— 特 集 —

下排水関連施設の臭気対策

下水道におけるビルピット臭気問題とその解決法

深谷 渉

ビルピット排水は、ピットの構造や維持管理等の問題により、高濃度の硫化水素を含む場合がある。硫化水素は、下水道施設排出後、空气中に放散され悪臭の元となり、生活環境悪化や都市イメージ低下、下水道施設の劣化を引き起こすため、下水道管理上の大きな問題となっている。ここでは、下水道管理担当者が効果的かつ効果的に悪臭対策を実施するための手法として、下水道施設である汚水桝に硫化水素計を設置し悪臭防止法による規制基準値超過を判定するとともにビル管理者に指導する手法と、ビルピットからのポンプ排水時に汚水桝内の気圧および湿度が急激に変化する現象を活用し悪臭発生源を特定する手法を紹介する。

1. ビルピット問題とは

「飲食店が軒を連ねる繁華街を歩いていると、足下から卵の腐ったようなにおいがした。」こんな経験はないだろうか。このにおいの主な原因は汚水や雑排水から発生した硫化水素であり、原因施設の多くはビルピットだと考えられる。

人の排泄物を含む汚水や食品の加工洗浄過程で生じた汚水中には、主として炭水化物、脂肪、タンパク質の3種の有機物が含まれている。これらは酸素のない条件では各種の細菌によって嫌氣的な分解を受ける。炭水化物、脂肪では最終的にメタンと水、炭酸ガスに分解するが、途中で臭気を伴う酢酸、プロピオン酸、酪酸などの低級脂肪酸を生ずる。また、タンパク質では組成上窒素や硫黄を含むために、嫌氣的な分解の第1段階では、各種のアミノ酸、炭酸ガス、尿素と、硫化水素、メルカプタンやスカトール等の腐敗臭を発する物質を生じる。さらに第2段階ではアミノ酸がメタン、炭酸ガス、アンモニアに分解される。そのほか汚水中には食塩、合成洗剤、その他からの SO_4^{2-} （硫酸イオン）が流入してきているため、硫酸イオンは水中酸素濃度が少ない条件で汚水中の硫酸塩還元細菌によって硫化水素にまで還元される。

下水道は通常、自然流下方式を採用しているが、地形的な制約から下水道管路には圧送方式や一旦貯留させた後ポンプで汲み上げる方式が一部で採用されている。この場合、管路内における下水が一時的に嫌気状態となり、硫酸塩還元細菌の働きにより下水中に含まれる硫酸イオンと有機物から硫化水素が生成される（図-1）。生成された硫化水素は、管途中の段差や圧送管出口など

図-1 硫化水素の生成メカニズム

での激しい攪拌や曝気により空气中に放散され、悪臭を発生させる。

また、地階を有する事業所ビルでは、地下部が下水道の敷設高さより低い位置にあることから、地階で発生したトイレ排水や雑排水を一旦貯留するための地下貯留槽（以下、ビルピット）を備えており、ピット内における長時間の貯留によりピット内排水の腐敗が進み、下水道管路施設へポンプ排水される際に、大量の硫化水素を放散させることとなる。

硫化水素が発生すると、悪臭発生により生活環境が悪化するとともに、観光客等に対する都市のイメージダウン、腐食の進行による管きょ損傷に伴う道路陥没（図-2）などの2次的な問題を誘発する場合がある（図-3）。また時には、強烈な硫化水素臭が、テロや硫化水素自殺と間違われ、消防や警察が出動する大きな騒ぎとなることもある。

これらの問題を総称して、下水道分野では「ビルピット問題」と呼んでおり、特に大きな繁華街等を有する都

深谷 渉（ふかたに わたる）

国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

TEL : 029-864-4768（直通） E-mail : fukatani-w86xr@nilim.go.jp

図-2 硫化水素による管きょ腐食事例

図-4 下水道管路とその周辺の排水系統

図-3 ビルピット排水に起因する諸問題

図-5 臭気の発生源のイメージ

市においては下水道管理者を悩ませる市民の安全・安心に深く関わる深刻な問題となっている。

2. ビルピット対策の現状と課題

下水道管路施設から発生する臭気の対応には、マンホール蓋の密閉化や脱臭装置の設置等があるが、マンホール数は全国で約1000万基以上と膨大である。また、地階を有する建築物は、東京都だけでも約6万6千棟¹⁾にのぼり、ビルピットを有する建築物も相当数あると考えられる。しかも臭気はガス体のため縦横無尽に広がり、マンホールや汚水樹、雨水樹（合流管の場合）など（図-4）のわずかな隙間からも発生する。

これらの施設全てを完全密閉化することは非常に困難であり、費用も膨大となることから、現状の対策としては、ビルピットの構造やポンプ運転の工夫など、下水道管理者がビル管理者に対して臭気対策を施す旨を指導する発生源対策が主に行われている。

しかしながら、次の2点がビルピット問題を複雑にし対策を遅らせている。

- ① 悪臭の発生源を特定することが非常に困難である。
- ② 下水道管理者が悪臭原因者に対し、法的に指導す

る権限がない。

以下に、①および②に関して詳細に述べる。

2.1 悪臭発生源の特定

発生源対策には、まず発生源となるビル管理者を特定することが必要である。しかし、先に述べたとおり、ビルピット排水に起因する悪臭は、その主たる成分が硫化水素でありガス体である。ガス体であるが故に、ビルピットから汚水樹、取付管のルートを経て下水道本管へ侵入した悪臭は、他のビルに接続する取付管、汚水樹へと、今度は逆のルートを進んで拡散することもある。よって、ビルの汚水樹等で悪臭成分である硫化水素が計測されたとしても、当該汚水樹等に直接接続されているビルピットが発生源であるとは言い切れない（図-5）。このため、発生源の特定にあたっては、臭気発生源周辺を面的に調査し、各施設の臭気濃度等を比較検討する必要がある。

また、ビルピットの悪臭は、ピット内のポンプ稼働直後数分間に瞬間的に発生し、その後、空気拡散により急速に低下するほか、曜日や時間帯、季節的な変動がある、ポンプの稼働時刻はピット内水位と連動するため予測で

きないなどの特徴を有することから、その調査には多大な時間と労力を必要とする。

2.2 ビルピット臭気を取り巻く法規制

発生源対策は、ビルピットの改造もしくは運転手法の改善により、汚水等の腐敗を防止し、臭気を低減させることから、確実に臭気問題を解決できると考えられる。しかしながら、ビルピットを改造もしくは運転手法を改善させるための法的根拠に関してはこれまで議論がされておらず、法的な規制方法が不明確な状態であった。また、ビルピット管理者は、その多くが民間事業者であり、昨今の経済情勢、また、ビル所有者およびビル管理者（給排水施設等管理者）、テナント等の複数の関係者が絡む等の問題があり、協力が得られにくいケースが多い。このため、施設の改善という面では、必ずしも効果的に改善が進んでいないのが現状である。

ビルピット排水が発する強烈な悪臭を抑制し、下水道施設を健全な状態に保つには、法的拘束力を持った規制による対応により、ビル管理者を適正に指導し改善させることが最も効果的である。ビルピット排水に関連する悪臭規制に対応できる法律としては、下水道法第10条3項の規定を受けた同法施行令（第8条）、悪臭防止法（第8条他）、建築物における衛生的環境の確保に関する法律第4条1項の規定を受けた同法施行令（第2条2項）並びに同法施行規則（第4条の3）がある。下記に、各法律の概要と問題点等について述べる。

（1）下水道法

下水道法施行令第8条では、排水設備の設置および構

造の技術上の基準として、ビルピット等の貯留槽は臭気の発散により生活環境の保全上支障が生じないための措置が講ぜられていることとされている。しかしながら、明確な臭気の規制値がなく、また、新規に設置される排水設備の構造に対してのみ効力を発生することから、限定的な適用とならざるをえない。

（2）悪臭防止法

悪臭防止法は、工場や事業所などの事業活動に伴って発生する不快な臭気に対して、必要な規制を行うことを定めた法律で、規制地域の指定と規制基準の設定等（同法第3条、4条、7条）が定められている²⁾。

悪臭防止法によって排出規制が適用されるのは、工場その他の事業場における事業活動に伴って発生する「悪臭原因物」（法第三条）であり、悪臭の原因となる物質として政令で定める「特定悪臭物質」（法第二条第一項）の排出濃度、もしくは、嗅覚測定法を用いて測定される悪臭の程度に関する値である「臭気指数」（法第2条第二項）のいずれかの規制基準を設定（法第四条第一項・第二項）するとされている。

特定悪臭物質濃度による規制基準は、機器を用いて測定し、アンモニア等22種類の不快なおい物質を濃度によって規制するものである。物質濃度による規制基準では多数の検体を短時間で測定できるというメリットがある一方で、22物質以外の悪臭物質に対応できないという問題がある。

臭気指数による規制基準は人間の嗅覚によって悪臭の程度を数値化し、規制するものである。多種多様なおいの物質（約40万種）に対応することができる（このた

平成20年度全国下水道主管課長会議（第1回）資料、国土交通省下水道部

【抜粋】

（4）ビルピット対策に係る環境部局との連携について

ビルピット排水を原因とする悪臭に対する対策については、各地方公共団体におかれても鋭意取り組まれているところであるが、環境省より以下のことについて確認しているので、環境部局との連携も行いつつ、対策に取り組まれない。

下水道施設は、処理場、管渠等を一体のものとして悪臭防止法上の「事業場」として規制の対象となっている。（分流式下水道の雨水管および雨水渠、都市下水路は除く）ただし、工場その他の事業場からの排水の受け入れが原因で、下水道からの排水が悪臭防止法の規制基準に適合せず、それによって住民の生活環境が損なわれていると認められる場合には、環境担当部局は、原因となる事業場に対して、悪臭防止法に基づき措置することは可能とのことである。

悪臭防止法上の「事業場」とは、継続的に一定の業務のために使用される事業場のこととされており、住居と事業所の用に供している建物に共同のビルピットがある場合には、当該ビルピットからの排水は「事業場における事業活動に伴って発生する特定悪臭物質を含む水」として規制の対象となり得る。

ただし、住居の用にしか供していない建物は、悪臭防止法上の「事業場」には該当しないとのこと。

また、事業場から排出される排水は、当該事業場の敷地の境界線を越えた時点で規制がかかることになるため、放流先が公共用水域であっても、下水道であっても、悪臭防止法上の規制をかけることは可能とのことである。（悪臭防止法第四条第一項第三号、第二項第三号参照）

め、主要物質の特定などには不向きとされている)ため、住民の被害感覚と一致しやすいとされている。

事業活動を行う者が規制基準に違反し、その不快なおいにより住民の生活環境は損なわれていると認める場合には、改善勧告・改善命令(法第八条)を発動することができることとされている。

なお、下水道施設に接続されるビルピット排水については、これまで悪臭防止法上の取り扱いが不明確であったが、国土交通省下水道部主催の平成20年度全国下水道主管課長会議(第1回)において、悪臭防止法の規制基準の内、排出水の規制基準(第3号規制)を受けることとなることが報告された³⁾。

悪臭防止法は全国の都道府県で規制地域や規制基準が定められているとともに、ビルピット排水に対しても規制の適用が可能であるとともに、規制基準が明確であることから、規制指導が容易である。しかしながら、悪臭防止法の適用に関しては以下の問題がある。

- ・法に基づく測定試験(以下、「公定法」)が複雑で1試験当たりの費用が高額(特に臭気指数の場合)である。
- ・公定法は、基本的に室内試験であり、試験結果がでるまでに時間を要する。
- ・ビルピット排水に伴う悪臭は、発生場所や発生時間帯の予測が困難で、短時間に収束するため調査のタイミングが難しい。
- ・苦情を受け付けるのが、多くの場合は下水道部局であり、悪臭担当部局との連携・協力が不可欠。

よって、規制・指導根拠としては有効であるが、その手段・進め方については工夫が必要といえる。

(3) 建築物における衛生的環境の確保に関する法律(ビル管法)

建築物における衛生的環境の確保に関する法律は、多数の者が使用する建築物の維持管理に関し環境衛生上必要な事項を定めた法律である。この法律には、排水設備の清掃頻度に関する規定(清掃頻度6ヶ月以内に1回)があるものの、ビルピットに起因する悪臭は下水の滞留時間と密接な関係があり、その時間スケールは時間もしくは日単位である。

よって、年2回程度の清掃のみの対応では悪臭を完全に防止することは難しいと考えられる。

(4) 自治体の独自基準(要綱、運用等)

ビルピット排水に起因する悪臭問題が表面化している都市では、指導要綱や運用等により、独自の基準を設けてビルピット排水の対策に努めているところもある。

例えば東京都では、昭和61年に「建築物における排水槽等の構造、維持管理等に関する指導要綱」を制定した。この指導要綱は、建築物に設置される排水槽等に起因する悪臭の発生を防止し、ビルピット汚泥等の廃棄物の処

理を適正に行うようビルの管理者を指導することにより、生活環境の保全を図ることを目的とし、臭気の日安値、排水槽およびその附帯設備の構造、維持管理の基準およびその他必要な事項を定めたものである。

この内、臭気に対する指針値として以下を設定している。
公共汚水ますなどの内部の空気に含まれる硫化水素
……………10 ppm 以下
排水に含まれる硫化水素 ……………2 mg/L 以下

3. ビルピット問題の解決に向けた各種対処法の提案

3.1 新たな悪臭発生源特定法の提案

従来の発生源特定は、硫化水素用検知管や拡散式硫化水素計をマンホールや汚水枳に設置し、硫化水素濃度が高く検知された箇所付近のビルピットを発生源候補として抽出するものであった。

しかしながら、硫化水素はガス体であることから、管きょを通じて広い範囲に拡散する傾向にあり、抽出するには多くの箇所の硫化水素データの収集と比較作業が必要となる。このため、発生源を特定するには多くの時間と労力を必要とする。また、同様の理由により、硫化水素濃度だけではビルピット排水との因果関係が証明しきれないため、ビルピット管理者を納得させる材料としては不十分であった。

1つの証明方法として、汚水枳における硫化水素ピーク時刻と、ビルピット排水時刻が一致することを調べる方法がある。

例えば、東京都千代田区で実施している方法は、ポンプの配電盤外面にあるポンプの作動を知らせるランプに、点灯を検知する記録計を設置し、ポンプの稼働時間を把握するものである。排水時刻を直接的に知ることができるため非常に有効ではあるが、配電盤はビル内に設けられている場合が多く、立ち入りや監視機器設置にはビル管理者の事前承諾が必要であることや、配電盤の種類等によっては機器の調整等が必要であるという問題がある。

国総研では、下水道管理者の権限で立ち入ることが可能な汚水枳で、排水時刻を知る方法がないか検討し、気圧および湿度を計測することにより間接的に排水時刻を把握する方法を提案した⁴⁾。

この方法は、ポンプ排水のタイミングと時を同じくして、汚水枳内の気圧と湿度が変動する現象を利用している。調査の方法は、汚水枳に、予め硫化水素計と気圧計(気圧と湿度が計測可能)を設置し、24時間以上の連続計測を行い、硫化水素および気圧、湿度の時間変動を計測するものである(図-6)。

ポンプ排水時の汚水枳内の気圧の変動は、平常時には見られない特有の傾向が見られる。国総研で実施した実

図-7 ポンプ稼働時の気圧及び湿度、硫化水素濃度の変化

図-6 発生源調査イメージ

ビルピットにおける現地調査では、1分毎の変動幅が0.2 hPa以上となる時刻にポンプ排水があったと判定することが妥当と考えられた(図-7)。

また、湿度の変動は、ポンプ排水と同時に一旦急激に低下し、その後、排水前の湿度以上に上昇する傾向がある(図-7)。汚水樹内は通常、密閉された状態であり、ポンプ排水の無い時間帯における湿度の時間的変動は少ないと考えられ、変動傾向は顕著になりやすい。

これらポンプ排水時特有の変動傾向と硫化水素濃度の変動を比較すれば、一目瞭然で排水時刻が判明し、発生源の特定が可能になると考えられる。

なお、梅雨期の高湿度期や常時下水が流入する汚水樹、汚水樹の蓋に穴がある場合では、傾向が確認しづらくなる場合があるため、気圧と湿度は常に併用し確認することが望ましい。

3.2 悪臭防止法を活用した悪臭対処法

前述の通り、下水道施設へ悪質排水を流下させないためには、法的拘束力を持った規制が効果的である。ビル

図-8 臭気苦情対策フロー

ピット排水の悪臭規制に対する法律には、工場や事業所の事業活動により発生する悪臭に対して規制を行うことを定めた悪臭防止法があるが、多くの自治体は同法を扱う環境部局と下水道管理部局とが別組織のため、取締権限や対応優先順位等の問題により迅速な対応が困難な状況である。また、法に基づく測定方法は試験コストが高く、結果が出るまで時間を要し、測定のタイミングによっては空振りに終わる可能性があるなどの問題を抱えている。

そこで国総研では、下水道管理者が悪臭防止法を活用して効果的に指導できる手法に関し、①下水道担当者の権限内で実施可能、②計測が簡単で即時に結果が分かる、③臭気の経時変化が把握できる、に配慮し検討し、悪臭防止法に違反していることが確実だという根拠を下水道部局で揃え、環境部局等に引き継ぐ手法(図-8)を

提案した⁵⁾。

この手法は、簡易な拡散式硫化水素計を用い、下水道担当者が立ち入り可能な汚水栓の気相中硫化水素濃度を計測し、その結果から悪臭防止法（第3号規制）の規制物質である臭気指数や液相中硫化水素濃度を推定することで、現場で簡単に悪臭防止法に抵触しているかどうかを判定するものである。法抵触の疑いがあれば、下水道部局としてビル管理者に試験結果を添え改善を要請し、改善の見込みがない場合には、下水道部局から環境部局にデータを添えて法的指導を公式に要請する。

ここで重要なのが、汚水栓における硫化水素ガス濃度から悪臭防止法の規制物質濃度を推定する方法である。国総研では、20棟25箇所のビルピットについて実態調査を実施し、汚水栓の気相中硫化水素濃度と、ビルピット貯留水の臭気指数および液相中硫化水素濃度の関係を明らかにした（図-9、図-10）。

この結果、悪臭防止法の規制値（特定悪臭物質および臭気指数）を明らかに越える汚水栓の気相中硫化水素濃度は、概ね100 ppm以上であることが分かった。

つまり、悪臭の発生源と思われる建築物のビルピット

図-9 汚水栓の気相中硫化水素濃度とビルピット貯留水臭気指数の

図-10 汚水栓の気相中硫化水素とビルピット排水中の硫化水素濃度の関係

排水が排出される汚水栓に拡散式硫化水素計を設置し、100 ppm以上の硫化水素が計測された場合、ビルピットにおける特定悪臭物質（液相中硫化水素濃度）もしくは臭気指数は規制値を超えると予想できるのである。

4. 環境部局との連携

下水道におけるビルピット問題は、下水道部局だけで解決することは法的な権限等の関係から難しい。先に紹介した手法では、悪臭防止法を活用することとしているが、この場合、悪臭防止法を取り扱う環境部局の協力なければ、実効性が薄れてしまうことになりかねない。このため、常日頃より下水道部局と環境部局との間で、情報共有・情報交換を図る（システム化する）、共通のマニュアル等を作成する等の対応を積極的に行う必要がある。

東京都では、環境部局および下水道部局、都市整備局、福祉保健局が連携しビルピット対策にあたることとしており、「ビルピット臭気対策マニュアル」を作成し、快適なまちづくりに向けた取り組みが進められている。

5. おわりに

毎年、硫化水素による管きょ腐食が原因の道路陥没や管きょ内における硫化水素中毒による労働災害が後を絶たない。

硫化水素は、様々な問題を引き起こす危険因子でありながら、その発生メカニズムや危険性の認知度はまだまだ低いと言わざるを得ない。

硫化水素による悪臭については、日常感じる悪臭のレベルは生死に関わる危険度としてはさほど高くないものの、昨今はテロや硫化水素による自殺といった話題が先行して、異臭騒ぎとして大きく取り上げられるなど注目度は高くなっている。

そこでここでは、悪臭防止法に基づく規制値を活用し悪質なビルピット排水に対し効果的に取締まりを行う手法を紹介するとともに、悪臭発生源特定方法についても

紹介した。これを機に、硫化水素の危険性や環境への影響などの認識を今一度新たにし、積極的に硫化水素対策に取り組んでいただければ幸いである。

キーワード：ビルピット、汚水桝、硫化水素、臭気指数、悪臭防止法、悪臭対策

参考文献

- 1) 東京消防庁統計書第62回, <http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-kikakuka/toukei/index.html>, (2010).
- 2) ハンドブック悪臭防止法(四訂版) 悪臭法令研究会編集, ぎょうせい, (2001).
- 3) 平成20年度全国下水道主管課長会議(第1回)資料, 国土交通省下水道部, 164~165, (2008).
- 4) 深谷 渉・横田敏宏・松宮洋介: 気圧計を活用したビルピット排水に起因する悪臭発生源特定手法について, 下水道協会誌, Vol 48, No. 582, (2011).
- 5) 深谷 渉・松宮洋介・西尾称英: ビルピット排水に伴う臭気苦情への効率的対策に関する提案, 下水道協会誌, Vol 47, No. 569, 99-105, (2010).
- 6) 深谷 渉・西尾称英・松宮洋介・榊原 隆: ビルピット排水の悪臭指導に関する検討報告書, 国土技術政策総合研究所資料 No. 607, (2010).

Problems and solutions on cesspit-odor in sewerage

Wataru FUKATANI

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
1, Asahi, Tsukuba City, Ibaraki, 305-0804, Japan

Abstract In downtown of Japanese big cities, lots of buildings with underground floors are in place. In order to carry wastewater from the underground floor to public sewers, pumps are used because underground floors are below the level of cleanout leading to public sewer. In some pits, wastewater remains for many hours because entering wastewater amount is so small that pumps do not operate regularly. This causes anaerobic reaction of wastewater in the pits. When the pumps start operating under such a situation, corroded wastewater discharged to public sewers releases H_2S gas. The odorous gas comes up to the busy streets nearby through gully pots in combined sewer system or through openings of manhole or cleanout covers in separate and combined system. Lots of complaints are being made to sewer operators for this problem.

In this paper, the enforcement of odor control law was proposed by measuring H_2S gas concentration in cleanouts. It was difficult to identify the pit of odor emission source because odorous gas moves freely within the total system which ranges from many underground cesspits to sewer. To solve this problem, installation of barometer, which works together with H_2S gas meter, into the cleanouts was proposed and its effectiveness was proved.

Key words : Cesspit, Cleanout, Hydrogen sulfide, Enforcing odor control law, odor control measures