

桑 港 の 大 上 水 工 事 竣 功

凡そ30年前、20世紀の初め、賢明な桑港市民は當時50m.g.d.しか得られなかつた上水設備を憂慮し、50年又は100年後の將來に備へ充分な大上水計畫を希望した。

幸にして數年後には給水不足を生ずる今日、1億弗の巨費を投じ20年の歳月を経て400m.g.d.容量を

有する純粋な山水の水道が竣工した。然して數週間に遠い山間の水源地から桑港半島地帯に給水される。以下は20年間此工事の爲に萬難を冒し不變の信念を以て終始一貫した當時の桑港市技師長、現顧問技師エム、エム、オシヤウネシー氏及現技師長エル、テー、マクアフィー氏の記述である。

1776年頃、所謂カリフォルニア黄金狂時代には自然湧水や井戸掘の最も幼稚な方法に依つて桑港住民に飲料水が供給された。時には舟で灣を越えて運



(2) オシヤウネシー堰堤築造前に於けるヘツチヘツチ大溪谷

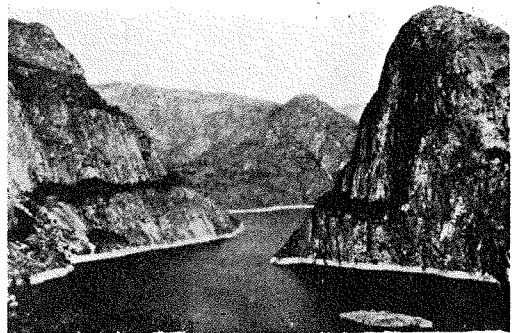
搬し戸毎に1バケツ1弗の高價に行商された。

1858年唧筒で貯水槽に貯へた水を算で供給した。其後間もなく、現今の様な河水貯水池に依る上水計畫が発達して、最初に南方のピラーシトス、クリークからサン、マテオ地方に32哩の亞米利加杉管を造つて給水した。其後桑港半島に對する給水計畫が発

達し、遠く灣を越えてアラメダ及サンタクララ地方に迄延び、遂に普通降雨量に於て60—65m.g.d.に達するに至つた。然し需要の増加に伴ひより大きな上水設備を必要とした。

1908年9月及1910年7月に豫算が通過し、1910—1912年7月に桑港市技師故ジョン、アール・フリーマン氏が計畫を決定した。この計畫の主眼は

- 1、400m.g.d.容量の上水
- 2、256,000HP.の水力發電



(3) 同上、築造後に於ける狀況。堰堤上部より水面まで50呎。

1億弗の巨費と20年の長工期を費して155哩遠方のシイルラから導水す

J. I 生抄譯

3、唧筒を用ひず重力式給水

であつた。今日竣功した上水設備は之れに依つて居る。

1912年9月1日にエム、エム、オシヤウネシー氏が桑港市の技師長に任命され此の計畫に伴ひ工事を進めた。

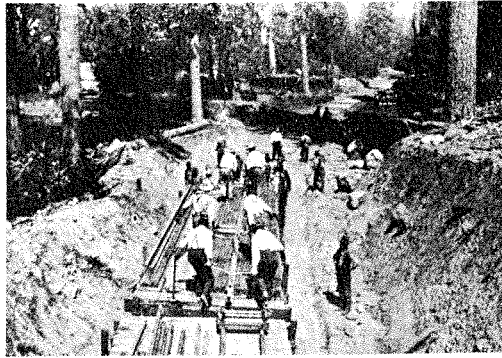
の流域は總て花崗石より成り、永住の民が居ない。僅に一つの途が在るのみで河の北帯は有名な曠林地帯で殆んど足跡がない。斯くて此の地方は飲料水の水源地として理想郷である。

計畫の概要

水源地シイルラ

シイルラの大雪山から流れ落ちる水はリイン及ダナ山の13,000の高峰に圍まれトオルムネ河となつて西に流れる。群小の氷河はヨセミテ公園を流れる50哩以上に達する此の河に絶えず流れ注ぐ、然し5,6,7月の洪水期には、流量の大部分は大雪山の溶解から起る。

一年の平均雨雪量は約40吋であつて、其の集水面積は713平方哩である。内459平方哩はヘッチ、ヘッチー貯水池に、193平方哩はエレナ湖の貯水池に、61平方哩はアーリー取入口に近い切换堰堤に注ぐ。此



(4) ヘッチヘッチー溪谷に沿ふ鐵道工事。

此の大上水工事はシイルラのヘッチヘッチー貯水池から桑港市に至る實に155.2哩に渉る大工事であつて先ず最大貯水池ヘッチヘッチー貯水池からアアリー取入口に至るトオルムネ河に沿ふ12哩間に初められ其他の138哩間を次の7區間に分けて建造した。

1、山間隧道 延長19哩

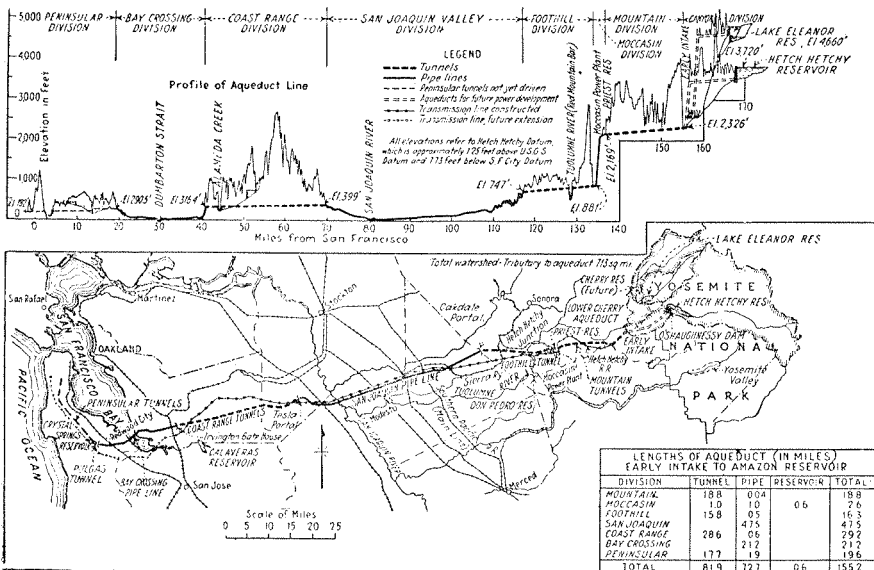
2、モツカシン區間、延長2.6哩(プライエスト調節池、モツカシン發電所に至る隧道及取入口を含む)

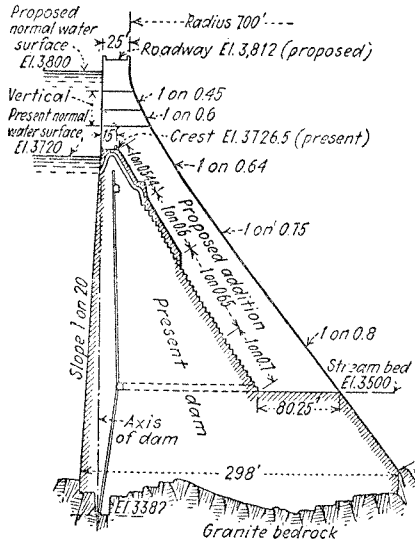
3、フーシル區間、延長16.3哩(モツカシン調節池

及レッドマウンテン、バーで分けられた二つの隧道を含む)

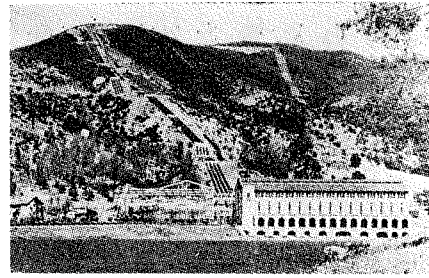
4、サン、ジョアquin區間 延長47.5哩(サン

(5) ヘッチヘッチー上水計畫平面及断面圖。





(6) オシヤウネシー堰堤の断面。



(7) モツカシン発電所本工事中最大のもので現在86,000K.V.A.

4/100、最小曲線、半徑191呎の坦々たる延長9哩のアスファルト乳劑舗装道路に代へられた。此工費は34万、000弗を要し、1914年に出来た。

越へて1917年にヘッチ、ヘッチーからエレナー湖に至る山道がエレナー堰堤への工事材料運搬道路として11哩に渉り建設された。ヘッチ、ヘッチー溪谷から上る延長3哩の區間は12/100勾配で、貨物自動車荷重を半減して漸く上り得る極めて険しい道路である。外に最う一つアアリー取入口に至る3.5哩が10/100勾配で造られた。最も重い貨物は38度勾配延長0.6哩の軌條に依つて運搬された。其他澤山の道路が新に此の貯水池工事の爲に造られた。

準備工事中最も重大なものは、ヘッチ、ヘッチー堰堤に通ずる68哩に渉る標準軌條鐵道である。此の鐵道は2つの主要鐵道に連絡し、233,000屯の建設材料を費した。オシヤウネシー堰堤工事中は一日400屯以上のセメントを輸送した。此の鐵道の費用は準備費を含み2,800,000弗である。

同時に製材所及エレナー堰堤、チェリー河上水、チェリー發電所、延長33哩送電線を有する水力電氣設備が建設された。

エレナー湖堰堤工事

エレナー湖堰堤は鐵道終點から11哩奥地にあつたが、鐵道の完成する前に工事が初められた。此の堰堤は連續拱型で(11圖参照)

ジョアクイン溪谷を横切る鐵管)

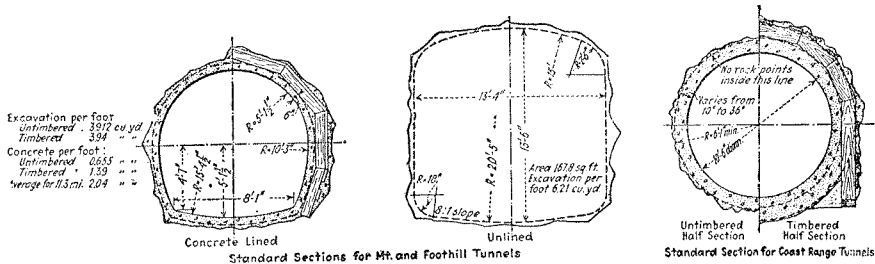
- 5、コースト、ランチ區間 延長25.1哩及3.5哩の2種の隧道。
- 6、サンフランシスコ灣横斷區間、延長21.2哩鐵管。
- 7、半島區間、延長1.9哩(クリスタル、スプリングス貯水池に至る隧道及上水路)

次に準備設備の道路工事より各區間別に工事概要を記して見る。

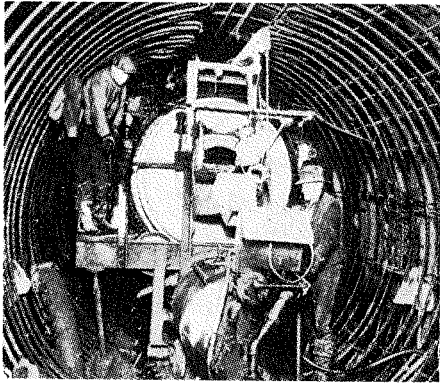
準備設備

マサーからヘッチ、ヘッチー溪谷へは8哩の花崗石岩壁を迂曲する只1つの山道があるのみであつた同じくエレナー湖に行く道及アアリー取入口に通ずる道は1哩に2,000呎の昇降を有する険しい山道であつた。

其處で先づ工事用材料運搬道路として、マサーからヘッチ、ヘッチーに至る山道が幅22呎、最大勾配



(8) 山間地方フーシル地方及海岸地方の隧道断面圖。



(9) フーシル 隧道鉄筋組立状況。

高70呎
長1260呎
頂高4,661呎
1:2:4混凝土11,640立方碼
鉄筋131屯

である。中央部は20個の40呎経間拱より成り、両側は重方式擁壁より成る。一方には排水路があり工費270,000弗を要した。

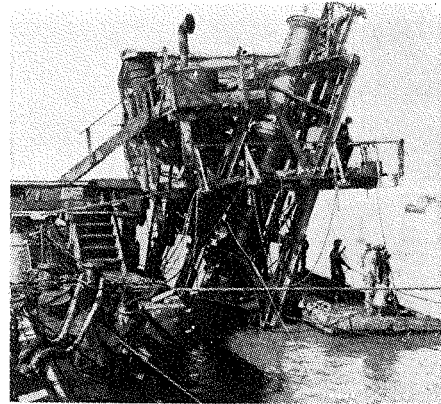
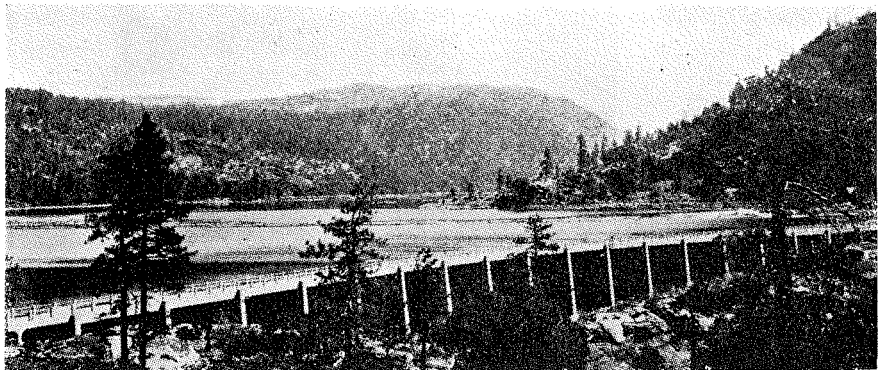
貯水池容積は28,000エーカー呎で、将来必要の折には218,000エーカー呎以上の容積を有する堰堤の建設が可能である。

堰堤工事に必要な型枠材料は、貯水池建設位置に密生して居る木材を伐り製材して用ひ、竣功後は渴水期を待つて取拂ひを行つた。

オシャウネシー堰堤工事

本工事中單獨工事として最大のものであつて、重方式堰堤である。河底より226.5呎の高さにあり、其の基礎は最も深い切取の箇所では、118呎河底より下にある。(6圖參照)

(11) エレナー堰堤、連続拱構造で水位4.661呎容積28,000エーカーフット。但し将来218,000エーカーフットに擴張可能。



(10) 42吋鋼管の灣中沈下作業。

高340呎
長600呎
基礎巾最大 298呎(高80呎繼ぎ足しを考慮さる)
頂高 3726.5呎
混凝土量400,000立方碼

である。此工費は6,000,000弗であり、別に排水弁及開門は700,000弗で購入して居る。雜工事費を入れれば8,000,000弗となる。

工事に先ち、基礎ボーリングを行つた結果大花崗石及び堅硬な地層より成る事を確めた。

基礎は非常な注意を以て建設せられ其面は荒刻みとした。工事中トオルムネ河の河水は、321呎の假堰堤で岩壁間を塞ぎ23×25呎断面の隧道で外に導かれた。此の工事に使用した砂は上流3哩の地點より採取され極めて良質であつた。

アアリー取入口工事

ヘツチ、ヘツチーから流れ落ちた水は、トオルムネ河を流れアアリー取入口に達する。此の落水で、60,000hpの水力電氣が興される。



(12) レッドマウンテンパーのサイホントウルムネ河横断
溪谷の部分は9 $\frac{1}{2}$ 呎の鐵管を厚い混凝土で防護してゐる。

高81呎
長262呎 頂高2,356呎
の混凝土拱堰堤である。南側の拱臺は花崗石岩壁に
取り付け、北側は 3,600 立方碼の混凝土橋臺を作つ
た。北側橋臺は 5 つの徑23呎の閘門より成る排水路
があり、自動的に働き取入
口の隧道上に於て水面を、
2,316 或は20呎に保たせる
設備をなしてある。工費は
570,000 弗を要し、1923-19
24年に出來た。

山間隧道工事

アアリー取入口からブラ
イエスト貯水池に至る19哩
の區間であつて、内7.5哩は
13 $\frac{1}{2}$ ×13 $\frac{1}{4}$ 呎の花崗石天然隧道、残り 11.5哩は混凝土
土を捲いた馬蹄型10 $\frac{1}{4}$ ×10 $\frac{1}{4}$ 呎隧道である。(8圖參
照) 此の容量は400m.g.d.である。此の隧道工事には
80 は火薬を用ひられた。



(13) 代表的集水區域。厚い雪原の間に無数の
小湖水が點在し、純良の水源を作つてゐる。

箱型で附屬物を含み工費640,000弗である。
高50呎
長855呎
頂高927呎

鑿岩に要した純工費は、勞力費1呎當り25
弗、材料11弗で、進工能率は一ヶ月間に花崗
石で最大451呎、平均220呎、石版岩で最 \times 77
6呎、平均460呎である。但し之は世界鑿岩隧
道工事中の最高記録であると思ふ。1呎當り
捲混凝土量は1.79立方碼で一日平均 80-115
呎施工した。測量、道路、其他の費用を含み
工費は1呎當110弗(鑿岩約75弗、縁取り35弗)

隧道の上端から5哩の地點で、トオルムネ
河の南部分岐點を横切る處で、徑9 $\frac{1}{2}$ 呎長225
呎の鉄打鋼管が混凝土橋脚に支へられ、4 徑
間の不等連續桁になり、最大徑間74呎ある。

露出部は6吋厚の木材で防護されて居る。
此の工事は1925年に竣工した。

モツカシン諸設備工事

此の工事はプライエスト貯水池、發電隧道
導水管及モツカシン發電所及送電線等である
プライエスト堰堤

高147.5呎
長1100呎
頂高2,245呎
此の堰堤は箱

型で土及岩石を填充する。混凝土量 17,000立方碼、
填充量 717,000 立方碼で、上流側は水、下流側は軟
岩及土を填充した。完成後12年後の今日、上流側填
充は2.5呎、下流側は9呎沈下した。工費は1,000,000
弗で、1921-1922年に至る工期18ヶ月を要した。

此處から出て居る發電用
隧道は断面13×13呎馬蹄型
で、延長5,370呎ある。隧道
及隧道取入口工費は1,300,0
00弗である。

モツカシン發電所及送電
線は將來を考慮し、50%の
増加を見込み80,000kva、に
對する設備をなした。

發電所を出た水はモツカ
シン調節池に入る。堰堤は
箱型で附屬物を含み工費640,000弗である。

填充量 143,341立方碼。

フーシル隧道工事

此の工事区間はモツカシン区間から西に5.2哩の区間である。レッド、マウント、バーでは徑 9 $\frac{1}{2}$ 呎長 2,400呎の鋼管でトオルムネ河溪谷を横切つて居る。(12圖参照)此のサイホンは珍らしいものであつて、支柱に蝶番を使用し、支柱及礎着材の構造を小にし、經濟ならしめて居る。此は亞米利加に於て2つ目の試みである。1925年以來、桑港市に迄上水が通水する間、モツカシンを通つた水は此のサイホンで放棄せられ且つ河に注ぎ返された。此の設備を利用して發電所を作つた。

フールシの隧道は 10 $\frac{1}{4}$ × 10 $\frac{1}{4}$ 呎混凝土捲馬蹄型 (52%) 及 13 $\frac{1}{2}$ × 13 $\frac{1}{2}$ 呎断面の二種より成る。工費は 7,700,000 弗で、1926—1929 年に建造せられ、延長 15.85 哩、1 呎當工費雜費を含み 92 弗である。

サン・ジヨアクイン鋼管工事

サン・ジヨアクイン溪谷を横切り、フーシル隧道の西端と、コースト・ランジ隧道を結ぶ、徑 56—66 吋延長 47.5 哩の鋼管工事である。鋼管の厚さは $\frac{1}{2}$ 吋で、之に要した鋼材は 40,000 屯に上り、工費 4,187,919 弗である。鋼管は地下水の爲の腐蝕を防ぐ爲に膠泥で捲かれて居る。

コースト・ランジ隧道工事

本工事中最難工事であつた。断面は 10 $\frac{1}{2}$ 呎で延長 25 哩である。此の区間は軟弱な砂岩で滲み出て来る地下水の爲に土が直ぐ崩壊するので、混凝土捲付工事の爲に掘鑿は常に止められた。普通の地質の所では支保工は 8 × 8 吋柱を 5 呎間隔に置いたが大荷重のかゝる箇所では、最大 16 × 24 吋柱を 2.5 呎間隔に置いた。且つ急速に混凝土の強度を増さしめる必要上急結セメントを使用した。混凝土捲工事は厚 3 呎に達した箇所がある。

毒瓦斯に遭遇す

此の工事中、硫化水素及メタン瓦斯に遭遇して大いに困難した。

硫化水素は人體の血液に吸収される時は、一時眼が見えなくなる性質を有し、ミツチエルの鋼管を沈

める時及アラメダの取入口から掘鑿した時に出遇つた。此の瓦斯のあつた事は非常な困難を伴ひ多くの時日を失つた。

メタン瓦斯は爆發性のものであつて充分な注意が拂はれたにも係らず、190年7月17日に隧道内で爆發し、12人の生靈を奪つた。此の爆發の原因に就き種々調査して見たが不明であつた。然し結極より充分な安全装置が施され、爲に之又多くの時日と工費を失つた。

掘鑿工程1日量は最大17呎平均7呎で、混凝土捲工事は非常に難工事であつて最大2.2呎最小1.1呎の記録を見ても其の難工を推測される。工費は1呎當 82.3—126.5 弗で總工費 4,724,468 弗である。

混凝土捲工事

混凝土捲工事の混凝土は隧道内で混合せられ、壓搾空氣吹付機で吹き付けられた。

灣底横斷工事

桑港灣の南端を横ざり海底鋼管が敷設せられた。此の区間は三條の徑 42 吋の灣底鋼管と、ラムバートン、ストレートに於ける半哩と、5.6 呎徑の鋼管 20.7 哩を含む。

結 語

以上各工事区間に就き概述したが、ヨセミテ國立公園内のシイールラの、ヘツチ・ヘツチー貯水池を發してより桑港半島に至る延長實に 155.2 哩に達し、内隧道延長 81.9 哩、鋼管延長 72.7 哩で、途中、貯水池、調節池、發電所其他總ゆる附隨工事を含む膨大な工事であつて、將來必要とあれば何れも現在以上の能力を發揮し得ると云つて居る。總工費 1 億弗の巨費を投じ、マツサーからヘツチ、ヘツチーに至る最初の工事用道路が 1914 年 7 月に竣功してから、今日に至る 20 年間の長日月を経て全工事の竣功を挙げた。

— 終 —

SLUMP TEST

混凝土試験の
最も簡便なる方法

貴下の現場では混凝土にどんな試験を施して居りますか？

混凝土の稠度(Consistency)を試験して建造物に一定の強度を與へる爲のスラムテストこそ、凡ての混凝土工事を合理的ならしめ、その精密と安全を保證する唯一の最も簡便な試験です。用具は………

- | | | | |
|------------|-----|--------------------|-----|
| 1. スランプコーン | 壹 個 | 4. スコープ | 壹 個 |
| 2. 搗 棒 | 壹 本 | 5. 檢寸定規 | 壹 本 |
| 3. コ テ | 壹 個 | 6. スランプ
テスト記入用紙 | 百 枚 |

以上一組を箱入として、工事畫報社の工事研究會で製作分讓して居ります。用法とテストの記入法などカードに印刷して箱蓋に貼付してありますから、工事監督の工夫君にても助手君にても簡単に使用出来ます。

一組の代價は 金 拾 五 圓 荷造料運賃内地壹圓五拾錢
同 上 海 外 參 圓

東京丸ノ内三丁目六番地(電話丸ノ内(23)2633、振替東京70265)

工事畫報社内 工事研究會