

報 文

UDC 627.8(522.4)
621.311.21

旭化成水ヶ崎発電所工事について

正 員 西 沢 治*

ON THE CONSTRUCTION WORK OF MIZUGASAKI POWER PLANT

(JSCE July 1951)

Osamu Nishizawa, C. E. Member

Synopsis The present power plant was designed as a private power plant for the exclusive use for the Nobeoka Works of the Asahi Chemical Industry Co., Ltd. The total output of this plant is to be used to increase the products of artificial silks, ammonium sulphate, gun powder, etc, together with the existing coal power plants, the total power of which is 68 000 kW.

The author describes the construction work of this plant in detail.

I 計画概要

本発電所は旭化成工業株式会社延岡工場の自家用発電所として計画したもので全出力は同工場既設の水火力合計 68 000 kW の発電所と共に人絹硫酸火薬その他の増産に使用する。

計画の概要は宮崎県高千穂町押方の日発高千穂発電所放水口下流 350 m の地点にて五箇瀬川を横断し、堰堤を築造してその右岸に接続する取水口より河水を取入れ、沈砂池を経て隧道により同県同町水ヶ崎の水槽に導き、2条の水圧鉄管により発電所に送水し、各1台の水車を運転し合計 16 000 kW の発電をなし、延長約 1 400 m の放水路隧道により旭化成五箇瀬川発電所の取水口に放水せしめる。なお支流押方川及び秋元川より取水し夫々水路橋及び水槽に導き入れる。

発電所位置 宮崎県高千穂町水ヶ崎
取水河川名 五箇瀬川水系五箇瀬川
使用水量(最大) 24.20 m³/sec
(常時) 11.20 "

有効落差(最大)	78.150 m
(常時)	79.870 "
発 電 力(最大)	16 000 kW
(常時)	7 500 kW
年間発生電力量	105×10 ⁶ kWh
工 期 着 手	昭和24年12月1日
発 電 開 始	昭和25年12月15日

II 水路工作物

1. 基本計画

(A) 使用水量: 五箇瀬川は阿蘇外輪山に源を發し熊本宮崎県界の熔岩合地を侵蝕して流れ宮崎県延岡市にて日向灘に注ぐ九州東海岸に於ける屈指の河川である。流況頗る良好で早くから水力の開発が行われ旭化成五箇瀬川、日発高千穂星山の如く 10 000 kW 以上のものを始め 8ヶ地点 50 000 kW が既に開発されている。

本計画地点は名勝天然記念物高千穂峽をはさみ史蹟及び観光の見地から屢々の開発計画を阻み今日に及んだが、時代の変貌は伝説豊かなこの景勝の地の温存を

* 旭化成工業株式会社, 延岡工場工務部

許さざるに到り、遂に千古の秘境は開かれ天賦の資源は近代科学によつて脚光を浴び、日本産業再建の一礎石がこの由緒ある地に樹立されるに到つた。

取水地点の流域面積合計 465 km² 流域 100 km² 当りの流量は次の通りである。

豊水量	5.21 m ³ /sec
平水量	4.09 "
低水量	3.35 "
渴水量	2.42 "

以上の如く豊渴水量の比が略々 2:1 程度なので最大使用水量は自然流下量の豊水量に等しく採つた。

(B) 貯水池又は調整池: 以下により差当り貯水池等は設けない。

- a) (A) の如く流況が良好で豊渴水の差が小さい。
- b) 地形及び名勝の関係上貯水池を設けると利用落差が半減する上に工費も莫大となる。
- c) 一般供給電力と事情を異にし、日負荷の変動が小さい、工場既設の火力で充分調整出来る。

図-1 本流水路一般平面図

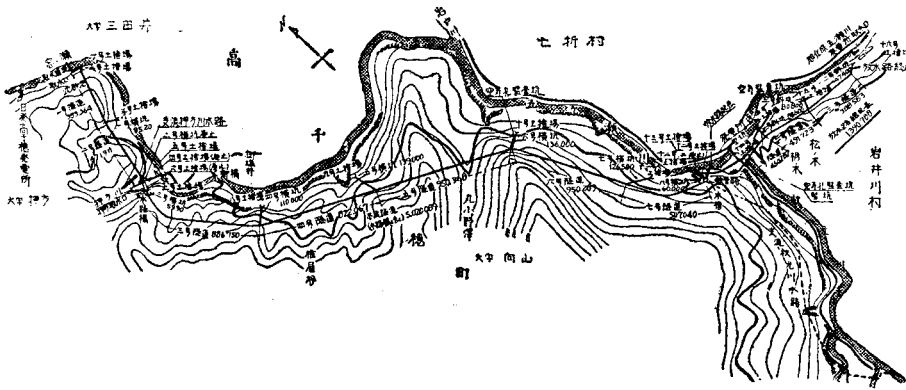
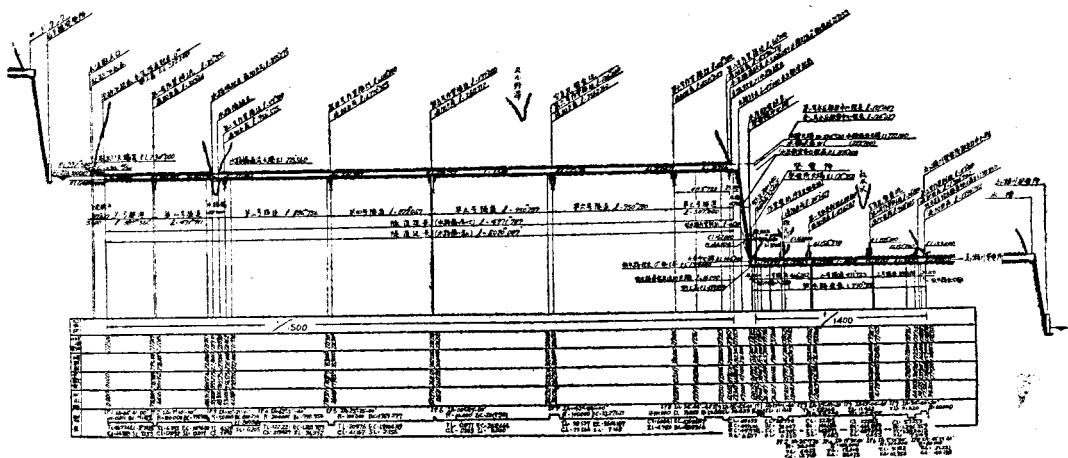


図-2 本流水路一般縦断面図



(紙面の関係上図を非常に縮尺致しましたので、数字が見難くなりましたから、必要な方は拡大鏡) を御利用の上御覧下さるようお願い申し上げます。 編集部

d) 年間負荷の変動は工場の電解設備に余裕があるので、豊水期にフル運転し半製品となし、渇水期まで貯蔵し、完全に貯水池に代替させる。

(C) 利用落差: 上流高千穂発電所放水位と下流五箇瀬川発電所取水位の間に残された総落差を完全に利用することにした。この為取水堰堤及び放水路の設計には格別の検討が加えられ、後述の如き特殊の構造を採用することになった。

(D) 排砂: 急流河川より取水する水路式発電所が洪水時の砂礫に悩まされ、完全な排砂機能を発揮するものが少なく、或いは取水堰の埋没或いは水路内の砂礫堆積等に年々莫大な維持費を余儀なくされている。更に近年奥地の山林の濫伐はこれに拍車をかけた感があり、その被害たるや止るところを知らぬ状況に鑑み、当発電所の排砂対策には万全を期し、本流排砂路及び沈砂池の三段構えの龐大な排砂施設は既にグレイス、キジア台風の試験に耐えて十分に成果を挙げた。

2. 構造大要

A) 堰堤:

総延長	71.600 m
制水門	高4.800 m × 巾7.500 m 2門
排砂門	高6.300 m × 巾4.000 m 1門
溢流部	高2.700 m × 長41.600 m
橋脚	高21.500 m × 巾2.000 m 5脚
鋼製トラス橋	支間34.000 m × 巾員1.800 m
鉄筋コンクリート桁橋	支間9.500 m × 巾員4.300 m 2連
〃	支間6.000 m × 巾員4.300 m 1連

堰堤は堰堤築造による背水のため高千穂発電所放水位に影響せぬよう且つ又出来るだけ河状を変えぬよう2門の制水門によつて在来の低水敷を堰止め、溢流頂を在来の高水敷とし、新たに取水庭及び排砂路を開鑿して、洪水時門扉を捲上げた場合寧ろ洪水位の低下するように計画した。

B) 取水口及び沈砂池:

鉄筋コンクリート構造	取水口と沈砂池は直結
取水口有効巾	20.000 m
沈砂池	17.200 m (隔壁を有する)
〃 延長	103.127 m
取水口制水門	3.500 m × 5.000 m 4門
沈砂池	4.700 m × 5.800 m 2〃
〃 排砂門	2.000 m × 2.000 m 2〃
取水口スクリーン(75m/m)	5.000 m × 5.000 m 4〃
沈砂池スクリーン(40m/m)	5.000 m × 6.000 m 2〃

隧道入口に近く設置した沈砂池制水門により水路に流入する水量を調節する。最大流速は取水口において0.533 m/sec, 沈砂池にて0.260 m/sec, 沈砂粒径は最小1 m/m までとした。

C) 隧道:

コンクリート及び鉄筋コンクリート構造	(巻厚20~35 cm)
仕上内径	3.960 m 馬蹄型
勾配	1/1500
延長	5 020 m
無圧	(但し下流 1 000 m はグラウト施工)

D) 水路橋:

鉄筋コンクリート抛物線無鉸拱橋	
延長	48.300 m
幅員	3.960 m (余水吐を附す)
排砂門	1.500 m × 1.200 m

隧道の地質は熔岩地帯と古生層の砂岩その他の互層の間を縫う為極めて変化が多く、概して軟弱であつた。また堰堤取水口及び沈砂池には数多くのゲートがあるので高水時万一誤操作があつても隧道に水圧がかゝらぬように水路橋の両側壁を溢流型とした。

E) 水槽:

鉄筋コンクリート構造	横溢流型
延長	49.000 m 制水門 6.000 m × 3.375 m 2門
幅員	9.454 m 排砂門 1.500 m × 1.800 m 1門
有効容量	1 900 m ³

F) 水圧鉄管路:

水圧管	軟鋼製全溶接管内径 2.300~2.200 m
管厚	8 m/m~18 m/m
延長	1号管 121.447 m
	2号管 124.027 m
総重量	186.817 匁

G) 余水路

余水管	軟鋼製 内径 3.000 m~1.300 m
管厚	8 m/m 1条
延長	144.259 m
重量	47.286 t

H) 発電所:

鉄筋コンクリート構造	
基礎	長 24.700 m × 巾 11.200 m × 深 17.600 m
建物	長 33.500 m × 巾 10.500 m × 高 15.350 m
屋外変電所	1 260 m ²
発電機	10 000 kVA 2台
水車	9 000 kW 2台
変圧器	6 700 kVA 4台
起重機	60 匁 1基
吸出管制水門	1.650 m × 2.325 m 2門

I) 放水路隧道:

コンクリート及び鉄筋コンクリート構造	(巻厚20 cm~45 cm)
仕上内径	3.960 m 馬蹄型
延長	1 390 m
勾配	1/1 400
制水門	3.960 m × 3.960 m 1門

計画当初発電所を現在位置に置くか五箇瀬川発電所の取水口附近にするかについては、技術的経済的の面からではなく地元高千穂町の強硬な要請によつて決定した為、狭隘の地に各種の工作物を余儀なくされ、その

為土工量の増大を招きし終始工期に追われる破目に立ち到つた。特に水圧鉄管路下部発電所基礎及び放水路は地表より 20 m 河川平水面より 5~15 m という悪条件下に置かれた為、入念な地質調査の結果に従い、セメント注入を施し、しかもなお不測の事故に備える態勢を常時続けた。

3. 工事明細

A) 仮設備の概要:

仮建物(事務所倉庫宿舎)	5 500 坪
内訳 請負関係	4 000 〃
会社関係	1 500 〃

工所用機械(請負設備)

コンプレッサー	50~100 HP	38台
シャープナー	34 ~ 50 #	12 〃
ミキサー	6~21 切	20 〃
ブレーキクラツシャー	10~20 HP	16 〃
捲揚機(単胴)	10~50 〃	16 〃
(複胴)	15~50 〃	20 〃
タービンポンプ	10~15 〃	31 〃
ヒューガルポンプ	5~10 〃	2 〃
その他		

製砂設備(会社設備)	10 t/h	2 sets
ブレーキクラツシャー	20 HP	2 〃
シェイキングスクリーン	5 HP	2 〃
コンクラツシャ	30~50 HP	2 〃
パイプレイチングスクリーン	5 HP	2 〃
コニカルボールミル	10 〃	2 〃
サンドワッシャー	3 〃	2 〃

工所用変電所(会社設備) 3 000 kVA 2 sets

B) 工所用資材:

鉄鋼(素材)	1 722 t
釘	39 〃
鉄線針金	34 〃
鋼索	20 〃
セメント	17 000 〃
木材	35 000 石
燃料油	278 000 立
潤滑油	130 000 〃
グリース	5 550 kg
火薬	114 000 〃

資料の輸送は総て日ノ影線日ノ影駅迄貨車輸送し、発電所現場 10 km, 堰堤現場 18 km 間はトラック運搬によつた。又現地には砂がないので延岡より輸送したが日ノ影線及びトラック運搬の能力から勘案して1年間で完遂する為所要量の半ばを現地で採取の岩石で製造することにした。当現場の場合コンクリート用細骨材として質量並びに経済面共に辛うじて合格という程度であつたが、今後研究を進めれば質の改善と共に経済的にも充分引合ものゝ確信する。殊に A E コンクリートが発達すればウオーカビリティの問題も解決されて益々有望と思われる。

C) 工所用動力:

設備馬力数(25年6月)	5 200 HP
最大月間使用量(〃)	953 150 kWh
月間最大負荷	1 720 kW

D) 労務者:

1日平均(25年6月)	3 387 人
月延人員(〃)	93 114 〃
総延人員(25年12月)	959 795 〃

E) 工事経過:

	年/月	年/月
堰堤 掘鑿	15 000 m ³	24/12~25/6
コンクリート	5 200 m ³	25/2~25/9
取水口掘鑿	33 000 m ³	25/1~25/10
沈砂池	4 900 m ³	25/5~25/10
水路橋掘鑿	1 000 m ³	25/1~25/2
コンクリート	840 m ³	25/3~25/6
隧道 導坑	5 020 m	24/12~25/7
切拡	5 020 m	25/2~25/8
拱側壁	5 020 m	26/4~25/10
仰拱	5 020 m	25/9~25/11
水槽 掘鑿	10 600 m ³	24/12~25/6
コンクリート	5 300 m ³	25/5~25/9
鉄管路掘鑿	6 400 m ³	25/1~25/7
コンクリート	1 850 m ³	25/5~25/10
発電所基礎掘鑿	14 800 m ³	24/12~25/4
コンクリート	3 300 m ³	25/5~25/7
建物コンクリート	1 080 m ³	25/5~25/9
機械据付	1号機	25/10~5/12
	2号機	26/1~26/3
放水路導坑	1 390 m	24/12~25/6
切拡	1 390 m	25/2~25/7
巻立	1 390 m	25/3~25/9
仰拱	1 390 m	25/9~25/11

III 工事費

水路工事費

用地費	2 000 000(円)
堰堤費	31 000 000
取水口及び沈砂池費	40 000 000
隧道費	241 880 000
水槽費	27 060 000
水路橋費	4 630 000
鉄管路費	18 920 000
発電所基礎費	29 690 000
水車発電機費	131 000 000
放水路費	96 680 000
掘鑿土砂処理費	14 100 000
諸建物費	18 620 000
支水路工事費	40 000 000
補償費	3 000 000

電気工事費

送電線路費	6 000 000
仮設備費	3 000 000
測量及び工事監督費	85 200 000
予備費	3 000 000
計	850 000 000

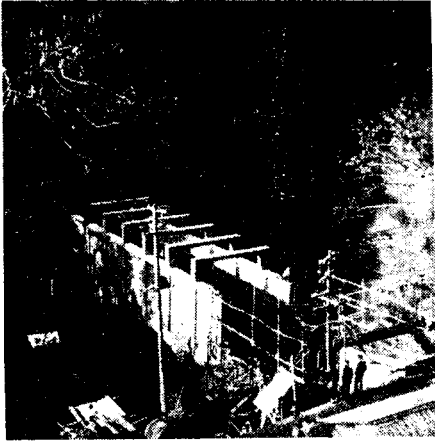
建設費 kW当り = $\frac{850\,000\,000}{16\,000} \approx 53\,000$ 円

kWh当り = $\frac{850\,000\,000}{105\,000\,000} \approx 8$ 円

写真—1 通水式当日の堰堤全景



写真—3 押方川水路橋



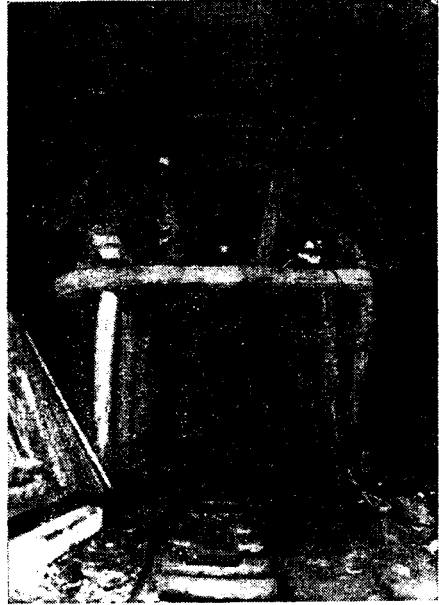
写真—4 通水式当日満水せる水槽全景



IV 結 語

水ヶ崎発電所の建設工事は、久保田豊先生の御示唆により、1ヶ年の工程を立て、予定通り1年の短時日で発電開始を実現したが、これは極めて稀な工程に属すると思われる。(赴戦江第4発電所——昭和8年に

写真—2 第1工区第22横坑下に隧道内
根巻施工中の現場



写真—5 落成式当日の水ヶ崎発電所



完成した本発電所は水ヶ崎と同様、半地下式流込み式で、最大 14000 kW——の如き僅か9ヶ月で完工した異例もある。

24年12月着工以来幾多の悪条件、特に「フロシー」「グレイス」及び「キジア」台風の連続暴威に曝されつゝ遂行されたこの難工事は正に一つの奇蹟であり、

不屈の信念よく神の試練に耐え得たことはこの発電所の輝しい将来を約束するものと確信する。故野口遵社長の衣鉢を継いだ旭化成が、本社、延岡工場及び水ヶ崎現場三位一体となり、終始乱れぬ協力によつてこの成果を得、些か故人の薫陶に酬い得たことは、発電事業のみでなく日本産業再建のあり方に一つの示唆を与えたものと信ずる。

又土木工事を担当した西松建設、大和土建、鹿島建設及び大豊建設の夜を日についだ獻身的な協力並びに

僅か2ヶ月間然も未完成の土木工事と出合い丁場で鉄管又は機器の据付を行つた日本鋼管及び日本工営の諸氏の労は利害打算を超越して日本水力技術の真価を再認識させたもので高く評価さるべきものである。

最後に本工事の計画当初から設計施工を通じ終始御指導御鞭撻を賜つた日本産業再建技術協会久保田豊先生始め協会員各位の協力並びに設計に貴重な示唆を仰いだ東大本間博士の御厚意に対しては本誌を通じ心からの感謝を捧げこの報告を終ることにする。

(昭. 26.4.25)

UDC 627.823.4
624.131.433

堤体の滲透流線決定に関する実験

正員 久保田 敬一*

EXPERIMENTAL RESEARCH OF THE STREAM LINES THROUGH AN EARTH DAM.

(JSCE July 1951)

Keiichi Kubota, C. E. Member.

Synopsis The present author discussed the determination of the seepage water quantity under the title "Experimental Research of a Seepage through an Earth Dam (Part I)". In this paper, he explains some results of this experiment of seepage through an earth dam in order to determine its stream lines. As a result, the author found that the all stream lines through an earth dam fit to the parabola of 2nd order exactly, and it is unsuitable to assume the stream lines as the basic parabola always.

要旨 著者は前に土堰堤の滲透に関する実験的研究の中、滲透水量の決定に関する結果について論述した。¹⁾ 今こゝに続報として流線に関する結果を述べることにする。結論として流線は二次拋物線と仮定して差支えないこと及び流線を常に基本拋物線であると仮定することの妥当でないことを確め得た。

1. 実験方法

著者の行つた実験装置は前に説明した通りであつて、²⁾ 堤体を作つた砂は豊浦砂、相馬砂及び豊浦砂に重量比にして23.3%の花崗岩粉を混入したものと3種とした。水位は水位管A、B及びCの3つの読みの平均をとつて求める。又堤体の均一性を充分保たせるために砂を水槽に入れる時には特に考慮して特別の容器で、常に一定の高さから砂を入れるようにした。砂の詰め方及び砂の物理的性質は前に説明した通りである。³⁾ 写真一は水位管Cの水位上昇状況、

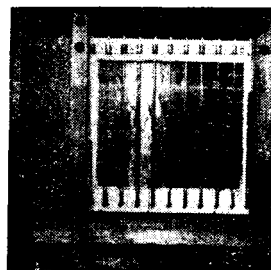
写真二は同じくA及びBの水位上昇状況を示したものである。但し何れも

$h_1=370$ mm, $h_2=160$ mmの場合の一例に過ぎない。A及びBの読みが違つて見えるのは写真を多少下から上向きにとつた関係であつて両者の読みは常によく一致している。

2. 流線の形状

実験は上流側水深 h_1 、下流側水深 h_2 を種々に変化せしめてその各々について水位を測定して流線を決定す

写真一



写真二



* 徳島大学教授、工学部土木教室

1) 堤体の滲透に関する実験的研究(第1報)土木学会誌 36巻3号