

論 說 報 告

土木學會誌 第十八卷第四號 昭和七年四月

小牧發電工事報告

會員 工學士 石井 穎一郎

Report on the Komaki Power Development

By Eiichiro Ishii, C. E., Member.

内 容 梗 概

小牧發電工事の報告にして、就中小牧堰堤の施工に就て詳説せり。

目 次

緒 言	1
第一章 總 説.....	2
第一節 小牧發電工事の沿革.....	2
第二節 計畫の概要.....	4
第三節 地勢及び地質.....	5
第四節 水量調査.....	10
第二章 各工事説明.....	12
第一節 小牧堰堤.....	12
1. 構 造	2. 準備工事
3. 堰堤基礎掘鑿	4. グラウチング
5. コンクリート	6. テンター・ゲート
7. 排砂門	8. 魚 道
9. 運材設備	10. 泄水區域
第二節 取入口.....	59
第三節 導水隧道.....	61
第四節 調整水槽.....	63
第五節 水壓鐵管.....	64
第六節 發電所.....	65

緒 言

小牧發電工事は神通、黒部と共に富山縣下三大河の一なる庄川に於て高堰堤を築造し、最大 72 000 KW の電力を發生するものにして大正 14 年 4 月起工、昭和 5 年 11 月發電開始せるものなり。

抑も庄川は往時雄神川又は射水川とも稱せられ水源を飛騨國烏帽子岳、鷲ヶ岳に發し、尾上郷川、大白川等の支流を合せ、北流して五箇山の諸溪流を呑み、山岳重疊の間を迂廻し、小牧發電所附近に至りて漸く平坦部に入り、所謂越中礪波平野を貫流し、伏木港に隣れる新湊町より日本海に注ぐ。本川の全流域面積 81 方里強、其の延長 33 里餘、内富山縣を流ること 21 里、四季を通じ水量豊富にして北陸に於ける有数の河川なり。

庄川の上流岐阜縣白川村には今尚大家族制部落あり。前時代の遺物として世に名高し。又中流部富山縣に入りて五箇山の地あり。昔平家の落武者の隠れ住みたる處と稱せられ、近時民謡麥屋節を以つて知らる。其の下流祖山には加賀騒動の首魁大槻傳藏流謫の古蹟あり。其の近くにある昭和電力會社、祖山堰堤は小牧堰堤と略同時に築造せられたるものにして小牧貯水池の終點に接す。

第一章 總 說

第一節 小牧發電工事の沿革

抑も庄川水力電氣會社の事業は故社長淺野總一郎氏が郷里富山縣下に於ける水利開發の目的を以つて庄川筋を調査の結果、現小牧堰堤の上流約 17 町なる大橋に堰堤式 20 000 KW の發電計畫を樹て、大正 5 年 5 月之れが水利使用を出願したるを以つて嚆矢とし、引續き現小牧堰堤の下流 7 町なる藤橋に堰堤式發電所を又庄川の上流に於て中畑、新山、城の 3 地點及び支流利賀川に於て第一、第二の 2 地點を出願したるものにして大正 8 年 1 月、前記大橋及び利賀川第一の兩地點の許可ありたるを以つて、遂に資本金 10 000 000 圓を以て大正 8 年 9 月 10 日會社の創立を見るに至れるものなり。

當時本邦に於ては堰堤式發電工事は實地經驗に乏しかりしを以つて米國ストーン・エンド・ウエブスター社に交渉し、大正 9 年春、同社重役ソーヤー氏及び技師ワレス氏をして現場を視察せしめたる結果、愈々同社に工事の設計並に施行を委託する方針を定め、大正 9 年 12 月委託契約成るに及んで翌大正 10 年 1 月工事擔當技師長としてメーシー氏及び其の一行の來朝を見るに至れり。而して委託契約に依れば藤橋地點に先づ着手する順序なりしが、メーシー氏の精密なる實地調査の結果、同氏の意見として大橋、藤橋、兩地點共堰堤築造に適せず。之れ等兩地點の中間なる小牧地點に於て適當なる地盤を發見せるを以つて此處に藤橋、大橋及び其の上流なる新山の 3 地點を包括する大堰堤を築造することとせば技術上、安全にして經濟上有利なることを進言するに至れり。

茲に於て同技師の意見に従ひ計畫の建直しに着手し、大正 11 年 1 月 31 日附を以つて工事計畫變更實施認可申請書を提出し、同年 7 月 15 日附を以つて計畫變更の許可並に工事實施

の認可を得たり。

是れ小牧發電工事最初の許認可にして當時の計畫大要次の如し。

堰堤延長	935.00 呎
同 高	200.00 "
有効落差最大	238.74 "
最大使用水量	2 900 立方呎/秒
最大發電力	44 800 KW

斯くして工事の計畫漸く緒に着きたりと雖も、折柄、財界益々不況にして事業を進むる能はず。偶々大正 12 年 9 月關東大震災の突發に遇ひ資金の調達全く不能に陥り、本工事も當分中止の外なきこととなりたるを以つて、茲に米人技師の一行は遂に歸國の已むなきに至れり。

元來本工事による發生電力は最初淺野家に於て計畫中のセメント其の他各種工業用動力として使用するを主たる目的としたるが、其の後大正 8 年 12 月宇治川電氣會社との間に大口供給契約締結せられ、越えて大正 10 年 4 月該契約は日本電力會社に繼承せらるることとなり。斯かる關係上小牧發電工事の中止は日本電力の事業計畫にも影響する處大なる次第なるを以つて、茲に兩社の交渉開始となり大正 14 年 1 月 30 日附覺書により淺野家持株の内相當數を日本電力に肩替すると共に小牧發電工事施行並に資金調達方を日本電力に委託することとなり、爾來本工事は日本電力會社の統制の下に工を進むることとなり。

茲に於て大正 14 年 4 月、著者が之れが工事主任として小牧に赴任するや直ちに工を起し、先づ専用鐵道、動力用送電線、堰堤築造用假排水路、導水隧道等の諸工事に着手すると共に堰堤其の他に關して更に細密なる調査研究を遂げ、同時に本工事の根本目的たる電力用途を變更し、新計畫に於ては日本電力系統の一發電所として運轉し、同系統の他の多くの水路式發電所にベース・ロードを負はしめ、貯水池を有する本發電所にピーク・ロードを分擔せしむることに改めたり。従つて水量を最大 4 900 立方呎に増量し、有効落差 230 呎 6 時に於て最大出力を 72 000 KW に改めたる結果、堰堤取入口、導水隧道、水槽發電所等に著しき變更を加へたること、又各種構造物に關し米人の樹てたる設計の骨子は之れを動かさざるも其の長を採り短を補ひ、殆んど總ての工事に涉り、設計變更を行ひたるものにして就中堰堤の構造に於て大なる改善を施したり。

爾來着々工を進め時に洪水の難に遇ひ又は材料の蒐集に苦心し、更に用地、灌漑用水、流材、魚道等に關し各種の問題惹起せしも絶えず悪戦苦闘、従業員の努力空しからず工程大いに進み、其の後昭和 3 年 6 月會社は資本金を 15 000 000 圓に増加し、昭和 4 年末には當時未認可の流木設備工事を除き殆んど全部完成を見るに至れり。越えて 5 年漸く流木設備の認可を得て其の工事に着手するや、茲に流木業者との間に泄水停止假處分の一大係争事件勃發

するに至り、當時天下の耳目を聳動せしめたるも遂に假處分を取消すとの公正の判決を蒙るに至り同年9月21日堰堤排水門を完全に閉鎖し得たり。引續き順調に湛水し同年11月始めより發電を開始せるものにして、大正14年4月起工以來5箇年半、又故淺野社長の本事業目論見以來實に十有五年にして完成を見るに至れるものなり。

第二節 計畫の概要

本工事は庄川の本流に堰堤を築造し、貯水池を創り、壓力隧道により導水し發電するものにして、堰堤を小牧堰堤、發電所を小牧發電所と稱す。而して其の取入口、放水口は共に庄川左岸にありて其の所在地次の如し。

取入口	富山縣東礪波郡東山見村大字小牧字矢ヶ瀬
放水口	同縣同郡同村大字金屋字尾谷山

堰堤は取入口の下流約600呎の箇所に於て庄川の流身を略直角に横斷し築造せられたるコンクリート造拱形重力式堰堤にして中央部を溢流式とす。

構造の大要次の如し。

高さ(基礎岩盤以上橋面迄の堤高)	260 呎
堤敷最大幅員	216 呎
堤長	987 呎
拱の曲半徑	880 呎
下流に副堰堤を有す	(未完成)
湛水量	1 337 000 000 立方呎
内 有效貯水量	655 000 000 呎
排水設備、最大洪水量	毎秒 130 000 呎

以上に對し幅員25呎、高さ20呎のテンター・ゲート17門を溢流部に設備す。

而して堰堤築造に據る貯水池水面は標高590呎即ち在來河水面(平水位標高378呎)以上312呎にして、湛水區域其長は平水時約7哩6分なり。

取入口は貯水池の上層50呎の深さ迄取入得る様設備せられ水は約4000呎の壓力隧道により調整水槽を経て4本の鐵管に導かれ發電所に達せしむるものにして、發電所には315000ワットのフランス式水車及び20000KWの發電機各4組を設く。

庄川の流量は附圖第一流況曲線に示す如く平水約2350個内外にして、之れを貯水池により有効に調整する時は約19%を増加すべく、最大發電力72000KWを發生せしめんが、貯水池水面及び放水口水面の變動による高低差と之れに伴ふ水車能率の關係より附圖第四に示す如く次の落差と出力との關係を有す。

使用水量 (立方呎)	有効落差 (呎)	出力 (KW)	摘 要
4200	280.5	72000	水池最高水位の場合
4900	206.5	72000	池水面最高水位より20呎低下の場合

即ち貯水池最高水位の場合には水量 4 200 個にて 72 000 KW を出すと雖も、貯水面の低下に伴ひ水量次第に増加し、満水面より 20 呎低下せる時 72 000 KW を出力する爲には 4 900 個の水量を要するものにして、満水面以下 50 呎、有效水深と此の容量 655 000 000 立方呎の有効貯水量を有すると雖も、貯水面が 20 呎以上低下する時は水車の容量に制限せられ、出力は 72 000 KW より次第に減ず。而して 1 箇年の發生電力は既往十數年の水量記録に依る時は平均約 382 800 000 KWH を出力し得べし。發生電力は 60 及び 50 cycle 兩種可能にして之れを 154 000 V に遷昇し、日本電力の送電線により大阪及び東京の兩方面に送電し、別に 66 000 V に遷昇して北陸方面にも送電する設備を有す。

本工事に従事したる人數及び工事材料、土工等の概數は次の如し。

従業人夫延人員數	1 000 000 人
土石掘鑿總量	70 000 立坪
コンクリート總量	63 000 〃
セメント總量	540 000 樽
砂利及び玉石總量	58 000 立坪
砂 總量	30 000 〃
重量品 總量	10 000 噸

第三節 地勢及び地質

堰堤を築造するに當り其の地點の選定は最も重要なる問題なるを以つて、會社は夙に米人技師をして小牧附近一帶の河底に多數のボーリングを行ひ、地質を詳細に調査せしめ其の結果、前述の如く上流大橋と下流藤橋との兩地點を廢し小牧地先に堰堤の位置を決定したるものにして、其の後余等の關係するに及んで更に綿密なる研究を続け、米人技師選定の位置は大體に於て良しと雖も右岸に當つて斷層あることを發見したるを以つて堰堤右岸端を 65 呎下流に移し、左岸は略元の儘として現小牧堰堤の位置を決定したるものなり。以下堰堤附近の地勢及び地質に就て詳述すべし。

(1) 地 勢

庄川は小牧堰堤附近に於て北西に流れ、夫れより折れて暫く北に向ひ北牧と稱する處より急角度を以つて西に曲り、發電所放水口下流赤岩と稱する箇所より再び北に折れて遠く下流し全體として恰も、S 字形を描けり。

附近一帶の山勢は下流に向ひ、僅かに傾斜をなし發電所下流に於て左岸東山見村と青島村の境界附近より直ちに展開されて坦々たる礪波平野に連る。而して堰堤附近は川幅廣からず。

右岸は山高く急峻にして地皮薄く、容易に岩盤に達すべく、左岸は直ちに斷崖を成して岩盤露出し水上 100 尺以上の高に於て臺地を形成し岩層稍と深く臺地の上部は緩勾配の山に連る。即ち兩岸比較的迫りて河深きのみならず左岸山腹に臺地を有するを以つて工事用諸設備、

材料の蓄積に適し、大堰堤を築造するに適當の地勢と云ふを得べし。

堰堤より下流發電所に至る間は兩岸何れも 200 尺以上の高所に點々猫額大の耕地と農民部落ありて小平坦部を成し、有史以前亂流したる時代の河床の跡を示す。又堰堤上流 7 哩餘に渉る浸水地域一帯は堰堤附近と略同様の地形にして、二三の部落は何れも湛水面より遙か高所の小臺地に散在し之れを縫ひつゝ上流す。縣道、里道の大部分亦山腹を走り、庄川に架したる橋梁以外は殆んど總て湛水面以上に在りて道路面以下は至る處斷崖絶壁をなせり。

斯く湛水區域一帯の地勢一般に急峻なるを以つて家屋の浸水するもの全くなく、河岸概ね斷崖を成すを以つて護岸工等を設くるの要なきは高堰堤計畫に躊躇せざりし所以亦茲にありと言ふべし。

(2) 地 質

地質の調査は大正 10~11 年に涉り米人技師指導の下に多額の經費を投じ多數のボーリングを行ひたるものにして、我國に於ける此の種工事に於て本工事情多數の試錐をなし綿密なる地質調査を遂げたるもの少なかるべし、而してボーリングを行ひたる區域は小牧の上流大橋より下流藤橋に至る 1400 間に於て大橋、御作、平南、同北、小牧、藤橋の 5 地點を撰び小牧に於て 45 箇所其の他の地點に於て各數箇所のボーリングを施行したり。

ボーリングは主として水上に於て施行する必要上先づ幅 5.9 呎、長 30 呎の木船を 2 艘並べ、船上に前後 2 箇所横木を渡して 2 船の間隔を 1.7 呎に保ち、横木の兩端を船外に突出し、此處に堅柱を取付け、其の柱端を河底に達せしめ即ち此の 4 柱によりて船の位置をボーリングを試みんとする處に固定したる上、2 船に跨りて据付けられたるボーリング機により試錐を行ひたるものなり。

ボーリング機は Calyx F-4 號を使用し 10 馬力石油エンジンにより之れを運轉したり。

上記の方法により當時採集されたるコアは徑 2 $\frac{1}{2}$ 吋、長さは完全なるものは 1 本 3 呎位に達するものあり。岩質は多く tuff breccia にして tuff, tuff and sandstone 等其の他を交じう。

ボーリングの深さは最深のもの水面より岩盤迄 51.4 呎、内砂利層を貫くこと 40.3 呎にして以下岩盤中の最深 60 呎に及びたり。

小牧堰堤を中心として其の前後に行はれたる試錐箇所は前記の如く 45 箇所にして、之れが記録は堰堤位置決定の資料たるのみならず工事實施に當り絶好の參考となりたり。

前記 5 箇所の試錐地點中、小牧以外の記録は直接必要なきを以つて之れを省き、茲に小牧堰堤附近に於ける試錐記録の一部を掲ぐ (附圖第五)。

大正 14 年日本電力會社が庄川水力より工事の委託を受け、余等之れが實施の任に當るや

更に地質の研究を必要とし、東京帝國大學教授工學博士平林武氏に小牧を中心とせる地質の鑑定を、震災豫防調査會委員工學博士物部長穂氏に地震に関する研究を乞ひ、又巖に米人技師の採集したるボーリング・コアに就て詳細調査を遂げたる上、之れ等コア中小牧に屬する分より 12 種を撰定し、京都帝國大學工學部土木教室に耐壓強度試験を依頼したり。

耐壓強度の成績次の如し。

小牧堰堤基礎岩石耐壓強度試験成績表 (大正 14 年 7 月 7 日實驗)

供試體 番 號	寸 法 (cm)			強 度 (kg/cm ²)	
	平均直徑	高 　　さ	斷 面 積	最初の龜裂	最大耐壓強度
1	6.15	6.70	29.7	319.8	414.2
2	6.25	5.50	30.7	423.5	661.2
3	6.06	6.00	28.8	319.5	304.6
4	6.20	6.80	30.2	364.2	503.4
5	6.30	5.80	31.2	336.5	429.5
6	6.20	4.90	30.2	341.1	563.0
7	6.05	7.00	28.7	453.0	494.8
8	6.10	6.80	29.2	246.6	298.0
9	6.05	5.80	28.7	418.2	700.4
10	6.10	4.50	29.2	661.0	1 119.5
11	5.65	6.60	25.1	442.2	713.2
12	6.05	5.90	28.7	355.5	411.2

此の表中最小強度は供試體第 8 號にして其の最初の龜裂強度 246.6 kg/cm² 即ち 225 ton/ft² なり。

之れを堰堤最大強度なる満水時、地震力を加算したる堤趾最大壓力度 22.66 ton/ft² に對比すれば尙 10 倍の安全度を有す。然れども第 8 號供試體の如き強度小なる岩石は兩岸袖堤基礎に存在するものにして、堰堤の最大壓力を及ぼすべき河底の岩石は大部分遙かに優質なるを以つて其の最小強度を有するものと雖も尙且つ 15 倍の安全度を有すべしと思考す。

平林博士の實地調査は前後 6 回に涉り行はれたるものにして、其の第 1 回は堰堤工事着手前とし、此の時堰堤豫定位置右岸取付に斷層を發見せられたるを以つて同博士の意見に依り右岸取付を下流に 65 呎移したること既記の如し。

其の後基礎掘鑿の部分的完了毎に實地調査を煩し、鑑定を乞ひたるものなり。而して掘鑿完了後の基礎岩盤は豫想の如く河中は概ね優質の tuff breccia にして殊に遮水溝部分は最堅緻なりしは幸なりき。

左岸袖堤下部は河中岩盤程可良ならずと雖も尙好適と稱すべく、右岸山腹は左岸より劣り角礫凝灰岩中諸處亞炭を含める泥板岩の薄層を介在したるを以つて、之れ等の部分は更に深く取除き、之れに優良のコンクリートを填充し其の内部にセメント注入を行ひたり。

堰堤基礎岩盤の實況は平林博士の報告に詳しきを以つて次に掲ぐることにしたり。

庄川小牧堰堤地質調査

(大正 14 年 8 月踏査)

工學博士 平 林 武

位置及び計畫

富山縣東礪波郡東山見村字東湯谷に於て庄川に高 260 尺、長 1000 尺の堰堤を設けて流水を遮斷し之れより水路延長 4000 尺、常時水量 4900 個を引用して發電をなす計畫なり。

地 質

堰堤附近の地質は第三紀層と之れを貫き噴出せる安山岩より成る。第三紀層は泥板岩、砂岩、凝灰岩、角礫凝灰岩より成れり。其の走向、約東西にして北方に 20~25 度の傾斜をなせり。而して堰堤より數丁北方なる藤橋より以北の地に於ては岩石は暗黄灰色或は帶綠灰色の泥板岩發達すれども以南の地には帶綠暗灰色の凝灰岩及び角礫凝灰岩のみにして稀に泥板岩或は薄層を挿めることあり。而して堰堤豫定地にて全部角礫凝灰岩にして其の質頗る堅固なるものなり。嘗て此處に下せるカリックス試錐のコア 12 個を京都帝國大學に托し其の耐壓力の試験を爲せり。

安山岩は堰堤より南方 10 丁許りなる大橋附近に廣く賦在せり。此の岩石は帶綠暗灰或は暗黒色にして白色の長石と黒色の輝石との斑晶を有せる輝石安山岩にして、時としては分解して變朽安山岩となれることあり。

質は角礫凝灰岩よりは一層堅硬なるを以つて、石材として使用するに適し、節理も發達するを以つて其の採掘亦容易なり。

意 見

上記せる如く堰堤地の岩石は塊狀の角礫凝灰岩にして割目少く、又此所は河幅も可なり廣きを以つて堰堤を建設するに好適せり。唯、此の堰堤の直ぐ前面には一つの斷層面ありて北 45 度東に走り、北西 73 度に斜下せり。

此の面に沿ひ摩擦粘土幅 5 寸許りあり。尙此の斷層を面に追へば左岸道路脇に於ける山澤に一致せる如く其所にては幅數寸の割目を存せり。

故に堰堤の位置は此の斷層より 10 間許り北方即ち下流に後退せしむるを安全なりとす。

(第二回乃至第六回實査報告省略) 以上

庄川堰堤耐震力調査書

震災豫防調査會委員

工學博士 物 部 長 穂

一. 堰堤地點に於ける古來の大地震

本堰堤築造地點の附近に於て倒潰家屋を生じたる程度の激震は概ね次の諸地震帯に其の震源を有するものなり。

- (イ) 越中、飛騨、加賀、越前に盤踞する山塊の地殻弱點
- (ロ) 越中、加賀の神合を過ぎる日本海地震帯
- (ハ) 信濃川地震帯
- (ニ) 美濃、近江、諸國に跨る琵琶湖附近地震帯

上記の中(ハ)は震源と堰堤地點との間に日本アルプスの大山塊の蹺躑するありて地震動の傳播を阻害し、(ニ)も亦中間に飛彈山塊の介在するあるを以つて源を之れ等の地震帯に發する大地震にありては堰堤地點に激震(低坦軟弱地に於て倒潰家屋を生ずる程度の地震にして最大水平加速度1500 糎以上)を惹起するが如き場合は極めて稀なるべし。

(ロ)に於ても震源は海岸より數哩以上を距つる日本海の沖合に位するを以つて沿岸の低坦地方には激震(大正14年但馬地方の大地震と同性質、同程度のもの)を見る事有之べきも、震源より十數里を距つる山中に位する堰堤地點に於て多數の倒潰家屋を生ずるが如き強震動を起す場合は稀有なるものと信ぜらる。

唯(イ)に震源を有する大地震にありては其の發生の機會稀なりと雖も本地點附近の工作物に及ぼす破壊力は最も大なるものたるを信ず。

次に古來の大地震にして堰堤地點に關係を有するものに就き震害の情況を略述し、震動の強さを推定せんに

(1) 天平寶字6年5月9日(西曆762年6月9日)中山道西部一帯に亘り大地震あり。本地點附近の低坦軟弱地に於ても多大の震害ありしものゝ如きも其の情況密かならず。

(2) 貞觀5年6月17日(西曆863年7月10日)越中、越後に大地震あり。其の震源は兩國々嶺の沖合日本海中(即ち(ロ)に屬す)にして従つて國境附近は震害甚だしかりしも、本地點の附近に於ては僅かに多少の潰家を生じたる程度なりしと推察され、附近平地(石動、福岡等の如き)に於ても最大水平加速度は1500 糎を超えざりしものと思はる。

(3) 天正13年11月29日(西曆1586年1月18日)北陸、中山、東海諸道の西部一帯に亘りて大地震あり。越中、加賀、越前、飛騨、諸國に於て震動最も激しく、就中越中西南部に於ては木船城崩壊し、城主前田秀繼匪死を遂げ、庄川上流に山崩ありて一時河道を閉塞したるの記録を存す。

按ずるに此の大地震は(イ)に屬するものにして河流沿川の低坦地に於ては最大水平加速度3000糎(震度約0.8~0.35にして大正12年の關東大地震に於ける小山、御殿場地方に比肩す)位にも達せしなるべく、従つて堰堤築造地點の如き堅岩層にありても尙0.15位の震度にして稍々強き上下動を伴ひしものと推定さる。

(4) 安政5年2月26日(西曆1858年4月9日)越前、越中、加賀に大地震あり。常願寺川水源大瀧、小瀧の兩山大崩壊を爲し一時河道を閉塞せり。

其の震源は(3)と同一系統なるも本地點を距る事稍々遠く、従つて庄川沿川に於ては多少の潰家を生じたる程度にして其の震動は砂礫層平地に於て水平加速度2000 糎を超えず。従つて本地點の如き堅岩層に於ては震度0.1内外に止まりしものと推測さる。

二. 本堰堤の有すべき耐震力

一般に砂礫泥土等の沖積層地に於ける地震の強さは其の附近堅岩層地のそれに2倍以上に達するを常とす。例へば大正12年9月の關東大地震に於て鎌倉地方の泥砂層に於ては震度0.4~0.45に達せしにも不拘、附近第三紀層地(土丹岩と稱する軟岩)にありては震度約0.2に過ぎずして、東京地方に於ても下町(泥砂層)に於て震度0.20~0.25に達せしもの、山ノ手(堅粘土層)にありては震度0.075に過ぎざりしが如し。

従つて古來の記録に止まれる大地震の被害狀況は概ね低坦軟弱なる沖積層地に關するものにして堅岩層地にありては震害著しく輕微にして震動遙かに弱きを常とす。故に堅岩地に於て將來遭遇すべき最強地震の強さを推定するに當りては附近一帯の大地震記録に依りて想定せる震度の約1/2を探れば充分安全なり。従つて本堰堤地點に於ては震度0.15の地震を以つて古來の最強記録と見做し、將來襲來の度れある地震の最強なるものと見做すことを得。即ち本堰堤にして此の程度の大震災に對し充分なる耐震力を有するに於ては將來大地震の爲に俄然倒潰するが如き恐れ絕對に無之ものと信ず。

一方堰堤に耐震力の必要なる所以を考ふるに巨量の池水と堆砂とを貯ふるを以つて大地震の際、不幸に

して缺潰の災を生ずるに於ては貯水、堆砂一時に奔騰して下流沿岸を掃蕩し其の慘害言語に絶するものあるべく、従つて國土住民の保安上、満水の場合に於ては將來襲來の處れある最強地震に對して充分なる耐震力を有せしめざるべからず。然るに一方營利事業の一設備としては震害の頻繁ならざる限り損害の巨額に上らざる限り若干の耐震力を低減して築造工費を節約するを以つて有利と爲す。即ち下流の安寧に無關係なる場合に於ては満水の場合に比し若干低き耐震力を與ふるを以つて最も適當なりと信ずるものなり。

之れを本堰堤に就て考ふるに震度 0.15 程度の大地震は有史以來僅々一、二回に過ぎずして、満水の場合 0.15 の耐震力を有せしむるに於ては震災に依りて下流に慘害を及ぼすが如き憂は絶體に無之きものと斷言するを得べく、次に震度 0.075 (前者の 1/2 にして大正 12 年關東大地震に於ける東京山ノ手に於ける地震と同程度) を有する大地震に就て見るも有史以來十數回を出でず。最近 500 年間に於て二、三回即ち 150-200 年間に 1 回の割合に過ぎず。従つて空虛の場合(或高さ以上の部分の安定を考ふる場合は池の水位、其の高さ以下に存する場合)に於て 0.075 の地震に對し充分なる耐震力を有するに於ては震害を被むるの機會、極めて稀にして、不幸にして震度遙かに大なる大地震に遭遇するも多少の水平龜裂を生ずるのみにして漏水(此の場合は池水面以上に於て龜裂を生じ而も堤前面即ち下流側表面に近き部分に止まる)倒潰等の恐れ皆無なるを以つて修理も亦困難ならざるべし。

以上の理由に依り本堰堤に於ては、満水の場合震度 0.15、空虛の場合震度 0.075 の地震に對して充分なる耐震力を有せしむるを以つて最も適當なりと信ずるものなり。

(終)

上記の如く岩盤は充分の耐壓力を有し堰堤基礎として好適なることを示すと雖も、本堰堤の如く溢流の落差大なるものに於て特に考慮すべき點は溢流に因る堤趾岩盤の磨耗洗削なりとす。之れ堰堤の直下流に水叩を設け副堰堤を築造せんとする所以にして、之れに先立ち堤趾附近の岩石片とコンクリート塊を内務省土木試験所に送り磨耗試験を行ひたり。

其の成績次の如くにして堤趾保護工の必要を示す好資料とす。

アムスラー硬度試験

庄川水電、川床岩盤

供試験 番 號	抵抗斷 面 積 cm ²	供試験 の高さ cm	供試験 の重量 g	500 metre 廻轉後				1000 metre 廻轉後			
				試験後の供試験體		重量 減 g	高減 cm	試験後の供試験體		重量 減 g	高減 cm
				高 cm	重量 g			高 cm	重量 g		
(A) 岩 石	36.36	6.020	524.5	5.910	476.0	48.5	0.710	4.575	410.5	114.0	1.445
(B) 岩 石	35.46	5.970	543.0	5.635	490.0	53.0	0.935	4.010	444.0	97.0	1.360
(C) 岩 石	36.15	6.035	530.0	5.515	483.5	46.5	0.520	4.700	419.0	111.0	1.245
(D) コンク リート	35.85	5.975	516.5	5.780	500.5	16.0	0.195	5.080	491.0	25.5	0.205

備考 コンクリートは B 種を用ふ。
Wet condition
Quartz sand as abrasive charge.

第四節 水量調査

庄川に於ける流量の調査は明治 39 年(1906 年)以來富山縣廳に於て行はれ居りたるも、

會社は一層精密なる水量測定を必要とし、下記測水所を設け調査を行ひたり。

小牧測水所
尾谷山測水所
藤橋測水所
假排水路内量水標

測水はエレクトリック・カーレント・メーターを用ひ、河川斷面を 10 呎毎に區分し、其の水深の 2 割及び 8 割の點に於ける流速の測定をなせり。

附圖第一乃至第三は庄川の流況を窺ふに足る可き標準圖なり。

附圖第一は 1921 年より 1926 年に至る 6 箇年間の流況曲線にして、細線は自然流量を、太線は貯水池にある調整豫想流量を示す。又鎖線は各平均流量を示す。

之れに依りて見るに庄川の流量は小牧附近に於て年最小流量は 900~1150 個にして、其の平均を 983 個とし之れを貯水池により調整するときは最小流量を 1250~1800 個と、又其の平均を 1490 個とすることを得るを知るべし。

次に半年平水に就て見るに平均流量 2350 個を調整して 2800 個となすことを得るを知る。而して上記調整流量は季節的調整に就て考へたるものなれども小牧發電所を日本電力會社の系統として取扱ふ場合は寧ろ毎日尖頭負荷に應じ最大 72000 KW を發電する爲に短時間 4200~4900 個を使用するを有利とするを以つて實際に於ては半季節的と時間的と結合したる複雑なる調整をなすべきものなり。

附圖第二は年流量圖表の一例にして、之れに示すが如く庄川は毎年 12 月中旬より翌年 3 月に涉り渴水し、4 月に入りて雪解水のため増し、4、5、6 の 3 箇月を豊水時とし、7、8 月の候、再び渴水し秋に入りて増水す。1 年を通じ流量の變化可成り著しきは以つて貯水池利用の有効なるを示すものと云ふべし。

洪水は 4 月及び 9 月の頃最も多く、例年 30000 個内外の洪水あり。本川は南より北に向ひ一直線に流るゝを以つて洪水は必ず南風に伴ひ出水時、水勢の早きこと本川の如きは稀にして所謂射水川の名に背かず。

附圖第三は洪水曲線圖の一例にして大正 14 年 8 月 17 日朝より出水を見、午後に入りて急激に増水し水勢矢を射るが如く、17 日夜半には最大 54000 個に達し俄に減水して、翌 18 日午前 3 時には 25000 個に減じ以下徐々に遞減し旬目を出でずして常水に復す。之れ庄川の downstream に尻無堤防の發達したる所以にして、小牧堰堤工事中は河床に据付けたる工事用機器其の他諸設備は出水を豫知するや否や直ちに起重機にて之れ等を安全地帯に引揚げ得る設備をなしたるものにして、庄川の出水は工事に當り不斷の注意を要したれども又減水の速きため洪水後は間もなく工事を繼續し得る便宜もありたり。當時上流岐阜縣内大白川發電所に出水報告を依頼し、出水の電報を受くるや直ちに應急の手段を取ることを得たるは同發電所

に對し感謝措く能はざる所なり。

第二章 各工事説明

第一節 小牧堰堤

1. 構造

小牧堰堤はコンクリート造拱形重力式堰堤なり。其の平面形狀は庄川本流を横斷し兩岸に跨りて拱狀を爲す。拱の曲半徑は中心點より堰堤上流面の天端に至る迄 880 呎なり。

本堰堤は中央部を溢流堰とし、兩岸取付を袖堤とす。溢流堰は延長 510 呎にして袖堤は右岸部 128 呎、左岸部 349 呎、即ち堰堤の總延長は 987 呎なり。

溢流堰は其の最大斷面積の箇所に於て基礎岩盤標高 340 呎以上、溢流堰頂標高 570 呎迄の高さを 230 呎とし其の上部橋面標高 600 呎迄の總高を 260 呎とす。

溢流堰頂には 16 基の橋脚を建て之れに橋梁を架す。橋脚の間には水面調整用鐵製テンター・ゲート 17 門を設備す。

橋梁は貯水池満水面以上 10 呎の高さに在り。左右袖堰堤の頂部を連絡し兩岸に亘る通路をなす。

貯水池の水面は満水位に於て標高 590 呎、即ち溢流堰頂以上 20 呎にしてテンター・ゲートの上端と一致す。此の水位は即ち常水位にして洪水時と雖もテンター・ゲートの調整によりて之れより水位を高むることなし。貯水を利用し得る最低水位は標高 540 呎にして有效水深を 50 呎とす。貯水池の全湛水量は 1 337 000 000 立方呎にして上記有效水深に對する有效貯水量を 655 000 000 立方呎とす。

袖堤は庄川の兩岸に位し其の最高部は基礎岩盤以上堤頂道路面に至る迄高さ 125 呎なりとす。袖堤の上部には 30 呎間隔に扶壁を設け溢流堰頂の橋脚と同様の體裁とし堤體の補強と同時に美觀を添へたり。

溢流堰と袖堤との境界には導流壁を設く。

堰堤の横斷面形狀は溢流堰に於ては上流面より 7 呎の點にテンター・ゲート閘を置きて此處を頂點とし、之れより上流に向ひ 1 呎 6 寸の水平部を挟みて半徑 10 呎、半徑 2 呎の連接せる 2 圓弧を以つて下向きに丸味を付け排水に有利なる形狀とし、閘より下流に向ては $e^2=47.5y$ なる拋物線形とし最大洪水量 130 000 立方呎/秒を支障なく溢流し得る形狀となしたり。堰堤上流面は標高 545 呎以上を垂直とし夫れ以下を勾配 10% の斜面となしたり。上流面に勾配を附したるは地震に對する安定度を増加せん爲にして上部標高 545 呎以上を垂直となしたるは之れを斜面とするよりも材料を節約し得るが爲なり。

下流面は拋物線以下を勾配 75% の斜面とし其の下端バケットを半徑 73 呎の上向き圓弧として水叩部に連接せしめたり。

堰堤の厚さは堤頂以下 20 呎の所、即ち標高 550 呎に於て 38 呎にして、底部基礎盤標高 340 呎に於て理論的厚さを 216 呎としたるもバケットと水叩との取付の都合より實際の底厚を 227.3 呎とし、此處に堤體と水叩との施工繼手を設けたり。

袖堰堤は堤頂標高 600 呎にして溢流部橋梁面と一致し堤頂幅員亦橋梁と同じく 15 呎とす。堤體の厚さは堤頂より 5 呎下に於て最小にして 5.5 呎を有し之れより下方に至るに従ひ次第に厚さを増し上流面は 10%、下流面は標高 570 呎迄を 50% 夫れ以下を 75% として溢流堤と同一斜面を保たしめたり。袖堤最大斷面積の底厚は總高 125 呎に對し 105.5 呎なり。

導流壁は厚さ 5 呎、直高 18~25 呎にして其の上端は溢流堤の左右端に降り下降するに従ひ次第に狭く、下端は在來の川幅に準じて縮小し以て堰堤の溢水を下流水叩に誘導するの用をなす。

水叩は堤趾バケットに引續き河底岩盤上にコンクリートを以て施設したるものにして長さ 196 呎、幅員 188 呎 6 吋とす。其の終端にコンクリート造副堰堤を設く。

副堰堤は平面形狀が弧狀をなして兩岸に誇り普通のラギー式堰堤とす。副堰堤は長さ 188 呎 6 吋、底厚最大 50 呎 6 吋にして之れに主堰堤の底厚 216 呎と水叩の長さ 196 呎とを加ふるときは堰堤底部の川沿ひ總延長は最大斷面の箇所にて 462 呎 6 吋に達す。

堰堤の上構に關しては前記の如く溢流堤上に 16 基の橋脚と延長 510 呎の橋梁及び 17 門のテンター・ゲートを有し又袖堤の右岸寄りに魚道を、左岸寄りに木材運搬用コンベヤーを設く。

橋脚は心々 30 呎に配置し各其の高さ 30 呎、厚さは上流部に於て 5 呎とし其の尖端を劍先として水切金物を附す。堰堤の平面形狀は圓弧なるを以つて橋脚の厚さは下流に赴くに從ひ漸縮しテンター・ゲート・ヒンデ箇所以下を 4 呎 10 吋とす。而してテンター・ゲート設備の必要より橋脚間の徑間は上下流共一様に 25 呎とし、之れに幅 25 呎、高さ 20 呎のテンター・ゲートを設備したり。橋脚は鐵筋コンクリート造にして外力に對して必要なる鐵筋を挿入したる外、テンター・ゲート組立の爲の鐵構及び同ゲート・ヒンデ取付用徑 3 $\frac{1}{2}$ 吋の鎖釘を埋藏す。

橋梁も亦鐵筋コンクリートにして 2 本の 24 吋×7 $\frac{1}{2}$ 吋工形桁と、2 本の 16 吋×6 吋工形桁とを主桁とし必要なる補助鐵筋を加へ之れにコンクリートを被ひたる構造とす。

橋梁の幅員は外法 15 呎、内法 13 呎 10 吋とし橋面にテンター・ゲートの捲揚機を配列し其の傍を通路とす。橋上 3 箇所の露臺を貯水面に突出し此處に排砂門捲揚機を設置す。高欄は高さ 3 呎 6 吋にして簡單なる胸壁とし、橋脚及び扶壁上に一つ置きに電燈柱を建て柱

頭に圓盤形の電燈を取付け夜間作業に便すると共に堰堤上構の美觀を添へたり。

排砂水門はキャタピラー・ゲートを用ひ其の闕面を標高 470 呎即ち常水位以下 120 呎の深所に置き溢流堤内に間隔 90 呎に 3 箇所設備したり。本水門は高さ 9 呎 $1/4$ 吋、幅 8 呎 6 吋にして橋面露臺に設置せる捲揚機にて鋼索によりて操作せらる。水門の入口は高 10 呎、幅 14 呎にして此處に鐵筋コンクリート造塵除を設け其の間隔を 19 吋としたり。排砂路は横断面、圓形にして直徑元口にて 7 呎、出口にて 5 呎とし表面を鋼板にて卷立つ。排砂路出口の中心は標高 435 呎とし之れより水叩に排出するものとす。

魚道は複式籠捲揚式にして右岸導流壁の外側に傾斜軌道を設け、之れによりて木造魚籠を上下せしむ。魚道の登り口は普通の魚梯にして副堰堤の右端に開口し上端即ち放魚口は袖堤の頂部を横斷し樋により貯水池に放魚し得る設備となしたり。

木材運搬用コンベヤーは堰堤左岸に近く設備す。貯水池内を筏又は船積みとし汽船にて曳航されたる木材を此のコンベヤーにより引揚げ左袖堤の頂部を乗越へて堰堤の下流山腹に施設したるプラット・ホームに連絡し此處にて貨車に積込み以下軌道にて下流方面に運材することゝしたり。

堰堤は温度の變化に基く伸縮に因り生ずべき龜裂を防ぐが爲、堤の高さに應じ 90~43 呎間隔に縦の伸縮繼手を設け全堤長を 15 の個體に分ちたり。此の繼手は堤頂より底部に至る迄垂直に設けたりと雖も、其の最深部は標高 400 呎に止め、夫れ以下には之れを設けず。繼手の構造はコンクリート面に幅 5~4 呎、厚さ 2 呎の凹凸部を 24 呎間隔に縦に設けて隣接せる 2 個體の噛み合ふ様になし且つ繼手より洩水を防ぐ爲、堰堤上流面より 4~7 呎内方に堤面に平行に繼手を横斷して銅板を挿入したり。此の銅板は厚さ $1/4$ 吋、幅 18 吋にして繼手を一直線に遮斷し銅板の一端は一方のコンクリートに定着し他端は他方のコンクリート中に滑動し得る様になしたり。

堰堤の断面決定に當りては漏水に因る揚壓力を計上したりと雖も施工に當りては極力漏水を防止する目的を以つて下記の如きコンクリート配合を用ひたる外、堤踵に遮水壁、基礎岩盤にグラウチング及び堤體内部と岩盤に排水設備を施し漏水あらば堤體内に設けたる監査廊に導き之れを排水暗渠に集めて堤の下流に排除することゝなしたり。

遮水壁は堰堤と岩盤との取付よりの漏水を防止せんが爲にして堤踵基礎に標準寸法、幅 12~17 呎、深さ 10 呎の溝を河川と兩岸の山腹を横斷して掘り下げ其の溝底岩盤にグラウチングを施工したる後、溝内に特に優良のコンクリートを填充したるものなり。

上記グラウチングは岩盤中裂隙よりの漏水を防止する目的を以つて遮水溝底に深さ 20~45 呎、孔徑 4 吋のグラウチング孔を上下流 2 重に堤の全長に涉りて 10 呎毎に、而して上下流の間隔を 8 呎に即ち千鳥形に穿孔し之れにセメント乳を注入したるものなり。而も尙岩

盤及び堤踵付け根より多少の漏水あるを慮り之れを下流に導きて堰堤に影響無からしむるため遮水溝に近く其の下流岩盤中に標準深 30 呎の排水口をグラウチング孔と同様に一列に 10 呎間隔に設け其の上端を堤内に埋設したる排水管に接続し之れを下部監査廊に導きたり。

監査廊は上下部の 2 路に別れ、上部監査廊は堤頂に近く標高 545 呎及び 565 呎の 2 段に略々水平に設け且つ堰堤上流面より 6 呎の所に置き其の大き、高 7 呎、幅 4 呎とす。

下部監査廊は左右の上端は上部監査廊に連絡し、最低部は標高 413 呎とす。

之れが堰堤上流面よりの距離は 19.2~7.5 呎にして其の大きを高 10 呎、幅 8 呎とし必要に應じ鑽孔機及びグラウチング機を廊内にて使用し得る大きとなしたり。

上下監査廊は堰堤の略ぼ全長に亘り其の左端は標高 560 呎に於て右端は標高 533 呎に於て共に堤外に通す。

堤体内排水管は径 8 吋の素焼土管を用ひ堰堤上流面に近く凡て縦に布設し且つ其の上端は上部監査廊内の小溝に又下端は下部監査廊の天井に開口し垂直に設けたり。

排水管相互の隣接間隔は 10 呎にして前記岩盤中に通ずる排水管と總て同位置に配置したり。岩盤に通ずる排水管の下部監査廊に開口する部に曲管を用ひたるは之れを垂直に設くるときは雑物の落下する虞あるを以て之れを避けたるに依る。

堤内の滲透水又は岩盤中の漏水は之れ等の排水管によりて一旦下部監査廊に集められ更に高幅共 2 呎の 2 本の暗渠によりて下流に導かるゝ設備となしたり。

本堰堤はコンクリートに玉石を混入し築壘したるものにしてコンクリートは其の配合を 4 種に分ち水圧と強度に應じ經濟的施工をなしたり。即ち A 種はコンクリート 1 立方メートルにセメント 300 kg 使ひとし、堤踵部最も水密を要し且つ強度大なる所に、B 種は同セメント 270 kg 使ひとし堤趾強度最大の部分を始め堤體上流面並に底面等、水密を要する箇所に又下流斜面は磨損防禦の意味を以つて其の他溢流堤頂、橋梁、橋脚等鉄筋コンクリートの部分に凡て B 種を用ひたり。C 種は同 240 kg 使ひとし堤體內中部以下、D 種は同 210 kg 使ひとし中部以上強度小なる所に使用したり。

コンクリート施工に當つて凝固熱測定の目的を以つて白金製溫度計をコンクリート中に 28 個埋設し、之れが導線を下部監査廊に集めてコンクリートの状態を測定する設備としたり。コンクリート及び其の溫度測定に就ては更に詳述すべし。

堰頂上構、橋梁、橋脚等引長力を受くべき箇所及び溢流堤頂に於て満水時張力を受くる場合を考慮し之れ等に必要なる筋鐵を挿入したり。又下流面下部のバケットは此處を流下する水速大にして磨損を起し易きを以つて將來修理に便する爲、表面に近く少量の鐵筋を用ひたり。

2. 準備工事

(a) 假排水路

堰堤工事中水線用の水路にして庄川の右岸に設けたる開渠なり。大正 14 年 4 月起工し、假締切工事との關係上、非常に施工を急ぎ當時専用鐵道未だ成らず、機械其の他の設備不完全の時代に於て數回の洪水に遭遇し又一部地方民の妨害運動を受けつゝ工事を遂行し同年末竣功を見るに至れるものなり。

水路は岩石を掘鑿し側壁及び底面をコンクリート造としたる開渠にして中央堰堤部分を暗渠としたり。

延長 1100 呎、幅員入口 33 呎、出口 41 呎、堰堤區間は渠心に厚 6 呎、長 270 呎の隔壁を設け幅員各 21.5 呎の 2 暗渠となしたり。水深は最大流量 15 000 個の時暗渠入口に於て 21.5 呎とし、之れより上流は 7 000 個迄は水路入口より流入するも之れを超ゆれば第一縮切を溢流して途中よりも水路に入ることゝなしたり。而して 15 000 個を超ゆるときは第二縮切を溢流せしめ堰堤工事を一時中止し減水を待つて工事を繼續することゝなしたり。水路の流量を 15 000 個としたるは之れ以上の出水は記録に由れば、年四、五回にして且つ庄川は出水急速なるも減水亦著しく速き故之れ等の流況を考慮し上記流量を適當としたるなり。

渠底は勾配 1/400 にしてコンクリート工は中央堰堤區間は基礎根入を深くする爲と且つ堰堤工事中、排水路よりの漏水を無からしむる爲 1:2:4 厚 4 呎とし其の他 1:3:5 厚 1.5 呎としたり。

勾配 1/400 は水路としては適當なりしと雖も、通水後、溯魚の狀況を見るに鱈は之れを溯り得たれども鮎は急流に過ぎ押し流されたるを以て水路出口に特種の捕魚設備をなし鮎を捕へ人力にて上流に放ちたり。

假排水路を計畫するに當り流量と共に最も考慮を要するは渠底と河床との關係なるべし。本排水路の底面を大體河川平水位に近く爲したるは水中コンクリートを避けんが爲にして且つ當時非常に完成を急ぎたと締切工事に相當確信を持ちたる故にして渠底の高きことは水躲し困難にして假締切工事に對し不利なりと雖も堰堤完成後湛水に當り再び他の暗渠に水を躲し排水路内にコンクリートを填充する場合を考ふるときは渠底の高き程有利なるを以つて之れ等の事情を考慮し入口敷面を標高 380 呎に決定したる所以なり。

水路中堰堤遮水溝に相當する所は特に深く掘鑿しグラウチングを施し、又遮水溝と其の上流角落溝との區間約 40 呎は渠底を鐵筋コンクリートとし將來湛水開始に際し角落を挿入したる場合滲透水によりて渠底の破壊せられざる様施工したり。

(b) 假締切

假締切は堰堤工事中、庄川を一時堰き止め、河水を假排水路に轉流せしむ。

之れが成否は直接堰堤工事に大關係を有するのみならず渇水時と雖も流量 1 500 個内外のこと多く、加ふるに河底砂利層深きを以つて工事容易ならず。計畫に當つては特に慎重考究

したり。

初め米人技師の計畫は堰堤上下流に crib work を 1 箇所づゝ築造し假締切に宛てんとしたり。而して crib work より漏れは察するに之れを更に簡單なる締切にて木樋等に集め下流に排水し堰堤敷の掘鑿を行はんとしたるが如し。即ち該計畫によれば上流假締切は假排水路入口に接し、高 24 呎、敷幅 36 呎の crib work を、又下流假締切は出口に接し、高 18 呎、敷幅 27 呎の crib work を何れも直接河床即ち砂礫上に築造することとし、上下兩締切の挟む河長を 980 呎としたり。

之れ等 crib work の構造は高 12 吋、厚 10 吋の米松を以つて水側を垂直に、反對の側を幅 9 呎、高 6 呎の階段狀に組立て其の内部には砂礫を填充し又水側には板を張り立て其の前面に不透水性の土砂を投入することとしたるものなり。然れども上記米國式工法は邦人に不慣なると且つ出水常無き本川の如きに於ては所定の工期に成功覺束なしと、思料したるを以つて之れを改めて川倉及びコンクリート堰に依る内外二重締切となし、上流より第一、第二、第三、第四假締切と呼びたり。

締切を施行すべき附近は平均水面勾配 4.4/1000、水深は流量 3000 個(約 4 箇月常水)の時河心に於て 9 呎内外とし、第一締切右端は特に深淵をなし、第三締切左端は急湍なりき。河床は砂礫に玉石或は轉石を交へ、深き所にて約 25~40 呎とし第三締切左岸附近は特に砂利層深かりき。

(1) 第一及び第四假締切 第一假締切は假排水路の入口に、第四假締切は出口に近く、兩者の間隔約 1000 呎なり。

之れ等締切は河水を假排水路に轉流すると同時に第二第三締切の施工に對する豫備施設とす。

第一及び第四假締切の構造は主體を二重の川倉工とし竹蛇籠を以つて補強し空際に不透水性砂礫、粘土等を填充し其の下流端を木工沈床を以つて固めたるものにして共に河床砂礫上に直接築造したり。

川倉工は富山縣の河川に發達したる水制工にして、就中庄川地方民の得意とする工法なり。川倉の大きさは普通棟木の長を以つて何間川倉と呼ぶ。

第一假締切の構造は 5 間川倉を主構としたるを以つて先づ末口 5 寸、長 4 間の生松丸太 2 本を合掌木とし末口 7 寸、長 5 間の生松丸太 1 本を棟木とし、河岸水淺き所に於て尖塔狀に組立て之れに砂拂木、桁木、堅、横棚木等其の他必要なる材料を取付けて所謂 5 間川倉を仕組み、一組宛船積とし河中適當の箇所に投入し、之れを船上より長桿を以つて操り浮動させつゝ所定の位置に据ゑ着けたり。次で玉石を船にて運搬し棚上に投込む。斯くして川倉並列したる時、横木を以つて連結したり。

斯くの如くして二重の川倉を据ゑ付けたる後、川倉相互の間隔に徑 3 尺、4 尺、5 尺の長短竹蛇籠を堅に詰め、川倉の前面にはネコダと稱する不透水性蘆席を垂らし其の前面に亦蛇籠を堅に据ゑ附圖第二十の如く断面三角形とし之れに徑 4 尺の蛇籠を前後より持たせ掛け水中に 2 列の堤防を築き上げたり。之れにより 2 堤の間は靜水となりたるを以つて下流堤の上流面に古壘及びシートを重ね、其の上に厚き 7 尺の山土を置き更に殘部空隙に砂礫を填充したり。

斯くして主體構造成りたるを以つて溢流時表面の流失を防禦する爲コンクリートを以つて上部を薄く被覆し且つ下流端に木工沈床を設備し根固めとなしたり。而して之れが出来形は高さ 23 呎、數幅主體部 123 呎、木工沈床部 60 呎、計 183 呎とし更に其の上流面に 3 間川倉を排水路入口より左岸に向ひ斜に設置し、水路に呑み込みを容易になし尙上流左岸 2 箇所に同じく 3 間川倉を以つて水跳を設けたり。

之れによりて庄川の水を約 7000 個迄假排水路に水替し得べく之れを越ゆる時は第二假締切の完成を待つて 15000 個迄水替し得ることとなしたり。

第四締切は第一締切と構造同様にして其の異なる所は主體の 5 間川倉に代ふるに 3 間川倉を以てしたると従つて構造一般に小形となりたり。之れが出来形は高さ 12 呎、數幅主要部 91 呎、木工沈床部 27 呎、計 118 呎とす。(附圖第二十二参照)

第一及び第四締切工事に着手したるは大正 14 年 12 月初旬にして上記の如く河岸に於て先づ川倉を組立て諸材料を蒐集し正月元旦より風雪を冒し一齊に川倉の投入を行ひたり。時恰も流材の季節に當り施工困難を極めたるも従事員の努力空しからず漏水時を逸することなく晝夜兼行急速施工し 2 月 15 日遂に完成を見るに至れるものなり。

(2) 第二及び第三假締切 第二假締切は其の中心に於て堰堤の上流面より上流約 40 呎第三假締切は同じく堰堤の下流面より下流約 50 呎に位し、兩締切の中心間隔を 310 呎とし堰堤敷地を挟んで相對峙す。

構造共にコンクリート造拱狀堰にして下端は河底岩盤に密着せしめ堰堤敷地をして出來得る限り無水状態たらしめんと努めたり。

本工事は概ね水中施工に屬するを以つて自然標準設計と實施出來形とは相違を來したる點多し 以下構造並に施工に就き詳述すべし。

第二假締切は半徑 100 呎、弦長 135 呎上流に面したる拱狀堰にして當初計畫に當りては砂礫層を 27 呎と見込み、堰の總高を 56 呎とし内下部 30 呎は水中コンクリート工として厚さを 12 呎、上部 26 呎は水上施工として厚さを 2.5~4.5 呎としたり。

第三締切は半徑同じく 100 呎、弦長 150 呎、下流に面したる拱狀堰とし、砂礫層を 34 呎と見込み堰の總高を 48 呎とし、内水中施工部 39 呎の厚さを 10 呎、水上部 9 呎の厚さを

1.5~6 呎としたり。之れ等縮切の天端高は假排水路に 15 000 個轉流し得る様、前者を標高 401 呎、後者を 384 呎と定めたり。従つて堰堤工事に當り出水 15 000 個を超ゆる時は假縮切を溢水すべきを以つて工事を中止すべしと雖も堰堤壘築高まれば假排水路は水壓隧道に變じ何程にても排水し得べし。

第二及び第三假縮切工事に着手したるは大正 15 年 1 月にして當時第一及び第四縮切は未だ竣功せざりしと雖も本工事中最も困難なる河床浚渫を急ぎたるを以つて前年米國に注文したる浚渫機械の到着を待つて直ちに着工したる次第なり。

浚渫機は

Mundy Co. 製 10 ton—steel guy derrick with 80 HP 3 drums hoists 4 基
にして之れ等を兩縮切の兩端左右岸に 1 基宛、即ち 4 基据付け其の各に

Heyward Co. 製—3/4 cub. yd. orange-peel bucket

を連結せしめ一齊に河床の浚渫を開始したり。

浚渫機は上記 orange-peel 4 組の外尙同所製

Clam-shell bucket	3/4 cub. yd. 3 組
Drag-line bucket	3/4 cub. yd. 2 組

を用意したれども河中諸々大なる轉石有りしを以て orange-peel 最も成績良く終始之れのみ
に依れり。

2 月中旬、第一縮切の竣功するに及んで河水は大部分假排水路に轉じたるを以つて第二、
第三縮切箇所の水位は著しく減じ浚渫容易になりたれども第一縮切より滲透する漏水尙 30
個ありたるを以つて更に第一及び第二縮切の中間に蛇籠と粘土とを以つて高さ 4 呎の補助縮
切を造り之れに幅 3 呎、深 2 呎、長 38 呎の木樁を接續して上記漏水を下流に排除したり。

Orange-peel による浚渫は順調に進みたれども深くなるに従ひ礫層堅くして浚渫次第に困
難の度を加へ未だ岩盤に達せざること 4~5 尺の所に於て掘進遂に不可能に陥りたり。爰に
於てか潜水夫をして掘鑿を試みたれども亦遅々として進まず、出水季を目前に控へ全く窮す
るに至れり。偶々縮切の中心に當り河底に大轉石の横はるを確かめたるを以つて之れを支臺
とし其の左右は礫床上に直接拱狀堰を築造することとし、然る後第二、第三縮切間を出來得
る限り水替へを爲し、潜水夫をして未了の部分を掘鑿せしめつゝ抜き掘り式にコンクリート
を填充する方針を採ることに決定したり。

此の際最も懸念したるは季節漸く出水期に入りたるを以て施工中洪水が縮切を溢流するこ
とあらんか、縮切下流の堅き礫層を洗掘せられ或は浚渫を助けらるゝが如きこと無しとせざ
るも同時に堰の底部に空洞を生じ堰體の破壊することなきやを恐れたり。然れども當時徒ら
に逡延を免がれざる事情あり。遂に上記工法により進工することに決定し最善を盡して天運

に待つことゝしたり。依つて第二縮切上流右岸に 30 H.P. 及び 75 H.P. のポンプ各 2 臺宛を、又第三縮切下流左岸に 100 H.P. 及び 75 H.P. のポンプ各 2 臺と、30 H.P. のポンプ 1 臺、合計 590 H.P. 9 臺のポンプを据付け、上記木樋による排水と相俟つて出来得る限り水位を低下することに努め、一方 60 封度軌條を利用して支柱とし水中に型板を組立て 2 月 26 日より第二縮切のコンクリート作業を開始したり。之れより先き第二及び第三縮切の右岸端に各 7 切練り mixer を 2 臺宛、又第二縮切左岸山腹に 14 切練り mixer を 2 臺、合計 6 臺設置し、guy derrick により、clam-shell, bucket, を連結して之れにより水中コンクリートを施工し終に 3 月 4 日、標高 375 呎迄打ち終り引續き水上コンクリートに移り 3 月 9 日天端を打ち上げたり。

第三縮切も亦一部岩盤に達せざる箇所を除き、第二縮切と略々同時に施工完了したり。越えて 4 月 3 日、20 000 個の出水あり。忽ち第二縮切を溢流し、果して其の下流及び底部砂利層を洗掘したるも堰體に何等損傷を與へざりしは實に倥倥と云ふの外なかりき。

引續き潜水夫をして河底を掃除せしめたるに終に岩盤に到達することを得たるを以つて直に袋詰めコンクリートを以つて堰底に填充せしめ滲透水ある箇所には排水鐵管を挿入し其の周囲を充分詰めたる上、更に堰の下流端に水中コンクリートを以つて腰巻を施し爰に附圖第二十一の如き出来形を構成し得たるものなり。

斯くの如く第二縮切は洪水を利用して成功を見たるものなりと雖も上記 4 月 3 日の洪水にてはポンプ 12 臺を浸水せしめ、又 4 月 20 日及び 5 月 30 日の出水は共に 15 000 個以上に達し又 5 月 7 日には 30 000 個の出水を見、何れも第二縮切を溢流し其の都度多少の被害ありしと雖も同時に河底洗掘の恩恵を受けしこと多大にして然も之れがため堰の底部に空洞を生じたるに係らず堰の缺壞又は水と砂礫との恐るべき噴出等の事故無く、無事目的を達し得たるは假令堰の形式を拱狀にしたること及び堰の中心に大轉石の支臺として役立つること或は豫め堰の上流に粘土を填充し置きて滲透水を遮斷したる等の工法が偶然効果を奏したるものとは云へ、之れが成功は一に天祐に出るものと云ふの外なし。

斯くて第二及び第三縮切は共に 7 月末竣功を見るに至れるを以つて曩に挿入し置きたる排水管を閉栓せるに兩縮切共各約 2 個宛の漏水に止まるを知り、ポンプを以つて完全に堰堤敷地を無水状態と爲し得る確信を得たり。

第三假縮切は上記第二縮切と略々同様の工程を経て完成せるものにして、orange-peel を以つて浸漑を進むるに従ひ豫定位置の少しく上流に岩盤の淺き所あるを發見したるを以つて俄に位置を變更したり。従つて右岸寄り大半は容易に施工し得たるものにして左岸寄りに唯一箇所、特に深所あり浸漑不可能なりしを以つて其の部分のみ砂利床上にコンクリートを施工し置き水替後、徐々に抜き掘式にコンクリートを填充し、第二縮切に比し容易に完成する

を得たり。

(a) 工専用専用鐵道

工事材料運搬のため加越線青島驛を起點とし、會社青島材料置場を経て上流小牧及び下流砂利採集地に至る専用鐵道を布設したり。

本鐵道は單線にして軌間 3 呎 6 吋、60 封度軌條を用ひ電氣及び蒸汽兩機關車を併用す。

(1) 青島材料置場 (青島ヤード) 専用鐵道の中心驛にして、青島驛起點より 1/4 哩、庄川左岸に在り。之れより上流に向ふを小牧線、下流に向ふを砂利線とす。

本場は總ての工事材料の集散地にして、總面積 8500 坪を有し、運輸事務所を始とし操車場、セメント其の他の倉庫、機械及び電氣の修理工場等を設け又一部を砂利及び砂置場並に水壓鐵管組立場に當てたり。

(2) 小牧線 青島ヤードより庄川の左岸に沿ひ、發電所裏を通り小牧堰堤に達す。延長 2 哩 03 鎖、最急勾配 1/30、最小曲線半徑 3 鎖、中間に 4 箇所の側線を有す。

主なる線路構造物は延長 300 呎の隧道、徑間 70 呎、鋼桁、其の他數箇所の木橋なり。

(3) 砂利線 青島ヤードより庄川左岸堤防上を北へ走り、下流太田村に至りて堤内に下り延びて柳瀬村開發に至る。總延長 4 哩 71 鎖、最急勾配 1/33、最小曲線半徑 4 鎖の砂利及び砂採集線なり。

線路は大半庄川の堤防を利用したるを以つて構造物としては用水を横斷する數箇所の架橋に過ぎず。然れども堤防敷上には電車線用の建柱を許さざるを以つて蒸氣機關車を用ふることをし従つて本線より小牧に砂利及び砂を輸送する爲には青島ヤードに於て電氣機關車と取換を要したり。

(4) 車 輛

種 別	數	容 量	備 考	製 造 所
電氣機關車	4	(自 重) 25噸	直流 65HP, 550 V, 4 個	川崎造船所
蒸氣機關車	1	(") 24"	六輪聯結タンクエンジン	Pittsburgh Co,
	1	(") 24"	"	Baldwin Co.
	1	(") 30"	"	Orenstein & Koppel
	1	(") 28"	"	"
Dump car	170	(積載量) 0.5立坪	砂 利, 砂 用	
Flat car	24	(") 0噸	セメント用	

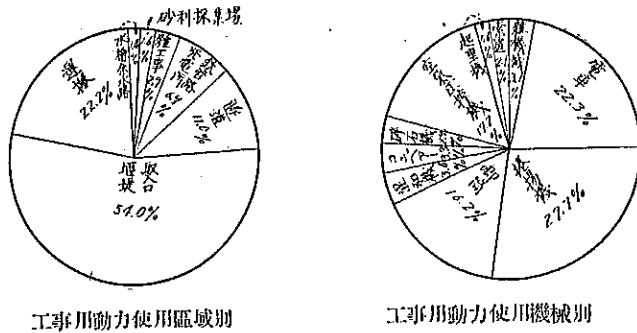
(5) 材料輸送量及び時間

區 間	哩 程	機 關 車	一列車の車輛	一列車の積載量	所要時間
自 太 田 村 至 青島ヤード	3.5 哩	4-steam loco.	20-dump cars	砂利, 砂 10 立坪	片 道 20分
自 青島ヤード 至 小 牧	2.5 哩	4-elec. loco.	10-dump cars 6-flat cars	砂利, 砂 5 立坪 セメント 180 樽	片 道 17分

(d) 工事用動力

工事用動力は砂利線に於ける蒸汽機關車運轉を除き、總て電力に依りたり。其の使用別を百分率を以つて大別すれば次の如し。

第一圖



而して之れ等に給電する爲、下記

- 青島變電所 (出力 600 KW 青島ヤード及び砂利採集地域用)
- 尾谷山第一變電所 (出力 500 KW 電鐵用)
- 尾谷山第二變電所 (出力 1200 KW 水路、發電所地域用)
- 小牧變電所 (出力 2400 KW 堰堤地域用)

4 工事用變電所を設置し、日本電力株式會社戸出變電所より引出したる特別高壓 22 000 V 工事用送電線路に接続せり。

之れ等の工事用送電線路は本發電計畫當時に建設せられ、相當の年數を経過したるを以つて此の地方特有の烈風時に於ける危險を慮りたるを、工事の爲、何時送電上の支障を來さざるとも計り難きを以つて工事區域の兩端たる青島變電所、小牧變電所間は特に豫備送電線路一回線を専用鐵道に沿つて設けたるものにして、之れ等の關係は附圖第二十三に示したり。

而して上記 4 變電所に於て工事用機械類に供給するものは高壓 3300 V に、電車に供給するものは直流 600 V に降壓又は變流したる電力は全工事區域に架設せられたる配電線路を通じて分配し、工事最盛期に於ては工事用電力需要曲線圖に見る如く、掘付機械總馬力數 4500 IP の約 43% に相當する最大供給電力 1440 KW を示したり。

(e) 工事用機器

工事用機器は堰堤工事で使用せしもののみならず全工事に関するものを便宜效に蒐録し、使用箇所別に列記して各用途を明かにしたり。

而して之れ等機器は空氣壓搾器其の他數點を日本電力株式會社より譲受けたる及び米人技師時代、準備されたる Calyx drill 2 臺、derriack 1 臺等數點を除き其の他全部大正 11.

15 兩年に新規購入したるものなり。

専用鐵道に關するものは其の項に記したるを以つて、又堰堤 mixing plant に屬するものは堰堤コンクリート工の項に詳記するを以つて共に茲に記せず。而して茲に擧ぐるものは會社所持のものに限り請負者に屬するものは記せず。

Dam site				
Name of machine	Capacity	H.P. of motor	No. of set	Sum of power
Air compressor with receiver	600 c-ft/min.	100	3	300
Steel guy derrick crane	10 tons	80	4	320
Ditto	5 tons	30	1	30
Orange-peel bucket	3/4 c-yard		4	
Clam-shell bucket	3/4 c-yard		3	
Drag-line bucket	3/4 c-yard		2	
Cable tramway for boulder	5 tons	50	1	50
Concrete mixer	14-S	10	2	20
Ditto	7-S	5	2	10
Crusher	15" x 9"	15	1	15
Ditto	10" x 7"	10	1	10
Lifting machine	4 tons	80	1	80
Ditto	2.5 tons	40	2	80
Ditto	2T, 1.8T & 1.2T	35, 30 & 20	4	105
Centrifugal pump	3 000 gal/min.	100	2	200
Ditto	3 000 gal/min.	75	4	300
Ditto	1 800 gal/min.	40	2	80
Ditto	750 gal/min. etc.		6	102
Rock drill	bore 2 1/2" dia.		1	(for grout hole)
Ditto	I.R. type { B.C.R. 430 B.A.R. 13 B.A.R. 33		32	
Sharpener	I.R. type #50 & #33		4	
Grouting machine			3	
Sauroman's cable way excavator	1 1/2 c-yard		1	100
Pneumatic grinder	I.R. #7. & #601		9	
Calyx core drill	F-4	10	4	40
Intake, tunnel and surge-Tank				
Air compressor with receiver	600 c-ft/min.	100	4	400
Guy derrick crane	5 tons	15	1	15
Stiff-leg crane	5 tons	75	1	75
Concrete mixer	14-S	10	1	10
Ditto	7-S	5	6	30

Name of machine	Capacity	H.P. of motor	No. of set	Sum of power
Crusher	10' × 7'	10	2	20
Hoisting machine	2.5T, 1.5T & 1T	40, 23 & 10	6	114
Centrifugal pump	25 c-ft/min. & 2 c-ft/min.	30, 5 & 2	7	51
Rock drill	I.R. type #248, 26, 430 etc		73	
Sharpener	I.R. #50 & #33		5	
Grouting Machine			3	

Power station

Air compressor with receiver	600 c-ft/min	100	1	100
Concrete mixer	14-S	10	1	10
Ditto	7-S	5	2	10
Hoisting machine	1 ton	10	2	20
Centrifugal pump	240 c-ft/min. & 25 c-ft/min.	40 & 2	3	44
Rock drill	I.R. #430 & #33		11	
Sharpener	I.R. #33		1	

Aoshima repair works

Name of machine	Capacity	No. of set	Horse-power
Lathe	12' × 12'-0''	1	} 20
Ditto	8' × 8'-0''	1	
Radial drill	3'-0''	1	
Up-right drill	20''	1	
Shaping machine	24''	1	
Milling machine	universal type No. 2.	1	
Power hack saw	8'' & 6''	2	} 20
Bolt cutter	1 1/2'' ~ 1/2''	1	
Grinder	Emery & Tool	3	
Pneumatic hammer	1/4 ton	1	
Acetylene welder		1	
Plate bending machine	3/8'' × 5'-6''	1	
Electric grinder	1/2'' × 6''	1	
Electric hand drill	1 1/4'' & 1/2''	2	
Blower	12'' & 8''	4	
Pneumatic hand drill	1 3/4''	1	

Komaki repair works

Lathe	8' × 8'-0''	1	} 5
Up-right drill	20''	1	
Pipe threader	6'' ~ 1 1/4''	1	
Power hack saw	6''	1	
Emery grinder	2'' × 14''	1	

Name of machine	Capacity	No. of set	Horse-power
Acetylene welder		1	
Hand winch	10, T5 ^T & 3 ^T	5	
Chain block	10, T5 ^T & 3 ^T	9	

Komaki carpenter shop

Circular saw	24"	1	} 5
Band saw	24"	1	
Wood planer	16" × 6"	1	
Grinder		1	

Aoshima yard

Name of machine	Capacity	H.P. of motor	No. of set	Sum of power
Crusher	15" × 9"	15	1	15
Ditto	10" × 7"	10	1	10

Ota gravel pit

Crusher	15" × 9"	15	3	45
Ditto	10" × 7"	10	2	20

(F) 道路付替, 兩岸連絡, 假建物, 給水施設等

下記準備工事又は假施設は堰堤工事に直接關係以外のものも總て茲に蒐録したり。

(I) 道路付替 (i) 左岸青島下梨線縣道付替 堰堤及び取入口工事に先立ち堰堤左岸附近の縣道を付替へたる工事に於て、道路幅員 9 呎最急勾配 1/10 を以つて堰堤の左端を之れと同高にて横はり、取入口附近に於ては其の山手側を幅 12 尺、高 13 尺、延長 293 尺の隧道にて通過し全長 1593 尺の道路工事なり。

大正 14 年竣功し、其の後流材設備の施工に當り一部を改良したり。

(ii) 右岸青島利賀線縣道付替 堰堤右岸附近の縣道を付替へたる工事に於て左岸と同幅員、同勾配を以つて堰堤の右端を之れと同高にて横はり、湯谷川に沿ひ利賀川に通ずる道路なり。

付替區間 1357 尺、左岸と同時に施工したり。

(iii) 鐵管路横斷縣道付替橋梁 發電所山手側縣道付替のため水壓鐵管を跨ぎ架したる鋼鈹桁橋梁にして全長 195 呎、之れを 5 徑間に分ち、各徑間 39 呎とす。橋面鐵筋コンクリート床、幅員 12 呎、山見橋と稱す。

(2) 兩岸連絡 堰堤工事中兩岸連絡のため堰堤下流 400 呎に於て、恰も第四假締切の直上に當り庄川を横斷し吊橋を架したり。

橋面標高 420 呎、支塔徑間 260 呎、橋面幅員 6 呎、主索條は徑 1.591 吋、埦塙鋼線 19 本

熱 6 卷, 中心麻入 6 本を各側に使用し, 支塔及び橋上扶構を木造, 橋臺をコンクリート造としたり。

大正 14 年 11 月完成す。

橋面には軌間 2 呎, 18 封度軌條を布設し重量物の運搬に便じ, 又水管, 送氣管及び高壓動力線を添架したり。

(3) 假建物 工所用假建物は事務所, 社宅を始め直接工事に必要なる倉庫, 諸工場等, 總計 177 棟, 建坪 5473 坪に達す。内セメント倉庫は青島ヤード 1113 坪, 小牧 198 坪にして, セメント 60000 樽を収納するに足れり。

(4) 給水施設 (i) 堰堤附近 堰堤工所用の水は右岸湯谷川より引水したり。即ち湯谷川の庄川合流點より上流 1500 呎の箇所に取水口を設け, 木樋と隧道とによりて堰堤の下流山腹に設けたる接合井に導水し, 之れより一部は更に標高 650 呎に設けたる水槽に揚水して grout 用に充て, 他は接合井より直接堰堤に送水し, 又吊橋に布設したる鐵管により左岸 mixing plant 等に給水したり。

(ii) 取入口附近 取入口直下の河岸に 5 H.P. plunger pump を掘付け, 庄川より大佛岩上, 標高 615 呎に設けたる水槽に揚水し取入口工事及び隧道内に給水したり。

(iii) 隧道横坑附近 5 H.P. plunger pump にて庄川より揚水し, 空氣壓搾機及びコンクリート用等に使用したり。

(iv) 發電所方面 發電所より稍や上流の小溪と隧道出口よりの湧水を鐵道沿線の水槽に一旦集め, 之れより 30 H.P. 高壓 turbin pump を以つて標高 610 呎山腹に設けたる水槽に揚水し, 附近工事に給水し更に一部を標高 650 呎の水槽に揚水し, surge-tank 工事に用ひたり。

(v) 青島ヤード 井戸を掘り蒸汽機關車其の他に給水す。

(vi) 金屋出張所及び社宅 數町距りたる山腹より導水し, 2 個の木造水塔に貯へ, 出張所, 社宅等に給水したり。

3. 堰堤基礎掘鑿

基礎掘鑿は大體之れを左右兩岸部と中央河床部との 3 段に分ち, 左右兩岸は假排水路, 假締切等の竣成以前着手し, 中央河床部は第二, 第三假締切工事中同時に水中掘鑿を開始せり。而して基礎掘鑿は常に堤踵遮水溝部を先攻し以つてグラウチング施工に充分なる時間の餘裕を興ふことに努めたり。

基礎岩盤は左岸一帶は表土厚く, 最も深き箇所に於ては 65 呎に達したる所あり。右岸は表土比較的淺く, 兩岸共川に望みたる所は硬岩を露出したり。河床は砂礫にして深さ 30 呎内外とし, 多くの轉石を交へたり。

掘鑿は表土、砂礫を完全に取除きたる上、岩石と雖も風化作用を受けたるものは勿論、弱質の薄層を介在せる部分等苟も高堰堤基礎として不安を感じるが如きものは總て相當の深さに抉出し、以つて堅緻なる岩層に達せしめたり。尙風化弛緩の虞ある箇所には直ちにコンクリートを填充し且つ其の内部にグラウチングを施し堰堤工事に先立ち、豫め充分補強することとせり。

斯くの如くして掘鑿岩盤の深さは最小 6 呎以上、或る箇所には十數呎に達せしめ、遮水溝に於ては底幅 12 呎以上、更に深さ 10 呎以上掘下げたり。掘鑿の方法は表土は直接勞力により、河床砂礫は guy derrick に orange-peel を連結して締切竣功前大半水中浚渫を終り、締切後は引續き勞力にて掘起したるものを同機にて搬出したり。岩盤掘鑿に用ひたる鑿岩機は jack hammer 430 番型を最も多く使用したり。而して之れ等掘鑿時は左岸に在りては 10 H.P. 捲揚機 2 臺を用ひて引揚げ、馬車軌道と索道とによりて上流御作事平土捨場に運搬し又右岸及び河床の礫は輕便索道 2 臺と 80 H.P. 1 臺、40 H.P. 1 臺、30 H.P. 2 臺の 4 捲揚機により湯谷土捨場に搬棄したり。

河床掘鑿中、兼ねて懸念したる假排水路よりは漏水無かりしと雖も第二、第三、締切より多少の漏水ありたるを以て第二に近く 10 吋 75 H.P. ポンプ 1 臺を、第三に近く 10 吋 75 H.P. 及び 10 吋 100 H.P. の 2 臺のポンプを据付け容易に水替を爲し得たり。

施工期は左岸を大正 14 年 8 月 20 日、先づ以つて着手し、15 年 10 月大體を了し、堰堤施工の關係上一部掘鑿を残し、昭和 3 年 7 月末完了せり。

右岸は大正 14 年 10 月 25 日着工、15 年 10 月終了し、中央河床部は 15 年 2 月着手翌昭和 2 年 11 月完了したり。而して左岸 mixing plant の一部に當る基礎は堰堤コンクリート殆ど完成を見、mixing plant の解體縮少後着手し、昭和 4 年 5 月之れが掘鑿を完了したり。

以上掘鑿の内、左岸の大半は佐藤組をして又右岸は加藤組をして請負はしめ、中央河床部はポンプ運轉、ガイ・デリック操作等の關係上、其の一部を直營とし大體加藤組をして請負施工せしめたり。

掘鑿土石の坪數下記の如し。

	土砂又は砂礫	岩 石	計
左 岸 部	8 203	5 728	13 925
中 央 部	3 894	6 678	10 572
右 岸 部	1 520	3 838	5 358
副堰堤部(見込)	600	850	1 450
計	14 216	17 089	31 305 立坪

4. グラウチング

(a) ボーリング

堰堤踵部に於ける grouting hole は遮水溝掘鑿完了の部分よりボーリングを開始したり。hole の位置は堰堤中央部水深大なる所に於ては孔の左右間隔を 10 呎とし、前後 2 列、所謂千鳥形に配置し前後列の間隔を 8 呎としたり。堰堤の左右両端、水深比較的浅き部分は 1 列とし左右間隔を 7~10 呎としたり。而して岩盤の質、不良なるか或は裂隙多き箇所には更に上記遮水溝の上流に 7~15 呎毎に grout を施すこととせり。又右岸堰堤の上流に存する断層附近には特に岩層を深さ 100~130 呎鑿孔し grouting をなしたり。

遮水溝内 grouting hole の下流には更に drain hole を 1 列に鑿孔し、堤体内 drain pipe に接続したること上述の如し。

Boring は主として Calyx core drill F₄ 型に依りたるものにして同機を 4 組使用したり。而して堰堤の両端狭隘なる箇所に於て岩壁に斜に鑿孔したる場合及び遮水溝上流の岩盤に施工せしものは Sullivan high speed drill を使用したり。

Grouting hole の深さは堰堤中央部水深大なる部分は基礎岩盤面以下 35~45 呎、左右兩岸のもの 20~30 呎を標準とし、深きは 50 呎を超えたるものあり。又假排水路の渠底に當る所は同水路工事中鑿孔せしものにて當時施工を急ぎたる關係上、孔深一般に浅かりしを以つて、後水路の兩側より斜に深く鑿孔し 60~86 呎に及びたり。

孔の直径は Calyx を用ひしものは出来上り 4 吋 high speed drill を用ひしものは 2½ 吋となれり。孔の方向は主として垂直に掘りたるも兩岸岩盤面傾斜甚しき所及び上記排水渠底の補足等は斜めに鑿孔したり。

Calyx core drill F₄ 型機は幅 5 呎、長 18 呎にして之れが運轉作業の爲、幅 12 呎、長 30 呎の面積を適當とし、最小限尙幅 8 呎、長 24 呎の足場を要したり。本機は鑿孔用として最完全なるものなりと雖も毎孔上記足場を組立て機械を移動するために手数を要したり。動力は 4 機共電動機に依りたり。本機運轉のため一組に要する人員は shot 補給者 1 名、handle 操作者 1 名、雜役 1 名を要し、此の外上記足場組立、機械据付等のため相當の職夫を必要とす。次に Calyx 機及び high speed drill による鑿孔記録を掲げ將來此の種の工事の資料に供せんとす。

(一) 小牧堰堤遮水溝内 grouting hole 鑿孔記録 (Calyx 機使用)

鑿孔數	204 本
總延長	7001.6 呎
掘進時間	8656 時 30 分
1 時間當進行	0.7 呎

職夫延人員及び歩掛

職名	掘進(人)	機械掘付(人)	雑役(人)	總延人員(人)	鑿孔1呎當歩掛(人)
運轉工	3069.9	1569.0	38.6	4677.5	0.6656
人夫	254.5	1706.7	180.4	2141.6	0.3048
寫夫	45.5	100.2	0	145.7	0.0207
鍛冶工	44.3	2.7	24.1	71.1	0.0101
坑夫	49.5	2.2	0	51.7	0.0074
大工	0	16.6	7.4	24.0	0.0034
舟夫	0	12.9	0	12.9	0.0018

備考：—此の歩掛を當時の單價により計算すれば鑿孔1呎に付約2.40圓となる。
平均一孔長34.3呎なる故に一孔平均値段82.32圓なり。

(二) 堤頭基礎岩盤内排水孔鑿孔記録 (Calyx 機)

(グラウチングに關係なきもホーリング記録の一例として茲に掲ぐ)

鑿孔數	89本
延 呎	3195.4呎
掘進時間	4345時30分
1時間當進行	0.735呎即ち8 $\frac{3}{4}$ 時

職夫延人員及び歩掛

職名	延人員	1呎當歩掛	摘 要
運轉工	2200.7人	0.69人	掘進掘付共一切
人夫	487.7人	0.15人	

備考：—1呎當約2.00圓なり。平均一孔長36呎なる故一孔平均値段72圓なり。

(三) High speed drill による鑿孔記録

鑿孔數	39本
延 呎	801呎
掘進時間	479時
1時間當進行	1.67呎

職夫延人員及び歩掛

職名	延人員(人)	1呎當歩掛(人)	摘 要
運轉工	193.6	0.242	掘進、運轉一切
人夫	109.5	0.131	
坑夫	76.5	0.095	
鍛冶工	69.7	0.087	

備考：—1呎當約1.30圓なり。

鑿孔は掘鑿完了したる所より直に開始したりと雖も普通の順序を以てするときには鑿孔と grouting とに多大の日數を要し、爲にコンクリート工事遅延するのみならず、從つて grouting 粗慢に成り易きと且つ經驗上、grout すべき附近岩盤面を豫めコンクリートを以て被覆し置く時は grouting に際し岩盤隙より氣壓の放散を防禦し得て grout の効果一層多きが

故に兩岸に於ては掘鑿後、直に鑿孔したりと雖も grout に先立ち孔口に 2 吋管を挿入して遮水溝内にコンクリートを填充し又中央大部分は掘鑿後遮水溝内所定の位置に 6 吋瓦斯管を立込み、直にコンクリートを施工し其の上に Calyx 機を据付け 6 吋管を通して地中深く鑿孔したり。斯くして鑿孔終れば水壓を以て孔内を洗滌し岩粉を取出し孔頭に木栓を詰めて grouting を待つことゝしたり。

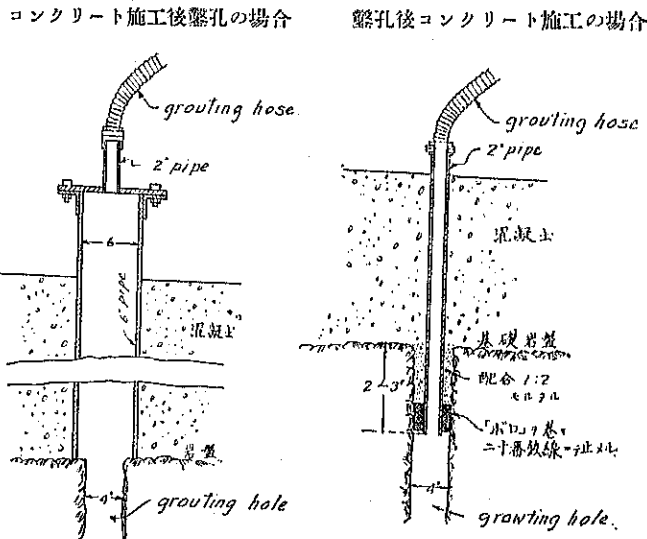
(b) グラウチング

グラウチングは上記の如く遮水溝にコンクリート填充後、施工したるを以て grouting pipe の取付け方等亦普通と異り第二圖の如く装置したり。

Grouting に先立ち孔の漏水試験を行ひたり。之れが爲、右岸山腹標高 650 呎に水槽を設置し、湯谷の水を之れに引揚げ堰堤満水面より 60 呎高く又最深基礎盤より約 320 呎高き水壓を利用し、此の水槽より水管を以て grouting hole に導き、且つ hole に近く量水計及び壓力計を設漏し之れ等を経て孔内に通水し 10~30 分放置し漏水量を試験したり。而して漏水試験は最初 grouting hole の一集團に對し之れを行ひ、次に孔の半数程に grouting を施工したる後、残りの孔に付き再び漏水試験を行ひて grout の効果を檢し、更に全部 grout の完了せる後、3 度試験を行ひたり。最後の漏水量は當時の平均有效水頭 179 呎に於て平均漏水量 1 時間 4.64 リットルにして内最大漏水量は有效水頭 184.3 呎に於て 1 時間 13.11 リットル即ち 1 時間に付 3.46 ガロンなりき。(附圖第八參照)

Grouting hole は鑿孔の際、水にて洗滌せるも grouting 施工直前、更に 1~1½ 吋管を

第二圖 Grouting 装置圖



孔内底近く迄挿入し、充分水洗ひしたる後壓搾空氣により孔内の水を排出し愈々 grouting を始めたるものとす。

Grouting の順序は先づ下流側より始め、1 本置き又は 2 本置きに施工し、残りの孔に付き漏水試験を行ひたる後、之れ等を施工し續いて上流側に移り同様の順序により完結したるものとす。

Grout 汁の濃度はセメント 1 に對し水 8 又は 10 の如き配合を多く用ひたり。施工中多量に汁の漏出するものに對しては C:W を 1:1, 1:2, 又は 1:4 等の濃き汁を先づ注入し漏出の止まるに従ひ、序々に濃度を緩めて 1:8~1:10 の配合のものを用ふる様にしたり。而して前記の如き濃度大なる汁を用ひ尙且つ漏出止まらざる時は濃汁注入後 12~24 時間放置し、後再び注入を行ひ、斯くの如くするも尙止まらざる時は更に同様の手續を 2,3 回繰返し、順次漏出を防ぐ様になしたり。又同一濃度の汁に於ても最初は汁量 4 立方呎を 1 回の量とし之れを注入するに 25~30 分以上の時を要するに至れば其の量を半減し、2 立方尺として續行し、之れ亦 30 分位を要するに至れば 1 立方尺とし、斯くして最後に 1 回量 1/2 立方尺を注入するに 30 分以上を要するに至り grout を止めたり。

注入終了する時は 70~90#/σ" の壓搾空氣を以て 30 分以上壓力を加へり續き最後の漏水試験を行ふ。此の試験の結果、有效水頭 180 呎以上に於て 1 時間の漏水量 3.5 ガロンを越ゆるときは再び注入を行ひ該限度に達するに及んで之れを止めたり。

氣壓は努めて高壓を保たしめ且つ變動無からしむる様、特に grout 専用の 100 H.P. air compressor を設備し又 air receiver は常に現場に近く設置したりと雖も尙且つ 50~100 #/σ" の變動を免れざりき。然れども主として 70~90 #/σ" の壓力を用ふる事とし、且つ注入最後の氣壓は必ず 75 #/σ" 以上の壓力を 30 分以上即ち注入の終る迄繼續する事を條件としたり。

斯くして注入終了し漏水試験合格する時は管中に 1:2 モルタルを填充し本作業を完了せるものとす。

Grout mixer は 5 臺使用したるが、内 2 臺を複式に改造し主として之れに依りたり。複式は絶えず注入を繼續し得るが故に好成績を得たり。

小牧堰堤遮水溝内 grouting 記録

Grouting hole 總數	204 本 (Calyx によるもののみ)
孔 深 延 長	7 001.6 呎
セメント注入總立積	2 241.5 立方呎
Grout に要したる時間總計	5 337 時 15 分
使用延人員	2 014 人
一孔當所要時間平均	26 時 10 分

一孔當セメント注入量平均	2.44 樽 (10.99 立方呎)
一孔當セメント注入量最大	18.12 樽
一孔當少掛	9.87人

最後漏水試験成績 平均有效水頭 179 呎 に於て一孔當平均漏水量 4.04L/H
右岸堰堤上流斷層線附近 grouting は説明を省略し、次に其の結果を表示す。

右岸堰堤上流斷層線附近膠泥壓入工記録

番號	孔深(呎)	配合 C:W	回数	所要セメント 立方尺	所要セメント 樽	所要時間 時分	壓力 #10"	摘要	
1	100.7	1:4~1:8	284	91.8	20.4	17-57	60~85	地盤高標高 +505.00	
2	101.3	"	263	102.74	22.8	13-40	"	+535.88	
3	104.0	1:2~1:4	665	252.20	56.0	38-55	"	+538.31	
4	102.0	1:4	60	3.00	0.7	2-1	65~80	+550.58	
5	101.2	1:2~1:4	814	402.00	89.3	52-44	"	+570.00	
6	125.8	"	339	189.50	42.1	18-41	70~85	+570.45	
7	121.6	"	309	154.50	34.3	16-23	70~75	+583.36	
8	100.0	1:4	57	28.50	6.3	4-10	65~85	+535.32	
9	100.0	"	51	25.50	5.7	2-45	70~85	+580.98	
10	106.0	No. 11 をグラウトの際填充せられたるもの							"
11	106.0	1:4	253	126.50	28.1	16-35	70~80	+590.03	
12	102.0	1:2~1:4	353	176.50	39.2	21-7	"	"	
13	106.0	1:2~1:4	210	103.40	23.0	13-34	70~80	右岸縣道面 +005~+008.	
14	102.0	1:4~1:8	52	23.00	5.1		50~70		
15	130.0	"	149	35.25	7.8		"		
16	130.0	"	98	22.50	5.0	14-46	"		
17	132.0	"	79	16.25	3.6	16-30	"		
18	130.0	"	56	15.25	3.4	11-30	60~70		
19	130.0	"	54	11.80	2.6	4-40	"		
20	"	"	88	37.75	8.4	6-20	"		
21	"	"	116	51.75	11.5	9-28	"		
22	"	"	55	19.75	4.4	5-15	"		
23	"	"	52	23.00	5.1	4-25	"		
24	"	"	38	15.50	3.4	3-10	"		

5. コンクリート

(a) セメント

堰堤に使用のセメントは全部淺野セメントを採用したり。全數の 2/3 は、北海道工場、1/3 は門司工場の製品なり。之れ等セメントは工場より汽船にて伏木港に運送せられ、伏木に設置せられたる日本電力會社セメント試験所の検査を受け、鐵道にて高岡、福野經由青島驛に輸送せられ會社専用鐵道にて現場に配給せられたり。

海上輸送は季節、天候により一定せざるも普通函館より 3, 4 日、門司より 4, 5 日を費したり。工事繁盛期にはセメントを満載せる汽船が一箇月中 4, 5 艘連続的に入港し伏木港内頗る活氣を加ふるの光景を呈したり。

伏木にセメント保管専用倉庫 18 棟、此の總建坪 2000 坪、又新湊に同 1 棟約 300 坪の設備を有し、各倉庫共防濕的に建築せられ、最大貯藏數量は一時 60000 樽に及びたることありしが保管に最善の注意を拂ひたると配車迅速なりし事等のため何等損傷を蒙らざりき。日本電力會社伏木セメント試験所は之れ等セメントより適宜標本を採取し、規定の試験を行ふのみならず運送の取扱及び保管に付種々注意を與ふことゝしたり。

セメントは青島驛渡しを以つて購入したるが故、伏木に於ける倉庫設備、荷扱、輸送等一切淺野セメント會社の責務なりと雖も鐵道輸送に關しては特に會社自ら鐵道當局と連絡を保ち貨車配給の回溜を計り、殊に例年 4, 5 月の肥料輸送時期及び 10, 11 月の米發出廻季節には貨車の拂底を來すを以て工程、貯藏關係を考慮し、豫め輸送を加減し又普通定期列車に牽引せらるべきを大量輸送時はセメント専用の臨時列車を仕立てたる等特別の便宜を得たること少なからず。然れども此の間大正 15 年 5 月 2 日青島ヤードより火を失し、セメント倉庫全焼の厄に遇ひたることあり。當時在庫セメントは 48200 樽にして、内約 12000 樽を廢棄し、殘部 36000 樽は試験の結果、異状なかりしと雖も之れ等を堰堤に使用することを止め、他工事に流用することゝしたり。又同年 11 月には當時飛舟木材會社と同一系統なる加越鐵道は不徳義にも言を構へて突如青島驛に於ける會社専用線との連絡を遮斷したるを以て青島驛構内荷捌きに非常なる困難を來し、爲に輸送能率上、大蹉跌を致したり。依つて冬期櫓を利用して貨車の積換を行ひ、或は井波驛より自動車運搬を試みたる等萬難を排し輸送を繼續したるが、昭和 3 年 5 月に至り、加越鐵道との問題解決し、再び青島ヤード内に貨車の直通を見るに及び輸送能率、舊に復したり。

セメントは主として麻袋入を使用し、省線は 15 噸車に 83~85 樽分を積載し最盛期なる昭和 3 年 1 月より 5 月に至る期間には 1 日平均 700 樽分宛を連日輸送したり。

青島、小牧間の専用鐵道輸送は工程により一定せざるも晴雨常なき北陸の天候を考慮し大量輸送期間に於ては大體小牧倉庫に 10000 樽位を貯藏し置き、循環使用することゝし、6 噸フラット貨車 1 輛に付き 33 樽積、4~8 輛連結、8~10 回運轉、1 日の配給量 1800 樽分内外を標準とし、昭和 3 年 5 月 18 日 2186 樽分輸送したるを最高記録とす。

セメントの大輸送は昭和 3 年 12 月一先づ完了し其の間上記稀有の困難に遭遇したりと雖も工事の進捗に何等故障を來すことなく、輸送の任務を果したるは一に現場従業員の不斷の努力の賜に外ならずと云ふべし。

(b) 骨 材

大堰堤築造に緊要なる問題の一は良質の骨材を豊富且つ得易きことにして従つて採集地の選擇に付ては慎重の考慮を拂ふべきこと論を俟たず。前章地質に就て詳記せる如く小牧附近の地質は主として角礫質凝灰岩又は其の類似のものにして構造物の基礎として充分なる耐壓力を有すと雖も骨材としては河砂利に劣るを以つて堰堤其の他主要工事には總て河砂利を用ひ、唯假設備等にのみ凝灰岩中良質のものを使用したり。庄川の河砂利は花崗岩、安山岩等にして其の質極めて堅緻なり、當時河砂利と凝灰岩との比較をするため之れ等2種を粗骨材としたるコンクリートに就き試験したるに4週間強度に於ては共に80 kg/cm²を示したりと雖も長期強度は粗骨材の強度に據ると見做すべきにより堅質の河砂利を採るを安全と認めたり。又河砂利は質均等なれども凝灰岩は優劣混合せること及び前者は後者より比重大なるを以つてコンクリート出來上り一立方呎に付き3封度の差を生ずること等河砂利を採用せる所以なり。然れども斯かる多量の粗骨材を砂利のみに限定する時に洪水時採取不可能或は人夫爭議等に禍ひされんことを恐れたるが故に半數を凝灰岩に非らざる碎石に據ることの安全なるを思ひ、小牧より上流數町に安山岩の斷崖あるを以て之れを碎石場として開鑿すべく種々研究畫策したるが地勢上及び特種の地方的關係より實行困難にして經濟的ならずとの結論に達し、遂に砂利のみに據るの已むを得ざるに至り、砂利、砂の供給一切佐藤組に請負はしむることゝしたり。然るに後果して砂利採取人夫の爭議に會ひ、其の原因の地方人夫にあるや、請負者の策謀に基くやは之れを知るに由なきも、兎に角特種なる地方的狀勢に強要せられ、工事愈々耐ならんとする昭和2年6月より數旬の間、作業中止を餘儀なくせられたるのみならず當初契約の砂利、砂金額を殆んど倍額に變更せしめられ、莫大の損害を被るの已むを得ざるに至れるを懐ふとき堰堤の如き多量の粗骨材を短期間に使用する場合に於ては最初選擇に就て更に一層の考究を要するを痛感せざるを得ず。

砂利、砂の採集地は堰堤附近には大規模に採集すべき所無く、僅かに發電所より稍々上流なる北牧と、後に至り堰堤上流なる假排水路入口及び御作事平附近とに何れも小規模の採取場を設けたるに止まり、大規模のものは發電所より下流に於て且つ灌溉用水取入口に關係無き遙か下流に撰定せざるを得ざりしなり。

之れ等の内、最大なる採集場は堰堤より下流約6哩、即ち青島置場より下流3.5哩なる太田村地先とし、次で之れより更に下流1哩餘の柳瀬村地先及び青島置場に接近せる中野村地先なりき。

砂利、砂の採集は貨車積迄を請負とし現場到着の際、貨車積のまゝ數量檢收の上會社に受入れ請負工事に使用のものは改めて社給材料として支給する方法を採りたり。

採集の方法は最初半數を機械にて浚渫し、殘半數を人力による計畫を樹て、先づ試に Saucerman's drag-line excavator を1基購入し請負者をして太田採集場に据付けしめたるが、

當時折悪く稀有の大洪水あり。之れがため河床の状態著しく變化し、本機を用ふるに不適當になりたると、一面地方民より河床の低下は灌漑用水の取水を困難ならしむとの苦情出で、遂に水面以下の浚渫を禁ぜらるゝに至れるを以て本機の如く放射狀に深く浚渫するを特長とする装置は不適當となり、遂に之れを止めて全部直接勞力を以つて掻き集め、索道又は輕便線にて鐵道線に引揚ぐることゝなしたり。後 Sauerman 機は堰堤上流假排水路入口に据付け、上流より絶えず流下する砂利、砂を水中より浚渫して僅かに目的を達したり。又堰堤縮切工事に使用し其の後不用となりたる guy derrick orange-peel bucket を利用して御作事平に於て同様に水中砂利、砂を浚渫し、相當の効果を擧げ得たり。

太田河原に於ては請負者の購入にかゝる三泉式 endless bucket dredger を試みたるも、砂利層中夥多の玉石に禍せられ故障頻々遂に不成功に終りたり。即ち堰堤上流の小規模のものを除き殆んど凡て人力に依ることゝの已むを得ざるに至れるものとす。

之れ等人力によりて集めたる砂利、砂を鐵道線に運搬する方法は中野に於ては 1 本の索道と馬車軌道により青島場内節別場に運び、太田に於ては數本の索道と輕便軌道又は捲揚機を用ひ、堤防上に設備せる數箇所の節別場に引揚げ、柳瀬に於ては索道を用ひたり。

發電所上流北牧のものは直接發電所附近に索道にて輸送し、其の附近工事に之れを供給し以て下流砂利線より堰堤に輸送する能率を低下せしめざらんと努めたり。

之れ等の内、上記太田の設備は最も大にして堤防上に鐵道線路を跨ぎて高く鐵製の砂利、砂 bin を建設し、河原より索道等により引揚げたる材料を bin 上に貯へ、直下の貨車に容易に積込み得る装置となしたり。

庄川の河床は砂利、砂と共に玉石を産すること頗る多く太田に於ける標準的割合を示せば次の如し。

太田採集場に於ける砂利、砂、玉石割合表

砂	19~45%	平均 28%	5/16"	篩目	通下
砂利	26~40%	" 35%	2 1/2"	以下 "	"
小玉石	9~23%	" 15%	4"	以下 "	"
大玉石	12~27%	" 22%	"	以上 "	"

上表に於て注意すべきことは砂、砂利に比し、大玉石の多量なることにして之れ等玉石中、徑 1 尺以上持扱ひ手頃のものは其の儘堰堤に運搬しコンクリート中に埋設したり。又 4 吋以上小玉石は砂利と共に粗骨材として使用し得べしと雖も之れを mixer に入るゝ時はプレートを破損すること甚だしく又 chute より轉落するの危険あるを以て之れ等は一旦碎石とし砂利に混入して使用することゝしたり。

骨材は上記の如く廣範圍に亘り採集したるが故に其の粒度一定せざるも之れ等の内、太田村産のものは標準と見做すべきを以つて其の代表的篩別表を掲ぐることにしたり。(附圖第九

第十参照)

(c) コンクリートの種類、數量

堰堤コンクリートの配合は堤體の主應力に従ひ又水密、磨損防止等の關係を考慮し、次に示す如く局部的に異なる4種類の配合としたり。

種別	コンクリート1立方米に使用するセメント重量	コンクリート配合容積比			コンクリート1立坪に要する材料		
		セメント	砂	砂利	セメント(株)	砂(立坪)	砂利(立坪)
A	300 kg	1	1.91	3.82	10.61	0.42	0.84
B	270 kg	1	2.16	4.32	9.55	0.43	0.86
C	240 kg	1	2.49	4.98	8.48	0.44	0.88
D	210 kg	1	2.88	5.76	7.42	0.45	0.90

之れ等4種のコンクリートの使用箇所は

(1) A コンクリート

- 1 標高 400 呎以下に於ける遮水壁全部及び堤體上流面 8 呎通り——水密を主眼とす。

(2) B コンクリート

- 1 15 噸應力線以下堤趾部——強度を目的とす。
- 1 標高 400 呎以上に於ける遮水壁全部及び堤體上流面厚 5 呎通り。
- 1 堤體溢流面に水平厚 5 呎通り——以上水密を目的とす。
- 1 堤體溢流面に水平厚 5 呎通り施工し溢流水勢に因る堤面の磨損に備へたり。
- 1 標高 550 呎以上堤頂、橋脚及び橋梁等鐵筋コンクリートの部分は總て B とす。

(3) C コンクリート

- 1 11 噸應力線以下 15 噸應力線迄の區間

(4) D コンクリート

- 1 標高 550 呎以下 11 噸應力線迄の區間にして應力小なる部分

以上各種別コンクリート數量次の如し

種別	コンクリート坪數
堰堤	A 680 立坪
	B 9 638 "
	C 12 455 "
	D 25 228 "
小計	48 001 "
水叩及び副堰堤約	2 000 "
合計	50 000 立坪

玉石入方 重量の増加と工費節減の目的を以つて堤體コンクリート中に玉石を混入したり。玉石は 2~3 貫匁の取扱手頃のものを選び、大部分索道にて施工箇所に運び入れコンクリート中に適宜配布したり。玉石混入の數量は枳量 1.378 立坪、之れが正味容積 800 立坪にして堰堤總容積に比し僅かに 1.7% に過ぎざりき。

(d) Mixing plant

Mixing plant は堰堤左岸下流に設備し、堰堤築造に要するコンクリート總量 50 000 立坪の内、工事の初期に當り 4 500 立坪を右岸に設けたる補助 mixing plant に據りたるを除き他の大部を此處にて掘造したり。以下砂利、砂の bin より mixing plant を經てコンクリート・シュートに至る迄、順を追つて詳記すべし。

(1) 主要建物

砂利及び砂貯藏 bin	180.1 面坪
附屬セメント倉庫	198.0 "
コンクリート混攪場	180.4 "
解袋場、コンベヤー室等	154.5 "
計	663.0 "

(2) 主要機械

	No. of set	Motor H.P.
Belt conveyer for sand	1	7.5
" " " gravel	1	15.0
Screw conveyer for cement	4	3×7.5 & 1×5.0
Bucket elevator for gravel	2	2×80.0
" " " sand	1	30.0
" " " cement	2	2×7.5
Mixer, 28—S.	4	4×20.0
Apron conveyer for empty bag	2	3.0×7.5
Wooden concrete tower & hoist	4	4×80.0
Steel " " "	3	3×80.0
Concrete chute	3 500 ft	
Total		805.5 H.P.

(3) Sand bin

容量： 約 126 立坪 長 124 呎
上幅 24.5 呎 深 23 呎

構造：上方廣く下方狭く、片側は傾斜地を利用し表面をコンクリート張とし、他側は木造壁とし内面に亜鉛引薄板を張り砂を滑り易からしむ。上方には専用鐵道を布設し、一時に damp car 10 輛を引込み、之れより砂を bin 内に直に落し込み得る如くす。木造壁の下方には 7.75 呎毎に全長 16 箇所の鐵製出し口を設備し、之れより砂を belt conveyer に排出せしむ。冬期は防雪用開閉自由の木扉を以て上方を蔽ふ。

結果：大體成功、缺點は出し口上位に過ぎ底部の砂死藏多く、殊に砂に濕氣多き時其の傾向甚だしきを以て時々 bin 中に人夫を入れて砂を掻き出さしめたり。

(4) Gravel bin

容量： 約 200 立坪 長 124 呎
上幅 20.4 呎 深 23 呎

構造： Sand bin と並び設く。其の構造亦同じ。出し口以下死蔵部多き缺點亦同じ。將來設備の場合は特に此の點に付き注意を要す。

(5) Sand belt conveyor

用途： Sand bin より出でたる砂を mixing plant 内 distributing tank に運ぶ。

主要寸法： 幅 24 吋, head & tail pulley の心距 164 呎, tail end に近く約 38 呎の間にて 1 呎上る。

構造： 角材を以つて枠を組み之れに roller を配置し其の上下に endless belt を張り電動機を以て運轉す。belt は 5 ply, rubber belt なり。厚さ 3/8 吋とす。

Type of carriers	troughing type
Motor	7.5 H.P., 1200 r.p.m.

容量： 設計 1 時間 120 噸,

Belt speed 200 ft/min.

實績 1 時間 約 85 噸

結果： 成績良好なり。總運搬量 20000 立坪に近きも何等故障無し。使用中 belt の sag を調整し又廻轉部に多少の補正を加へたる程度なり。Belt は表面に淺き傷諸所に付きたる程度、又 mechanical part に wear したる部分もあれども共に修理を施せば尙使用に堪ふ。

(6) Gravel belt conveyor

用途： Gravel bin より出でたる砂利を mixing plant 内 distributing tank に運ぶ。

主要寸法： 幅 24", head & tail pulley の心距 166 呎, tail end pulley に近く約 65 呎の間にて 12 呎上る。

構造： Sand belt conveyor と同じ。type of carriers も亦同じ。Motor 15 H.P. 1200 r.p.m.

容量： 設計 1 時間 150 噸, belt speed 200 ft./min. 實績 1 時間 135 噸

結果： 成績良好、總運搬量 40000 立坪に達し故障全く無し。Belt は兩端共大部分磨滅して core の見えたる所あり。

表裏両面には諸所大小の裂傷あれど廢棄する迄には尙相當餘命あり。

備考： 出し口に於ける溢れ止め装置 tail end に近く cleaning brush 取附及び砂利が distributing tank より左の chute に分るゝ際砂利粒の大小一方に偏せざる様、特殊の工夫をなしたり。

(7) Distributing tank

用途: Gravel belt conveyor より砂利は此の tank に落下し、左右兩 bucket elevator に分配せらる。

構造: 6'×6'×4' の木造槽にして左右下端に鐵樋を有す。

(8) Cement bin

Cement bin は 2 槽とす。其の上部には鐵格子を設け解樽場とす。解樽場は小牧セメント倉庫に隣接して建設せられ、場内には専用鐵道を引込む。倉庫又は青島より直送されたる樽又は袋は此の格子上にて解體せられ粉末は格子を通して直下の bin に落下し、樽、袋は場内の一端に設けたる empty bag conveyor にて場外に搬出せらる。bin は下端に出口を有しセメント粉は之れより screw conveyor に押し出さる。

容量: 上流側 bin 700 樽分
 下流側 bin 790 樽分

主要寸法

	上 流 側		下 流 側	
	上面 呎	底面 呎	上面 呎	底面 呎
幅	14.5	6.0	14.5	6.0
長	22.0	14.5	22.0	22.0
高	14.0 (格子面迄)		14.0 (同 左)	
出口數	4 箇		5 箇	

構造: 木造、外部角材にて堅固なる枠組とし内部を板張とす。解體場格子 1/4"×3" bar を 1" 目に配列したり。

結果: 多量のセメントを解體するに非常に便利なりき。將來改良したき點は鐵格子の目よりセメント袋、緊結用の針金が bin 中に落ち込むを防ぐ工夫と bin 底の dead space を出来る丈け少く致し度し。空袋 conveyor は餘り有効ならざりき。

(9) Cement screw conveyor.

Cement bin 下部出口より押出されたるセメント粉を cement bucket conveyor に運ぶ。上下左右 4 條あり。長さ各々異なる。水平運動をなす。

主要寸法: 上流側 上部 43 呎 下部 34 呎
 下流側 上部 43 呎 下部 42 呎

screw dia. 9", spiral 形 pitch 9", casing dia. 10", No. of r. p. m. 100, shaft は Pipe を利用す。Motor 3-7.5 H.P. 及び 1-5 H.P. (34')

構造: 角材にて枠を造り之れに木樋を乗せ、樋中に case に收められたる screw conveyor を入れ、木樋には取外し自由の蓋を設く。

容量：設計 1 組 1 時間 500 立方呎
 実績 ” ” 330 立方呎

結果： 出口の開閉を誤るときは出過ぎることあり。爲に 運轉休止することあり。此の點注意を要す。screw の「振れ」ざる様枠組及び木樋と case の取付けを堅固にすべく又粉末の飛散せざる様、樋を完全に製作の必要あり。使用中 joint の Metal 片べりの爲、兩三度取換へたり。spiral 外周約 1/16"~1/8" 磨滅したれども尙使用に堪ふ。

備考、運轉は cement bucket elevator より始め、次に screw conveyor に及び最後に bin の出口を開くべし。砂利、砂の conveyor に於ても同様に尾より頭への順序に運轉すべきものとす。

(10) Cement bucket elevator

Screw conveyor により輸送されたるセメントを此の bucket に受け垂直に 3 階の storage bin に運び揚ぐ。上、下流側 2 基あり。

主要寸法： 2 基共長 46 呎直立す。

Type of elevator	mill type
Speed of bucket	300 ft/min.
Motor	7.5 H.P. 1 800 r.p.m.

motor は 4 階運轉室に据付けたり。

容量：設計 1 時間 30 噸
 実績 ” 12.3 噸

結果： 多少の修理を施せば尙使用に堪ふ。

(11) Gravel bucket elevator

Belt conveyor より distributing tank を經て輸送されたる砂利を之れにより 3 階の bin に揚ぐる爲の傾斜 bucket elevator にして 2 基あり。

主要寸法：

Type of elevator	crusher type
Inclination	65° (水平角)
Length of elevator	64'-0"
Speed of bucket	100 ft/min.
Motor	30 H.P. 1 200 r.p.m.

構造： 鐵製 frame 中に取付けられたる guide angle に沿ひて bucket 及び roller を取付けたる link を捲き揚ぐ。下部に chain link を調整する裝置を設く。

容量：設計 1 時間 150 噸
 実績 ” 64 噸

結果： Mixing plant 中、故障多き部類に屬す。Roller pin の磨滅、bucket の歪等の爲、修理中運轉休止したることあり。將來改良を要すべき點は、distributing tank より出たる砂

利が bucket に入る時、其の一方にのみ偏し chain link が片荷となる欠點あるを以て chute の落ち口を bucket に直角ならしむる様、一段の工夫を要すべし。

(12) Sand bucket elevator

砂利と同じく砂を 3 階 bin に引揚ぐる設備なり。

主要寸法、

Type of elevator	crusher type
Length of elevator	78'-0"
Speed of bucket	100 ft/min.

構造： Gravel elevator と同じ。

容量： 設計 1 時間 120 噸
 実績 ” ” 70 噸

結果： Gravel elevator に比し故障少し。

(13) Third floor bins

3 階に設備したる砂利、砂及び cement bin にして elevator にて引揚げたる材料を之れに受入れ、更に measuring tank に送り出す用をなす。

bin の大小	横	縦	深	容積	數
Gravel bin	10'-6"	11'-6"	15'-0"	8.4 立坪	2 槽
Sand bin	14-0	10-0	15-0	9.7 "	1 "
Cement bin	10-0	4'-0	15-0	2.8 "	2 "

構造： 各 bin 共木造にして厚さ 1 寸、幅 5.8 寸の 板を平に積み重ね、釘打ち組立てたるものなり。7"×24" J-beam 上に設置す。

備考 冬期 bin 中、砂利、砂の氷結することあり、暖房装置を要したり。

附 之れ等の bin より measuring tank に材料を出す爲、chute を要す。1/4" plate を以て作れる圓筒を用ひたり。cement 用のものは滑り悪き爲、6" gus pipe に改造したり。gravel 用のものは磨損甚だしく數回取替へたり。各 chute の大き次の如し。

	砂用	砂利用	セメント用
Dia	12"	12"	6"

(14) Measuring tank

2 階に設備す。3 階 bin より垂下せる chute の出口を開けば材料は自然此の tank に入る。tank は鐵製にして G. C. S. の 3 室に區劃せられ、夫々一定の容積を保つを以て材料は此の tank にて配合を定めらる。次いで足踏装置にて tank の gate を開けば材料は一時に直下の mixer に落下す。此の装置により砂利、砂の計量は大量正しきもセメントは重量を容積に換算して計量するものなるが故に正確を期し得ざる憾あり。

(15) Mixer

Koehring 28-S mixer 4 臺を使用したり。Mixer 据付の標高は 490 呎とす。

主要寸法

Dia. of drum (内法)	5'-8"
Length of drum (内法)	4'-0 $\frac{1}{8}$ "
Weight of drum	4600 lbs.
Number of r. p. m.	16
Motor, (G. E.)	20 H.P. 865 r. p. m.

構造: drum type, drum の centre shell は high carbon steel を使用し、内部に 10 個の blade と同数の bucket を有す。

操作: concrete の種類 (A. B. C. D) により水量を異にするのみならず粗材の湿度に應じ、水量を加減し同じ硬さのコンクリートを作ることを特に注意し、運轉手にして其の成績良好なるものは賞を與へ獎勵したり。

measuring tank 中の材料は同時に mixer に投入したれども、自然重量の差により G, S, C の順序に迂り込みたり。

Mixing 1 回の時間……1分30秒

Material charging …… 20秒

此の外現場に到着する迄の時間は tower 170 呎として 1分20秒, chute 500 呎として 1分。

結果: 成績非常に優秀にして運轉中故障を起したること殆んど無し。mixing plant は敷地の關係上其の一角が堰堤導流壁に當れるを以て工事最盛期を過ぎたる後、導流壁築造のため plant の一部を取毀ち、同時に 4 臺の mixer を 2 臺に減じたり。而して之れ等の mixer は既に 1 臺につき 10 000 坪のコンクリートを製造し、drum は磨損著しきが故に兼て準備したる 2 個の spare drum を此の時取換へたり。上記 2 個の drum の外磨滅のため使用中取換へたる主要部次の如し

Koehring mixer 4 臺にてコンクリート約 40 000 坪混捏に要したる主要取替部分品及び回數

Blades	4 組 (40 個)
Buckets	4 組 (40 個)
Armer plates of swing chutes	11 回
Swing chute	2 回
Stationary chute	5 回
” shaft	1 回
Drum 受 roller shaft	5 回
Motor pinion	3 回
Lining plate	5 回

(16) Tower bucket, hoist 及び rope,

Lakewood tower bucket 9 個を使用したり。Mixer より bucket にコンクリートを入れるには tilting chute を用ふ。

Bucket capacity	30 cub ft.
„ weight (net)	1585 lbs.
„ speed	up 150 ft/min.
„ speed	down 200~250 ft/min.

結果： Sheave, bucket nose 等の磨滅激し, damping mechanism にコンクリート挟りたる場合, 又はコンクリート硬過ぎて bucket の charging side にのみ推積し damp せざることあり。之れを知らずして捲けば guide angle を曲ぐ。bucket 及び pit-の掃除並に wire の磨損に最も注意を要す。

Mundy's 80H.P. hoist: bucket を tower に捲揚ぐるに用ふ。single drum なり。

Capacity 7000 lbs at an average rope speed 800 ft/min.

Drum dia. 14 in.

Weight of hoist 7100 lbs.

Hoisting wire rope: dia. 0.636 in. 始め 19 wires, 6 strand, ordinary lay rope を用ひたれども tower 下部 swivel sheave の破損激しき故、後半は 19 wires, 6 strand, lang lay wire を用ひたり。

Wire rope の壽命： 切斷する迄尙多少の餘命あるべしと雖も危険を恐れ早目に取替ふることありたり。之れを昭和 3 年 5 月 4 日より 7 日に至る最高記録に徴するに晝夜連続作業にて一晝夜の捲揚回数 1885~1987 回にして 4 日間の平均 1915.5 回に及びたり。而して rope の状態には最も注意を拂ひ、當時 7~10 日に取替へたり。之れよりして hoisting wire rope 1 本の壽命を推算すれば 13400~19150 回となるべし。

(17) Concrete tower,

本工場に建設したる tower は 4 基 7 室にして鐵塔、木塔兩種を用ひたり。即ち

1. Wood tower,	2 compartments	1 set	176'	Mixing plant に接し建設す
2. „ „	2 „	1 „	220'	同上
3. Steel tower,	2 „	1 „	255'	右岸に建設
4. „ „	1 „	1 „	210'	左岸に建設

2 基の木塔は mixing plant に隣接し直角に並び其の 4 室は夫々 4 臺の mixer に相對し 4 個の buckets は各獨立して運行す。鐵塔は 2 室のものは川を隔て右岸に、1 室のものは左岸に建設せられ、共に木塔より chute にて運ばれたるコンクリートを受入れ、再び之れを捲揚げ chute にて送る用をなす。

之れ等のコンクリート塔を固定し、或は捲揚用として使用したる wire rope は下記の如く

夥しき數に達し其の購入總額 48 000 圓を超えたり。

用途	直徑(吋)	卷數
Hoisting rope	0.636	40
Suspension rope	1½	9
Stay rope	1½	3
" "	1.273	4
" "	1.034	4
Guy rope	1½	3
" "	0.795	52
Sliding frame hauling rope	0.557	12
" "	0.517	39
Chute hanging rope	0.318	20
" " "	0.307	7
" " "	8 mm.	63
" " "	manila 3/4"	222

木塔と鐵塔との比較

1) 兩者工費の相違 220 呎木塔は始め 176 呎に建て後建増したるものなるが之れを 255 呎鐵塔と比較せんが爲、始めより 255 呎に建設したるものと假定し、當時の實費より其の建設費を推算し兩者の比較を試むれば次の如し。

材料費 組立費

高 255 呎寢室鐵塔	$10\ 195 + 1\ 275 = 11\ 470$ 圓	(精算額)
同 上 木塔	$6\ 530 + 2\ 040 = 8\ 570$ 圓	(176 呎塔精算より推算)

此の差 2 900 圓にして木塔は鐵塔の 75% に當る。

2) 木塔は鐵塔に比し彎曲し易く高塔に於て一層甚し。220 呎木塔に於て chute 500 呎の場合 1-suspension rope に働く chute, rope 及び flow concrete 等の全重量は 9 噸に及ぶを以て suspension rope の方向に於ける塔の彎曲は長さ 100 呎の區間に於て約 1.5~2 呎に達したること珍しからず。bucket の昇降には支障なかりしと雖も好ましからざる現象と云ふべし。

3) 木塔の bucket guide に米松材を使用したるが鐵塔の angle に比し磨滅甚だしかりき。

4) 木塔は米松を使用したるが 3 年も使用すれば腐朽すれど鐵塔は取外し數回使用し得べし。

5) 鐵塔の組立容易なるは工費に於て利するのみならず一般工程に於て利益多し。

結論 木材非常に安價ならざれば鐵塔を以て勝るとすべし。

(18) Chute

Concrete chute は米國 Lakewood 社製徑 14 吋のものを採用し、工事の進行と共に不足

分及び spare 品を青島修理工場に於て製作したり。

Lakewood 製 chute 類主要購入数

	piece	length	weight
20 ft chute with liner	85	1720 ft	430 #/20'
10 ft " " "	65	650 "	220 #/10'
For counter weight chute			
20 ft chute elbow attached	7	140 ft	486 #/20'
10 ft " " "	7	70 "	220 #/10'
20 ft " " "	7	140 "	430 #/20'
Total length		2720 "	

Chute line に属すべきもの

1. Chute 20', 10'
2. Round chute 6', 3'
3. Flexible chute 3' (16½" dia)
4. Line gate chute 10' (支線を作る。方向變換す)
5. Elbow No. 2, No. 3, (方向變換)
6. Hopper switch (支線を作る。方向變換す)
7. Square hopper for round chute or flexible chute.
8. Round hopper " " " " " "
9. Hanger for joint 8' butt plate
10. Steel block single or double
11. Cable trolley

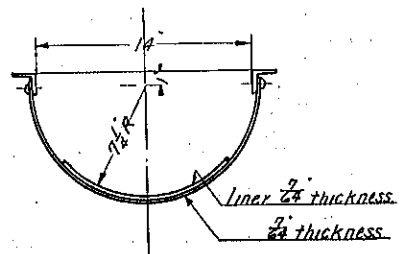
Chute line の長さは施工箇所により異ると雖も普通 1 條の長さを 400~600 呎とし其の勾配はコンクリートの強度及び chute に據る施工の workability 等を考慮し平均勾配を 1:2.4~1:2.7 とし上方より下方に至るに従ひ緩になしたり。

Chute の下半部は 1 本の main chute より數本の branch chute を派し、其の末端は施工面より 30~60 呎高くし chute end より round hopper 及び round chute を垂下し施工面の打止るに従ひ round chute を取外すことゝしたり。

コンクリートの施工に當つては必ず chute line の調整を行ひ先づ mixer より bucket にて水を塔上に汲み上げ tower hopper より chute に水を流し込むこと數回、次で mortar を流し、愈々コンクリートを流すものとす。小牧に於けるコンクリート作業は總て chute に據りたるが故に工事最盛期に於ては之れ等の chute lines は天空高く入り亂れ tower guy rope, suspension rope 等は蜘蛛の巣の如く八方に張られ、所謂立體的工場を現出せり。

第三圖

Section of Lakewood 14" Chute



此の故に main chute の張り替へは容易ならず、一度 chute line を設定せば其の勢力圏の及ぶ限り之れを使用することゝしたり。爰に於てか chute の壽命に就ては最も注意を拂ひ、検査を怠らず。當時 lining plate 取替其他修理のため修理工場は繁忙を極めたりき。chute の壽命はコンクリート骨材の性質、粒の大小、練り方の硬軟、chute 勾配の緩急及び磨損箇所手直しの程度等により大差あるを以て一概に之れを云ふを得ずと雖も、小牧に於て使用したる骨材、硬度及び勾配 2.5 割内外に於て且つ手入れを充分に行ひたる場合 Lake-wood の如き優良品にて尙且つ line chute, liner の取替へはコンクリート 1 000 立坪内外にて實行するを必要とし、又 elbow 等の special 品は 400~500 立坪にて局部的修理を要したり。

(19) 右岸補助 mixing plant

右岸堰堤上流標高 583 呎に Ransom 14 cub ft の mixer 2 臺を据付け其の附近に 3.5間×2.5間 セメント倉庫、38.7 立坪の砂 bin、60.6 立坪の砂利 bin を設け骨材は bin 下方向出口より hand car に移して mixer に運び、コンクリートは mixer 出口より直接 chute にて現場に送りたり。

(a) 施 工

堰堤の築造は會社直營とす。コンクリート工事を開始したるは大正 15 年 7 月 11 日にして右岸補助 mixing plant を用ひ先づ堰堤右端 13 (附圖第六) より右寄りの遮水溝を打始め、引続き堤體の施工に移り同年末には最右端標高 560 呎より河の方向に順次 546 呎、523 呎と階段狀に 3 區間を打上げ、此の體積 4 500 立坪に達したるを以て補助 plant の使用は之れを以て一先づ中止し、殘餘は總て左岸主 mixing plant に據ることゝせり。主 plant の作業開始は大正 15 年 9 月 5 日にして假排水路右岸側壁上部のコンクリート工を打始めとし、次で昭和 2 年 1 月 11 日より愈々中央最深部遮水溝に着手したり。引続き河中堤踵部の殘部を急ぎ掘鑿し grouting を後廻しとし取敢へず此の部分に狭く標高 394 呎迄打上り以て出水時と雖も其の下流基礎の掘鑿を可能ならしめたり。斯くして中央下流部基礎の掘鑿を進め次いで下流全面の施工に移り、標高 400 呎迄は對縮接合を設けず最深部を一塊として打上げたり。之れより上部には對縮繼手を設け、又洪水時溢流を可能ならしむるため常に河心中央部を低く左右區間を階段狀に打上り、順調に施工を進めたり。

コンクリートの打方は常に堤の下流面を先きにし chute 先端の圓筒を左右に且つ順次上流に移動しつゝ下流より上流に向つて施工を進め 1 回の打上げ厚を 1~1.2 尺とし、又打上げ面は下流より上流が 3~5 尺位低くなる程度に傾斜せしめ且つ表面に玉石を突出して滑動に對する抵抗の増加を計りたり。

コンクリートの打上りは對縮繼手を以て限られたる 1 區間を必ず 1 回に仕上ぐることに

し又上下層の施工継手には下記の方法を採りたり。

下層の凝結を待ち引續き上層を施工せんとする場合は下層コンクリート打上後、夏期は 5～6 時間、冬期は 12 時間以上経過したる頃、下層表面を water jet にて洗滌しレイタンスを除却せしむ。下層施工後 1 週間以上放置する場合は上記の手當をなしたる上更に上層施工前凹所及び上流型枠附近を jack hammer 又は chipping hammer にて上皮を削取らしむ。2 週間を経て上層に移る程度のもは表面全部を削取らしむ。

上記何れも凝結後毎日撒水を怠らざるは勿論にして且つ上層著手直前には下層表面を更に水洗ひし、純セメントを鐵線ブラシにて磨り込み又 1:2 モルターを薄く掃き均したる上新コンクリートに取掛る手續を取らしめたり。而して下層施工後一箇月以上長期に涉り放置すべき箇所は表面に深 1.5 尺位、幅 6～8 尺の溝を 1 又は 2 條堰堤の長さの方向に設け且つ全面を漚にて被ひ撒水を怠らず而して上層施工直前上記工法に依らしめたり。

基礎岩盤上にコンクリートを施工する場合は完全に浮石を取除き先づ water jet にて岩面を洗滌せしむ。遮水溝内は漏水ありたるを以て夫々 2 吋管及び 4 吋管にて 1 箇所に集め 30H.P. ポンプを以て排水し溝内を無水として施工したり。遮水溝以外基礎岩盤よりも多少の漏水ありたるを以て同様に小管に集め下流に導き施工したり。而して之れ等排水管はコンクリート施工後遮水溝及び上流部のものはセメント注入を行ひて水止めをなし、下流部に屬するものは其の堰堤趾に開口せしめ置きたり。岩盤表面に割目ありたる箇所は豫めセメント注入を行ひ其の完全を確めたる上コンクリート工を施工したり。

コンクリートの軟さに就ては最も苦心したり。一般に堅き程強度大なりと雖もかゝる廣き現場に於て全面積を一様に堅く搗き固むること殆んど不可能にして且つ chute を以て配給したる故、従つて workability に或限度を生じたり。又 mixer には定量的水槽附屬すと雖もセメントの計量を直接容積に據りたるを以て多少の不同を免れざると砂の温度は日に依りて異なる故に mixer 運轉手は常に水加減に付き苦心し之れがため特に賞を與へて其の勞を補ひたる程なりき。加ふるに北陸の天候常ならず施工半ばにして驟雨到ること屢々にして workability を一定に保つこと甚だ困難なりき。其の他 chute 長きため温度の高低により流れ方を異にする等、之れ等種々の事情を考慮し chute の勾配を大體 2 割 5 分内外とし slump の標準 10 cm とし施工を續けたり。

小牧にはコンクリート試験所を設け毎日午前、午後 2 回 mixer 出口に於て slump test を行ふ外、實施コンクリートより標本を取りて耐壓試験を行ひ又砂利、砂の篩分析、含水量、泥土混有量等を測定し現場監督員に注意を與ふると共に伏木セメント試験所と相俟つてコンクリートに関する種々の研究を成したり。其の成績及び凝固熱等に就ては追て報告すべし。

コンクリートの施工は結氷期を除き概ね晝夜連續作業せしものにして工夫は 2 交代とし

シュート幹線 1 本に付き下記の人員を配備したり。

監督員	技術員	人数
(1) 指導者	工夫	2 人
(2) コンクリート均し方	人夫	9 人 (施工面狭き時 8 人)
(3) 搦き固め方	人夫	5 人
(4) コンクリート面掃除	人夫	4 人 (施行面狭き時 2 人)
(5) シュート上乘	人夫	3~4 人
(6) シュート移動	{ 慮 夫 人 夫	{ 1 人 4~6 人
計		29~32 人

之れ等の工夫は分業的に下記の勞務に服したり。

- (1) 指導工夫は自らシヨベルを握り身を以つて工夫を指導すること。
- (2) 均し方工夫シュートより連続流下するコンクリートをシヨベルを以つて絶えず搦き均し四方に分布する役目にして本作業の主役たり。
- (3) コンクリートの堅きスランプ 10 cm 内外にして之れを歩行すれば踝を没する程度なり、依つて工夫に長靴を穿かし木箱を突きつゝ萬偏なく歩き廻らせたり。
- (4) 掃除の係りは舊コンクリート面の清掃及びモルタル磨り込み。施工中新コンクリート面のレイダンを絶えず箒にて掃き集め除却すること。又水多き時は掬ひ取ること。施工したる面の乾かさる様撒水すること等。
- (5) 此の係は施工中シュートに分乗し次の役目を爲す。上記の如くシュートの勾配 2 割 5 分程度にして出来得る限り堅練りを用ひんとしたるを以てコンクリートはシュートの屈曲部に於て壓入したり。依つて之れを突き流すこと。流れ悪き所又は溢出せんとする所の手當。ライン・ゲートの開閉。施工中シュートの方向轉換を要する場合ブロックの懸替。シュート掃除等。
- (6) シュートの方向轉換。圓筒の取付け切放し。シュート勾配の部分的整齊。施工中シュート一部の模様替。等

小牧掘堤コンクリート打手間明細表及び同一立坪當り諸經費調を掲ぐれば附圖第一及び第二の如し。

(f) 型 枠

型枠は總て木製とし 5 種の標準型枠を造り大部分之れに據り監査廊其の他異形部のみ特殊構造としたり。

標準型枠下記の如し

種別	寸幅 (尺)	法高 (尺)	用途	枚数	摘要
1 號	8.0	3.5	堤體上、下流面及び兩側面	1495	1 枚目方約 13 貫
2 號	5.0	3.5	同上	58	〃 約 8 〃
3 號	3.0	3.5	同上	48	〃 約 5 〃
4 號	4.0	8.0	堤體下流面バケツト曲線部	153	半徑 70 呎に製作
繼手用			對縮接合部	834	
計				2088	

材料は殆んど全部米松を用ひ、暗渠、監査廊、橋脚等の彎曲部は姫小松、北海松等を使用せり。板は厚さ正 1 寸、幅 8 寸以上のものを用ひ、表面を飽機を以て削り、繼手を隣入として水密を保たしめ、長さ 4 吋釘と 4 分ボルトを以て附圖第二十九の如く組立てたり。型枠は狂ひを生ぜざる様製作に先立ち充分乾燥せしむる必要あるを以て當初青島ヤード内倉庫の一部に假木工場を設け豫め木取り乾燥を行ひ、小牧左岸敷地の整理成るや堰堤の下流側に隣接して 40 坪の木工場を建て丸鋸、帶鋸、飽機、研磨機等を設備し、電動力により運轉し型枠を製作したり。後堰堤工事繁盛期に及んで更に其の附近に於て鐵道線路に近く移轉し、72 坪に擴築して一層製作能力を増加したり。型枠は使用に當り漏水無きやを検査し、一旦使用したるものは清掃し何れも表面にマシン油を塗付しコンクリートの附着を防ぎたり。

型枠の取付方は基礎岩盤上 2~3 尺は現場に杉丸太を立て之れにバラ板を打付け、夫れより上部は下流面バケットは 4 號型枠を其の他總て 1 號型枠を用ひ、四隅には 2 號又は 3 號を使用したり。型枠の繼ぎ上りは其の $\frac{2}{3}$ の高さ迄コンクリート施工されたる時型枠を一段進む様にしたれども稀に二段引續き繼ぎ上りたることもあり。斯かる時は下部型枠がコンクリートより分離する傾向あり結果良からず。型枠を取付くるに當り其の位置を正しく定むるは最も必要なり。之れがためコンクリート表面より 1 尺離して造形を各測點毎に設け、一方玉石に 8 番鐵線を結び付けて之れをコンクリート中に埋め込み 8 番鐵線の頭部を輪として表面に出し置き次に型枠を前記造形に倣ひて据ゑ付け、鐵線輪と型枠頭部引懸けボルトとを他の 8 番線にて連結締め付け又コンクリート面より徑 7 分丸鐵棒にて型枠内面を支持し、且つ鐵棒の型枠に接する處には板切れを挟みてコンクリートが打上るに従つて板切れを取外し、鐵棒がコンクリート表面に現れざる様なしたり。此の場合下部コンクリートが硬化せざる時は鐵棒を以て支持し得ざるが故に然る時は幅 4 寸 5 分、厚 2 寸、長 8~12 尺、角材を附圖第二十九の如く一段下の型枠横材に懸け之れより 4 分ボルトを以て上部型枠を起し、正位置を保つことに成功したり。

型枠相互の連接は上部型枠の縦柱を下部型枠の横材に嵌め込みて上下に定着し、左右は徑 5 分ボルト 3 本にて隣接の縦柱を連結固定せしめたり。型枠の縦柱には徑 5 分ボルトの入れ孔を穿ち置き型枠を取付くるに當り之れを通じて袋ボルトにて連結せる徑 5 分アンカーボルトを型枠 1 枚に付き 1 本宛取付けコンクリート中に埋設したり。之れが目的はコンクリート施工中型枠が閉かざるためと且つ取外しに際し、危険を防ぐためなりとす。型枠取外し後袋ボルトの孔は足場構作又はシュート吊線の定着等に利用し便利多し。型枠取外し時期はコンクリート施工後 2 週間以上経過するを常則とし概ね五段置きに繰返し使用したり。左右對稱接合面は隣接部施工の都合上稀に 1 週間位にて取外したる例もあり。

(g) 工程及び灌水経過

小牧堰堤は大正 15 年 7 月 11 日コンクリート工に着手したるも當時尙掘鑿未了の箇所ありしを以つて築造進捗せず。同年末コンクリート施工高漸く 5000 立坪を見るに止りたり。翌昭和 2 年夏期に至り大に進み同年末コンクリート累計約 24000 立坪に達したり。次いで昭和 3 年には工事益々順調に向ひ、同年 5 月を最盛時期とし當時は概ね晝夜コンクリート作業を連続し平均一日 160 立坪を施工し 5 月 4 日には一晝夜最高記録 278 立坪を示すに至り、同年末には累計 45500 立坪に達し殆んど堤體の大部分を築造し終れり。

昭和 4 年に入り mixing plant 下部に残したる掘鑿 3000 立坪と同所コンクリート 2500 立坪を施工し、同時に門扉其の上層構造物又は湛水前施工すべき附帯設備を完成せしめたり。茲に於てか着工以來數回の水害、砂利及び砂値上騒動、加越鐵道の連絡線遮斷又は流材魚業等に關しあらゆる妨害に對抗しつゝ、工事を繼續し、昭和 4 年末には殆んど竣功を見、湛水準備全く成るに至れり。然るに豫て懸案中の流木輸送設備は容易に當局の認可を蒙るに至らず。而して流材設備を完成するに非ざれば湛水を爲し得ずとの條件の下にある本工事は實質的完成を見ながら遂に其の年發電を開始する能はず、徒に冬期の流木季を迎へ年を超ゆるに至れり。

斯くて幾多の迂餘曲折を経て昭和 5 年 4 月 25 日待ちに待ちたる流木輸送設備の認可を得たるを以て直に該工事に着手したるに悪辣極まる飛州木材會社は秘に策動して其の前日即ち 4 月 24 日大阪地方裁判所に金 300000 圓を供托し、假排水路閉塞禁止の假處分を申請し直に其の決定を得たり。續いて數回の辯論と 6 月 2 日より 4 日に涉る同裁判所の庄川實地檢證を経て遂に 7 月 10 日假處分解除の判決ありたり。續いて 8 月 22 日には流木設備完成したるを以て即日富山縣より假排水路閉鎖認可ありたるも、前記假處分取消請求事件に付第一審に敗訴したる飛州木材株式會社は飽く迄當社の湛水發電を妨害する目的を以て 8 月 5 日豫て大正 15 年以來係争申なる行政事件に關し、行政裁判所に對しても同裁判所の判決ある迄湛水發電なすべからずと云ふ所謂行政處分執行停止並に假處分の申請を爲したるため行政裁判所に於ては直に實地檢證を施行したる結果、9 月 10 日右申請は悉く却下せられ茲に於て始めて民事並に行政兩事件共に工事進行上何等支障なき状態に立ち到りたるを以て即日假排水路閉鎖の工事に着手したるものとす。

然るに飛州木材會社は之れより先き假處分事件に就き第一審に於て敗訴の判決ありたる 7 月 10 日直に大阪控訴院に控訴すると共に他方大阪地方裁判所に浸水地域に關し虛妄の証明を爲し所有權侵害に基く假處分の申請を爲す等、凡ゆる手段を弄して湛水發電の妨害を爲したるを以て會社は可及的速に假排水路閉塞工事を完成し湛水を開始する必要ありとし極力コンクリート工を急ぎ假排水路を閉鎖してより 11 日目なる昭和 5 年 9 月 21 日富山縣の認可を得、同日午後 6 時 30 分一齊に下部排水暗渠を閉鎖し、爰に大正 14 年着工以來 5 箇

年半にして終に灌水を完うし發電を實現するに至れるものなり。

(h) 灌水作業

灌水の手段として假排水路の外に堤體を貫きて上下二段に 3 個の排水暗渠を設け置きたり。下部暗渠は 2 個とし河心に當て並列す。其の閘面は標高 375 呎とし假排水路の堰堤上流面に於ける渠底より 3.5 呎下位に置き、上部暗渠は 1 個とし假排水路の略々直上に在り。其の閘面を標高 470 呎とし排砂門の閘と同高位とす。暗渠の大きさは 3 門共幅 17 呎、高 14 呎とし、入口に幅 19 呎、高 17 呎の鐵製 flap gate を具備し、堰堤工事中ロープを以て門扉下端を吊上げ開放し置きたり。之れ等門扉の構造は下部のものは $24'' \times 7\frac{1}{2}'' \times 100\#$ Ibeam 17 本を縦主梁とし表面に $3/8''$ スキン・プレートを張りたるものにして周圍にゴム水止を有し、1 門の重量 22 噸とす。

上部門扉は下部と同形にして稍々軽く重量 17 噸とす。暗渠の流量は下部 2 門にて水深 14 呎の時 5000 個とし、上部は其の 1 門と及び 3 排砂門とにて水深 14 呎の時、同じく 5000 個としたり。

灌水作業の當初計畫の順序は先づ假排水路を角落にて閉鎖し、河水を一旦下部排水暗渠に轉流し置き假排水路内部にコンクリートを填充するものとす。次に其の凝固を待ち相當日數を経過してより下部暗渠の flap gate を 2 門同時に閉塞し灌水を開始す。而して斯る高堰堤に灌水するに當りては慎重の注意を要するを以て灌水は一先づ下半部に止め、上部暗渠及び排砂門より排水せしめ置き、下部暗渠にコンクリートを填充す。同時に灌水に因る堰堤の deflection 等を測定しつゝ萬全を期し、最後に上部暗渠及び排砂門を閉塞し灌水を二段に分ちて施行する計畫なりしなり。

然るに實施に當りては既記の如く窮迫したる事情の下にありて豫定の工法に依る能はざりしを以て先づ角落に代ふるに簡單なる鐵扉を以て假排水路入口を締切り同水路内にコンクリートを填充すると同時に上部暗渠をも同時に閉塞し、引續き下部暗渠を急速閉鎖し灌水したるものにして之れが成功は偏に超高級セメントを使用し得たる賜物なりとす。而してかゝる非常手段により極めて短期間に灌水作業を決行したるは實に稀有の事實と信するを以て次に當時の實況を述べ作業を概説すべし。

1. 先づ第二假縮切の上部を破壊し、一方假排水路を閉塞し河水を下部暗渠に導したり。此の時假排水路中門扉外の水深は 6 呎にして排水路内洩水は山手水路は 4 吋管 1 本位、川手水路は 2 吋管 2 本位なりしを以て共にポンプを以て扉外に排水したり。
2. 排水路の門扉内渠底は鐵筋コンクリート造なりしが數年通水のため砂利、砂に深く洗掘せられ鐵筋は麻の如く亂れ居たり。
3. コンクリート填充に先立ち排水路内面を全部人夫をして削り取らしめ完全に清掃したり。
4. 排水路入口に 60 封度軌條を 1 呎間隔に立て並べ鐵筋とし、入口に於て數幅 45 呎を第 1 回の施工區間とし 9 月 11 日夜コンクリートに着手し、同 15 日朝迄に完了し先以て不時の出水に備へ、内部

施工を安全にしたり。

5. 假排水路用事は 13 日より山手は 14 日より中央大部を層々に打上げ 20 日朝、上方 6.5 呎を残し此の區間を完了したり。セメントは全部淺野ペロ・セメントを使用したるが施工箇所暗渠内部にして通風悪く、且つ一時に多量を打上げたることゝ凝固熱非常に上昇しコンクリート温度を直接測定する設備無かりしが渠内施工箇所に於ける気温は 30°C 内外に違したり。依つて渠内にコンクリートを全部填充することを見合せ上部 6.5 呎、幅 8.5 呎を残し此處に水を 1 尺位湛へ絶えず側面に散水して乾燥を防ぎ又壓氣管を引込みて温度低下に努めたり。而して此の部分は湛水後コンクリートの温度低下を待ち施工することゝしたり。
6. 上記の如き工法に因り 9 月 11 日以来 21 日に至る 10 日間に 903 立坪のコンクリートを假排水路に填充したるが更に凝固を待つ暇なく、同日夕刻下部暗渠 2 門を同時に閉塞し湛水を開始したり。
7. flap gate 閉鎖の方法は附圖第三十一の如くロープに特種の鈎を取付け置き陸上よりウインチにてロープを捲くときは鈎は自然に外れ、門扉を落す様に工夫し成功したり。
8. flap gate を閉鎖したる時河川流量は約 1400 個にして、門内洩水は 1 門は絶無にして他の 1 門は始め 4 吋管に 1 本位洩水したれども湛水の上昇に伴ひ、門扉に水壓加はり後全く止りたり。
9. 假排水路内気温は最高 38°C 迄上昇したれども其の後次第に低下したるを以て、打残したる空所にコンクリートを填充し 12 月 24 日迄に排水路内部のみにして總計 1233 立坪を打終りたり。
10. 之れより先き上下の排水暗渠にもコンクリートを填充し何れも 10 月 20 日完了したり。
11. 假排水路及び上下暗渠内コンクリートの凝固を待ち監査庫内及び下流面より豫め挿入し置きたる鐵管によりセメント・グラウトを施し、本作業を完結したり。

6. テンター・ゲート

テンター・ゲートは長 25 呎、直高 20 呎、半徑 20 呎、門自體の重量約 17 噸、其の數 17 戸とす。

(a) 設計の要旨

- i) ゲート構成の各部に一樣の安全率を保持せしめ贅重を省きたること
- ii) 洪水時浮流物が萬一ゲートを溢流落下することあるも衝突すべき構材、何等基側に無き構造としたること。
- iii) 修理並に維持に對し近寄り易き構造としたること。
- iv) 現場に於て組立、据付を容易ならしむる様考究したること。

(b) 構造の概要

遮水面の構造は 18"×7" 工形鋼 6 本、18"×6" 工形鋼 2 本及び 12"×3" 溝形鋼 1 本を横主梁とし其の間隔を下方程狭く經濟的配列とし表面にスキン・プレートとして 7/16" 取鋼板を張る。兩側の支柱は 6"×4" 山形鋼 6 本を扇狀に並べ、其の 2 本宛を 1 組として格構とす。樞軸の軸承部は梯形の鑄鋼製ブロックとなし、扇狀支柱の一端を要集して之れに堅く締釘す。樞軸は直徑 8 吋の鍛鋼製にして鎮定部と同一體となし片持梁の形狀をなす。鎮定部は直徑 3½ 吋、長 17 呎の丸鋼 3 本を主材とし橋脚コンクリート中に埋込む。

ゲート周囲の水止めは下端に檜材を取付け堤頂に埋設したる 8"×6" 工形鋼梁と接觸せし

め、兩側端には厚さ 1/2 吋の純良ゴム板を取付けて橋脚側面に埋設したる 12"×3 1/2" 溝形鋼導座と密接せしむ。

(c) 捲揚装置

捲揚機はゲート 2 門に付き 1 臺とし、橋梁上に 9 臺竝置し、クラッチの切替により兩側任意のゲートを開閉し得。ゲートは中央より左右 8 呎の箇所にて下端に近く各 stud link chain (直徑 1 吋) を取付け、此の 2 本の鎖を捲揚機の鎖車に巻付け 20 H.P. 電動機により毎分 4.5 呎の速度にて開閉を行ふ。尙電動の外、手動開閉装置をも附屬す。

(d) 組立

ゲートは全部現場組立となしたり。堤頂は丸味を帯び、狹隘のため豫め堤頂より少しく下方上流面に 5"×5" 工形鋼を突出せしめ置き之れを足掛として堤頂に足場を設け其の上にて組立をなしたり。而して橋脚側面の導座 (guide channel) は普通橋脚の施工に當り其の部分溝として残し置き後に之れを取付け周圍にコンクリートを填充するを工法とすれども、かくては出来榮え不完全なるを以て始めより導座を橋脚の型枠に取付け、同時にコンクリートを施工したり。故に型枠を堅固にするは勿論導座の位置の寸毫も誤差無きを期し、眞直なる生丸竹を約 25 呎に切り、兩端に木栓を施して寸法を調整し此の特種の尺度を以て取付位置を検定したる等周到の注意の下に施工したり。

(e) 結果

- i) 漏水殆んど無し。
- ii) ゲート上昇即ち閉門の時はスワッチを切ると同時に完全に停止すれども下降即ち閉門の場合はスワッチ遮断の位置より約 2 呎降下して停止す。之れ運轉匆々のことゝて摩擦聯動装置の摩擦係數少きに出るものにして尙數箇月を経過せば完全に停止するに至るべし。
- iii) ゲート捲揚に stud link chain を使用したるは常に其の上半空中に、下半水中に、没するを以て壽命の點より之れを採用したるものにして元來 stud chain は製作上ピッチの均等不精確なるを免れざるが故に開閉時鎖車との嚙合圓滑を缺き故障を起し易し、寧ろ壽命短かゝらんもプレート・リンク・チェーンの方適當と思はる。

7. 排砂門

排砂門は 3 戸とし満水面以下 120 呎に其の閘を置く。米國 Philips and Davies 會社製 catapillar sluice gate にして門扉の大きさは幅ローラー心々 8 呎 6 吋、高 9 呎 9 1/4 吋とす。之れを採用したる理由次の如し。

- i) 水深大なりと雖も開閉操作平易なること。
- ii) 精緻の部分少く頑丈なること。

- iii) 門扉を引揚げ修理し得ること。
- iv) 砂礫のため障害少きこと。
- v) 堰堤橋梁上より開閉作業を爲し得ること。

等なり。

(a) 構造の概要

門扉は 15"×5½" 工形鋼 7 本及び 15"×3½" 溝形鋼 1 本を主梁として横に配列し、其の上には 3/8" 鋼板を張りて遮水面となす。又両側には 31"×1/2" の鋼板を綴付け、更に隅々に山形鋼を配し總て頑丈に結構せらる。而して両側には鑄鐵製ローラー臺座を有し其の周圍にリンク及びピンにより連繫せられたる直徑 4", 長 5" の鋼鐵ローラー 49 個を無限式に取付け堰堤上流面に設けたる固定受座上を自由に回轉し得る装置とす。ゲート閉塞時の水止は周縁に取付けられたる 4"×7/8" の一面仕上げ鋼板面が門扉受の固定面に密着する装置とす。而して門扉を側面より見るときローラーの中心を通る線が鉛直線を爲すに對し、水止面は鉛直線と 2°30' の傾斜を爲し門扉が丁度閉塞位置に到達したるとき之れと同傾斜を爲す門扉受と接觸するものとす。此の接觸を完全に爲す門扉下端には adjustable pin を有し、其の長短を調整することによりて門扉の位置と接觸程度を加減し得る如く装置せらる。

(b) 捲揚装置

捲揚機は堰堤橋梁露臺上に設置せられ、門扉上部中央に取付けられたる 4 捲溝滑車を通じ直徑 3/4 吋ワイヤー・ロープを 8 本掛し捲揚ドラムに連接す。捲揚機は 15 H.P. 電動機と齒車減速装置により直結せられ、毎分 4 呎の速度にて門扉を開閉す。ローラーの滑走する固定受座はゲート閘より 80 呎上迄設備せられ低水位に於て門扉を水上に引揚げ得せしむ。

(c) 結果

- i) 開閉作業は豫期の通り簡單平易なり。
- ii) 漏水を完全に防止すること困難なり。之れ水止装置上記の如くにして漏水を完全に防止せんとすれば接觸面に壓力加はりローラーの遊ぶ傾向生ず。然るときは門扉開放に際し回轉摩擦は變じて迂り靜摩擦となるを以て引揚に數倍の力を要し捲揚機又はロープに不慮の故障を生ぜしむるに至るべし。故に此の水門は正位置に於て少量の漏水あるを寧ろ常態とすべし。

8. 魚道

魚道は堰堤の右岸に近く之れを設く。魚道は上方堰堤満水面と下方集魚池間直高 210 呎を複式捲揚装置、所謂エレベーター式となし、下方集魚池と庄川水面間直高 8 呎を魚梯とし全高程 218 呎、之れが總延長 495 呎とす。其の構造は堰堤下流面に沿ひ内法幅 14 呎 7 吋、深 3.5 呎の開渠式斜道を築造し其の上端には堤體を貫きて全長 23.5 呎の魚溜りを設く。魚

溜りは其の底面を標高 587 呎に置き内法幅を 10~2 呎と爲し貯水池満水時に於て水深 3 呎を保たしむ。魚溜りに接続して堰堤の背面に沿ひ 1 割の勾配を以て貯水池の最低水位標高 540 呎に至る川を内法幅 4 呎、深 2 呎の開渠とし之れを放魚路と爲す。即ち魚族は輸送機によりて魚溜りに輸送せられ放魚路を滑りて貯水池に放養せらるゝものとす。又放魚路の入口には幅 2 呎、高 4 呎の木製水門を設け貯水池内の水位低下せる場合には之れに據り魚溜内の水深を調節するものとす。

前記開渠式斜道の下端には内法幅 14 呎 7 吋、水面幅約 12.8 呎、底幅 6 呎、水深 7 呎を有する集魚池を設く。集魚池は其の中央に於てコンクリート造隔壁に依り徑間各 7 呎の 2 區劃に分ち其の入口には各高 3 呎の自動水門を装置するものとす。

集魚池に接続して内法幅 14 呎 7 吋、水深 6 呎、勾配 1/20 及び 1/15 の魚梯を築造し、庄川本流に連絡するものとす。魚梯は集魚池共 8 段にして各段の落差を 1 呎とし總落差を 8 呎とす。魚梯隔壁の上下端には長 3 呎、深 6 吋の缺口及び長 2 呎、深 1 呎の穴を交互に設け魚の通路とす。魚族は庄川本流より此の魚道に進み集魚池に装置する掬揚籠内に入りて魚溜りに輸送さるゝものとす。堰堤下部の集魚池と上部の魚溜りとを連絡する斜道には複式捲揚機を設備するものにして其の構造は斜道の内側に軌隔 7 呎の複線軌道を布設し魚溜りの右側に装置したる 30 馬力電動捲揚機により 1 分間約 160 呎の速度を以て集魚池に於ける掬揚籠を交互に魚溜りに輸送し附屬水門を開きて魚溜りに放魚するものとす。

掬揚籠の構造は内法 5 呎角、深 4 呎とし其の上方高 2 呎を箆張とし下方 2 呎を板張と爲し蓋は上流側 1.5 呎を板張り固定とし他は箆張として閉閉し得るものと爲したる木製籠を 4 輪車臺上に取付けたるものにして掬揚籠は軌道の傾斜如何に係らず常に水平の位置を保つ様座車輪上の一處に於て支持せしむ。

前記斜道の右側に略ぼ並行して水路を設け堰堤頂より溢流なき場合に於て堰堤より發電所に至る庄川本流に於て魚族の溯上に必要なる水を貯水池内より放流するものとす。其の構造は堰堤の右岸に於て高 54 呎、内徑 8 呎の半圓形の鐵筋コンクリート造取水塔を築造し、溯魚誘致に必要なる温度の水を流下するため貯水池内上層の水を引水する目的を以て常水位以下 14 呎毎に幅 3 呎、高 4 呎の鐵製水門を 3 戸附屬せしむるものとす。取水塔の下端に連絡して堤體上流面に沿ひ内徑 4 呎、延長約 65 呎の鐵筋コンクリート管を布設し又之れに接続して堤體を貫きて内徑 2 呎の鑄鐵管を 2 本並列に布設し其の下流端に各 1 組宛の制水弁を附屬せしむ。其の延長約 43 呎とす。更に又鑄鐵管の下端に接続して堤體の下流面に沿ひ内徑 3 呎の銑接鋼管延長 101 呎を布設し之れより下流は内法幅 6 呎、深 5 呎のコンクリート造開渠により地形の高低に倣ひ延長 352.6 呎にして魚梯登り口の右側に於て庄川本流に達するものとす。其の總延長 561.6 呎なり。集魚池及び魚梯に必要な水は前記水路の 134 呎

の點より之れを分水し取入れるものとす。又貯水池の水位降下の場合に於て魚溜り及び放魚路に必要な水は湯谷川附替水路より取水し得る設備と爲す。

元來エレベーター式魚道は米國 Condit Dam に起り續いて Baker River Dam に採用せられたるものにして共に單式斜道とす。我邦に於ては小牧堰堤に試みたるを始めとし續いて上流祖山堰堤に用ひらるゝに至れり。共に複式斜道とす。而して前二者の主なる相違は溯魚種類の異ることにして米國のものは鮭を主とし小牧及び祖山は共に鮎を主とし小數の鯿及び雜魚を交ゆ。鮭は體力強きを以て掬揚籠に收容するには魚梯を相當高く溯上し稍や疲勞を感じたる頃を適度とす。而して一旦籠に入りたるものは跳ね出るを防ぐため籠を無水として引揚ぐ。之れが爲魚は籠中に於て多少損傷を蒙むることある由なれども米國に於ては之れ等の鮭を Dam 上流に設置したる養殖場迄溯河せしめ其處に於て捕獲し採卵するを目的とするが故に多少の傷害は省みざるが如し。然るに鮎は體力弱くして且つ之れを食膳に供するに當つて其の完全なるを尊ぶ。之れを以つて Baker River に於て全高程 230 呎の内下部魚梯を 50 呎とし上部エレベーターを 180 呎とするに反し我小牧に於ては全高程 218 呎の内下部魚梯を僅かに 8 呎に止め、上部エレベーターを 210 呎としたる所以なり。又 Baker River に於て籠中の水を全部排除するに反し、小牧に於ては水の上半を竹箕より捨て下半を槽中に貯へて水深を淺くし鯿の活動を殺ぐと共に運轉中水の動搖を利用して鮎の習性に適應せしめ安全に堰堤を越さしめんとしたり。

昭和 6 年溯魚季に於ける魚道の運轉は最初の試みなりしを以て直に満足なる結果を得ること難しと雖も相當の成績を擧げ得たるを以て次に記して參考に資せんとす。

小牧魚道昭和 6 年度成績要項

運轉開始	8 月 26 日
〃 終了	8 月 29 〃
此の間正味運轉日數	131 〃
掬揚總回數	1 604 回
1 日平均掬揚回數	12 〃強

因に 1 日 12 回運轉は少きに見ゆれども之れは統計的平均値に過ぎずして元來魚の溯河するは或季節に適當なる河川流量ある場合殆んど一時に溯河するものなるを以て其の最盛期には毎日 27~28 回位運轉掬揚げたるものなり。

掬揚魚總數	67 307 尾
(1 日最大掬揚記錄)	6 500 〃
内 譯	
鮎	57 121 〃
鯿	291 〃
其の他雜魚	9 895 〃

之れ等掬揚の實況を見るに下流より溯河したる魚が魚梯登り口に到達したるものは殆んど全部籠に飛入るを認めたるも本年は溯魚季の初期に於て發電所より堰堤に至る庄川を溯河中漁夫に捕獲せられたるもの多數あるのみならず、又魚梯登り口に近く庄川を横ぎりて施工すべき副堰堤未完成のため魚の一部は堰堤直下の水甲部に迷ひ込みて魚梯を登らざるものありたり。依て之れより鱒 308 尾を捕へ富山縣水産會養殖場に移送し採卵したり。而して發電所、堰堤間は其の後禁漁區となりたるを以て追て副堰堤竣工するに至らば掬揚装置、運轉の熟練すると相俟て一層良好の成績を擧ぐるに至るべきを信す。

9. 運材設備

庄川の流材は毎年 10 月半より翌年 2 月末に至る期間、從來管流しの方法による自然流送行はれ、堰堤工事以前は例年 50 000 石内外の出材を見たり。之れ等の流材は小牧發電所下流に於て 27 000 石用水に取入れられ青島ヤードに接する青島貯木場に引揚げられたるものなり。然るに庄川水力電氣小牧及び大同電力祖山の兩堰堤の築造せらるゝに至り小牧に於て 7.6 哩、祖山に於て 5.0 哩の兩湖連續して生じたるが故に流材は從來の自然流送に據る能はざるを以て兩會社は之れに代ふべき運材設備を新設するに至れるものとす。其の方法は流材を筏又は船積となし汽船により湖上を曳航し、兩堰堤は conveyor により乗り越し小牧堰堤より下流は専川鐵道により陸送し小牧發電所下流に於て 27 000 石用水に川入れするものなり。材種は山毛櫨等の雜木を主とし針葉樹を交ゆ。而して之れ等雜木の内には少量の沈木あるを以て之れ等は船積とし其の他大部の浮材は筏とす。本設備は兩會社連絡輸送するに就き以下兩湖水に互り運材設備と方法の概要を記すべし。

(a) 大同電力祖山堰堤灌水區域約 6 哩間

祖山堰堤灌水區域終端見座に於て庄川を斜に横切り、延長 350 尺、上幅 10 尺、下幅 25 尺、最高 21 尺の木造石積堰堤を作り、庄川上流より管流しにより流下する木材を之れにより堰止め、流水水路に取入る。本水路は延長 3 300 尺、底幅 82~20 尺、水深 6~4 尺、勾配 1/1000 のコンクリート造開渠にして水路中に延長 495 尺の餘水溢流堤及び 6 箇所の浮材溢流堤並に 2 箇所の排砂路を有す。水路の終端に且つ之れに沿ひて面積 3 600 坪、水深 3 尺の貯木場を設け流材一時に殺到したるとき暫時此處に假置きするものとす。貯木場には尙浮材溢流堤 1 箇所存し其の終端を沈材處理場とす。此處には排砂及び水位調節兼用の制水門を有し沈材積込場を設く。而して上記水路或は貯木場内の浮材溢流堤より庄川に溢流せしめられたる浮材は附近に設備したる浮材網場に堰き止められて筏に造られ又沈材は其の積込場に於て荷川に積載せられ共に汽艇に曳航せられ祖山堰堤に向ふ。

祖山堰堤に於ては其の附近に網場を設け 5 哩の灌水區域を曳航されたる筏或は船積の木材をチェーン・コンベヤーに導く。コンベヤーは勾配 1/1.96~1/1.73、延長 590 尺にして木材

は之れにより堰堤取付の鞍部を乗越へ堰堤下流のプラット・ホームに輸送せらるゝコンベヤーの補助として數臺の起重機及び架空索道又は修羅の設備あり。(コンベヤーは其の後緩勾配に改造せられたり。)

(b) 祖山堰堤より小牧堰堤湛水区域内木材積込場約 1 哩間

上記プラット・ホームに於て木材は大型トローリー車に積込まれ、3 噸ガソリン機關車に牽引せられ浮材は祖山發電所放水路對岸に至りて川入れせられ沈材は兩會社連絡線路の終點に於て起重機により舟積とせらる。

(c) 小牧堰堤湛水區間約 7 哩

庄川水力電氣會社は木材水上輸送のため下記設備を有す。

ディーゼル・エンジン發動機船 (75 H.P. 30 噸)	4 艘
ガソリン汽船 (8 噸)	1 艘
沈材積川舟 (積載荷重 20 噸)	33 隻
川 舟	12 隻

之れ等 5 艘の汽船により沈材は舟積とし浮材は筏として小牧堰堤迄約 7 哩の湖上を曳航す。筏は木材自體を麻綱にて連結して大なる袋を造り之れに浮材を入れたる所謂袋筏とし其の大なるものは 1 袋筏 1100 石を超え 1 汽船を以て 4 筏を曳航す。此の區間庄川の右岸に利賀川の支流あり。本流との合流點より上流約 1.35 哩の地點に見座に於けると同様にして小型なる木材取入設備即ち木造石詰堰堤、流木路、貯木場、積込場、網場等を設け、川幅狭き故上記ガソリン船にて合流點迄曳航し之れよりディーゼル船にて小牧に曳航す。

(d) 小牧堰堤より發電所下流に至る 1.4 哩

小牧堰堤左岸には 2 臺の起重機を据付け沈材を陸揚げなし又延長 497 尺、勾配 1/3.6 乃至水平のチェーン・コンベヤーを以て浮材を引揚げ、之れ等裝置により堰堤を乗越し貨車積となし専用軌道を電氣機關車にて牽引輸送、發電所下流なる 27 000 石用水入口に設備せる土入場に於て川入れをなし本作業を完了するものとす。

(e) 昭和 5 年末より 6 年 2 月末に至る上記運材設備による木材の輸送は總計 264 000 本、111 400 石に及び從來管流しによる石數以上の記録を以て完全に輸送を完了したり。

10. 湛水區域

湛水區域は平水時亘長 7.6 哩、水面積は満水面にて 0.6 方里とす。素より兩岸絶壁にして人家すら無かりしを以て湛水に當り少許の護岸を施したる外何等設備を加へず唯交通のため湖上、本流に於て徑間 480 呎の下原橋、徑間 421 呎の仙納原大橋及び堰堤右端湯谷に徑間 196 呎の湯谷橋を又支流利賀川に於て徑間 134 呎の小橋を架したり。之れ等は一様に幅 6 呎とし簡單なる吊橋なりとす。

堰堤より上流 5.44 哩に昔時より祖山、大牧の 2 温泉相接して存在したり。祖山は以前より荒廢し居りたれども大牧は河原に湯壺を作り、地方民の信仰厚かりしを以て之れを湖底に沒せしむるに忍びず、河原に於て Calyx を以てボーリングを試みたるに深さ 207 呎に及び熱湯の噴出を見たり。依て湖岸に鐵筋コンクリート造内部厚焼土管張りの井戸を作り之れに湯を導きたるに満水に當り舊河底より満水面迄 60 呎、之れより更に水上 6 呎なる井戸天端迄自然噴湯し此の溫度 52°C にして浴槽に導きたるに溫度 $42^{\circ}\sim 43^{\circ}\text{C}$ を維持し理想的の温泉を得たり。庄川峽の新名所大牧温泉之れなり。

第二節 取 入 口

1. 構 造

取入口は庄川左岸に於て堰堤の上流約 600 呎の位置に在り。最大使用水量 4900 個を取入る設備とす。入口には瀾堤を設け水門口より一段高め其の天端を標高 525 呎とし貯水池満水面以下 65 呎、同低水位以下 15 呎に置く。取入口の形狀は鐘口となし其の入口の總幅は 141 呎とし下流に向ひ 101.76 呎にして敷幅を 23.5 呎に漸縮し水門口に達せしむ。水門口は即ち導水隧道の入口にして其の敷面を標高 513.6 呎とし貯水池満水面以下 76.4 呎又入口瀾堤の天端以下 11.4 呎なりとす。取入口は總てコンクリート造とし周圍側壁の天端を標高 695 呎、即満水面以上 5 呎とす。入口には瀾堤上に 7 基の鐵筋コンクリート造橋脚を建て上部に徑川 15 呎、幅 16 呎の橋梁 8 連を架し、各徑間には塵除格子及び調整水門を設備す。橋脚は厚 3 呎、上幅 22.8 呎、下幅 35 呎、高 66 呎とし上流端を劍先とし下流端は丸形に仕上ぐ、橋脚は高さに比し厚さ薄きを以て上流端は塵除格子受桁を以て下流端は直径 12 吋の丸形鐵筋コンクリート桁を以て相互連結し構造を頑丈となしたり。周圍側壁は岩盤に厚 3 呎のコンクリートを打付け表面に 20% の傾斜を附し又上部直高 50 呎に半径 252.7 呎の縱曲線を附したり。其の高さは敷の高さに應じ 72~81.4 呎となしたり。水門口にコンクリート造水門塔を設く。形狀矩形を爲し幅 35.5 呎、奥行 34.5 呎、天端標高 625 呎にして周圍地面より 30 呎高く、水底より 111.4 呎高所に在り。内に主制水門を、上部に捲揚機を設備す。水門口に向て右側に側水路を設け入口に側水門を備ふ。側水路は内徑 4 呎正圓形隧道にして延長 63.6 呎にして導水隧道の底面に合せしむ。

2. 入口調整水門

入口調整水門は常時表面水を取入る設備にして之れが理由は貯水池の有効水深 50 呎なるを以て深所の水を取入る、時は水溫低下し下流灌溉用水に悪影響を及ぼすべきを以て成る可く表面水を取入るべしとの命令に基きたるものにして即ち入口橋脚間 8 徑間に各 4 段宛、1 枚の大きさ幅 15 呎 7 吋、高 15 呎 4 吋の鐵製門扉を 32 枚挿入し、他に類例少き大設備となりたるものなり。而して取水の方法は門扉を降下し、其の上より越流せしむるものなる

が故に水門の上下流に於ては事實上水位差無きものとす。従て門扉の構造甚だ簡單にして 6 吋工形桁 10 本を横主梁とし兩側端に 6 吋溝形桁を取付け表面に 1/8 吋鐵板を張りたるものにして摺動式とし 1 枚の重量約 2 噸とす。之れ等門扉の操作は橋梁上に設備したる可動式捲揚機により任意の位置に於て電動又は手動にて自由に昇降せられ水位の變動に應じ常に表面水を取入るゝ役目をなすものとす。

3. 主制水門

主制水門は水門口に設置し 1 戸とす。水門口は幅 23 呎 6 吋、高 22 呎 6 吋にして主制水門は幅 25 呎 6 吋、高 23 呎 6 吋なり。門扉の面積斯く大にして而も之れが閘面は満水面以下 76.4 呎の深きにあるを以て門扉の受くる總水壓は實に 1000 噸に及ぶ。故に之れが操作には強大なる引揚力を要しローラー式水門とするも構造上種々の難點あるべきを慮り別に側水路を設け先づ之れによりて隧道に水を充滿し主制水門を操作するの得策なるを信じ摺動式を採用したる所以なり。而して使用水量の調節は水壓鐵管中に設備せる Johnson valve に據ることゝなしたり。主制水門の構造は 2-6"×6" 山形鋼を前後の chord とし 1/2" 鋼板を web とせる溝形鐵桁 11 枚を横主梁とし之れを水壓に應じて適當の間隔に配列し、上流表面に厚 1/2" のスキン・プレートを張りたるものを主體とし之れに必要な補助材を組合せたるものにして門扉重量約 30 噸なりとす。水門の水止装置は左右側端は 4"×1 1/2"×22'-6" 鑄鐵に丸ゴムを抱かせて門扉表面に eccentric bolts を以て締付け上下端は門扉に栓材を固定し之れと門口の天井及び閘に埋込みたる金物とを緊接することにより水密を保たしめたり。捲揚機は水門塔上に設置し門扉上端に連結したる 2 本の stud link chain を機の chain sprocket に噛み合せ他端に門扉重量の約 85% 目方を有する counter weight を取付け 15 馬力電動機により毎分 3 呎の速度を以て開閉す。主制水門使用後の成績は

- i) 捲揚位置高きため通水中修理、塗替自由、
- ii) 水止完全
- iii) Stud link chain は兩端に目方掛れるを以て噛合適合し不安無し。

4. 側水門

側水門は其の閘標高 535.5 呎にして主制水門閘より約 22 呎上位にあり。門扉は幅 3' 7" 高 3'-3 1/2" とし、格子狀 rib を有したる 1 體の鑄鐵製にして下面を除く 3 周にはブロンズ帶金物を嵌込みて摺動面と水止を兼ねしめ下面は機械仕上げとし閘と緊接せしむ。開閉は手動とす。

5. 塵除装置

入口瀾堤上に於て橋脚、橋臺間に鐵製塵除格子を設く。格子は 3"×1/4"×23'-0" 平鐵を中心距離 1 吋に配列し各間隙に distance ring を嵌め 3/4" bolt にて締結せるものなり。

塵除設置の箇所は水深 65 呎、橋面より水底迄 68 呎に及び格子の全長 70 呎に達するを以て格子は各徑間横に 2 枚並べ、縦に 3 段繼となし之れを橋脚間に 5'-9' 間隔に置きたる 10"×5" 工形桁の横梁に支持せしめ勾配 1/7.6 に設置したり。

上記の如く水深大なるを以て人力を以て塵芥を掻き上ぐることはざるが故に可動式電動塵揚機を考案して之れを橋上に設置し機械的に作業することゝなしたり。之れが仕掛けはロープの下端に自動塵揚爪を連結し、2 馬力電動機により自由に格子間隙の塵芥を掻揚ぐるものとせしが操作簡單にして成績良好なりき。

第三節 導水隧道

1. 構造

導水隧道は水壓式にして標準断面は内徑 21 呎 6 吋の正圓形とし入口及び水槽に取付くべき出口を喇叭形とす。即ち入口は幅 23 呎 6 吋、高 22 呎 6 吋、下方矩形上方丸形より漸縮し、延長 48.92 呎にして標準断面に變移せしめ、出口は 25 呎手前より漸次擴大し内徑 25 呎 6 吋の正圓形となし水槽に取付たり。隧道の總延長は 3914.86 呎とし敷勾配は入口より 719.13 呎を 1/300 以下、3170.73 呎を 1/125 及び出口 25 呎を 1/13.6 となしたり。之れ等勾配の異なるは當初兩口より 1/125 として掘進したるも後地質の關係より入口に於ける水門塔、出口に於ける水槽の位置を變改したるため、出入口を取付に都合好き勾配となしたるに依る。断面大さの決定は當時の工費及び見込電力料金より經濟的に算定したるものにして最大流量 4000 個の時最大流速 13.5 呎なり。

2. 掘鑿

隧道出來上り延長は 3914.86 呎なるも最初隧道として掘進し後切開きたる取入口附近 116.09 呎、同じく出口附近に於ける水槽と鐵管路隧道 406.7 呎を加ふるときは實際隧道として施工したる區間は總延長 4438.25 呎にして最初の坑口より下流 2098.82 呎の箇所に延長 442.77 呎の横坑を設け出入口共 3 坑口より掘進したるものなり。隧道の地質は角礫凝灰岩、凝灰岩及び泥板岩より成り其の走向、北 40~60 度西、傾斜北東 15 度なりとす。而して隧道の方向は北 53 度西なるを以て地層の走向と隧道の方向とは略ぼ一致し隧道は同一岩層内を比較的長距離に亘り通過したり。岩質は入口に近く堅硬にして水壓大なる出口附近に於て弱き凝灰岩及び泥板岩の現出を見たり。殊に水槽に近く約 200 呎に亘り側壁に於て厚 6 吋位粘土を挟みたる斷層横はりしを以て巻立に先んじ之れを摘出してコンクリートを填充したり。上記の如く岩層は殆んど水平に近く重疊し所々粘土を介在せしが故に天井に於て自然剝脱をなす危険ありしを以て支保工は主として之れに應ずる程度に止まり特に荷重の大に備ふる程のものを要せざりき。掘鑿は底設導坑を以てし第二及び第三掘と切上り左右に別れて丸形の第四掘、仕上土平の第五掘の順序に切擴げをなしたり。掘進機械はライナー 248 番、同

26 番, jack hammer 430 番, 同 33 番等を使用し空気壓搾機は 100 馬力及び 120 馬力各 2 臺宛を宛てたり。掘鑿の工程は大正 14 年 4 月末より 5 月末に涉り前記 3 坑口より掘進し同年 11 月, 導坑全部貫通し, 引続き順調に進み昭和 2 年 8 月切掘げを終りたり。以下掘鑿に關する記録を掲ぐ。

導坑掘進記録

箇所	導坑延長(呎)	作業日數	最大進行(呎)	平均進行(呎)
取入口方面	1227.26	183	19.0	6.7
横坑より上流	871.50	115	20.0	7.6
横坑より下流	1154.49	123	24.0	9.4
水槽方面	1184.64	177	19.0	6.7
計	4438.25			

隧道掘鑿統計

掘鑿總坪數 9488 立坪 (延長 3905.86 呎分, 導坑切掘共) に要したる工夫, 材料, 賃積。

號令 6153人	進鑿夫 27340人	斧指 4412人	鍛冶工 3233人
人夫 57919人	運轉夫 3252人	ダイナマイト 13595呎	雷管 173535個
導火線 615037尺			

3. 卷立

隧道は總て鐵筋コンクリートを以て卷立て其の厚さは地質に應じ 1~2 呎 6 吋となしたり。コンクリート配合は入口, 横坑附近及び水槽取付等主要なる箇所は 1:2:4 とし其の他は 1:3:5 となしたり。鐵筋は地質と水壓とに應じ適宜配置し水壓に因る最大應力に對し 30~100% 負擔の割合を以て挿入し主鐵筋を徑 3/4", 1", 1 1/2", 補助鐵筋を徑 1/2" 及び 3/4" としたり。卷立施工に當りては岩盤を壓力射水を以て充分洗滌し栗石を裏込する等のことなく總てコンクリートを岩面に打付けたる上其の凝固を待ちモルタルを隙間に壓入して完全に岩盤と密着せしめたり。隧道の入口に近く堅硬なる岩盤を撰び幅 3 呎, 深さ 3 呎の遮水溝を環狀に掘鑿し之れにコンクリートを填充したるのみならず溝底岩盤に深さ 30 呎に達するグラウト孔を放射狀に穿ち之れにセメント乳を壓入し, 入口附近を水密になしたり。而して之れより奥には隧道底部に徑 6 吋の土管を埋設し卷立と岩盤との間に滲出する漏水を之れに導き壓力を殺ぎ一部は横坑口より他は水槽底部を横ぎりて鐵筋路隧道出口に開口し排水することとなしたり。横坑埋戻に於ても入口と同様に環狀の遮水溝を設けセメント注入を施し洩水を防ぎたり。而して隧道通水後の成績を見るに地山よりの洩水は絶無にして底部排水管は相當有效なるを認めたり。

4. グラウチング

グラウチングは卷立コンクリートと岩盤の空隙及び湧水箇所施工したり。其の工法は卷立の際天井に約 18 呎毎に徑 2 吋瓦斯管を挿入し其の上端を岩面に接觸せしめ下端はソケット

トを附してコンクリート表面と一致せしめ別に湧水又は軟弱なる岩質の箇所には現場の状況に應じ適宜同様の装置を豫め施し置きたり。グラウト施工は任意の區間に於て 15 本位を 1 群とし一方より一つ飛びに注入し更に残りを片押しに攻むることゝし湧水箇所等は臨機の工法に據りたり。モルタルはセメント 1, 砂 3, 水 6 を標準配合とし現場の状況に應じ適宜配合を加減したり。モルタル壓入不能となりたる時はセメント 1, 水 10 のセメント乳を壓入したり。湧水箇所に於て壓入の効果無き時は更にコンクリートに鑽孔し壓入を繼續したり。注入の氣壓は最大 90 封度, 平均 85 封度とせるも 10 封度内外の低下は免れざりき。注入に要する時間は最初は 1 回 20 秒前後なるも回数を重ねるに従ひ時間を要し最後は 1 回に付 1 時間以上を要するに至り, 壓入を完了したり。壓入の状況を見るに最初數回は周圍施工繼手よりセメントを含む濁水盛に噴出し次第に清水に化し 17~18 回にして最初噴出せる箇所は歇むも漸次遠距離に亘りて此の現象を繰り返しつゝ進み注入孔を中心とし最大 70 呎位の距離に達して漸く歇みたり。之れを横斷的に檢するに拱頂より左右 6~7 呎以下にはモルタルは勿論空氣の噴出すら見ざりしを以て之れ以下は巻立は完全に密着せるものと認めたり。而して隧道全長に亘り注入に使用したる主要材料はセメント 1782 樽, 砂 61 立坪なりき。

第四節 調整水槽

水槽は無溢流式 simple surge tank にして大部分地中に建設す。此の形式を採用したるは地勢, 地質, 水理學的條件を考慮し各種形式と比較の結果, 之れを適當と認めたるに因る。水槽は導水隧道と水壓鐵管との間に介在し, 底面標高 484 呎, 内徑 70 呎, 鐵筋コンクリート造圓筒にして屋根桁構以下總深 151 呎とし地上僅かに 16 呎頭部を露出し周圍に窓を設く。天井には鐵製屋構を架し鐵筋コンクリート床版を以て蓋ひ中央に通風窓を設く。而して貯水池水位を最高標高 590 呎, 最低標高 550 呎とし之れを基準として水槽内水位昇降極限を全負荷より無負荷時標高 625 呎即ち最大水深 141 呎, 半負荷より全負荷時標高 517 呎, 即ち最小水深 33 呎と爲したり。其の詳細は附圖第十一に示したるを以て爰に省く。水槽の地質は底部は相當堅固なる角礫質凝灰岩なるも周圍は標高 560 呎を界とし上半部は概ね土砂にして下半部は岩盤なり。従つて水槽の構造は地質と水壓とに應じ, 上下之れを異にしたり。即ち周壁は掘鑿と同時に土砂部に於ては厚 1.5 呎, 岩盤部に於ては厚 1 呎の山留コンクリートを外周に施工し後内周に前者は 3.5 呎, 後者は 4 呎の鐵筋コンクリートを施し上下部共周壁は總厚 5 呎となし底面は 4 呎の鐵筋コンクリートとなしたり。而して之れが配合は底面及び内周壁の下部 1/3 深は 1:2:4, 内周上部 2/3 深は 1:3:5 となし山留は總て 1:3:6 としたり。鐵筋は底面には 1 $\frac{1}{2}$ 吋丸鐵を心々 8 吋に格子狀に上下 2 層に挿入し周壁には次の假定に基き之れを配置したり。先づ鐵筋の耐張力強度を 16,000 #/sq" とし周壁が圓筒として水壓に因る張力の内鐵筋の分擔すべき割合を

i) 平常時常水位 590 呎に對し水壓の $\frac{4}{5}$ を鐵筋に分擔せしめ。ii) サージング時最高水位 625 呎に對し土、岩境界なる標高 560 呎以上は水壓の $\frac{4}{5}$ を、560 呎以下は水壓の $\frac{1}{2}$ を分擔せしむることとし、之れを目安として鐵筋の大きさ及び配置を決定したり。

水槽の下部に於ては内徑 11 呎の水壓鐵管 4 本を間隔 7 呎に並列して取付け又 20 吋鑄鐵管 2 條を底に埋設し排水用と同時に金屋灌溉用水分水に宛てたり。本水槽は始め現位置より遙か下流に設置する豫定なりしと雖も鐵管路隧道掘鑿に當り地質不良にして大構造物の基礎として不適當なるを認め漸く現位置に至り、相當堅固の岩盤に到達せしものにして遂に水槽の殆んど全部を地中に建設することとなりたり。而して之れが掘鑿に當り前記の如く上部 65 呎は大半土砂にして且つ一方切りたる山を負ひたるを以て此處に深さ 145 呎、直徑 80 呎の大井戸を掘下ぐることは容易の業にあらざりき。依つて掘鑿中山崩れ又は岩盤に弛みを生ぜざる様、慎重の工法を採り先づ上部より深 1 間位宛水平に掘下げ周圍に上記の如く捨コンクリートを打ちて山留とし、順次抜掘式に下方に進み掘鑿土石は上部に設けたるガントリー・クレーン及びスタッフ・レッグ・デリックを以て捲揚げ搬出し、斯くして安全に 3400 立坪を掘鑿し、次いで周壁鐵筋コンクリートを下方より順次上方に懸架したるものなり。尙掘鑿當時岩盤に裂隙ありし所にはグラウト管を挿入し置き周壁完了後之れにモルタルを壓入し一層安全を期したり。

第五節 水 壓 鐵 管

水壓鐵管は 4 條とし水槽より發電所に至る全長平均 670 呎、内 301 呎は鐵管路隧道に收められ其の出口に於て Johnson valve に接続す。之れより以下は山腹を開鑿したる斜面に沿ひて發電所に達す。別に勵磁機水車用鐵管 1 條を並列す。

1. 鐵管路隧道

鐵管路隧道は内徑 15 呎コンクリート造馬蹄形隧道にして水槽底部より出で 4 本並列し相互中心距離を 18 呎とし、勾配 $\frac{1}{300}$ 、水槽内面より出口迄の延長 301 呎なり。隧道の巻立厚は側壁及び拱を 1.5 呎とし仰拱を 1 呎とす。底部に約 20 呎間隔に幅 4 呎の支臺を設け之れに内徑 11 呎の鐵管各 1 條を布設し隧道内面と管との空隙を 2 呎に保ちたり。本隧道區間は地質軟弱なりしのみならず接近して 4 本開鑿せるため一層地質を弛緩せしめ施工上非常に苦心したり。従て巻立後諸所に龜裂を生じたるを以て其の箇所には鐵管と隧道との空隙にコンクリートを填充し下方に人孔を残して監査と通氣に便じたり。而して隧道内鐵管の腐蝕を恐れ上記人孔と共に鐵管頂部にも通氣孔を設け又水槽周壁外側に沿ひ山上に達する通風管を設備し置き隧道内に接続し換氣に宛てたれども通水後の實況を検するに通氣尚悪く濕潤にして鐵管壽命に有害なることを知れり。依つて更に鐵管塗換等を行ひたれども寧ろ始めより鐵管と隧道との空隙にコンクリートを填充するに如かざるを知れり。

2. 斜面鐵管路

斜面鐵管路は Johnson valve 室以下發電所に至る山腹を切展き法肩幅 78 呎、法尻幅 145 呎、法長中心に於て約 250 呎、勾配 1/1.25 に仕上げたる斜面にして爰に鐵管 4 條を並列す。斜面の上下端なる鐵管轉曲部にはコンクリート造固定臺を設け其の間には 15~20 呎間隔に鐵管支臺を設く。

3. 水壓鐵管

水壓鐵管は 4 條にして各條最大 1225 個の水量を流過せしむ。地形上延長を異にし各條 635.3 呎、656.5 呎、687.3 呎及び 700.2 呎とし總互長 2679.3 呎なりとす。之れが勾配は鐵管路隧道内は 1/300 とし鐵管路斜面に於ては夫々 1/1.56, 1/1.64, 1/1.73 及び 1/1.82 とす。鐵管の内徑は上部 11 呎、中途 10.5 呎、下部 10 呎とし漸次縮小して水車入口に合致せしめたり。勵磁機用鐵管は第三號管より分岐し延長 442 呎、内徑 2 呎とす。鐵管は全部銀鍍軟鋼製にして主管の厚さは 1/2", 5/8", 11/16" 及び 3/4" の 4 種とし勵磁機用管は 5/16" とす。之れ等鐵管の總重量は附屬排水管等を含み 1350 噸とす。溫度の影響に對しては滑動式伸縮接合管を設備したり。鐵管は大阪鐵工所の製造にかゝり青島ヤードに於て之を銲接し、水壓試験を行ひ現場に運搬布設したるものなり。

4. Johnson valve

鐵管路隧道出口の辨室に收む。内徑 14 呎 4 吋、英國プレーキボロー社製 B 型にして之れを採用したる所以は

- i) 完全なる水密。
- ii) 高水壓に適す。
- iii) 開閉用動力に水壓を利用し得。
- iv) 操縱容易、且つ開閉速度及び開閉度を任意に加減し得。
- v) 遠方操縱可能。

等なりとす。

第六節 發電所

1. 發電所本館

建坪 464 坪、地中階共 4 階建、鐵筋コンクリート造とし間口 210 呎、奥行 75 呎、庄川に沿ひたる長方形建物にして基礎は良質の角礫凝灰岩なり。放水渠の底面は標高 334 呎、水車室は標高 365 呎、而して發電機室は標高 379 呎にして最大洪水位以上 6 呎に置きたり。

2. 内部主要裝置

主要水車

型 式	堅軸單渦下方放水型フランシス反動水車
容 量	最高落差に於て 81500 H.P.

回轉數 毎分 200 回轉 (60 サイクル)
 // 167 回轉 (50 サイクル)
 ランナー 鑄鋼製、兩サイクルに對し同一ランナーを使用す。
 臺數 4 臺
 製造者 2 臺 米國アイ・ビー・モリス社
 2 臺 瑞西エッシャ・ウイス社

發電機

型式 堅軸水車直結型
 定格 三相 11000 V, 20000 K.V.A.
 力率 90 %
 サイクル } 60 サイクル 毎分 200 回轉
 及び回轉數 } 50 サイクル 毎分 167 回轉
 臺數 4 臺
 製造者 2 臺 米國ジー・イー社 (アイ・ビー・モリス水車直結)
 2 臺 瑞西ブラウン・ボベリ社 (エッシャ・ウイス水車直結)

豫備エキサイター

水車 電業社製、堅軸、フランス反動型 600 H.P.
 同期電動機 三相、3300 V, 450 K.V.A.
 勵磁機 250 V, 250 K.W.

起重機

石川島造船所製 185 噸吊 15 噸吊補助

主要變壓器

7 臺 (内 1 臺豫備)
 芝浦製 油入水汽式 单相 60 及び 50 サイクル 13833 K.V.A.

北陸地方送電變壓器

3 臺、芝浦製 油入水汽式 单相 60 サイクル 6687 K.V.A.

其の他略

3. 放水路

發電所川側壁は河岸と一致し、各水車吸出管よりの放水は互に並行して河流に直角に庄川に排出せらるゝも河中に構築せるコンクリート造導壁により終に河流に併行するものとす。

4. 屋外變電所

發電機の端子電壓 11 K.V. を日本電力既設電線の電壓 154 K.V. に昇昇するため屋外變電所を本館の下流に隣接して設備す。其の敷地面積 680 坪川側には 鐵筋コンクリート造護岸壁を築造し、敷地内に全重量 70 噸の鐵構を組み、主要變壓器 7 臺其の他遮斷器、斷路器、避雷器等装置を設く。外に北陸地方送電用及び利賀川發電所連絡用として 66 K.V. 變電所を本館上流側に隣接して設備す。其の敷地 200 坪此處に 15 噸の鐵構を組み、變壓器 3 臺其の他必要なる装置を設備す。

(以上)

附表第一 小牧堰堤コンクリート打手間明細表

種別	人数	尻			シート吊			岩盤挿除			コンクリート面挿除			コンクリート面傷付			雑			コンクリート養生		
		人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人	人
左岸ミキシングプラント使用分 此のコンクリート出水量4163立坪	総人員	34	31	34	12	17	17	2	7	7	17	17	17	27	27	27	2	2	2	2	2	2
	歩掛	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	工費	1303	1203	1203	4368	6831	6831	1775	4902	4902	1060	20212	20212	6019	1077	1077	1060	20212	20212	6019	1077	1077
左岸改道供のミキシングプラント使用分 此のコンクリート出水量524立坪	総人員	24	24	24	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	歩掛	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	工費	960	960	960	1656	1656	1656	708	1656	1656	408	8112	8112	408	8112	8112	408	8112	8112	408	8112	8112
左岸1/4ミキシング使用分 此のコンクリート出水量123立坪	総人員	22	22	22	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	歩掛	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	工費	882	882	882	3648	3648	3648	1584	3648	3648	816	1632	1632	816	1632	1632	816	1632	1632	816	1632	1632
右岸ミキシングプラント使用分 此のコンクリート出水量479立坪	総人員	47	47	47	11	11	11	21	21	21	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	歩掛	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	工費	1902	1902	1902	4752	4752	4752	2184	4752	4752	1239	2478	2478	1239	2478	2478	1239	2478	2478	1239	2478	2478
合計 コンクリート出水量46187立坪	総人員	128	128	128	30	30	30	57	57	57	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
	歩掛	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
	工費	5004	4604	4604	15096	15096	15096	6804	15096	15096	3648	7296	7296	3648	7296	7296	3648	7296	7296	3648	7296	7296

男 230
女 130
人 280
人 300
人 300
人 300
人 300
人 280

全即型打費
 鉄掛費 = 136,786 円 (- 3153 円 = 296 円)
 工費 = 116,684 円 (- 253 円)
 計 253,470 円 (- 347 円)

備考
 別紙の研削機は左岸ミキシングプラント使用分の数字をさしおいた。
 2種の埋内コンクリート配管、ミキシング機は伏せず。

附表第二 小牧堰堤コンクリート一立坪當該諸経費調 (但し直接費以外総保費に属するものを除く)

材料費
 砂利 (採取費 19.00 + 翻砂運搬費 6.00) × 0.88 坪 = ¥ 22.00
 砂 (配合 C 2:5:3 大体 1:3:6 のり精良) (19.00 + 6.00) × 0.44 坪 = ¥ 11.00
 1セメント (揚運搬費 4.45 + 0.25) × 8.5 樽 = ¥ 39.95
 小計 ¥ 72.95

打手間左岸主 Mixing Plant 使用

種別	尻	シート吊	岩盤挿除	コンクリート面挿除	コンクリート面傷付	雑
歩掛	人	人	人	人	人	人
歩掛	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
工費	2123	4044	4368	1060	20212	6019

一坪掛り
 26.6 元
 6.085
 900 円
 6.085 元 = ¥ 6.49

動力費
 諸機振動修理費
 諸機搬運費
 型枠及足場費
 (工費 ¥ 1303) + (由アウエス代 ¥ 405) = ¥ 1.35

材料費
 ¥ 72.95
 46.10 円
 ¥ 126.05
 126.10 円 = ¥ 2.96

工費
 小計 ¥ 5.49

諸設備償却費 ¥ 4.25

合計 ¥ 93.26

コンクリート養生費 ¥ 0.14

總計 ¥ 93.40

(土木学会誌第十八巻附録)

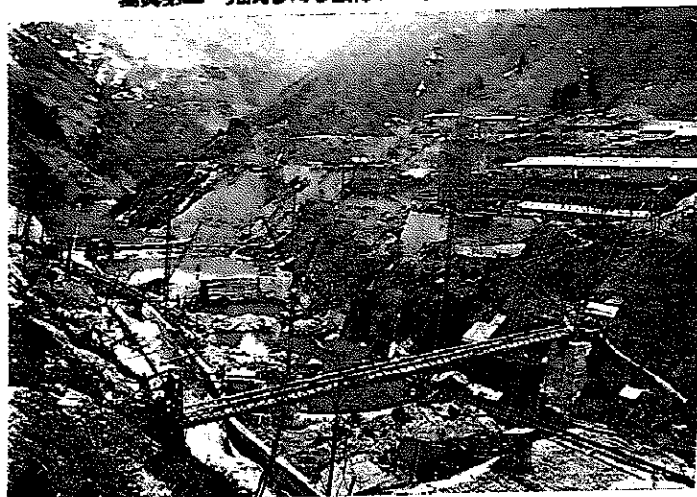
本表打手間歩掛り別紙記載の左岸主ミキシングプラント使用分の統計は出 1A34027

寫眞第一 工事着手當時の堰堤地點を下流より望む



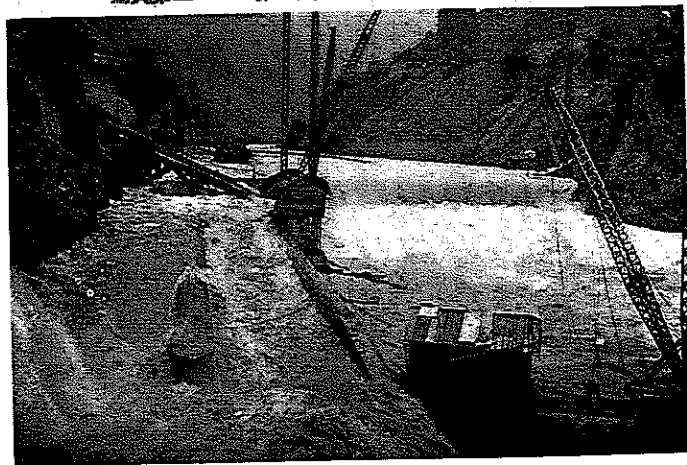
左方は假排水路工事，前面山腹に見ゆるは取入口坑口
(大正 14 年 6 月 3 日撮影)

寫眞第二 完成したる假締切工事を下流より望む



左方の奔流は假排水路 (大正 15 年 4 月 7 日撮影)

寫眞第三 第二、第三締切工事中洪水實況



(土木學會誌第十八卷第四號写真)

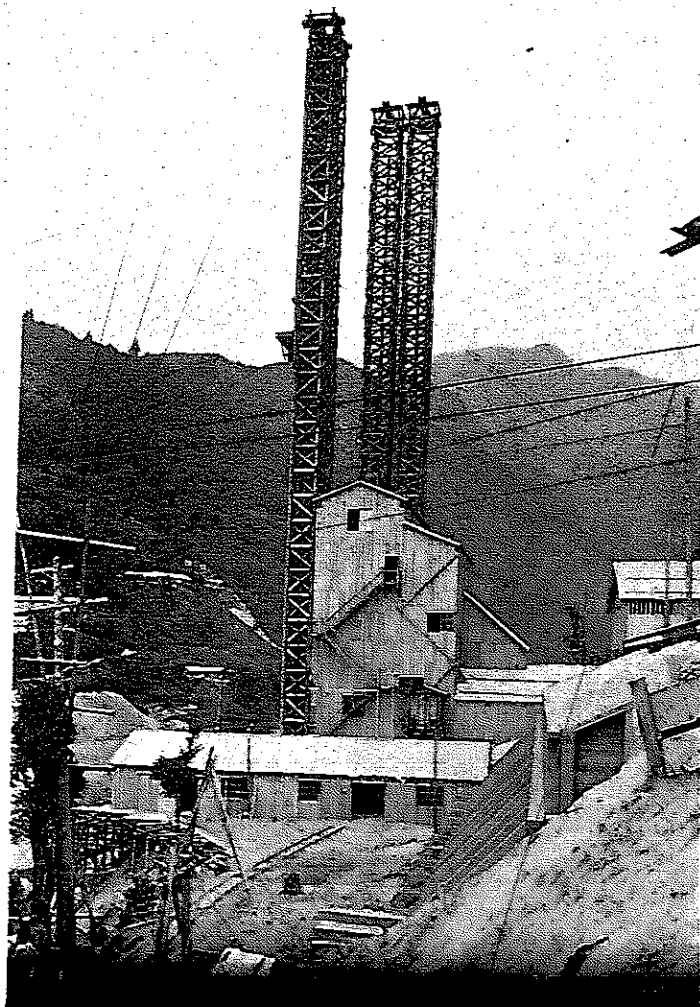
洪水量約 30 000 個，第二假締切溢流水深約 8 呎
(大正 15 年 5 月 7 日撮影)

寫眞第四 砂利，砂を bin に dump しつゝある dump car



(昭和 3 年 5 月 28 日撮影)

寫真第五 Mixing plant と concrete hoisting towers



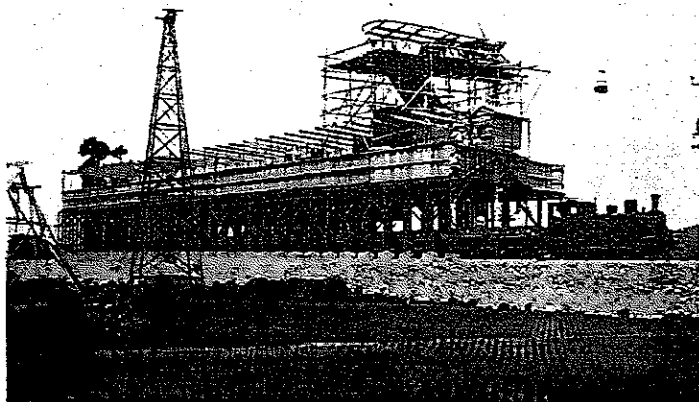
右方下前は gravel bin (大正 15 年 7 月 16 日撮影)

寫真第六 太田村地先砂利, 砂採集地



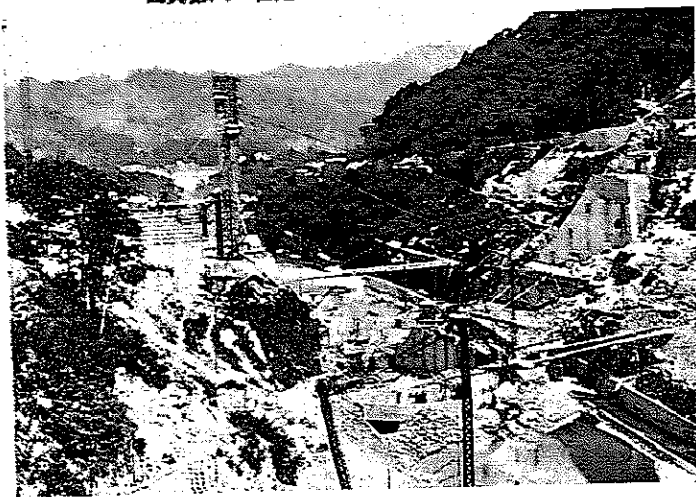
(昭和 2 年 6 月 22 日撮影)

寫真第七 太田第一號索道篩別設備



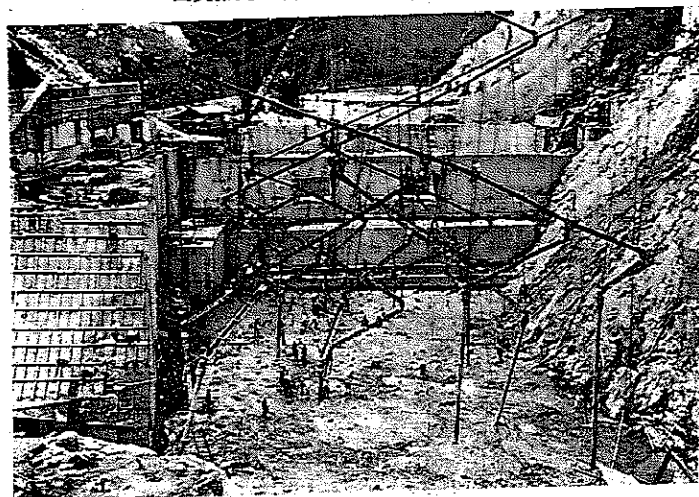
(昭和 2 年 6 月 22 日撮影)

寫眞第八 堰堤工事場を左岸上流より望む



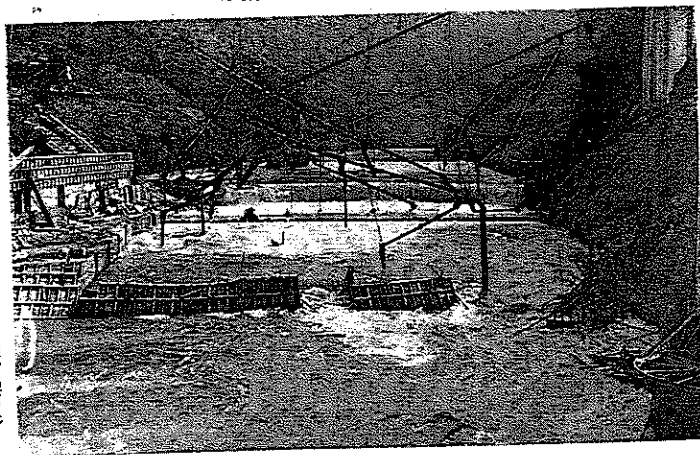
(昭和 2 年 6 月 13 日撮影)

寫眞第九 堰堤中央部コンクリート工



(昭和 2 年 7 月 26 日撮影)

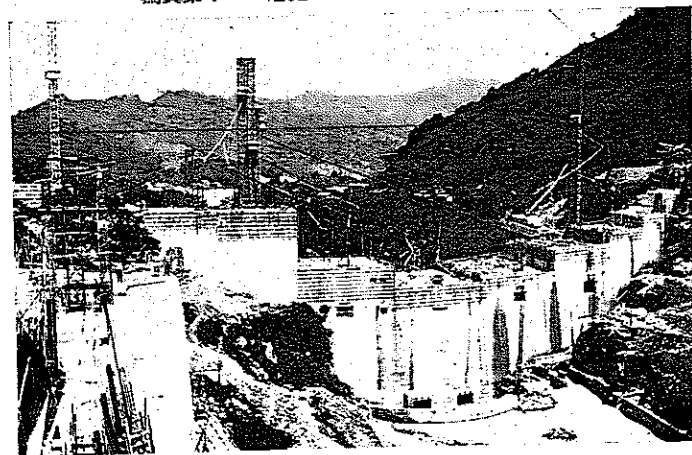
寫眞第十 堰堤工事中洪水費況



(土木學會誌第十八九號附録寫眞)

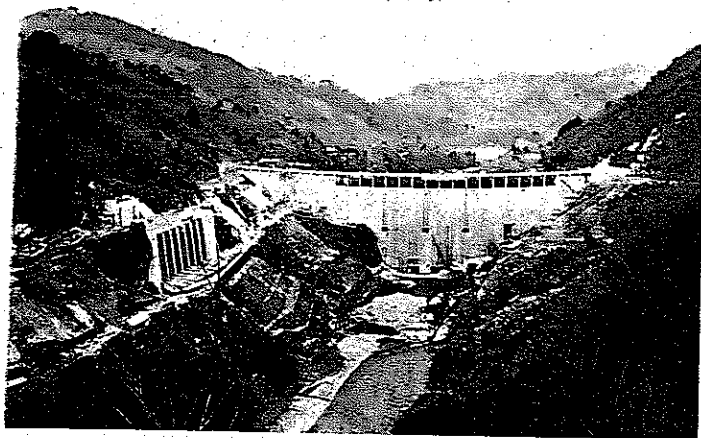
洪水量約 22000 個 (昭和 2 年 9 月 9 日撮影)

寫眞第十一 堰堤工事場を左岸上流より望む



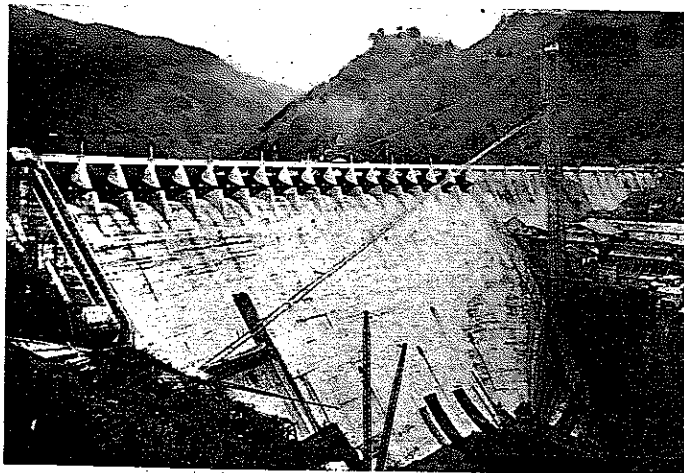
左方手前は取水口側壁 (昭和 3 年 7 月 1 日撮影)

写真第十二 竣工近き堰堤及び取水口を上流より望む



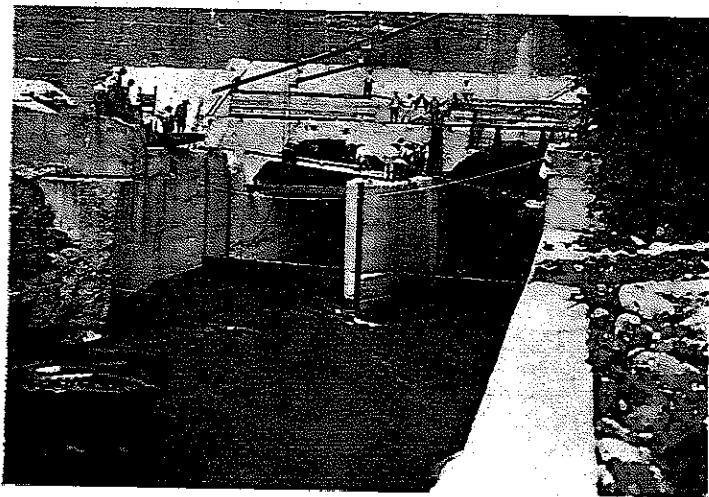
(昭和4年12月11日撮影)

写真第十三 竣工近き堰堤を右岸下流より望む



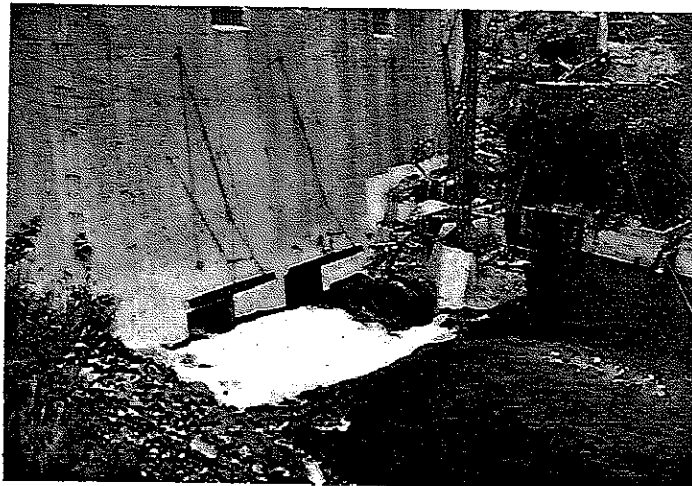
左方の一孔は上部排水暗渠, 下方の二孔は下部排水暗渠
(昭和4年12月2日撮影)

写真第十四 假排水路締切の爲門扉を閉塞したる實況



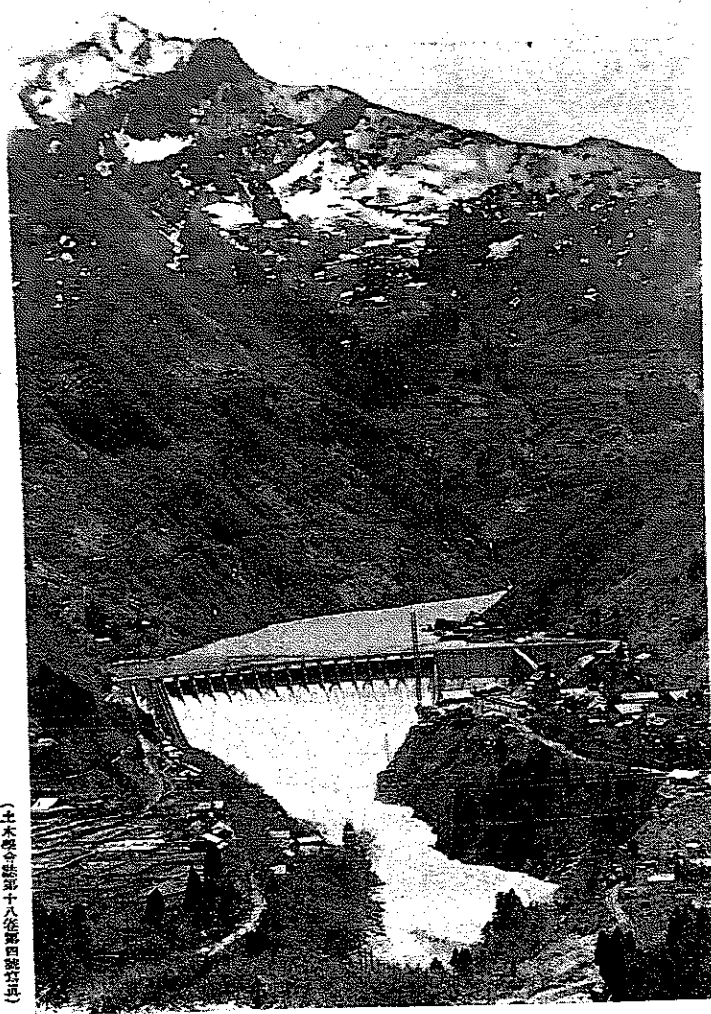
(昭和5年9月10日撮影)

写真第十五 排水暗渠締切前の實況



(昭和5年9月11日撮影)

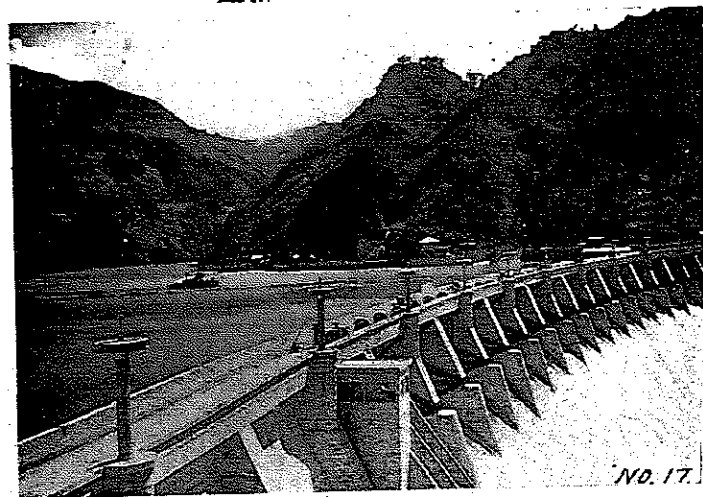
寫眞第十六 堤堰峯末遊望



(土木學會誌第十八卷四百零五頁)

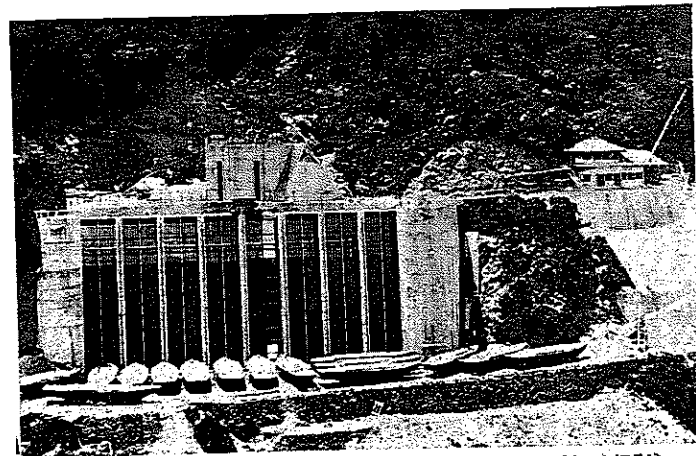
(昭和6年4月26日撮影)

寫眞第十七 堰 堤



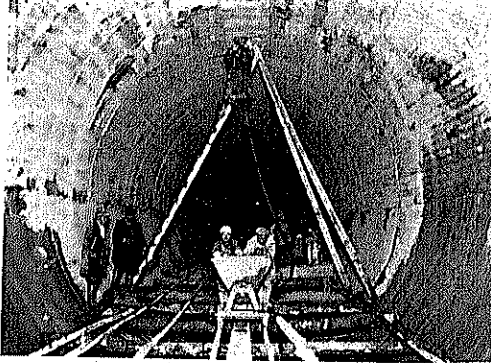
正面手前は魚道並に其の運轉室，正面遠方は取入口及び見張所
(昭和6年4月26日撮影)

寫眞第十八 取水口全景



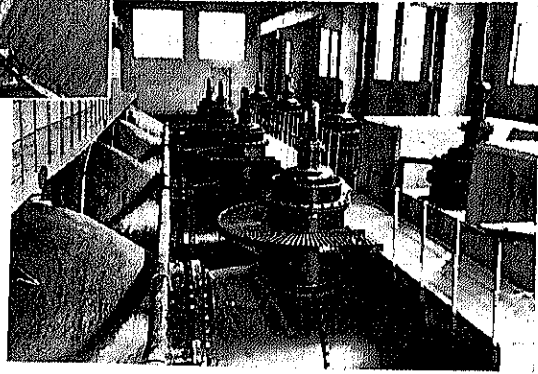
(昭和5年5月30日撮影)

寫真第十九 水壓隧道內 grouting 作業



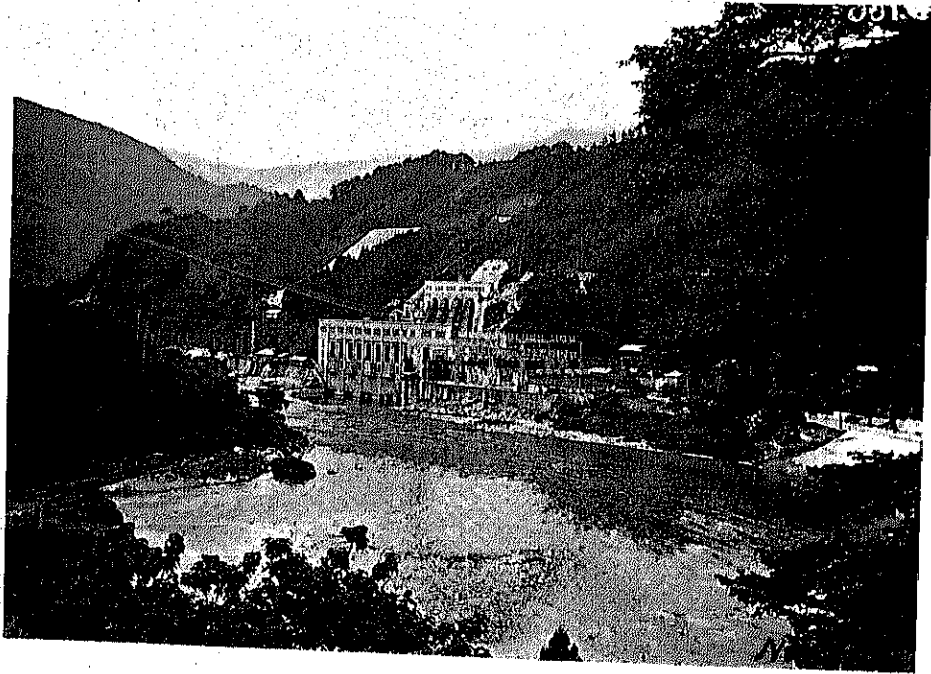
(昭和 2 年 4 月 19 日撮影)

寫真第二十 鐵管路隧道出口
Johnson valve 室



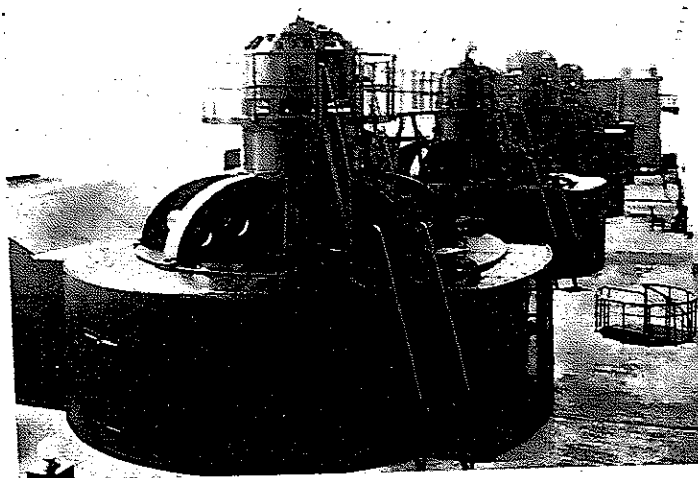
(昭和 5 年 5 月 31 日撮影)

寫真第二十一 發電所全景



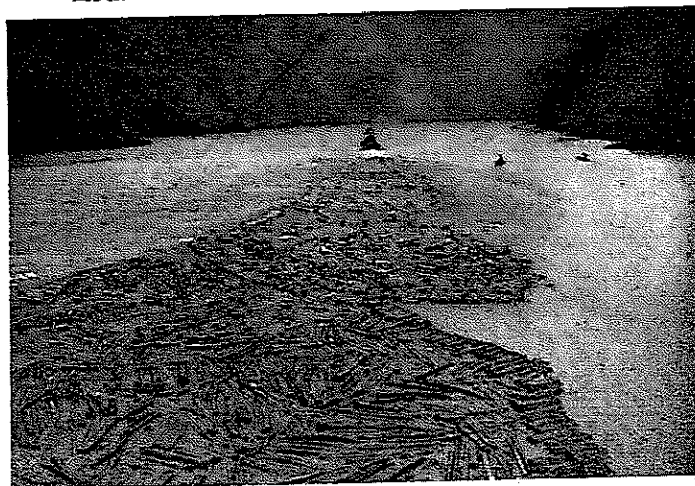
(昭和 5 年 7 月 8 日撮影)

寫眞第二十二 發電機室



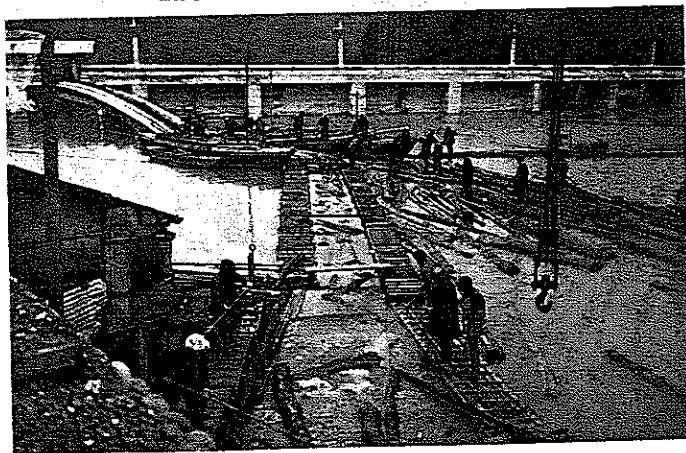
(昭和5年1月25日撮影)

寫眞第二十三 包圍式筏を曳航中の75馬力diesel汽船



(昭和5年11月27日撮影)

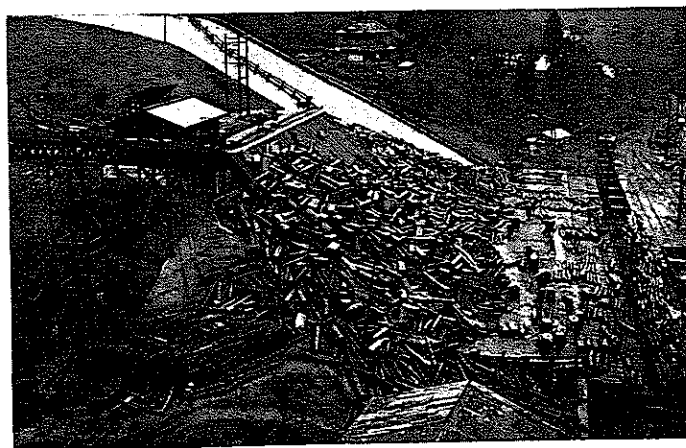
寫眞第二十四 流材運搬設備(其の一)



(土木学会誌第十八卷第四號行也)

堰堤乗越 conveyor 作業 (昭和5年12月2日撮影)

寫眞第二十五 流材運搬設備(其の二)



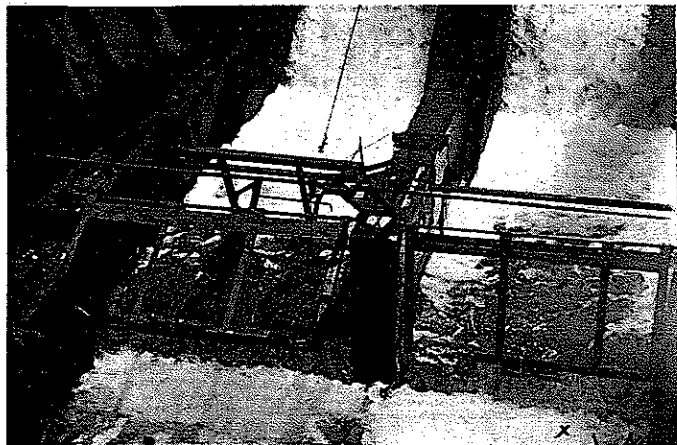
堰堤下流積込場, 左方は conveyor (昭和5年11月25日撮影)

写真第二十六 魚道全景



完成途中に見ゆるとは魚捕揚籠 (昭和6年5月14日撮影)

写真第二十七 魚捕揚籠



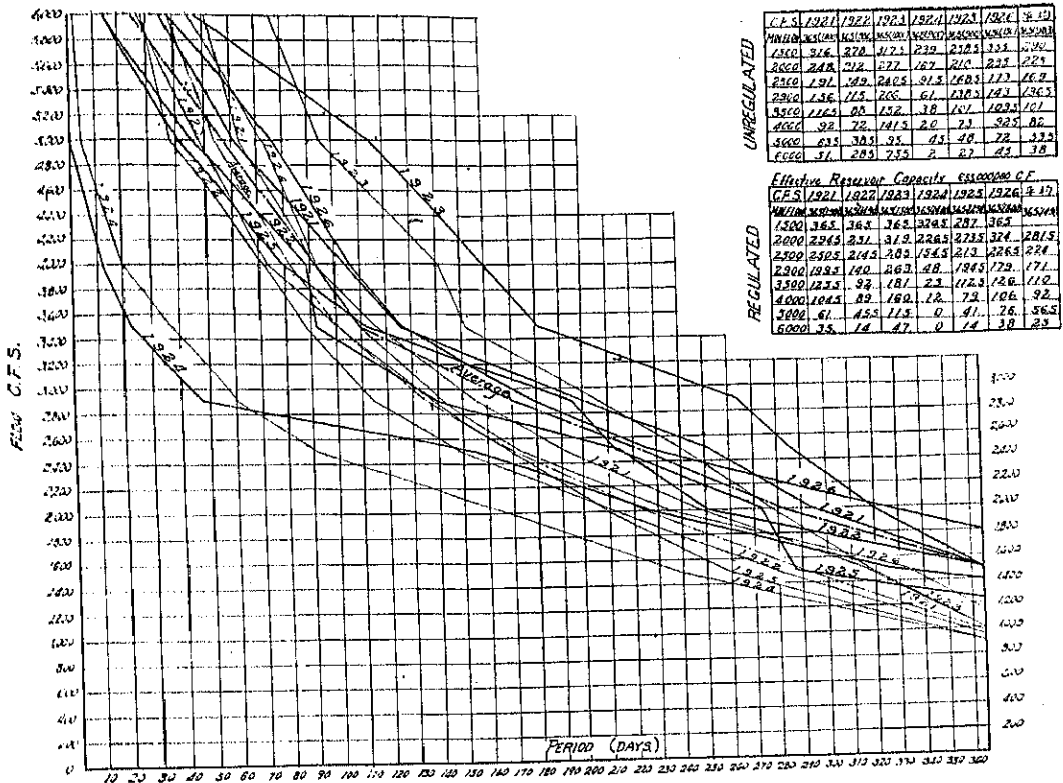
×印は籠に入らむとする鮎 (昭和6年8月2日撮影)

写真第二十八 魚捕揚籠中に入りたる鮎

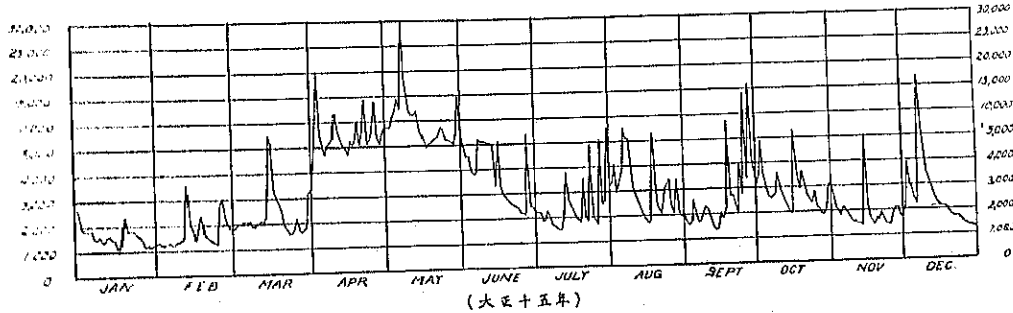


(昭和6年8月2日撮影)

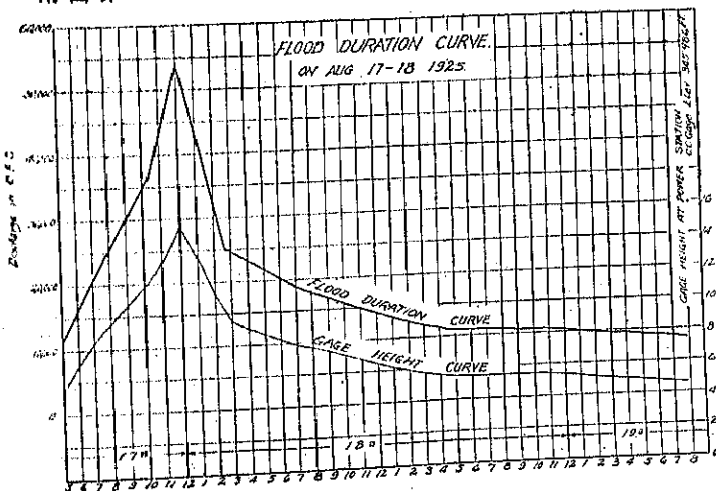
附圖第一 流況曲線圖表



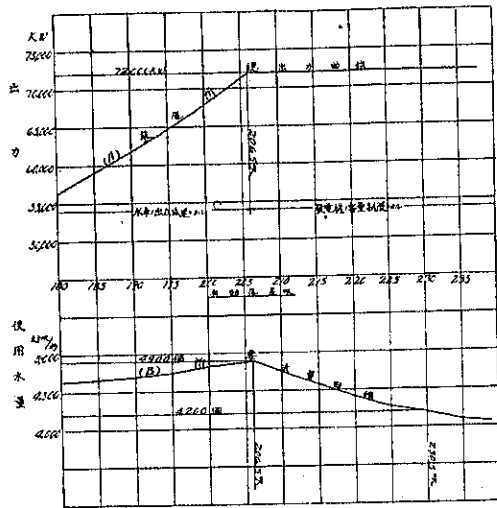
附圖第二 年流量圖表



附圖第三 洪水曲線圖表



附圖第四 落差出力及必要水量關係圖

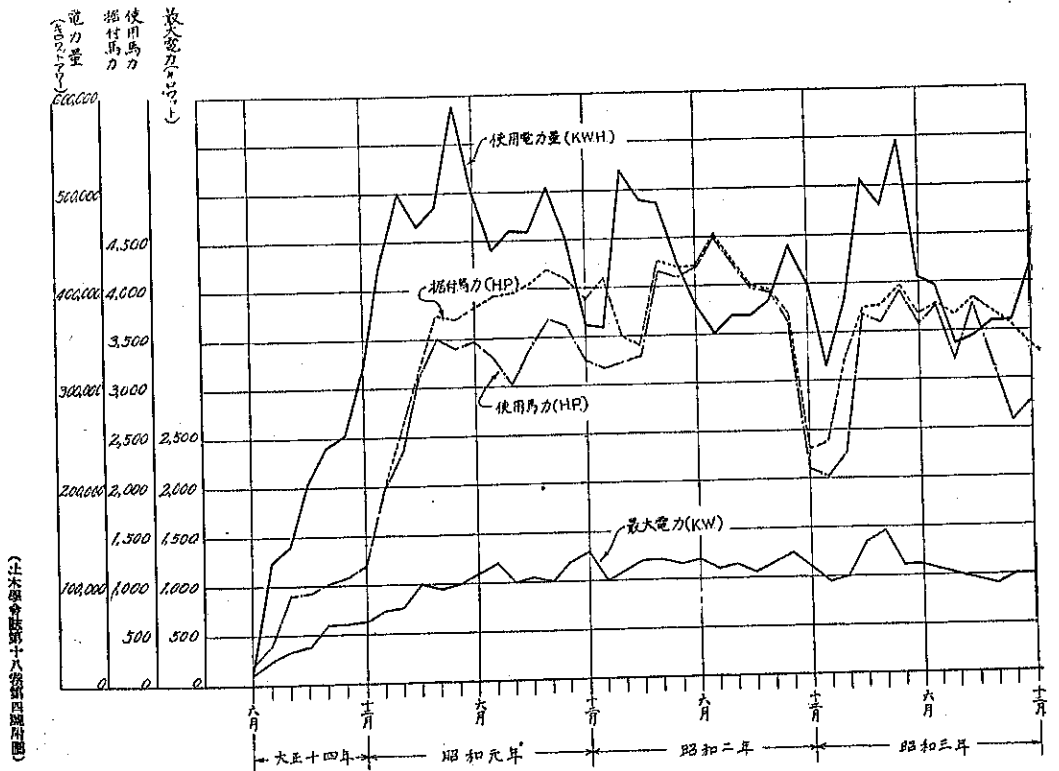


(A) 以有30年之出力計算
 (B) 以昭和五年之所需水量之關係計算
 (C) 以機房至1.700米之距離計算
 例 (C) 以有30年之出力計算
 出力7,500 kW (B) 之必要水量
 4,200 m³

(C)

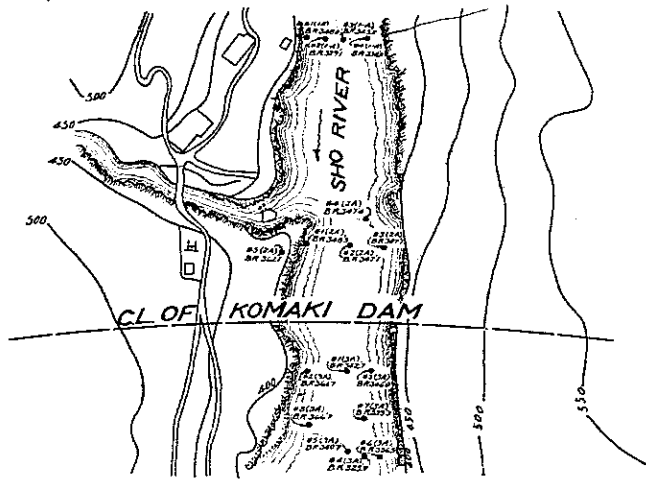
流量	4,200 m³	4,900 m³
淨出力	6.64%	9.60%
淨出力	3.81%	5.25%
淨出力	0.81%	0.53%
計	10.86%	15.44%
取水口水位	139.00	137.00
取水口水位	134.81	134.86
總出力	201.6%	221.4%
有效水量	23074%	26596%
決水水量	2305%	2665%

附圖第七 工事用電力需要曲線

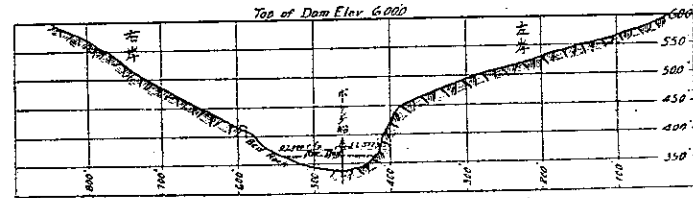


(土木學會誌第十八卷附圖四)

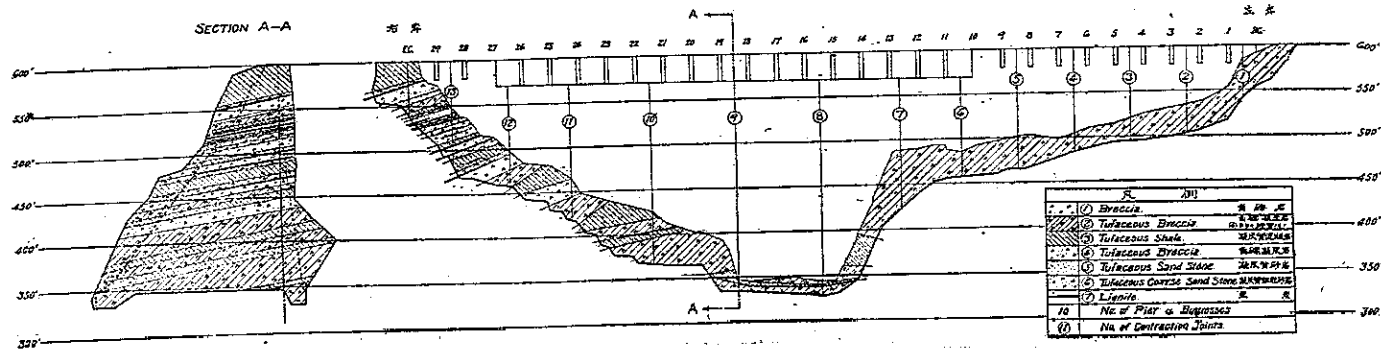
附圖第五 小牧地質試錐圖表



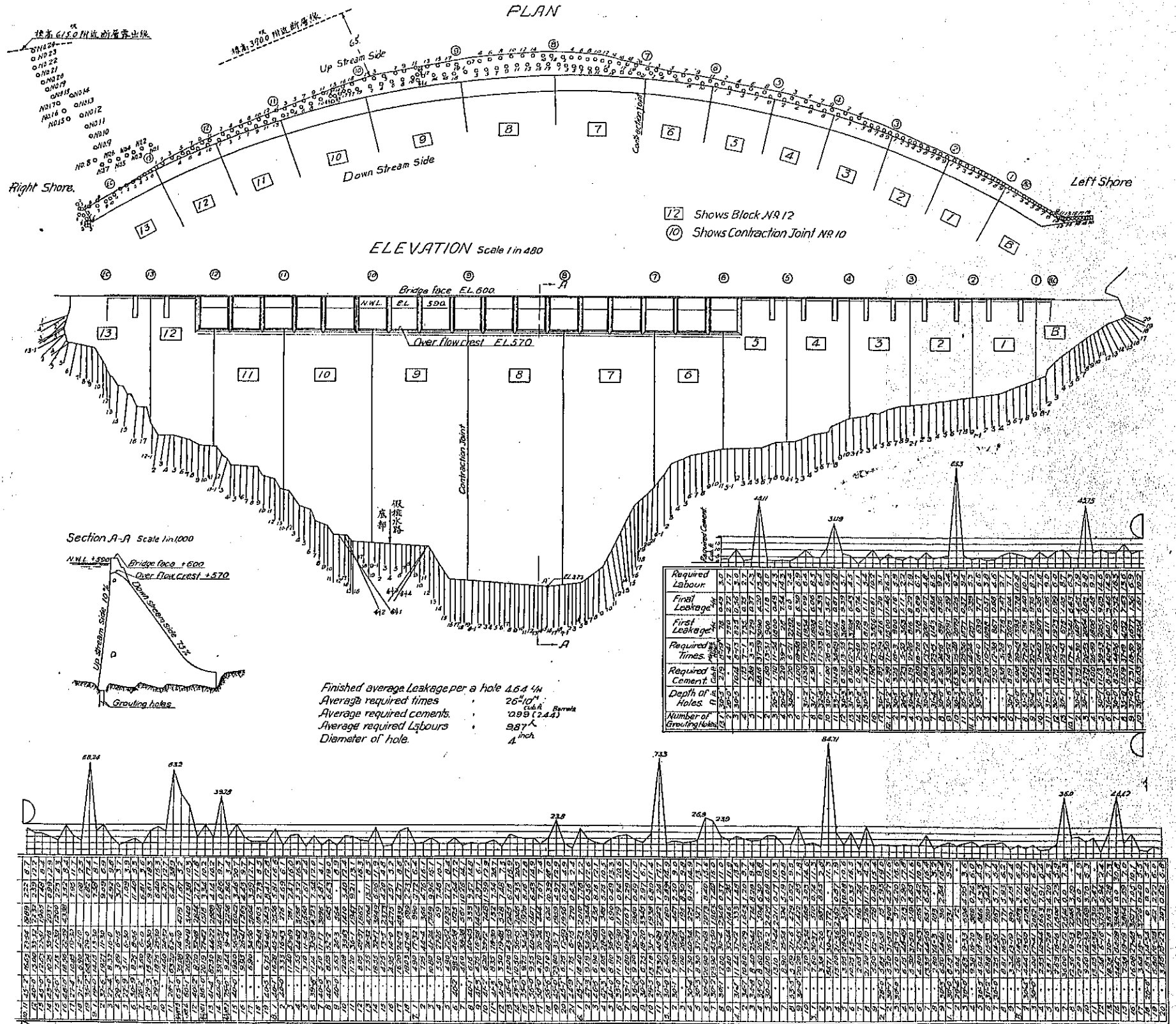
Komaki	Drilling Started	Drilling Completed	Normal WL. to Bed Rock	River Bed to Bed Rock	Drilled m Bed Rock
1A # 1	Jan. 17, 1922	Jan. 23, 1922	29'3	19'7	19'8
- # 2	Jan. 24, 1922	Feb. 2, 1922	46'2	42'3	19'6
- # 3	Feb. 2, 1922	Feb. 10, 1922	34'1	29'5	15'3
- # 4	Feb. 13, 1922	Feb. 14, 1922	26'9	19'4	16'0
2A # 1	Jan. 23, 1922	Feb. 6, 1922	29'0	22'5	48'8
- # 2	Feb. 6, 1922	Feb. 10, 1922	30'2	24'0	50'0
- # 3	Feb. 13, 1922	Feb. 16, 1922	33'9	24'1	8'0
- # 4	Feb. 18, 1922	Feb. 21, 1922	28'9	24'1	49'3
- # 5	Feb. 21, 1922	Feb. 24, 1922	16'2	8'5	34'1
3A # 1	Dec. 8, 1921	Dec. 13, 1921	34'6	29'8	31'6
- # 2	Dec. 18, 1921	Dec. 24, 1921	15'6	8'5	60'0
- # 3	Dec. 26, 1921	Jan. 4, 1922	30'7	23'5	51'4
- # 4	Jan. 6, 1922	Jan. 18, 1922	51'4	46'3	43'9
- # 5	Jan. 19, 1922	Jan. 25, 1922	36'6	31'5	49'8
- # 6	Jan. 26, 1922	Feb. 6, 1922	40'8	33'4	50'0
- # 7	Feb. 6, 1922	Feb. 11, 1922	44'0	33'5	35'0
- # 8	Feb. 13, 1922	Feb. 16, 1922	10'6	5'8	52'2



附圖第六 小牧地質詳細圖 (掘鑿後の調査に據る)

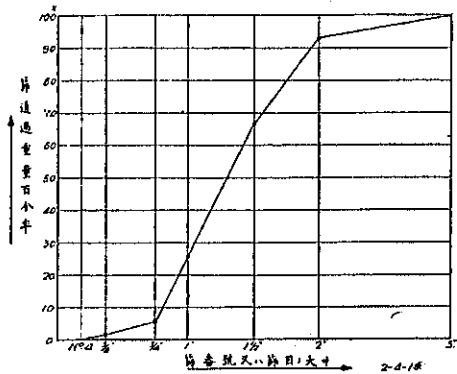


附圖第八 小牧堰堤注膠記錄圖表

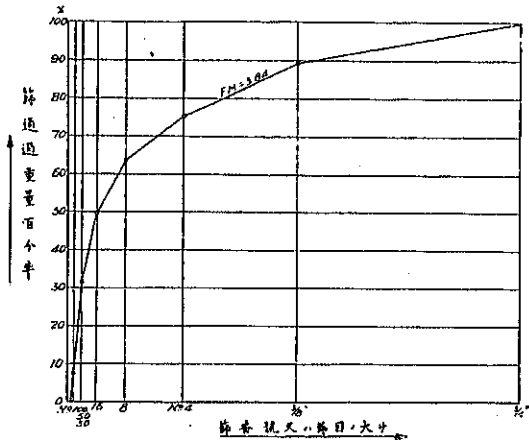


土木學會第十次年報附圖

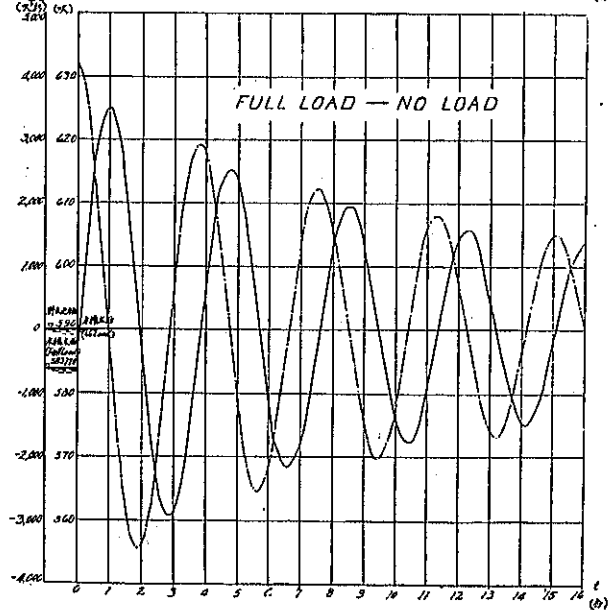
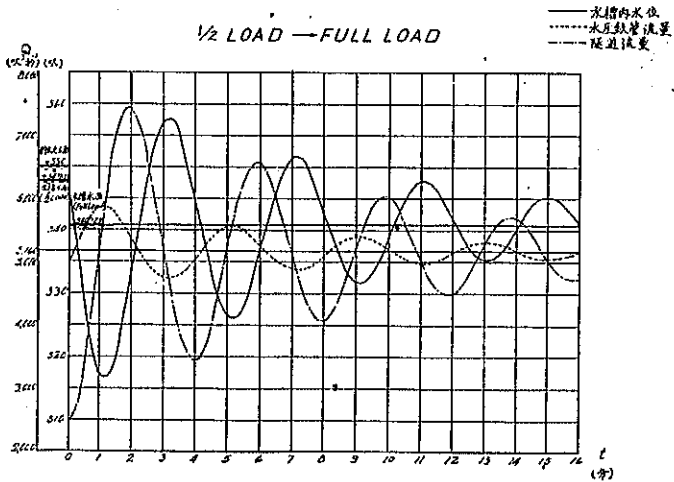
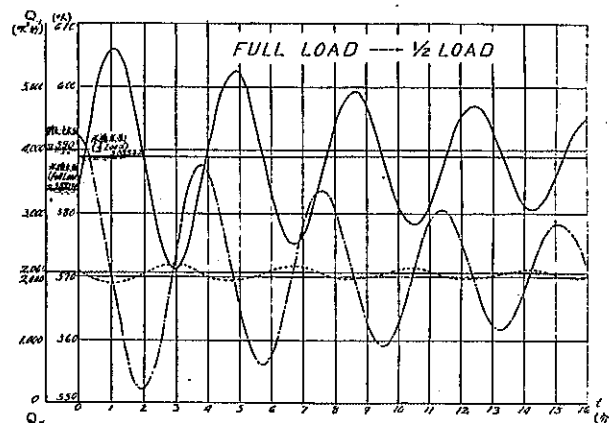
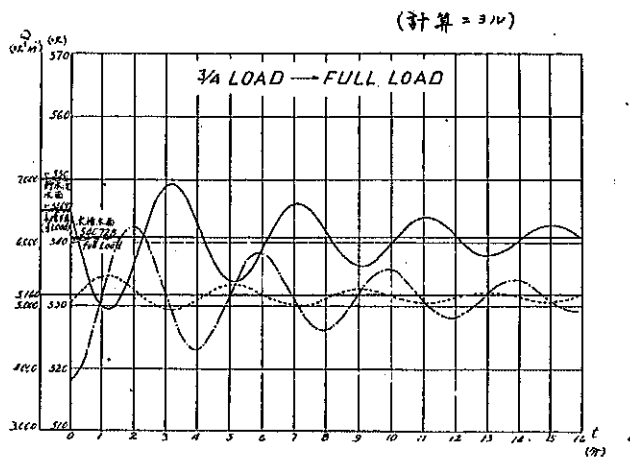
附圖第九 太田村地先採取砂利篩別曲線



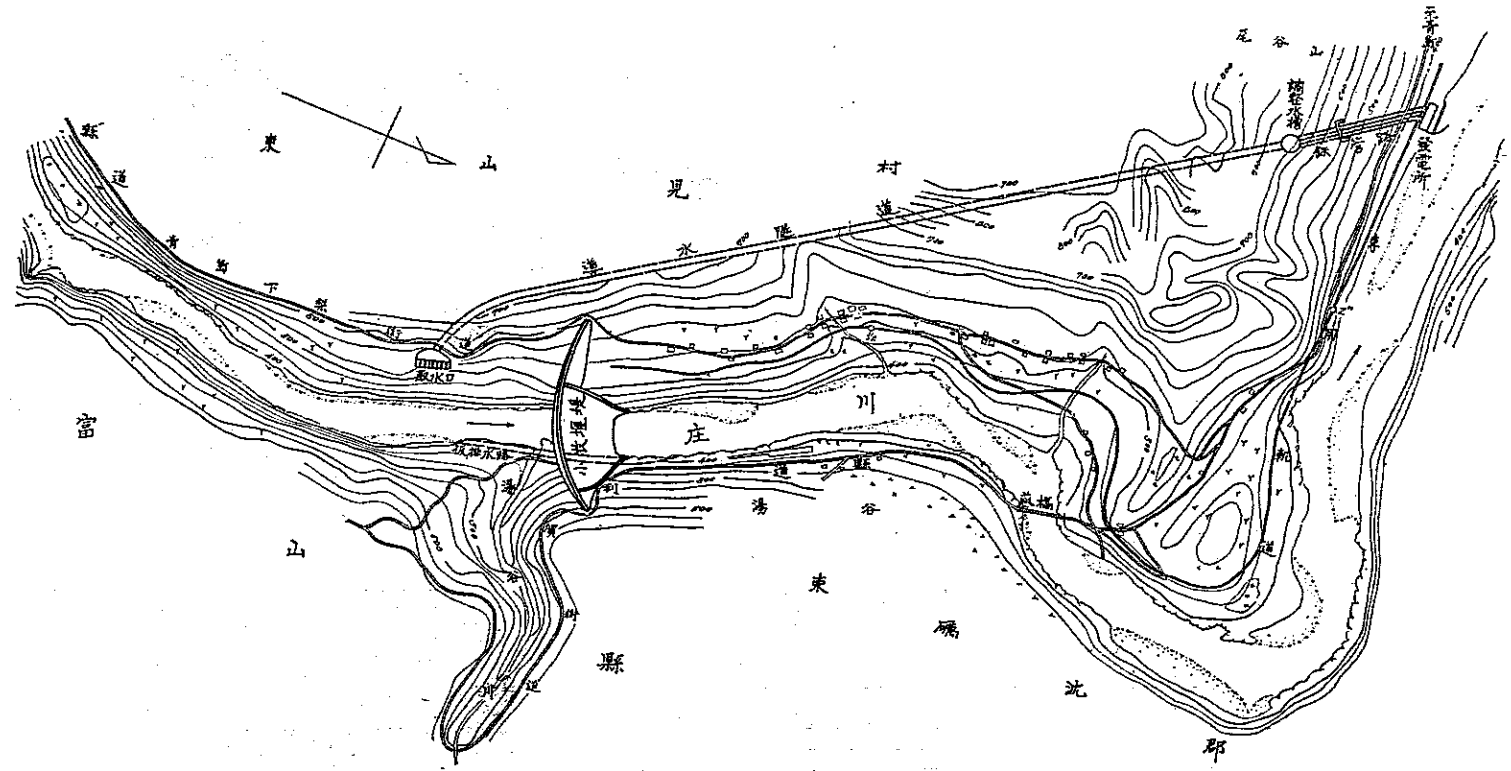
附圖第十 太田村地先採取砂篩別曲線



附圖第十一 調整水槽水位曲線



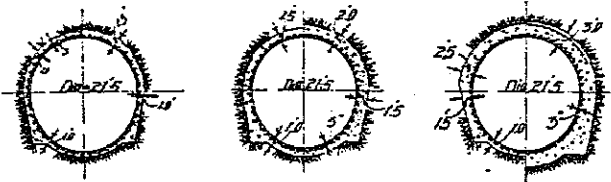
附圖第十二 小牧發電計畫一般平面圖



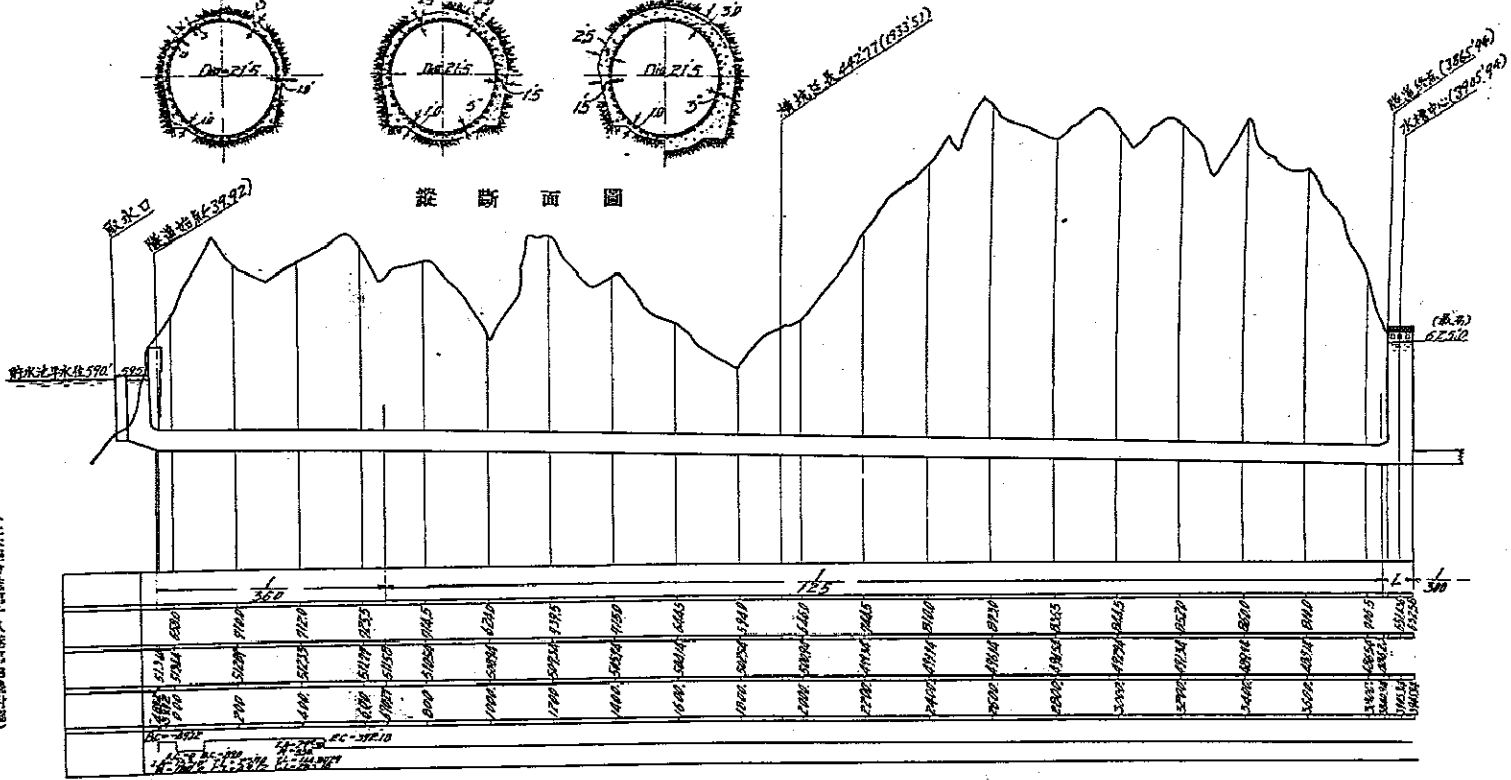
(土木協會誌第十八卷第四號附圖)

圖區通橋樑水三十城國

橫斷面圖



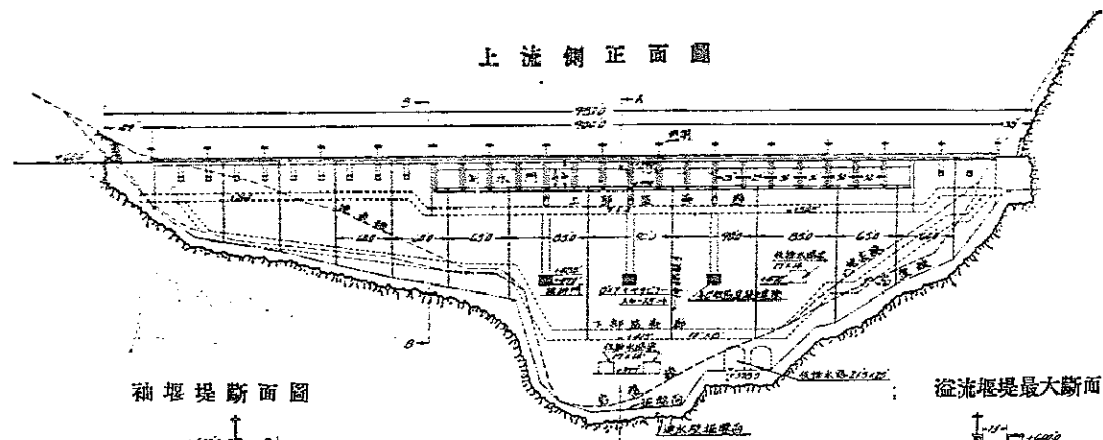
縱斷面圖



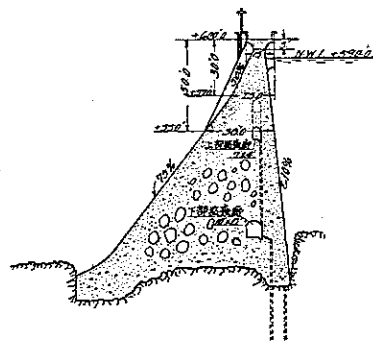
(土木検査法第十八章第四節附圖)

附圖第十四 小牧堰堤之圖

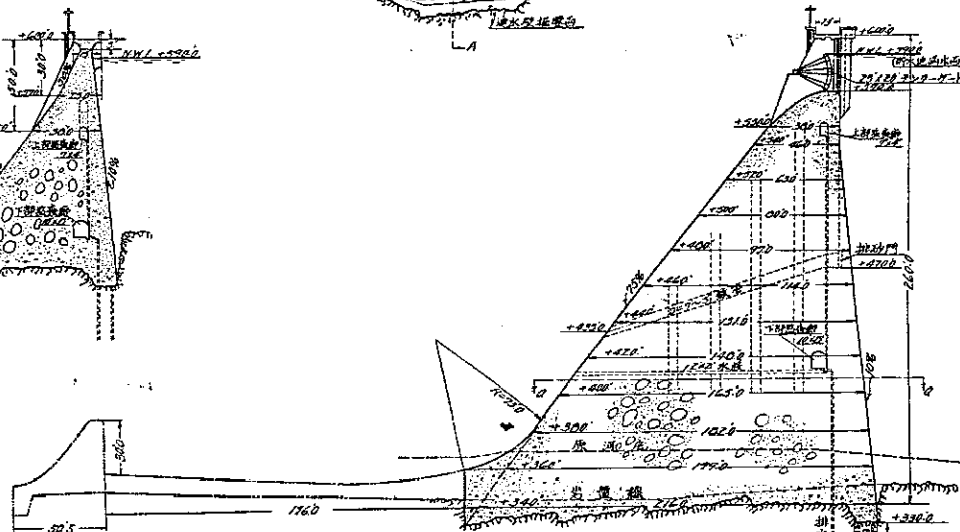
上流側正面圖



袖堰堤斷面圖



溢流堰堤最大斷面圖

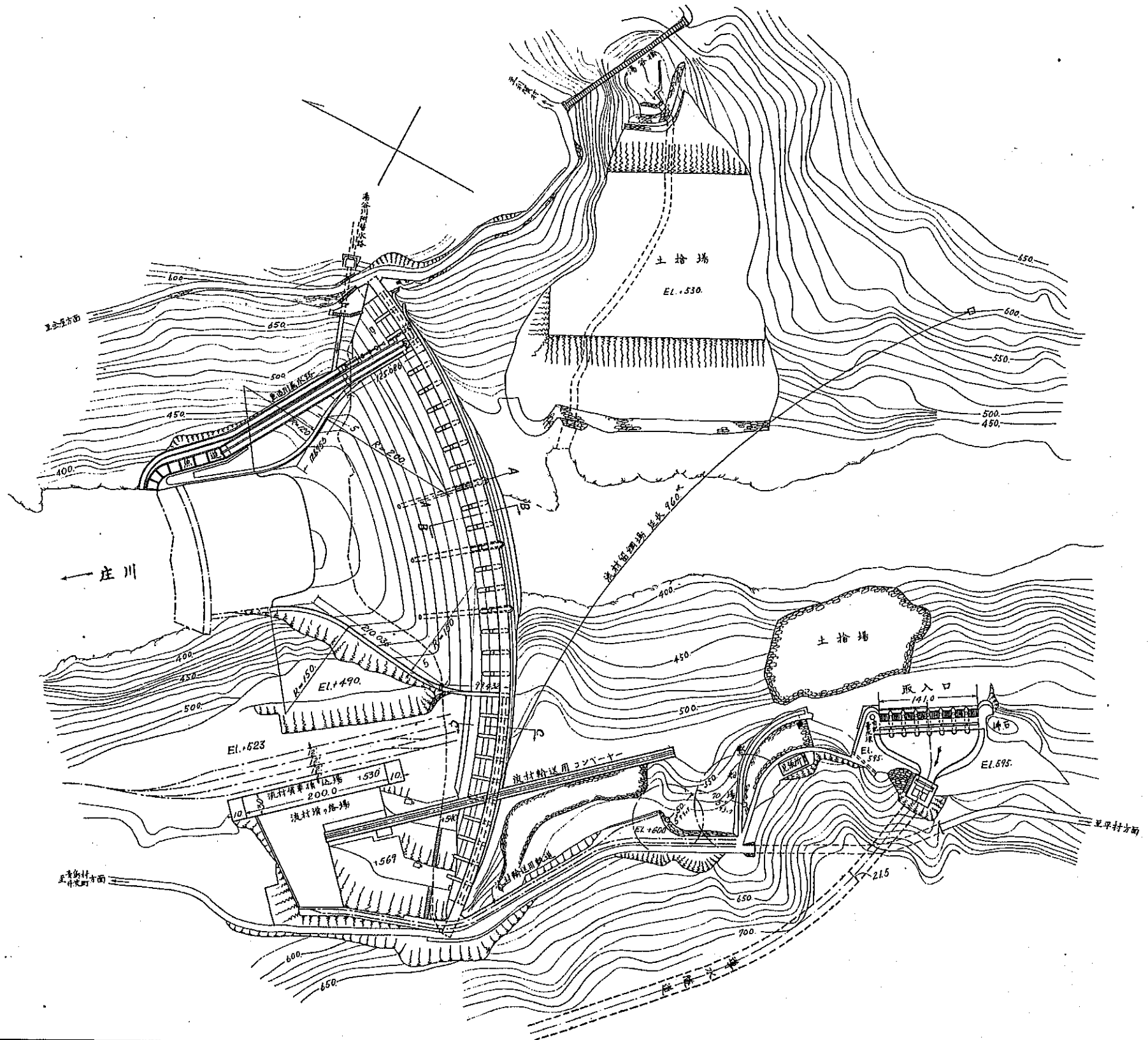


伸縮縫手之圖

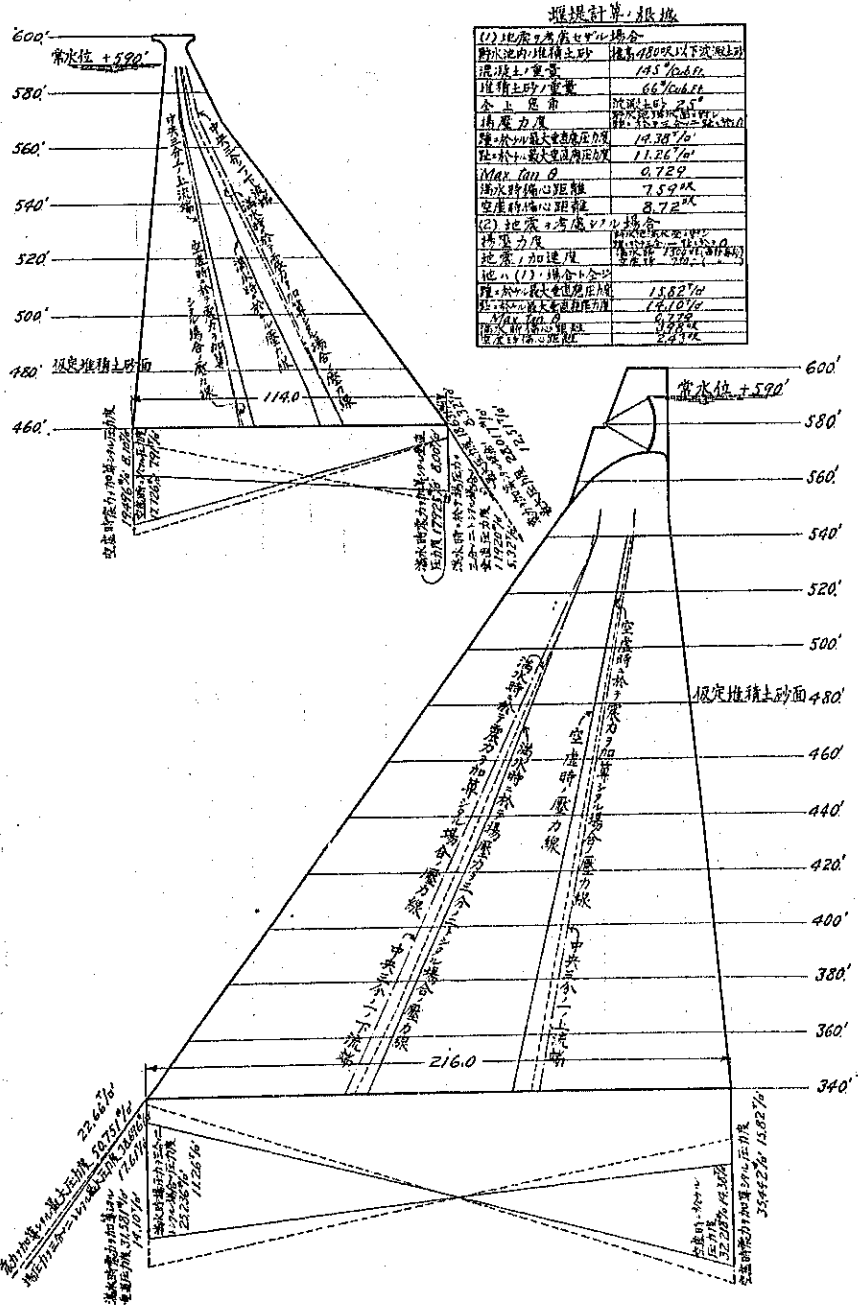


(土木學會誌第十八卷第四號附圖)

附圖第十五 堰堤附近平面圖

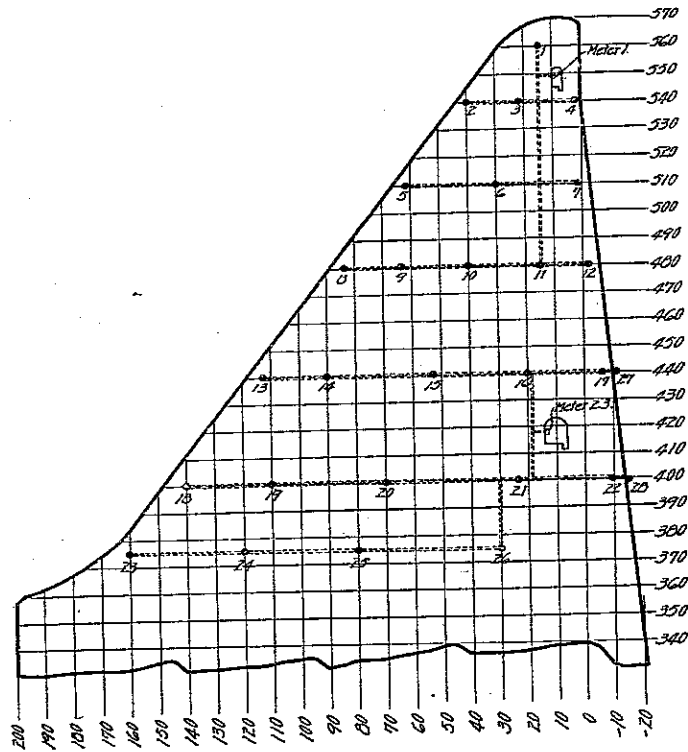


附圖第十六 堰堤示力圖



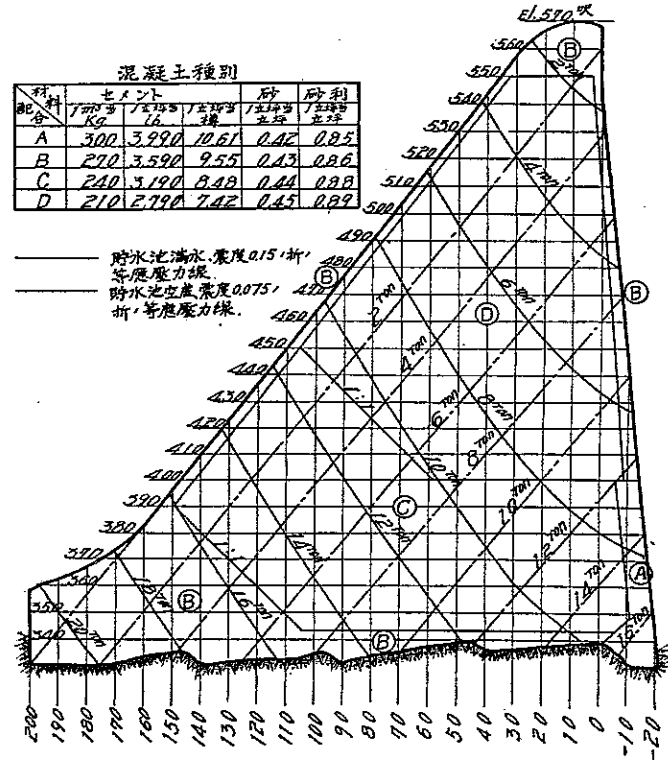
(土木學會附第十八卷附圖)

附圖第十七 堤内部應壓力分布並にコンクリート種別圖

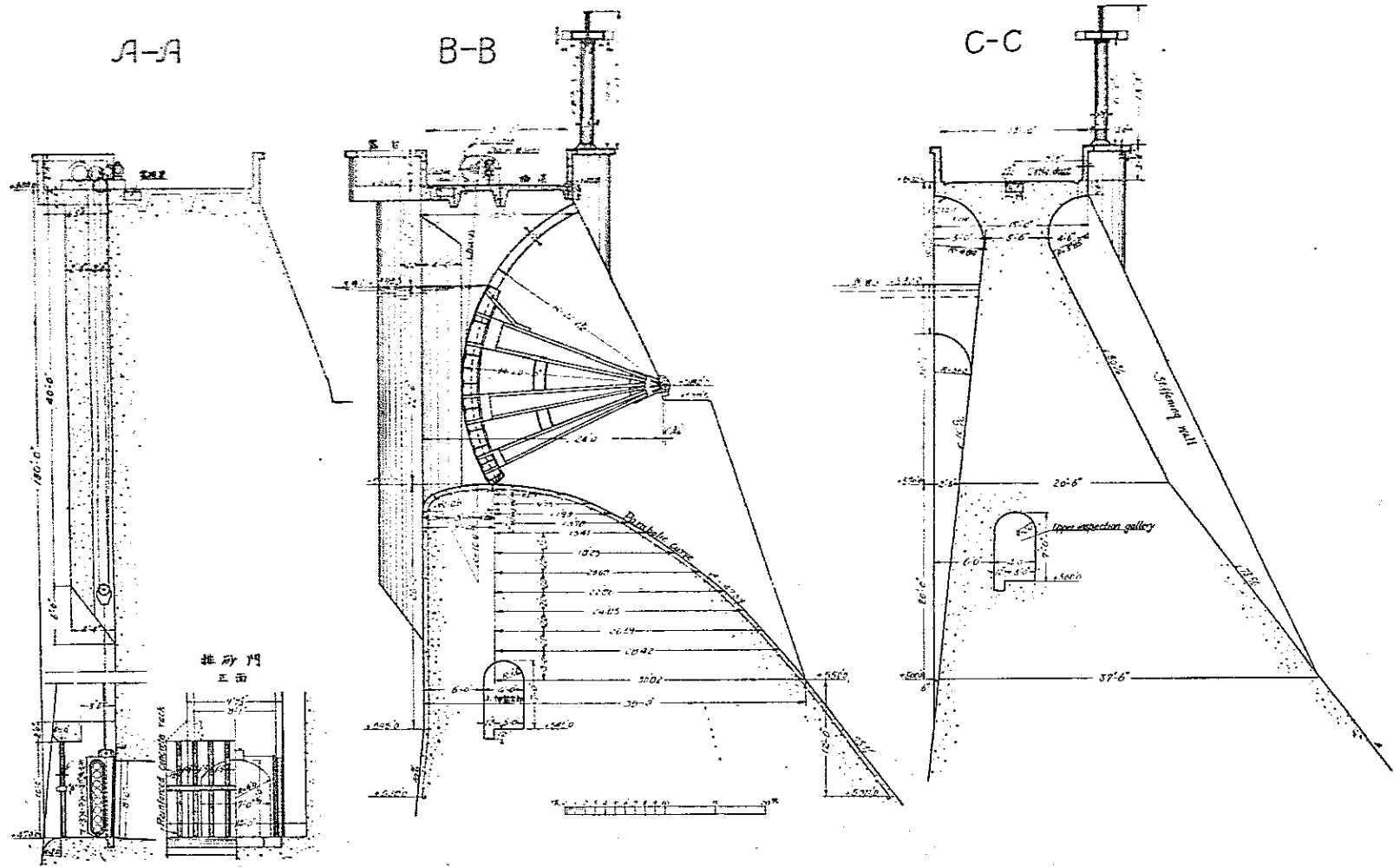


(土木検査部誌第十八卷第四號附圖)

堤内部溫度計配置圖



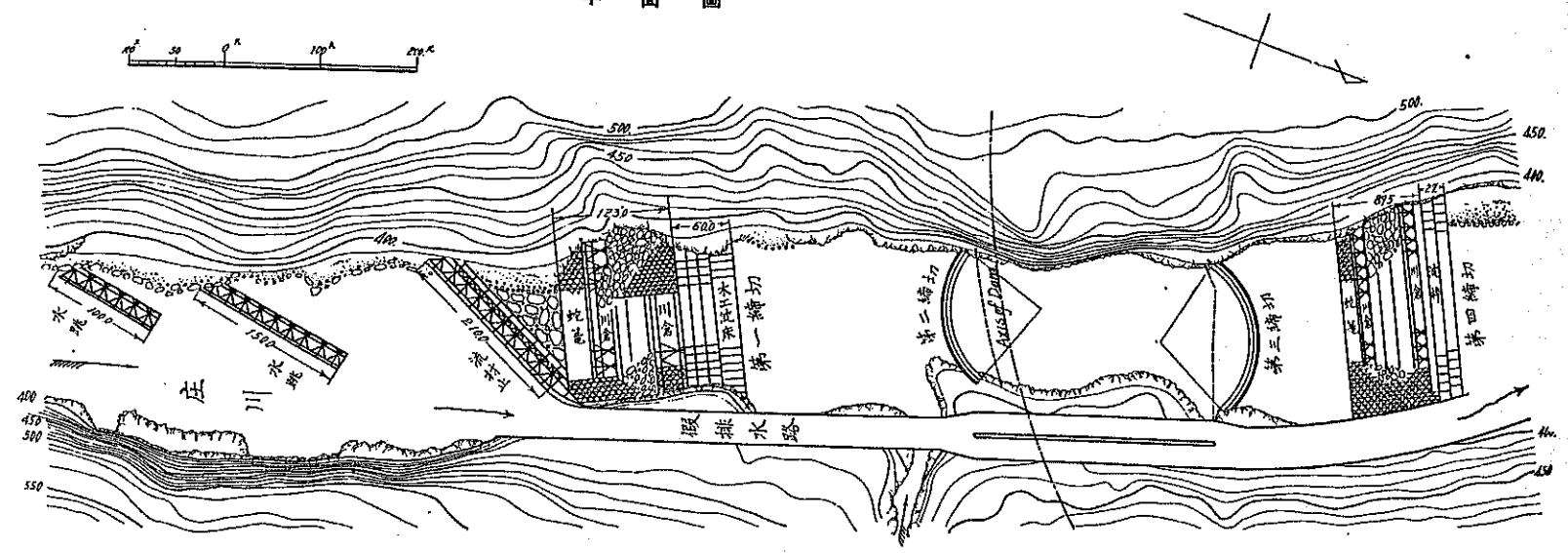
附圖第十八 壩堤詳細圖



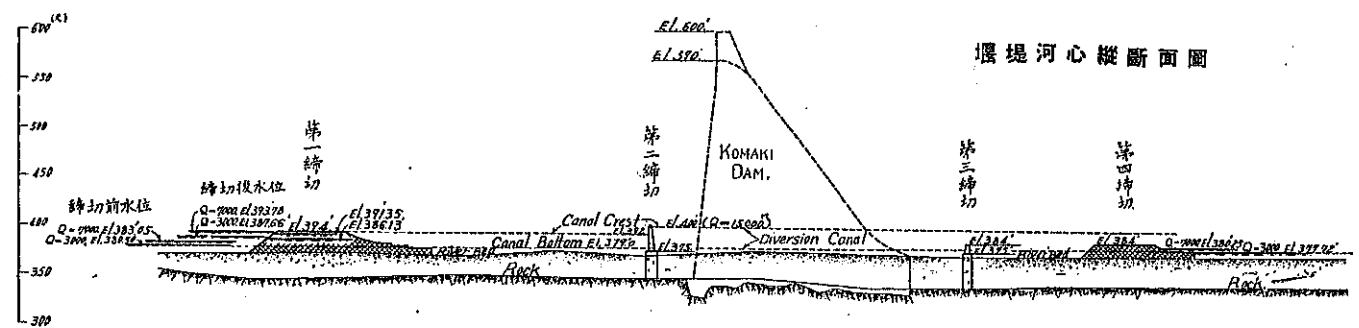
(土木綜合圖第十八卷第四頁附圖)

附圖第十九 堰堤假排水路及び假締切平面並に縱断面圖

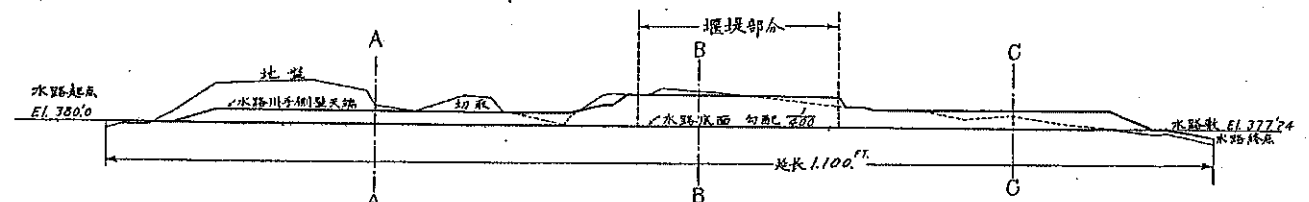
平面圖



堰堤河心縱断面圖

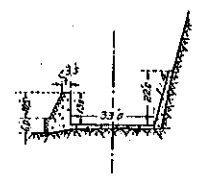


假排水路縱断面圖

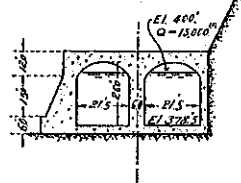


標準断面圖

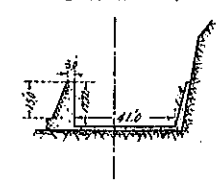
Section A-A.



Section B-B.



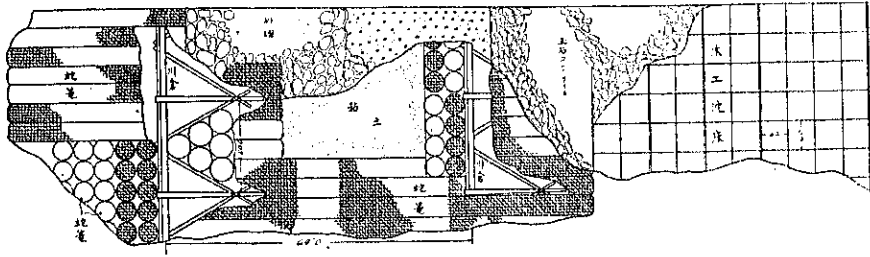
Section C-C.



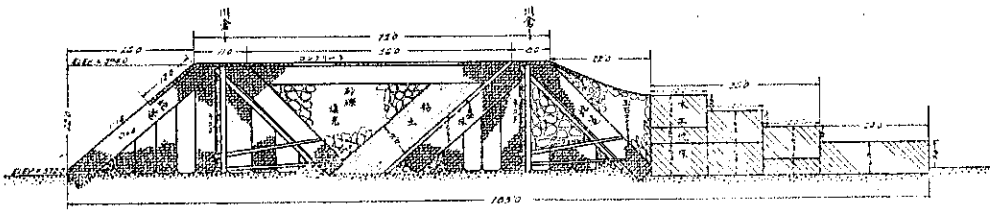
土木學會誌第十八卷第四附圖

附圖第二十 第一假締切設計圖

平面圖



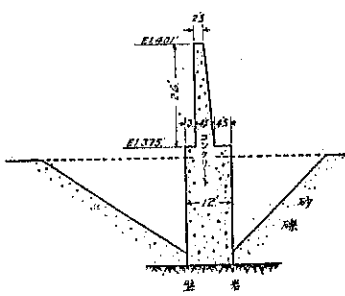
橫斷面圖



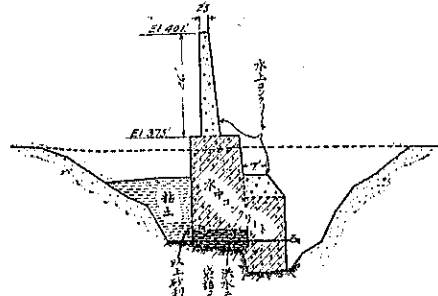
附圖第二十一 第二, 第三假締切橫斷面圖

第二假締切

標準設計圖

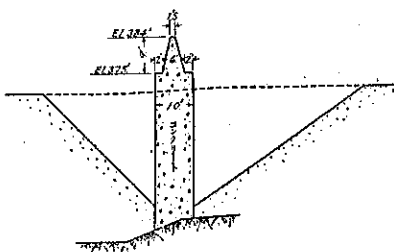


實施出來形圖

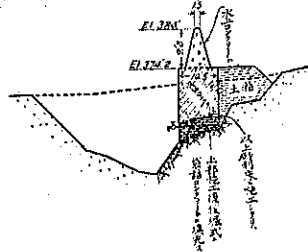


第三假締切

標準設計圖

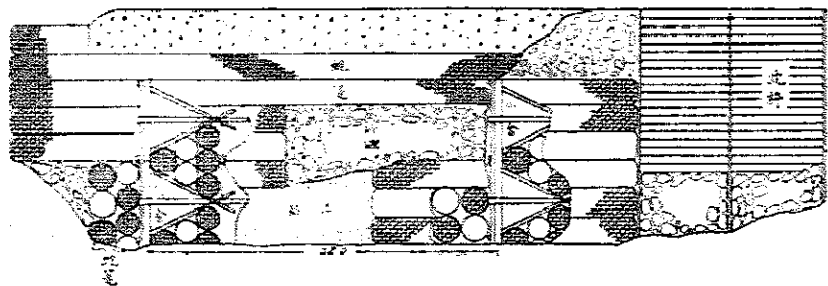


實施出來形圖

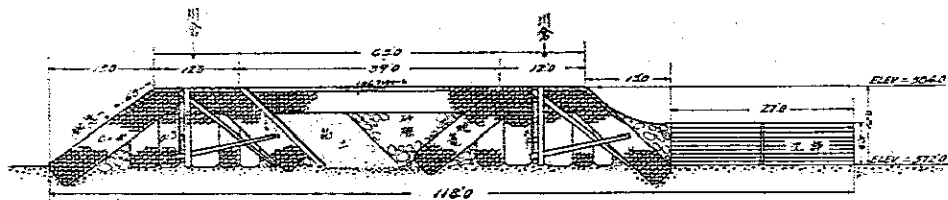


附圖第二十二 第四級梯切設計圖

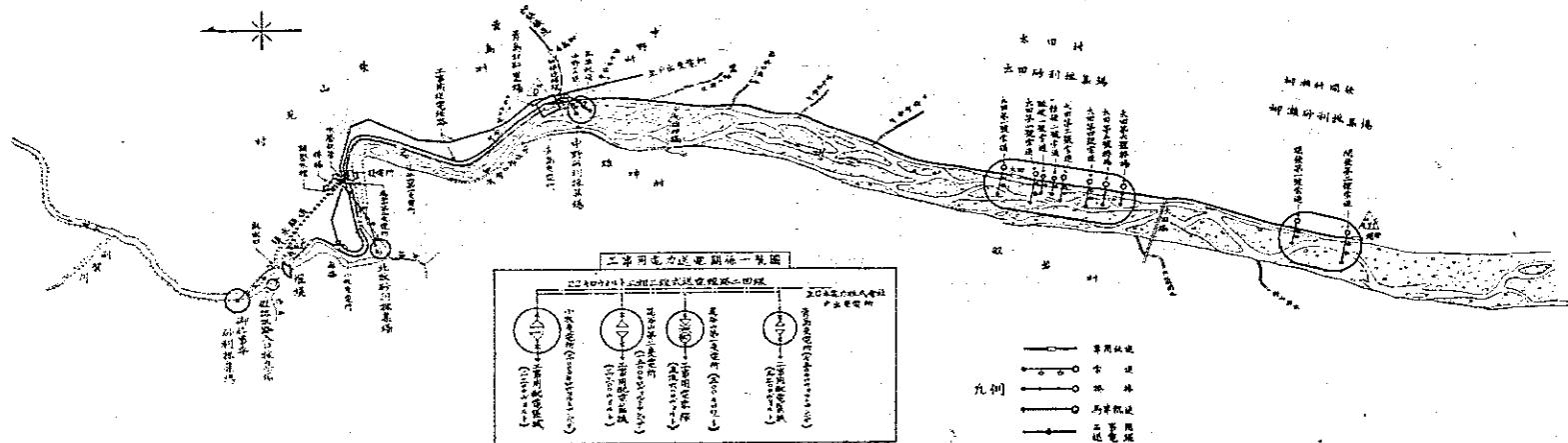
平面圖



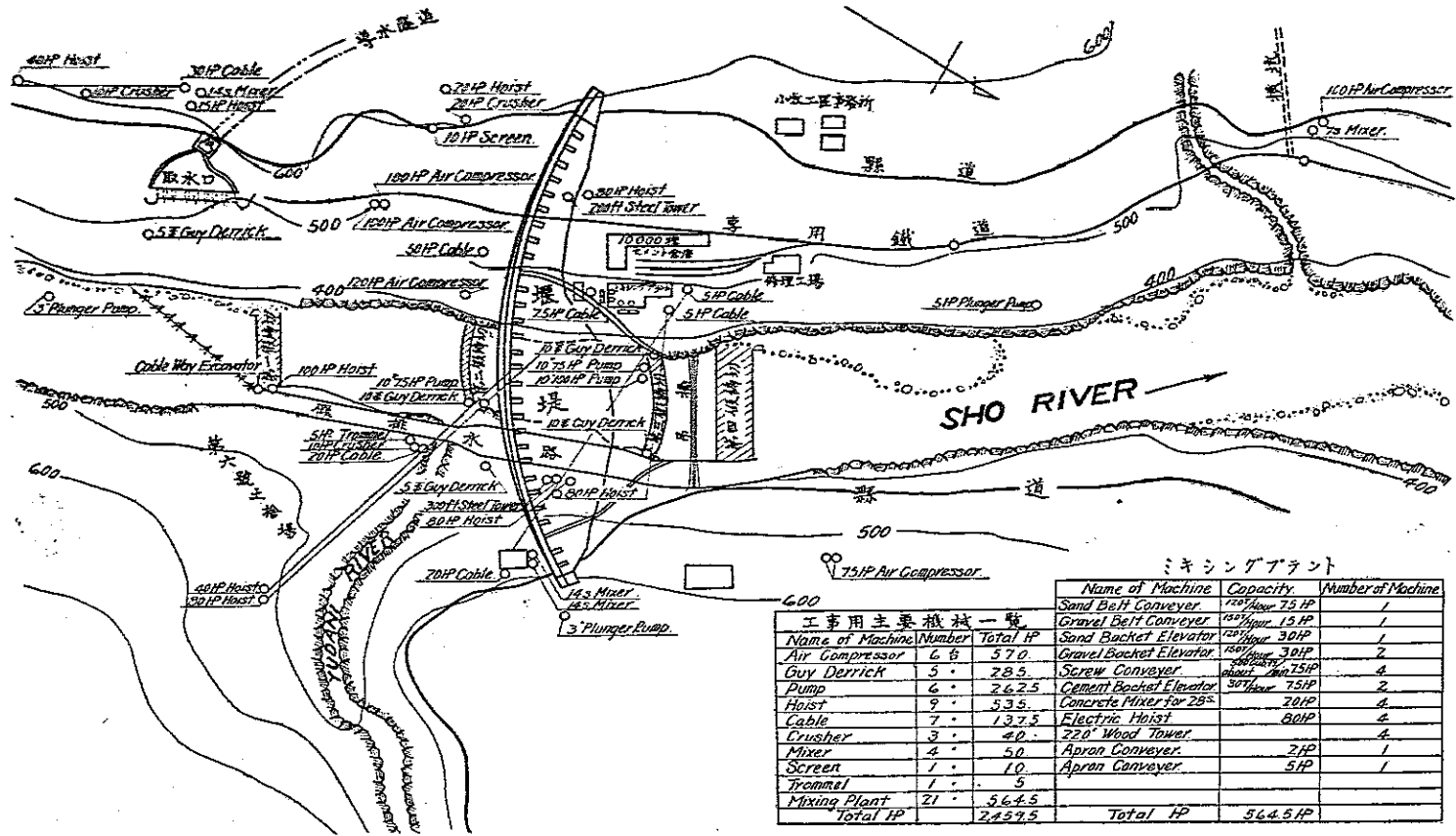
橫斷面圖



附圖第二十三 專用鐵道、砂利採集場及工事用電力送配關係圖



附圖第二十四 關東鐵道橋田橋工事機械配置圖



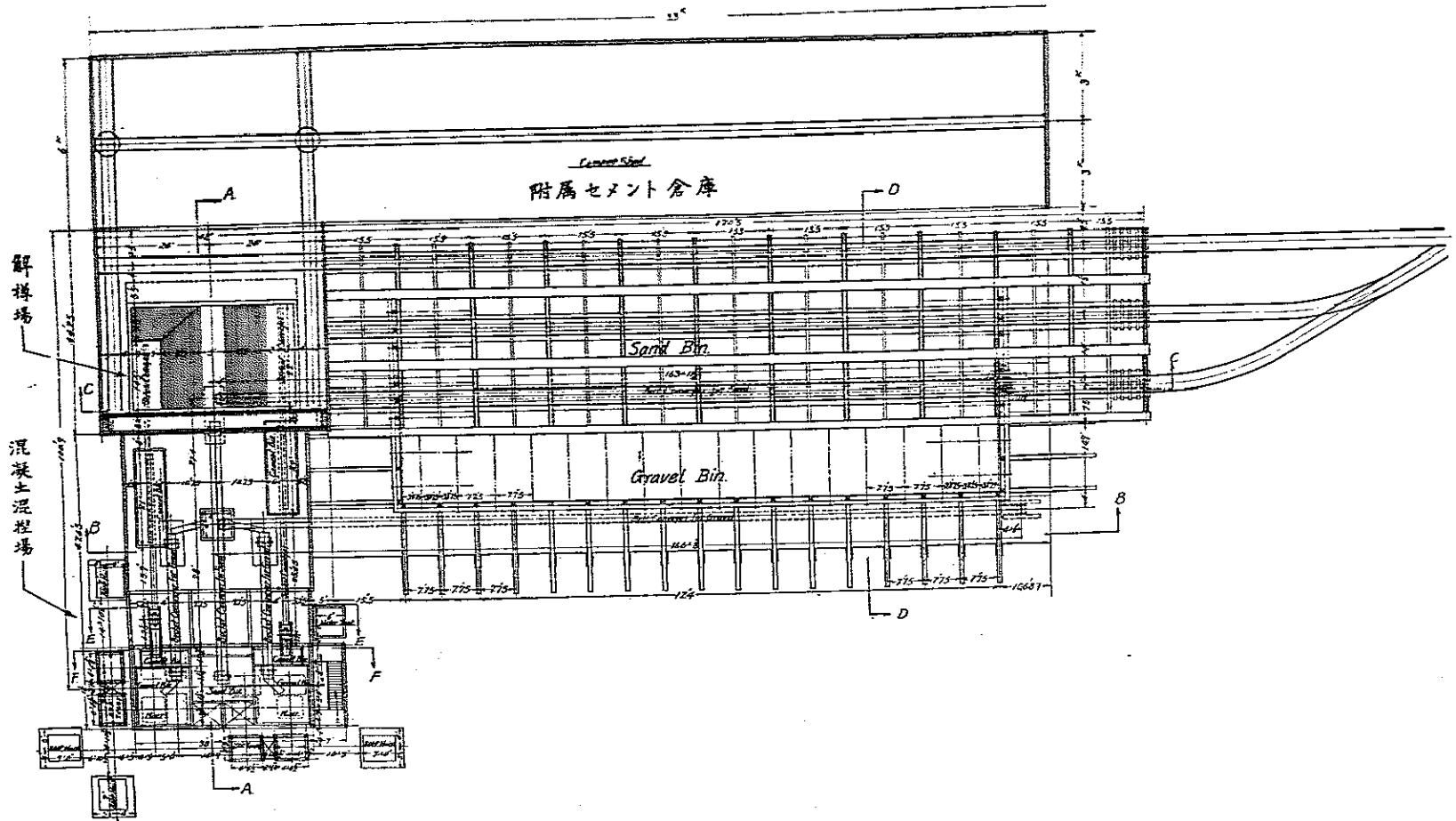
ミキシングプラント

Name of Machine	Number	Total HP	Name of Machine	Capacity	Number of Machine
Sand Belt Conveyor	1		Gravel Belt Conveyor	125' New 7.5 HP	1
Gravel Belt Conveyor	1		Sand Bucket Elevator	150' New 1.5 HP	1
Sand Bucket Elevator	1		Gravel Bucket Elevator	150' New 3.0 HP	2
Air Compressor	6	57.0	Screw Conveyor	about 400 7.5 HP	4
Guy Derrick	5	28.5	Cement Bucket Elevator	30' New 7.5 HP	2
Pump	6	262.5	Concrete Mixer for 28'	70 HP	4
Hoist	9	53.5	Electric Hoist	80 HP	4
Cable	7	137.5	220' Wood Tower		4
Crusher	3	40	Apron Conveyor	2 HP	1
Mixer	4	50	Apron Conveyor	5 HP	1
Screen	1	10			
Trommel	1	5			
Mixing Plant	21	564.5			
Total HP		2,457.5	Total HP		564.5 HP

工事用主要機械一覧

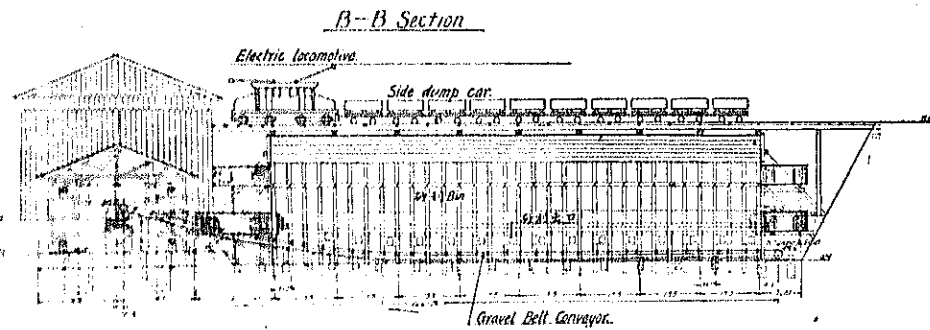
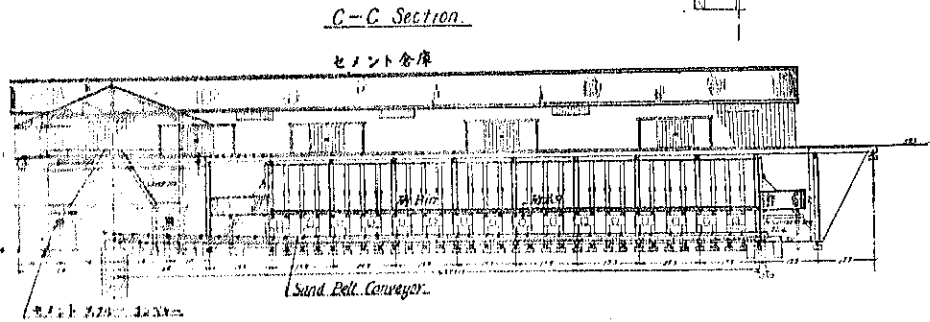
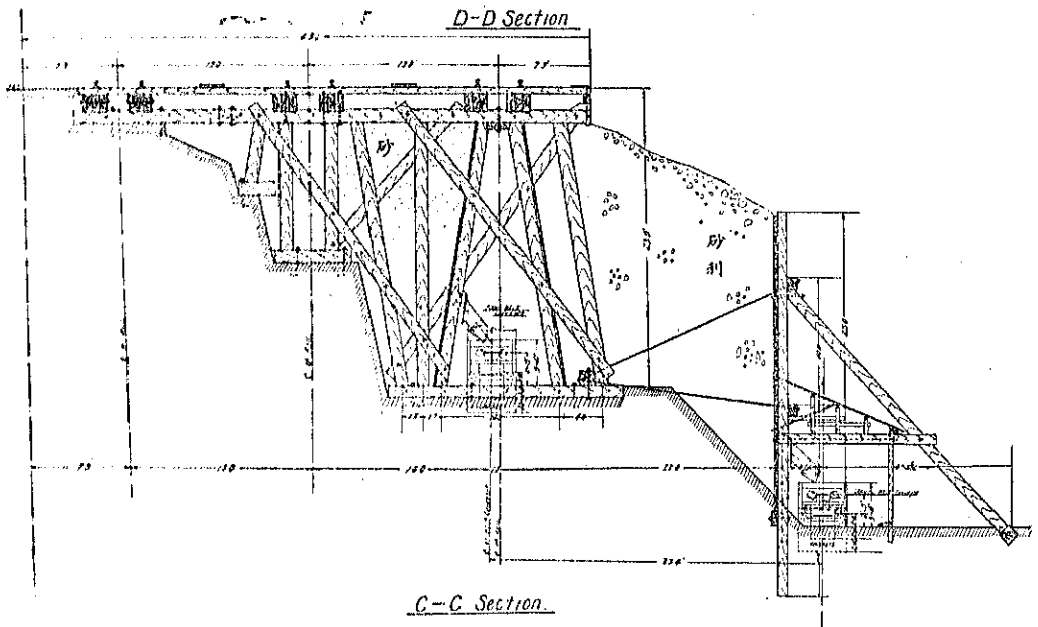
(土木学会建設十六号四四三頁)

附圖第二十五 Mixing plant (其一) 一般平面圖



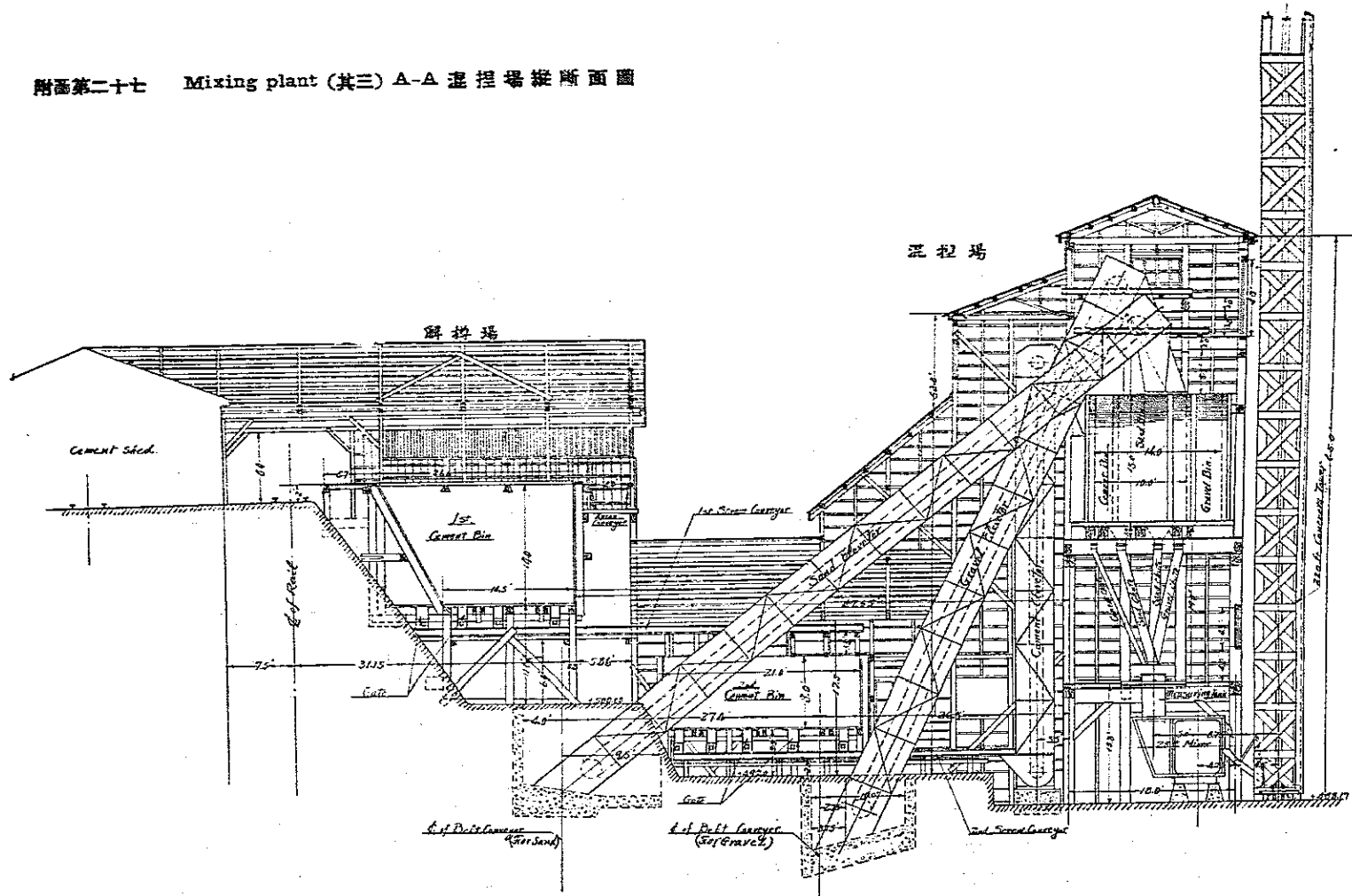
土木建築設計第十八卷第四圖

附圖第二十六 Mixing plant (其二) 砂利, 砂 Bin 斷面圖



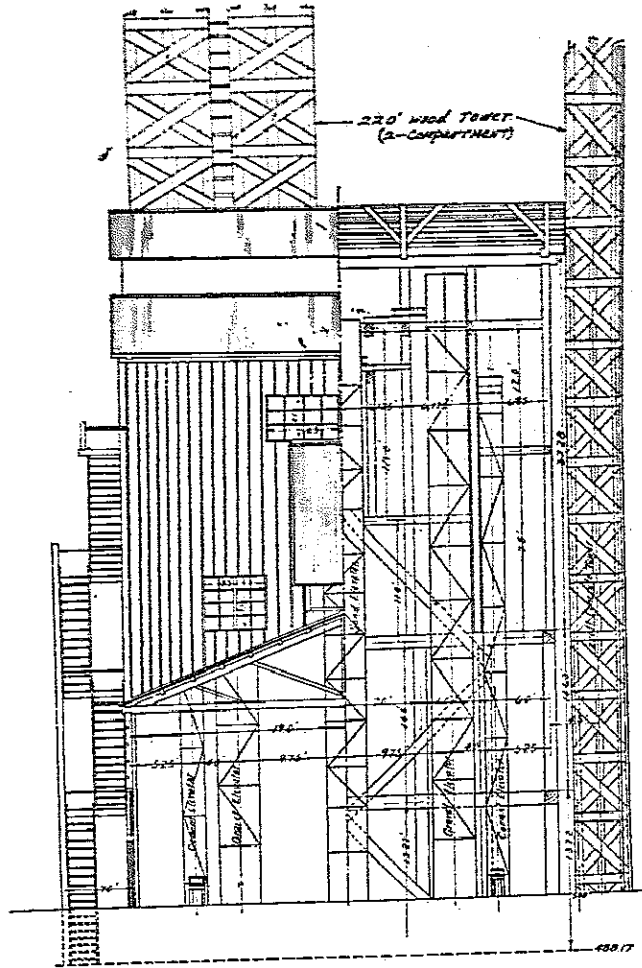
土木學會誌第十八卷附圖

附圖第二十七 Mixing plant (其三) A-A 運抽和拌系圖

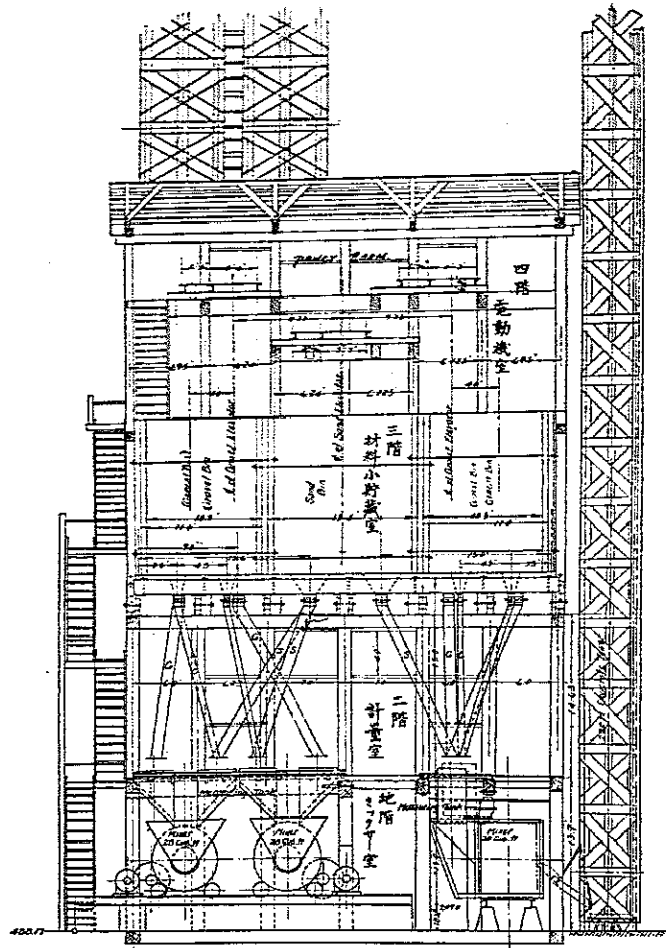


(本圖與本卷第十八卷附圖相關)

附圖第二十八 Mixing plant (其四)



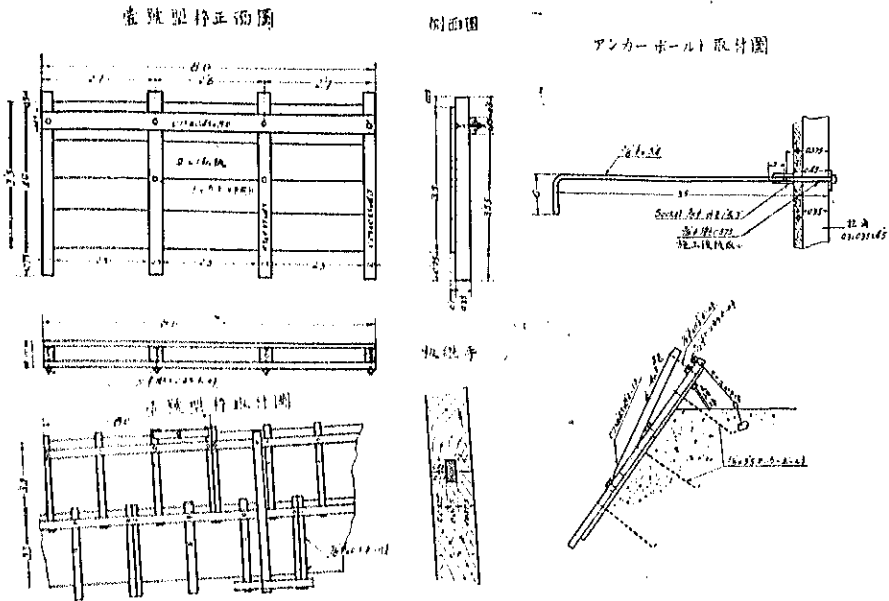
E-E SECTION



F-F SECTION

(圖) 土木學今新出第十八卷第四圖附

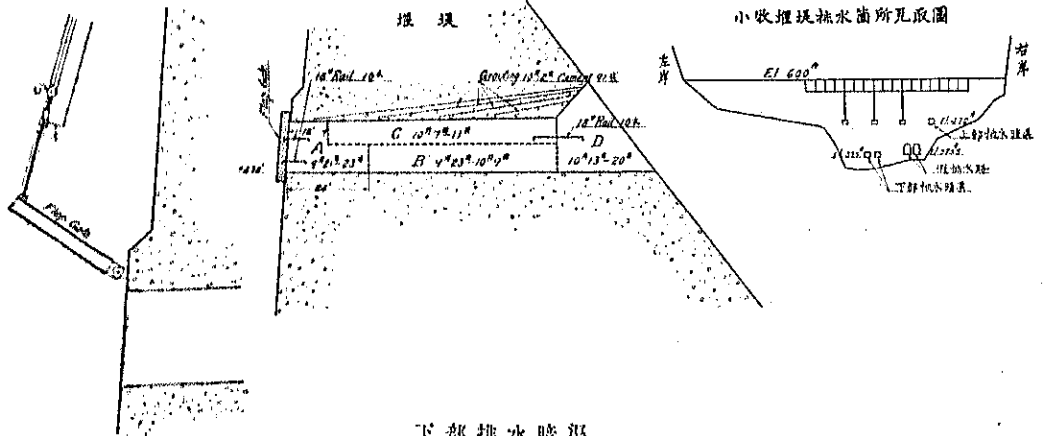
附圖第二十九 堰堤型枠圖



附圖第三十一 排水暗渠埋戻施工圖

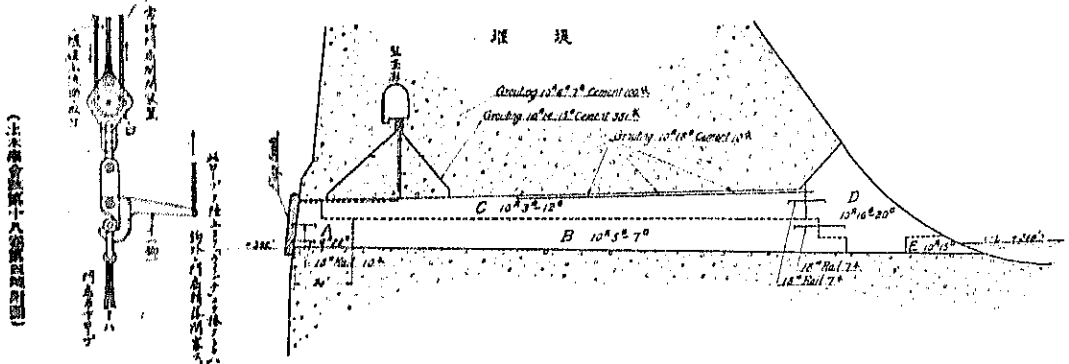
フラップゲート 閉水仕掛

上部排水暗渠

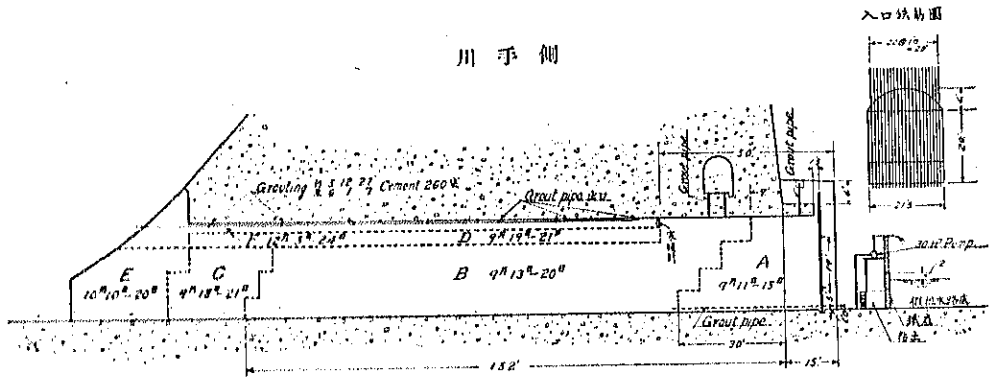
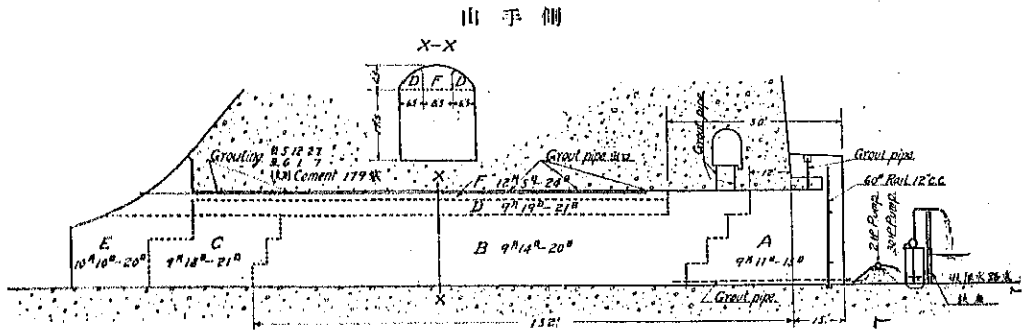


下部排水暗渠

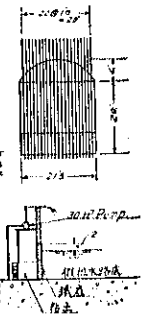
門上詳細図



附圖第三十 假排水路埋戻りコンクリート施工圖

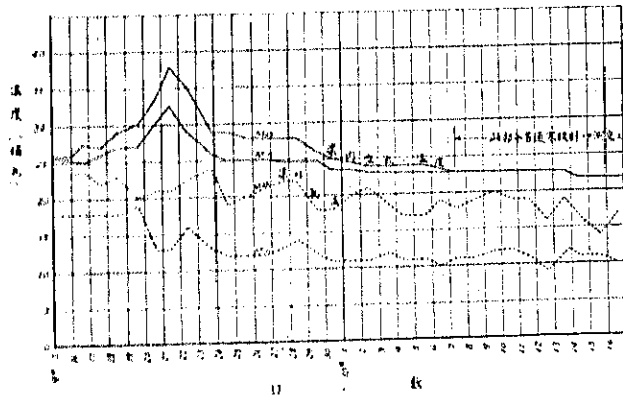


入口鉄筋図

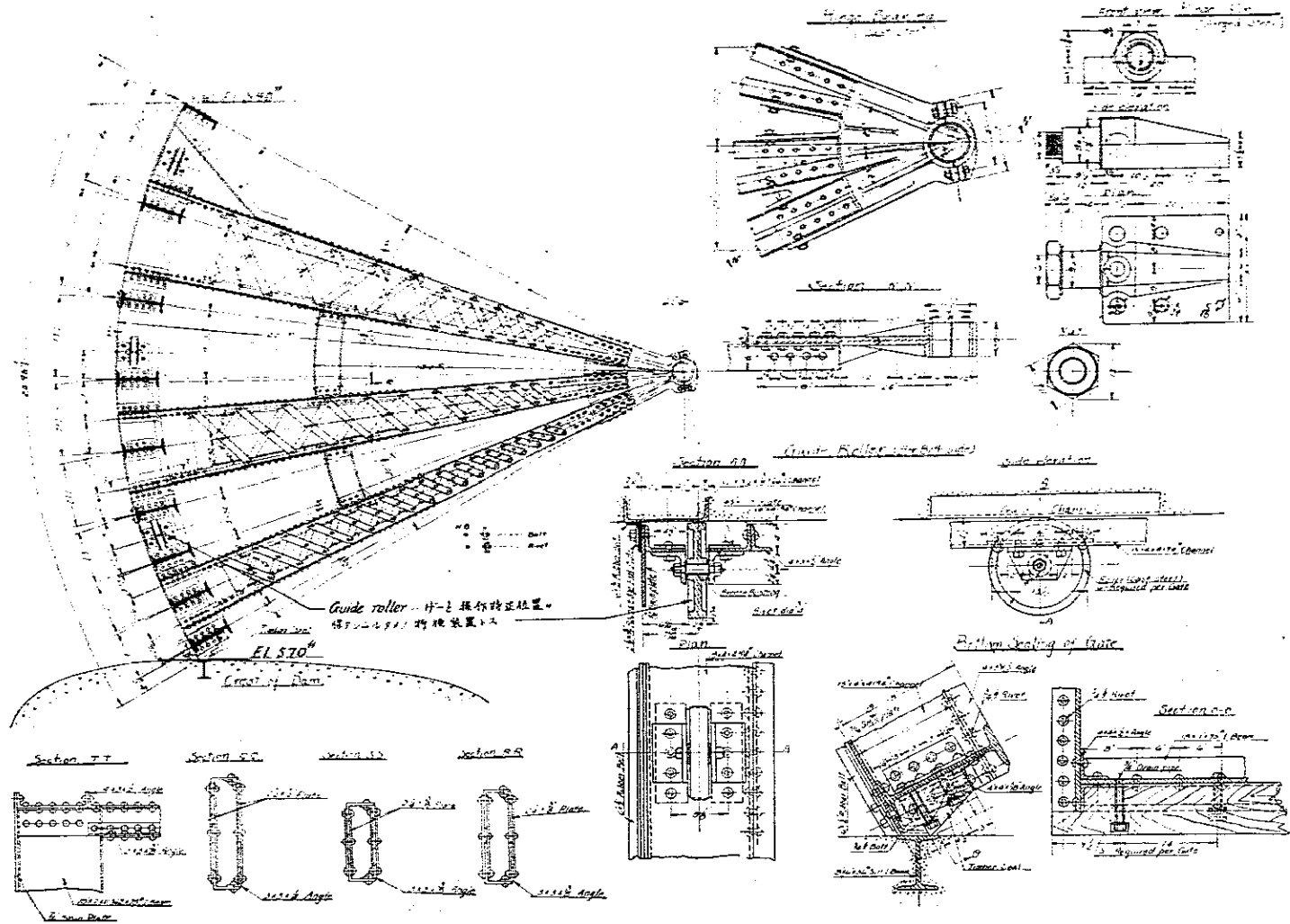


假排水路埋戻りコンクリート施工中渠内気温曲線

(F, 箇所にて測定)



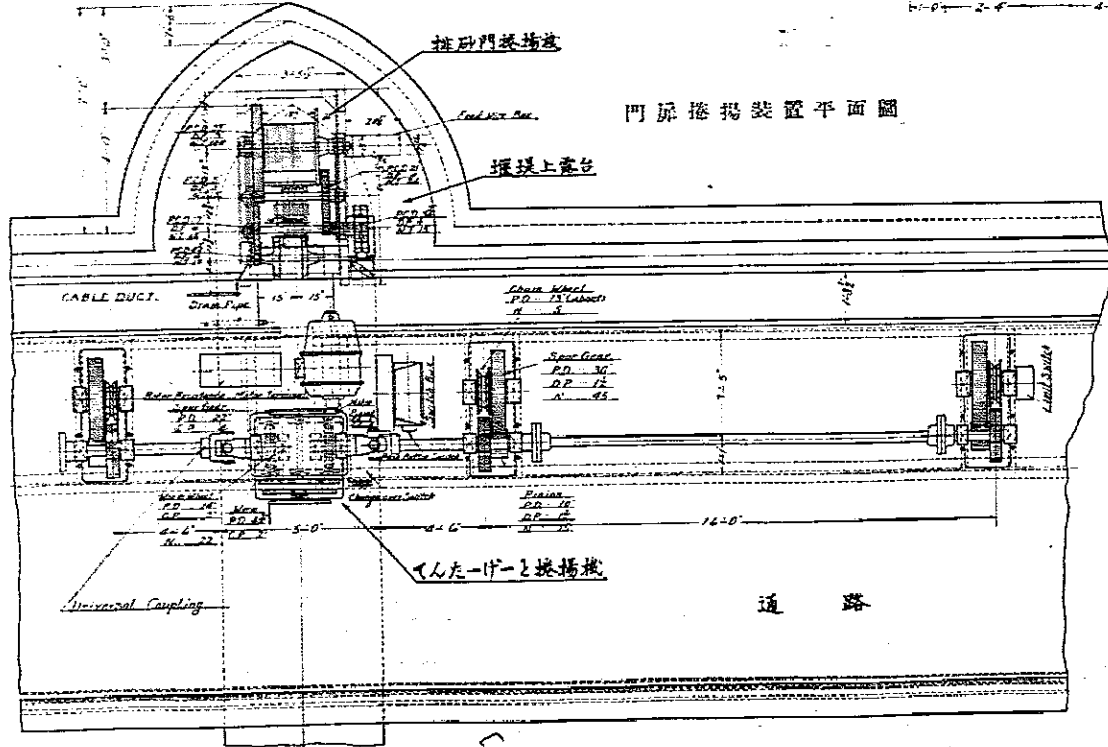
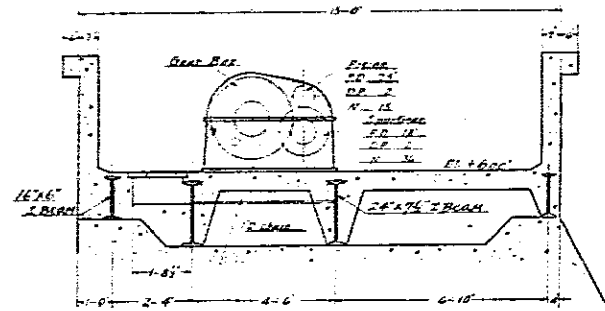
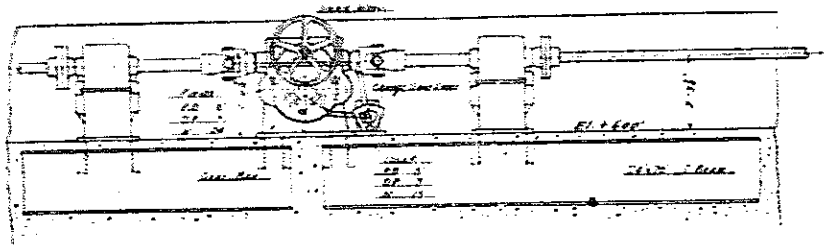
附圖第三十二 テンター・ゲート圖 (其一)



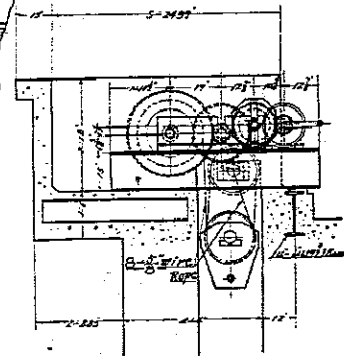
(圖中註明各部分係放大)

附圖第三十三 テンター・ゲート圖(其二)

テンター・ゲート捲揚機正面圖

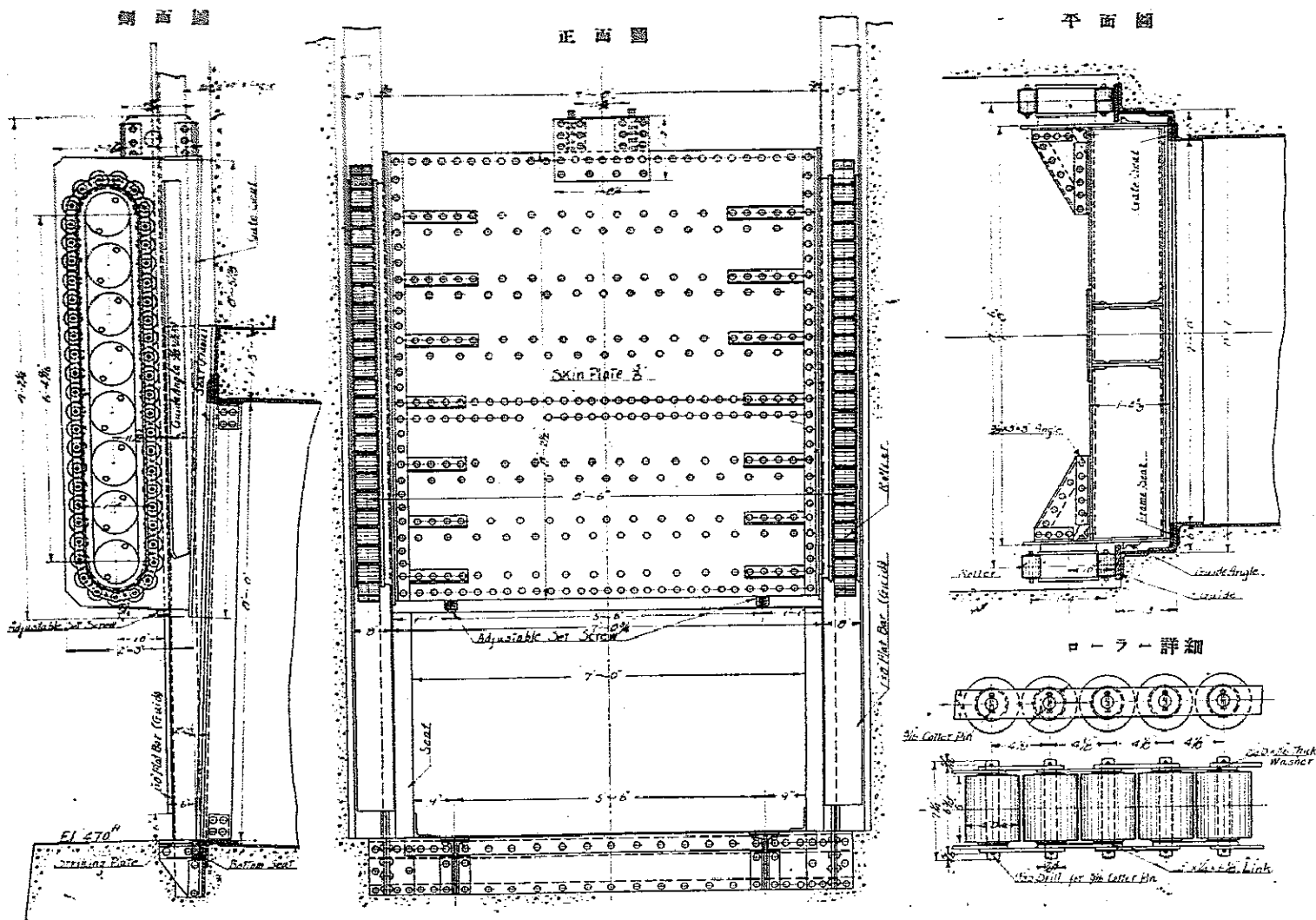


排砂門捲揚機側面圖



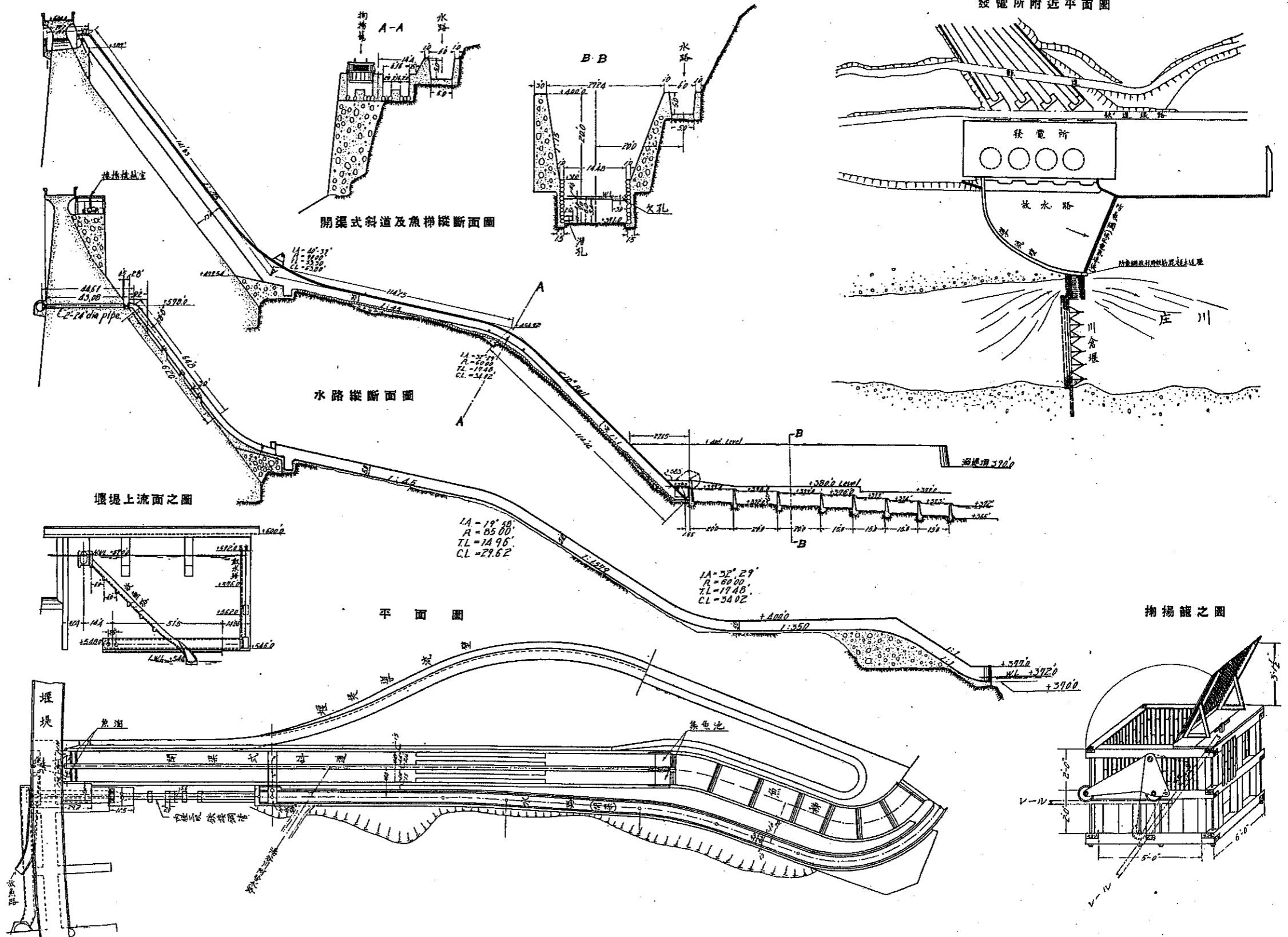
(土木學會誌第十八卷附圖附圖)

附圖第三十四 履帶排砂門 Catapiller sluice gate



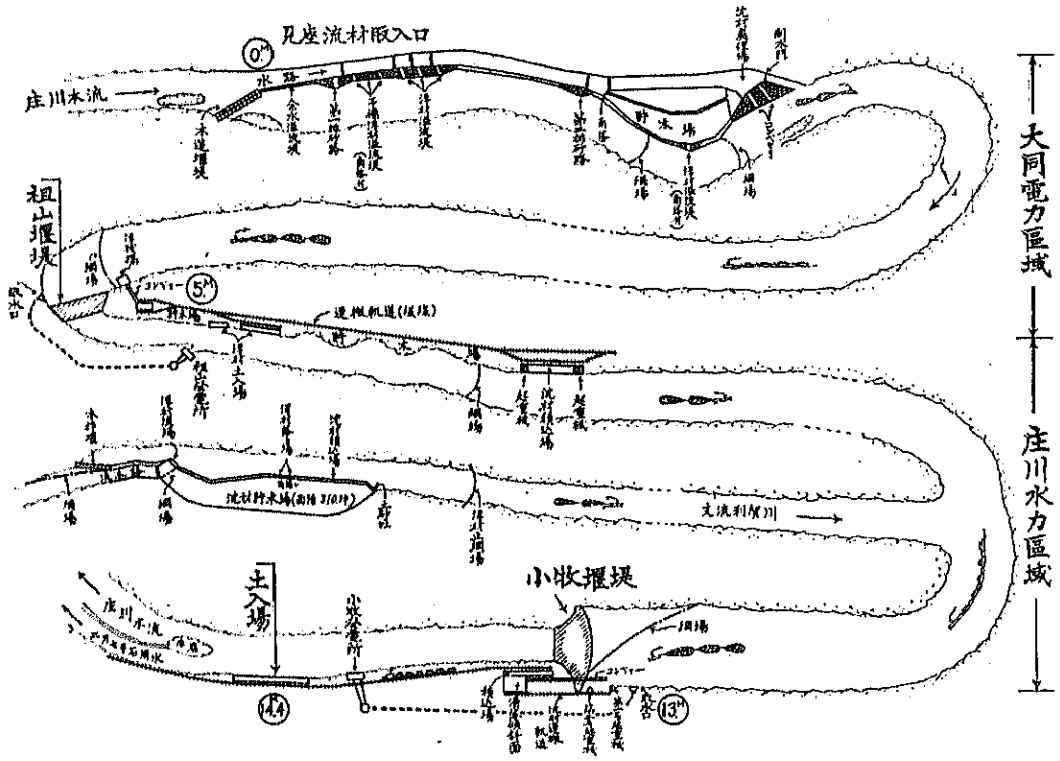
(日本學會第十八屆展覽會附圖)

附圖第三十五 魚道之圖

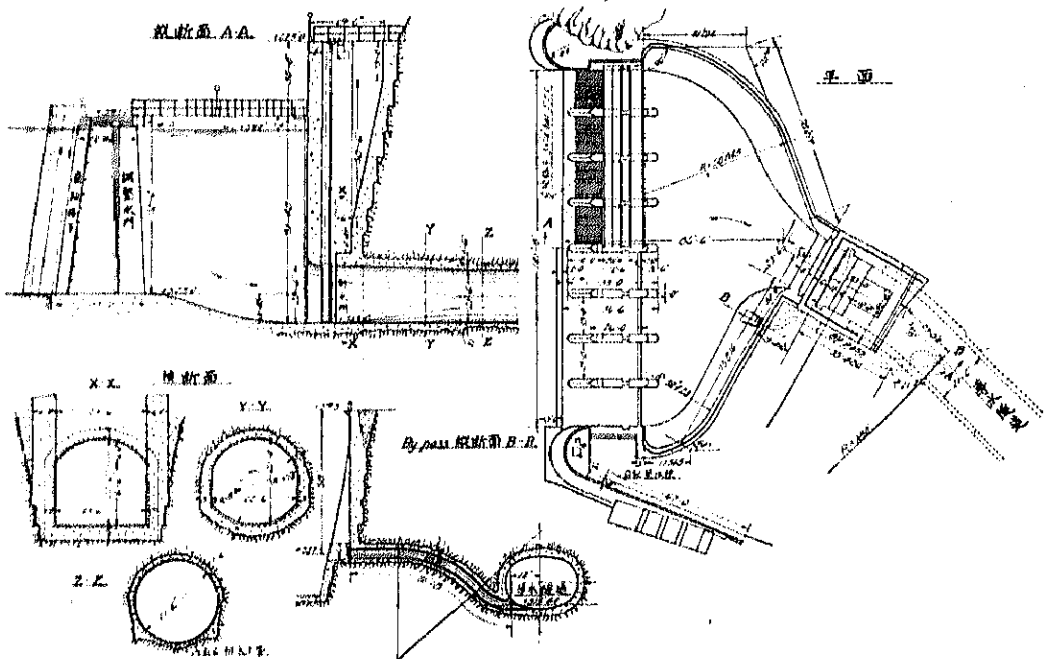


(土木學會第十八卷第四期附圖)

附圖第三十六 庄川運材設備圖解



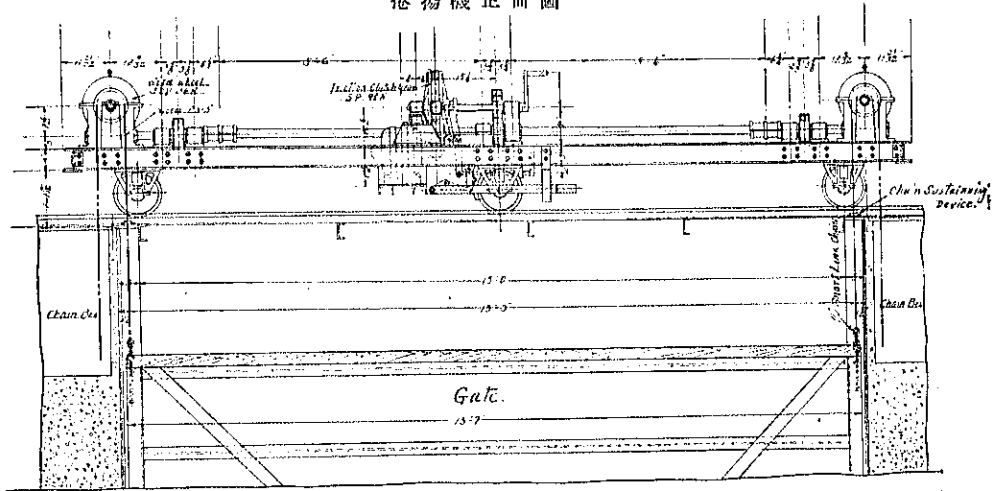
附圖第三十七 取入口之圖



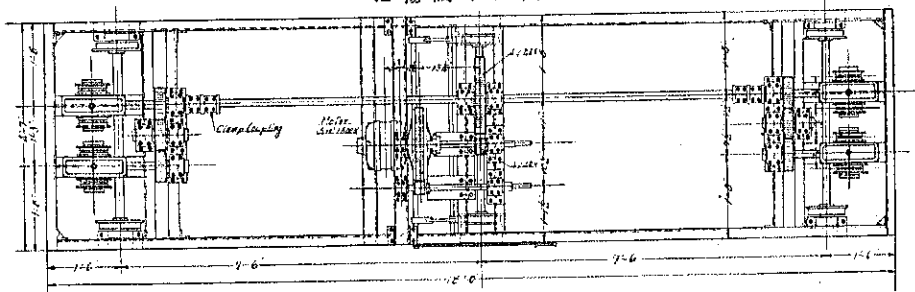
土木學會附圖第十八卷附圖解

附圖第三十八 取入口調整水門之圖 (32 門の内)

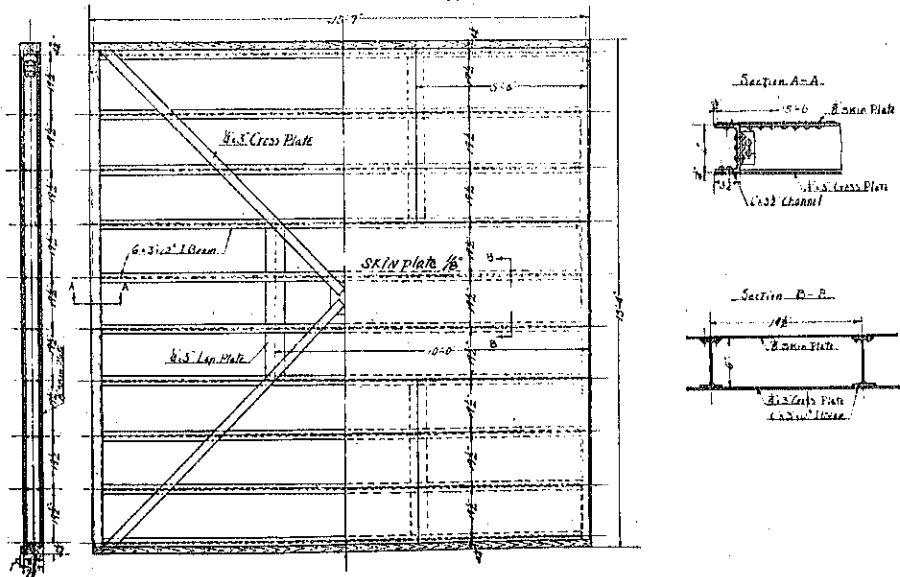
捲揚機正面圖



捲揚機平面圖



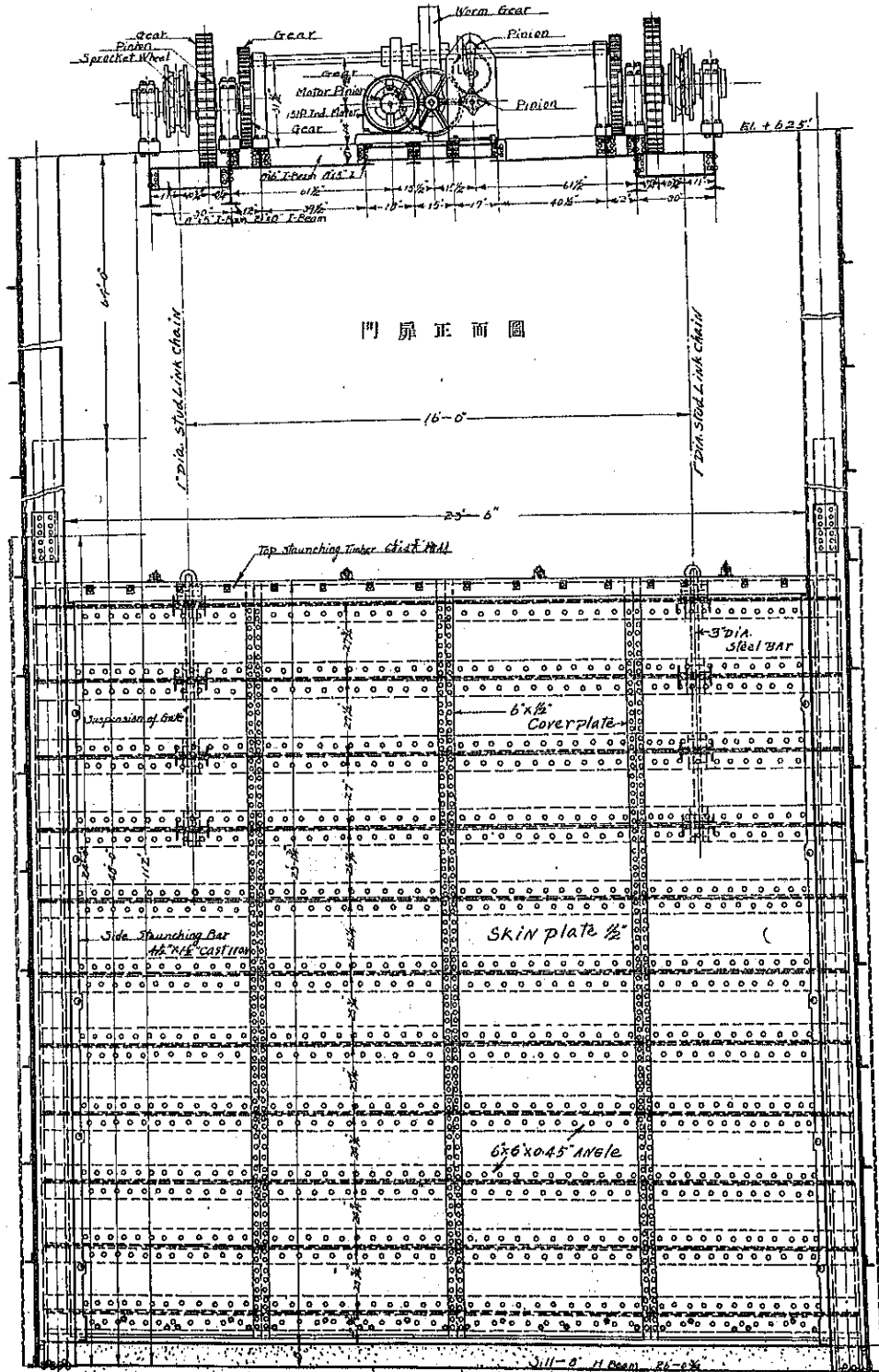
門扉構造圖



(此水扉會誌第十八卷第四號附圖)

附圖第三十九 卷揚機入口全制水門之圖 (其一)

卷揚機



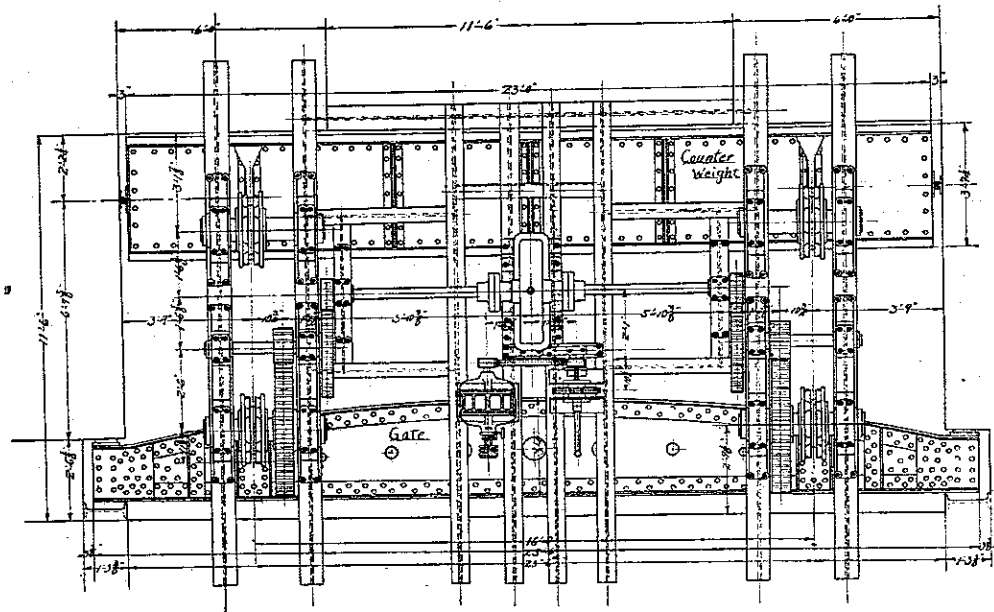
門扉正面圖

(此本圖係根據第十八卷第四圖繪製)

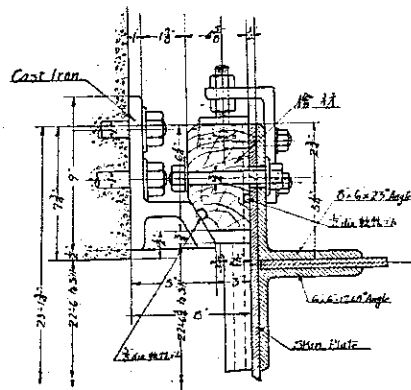
EL + 513.6

附圖第四十 取入口主制水門之圖(其二)

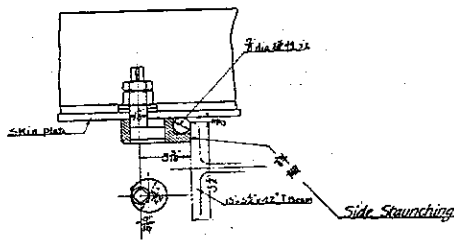
門扉及び捲揚機平面圖



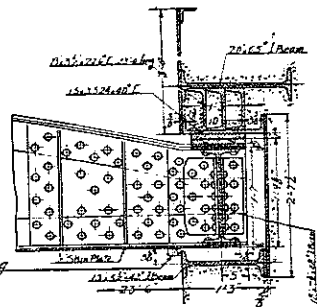
門扉上部止水詳細



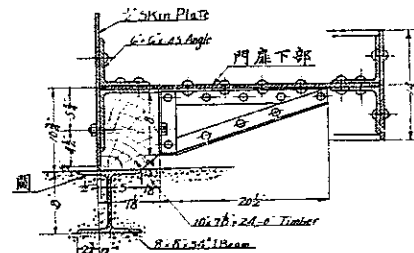
門扉兩側止水詳細



門扉兩側戶當詳細



門扉下部開詳細

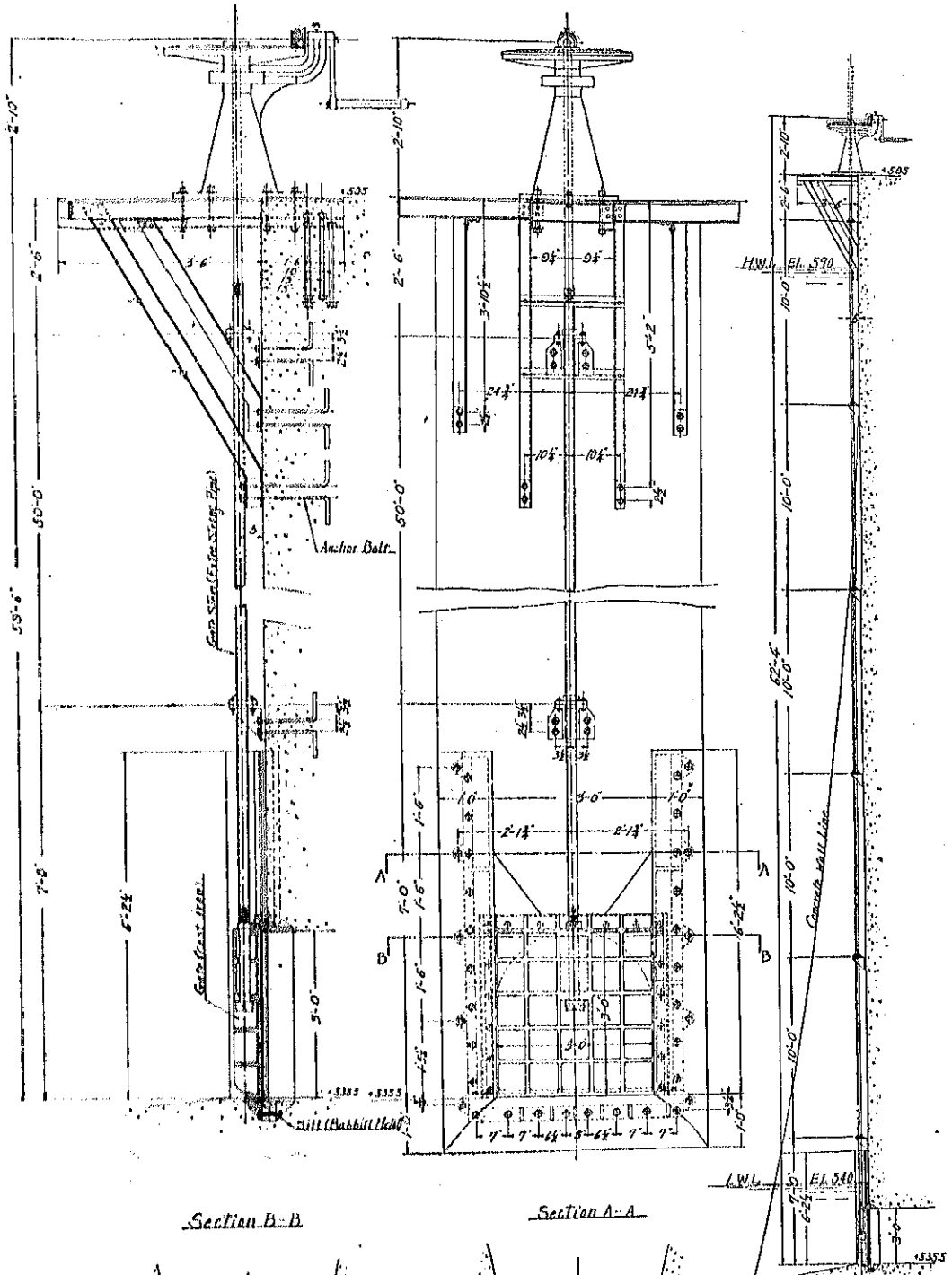


附圖第四十一 取入口側水門之圖

側面圖

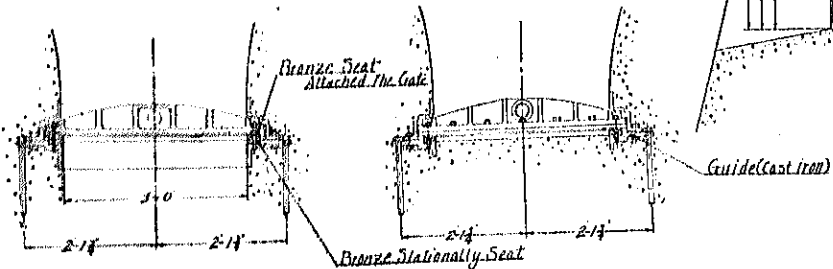
正面圖

一般側面圖



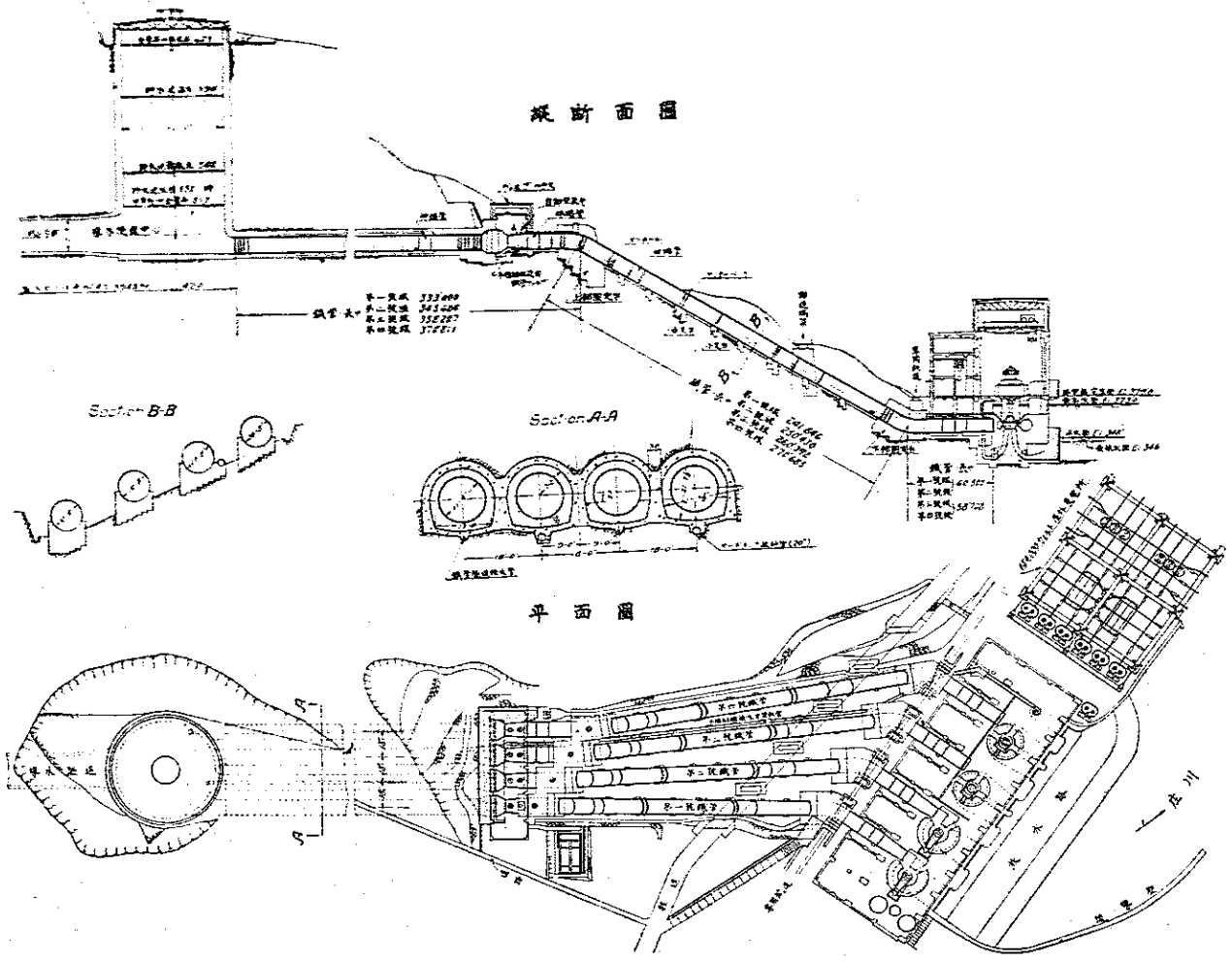
Section B-B

Section A-A



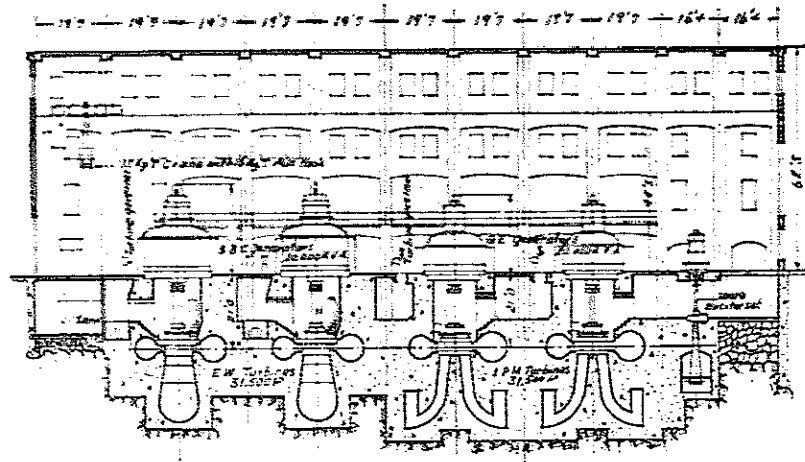
（注）本圖係根據十八號附圖繪製

附圖第四十二 水塔水壓鐵管之圖

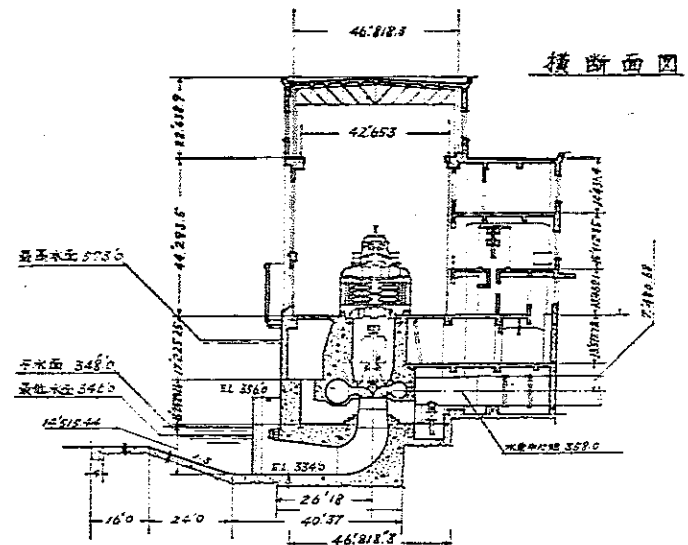


（土木學會誌第十八卷第四附圖）

附圖第四十三 發電所之圖

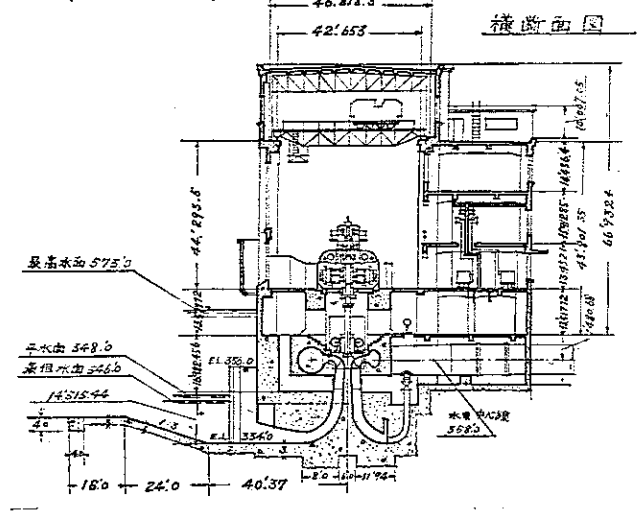
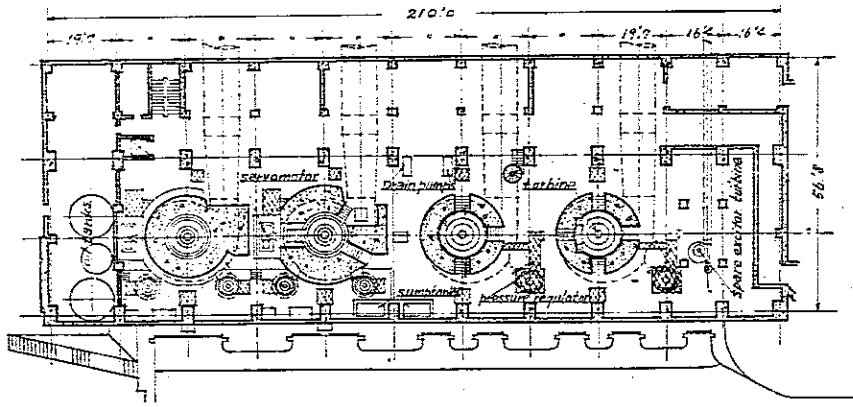


縱斷面圖



橫斷面圖

平面圖



橫斷面圖

(上) 水電部 第四十六號 附圖