

## 神戸水道の創設と拡張

神戸市水道局 松下 眞

神戸の水道は平成十二年四月一日に給水百周年を迎えた。また、創設以来維持されてきた布引貯水池は平成十年に有形登録文化財に指定され、

後の調査結果を加筆したものである。

これからも歴史的建造物としてその姿を留めることになった。ここでは、神戸水道創設前の社会情勢から創設にいたる経緯および創設工事の苦

### 一、神戸水道創設まで

勞、その後の拡張の苦勞を偲び「神戸」という水源に恵まれない地域における安定給水に対する

慶応三年（一八六七年）、兵庫の港（神戸港）が開港した。平清盛の昔から港として栄えてきた

先人の努力を振り返ることにする。なお、本論の内容は平成十三年九月の神戸大学で開催された

天然の良港であるが、開港後は昔日の面影を失うぐらい一段と栄えることになった。反面、海外からいろいろな文化や物資が集まり、その中には外国船がもたらしたと思われるコレラもあった。明治十年、明治十二年とコレラが大流行したが、これは開港がもたらした人口増加と産業の興隆に

第二十一回下水文化研究会での講演内容をもとに、英国・インドのダムとの関連性についてその

対し、井戸による飲料水の供給だけでは限界があ

に、英国・インドのダムとの関連性についてその

対し、井戸による飲料水の供給だけでは限界があ

つたことが大きな原因であつた。しかし、当時の市民が有する衛生観念では、井戸等の取り締まりを強化したところで、その流行を阻止することは難しかった。

こうするうちに産業界から私設水道の設置が願ひ出され（明治十九年）、また翌明治二十年にはパーマーによる横浜水道の創設が行われた。この年、兵庫県は大阪に滞在中のパーマーに水道計画立案を依頼し、翌年三月には給水人口十三万一千人、概算工事費四十万円の計画書を得ている。県当局は神戸区（当時）に計画実施を迫つたが、四十万円は支出できる額ではなく、そのままになつてしまつた。そうするうちに、明治二十三年、二十四年と再びコレラが流行し、神戸市会は明治二十五年によく水道布設を決議した。

しかし、この間人口は増加しており、また水道公設を宣言した明治二十五年の水道条例発布後、内務省が水道布設にあたり内務省技師の助言を

得るよう指導していたこと等から、計画のやり直しが必要であつた。神戸市は先のパーマーに了解を得た上で内務省技師のバルトンに改めて水道計画を委託した。バルトンの計画はパーマーの原案をもとに一人一日の使用水量を見直し約百立方とし、布引溪谷に堰堤を築造、計画人口を十五万人、布設費は八十二万円というものであつた。その後、日清戦争などもあり、神戸の水道布設を政府が承認したのは、明治二十九年（一八九六年）になつてからであつた。補助金以外の資金は起債に頼り、準備も整つた翌明治三十年（一八九七年）、いよいよ着工の運びとなつた。

## 二、創設工事あれこれ

工事はパーマーの計画時代から神戸の水道に關わつてゐる県技師の粕谷素直、広島・長崎の水道創設に關わつた吉村長策、吉村が招聘した佐野藤次郎が中心となつて進められた。

バルトンの計画からさらに四年が経過し、給水人口はさらに増加の必要が生じており、拡張計画を立案しながらの着工となった。水源としては同じ布引溪谷ながら、急峻な地形であることから当初の高さ二十メートルの土堰堤を三十三メートルのコンクリート堰堤に変更し、帝国大学を卒業し大阪水道創設に加わっていた佐野藤次郎が実施設計に取り組んだ。工費はバルトン当初の八十二万円から認可時の百十五万円を経て、拡張を考慮して三百二十九万円まで跳ね上がっていた。

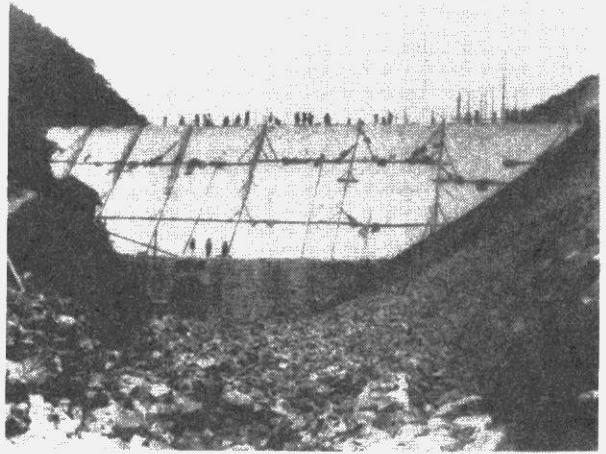
明治三十年五月二十八日、奥平野浄水場において起工式が執り行われた。拡張設計の工事認可は得られていなかったため、特に布引ダムについては当初申請の範囲内でいかに手戻りなく工事を進めるかに細心の注意が払われた。ダムの設計理論として重力の合力が底面の中心三分の一の範囲内を通るという原則はほぼ確立されていたが、実は明治二十八年（一八九五年）フランスで

Bouzeyダムという重力式コンクリートダムの崩壊事件があり、その後、ダム壁体内への浸透水による揚圧力が問題となり、布引ダムは設計変更して浸透水の集水パイプを設置して対策としている。佐野が世界のダム情報に接することができる立場にあり、積極的にその知識を活かそうとしていたことが理解できる。布引ダムは、後述する鳥原ダム、千苺ダムとともに登録有形文化財に登録されており、これからも歴史的建造物として姿を留め、市民に水の大切さを訴えていくことが期待されている。



鳥原技術部長部課係水  
士博學工  
郎次藤野佐

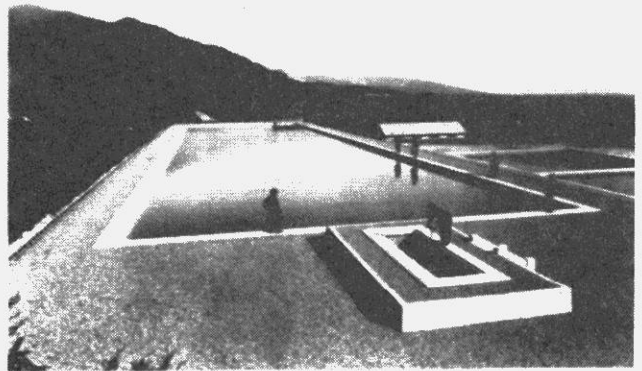
図-1. 佐野藤次郎



図一 2. 布引ダム建設 (1899年)

なお、布引ダムについては今年から四年をかけて耐震補強工事が施され、同時に滞砂を浚渫・除去することになっている。

一方、浄水施設である奥平野浄水場、北野浄水場は布引ダムとあい前後して完成している。いずれも緩速砂ろ過方式を採用しており、北野は



図一 3. 創設当時の北野浄水場 (1900年)

市内高区地区を奥平野は市内低区地区を分担することとしている。その後、奥平野は昭和五十四年(一九七九年)に取り壊して急速砂ろ過方式に改築された。その時、筆者は解体工事の工事監督

をしていたが、レンガの集水装置などを写真に残しており、それらから創設工事当時の建設経過を偲ぶことができる。北野については昭和六十三年（一九八八年）にその機能を停止した。しかし、今でも緩速ろ過池の残骸が残っており、ろ過池周囲にあった笠石は奥平野浄水場の正門前に給水開始百周年記念碑として姿を残している。

烏原ダムについては、明治三十三年の布引ダム完成後、佐野はダムからの漏水が多いことを心にかけて、その原因を究明し大堰堤を実際に見て研究する目的でインド・ボンベイと香港の水道施設を視察する旅に出ている。帰国後、コンクリートの配合や洪水調節用のゲートなど出張の成果を活かした烏原ダムが設計・施工され、明治三十八年五月に完成している。



図-4. 完成直後の烏原ダム(1905年)

### 三、創設から拡張工事へ

創設工事は明治三十八年に竣工した。しかし、

すぐ水量は不足し拡張工事の計画に着手しなければならなかった。一人当りの給水量でみると、バルトンの当初計画は八三リットルであり、布引ダム建設時には百リットルと増加したが、それでも想定は甘く、明治四十年には百三十九リットルにも達しようとしていた。明治三十九年からは夏冬とも断水一歩手前までいき、一時的な給水制限により急場を凌ぐという状況であった。明治三十八年から四十四年にかけて、給水戸数はどんどん増加し、年間配水量で一、六三倍に達しており、水道の拡張工事はますます急務となっていた。

しかし、市内にはもうダムの適地はなく、布引・鳥原とニヶ所のダムより広範囲の集水域をもつ河川を見つける必要があった。創設工事に活躍した佐野藤次郎は武庫川上流の羽束川に着目し、ここに千苺ダムを建設することになった。しかし、当時の神戸市内からは、はるか遠く直線距離にして二十km以上あり、遠距離導水が必要であった。

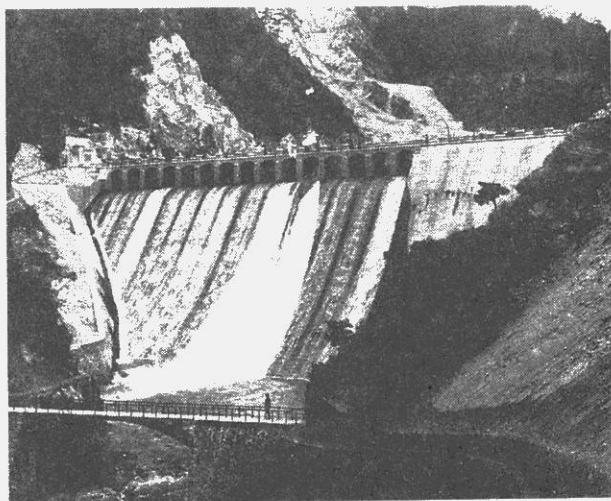


図-5. 完成当時の千苺ダム

ただ、当時のイギリスで建設されていたダムは需要地からは遠く、千苺ダムの計画も佐野にしてみれば、さほど不自然でもないと思われる。千苺の立地条件を活かして自然流下での導水とするため今の西宮市上ヶ原までトンネルを掘り、ここに

緩速ろ過池を設けさらに浄水された水を管路による自然流下で神戸市葺合区(当時)の熊内配水池まで送水することとした。送水管路敷は今でも「水道筋」と呼ばれ、生活道路となっているが、遠く千苺ダムからの水を輸送するという機能を

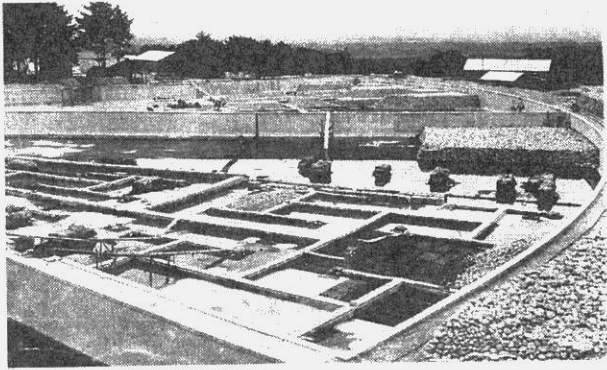


図-6. 建設中の上ヶ原浄水場

もった水道管が埋設されていることを知る人は少ない。

拡張案は、明治四十二年十二月に市会を通過し、国に認可を申請するとともに補助金の下付を願った。しかし、国の財政難のため退けられ、明治四十四年、再度第二次申請がおこなわれ、補助金獲得はならなかったものの、ようやく工事施工のみ認可が得られた。その後、数度にわたる変更申請を行いながら補助金も確保でき工事も進捗していくことになった。

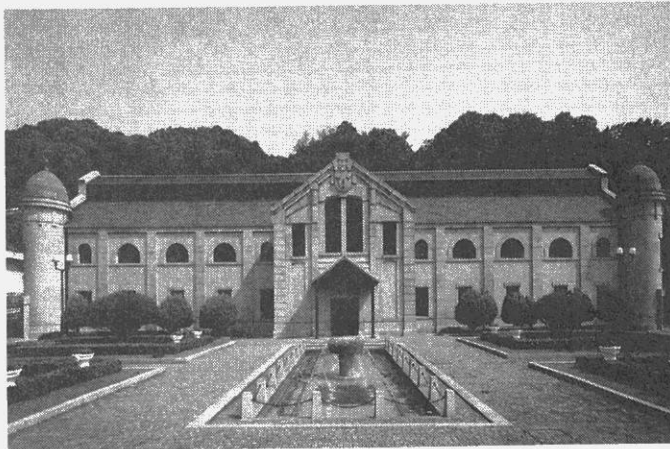
この第一回拡張工事では、千苺ダムを水源として上ヶ原浄水場、奥平野浄水場の急速ろ過などで浄水能力を増強し、熊内配水池なども築造された。また市内水源である烏原貯水池堰堤の嵩上げによる増強もおこなわれた。結果として第一回拡張工事は大正九年度に千百六十六万円の工費をかけて完成し、給水能力は二万五千 $\text{m}^3$ /日から十萬四千二百 $\text{m}^3$ /日に強化された。しかし、大正十一

年には早くも「異常渇水」と急激な需要増加による時間給水に直面する事態が発生した。もはや水源は市内になく、千苺ダムの上流に新しいダムをつくる案も検討されたが、結局千苺堰堤の嵩上げにより貯水量を増加させる案が採用された。

このときの奥平野浄水場急速ろ過池上屋は日本人の建築家河合好蔵の設計による重厚なドイツ・ルネッサンス風の建築様式であったため、昭和五十四年からの奥平野浄水場改築に伴って役割を終えた後、その外観を活かして平成元年には「神戸市水の科学博物館」として再生され今日に至っている。

#### 四、イギリス水道施設との類似性

佐野藤次郎は、大阪水道創設工事において鑄鉄管製造の検査員としてイギリス・グラスゴーのスコット・マクドナルド社に派遣された。この間、グラスゴー大学で水理学等を勉強するとともに英国の水道



図一 7. 水の科学博物館



施設も視察してまわっており、神戸水道創設期の施設には、佐野滯英中の成果が散見される。布引堤頂部に見られるコーニス、デンティルなど古典的な装飾模様は吉村の案ではなく、英国留学の経験のある佐野の発案ではないかと想像される。

また英国人バルトンは同じスコットランドのエンジンバラ出身であり、彼もまた佐野と同じ風景を見ていた可能性がある。パーマー、バルトンともにもまず布引溪谷の既存の溜池を利用しようとしており、加えて堰堤高約二〇メートルのアースダム築造を最初に考えていた。英国人は母国の緩やかな丘陵地の複数段の貯水池群を想起したと思われる。「ダム」の歴史(『A History of Dams』)という本によると、英国におけるダムは十八世紀後半まで主として土堰堤(アースダム)であり、産業革命と水運業の興隆を背景に、水位調節用の貯水池と水道用の貯水池が北部を中心に造られていた。神戸市水道拡張誌には、「堰堤の勾配は

内側三割、外側二割、そして内斜面には石張りを施し、外斜面は芝張りとした。」という記述もあり、バルトンのイメージも恐らく同様のものであったと推測できる。私事で恐縮だが、私はマンチ



図-8. 連続する土堰堤の貯水池群

エスター郊外のピークデイストリクトを旅行中に二段に配置されたアースダムと下流の浄水場を見たとき、思わずバルトンの原風景に出会った気がした。また、Yorkshire Water 所有の貯水池

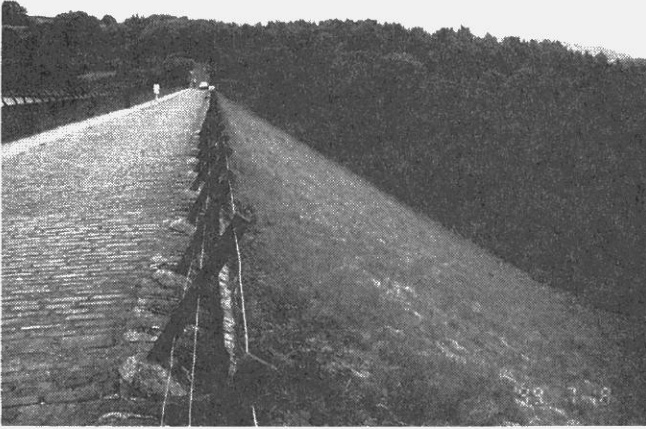


図-9. 外側の芝張堰堤 (Ogden Water)

Ogden Water を見たとき、「内側石張り、外側芝張り」というイメージどおりであり、余水吐の越流部と管理橋についても布引貯水池のものと驚くほど似ていた。さらに当時ヨーロッパ最大かつ初めて本格的な力学計算に基づく石

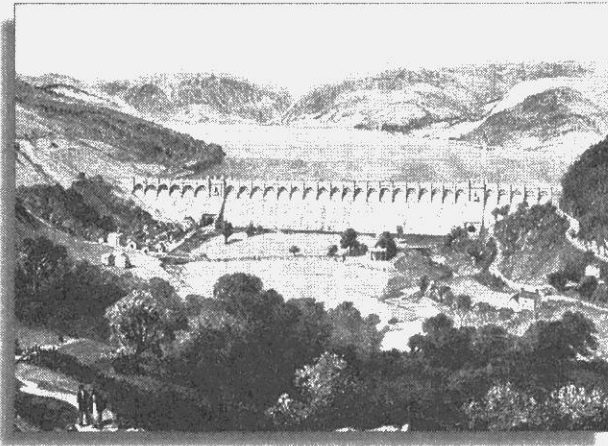


図-10. ビルニーダム全景

積ダムであるビルニー（*Yynwy*）ダムが一八八八年に完成しており、佐野が滞英中にここを見に行ったことはほぼ確実である。また、もう少し大きくみると、布引・鳥原とも本来の河川と貯水池を分離し、屈曲部を利用してトンネルで河道を確

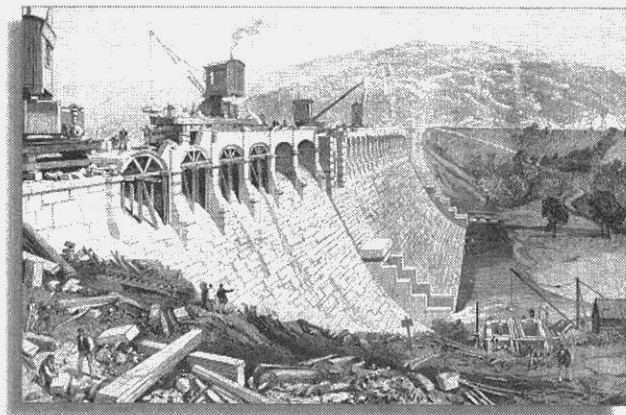


図-11. ビルニーダム（建設中）

保するとともに合流手前に堰堤を設けて濁流を引き込まないようになっていた。ヨーロッパの大陸諸国では、全水量をダムに引き込みその後余水を分離する方式が一般的であり、事前に分離するこのような発想も英国流流であるといわれている。このような類似性は設計を佐野が手掛けたための創設期特有のものであり、その後の日本人の手にかかる設計では見られることはない。布引では滝を作っており、千疋でも石張り堰堤を流れ落ちる流水美を造形するなど、自然（水）に対する敬意、精神的なゆとりをもって土木工事にあたっていることが感じられる。

先日、インターネット上で英国ウェールズの *Yynwy* ダムのサイトを見つけた。このダムは発展の著しいリバプールへの給水を目的として建設されたダムである。その造形は神戸市水道の鳥原ダムおよび千疋ダムとよく似ており、確実に影響を受けている。また、近くでは一八九三年か

ら一九〇四年まで Elan 溪谷において Birmingham への給水を目的としたダム群の建設が始まっており、ここでは資材運搬に蒸気機関車を利用するという手法が採用された。千苺ダム

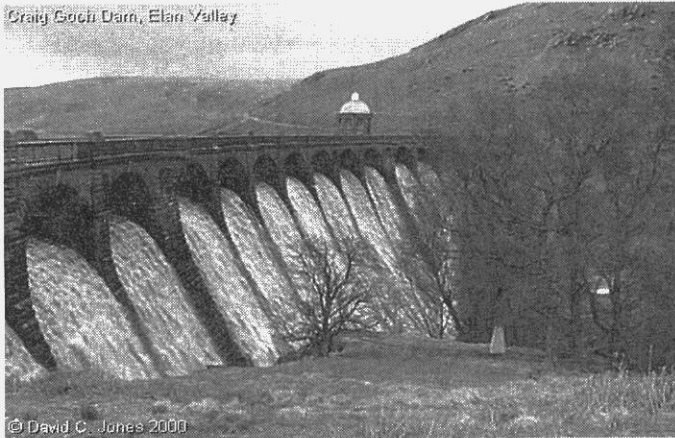


図-12. クレイグゴックダム

の建設でも現在の J R 道場駅から軽便鉄道による資材運搬をおこなっており、年代から見て佐野藤次郎が視察したわけではないが、Elan 溪谷のダム建設に関する報告を文献等で知りヒントに発案した可能性もある。

##### 五、インド出張の成果

佐野が明治三十三年十月から七十日間のインド視察に出かけたことは前に述べた。ここでは、佐野が工学会誌二三七巻（明治三十五年一月）に発表した「東洋諸国の石堰堤概況」という報告をもとにその足跡をたどってみる。

布引ダム完成後、佐野はいくつかの問題で悩んでいた。それは布引ダムの漏水の多さであり、布引ダムではバルトンの教えを守ってダム堤頂部からの越流は避けたが、鳥原ダムの建設地では余水吐を設置する場所がなく、堤頂からの放流を考へざるを得ないという点であった。このためには、

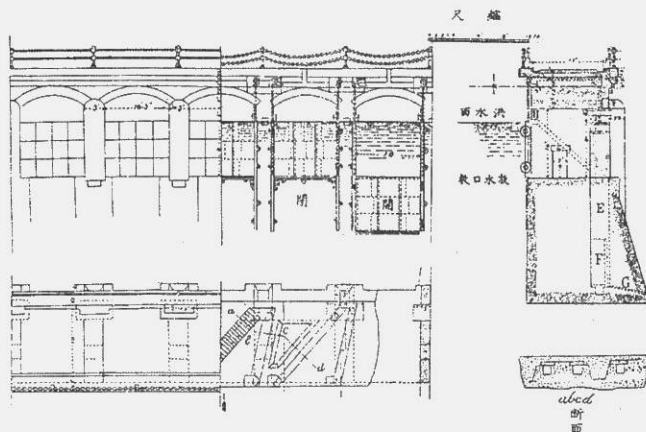


図-13. バートガール堰頂部のアーチ

海外におけるダム用の水密コンクリートの配合および安全な断面形状を調査することが必要であった。コンクリートダムは当時準平原の国イギリスより、インドなどの英国植民地で建設されて

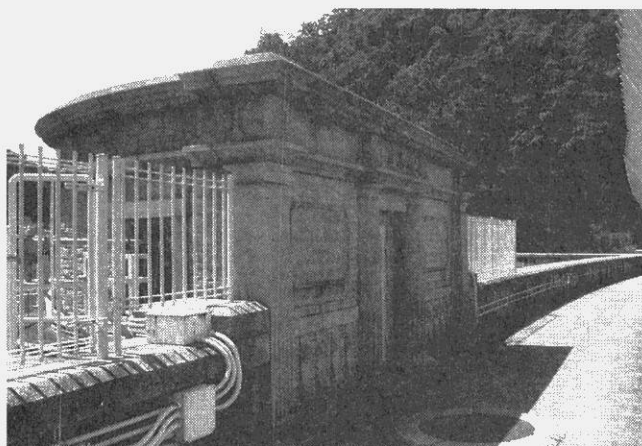


図-14. 烏原ダムのバルブ室（右側の碑文に佐野藤次郎と浅見忠次の名が刻まれている。）

おり、佐野はインド視察を願い出た。しかし、神戸市当局は許可しなかったため、佐野は自費で工手の浅見忠次を引き連れ七十日間のインド・香港視察をおこなった。まず、往路十月十八日に香港のテイタムダムを訪問、その後ムンバイ（ボンベ

イ)に上陸している。この論文によると、十一月十四日にはムンバイ市の水源であるタンサダム、ツルシーダム(日付不明)を訪れ、十一月十九日

にブーナ地方のバートガールダム、ムータダム(日付不明)を、十一月二十七日に南インド・マ

ドウライのペリヤーダムを訪問し、漏水の状況、コンクリートの配合やダムの断面形状などを調査している。ペリヤー堰堤には特に感心し、「予ノ実視シタル最高ノ堰堤」と賞賛している。ここでコンクリートについてはスルキというしつこいを石灰に添加している点を参考にしてゐる。また、堤頂部を越流させるについて、バートガール堰堤のレイノルド式ゲートに感銘してゐる。佐野らは明治三十三年十二月に帰国し、烏原ダムはこのような成果をもとに設計されることになったため、越流部のアーチ形状はインドのダムと非常に似ている。ついでながら、佐野藤次郎は水道用コンクリートの発明で工学博士号を授与されて

おり、それに関するрутツもインド出張にあつたと考えられる。

## 六、その後の拡張

第一回拡張は大正九年(一九二〇年)に竣工した。しかし、まもなくして水不足の危機に見舞われ次なる拡張工事を企画しなければならなくなつた。ただ、神戸に残された拡張の余地は少なく、千苺ダムの嵩上げ、上ヶ原浄水場の急速ろ過池設置などが行われたが、根本的に水不足を解消するに至らなかつた。こうした事情は急速に都市化の進む阪神間の諸都市でも同様であつた。そのころ、更なる拡張を検討していた神戸は、武庫川本川で千苺ダムより奥地にあたる黒川を水源として開発する方針を示した。しかし、兵庫県当局は水源対策を阪神間共通の課題ととらえ、淀川と黒川を水源として阪神間十七市町村に水を供給する阪神上水道市町村組合を設立することを指導した。

関係機関での協議を経て昭和十一年、この組合が設立されたが、地元と問題をこじらせていた黒川を一旦とりやめ、淀川からの導水について工事が開始された。

阪神上水道市町村組合はその後の町村合併で神戸、尼崎、西宮、芦屋の四市に統合され、名称も阪神水道企業団と改めて今日に至っているが、昭和十七年には一部通水することになった。

この阪神水道は尼崎・猪名川の各浄水場においてろ過を行い、浄水処理された

水を六甲山中のトンネルで自然流下によって神戸まで送り届けるという画期的なシステムを採用しており、六甲山の南側に位置する神戸の市街地は海拔約九十メートルのこのトンネルを中心に、低層・中層と層別・区域別に配水区域が整備されていた。

さらに、その後も市域が拡大し水需要も増加し

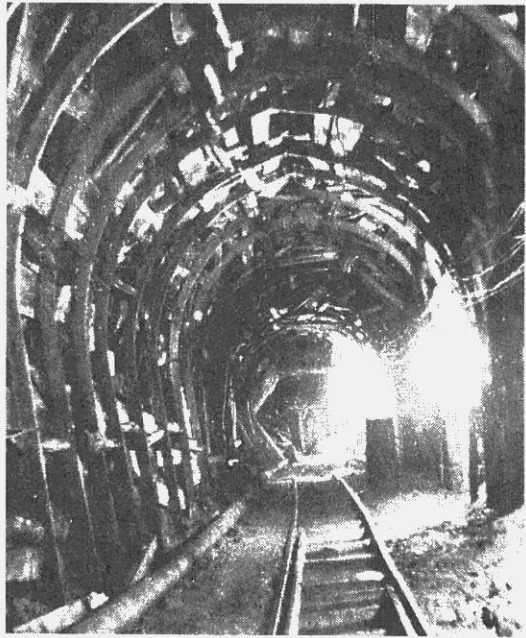


図-15. 西へ伸びる送水トンネル

ていったが、すべて阪神水道による琵琶湖・淀川水系の水源開発に頼っており、送水トンネルも一本増設された。阪神・淡路大震災前には、さらに三本目のトンネル計画が持ち上がったところであったが、震災の反省および教訓から、現在は山中でなく市街地を通るシールドトンネルとして施工しており、応急給水、早期復旧も目

的に加え、大容量送水管と名付けられている。

## 七、おわりに

神戸の水道は、平成十三年度から第二世紀に突入した。今日の課題は、やはり安定送水の確保と施設の経年化対策およびシステム全体の見直しによる省エネルギー水道システムの実現である。ほとんど直営作業に近かった創設当時と比べると、工事は請負形式になり、民間委託が推進され、今後さらにPFIなど資金確保も民間に委ねられるケースも現実のものとなってきた。このように水道事業をめぐる情勢は水質管理、経営システムなどすべてが変化してきており、水道事業にとっては、これらに柔軟に適応していくことが生き延びていく条件であると考えられる。

しかしながら、神戸港開港に伴うコレラの流行など水道創設の原点を思い返し、市民生活と産業興隆の基盤としての水道の責務を再認識し、その

ための水源確保にまつわる先人の苦労を偲ぶこともまた大切である。特に、明治期に活躍した外国人技術者とその技術を継承した佐野藤次郎らの日本人技術者などの心意気には心動かされるものがある。特に佐野が英国土木学会（ICE）に



図-16. 奥平野浄水場の100周年記念碑



提出した神戸水道創設の論文は、残念ながら審査途中で廃棄され、出版物に載ることはなかった。しかし、わが国と英国双方のアーカイブスに残されていたため、今日、当時の考え方を知る貴重な資料となっている。今後とも、創設期の思想を吟味し、その意義を確認しながらこれからの水道整備の方向を探っていくことも必要な作業であり、すでに百年を迎えている神戸市水道の責務でもあると考えられる。

【参考文献】

一、小倉晉、「バルトンと神戸市の水道」水道

公論一九九九年七月号

二、松下眞、「神戸水道創設追想」神戸市水道

局職員誌「水苑」二〇〇〇年三月

三、佐野藤次郎、「東洋諸国の石堰堤概況」工

学会誌二三七卷、一九〇二年一月

四、五十畑弘、「神戸布引ダムの建設」水道協会雑誌第六十九卷第七八五号、二〇〇〇年二月

(平成一三年九月一六日)