

自立型トイレの固液分離ユニットの水処理性能の評価

日本大学	学生会員	○谷口	竜太郎
日本大学	非会員	横手	亮太
日本大学	正会員	中野	和典
日本大学	非会員	橋本	純

1. 研究背景と目的

災害が発生しライフラインが寸断されると仮設トイレに人が集中する。また、山岳トイレにもハイシーズンには人が集中する。しかし、一般的に仮設されるトイレの多くは汲み取り式であるため、使用者が集中すると汚水タンクが早期に満水になり、トイレの使用ができなくなる。汲み取り式ではなく、汚水をその場で浄化処理して洗浄水として再利用できる自立型トイレがあれば、そのようなトイレ問題を解決することが期待できる。

自立型トイレに関するこれまでの研究により、高負荷条件において固液分離ユニットの透水速度の低下が生じ、洗浄水の浄化が間に合わなくなることが明らかとなっている。その対策として固液分離ユニットの交換が考えられるが、従来のリサイクルガラスろ床を用いた固液分離ユニットの重量は 200kg に及び、災害時や山岳のような重機を利用しにくい環境では交換が困難であり、そのような環境においても人力で交換可能な固液分離ユニットの開発が必要である。そこで本研究では、重量が軽く可燃物としての処理も可能な不織布を固液分離ユニットに用いることを新たに考案した。さらに固液分離ユニットの交換作業の衛生的安全性と簡便性の両立を目指し、折り畳み可能なプラスチックタンク内に不織布を固定したカセット型固液分離ユニットを開発した。

本研究ではリサイクルガラスろ床を用いた従来型の固液分離ユニットを比較対照とし、不織布をろ材とした固液分離ユニット及びカセット型固液分離ユニットの水処理性能を評価することを目的とした。

2. 実験方法

2.1 3種類の固液分離ユニットの概要

本研究で用いた 3 種類の固液分離ユニットの概要を図-1 に示す。リサイクルガラス又は不織布をろ材とした固液分離ユニットは 200L 容量のコンテナ (0.78m×0.54m×0.48m) にろ材を充填して作製した。これに対し、カセット型固液分離ユニットは 20L 容量のキュービーテナー (0.3m×0.25m×0.25m) 内に不織布を固定して作製した。リサイクルガラスを充填した固液分離ユニットのろ過面積は底面のみの 0.42m²であるのに対し、不織布をろ材とした固液分離ユニットでは、側面でもろ過が期待できるため、ろ過可能面積は 1.69m²となる。カセット型固液分離ユニットでも同様に側面でのろ過が期待できるため、ろ過可能面積は 0.35m²となる。

2.2 固液分離ユニットの水処理性能評価方法

自立型トイレにおける水の流れを図-2 に示す。実際のトイレ使用条件下で水処理性能を評価するため、固液分離ユニットを自立型トイレに組み込み、所定のトイレ使用条件下で水洗トイレ排水を固液分離ユニットに流入させた。固液分離ユニットの透水速度は、1 回のトイレ洗浄に使用される 5L の水を投入し、30 分後までの回収水量より評価した。ここで得られた回収水の SS 濃度と色度により固液分離ユニットの水質浄化性能を評価した。

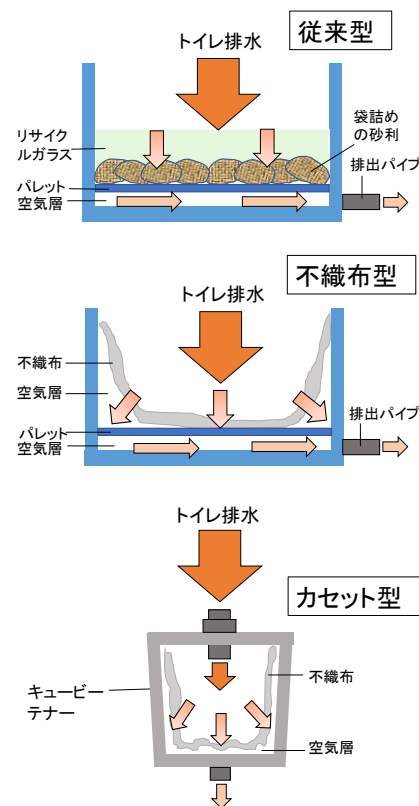


図-1 3種類の固液分離ユニットの概要

キーワード： 自立型トイレ、固液分離ユニット、透水速度

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

3. 結果及び考察

3.1 大便負荷回数に伴う固液分離ユニットの透水速度の変化

大便負荷回数に伴う3種類の固液分離ユニットの透水速度の変化を図-3に示す。リサイクルガラスろ床を用いた従来型では、大便負荷回数24回以降は透水速度がほぼ一定となり、経過時間30分での回収率は40%程度に低下した。これに対し、同様の大便負荷回数における不織布型及びカセット型での回収率は、それぞれ50%及び80%程度であり、どちらも従来型を上回る透水速度が得られた。特にカセット型では、大便負荷回数が30回を超えても60%を超える回収率を示し、最も高い透水速度を有していた。

ろ過面積当たりの透水速度を大便負荷回数24回前後の経過時間30分で得られた回収水量で比較すると、従来型では $7.6\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、不織布型では $11.1\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 、カセット型では $22.9\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ となった。このように不織布を用いた固液分離ユニットで高い面積当たりの透水速度が得られたことから、不織布を使用する事で側面でのろ過が行われるだけでなく、目詰まりによる透水速度の低下も小さかった可能性が示唆された。さらに、不織布の固定が完全ではないカセット型において、コンテナに不織布を充填した場合よりも高い透水速度が得られることが明らかとなった。この結果は、不織布の固定状況によって透水性能が変化する可能性を示唆している。

3.2 大便負荷回数に伴う固液分離システムの水質浄化性能の変化

大便負荷回数に伴う3種類の固液分離ユニットの処理水のSS濃度及び色度の変化をそれぞれ図-4及び図-5に示す。SS濃度はどの固液分離ユニットも大便負荷回数に伴い低下する傾向が得られた。これは大便負荷回数に伴って固液分離ユニット内に固形物が堆積し、ケーキろ過作用によりSS除去性能が向上したためと考えられた。

一方、色度でも従来型においてSSと同様のケーキろ過作用による除去性能の向上がみられたが、不織布型及びカセット型では色度除去性能の向上はみられなかった。不織布型及びカセット型では透水速度が高いことで色度に対しケーキろ過作用が働かなかったことが推察された。

4. まとめ

本研究では、3種類の固液分離ユニットの水処理性能を比較評価した。その結果、不織布を用いた固液分離ユニットでは従来型の固液分離ユニットに比べ高い透水速度が得られることが明らかとなった。さらに、不織布の固定が完全ではないカセット型では、コンテナに充填した場合より高い透水性能が得られることが明らかとなった。ケーキろ過作用によるSS除去性能の向上はすべての固液分離ユニットでみられたが、ケーキろ過作用による色度除去性能は透水性能が高い不織布型及びカセット型では働かないことが明らかとなった。

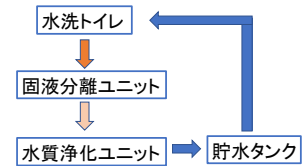


図-2 自立型トイレにおける水の流れ

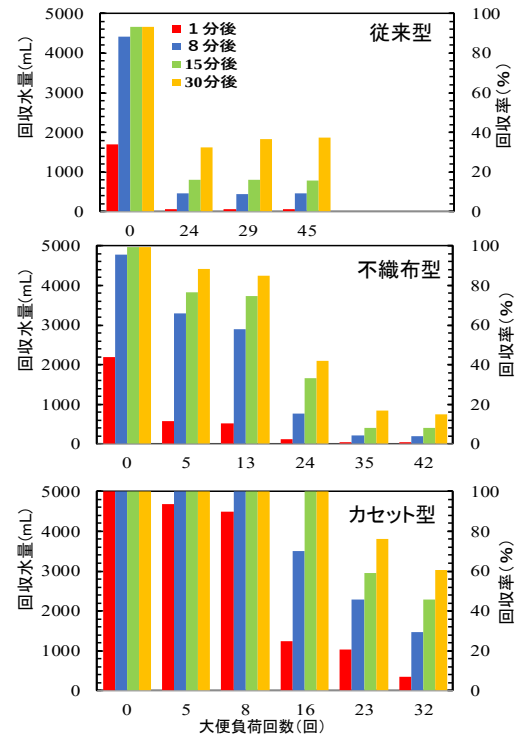


図-3 大便負荷回数に伴う透水速度の変化

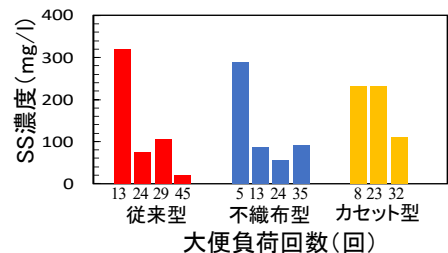


図-4 固液分離ユニットの大便負荷回数とSS濃度の関係

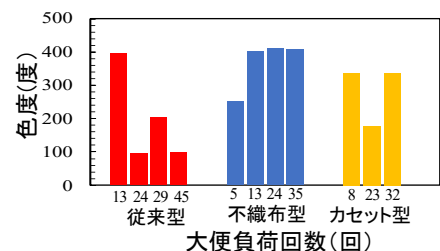


図-5 固液分離ユニットの大便負荷回数と色度の関係