

空間特性と建設経緯にみる白水堰堤の造形的特徴*

Architectural Feature of Hakusui Dam Considering of Space and Design Process

星野 裕司**, 松尾 和人***, 小林 一郎****

By Yuji HOSHINO, Kazuto MATSUO, Ichiro KOBAYASHI

Abstract

This research aimed at clarifying the architectural feature of the Hakusui dam. The architectural feature includes not only the feature about mere shape but the feature of the space constituted with various elements. First, present condition analysis of the Hakusui dam is performed paying attention to the shape of the dam, the viewpoint place, and the line of flow. Based on the result, consideration about the feature of the space around the Hakusui dam is performed. Next, the circumstances of the change of design and the origin of the shape of present Hakusui dam is considered based on the various drawings of the dam. And the relevance of the feature of the space and each element which constitutes the dam is analyzed. Finally comparison of the dams built by simultaneous cost and the Hakusui dam is performed, the architectural feature of the Hakusui dam is clarified, and the origin is arranged.

1. 序論

(1) 研究の背景と目的

白水堰堤は、1999（平成11）年5月に国の重要文化財に指定されており、技術上、造形上の価値が認知された著名な建造物である。特に、その水流美は他の追随を許さない。しかし、その美しさが何に起因しているのか、十分に明らかになっているとは言い難い。筆者らは既存研究¹⁾において、設計者である小野安夫が撮影したと思われる工事写真群を分析し、造形の由来の一端を明らかにした。しかし筆者らは、私たちが感じている白水堰堤の美しさとは何かという考察からはじめて、次になぜその美しさが実現されたのかを考察すべきであろうと考えた。そのふたつの考察を融合することによって、造形的特徴を明らかにしようということが本研究の目的である。

ここで、本研究の視点と構成を図-1に示す。まず、何が美しいのかという問題は、私たち観察者と白水堰堤というモノの間に生じるものであり、本研究では空間と定義した。この空間特性に関しては、地形図や断面図などを参照しながらフィールド調査を行い、さらに調査結果に関して景観工学的な分析・考察を行った²⁾（第2章）。一方、なぜ実現されたのかという問いは、設計者とモノの間に生じるものであり、ここでは構造と定義した。こ

の分析にあたっては、設計変更などのプロセスが重要であると考え、各種図面の比較分析から設計変更箇所を抽出し、変更箇所に関して構造工学的な分析を行った（第3章）。なお、既存研究の工事写真群の分析は、いわば設計者が施工中にどのような視点を設定したかということに対する分析であり、観察者と設計者を関連づける視

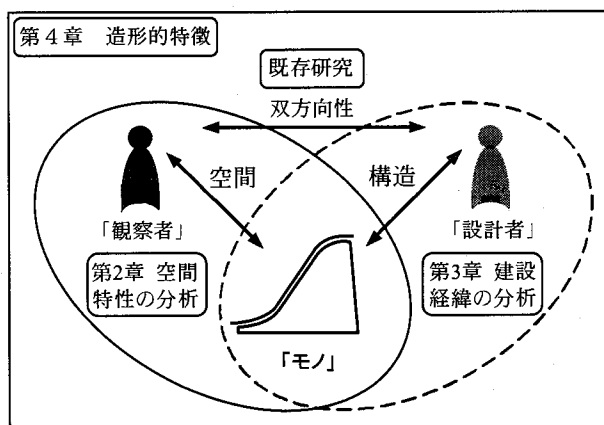


図-1 研究の視点と構成

表-1 白水堰堤の諸元（文献3）をもとに作成）

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）
集水面積	貯水：1.5 方里（約 23.13km ² ） 洪水：5 方里（約 77.1 km ² ）
貯水面積	10 町歩（約 10ha）
貯 水 量	10 万立坪（約 580,000m ³ ）
所 在 地	大分県竹田市・直入郡荻町
竣 工 年	1938（昭和13）年3月

*keywords：白水堰堤、空間特性、構造的特徴、造形的特徴

**正会員 博(工) 熊本大学大学院自然科学研究科助手

***学生員 工修 熊本大学大学院自然科学研究科

****正会員 工博 熊本大学大学院自然科学研究科教授

(〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号)

点であるといえよう。この設計者とモノと観察者の3者によって構成されものを本研究では造形と定義した。すなわち、モノを通じて設計者から観察者へ伝わるものが、そのモノの造形的特徴であるということである。これについては、第5章において空間特性と建設経緯に見る構造的特徴を関連づけることによって、考察を行っている。

（2）白水堰堤の概要

白水堰堤の諸元と位置を表-1³⁾と図-2⁴⁾にそれぞれ示す。

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野川に位置する。また、上流側表面より10尺（約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越流式重力堰堤で、表面に石張りが施されている。

白水堰堤建設事業の詳しい経緯は既存研究⁵⁾に述べているので、その要点を年表にまとめ表-2に示す。

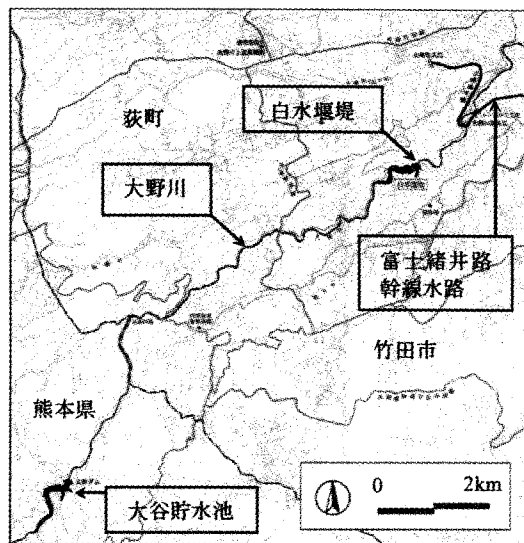


図-2 白水貯水池付近の位置図
(文献4)の原図に修正・加筆

2. 白水堰堤の空間特性

本章では、白水堰堤の空間特性を明らかにするために、堰堤のプロポーショナル、視点場、動線の三点について、景観工学的な分析を行う。なお、国土交通省国土地理院発行の1/25,000地形図、現況平面図⁶⁾、立面図、横断面図および現地調査による結果を分析の材料とした。

（1）堰堤のプロポーショナル

白水堰堤は、堤高46尺（約13.9m）、越流長210尺（約63.6m）であり、その比は1:4.57となる。また、堤高46尺（約13.9m）を短辺とした黄金比による長方形（13.9m:22.5m=1:1.618）を考えると、堤体越流部分は図-3⁷⁾のように分割することができる。右岸側導流壁、右岸側階段、副堰堤中央部、左岸側導流壁が境界となり、各黄金矩形は、右岸部・越流中央部・左岸部とみなすことができる。また、上記の境界上には、次節で述べるいずれかの視点場が含まれている。

上述した黄金矩形の長辺は約22.5mであり、これは、一般に言われているヒューマンスケール24m内⁸⁾におさまっている。また、副堰堤中央の上流側端部から堰堤天端までの水平距離は約28.2m、堤趾部までの水平距離は約11.0mである。したがって、この地点から真正面に堰堤中央の天端を見上げたときの仰角は約22°（視点高1.65mの場合）であり、堰堤の底部から天端まで全体を眺めることができる⁹⁾。図-4に平面図を、図-5に横断面図を示す。

（2）視点場

ここでは、現地調査によって視点場（図-4参照）を抽出し、そこから得られる眺め（写真-1）に関して、平面図、立面図、横断面図を参照しながら分析を行った。紙面の都合上、分析結果のみを表-3に示すが、白水堰堤の周囲には、それぞれ特徴的な視点場が点在していることが分かった。

表-2 白水溜池の事業経過概要

西暦（元号）	概要
1924（大正13）	上流の荻柏原耕地整理組合および音無普通水利組合の利水が著しく富士緒井路に異常な減水が生じる
1929（昭和4）12月	白水貯水池築造計画を組合が起草、農林省に認可申請
1931（昭和6）12月	同計画が開墾助成特別取扱いとして農林省より認可され、助成金（昭和13年度まで）を得る
1932（昭和7）	6月 溜池築造予定地においてボーリング調査開始 9月 既定予算内で予定貯水量を得ることが困難と判断されたため調査を打ち切る 原位置より20間（約36m）上流の地点（第一候補地）について調査開始 10月 第一候補地において床堀工事に着手
1933（昭和8）	2月 九州帝国大学農学部田町正馨教授による調査開始 8月 第一候補地は火山灰土で透水性が大きいため不適当との判断がなされる 10月 第一候補地より590間（約1072m）下流の地点（第二候補地）について調査開始 12月 第二候補地のボーリング調査の結果、厚さ50尺（約15m）の一枚岩からなる良好な地盤を発見
1934（昭和9）	2月 位置変更に関して農林省より内諾を得る 3月 床堀工事に着手 6月 位置変更に関して農林省に認可申請 両袖基盤高の掘削調査開始 9月 設計変更に関して農林省より許可を得る 10月 本工事に着手 11月 グラウト施工に着手
1935（昭和10）	4月 直営工事を打ち切り、鉄道工業株式会社（東京）と請負契約締結後、堤体工事に着手
1938（昭和13）	3月 白水溜池竣工 9月 白水溜池竣工式

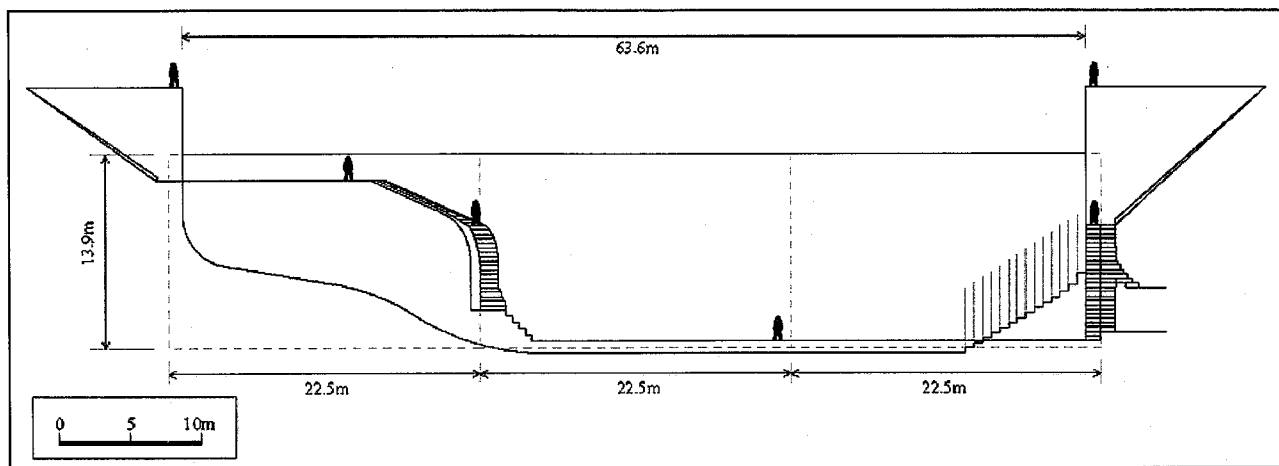


図-3 堰堤立面図（富士緒井路土地改良区所蔵の原図をもとに作成）

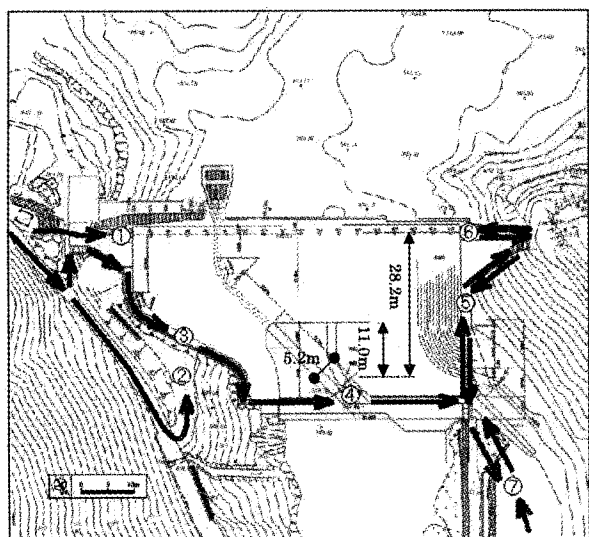


図-4 堰堤平面図（視点場と動線）
（文献4）の原図に修正・加筆）

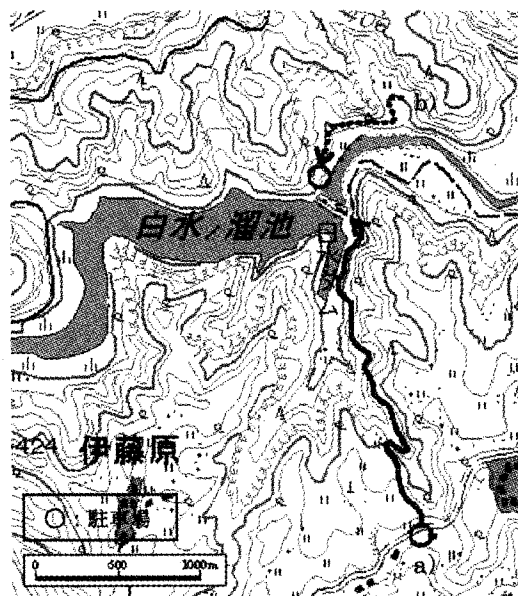


図-6 動線 a), b)

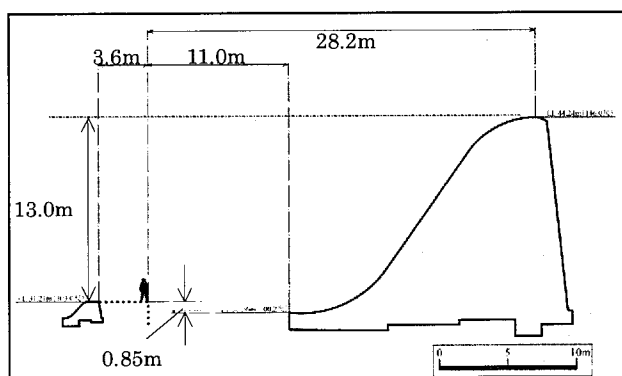


図-5 堰堤横断面図
（富士緒井路土地改良区所蔵の原図をもとに作成）

（3）動線

白水堰堤へアプローチする動線は、右岸上流からと左岸下流からの二つがある（図-6）。本節では、堰堤の一部が最初に見え出す地点で、上記二つの動線と堰堤周囲の視点場を辿る動線を、a) 右岸上流、b) 左岸下流、c) 堰堤周囲、の三つに分節し、各々の動線に関して分析を行う。なお、動線 c) は図-4 に示す。

a) 右岸上流

右岸上流からの動線は、南側から堰堤周辺へ下る道を通る。駐車場（図-6 参照）から堰堤付近までの距離は約 2.3km、標高差は約 70m である。また、この道は、樹林に囲まれていることや河川に沿っていないことから閉鎖的な空間となっており、溜池付近まで下ったところで初めて視界が開ける。この地点では、溜池の水面と左岸非越流部が眺められる（写真-2）。また、この地点では越流水の音が聞こえてくるため堰堤の存在を感じることができるが、越流の様子を眺めることはできない。

b) 左岸下流

左岸下流からの動線は、近年整備されたものであり、河川に沿っているため、樹林に囲まれながらも水の流れを感じながら堰堤へ近づくことができる。堰堤から約 50m の地点に駐車場があり（図-6 参照）、この地点ですでに堰堤の越流部が見えていることになる（写真-3）。しかし、ここからは、下流側の地形に遮られて右岸側の護岸は眺めることができない。堰堤付近へと近づくにつれて落水の様子が確認できるようになり、右岸側護岸も眺めることができる。

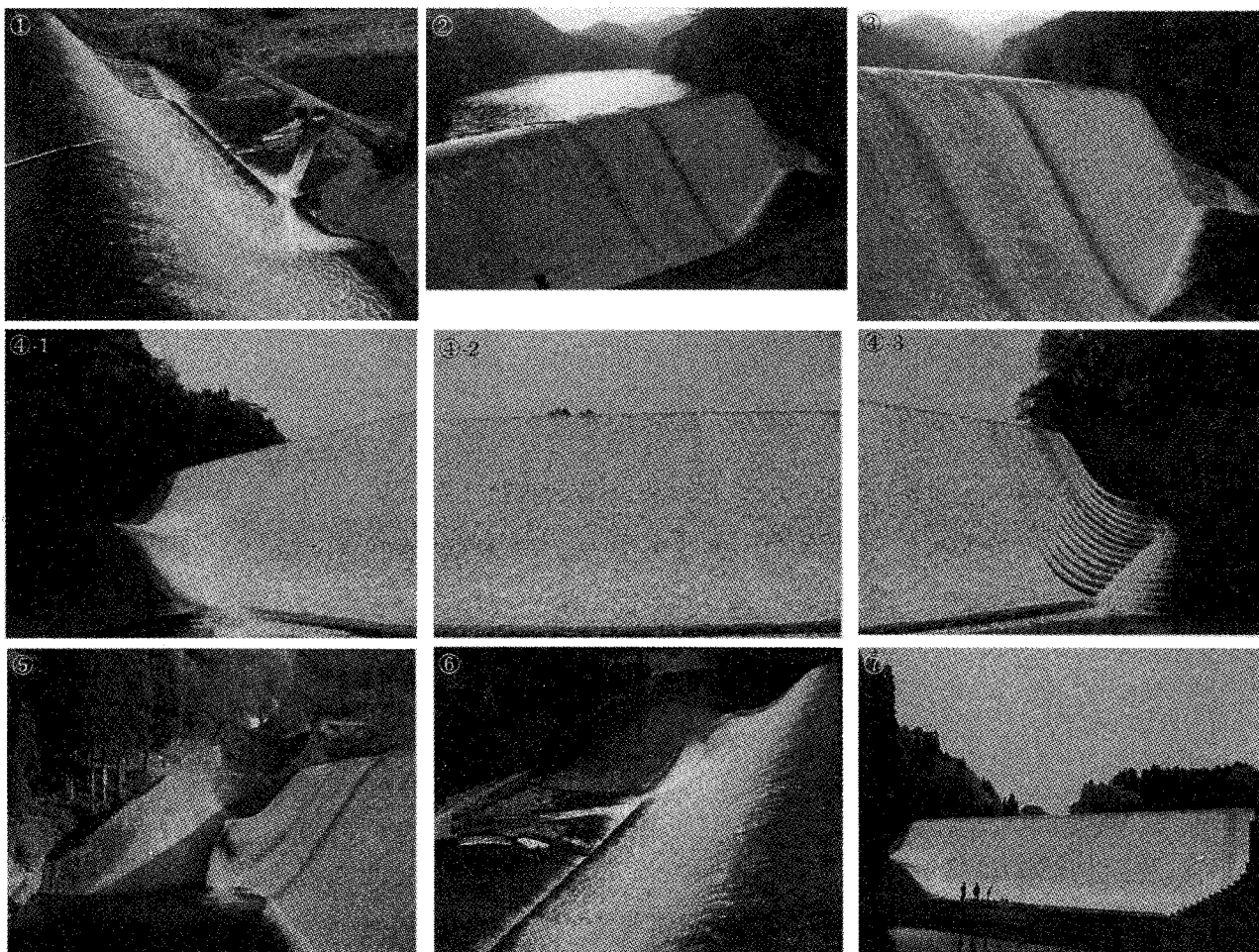


写真-1 各視点場からの眺め（撮影：松尾，2005）

表-3 各視点場に関する諸データ

視点場	主な視対象	水平距離	仰角・俯角	ダム軸に対する 視線入射角	視点場間の レベル差
①右岸非越流部天端	全体（中心：中央排水口）	中央排水口まで 43m	約 25°	—	約 6.7m
②右岸広場斜面	越流部	ダム軸まで 35m	—	約 35°	
③右岸導流壁上	越流部，左岸側護岸	ダム軸まで 44m	—	約 25°	約 11.2m
④副堰堤上	右岸側護岸	ダム軸まで 46m	—	約 50°	
	越流部	ダム軸まで 23m	約 22°	90°	約 8.2m
	左岸側護岸	ダム軸まで 39m	—	約 50°	
⑤左岸導流壁上	越流部，右岸側護岸	ダム軸まで 34m	—	約 8°	約 9.7m
⑥左岸非越流部天端	全体（中心：右岸排水口）	右岸排水口まで 43m	約 25°	—	
⑦左岸下流	全体	ダム軸まで 65m	—	約 60°	—

c) 堰堤周囲

堰堤周囲の動線は、視点場①～⑦の間で、連続して様々なレベルの視点場を通過する（図-3, 4および表-3参照）。非越流部天端（視点場①，⑦）と副堰堤（視点場④）とのレベル差は約 18m であり、また、堰堤に最も近い視点場（①，③～⑥）を辿る動線の総延長距離は約 160m である。また、視点場⑦を起点とする動線は、右岸側へ続く動線と左岸側へ続く動線の二通りが存在する。左岸側へ続く動線は、①を起点とする動線を逆に辿ることになる。一方、右岸側へ続く動線は、初めに視点場③におい

て堰堤を見上げることになる。

以上より、白水堰堤の空間特性は、堰堤本体のプロポーションの良さ、特徴的な視点場の存在、それらのネットワークによる回遊性の 3 点にまとめることができる。

3. 建設経緯からみた構造の分析

現在、富士緒井路土地改良区には、白水堰堤の各種図面が残されている。また、1934（昭和 9）年に安藝能定（以下、安藝）によって書かれた論文¹⁰⁾の各所に「設計書ニヨルト」という記述が見られ、堰堤各所の寸法が記

されている。しかし、これらの図面や論文中の寸法に違いが見られるため、各種図面の比較分析により、設計変更がなされたと考えられる箇所や全案に共通する点を明らかにする。そして、図面や安藝の論文の記述をもとに、一般的なダムの設計条件を参照しながら設計変更の要因を考察する。

(1) 分析に用いる各種図面の検討

分析に用いる各種図面は描かれた年代が特定できないため、比較検討により、各設計案を以下のように位置づけた。各案において今のところ所在が明らかとなっている図面の一覧を表4に示す。なお、平面図は分析を行いやすいように原図をトレースして状態をそろえ、全図面から、判読できる寸法を適宜参照し記載した。

a) 原設計案 (図-7, 10, 12, 13)

前述のとおり、安藝によって書かれた論文には「設計書ニヨルト」という記述がある。この論文が書かれたのは基礎地盤にグラウチングを施工している時期であるが¹¹⁾、論文の記述に現況の構造と異なる点が多々見受けられる。以上より、本案を「原設計案」と位置づけた。安藝が論文の中で参考としている設計書および設計図の所在が不明ではあるが、大分県緒方町の高野氏のもとに残されている図面¹²⁾が、論文中的の内容と一致するため、この図面を分析の材料とする。なお、論文中的の寸法によって適宜図面に補足を加えつつ分析を進める。

b) 第一次変更案 (図-8, 14)

富士緒井路土地改良区が所蔵する設計図の中に、堰堤の天端に橋梁が描かれた図面がある。この図面は、「原設計案」と比して、左右護岸など現況の構造に酷似する箇所が多い。また、本案と「最終案」の床堀平面図を比較すると、右岸側導流壁の平面線形に若干の相違が見られる以外、大きな変更点は見受けられない。したがって、「原設計案」から現況の設計に変更する過程に描かれたものと判断し、「第一次変更案」と位置づけた。

c) 最終案 (図-9, 11, 15)

富士緒井路土地改良区が所蔵している図面中、現況に最も近いものと考えられる。この図面と「現況図」を比較すると、改修が行われた箇所以外に変更点はみられない。以上より、本案を「最終案」と位置づけた。

d) 現況図

白水堰堤は、昭和44年に右岸上流の取水施設、斜樋、土砂吐きの改修工事が行われている。文献4)に記載された図面を「現況図」とし、a)～c)案との比較に用いた。

なお、前述のとおり「最終案」と「現況図」は改修箇所以外に相違点がみられないため、次節より、「原設計案」と「第一次変更案」および「最終案」を中心に比較分析を行う。

(2) 各案の比較分析

ここでは、前節で述べた各案を

i) 原設計案

ii) 第一次変更案



写真-2 右岸上流からの眺め (撮影: 松尾, 2005)



写真-3 左岸下流からの眺め (撮影: 松尾, 2005)

表-4 比較分析に用いる図面

	平面図	横断面		縦断面 (立面図)	床堀 平面図
		越流部	非越流部		
①原設計案	○	○	○	○	
②第一次変更案	○			○	○
③最終案	○	○		○	○
④現況図	○	○			

iii) 最終案

として比較分析を行い、全案の共通点および設計変更箇所について堰堤の部分ごとに論述する。

a) 堤体越流部

全案の共通点は、全面越流式の重力式堰堤であり、堤体断面の基本形状が三角形断面という点である。また、堤高、下部幅、上下流面の勾配も共通している。i) 原設計案の段階では、基礎処理が進行中である。したがって、この時期に、全面越流式の重力堰堤を築造することはすでに決定されており、基本形状が変更されることはないものと考えられる。なお、安藝は論文中、堰堤形式について検討しており、余水吐、外力に対する計算、材料等に関して他形式と比較し、「…現在施工サレツヘアル重力堤ヲ以テ最モ適切ナモノト考ヘル。」と述べている¹³⁾ことから、全面越流式重力堰堤の採用が妥当であったものと思われる。

一方、横断面図(越流部)を比較すると、下流面堤趾部の曲率半径が変更されていることが分かる。i) 原設計案では曲率半径35尺(約10.6m)、iii) 最終案では24.39尺(約7.4m)となっている。また、平面図と縦断面図を比較すると、i) 原設計案とii) 第一次変更案の間で越流幅が変更されていることが分かる。i) 原設計案では、

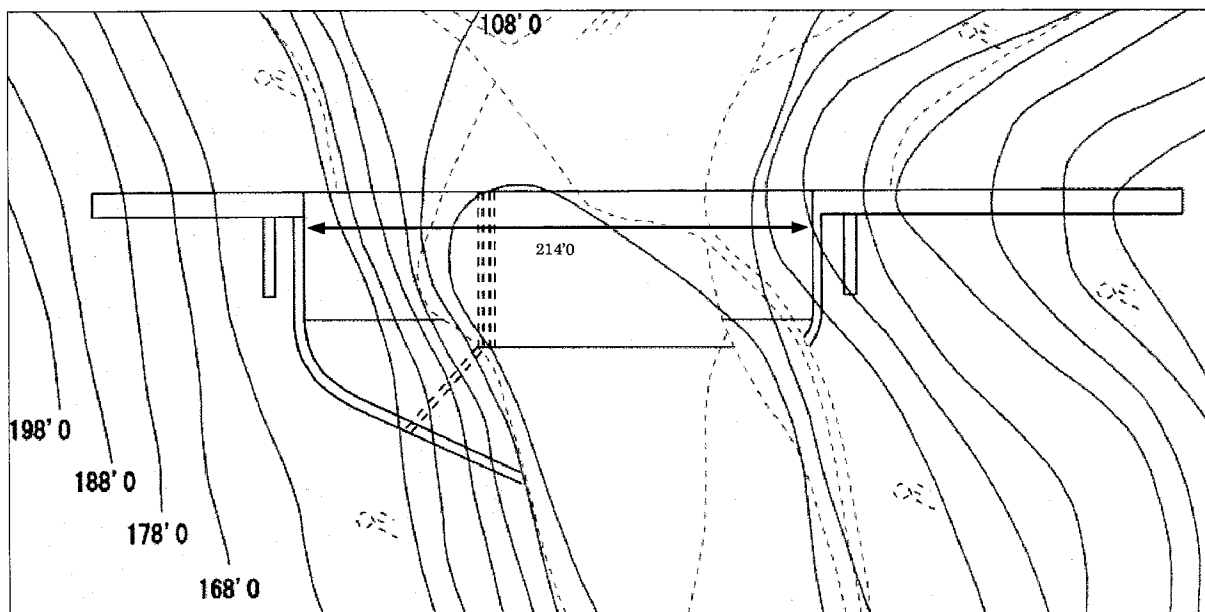


図-7 原設計案平面図（高野氏所蔵の原図に修正・加筆）

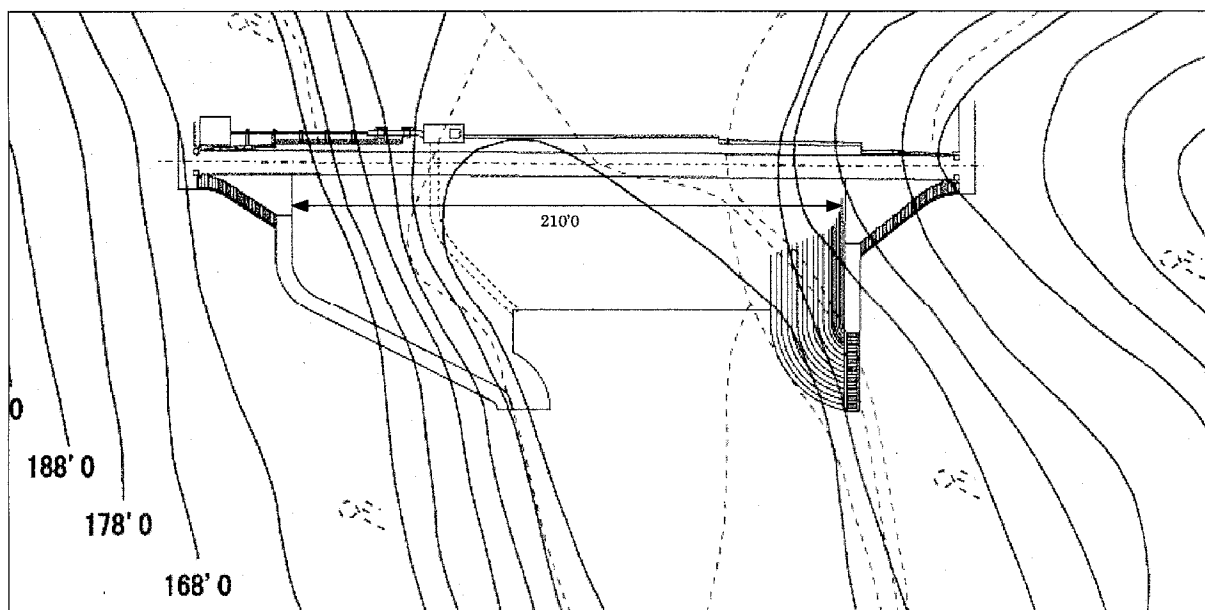


図-8 第一次変更案平面図（富士緒井路土地改良区所蔵の原図に修正・加筆）

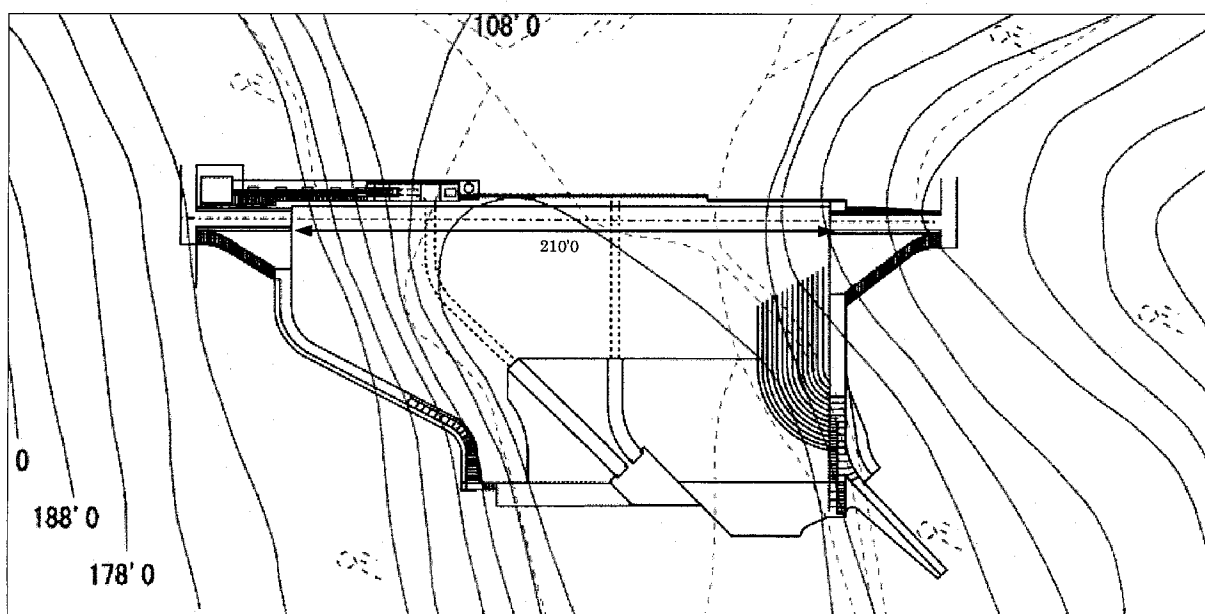


図-9 最終案平面図（富士緒井路土地改良区所蔵の原図に修正・加筆）

越流幅 214 尺 (約 64.8m), ii) 第一次変更案と iii) 最終案では 210 尺 (約 63.6m) となっている。しかし、その要因は数学的な計算の変更, 対象流量の変更, 非越流部の形状との取り合い等が考えられるが、今のところ特定できていない。

b) 右岸側護岸, 導流壁, 及び階段

平面図から分かるとおり、全案に共通しているのは導流壁が漸縮しているという点である。しかし、i) 原設計案の導流壁と護岸の構造は、ii) 第一次変更案以降と異なっている。横断面図より、i) 原設計案の導流壁は、非越流部の天端から堤趾部まで堤体の横断面に沿った構造となっていることが分かる。一方、縦断面図 (立面図) より、ii) 第一次変更案以降の導流壁は、一定の高さとなっていることが分かる。また、横断面図と平面図を見る

と、i) 原設計案の導流壁の平面線形は、堤頂部から堤趾部までは直線状であり、堤趾部より下流側で漸縮している。したがって、堤趾部と漸縮した導流壁の接続部分は直行しており、ii) 第一次変更案以降のような三次元曲面の護岸構造とはなっていないことが分かる。さらに平面図を比較すると、iii) 最終案において初めて導流壁下流側に階段が描かれている。

まず、共通点である導流壁の漸縮について考察してみたい。越流幅は、設計洪水流量等を条件に決定される。安藝は論文中、白水堰堤の越流幅に関して次のように考察している¹⁴⁾。「先づ白水溜池ハ川ヲ堰キ止メタ溢流堰堤デアツテ、非灌漑期ノ如キハ常ニ相当ノ水量ガ川ニ流レテキル次第デアリ且ツ又灌漑期ト雖モ洪水時ニハ非常ニ大ナル水量ノ流下ヲ予想シナケレバナラナイ。[中略] 洪

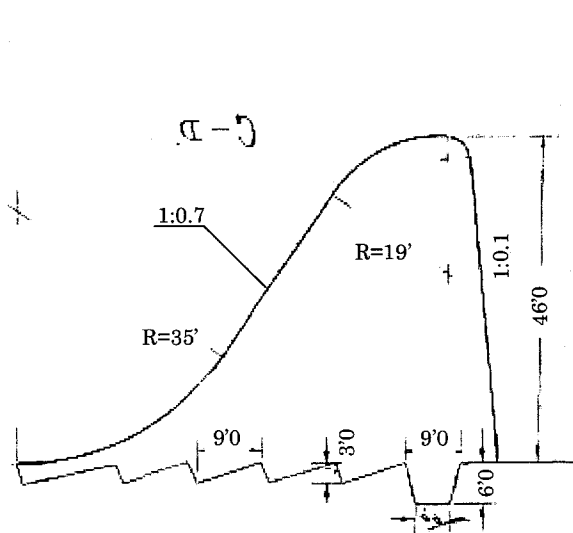


図-10 原設計案横断面図 (越流部)
(高野氏所蔵の原図に修正・加筆)

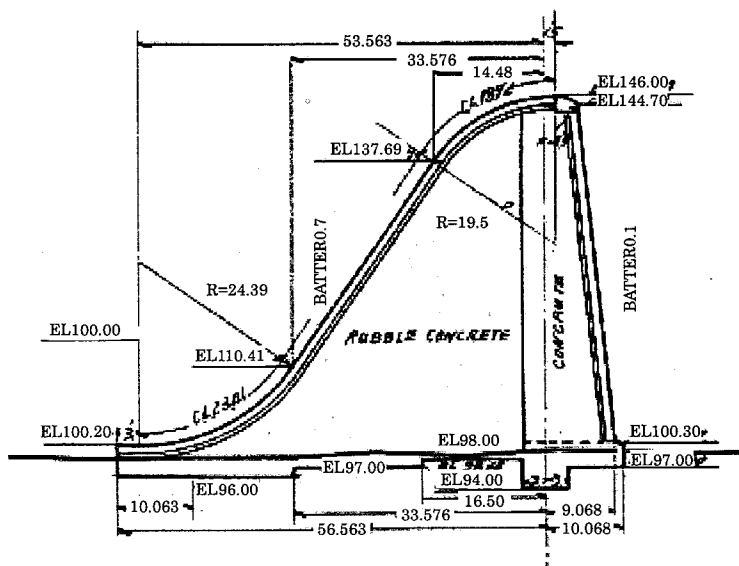


図-11 最終案横断面図
(富士緒井路土地改良区所蔵の原図に修正・加筆)

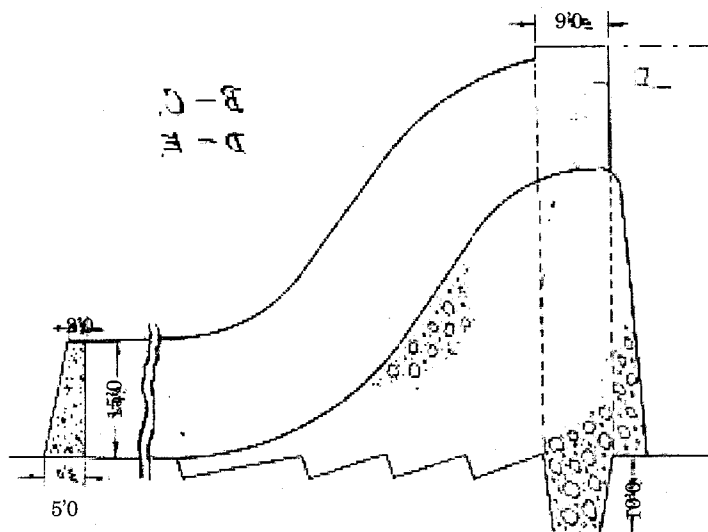
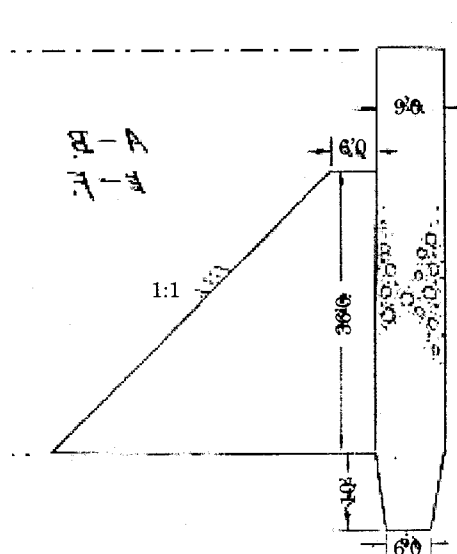


図-12 原設計案横断面図 (非越流部および支壁)
(高野氏所蔵の原図に修正・加筆)



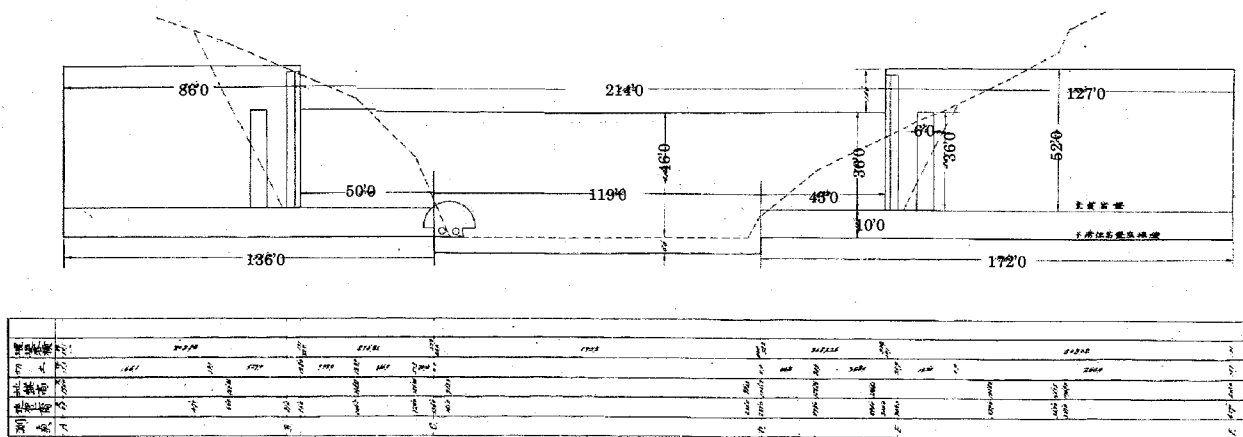


図-13 原設計案縦断面
(高野氏所蔵の原図に修正・加筆)

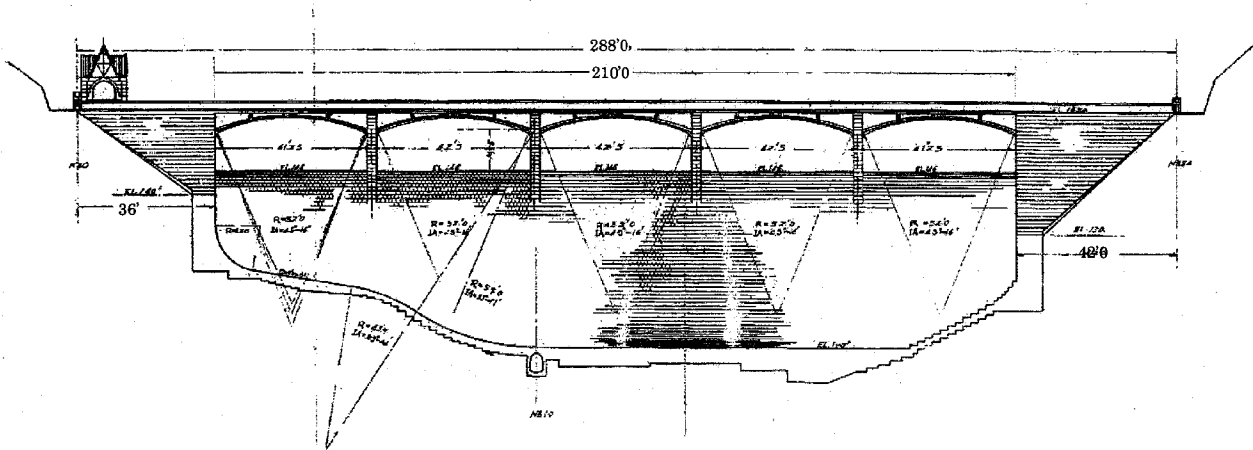


図-14 第一次変更案立面図
(富士緒井路土地改良区所蔵の原図に修正・加筆)

白水溜池縦断面図

一之各百尺略

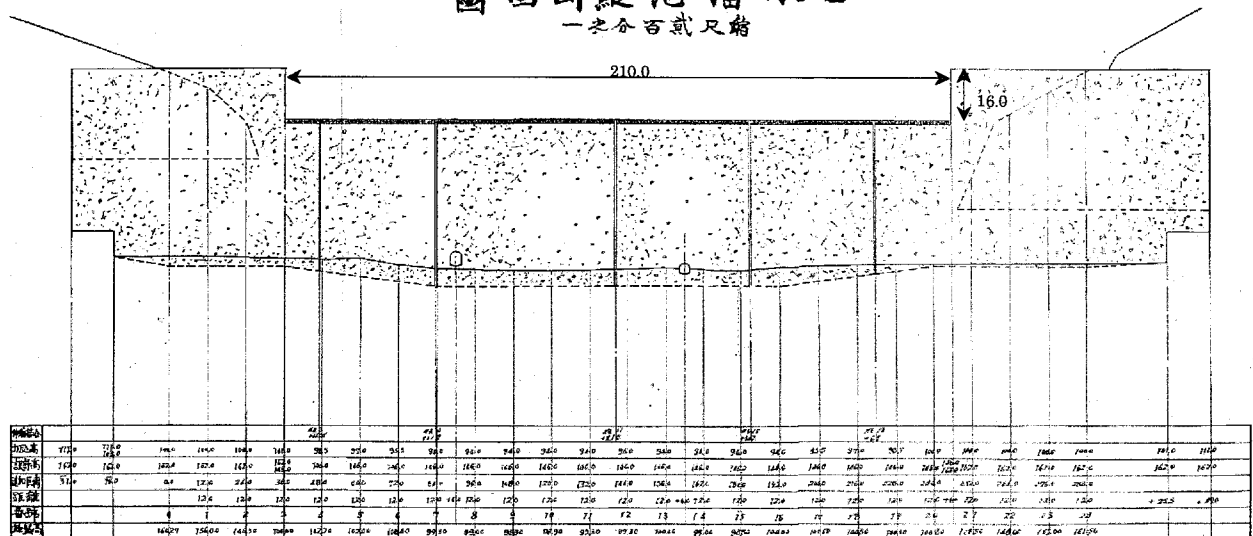


図-15 最終案縦断面図
(富士緒井路土地改良区所蔵の原図に加筆)

水ハ即刻是ヲ流去シテシマフベク毎秒30,000立方尺ノ流入量ヲ完全ニ流去スルノ計畫トシタノデアル。」また、水理的に考える場合、一般に越流幅は地形的に可能な限り大きく取り、越流水深を低くする方が良いとされている。次に基礎掘削に関しては、掘削の進行に従って、予想以上に良好な岩盤が出た場合は掘削予定線に達していなくても掘削を中止してよく、逆に予想以上に岩盤が軟弱であるならば、さらに安全な岩盤に達するまで掘削を進める必要がある。以上より、i) 原設計案の時点で、設計洪水流量等から決定された越流幅を確保するとともに、地質調査あるいは基礎掘削の初期段階において予想された堤体下流側の基礎岩盤を考慮し、導流壁を漸縮させたと考えられる。

一方、変更点については、掘削によって露出した基礎岩盤の形状に対応して設計変更がなされたと考えられる。また、導流壁の勾配に関しては、ii) 第一次変更案以降、右岸上流から左岸下流まで歩行可能とするために、高さを一定に変更した可能性がある。iii) 最終案における導流壁下流側の階段の設置は、同案で初めて描かれている副堰堤と接続するためであると考えられる。

c) 左岸側護岸、導流壁、及び階段

左岸側の共通点は、平面図および横断面図から分かっており、右岸同様、堤頂部から堤趾部までの導流壁の平面線形が直線となっていることである。しかし、i) 原設計案のみ、堤趾部より下流側でわずかに漸縮している。また、横断面図によると、右岸側と同様、i) 原設計案とii) 第一次変更案以降の護岸の構造が異なっている。i) 原設計案では、左岸側護岸の構造は右岸側と同じであるが、ii) 第一次変更案以降、左岸側は階段状の護岸となっている。この階段状の護岸は、i) 原設計案で描かれている導流壁の漸縮と同様の効果を越流に与えるものと考えられる。

また、平面図を見ると、導流壁下流側の階段はii) 第一次変更案から描かれているが、iii) 最終案では階段が下流側で三方向に分かれている。ii) 第一次変更案における導流壁下流側の階段は、左岸下流の敷地と天端橋梁を繋ぐために設計されたと考えられる。さらにこの階段は、iii) 最終案において、副堰堤と接続するために分割されたと思われる。

d) 非越流部

平面図を見ると、i) 原設計案では直立する壁であった非越流部が、ii) 第一次変更案以降では下流面に勾配が付けられていることが分かる。また、非越流部と導流壁上を接続する階段がii) 第一次変更案以降に描かれている。さらに、i) 原設計案では、導流壁と平行して非越流部の支壁が描かれているが、ii) 第一次変更案以降は描かれていない。ii) 第一次変更案における非越流部は、上流からの漏水防止機能と、天端橋梁の橋台としての機能が必要であると考えられるため、橋台としての機能を考慮して、その構造が変更された可能性がある。なお、設計者である小野は、堰堤建設以前から周辺の測量

を行っており、当地に竹田市と荻町をつなぐ橋梁をかけることを望んでいたといわれており、この橋梁は、堰堤の管理用と同時に交通のための機能も担っていたのではないかと推測される¹⁵⁾。

e) 管理用通路

平面図と縦断面図から、管理用通路の有無が分かる。i) 原設計案では、左右岸を連絡する管理用通路は描かれていないが、ii) 第一次変更案では、堰堤天端に橋梁が描かれている。iii) 最終案では、天端の橋梁は継承されず、代わりに副堰堤が描かれている。これは、堤体下流面の洗掘防止のために設置されたと考えられるが、ii) 第一次変更案における天端橋梁の連絡通路としての機能も、これに継承されていると考えられる。この副堰堤は、左右岸を最短距離で繋いでおり、天端橋梁に比べて経済性、機能性に優れた構造といえる。

f) 堤内排水路

平面図と縦断面図から、堤内排水路に関する変更点が分かる。i) 原設計案では、右岸側に堤内排水路が二つ平行して描かれている。また、縦断面図より、排水路の断面形状もi) 原設計案からii) 第一次変更案の間で変更されていることが分かる。排水路の構造の変更に伴い、ii) 第一次変更案以降、右岸上流側に取水設備が描かれている。また、ii) 第一次変更案からiii) 最終案の間で、中央部に堤内排水路が追加されている。

安藝の論文に次のような記述がある¹⁶⁾。「設計書ニヨルト“底樋ハ内径2尺ノ鑄鉄管ヲ最底部右岸ニ埋設シ堤体外ニ開閉器ヲ取付ケ鉄筋コンクリート造ノ上屋ヲ設ケテ開閉ニ便ナラシム”トアル。

設計書ニ從ッテ径2尺ノ鉄管ヲ図ノ如ク平行ニ2本備ヘルモノトスル。一本ハ導水専用ニ一本ハ貯水池内ノ水ヲ乾ス時若シクハ予備ノ鉄管デ堤外ニコンクリート造リノ上屋ヲ設ケテ其ノ中デ各鉄管ヲsluice valveニヨッテ開閉スル様ニ作ル。上屋ハ水ノ衝撃ニ耐エル如ク鉄筋ヲ背腹面ニ配置シテアル。」

さらに、「導水壁ノ外部カラ隧道ヲ穿ツテ開閉器ノ所在地迄行ク様ニシテアルガカスルコトハ水流ノ妨害ハナイガ隧道ノ距離相当長ク且ツ暗黒ナルタメ常ニ燈火ノ用意ヲ要シ操縦ハ極メテ不便デアル。」と述べている¹⁷⁾ほか、設計書の底樋（排水路）の位置や構造に関して検討を行っており、二個の鉄管を埋め込んである点は出来る限り避けるべきであるとの判断を下している。以上より、堤内排水路は、構造上および管理上の問題があると考えられたために、設計変更がなされたと思われる。また、平面線形の変更に関しては、右岸側基礎の岩盤形状が要因の一つとなっていると考えられる。

以上、堰堤各部分の構造の変遷をまとめると、図-16のようになる。

4. 白水堰堤の造形的特徴に関する考察

本章では、まず第2章において分析を行った空間特性と、第3章で明らかとした構造的な特徴との相関を考察

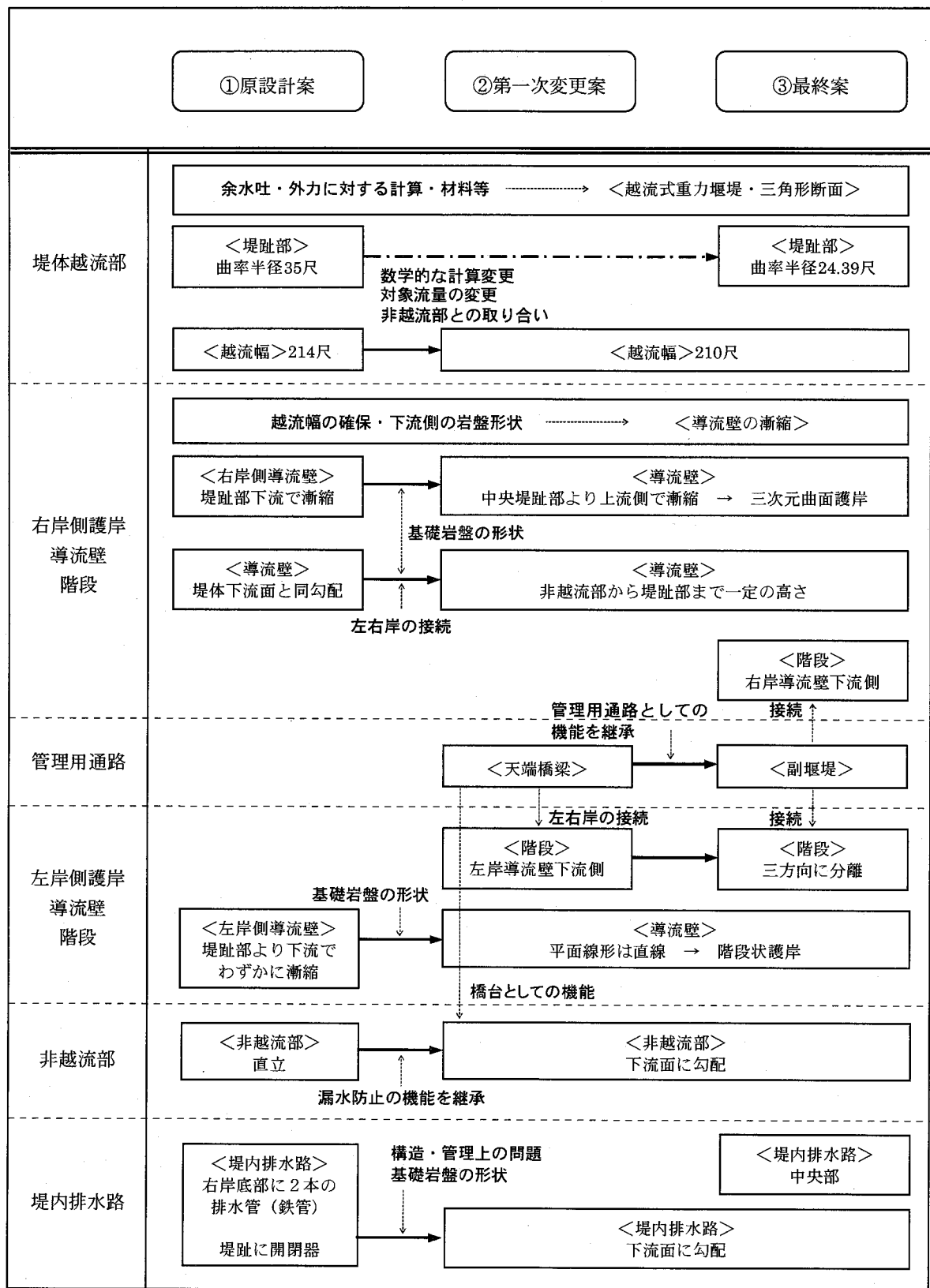


図-16 堰堤構造の変遷

し、さらに、既存研究における工事写真群の分析と考察の結果も、このような視点から再考する。以上の結果をまとめ、白水堰堤の造形的特徴を示す。

(1) 空間特性と構造的な特徴の相関性

ここでは、三つの空間特性に即して考察していく。

a) プロポーションの良い空間

白水堰堤の第一の空間特性として、プロポーションや

スケール感の良さが挙げられる。これは、原設計案から最終案にいたるまで、ほぼ変更がない。つまり、堰堤の配置計画および全面越流の重力式堰堤という形式の採用といった、基本的な部分で決定されているものであると考えられる。

b) 特徴的な視点場の存在

白水堰堤では、様々なレベルで堰堤を取り囲むように

視点場が存在し、あらゆる距離・角度から堰堤施設の全部分を眺めることができる。特筆すべき空間特性は、それぞれの視点場が、他の視点場では得られない特徴的な眺望を有していることである。例えば、越流中央部の水流は壁のように屹立するが、これには設計変更によって下流堤趾部の曲率を小さくしたことによって、堤体の立面性が向上したことがひとつの要因になっている。一方、左右岸の特徴的な水流は、漸縮の効果を導流壁のみではなく堤体によっても実現しようとした設計変更によって実現されていると考えられる。

c) 印象的なシークエンス

副堰堤や護岸上の階段によって回遊性が確保されたことに起因する空間特性である。それは、第一次変更案での天端橋梁によって回遊性が志向されたことに端を発し、副堰堤上に動線が移行することによって水流を見上げる視点場が確保され、動線の上下動が生じ、そのシークエンスが印象的なものとなって実現されたものである。

(2) 工事写真群の分析

前述の既存研究¹⁸⁾において、白水堰堤の設計者および工事監督者である小野安夫（以下、小野）が撮影したという 123 枚の工事写真群¹⁹⁾について分析・考察を行い、小野が重要視していたと考えられる箇所を抽出した。

まず、堰堤を部分的に撮影している写真は、右岸側堤内排水路と左右両護岸に関するものが最も多いことが分かった。これらの箇所は設計変更が行われていることから、小野が重要視していた箇所と考えられる。重要箇所については、その箇所が最もよく見える場所から、その箇所の特徴を最も良く表す写真を撮影したと考えられる。すなわち、工事中であるという制約がありながらも、その箇所を眺める最良の視点場を選択したといえる。また、白水堰堤の工事では転流工に半川締切りを採用しており、右岸側の施工を中断し左岸側の施工に移行している段階に、定点観測を行っていることが分かった。定点観測においては、全体形が良く眺められる場所を選択したと考えられる。したがって、小野は、設計・工事監督者であると同時に観察者でもあった。

ここで、重要箇所である左右両護岸を撮影した写真の一例（図-17）を見てみると、第2章で示した現況の視点場とほぼ同じ位置から撮影していることが分かる。したがって、現在も、設計者が考えていた白水堰堤の特徴的な部分を眺める最良の視点場が存在すると考えられる。これは、小野が設計者であると同時に優れた観察者であったということとは逆に、私たち後世の観察者も設計者の視線を追体験することを可能にさせるよ

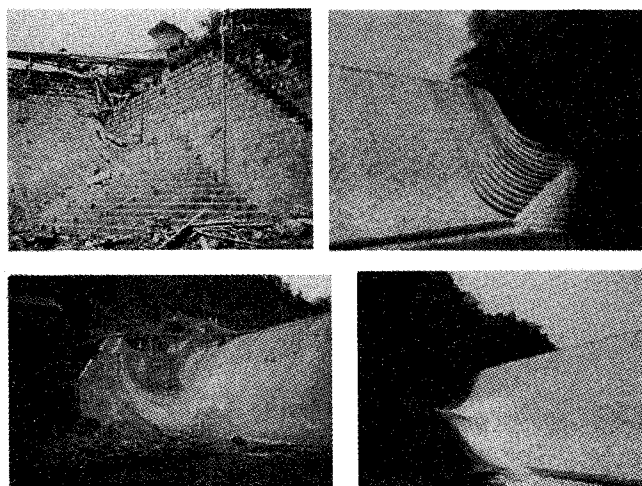


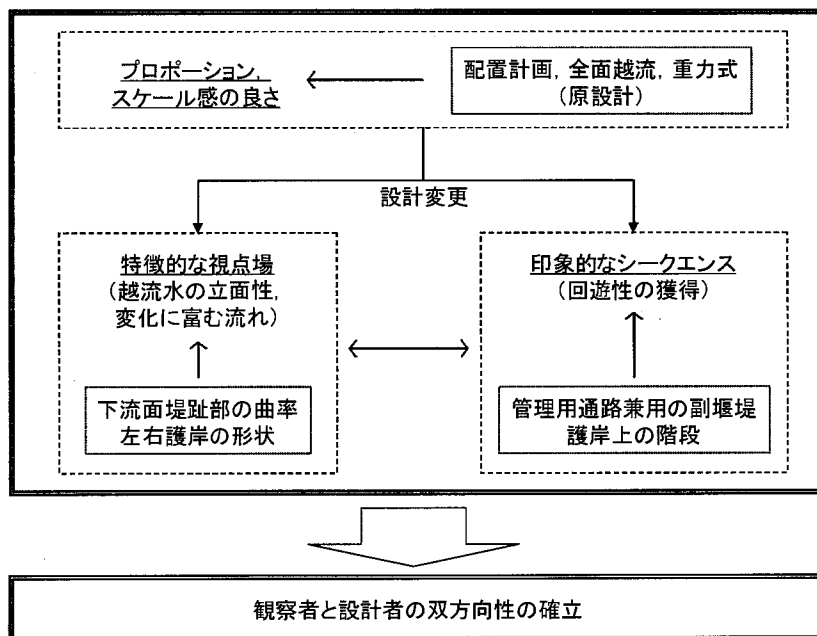
図-17 工事写真と現況の眺め

うな効果をあげているのではないかと考えられる。

(3) 白水堰堤の造形的特徴

以上の考察から理解されることは、白水堰堤の美しい骨格となるプロポーショナルやスケール感の良さは、原設計時には確定されており、設計変更によって、美しい表層が肉付けされていくと同時に、私たちがアクセス可能となる回路が設定されていったということである。また、工事写真群の分析から分かることは、私たちがアクセスできる回路が堰堤の作り出す水流美にのみ開かれているのではなく、美しい水流を通じて設計者の小野安夫まで達しているということである。すなわち、観察者と設計者の双方向性の確立である。これは、小野が施工中に入念な観察を通じて設計変更を繰り返していったことと、その変更が結果として水流美をより演出するものであったことという事実によるものであると考えられる。

以上のまとめを、図-18に示す。



下線:空間特性, 点線:形状の特徴, 二重線:造形的特徴

図-18 白水堰堤の造形的特徴

5. 結論

本研究では、白水堰堤の造形的特徴を明らかにすることを目的とした。そのために、現況分析による堰堤周辺の空間特性に関する考察を行い、各種図面等を用いて設計変更の経緯と、現況の構造の由来についての考察を行った。その成果は以下の通りである。

- (1) 現況分析（堰堤のプロポーショナル、視点場、動線）を行うことで、空間特性を明らかにした。これにより、白水堰堤周辺の空間が如何なる体験を提供し得るのかを述べた。
- (2) 各種図面の比較分析により、設計変更がなされたと考えられる箇所や、全案に共通する点を明らかにした。さらに図面や安藝の論文の記述をもとに、一般的なダムの設計条件を参照しながら設計変更の要因について示した。また、白水堰堤の構造的な特徴を示した。
- (3) 最後に、白水堰堤の空間特性と構造的な特徴の相関によって設計者から体験者に伝えられるものを、造形的特徴としてまとめた。白水堰堤の造形的特徴とは、計画当初から骨格としてのプロポーショナルの良さが決定され、様々な変更によって構造的な合理性と美的な演出が両立されていったものであり、それらを通じて設計者と観察者の双方向性が確立されていることである。

本研究で得られた知見は、歴史的建造物の保存・活用を考える場合や、建造物はもとより空間をデザインする際の一助となり得ると考える。また、今後の課題として、同時代に建設された越流式重力ダムとの比較分析を行い、白水堰堤の造形的特徴をより明確なものとして示す必要があると考える。

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、施工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。緒方町の高野氏には、貴重な図面を提供していただきました。西日本技術開発株式会社の武富芳弘氏には、ダムに関する基礎知識をご教授いただき、貴重な資料を提供していただきました。富士緒井路土地改良区事務局長の後藤大二郎氏、大分県教育庁文化課の江田豊氏、竹田市教育委員会文化財課の佐伯氏、緒方町教育委員会の後藤祥氏には、様々な調査にあたり御協力いただきました。皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献・注釈

- 1) 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 Vol.24，土木学会，pp.121-128，2005
- 2) この分析は土木史的なアプローチと無関係ではない。なぜなら，土木史研究において1次資料にあたることが原則であるが，白水堰堤ではその存在が十分ではなく，何よりも残存しているモノ自体が第1級の資料であると考えからである。
- 3) 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.
- 4) 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 県営基幹水利施設補修事業』パンフレット。
- 5) 前掲 1)
- 6) 前掲 4) に記載
- 7) 富士緒井路土地改良区所蔵の原図をもとに作成
- 8) 篠原修編・景観デザイン研究会著：『景観用語辞典』，彰国社，p.49，1998.
- 9) 前掲 8)，p.49.
- 10) 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 特に石堰堤に對する考察，九州帝国大学農学部卒業論文，1934.
- 11) 前掲 10)，p.259.
- 12) これらの図面は，白水堰堤建設当時に富士緒井路耕地整理組合長であった高野信良が個人で所蔵していたものである。これらの図面と，安藝によって描かれた論文中的の図および設計書を参考にした記述を比較したところ，各所の構造・寸法が一致していることが分かった。
- 13) 前掲 10)，p.104.
- 14) 前掲 10)，p.191.
- 15) 前掲 1)
- 16) 前掲 10)，p.167.
- 17) 前掲 10)，p.170.
- 18) 前掲 1)
- 19) 小野安夫の御息女である小野貴美恵氏，河野敦子氏のもとに残されている私蔵の写真である。