— 特 集 —

地方自治体のにおい対策新展開

東京都区部の下水道施設における臭気対策の現状

横田 義春

下水道施設は都市活動における重要な役割を担っているが、事業特性から臭気の発生が避けられない。このため、臭気対策の基本である発生の抑止とともに、下水処理施設では臭気発生を前提とした把握、抑止、捕集、脱臭の4段階の対応が必要である。東京都区部においては、排水設備ではビルビット、下水道管では管清掃、ポンプ所と水再生センターでは臭気捕集と脱臭設備を中心に、各段階の特性に応じた臭気対策を実施している。また、自主的な臭気測定を行うとともに、新しい脱臭技術の開発も手がけている。さらに、お客さまからの苦情には迅速に対応し、ビルビット所有者に対する改善指導を行っている。臭気苦情の低減を目指し、これらのさまざまな臭気対策を今後も展開していく所存である。

1. はじめに

下水道施設は、生活環境の改善、浸水の防除および公共用水域の水質保全など、都市活動における重要な役割を担っており、最近ではこれに加えて、再生水、エネルギーおよび汚泥などの資源供給の役割も注目されている。また、処理施設の上部は公園などとして利用され、地域の貴重なうるおい空間としても注目されている。

しかし、その反面、広範囲の汚水を地下管路で集めて浄化処理し、雨水を排除するという事業の特性から、臭気が多く場所で発生し、その管理や対策が容易ではないことも事実である。下水道施設における臭気発生の主

なメカニズムは、流入する汚水そのものの臭気に加えて、嫌気化による臭気成分の新たな生成と、攪拌や曝気に伴う臭気成分の発散の2つがある。問題となる主な臭気成分は、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、二硫化メチルおよびアンモニアの5物質である。

東京都下水道局（以下「当局」と呼ぶ）では、東京都区部において下水道事業を実施しており、平成6年度末に普及率概ね100%を達成し、下水道管約15600km、ポンプ場（当局では「ポンプ所」の名称）80か所および下水処理場（当局では「水再生センター」の名称）13か所を擁し、1日平均約460万m³の下水を処理している。現在、当局では経営の基本的視点として、「お客さまの視

図-1 私有地内の排水設備から下水道管までの流れ

点」と「経営の視点」のほかに「環境の視点」を掲げ、ISO14001を局全体で認証取得し、独自の地球温暖化防止計画を進めているが、臭気対策についても、重点施策の1つである「再構築キックプラン」の中に位置づけて展開しているところである。

以下、当局の臭気対策の現状について、下水道の流れに沿って説明する。

2. 排水設備での臭気対策

家庭や事業所などで発生した汚水や雨水は、図-1に示す私有地内の排水設備と呼ばれる排水管などを通して、公共ますから下水道管へ排出される。

現在、当局へ寄せられる臭気苦情の大半がこの排水設備に関するものであり、その構造や維持管理の不備が原因になっている事例が多い。

この中で、特にビルピット（地下排水槽）については、図-2に示すとおり、汚水が滞留中に腐敗して硫化水素などの臭気成分を発生させ、排水ポンプで間欠的に下水道管へ汲み出された際に、臭気が道路の公共ます（汚水ます・雨水ます）やマンホール蓋の隙間などから外部へ漏出することから、大きな問題になっている。臭気の発生原因が公共下水道施設ではなく、私有施設のビルピット

図-2 ビルピットによる臭気発生

トであることから、問題の解決が難しくなっている。

当局では、東京都の「建築物における排水槽などの構造、維持管理などに関する指導要綱（ビルピット対策指導要綱）」に基づき、関係各局および区役所と連携を図るとともに、当局独自の「臭気対応マニュアル」を作成し、滞留時間の短縮、清掃および維持管理の徹底、硫化水素指針値（内部空気10ppm、排水2ppm）の適合などについて指導を進めている。また、特に臭気対策が必要な重点地区を定めて集中的な対策を行うとともに、排水設備計画届出時の指導強化、各種PR活動などにより、総合的な臭気対策を進めている。しかし、根本的な解決には至っていないため、今後も引き続きこれらの対策を展開させていく。

3. 下水道管での臭気対策

公共ますから下水道管に入った家庭や事業所などの汚水・雨水は、図-3に示すとおり、降水時には道路に降った雨水を取り込んで下水道管の中を自然流下で流れ、ポンプ所を経て水再生センターに運ばれて浄化処理される。

下水道管での臭気の発生は、前述のビルピットに起因するもの以外に、汚水中の油脂分を含んだ浮遊物や土砂類が途中で溜まって下水の流れを阻害することによるものがある。この対策としては下水道管の清掃が最も効果的であるが、公共ます（雨水ます）へ防臭機器（臭気の逆流止め）を設置することで、臭気を漏れにくくしている場合もある。

なお、下水道管が地中工作物の下を迂回している伏越し部分（図-4）については、特に土砂類が溜まりやすい

図-4 伏越し断面

図-3 下水道の流れ

構造であるため、臭気発生の要注意箇所として定期的な清掃や改善が必要である。

4. ポンプ所（ポンプ場）での臭気対策

ポンプ所（図-5）は、自然流下に伴って深くなった下水道管中の汚水を高位の下水道管へ汲み上げて水再生センターへ送水するとともに、降水時には雨水を速やかに川や海へ放流して都市を浸水から防ぐための施設であり、沈砂池とポンプ設備から成り立っている。

ポンプ所から発生する主な臭気成分は、比較的低濃度の硫化水素、メチルメルカプタンなどによるものであり、沈砂池での砂やごみ類の貯留・搬出作業時に発生する場合と、沈砂池での滞留水から発生する場合が主なものである。

これらの発生源対策として、作業時に発生する臭気については、砂やごみ類の貯留時間の短縮や搬出方法の改善などにより発生防止の工夫をしている。また、滞留水から発生する臭気については、雨水沈砂池を運転停止時に排水（ドライ化）するとともに、汚水沈砂池での滞留水の腐敗防止に努めている。

また、臭気の漏出防止対策として、沈砂池の覆蓋化（密閉化）や施設全体の上屋化（建物化）を行い、沈砂池などの臭気については、捕集後に活性炭吸着方式を主体とした脱臭設備を順次導入している。

当局では、ポンプ所や水再生センターごとに「臭気対策行動計画書」を毎年策定し、臭気苦情ゼロを目指して進行管理と結果評価を行っている。また、脱臭設備導入時の技術資料として「脱臭設備設計マニュアル」を作成し、技術の標準化を図っている。

5. 水再生センター（下水処理場）での臭気対策

水再生センター（図-6）では、流入した汚水を浄化処理して川や海へ放流するとともに、一部は再生水としてトイレ洗浄水や環境用水などに活用している。また、水処

理工程で発生した汚泥については、濃縮、脱水、焼却処理を行っている。このため、多くの施設から種々の臭気が発生しており、臭気の種類、強度および量に応じた臭気対策を総合的に実施している。具体的には、施設の密閉化と臭気の捕集、脱臭設備の設置・運転などの直接的対策のほか、臭気発生抑制のための作業方法の改善、緩衝緑地帯の整備などの間接的対策についても行っている。

（1）水処理施設

水再生センターへ流入した汚水は、沈砂池、第一沈殿池（最初沈殿池）、反応槽、第二沈殿池（最終沈殿池）、塩素接触槽の順に半日から1日程度をかけて順次流れて浄化されている。

このうち、沈砂池での臭気対策については、前述のポンプ所と概ね同じ内容である。

第一沈殿池と反応槽についても、覆蓋化（密閉化）や施設全体の上屋化（建物化）を行い、捕集した臭気は活性炭吸着方式の脱臭設備を通して排出している。なお、反応槽では、水中の活性汚泥（微生物）への酸素供給と攪拌のために常に大量の空気を送風しており、結果的にカビ臭を有する低濃度の臭気が大量に排出されることから、大容量の脱臭設備を設置・運転している。

第二沈殿池以降では、汚泥の流出と滞留に伴う臭気の発生防止に努めている。

（2）汚泥処理施設

水処理施設において汚濁成分として分離された汚泥は、汚泥処理施設で濃縮、脱水および焼却され、最終的に焼却灰として搬出されている。

濃縮槽では汚泥が長時間嫌気性状態になるため、硫化水素、メチルメルカプタンに加えて、硫化メチル、二硫化メチル、アンモニアなどの臭気成分が比較的高濃度で発生している。特に分離液の落下点では、攪拌や曝気効果も加わって、空気中の硫化水素濃度が100 ppmを超過することも珍しくない。また、脱水機や脱水汚泥搬送設備でも高濃度の臭気が発生しており、これらの施設に

図-5 ポンプ所

図-6 水再生センター

はカバーの取り付けなどによる密閉化，二重覆蓋化により臭気の漏洩を防ぎ，捕集した臭気は，前段の充填式生物脱臭方式や薬液洗浄脱臭方式と，後段の活性炭吸着方式を組み合わせた脱臭設備（図-7）を通過させた後に排気している。なお，一部の臭気は污泥焼却炉へ導いて燃焼脱臭を行っている。また，污泥焼却炉の排ガスについては，触媒脱臭を行っている場合もある。

6. 臭気測定

当局の水再生センターでは，悪臭防止法第4条の規制基準（表-1）が適用されており，規制基準の遵守確認および脱臭設備の性能確認を目的とした自主測定を，敷地

図-7 脱臭設備（生物脱臭+活性炭吸着）

境界線（臭気指数），気体排出口（臭気指数または臭気排出強度），排出水（臭気指数）について，外部委託により毎年実施している。

測定結果の一例は表-2に示すとおりである。規制基準の遵守確認では規制基準を概ね満たしているが，敷地境界線および気体排出口の測定で，過去に基準超過が発生したこともあった。この原因として，敷地境界線の場合は植栽樹木類や外部の自動車排ガスの臭気に起因する事例，気体排出口の場合は脱臭設備の機能不全による事例が主なものであった。

また，ポンプ所では，規制基準の適用を受けないが，敷地境界線および気体排出口での臭気測定を自主的に実施している。

このほか，前述の「臭気対策行動計画書」に基づく独自の取り組みとして，水再生センターおよびポンプ所において職員自らが敷地内の嗅覚調査を行い，その結果を6段階の臭気強度で平面図に明示した「臭気マップ」を毎年作成することにより，問題点の発見に努めている。

当局では，これらの測定結果や調査結果をもとに，下水道施設や脱臭設備の評価と問題点の抽出を行い，臭気対策のさらなる向上に活用している。

7. 苦情対応

当局では，下水道を利用される都民や事業者を「お客さま」と位置づけ，下水道施設に関してお客さまから寄せられた臭気苦情に対しては，所管の部所が迅速に現地

表-1 規制基準

区域 の 区分	規制 場所 の 区分	敷地 境界線	煙突等気体排出口				排水水
			排出口の実高さが 15 m 未満			排出口の実高さが 15 m 以上	
			排出口の 口径が 0.6 m 未満	排出口の 口径が 0.6 m 以上 0.9 m 未満	排出口の 口径が 0.9 m 以上	排出口の 実高さが 周辺最大 建物高さ の 2.5 倍 未満	
第一種 区域	臭気指数 10	臭気指数 31	臭気指数 25	臭気指数 22	$qt = 275 \times H_0^2$	$qt = 357 / F_{max}$	臭気指数 26
第二種 区域	臭気指数 12	臭気指数 33	臭気指数 27	臭気指数 24	$qt = 436 \times H_0^2$	$qt = 566 / F_{max}$	臭気指数 28
第三種 区域	臭気指数 13	臭気指数 35	臭気指数 30	臭気指数 27	$qt = 549 \times H_0^2$	$qt = 712 / F_{max}$	臭気指数 29

- ・臭気指数とは，臭気濃度（臭気のある空気をにおいの感じられなくなるまで希釈した場合の当該希釈倍数をいい，三点比較式臭袋法により求める）の常用対数値に10を乗じた数値（臭気指数＝10×log 臭気濃度）。
- ・qtは，排出ガスの臭気排出強度（単位 m^3N/min ）を表す。
- ・ H_0 は，排出口の実高さ（単位 m）を表す。
- ・ F_{max} は，単位臭気排出強度に対する地上臭気濃度の敷地外における最大値（単位 s/m^3N ）で，悪臭防止法施行規則第6条の2第1号に規定する方法により算出された値を示す。
- ・周辺最大建物は，対象となる事業場の敷地内で排出口から当該建物の高さの10倍の距離以内に存在するもののうち，高さが最大のものをいう。

表-2 測定結果例

単位：ppm（臭気指数を除く）

		臭気指数	臭気成分				
			硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化メチル	アンモニア
敷地境界線	A	10 未満	—	—	—	—	—
	B	10	—	—	—	—	—
沈砂池	入口	26	0.13	検出せず	0.0058	0.057	0.15
脱臭設備	出口	19	検出せず	検出せず	0.0033	0.0068	検出せず
反応槽	入口	36	0.39	0.075	0.0097	0.0019	検出せず
脱臭設備	出口	16	検出せず	検出せず	0.0017	検出せず	検出せず
汚泥濃縮槽	入口	55	51	5.7	0.51	0.35	0.83
脱臭設備	出口	26	0.060	0.018	0.035	0.044	0.25
排水水	放流口	18	—	—	—	—	—

へ出向き、状況確認や可能な限りの対応を実施している。また、排水設備などの当局施設以外が原因の臭気苦情についても、改善に向けた相談や関係機関との調整を行っている。

平成 17 年度の臭気に関するお客からの苦情件数は、問合せや相談などに属するものも加えると 800 件程度になるが、そのうちの 9 割程度が排水設備やビルピットなどの当局施設以外に起因するものであり、下水道管、ポンプ所および水再生センターなどの当局施設によるものは 1 割程度であった。

臭気には、発生の時間変動や感じ方の個人差が非常に大きいため、当局施設に関して対応後も同じお客さまから繰り返しの苦情や問合せが寄せられることが珍しくなく、きめ細かな対応が求められている。

このため、当局では脱臭設備などのハード面の対策だけではなく、施設見学会やイベントの開催などを通して日頃からお客さまとの交流を図り、下水道を知っていたくソフト面の対応についても重要であると考えている。

8. 新しい脱臭技術

当局では、従来の活性炭吸着、充填式生物脱臭、薬液洗浄および燃焼脱臭などの脱臭方式に加えて、新しい脱臭方式や新規の脱臭材を用いた効率的な脱臭技術の開発を民間企業との共同研究で行っている。

（1）放電式脱臭技術

臭気成分を含む空気に高圧放電による電子照射を与え、活性分子、ラジカル、オゾンなどの酸化剤により臭気成分を分解処理する脱臭方法であり、水処理系の低濃度臭気の脱臭設備で既に実用化されているものを、汚泥処理系の高濃度臭気に応用させたものである。

直列 2 段処理とし、新たに触媒再生や電極洗浄のシス

図-8 放電式脱臭装置

テムを採り入れることにより、高濃度の硫黄系臭気物質に高い脱臭効果が得られ、従来の生物脱臭法と比較して軽量かつ小型で安価な脱臭設備としての検討が続けられている。（図-8）

（2）ハイブリッド脱臭材

セラミックペーパーの素材に、化学吸着能力を持つ遷移金属系複合酸化物と物理吸着能力を持つ疎水性ゼオライトを添着含浸させたハニカム状の脱臭材を用いたコンパクトな脱臭設備である。

主な特長は、①硫化水素の除去性能が高い、②設備の小型化が可能、③低い圧力損失、④高湿度で性能低下しないことであり、雨水ポンプ所の放流渠や沈砂池などへの適用が検討されている。

9. おわりに

下水道施設全般における臭気対策の基本は発生の抑止である。しかし、水再生センターやポンプ所では、臭気の発生を前提とした臭気対策を推進する必要がある、そ

の際の基本ステップは、①現状把握、②発生抑止、③臭気捕集、④脱臭設備の設置・運転の4段階に集約できる。なお、すべての事例が必ずしも4つの段階を必要とするわけではなく、第1段階の現状把握と第2段階の発生抑止の段階で問題が解決し、第3段階以降が不要となる事例もある。また、第1段階で現状把握を行い、第2段階で発生量を抑えることは、第3段階以降の臭気捕集と脱臭設備がより小規模になり、その後の運転を含めた全般的なコストダウンに直結するため、重要な部分である。

当局では、下水道施設が地域と調和し、地域の方々から親しまれるために、敷地内の一部を公園（図-9）として開放しており、臭気対策の進展に引き続き努めていく所存である。

キーワード：発生抑止、臭気捕集、脱臭設備、ビルピット、苦情対応

図-9 水再生センター上部の公園

Status of the odor prevention efforts for sewage facilities in the Tokyo Metropolitan Area

Yoshiharu YOKOTA

The Facilities Management and Maintenance Division Environmental Management Section,
Bureau Of Sewerage Tokyo Metropolitan Government,
2-8-1, Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo, 163-8001, Japan

Abstract The sewage system holds an important role in urban life. Due to the nature of the system operation, however, generation of odor is unavoidable. For this reason, as a foundation of the odor prevention efforts, generation of odor should be controlled. In a sewage treatment plant, four steps of operation consisting of grasp of actual situation of odor generation, control of odor generation, odor collection and deodorization are required under the assumption of impossibility of perfect prevention of odor. In the Tokyo Metropolitan area, based on requirements of each step, measures for odor prevention such as odor control of building pits in drainage facilities, cleaning of sewage pipes, and odor collection and deodorization in pumping stations and water regeneration centers have been taken. Additional efforts include self-imposed activities of odor measurement and development of new deodorization technologies. Furthermore, we have been facilitating timely response to public complaints and providing improvement advisory of building pits to building owners. With the objective of reducing complaints of odor, we will continue our anti-odor efforts into the future.

Key words : Control of odor generation, Collection of odor, Deodorization facilities, Building sump pit, Response to complaints