



# 災害時に対応したトイレシステム —水循環式コンテナトイレ 「SMilet (スマイレット)®」

三井住友建設株式会社 事業創生本部 事業推進部 バイオトイレ事業グループ

矢ヶ崎啓介

## 1 開発の経緯

阪神・淡路大震災以降、大災害時のトイレ環境は「トイレパニック」と呼ばれる深刻な問題として認識されてきた。断水や下水道の損壊に伴い、平常時に利用されているトイレが使用不能となった結果、衛生環境の悪化やトイレ使用の抑制によるエコノミークラス症候群等の健康被害が発生した。能登半島地震でも同様の事態が発生し、携帯トイレの活用が進んだ一方で、仮設トイレの不足が浮き彫りとなった。

このような状況に対して、災害や紛争の影響を受けた人々への人道支援に関する国際基準であるスフィア基準が注目を集めている。内閣府では、スフィア基準を我が国の「避難所の質の向上」を考える際に参考とすべき国際基準としている。内閣府（防災

担当）が公表し、令和6年12月改定された「避難生活における良好な生活環境の確保に向けた取組指針」では、トイレに関して「スフィア基準に沿って、発災後初期段階では50人に1基、中期段階では20人に1基とし、女性用と男性用の割合が3：1となるように想定避難者数に応じて対応すること」と示されている。

こうした背景を踏まえ、当社では非常時にも衛生的なトイレ環境の提供を行うため、水循環式コンテナトイレ「SMilet (スマイレット)®」を開発した(写真1)。生物処理・電気分解処理・蒸発処理を組み合わせ合わせた独自技術により、上下水道インフラが被災したり、未整備地域でも水洗トイレの提供を可能とする。

## 2 技術の特徴と構成

スマイレットは、トイレで発生する汚水をオンサイトで処理し、洗浄水として再利用することで、初期投入水のみで長期運用が可能な循環式の水洗トイレである。AC100V電源が確保できれば、上下水道インフラが途絶した状況でも安定した運用が可能であり、さらに商用電源の活用が難しい場合には、太陽光発電・蓄電池や小型発電機などにより、必要な電力を確保できる。これにより、災害時や上下水道インフラ未整備地域でも衛生的なトイレ利用を継続することが可能となる。また、上下水道インフラへの接続を必要としない水洗トイレであるため、設置



写真1 水循環式コンテナトイレの例（車載型）

や移動が極めて容易である。この特長により、従来の上下水道接続型トイレでは困難であった柔軟な運用が可能となる。たとえば、平常時には公園や道の駅、観光施設などの公共空間に常設し、地域住民や来訪者の利便性向上に寄与することができる。一方、災害発生時には、これらのトイレユニットを迅速に被災地へ移設し、避難所や仮設住宅等での衛生環境の確保に活用することが可能である。(図1)。

図2に主要ユニット構成、表1に主要な製品仕様一覧を示す。スマイレットは、A 水洗トイレ、B

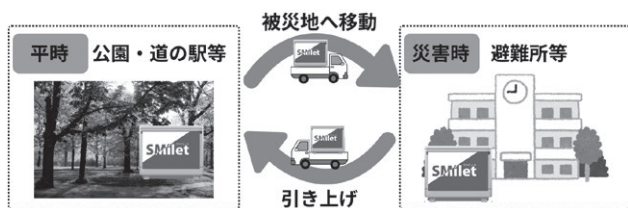


図1 平常時・災害時の利用イメージ

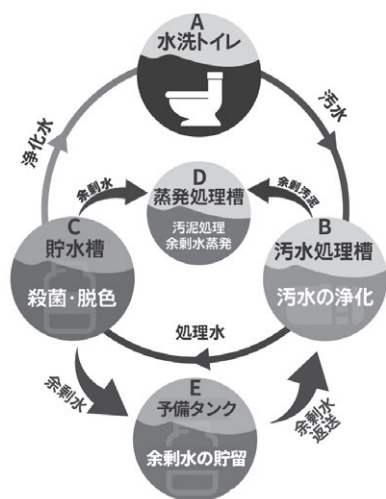
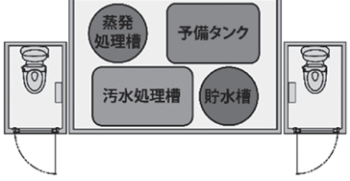
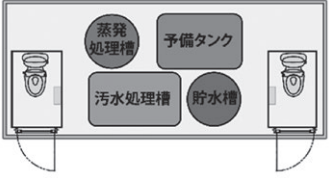


図2 主要ユニット構成

汚水処理槽、C 貯水槽、D 蒸発処理槽、E 予備タンクから構成される。A 水洗トイレを入口とし、B 汚水処理槽ではばっ気による酸素供給と微生物による有機物分解が行われる。処理水はC 貯水槽に一時的に蓄えられ、電気分解装置によって殺菌および脱色処理が施された後、給水ポンプによって再び水洗トイレへと循環される。C 貯水槽における余剰水やB 汚水処理槽における余剰汚泥は、杉チップを充填したD 蒸発処理槽にて乾燥・減容化処理される。これにより、最大100回/日程度のトイレ使用(0.2L/回と想定)であれば、汲取りのような外部への排出を不要とできる点が最大の特長である。

さらに、D 蒸発処理槽の処理能力を超える余剰水についてはE 予備タンクに貯留される。たとえばイベント等で一時的に使用量が増加した場合には、D 蒸発処理槽で処理しきれない余剰水をE 予備タンクに一時的に貯留し、利用が落ち着いた後にE 予備タンクからC 貯水槽を経由し、D 蒸発処理槽へ移送される仕組みとなっている。これらの生物処理・電気分解処理・蒸発処理の各工程は、使用状況に応じて自動制御され、システム全体が常に最適な運転状態を維持するよう設計されている。この一連の処理サイクルにより、標準仕様では初期投入水約2.5m<sup>3</sup>で最大500回/日程度の使用に対応可能な設計となっている。さらに、遠隔監視システムによりトイレの使用回数過多による蒸発処理槽の満水や使用回数過少による貯水槽の渇水状態など、トイレの異常の有無を遠隔地で把握することが可能であり、管理者は速やかな対応につなげることができる。

表1 主要な製品仕様一覧

| 項目        | 連投型   | 内包型   |
|-----------|---|---|
| 構成        | 処理室、洋式トイレ2室の3棟<br> | 処理室、洋式トイレ2室を含む1棟<br> |
| 処理寸法 [mm] | W6,200×D2,500×H2,600程度  | W6,100×D2,500×H2,600程度  |
| 処理方式      | 生物処理+電気分解処理+蒸発処理(杉チップ充填)  |   |
| 処理能力      | 最大500回/日程度(最大100回/日程度は余剰水・余剰汚泥の回収不要)  |   |
| 電源仕様      | AC100V(50/60Hz)   |   |
| 年間消費電力    | 3,600kWh程度(50Hz)/3,900kWh程度(60Hz)   |   |
| オプション     | 太陽電池+蓄電池、バリアフリートイレ、自立搭載型(ジャッキ付)、車載型、手洗器*、洗浄便座*、小便器、遠隔監視サービス   |   |

\*別途給水が必要



### ③ 技術概要

#### ①生物処理

スマイレットにおける生物処理は、トイレ使用後に発生する汚水中の有機物を微生物の働きにより分解する工程である。汚水処理槽内では、ばっ気による酸素供給を行い、好気性微生物の活性を維持するとともに、後段の電気分解処理が安定して機能するための前処理としての役割を果たしている。

#### ②電気分解処理

スマイレットは、維持管理負担の少ない殺菌方法として電気分解処理を採用した。具体的には、生物処理後の貯留水を電気分解し、生成した次亜塩素酸により殺菌する手法である。生物処理後の貯留水には主としてし尿由来の塩化ナトリウムが含まれ、これにより電気分解反応が進行する。スマイレットでは、ロータンクに供給する水を事前に電気分解処理し、殺菌された状態で貯水する方式を採用しており、洗浄水の衛生性を確保している。自動制御の運転条件を調整しながら運転し、電気分解装置を使用頻度に応じて、間欠稼働させる運用において、トイレ洗浄水から大腸菌が検出されないことを実現している。

#### ③蒸発処理

循環方式の特性上、し尿が投入されるとその分だけ循環水量が増加するため、余剰水についても回収が不可欠である。また、一般に、生物処理を用いる場合には余剰汚泥の引き抜きが必要となる。スマイレットでは、これらの余剰水および余剰汚泥をシステム内で蒸発・減容化する方式を採用することで、定期的な引き抜き作業を不要とした。効率的に蒸発処理を行うために、杉チップを充填した蒸発処理槽に余剰水および余剰汚泥を投入し、送風のON-OFFと送風温度を使用状況に応じて自動調整する仕組みとしている。

#### ④自動制御・遠隔監視システム

スマイレットでは、安定した運用と衛生性の確保を目的として、各処理工程を自動制御する仕組みを標準仕様として備えている。この自動制御は、各処理設備の状態を監視しながら、生物処理、電気分解処理、蒸発処理が適切に機能するよう運転を制御するものであり、システム内部の状態変化に応じて必要な処理

が行われることで、循環型水洗トイレとしての処理機能と衛生性が安定して維持される設計となっている。

さらに、オプションとして遠隔監視システムを付加することができる。遠隔監視では、使用回数、水位、電力状態などの運転情報を通信回線を通じて取得し、管理者が離れた場所から稼働状況を把握することが可能となる。これにより、異常の兆候を早期に把握した運用判断を支援する。

このように、スマイレットは自動制御を基本とした確実な運転を前提としつつ、運用規模や管理体制に応じて遠隔監視を選択できる構成としている。

### ④ おわりに

スマイレットは、現在、鹿児島県鹿児島市の公園や千葉県印西市の農園にて稼働中である。

令和7年度には、国土交通省道路局の所管事業により6か所の道の駅に導入された。本事業では、平常時には道の駅に設置して日常的に活用し、非常時には被災地へ迅速に移動することとしており、複数台を設置してそれらを計画的に配置・運用することが見込まれている。

また、内閣府の交付金を活用した自治体もある。これは、避難所における生活環境の抜本的な改善に資する取組として位置づけられ、防災資機材の整備を通じて、平常時から災害時までを見据えた持続的な防災体制の構築を目的として導入が進められた。

さらに、国土交通省観光庁の事業を活用した自治体は、スマイレットを観光施設や観光拠点等における非常時対応力の強化を目的とした取組として位置づけて導入している。

このように、スマイレットは、平常時利用と災害時利用を切り分けることなく活用できるトイレ資機材として、国および自治体による計画的な配備を前提とした社会実装の段階に入っている。今後、これらの取組が各地に展開されることで、災害発生時におけるトイレ環境の迅速かつ円滑な確保が期待される。スマイレットは、避難所の質の向上という社会的課題に対する実践的な解決策として、引き続き、防災・減災施策における取組に貢献していきたいと考える。