長岡市旧中島浄水場配水塔の造形設計について

STUDY ON THE DESIGN IN THE FORM OF THE FORMER NAKAJIMA WATER PURIFICATION PLANT WATER TOWER IN NAGAOKA CITY

平山 育男*
Ikuo HIRAYAMA

I considered the form of the water tower at the former Nakajima water purification plant in Nagaoka city from the viewpoint of design, and the following points become clear.

The adoptions of the Jince type tank, the outer wall and the cylindrical tower bent circumference wall surface meet all the environmental condition in cold districts. As a result, it became that the vertical plane of the water tower showed a certain characteristic style. The water tower was designed with the results searched the technique suitable for Nagaoka area and the form in consideration of an environmental condition in winter.

Keywords : Water tower, Nagaoka city, Jince tank, Coldproof wall

配水塔, 長岡市, インツェタンク, 防寒壁

1. はじめに

長岡市旧中島浄水場は長岡市水道町に所在する。この施設は昭和2(1927)年通水^{注1)}とする長岡市の創設水道において中心的な役割を果たし、現在は配水塔(水道タンク)^{注2)}、監視室棟、唧筒室棟、予備発電機室棟が国の登録有形文化財とされている。配水塔は後述のように全高42m余、水槽タンクは617 m³の容積を備え、戦前期においては全国でも有数の規模を誇った。ところでこの配水塔の水槽タンクを支える6層^{注3)}の円塔脚部^{注4)}2層目以上の各層床面中央には暖房用とされる穴が設けられるが、これは戦前期までの建設となる公共上水道の配水塔には未見のものである。また、この配水塔では水槽タンクに下部を反転させて凸形とするインツェ型を採用し、配水塔の立面形状は円塔脚部と水槽タンクの接続部分が極端にすぼまる、いわゆるこけし型となるが、これらも戦前期の公共上水道における配水塔では類のないことが判明した。

そこで本稿においては、これらの設備と造形がどのような考えに基づき長岡市旧中島浄水場配水塔の設計に結実したのかを明らかにすることを目的とするものである。

長岡市の上下水道施設については、昭和2(1927)年の竣工を記念してまとめられた『長岡市上下水道小誌』、竣工時とされる図面類が一部残るが、本稿ではこれらに加え当時の新聞、上水道関連資料や実際の配水塔の考察を通し、この問題を考えて行きたい。

従来、この旧長岡市中島浄水場配水塔について『長岡市上下水道小誌』^{注5)}では、後に詳述するように

水槽は鉄筋混凝土造円塔上を安置し其周囲には四呎六吋の間隔を以て直径四十五呎の外壁を作り水槽を包囲し冬期に於ける防寒の設備とす

とされ、加えて、

万一冬季水槽内氷結の虞あるを慮り最下層床上に暖爐を設備し円筒及水槽の内部中央を貫きて煙突を設け得る設備をなせりとあるように防寒施設の計画のなされたことが記される。但し、インツェ式水槽導入とその経緯は同書に記載がない。また後者の暖爐、煙突は長岡市水道局に残される“配水塔竣工図”に記載があるため、計画に留まったのか疑問が残る。

なお、水槽に外壁を設け防寒壁とする考えは昭和戦前期、広く国内外認識され^{注6)}、高岡市の旧配水塔においても採用された^{注7)}ものの、暖爐や煙突の施設はこの時期、他に類例がない。

2. 長岡市旧中島浄水場と配水塔の施設と設計者について

2-1 長岡市旧中島浄水場と配水塔の施設

長岡市における上水道敷設は、明治34(1901)年以降の課題とされ、下水道敷設と並行して議論が行われた^{注8)}。敷設の計画は大正2(1913)年、大正9(1920)年^{注9)}にあったが、いずれも頓挫した。そこで大正11(1922)年になって上水道施設の設計を中島鋭治、下水道施設を鶴見一之とする計画が出され、関東大震災後の大正13(1924)年1月に工事が着手されて翌4月に起工式があり、昭和2(1927)年3月に竣工式を挙行了のが長岡市における創設の上下水道である。

完成した創設の上水道の施設は信濃川東岸の中島浄水場隣接地内において伏流水を取水し、場内でろ過後、配水塔へポンプにより揚水し、自然流下で配水を行うものであった。なお、昭和46(1971)年4月になって信濃川上流に妙見浄水場が建設され、中島浄水場は平成6(1994)年3月に閉場した^{注10)}。

当初における上水道施設の計画給水人口6万人、第1期工事とし

* 長岡造形大学造形学部 教授・博士(工学・造形)

Prof., Faculty of Design, Nagaoka Institute of Design, Dr. Eng., Dr. Des.

て4.5万人とされ、1人1日最大給水量4立方尺(約1110)、1日最大給水量180,000立方尺(約5,000 m³)とする計画がなされた^{注11)}。

配水塔はRC造の円塔脚部6層目上部に鋼鉄製の水槽タンクを据える形式である。円塔脚部は下部直径が30フィート6インチ(9.30m)、厚2フィート(0.61m)、上部直径は22フィート(6.71m)とする。円塔脚部表面周囲には1/20の傾斜をつけ、周囲に8本の付柱を配する。水槽タンクは最大径36フィート(10.97m)^{注12)}、最大高24フィート6インチ(7.47m)^{注13)}、最下部から7フィート6インチ(2.29m)の部分から円錐型にすばまり、底面は凸型に反転する^{注14)}。平面半径は22フィート(6.71m)、反転高さは最大4フィート6インチ(1.37m)、反転する曲面の半径は22フィート7¹/₂インチ(6.90m)とする^{注15)}。また、水槽タンク周囲には4フィート6インチ(1.37m)の巾を持たせ歩廊が巡り、直径45フィート(13.72m)の外壁が設置され^{注16)}、更に外壁外に歩廊が設けられる。配水塔の高さは基準面から塔屋根避雷針下までが137.5フィート(41.88m)^{注17)}、水槽タンク最高水面までの高さが115尺(34.85m)、水槽タンク容積は容積21,777立方フィート(617 m³)とする^{注18)}。水槽タンクの屋根は小屋組がワーレントラスで、中央で水槽タンク下部から延びる中空の円柱がこれを受ける。

2-2 長岡市旧中島浄水場と配水塔の設計者

浄水場施設の全体設計は中島鋭治^{注19)}、配水塔の設計は前橋市敷島浄水場配水塔の設計も行った^{注20)}金井彦三郎とされる^{注21)}。

中島鋭治^{注22)}は安政5(1858)年に生まれ、東京大学理学部土木工学科を卒業し、明治19(1886)年に助教授に任ぜられ、同年に留学した。当初は橋梁工学を修めたが、後に衛生工学へ転じ、アメリカ、イギリス、フランス、オランダを巡りドイツで学び、明治23(1890)年に帰国を促され東京をはじめとする上下水道の計画にあたることとなった。明治29(1896)年からは帝国大学教授となり、明治34(1901)年8月には海外視察として、アメリカ、イギリス、ベルギー、オランダ、フランス、スペイン、イタリア、オーストリア、ハンガリー、ドイツ等を巡りロンドンに戻り、デンマーク、スウェーデン、ロシアを経て翌年7月に帰国している。なお、中島は寡作として知られ、事典類の共著以外では、幾つかの著作で“序”を記すのみで、配水塔についての具体的な言説を見ることはできない^{注23)}。

一方、金井彦三郎^{注24)}は慶応3(1867)年生まれで、攻玉社で学び、東京府(市)、後に鉄道省へ転じた。東京府技師としては関東大震災以前における旧東京市内の鋼鉄製橋梁の設計に多く携わり、鉄道省では東京駅の監修や高架線の建設に当たった。後には攻玉社などで教鞭をとり、昭和7(1932)年に没したが、渡航や留学、視察の記録は残らない。金井は技術的な著作を多数残しているが、管見の限りここに配水塔についての記述は見出せない。但し、金井には未刊書原稿として『配水塔』なる書籍が準備されたとされている^{注25)}。

3. 旧中島浄水場配水塔と各層に見られる床面の穴

この配水塔の円塔脚部2層目から6層目までの各層床面中央部には900mm角程の大きさとなる四角形の穴があり、現状では大半が木製の蓋で覆われる。この穴は従来、冬期間における水槽タンク保温に用いられた、もしくは荷揚げ用に用いられたとされるが、真偽は不明である。ここではまず、この穴が建設工事以来どのように用いられたのかを明らかにしたい。

3-1 新聞報道に見る工事中的旧中島浄水場配水塔と各層の穴

配水塔の完成は大正15(1926)年8月の通水を目指しながらも、予定よりやや遅れた。配水塔を用いた通水は大正15(1926)年10月頃、外構も含めた全体の完成は昭和2(1927)年3月と考えられる^{注26)}。

ところで建設中、新聞報道において、この穴はどのように報道されたのであろうか。以下ではまずその点を確認したい。

『北越新報』大正15(1926)年7月13日号では、同月3日からの給水工事の申込みを受け

肝腎の浄水場の状況が何の程度進捗し居るか果して当局の言明する様に八月には通水出来るや否や^{注27)}

とする点を確認するため、記者が“中島浄水場を観る”と題して以下のような記事をまとめた。

人夫は夫々炎天下に各部署に就て懸命に働く筈で八月の通水それは第三、四号濾過池も完成して居るシタンク築造工事も配水塔の中央に暖房用のストーブ煙道があつた為此処よりロープを通じ塔上に天木を立て鉄板は全部外から捲揚機で引揚げの事が出来た為予想以上には進捗したが外部の三吋鉄網コンクリート工事其他附帯工事もあるから竣工期限より多少は遅るゝとして来月中旬位迄には完成するであらう^{注28)}

記事によると配水塔中央には暖房に用いるストーブの煙道の穴が設けられ、ここからロープを通じさせたため予想以上に仕事は進捗したという。つまり、この穴は本来、暖房用ストーブの煙道であったが、工事期間中は資材の移動にも用いられたことが判明する。

3-2 『長岡市上下水道小誌』に見る旧中島浄水場配水塔と各層の穴
一方、設計段階でこの穴はどのように考えられていたのであろうか。そこで配水塔の竣工の昭和2(1927)年3月に発刊された『長岡市上下水道小誌』における配水塔についての記録を次に見ておきたい。

(チ) 配水塔

配水塔は其数一箇所にして水槽は鋼鉄円筒形にして直径三十六呎底は円推形の一部及凸形欠球より成り深二十一呎乃至二十四呎容積二万七千七百七十七立方呎とす

水槽は引入管引出管及余水吐の三管を設け何れも内径十六吋の鋼管にして水槽の下部に於て伸縮管を設け水槽内最高水面の高は基面点上百九十尺(現在地盤より百十五尺)とす

水槽は鉄筋混凝土造円塔上を安置し其周囲には四呎六吋の間隔を以て直径四十五呎の外壁を作り水槽を包囲し冬期に於ける防寒の設備とす外壁の構造は円塔上に於ける支柱上に鉄材を以て架構を作り其外側は鉄鋼混凝土造とし内側は木材を以て全部を張り詰む水槽と外壁との間には其上部及下部に於て水槽の周囲を一周すへき歩道を作り上下両歩道は階段に依りて連結す
水槽上屋根は鋼材を以て製作せる八箇の構桁及十六箇のT形桁を架し其勾配を三十度とし更に其上部に山形鋼を架渡し縦横四呎以下とし表面は鉄板を以て全部を覆ふ

屋背上には巾二呎長三呎の出入口一箇所を設け水槽周囲の上部歩道より直に屋背に出入するを得せしむ

水槽を支持する円塔は鉄筋混凝土造にして表面は二十分の一の傾斜をなし上部の側壁中心より直径二十二呎下部同三十呎六吋厚二呎にして基礎は混凝土造とし内径二十一呎外径五十一呎厚六呎の環状をなし其底部の高さは基面点上五十八尺(現地盤以下十七尺)とす

基礎底面に於ける最大圧力を毎平方呎三、三四噸にして建設地

地質は堅硬なる砂利層なるを以て此圧力に対して安全なるものとす

円塔上部の高は基面点上百六十五呎(現在地盤上九十五呎)にして内部には鉄筋混凝土造床四層を以て間仕切をなし倉庫其他の用に供せしむ各室の高さは十四呎六乃至十四呎九とす而して万一冬季水槽内氷結の虞あるを慮り最下層床上に暖爐を設備し円筒及水槽の内部中央を貫きて煙突を設け得る設備をなせり^{注29)}

ここで注目すべきは、文末の“万一”以下における箇所である。この部分を口語訳すれば

万一、冬季に水槽内が氷結する懸念のあることを考慮し、最下

図1 長岡市旧中島浄水場 配水塔竣工図 長岡市水道局所蔵
上：全体図 下：初層中央“暖爐”部分拡大

層床上に暖爐(＝暖炉)を設備し、円塔及び水槽の内部中央を貫いて煙突を設けることが出来る設備を行った

となる。この文章を厳密に解釈すれば、竣工において円塔脚部中央には“煙突を設けることができる設備”とするのみで煙突は設けられていなかったと考えることができ、この設備が前述したように工事に際して資材の運搬に用いられた煙道とすることができよう。

ところで、長岡市水道局には図1に示す“配水塔竣工図”が残る。図面では円塔1層目に“暖爐”の書込みがあり、上方に2本の線が伸び、これが煙突を示すと考えられる。そのため、『長岡市上下水道小誌』では暖爐及び煙突を“設け得る設備”とはしたものの、竣工時に煙突を設備したと考えることもできるのである。実際はどのような装備がなされたか、以上の資料では明らかではない。

ところで稼働後の配水塔では、昭和11(1936)年における大雪後の様子が以下のように報告される。

水槽台は約2尺厚の鉄筋コンクリート円筒壁で、給水配水の鉄管は其の内部に設備してある。鉄製タンクは廊壁を以て囲まれて居るので愈々これから市内に給水される時の水温も冬期外気より10度以上温いから、寒雪害に対して憂はない様な次第である。以上のように創立当時から雪国の水道、寒地の水道として相当考慮の上設備したもので《中略》配水塔の如きも設計には内部基礎面より屋根裏まで暖房の設備が出来る様に工夫されて居るから、曾て其の必要を認めないので実施せずに居る^{注30)}

つまり、配水塔は基礎面から屋根裏まで暖房のできるように工夫がなされたものの、これまでその必要を認めないため実施はなされないとあり、運転後も暖房の設備はなかったことが分かる。

なお、長岡市における厳寒期1月、2月の平均気温は、記録の残る明治38(1905)年から上水道竣工までの昭和2(1927)年では、1月が0℃、2月が0.1℃である^{注31)}。つまり、この地は客観的に見れば寒冷地と言えるものの、それ程の防備が必要ではなかったとの考えに至る。そこで工事費及び竣工後の維持費に影響のある暖爐の設置は敢えて見送り、暖爐以外の防寒設備による運用を当面は見ようとしたものが、当初工事の方針で、その結果が前述した昭和11(1936)年の報告であったと言えよう。

3-3 図面類などに見る旧中島浄水場配水塔における排煙処理

この様に見てくると配水塔の建築に際しては煙突を設置できるよう、円塔脚部では各層床中央に穴だけが設けられたことが明らかとなった。即ち現状の各層床面に見られる穴が、この煙突を通すためのものであったと考えることができるのである。

ところで、この配水塔で煙突は設置されなかったが、“煙突を設けることができる設備”とされたため、煙突を実際に設置した場合における最終的な排煙、排気の計画もなされたと言える。以下では、近年に長岡市水道局から提供された配水塔設計図の読解などからこれらの点を考察してみたい。

配水塔の煙突は計画において円塔脚部2層目から6層目の各層中央に開けられた穴を経て水槽タンク下部に延び、この後における排煙処理は『長岡市上下水道小誌』の引用末尾で

円筒及水槽の内部中央を貫きて煙突を設け得る設備をなせりとあるように、煙はこの中空円柱を通して排出される方針であったようだ。そこでこの様な観点から図面類に当たると以下のことが判

明する。図面では“第八号”及び“配水塔”とする図面の“AB断面”“基礎平面”とする平面図の中央に煙突と考えられる部材に“煖爐”の書き込みを確認できる。そして“配水塔竣工図”とされる断面図を見ると、配水塔中央部には円塔脚部1層目から6層目、加えて水槽タンク下部へ向けてまっすぐ煙突が上部へ延び、これらは更に水槽タンク中央部の中空円柱内を通して屋根頂部に続いている。

また、小屋組以上の詳細は“屋根一般図”“屋根小屋組詳細図”とする図面により確認できる。図面によれば配水塔の屋根は円錐型で、中央から放射状に8等分の位置にワーレントラスとなる小屋組が配される。小屋組陸梁の中央を煙突が貫くため、小屋組陸梁中央は同高さの煙突周囲に配される環状の材にリベット止され、更に小屋組陸梁と中空円柱は斜材の山形鋼により補助的に接続される。図面によると配水塔の大屋根は全体が円錐型で、中央の半径7フィート程が2フィート程高い小屋根で、周囲との段差部分に気抜きを兼ねた回転窓が1周を16分割し配される。そして、この2フィート程高い屋根まで煙突が立ち上がり、煙突は直径2フィートの円筒に固定される。

つまり図面類から判断すると煙突は、円塔脚部1層目床に置かれる予定であった煖爐上から立ち上がり6層目へ、続いて円塔脚部を貫き水槽タンク中央にある中空の円柱内部を通り、屋根中央頂部の円筒立ち上がり部分に達する構成となっていたことが判明する。なお、屋根中央円筒立ち上がり部分における屋根の構造は明らかではないが、設計段階では当該部に排煙の機能を持たせたものと判断される。

3-4 旧中島浄水場配水塔の実態

それでは実際の旧中島浄水場配水塔において、これらの設備はどのように装置されているのだろうか。次にこの点を確認したい。

円塔脚部1目中央に現状で暖房及び煙突は設置されない。また2層目から6層目でも煙突は配されず、2層目以上の各層床面中央に四角形の穴が開けられるのみで、現在この部分は板で仮設的に塞がれる。

また、円塔脚部最上部となる6層目床からは水槽タンク下部を観察することができる。これによると水槽タンクの中央部分には中空円柱のみが図面通り配され、煙突は設置されていない。

水槽タンク上部、即ち中空円柱上では屋根の小屋組であるワーレントラスの小屋組陸梁が集中する。但し、トラスは一材で直径方向に連続することではなく、図面の項目で示したように、トラス陸梁の中央側端部は環状の材にリベット止とし、トラス陸梁と中空円柱は斜材の山形鋼で接続される。

屋根頂部では2部材からなる円筒が確認され、これらは小屋根小屋組を受け、屋根中央の立ち上がり部となる。立ち上がり部の屋根は下部から観察すると外光が確認される。外部から見ると、円塔外周に取り付けた山形鋼が屋根を受け、屋根は円錐周囲に垂直の円柱部分が取り付くため、この部分は図面とやや異なる納まりとなる。

なお、現状で中央に立ち上がる屋根頂部部分は部材がやや新しいものと判断できるため、昭和58(1983)年の改修において、現状の形式に改められたと見ることができよう。

つまり現状の配水塔では煖爐や煙突は確認されないものの、円塔脚部1層目に煖爐を設備した場合、煙突は円塔脚部各層中央の穴を通じて水槽下部へ行き着き、次いで鋼鉄製水槽の内部中央を貫き、更には現在小屋組のトラス材を受ける円筒を通じて屋根上部に達することのできる施工の行われたことが判明する。

4. 長岡市旧中島浄水場配水塔と水槽タンクの形状

ところで旧中島浄水場配水塔における鋼鉄製の水槽タンクは、下部が円錐台型にすばまり、底面は凸型に反転する形状を有する。そしてこれを支える円塔脚部は、いわゆるお椀型となる水槽タンク下部を支える高台部分を受け、上部にややすばまった円錐台形となる。このため配水塔全体の容姿としては円塔脚部と水槽タンクの接続部分が極端にすばまる、いわゆるこけし型となる。

また、水槽タンク下部には引出管（取水管）、引入管及び余水吐管が取り付く。引入管及び余水吐管は水槽タンク中心から4フィートと中心に近い位置に配されるが、引出管は8フィート6インチと中心からやや離れた凸型反転部外周付近に配されることとなる。

次いで、配水塔及び水槽タンクの形状と管類の配置について戦前期建設の公共上水道における配水塔と比較した性格を見て行きたい。

4-1 戦前期の配水塔の形状

戦前期に建設が確認される公共上水道における配水塔施設65基の内、51基の形態が表1に示したように図面、写真などから明らかとなる。51基の内、台となる脚部に壁面を設けず軸組のみとする六角錐台形、水槽タンク部分を円柱の形態とするものが最も多く20基、類似する脚部を八角錐台とするものが4基、4角錐台とするものが2基、合計すると26基で、これが全体の半数以上を占める。一方、脚部に壁を設け全体を円柱、水槽タンク部を半径の異なる円柱状となるものが6基、全体が円柱となるものが5基、円柱に水槽タンク部が半球状となるものが4基でこれらの合計が15基となり、この他、円錐台型の脚部に円柱型の水槽タンク部の載るものが4基となる。

ところで、長岡市旧中島浄水場配水塔で見られた円錐台型の脚部にお椀型の水槽タンク部が載る、いわゆるこけし型の形態は戦前期、において長岡市の配水塔にしか確認できない特徴的な形態である。なお、類似するものでは六角錐台の脚部にお椀型の水槽タンク部を載せる形式が戦後に上福岡市上水道とされた現ふじみ野市における旧陸軍省造兵廠福岡工場の配水塔において確認されるのみである^{注32)}。

4-2 戦前期の配水塔の水槽タンクの形状

戦前期の公共上水道の配水塔65基の内、52基の構成が判明する。35基が鋼鉄製の水槽タンクを備え、内4基が水槽タンク外側を鉄筋コンクリートで覆う。また35基の内、8基は下部の形態が明らかではないが、残る27基の内、8基が底部を水平、19基が半球型とする。底部を水平とする8基の内、5基が脚部をRC造として、水槽タンクの受け部分を梁組で床面を設けるが、残り3基は新潟県旧巻町、旧亀田町、旧水原町のもので、容積が順に140m³、208m³、220m³と比較的小規模の部類に入るものである。さて、鋼鉄製水槽タンクで下部を半球型とする残りの19基の内18基までが下部における半球の形状は下に凸とするが、唯一、今回考察の対象とする長岡市旧中島浄水場配水塔が鋼鉄製水槽タンク下部の形状を上凸とし、その特異性が際立つ。

4-3 戦前期の配水塔の水槽タンクへ取水管の取り付け位置

戦前期に公共上水道において建設された配水塔65基の内、水槽タンクからの取水管取り付け位置が判明するものは40基である。この内、取水管の取り付けが水槽タンク下部中央となるものが32基、周辺が8基となる。但し、周辺に取水管が取り付け8基の内、7基までが水槽タンク底部を水平にするもので、底部が凸型となるもので取水管が周辺に取り付く事例は長岡市旧中島浄水場配水塔の水槽タンクに限られ、やはり独特な構成と見ることができよう。

表 1 戦前期の公共水道施設における配水塔と脚部、水槽タンクの形態

番号	所在地	建設年月	工事時期区分	工事区分	水槽タンク容積[m ³]	脚部の構造	水槽タンクの構造	水槽タンク下部の形態	取水管の位置	配水塔全体の形状 脚部+水槽タンク
	都道府県 区市町村	浄水場名など(地名)	元号 西暦							全体が直方体
1	京都 宇治市	(五ヶ荘)	明治27 1894	竣工	創設	?	煉瓦	?	?	?
2	神奈川 川崎市	戸手	明治45 1912	着手	創設	31.8	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央?
3	兵庫 尼崎市	神崎(西川上川田)	大正06 1917	起工	創設	220	RC	鋼鉄	水平	中央
4	岡山 玉野市	宇野港上水道	大正07 1918	起工	創設	170	RC	RC	水平	周辺
5	三重 四日市市	四日市給水(生桑川原崎)	大正09 1920	着手	港湾船舶給水	25	鋼鉄	?	?	?
6	兵庫 高砂市	朝日町	大正10 1921	起工	創設	204	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
7	千葉 野田市	野田醤油(弁天谷津)	大正11 1922	着手	創設	266	RC	鋼鉄製の周囲をRCで覆う	?	?
7	千葉 野田市	野田醤油(花輪番場)	大正11 1922	着手	創設	266	RC	鋼鉄製の周囲をRCで覆う	?	?
9	福島 会津坂下町		大正12 1923	起工	創設	?	RC	鋼鉄	水平	周辺
10	新潟 長岡市	中島	大正13 1924	起工	創設	617	RC	鋼鉄	反転の半球	周辺
11	福島 郡山市	(麓山町)	大正13 1924	起工	第1次拡張	289	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央?
12	大阪 堺市	天王配水池(三国丘)	大正13 1924	起工	第5回拡張	111	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
13	愛知 名古屋市	東山浄水場	大正15 1926	着手	第3期拡張	313	RC	鋼鉄	半球	中央
14	大分 中津市	(下宮永字松の瀬)	大正15 1926	起工	創設	206	RC	RC	水平	周辺
15	東京 中野区	荒玉水道(江古田)	大正15 1926	起工	創設	2947	全体がRC	RC	水平	中央
16	東京 板橋区	荒玉水道(大谷口町)	大正15 1926	起工	創設	2845	全体がRC	RC	水平	中央
17	群馬 前橋市	(敷島町)	昭和02 1927	着手	創設	893	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
18	大阪 豊中市	第1水源(桜塚)	昭和02 1927	着手	創設	25	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
19	大阪 東大阪市	菱屋西	昭和02 1927	着手?	創設	90	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
20	埼玉 本庄市	(児玉)	昭和03 1928	着手	創設	123	RC	鋼鉄製の周囲をRCで覆う	水平	周辺
21	大阪 茨木市	(殿町)	昭和03 1928	着手	創設	200	鋼鉄	鋼鉄	?	?
22	富山 高岡市	(清水町)	昭和03 1928	着手	創設	355	RC	鋼鉄	水平	周辺
23	東京 大田区	矢口水道(古市町)	昭和04 1929	起工	創設	111.86	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
24	大阪 高槻市	(高槻)	昭和04 1929	起工	創設	13	?	鉄板	?	?
25	高知 越前町	(折山鼻)	昭和04 1929	着手	創設	?	RC	RC	?	?
26	神奈川 横浜市鶴見区	馬場町	昭和05 1930	着手	第3回拡張	680	RC	鋼鉄製の周囲をRCで覆う	?	?
27	宮城 石巻市	(日和山)	昭和05 1930	起工	創設	130	RC	鋼鉄	?	?
28	和歌山 広川町	湯浅上水(大字広)	昭和05 1930	起工	創設	30	?	鉄板	?	?
29	茨城 水戸	(渡里町)	昭和05 1930	起工	全市水道	757	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
30	茨城 水戸	(北丸の内)	昭和05 1930	起工	全市水道	358	全体がRC	鋼鉄	半球	中央
31	茨城 常陸太田	(新道東)	昭和06 1931	着手	私営創設	220	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
32	新潟 新潟市	(旧白根市上下諏訪木)	昭和06 1931	着手	創設	100	RC	?	?	?
33	愛知 岡崎市	(六供)	昭和06 1931	着手	創設	1400	RC	RC	水平	中央
34	福岡 中間市	(稲荷郷)	昭和06 1931	起工	創設	76	RC	RC	水平	?
35	新潟 新潟市	(旧巻町川原内)	昭和06 1931	着手	創設	140	鋼鉄	鋼鉄	水平	中央
36	東京 世田谷区	渋谷町水道(弦巻町)	昭和07 1932	起工	創設	2基で5538	RC	RC	水平	中央
37	東京 世田谷区	渋谷町水道(弦巻町)	昭和07 1932	起工	創設	2基で5538	RC	RC	水平	中央
38	新潟 新潟市	(旧亀田町袋津)	昭和08 1933	着手	創設	208	鋼鉄	鋼鉄	水平	中央
39	大阪 柏原市	(市村)	昭和08 1933	起工	創設	87	?	?	?	?
40	大阪 高石市	(大園)	昭和08 1933	起工	創設	105	RC	?	?	?
41	千葉 千葉市中央区	千葉県営(都町)	昭和08 1933	着手	創設	475	RC	RC	水平	中央
42	千葉 松戸市	千葉県営(栗山町)	昭和08 1933	着手	創設	3534	RC	RC	水平	中央
43	新潟 新潟市	(小須戸川原)	昭和08 1933	着手	創設	?	鋼鉄	鋼鉄	?	?
44	福島 須賀川市	(塩田の上)	昭和09 1934	起工	創設	205	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
45	奈良 大和高田市	(大道)	昭和09 1934	起工	創設	98	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
46	宮城 大崎市	(旧古川市上古川)	昭和09 1934	着手	創設	212	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
47	愛知 一宮市	(佐千原)	昭和09 1934	着手	創設	3000	RC	鋼鉄	水平	周辺
48	愛知 名古屋市	稲葉地	昭和10 1935	着手	創設	3930	RC	RC	水平	?
49	埼玉 さいたま市浦和区	県南水道組合(常盤町)	昭和10 1935	着手	創設	450	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
50	埼玉 さいたま市大宮区	県南水道組合(桜木町)	昭和10 1935	着手	創設	450	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
51	埼玉 所沢市	(宮本町)	昭和10 1935	着手	創設	170	鋼鉄	鋼鉄	半球	中央
52	新潟 阿賀野市	(旧水原町中島)	昭和11 1936	着手	創設	220	鋼鉄	鋼鉄	水平	中央
53	福島 いわき市	(旧四倉町栗木作)	昭和11 1936	起工	創設	?	?	?	?	?
54	大阪 八尾市	(光南町)	昭和12 1937	起工	創設	105	RC	RC	水平	中央
55	埼玉 ふじみ野市		昭和12 1937	完成	軍用	150	RC	RC	水平	中央
56	新潟 燕市	(東太田)	昭和13 1938	着手	創設	205	RC	RC	水平	周辺
57	福岡 柳川	(片平町)	昭和15 1940	起工	創設	90	?	?	?	?
58	熊本 泗水町	(富の原)	昭和15 1940	竣工	軍用	170	RC	RC	水平	?
59	千葉 千葉市緑区	(萱田)	昭和16 1941	改良	創設	44	RC	RC	水平	中央
60	岩手 花巻市	(相生町)	昭和16 1941	完成	一	550	?	?	?	?
61	鹿児島市 南九州市	(知覧)	昭和16 1941	完成	軍用	100	RC	RC	水平	中央
62	大分県 中津市	三口水源施設	昭和16 1941	以後	旧神戸製鋼所	364	RC	RC	水平	中央
63	東京 小平市	(上水南町)	昭和16 1941	以後	軍用	140	RC	?	?	?
64	東京 小金井市	(貫井北町)	昭和16 1941	以後	軍用	140	RC	?	?	?
65	東京 東村山市	(富士見町)	昭和17 1942	以後	軍用	?	?	?	?	?

いずれも情報は『中島工學博士記念日本水道史』『日本水道史』及び各自治体などによる水道誌史類や調査報告書による。

図 2 槽底の形 草間偉:上下水道、190 頁、昭和 4(1929).3,より

図 3 長岡市上水道配水塔設計図水槽一般図
長岡市水道局所蔵

5. 長岡市旧中島浄水場配水塔の設計

5-1 インツェ式タンクの効用と煙突

水槽タンクの下部を反転させる形式は図2に示したように戦前期、インツェ式の呼称で既に紹介されている。この形式では周壁と底板との結合は特に丈夫にする必要があるものの、水槽タンクを支える場合、半球型に比べ下部円塔脚部への積載が都合よく、ドイツにおいてしばしば用いられたとする^{注33)}。しかし、上で見たように戦前期における日本における採用事例は長岡市旧中島浄水場配水塔に限られる。

なお、この形式が他と異なるのは

①水槽タンク下部が上に凸の形状

②取水管が水槽タンク周辺部に取り付く

の2点であることが明らかである。但し②については、取水管を水槽最深部に取り付けるという原則に従えば、水槽タンク下部において、取水管の取り付け場所が当該水槽における最深部直近となっていることとなる。つまり、この水槽タンクにおける特異性は“①下部が上に凸の形状”という点に依拠することとなる。それでは、この形状はどのような理由に基づいて採用されたのであろうか。

既に記したように、長岡市旧中島浄水場配水塔では、冬季における水槽内氷結の防止のため、円塔最下層に暖爐及び円筒及水槽の内部中央を貫いて煙突を設けることの計画を行い^{注34)}、施工した。つまり計画では暖爐からの排煙は、水槽タンク中央を貫く中空の円柱内を通して屋根頂部に向かう一方、最下層床上の暖爐により暖められた暖気は、2層目以上の各層床面中央に設けられた穴を通り、各層室内も加温し、同時にここを貫通する引出管、引入管及び余水吐管も保温しながら徐々に上層へ向かって円塔脚部6層目上に載せられた水槽タンク下へ集まり、最終的には水槽タンク内部に揚水された浄水の加温を行うのであろう。つまりこの時、水槽タンクが一般的な下に凸型となる半球型の形状であると暖気は水槽タンク下に滞留しづらいこととなる。しかし水槽タンク下部が上に凸となる反転した球状であると、ここに暖気は留まりやすく、結果として水槽タンク内の氷結を防止することとなるのであろう。なお、この暖気は最終的には、水槽タンク中央、暖爐からの煙突が配される中空の円筒際をたどり、屋根の中央頂部から排気されるのは前述の通りである。

以上のように、長岡市旧中島浄水場配水塔水槽タンク下部が上に凸の球状となるのは、冬期における水槽タンク内の氷結を防止するため、円塔最下層に設置することができた暖爐により加熱された暖気を水槽タンク下で効果的に留めるためと考えることができる。

5-2 水槽タンク外側の防寒壁

ところで旧中島浄水場配水塔水槽タンク周囲には水槽タンク周壁から外へ4フィート6インチの巾で外壁が防寒のため設置された。設計段階における構造は鉄材で架構し、外部はRC造、内部には木材を張り、外壁との間には歩道を設けるとする。つまり、現在見る直径45フィートの水槽タンク部は外壁がなければ直径36フィートとなる。

旧中島浄水場配水塔では円塔脚部上部外径が24フィートで、水槽タンク部直径45フィートより極端にすばまる点に他と比較して形態の特徴を見ることができた。逆にいえばこの配水塔ではRC造の円塔脚部上に、お椀型となる水槽タンク部を円塔脚部から迫り出すが、水槽タンク部では更に防寒用の外壁が水槽タンク両側へ4フィート6

インチずつ拡張されることで、円塔脚部上部両端から水槽タンク部がより大きく迫り出す効果を強めていると言える。

5-3 円塔脚部の外壁

配水塔脚部の設計にS造を用いる場合、脚間に壁を設けること極めて稀である^{注35)}が、塔脚部をRC造とし、配水塔が堅管式を採用して大容量となる場合は当然、壁を有するが、高架式配水塔の場合、脚部における壁の有無は設計者の判断に委ねられることになる^{注36)}。

戦前期の公共上水道における配水塔施設65基の内、脚部回りの構造が明らかとなるものは51基で、脚部に壁を有しないものが高架式の27基、この内、S造は19基、RC造は8基となる。一方、脚部に壁を有するのは残りの24基で、煉瓦造1基、S造1基、RC造が22基で、内訳は堅管式がいずれもRC造の8基、残り16基が高架式となる。

以上の結果から見ると、高架式で塔脚部をRC造とする23基でも7基が壁を有さず、壁の有無は設計に当たり、様々な要因により判断が別れると見ることができる。

長岡市旧中島浄水場配水塔は高架式で脚部をRC造とするもので、脚部は壁を有する形式となる。この形式を採用した理由は上述した『長岡市上下水道小誌』などにも記されないが、これまで述べて来たように、本配水塔では水槽内の氷結防止のため脚部全体を加温する考えから脚部における壁面は不可欠のものであったと言える。

即ち、長岡市旧中島浄水場配水塔が高架式の形式で脚部に壁面を配した点も、寒冷地仕様の考えに基づく判断できるのである。

6. 長岡市旧中島浄水場配水塔にみる造形的な特徴

以上見てきたように旧中島浄水場配水塔は、円塔脚部の台座上に迫り出した水槽タンク部分が載るいわゆるこけし型となり、これは戦前期における公共上水道における配水塔と比較した場合極めて特徴的な形態であることが明らかとなった。

この形状をなした根本的な理由は、水槽タンク部に、いわゆるお椀型となるインツェ式を採用したことが大きく寄与する。ところで、インツェ式の採用は水槽タンク下部が反転して上に凸の形状となることから冬期における凍結防止のため、暖気の滞留を目的としたことは明らかであった。加えて、水槽タンク周囲には冬期における防寒を目的に歩道を伴う外壁が設けられたことは、円塔脚部から迫り出す水槽タンクの形状を一層強調させた。また、円塔脚部外周における壁面の採用も、上述した加温に対し不可欠の装備と言える。

即ち、長岡市旧中島浄水場における特徴的な形態の要因であるインツェ式タンク及び水槽タンク外壁、円塔脚部壁面の採用はいずれも、寒冷地に対する仕様に基づくものと言える。その結果、配水塔の立面形態は、この時期、国内では他には見ることはできない、いわゆるこけし型となり特色ある形態を示すものとなった。

つまり、長岡市旧中島浄水場配水塔は、長岡における冬期における環境的条件を考慮し、地域に適した技術と形態の在り方を探求した結果の造形設計とすることができるのである。

なお、このように特色ある形式のインツェ式タンクではあったものの、国内において一層の普及を見なかったのは、この後、配水塔水槽では、防寒で優るRC造^{注37)}が多くを占めたためと考えることができる。

7. さいごに

長岡市旧中島浄水場配水塔の形態について、造形設計の観点から考察を加えたが、明らかとなるのは以下の諸点である。

- 1) 配水塔円塔脚部2層目以上の各層中央に残された穴は、設計時においては、水槽タンク凍結防止用の暖房の煙突を設けることができる設備としたものの、煙突は設けられなかった。
- 2) 設計において配水塔内に設けられた暖爐の煙突は円塔脚部2層目以上の各層中央を貫き、水槽タンク中央に設けられた中空の円柱内を抜け、屋根頂部にまで達するものであった。
- 3) 水槽タンクの形状に下部が上に凸の球状となるインツェ式が採用されたのは、円塔脚部最下層に設置可能であった暖爐によって加温された暖気を水槽タンク下部へ効率的に留め、水槽タンク内の氷結を防ぐとの考え方に基づくものと言える。
- 4) 水槽タンク外周に通路と外壁を設けたことで、円塔脚部から迫り出す水槽タンクの形状が一層強調されている。
- 5) 円塔脚部外周に装置された壁面は、加温時には不可欠の装備である。
- 6) インツェ式タンク、水槽タンク外周外壁、円塔脚部外周壁面の採用は、いずれも寒冷地という長岡の環境的条件に対応したもので、その結果、配水塔の立面は、特色あるこけし型を示すものとなった。
- 7) 長岡市旧中島浄水場配水塔は、長岡の冬期における環境的条件を考慮し、地域に適した技術と形態の在り方を探求した結果の、特色ある造形と見ることができる。

参考文献

- 1) 中島工学博士記念事業会：日本水道史、1927.8
- 2) 社団法人日本水道協会：日本水道史各論編II中部近畿、1967.3
- 3) 長岡市役所：長岡市上下水道小誌、pp.2～4、1927.3
- 4) 草間偉：万有科学大系統編12 上下水道、1929.3
- 5) 河口協介・茂庭忠次郎：高等土木工学12 上水工学下水工学、1931.11（上水工学分は河口協介の著作）
- 6) 岩崎富久：衛生工学上水道、1935.11
- 7) 伊東孝：明治期における東京鉄製道路橋と技術者群像－倉田吉と金井彦三郎に焦点をあてて－、土木史研究25、pp.27～37、2006

注

- 注1) 参考文献2)10頁。“工事は昭和2年(1927年)3月末、工事費1,548,782円93銭をもって完成した。”とある。
- 注2) 国の登録名称は“水道タンク”とするが、後述する水道誌類では“配水塔”の名称のため、本稿でも“配水塔”の呼称を用いる。
- 注3) 参考文献3)、2～4頁、では、後掲のように円塔の“内部には鉄筋混凝土造床四層を以て間仕切をなし”とするが、図面類を確認すると5層目上、則ち6層目となる胸壁(パラペット)上に水槽タンク部が載ることとなる。
- 注4) 参考文献3)、2～4頁、などでは“円塔部”とするが、水槽タンク部との相違を明らかにするため、本稿では“円塔脚部”の呼称を用いる。
- 注5) 参考文献3)、24～25頁
- 注6) 参考文献6)、212頁、では“寒地では槽中の水の氷結を防ぐ為、其の外側を更に防護壁で保温する”とある。また、参考文献5)、236頁、では“鉄板槽の場合は槽中の水に外気温の影響を与えない様にする為に其の外側に0.3～1.0mの空隙を作つて二重槽とし場合によつては鋸屑コルク等の如き熱の不良導体を充填して置くがよろしい”として断熱のため防寒壁を設けることが当時、一般的であったことが分かる。
- 注7) 高岡市役所：高岡市水道誌、73頁、昭和9(1934).7
- 注8) 来歴と施設全般は、参考文献3)、2～4頁、を参考とした。
- 注9) 平山：大正9(1920)年の長岡市上水道計画の概要：「水道タンク」はなかった大正9(1920)年の上水道計画、長岡造形学紀要3、71～86頁、平成18(2006).3
- 注10) 長岡市：長岡市政100年の歩み、25頁、平成18(2006).3
- 注11) 参考文献1)、429～432頁、参考文献2)、9～14頁

注12) 参考文献3)、23～25頁

注13) 長岡市上水道配水塔設計図水槽一般図、長岡市水道局蔵

注14) 長岡市上水道配水塔設計図水槽斜板之図、長岡市水道局蔵

注15) 長岡市上水道配水塔設計図水槽底板之図、長岡市水道局蔵

注16) 参考文献3)、23～25頁

注17) 配水塔第八号、長岡市水道局蔵

注18) 参考文献3)、23～25頁

注19) 参考文献3)、2～3頁

注20) 平山：前橋市敷島浄水場の当初配水塔について、日本建築学会関東支部報告集II 78、357～360頁、平成20(2008).2

注21) 参考文献6)、212頁、

注22) 参考文献1)、843～855頁

注23) 中島鋭治の著作としては①小都会ノ水道事業ヲ私立会社ニ許可スルノ途ヲ開クベキノ議、明治27(1894).12、②東京市水道要覧抜萃、明治29(1896).4、が挙げられる。また、序を記したものでは①瀬賀熊太郎編：土木工学 治水編、明治29(1896).10、②亀井重磨：市町村の水道、大正15(1926).1、がある。

注24) 金井の来歴は①一記者：私学のダイヤモンドたりし金井彦三郎氏、土木建築工事画報8-2、49頁、工事画報社、昭和7(1932).2、②藤井肇男：土木人物事典、97頁、アテネ書房、平成14(2004).12、③参考文献7)、などによった。

注25) 参考文献7)、34頁

注26) 平山：長岡市旧中島浄水場配水塔の完成年は大正15(1926)年か昭和2(1927)年か、日本建築学会北陸支部研究報告集56、平成25(2013).5

注27) 北越新報社：北越新報、大正15(1926).7/13、2頁

注28) 北越新報社：北越新報、大正15(1926).7/13、2頁

注29) 参考文献3)、23～25頁

注30) 飯島一郎：長岡市水土雪害状況及び其の対策に就いて、水道協会雑誌35、52頁、昭和11(1936).4

注31) 長岡市史編集委員会近代史部会編：長岡市史双書12 統計にみる長岡の近代、平成2(1990).3

注32) 上福岡市立歴史民俗資料館：資料館調査報告1 旧陸軍の施設 特に造兵廠福岡工場(川越製造所)を中心に、28頁、平成4(1992).3

注33) 参考文献4)、190～191頁

注34) 参考文献3)、23～25頁

注35) 戦前期の日本では水戸市低区配水塔がその唯一の事例となる。

注36) 参考文献4)、188～191頁。同書で堅管式には“じゅかんしき”(厳密には旧かな使いで“じゅくわんしき”)の振り仮名を付し、スンドパイプの英名を加える。

注37) 参考文献4)、191頁では“鉄筋コンクリート槽 鉄筋コンクリートは又屢々堅管又は高架水槽に応用せられる。設計施工宜しきを得ると鋼槽よりも希望通りの形に出来外観も善く冬凍る心配も少なき点にて優つて居る”とする。

STUDY ON THE DESIGN IN THE FORM OF THE FORMER NAKAJIMA WATER PURIFICATION PLANT WATER TOWER IN NAGAOKA CITY

*Ikuo HIRAYAMA**

* Prof., Faculty of Design, Nagaoka Institute of Design, Dr. Eng., Dr. Des.

I considered the form of the former Nakajima water purification plant water tower in Nagaoka city from the viewpoint of design, and the following points become clear.

The hole left for the center of each cylindrical tower bent floor of the water tower were designed as the facilities which could establish the chimney of the anti-tank freeze heating, but the chimney flue was not made.

The chimney of a fireplace put in a water tower at a design stage went through a cylindrical tower bent and, through the column of the water tank center, reached top of the roof.

The reason why a Jince type was adopted to a water tank was to keep genial climate warmed with the stove on the cylindrical tower at bent bottom layer to the retainer of the tank, and to prevent the freezing in the tank.

The adoptions of the Jince type tank, the outer wall of the tank and the cylindrical tower bent circumference wall surface meet all the environmental condition in cold districts.

As a result, it became that the vertical plane of the water tower showed a certain characteristic *kokeshi* doll tyle.

The water tower at the former Nakajima water purification plant was designed with the results searched the technique suitable for Nagaoka area and the way of the form in consideration of an environmental condition in the winter season.

The adoptions of the Jince type tank, the outer wall of the tank and the cylindrical tower bent circumference wall surface meet all the environmental condition in cold districts.

As a result, it became that the vertical plane of the water tower showed a certain characteristic *kokeshi* doll tyle.

The water tower at the former Nakajima water purification plant was designed with the results searched the technique suitable for Nagaoka area and the way of the form in consideration of an environmental condition in the winter season.

(2014年4月9日原稿受理, 2014年9月2日採用決定)