

論 說 報 告

土木學會誌 第十卷第四號 大正十三年八月

函館市水道貯水池に築造せる 中空式鐵筋混凝土堰堤

會 員 工 學 士 小 野 基 樹

内 容 梗 概

本報告は最近函館市水道擴張工事の一部なる貯水池堰堤工事の概要を記述せるものなり而して其構造は從來各地にある土堰堤又は石堰堤と異なり鐵筋コンクリート造のホロー・ダムの本邦内地に於ける最初の試みにして、幸に其結果頗る良好なるが故に爰に其計算、工法、及び工費に關し有の儘を發表し以て斯界の參考に供し且つ大方の高教を仰かんとす

目 次		頁
第一章	緒 言	2
第二章	設 計	4
第一節	堰堤築造現地の狀況並に所要貯水量	5
第二節	中空式鐵筋混凝土堰堤構造の大要	5
第三節	斜床版の設計	6
第四節	扶壁の設計	9
第五節	兩岸取付部の設計	9
第六節	導水路、洪水吐、取水管、及び排水管	10
第七節	(參考) T 型斜床版式との比較	12
第三章	工事實施	13
第一節	現場の諸施設	13
第二節	掘鑿工	15
第三節	型枠工	16
第四節	鐵筋工	17
第五節	混凝土工	17

第六節	セメント・ガン工	19
第七節	滲透水排除工	20
第八節	工費	21
第四章	結 論	21

寫 眞 版

附 圖

一	着手當時に於ける現場の 狀況 (其一)	一	一般平面圖
二	同 上 (其二)	二	堰堤築造箇所地質圖
三	同 上 (其三)	三	赤川流量圖表
四	扶壁型枠	四	貯水池水位並に貯水量圖表
五	床版型枠	五	赤川流量並に貯水池水位圖表
六	背面より見たる工事の狀況	六	堰堤一般圖
七	前面より見たる工事の狀況	七	床版及扶壁設計圖
八	前面より見たる竣功せる堰 堤	八	扶壁力表圖
九	側面より見たる竣工せる 堰堤	九	兩岸取付部設計圖
十	セメント・ガン施工の狀況	十	取水場及導水溝設計圖
		十一	洪水吐設計圖
		十二	取水管設計圖
		十三	排水管設計圖
		十四	中空式鉄筋混凝土堰堤 ¹⁾ 型斜床版設計圖(主として 洪水吐位置の側面を示す)
		十五	鋼材型枠設計圖
		十六	木材型枠設計圖
		十七	滲透水排除工

第 一 章 緒 言

最近上水道及發電水力等の事業が全國各地に頻繁に企劃せらるゝに伴ひ水量調節等其他の目的の爲めに貯水池堰堤の築造せらるゝもの著しく増加するの趨勢を示せり、而して堰堤築造は概して事業計劃の首腦部を占め従つて其工費の如きも

事業費總額の過半を之に充て、又事業竣功期の如きも之に依りて決定せらるゝ場合甚だ多きものゝ如し。

之を以て堰堤築造をして最も經濟的に且短期間に竣功せしむるは、總事業計劃の上に於て莫大なる利益を獲得する事となるが故に、堰堤の設計並に施工の方法の研究は實際問題として眞に重要且興味あるものにして古來専門大家に據り切りに攻究せられつゝあるなり。

從來我が邦に於て實施せられたる堰堤工事に就て諸多の實例を窺ふに、何れも土堰堤若は混凝土堰堤の舊來工法の範圍を出でず即ち莫大なる土工若は大容積の混凝土工を施し従つて長期の日子を費し極めて不經濟的なるの感有るは誠に遺憾の次第なり、蓋し堰堤の築設たるや何れの場合たるを問はず常に非常なる大容積の水量を高所に貯溜するを目的と爲すを以て一旦工法其他缺陷等より崩壊するが如き場合を生ぜんが此れが爲めに被る損害は實に驚異す可きものにして築造物夫れ自身の損失は申すに及ばず惹いては其附近一圍に破壊的打撃を與ふるものなり、近く九州若松市水道堰堤及び鳥取市水道堰堤等缺壞の及ぼしたる慘狀は吾人の腦裡に深刻の印象を残せしなり、斯るが故に堰堤設計の衝に當るものは常に細心の注意を拂ひ最も多數の實例に富める前記土堰堤若は混凝土堰堤の工法を撰擇するの傾向なるは無理ならぬ次第なりとす。

然るに近來鐵筋混凝土工法の異常なる發達に伴ひ凡ての營造物に之れを應用することゝなり、終に堰堤の工法にもこれを利用するに至り米國に於ては已に諸所に中空式鐵筋混凝土堰堤工法に著しき成功を收めつゝあり、其工費の經濟的なると其工期の短少とは實に他形式のものゝ追従を許さざる處にして現今迄に施工せられたる數個の中空式堰堤は何れも好成績にして好評噴々たるものなり。

其著名なるは Ambursen Dam, Ceder Fall Dam, Austin Dam, Mathis Dike Dam, Guybal Dam, Cisco Dam, 等にして其の高さの如きも已に百三四十尺のもの存在せる由なり。

茲に簡單に中空式鐵筋混凝土堰堤の構造並に形式に關し説明せん、其構成の要部は(一)水壓に抗す可き鐵筋混凝土床版を大約 45 度に傾斜して配列せしめたるものと、(二)之を支ふるが爲等間隔に配置せる直角三角形の直立鐵筋混凝土扶壁との二部より成るものなり、而して其形式を大別して次の 4 種となす。

1 **Ambursen Type.** 床版は地盤と約 45 度に傾斜し單桁若は連續桁より成り

直立扶壁に兩端に於て支持せらるゝもの

- 2 **T Shaped Slab Type** 床版は地盤と約45度に傾斜し T型床版の單桁若は連續桁より成り直立扶壁に兩端に於て支持せらるゝもの
- 3 **Austin Type** 床版は地盤と約45度に傾斜し直立せる扶壁と並に堰堤軸方向に床版と直交する傾斜扶壁とに依り四周に於て支持せらるゝもの
- 4 **Arched Type** 床版は地盤と約45度に傾斜し穹隆狀を爲し直立扶壁に兩端に於て支持せらるゝもの

而して此中空式鐵筋混凝土堰堤の特徴と見做さるゝ點は、經濟且迅速施工の二大要素の外、(一)堰堤に來る壓力中心點が瀾扶壁の中央に位置する事となるか故に顛倒に對し顧慮を要せざる事、(二)浮力に對し顧慮を要せざる事(但し地盤軟弱の個所にして連續せる床版を基礎工と爲したる場合を除く)、(三)貯水池凍結に基因する應力に對し何等顧慮を要せざる事、(四)堰堤に萬一罅陷を生じたる場合に於て某扶壁間に之を局部的に制限し又は復舊を爲し得る事等なり。

著者はこの中空式堰堤の推奨者の一人にして、從來迄未だ其現物を實見せし事無しと雖その設計理論の基く所適確にして、而も經濟且迅速工法なるの點は國益上より考ふるも本邦に採りて以て博く普及せしむることを切望し居りたるなり、然るに偶々著者は函館市水道貯水池堰堤にこの方法を試むるの機會を得たるを以て、同地に於て堰堤高約84尺(根掘敷上)堰堤延長約600尺のものを Ambursen Type によりて設計を了し、大正10年初冬にこれが施工準備に着手し大正11年及大正12年の3箇年に跨り工費約600,000圓を以て全部の竣工を遂げたり、但し3箇年の工期は必ずしも迅速工法の謂ひに非ざらんも、而も工事施工の地たるや草莽生ひ茂れる未開の深山にして、交通の不便なるは元より北海道名物の熊は切りに現場に出沒して人畜を害するの狀態なるのみならず、1箇年の内約半歳は積雪に埋もれ冬眠の景況に在り、又勞力蒐集の困難等は到底内地開發の地に於ける施工者の夢想だも及ばざる所にして、従つて彼地3箇年の工期は内地開發の地の1箇年程に匹敵するものと思はるゝなり。

以下に中空式鐵筋混凝土堰堤に關する設計並に施工の概況を記録し大方諸彦の高教を仰がんと欲するものなり。

第二章 設 計

第一節 堰堤築造現地の狀況並に所要貯水量

本中空式堰堤を築造せし位置は函館市を距る北方約3里渡島國龜田郡龜田村字赤川にして、俗稱蝦夷松山々麓笹流溪流が本流赤川に合流する附近標高は175尺(池底)の地點なりとす、堰堤はこの笹流溪流を挟み距離約100間を隔て、稜に相對峙する丘陵の間に位置し、其の奥地は老木雜然として密生せる原生林を擁し、此集水面積約1平方哩を有せり。

此地點附近一帶の地層は表土約3尺は濃黑色腐蝕土その以下約10尺は砂礫混り赤土その以下は凝灰質砂岩及頁岩連綿せり。(附圖第一及附圖第二參照)

本堰堤によりて貯溜せらるゝ水面積一帶を笹流貯水池と稱し、其水量の大部分は本流赤川より隧道に依り導水せらる、而して本流赤川は其集水面積約10平方哩を擁し古くより函館市水道の水源に引用せらるゝの外、水田約400町歩の灌溉並に10數箇所の水車を運轉する動力として利用せられ尙冬季は彼の有名なる函館五稜廓氷の製造所五稜廓濠に導水せらる、其灌溉時期に於ける最低湧水量は10餘年の流量統計(附圖第三參照)に依れば1秒時約19.5立方尺にして其時期に於ては灌溉用水量として毎秒約15.0立方尺水道用水量として毎秒約13立方尺(函館市水道計畫人口25萬人1人當1日最大4.5立方尺)合計28.0立方尺を常時所要水量と見做し前述のものを基礎的數値となし赤川流量統計圖表より所要水量を算出せり即ち所要貯水量は大正5年流量圖表より算出せるもの最大となり約1,800萬立方尺を要する結果となり之に多少の餘裕を加へ貯水量を2,000萬立方尺と決定せり(附圖第四參照)

第二節 中空式鐵筋混凝土堰造構造の大要

中空式鐵筋混凝土堰堤設計を詳細記述するに先ち次に構造の大要を説明せん。

堰堤は其全延長を略相等しき長さの三部分に區分し、各部間は互に連繫を斷絶せるが如き構造となし以て氣溫變化に起因する堤長の伸縮並に震災に基く不測の衝擊等に對し各部單獨に抵抗せしむるが如くなす。

堰堤全延長658尺の内中央432尺(24徑間)は中空式鐵筋混凝土堰堤とし、兩岸取付部102尺は混凝土填充堰堤とし、殘部124尺は混凝土填充壁とし罅裂の存せざる深度迄兩岸岩盤に深く穿入せしむるものとす。

扶壁は中心線間隔 18 尺其個數 23 其幅員頂部約 7 尺底部約 93 尺其厚さ頂部 1 尺底部 4 尺前面傾斜（前面とは水壓を受くる側）約 42 度後面傾斜（後面とは水壓を受けざる側）は平均約 1/7 とし、前面の上部は漏斗狀に擴大しその幅員 3 尺乃至 6 尺を有し、又其底部は梯形凸凹部を有し岩盤に約 3 尺 5 寸の深度に喰ひ込み水壓に起因する摺移に對し安全に抵抗せしむるが如くなす、扶壁混凝土は下部は 1:3:6 玉石入上部は 1:3:6 配合とし、又扶壁鉄筋は極めて粗雜に配列し即ち 10 條を一束とせる鉄筋帯を縦横に各 4 列に配置し漏斗狀擴大部には別に剪力に對し所要鉄筋を緻密に配置す、扶壁間は全延長を通じて 6 個の鉄筋混凝土桁材（幅 1.6 尺高 2.4 尺）を略等間隔に配置し相互連繫を保持せしむるが如く爲す。

次に床版は扶壁と扶壁との空間 18 尺に單に架渡し、單桁として水壓に抗し相互間は薄き鋼板を挿入せるのみにてアスファルトに依りて絶縁せるが故に堰堤軸長の方向に 18 尺毎に收縮接合を設置せることとなり、可及的罅裂を防止するが如く構造せらる床版は其表面を 42 度に傾斜せしめ、其厚さは水壓に基く應力に抵抗し得る様設計をなし最上部に於て 12 吋最下部に於て 46 吋とし混凝土の配合は 1:2:4 となし又鉄筋は凡てコルゲートド・バーを使用し水壓に應じ單列に適當に配置し、應剪力に對しては曲上筋を用ひ緊索は之を用ひず、次に池底岩盤穿入部は混凝土の配合 1:3:6 より成り床版最下部に直立に結合し池底岩盤が堅固にして且つ罅裂を有せざる深度に達せしめ、其幅員 5 尺深さ大凡 12 尺なり上記岩盤穿入部後方に連絡して幅 6 尺高 5.5 尺の三角形混凝土の捨打をなし、後方岩盤と密着せしめ穿入部と併せて滲透水を遮斷せしむることとなり、尙萬一滲透水を生ぜんことを顧慮し茲に滲透水排除溝を設置し、之を排水路に連絡せしめたり尙兩岸取付部、導水路、取水管、排水管、及び洪水吐等に関しては後章に譲ることとなす。

第三節 斜床版の設計

斜床版の設計をなすに用ひたる標準の諸數値次の如し

一 標高

- (イ) 斜床版に最大水壓を與ふべき水位の標高 336.0 尺
- (ロ) 斜床版の下端（池底岩盤穿入部上端）標高 264.5 尺

二 材料強度

- (イ) 混凝土の許容應壓強度 每平方吋に付 450.0 封度

- (ロ) 混凝土の許容應剪強度 每平方寸に付 60.0 封度
 (ハ) 同 附着強度 同 120.0 封度
 但し凡て異形鉄筋コルゲーテッドを使用せり
 (ニ) 鉄筋の許容應張強度 16,000.0 封度

三 重量の標準

- (イ) 水の重量 每立方尺に付 62.5 封度
 (ロ) 混凝土の重量(鉄筋を含む) 同 150.0 封度

次に設計の方法に就て略述せんに斜床版を先づ前面傾斜に添ひ幅 1 尺にして扶壁間に架渡せられたる單桁の集合と見做し、是等の各桁を水壓及自重に對し適當に設計し之を總括せるものが即ち斜床版に該當する事となるなり。

上の各桁に對する設計は一々之を茲に掲載するは徒らに煩雜を來すの處あるを以て簡單のために其結果を一括して表に作製し、次に掲ぐることを爲せり、但し計算に用ひたる記號及公式等は凡て故日比博士著「鉄筋混凝土理論及其應用」に準據せり。

本計算をなすにあたりては最大彎曲率 M を算出しその 5% 増の M' を假に實際の最大彎曲率とし之より公式を使用して

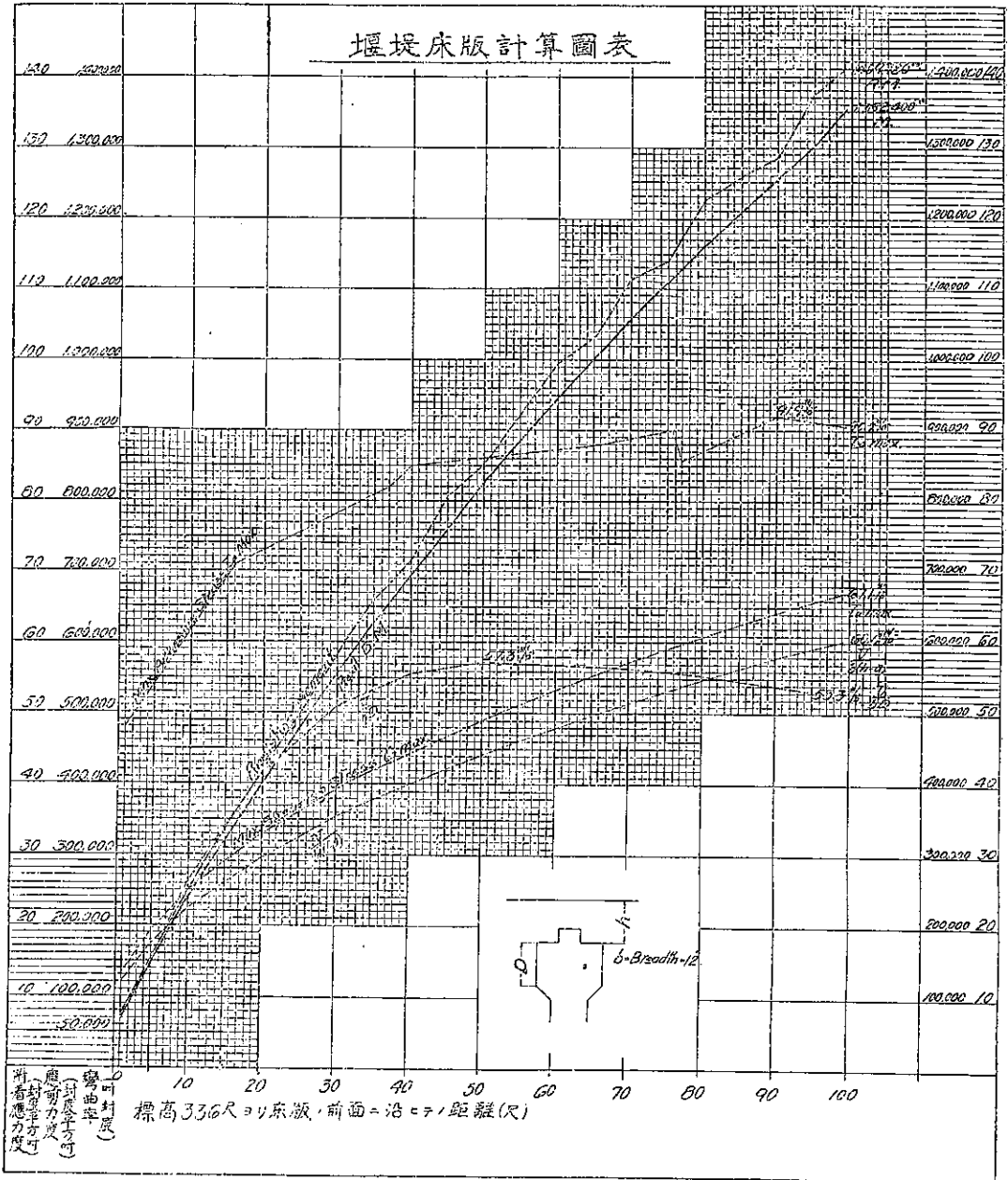
$$h-a = \alpha \sqrt{\frac{M'}{b}} \quad \alpha = 0.129$$

により $h-a$ を算出し $a = p^2$ と定めて h を決定せり次に鉄筋の所要斷面積 A_s は

$$A_s = \beta \sqrt{M'b}^{\alpha} \quad \beta = 0.000538$$

により求めたり

上の如くにして得たる h は實際に之を採用し鉄筋は上の A_s に努めて接近する如く大いさ及び配置を定めたり、又上の如く混凝土の厚さ及鉄筋量を決定しこれが果して幾何の彎曲率に耐へ得るかを求めたるものを抵抗力率として表示せり。



第四節 扶壁の設計

扶壁は前節床版の如く適確に之を設計するを得ざるものにして、其外力なる水壓及び床版重量に對し歪を生ぜざる様、即ち扶壁が長柱としての作用を受けざる様適當の距離及び間隔に抗縮材（桁材）を配置することにより歪に基因する彎曲に對する顧慮を除き得るを以て單に直接剪力及び壓力を考ふれば足ることゝなる、然るに扶壁が直接剪力を受くる方向は其厚さ甚だ大にして壓力に關しては抗壓面積甚だ大なるを以て、之に對しては十分安全と見做すを得るなり。

故に茲には扶壁の安定度及び其前後趾の岩盤抗壓力の安全なるや否やにつきて吟味を試みるに止めんと欲するなり、即ち之を池内満水の場合及び池内に水なきときの二つの場合につきて吟味せるに次の如き結果を得たり。

- 一 如何なる場合に於ても扶壁に作用する外力並に自重の合成力は常に底邊の中央 $1/3$ 以内にあり。
- 二 考慮せし各種の場合の内扶壁混凝土の應壓力度最大なるは、池内満水の場合に標高 264.5 尺の箇所にて一平方尺につき 20,358.5 封度にして、これ混凝土の許容應力度一平方尺につき 32,400.0 封度以内なり、又基礎岩盤の受くる最大壓力度は一平方尺につき 20,358.5 封度にして、これ本堰堤の基礎岩盤の最大應壓強度一平方尺につき 10 噸即ち 22,400.0 封度以内なり。
- 三 混凝土の受くる最大水平剪力度は池内満水の場合標高 264.5 尺の箇所にて一平方尺につき 51.7 封度にして、これ混凝土上の許容應剪強度一平方尺につき 60 封度以内なり。
- 四 扶壁の底面に於て水平合成力と垂直合成力との比は 0.506 にして、これ扶壁底面と岩盤間の摩擦係數 0.6 より小なれば扶壁は摺動することなし。

故に本扶壁は安定なりといふべし。

本計算は一々茲に記載するの煩を避けて簡單に之を一括し附圖第八とせり。

第五節 兩岸取付部の設計

一般に堰堤の最も決潰の原因となるは、兩岸の取付部にして土堰堤及び混凝土堰堤にても屢々取付部より破壊せらるれども中空式堰堤は主體極めて薄き各部分より成るを以て特に兩岸取付部の設計に研究を要す。

兩岸取付部にては自然地盤が不規則なる地勢なれば之を扶壁狀に掘開すること

は甚だ困難にして、且つ無益の勞力を要するのみならず單に掘開せる自然地盤に薄き床版を架渡するは到底完全に洩水を防止することを得ざれば、中空式によらずして他の形を撰ばざるべからず、其形は二種を考ふことを得一はウェグマン・プロフィールの如き混凝土堰堤の形狀と、他は扶壁狀にして内部に全部混凝土を填充するものとなり、前者は混凝土の數量を節約するの利あれども、中空式の部分との連絡が適當なる能はず、且つ其取付部の掘開せる部分に馴染よく合致せざるの不利あり然るに後者は材料に於て多少不經濟的なるを免れざるも前者の缺點を凡て補ひ且つ施工上にも最も簡易なれば本工事に於ては後者を撰擇せり。

其構造は兩岸取付部に於ける岩盤を掘開して適當の耐荷力を有する面を露し、此上に扶壁と同一形狀を有し、内部には玉石混凝土を填充したるものを作り高さは基礎岩盤の形狀に従ひ兩岸に近づくと共に3尺乃至6尺の階段狀をなして減少せしめ、且つ水壓を受くる側に於ては滲透水を防ぐ目的を以て適當の深さ迄溝狀に岩盤を掘下げ混凝土を填充し、水壓に曝露せらるゝ面は床版と同様にセメント・ガン機を用ひてモルタルを塗粧せり

次に取付部と連接して兩岸岩盤簀入壁を設けたり、兩岸岩盤簀入壁は兩岸岩盤の罅裂を滲透する洩水を完全に遮斷せんが爲にして、その形狀と工法はまだ堰堤の天端通路の中心線を延長したる方向に長さ左岸に於て48尺右岸に於て70尺幅は6尺高さは25尺乃至6尺とし、兩岸山腹を掘穿し堅硬なる岩盤に達したるとき之に混凝土を填充し、且つ此中央に縦に堰堤の頂部より掘穿溝底に達する厚さ約1寸のモルタル層を作り以て洩水を防止するに努めたり。

第六節 導水路、洪水吐、取水管、及び排水管

一 導水路 本貯水池は笹流溪谷の一部に築造せられ従つて之を流るゝ雁皮澤及びノトヨ澤の二川の漑ぐものあれども貯留すべき水量の大部分は赤川本流に俟つを以て之を導かんがために導水路を設けたり。

導水路は取水場、排砂池、導水溝、取入隧道等より成り取水場の位置は現在高區取入場の下流約4~5間本流の左岸にして同所に於ける赤川の川敷は標高 338.0 尺にして水位は平水時に於て標高 339.5 尺洪水時に於ても 345.0 尺を超えず構造は赤川本流に高さ 2.5 尺徑間 25.0 尺の可動堰堤 2 連を設け以て赤川の水位を調節し洪水時にありては之を引き揚げ流路に障礙なからしめたり。

取入口は導水溝及び取入隧道に通ずるものにして、幅4尺高5尺の取水門2箇を築造し角落堰を設け此開閉によりて取水量を調節す。

導水溝は取入口より排砂池に至る導水開渠延長13間及び排砂池を出で、取入隧道口に至る導水暗渠延長約34間合計47間にして導水開渠は玉石混凝土造にして其大いさ内法敷幅4.6尺上幅6.2尺深さ3.5尺其起點に於ける敷を標高338.5尺とし1/800の勾配を付す。

導水暗渠は馬蹄形混凝土造にして其大きさ及び勾配は取入隧道と同一となす。

排砂池は其大いさ内法幅19尺長さ43尺深さ最大8尺5寸玉石混凝土造にして洗堰及び排水扉等を設け土砂の沈澱及び排流に便ならしめ、取入隧道に土砂の侵入するを防ぐ排砂池笠石は標高340.5尺となす。

取入隧道は排砂池より笹流貯水池に至る延長約230.0間内法高5.5尺幅4.0尺厚さ平均0.8尺なる馬蹄形混凝土造にして、勾配を1/1,800となし水深5.2尺の際流量最大にして毎秒約53.0立方尺なり即ち赤川本流の水量豊富なる際所要水量の約4倍を本取入隧道によりて笹流貯水池に導水し得べし、洪水のため本流甚しく濁濁せる際は取水門の角落堰を閉鎖し隧道内に濁水の浸入するを阻止せしむ。

又本取入隧道の終端に連絡して導水開渠を設け隧道より流入し來る水を導きて貯水池平水面以下に達せしむるものとす、取入隧道の始點に於ける標高は満水面338.75尺とし敷は333.5尺となす。

二 洪水吐 本貯水池は雁皮川と赤川本流との合流點より前者を遡ること約200間兩岸の丘陵對峙して相迫れる所に位置し、雁皮川の集水面積1.987平方哩を擁す之が最大降雨に際し排出する水量1秒時1,500立方尺は貯水池水面が満水位に在る場合は其大部分を他に排出する途を講ぜざるべからず、即洪水吐を設けたるなり。

洪水吐は貯水池右岸山腹上にありて溢流開渠、溢流井、及び溢流隧道よりなる

溢流開渠は溢流井の兩側に翼狀をなして連絡する混凝土造開渠にして、一翼の長さ30.0尺断面は末端に於て内法上幅4尺下幅1.6尺高4尺にして、溢流井に接する所にては上幅8尺下幅4尺高8尺にして、洪水時本開渠の貯水池に面する側壁を超えて流入する溢流を溢流井に導く其最大流量は1秒時1,500立方尺とす。

溢流井は内徑18尺深39.5尺圓環形混凝土造にして、厚さは頂部に於て2尺底部に於て3尺にして溢流開渠によりて導かれたる餘水を集む、又本流井底部標高296.0

尺に於て内徑22吋の鑄鐵管により貯水池底に通じ之より灌漑用水を導き入れ他側なる溢流隧道より排出す。

溢流隧道は其底の標高 300.0 尺に於て溢流井に開口し其断面は内法幅 6 尺高 6.7 尺馬蹄形にして、勾配は 1/24 延長 84.0 間にして最大流量 1 秒時 1,500 立方尺とす、末端は延長 22.0 間の溢流溝によりて赤川本流に連る。

三 取水管 取水管は高さ 3 段に之を設け成る可く水面に近き所より取水し得る如くなし制水弁を設けて堰堤裏より之を開閉することゝなし、各段取口毎に内徑 22 吋を有する 3 本の取水管に連絡せしむるものとす、此等の取出管は堰堤全延長の略ぼ中央に於て床版を貫き 1 本に集りて低區導水管に連絡するものとす。

四 排水管 貯水池底より別に排水管を設け池底に溜りたる沈澱土砂を排出し得る如くなくす、排水管は内徑 30 吋鑄鐵管 1 條とし呑口及吐口に制水扉を設く、排水したる水は排水路によりて赤川本流に放出せしむるものとなす。

第七節 (参考) T 型斜床版式との比較

以上に述べたる設計は凡て單桁床版式に關するものなるが著者が本設計を試むる當初に於ては主として材料節約の見地より T 型斜床版式を撰擇し之に就て精細なる設計を遂げたり、然るに本工事施工の準備中に於て尙慎重に調査をなすの時日を得たれば更に上記の單桁斜床版式の設計を完成し其兩者の比較研究を爲せるに單桁斜床版式を優れるものと認め終に之を實施することに改めたるものなり。

今茲に T 型斜床版式の設計に關し詳記するは甚しく冗長に渉るを以て其構造に關し極めて概略を記述するに止め主として兩者の優劣比較に付記せんと欲す。

T 型斜床版式の構造は床版を凡て T 型桁の形狀となし T 型桁軸部 (Stem) を堰堤軸に平行に扶壁間に架渡せしむるものとなせり、而して T 型桁は扶壁上に於て連續桁となし、其軸部は斜床版の傾斜に沿ひ間隔約 5 尺毎に等間隔に配置せり、扶壁の構造及び間隔等は略前記のものと同様になせり。

次に此兩者の比較に就て述べん、但し扶壁は兩者略々同様なるを以て斜床版に關する事項のみを述ぶる事となす。

一 混凝土土工に就て 混凝土數量は堰堤延長 1 間に對し T 型斜床版式に於ては約 4.83 立坪、單桁床版式に於ては約 8.72 立坪にして、前者は後者の約 5 割 4 分 4 厘に該當し甚だ經濟的なるが如くに觀察せらる、而して單桁床版式にありては床版

扶壁其他混凝土合計は1間當り約 30.57 立坪なるを以て床版混凝土は其他混凝土に對し約 2 割 8 分 1 厘に過ぎず従つて混凝土合計に對する節約は約 1 割 2 分 8 厘に過ぎざることとなる、而して本現場に於ては1:2:4混凝土單價(型枠其他一切を除き)一立坪約 150 圓なるを以て T型床版式により混凝土を節約し得る金額は1間當り約 538.35圓なり。

二 鐵筋工に就て 鐵筋數量は堰堤長1間に對し T型斜床版式に於ては830.56貫單桁斜床版式に於ては 468.21貫にして前者は後者の 1.774 倍に該當す、而して本現場に於ては異形鐵筋工單價 1.60圓なるを以て T型斜床版式になしたるが爲めに工費増額1間當り 579.918 圓なり。

三 型枠工に就て 型枠費は堰堤長1間に對し單桁斜床版式實施の結果に依る時は中空式部約 1,000.0 圓内床版の部として分界をなすこと困難なれども、略々約700圓と見做し之を T型床版式に見積る時は約 3 割増と想像せらるゝを以て之がため工費増額約 210.0 圓なりとす。

以上を綜合すれば T型床版式の方が單桁床版式より總額に於て 1 間當り約 250.0圓を増すこととなる、上記は主として工費に就てのみなるが、此外 T型斜床版式は型枠工甚だ複雑となるを以て混凝土施工に當り膠泥分逸出し易く従て出來上り構造物が好結果たるを得ること困難なるのみならず、複雑なる型枠製作組立の爲に徒に多くの施工期間を要するの不利あり。

兩者の比較上述の如くなるを以て T型床版式を廢し單桁床版式を撰擇したる所以なりとす、尙 T型床版式を連續桁ならしめず即ち T型桁が單に扶壁上に支持せらるゝ場合の設計を了し、彼此比較を試みんとしたるも其暇なかりしが此場合の方が連續桁より優れるの結果を示すこと、想像に難からざるところなり。

第三章 工事實施

第一節 現場の諸施設

一 材料運搬軌道 本工事に使用する混凝土材料(碎石を除く)鐵筋、型枠用木材等を運搬するため函館市高砂町より現場に至る間材料運搬軌道を敷設し輕油機關車及びトロを並用したり。

本軌道は延長約 4,500 間高砂町なる始點の標高は 7 尺貯水池溝内に於ける終點

の標高約 270 尺にして途中には大なる高低なく既設鐵管敷設線路に沿ひ在來地盤を切均し特に良好ならざる部分のみ岩屑或は砂利を敷込み主として根松の丸太を枕木に用ひ 12 封度軌條を敷設したりしが本軌道中の最急勾配は終點に近き箇所にて延長約 150 間の間盈車に對して $1/35$ をなすものこれなり。

運搬車は容積 27 立方尺の箱を備へ砂はこれを以て運搬し木材、鐵材、セメント及び火山灰等は上記の箱を取外し臺のみとなして用ひたり、之が 1 臺の積載量は軌道の状態によること勿論なれども通常 1 噸にして之を牽引するに輕油機關車によるときは 1 回に 6 臺乃至 8 臺馬トロによるときは 2 臺、その往復に要する時間は待避及び積卸等の時間を算入して馬トロによれば 3 時間乃至 4 時間にして夏季に於ては 1 日に 3 回冬季に於ては 2 回を普通とす。

二 場内軌道 現場に於ける軌道の配置は工期の前、中、後の三期により其配置を 3 種となせり。

初期に於ては砂及碎石等の材料は凡て之を堰堤前面に堆積せり之場内小運搬を容易ならしむる爲めにして、即ち混凝土混合機は主として堰堤背面に設置せしめ、池床岩盤穿入部を跨ぐ箇所には 2 個の簡單なる木橋を架渡し盈車は自然勾配を利用し得るが如くなし、西 4 號及び 5 號扶壁間より混合機の位置に出で半圓を畫いて東 4 號及 5 號扶壁間より前面なる材料置場に歸る如くし、努めて堰堤背面に於ける混雜を避けたり。

中期に於ては堰堤はその西部 $1/3$ を施工すべきを以て前期に於て使用したる西 4 號及 5 號扶壁間の軌道を使用するを得ざるに至れるが故に此期に使用すべき碎石は堰堤背面東部寄りに砂は略々中央に堆積したり。

後期に於ては主として堰堤の東部 $1/3$ を施工するものなるを以て軌道は中期に於けるものを反轉せる位置にある如くなせり。

三 材料場並に倉庫 本工事に使用せる材料の内碎石は赤川流域に於て原石を採取し、現場附近に碎石機を据付けて破碎し初期に使用する分は堰堤前面に堆積し、中期及び後期に使用する分は堰堤背面に堆積せり、又砂は各期を通じて碎石の近くに堆積しセメント、火山灰等はなる可く冬期農閑にして且つ軌道良好なる時期に於て出來得る限り現場に搬入し板、角材等は使用に便なる様各所に分置したり、鐵筋は堰堤前面鐵筋倉庫内及び其附近に雨雪を避けて格納したるが床版に用ふるものは堰堤前面に置かば床版表面の型枠を利用して作れる階段によりて現場

に運搬し得るを以て背面に置くよりも便宜多く又扶壁に要する鐵筋は工作に不便ならざる限りは之を背面におきたり。

四、諸機械 本工事に於て使用せる機械は各期によりて其數を異にせるが之を列記すれば次の如し。

一 堅型汽罐

汽壓 100 封度, 直徑 5 尺, 高 12 尺 1 臺

二 捲揚機(10馬力)

蒸汽捲揚機 1 臺, 石油發動機附捲揚機 2 臺 3 臺

三 混凝土混合機

米國オーステン會社製 11 才練 1 臺, 9 才練 1 臺, 和製 11 才練 1 臺 3 臺

四 鐵製捲揚塔

高 140 尺 1 基, 135 尺 1 基, 95 尺 1 基 3 臺

五 碎石機

ブレーキ會社製 ジャイレントリー, No.4 K 型, 附屬汽機は汽筒徑 9 吋 4 分の 1, 衝程 10 吋、汽壓 80 封度汽罐を附屬す 1 臺

六 セメント・ガン機

米國セメント・ガン會社製 N-1 型、空氣壓縮機及揚水ポンプ附屬

第二節 掘 鑿 工

掘鑿工を分ちて土砂掘鑿工と岩盤掘鑿工の二となす、

土砂掘鑿をなせるは扶壁基礎及床版基礎の表層の部分即ち地表より平均深 6 尺までの部分にして其坪數 1,361 立坪なり掘鑿は主として手掘りにより掘起せる土砂は堰堤背面より約 50 間を距つる土捨場に至る間に軌道を敷設し捲揚機及馬トロを以て搬出せり、本工掘鑿土砂 1 立坪に對する工費は約 12.0 圓とす岩盤掘鑿をなせるは扶壁及床版基礎の地表より 6 尺以下の部分並に兩岸取付部にして前者 646 立坪後者 466 立坪とす。

扶壁及床版基礎の掘鑿をなすには主として山櫻印ダイナマイトを用ひ爆破したる岩屑は運搬車に積載して捲揚機により引上げ兩岸山麓に投棄せり、兩岸取付部に於ても岩盤の部分はダイナマイトを用ひて掘起し岩屑は掘鑿箇所の高さに従ひ横に山腹に沿ひて敷設したる軌道により堰堤背面に投棄したり、本工掘鑿岩盤 1

立坪に對する工費は約 18.5圓にして爆破には始め鑛山火薬を用ひたれども後には主として山櫻印ダイナマイトを用ひたり。

第三節 型 枠 工

型枠工を分ちて鋼材型枠工と木材型枠工との二となす前者は型枠の骨格を形成し後者は其れによりて支持せらる。

(一)鋼材型枠工 本工事に於ける混凝土の型枠は標高 290.0 尺以上の部分と以下の部分とに於て稍々趣を異にし、前者に於ては扶壁は兩面鉛直なる擁壁の型枠と同様にし床版は地盤に支持せしめて簡単に組立つることを得れども、後者に於ては床版型枠も扶壁型枠もその裏面及側面には何等幕板を支持するものなきを以て之がために鋼材を以て附圖第十五の如き型枠を製作し組立て扶壁に於ては其兩側に梯子狀型枠を取付け床版に於ては其斜面に桁を取付けて床版混凝土の背面を支持する様設計せり、本鋼材型枠は最初 6 組を製作したるが之に要したる材料は各種山型鋼、鋼板、リベット、ボルト等計 85 噸にして之が工作及組立に要せる勞力費は 1 噸につき 105.27 圓にして其後之が移轉を 1 回は請負に附し 1 回は直營にて行へるに型枠 1 組 (14 噸) につき約 130.00 圓なり、但し本工に使役せる職工の賃金は 3.50 圓人夫は 1.80 圓馬車付人夫は 4.50 圓を普通とせり。

(二)木材型枠 標高 290 尺以下の床版型枠は初期に施工せる分は在來地盤より標高 290 尺まで床版背面に盛土をなし、床版の裏面となる部分は玉石を練積となし張立を以て型枠とせり、然れども混凝土工の工程を擧げんが爲めには盛土が十分なる收縮をなすを待つこと能はざるを以て、後期に施工せる分は附圖第十六の如き木材型枠を組立て以て盛土に代へたり。

標高 290 尺以下の部分に對する扶壁型枠は施工上些の困難なきを以て茲には贅せず。

標高 290 尺以上の床版型枠を組立つるにはまづ鋼材枠の上部 I 型鋼の上に添材を配置し床版裏面と馴染よからしめたり、この添材上面は略々床版の下面と平行ならしめ又下面は I 型鋼の突縁に載するため水平ならしめたり、即ち梯形断面として I 型鋼にボルトを以て取付けたり、次に此上に行桁を架渡し幕板を張り立つること等凡て附圖第十六に示せるが混凝土は下部より上部まで連續して施工し得る様に準備をなせり。

標高 290 尺以上の扶壁型枠を組立つるには前項に記述せる鋼材枠を組立て二ツの鋼材枠の間に梯子状枠を取付けたり、梯子状枠は附圖十七の如く 4 寸角を用ひ徑 3/8 時のボルトにて綴ぢ所々に貫通ボルトを用ひ鋼材枠の柱とはフック・ボルトにて緊結せり、又一側にのみ鋼材枠ありて他側になき場合は型枠の柱及腹起材の交る點毎に鋼材枠より長 3 尺乃至 5 尺のフック・ボルトを出して之を鋼材枠なき側に於て締め付け且つ適宜の斜材を添加せり。

取付部前面傾斜部分の型枠を組立つるには其幕板及桁を開かざらしむる爲めには幕板を抑ふる桁より床版面に直角にボルトを出しその一端を深く混凝土中に埋込み混凝土が相當の強度を得たるとき上部を施工したり。

本工事に於ては全堰堤を三部分に分ちて施工したるを以て型枠用材は略々全體の 1/3 に對する丈を要したり、其扶壁に要せるは 4 寸角材 45 石、1 寸 5 分板 40 石ボルト及釘類 40 貫にして又一床版に要せるものは 5 寸角材 16 石、4 寸角材 19 石高 6 寸幅 4 寸長 9 尺角材 120 石、1 寸 5 分及び 1 寸板取雜ぜ 60 石なり

第四節 鐵 筋 工

本堰堤築造工事に於て使用せる鐵筋は扶壁には縦横共徑 7/8 時の丸棒を用ひ振止には主鐵筋には徑 1 吋丸棒、鍍鐵筋には 3/4 吋丸棒を用ひ扶壁漏斗狀擴大部には 5/8 吋、3/4 吋、7/8 吋等の丸棒を用ひ床版には主鐵筋は主として圓形コルゲテッド・バーを配力筋には丸棒を使用せること凡て附圖第七の如し。

是等の鐵筋は工事の初期に於て已にその大部分を購入し現場に格納しありたるを以て全部を使用し盡すまでには浮鏽を生じたるものありしにより、是等は凡て鐵線ブラッシュ及びハンマーを用ひて取除き使用せり。

扶壁一箇に要せる鐵筋の重量は 1,127 貫、床版一箇に要せるは 300 貫、振止(抗縮材)一箇に要せるは 43.5 貫とす

第五節 混 凝 土 工

本堰堤工事の最も主要なる部分は本混凝土工なり

其施工期間も混凝土工によりて従つて左右せらるべきものなり、殊に施工地は材料運搬に甚しく不便なるのみならず其施工期間は凍結時期中工事中止により甚だ短縮せらるゝを以て本混凝土工事の準備計畫は最も深く意を用ひざるべからざ

る所にして、而も之に併せては鉄筋工及型枠齟誤なく進捗せざるべからず、然るに工事進捗の経過は幸に極めて順調にして材料の蒐集は時期を逸せず型枠工、鉄筋工亦凡て混凝土工の進捗と其歩調を一にし施工期間中略々手を空しうして時期を失することなきを得たり。

若し夫れ堰堤の形式を混凝土堤の工法によりたらんか、混凝土工にのみ多くの日子を費し型枠工の如き徒らに手を拱いて混凝土工の進捗を待たざるべからざるなりしならん、かくの如き経過より思考するも本中空式鉄筋混凝土堰堤は各工種互に循環し殆ど餘時を存せざる點に於て著しき特徴を見出せるものとす。

次に本混凝土工施工の概況を述べんとす。

扶壁一箇の混凝土坪數は 49.5 立方坪、床版一箇の坪數は 27.5 立方坪、振止は 31 才にして之を施工し終るに扶壁は 4 日、床版は 2 日、振止は 1 日 3 本乃至 4 本なるを普通とせり。

配合は床版は 1:2:4 扶壁は 1:3:6 とし後者に於てはセメント重量の $\frac{1}{4}$ 丈を火山灰と置換して用ひ、又標高 290.0 尺以下の部分には容積の約 2 割の玉石を混入したり、振止は配合比 1:2.5:5 としセメント重量の $\frac{1}{4}$ を火山灰に置換へて用ひたり。

本混凝土工に用ひたる材料は粗混凝土材としては床版、扶壁、及び振止には現場附近にて得らるゝ玉石を碎石としたるものを用ひ、取付部にはこの他に一部分砂利を用ひ砂は何れも函館市大森濱の砂丘より採取したるもの、セメントは淺野セメント株式會社上磯工場の製品、火山灰は日本天然セメント株式會社製品にして鶴田郡軍川村に産するものを用ひたり。

之を混捏するに用ひたる混凝土混合機は 3 臺にして何れも 1 回に 9 立方尺を混捏し、混捏を終へたるものは混合機の出口より直ちに捲揚塔のバケツに移入して捲揚げ所要箇所に置て、之を漏斗に移せば混凝土は漏斗の下端より鐵樋に入り鐵樋の盡くる所よりは木樋にて施工箇所に達する様なせり 1 時間の平均混捏回數 820 にして 1 日 1 臺平均 6 立方坪なり。

岩盤穿入部の施工は特に注意を拂ひたるものにして掘鑿溝は掘鑿後半年を経過せずして表面には凡て水垢を附着し、又風化したるを以て混凝土を施工する 1 週間以前より唐鍬等を用ひて表面を削り取り裂罅より湧水ある部分は孔を穿ちてウオータイトを以て捏ねたるセメントを詰込みその上より繼續をつめ猶止まざりし

ものにありては之を2吋位の瓦斯管に導きて管を直立せしむれば水頭3~4尺以上噴出することなかりき、溝底及溝側は悉く流入する水路を堰きて乾きたる纖維を以て更に水分を吸収し、此上に平均厚さ3分にセメント糊を塗り更に兩溝側及溝底共配合1:3のモルタルを厚さ平均1寸5分に流し込みつゝ此内側に混凝土を打ち標高264.5尺即ち岩盤穿入部上端の箇所は打継ぎとなるべきを以て外側にあたるモルタルと内部の混凝土との間に厚さ1/8吋幅1呎の鋼板を横に挿入して打継ぎ箇所より内側に水の浸透するに備へたり、又1回に施工せる岩盤穿入部混凝土の延長は全體の約1/3なりしを以て他の部分との打継ぎとなるべき箇所は前同様の鋼板を縦に用ひ、更に断面5寸角長さ約5尺の溝2條を縦に作りこの部分よりの洩水なきを期せり。

本工は前期に於てその中部6徑間を施工せる後翌年まづ始むべき扶壁の290.0尺以下の部分を施工せんとしたるに、時既に11月にして温度は屢々氷點を降れることあり、依りて混合機に附屬したる小型堅型汽罐を以て用水を華氏60度に暖めて混凝土を混捏し施工時及施工後共帆布綿を縫合せたるものを以て型枠の外周3尺乃至4尺を距て被覆し、内部に暖爐2基を据へて薪或は石炭を燃料とし暖めたるに外氣の温度が華氏30度内外なるとき、内部の温度を華氏60度に暖むるを得たり、之に要せる燃料は1晝夜につき薪にて230貫にして石炭にて0.3噸なり。

本工混凝土每1立坪の施工に要したる勞力費は平均19.91圓にして、其内材料運搬に64%、混捏に14%、混凝土捲揚及運搬に7%、施工箇所の掃除等に15%を要せり。

第六節 セメント・ガン工

中空式鐵筋混凝土堰堤の最も危懼を感ずるは比較的薄き混凝土床版にて高水壓を受け而も之を洩水せざらしむる點にして、之を完全にするためにはアスファルトを塗り、其上を混凝土等にて抑ふるが如きは最も完全なる工法なれども多大の工費を要するを以て防水モルタルを塗粧するか、或はセメント・ガンを以てモルタルを塗粧する方法によらざるべからず、然るにセメント・ガンなるものは從來までは岩の罅裂を填充し或は混凝土堰堤の基礎にボーリングをなしモルタルを壓入する方面に多く使用せられて、好結果を得たるは實例少からざれども、單に防水のみの目的を以てセメント・ガンをを用ひ施工せる方法は當初に於ては確信を有

せざりき、然れども左官を使役して堰堤面を仕上ぐるが如きは到底好結果を望み難きを以て、まづ試験的に此機械を用ふることゝ爲し、實施の上略々其確信を得たるを以て、此工法を採ることに定めたり、而してその塗粧面積は 1,450 面坪なり。

モルタル塗粧は配合を 1:3 としたるが實際出來上りたるは配合約 1:2 の割合となりたり、之モルタルは激しき勢にて床版混凝土面に放射し砂粒の幾部分が遠く散亂し去るがためなり。

塗粧の厚さは其面の受くる水壓に應じ上部に薄く下部に厚くなし 3 分乃至 1 寸仕上げとなしたり。

セメント・ガン機は通常ガソリン・エンジンとエヤー・コンプレッサーとセメント・ガン等連結して 1 組となせども經費節約のためガソリン・エンジンを除きて購買せり、その價格 7,500.0 圓なり。

原動力としてはガソリン・エンジンに代ふるに場内雜用に用ひたる 25 馬力蒸汽機關及び小型石油發動機を並用せり、施工時に於て壓搾空氣の壓力は 40 封度乃至 50 封度にして水の壓力は 60 封度を常用とせり。施工中最も困難を感じたるは砂に濕氣を含むことにして、之をセメントと空練をなし機内に投入し混淆さるゝ際機内に於て硬化し往々にして故障を生ずるに至れり、之を防ぐため約砂の半分を熱を加へたる鐵板上に於て乾燥せしめたり。

前述の如く本機械を運轉するがために特に熟練せる職工をして取扱はしめざりしも運轉の全期間中に比較的容易に方法を習熟して大なる故障を生ぜず頗る好成绩を收めたり。

セメント・ガン機運轉のため配備せる勞力凡そ次の如し。

材料小運搬 4, 砂の乾燥 4, 空練及投入 3, 機械取扱者 1, 筒先持 2,
足場移轉 4

上記の外火夫、運轉夫は他の機械運轉手をして兼ねしめたり。

一面坪に要せし工費は凡そ材料費として 1.9 圓、勞力費として 0.8 圓なり又 1 日工程(10時間)は平均約 50 面坪なり。

第七節 滲透水排除工

本堰堤の基礎岩盤は砂岩及頁岩の互層にして罅烈少からざれば可及的罅烈の存せざる深度まで掘鑿し、混凝土を填充し岩盤穿入部を構成せしめ、極力浸透水遮

斷に努めたりと雖も、然も洩水を全然防止するは不可能なりとす。前述の洩水を地表に浸出せしむるは外見頗る悪しきにより、特に之を排除する方策を講ぜざるべからず。此目的のため岩盤穿入部の背後に浸透水排除溝を設けたるものとす。其工法は附圖第十七の如く岩盤穿入部背後の隈角に帶狀鐵板幅1尺のものを45度に傾けて横臥せしめ、其隈角側に直角三角形の空隙を存置し浸透水の通路に充て以て浸透水排除溝を形成せり。該鐵板の他の一側は浸透水を通じ得べき様碎石並に砂を被覆したる上混凝土工を施せり。かくの如くせば岩盤穿入部混凝土施工の際その膠泥分は滲過せられ凝結することなく従つて浸透水の通路を遮斷することなからしめたり、上記工法により本堰堤一部竣工に際し該溝内を窺ふによく浸透水を導き來り良結果を收め得たり。

第八節 工 費

本工事に要したる工費を細別表記すれば次表の如し

但し單位を圓とす

		工 種	材 料 費	勞 力 費	計
堰堤築造費 746,882.178	堰堤主體築造費 629,928.757	扶壁混凝土工	124,309.364	22,814.574	147,123.938
		床版混凝土工	117,450.893	54,912.724	172,363.617
		鋼材型枠工	18,922.165	10,308.060	29,230.225
		木材扶壁型枠工	37,758.590	18,236.260	55,994.850
		木材床版型枠工	15,653.533	9,880.950	25,534.483
		鐵筋工	104,553.760	9,091.470	113,645.230
		掘鑿工	15,318.710	51,012.010	66,330.720
		伸縮接合工	5,887.585	2,044.920	7,932.505
		防水膠泥工	7,443.350	4,339.830	11,783.180
		取入殘遺工	20,044.455	28,590.104	48,634.559
	附帶工事費 116,913.421	取水管排水工	22,791.764	11,162.810	33,954.574
		池内整理工	1,736.583	9,262.440	10,999.023
		階段工	1,440.000	310.000	1,750.000
		洪水吐工	11,510.311	10,083.952	21,594.263

第四章 結 論

中空式鐵筋混凝土堰堤の設計並に施工の概要は既述の如くなるが、茲には主として他の工法の堰堤との簡單なる比較對照を試みんと欲するなり。

先づ第一に混凝土堰堤と中空式鐵筋混凝土堰堤との比較なるが對照の便宜上前者をWegmann Practical Profile No.2型に則り、堰堤高83.5尺に對する所要混凝土量を算出するときは中央部にて堰堤延長1間につき、約64.0立坪となり即ち後者の約31.0立坪なるに比し約2.1倍に該當す而して今兩者を同一個所に施工するものとし、後者の鐵筋及び型枠工に對し相當なる斟酌を行ひ前者に充て簾むべき單價を算出して、之に適用するときは前者は後者の約6割増工費を要するの結果に到着せり、其工期に至りては前者は後者の約2倍を必要となすものと認めらるゝなり。

次に第二に土堰堤と此中空式鐵筋混凝土堰堤との比較なるが對照の便宜上土堰堤は最近の施工に係る東京市水道村山貯水池堰堤の型を藉り來り、(堤上幅21.0尺前面傾斜3割後面傾斜2割及2割5分) 所要土坪量を算出するときは中央部にて堰堤延長1間に付き約400.0立坪となり、後者の混凝土量約31.0立坪なるに比し約13.0倍に該當せり而して上の兩者を同一箇所に施工するものとして工費の比較研究を試みんと欲する所なれども、後者の工事施工現場は其附近に於て良質の盛土を得る事不可能の關係あり、盛土を相當遠距離より搬入するものと假定すれば適切なる比較を爲す能はざる事となるが、茲には止むを得ず村山貯水池堰堤を代表的のものと見做し其實例を藉ることゝなさん。

即ち第3回東京市水道擴張事業報告に依れば上下堰堤工費6,255,511圓(全附帶工事實費を除く)にして上下土堰堤の本體の容積約203,761立坪(盛土、堤心粘土壁、堤心混凝土壁等合計)なるが故に土堰堤本體の1立坪當り約31圓となるなり。

然るに此中空式堰堤の總工費約578,047圓(全附帶工事實費を除く)にして堰堤本體の混凝土容積約2,175立坪なるが故に此1立坪當り約267圓となり、即ち土堰堤の1立坪當り31圓に比し8.6倍となるなり。

上述の結果より推算する時は前者は後者に比し、數量に於て13.0倍單價に於ては1/8.6なるを以て、結局工費に於て概算約5割増と云ふ計算に到達するなり、又兩者の工期を比較するに及びては必ずや前者は後者の少くとも2倍以上を要するや疑を容れず。

此に於てか即ち緒言に述べたるが如く、此中空式鐵筋混凝土堰堤は從來迄専ら此二工法に限定せらるゝ如く見做されし混凝土堰堤及び土堰堤に比較對照し工費並に工期を著しく節減し得ること瞭然たるなり。

以上に於て此中空式堰堤と他工法の堰堤との比較の大要を述べたるが更に此工

法に據る堰堤に關し往々危懼せらるゝ一、二の事項に付きて次に記述せんとす。

此中空式堰堤は一般に基礎として岩盤の所在する個所にのみ築造せらるゝが如く考へられ、此實施例に於ても亦岩盤上に築造せしものなるが、實は必ずしも然らずして、即ち扶壁下に底床版を築設し負荷面積を擴大することに依り通常土質上にも容易に築造せらるゝなり、但し此場合に於ては底床版に相當する工費として猶2~3割の増加を見込まざる可からず、従つて工費の上に於て利する所大ならざるも而も工期の短縮に依る利益は相當多大なるものと思料せらるゝなり。

次に斜床版の防水に關する顧慮なるが元來斜床版は其厚さ極めて薄く僅かに1尺乃至3尺餘にして、且其の面積も數千坪の廣大に涉り而も其全面積は高水壓に曝露せらるゝを以て防水工法は最も慎重の考慮を要するなり。

著者が此中空式堰堤に試みたる防水工法は既述のセメント・ガン機を以てモルタルを塗粧する方法にして之れが施工は最も簡單、低廉にして且つ迅速なり、而も塗粧完成後貯水池を満水位に達せしめ、塗粧面をして充分高水壓に觸れしめたる上、其裏面より精細に漏水の有無を調査せしに始ど些少の漏洩たも現れず、甚だ好結果を收め得たり之を以て防水上の危懼を一掃するを得べし。

次に震災に對する抵抗力如何の點なるが、此中空式堰堤は堤體全部が彈性的鑄造物の如きものなる故、他の形式即ち混凝土堰堤若くは土堰堤の非彈性的築造物に比し、遙かに抵抗力優越せるものと思料せらる。

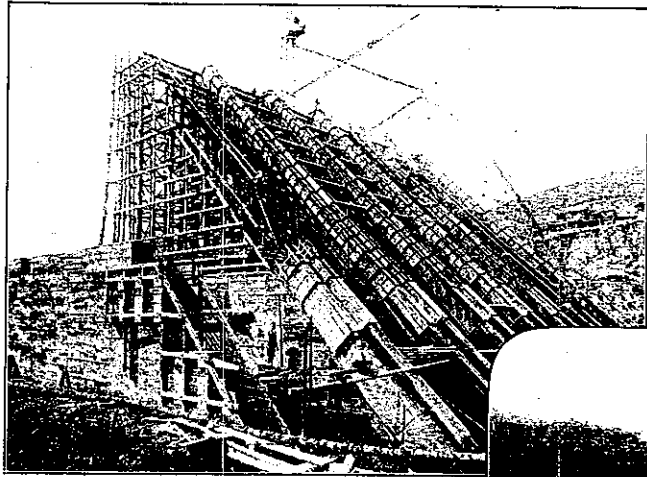
之を要するに中空式鉄筋混凝土堰堤は凡て適確なる理論に基きて設計せらるゝ安全堅固なる築造物にして、之を構成すべき材料を極度に減少することを得、従つて總ての事業計畫の二大要素なる工費並に工期を最小限度に止まらしむる優越なる特徴を有し、尙從來迄施工上大いに危懼せられたる諸點も實施例に依る工法を以て充分安全なりと見做さるゝに至れるものなり。

必ずや將來博く此中空式堰堤の實施せらるゝに至り一新方面を開拓するに至るや想像するに難からざる所なりとす (完)

附記

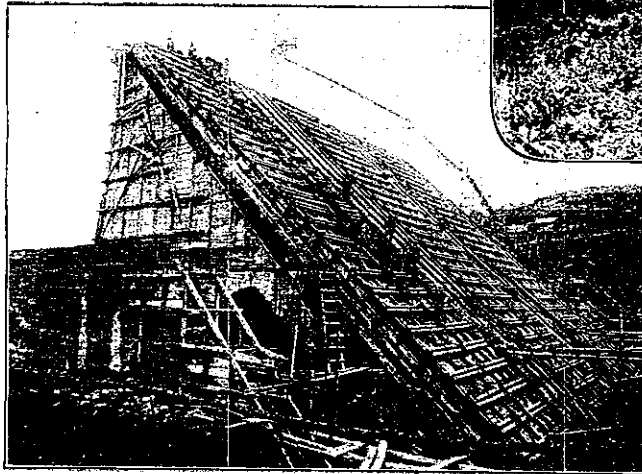
本中空式堰堤の設計並に施工に當り會員工學士井上秀二氏は顧問として絶えず有益なる指導を與へられ又准員工學士河野愛香氏及函館市技師吉谷一次氏は之が完成に多大なる援助を與へられし事は深く感謝に堪へざるなり

寫真第四



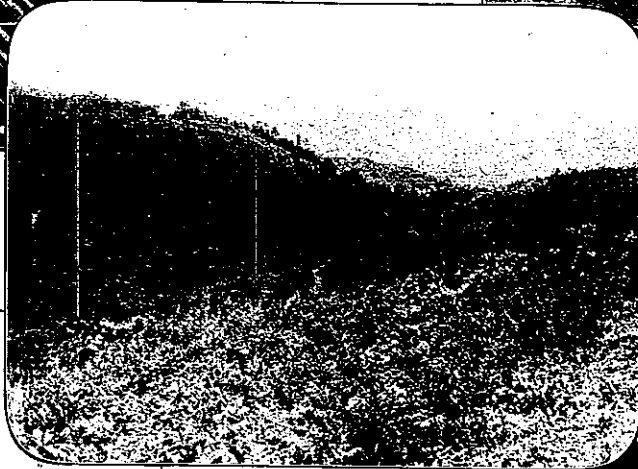
扶壁型 枠

寫真第五



床版型 枠

寫真第三



着手當時に於ける現場の状況(其三)

寫真第一



着手當時に於ける現場の状況(其一)

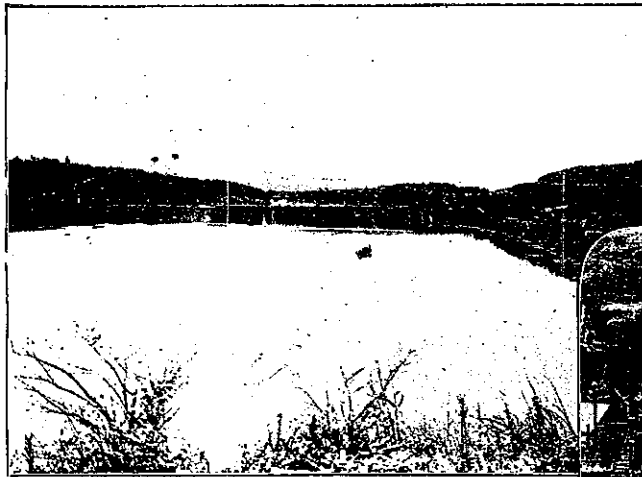
寫真第二



着手當時に於ける現場の状況(其二)

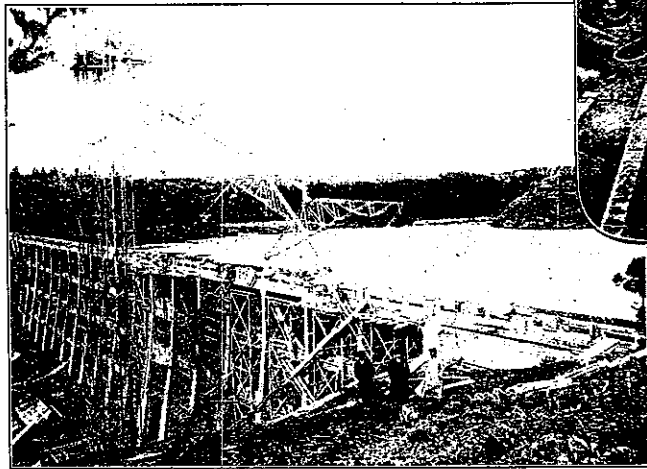
(土木學會誌第十卷第四號附圖)

寫眞第八



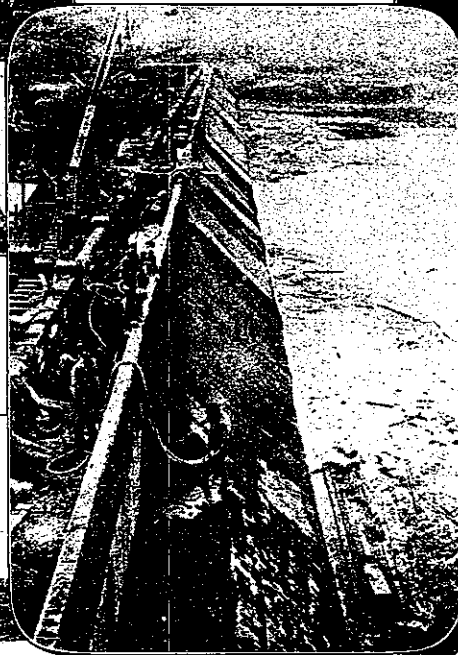
前面より見たる竣工せる堰堤

寫眞第九



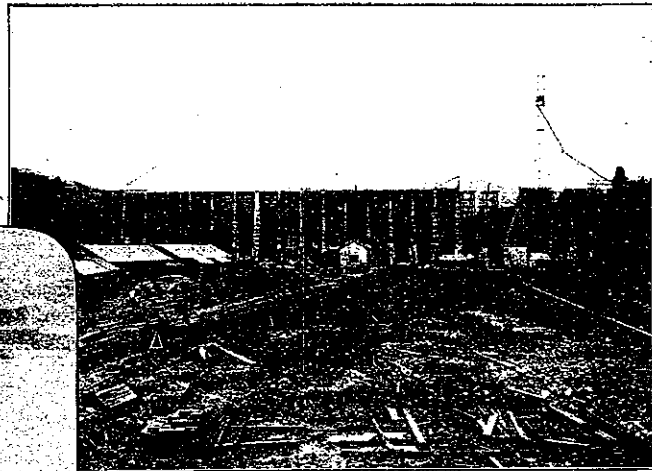
側面より見たる竣工せる堰堤

寫眞第十



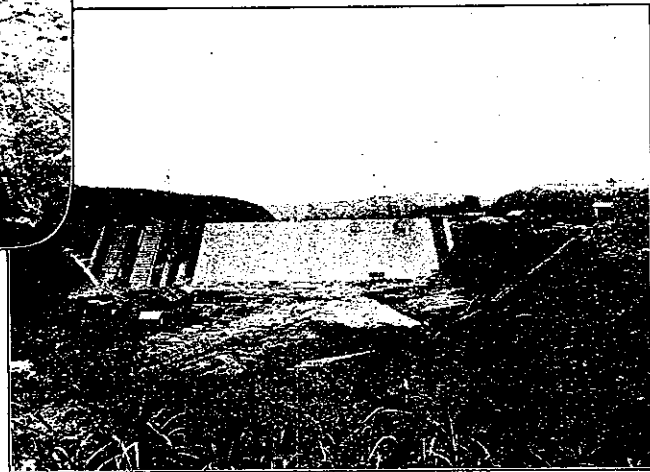
セメント・ガン施工の状況

寫眞第六



背面より見たる工事の状況

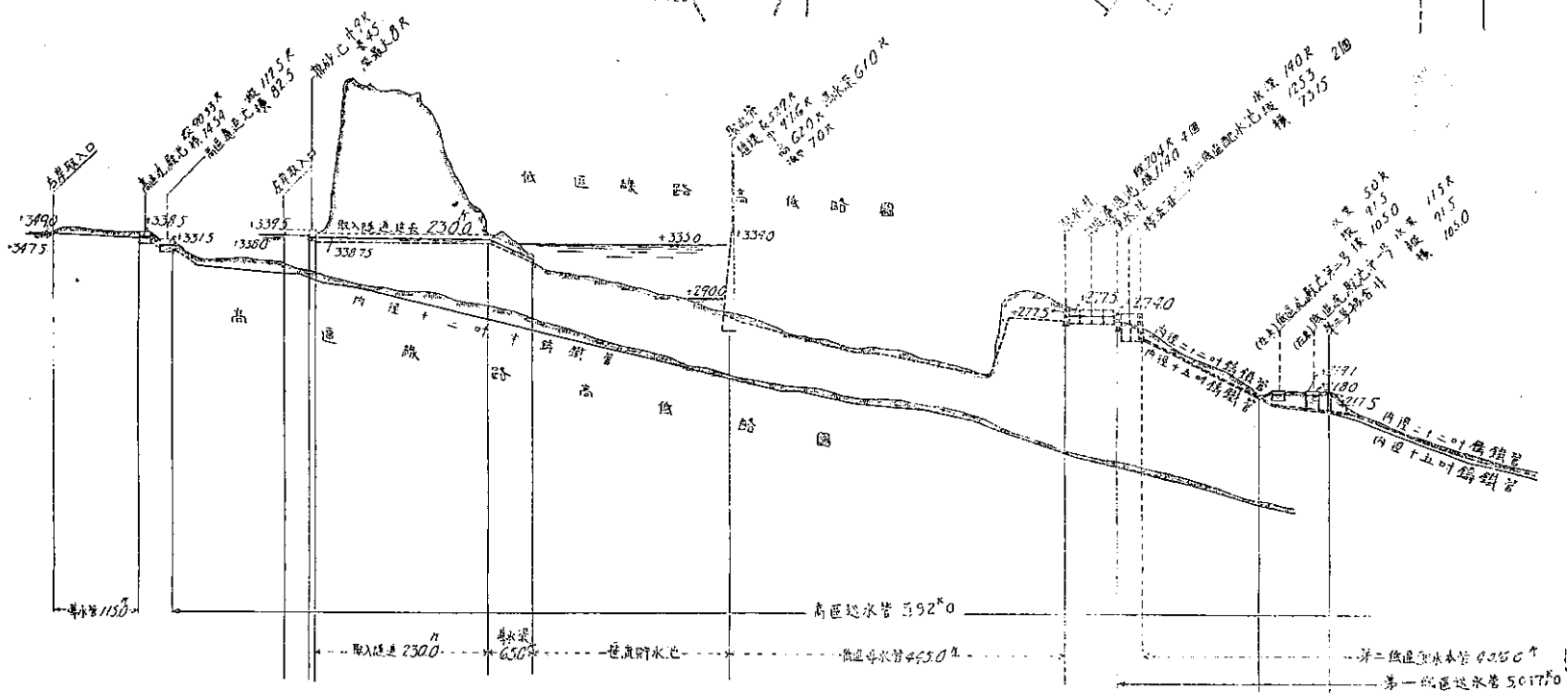
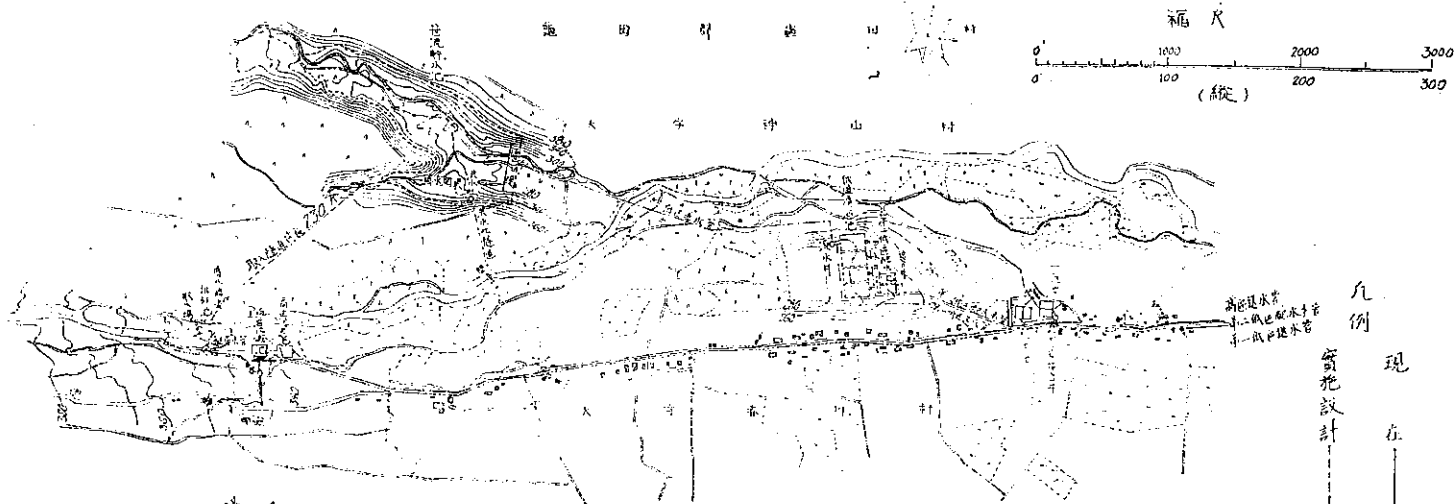
寫眞第七



前面より見たる工事の状況

(土木學會誌第十卷第四號附圖)

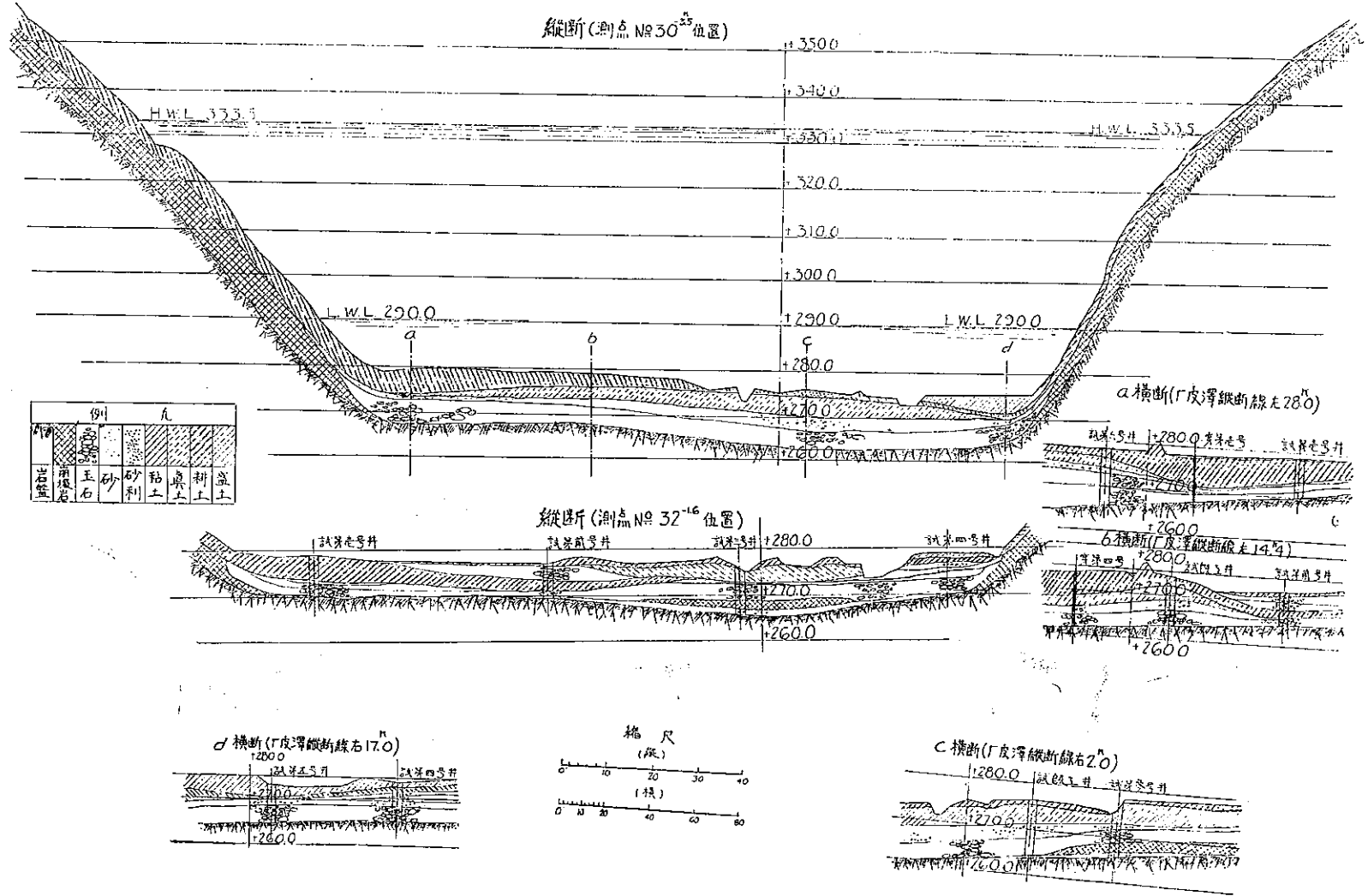
附圖第一 一般平面圖



凡例
 實地設計
 現在

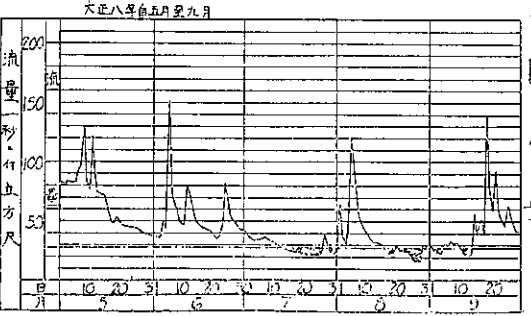
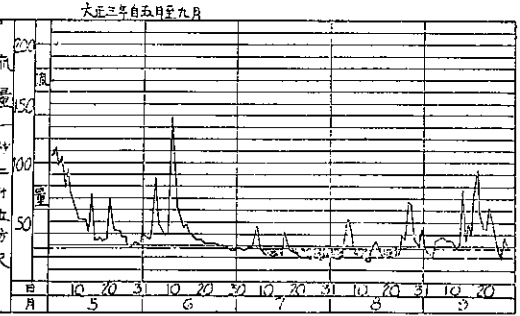
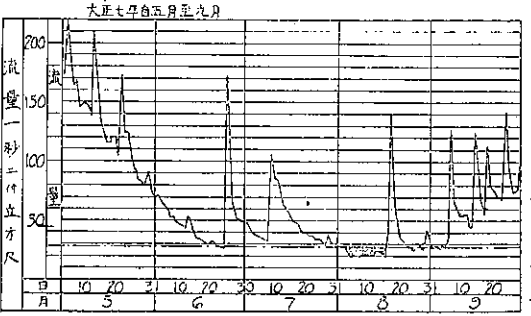
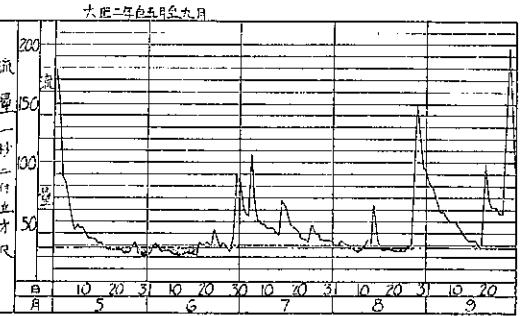
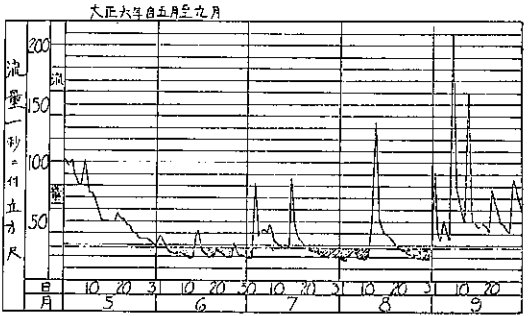
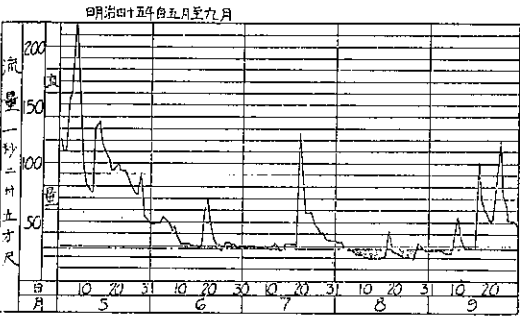
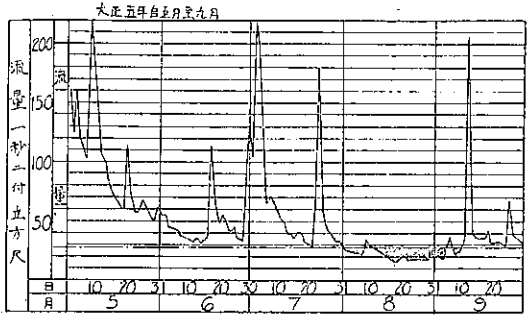
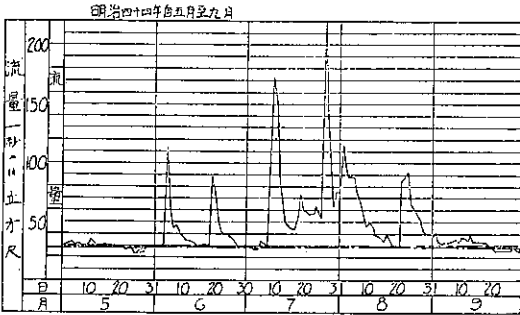
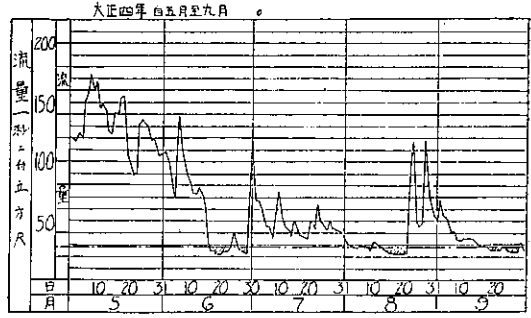
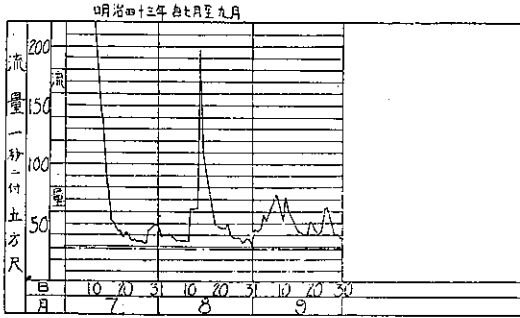
土木學會第十卷第四號附圖

附圖第二 堰提築造箇所地質圖



(土木學會誌第十卷第四號附圖)

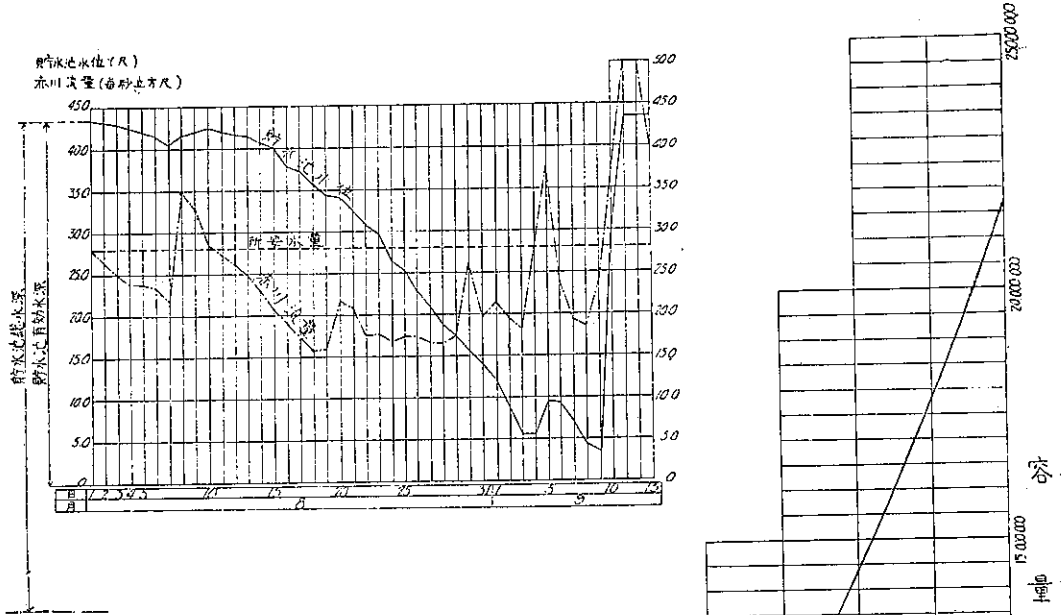
附圖第三 赤川流量圖表



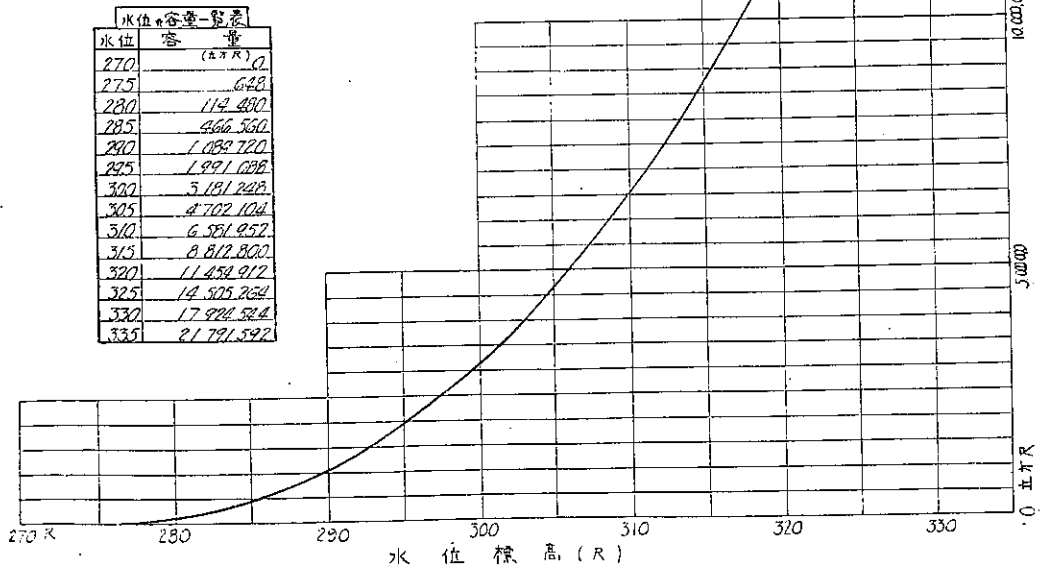
—— 所每水量每秒六〇立方尺

⊠ 下 足 水 量

附圖第五 赤川量並に貯水池水位圖表

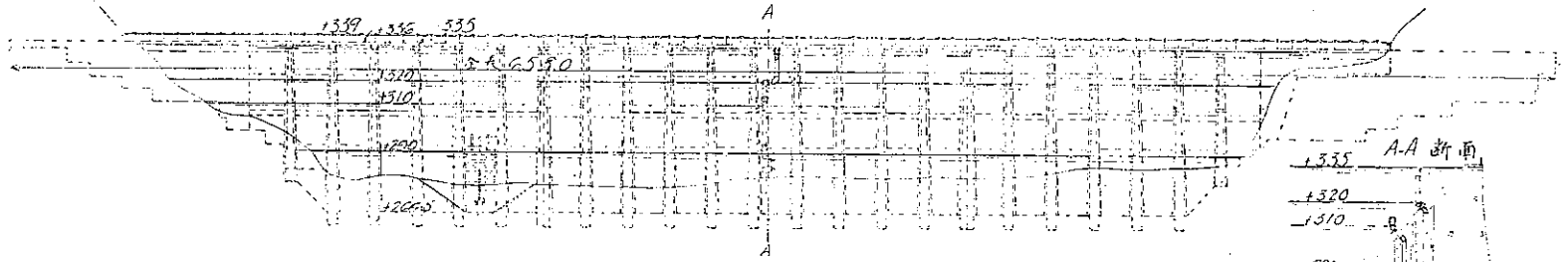


附圖第四 貯水池水位
並に貯水量圖表

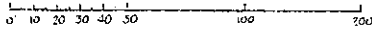


附圖第六 堰堤一般圖

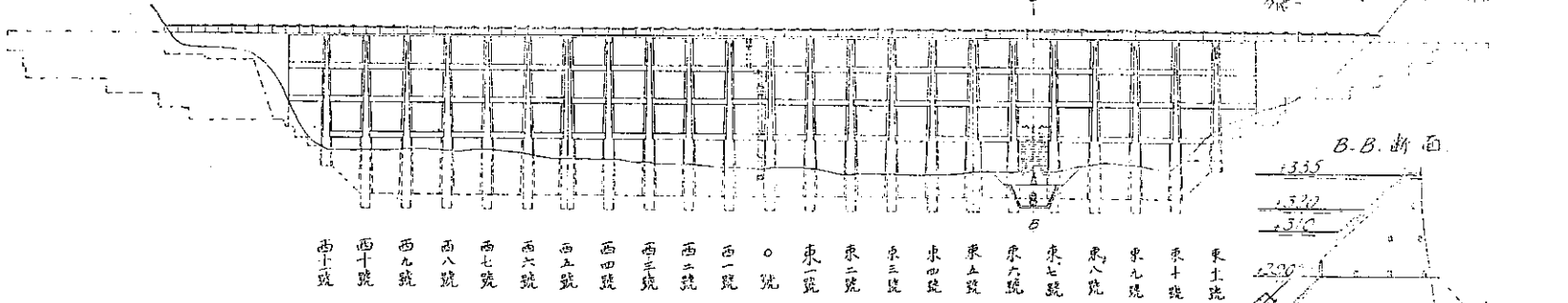
正面圖



縮尺

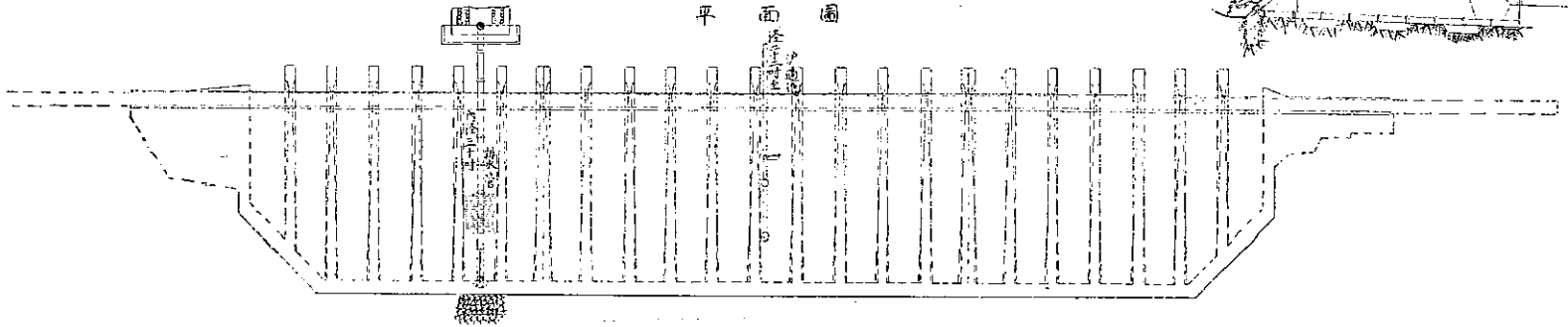


背面圖

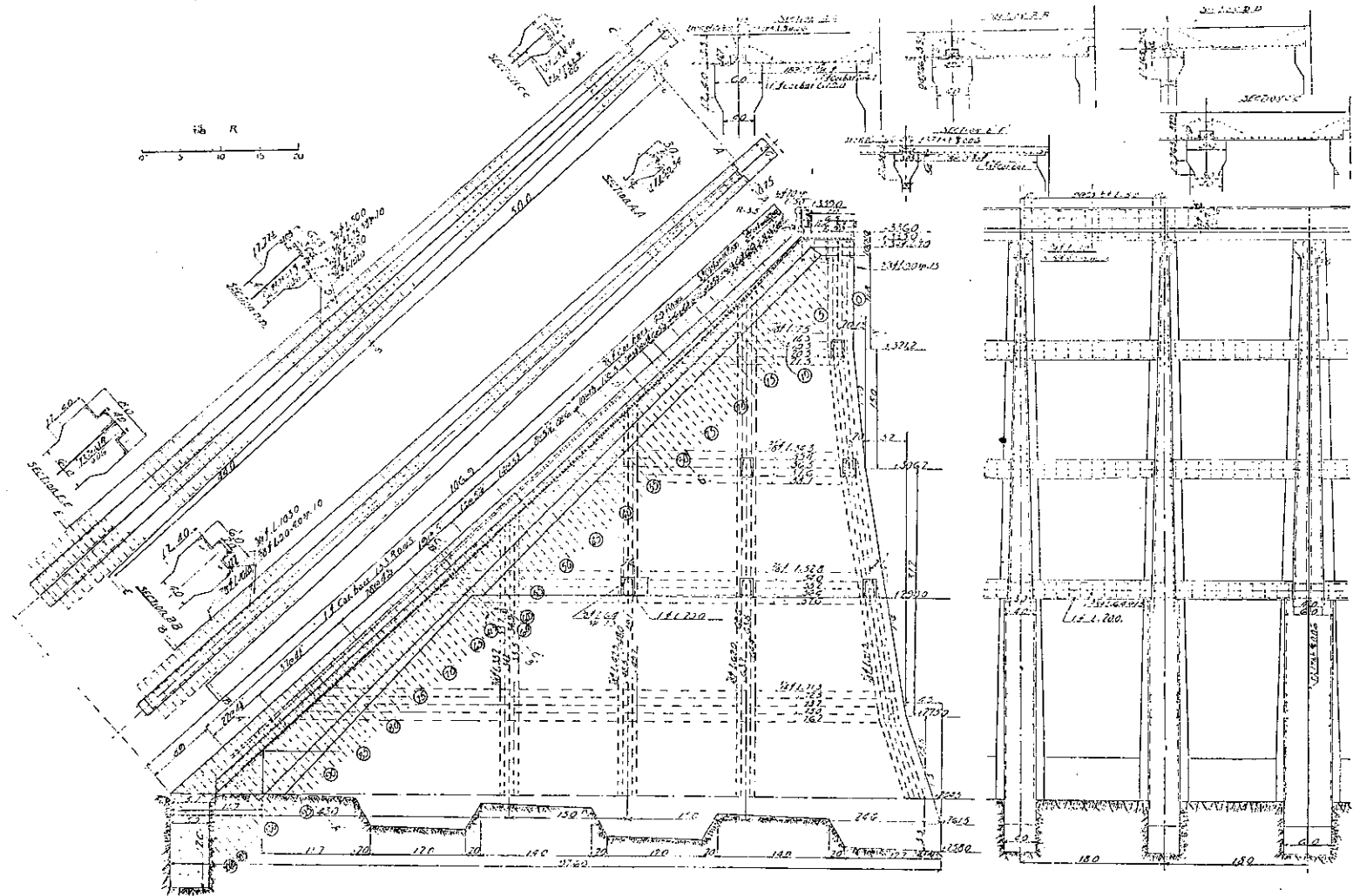


西十號 西九號 西八號 西七號 西六號 西五號 西四號 西三號 西二號 西一號 〇號 東一號 東二號 東三號 東四號 東五號 東六號 東七號 東八號 東九號 東十號 東十一號

平面圖



附圖第七 床版及扶壁設計圖

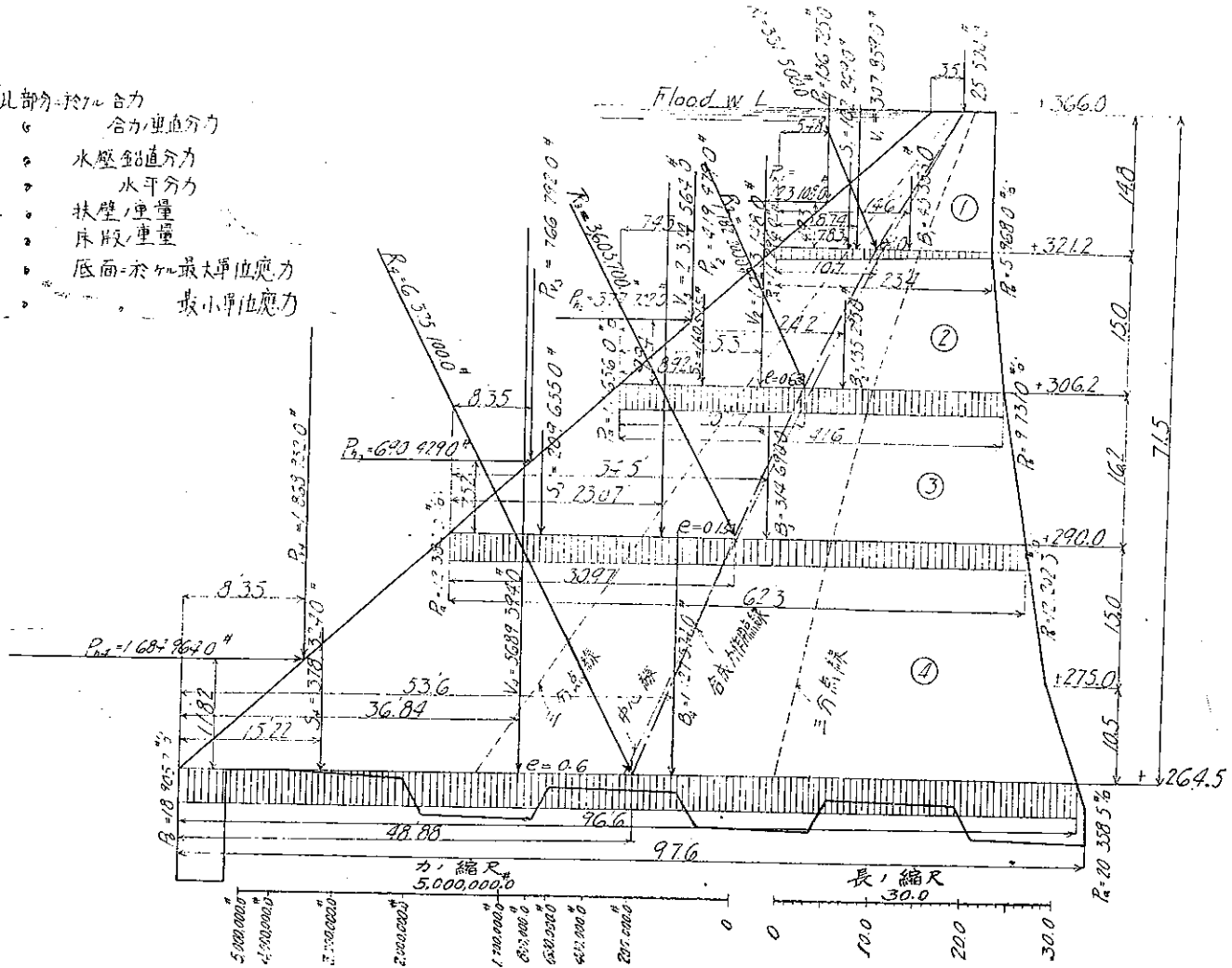


(土木學會誌第十卷第四號附圖)

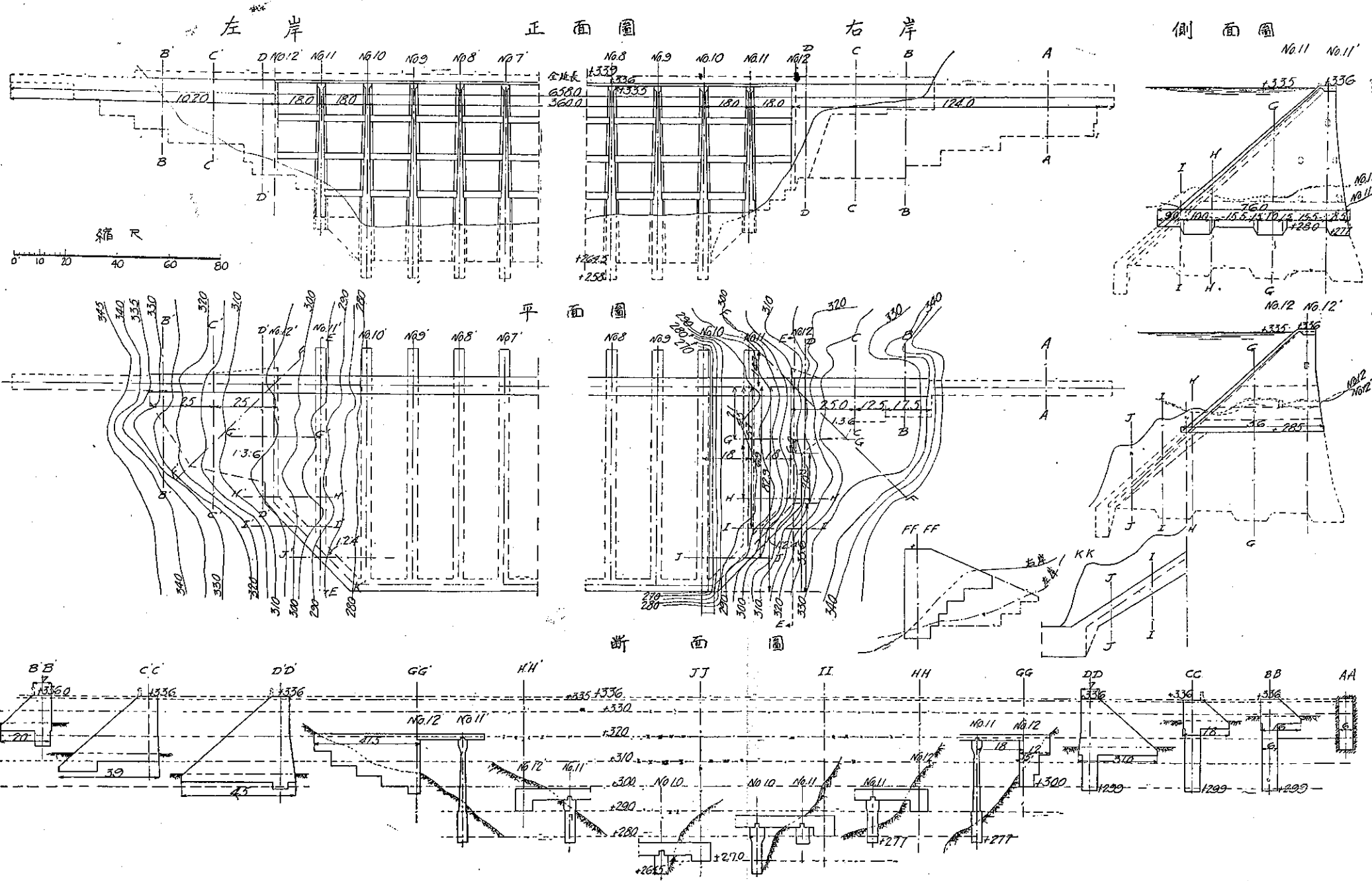
附圖第八 扶壁力表圖

- V = 此部分之合力
- V = 合力之垂直分力
- P_v = 水壓之垂直分力
- P_h = 水壓之水平分力
- B = 扶壁之重量
- S = 床版之重量
- P_{max} = 底面之最大單位應力
- P_{min} = 底面之最小單位應力

(圖中各數均係按十卷圖比例縮小)

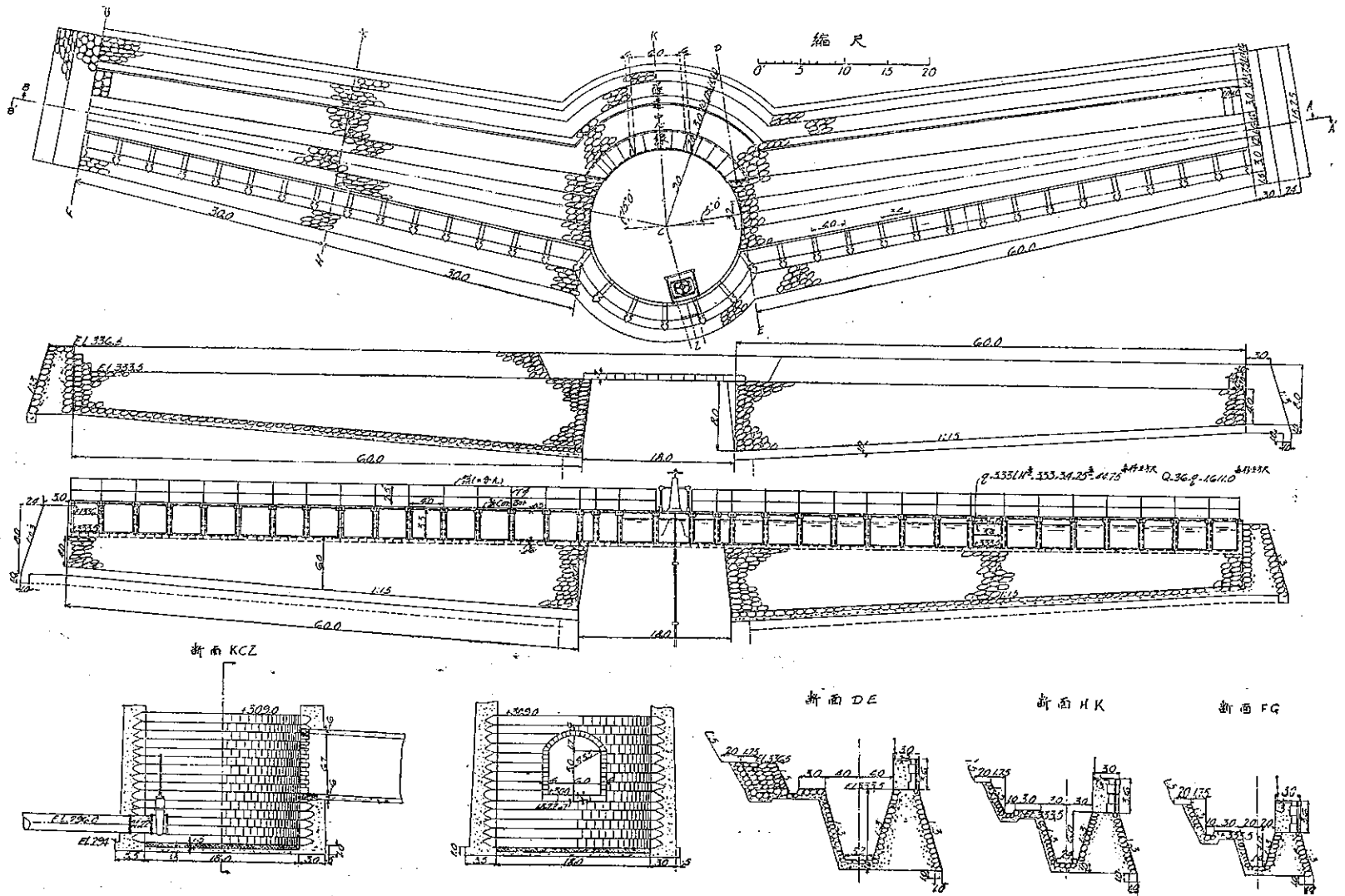


附圖第九 兩岸取付部設計圖



(上本圖會同第十卷第四圖詳閱)

附圖第十一 洪水吐設計圖

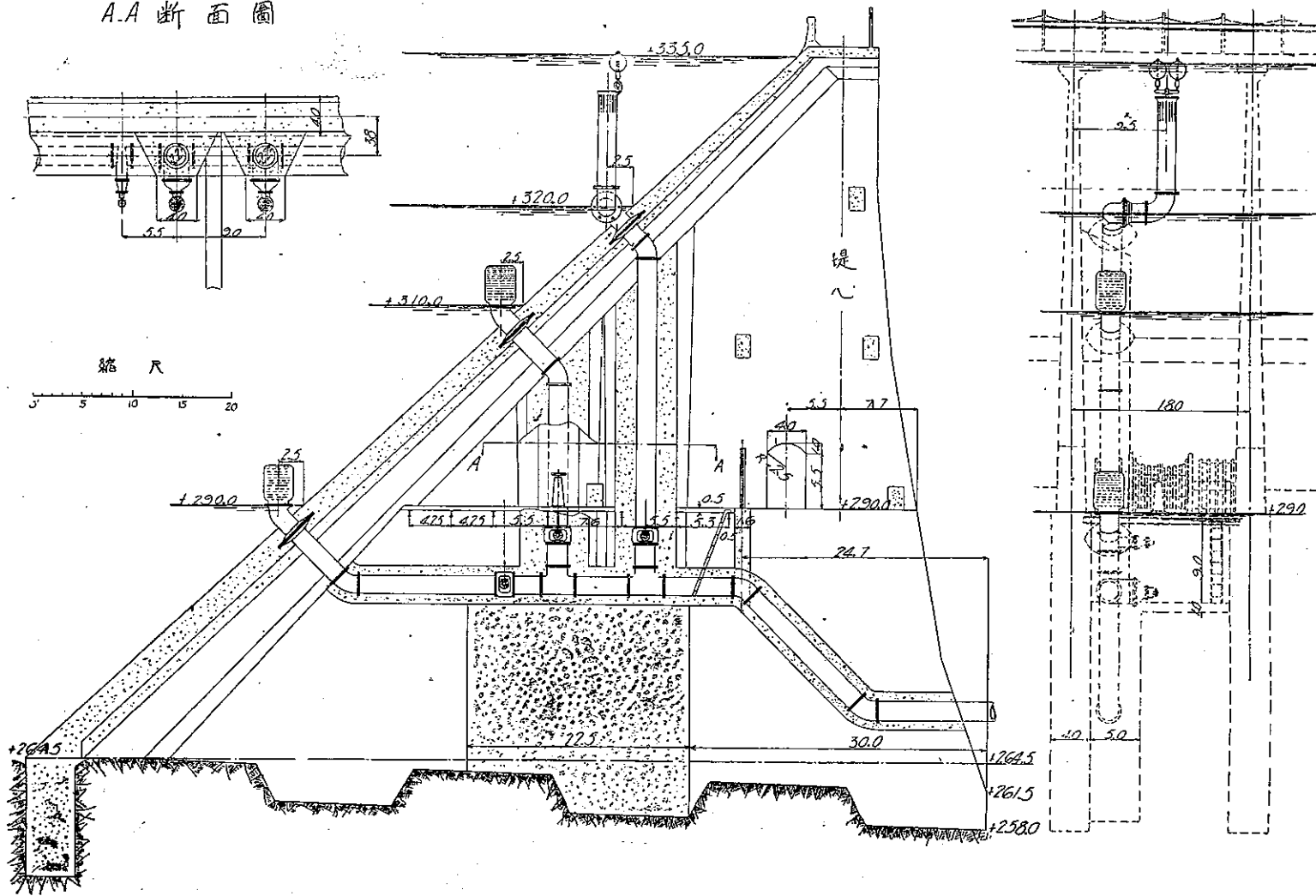


(土木學會誌第十卷第四號附圖)

1761-12

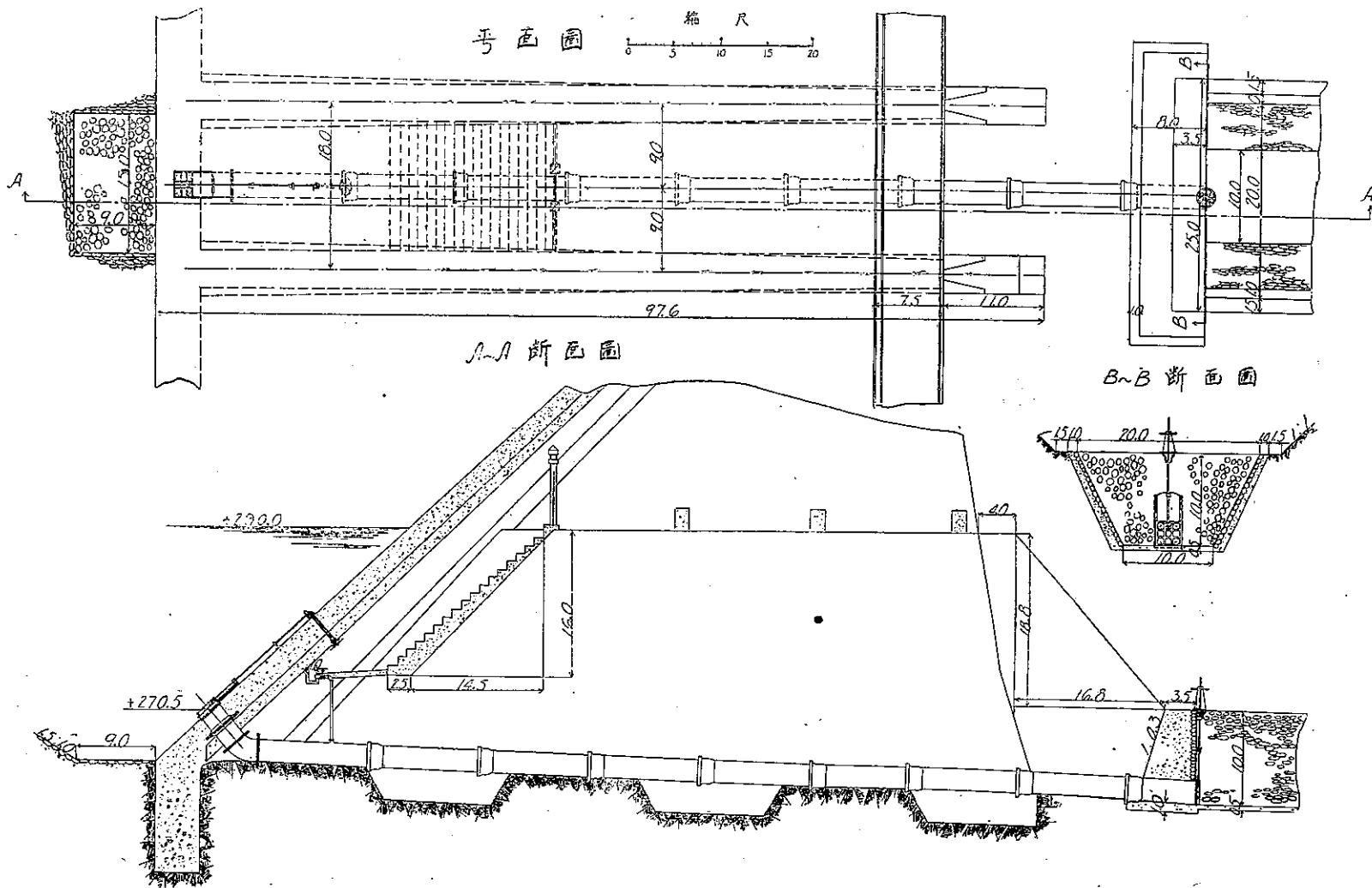
附圖第十二 取水管設計圖

A.A 断面圖



(中大學水工建築系設計課設計)

附圖第十三 排水管設計圖

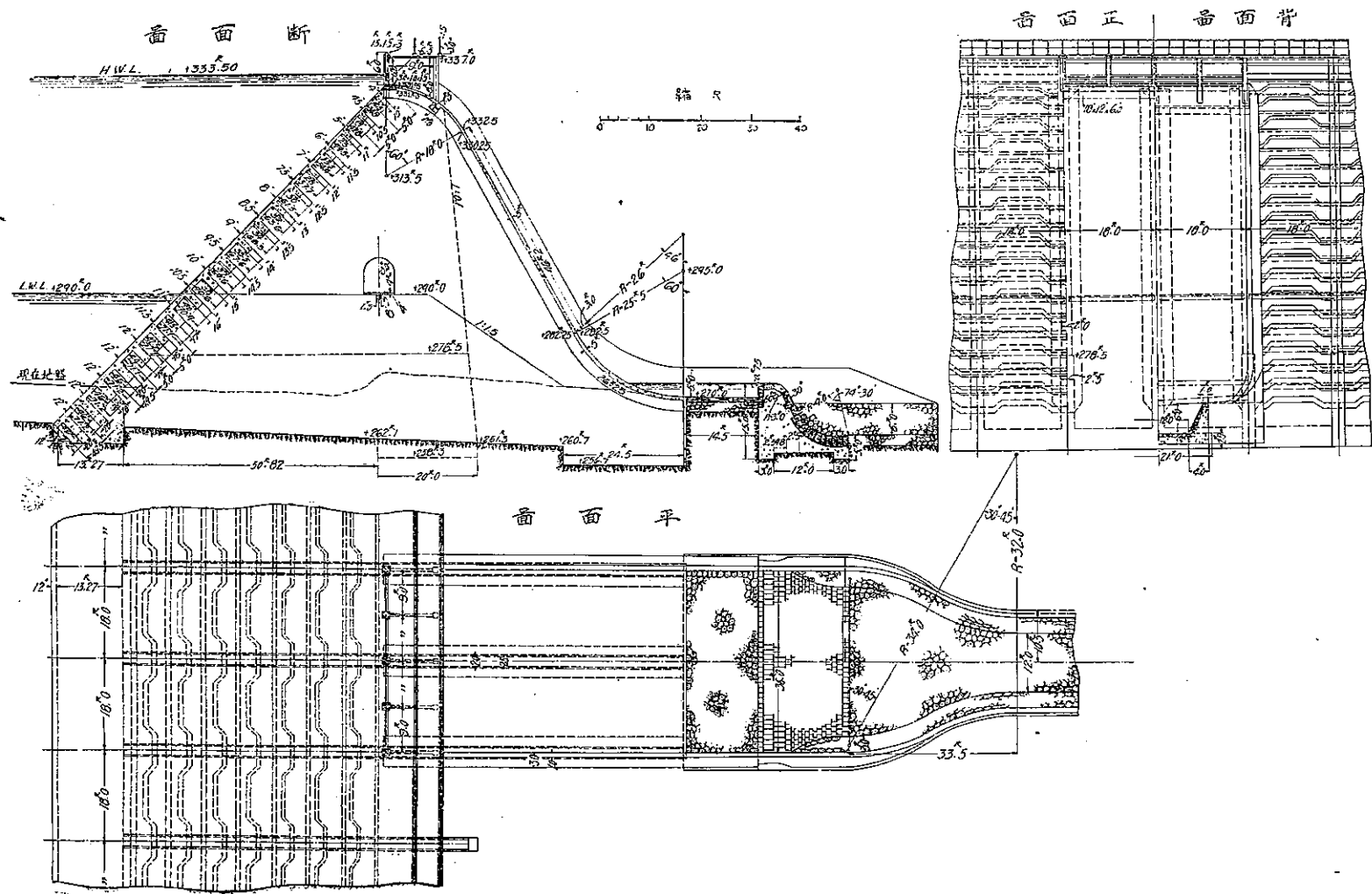


土木學會誌第千九百四十四號附圖

761-14

附圖第十四 中空式鐵筋混凝土堰堤 T 型斜床版設計圖

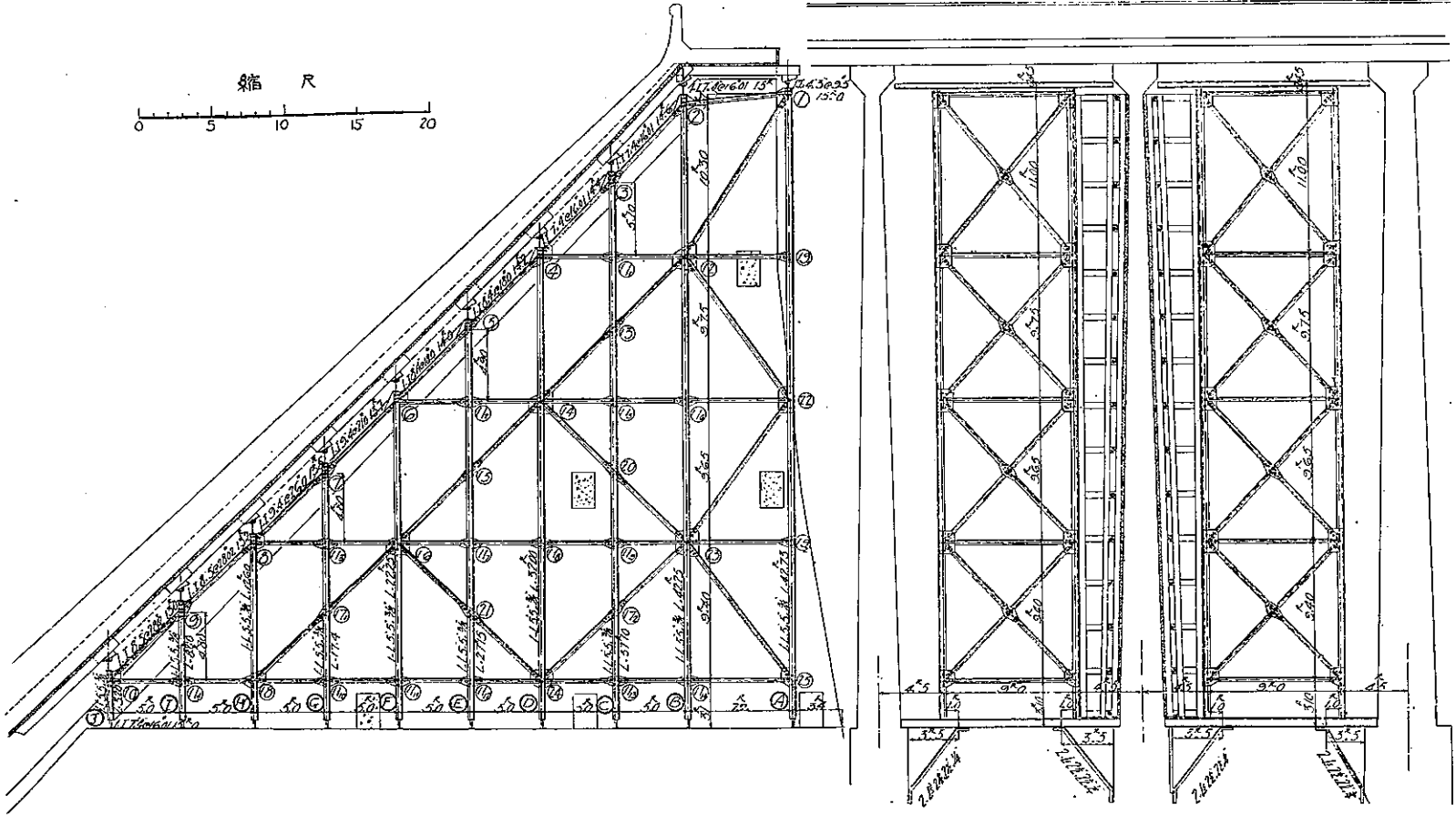
(主として洪水吐位置の側面を示す)



土木學會誌第十卷第四號附圖

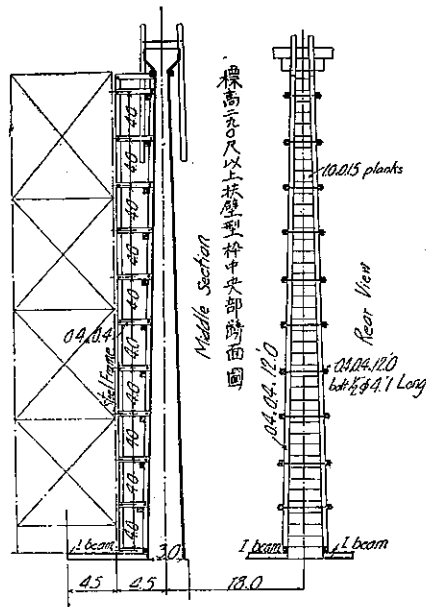
1761-15

附圖第十五 鋼材型樁設計圖

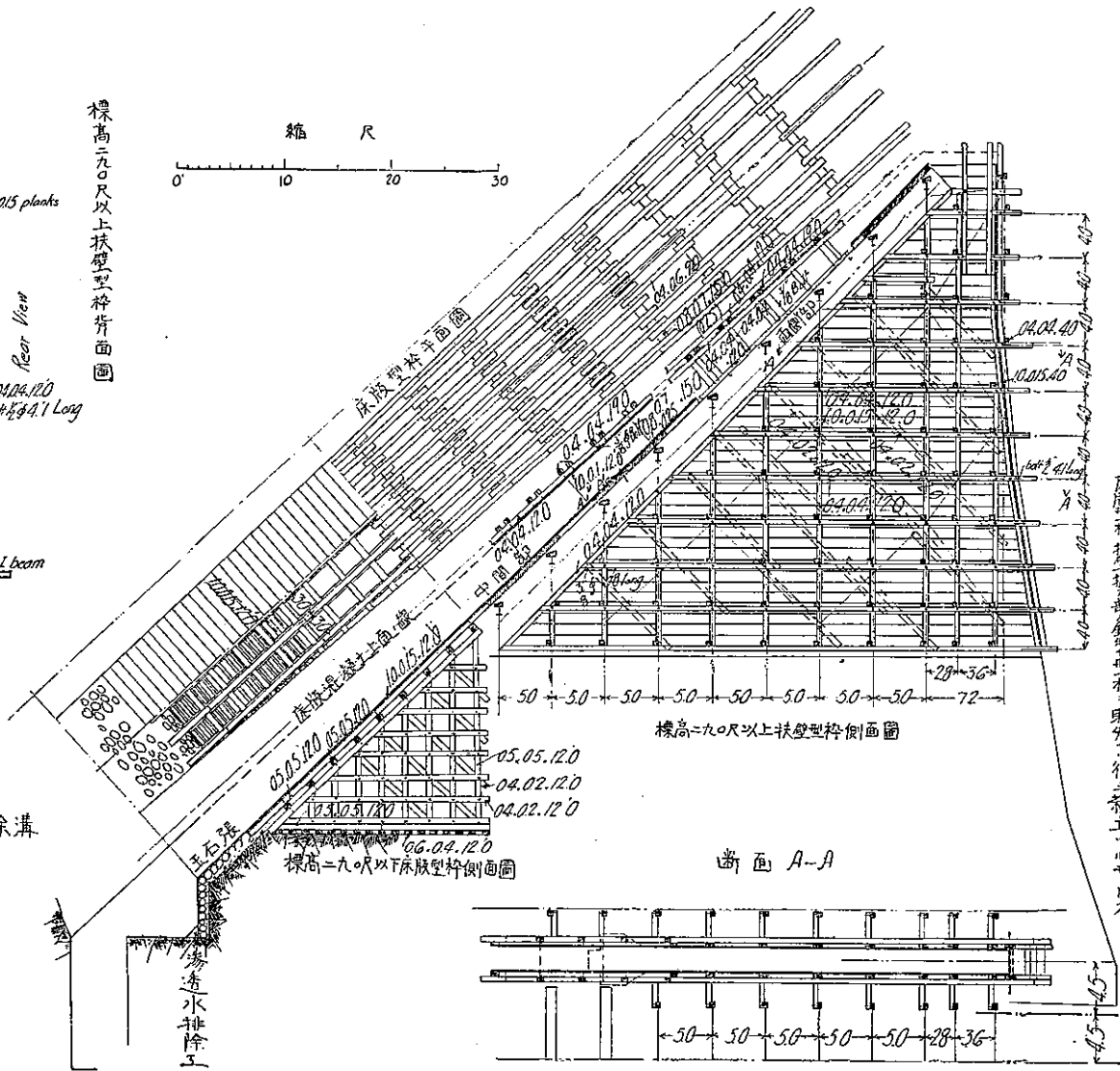
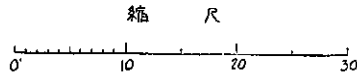


土木學會誌第十卷第四號附圖

附圖第十六 木材型枠設計圖

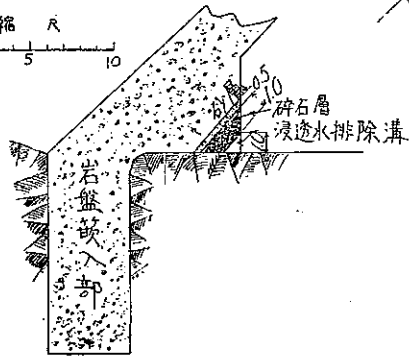
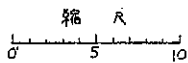


標高=90尺以上扶壁型枠背面圖



床版型枠接榫部鉛筆型枠ヲ取外シ後ニ粗立ツルモリス

附圖第十七



浸透水排除工

(土木學會誌第十卷第四號附圖)

761-17