不織布の毛管上昇を利用した汚泥の固液分離に関する研究

前橋工科大学大学院　学生会員　○小林　幸夫
前橋工科大学　　正会員　　尾崎　益雄

1．はじめに

大都市に比べ汚水処理施設整備の遅れが目立つ中小市町村においては、より経済的な施設整備が求められており、公共下水道等の集合処理に比べ、整備費用を低く抑えられる分散処理、すなわち合併処理浄化槽の整備が有効であるとされている。

しかし、合併処理浄化槽は、維持管理費用の面で集合処理に劣ることが指摘されており、その低減が課題となっている。維持管理費用を割高にする主たる要因は、引抜き前の汚泥濃縮（減容）が十分に図られていないことによる過量な汚泥引抜きである。浄化槽からの一般的な引抜き汚泥の水分は、98～99%と大変高いものになっている[1)]。水分 99%の汚泥の水分を 98%～95%と下げていくと、汚泥の容積は 1/2～1/5 に減少するため、引抜き前の汚泥の水分比率を下げることにより、引抜き汚泥量を大幅に減量することが可能である。

本研究では、それを安価に行う方法として、不織布の繊維間に生じる毛管上昇力と圧力勾配による吸引圧で汚泥中の水分を移動、排出し、汚泥の水分比率を低下させる簡易な濃縮法の検討を行った。

2．布状物質の選択

実験に使用する布状物質の選択にあたっては、綿製のタオル、麻製の布、ティッシュペーパー、パルプ製不織布等での簡易なテスト、及びその製法上の特徴を調査し比較した。その結果、生産性が高く安価で、かつ吸水性等を自在にコントロールして作ることができる不織布が有利であることが明らかとなった。本実験に用いた不織布は、容易に入手可能な市販のクッキングペーパー（L 社製：天然パルプ 100%）である。

3．実験の内容と目的

実験は不織布の設置方法の検討、余剰汚泥の濃縮実験、及び実装置への応用の可能性に関する検討からなる。余剰汚泥の濃縮実験の目的は、簡易な汚泥濃縮装置の考案、及び汚泥濃縮効果と排水効率の検討である。以下に実験の方法、結果について示す。

4．不織布の設置方法の検討

本研究における汚泥中からの水分移動は、不織布により、汚泥水面からいったん上方向へ水分を導き、装置の上端をまたがせ排水する手法をとっている。(図-1) その際に最も有利な不織布の設置方法を探るため、水道水を用いて、以下の 3 つの実験を行った。すなわち、1)不織布の重ねが排水性能に及ぼす影響実験、2)揚程が排水性能に及ぼす影響実験、3)排水側下端の位置が排水性能に及ぼす影響実験である。その結果、1)不織布を 15 枚程度までなら重ねて設置することによる排水量の損失はないこと、2)揚程は低い方が有利であるが、ばっ気による水面の波立ちを考慮して 5cm 程度確保する必要があること、3)排出側下端の位置は水面から 5 ㎝程度低くすることが有利であること等が明らかになった。

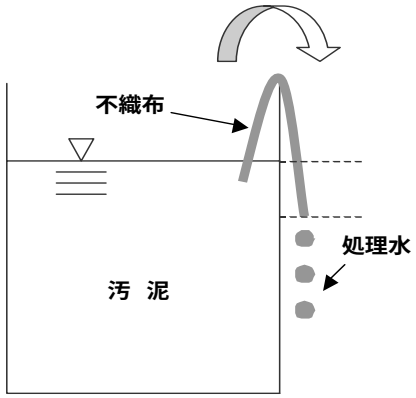

図1　不織布の設置方法の検討

5．余剰汚泥の濃縮実験

(1) 実験装置の概要と実験方法

実験装置の概要を図-2 に示す。汚泥貯留槽に見立て、汚泥を満たした装置内に下端を密閉したロート状の装置を浮かべ、ロートの縁全体に不織布を設置する。設置した不織布の毛管上昇力と圧力勾配により、汚泥中の水分をロート内へ導く。導かれた水分は脱離液としてローラーポンプで槽外へ排出されるしくみである。

キーワード　不織布，毛管上昇，汚泥減容，引抜きコスト削減
連絡先　〒370-0884　群馬県高崎市八幡町 935-3　　TEL/FAX 027-343-6173　　E-mail：koba@cameo.plala.or.jp

その際、脱離液の排出とともに、槽内の水位は低下するが、ロート状装置は水面の低下に連動し低下するため、不織布における揚程は一定である。また、汚泥の均一化と活性化を保つため、ブロワーポンプによるばっ気を常時行った。水位がある程度低下したところで、新たに汚泥を追加しながら不織布による汚泥の濃縮効果と脱離液の排水効率を検証した。実験に用いた汚泥は下水処理場の返送汚泥で、初期 MLSS 濃度は 5,800 ㎎/ℓ､追加した汚泥は 4,800～5,800 ㎎/ℓの範囲であった。

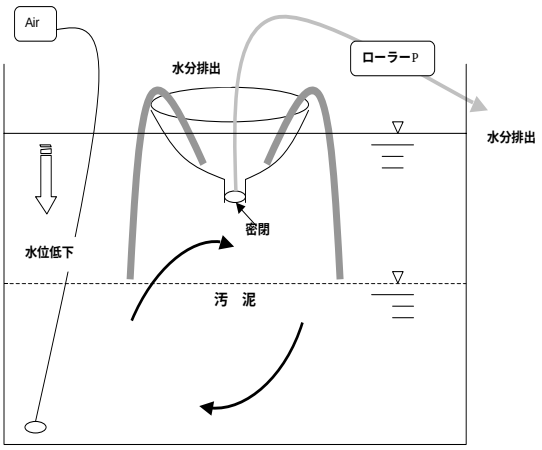

図-2　余剰汚泥の濃縮実験装置

(2) 実験結果及び考察

装置内汚泥の容量と含水率の経日変化を図-3 に示す。初期汚泥濃度 5,800 ㎎/ℓの汚泥は､1 日後に MLSS28,000 ㎎/ℓ、含水率 97.2%に、3 日後には MLSS43,000 ㎎/ℓ、含水率 95.7%となり、汚泥量は 3 日間で 86%減少し、約１/７に減容された。次に、装置内の汚泥を初期の容量と等しくなるよう、残存する MLSS43,000 ㎎/ℓの濃縮

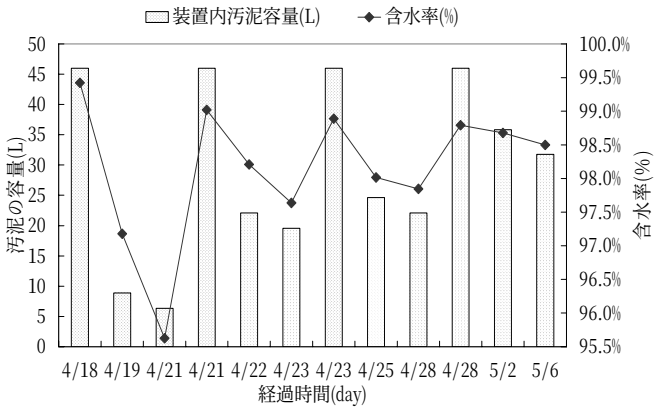

図-3　汚泥容量と含水率の変化

汚泥に MLSS5,600 ㎎/ℓの下水処理場返送汚泥を新たに加え、MLSS 9,800 ㎎/ℓとなった汚泥について濃縮を行った。この際不織布は新しいものに交換したが、初回と同様の濃縮効果は得られなった。その後同様の操作を２回繰り返したが、回を追うごとに濃縮効率が低下していく傾向が認められた。その原因は、残存した汚泥をそのまま使用したことによる汚泥の自己酸化の進行で、微細化した汚泥が増加し、不織布の目詰まりが早まっていったためであると推測できる。

また、不織布交換の際、使用後の不織布は、ばっ気攪拌されている同装置に投入することにより汚泥中に溶解することが確認でき、天然パルプ製の不織布を用いた場合には、別途処分を検討する必要がないことが明らかとなった。

6．まとめ

不織布の毛管上昇力と圧力勾配を利用した汚泥濃縮実験において、水分比率 99.6%の汚泥は 3 日間で水分比率 95.7%まで低下し、汚泥量は 1/7 に減少した。その際、設置後 1 日目における不織布 1 ㎡あたりの排水効率は 93.7ℓ/日であった。これを 1m^{3}の汚泥減容に要する不織布の量的コストに換算すると 907 円/ m^{3}となり、1 m^{3}当り 1 万円前後が一般的である汚泥引抜きコストと比較した場合、その優位性が明らかとなった。また、浄化槽における汚泥の濃縮操作は、汚泥引抜きのタイミングに合わせ、適時行うことでその目的が達せられることから、不織布の排水効率は経時的に低下するが、漸減しながらも 3 日間程度その効率が持続することで十分その目的を果たすことが可能である。これらのことから、不織布を用いた簡易、かつ安価な本汚泥濃縮手法は、浄化槽の維持管理費用を削減する極めて有効な手段となり得ることが示された。

今後の課題は、不織布の繊維間隙や繊維の方向等が、汚泥からの水分分離機能やその持続性に与える影響を解明し、より排水効率の高い不織布の仕様を明らかにすることである。また、汚泥性状の変化が濃縮効率に与える影響について検討を行い、本手法に最適な汚泥の状態を究明することである。

引用文献

1)　㈶日本環境整備教育センター：浄化槽の維持管理　第 3 編，pp.302，(2001)