

## 白水堰堤の設計と建設について\*

### Historical Research for Design and Construction of HAKUSUI Dam

松尾 和人\*\*、星野 裕司\*\*\*、小林 一郎\*\*\*\*、本田 泰寛\*\*\*\*\*

By Kazuto MATSUO, Yuji HOSHINO, Ichiro KOBAYASHI and Yasuhiro HONDA

白水堰堤は、堤体中央の溢流部、三次元曲面の右岸部、階段状の左岸部と、他に類を見ない三者三様の優美な造形を有する。しかし、その造形の由来が明確になっていない。本研究では、その優美な造形の由来を明らかにすることを目的とした。著者らは、造形の由来を明らかにする手掛かりとして、設計者の設計・施工に対する考えを把握する必要があると考えた。そこで、本稿では、設計者及び工事監督者である小野安夫が撮影したという 123 枚の工事写真を写真群と捉え、様々な分析を行うことによって、撮影者の意図すなわち設計者及び工事監督者の意図を抽出する。

#### 1. はじめに

白水堰堤（写真-1）は、1999（平成 11）年 5 月に国の重要文化財に指定されており、その技術上かつ造形上の価値が認知された著名な建造物である<sup>1)</sup>。しかし、その造形の由来が明確になっておらず、既往の文献には、地形に対応して主堰堤や左右両護岸を的確に構築したことで、結果としてこのような造形美が生まれたという考え方や、技術的価値を認めつつも、設計者のデザインセンスによる所が大きいという考え方が混在している<sup>2)</sup>。そこで、本研究では、白水堰堤の造形の由来を明らかにすることを目的とした。

著者らは、造形の由来を明らかにする手掛かりとして、設計・施工に対する設計者の考えを把握する必要があると考えた。そこで本研究では、設計者及び工事監督者である小野安夫に着目した。小野が撮影・現像したという 123 枚の白水堰堤工事写真が、小野の御息女である小野貴美恵氏、河野敦子氏の下に残されている。著者らは、これらの写真から、撮影者すなわち設計者及び工事監督者である小野の意図（設計・施工に対する考え）を読み取ることが出来るのではないかと考えた。工事写真を分析した既往研究として、五十畑の研究<sup>3)</sup>がある。この研究は、12 枚の工事写真を個々に分析し、施工段階順に布引ダム及び関連施設の建設の状況を明らかにしている。それに対し本研究では、まず、これらの工事写真を写真



写真 1 白水堰堤（撮影：松尾、2003）

群として捉え、その写真群に対し様々な分析を行うことによって、撮影者すなわち設計者及び工事監督者である小野安夫の意図を抽出していくことを目指している。

#### 2. 白水堰堤の概要

まず本章では、白水堰堤の諸元と、建設に至るまでの経緯を既存の文献から整理する。

##### (1) 白水堰堤の諸元

白水堰堤の諸元を表-1<sup>4)</sup>に示す。

表-1 白水堰堤の諸元  
(作成：松尾、文献4)を元に作成)

堤 高	46 尺 (約 13.9m)
堤 長	288 尺 (約 87.3m)
堤 頂 幅	9 尺 (約 2.7m)
下 部 幅	66 尺 (約 20m)
貯水面積	10 町歩 (約 10ha)
貯 水 量	10 万立坪 (約 580,000m <sup>3</sup> )
所 在 地	大分県竹田市・直入郡荻町

\*keyword：白水堰堤、小野安夫、設計者、工事写真群

\*\*学生員 学士 熊本大学大学院自然科学研究科

\*\*\*正会員 工修 熊本大学工学部環境システム工学科助手

\*\*\*\*正会員 工博 熊本大学工学部環境システム工学科教授

\*\*\*\*\*学生員 工修 熊本大学大学院自然科学研究科

(〒862-0862 熊本市黒髪 2 丁目 39 番 1 号)

白水堰堤は、富士緒井路の灌漑用貯水池堰堤として築造され、大分県竹田市と荻町の境界を流れる大谷川に位置する。また、上流側表面より10尺（約3.3m）までがコンクリート造、その他は粗石コンクリート造とする溢流式重力堰堤で、表面に石張りが施されている。

## (2) 白水貯水池築造の経緯

### a) 白水堰堤築造計画<sup>5)</sup>

白水堰堤築造計画は、1924（大正13）年、富士緒井路に異常な減水が生じたことに端を発する。減水の原因は、富士緒井路の取水河川である大谷川の上流（図-2参照）において、柏原荻耕地整理組合及び音無井路普通水利組合が灌漑用水を取水していたためで、毎年旱魃時には水量が不足し、三者間で水利争いが絶えない状況に陥った。そのため県は、柏原荻耕地整理組合の第一幹線水路の取水地（熊本県阿蘇郡野尻村：現阿蘇郡高森町）に、増水設備として大谷貯水池の築造を計画した。

しかし、それでもなお渇水時には水量が不足する。そこで、水量不足の打開策として、大谷貯水池より下流に白水貯水池を築造する計画案が、富士緒井路耕地整理組合によって出されたのである。この計画は、幹線水路工事の設計変更・導水溝の増水工事と共に1929（昭和4）年12月、農林省に陳情され、1931（昭和6）年12月、開墾助成特別取扱いとして許可と助成金が得られた。

### b) 貯水池築造用地の選定

1932（昭和7）年、溜池築造予定地において地質調査が行われ、組合直営により床掘工事が施工された。しか

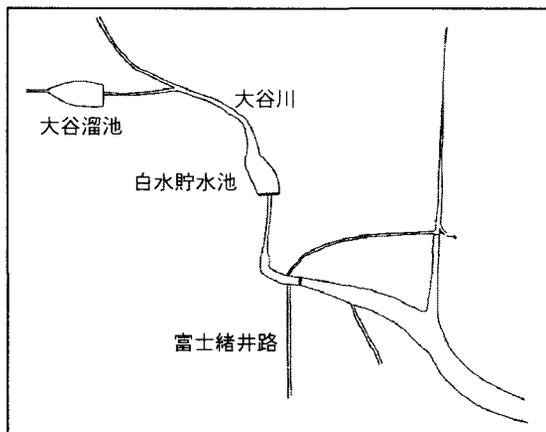


図-2 白水貯水池付近の略図  
（文献6）の原図に修正・加筆：松尾

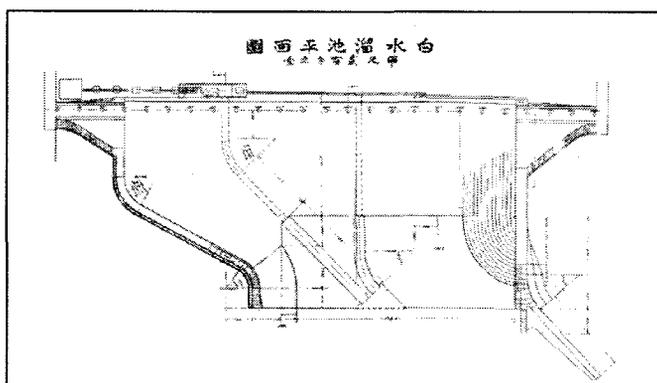


図-3 白水溜池平面図（原図：富士緒井路土地改良区所蔵）

し、予想以上に地質が悪く漏水が激しかったため一時工事を中断し、漏水防止の研究を再び行うことになった<sup>7)</sup>。そこで、原位置より36m上流の地点が変更候補地として挙げられ、1932（昭和7）年9月、地質調査が行われた。翌年2月には、九州帝国大学農学部田町正警教授（以下、田町教授）による調査が開始された。さらに二度の調査を行った結果、この地点は、火山灰土質で堰堤建設には不相当との判断が下された。その後も付近の地質調査を続行し、第一候補地より約1700m下流の地点に、厚さ50尺（約15m）の一枚岩からなる良好な地盤が発見される<sup>8)</sup>。この地盤は硬質熔岩で、左岸は15尺（約4.5m）、右岸は30尺（約9m）の高さに及ぶ。また、左岸はその上部に厚さ3尺（約0.9m）の洪積層、さらに上部に転石を含む褐色の粘土の層が存在し、右岸は鉾状焼石の上部に厚さ1尺5寸（約0.45m）の浮石を挟んで厚さ10尺（約3m）の黒色灰床が見られ、その上部が褐色の粘土であった。この地点も地層の関係上堰堤の基礎としては危険な個所であり、第一候補地より比較的安全な場所であると判断された程度であるが、やむを得ずこの地点に堰堤を建設することが決定したのである<sup>9)</sup>。

### c) 白水堰堤の設計

富士緒井路耕地整理組合は、1932（昭和7）年10月、貯水池築造費として日本勧業銀行より15万円を起債借入し、他からの借入をなさず一切自力で経理することを定めているが、工事及び事務に関しては、県の特別指導を受けることとしている<sup>10)</sup>。堰堤傍に建てられている記念碑（昭和十三年五月建之）には、工事設計監督として大分県農林技師である荒瀬長一と池田香久三、大分県農林技師である小野と山口榮一、そして、監督助手として後藤次男の名が刻まれている。なお、組合の昭和9年度事業報告の中で、床掘り工事は組合直営で施工したことが述べられている。さらに、両袖の山骨の岩壁に至るまでトンネルを掘削し、堤体の基礎地盤には、漏水防止のため10尺（約3m）毎にグラウチングを施工している。その後、堤体工事は請負工事をもって施工することを決定しており<sup>11)</sup>、工事を請け負ったのは、東京の鉄道工業株式会社であった<sup>12)</sup>。

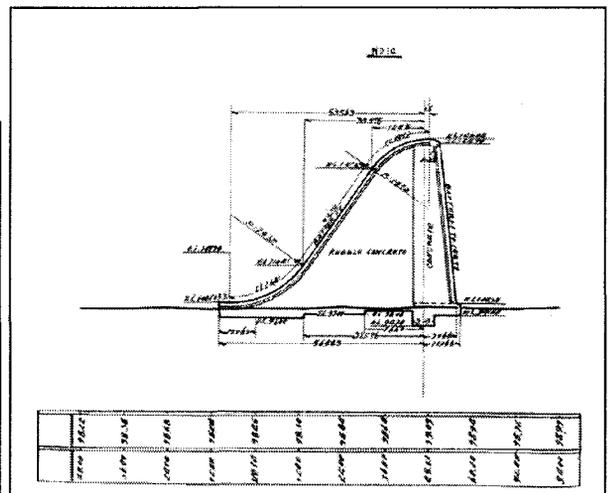


図-4 堰堤中央横断面図（原図：富士緒井路土地改良区所蔵）

### 3. 小野安夫について

堰堤の設計は、県の技術者4人が担当したわけだが、富士緒井路土地改良区が所蔵している各種図面(図-3、図-4)には、設計者の名が記されていない。しかし、多くの文献<sup>13)</sup>に白水堰堤の設計者として小野の名が記述されている。そこで、本章では、白水堰堤建設事業における小野の役割について述べる。

#### (1) 堰堤建設以前の小野安夫の関わり

御息女によると、小野は、白水堰堤建設以前から富士緒井路の事業に関わっており、同井路を熟知していたようである。井路周辺を歩いて回り、測量を行うことも多かったという。また、小野は、竹田市と荻町を繋ぐために、白水堰堤の所在地付近に橋を架けることを望んでいたと言われているが、井路周辺を歩いて測量を行うなかで、橋の必要性を感じていたと考えられる。現在、富士緒井路土地改良区が所蔵する設計図の中に、堰堤の天端に橋が描かれた図面(図-5)がある。この図面には、他の設計図(図-3、図-4)と同様、設計者の名が記されておらず、年代も特定できないが、堰堤管理用、また小野の望みであった竹田市と荻町を繋ぐという、二つの機能を兼ね備えた橋を天端に架けようとしたと推測される。なお、現在は堰堤の天端に架橋されていないが、堰堤天端の左右両河岸部の造形は、橋台の設計が由来である可能性を指摘することができる。

#### (2) 白水堰堤建設における小野安夫の関わり

堰堤建設個所の地盤は弱く、白水堰堤建設は難工事であった。貴美恵氏によると、小野は、解雇を覚悟で白水堰堤建設に臨んでおり、左右の護岸を、その軟弱な地盤に対していかに水圧のかからない構造にするかということに心血を注いだという。

また、当時西日本における農業土木の権威であったという田町教授が、白水堰堤の地質調査を行ったことは前述の通りであるが、彼は小野と親交が深かったという。田町教授から、大分県農政部耕地課長の中島保人に宛てた手紙<sup>14)</sup>に、「…小野君の非凡の才能と献身的努力の賜と存じ絶讃の辞を惜まざる次第に有り…」とある。また、御息女によると、田町教授が、後述する昭和井路事業(小野が所長時)に毎年学生を実習に送っていたという。このことから、田町教授は小野の能力を買っており、信頼していたと思われる。その後、昭和井路(大分県大分市)事業が国営から県営に移行した翌年の1947(昭和22)年、小野は、同井路の所長に就任し、水路橋等の構造物の設計を行っている。小野は、昭和井路所長に就任した時、耕地一の技術者と言われる程であった<sup>15)</sup>。このことから、小野は、白水堰堤建設によって、田町教授や県からその努力と才能が高く評価されていたとすることができる。以上より、県の技術者の中でも、特に小野が中心となって白水堰堤の設計・監督に取り組んだと考えられる。実際、御息女によれば、小野は現場に常駐して工事を監督していたようである。

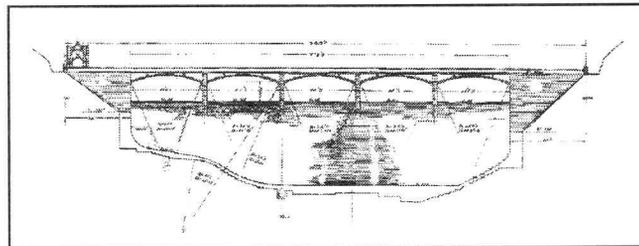


図-5 天端に架橋された堰堤の縦断面図

### 4. 工事写真の分析

#### (1) 写真群の分析方法について

小野安夫が撮影・現像したと思われる123枚の工事写真が、小野貴美恵氏、河野敦子氏のもとに残されている。著者らは、撮影者が設計者及び工事監督者であるという点に着目し、それらの写真を分析することによって、撮影者の意図すなわち設計者の意図が把握できるのではないかと考えた。写真の撮影対象やサイズ等が様々であるため、これらの写真群を以下の4項目について整理した。

なお、分析を行うにあたって、整理に基づいたリストを作成したが、本稿ではページ数の制約上このリストは割愛する。

#### a) 時間軸(撮影日、施工段階)

まず、撮影日について整理した。ただし、これらの写真のほとんどは撮影日の記録が残されていないため、写真から読み取れる範囲で整理すると、以下の施工手順を読み取ることができた。

##### ①右岸側の施工(基礎～堤体及び護岸)

まず、左岸側半分から放流し、右岸側半分の基礎工を行っていることが分かる。写真2の右端を見ると、基礎工を行った後、排水路を施工していることが分かる。その後は右岸側の堤体及び護岸を積み上げている。



写真2 堤体右岸側内部

##### ②左岸側の施工(基礎～堤体及び護岸)

右岸側の施工は、5～6割程度完了した段階で中断し、左岸側の基礎工に着手している。この時は、右岸堤体中に施工した排水路から放流している。そして、堤体中央付近にも排水路を施工し(写真3)、左岸側の堤体及び護岸を施工している。

##### ③左右同時に施工～右岸側護岸の仕上げ

左岸側の施工が、中断していた右岸側の高さまで完了した後は、左右の堤体及び護岸を同時に施工している。

##### ④天端、左岸側護岸の仕上げ

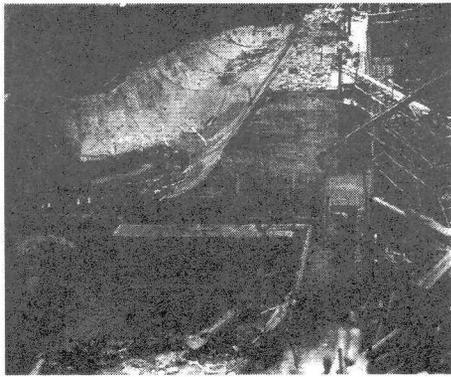


写真3 堤体中央部の排水路及び右岸側の様子

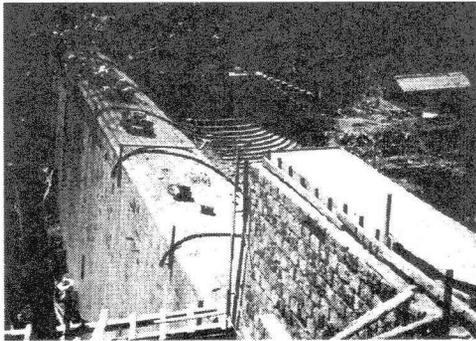


写真4 堰堤天端の仕上げ

その後、まず右岸側護岸の施工が完了し、天端の施工（写真4）を仕上げた後、最後に左岸側護岸の施工を完了させている。

#### ⑤竣工後

123 枚の写真の中には、竣工後の堰堤の様子を撮影したものも含まれている。

#### b) 空間軸（撮影箇所）

撮影箇所について整理し、分析を行うことによって特に重要であると考えられていた箇所を読み取ることができる。そして、撮影箇所を平面図に記入することにより、重要な箇所を視覚的に捉えることができる。この分析は、現在進行中であり、講演時に詳細を発表する予定である。

#### c) 撮影範囲

撮影範囲について整理・分析を行うことによって、重要であると考えられていた部分を把握できると考えた。

撮影範囲に関して、以下の項目に関して整理を行った。

- ・ 全体
- ・ デイテール

主に工事の全体像が分かるように撮影されたものを「全体」とし、ある部分（例えば排水路、左岸の階段状護岸等）が撮影されたものを「デイテール」とした。

なお、空間軸（撮影箇所）、撮影範囲に関して分析を行う際、人物のみを撮影した写真（例えば、小野個人の記念写真等）及び撮影箇所・段階が特定できないものは対象外とし、全 88 枚について分析を行った。

#### d) 写真サイズ

御息女によると、小野は、写真の撮影だけでなく現像も行っており、写真のサイズも彼自身が決定していたという。そこで、写真のサイズからも重要な箇所を読み取

ることが出来ると思われる。

写真サイズに関して、以下のように整理を行った。

- ・ A（長辺が 154～204mm）
- ・ B（長辺が 150～152mm）
- ・ C（長辺が 126～145mm）
- ・ D（長辺が 90～112mm）
- ・ E（長辺が 50～81mm）

写真の形状や、長辺と短辺の比に関して特異なものは見られないため、長辺を基準に整理した。

#### （2）写真群の分析

撮影範囲、写真サイズに関して整理したものを、さらに時間軸（撮影日、施工段階）に関してそれぞれ整理した（表-2、表-3）。これより、まず撮影範囲と時間軸（撮影日、施工段階）の関係を分析する。次に、写真サイズ・撮影範囲と時間軸（撮影日、施工段階）に関して分析を行う。

#### a) 撮影範囲と時間軸（撮影日、施工段階）

まず、撮影範囲が「デイテール」である写真は、右岸側に施工された排水路に関するものが8枚、右岸側護岸が9枚、左岸側護岸が6枚、その他（堤体中央部の石積み等）が5枚、計 28 枚である。表-2を見ると、撮影範囲が「デイテール」である写真は、段階①～③に多く見られる。段階①におけるデイテールの写真は、右岸側排水路のものが多く（例えば写真5）。したがって、この排水路は、左岸側の施工中に用いられているということもあり、工事を進行する上で重要な箇所であったと思われる。また、この排水路は堰堤完成後には見ることができないため、記録として撮影したと考えられる。また、段階②～③にかけて、左岸側護岸のものが多く見られる（例えば写真6）。段階③においては、右岸側護岸のものが多く（例えば写真7）。左岸側護岸は曲線形の階段状となっており、右岸側護岸は複雑な三次元曲面で構成されている。そのため、左右両護岸は、施工上最も注意を要

表-2 撮影範囲と施工段階の関係（作成：松尾）

範囲 \ 段階	①	②	③	④	⑤	計 (%)
全体	11	22	9	9	9	60 (68)
デイテール	9	5	11	2	1	28 (32)
計 (%)	20 (23)	27 (31)	20 (23)	11 (13)	10 (11)	88

注) 表中の数値は、写真の枚数

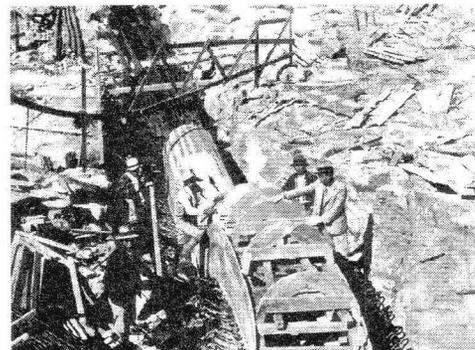


写真5 施工中の右岸側排水路

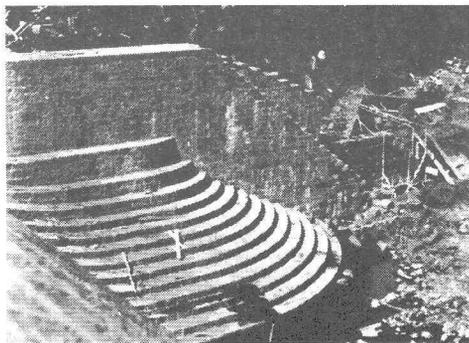


写真6 左岸側階段状護岸



写真9 左岸側堤体の施工の様子

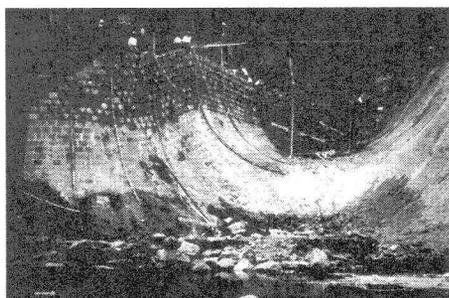


写真7 右岸側護岸

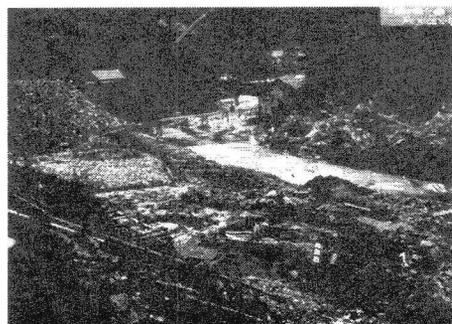


写真10 基礎工の段階の現場状況

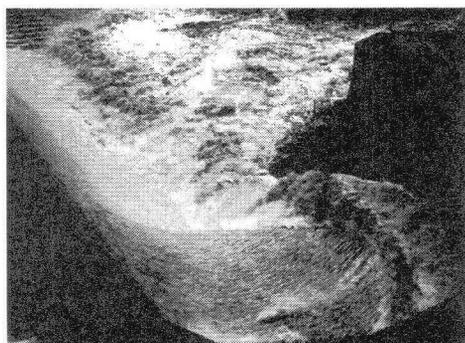


写真8 右岸側護岸の水流

する重要な部分の一つであったと考えられる。また、段階⑤(竣工後)に一枚だけ見られるディテールの写真は、右岸側護岸の水流を写したものである(写真8)。よって、右岸側護岸に特に注意を払っていたと考えられる。

次に、撮影範囲が「全体」である写真は、段階②において最も多いことが分かる。それらの写真を見ると、施工が中断された右岸側と、左岸側の施工状況を一度に撮影しているものがほとんどである(例えば写真9)。この段階は、右岸側と左岸側を個別に施工するという施工法を、最もよく見て取れる段階である。よって、この施工法を記録するために堤体全体を撮影したと考えられる。

b) 写真サイズ・撮影範囲と時間軸(撮影日、施工段階)

ここでは、サイズが大きい写真を重要な写真であると考え、写真サイズに関して整理した結果のうち、サイズA・Bに着目した。表-3を見ると、サイズA・Bの写真は、段階①~②に多い。

さらに、前項で分析を行った撮影範囲と時間軸の関係について、サイズA・Bの写真のみについて整理した(表-4)。表-4を見ると、段階①において「全体」を撮影したサイズA・Bの写真は、段階①における全サイズの

写真11枚中、9枚を占めていることが分かる。この9枚の写真は、右岸基礎工の様子を撮影したものが多く、周辺地形を含めて撮影したのも見られる(写真10)。これより、竣工後には見られなくなってしまう起工直後の現地の状況を、大きなサイズの写真で残そうとしたと考えられる。次に、段階②において「全体」を撮影したサイズA・Bの写真は、全サイズの写真22枚中6枚であり、全サイズに占める割合が少ないことが分かる。前項で述べたように、段階②の「全体」写真は、左右の堤体を個別に施工するという施工法がよく分かるものがほとんどである。したがって、施工の手順としては重要であったと考えられるが、施工上注意を要する箇所とまでは考えられていなかったと推測される。そして、段階⑤

表-3 写真サイズと施工段階の関係(作成:松尾)

段階 サイズ	①	②	③	④	⑤	計(%)
A	2	3	3	4	2	14(16)
B	12	6	2	0	3	23(26)
C	1	16	9	2	2	30(34)
D	5	0	3	5	1	14(16)
E	0	2	3	0	2	7(8)
計	20	27	20	11	10	88
(%)	(23)	(31)	(23)	(13)	(11)	

注) 表中の数値は、写真の枚数

表-4 撮影範囲と施工段階の関係-2(作成:松尾)

範囲	段階	①	②	③	④	⑤	計
全体		9(11)	6(22)	3(9)	4(9)	4(9)	26(60)
ディテール		5(9)	3(5)	2(11)	0(2)	1(1)	11(28)
計		14	9	5	4	5	37(88)
		(20)	(27)	(20)	(11)	(10)	

注) 表中( )内の数値は、全サイズの写真の枚数

(竣工後)におけるサイズ A・Bの「ディテール」写真は、前項で述べたように右岸側護岸の水流を写したものであり、やはり重要な個所であったと考えられる。

### (3) 工事写真の分析

本節では、前節の分析から抽出された重要な個所に関して、個々の写真を取り上げつつ、より詳細に論じていきたい。

#### a) 右岸側の排水路及び護岸について

まず、前節の項 a) で抽出された、右岸側の排水路及び護岸についてより詳しく分析を行う。写真 11 は、下流右岸側排水路の流出口付近での記念写真と思われるが、排水路の流出口及び右岸側護岸を中心に撮影していることから、この個所が重要な意味を持っていたと考えられる。また、ここで興味深い点は、右岸側護岸の曲面部分の施工に、曲率が固定された木型を用いていることである。このことは、白水堰堤の造形を特徴付ける複雑な曲面構成が、設計段階ですでに決定されていた可能性が高いことを示している。

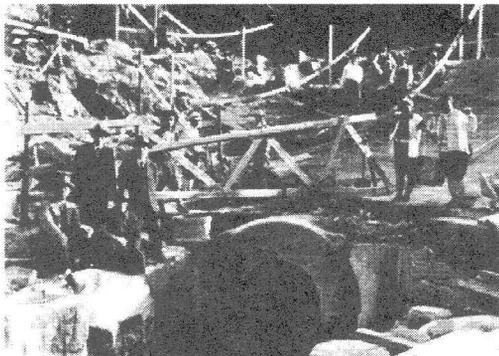


写真 11 堤体右岸下流部排水路流出口

#### b) 左岸側の施工

写真 12 は施工中の左岸側の様子であるが、堰堤上流側のコンクリート造の部分が、掘削された河岸の岩盤中まで延長されていることが分かる。これは両岸の漏水防止のために、右岸は約 11.2m、左岸は約 14.8m まで掘削され、厚さ約 1.8m のコンクリートが打ち込まれている<sup>(15)</sup>。

また、写真 13 は、左岸側階段状護岸における記念写真であり、階段状護岸の施工状況がよく分かる場所で撮影されている。よって、右岸側の排水路及び護岸同様、

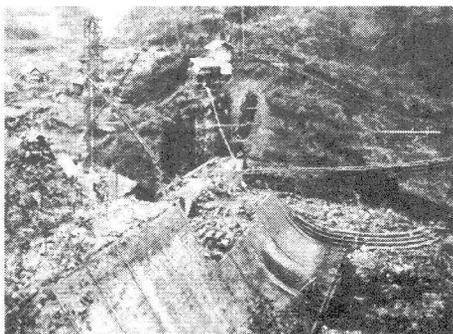


写真 12 堤体左岸側施工の様子

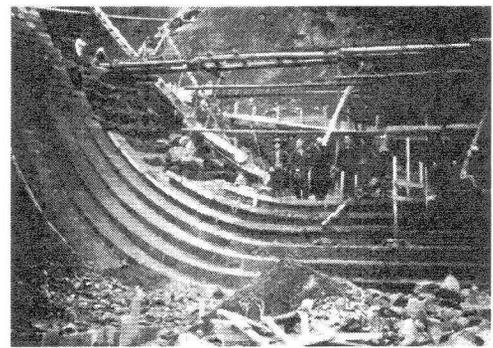


写真 13 施工中の左岸側護岸

この個所も重要であると考えられる。また、施工に際して、右岸曲面部と同様に、曲率と高さを固定した木型を用いていることが分かる。

### 5. おわりに

以下に、今後の課題を示す。

- ・ 第 4 章で述べたように、写真群の分析のうち、空間軸（撮影個所）に関する分析は現在進行中であり、講演時に詳細を発表する予定である。
- ・ 写真群の分析に関する方法論をさらに整理する必要がある。
- ・ 施工手順について、より詳細な整理・分析を行うために、施工当時の富士緒井路耕地整理組合（現富士緒井路土地改良区）の事業報告書と工事写真を合わせて整理・分析する必要がある。

### 謝辞

小野貴美恵氏、河野敦子氏には、貴重な御時間を割いてインタビューに御協力いただき、工事写真をはじめとする貴重な資料を提供していただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

### 参考文献

- 1) 文化財保護部：『月刊文化財五月号』, pp.39-41, 第一法規出版, 1999.5.1、2) 例えば、伊東孝：『美堰堤、日本一 白水ダム 土木学会誌 9月号第 82 巻』, pp.18-19, 土木学会, 2000、土木学会コンクリート委員会、景観設計小委員会：『コンクリート技術シリーズ No.35 コンクリート構造物のデザイン』, pp.118-121, 土木学会, 2000.5.8、『白水ダム物語』, 岡の里事業実行委員会, p.21, 2002.3、3) 五十畑弘：神戸布引ダム、および関連施設の建設—建設記録写真の分析—, 土木史研究, 第 19 号 1999 年 5 月 自由投稿論文, 土木学会, pp.281-291, 1999.5.1、4) 大分県農政部、富士緒井路土地改良区：『富士緒井路水利史』, 大分県農政部耕地課, p.120, 1975.3.20
- 5) 前掲 4), pp.98-106、6) 前掲 4), p.102、7) 前掲 4), p.112、8) 安藝能定：大分県富士緒井路耕地整理組合白水溜池の設計に就いて 特に石堰堤に対する考察, 九州帝国大学農学部卒業論文, pp.30-31, 1934、9) 前掲 8), pp.67-68、10) 前掲 4), p.110、11) 前掲 4), p.116、12) 前掲 4), p.119、13) 前掲 2) 参照、14) この手紙に、日付は十月十三日と書かれているが、年は明記されていない。しかし、この手紙は、白水溜池竣工式に出席できないため、日を改めて出向くという内容であり、「…先般白水溜池竣工式に御招待受け…」と書かれていることから、竣工式が行われた 1938 (昭和 13) 年に書かれたものであると思われる。(小野貴美恵氏所蔵)、15) 大分県農政部耕地課：『大分県土地改良史』, p.121, 大分県, 1979.10、15) 前掲 3), p.120、16) 前掲 4), p.120