

旧大湊水源地水道施設にみる佐野藤次郎の影響

小澤 佑介¹

¹ 公益財団法人 文化財建造物保存技術協会（〒116-0013 東京都荒川区西日暮里2-32-15）

E-mail:ozawa@bunkenkyo.or.jp

旧大湊水源地水道施設は、1902(M35)年に海軍の上水道施設として給水を開始し、戦後の1947(S22)年に大湊町（現むつ市）に使用が許可され、1976(S51)年まで給水事業を続けた。その後2009(H21)年に重要文化財に指定され、2014(H26)年度～2015(H27)年度にかけて、今後想定される保存修理工事に向けて、調査が行われた。本稿は、史料調査における、旧大湊水源地水道施設沈澄池堰堤のモルタル造選定理由に関する一考察を報告するものである。

Key Words : 近代化遺産、大湊、海軍、堰堤、佐野藤次郎

1. はじめに

(1) 所在地

旧大湊水源地水道施設は、本州最北端下北半島、青森県むつ市の宇田川流域に造られた上水道施設であり、現在は都市公園として整備された水源池公園内にある。水源池公園内には、旧大湊水源地水道施設の機能が点在しており、その中の一つに、当時貯水機能を担っていた沈澄池堰堤がある。



写真-1 旧大湊水源地水道施設 沈澄池堰堤

(2) 旧大湊水源地水道施設の沿革

旧大湊水源地水道施設は、海軍の上水道施設として1902(M35)年に竣工した。その後水の給水需要が増し、1908(M41)年と1917(T6)年に拡張工事が行われた。沈澄池堰堤は、1908(M41)年の拡張工事で築造された¹⁾。

第二次世界大戦の終戦による海軍の解体に伴い、1946(S2)年の4月から大湊町（現むつ市）が上水道の給

水事業を開始し、1976(S51)年の4月まで継続してきた。そして、1978(S53)年から、施設が所在する地区を都市公園として整備する計画がされ、着手した²⁾。

(3) 旧大湊水源地水道施設の保存修理に向けた取組

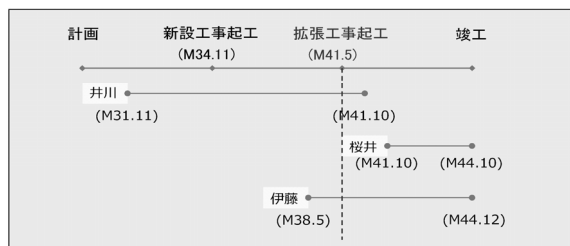
都市公園化の計画の際に、事業計画に対して再検討の声が上がり、1980(S55)年に「旧大湊第一水源地堰堤及び附属施設緊急調査」が行われ、その後2009(H21)年12月8日に国の重要文化財に指定されるに至る。

2010(H22)年には、『旧大湊水源地水道施設～総合調査報告書～』が発行され、旧大湊水道施設の一連の建設計画及び現存施設についてまとめられた。2012(H24)年には、『重要文化財旧大湊水源地水道施設保存活用計画』が発行され、2014(H26)年度～2015(H27)年度にかけて、保存修理工事に向けた調査工事が行われた。

2. 背景と目的

旧大湊水源地水道施設の工事に関わった技師については、『旧大湊水源地水道施設～総合調査報告書～』の第9章に記述されており、当時の海軍職員録や銘板から、技師を特定している³⁾。堰堤築造時期に在任していた主要技師に着目すると、井川喜久蔵、伊藤誠吉、桜井小太郎の三名が挙げられ、表-1で整理すると、沈澄池堰堤の設計に関わったのは、井川喜久蔵と伊藤誠吉であると推察されるが、設計者の特定には至っていない。

表-1 旧大湊水源地水道施設主要技師の在任期間³⁾



また、2014(H26)年度～2015(H27)年度にかけて行われた調査の中で、沈澄池堰堤のボーリング調査を行い、構造が粗石モルタル造であることが明らかになった⁴⁾。沈澄池堰堤が築造された8年前にあたる、1900(M33)年に布引五本松ダム（兵庫県：重要文化財）がコンクリートで築造されており、沈澄池堰堤はコンクリートでダムを築造する技術があったにもかかわらず、モルタルで築造されたことになる（表-2）。

ここで規模について着目すると、表-2にあるように布引五本松ダムに対し、沈澄池堰堤は小規模であるため、モルタル造が選択されたとも考えられる。しかし、沈澄池堰堤築造から11年後の、1919(T8)年に神戸市において千苅ダムという布引五本松ダムより大規模なダムが、モルタル造で築造されている。このことから、沈澄池堰堤は、規模による観点からモルタル造が選択されたとは考えにくい。

そこで本稿の目的は、沈澄池堰堤が築造当時コンクリートでダムを築造する技術が存在したにもかかわらず、粗石モルタル造で築造されていたことに着目し、モルタル造が選択された理由を明らかにすることとする。

表-2 堰堤比較表⁵⁾

	布引五本松ダム	旧大湊水源地沈澄池堰堤	千苅ダム
年代	1900[M33]	1908[M41]	1919[T8]
規模 [高さ/延長]	33.3m/110.3m	9.0m/27.5m	42.4m/106.7m
構造	重力式粗石コンクリート造	重力式粗石モルタル造	重力式粗石コンクリート造
設計者	吉村長策 佐野藤次郎	(井川喜久蔵) (伊藤誠吉) *推測	佐野藤次郎

3. 旧大湊水源地水道施設の明治期工事仕様書

(1) 史料保存状況と既往研究

旧大湊水源地水道施設に関する史料は、その多くが戦後に焼却されてしまったため、現存数は少ない。現存史料は、防衛研究所所蔵の明治期に3期に分かれて行われた工事の仕様書と、それに付随した設計図が17枚にとどまる。

既往研究は、東北地方で最初の近代水道施設として、沈澄池堰堤を中心に名前が挙がるものの、直接的に旧大湊水源地水道施設を扱ったものは存在しない。

(2) 明治期工事仕様書にみる沈澄池堰堤の仕様

沈澄池堰堤の仕様については、『大湊要港部水道擴張工事（第二期）』に記述してある。

ここで沈澄池堰堤の仕様を確認するために、「石工及煉瓦工之部」の堰堤躯体築造の項を、表-3にまとめた。

表-3 沈澄池堰堤の仕様⁶⁾

部位	項目	
躯体	品質	粗石
	寸法	一才以上
	目地	セメント：0.6 火山灰：0.4 石灰：0.2 砂：3.5
	間隔	四分以下
	積み方	練積み

表-3 から沈澄池堰堤躯体の目地の仕様は、「セメント：0.6、火山灰：0.4、石灰：0.2、砂：3.5」となり、仕様書からも、粗骨材が入っていないことが確認でき、コンクリート造ではなく、モルタル造であることが伺える。

(3) ポズラン反応による水硬性

沈澄池堰堤躯体粗石目地の仕様で、火山灰と石灰が混入されている。これはポズラン反応による水硬性を期待して用いられたものだと考えられる。

この反応は、ポズラン物質であるケイ酸質物質と刺激物であるカルシウムが水の存在下で混ざると、水和物となるもので、水硬性が高くなる。ポズラン物質には天然物と人工物があり、天然物には凝灰岩、珪藻土があり、人工物には焼成粘土、高炉スラッグ、フライアッシュがある⁷⁾。ここでは、天然物である凝灰岩として火山灰が用いられたと考えられる。

4. 佐野藤次郎

(1) 佐野藤次郎の既往研究と略歴

佐野の既往研究は、池田（大日本コンサルタント株式会社）・篠原（東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻）がダムデザインという観点から、神戸水道のダムに関する研究で、佐野のダム設計を紹介した事例⁸⁾、五十畑（NKK 総合エンジニアリング）が布引ダム建設に関する佐野の未出版論文を ICE(英国土木学会、Institution of Civil engineers)のアーカイブから発見し紹介した事例⁹⁾、松本（神戸市水道局）が佐野のダム設計や水道計画の思想形成過程を辿り、イギリスの水道事業が神戸水道の施設にどのように反映されているかを検証した事例¹⁰⁾がある。

ここで佐野の設計したダムに注目する。佐野は1900(M33)年に国内初のコンクリートダムである布引五本松ダムに関わった後、インドで水道施設の視察を行い、帰国後設計した鳥原ダム、千苺ダム、豊稔池ダムはモルタル造で設計するようになる。以上のことから、佐野は、布引五本松ダムでコンクリート造のダムを設計したにも関わらず、インド視察を契機に、モルタル造のダムを設計するようになったのが確認できる。

表4 佐野藤次郎設計の主要ダムと沈澄池堰堤¹¹⁾

名称	年代	構造形式	スルキ	平面形状	余水吐	流量調整
布引ダム	1900(M33)	重力式 粗石コンクリート造	×	直線	築堤外	—
鳥原ダム	1905(M38)	重力アーチ式 粗石モルタル造	○	円弧	築堤内	ストーニ式ゲート
沈澄池堰堤	1908(M41)	重力アーチ式 粗石モルタル造	○	円弧	築堤内	—
千苺ダム	1919(T8)	重力式 粗石モルタル造	不明	直線	築堤内	ストーニ式ゲート
豊稔池ダム	1929(S4)	多拱扶壁式 粗石モルタル造	不明	連続アーチ	築堤内	—

(2) インド視察

佐野は、1900(M33)年に布引五本松ダム竣工後、1900(M33)年10月～1901(M34)年1月の70日間、インドで水道施設の視察を行なった。この視察は、1902(M35)年1月の工学会誌237巻に「東洋諸國ノ石堰堤概況」としてまとめられている。

a) インド視察の動機と視察先

佐野は、インド視察の背景と目的について以下のような記述をしている。

「東洋諸國ノ石堰堤概況」の本文より抜粋¹²⁾

- ・堰堤前面三尺通りハ水止メノ目的ヲ以テ甲号コンクリート使用セシモ尚多少ノ漏水アリ
- ・神戸市水道水源貯水池堰堤築造上ノ参考ニ供スルガ爲

このように佐野のインド視察は、国内初のコンクリートダムの漏水問題という背景があり、神戸市の新たな水道事業において堰堤を築造する際の参考にする目的のために行なったことが確認できる。

佐野は、インドにおいて6つのダムを視察しており、漏水問題について以下のような記述をしている。

「東洋諸國ノ石堰堤概況」の本文より抜粋¹³⁾

漏水ノ點ニ於テコンクリートヨリモ粗石ノ方適當ナルヤ否イハツツノ疑問ナリ

このように佐野は、「漏水についてコンクリートよりもモルタルの方が適当であるというのは疑問である」という以下の記述を残しながらも、モルタル造のダムの漏水量が少ないことを確認している。

表5 インドで視察したダム一覧¹⁴⁾

堤名		堤質	堤高 (尺)	堤長 (尺)	漏水量 (立方尺/秒)
タンサ	Tansa Dam	不定形粗石積	135	8800	極微
ツルシー	Tulsi Dam	—	90	495	0.20
パートガール	Bhatghar Dam	不定形粗石積	127	3129	少量
ムータ	Mutba Dam	不定形粗石積	106.7	3687	少量
ペリヤー	Periyar Dam	コンクリート	173	1241	0.231
タイタム	Tytum Dam	コンクリート	130	485	0.77
布引	—	コンクリート	105	364	0.50

b) インド視察の成果

佐野がインド視察で得た一つの知見として、スルキというものをモルタルに添加した、漏水対策について記述している。

「東洋諸國ノ石堰堤概況」の本文より抜粋¹⁵⁾

ペリヤー堰堤ニ付キ石灰ニするキヲ混用シテ好結果ヲ得タルニアリ我国普通ノ石灰ニ此方法ヲ用ユル「充分研究ノ價アル」ト信ス

このように佐野は、「ペリヤー堰堤では、スルキをモルタルに添加し、漏水問題について良好な結果が出ており、日本においても研究する価値がある。」と述べ、スルキによる漏水対策の可能性について示唆している。スルキとはインドの方言であり、その使用目的と仕様について以下のような記述がある。

「東洋諸國ノ石堰堤概況」の本文より抜粋¹⁶⁾

- ・水硬性ヲ増スガ爲メするキヲ混ズ
- ・粘土ヲ練リテ四吋角ノ厚一時ノ煉瓦ヲ作り日光ニ乾カシタル後チ少シ下焼キニナシ後粉末トナリタルモノニシテ

記述によると、スルキを使用する目的は水硬性を高めるためとあり、その仕様は、粘土を日干しして、砕き、粉末にしたものとある。このスルキの混入は、沈澄池堰堤でも火山灰を混入することで用いられているポズラン反応を期待したものだと考えられる。インド視察の際には、人工物である焼成粘土として煉瓦が用いられた事例を確認したと考えられる。

c) インド視察後の佐野藤次郎のダム設計

佐野は、1900(M33)年のインドへの視察後、神戸市水道拡張工事に従事し、その工事を1906(M39)年5月の工学会誌285巻に「神戸市水道拡張工事」としてまとめている。これによると、佐野はインド視察で得た知見であるスルキによる漏水対策を鳥原ダム築造時に実践しており、ポズラン物質選定の際、天然物である凝灰

岩と、人工物である焼成粘土のどちらがコスト面で適切か検証している記述がある。

「神戸市水道拡張工事」の本文より抜粋¹⁷⁾

初メ亦工事附近ニテ粘土焼成ヨリ自営スル考
ナリシガ逐ニ経済上ノ利益ヨリ煉瓦製造者ト特約
シ煉瓦及ビ最下等煉瓦を購入シ

検証の結果、火山灰の使用や、煉瓦を自作するのではなく、煉瓦製造業者から煉瓦を特約にて購入することが、最もコストを抑えられることが明らかになり、烏原ダムでは煉瓦製造業者から購入した煉瓦の粉末をボゾラン物質として使用した。

当時スルキによるボゾラン反応を利用した漏水対策は、佐野がインド視察で得た新しい技術であったと考えられる。この技術が、旧大湊水源地水道施設の沈澄池堰堤でも用いられている。

佐野がスルキによるボゾラン反応を利用した漏水対策を施した初めてのダムは、1905(M38)年烏原ダムであり、旧大湊水源地水道施設の沈澄池堰堤築造が1908(M41)であったことを考慮すると、沈澄池堰堤は当時の最先端の漏水対策が施されたことになる。

5. まとめと今後の課題

旧大湊水源地水道施設の沈澄池堰堤が、コンクリート造ではなく、モルタル造が選択された理由については、以下の様にまとめられる。

旧大湊水源地水道施設の沈澄池堰堤が、佐野のインド視察後の影響を受けているという立場に立てば、漏水対策の観点から、当時の最先端の技術であったスルキを添加したモルタル造が選択されたのではないかと結論づけられる。

現在までのところ、佐野と旧大湊水源地の直接的な関連は明らかになっていない。佐野は、日本の近代上

水道の普及に尽力した吉村長策と師弟関係にあり、その吉村長策は海軍の土木事業に深く従事していることから、海軍と間接的な接点は伺える。しかし、佐野が直接的に沈澄池堰堤の設計に関わったとは考え難く、今後は佐野の影響を受けている可能性を考慮しつつ、旧大湊水源地水道施設の工事に関わった技師を中心に、沈澄池堰堤の設計者について調査を進める必要がある。

参考文献

- 1) むつ市教育委員会：重要文化財旧大湊水源地水道施設保存活用計画，pp.3-4，2014.
- 2) 1) の p.4.
- 3) むつ市教育委員会：旧大湊水源地水道施設総合調査報告,2010.を参照し、著者作成
- 4) むつ市教育委員会：旧大湊水源地水道施設調査工事報告書，p.98，2016.
- 5) 神戸市水道局：神戸市水道百年史,2001.を参照し、著者作成
- 6) 防衛研究所蔵：大湊要港部水道拡張工事（第二期），p40 を参照
- 7) 片倉佳典他：天然水硬性石灰(NHL)の材料特性に関する研究,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.171-172,2003
- 8) 池田大樹・篠原修：近代コンクリートダムのデザインに関する考察,土木史研究 第 18 号,pp177-188,1985
- 9) 五十畑弘：神戸布引ダムの建設,水道協会雑誌 69 巻 2 号,pp24-36,2000.
- 10) 松下眞：佐野藤次郎と初期の神戸水道におけるイギリスの影響,土木史研究 論文集 vol.24,2005
- 11) 8)を参照し、著者作成
- 12) 佐野藤次郎：東洋諸國ノ石堰堤概況,工学会誌 第二百三十七巻,p4,p39,1902
- 13) 12)の p21
- 14) 12)の東洋諸國ノ石堰堤概況比較表より抜粋
- 15) 12)の p21
- 16) 12)の p19
- 17) 佐野藤次郎：神戸市水道拡張工事，第二百八十五巻,pp216-217,1906

(2016. 4. 11 受付)

INFLUENCE OF TOJIRO SANO ON OMINATO WATER WORKS IN AOMORI

Yusuke OZAWA

The Ominato water works which are the oldest in the Tohoku region started supplying water in 1902 for the former Japanese navy. When the Second World War ended, the Japanese government gave Ominato-cho the right to use the Ominato water works. Ominato-cho used the Ominato water works until 1976. In 2009 the Ominato water works were designated an Important Cultural Property of Japan.

The research on the Ominato water works was done for the restoration from 2014 to 2016. This research revealed that Chinchochi dam in Ominato water works was made of mortar. In this paper the author will focus on the construction of Chinchochi dam, and reveal the reason why Chinchochi dam was made of mortar.