

ディスポーザ排水に混入する高比重物質の管路内における輸送特性

九州大学 学生会員 ○山口聡世 九州大学大学院 学生会員 篠原久志
九州大学大学院 フェロー 楠田哲也

1. はじめに

近年、廃棄物排出量の増大とその処理処分が深刻な問題になっており、一般廃棄物の中で60%以上を占める生活系ゴミの内、生ゴミはその重さ故、輸送にかかる負荷が大きく、焼却の際のダイオキシン発生量増大などの問題も指摘されている。これらの問題を解決するための一つの手法として、ディスポーザと下水管路を用いて生ゴミを下水処理場へ輸送し、有機成分を回収して再資源化するリサイクルシステムがある。

下水管路は、土砂等が堆積することなく処理場までスムーズに掃流するような流速を基に設計されているが、多くの管路においては堆積物の存在が確認されている。堆積物は、流下能力の障害、悪臭の発生、腐食性物質(硫化水素など)による管路の腐食、雨天時越流水による水源の汚濁など、維持管理を行う上での様々な問題を引き起こす。

実際にディスポーザ排水が直接、下水管路に流された場合、比重の高い貝類や卵殻は管路内で沈降堆積することが懸念される。そこで本研究では、ディスポーザ排水中の高比重物質である貝殻の限界掃流力を測定し、管路内堆積の可能性を検討した。

2. 実験方法

図-1に実験に使用したディスポーザで破碎した貝殻の粒径加積曲線を示す。

図-1より粒径2.00mm以上に全体の約65%以上が分布することから、実験には等量のアサリとシジミをディスポーザで破碎した後篩い分け、4.75, 2.00, 1.40 mmの篩に留まったものを使用した。

塩化ビニル製の板を敷いた水路(水路幅20cm)に整流域を設け、貝殻設置点までの助走区間を5m以上とした。また、貝殻は水路の幅方向のほぼ中央に置いた。水路の平面概略図を図-2に示す。

貝殻が流れ出したときの流量、水路勾配、および貝殻を置いた点の上流側、下流側それぞれ5cm, 15cmの水深を測定した。貝殻を水路に置く際の水流に対する方向は掃流に最も耐えうる方向とした。

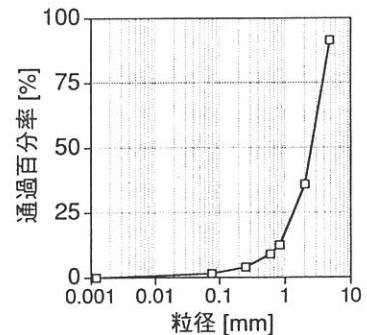


図-1. 粒径加積曲線

3. 結果および考察

開水路にエネルギー勾配 I_e で水が流れるとき、径深を R とすると、貝殻には $\tau_0 = \rho g R I_e$ が掃流力として作用する。限界掃流力 τ_c を求める際に貝殻を置いた点の上流側、下流側それぞれ5cm, 15cmの水深から水面勾配が認められた場合は、水路勾配にそれを加えてエネルギー勾配とした。

貝殻は流れに対する断面(以後、断面積と記す)と上面(以後、投影面積と記す)に掃流の作用を受けると考えられる。そこで簡単のため、断面積を貝殻が流されたときの流れの方向に対して垂直な軸と厚さから四角形として求めた。一方、投影面積は(長軸×短軸×1/2)で求められる面積と等しい面積を持つ円形として求めた。投影面積と厚さから逆算して求めた体積と、貝殻の質量と密度から求めた体積はよく一致した。

断面積、投影面積それぞれと等しい面積を持つ円の半径を等価径とした。それぞれの等価径と限界掃流力との関係を図-3に示す。

図-3において全体的に、ある等価径に対応する限界掃流力の値の範囲は、断面積と比べて投影面積の方が狭いことから、投影面積の方が断面積に比べて限界掃流力と相関があり、また、ディスポーザで破碎した貝殻の限界掃流力は最大で 1.0 N/m^2 程度であることがわかる。これ以下のデータにおいて、アサリとシジミに固有の特

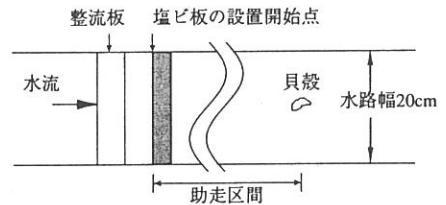


図-2. 水路の平面概略図

性は見られなかったため区別せずに表現した。

次に、貝殻の質量と、掃流されたときの流量および流水断面積から求めた平均流速との関係を図-4に、ディスプレイで破碎した貝殻(4.75, 2.00 mmの篩に留まったもの)の質量の累積分布を図-5に示す。

図-4から試料の質量は大部分が0.2g以下であり、貝殻の掃流時の平均流速は最大で0.6m/s程度であることがわかる。また、図-5に示すように、質量の累積分布は対数正規分布しており、平均値0.047g、分散0.4045であった。図-4, 5より、大部分が0.2g以下の範囲に分布していることから、大部分の貝殻を流下させるには管内平均流速が0.6m/s以上必要となること解る。

沈殿物や土砂等が堆積しない流速として、最低流速を0.6m/sとして污水管を設計するようになっている。¹⁾実際の管路設計では、この最低流速が満管流時に出現するように管路勾配などが決められることが多いが、実際の管路では管径に対して通常1/3～2/3程度の水深であり、また、管路は平均値を用いて余裕を持った設計とされているため、雨天時を除いて、まず満流の状態となることはない。²⁾

実験で使用した水路幅が20cmであることから、管径200mmの硬質塩化ビニル管を想定し、現行の設計基準である最低勾配3.0%、マンギングの粗度係数を0.013とした場合、水深が管径の1/3～2/3のときの平均流速は0.47～0.63m/s程度であり、実際の下水管では前述のように土砂やラードといった堆積物が存在することを考慮すると、現行の設計基準での流速は全ての貝殻を掃流するために決して十分ではないと考えられる。

今後は、掃流される際に貝殻に働く揚力・抗力の効果、および実際の下水管で、高比重物質が堆積することによる、更に別の物質の相乗的な堆積状況を検討する予定である。

4. 結論

- (1) ディスボーズで破碎された貝殻の限界掃流力は、流れに対する断面積と比べて貝殻の上からの投影面積と相関が見られ、最大で1.0 N/m²程度である。
- (2) 管内平均流速が0.6 m/s以上であれば貝殻を掃流できる。
- (3) 現行の設計基準では全ての貝殻を掃流するのに流速が十分ではなく、管路内での堆積が示唆される。

謝辞

なお、本研究は、平成13, 14年度科学技術振興調整費による「都市ゴミの高付加価値資源化による生活排水・廃棄物処理システムの構築」の一環として行われたこと、また、実験に使用した水路は九州大学流域システム工学研究室の多大な配慮のもとに使用させていただいたことを記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本下水道協会：下水道施設計画・設計指針と解説-1994年版-, pp.130-131, 1994
- 2) 田中修司 編：下水道管渠学, 環境新聞社, pp.214-221, 2001

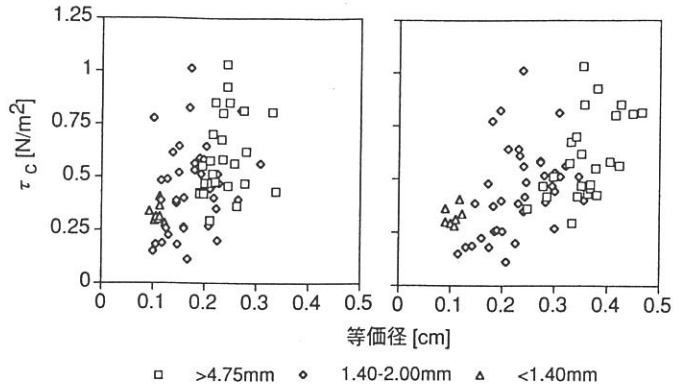


図-3. 等価径と τ_c の関係(左：断面積、右：投影面積)

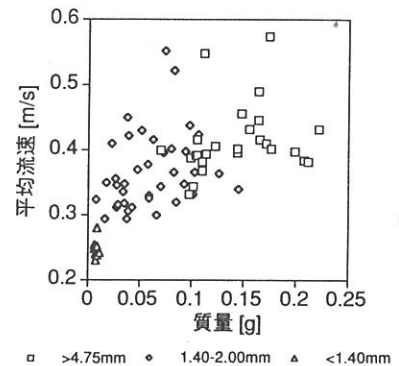


図-4. 質量と平均流速の関係

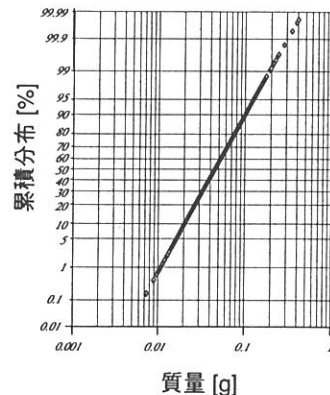


図-5. 貝殻の質量の累積分布