

白水溜池堰堤 — 通称 白水ダム —

— 大分県竹田市 —

細川 吉晴

1. 大分県竹田市における水利施設

熊本県と宮崎県の県境に位置する竹田市の国道沿いに「奥豊後（竹田市）石と水が織りなす文化へのお誘い」と書かれた大きな看板がある。その左半分が白水溜池堰堤（通称 白水ダム）であり、残り半分に音無井路円形分水や明正井路六連橋などの水利施設が載っている。竹田市観光協会の資料に、竹田市は4つのエリアに区分されるとして、①直入エリア：長湯温泉など、②久住エリア：九重高原など、③城下町竹田エリア：JR 豊後竹田駅や瀧 廉太郎が「荒城の月」を作曲する際にイメージを得たといわれる岡城跡周辺、および、④荻エリア：白水溜池堰堤など、を紹介している。④は山あいにあるため用水の不足が多かったことから水争いが起きた地域でもあり、前述の円形分水（分水工のこと）はその水争いの解決策であった。

2. 白水溜池堰堤の位置と概要

竹田市と豊後大野市緒方地区には、受益地 399.2 ha を有する富士緒井路がある。この用水量が不足することが生じて問題となり、この解消のために、大野川の上流に白水溜池堰堤が設けられた（図-1）。この所在地名は大野川が境界として流れているために、左岸が荻町鳴田、右岸が次倉字万田迫である。この堰堤の下流約 1.3 km の大野川頭首工から富士緒井路幹線水路に取水している。

表-1 に白水溜池堰堤の諸元を富士緒井路幹線水路の概要とともに示す。堤高が 15 m 以上のものをダムと定めた河川法からみて、堤高が 14.1 m では堰堤である。この諸元で、型式は重力式ダム、材料は堰堤外表面（上流面・越流面・下流面）が練石積み・練石張り、内部の上流主堰堤がコンクリート、ダム軸よりわずか下流の主堰堤が割石と間詰めコンクリートである。型式は重力式でよいが、重力式コンクリートダムや重力式割石コンクリートダム、あるいは、重力式コンクリート造および石造などいろんな記載がある。現地足に足を運べば一目瞭然で、越流面が練石積み・練石張りによるため、堰堤本体は見えない。原図や工事写真から判読しても、上記の3種類の材料を多くの石工や人夫による石積みやコンクリート敷設によって下層から上層へと築造された。

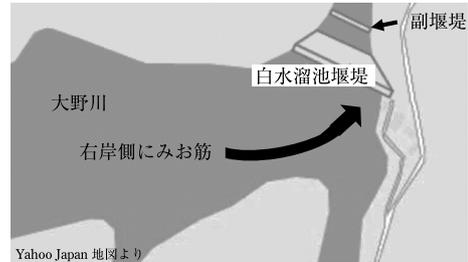


図-1 大野川と白水溜池堰堤・副堰堤の位置

表-1 白水溜池堰堤の諸元と富士緒井路幹線水路の概要

型式	重力式ダム
材料（設計図と工事写真から筆者が判読）	上流／越流／下流壁：練石積み・練石張り 主堰堤：割石+コンクリート 上流主堰堤：コンクリート
用途	灌漑用水
所在地名 （左岸） （右岸）	竹田市荻町鳴田 竹田市大字次倉字万田迫
河川名	大野川水系大野川：一級河川
堤高	14.1 m
堤長	87.26 m
流域面積	96.4 km ²
湛水面積	10 ha
総貯水容量	600,000 m ³
設計・監督	小野安夫（大分県農業土木技師）
着工／竣工年月	1934（昭和9）年9月／1938（昭和13）年3月
工事費	21万円（現在に換算：約210億円）
事業主体	富士緒井路土地改良区
富士緒井路幹線水路の概要	総延長：15 km 最大取水量：2.199 m ³ /s 受益面積：399.2 ha（水田）

この堰堤に関する資料は、富士緒井路土地改良区（以下、「土改区」という）から提供を受けた「通水 100 周年富士緒井路水利史」¹⁾、富士緒地区事業概要²⁾、当時の工事写真、原図（平面図と No.5・No.19 の断面図）、および、竹田創生館の「白水ダム物語（改訂版）」³⁾ である。表紙写真から、白水溜池堰堤の特徴として、白く輝きながら曲線に走り落ちる水と癒しの連続音の創造美に気づくであろう。そしてこの美観は堰堤に近づくほど確実に体感できる。このような美観を呈する堰堤をどのような思いで設計施工したかに、興味を持たない人はいないと思われる。

この堰堤の設計・監督者は、大分県農業土木技師小野安夫であり、工事着工が 1934（昭和 9）年 9 月、

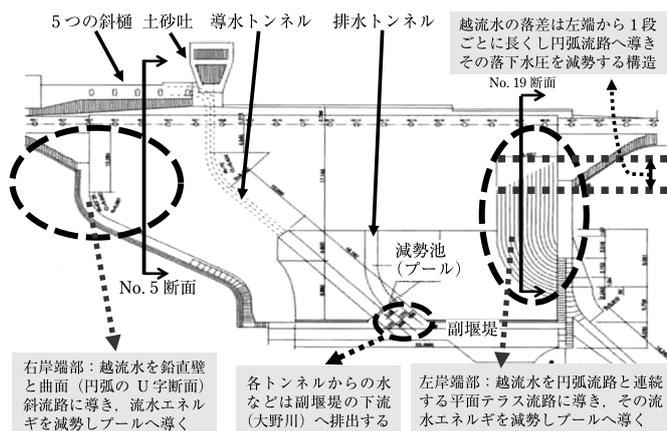


図-2 堰堤の平面図（原図が茶色に変色しすぎたので文献²⁾より転載、筆者加筆）

竣工が1938（昭和13）年3月である（工事着工・竣工年月も諸説あるため2016年10月下旬に土改区に確認した）が、この堰堤計画事業は、工事着工の2年前にさかのぼり進められた。文献1)によると、この溜池予定地（田畑山林・その他を加えた8.09 ha）の取得が1932（昭和7）年3月に決まったことを受けて、1933（昭和8）年に地質調査を行ったが予想以上に地質が弱く漏水もひどく、溜池の築造ができない可能性も出てきた。このため、漏水防止の研究と堰堤設置予定地の地質について2地点で再調査したが、第1地点はダム軸の両袖地質が思わしくなく、第2地点は河床地盤の厚さが約9.1 m以上あり、その両袖地質が第1地点より幾分良好で堤幅が短くなる点で有利と判断した。県の技師らによる現地精査で堰堤設置地を第2地点とし堤高が約13.9 mと内定し、ボーリング試錐を下流2カ所で進めた。1934年になり河床掘削やダム両袖への試掘で岩盤に達することを確認しながら、本格的に工事に着手することになる。小野が溜池堰堤築造に携わった年齢は着工の2年前も含め30～35歳であったが、彼を設計上悩ませた点は堰堤の基盤地質の漏水と脆弱さであった¹⁾。

3. 堰堤の構造設計の工夫と築造手順の推察

ここでは小野がどのような考えで設計したかを、原図や工事写真を判読しながら読み解くしかない。なぜなら、設計者は他界しているため堰堤築造の詳細を知ることにはできないし、築造当時の技術報告、たとえば工事工程、切石の大きさ、コンクリート配合、労務資材管理表など技術的な資料が土改区にないためである。ただ、この土改区の工事写真は撮影者不明として、松尾ら⁴⁾は分析研究に使用していない。

図-2に堰堤の平面図を示す。常時、越流させる型式であるが、水位が低くなった場合に利用する5つの斜樋と導水トンネル（鉄筋コンクリート現場打ち）、土

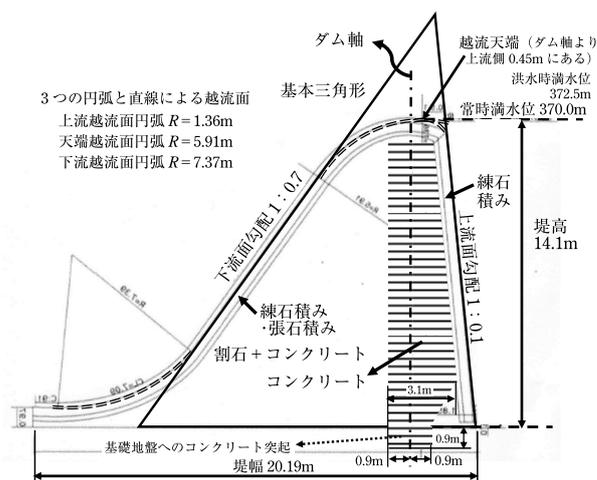


図-3 標準断面図（文献²⁾の図を左右反転したものに筆者が原図を参考に加筆）

砂吐（別にトンネルあり）、排水トンネル（鉄筋コンクリート現場打ちの底樋）が上流側に配置されている。図-1から右岸にみお筋があるため、特に右岸端堰堤への水圧および越流エネルギーが大きいことは想定できる。また堰堤両袖の地質がそれほど強固ではない^{1),3)}ことから、表紙写真から判るように、左岸端と右岸端で異なる構造とし、そこから落ち込む越流水と中央部堰堤からの越流水とを、副堰堤の手前の減勢池（プール）で合流させて減勢し、その後副堰堤を越させている。上流の導水・排水トンネルからの水（時には土砂など）は副堰堤の下流の大野川に導いている。このように、常時越流であり、両袖の異なる地質や水圧などへの対策として各所に構造的な工夫が取られている。

図-3に堰堤の標準断面図を示す。文献²⁾の図は原図のトレースが不明確で理解しづらいので、原図（尺寸法）の情報を加筆したものである。断面的には、基本三角形で安定構造が設計され、上流面勾配が1:0.1（84度）、下流面勾配が1:0.7（55度）、ダム軸は越流天端より0.45 m下流にあった。越流面は大小円弧3つと直線とで単純な構成であり、当時の工事を考えると“Simple is best”といえる。また、小野が苦慮していた基礎地盤は約3 m間隔でグラウチング補強した記録¹⁾はあるが、原図を細かに判読すると、堰堤底部でダム軸の前後0.9 m幅と高さ0.9 mのコンクリート突起を設計し、基礎地盤における漏水と堰堤滑動への対策を講じていた（この原図どおりに施工したかは確認が取れなかった）。この底部の突起から上方の天端近くまで最大幅3.1 mのコンクリート堰堤としている（配筋状況は不明）。

また、堰堤築造手順は、写真-1から判読して、①上流壁面は練石積み、および、②下流側越流面は張石積み（緩勾配まで）と練石積み（急勾配から鉛直壁）を

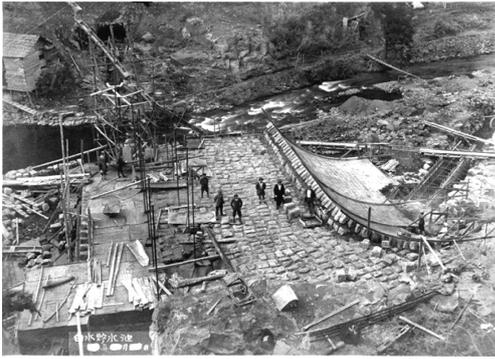


写真-1 右岸からの築造状況（本堰堤の敷き詰められた割石の右側に下流越流面の練石積み・練石張りが先行）

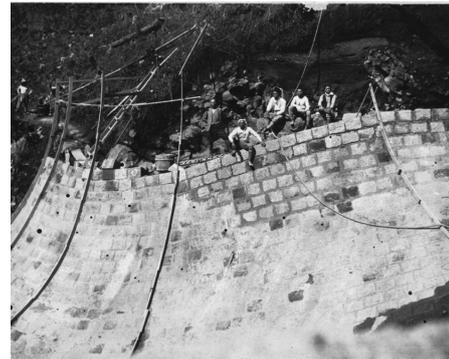


写真-2 曲面流路を板角材定規にならい築造している状況

先行して作業を行い、③下流側の石積みの内側に直方体に整形した割石を多数配置し、それらを不陸調整したのち割石同士の間詰めにはコンクリート（配合などは不明）を充填・締固め、その後、①と③の間に④上流側コンクリートを打設する手順と思われる。つまり①・②の積み上がったものを型枠として内側の③を敷設後、その固結を確認してから、④のコンクリート打設を、ある高さごとに作業を進め、最終的に越流面の石積みで完了。ただ、堰堤築造では事前に排水トンネルを中央に配置し、土砂盛土で半川締切りとし左岸へ上流河川水を誘導しながら、右岸から堤長の半分程度まで築造を進め、次に左岸から中央部へと進めており、排水トンネルは終始利用していた。

図-4に堰堤の右岸断面図（No.5地点）を示す。この構造的特徴は、越流面を大小3つの円弧と直線で構成して越流させた後の水の勢いを若干の直線と4つ目の円弧と鉛直壁で構成した曲面（U字断面）流路において減勢しながら、その曲面の延長の斜め流路に集めてプールへ導水している点である。たとえば、越流水の先頭は越流下面を下りながらエネルギーがあるため円弧面と鉛直壁に上るが、重力を受けて円弧面に戻りかける。その際に次に下ってきた越流水と衝突してエネルギーが減少し、U字曲面の斜流路を経てプールへ導

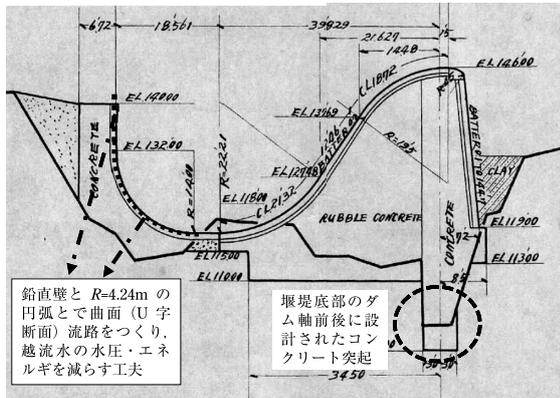


図-4 右岸断面図（No.5地点）



写真-3 右岸上流から見た鱗状白波の越流水（2015年1月23日筆者撮影）

く仕組みがある。つまり、脆弱地質の右岸の越流部補強とみお筋の強い水エネルギーへの対策が講じられている。

写真-2は、 $R=4.24\text{m}$ の円弧で曲面流路を造っている状況で、板角材定規にならい練石積み（モルタル練と布積み）で曲面づくりをしており、この後に鉛直壁を施工する。写真-3は、右岸上流から見た鱗状白波の越流水であり、これが斜流路を経てプールに導かれる。

写真-4に堰堤の左岸築造状況と現在の越流状況を示す。左岸側に水圧をできるだけ与えない配慮から、図-2の平面図右上の注記に示すように、左端から中央に向けて越流線を1段ごとに徐々に長くし、越流水を円弧流路とそれに連続する平面テラス流路で華麗に走らせて流水エネルギーを減勢し、さらに水平円弧を終点にして落水をプールへ導き、本越流水と合流させて減勢する工夫がみられる。

4. 設計者と白水溜池堰堤の美観

白水溜池堰堤は設計者の小野と豊後石工の英知と努力が実を結び完成する。小野は玖珠郡東飯田村（現九重町）に生まれ、幼少のころは近くの松木川にある龍門の滝をよく訪れていたという。九重町の龍門の滝観光協会ホームページに、「龍門の滝は落差20m、幅40mの二段の滝で、中間に滝壺があり、滝水は柱状節理

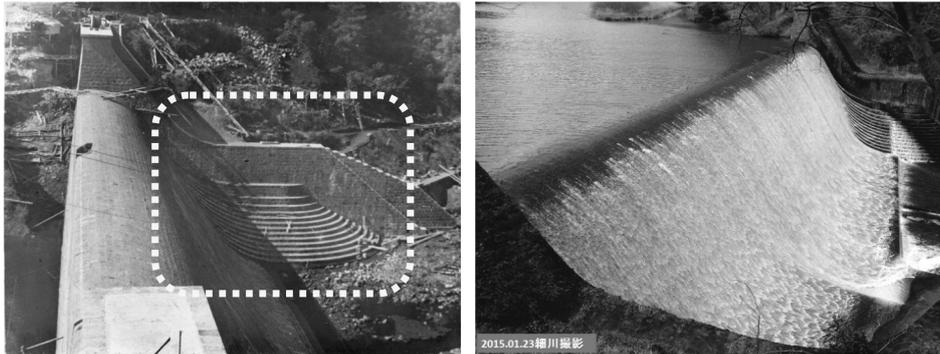


写真-4 堰堤の左岸築造状況（左）と現在の越流状況（右，2015年1月23日筆者撮影）

の美しい岩盤上をゆるやかに水晶のスタレをかけたように落下し、(中略)滝壺からあふれた水は広く滑らかな一枚岩の表面を無数の白玉となって落下する」と説明がある(写真-5)。小野はこうした滝水や落水、越流水など一筋に流れ落ちる情景を思い描きながら白水溜池堰堤を設計したに違いないと思われる。

幼少期に小野が感じたであろう美観を、結果的に具現化した堰堤は、1999(平成11)年5月にわが国初の国指定重要文化財に指定された。その評価点は、①明治以降の建造物で近代文化遺産にふさわしい現役の水利施設である、②石張りの堤面および左右の袖部の造形が特殊で、流れ落ちる幾何学的水流美が評価された、③地質不良の阿蘇溶岩地帯に築造された粗石コンクリートダム等であるという。専門家をして「わが国でもっとも美しいダムのひとつである」といわれている。

堰堤築造で小野が心配した漏水と脆弱な地盤および水圧と越流エネルギーの減勢への対策として右岸と左岸で異なる構造にした結果、堂々と流れ落ちる本越流と、右岸のU字曲面流路の鱗状白波水流(写真-3)、そして左岸の曲面および平面のテラスを華麗に流れ落ちる白波水流、の3つの越流美を形成したと整理できる。もちろん小野は、龍門の滝のように子供らが無邪気に水遊びできる水辺づくりも考えていたに違いない。土改区によれば、3月頃に森の木が芽吹き始め越流水が少ない条件で、カーテン状の美しい波紋を鑑賞できるという。また、この流水の動画は大分の某焼酎メーカーのCMで見ることができる。

また、堰堤内部の割石や切石の寸法は不明であるが、豊後石工が上流側壁面では直方体に整形した切石を定規にならない練積みし、越流面～下流面では白波が発生しやすい切石を、それも曲面石張りには小さめの石材を用いていると考えられる⁵⁾。なお、石材は整形しやすい凝灰岩であるため、上流側壁面の流木衝突と凍結融解作用による劣化も懸念される。工事の機会



写真-5 龍門の滝（龍門の滝観光協会ホームページから、筆者が一部切り取り転載した）

に、これらのことを確認したいものである。

謝辞 富士緒井路土地改良区(後藤理事長、岡部事務局長、阿南氏ほか)から原図のコピーや当時の工事写真の提供を賜った。また、竹田創生館の衛藤氏および(株)間瀬コンサルタント(福岡市博多区)の首藤氏から白水ダム関連資料を頂いた。ここに記して、感謝申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 富士緒井路土地改良区：通水100周年富士緒井路水利史、221p。(2014)
- 2) 大分県竹田直入地方振興局耕地課・富士緒井路土地改良区：富士緒地区事業概要一県営基幹水利施設補修事業一、6p。(2000)
- 3) 岡の里事業実行委員会：白水ダム物語(改訂版)、34p。(2007)
- 4) 松尾和人、星野裕司、小林一郎、本田泰寛：工事記録写真群に見る白水堰堤の造形と建設経緯、土木史研究論文集24、pp.121~128(2005)
- 5) 細川吉晴：大分県竹田市の大野川にかかる「白水溜池堰堤」の構造設計とその美観、第71回農業農村工学会中国四国支部講演会講演要旨集、pp.131~133(2016)

(元農業農村工学会理事・九州沖縄支部長
平成24年6月~26年5月)