

「瀬田川洗堰堰桁配置表」から読み解く 設計思想・運用方針について

森田 一彦

近畿地方整備局 淀川河川事務所 調査課 (〒573-1191 枚方市新町 2-2-10)

旧瀬田川洗堰の操作記録である瀬田川洗堰堰桁配置表をもとに、琵琶湖水位と瀬田川洗堰の操作に関する関係を整理した。その結果をもとに、大正6年(1917)洪水後の堰桁の配置状況や、堰操作の通説と実操作の差異、瀬田川改修と洗堰操作の関係等を示した。

また、旧洗堰の敷高の設計思想について、文献と測量結果等をもとに、計画論と施工の差異について考察するとともに、現在も旧洗堰に配置されたままとされている石桁の状況を明らかにした。

キーワード 瀬田川洗堰、淀川改良工事、大正6年洪水

1. 瀬田川洗堰

(1) はじめに

平成29年(2017)は、淀川右岸堤防の決壊により甚大な被害が発生し、また、瀬田川洗堰の操作について上下流の利害の対立が顕然となった大正6年(1917)洪水から100年目の年である。これを機に、大正6年はもとより、明治38年(1905)から昭和36年(1961)までの旧瀬田川洗堰の運用方針を整理するとともに、琵琶湖沿岸の被害軽減に資する瀬田川改修と洗堰の敷高変更について考察する。

(2) 淀川水系の治水システム

淀川水系は、木津川、桂川等の流量が先に増大し、続いて淀川本川がピークを迎え、その後ある時間差をもって琵琶湖水位がピークを迎えるという特性がある。図-1

この特性を活かし、下流が危険な時は、下流の洪水防御のために琵琶湖からの流出量を制御し、下流の洪水がピークを過ぎた後、琵琶湖の水位上昇を抑制するため放流を行うこととしている。

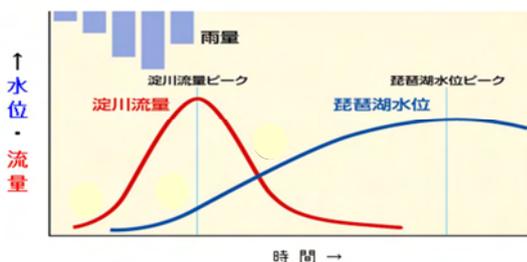


図-1 琵琶湖水位と淀川流量の関係

(3) 瀬田川洗堰の設置目的と操作方法

琵琶湖からの流出量を制御するために設置されたのが、瀬田川洗堰である。以下、明治38年に完成したものを「旧洗堰」、昭和36年に完成したも

のを「現洗堰」とし、現・旧双方に関することは、「洗堰」とする。また、琵琶湖水位については、平成4年(1992)4月から湖内5観測所の平均値としているが、旧洗堰の運用時には、鳥居川観測所の値を琵琶湖水位としていた。本稿ではこれを「水位」とし、B.S.L.で表記する。

淀川の本格的な治水工事は、明治18年(1885)の洪水を契機として明治29年(1896)に着手された「淀川改良工事」で、旧洗堰はこの計画に基づき明治38年に設置された。

旧洗堰は、幅12尺(3.6m)の水通し32門を有し、ピアは無筋コンクリートで表面に煉瓦が貼られていた。水通しに、長さ14尺(4.2m)8寸角の木材を人力で挿入する角角とし式で越流量を調節する構造である。

旧洗堰は1門あたり最大約18本の桁、32門では576本の木材を扱うため、操作に最長20時間程度を要することとなる。そこで昭和36年、より迅速かつ的確に流量制御できる機械式の現洗堰に改良された。現洗堰は、幅10.8mの水通し10門に、鋼製二段式ローラーゲートを備える構造である。

洗堰のゲートを全て閉鎖し放流量を0m³/sにする操作を全閉操作といい、ゲートを全て開放し、放流量を制限しない操作を全開放流という。図-2

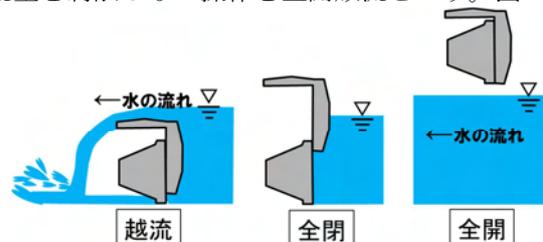


図-2 現洗堰のゲート操作

なお、洗堰の操作規則は平成4年3月に制定されており、旧洗堰の運用時には規則はなかった。

(4) 「瀬田川洗堰堰桁配置表」

旧洗堰の堰桁の操作は、現在の近畿地方整備局本局にあたる内務省大阪土木監督署の指示を受け瀬田川看守場が作業を行った。当時の堰桁の配置状況を記録した「瀬田川洗堰堰桁配置一覧表（以下、「配置表」）」が、琵琶湖河川事務所の広報施設である水のみぐみ館アクア琵琶に保管されている。図-3

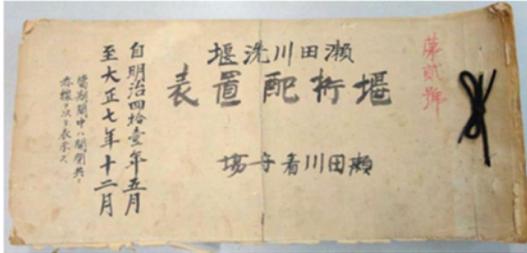


図-3 配置表の表紙

配置表は、明治38年8月2日から昭和36年5月19日まで約56年間分が8冊に分けて保管されている。この配置表を紐解くことで、2,333回の桁操作内容と、18,556日分の堰桁配置状況が明らかとなった。

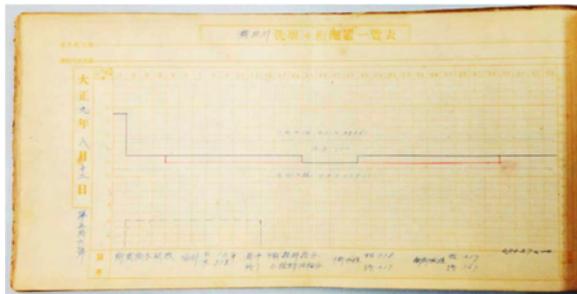


図-4 配置表の例（大正9年8月13日）

様式は、淀川に設置された毛馬洗堰と兼用で、堰桁開放後の桁高を赤線で記入。横軸に左から右に1号から32号の水通しを、縦軸に堰桁を記載。1号水通しは左岸端部であるから、下流を望むように記載しており、この例から読み取れる内容は以下のとおり。

5号～14号、19号～28号において、桁1本ずつ計20本開放。操作後の配置は、木桁358本、石桁10本。操作は10:10着手、10:40終了。

2. 瀬田川洗堰の運用方針

(1) 大正6年洪水における洗堰操作

大正6年9月29日からの豪雨により淀川の枚方水位は5.58mまで上昇し、10月1日右岸大塚地先（現高槻市）をはじめ支川でも複数箇所にて堤防が決壊した。これにより大阪府では死傷者40名、15,358戸が浸水する甚大な被害が発生した。

琵琶湖周辺においても日野川・高時川・愛知川などで堤防決壊が生じたほか、琵琶湖の水位は10月29日には+143cmまで上昇し沿湖が浸水した。

洗堰は、10月1日桁100本を閉鎖し放流量を制限する操作を実施。今回、この操作が7時に着手され、9時に終了したことがわかった。所要時間は2時間、桁1本あたり1.2分で作業している。

淀川の水位が低下したら桁を開放し、琵琶湖水位を低下させることとしていたが、大塚地先の決壊箇所の締め切り作業が難航したため、洪水前の桁数まで開放できたのは11月8日であった。

この間、沿湖住民は洗堰の開放を訴え沿湖民大会が開催され、天皇・皇后両陛下が視察されるまでのこととなった。9月30日から12月25日までの操作内容を図-5に示す。赤字は桁開放。

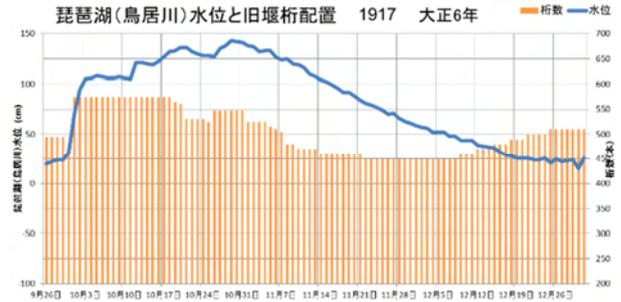


図-5 大正6年洪水後の堰桁配置状況

(2) 年間操作回数2回（大正元年）

洗堰の放流量は、洪水時、渇水時における上下流の利害に大きく影響するため、現在も毎日きめ細かに調整している。これに対して、1年の間に2回（10月13日、10月16日）しか操作しない年があった。大正元年(1912)は、9月21日から23日に台風による降雨があったが、水位のピークは+61cmで湖岸に被害がなく堰桁の開放操作は行われなかったと推察する。図-6

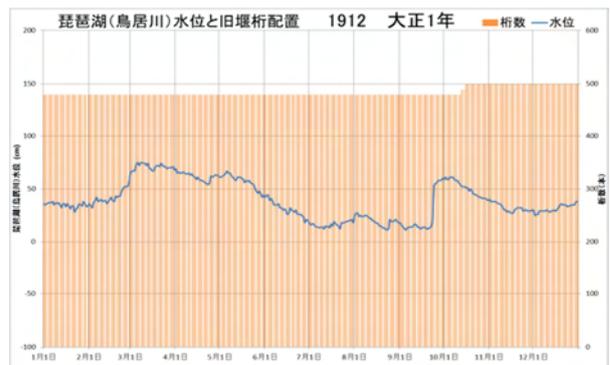


図-6 水位と堰桁配置（大正元年）

(3) 終戦前の冬季放流 (昭和 20 年)

終戦を迎えた昭和 20 年(1945)の操作回数は 57 回。特に 1 月から桁開放を続け 3 月 2 日に水位-58cm となって初めて閉鎖している。

戦局の厳しい状況において、琵琶湖の水位が低下し続ける中、電力を供給するため放流量を増加させていたことがわかる。図-7

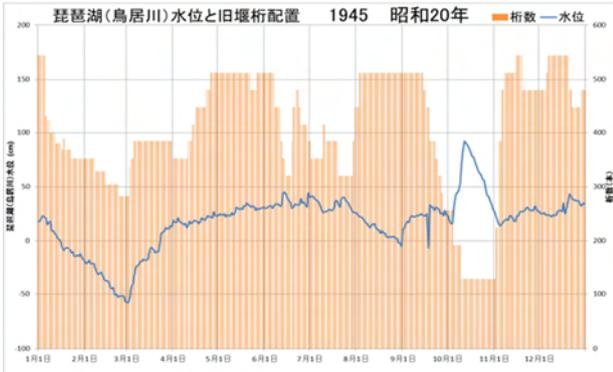


図-7 水位と堰桁配置 (昭和 20 年)

(4) 全閉操作と全開操作 (昭和 34 年)

昭和 34 年(1959)は、8 月に台風 7 号、9 月に台風 15 号 (伊勢湾台風) とふたつの大きな台風が襲来。全閉操作で下流の流量低減を図り、そのうち全開放流を行っている。図-8。

このように、戦後になって、淀川の治水システムに従った現在の操作規則の基本となっている操作が明確に行われるようになった。

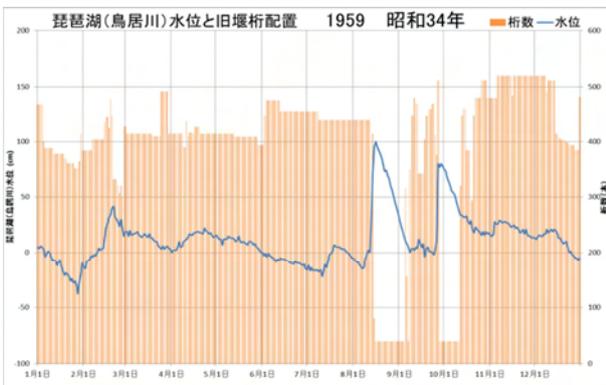


図-8 水位と堰桁配置 (昭和 34 年)

表-1 昭和 34 年の主要台風時の操作状況

洪水名	閉鎖	開放	1 本あたり作業時間
昭和 34 年 台風 7 号	8 月 14 日 104 本 操作 4:30 着手 6:00 完了	8 月 15 日 336 本 操作 0:00 着手 17:00 完了	閉鎖:52 秒 開放:3 分 2 秒
昭和 34 年 台風 15 号	9 月 26 日 136 本 操作 22:45 着手 25:00 完了	9 月 27 日 472 本 操作 15:00 着手 30:35 完了	閉鎖:1 分 0 秒 開放:1 分 59 秒

この頃は、大正 6 年洪水時と比較し桁閉鎖に要

する時間が短縮している。洗堰を閉鎖する場面は、まさに淀川の水位が上昇しようとするタイミングであり、一刻も早く閉鎖しなければならない緊迫した状況である。暴風雨の中、100kgの堰桁を次から次へと運搬し、怒濤の勢い、決死の覚悟で閉鎖し、その数時間後には、水を含み重量の増した桁を開放していたことが想像される。表-1

(5) 通説とかけ離れた操作実態

洗堰が角落とし式から機械式に改良された目的が、操作の敏速性、確実性を向上させることであった。旧洗堰は 32 門、計 576 本の桁を操作し、閉鎖時は浮力に対してモンキー打ちを行う必要がある、開放時は桁が水を含み重量が約 130kgに増加するなど重労働であった。この作業を暴風雨の中で行うことなどから、通説では全閉に 48 時間、全開に 24 時間を要するとされている。

しかし、配置表を整理する過程で、通説よりも短時間で操作していることに気が付いた。

また、昭和 3 年(1928)1 月 1 日には、メンテナンスのためか桁 40 本を 9 時から 9 時 40 分にかけて開放、14 時から 14 時 40 分にかけて閉鎖している。つまり、開放・閉鎖ともに所要時間 40 分、堰桁 1 本あたりの作業時間は 1.0 分で差がない。

そこで、1 回に 96 本以上堰桁を操作した際の所要時間を開放・閉鎖別に集計した。図-9, 10

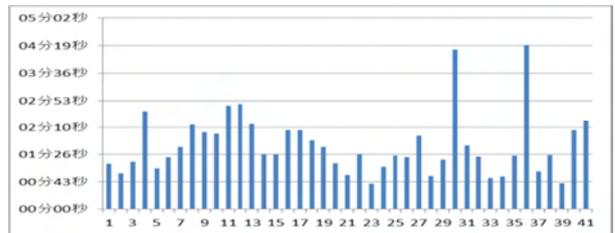


図-9 閉鎖操作における桁 1 本あたり作業時間

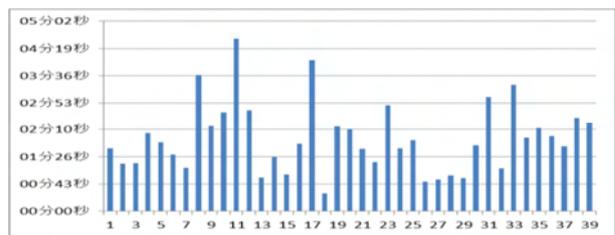


図-10 開放操作における桁 1 本あたり作業時間

それぞれの平均作業時間は表-2 のとおり。仮に、閉鎖・開放にあたり 576 本の桁全てを操作したとしても 24 時間以内に完了することとなる。さらに、開放作業は、閉鎖作業よりも時間を要していたことも明らかとなった。

表-2 桁配置作業に要する時間

作業	回数	1 本あたり平均時間	576 本の操作に要する時間
閉鎖	41	1 分 41 秒	16 時間 10 分
開放	39	1 分 55 秒	18 時間 24 分

(6) 堰桁本数と瀬田川改修の関係

18,556日分のデータから総桁本数の最大値・最小値・最頻値を年平均水位とともに図-11に整理した。縦軸に総桁本数を、横軸は年次を示す。桁の最小値が、水位の年平均値の低下と連動して減少傾向にあることが分かる。

期間を大きく3つに区分することができ、各期間における最小本数は表-3のとおり。

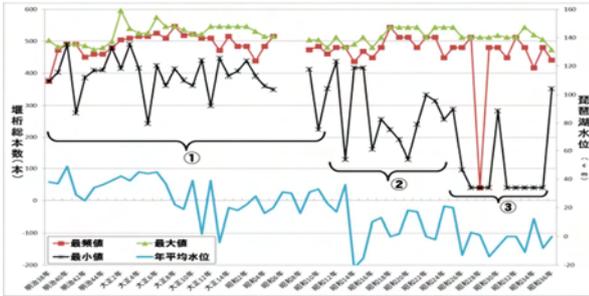


図-11 総桁本数と水位の変遷

表-3 年最小桁数の変遷

期間	本数
① 明治38年(1905)～昭和11年(1936)	243本
② 昭和12年(1937)～昭和24年(1949)	128本
③ 昭和25年(1950)～昭和36年(1961)	40本

淀川改良工事で以降の瀬田川改修は、昭和18年(1943)から26年(1951)にかけて実施された淀川第1期河水統制事業がある。当事業は、琵琶湖の水利用により生産力を高めることを主目的とするもので、水位+30cmから-100cmまでの容量を活用すべく、瀬田川の浚渫及び大戸川の付け替えを実施した。これにより、大戸川洪水の背水が洗堰の操作に与えていた制約が解消された。図-12

開放時の配置桁数が小さくなることと連動し、昭和24年以降は、1回あたりの操作本数が顕著に大きくなっている。表-4

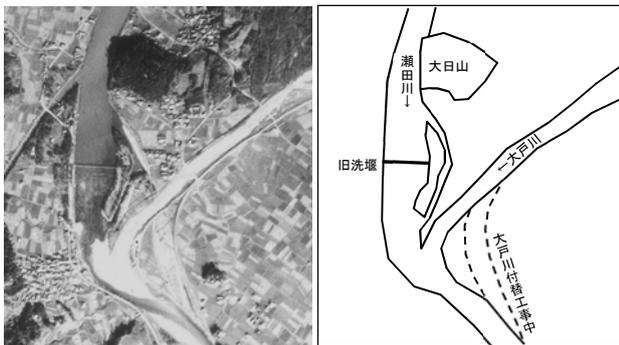


図-12 洗堰付近の航空写真(昭和23年撮影, 国土地理院蔵)(左)と見取り図(右)

表-4 開放時1回あたり最大操作本数

期間	本数
① 明治38年(1905)～昭和11年(1936)	100本
② 昭和12年(1937)～昭和24年(1949)	140本
③ 昭和25年(1950)～昭和36年(1961)	472本

3. 瀬田川洗堰の設計思想

(1) 淀川高水防禦工事計画意見書の“82.81m”

旧洗堰が淀川改良工事の一環で設置されたことは前述のとおりであるが、当該工事の計画は、明治27年(1894)に内務省大阪土木監督署長の沖野忠雄がとりまとめた淀川高水防禦工事計画意見書(以下、「意見書」)がもととなっており、被害状況の調査結果や施設計画の考え方が記述されている。ここで、瀬田川筋の工事は琵琶湖の水位を低下させ、沿湖の被害軽減を主目的として、併せて下流淀川の洪水を軽減し、そのために、瀬田川を浚渫し起伏自在の洗堰を設置するとしている。

意見書において、琵琶湖の常水位+2.75尺(+0.83m)に対して、洗堰に桁を3尺(0.91m)挿入したうえで、越流水深を9尺(2.73m)確保するとされている。これから旧洗堰の敷高は-9.25尺(B.S.L.-2.80m, O.P.B.+82.81m)となる。図-13

意見書において、琵琶湖の常水位+2.75尺(+0.83m)に対して、洗堰に桁を3尺(0.91m)挿入したうえで、越流水深を9尺(2.73m)確保するとされている。これから旧洗堰の敷高は-9.25尺(B.S.L.-2.80m, O.P.B.+82.81m)となる。図-13

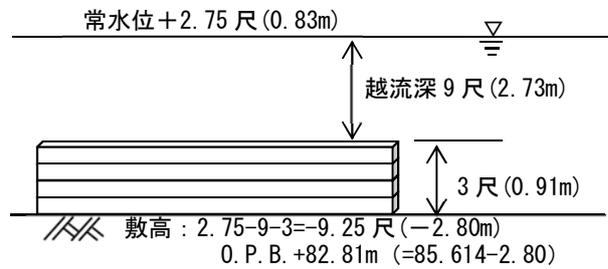


図-13 意見書における敷高

なお、琵琶湖水位B.S.L.±0mは、観測を開始した明治7年(1874)には大阪湾の最低潮位O.P.に対して+85.614mであったが、昭和41年(1966)にT.P.±0mがO.P.+1.3mとされた。しかし、琵琶湖水位は従来の85.614mを採用し、区別するためにO.P.B.と表記している。

(2) 配置表の“81.82m”

一方、配置表にも、O.P.+270尺やO.P.+81.82mと記載されている。

意見書の記述と比較すると0.99mの差異が生じる。図-14, 15

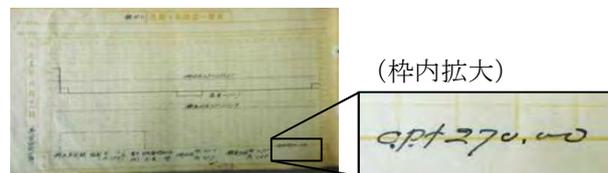


図-14 配置表(大正12年8月11日)

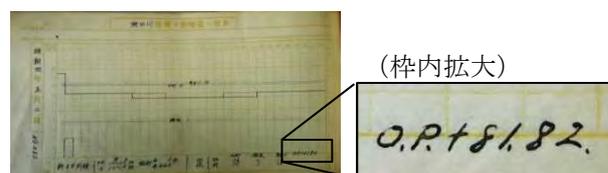


図-15 配置表(昭和4年5月2日)

(3) 簡易測量の“81.73m”

旧洗堰は昭和39年(1964)ころ撤去されたが、先人の偉業を後世に伝えるため旧洗堰32門のうち、左岸6門、右岸1門が存置されている。図-16



図-16 旧洗堰左岸(平成28年4月撮影)

平成29年3月3日、4号、6号水通しについて簡易な測量を実施した。

水面から石桁までの距離は、4号、6号とも等しかった。石桁が木桁4本分の高さに相当すると仮定すると敷高は81.73mとなる。図-17

石桁については後述する。

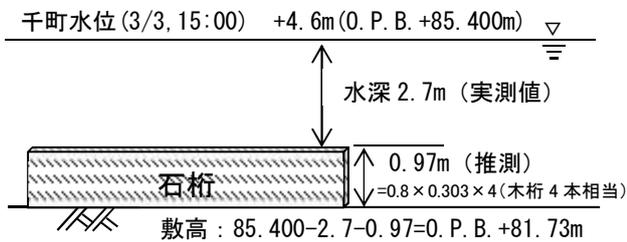


図-17 簡易測量による敷高

(4) 敷高に関する考察

敷高について、整理すると表-5のとおり。

計画段階には、O.P.B. +82.81mとされていたが、0.99m低いO.P.B. +81.82mで施工されたことが明らかとなった。

表-5 敷高比較

根拠	敷高 (O.P.B.)
意見書	82.81m
配置表	81.82m
打音調査時測量	81.73m

敷高を変更したことに関する文献や論文がないため、理由はわからないが、淀川改良工事の着手直後に発生した洪水に着目し、理由を推測する。

明治29年9月4日、水位+161cmと高い状態の琵琶湖に、10日間で1,008mmという大きな降雨があり、水位は+3.76mまで上昇した。水位が常水位以下に低下したのは翌30年2月下旬であり、その間、沿湖では浸水が継続した。

沖野は、この洪水を対象とした洗堰の運用についても検討を行っているが、水位ピークの際に洗堰を全閉するためには72時間前から操作しなければ間に合わないことから、それを断念している。

旧洗堰の建設工事は、明治34年に起工し明治38年に完成した。明治38年は、日露戦争が終結した年で、戦争に国力を注ぎ経済力が疲弊する情勢下

において、1m低く施工することによる事業費増の影響は小さくなかったと想像する。しかし、滋賀県議会での激しい質疑や、洗堰設置に反対した琵琶湖沿岸の住民の声を聴き、被害軽減の一助とすべく洗堰の敷高を低く施工したのかもしれない。

その後、昭和28年(1953)には、宇治川の堤防決壊など淀川水系に甚大な被害をもたらす台風13号が襲来する。これを受け、昭和29年(1954)には計画高水流量の改訂を盛り込んだ淀川水系改修基本計画が決定される。

洗堰については、この計画に基づき敷高をさらに1m下げることとなった。沖野が意見書をまとめてから、ちょうど60年経過後のことであった。

4. 全開放流時の桁40本の理由

(1) 「石桁」の存在

現洗堰では、10門のゲートすべてを引き上げる操作が全開放流であり、旧洗堰においても576本すべての堰桁を開放していたと想像していたが、18,556日間の配置状況における堰桁本数の最小値は、40であり0ではない。

昭和35年(1960)7月8日の操作日誌には「全開放流」という記述があるが、その際の堰桁数も40であり0ではない。

なぜすべての桁を開放しなかったのか。40本はどこに配置していたのか。このヒントとなる記述が大正6年5月17日の配置表にあった。図-18

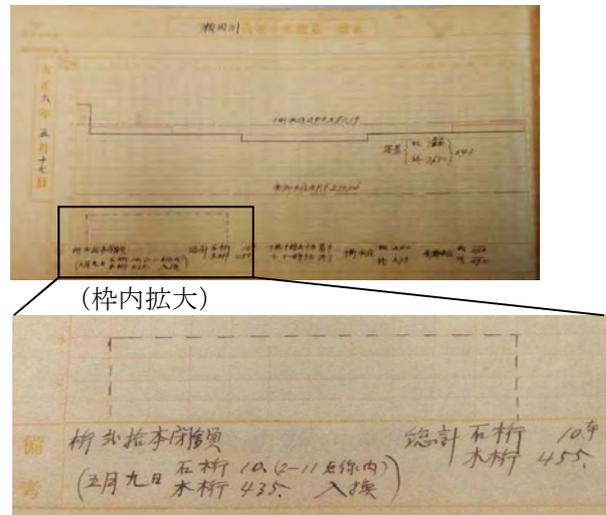


図-18 配置表(大正6年5月17日)

備考欄に5月9日「石桁10(2-11点線内)入換」とある。つまり、2号から11号までの10門の1段目から4段目までは、木桁ではなく石の桁を挿入していたということである。洗堰左岸端部は、瀬田川に張り出した大日山から続く平面的死水域であったことが、図-12から分かる。大正6年以前における堰桁数の最小値は、大正5年(1916)7月1日から7月8日の243本であるから、7段目以下の桁は開放していなかった。

つまり、洪水の流下において影響がなく、洗堰下流の河床が高いため操作の必要性の低かった左岸下部の堰桁を石桁に換えたのではないかと推察する。

(2) 碇を使用した打音調査

石桁を挿入していたとされる2号から11号のうち、2号から6号までが現存しているため、現在も石桁が残されていると想像した。

そこで、簡易測量の際、図-19のように碇を使用し、簡易な打音調査を実施した。

土砂等堆積の影響が少ないと考えられる流心部の6号水通しに碇を沈めたところ、“キン”という金属質の音が聞こえ、鉄と石とがぶつかる感触を確かめることができた。



図-19 打音調査状況（左）と使用した碇（右）

同じく、4号水通しの調査においても、同様の感触を得たことから、石桁の存在に確証をつかむことができた。また、水門の角落とし部に号数が記されていることを発見した。図-20



図-20 旧洗堰1号水通し部

(3) ビデオカメラによる撮影

平成29年3月20日、ビデオカメラで水中部分の撮影を行った。

旧洗堰の6号、3号水通しに配置された石桁を撮影したところ、図-21のとおり状況を確認することができた。石桁の上流側は、堆積物がほとんどなく全体を視認することができ、表面にコケが多く付着していたが、隙間や目地等は見られず、高

さ0.97m、幅4.2mの一枚ものの石板が使用されていたと推察される。

ただ、このような巨石がどのように作られ、運搬されたのかが、新たな疑問となった。



図-21 6号水通しに存置されている石桁

5. まとめ

(1) 考察

旧洗堰は、明治29年洪水を踏まえ計画が見直され、当初計画よりも1m低い敷高で建設された。しかし、戦前には、瀬田川改修が進捗しておらず、洗堰下流の河床が高く、桁と河床との落差が確保できず下段7段を開放する機会がなかった。そこで、操作の必要性が低く、平面的に死水域であった左岸端部10門の下段4段には、木桁の代わりに石桁が配置されていた。

全ての桁を開放する全開放流が可能となったのは、瀬田川改修が大きく進捗した戦後になってからであったと考えられる。

(2) 資料の公表

今回整理した56年間分の水位と堰桁配置本数のグラフは印刷し、8冊の配置表は原寸大で複製し、水のめぐみ館アクア琵琶2階の展示コーナーにて展示している。

また、石桁を撮影した際のオリジナル動画については、1階エントランスにおいて放映している。

謝辞：

百年以上前に計画された構造物の操作実態や設計思想を紐解くことになったきっかけは、琵琶湖工事事務所長や淀川工事事務所長を歴任された宮井宏氏のひとことでした。多くの点で貴重な示唆をいただいたことに謝意を表します。

また、調査を後押ししていただき、休日の調査にもご協力いただいた今中事業対策官に感謝します。

参考文献

- 1) 淀川の河川計画と水管理の研究 近畿地方建設局
- 2) 淀川百年史 近畿地方建設局
- 3) 琵琶湖・淀川の洪水と治水の記録 宮井宏