海外情報 — ロシア・エストニアおよび北欧主要都市下水道調査報告

(3) モスクワ市／ロシアのクリヤノフ下水処理場 建設と管理

—モスウォドカナール公営企業(上下水道建設と運営管理)—

村田 修*・福井 曉**・加藤久芳***
額田金三郎****・川下好則*****・中本 至*****

1. はじめに

訪問日：1999年11月4日（木）

訪問場所：モスウォドカナール(MOSVODOKANAL)
公営企業（上下水道建設と運営管理）

2. モスクワ市の概要

新しいロシアの面積は約1,740万km²で、モスクワ市は約1,000km²である。ロシアの全人口は約14,870万人、モスクワ市は1995年で8,368千人、郊外を含めると8,599千人で、全人口の約5.8%である。

モスクワの気候は12月～3月では平均－10℃前後、6月～8月は20℃、その他は5～10℃である。降雨量は40mm～85mm/月、年間を通じては約750mmの降雨量がある。

3. モスクワ市の下水道の概要

モスクワ市の下水道の歴史は、1898年着工から101年が経過している。1998年には100年史が発刊されたが、下水道の普及率は50%となっている（写真1, 2）。

- 1) 下水道（汚水・雨水）の排除方式はすべて分流方式で行われている。工場排水の流入も受け入れているが、重金属等毒性のある工場排水は受け入れていない。そのため、処理場からの毒性物質は排水には含まれていない。
- 2) 処理方式は生物処理の活性汚泥法で、流入水質はSS150～200mg/ℓ, BOD₅120～150mg/ℓ,

写真1 説明会Q & A

写真2 100周年誌と楯

COD（重クロム酸）300～400mg/ℓ, 処理水質はSS 5～8mg/ℓ, BOD₅ 3～6mg/ℓ, COD 48～58mg/ℓである。

- 3) 汚泥処理は嫌気消化槽方式で発生メタンガスを回収し、嫌気消化槽の加温に利用、汚泥はフィルタプレスで脱水し、埋立処分（防水シート）されている。

*月島機械(株) Osamu MURATA

**中外炉工業(株) Takashi FUKUI

***株浅沼組 Hisayoshi KATO

****西松建設(株) Kinzaburo NUKATA

*****ヤマイチテクノス(株) Yoshinori KAWASHITA

*****環境資源研究所 Itaru NAKAMOTO

図-1 モスクワ市下水排水管と処理場の位置

- 4) 汚水排水管路の径は $\phi 200\text{ mm} \sim \phi 5.6\text{ m}$ で、既設延長は7,500 kmである。管路の補修を30～40 km/年行っている。その管路の補修費用は、小口径200 mで約80 \$/m程度である。
- 5) 処理場の数は11ヶ所で、その内稼働中のものは4ヶ所、残りの7ヶ所は計画であり、2020年までにはすべて完了したい。排水面積はモスクワ市の1/2で850 km²である。
- 6) 稼働中の4処理場の処理能力は以下の通り(図-1)。

① クリヤノフ (Kouryanovo)

処理能力 3,125,000 m³/日

処理場面積 177ha

従業員数 15,000人(4交代制)

② ルーベルツィ (Lyubertsy)

処理能力 3,000,000 m³/日

③ ツェレノグラドヴォカナル (Zelenograd-

vodokanal)

処理能力 90,000 m³/日

④ バートヴォ (Boutovo)

処理能力 80,000 m³/日

7) 従業員数: 15,000人で処理施設関係は4交代制。

4. モスウォドカナル州企業体のスローガンと組織図

1) メインスローガン

「儉約と成長」であり、「我々は難しい仕事を受け持っている。我々が供給するサービスの受益者は無料で慣れて、無制御の給水や水処理に慣れていた人々を文明的な水利用に導く」と表示されている。

2) 組織図(図-2)

5. Kouryanovo(クリヤノフ)下水処理場の見学

1) 処理方式: 生物学的活性汚泥法

図-2 モスウォドカナル州企業体組織図

図-3 クリヤノフ下水処理場のフローシート

- 2) 処理水量：3,125,000 m³/日
- 3) フローシート (図-3)
- 4) 流入水質：BOD₅120～150 mg/ℓ, SS150～200 mg/ℓ, COD300～400 mg/ℓ
- 5) 処理水質：BOD₅12 mg/ℓ, SS10 mg/ℓ, COD 50 mg/ℓ
- 6) 建設概要
1950年に処理能力250,000 m³/日で建設された。

1978年に現在の処理能力 (3,125,000 m³/日) となった。

7) その他

処理場見学時は、すべての池が解放しているにもかかわらず、臭気はほとんど感じられなかった。現在は工場排水が入ってこないの池に余裕があり、汚水の滞留時間を長く取っているということであった。そのせいかSV値が低かった。

図-4 LWWTPにおける汚水、汚泥処理の技術的フロー図

写真3 最初沈殿池

写真4 曝気槽

6. Lyubertsy下水処理場(LWWTP) : (図-4)

Lyubertsy下水処理場の第1期工事は600,000 m³/日の処理容量を持ち、1963年に運転を開始した。その後、開発により増設を行って、現在では3,000,000 m³/日の能力となっている。

1) 排除方式：分流式

流入水質：SS150～200 mg/ℓ，BOD₅120～150 mg/ℓ，COD（重クロム酸）300～400 mg/ℓ

2) 処理場に流入してくる汚水は粗い固形分，砂，懸濁粒子，溶解性有機物，ミネラル汚染物質，バクテリア性汚染物質を含んでいる。

3) 汚水は，機械的（物理的）処理と生物学処理の2段階の処理を行う。

写真5 最終沈殿池

4) 最初の段階は，不溶性ミネラルおよびほとんどの浮遊性有機汚染物質が取り除かれる。

図-5 生物学的栄養塩除去フローシート（設備容量は不明である）

- 5) 第2段階では、残りの浮遊性コロイド状および溶解性有機物が微生物（活性汚泥）の助けを借りて酸化される。
- 6) 汚水の全量は従来の処理（スクリーン・沈砂チャンパー・最初沈殿池・曝気槽・最終沈殿池）を通過する。処理プロセスの過程で汚染物質は、最初沈殿池や最終沈殿池からの活性汚泥の形で除去される。汚泥は高濃度の易分解性有機物を含む（写真3～5）。
- 7) 活性汚泥処理の主工程は、汚泥体積の減容および、安定化のために嫌気性高温消化槽（50～53℃）を設備している。
- 8) このほか、余剰活性汚泥・生汚泥の重力濃縮槽・消化汚泥の洗浄と濃縮・ポリマー凝集剤調質・機械脱水（フィルタープレス）・貯蔵・自然乾燥（非常時汚泥ベット）等を設備している。
- 9) 放流水質：SS 5～8 mg/ℓ，BOD₅ 3～6 mg/ℓ，COD 48～58 mg/ℓ
放流水質は環境基準をみたしている。

7. 生物学的栄養塩除去設備（図-5）

窒素リン除去の高度処理のデザインは、2つの硝化段階を含む高度同一汚泥利用硝化-脱窒システムである。炭素含有有機物の集中酸化とともに、アンモニア性窒素のより重点的な酸化が、引き続いての硝酸塩とリンの除去とともに起こる。

この技術の導入は、環境に負荷を与えない処理水を生み出すためであり、魚を育む水域へ排出する放流水に求められる必要条件を満たしている。

8. まとめ

モスクワドカナル公営企業は、モスクワ市の上水道・下水道に関する建設および運営を行っている公営企業であり、下水処理場に関しては、あと7カ所の建設を予定している。先に述べたように、最新処理場であるバートウォ下水処理場はBOT（Build-Operate-Transfer）方式を採用していると思われる。

今後、計画中の7ヶ所の処理場についても、このような方式を採用するかは未定であるが、非常に興味深い。

また、ロシアは欧州・北米・東南アジア各諸国（日本も含めて）とも関係が深く、将来は採算が合えば日本企業が参画（Pipe Lineの補修と処理施設）することも不可能ではないとおもわれる。

今回の訪問に対して、シュトポロフ・ゼネラルディレクターをはじめ、パホノフ下水道本部長・技師長、ダニモヴィッチ工程技師長、マケイエフ副技師長の丁寧なる説明をいただき、感謝している。

また、マケイエフ副技師長には処理場の説明ならびに、処理水質の透明度（水道水に近い）を見せていただいたが、施設の管理が良好であることを物語っており、感心した。

冬期はかなり厳しいと聞いた（見学した日も風があり、非常に寒かった）。今後、さらなるモスクワの下水道の発展を祈り、再会を約して別れを告げた。