

小型合併処理浄化槽の維持管理時における硫化水素の発生に関する基礎的調査

一般財団法人福岡県浄化槽協会
○岡崎 圭祐、諏訪 省三、川上 史人

1. はじめに

厚生労働省によれば、令和6年1月から12月までの労働災害による死者数は746人と過去最少となった一方、休業4日以上の死傷者数は135,718人と4年連続で増加している¹⁾。

主な労働災害の例として「墜落・転落」、「交通事故（道路）」等が挙げられるが、硫化水素中毒による事例についても、過去10年間（2015～2024年）に44件の事故が発生し、20名の死亡者が報告されている²⁾。これらの事故は、汚泥貯留タンクや下水ピット、大型浄化槽などの内部で多く発生していることが知られており、特に2025年8月に埼玉県行田市において下水道作業中に発生した死亡事故は記憶に新しい。

このような硫化水素による労働災害は、硫化水素の発生原理や作業環境などを踏まえると、小型合併処理浄化槽の保守点検作業においても発生する可能性があると考えられるが、これらに関する知見は十分に蓄積されていない。

そこで、小型合併処理浄化槽の保守点検作業時における硫化水素の発生状況について基礎的調査を行うとともに、それに起因する労働災害リスクについて検討を行ったので報告する。

2. 硫化水素の性質

硫化水素は、空気よりやや重く（比重1.19）、水溶性の高い揮発性化合物である。汚水処理工程では、し尿や雑排水中に含まれる硫酸イオンが、嫌気的条件下で硫酸塩還元細菌により還元されることで生成される³⁾。

硫化水素は、神経系・呼吸器系に対して毒性を示し、表1のとおり、10ppmを超えると目の粘膜刺激や気管支炎などの中毒症状を引き起こし、350ppmを超えると1時間の曝露で生命の危機、700ppm以上では死に至る可能性がある。一方、労働安全衛生法に基づく酸素欠乏症等防止規則労働省令第四十二号では、硫化水素の許容濃度を10ppmと規定している。この濃度は、目粘膜に対する刺激を知覚する下限値に相当し、作業環境における曝露管理の指標として用いられる。

表1 硫化水素濃度と中毒症

濃度	症状
5ppm	不快臭
10ppm	目の粘膜刺激（下限値）
20ppm	気管支炎、肺炎、肺水腫
350ppm	生命の危機
700ppm～	呼吸麻痺、昏睡、呼吸停止、死亡

出典：厚生労働省：「なくそう！酸素欠乏症・硫化水素中毒」

3. 浄化槽内における硫化水素の発生状況に関する調査

（1）調査対象及び調査方法

専用住宅に設置された10人槽以下の小型合併処理浄化槽154基（47型式）を調査対象

として、水面上部 5 cm 地点の硫化水素濃度を装着型硫化水素計 XS-2200（新コスマス電機社製、検知範囲 0 ~ 100 ppm）を用いて測定した。

1) 作業前

浄化槽の型式にかかわらず槽内 4 か所（一次処理装置、二次処理装置、沈殿槽、消毒槽）の各水面中央部において、マンホール開口直後の硫化水素濃度を測定した。

2) 作業時

浄化槽の構造は型式ごとに異なり、必要な保守点検作業も異なる。そこで、各型式の維持管理要領書に記載されている保守点検作業のうち、汚泥の攪拌、槽内水流の変化など、硫化水素の放出が予見されるバルブ操作（自動逆洗装置の手動による逆洗機能の確認操作を含む）を対象とし、硫化水素の検知が予見される箇所について硫化水素濃度を測定した。測定は、作業開始から 30 秒間実施し、このうち最も高い値を測定値として採用した。各操作における硫化水素の測定箇所の例を表 2 に示す。

(2) 作業前の硫化水素濃度の測定結果

硫化水素は二次処理装置のみで検知された。検知率は 3.2%（5 基/154 基）、検知濃度はいずれも 10 ppm 未満（1.2 ~ 5.6 ppm）であった。このことから、小型合併処理浄化槽においても硫化水素が発生することが確認できたが、マンホール開口直後の槽内空間では、ほとんど検知されず濃度も低かった。

(3) 作業時の硫化水素濃度の測定結果

作業時における硫化水素の検知率は 55.2%（85 基/154 基）であり、保守点検作業の内容によっては、硫化水素が空気中に放出されることが確認できた。また、31.2%（48 基/154 基）は、硫化水素の許容濃度である 10 ppm を超える値が検知されたことから、小型合併処理浄化槽においても硫化水素による労働災害が発生する可能性があることが示された。さらに、100 ppm を超過する硫化水素が発生した浄化槽は 5 基（3.2%）あり、重大事故に繋がる潜在的危険性も示唆された。

4. 作業時における硫化水素の曝露リスク

前項調査で硫化水素が発生した保守点検作業のうち、調査基数 5 基以上かつ硫化水素濃度の中央値が 1 ppm 以上となった作業を対象として、曝露リスクを検討した。

これらの作業について、縦軸を硫化水素の検知率、横軸を硫化水素の検知濃度（中央値）として図 1 のとおりプロットし、曝露リスクを可視化した。

その結果、硫化水素検知濃度（中央値）、硫化水素検知率ともに高い、KZ II 型の嫌気ろ床槽のガ

表 2 主な操作と硫化水素測定箇所の例

操作	測定箇所
嫌気ろ床槽の手動逆洗	嫌気ろ床槽水面中央部
接触ろ床槽の手動逆洗	接触ろ床槽水面中央部
底部汚泥の移送	移送先落水地点
好気ろ床槽の自動逆洗	好気ろ床槽の水面中央部（逆洗）
好気ろ床槽の自動逆洗	移送先落水地点（剥離汚泥・底部汚泥の移送）

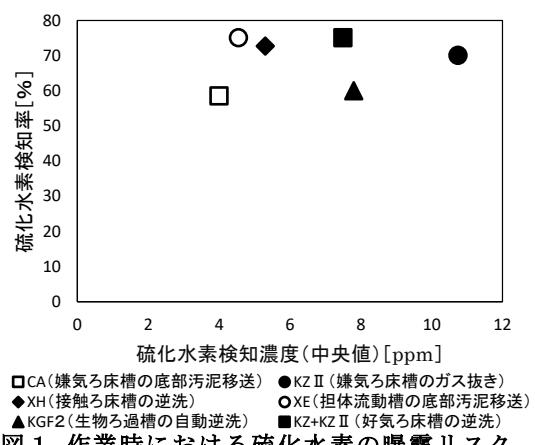


図 1 作業時における硫化水素の曝露リスク

ス抜き、KZ・KZ II型の好気ろ床槽の逆洗などが、相対的に曝露リスクが高い作業であると考えられる。

5. 作業時における硫化水素による労働災害のリスク調査

(1) 調査方法

前項において、曝露リスクが高いと考えられた作業のうち、硫化水素検知濃度（中央値）が硫化水素の許容濃度である10ppmを超過したKZ II型の嫌気ろ床槽におけるガス抜き作業を対象として、硫化水素による労働災害の発生リスクを検討した。この作業は、嫌気ろ床槽のばっ氣を伴うため、槽内に滞留している硫化水素が空气中を垂直方向に拡散し、作業者に影響を与えるおそれがある。そこで、放出された硫化水素の上昇性と作業後における残留性の2点について調査することとし、それぞれの硫化水素濃度の経時変化（60秒間）を測定した。測定地点は、図2のとおりで、水面から5cm、25cm（バルブ設置位置）、80cm（作業者が片膝をついて作業した際の頭部の位置を想定）の3地点とし、投げ込み式硫化水素計XOS-326（新コスマス電機社製、検知範囲0～50ppm）を用いてそれぞれの地点の濃度を同時に測定した。なお、本調査は5基実施したが、結果は同様の傾向を示したため、1基のデータのみを示す。

(2) 硫化水素の上昇性に関する調査結果

嫌気ろ床槽のガス抜きバルブを全開にした時点を経過時間0秒としたときの測定地点別の硫化水素濃度の経時変化を図3に示す。水面から5cm地点では、作業開始直後に硫化水素濃度は急激に上昇し、最大45.5ppmの硫化水素が検知された。また、25cm地点では作業開始後、緩やかに上昇し、最大12.0ppmの硫化水素が検知された。なお、いずれの地点においても、硫化水素は計測時間の60秒間、継続的に検知された。一方、80cmの地点では、硫化水素は終始検知されなかった。以上のことから、小型合併処理浄化槽の作業時に放出された硫化水素の上昇性は低く、通常の作業環境における労働災害のリスクは低いと考えられる。

(3) 作業終了後の硫化水素の残留性に関する調査結果

嫌気ろ床槽のガス抜きバルブを元の状態（全閉）に戻した時点を経過時間0秒としたときの測定地点別の硫化水素濃度の経時変化を図4に示す。

作業終了時、水面から5cmの地点で27.5ppmであった硫化水素濃度は、その後、時間の経過とともに速やかに低下していき、1分後には検知されなくなった。同様に水面から25cmの地点においても、40秒ほどで硫化水素は検知されなくなった。以上の

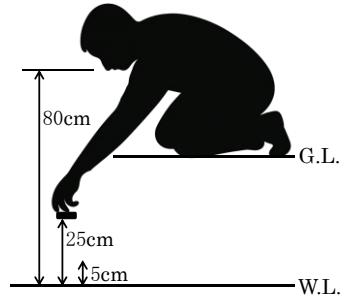


図2 測定地点のイメージ

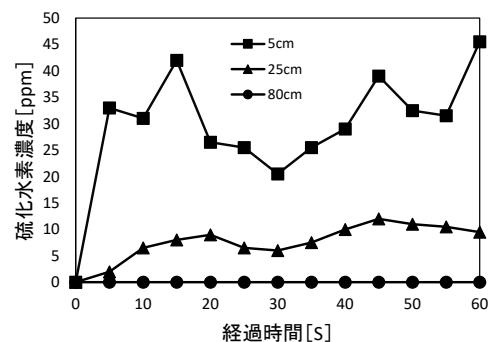


図3 地点別の硫化水素濃度（作業時）

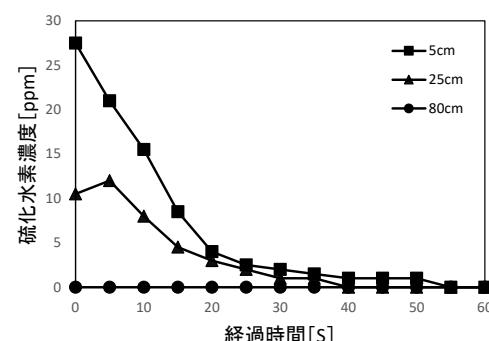


図4 地点別の硫化水素濃度（作業後）

ことから、ガス抜き作業によって放出され、垂直方向に拡散していた硫化水素は、バルブ全閉後、沈降、槽内水への溶解、空気中への拡散などにより、検知されなくなったものと推測され、時間を経ることで硫化水素による労働災害のリスクは低減していくと考えられる。

6. まとめ

本調査において、硫化水素が小型合併処理浄化槽内でも発生する可能性があることが確認され、発生した硫化水素は、保守点検作業によっては空気中に放出される場合があることが確認できた。しかしながら、硫化水素の上昇性と残留性について調査した結果、いずれも低かったことから、通常の作業環境においては労働災害のリスクは低いと考えられた。

一方、作業時の水面付近において、許容濃度の 10ppm を超える硫化水素が検知された浄化槽が 3 割程度存在したことから、作業中に頭部を水面に近づけるなどした場合は、労働災害のリスクが高まると考えられた。したがって、作業中または作業直後は、頭部を槽内に入れないなどの労働災害防止対策を徹底することが重要である。

7. おわりに

調査結果を踏まえると、嵩上げが高い、上部空間が狭いなどの理由で作業者と水面との距離が近くなるような作業環境においては、通常の作業環境と比較して、硫化水素の曝露リスクが高まると考えられる。例えば、嵩上げが 30cm を超えるような浄化槽においては、槽内の視野が制限される上、操作バルブまでの距離が長くなるため、槽内に頭部を入れて作業せざるを得ない状況が発生しやすい。維持管理作業性の向上に加え、労働安全衛生の観点からも、適正な設置工事及び既存設置状況の改善が望まれる。

また、本調査における嫌気ろ床槽のガス抜き作業に限らず、送風機故障後のばっ氣再開時など嫌気状態にあった槽内水をばっ氣する作業においても、高濃度の硫化水素が放出されるおそれがある。実施する維持管理作業に応じて、硫化水素の上昇性や残留性を考慮した上で適切な作業計画を策定するなど、事前に労働災害リスク低減に向けた検討を行うことが重要である。

本調査の結果、小型合併処理浄化槽の維持管理作業における硫化水素による労働災害リスクは低いと考えられたものの、少なからず存在することが明らかとなった。硫化水素による労働災害リスクを低減するためには、実施する作業内容に応じて放出リスクや作業環境に起因する曝露リスクを十分に検討し、総合的な労働災害リスクを見積もった上で、硫化水素濃度の測定や適切な保護具の着用など、状況に応じた安全対策を確実に講じることが極めて重要であると考える。

最後に、本調査で得られた知見が、浄化槽の維持管理における安全確保に向けた取り組みの一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 厚生労働省ホームページ：「令和 6 年の労働災害発生状況を公表」
- 2) 厚生労働省：「令和 6 年に発生した酸素欠乏症等の労働災害発生状況について」
- 3) 中央労働災害防止協会監修：「酸素欠乏危険作業主任者テキスト」