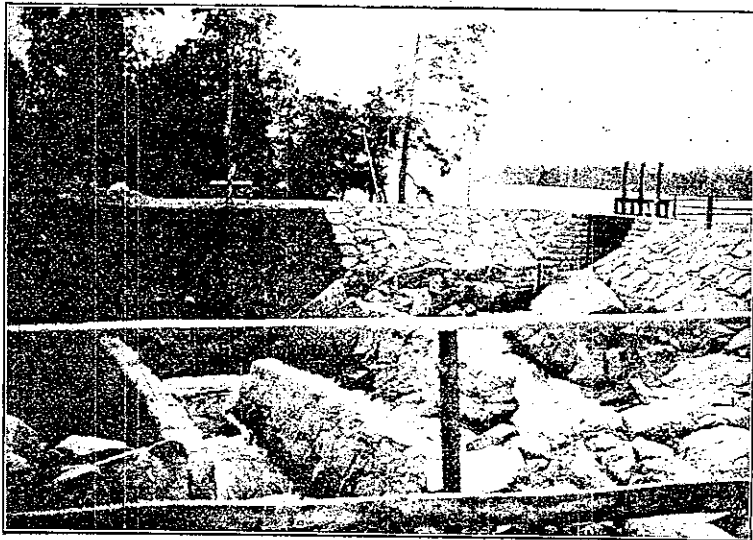
25-10



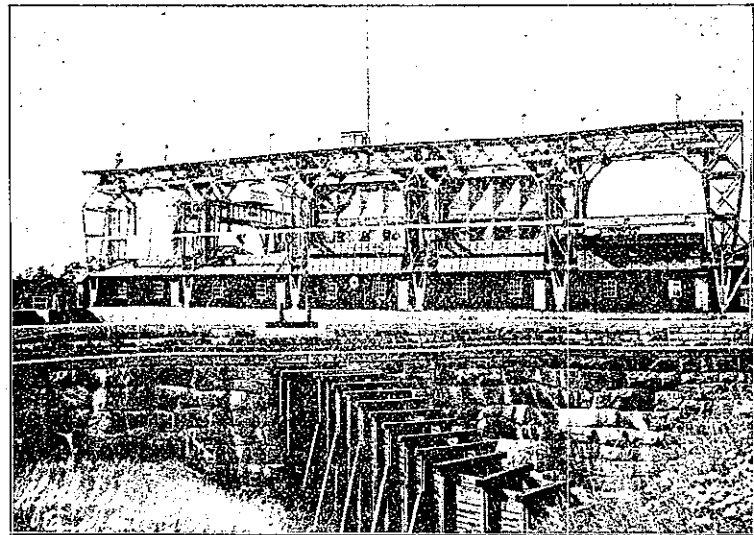
(35) Generator Room, Aelfkarleby, Sweden.



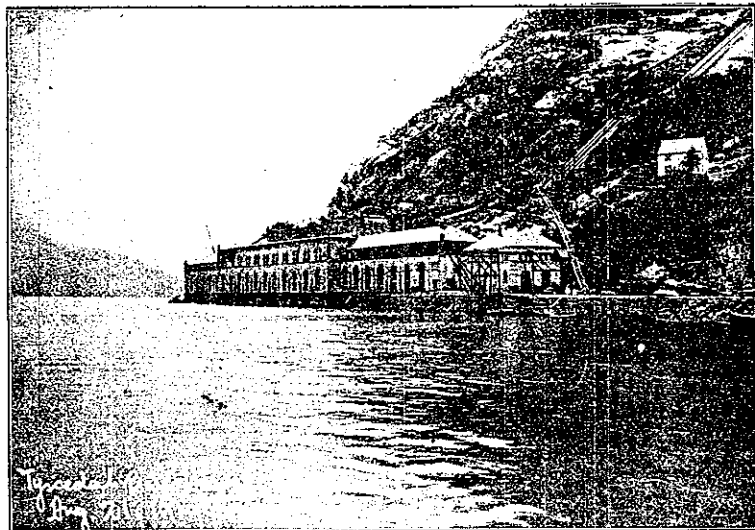
(33) Intake Gate Weir, Aelfkarleby Development, Sweden.



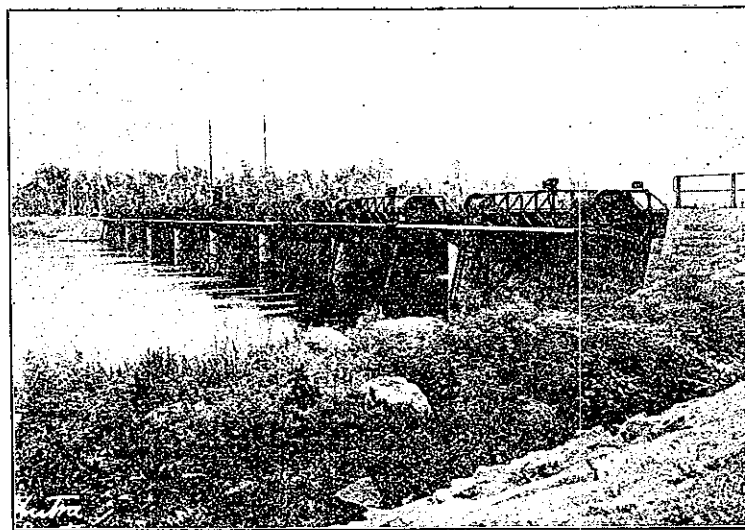
(36) Fish Ladder, Untra Development, Sweden.



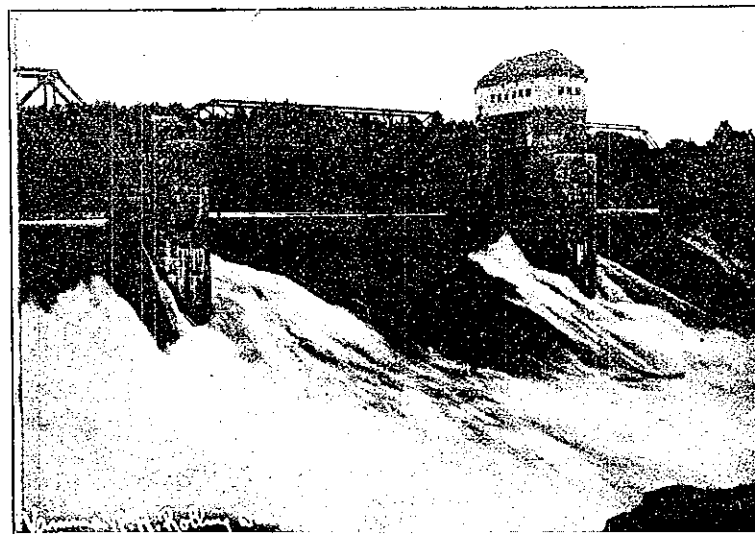
(34) Turbine Room Gate, Aelfkarleby, Sweden.



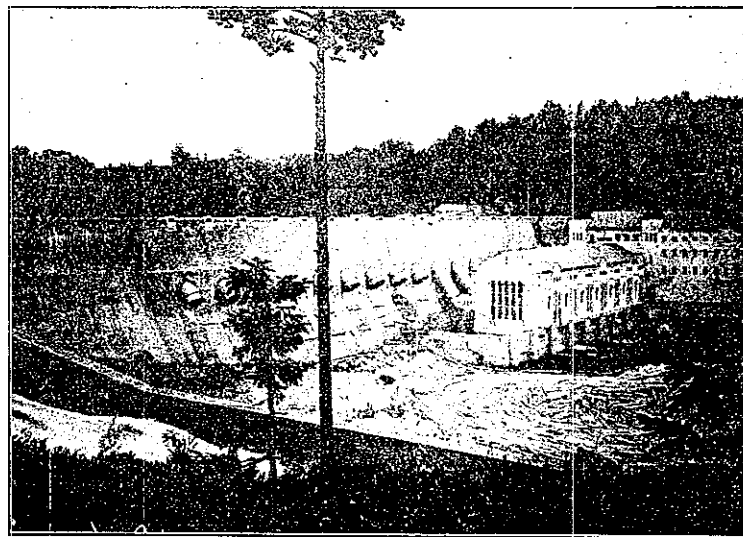
(38) Power House, Tyssedal, Norway.



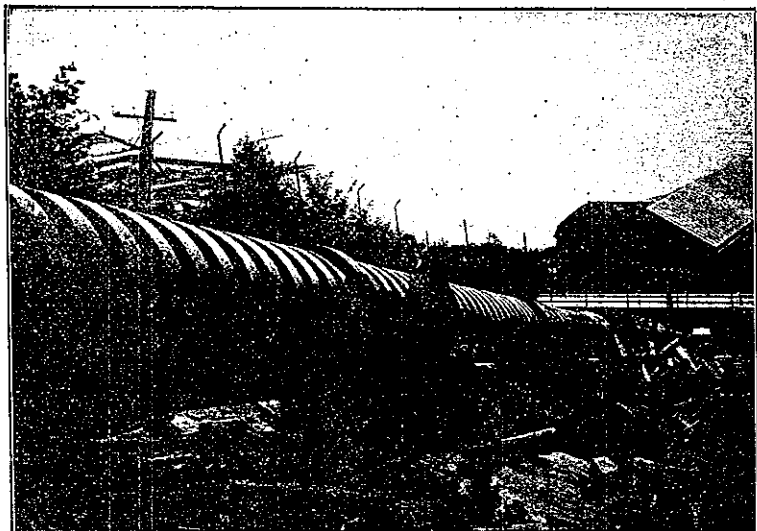
(37) Taintor Gate Weir, Untra Development, Sweden.



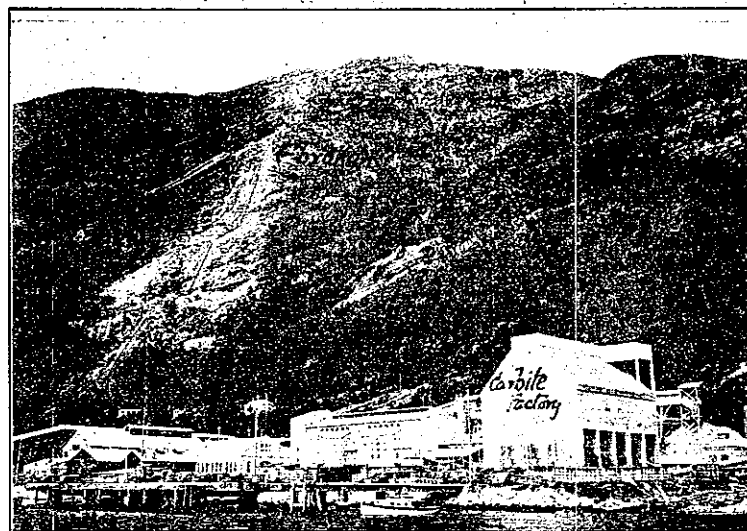
(40) Rolling Dam, Vammafos Development, Norway.



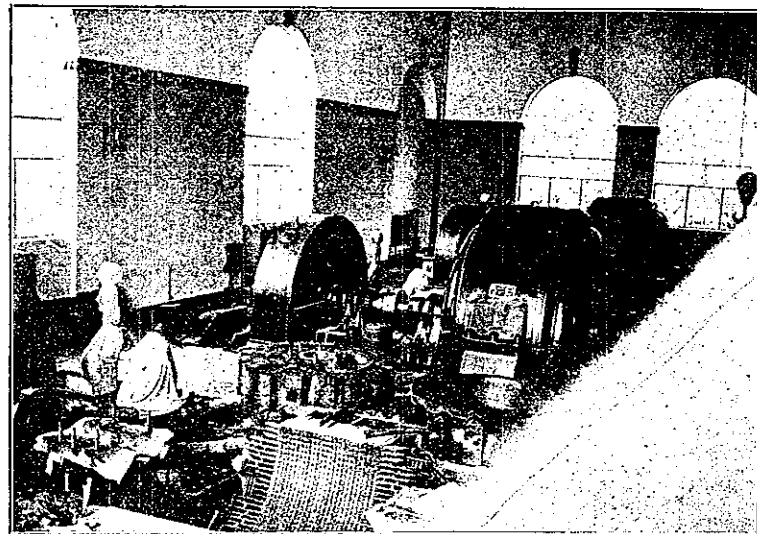
(39) Penstock, Power House, Vammafos Development, Norway.



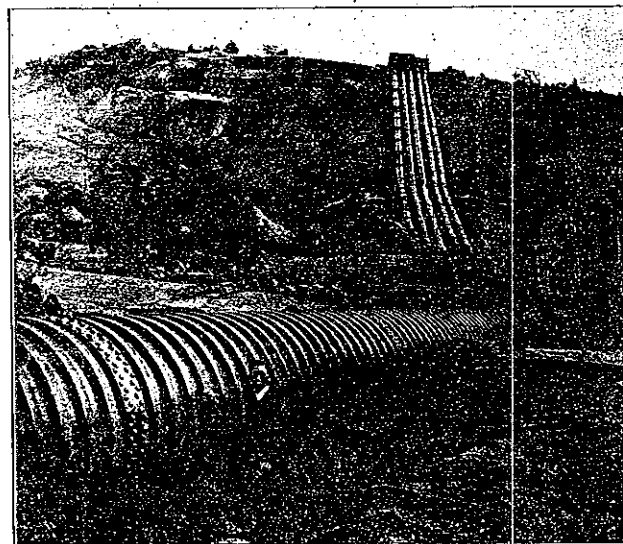
(42) Banded Penstock, Boelvefos, Norway.



(41) Broken Penstock, Carbite Factory, Boelvefos, Development, Norway.



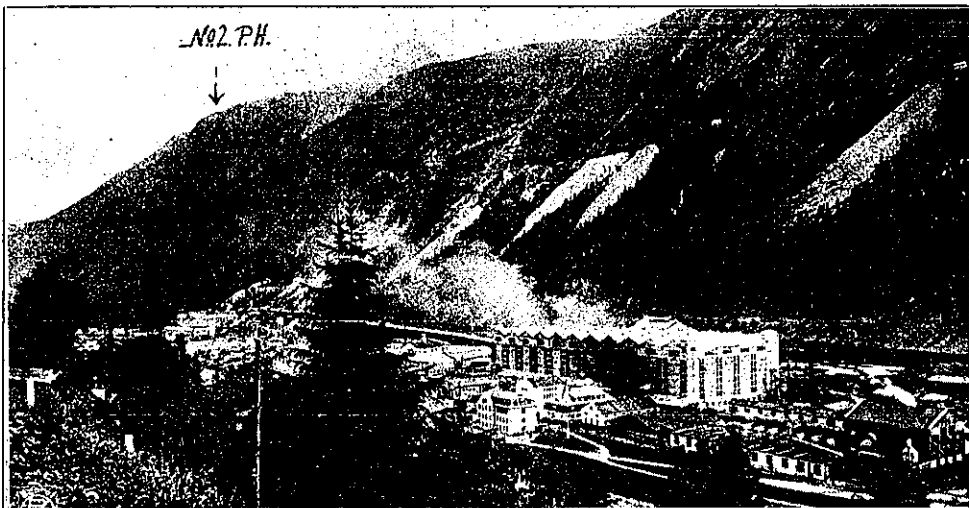
(44) Generator Room, Boelvefos, Norway.



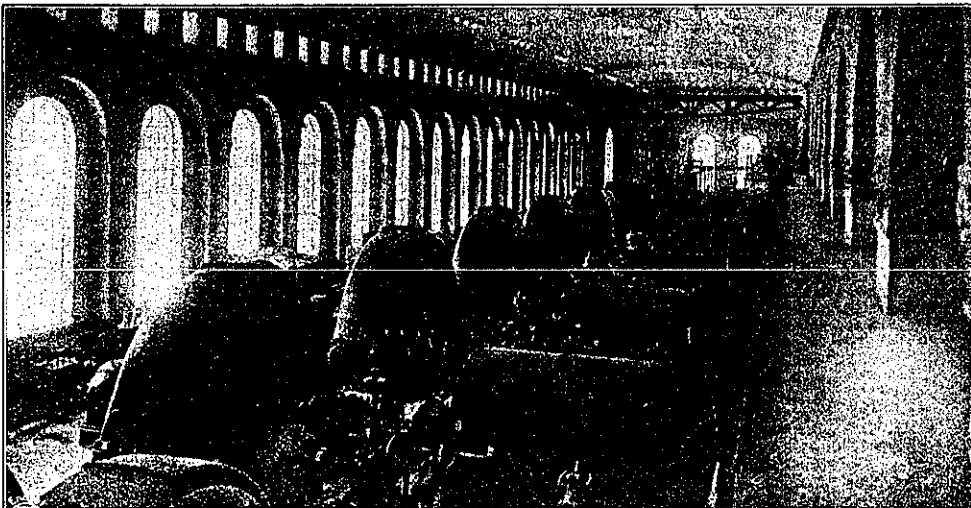
(43) Penstock, Tyssedal, Norway.



(45) Penstock, Power House, Rjukan No. 1 Development, Norway.

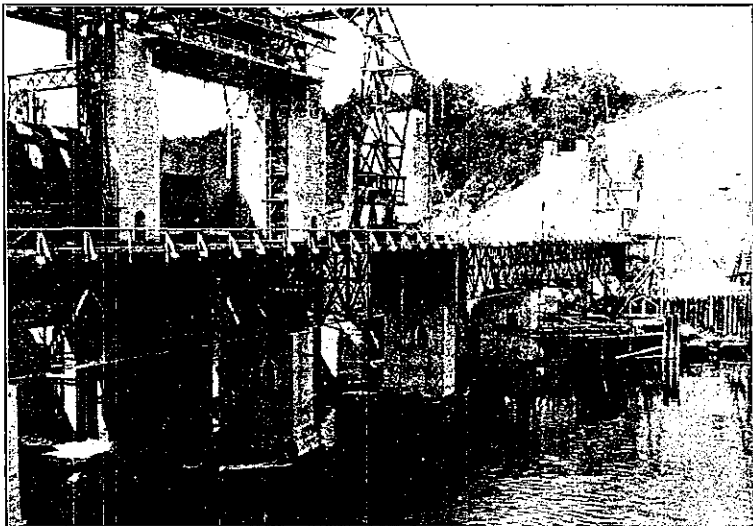


(46) Power House, Electro-Chemical Factory, Rjukan, Norway.

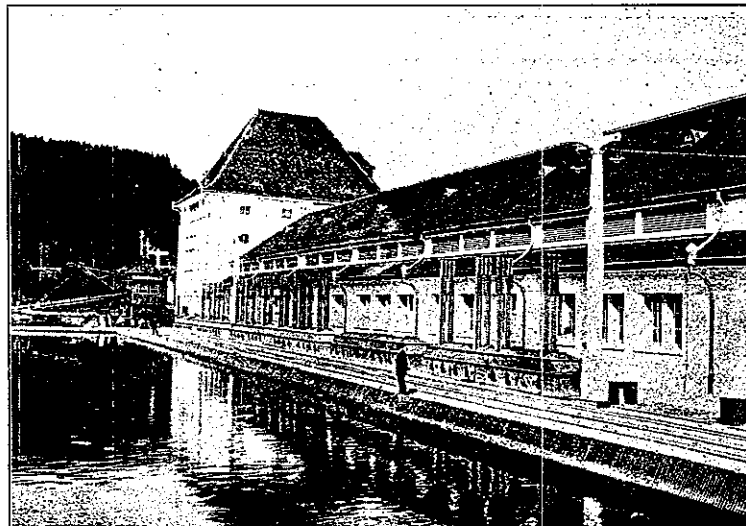


(47) Generator Room, Rjukan No. 2 Development, Norway.

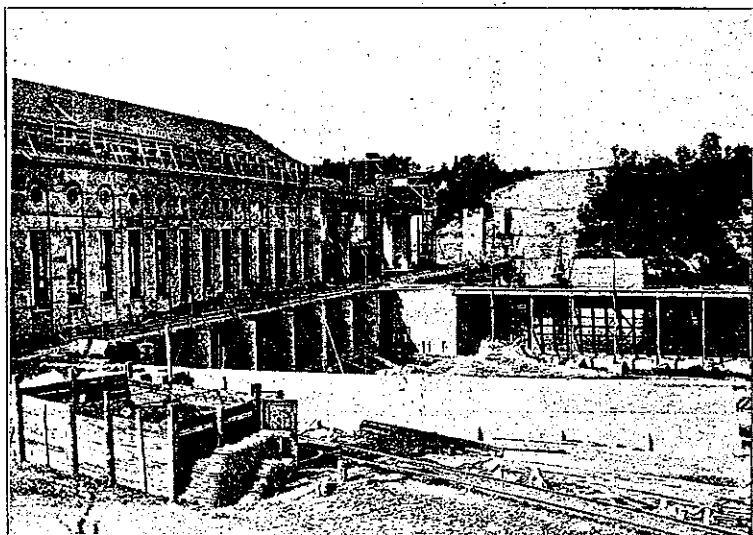




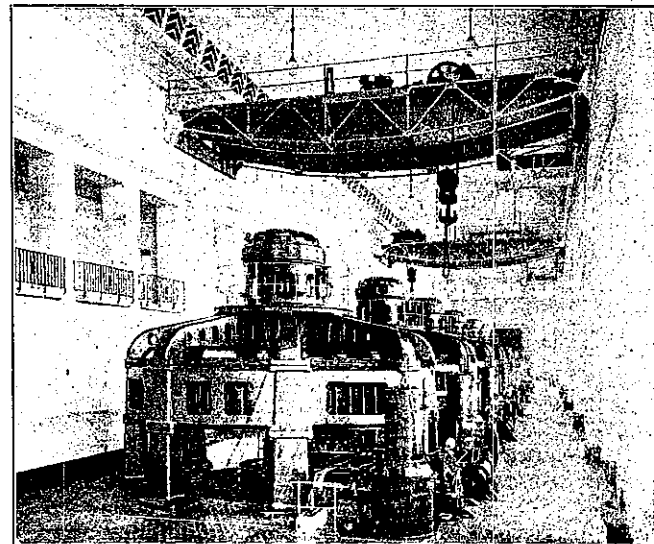
(50) Gate Dam, Eglisau, Switzerland.



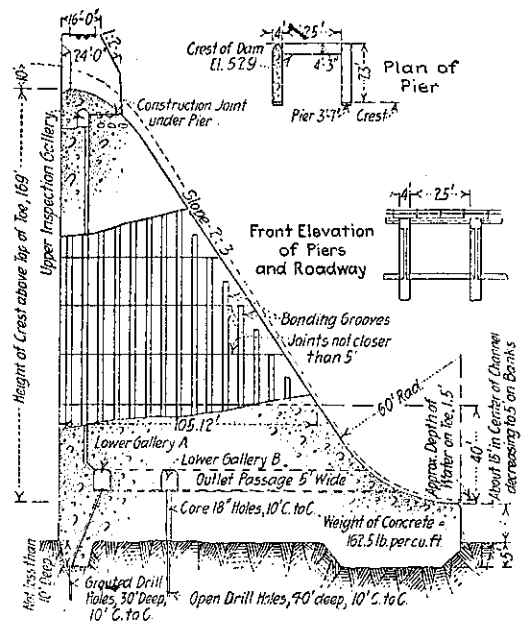
(48) Forebay, Goetsgen, Development, Switzerland.



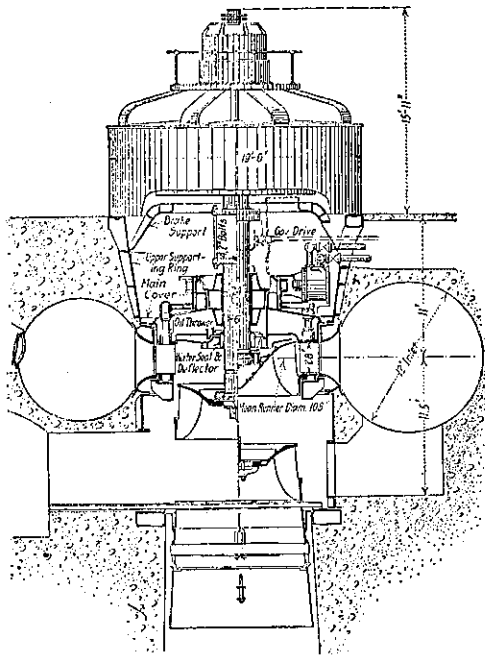
(51) Forebay, Eglisau Development, Switzerland.



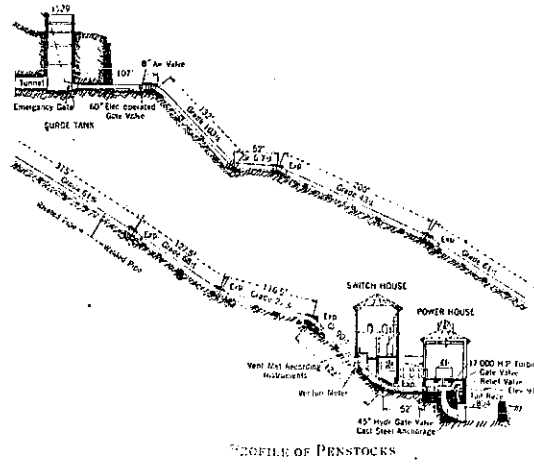
(49) Generator Room, Goetsgen, Switzerland.



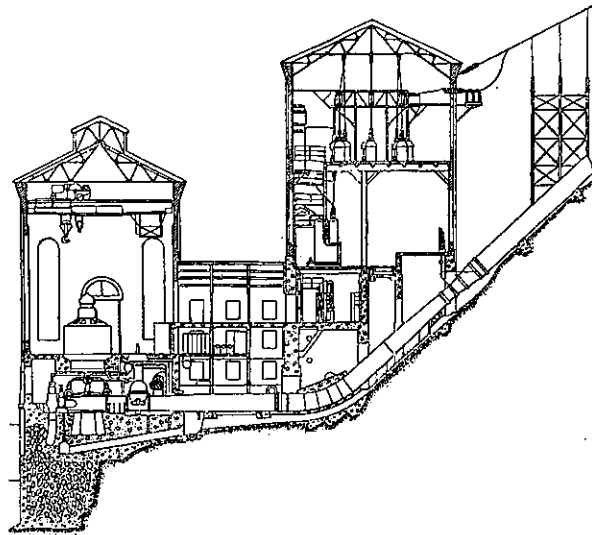
MAXIMUM SECTION, YADKIN NARROWS DAM  
(7) Maximum Section Yadkin Dam.



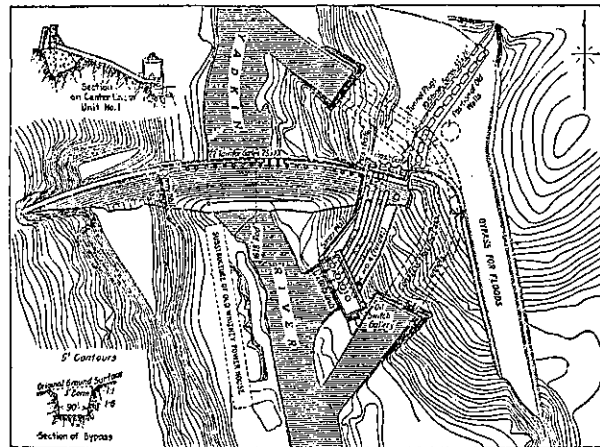
31,000 H.P. Unit  
(8) Yadkin River Development.



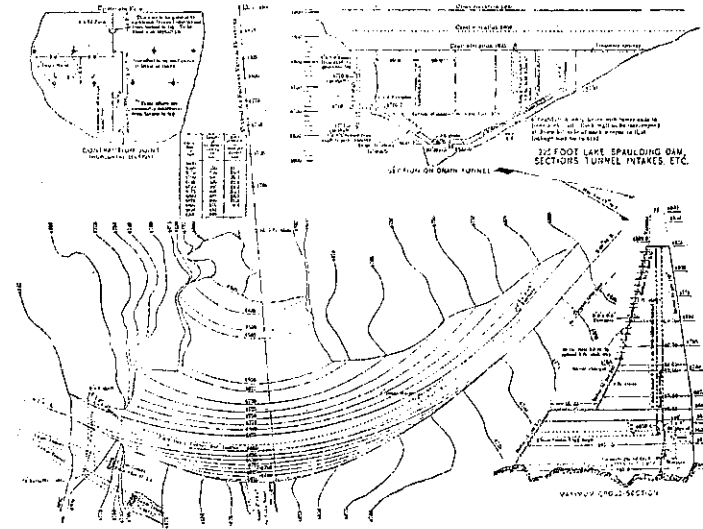
(4) Tallulah Falls Development.



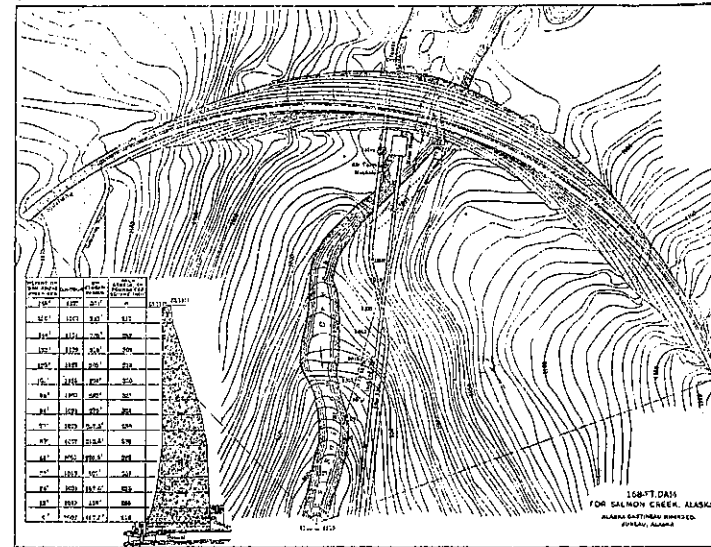
(5) Power House Arrangement Tallulah Falls, Georgia.



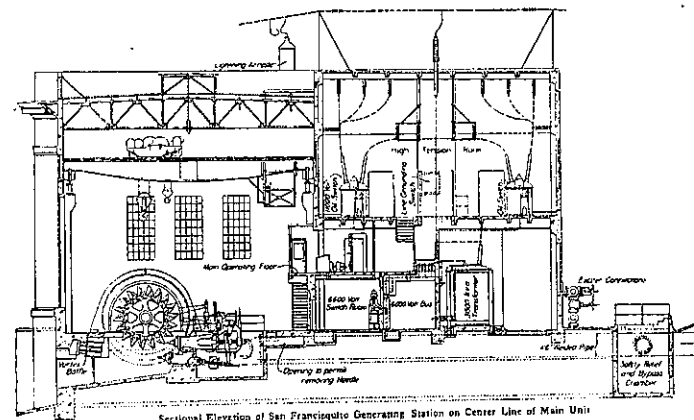
Locations of Old and New Power Houses, Tunnels and Wells of the Earlier and Final Designs for Yadkin River Development.  
(6) Yadkin River Development.



(1) Spaulding Dam.

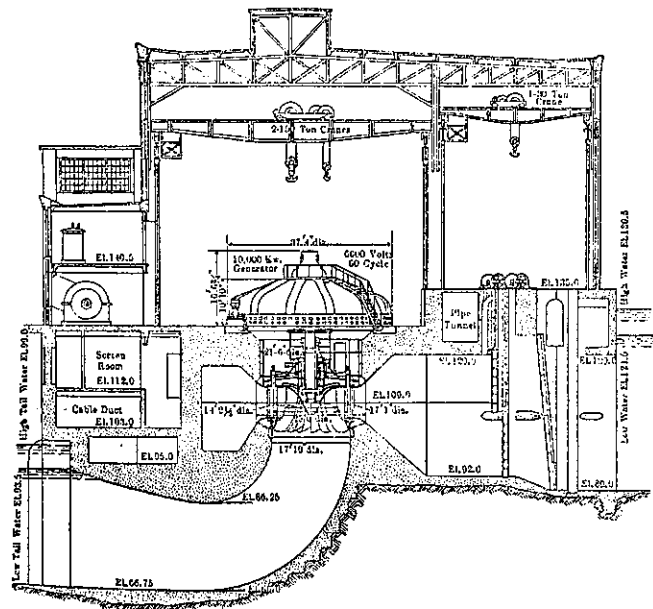


(2) Constant Angle Arch Dam.

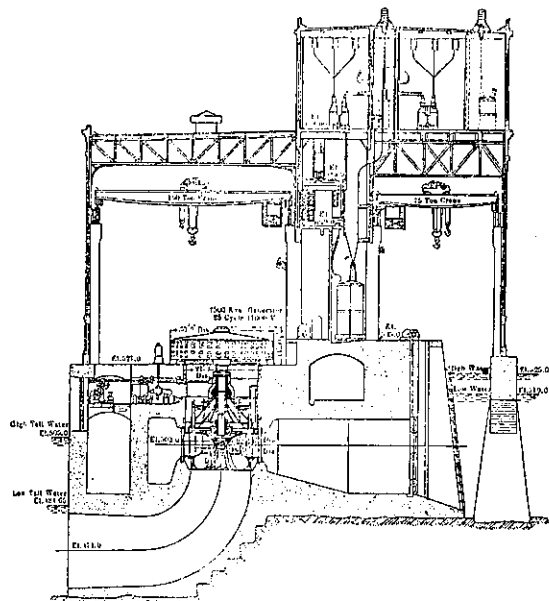


(3) Los Angeles Aqueduct Development.

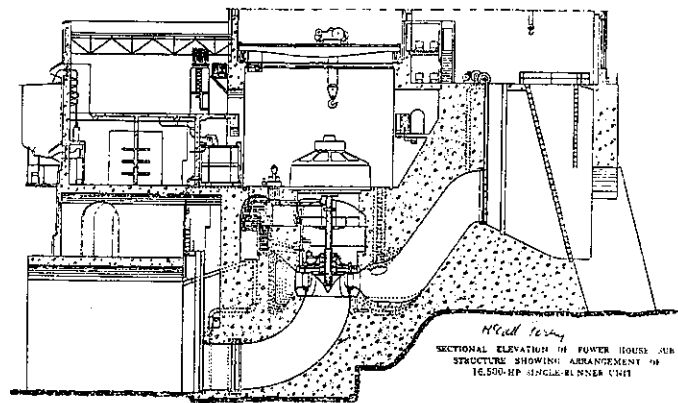
土木學會誌第七卷第二號附四



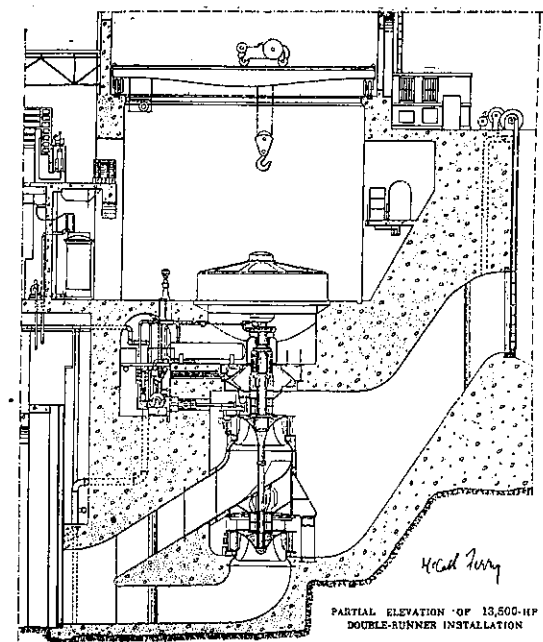
(14) Cedars Rapids Development.



(13) Keokuk Development.

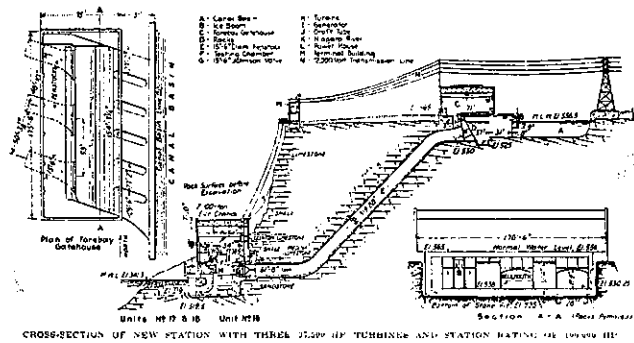


(10) New Turbine Arrangement.

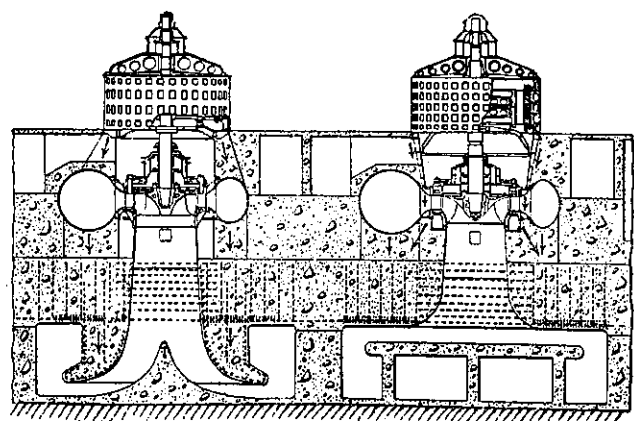


(9) Old Turbine Arrangement.

McCall Ferry Development.

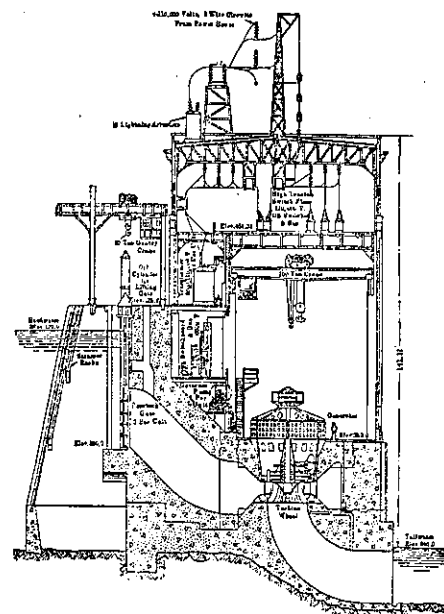


(16) Niagara Falls, Extension.

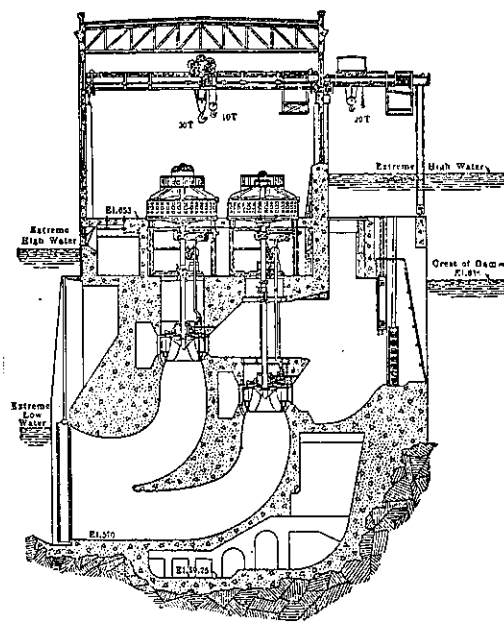


I. P. Morris Unit Allis Chalmers Unit  
VERTICAL SECTION THROUGH TWO TURBINE SETTINGS

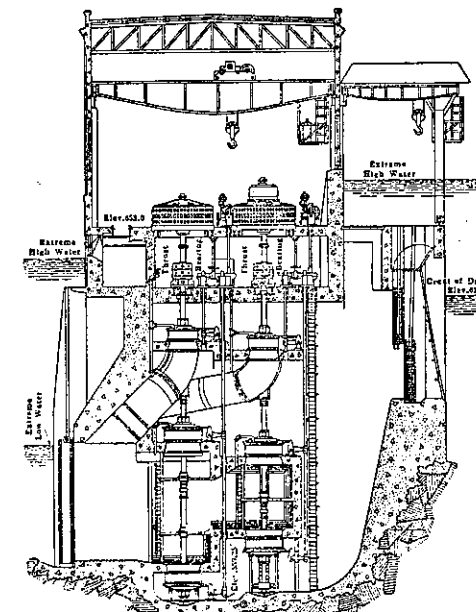
(17) Niagara Falls, Extension.



(15) Lock 12 Development.

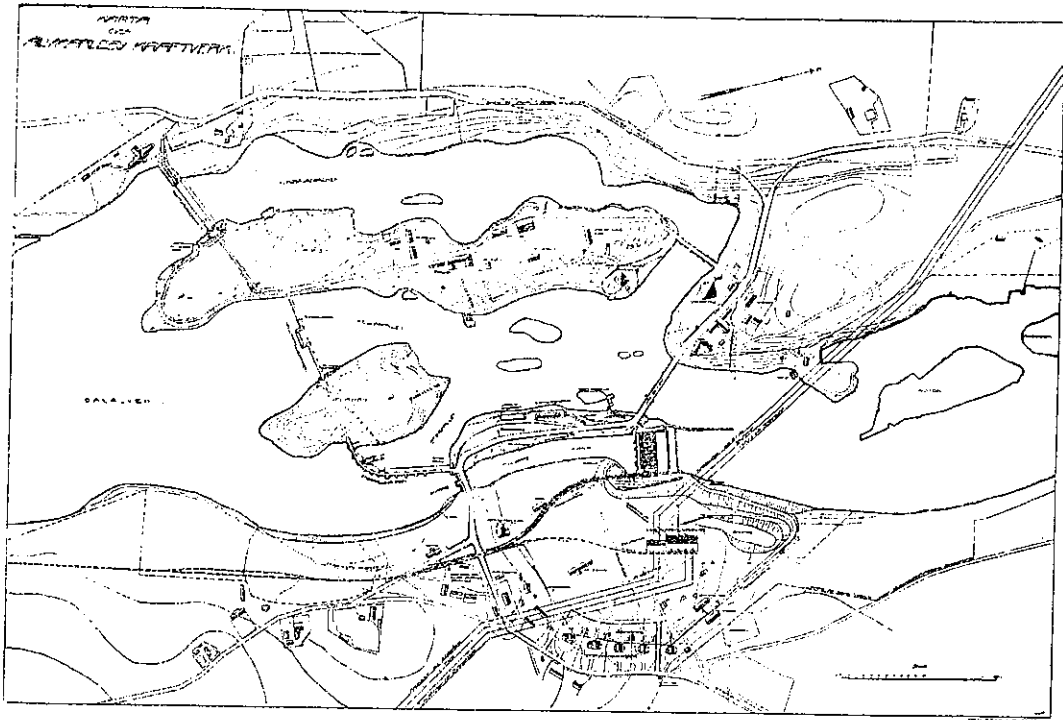


(12) New Arrangement 1916.

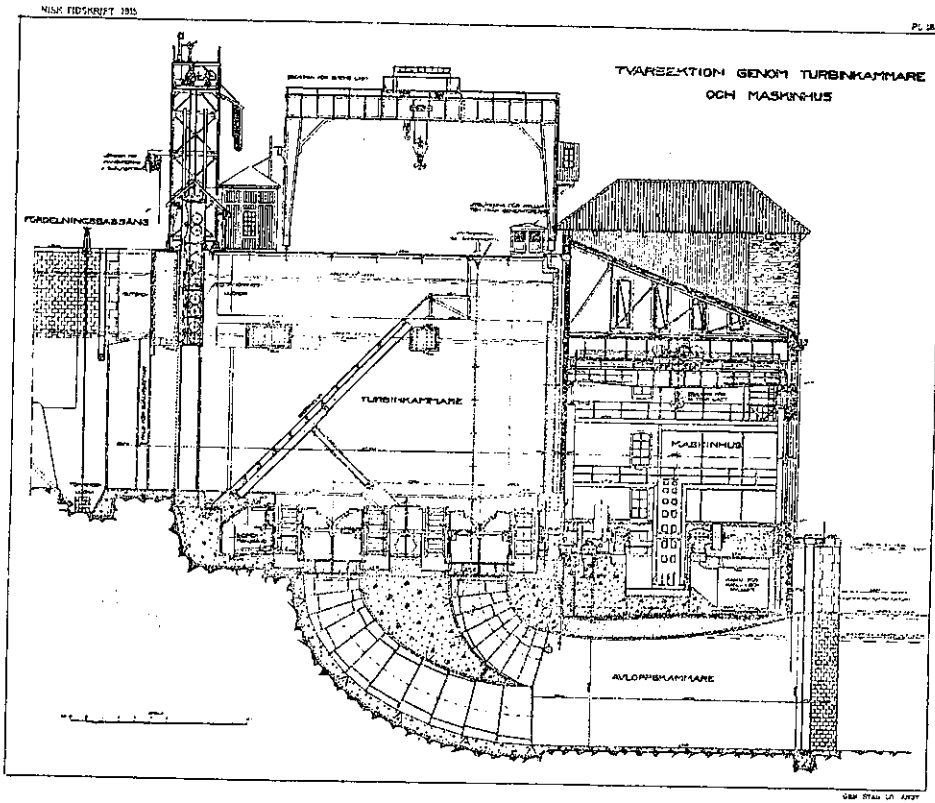


(11) Old Arrangement 1912.

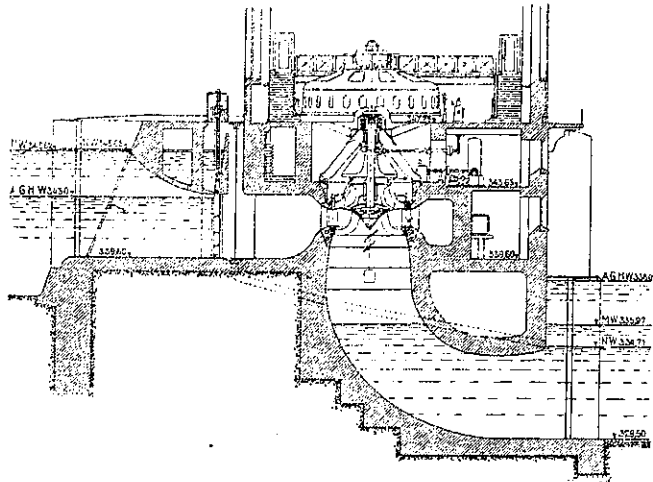
Hales Bar Development.



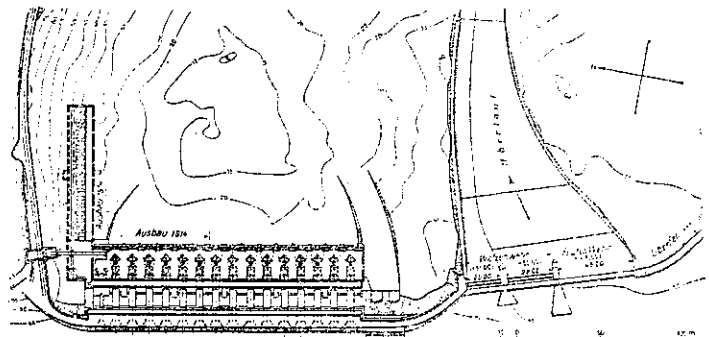
(20) Aelfkarleby, Sweden.



(21) Aelfkarleby Development.

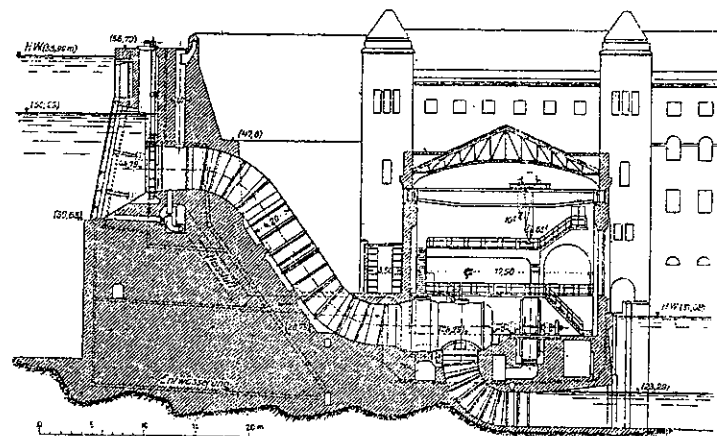


(22) Eglisan, Switzerland.

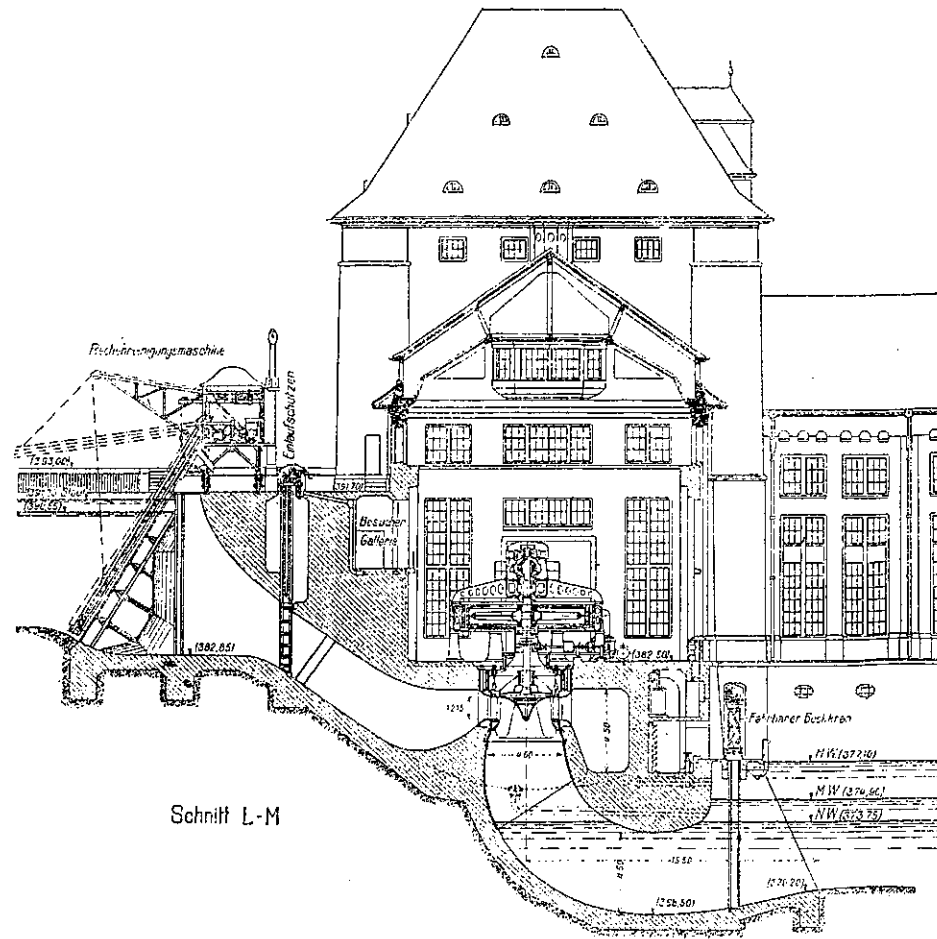


Lageplan des Kraftwerks an den Vamma-Fällen am Glommen.

(23) Vammafos Development, Norway.

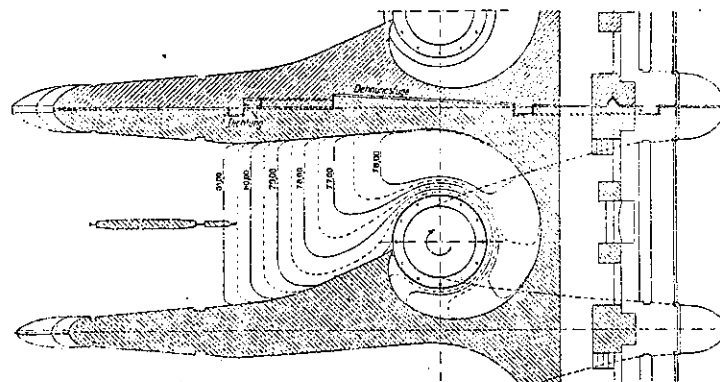


(24) Vammafos Development.



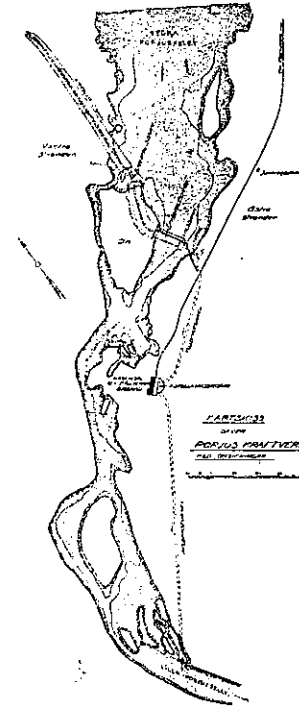
Schnitt L-M

Maschinenhaus des Kraftwerks Gösgen. — Querschnitt durch Einlauf und Turbine.



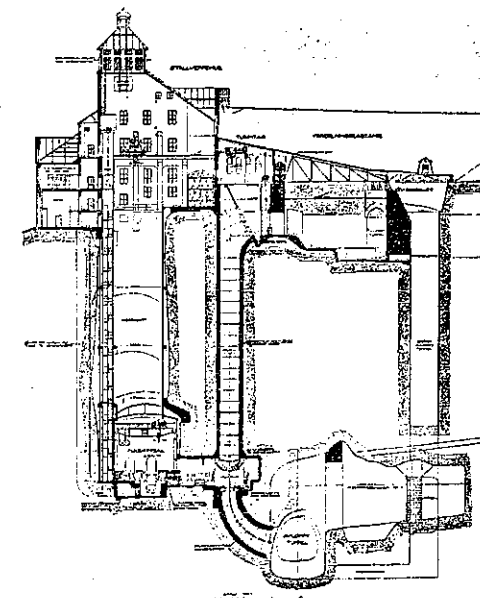
Horizontalschnitt (mit Höhenkurven) durch die Einlaufspirale.

(25) Gösgen Development, Switzerland.



(18) Porjus, Sweden.

SEKTION GENOM KRAFTVERKET MED ANGRÄNSANDE VATTENKRAFTVERK



Querschnitt durch die Kraftstation Porjus

(19) Porjus Development.