

## 初期の神戸水道計画におけるイギリスの影響\*

～バルトンと佐野藤次郎の設計思想～

### Influence of British Water Engineering on the Early Kobe Water System

- Design concept of W. K. Burton and T. Sano

松下 眞\*\*

By Makoto MATSUSHITA

#### Abstract

Kobe Water system was founded in 1900 based on the plan by Mr. Burton and was extended by Dr. T. Sano. The concept of water system and the detail design of facilities were influenced by British water engineering, which reflected on the actual Kobe Water system. In this paper the author will explore these facts from the text book "The Water Supply of Towns and the construction of waterworks" written by Mr. Burton and the site visit of T. Sano during his staying in Glasgow.

#### 1. はじめに

佐野藤次郎(1869-1929)は神戸水道の創設工事と第1回拡張工事において、布引ダム・鳥原ダム・千苺ダムの3つの古典的ダムを設計・施工し水源の確保充実に大きな役割を果たした。また、この建設において、佐野はイギリス視察・インド視察の成果を設計に反映させており、これについては第23回土木史研究発表会で「佐野藤次郎と神戸水道の3ダム<sup>(1)</sup>」として、佐野の遺族調査、文献調査、現地調査などから、その内容を吟味したところである。

それにしても明治になって、突然、文明開化の波を受け、発足したばかりの帝国大学で外国人から学んだ若者が、すぐに大規模なダムの設計を自力のみでおこなえたのであろうか。西洋文明を受け入れる素地があったとはいえ、何か参考となった具体的事例や設計図の雛型があるのでは、と考えるのは当然であると思われる。

ここでは、明治期から昭和初期の神戸水道計画の発展過程で、佐野のダム・水源工事においてバルトンによる指導や自身のイギリス視察で学んだことがどのように反映されているかを検証することで、近代日本が土木工学をどのようにして吸収していったかを明らかにしていきたい。

#### 2. 神戸水道計画の成り立ち

神戸における水道計画は、明治20年(1887)の横浜での水道創設と各地における水道計画の進行に刺激され、兵庫県がパーマー(H. S. Palmer, 1838-1893)に委託して明治21年(1888)に立案された。しかし、この計画は神戸市会の慎重姿勢により実現することはなく、度重なるコレラの蔓延などにより、水道の必要性が徐々に理解されていった結果、ようやく明治25年(1893)になって内務省

雇工師バルトン(W. K. Burton, 1856-1899)にあらためて計画立案を委託することになった。バルトンは明治25年7月13日に神戸を訪れ、現地調査を行うとともに8月3日に生田神社において神戸市関係者と協議、講演をおこなっている<sup>(2)</sup>。バルトンの神戸水道計画は明治26年3月に成案をみて、7月に兵庫県を經由して国に提出された。しかし、日清戦争のため頓挫し、下関講和条約締結後の明治29年4月(1896)にようやく認可を得ることができた。この計画を実施に移すにあたり、当時水道工学家として知られていた陸軍嘱託技師の吉村長策(1860-1928)に工事長(陸軍との兼任)を依頼した。吉村は帝国大学の後輩にあたる佐野藤次郎を大阪水道から招聘して、バルトンによる当初計画を拡張する仕事を担当させ、明治29年(1896)11月によりやく体制が整った。その後、昭和初期までの神戸水道計画は佐野を中心に拡張されていくことになるのである。

佐野は創設時の拡張計画として、バルトン案の土堰堤貯水池を布引堰堤(明治33年(1900)完成)と鳥原堰堤(明治38年(1905)完成)の二つのコンクリートダムに変更して水源計画の充実をはかるとともに明治末期から第1回拡張工事として千苺堰堤(大正8年(1919)完成)を計画した。また第2回拡張工事として千苺堰堤の嵩上げにより貯水量を増大させることもおこなった。佐野はさらに千苺ダムを拡張する計画も行い、設計も完了していたが、昭和4年(1929)に死去し、この計画は実現することはなかった。

佐野自身についてみると明治24年(1891)に帝国大学を卒業、大学院に籍をおいて大阪市水道にて鑄鉄管の購入にあたり、明治26年(1893)12月から1年半の間、検査員としてグラスゴウのD. Y. Stewart社に赴いている。明治28年(1895)5月に帰国するまでにGlasgow, Edinburgh, New Castle, Manchester, Liverpool, Londonなどの水道施設を視察したことがわかっている<sup>(3)</sup>。

\* Keyword : 神戸水道、佐野藤次郎、石積ダム

\*\* 正会員 工修 神戸市水道局東部センター

(〒658-0081 神戸市東灘区田中町5丁目3-23)

佐野は帰国から1年半後、27才で神戸水道計画を担うことになる。佐野が神戸水道創設工事を終えて韓国に渡るのは、明治38年(1905)7月であり、年齢的には35才であった。佐野の立案する水道計画には、ダムその他の構造物の意匠、配置計画などにイギリスの影響が感じられる。これはどこから来るのであろうか。佐野に影響を与えた人物として、帝国大学教授のバルトン、大学の先輩で助教授も勤め神戸水道創設の工事長でもあった吉村長策、また水道工学の教科書でバルトンの著作でもあった『The Water Supply of Towns and the Construction of Waterworks<sup>(4)</sup>』(以下、「WST」と略す)、さらに実地の経験として大阪水道時代のグラスゴー滞在などが考えられる。ここでは、①Water Supply of Townsの記述との整合性、②佐野のグラスゴー滞在記でもある『英国グラスゴウ市の公共事業<sup>(5)</sup>』などから現実の施設計画<sup>(6)</sup>との比較を行いたい。

### 3. バルトンの影響 (『Water Supply of Towns』, WST)

佐野にとってバルトンは、帝国大学における教授であり、水道工学全般について教えを受けたと想像される。また、WSTは佐野の卒業後1894年に初版が出され、1898年には第2版が出版されたが、バルトンは佐野在学中から執筆のための資料整理をしていたと推測され、学生である佐野もその作業に駆り出され、その過程で基礎的な知識を得ていたとも考えられる。ここでは、この書物(1898年の第2版)と現実の施設設計を照合することにする。

#### (1) ダム配置と放水路

WSTにはダムに対して補償流量が優先し、放水路によってダムの下流に導くという考え方が示されており、布引・鳥原ともにこの考え方を踏襲している。(図-1~3)

#### (2) ろ過池レンガの積み方

緩速ろ過池の底部集水溝はレンガによって構成されるが、昭和54年(1980)に奥平野浄水場の緩速ろ過池の取壊し工事をおこなった際、底部のレンガ積の形式がWSTと同じであったことが確認されている。(図-4、5)

#### (3) 奥平野低層配水池(浄水池)について

奥平野低層配水池は、1900年創設以来の現存施設であり、現在も稼動している。この構造は、WSTに示された構造に酷似している。また、池数は3池とすることが記載されており<sup>(7)</sup>、その通りの池数になっている。また、池内は滞留を避けるため導流壁が設けられており、これは明治25年8月3日の生田神社におけるバルトンの講演でも示されており、WSTにも記載がある<sup>(8)</sup>。(図-6、7)

### 4. 『工談雑誌』にみるグラスゴー水道拡張計画

佐野はイギリス滞在中、各地の水道施設を視察しているが、グラスゴーについては帰国後に『英国グラスゴウ市の公共事業』(『工談雑誌』明治29年6月~30年7月)として、その見聞録を連載している。英国視察については、遺族調査によってもこれ以外の記録(日記や写真・図画等)は残されていないことが確認されている。当時、グラスゴウ市において水源拡張工事が進行中であり、連載記事にも

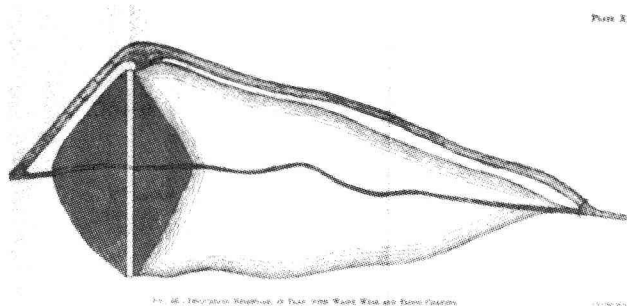


図-1. ダム配置図の模式図(WST, Plate XII, Fig.46)

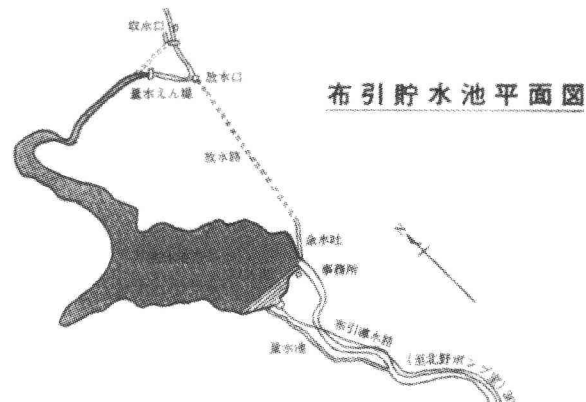


図-2. 布引の配置図

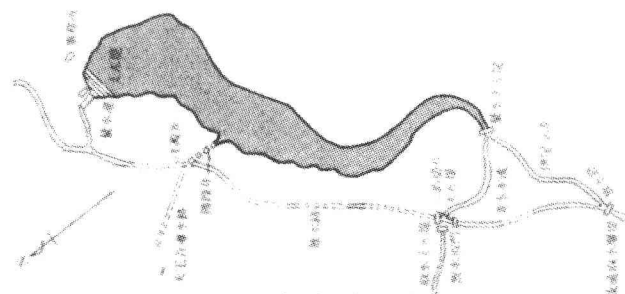


図-3. 鳥原の配置図

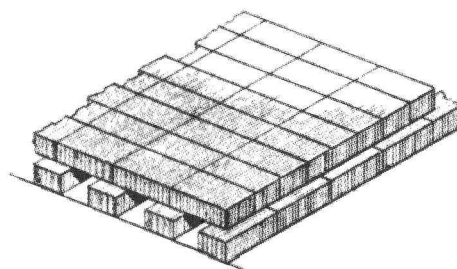


Fig. 95.—Cellular brick floor for filter bed (New River Company, London).

図-4. レンガ積図 (WST, p.101, Fig.95)



図-5. 奥平野浄水場のレンガ積(著者1979.)

かなり詳細にその概念等が紹介されている。以下に、掲載月（以下「M29.6」等と略す。）を追って水源拡張工事に関する記述を簡単に示していきたい。

<M29.6> グラスゴー市の概要と発展経過

<M29.7> 19世紀前半以来のグラスゴーでの民営水道

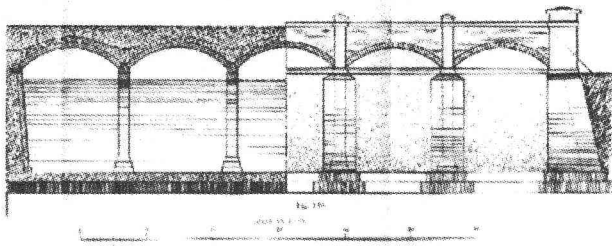


図-6. 配水池断面図 (WST, Plate XXXIII, Fig. 141)

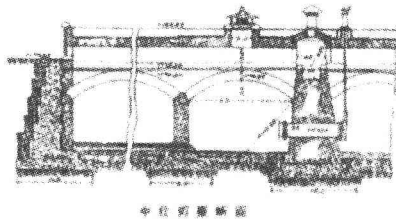
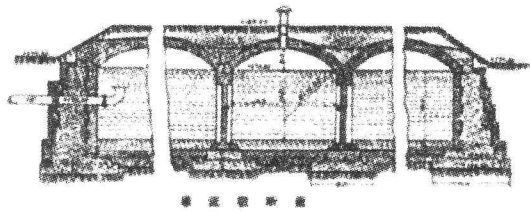


図-7. 奥平野低層配水池の竣工図

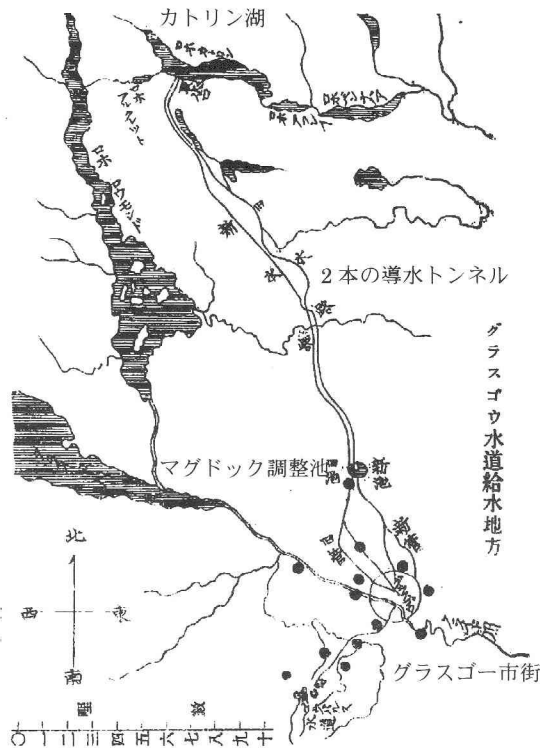


図-8. グラスゴー水道拡張計画 (『工談雑誌』明治29年6月号、著者注を付記)

の発展および市によるカトリン湖(Loch Katrine)を水源とする工事の経過について。J. F. Bateman (1810-1889) が設計し、1859年にはビクトリア女王が水路への水門を開いて完成を祝った。(9)

<M29.8> カトリン湖についてロンドンの水質と比較した結果が紹介され、非常に清澄であり軟水となっている。カトリン湖の取水口には花崗岩の額が掲げられている。ここから貯水池がある市郊外のマグドック (Mugdock) まではトンネル、暗渠、鉄管により導水されている。

<M29.9> マグドック貯水池および導水路の構造

<M29.10> 当初のゴウバルス(Gobals)水道と1859年完成のカトリン湖水道拡張工事について

<M29.11> 最近施工中の拡張工事は、既設水路に平行して新水路を建設し、マグドック貯水池の隣地クレイグマジー(Craigmaddie)に新貯水池を建設する。カトリン湖の水位を約1.5m嵩上げする。隣接のアルクレット湖(Loch Arklet)から導水し、この湖も流域に加えること。

<M29.12> 貯水池以降の配水システムについて記述している。民間水道の買い上げを含めグラスゴー市が水道に投資した総額は、29,625,760円。最後にイギリス各地の人口と水道料金について比較表を載せている。

<M30.1~7> これ以降は水道以外の下水処理、築港工事、高圧給水工事(エレベータ等の水力機械に利用)、消防、ガス燈・電気燈、市内馬車鉄道について記述している。

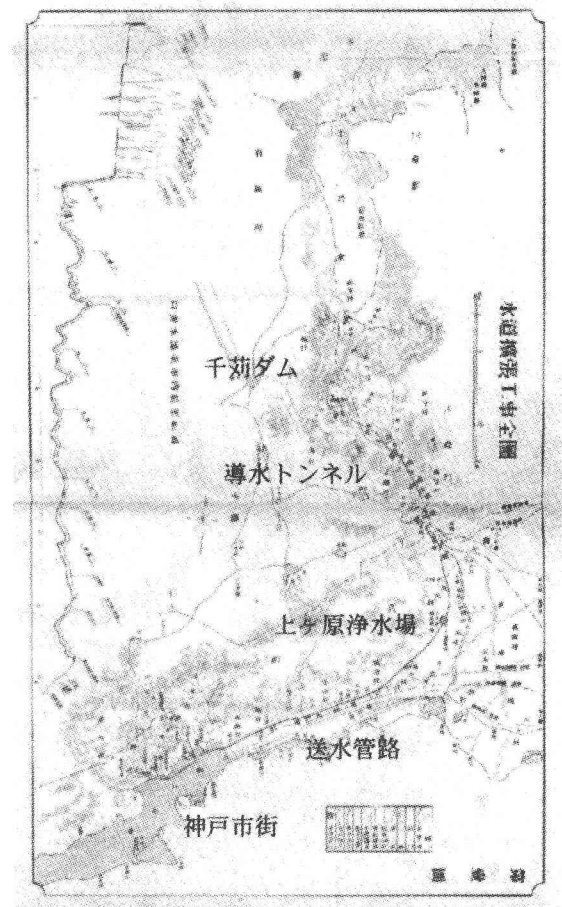


図-9. 千苅ダムの導水計画図 (著者注を付記)

## 5. 神戸市における水源拡張との類似性

神戸市では 1905 年の創設工事完成以来、水道の需要が急増し水源確保が緊急の課題となっており、明治 41 年(1908)には、佐野を招いて武庫川上流の調査を行っている。佐野はその後、第 1 回拡張工事が本格的に始まった明治 44 年(1911)に技師長として再び神戸市に迎えられ、千苺堰堤と上ヶ原への導水トンネル、上ヶ原以降神戸市外までは管路とする拡張計画を推進していくことになる。この計画とグラスゴー市のカトリン湖拡張工事とは非常に類似した点が多いことは、表-1. に示すとおりである。文書として残されているものはないが、佐野がグラスゴー拡張計画を念頭において立案したものであることは、ほぼ間違いのないのではないだろうか。

表-1. 神戸とグラスゴーの水道拡張計画の比較

都市名	グラスゴー	神戸(千苺)
技術者名	J. F. Bateman	佐野藤次郎
完成年次	1896	1919
拡張内容	湖の流域拡大、導水路・調整池の増設	ダムによる水源確保 導水路・浄水場の新設
水源	カトリン湖を嵩上げ 市街地から約 50km	千苺ダム(人工湖) 市街地から約 40km
導水路	トンネル (自然流下)	トンネル (自然流下)
調整池・ 浄水場	需要地手前の高台に 調整池を設置	中間地点の高台に浄 水場を設置
下流施設	鑄鉄管による配水	鑄鉄管による送水

特に当初の段階では、浄水場は神戸市内の春日野に設けることになっていたが、用地費が高いことと市域が東に拡大することを見越して、西宮市の上ヶ原新田に確保するよう変更になった経過がある。当初計画についてはグラスゴー市におけるマグドック貯水池の配置とイメージが重なる。さらに佐野は第 2 回拡張において導水路を増設する際、千苺～上ヶ原の途中からトンネルで現在の神戸大学付近まで直接導水する構想を持っていたことが記録に残されており、これも需要地近くの高台に浄水場・調整池を置くとするグラスゴー水道拡張計画の影響が感じられる。

## 6. 結論と今後の課題

わが国の近代水道は、明治維新後 20 年で横浜市が通水し、その後、開港した港町を中心に函館・長崎・東京・大阪・広島を経て 33 年後に神戸で通水する運びとなった。横浜・函館はパーマーの指導、東京以降、バルトンが内務省顧問として上下水道の創設を指導したとしても、実際の工事は大部分、日本人技術者により施工された。国づくりに燃える気概があったとはいえ、帝国大学を卒業して間もない若者がいきなり、大規模土木工事を設計・施工し、現場において処理する細かい施工について、適切な指示ができるものであろうか。

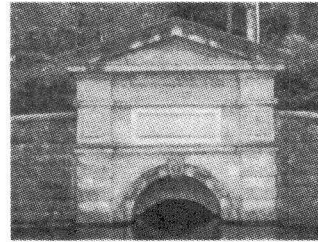


図-10. マグドックのトンネル出口(著者 2003.8)



図-11. 烏原ダム上流の放水門(著者 2003.10)

設計に関しては、教科書となった書物、実際の類似設計図、完成物の現場視察、先輩らの助言が大きな役割を果たしており、本論においていくつかの実例を示した。また実際の施工についても、重力式コンクリートダムに関する日本での経験がなく、頼れる日本人技術者がいない状況下で、現場での確かな指示を与えることは若き技術者にとって大変なことであり、現場見学の経験から明確な出来上がりイメージを持つことが極めて大切なことであったと推察できる。

今回おこなった Water Supply of Towns と施工現場との照合は網羅的ではなく、今後さらに突っ込んだ検証をする余地を残している。さらに、工事長である吉村長策は、神戸に先立って長崎市の水道において、William Humber の『Water Supply』(1876)を参考にして設計し、バルトンを感心させたという逸話<sup>(10)</sup>もあり、佐野もこの本を参考にしている公算が高いため、これについても調査が必要である。

最後に、佐野は烏原貯水池の設計にあたり、貯水池下流側に河川を導く放水路トンネルを作っているが、この放水門はグラスゴーのマグドックにおいてカトリン湖から導水した水を開放するトンネル出口と意匠的に非常に似ており、グラスゴーの思い出を再現したとも想像できることを指摘しておきたい。(図-10、11)

## <参考文献>

1. 松下眞、「佐野藤次郎と神戸水道の3ダム」(土木史研究(講演集) 第23号、pp263-266、2003年6月)
2. 神戸市水道局、「神戸市水道70年史」(1973年)
3. 井関九郎編、「大日本博士録 第5巻工学博士之部」(発展社 p.221-223、1921-1930)
4. W. K. Burton, "The Water Supply of Towns and the Construction of Waterworks", Crosby Lockwood, London 1898
5. 佐野藤次郎、「英国グラスゴウ市の公共事業」、『工談雑誌』、明治29年6月～30年7月号)
6. 神戸市役所、「神戸水道誌および附図」(1910年)
7. 文献4のp.134
8. 文献4のp.91, p.135
9. G. M. Binnie, "Early Victorian Water Engineers", Thomas Telford Limited, London 1981, (p.195)
10. 吉村長策、「我が四十年間における技術界の回顧」、土木学会誌、第13巻第1号、昭和2年2月