

大谷口配水塔の設計の過程と技術的特徴

The Design Process and Engineering Features of Oyaguchi Watersupply Tower

窪田 陽一** 関田 匡延*** 松田 奉康**** 清水 厚雄*****

By Yoichi Kubota ** Masanobu Sekita *** Tomoyasu Matsuda **** Atsuo Shimizu *****

Abstract

Oyaguchi Watersupply Tower, which was established by Aratama Municipal Union for Watersupply, has been known as one of the unique landmarks in the northwest area in Tokyo, but the Watersupply Bureau of Tokyo Metropolitan Government decided to renew the structure according to their new plan for watersupply in case of emergency. This tower was planned by Eiji Nakajima, Dr.Eng., and designed by his successors after changes in two times. Its design consists of unified body of water tank and tower, and it was constructed by applying quasi-arc welding method, which was cutting-edge technology at that time. It was proved also that its form and details have an architectural style called Romanesque to make itself look unique.

1. 研究の背景

大谷口配水塔は、東京市が旧区 15 区で構成されていた大正末期から昭和初期にかけて東京市郊外の郡部において経営された 13 水道の一つ、「荒玉水道町村組合」が管理する給水施設として建設されたものである。1925 (大正 14) 年に設立された「荒玉水道町村組合」は、1932 (昭和 7) 年東京市に吸収され、以降東京市の、後に東京都水道局の管理下に置かれることになり今日に至った。この間の長年の使用と風雪による老朽化により、2004 (平成 16) 年度に着手された新給水所の建設事業に伴い、ついに解体・撤去されることとなった。このため東京都水道局は旧施設の態様、履歴等の関係記録の調査を行い、記録保存をすることとなり、外部委託により資料の収集に着手すると共に、同年 4 月に調査委員会を設置して収集資料の検討を委嘱した。しかし水道局内に保存されている根幹資料となるべき文献、記録等の資料は、次の理由により極めて限定されたものだった。

①1932 (昭和 7) 年荒玉水道市町村組合が東京市水道に併合された。

②東京の水道は戦争末期と終戦直後の一時期を除いて殆ど拡張工事に明け暮れていたため記録保存は等閑視される傾向があった。

③各拡張工事の完成により大谷口配水塔の配水ネットワーク上の位置づけは相対的に低下していた。

④1962 (昭和 37) 年に大谷口配水塔が砧浄水場の直轄管理から区部北部を所管する水道事業所に所管変更になっ

*keywords: 大谷口配水塔、荒玉水道、設計

**正会員 工博 埼玉大学大学院理工学研究科

***東京都水道局建設部

****東京水道サービス㈱

*****㈱大進工建

(〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255)

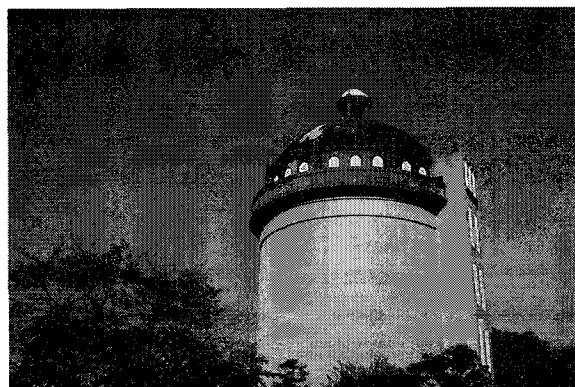


写真-1 大谷口配水塔 (撮影: 窪田陽一, 2004)

た。

⑤水道局内では昭和 40 年代前期に始まった大規模な文書管理の変更に伴い多くの記録が廃棄処分された。

本論考は、限られた資料及び関係各機関より得られた情報をもとに作成された調査報告書『大谷口給水所既存配水塔記録保存委託 報告書』に基づき、特異な形態を持つ配水塔が誕生した経緯を明らかにする為に、その設計の経過と技術的特徴に焦点を絞って取りまとめたものである。論文の作成に際しては、全体の構成、記述内容及び表現について、調査委員会の委員長を務めた筆頭著者が大幅に見直し、書き改めた。

2. 荒玉水道誕生の背景

(1) 東京市水道と郊外水道の発祥 (1888 (明治 21) 年～1925 (大正 14) 年)

東京市の近代水道の起源は、1888 (明治 21) 年 8 月に公布された東京市改正条例によって計画されたもので、江戸時代から続く旧式の木樋水道を改良するものであった。この計画は、水源は従来通り多摩川で、既存の玉川上水を導水路として利用し、新設の淀橋浄水場で浄水した水を、本郷・芝給水所等を経由して市内に給水す

るものであった。工事は 1892 (明治 25) 年に起工され、1898 (明治 31) 年 12 月に一部給水を開始し、翌年には全面給水を開始した。

水道の便利さに需要は急増し、これに対応するため、淀橋浄水場は 1906 (明治 39) 年から 1911 (明治 44) 年にかけて 2 度にわたり拡充を行ったが、給水能力はもはや限度に達していた。このため、東京市は、東京市区改正委員会に東京市水道の拡張調査を依頼し、1911 (明治 44) 年東京市水道拡張調査報告書が提出された。この計画は、水源を多摩川とし、新水路を設置して新設の村山貯水池 (後に山口貯水池を加える) に貯水し、新設の境浄水場から、和田堀給水所等を経由して市内に給水するものでそれまでの給水能力を倍増するものであった。この施設は 1913 (大正 2) 年～1927 (昭和 2) 年、1928 (昭和 3) 年～1937 (同 12) 年に施工され、今も東京水道の根幹施設となっている。

東京市はもともと大阪、名古屋に比較して市域が狭いこともあり、首都東京への人口集中は、近郊の発展をも促していた。東京市区改正条例は、東京市に限定される都市計画に関する法令であったが、1918 (大正 7) 年 6 月には大阪、京都、同年 9 月には横浜、名古屋、神戸にも準用されるようになった。このため、1919 (大正 8) 年 4 月には、市区改正条例は廃止され、新たに都市計画法が制定され、他の大都市をも対象とした都市計画事業に適用されることとなった。東京では 1922 (大正 11) 年 4 月都市計画の実施区域として近郊都市を含む大東京、実質的にほぼ今日の東京都区部が対象区域となった。

一方、1890 (明治 23) 年 2 月に公布された水道条例では公営原則が規定されていた。しかし、各地方にも広がる都市化の波は、基本的な都市施設である水道の設置に対する要望の高まりとなり、内務省は、「土地開発に必要な場合に限り、当該市町村に資力がないときは、元資償却を目的とすること」を条件に、公営原則から例外的な民営敷設を認める方針に変更した。

この水道条例改正は 1911 (明治 44) 年 3 月に公布されたが、民営水道の敷設は元資償却を目的とするため、所定期間が過ぎれば無償で当該市町村に水道を委譲し、また、未償却でも当該市町村に資力が生じ買収を望んだ場合これを拒否できない、という厳しい条件のため、民営水道設置は促進されなかった。このため内務省は、1913 (大正 2) 年 4 月に公布の条例改正で「当該市町村に資力がないとき民営水道の敷設を許可」することにより条件を限定し、所定期間終了後の委譲を有償にし、期間満了以前の買収も当事者間の協議によって定めることができることとした。この条例改正によって起業条件が緩和され、そして最初に敷設された民営水道が、玉川水道株式会社である。

この時期、東京市郊外に王子水道株式会社、新宿水道株式会社、品川水道株式会社、渋谷水道株式会社、千住水道株式会社の設立が企画されたが、これらは将来一社による統合を目的とし、郊外水道の独占的経営を企図し

たといわれ、最終的にはいずれも通水に至ることはなかった。

水道創設に係わる国庫補助は、最も優先度の高かった 3 府 (東京、京都、大阪) 5 港 (函館、新潟、横浜、神戸、長崎) には補助率 1/3 が適用され (結果的には、東京、横浜はほぼ全額補助)、その後 1900 (明治 33) 年からその他の大都市や、産業の発達に重大な関係のある都市、師団司令部所在地にも補助が拡大され、1/4 が適用された。補助件数の増加に伴い、1907 (明治 40) 年から一律 1/4 の国庫補助が適用されるようになり、1918 (大正 7) 年 4 月には大都市に隣接する町村水道にも国庫補助が開始されるようになった。またこの頃から、国庫補助を受けていることを条件に府県費の補助 (概ね 1/8) も行われるようになり、東京府もこれを行った。

こうした法制の整備が進む中で水道創設は促進され、東京近郊では、大正時代だけでも、1923 (大正 12) 年 5 月に渋谷町、1926 (同 15) 年 4 月には目黒町、同年 8 月に江戸川水道町村組合が給水を開始し、また、同年 12 月には荒玉水道町村組合が水道敷設の工事を開始した。この他、同年に淀橋町、大久保町、千駄ヶ谷町、戸塚町が東京市から浄水を受水するために東京市と分水契約を締結した。

(2) 東京市の郡部給水計画と郊外水道の創設 (1919 (大正 8) 年～1926 (大正 15) 年)

社会、経済、文化の中心となった東京市への人口集中は隣接する郡部各町村の人口増加も促し、いわば実質的な大東京市が形成されていく中、東京市水道は 1907 (明治 40) 年の市外給水規制により、例外的に郡部にある公益施設に給水を行っていた。しかし郡部給水には近郊、外郊を一体として考慮した給水計画が必要となり、東京府は 1919 (大正 8) 年、水道工学の権威、中島鋭治工学博士に郡部給水計画の調査を委嘱した。

一方東京市においても、大東京実現に対応する計画は、東京市こそが主体となって調査を行う必要性を認め、1922 (大正 11) 年 5 月臨時調査掛を新設し、翌年 5 月大東京水道案が完成して市長の閲覧を受けた。この案の主張は、大東京の給水を小河内ダムの建設により解決しようとするもので、その後の震災により人口等の関係で多少の変更を要するものであった。即ち、郡部給水については、東京市は大震災に遭遇して財政計画に頓座をきたし、郊外水道までを顧慮することはできないものの、千駄ヶ谷、淀橋、大久保など東京市の配水管が既設されている町への分水を認め、郡部給水での当面の急務は、まさにその準備が整いつつある荒玉水道計画の樹立である、とするに至る。また、東京市の郡部給水案の総論として、

- ① 町村において組合を組織し、水道を経営する方法
- ② 市と町村が組合を組織し、水道を経営する方法
- ③ 市が主体となって市水道から郡部に給水する方法
- ④ 市が主体となって独立の郡部水道を経営する方法
- ⑤ 会社その他が経営する方法

等の方法を挙げているが、⑤の民営については反対し、

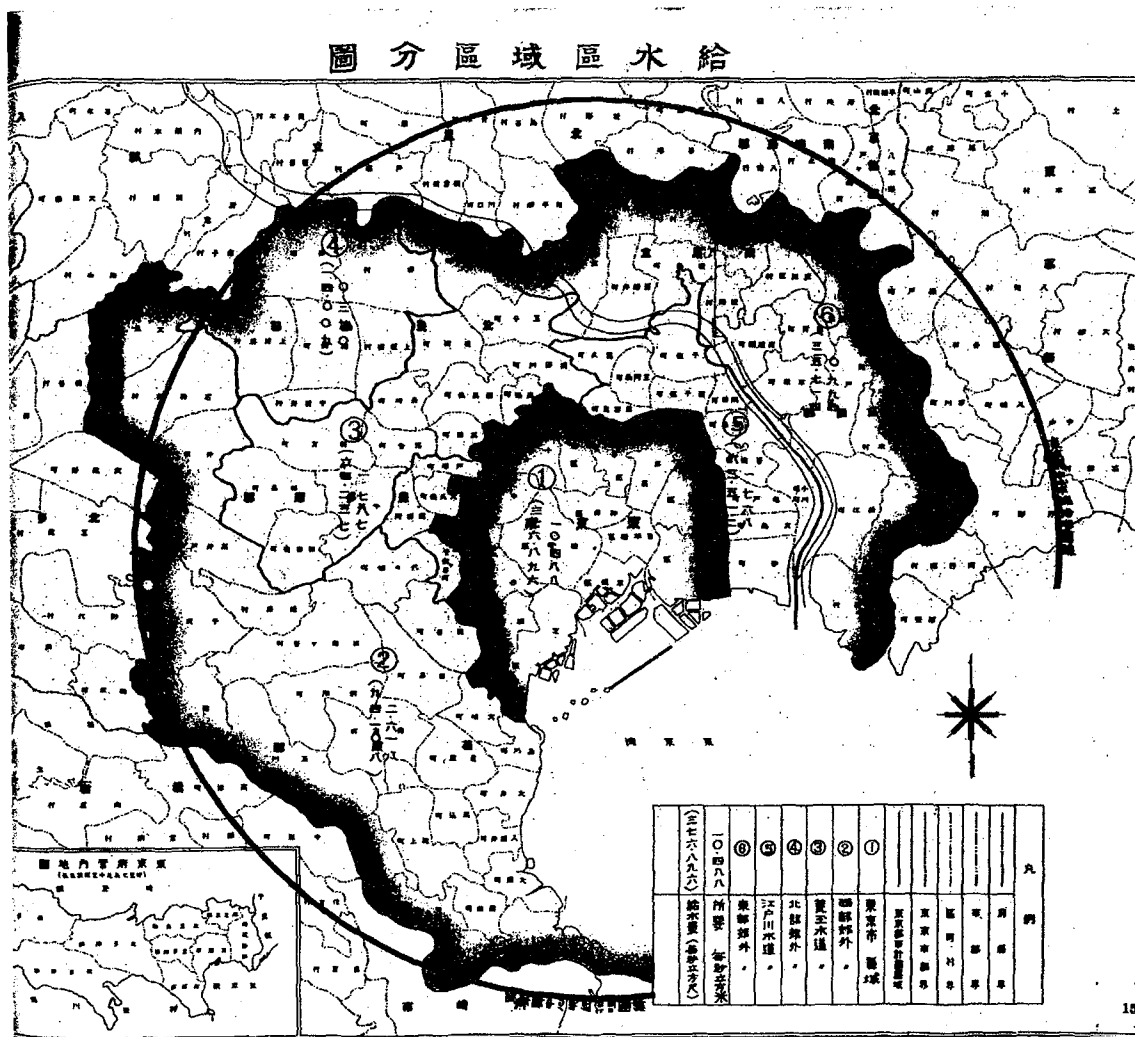
これより先、前述の中島博士の調査による「東京市郊外水道給水計画」は、東京市隣接町村の地理的關係、将来の人口増加、文化の發展を考慮したもので、計画給水人口を120万人として、33の町村を含んだ4つの給水区域を想定していた。(図-1) 東京府はこの調査にもとづいて、隣接町村に公営水道敷設の必要性を説き、その実現を奨励した。

1919 (大正 8) 年に都市計画法が制定され、1922 (大正 11) 年 4 月にこの法律が東京市の市域を越えてすでに都市化の進んだ郡部をもその対象区域に含んだとき、実質的な大東京の市域は決定されていた。しかし、東京市の市域が拡張されたのはそれに先立つ 1932 (昭和 7) 年 10 月 1 日だった。この市域拡張により 15 区から 35 区になった時点で、荒玉水道を含む公営 10 水道はただちに東京市水道に併合され、これにより各水道間の連絡を図ることによる断水等危機管理への対応、水道使用料統一による町村水道料金の値下げなど直接的副次効果をも得ることが確実となった。また、民営の 3 水道も 1945 (昭和 20) 年までに東京都水道に買収された。

3. 荒玉水道敷設計画

1922(大正11)年2月、東京府は豊多摩、北豊島両郡長に対し、経営に困難が予想される民営によるのではなく、公営によって水道事業を町村ごとにあるいは関係町村が組合を構成して経営する方法について、その意向を打診した。これを受けて豊多摩郡長は豊多摩郡内町村に対し、組合方式による水道創設を諮問した。

郡内町村との折衝では、水道創設には、水源として北豊島郡志村付近において荒川の流水を引用することが不可欠であり、その実現には北豊島郡内の関係町村の組合の加入が必要であるとの意見が多かった。



図一 1 東京市の給水区域区分図(『大東京水道計画に関する調書』 円は東京駅から 20km 圏を示す)

そこで豊多摩郡長は北豊島郡との交渉に当たった結果、北豊島郡関係町村の組合加入が実現した。荒玉という名前は、玉川(多摩川)を水源とする水道を荒川流域まで引き、放水路が整備されつつあった荒川を水源とする水道と合流させて、関東大震災後に拡大しつつあった東京西北部の水需要に対応するという構想に基づいている。

しかし、東京市の第2期水道拡張工事(山口貯水池築造工事)完成後、東京市に余裕があれば隣接町村へ分水を行うという期待があり、関係町村のうち2、3の町村はその実現を待望していた。このため、豊多摩、北豊島両郡は、東京市水道の供給を受けるかどうかの決定後に組合水道の計画に入ることとなった。

ところが1923(大正12)年9月1日関東大震災が発生し、多くの東京市住民が郊外の町村へ避難し、その一部はそのまま定住した。これにより豊多摩、北豊島両郡の人口が更に増加し、地下水による給水では対応が困難となり、組合水道の創設が急務となった。

そこで、両郡関係町村は協議の上、1924(大正13)年4月17日「水道敷設準備調査会」を設立し、同年7月に中島鋭治工学博士に本事業の調査設計の全てを委嘱し、11月に東京府知事に国庫及び府費の補助請願を提出した。

この間、大久保町、代々幡町、戸塚町が単独水道設立の見込みが立ったため組合を脱退し、新たに野方町、和田堀町、杉並町が加入した。これにより、組合加入13箇町が確定し、1925(大正14)年1月、両郡関係13箇町は荒玉水道町村組合を設立、組合規約を作成し、その設置を東京府に申請して許可を得た。

表-1 荒玉水道加入13箇町一覧(『荒玉水道誌 前編』P.78)

豊多摩郡	中野町、野方町、和田堀町、杉並町、落合町
北豊島郡	板橋町、巣鴨町、瀧野川町、王子町、岩淵町、長崎町、高田町、西巣鴨町

(2) 荒玉水道計画の概要

荒玉水道町村組合は、1925(大正14)年4月1日工事実施認可並びに公債発行の許可を内務大臣に申請し、翌年3月31日工事実施認可及び公債発行許可を受けた。その概要を『荒玉水道史 前編』から要約すると次の通りである。

a) 計画概要

水源は東京府北多摩郡砧村大字喜多見付近において取水する多摩川の伏流水とし、同所近辺に新設する浄水場で濾過した浄水をポンプによって豊多摩郡野方町及び北豊島郡上板橋村大谷口に設置する給水所内配水塔に送り自然流下により給水区域内各町村に給水する。

b) 水道町村組合事務所の所在地

東京府北豊島郡西巣鴨町大字池袋 642 番地(現在の豊島区役所所在地)

c) 水源の位置

多摩川河口より約 20 km 上流地点(現砧浄水場地点)、多摩川本流河床約 6m。

d) 水量の概算及び水質

調査の結果、取水地点付近の伏流水流量は毎秒約 3.8 m³と見込まれ、計画最大所要水量は毎秒約 1.2 m³で、なお毎秒約 2.6 m³の余裕があり、下流における灌漑その他の利用に対する影響は少ない。水質は多摩川本流の砂利層を利用して簡単な濾過作用が自然に施された伏流水であるため清浄であった。

e) 浄水場の概要

多摩川本流河床下に集水埋渠を設置し、ポンプにより場内に引き入れる。引き入れた水は接合井よりポンプ吸水井に導かれ、取水ポンプにより揚水する。揚水した水を濾過池に導き濾過した後、浄水池を経て配水ポンプにより野方・大谷口両給水所へ送る。

f) 送水管路

送水管は、砧村大字喜多見を起点として豊多摩郡中野町に至り、11 系統の幹線に配水管を分岐しつつ、野方町給水所を経由して大谷口給水所に達し各町村に給水する。配水本管は大谷口配水塔以下内径 900 mm の鉄管とし、府道第 125 号路線に依り東北に進み板橋大山地内で川越街道を横断し、千川上水路とやや平行に進み同町小学校前を通過し、同町役場前中山道で第 11 号幹線を左方に分岐し内径 800 mm に縮小し右折して更に府道第 46 号路線即王子新道に入り直ちに第 9、10 の両幹線に分かれて終わる。

g) 配水塔の位置

野方配水塔は、東京府豊多摩郡野方町大字江古田字東和田地内、大谷口配水塔は、東京府北豊島郡上板橋村大字大谷口地内とする。

h) 給水区域

組合加入町村の 13 箇町。(表-1)

i) 人口増加及び多量使用者に対する給水増加への対応

給水予定区域の人口は 1923(大正12)年末現在、41 万 7,770 人であり、毎年増加の傾向にある。第1期給水予定人口を 60 万人(1936(昭和11)年)とし、第2期予定人口を 120 万人(1950(昭和25)年)とし、1人1日当りの最大給水量は平均 5 立方尺(約 139 ㍓)とする。拡張する場合は、水源を荒川に取り、東京府北豊島郡赤塚村付近に新設する浄水場より導水し、本計画の大谷口配水塔に至り配水する。

j) 起工及び竣工時期

当初計画では、起工は 1925(大正14)年4月、竣工予定は 1929(大正18)年9月だった。

k) 工費の総額

総工費は 1,720 万円とする。

4. 大谷口配水塔の建設

(1) 設計の経緯と概要

a) 当初設計案

大谷口配水塔の設計者は一般に中島鋭治博士であると紹介されている場合が多い。しかし今回の調査で、『荒玉水道

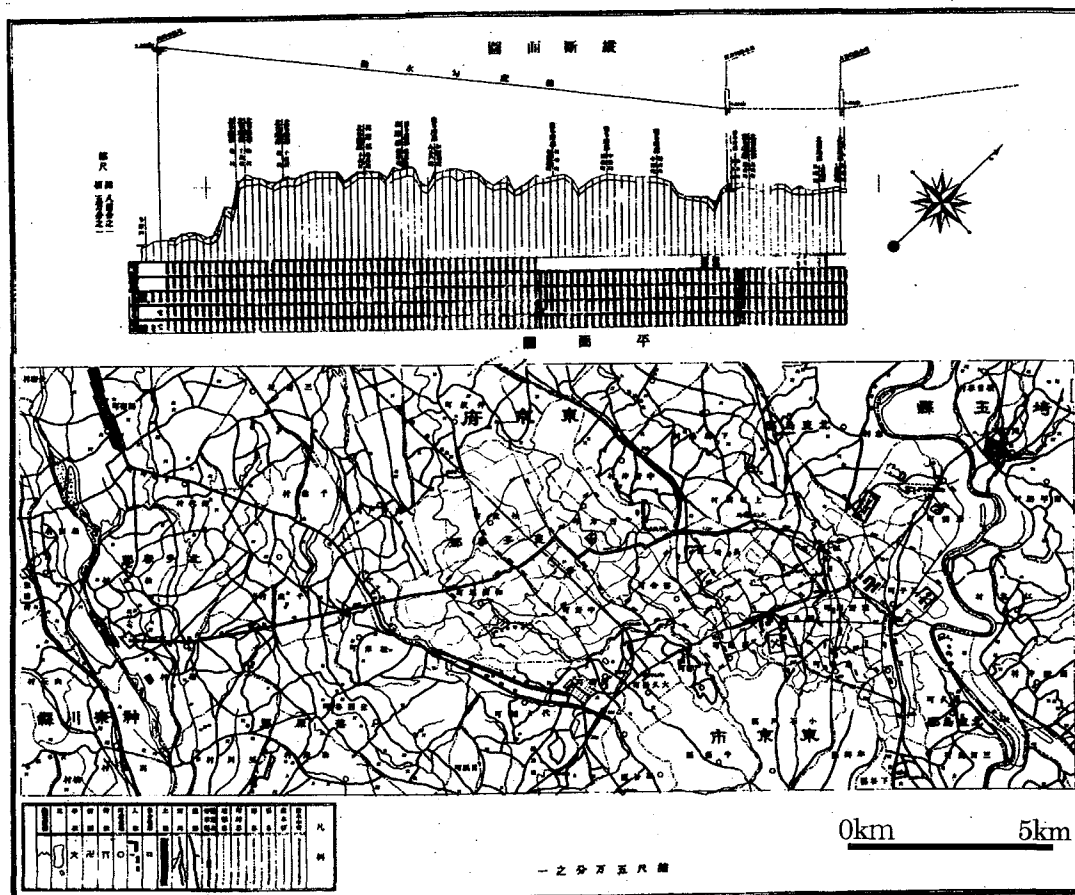


図-2 荒玉水道敷設計画一般図（『荒玉水道誌 前編』に縮尺加筆/以下同様）

史 前編』の記載事実や設計図の日付から配水塔の当初設計及び変更設計の時期を確認するとともに、設計に携わった技術者の在籍期間を照らし合わせ、実際に配水塔を設計した人物とその設計内容を調査し、現在の形状に設計された時期を推定すると、配水塔の実施設計は数次の設計変更を伴い、中島鋭治博士以外の人物が設計したことが確認された。

中島鋭治博士は1924(大正13)年7月から翌年2月17日の逝去の時まで、荒玉水道組合の委嘱により敷設計画の指導、国庫補助の運動、関係町村へ説得に廻るなど大小軽重問わず創設に向けて献身的な協力を惜しまなかった。博士急逝直後の1925(大正14)年2月20日、荒玉水道町村組合は第1回組合会を急遽開会し、中島博士の計画を継続することを決議している。管理者服部良太郎はその内容を翌日の中島博士の葬儀において「組合は先生の御企画に対しては全会一致をもって各種の案を決議し・・・渾身の努力を払い一日も早く鉄管に水を通し先生の御恩に報いることを御霊前に御誓いする次第です。」と述べている。(1925(大正14)年2月21日 中島博士の葬儀に会した管理者服部良太郎の弔辞)

嘱託中島博士の後任者選定について、常設委員会は中島博士の高弟で当時の復興局長官工学博士直木倫太郎及び同局第二出張所長工学博士茂庭忠次郎に推薦を一任することに決定した。この両氏の推薦により、工学士西大條覺(にしおおえださとる)に博士の後任の技師長として

着任を交渉した。西大條は故中島博士の門下で博士指導の下に東京市水道拡張工事を始め各地の水道事業に参画し、当時は内務技師兼宮内技師及び鉄道技師の要職にあった。しかし本組合水道は中島博士最後の遺業のみならず最も貴重な記念事業となるため、本組合の切なる希望と中島博士への感謝の気持ちから現職を辞して臨んだ。

1925(大正14)年4月1日、西大條氏は本組合技師長として着任し、同日付を以って工事施工許可ならび起債許可稟請書を内務・大蔵両大臣に提出した。つまり、この時提出された基本計画は故中島鋭治博士によって起草された案に基づいていると思われるが、後述するように大谷口・野方配水塔ともに二度の設計変更がされており、最初の設計変更は西大條覺によるものである。

一方、中島鋭治博士が全体計画を考案している最中、工学士金井彦三郎が1924(大正13)年8月23日に配水塔設計者として着任している。金井彦三郎は東京駅建設時に建築主任として携り、新潟県長岡市中島浄水場配水塔の設計や、後年に前橋市浄水場配水塔の設計を手がけている技術者である。『荒玉水道史 前編』に基づき金井彦三郎が設計した配水塔の概略を現代語表記で要約・整理すると以下の通りである。(『荒玉水道史 前編』p103-104)

「給水場は東京府豊多摩郡野方町大字新井、北豊島郡上板橋村字大谷口の2箇所に設け各場内に配水塔1箇を築造し将来拡張の場合は同形のものを各1箇増設できるように余地を有する。各塔の大きさは内径45尺

(13.6m)、満水時の高さは現地盤より野方が 65 尺 (19.7m)・上板橋村 78 尺 (23.6m)、水深は何れも 68 尺 (20.6m)、満水時の高さは両者同一とし基線上 200 尺 (60.6m)、容水量は 1 箇 108,550 立方尺 (3,022 m³)、2 箇で 216,300 立方尺 (6,022 m³) で人口 60 万人に対する平均給水量の 2 時間分を貯留する。」

「内部水槽となるべき部分は全部鋼鉄製円筒形とする。水槽は鉄筋コンクリート台上に置き周囲は 3 尺 (0.9m) の間隔をもって鉄筋コンクリート外壁で包囲するその内径は 51 尺 (15.5m) で壁厚は底部で 6 尺 (1.8m)、上部へ順に薄くなり底面より高さ 18 尺 (5.5m) 以上は厚さ 1 尺 (0.3m) として、高さ 18 尺 (5.5m) までは水槽と外壁の間をコンクリートで充填し水槽の下部を強固にして振動に対し安全な設計とする。水槽台の基礎は杭打地形とし、長さは 21 尺 (6.4m)、径 1 尺 2 寸 5 分 (38cm) の鉄筋コンクリート製杭を縦横に約 3 尺 (0.9m) の間隔で 485 本打込み杭頭は基礎コンクリート内に挿入し結合する。水槽各部の寸法は両地とも同寸法であるが基礎コンクリート台は建設地・地盤の高さにより異なる寸法とする。」

「水槽の周囲は下部を填充するコンクリート上に、上部は満水面より 2 尺 (0.6m) 高い位置に水槽の外側と外壁の間に鉄板造りの廻廊を設け 1 周できるようにする。そしてこの上下の歩道は外壁の外に設けた幅 2 尺 (0.6m) の階段によって連絡する。水槽内部への出入り口は 1 箇所として外壁下部に設け、盛土地盤より 12 尺 (3.6m) 高くして外部にある階段にて上下する。」

「外壁には周囲 8 箇所にコンクリート造り柱形を作りその内部に 8 吋 (203 mm) 溝型鋼の柱を置き上部屋根の一端を支持する。各柱の中間に数箇所の窓を設け採光する。水槽内には水の引き入れ用に内径 36 吋 (914 mm) 高さ 40 尺 (12.1m) の鋼管を直立に配置しその下部は内径 48 吋 (1,220 mm) に拡大して内径 26 吋 (660 mm) の円形孔 4 箇を設け、その内 2 箇は管内より外方に向けて開く扉を付け他の 2 箇は管外より内側に開く扉をつけ、送水するときに圧力によって水槽底を撃損することを防ぎ、送水を停止するときには水槽内の水の圧力によって他の 2 孔の扉を内側に引き出し管として使用するものである。餘水吐管は内径 3 吋 (76.2 mm) のものを 8 箇所に設け水槽の上部より流下させ下部歩道に埋設した鉄管により 1 箇所に集め、地盤以下より壁外に排除させる。」

「水槽の中央に L 形鋼 2 個を 1 組にしたもの 8 組を水平材及び筋交として円形に接合した柱を建て、その上部で屋蓋の中央を支える。円形柱は上部で内径 3 尺 5 寸 (1.1m)、下部で 6 尺 (1.8m) の径とし、その中央に吸入及び引き出し用の鋼管並びに水位標示器用立管を付属する。」

「屋蓋の構造は円形柱上部より外壁の柱形状内部の溝形鋼の上部へ I 形鋼 8 箇を放射状に架渡し、I 形鋼の間に 6 尺 (1.8m) の間隔にて溝形梁を架けこの上に鉄筋コ

ンクリート版を築造する。この表面は中央より周囲に向かって 5 寸の下り勾配 (5.7 度) をつけ雨水をこの周囲 8 箇所の内径 3 吋 (76 mm) の鉄管から餘水吐管に導き配水する。屋蓋上には出入口 1 箇所を設け上部廻廊より階段によって出入する。水槽の上部廻廊より中央円形柱に向かい満水面上 2 尺 (0.6m) の高さに幅員 3 尺 (0.9m) の鉄製歩柱を 1 つ架渡し、円形柱の外側に設けられた梯子によって清掃などの場合に水槽底へ降りることが可能である。」

これらに基づき当初設計案を図化すると図-3 を得る。

b) 第 1 次設計変更

1925 (大正 14) 年 4 月 1 日付けで申請した荒玉水道組合水道敷設工事実施許可は 1926 (大正 15) 年 3 月 31 日に次の条件つきで認可された。給水場に関する条件は以下の通りである。(『荒玉水道史 前編』p149-150)

「①浄水池と両配水塔間の鉄管は送水、配水両用の目的を兼しむる様計画しあるも配水塔を分界として送水管及配水管として各別に働かしむる様設計するを可と認むるに付再調の上報告す可し

②配水塔の構造及容量に就いては前項との関係もありなおかつ再調の余地寡からずと被認に付更めて実施設計を提出すべし

③野方給水場敷地の面積は広大に過ぐるを以て縮小すべし」

この条件に沿うよう第 1 次設計変更がされたが、当初の設計者であった金井彦三郎は既に 1925 (大正 14) 年 4 月 21 日に退職している。『荒玉水道抄誌』には、その後嘱託として 1930 (昭和 5) 年 11 月 17 日まで在籍していたという記述が残っている。

組合は 1926 (大正 15) 年 7 月 15 日に第 1 次設計変更を申請しているが、『荒玉水道給水場配水塔建図』(同年 4 月 20 日付)、『荒玉水道給水場大谷口配水塔構造図』(同年 6 月 25 日付)の両図面に設計主任・設計者欄には『中島』という印影が確認できる。『荒玉水道史 前編』には幹部職員から技師、技手まで職員名簿が記載されているがこの中で「中島」を名乗る人物は 2 人である。1 人は故中島鋭治博士で、もう一人は工学士中島洋吉である。

『荒玉水道史 前編』によると「1925 (大正 14) 年 4 月 24 日、工学士中島洋吉氏は西大條技師長により技師に任命された」との記載がある。また『荒玉水道抄誌』に「重なる職員にして退職者左の如し。」として管理者の服部良太郎、顧問の中島鋭治博士を始めとする 14 人の職員名の中に中島洋吉の記載があり、最終役職は技師(野方出張所長)として 1929 (昭和 4) 年 1 月 15 日付の退職記録がある。この事から中島洋吉は荒玉水道の技術者の中では重要な位置にいた人物だと推測できる。今回の調査では工学士中島洋吉について、更に詳しい記録を確認することが出来ず、配水塔の設計者として断定するには至らなかったが、荒玉水道全体計画の中で配水塔の設計は重要な位置を占めており、西大條技師長により技師に任命され、荒玉水道の中でも主だった職員で、この時期の職員名簿に

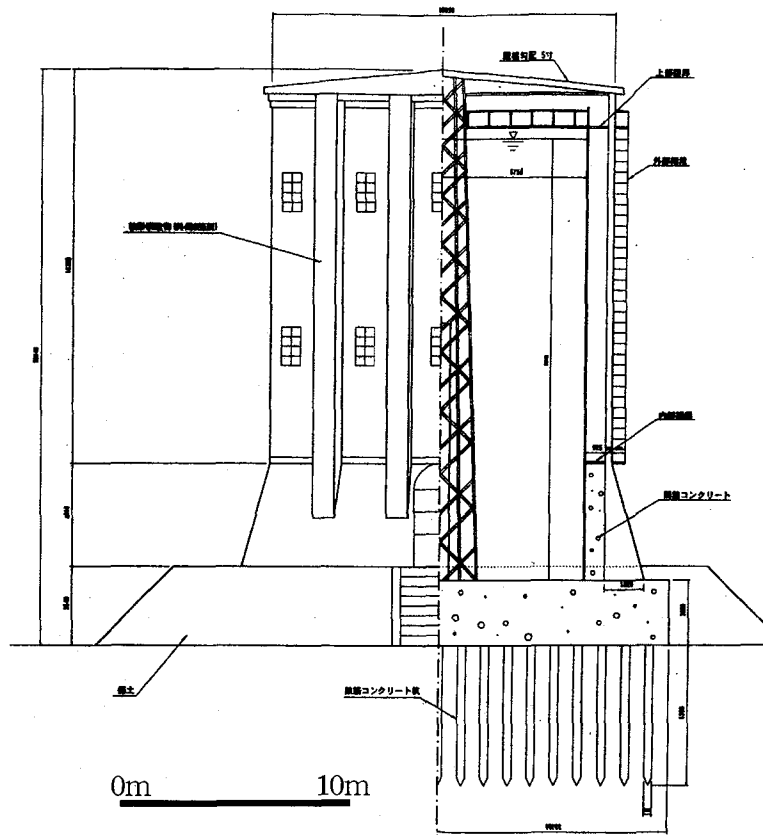


図-3 大谷口配水塔当初設計想定図(作成: 増田敏行、『大谷口給水所既存配水塔記録保存委託 報告書』)

は中島を名乗る人物が他に該当しない事から、変更後の配水塔の設計担当者は工学士中島洋吉が有力である。

前出の許認可条件により見直された第1次の設計変更の具体的な内容は次の通りである。(『荒玉水道史 前編』p149)

「工事費削減の為、配水塔の構造は全部鉄筋コンクリート造りに変更し、漏水防止の為、水槽内面に鉄板を張り継手は特に電気溶接とする。有効容量は1基約100,000立方尺(2,784 m³) (1日最大給水量の約50分間の量)として、両給水場と浄水池2箇所とを合わせ最大給水量の約5時間分の貯水を出来るようにする。」

以上の変更に伴い、引き入れ鉄管の配置を更に延長約80間増加したにもかかわらず、給水場費は85,000円を節約できた。野方給水場予定地は法政大学用地であったが実施に当たり土地収用法の適用が出来ない為新たに北方約650間(1,180m)の距離にある字東和田に選定し、用地は約3,000坪(約700坪減)に縮小し、用地費を約114,000円を節約できた。

こうして1926(大正15)年7月15日付けで提出した実地設計変更は1927(昭和2)年5月13日付けで内務大臣鈴木喜三郎により認可された。

c) 第2次設計変更

第1次設計変更は1927(昭和2)年5月13日実施設計の変更を認可されたが、それに先立つ1926(大正15)年12月5日起工式が砧浄水場で盛大に行われ、翌年1月9日に野方・大谷口給水場の工事が着手された。しかし、労務・材料の単価が高すぎるものがあった。その為、東京

府の標準単価に準じるように見直しをはかり、同年12月22日に第2次実地設計の変更を申請した。この設計変更は翌年3月31日に認可され、配水塔に関しては最終実施設計となる、その内容は以下の通りである。(『荒玉水道史 前編』p189-190)

「給水場は豊多摩郡野方大字江古田字東和田及び北豊島郡上板橋村大谷口の2箇所に設け場内に各配水塔1基を築造し将来拡張の場合には同形の物を更に各1基増設する余地を有する。」

「塔は全部鉄筋コンクリート造りにして内径45尺(13.6m)地盤面上の高さは、野方では102尺(30.9m)大谷口は105尺(31.8m)とし、満水面の標高は両者同一で、基面上200尺(60.6m)にして水深各70尺(21.2m)、有効容量約100,000立方尺(2,784 m³)2箇で人口60万人に対する平均給水量約2時間分の貯水を可能とする。」

「水槽は72尺(21.8m)の深さで周壁の厚さは上端で1尺5寸(0.45m)、深さ62尺(18.8m)の高さで3尺(0.9m)の厚さとし、1,1,5,3配合【注記】のコンクリートを用い、水槽の底部では中央部分の厚さは3尺(0.9m)、周壁部分は5尺(1.5m)の厚さとする。水槽内部には漏水を防ぐ為厚さ1分(3mm)の鋼板を張り継手は全部電気溶接とし、更に厚さ3寸(9cm)の鉄筋コンクリートで被覆する。」

「送水管は1,100mm本管より、800mm2本に分け更に600mm4本に分けて基礎の周囲を巡り、水槽内立ち上りは鋼管を用い周壁内側に対角に位置する幅5尺(1.5m)

表-2 配水塔設計に関係した主要技術者の役職と略歴（『荒玉水道誌 前編』より作成：窪田陽一）

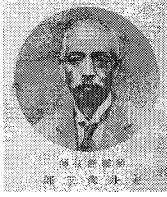
 【役職】1924 (大正13) 年7月～1925 (大正14) 年2月17日 荒玉水道町村組合技師長 【略歴】工学博士・理学士 元東京帝国大学工科大学教授 1914 (大正3) 年～1925 (大正14) 年 土木学会常議員・副会長・会長 中島 鋭治	 【役職】1924 (大正13) 年8月23日～翌年4月21日 荒玉水道町村組合技師 (1930 (昭和5) 年11月17日まで嘱託) 【略歴】工学士 元鉄道院技師 1914 (大正3) 年～1932 (昭和7) 年 土木学会員 前橋市浄水場配水塔の設計も行う 金井 彦三郎
 【役職】1925 (大正14) 年4月1日～荒玉水道町村組合技師長 【略歴】工学士 元内務技師兼宮内技師及び鉄道技師 1920 (大正9) 年～1948 (昭和23) 年 土木学会員 西大條 覺	 【役職】1925 (大正14) 年4月24日～1929 (昭和4) 年1月15日 荒玉水道町村組合技師 【略歴】工学士 元満鉄工務部技師 1917 (大正6) 年～1979 (昭和54) 年 土木学会員 中島 洋吉

表-3 給水場工事費 (当初案・第1次変更・第2次変更) (単位：円) (『荒玉水道誌 前編』より作成：窪田陽一)

項 目	当初設計 ※1	第1次変更 ※2	増減額	備 考	第2次変更による 減額更正※3
土工費	10,700	12,900	2,200	野方給水場は位置変更の為掘削の盛土を増加、大谷口給水場は道路面積を増加。	▲200
場内排水設備費	13,300	17,400	4,100	野方給水場は位置変更の為排水管の延長増加し、両給水場共に場内雨水排除の為半土管を敷設。	▲900
場壁築造費	22,400	18,720	▲3,680	両給水場共に鉄筋コンクリート造り場壁を高さ 3.3 尺 (1m) の土牆に変更し頂部に植樹。	▲1,420
場内鉄管及弁敷設費	10,000	69,800	59,800	配水塔の設計変更に伴い送水管は 1,100mm 本管より 800mm2 本に分け更に 600mm4 本となり配水塔の周囲を巡りて 4 方より対角的に引入れ管を設ける為、両給水場で配水管を合計 80 間 (145.6m) 延長。	▲4,700
配水塔築造費	700,000	546,000	▲154,000	構造を全部鉄筋コンクリート造に変更して内径45 尺 (13.6m) 水深70 尺 (21.2m) 有効容積100,000 立方尺 (2,784 m³) (原108,550 立方尺 (3,890 m³)) とする。内部に鋼板を張り屋根は高さ15 尺 (4.55m) の球状、外部に昇降階段を設置、基礎は直径62 尺 (18.8m) (原70 尺 (21.2m)) に縮小し寸法を変更すると共に杭総数を485 本から340 本に変更。地盤より屋上迄の高さは野方が78.5 尺 (23.8m) から102 尺 (30.9m)、大谷口は88.5 尺 (26.8m) から105 尺 (31.8m) に変更。	▲24,800
量水器設備費	10,000	17,000	7,000	野方配水塔の水位はポンプ室に標示し、有効最高・最低水位を警報するため浄水場まで約 8,000 間 (14.5km) の送電設備を追加。	—
道路費 (門を含む)	9,770	9,350	▲420	野方給水場の排水管敷設には送水管通路を兼用する事とした為、本工事において排水管敷設用の道路築造は不要。	▲50
場内整備費	10,000	10,000	—		—
合 計	786,170	701,170	▲85,000		減額合計▲32,070* 更正後予算 669,100

※1：『荒玉水道誌 前編』P114「第三編計画 第二章実施計画 支出」より抜粋 ※2：『荒玉水道誌 前編』P155「第三編計画 第二章実施計画 実施設計変更」より抜粋 ※3：『荒玉水道誌 前編』P161「第三編計画 第二章実施設計 水道敷設工事費予算更正説明書」より抜粋 *：原文では30,270と誤記有

厚 3 尺 5 寸 (1.1m) のコンクリート擁壁内に埋設するものとする。配水本管は内径 900 mm にして水槽の中央底面より 3 尺 (0.9m) の所に開口する。」

「越流管は内径 150 mm の鋼管を擁壁 1 箇所に対し 2 本を送水管の両側に挿入し排水管は 400 mm 1 本を設け、水槽底を貫通して外部に引出し排水柵に連絡する。排水鉄管の途中より分岐管にて送水本管に連絡し制水弁を設け水槽内の一定の位置に達するまでは排水管によって底部より充水する構造とする。」

「基礎は鉄筋コンクリート杭打地形とし外周 2 列は長さ 21 尺 (6.4m) 径 1 尺 2 寸 (36cm)、側壁下部は長さ 18 尺 (5.5m) 径 1 尺 (30cm)、内部は長さ 15 尺 (4.6m) 径 1 尺 (30cm) の三種類とし、3 尺平方 (0.81 m²) 毎に打込み、上部に野方は厚さ 2 尺 (60cm) 及 4 尺 (1.2m)、大谷口は厚さ 5 尺 (1.5m) 及 7 尺 (2.1m) の厚さで配合 1, 3, 6 及 1, 4, 8 の配合にてラップルコンクリートを打設し水槽の基礎とする。」

「屋根は高さ 15 尺 (4.6m) 径間 45 尺 (13.6m) の球状で厚さ 4 寸 (12.1cm) 及 6 寸 (18.2cm) の鉄筋コンクリートにて築造し、表面には厚さ 3 分 (9 mm) の防水モルタルを塗布する。」

「中央部には径 7 尺 (2.1m) 高さ 12 尺 (3.6m) の換気塔を設け、換気孔には銅網を張る。屋根と水槽周壁の上端との間は高さ 12 尺 (3.6m) の擁壁として 7 本の柱を設け採光窓を造り、壁の内外両側に各幅 3 尺 (0.9m) の鉄筋コンクリート造りの廻廊を設け一周可能な設備とする。」

「周壁外部の正面には間口 12 尺 (3.6m) 奥行 6 尺 (1.8m) の階段室を設け、内部に鉄製梯子を取り付け 5 階に仕切り外部は厚さ 4 寸 (12cm) の鉄筋コンクリ

ート幕壁で包囲し正面には窓、最上階には廻廊への出入口を 3 方に設け、最下層には間口 18 尺 (5.5m) 奥行 9 尺 (2.7m) に広げ正面出入口とする。」

「水槽内には水位計を取付け電気装置によって給水場事務所と高揚ポンプ室に標示すると共に満水又は一定水位以下になると警報する装置とする。」(この記述は野方に適用された。)

「浄水は高揚ポンプによって 1,100 mm 送水管にて途中一部に給水しつつ野方配水塔に達し、これより 1,100 mm 鉄管にて自然流下によって一般に給水するのを通常の形態とし、大谷口配水塔は主として調整池としての役割をなすものとする。」

「将来拡張工事にて荒川水源よりの送水管を連絡して野方と同一の目的として使用できるように制水弁の開閉によって浄水場より一部又は全部直送によって給水可能な設備とする。」

(2) 施工技術の特徴

1927 (昭和 2) 年 1 月配水塔築造の準備調査と共に鉄筋コンクリート杭の製作を開始し、同年 7 月に配水塔主体部の施工を開始した。施工の大半を組合の技師・技手が管理し、直庸の作業員によって施工された。

設計図書によると、基礎工事は地表面より約 1.2m 掘削し約 4.5~4.8m の杭を打込み、外周部は 2 次掘削によって杭頭を 60cm 出し大玉石を敷いた後、杭頭を基礎コンクリートに埋没するように打設しているが、水槽底部に当たる中心部分では杭の上層に 1.7m の厚みで大玉石層を設け杭地形としている。

当初、金井彦三郎によって設計された構造 (図-3) は水槽と配水塔の壁の間に空間があり、このスペースに上部・下部廻廊を設けていたが、変更設計後の構造は至っ

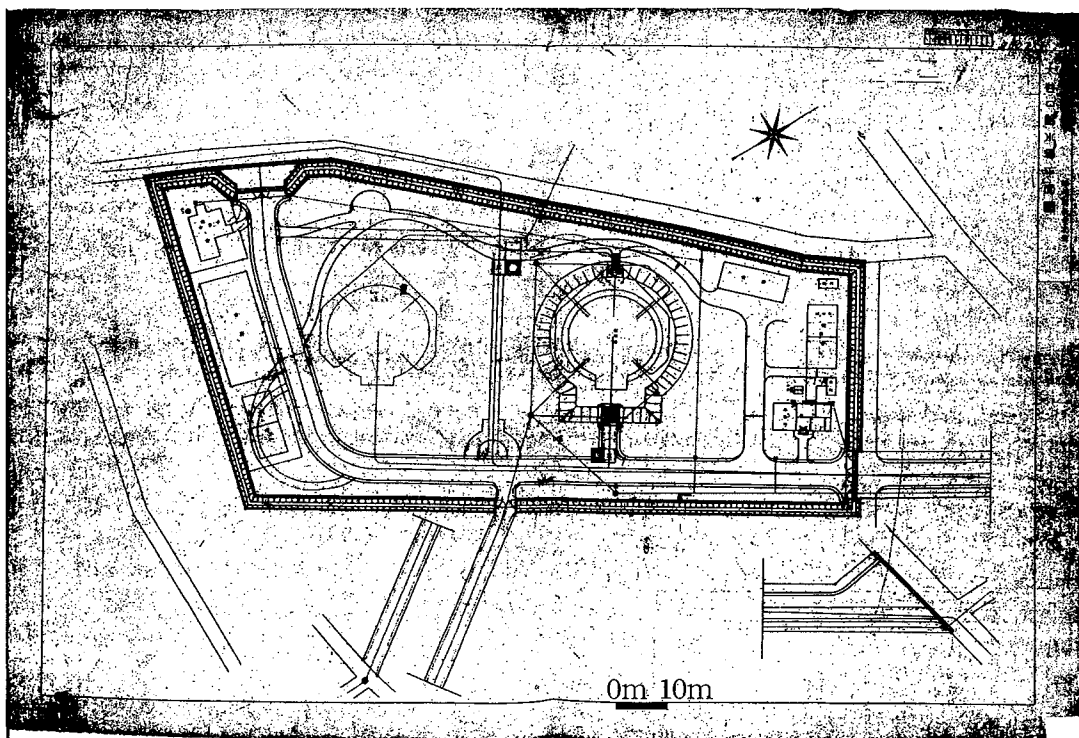


図-4 大谷口配水塔平面図(出典『荒玉水道誌 前編』)

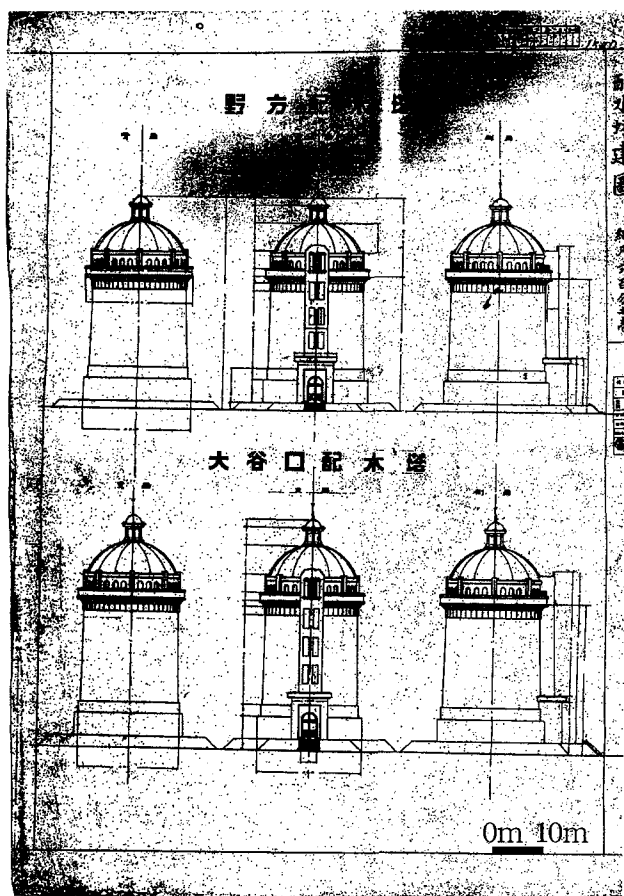


図-5 野方・大谷口両配水塔立面図(出典『荒玉水道誌 前編』)

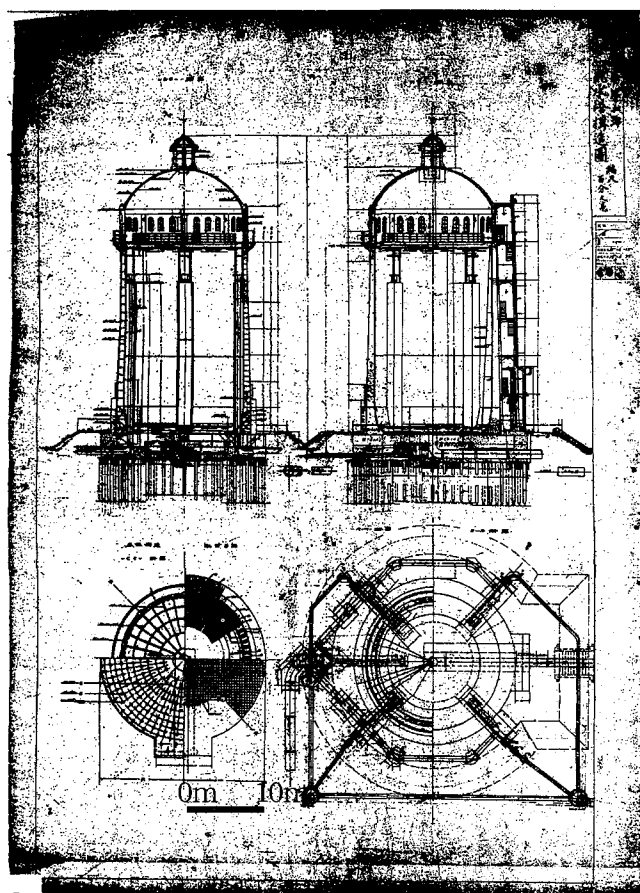


図-6 大谷口配水塔構造図(出典『荒玉水道誌 前編』)

てシンプルであり、配水塔の壁その物を水槽としている。底部及び側部に3mmの鋼鉄を張り、コンクリートを被覆することにより止水性を高め、かつ強度も確保する構造である。周壁は鉄筋を正確な位置に組み、止水用鋼鉄を電気溶接により接合し壁体のコンクリートを打設した。1回1段(1.5m)まで溶接組立てしコンクリート工と平行して順次施工した。鋼鉄溶接箇所の溶接試験は内面に石油を注ぎ外部への漏れの有無で確認した。コンクリートの配合は現場で混和機により行われ、上部は配給塔を設置し打設された。仕様書によると寒中はコンクリートの打込みを禁じている。型枠は鋼製、木製の両方が使われ、一般部は7日で脱型されたが周壁部は打設後80日間の期間を経て脱型された。

止水用の鋼鉄は電気溶接にて施工されたが、その施工は外注施工で野方は浅野造船(日本鋼管の前身)、大谷口は(株)大阪製鎖所(現セイサ)によって行われた。当時は電気溶接(アーク溶接法)を土木構造物や建築構造物の施工に用いる事は少なかったようで、『荒玉水道史 前編』の中でも野方配水塔について「本工事は特殊の構造物にして防水強度等は勿論美観等に於いても周到なる注意を払い特に漏水防止として最も緊要なる接合は現今斬新なる工法として着目せらるる電気溶接によるを有利と認めこの種工事に熟練なる株式会社浅野造船所と請負契約を締結し昭和3年4月28日竣工せり。」と記載がある。野方、大谷口の両配水塔は同時施工であった為、大谷口の施工は別の会社に請負させた。

大谷口配水塔の鋼板設置を施工した大阪製鎖所の会社80年史によると、1918(大正7)年12月に大阪製鎖所の高倉専務は欧米諸国へ視察に行き造船をはじめ建築、鉄鋼業など幅広い分野で電気溶接法が活用されているのを目の当たりにした。その頃の日本では電気溶接法はほとんど普及していなかった。将来性を見込んだ高倉専務は当時最新技術を誇っていたイギリスのクォーシー・アーク社(Quasi Arc)と業務提携し1919(大正8)年に日本に導入した。その4年前には三菱長崎造船所によってスウェーデンのチェルベルヒ社から直流アーク溶接機を輸入していたが、このチェルベルヒ型はアークの熱によって被覆剤から発生した炭酸ガスが溶接金属を空気から遮断するガスシールド方式で、クォーシー・アーク式はスラグシールド型と呼ばれる被覆金属アーク溶接法であり、現在も溶接技術の主流と成っている。大阪製鎖所は1920(大正9)年4月1日より10日間、海軍をはじめ各方面の顧客を招待し実演デモンストレーションを行った。その結果優秀性の高い溶接として大きな注目を集めた。またこの年イギリスのキャンメルヘアード造船所ではクォーシー・アーク式により世界初の全溶接船として『フラーガー』が建造されている。その後、わずか5年後に設計された大谷口配水塔でこうした最新工法が使われたのは、当時の水道事業が近代化の象徴であった為であると言える。

建設コストを削減する為に水槽と塔の周壁を一体構造

とし、防水鋼板を用いる為にアーチ溶接を採用したが、現代で言えばVE(バリュー・エンジニアリング)であり設計者の先見性が窺える。

そして1929(昭和4)年3月末、野方と大谷口の給水塔は竣工した。なお、全ての設備が整い最終的に通水供用開始されたのは1931(昭和6)年6月である。

5. 造形意匠の特徴

(1) ロマネスク様式の野方・大谷口配水塔

大谷口配水塔の外観を特徴付ける造形意匠は極めて特徴的であり、以下に述べるように典型的なロマネスク様式と考えられることが判明した。

ロマネスクとは、11～12世紀にかけてゲルマン民族を中心に栄えた建築様式であり、彼らがキリスト教化する過程で教会を建築するに際して手本としたのがローマ建築であった。しかし実際には彼らはローマ建築の詳細はほとんど知らず、技術的にも稚拙であった。ローマ建築はアーチが特徴であり、ローマ人は大きなアーチを作ることができたが、ゲルマン人は小さいアーチしか作ることができなかった。このようにローマ建築を擬似的に模したことから、後世にローマ調即ちロマネスク(Romanesque)と呼ばれるようになった。

大谷口配水塔の各部について、その特徴がよく現れている部分は次の通りであり、これらの点がロマネスク建築に共通する特徴であることから、ロマネスク様式を取り入れていると推定する。

a) コンクリート外壁部分

本配水塔の外壁部分は鉄筋コンクリートをモルタルで覆った上から目地を入れている。これにより、石積み風に見える。ロマネスクの特徴として、塔は石積みで建造されているものが多い。

b) 入り口部及び窓の形

本配水塔の入り口部分及び階段室最上部の窓、塔上部回廊の窓は開口上部が半円で下部が方形である。これはロマネスクでは建物の壁に設けられた開口部の形に多く見られる特徴である。特に階段室上部の窓は同一の形が3つ並んでおり、これはトリフォリウムと呼ばれ、さらに装飾的な開口部とされている。

c) ドーム型の屋根部

窓の形に表れているが、ロマネスクでは曲線を多く用いており、それは屋根の形にも応用されている。曲線を平行移動した半円柱状の屋根と曲線を交差、複合させた屋根に大別される。本配水塔は後者の範疇に入り、半球形状のドーム型と呼ばれるものであり、円筒型の躯体に構造的に合わせ易いためと思われる。

d) 頭頂部

両配水塔の屋根の上にはさらに小さい塔が設けられている。これもロマネスクでは特徴的なもので、ドームや塔の上に設けられ、主に採光や通風と装飾の目的で設けられている。ランタン又は頂塔と呼ばれている。

以上に加えて、全体的に質実剛健で素直さが漂い華や

かな装飾性がないこともロマネスクの特徴であり、関東大震災後の大正末期から昭和初期に建設された耐震性を備えた建築物、例えば国立に移転した一橋大学の校舎(伊藤忠太設計)もロマネスク様式であることから、この時期によく参照されたモチーフと思われる。

大谷口配水塔の双子の相方である野方給水所の配水塔は、災害用の給水槽として中野区江古田に現存している(写真-3)。前述の通り野方給水所配水塔も大谷口配水塔と同一計画内での建造であり、着工、竣工年月から大きさ、容量、デザインまでほとんど同一であるが、高さが若干低い。いずれも地域住民の間で「水道タンク」「水道ドーム」と呼ばれてランドマークとして長年親しまれてきた。大谷口配水塔の頂部回廊に上がると野方のドームが遠望できる。ということは野方からも大谷口の塔が見えるということである。この二つの塔の間の市街地は東京にしては珍しく高層ビルで眺望を阻まれることなく、低層の家並みが連なっている。二つの塔がそれぞれの周辺地域の中でランドマークとして親しまれてきた背景には、荒玉水道のおかげで市街化した町並みがそのまま残っているためである。

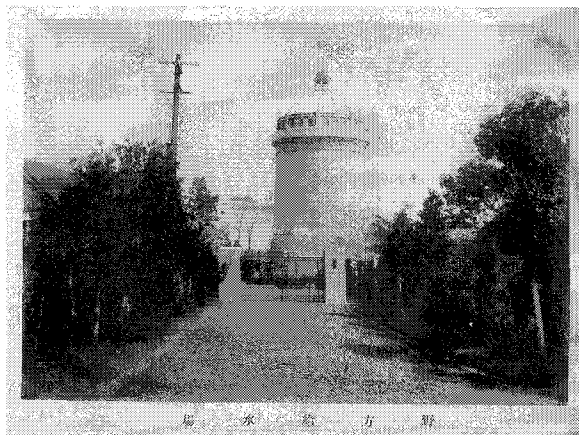


写真-2 昭和初期の野方配水塔(出典『荒玉水道誌 前編』)

(2) 類似するデザインの施設—栗山浄水所配水塔

野方・大谷口の両配水塔に外観がよく似ている配水塔に、千葉県松戸市栗山に現存する栗山浄水所配水塔がある。県営水道の創立時に建設された同浄水場は、1934(昭和9)年江戸川水源工場として着工し、1939(昭和14)年に完成した。配水塔は内径15m有効水深20m、有効容量3,356 m³の鉄筋コンクリート造で、塔の高さは31.9m、1934(昭和9)年6月に着工、1937(同12)年3月に竣工している。野方・大谷口の配水塔よりも後に建造されており、造形意匠も簡素になっているため、ロマネスク様式とは言えないが、全体の形態としては類似性が高く、何らかの影響があったのではないかと推測されるが、経緯の解明は今後の課題である。

6. 結語

今回の調査研究により、実際に建設された大谷口配水塔の設計者は中島鋭治ではなく中島洋吉である可能性が高いこと、クォーシー・アーチ溶接により施工されてい



写真-3 野方配水塔

(撮影: 増田敏行 2004)

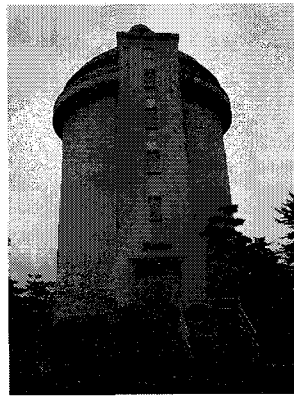


写真-4 栗山配水塔

(撮影: 増田敏行 2004)

ること、ロマネスク調の造形意匠が施されていることが明らかになった。

大谷口配水塔は幹線路の城北線の完成に伴い、その機能を停止し、大谷口給水所も廃庁となっていた。しかし城北線の事故対応及び総合的な水運用計画により、新たに35,000 m³の配水池、ポンプ棟を有する施設に再生されることとなった。大谷口配水塔はその特異な形態により周辺市街地の中で際立つ存在として市民の脳裏に刻まれ親しまれてきたが、塔自体は長年の使用と風雪により老朽化し、新しい給水所の建設のため終に解体・撤去されることになった。東京都水道局は記録保存のための調査を行ったが、経費と時間の制約から実寸計測はできなかったため写真撮影による映像記録を行い、新たな施設に意匠を反映させることになった。

謝辞

本調査研究の実施にあたり、種々のご意見を頂戴した調査委員会の秋山道生委員(板橋区役所生涯学習課)、岸愛三委員(元東京都水道局東京近代水道百年史編集委員)、馬場仁利委員(東京水道サービス(株)(当時))、調査委託者の東京都水道局建設部、受託者の東京水道サービス(株)及び(株)大進工建の関係者各位、資料提供頂いた諸機関、また造形意匠について建築史の観点から御助言を頂いた東京大学生産技術研究所の藤森照信教授、クォーシー・アーク溶接について情報提供頂いた埼玉大学大学院理工学研究科環境制御工学専攻の山根敏助教授、貴重な資料の閲覧をお許し頂いた東京都水道歴史館、誠心興業常務の秋元要一氏に厚く御礼申し上げます。

【注記】コンクリート配合の表記について、『荒玉水道史 前編』にはコンクリートの配合が以下のように記載されている。

- ① 配合 一、一、五、三
- ② " 一、二、四
- ③ " 一、三、六
- ④ " 一、四、八

小野竹之助著『コンクリート工学 材料篇』によると「むかしはコンクリートの配合を1:2:4あるいは1:3:

6 といったように、セメント・細骨材・粗骨材の容積比で表していた。(比較的大工事現場では、セメント・細骨材・粗骨材の使用割合を重量比で示すこともあるが、普通容積比で示す)」との記載がある。このことから①の配合はセメント1:水1:細骨材5:粗骨材3、②の配合はセメント1:細骨材2:粗骨材4、③はセメント1:細骨材3:粗骨材6、④はセメント1:細骨材4:粗骨材8の比率であったと考えられる。この比率が容積によるものか重量比であったかは定かではないが、当時の作業現場での混練作業に於いて容積管理の方が容易の為、各比率は容積であると思われる。

参考文献

- 1) 東京市役所『大東京水道計画に関する調書』、東京市役所、1931年
- 2) 東京市役所『隣接五郡に於ける上水道に関する調書』、東京市役所、1932年
- 3) 荒玉水道町村組合『荒玉水道抄誌』、荒玉水道町村組合、1931年
- 4) 荒玉水道町村組合『荒玉水道誌 前編』、荒玉水道町村組合、1931年
- 5) 小野竹之助『コンクリート工学 材料篇』、森北出版、1957年
- 6) ハンス・エリンヒ・クーパッハ著『図説世界建築史』第7巻 ロマネスク建築』、小学館、1996年
- 7) オフィス・ド・リーブル編『中世・美の様式 下<ロマネスク・ゴシック美術>編』、連合出版、1991年
- 8) 長塚安司編集『世界美術大全集 第8巻 ロマネスク』、小学館、1996年
- 9) セイサ『大阪製鎖造機80年史』、セイサ、1993年
- 10) 千葉県水道局『栗山浄水場』、千葉県水道局、1978年
- 11) 千葉県水道局『千葉県営水道史』、千葉県水道局、1982年
- 12) 東京都水道局・東京水道サービス(株)『大谷口給水所既存配水塔記録保存委託 報告書』『同 要約版』『同 図面集』、東京都水道局、2004年
- 13) 中島工学博士記念事業会編『中島工学博士記念 日本水道史』、中島工学博士記念事業会、1927年
- 14) 東京都水道局編『東京都水道史』、東京都水道局、1952年