VII－205

凝集直接ろ過による下水2次処理水の浮遊性・溶解性物質の除去特性

室蘭工業大学　学生員　吉田　智志
室蘭工業大学　正　員　穂積　準
室蘭工業大学　正　員　吉田　英樹
室蘭工業大学　学生員　加尓肯　馬拉夫
室蘭工業大学　学生員　横山　知明

1．はじめに

今日、水質環境基準の維持・達成、閉鎖性水域の富栄養化防止、あるいは修景・親水用水等への下水2次処理水の高度処理による再利用などに際しては、更なる水質の安定化が要求される。

本報告は、粗大ろ材層と砂層を連結した2階床直接ろ過法による浮遊性物質と溶解性物質の同時除去を目的として、その除去性能に及ぼす砂層の砂粒径、及びろ過速度の影響について検討したものである。

2．実験概要

実験装置は室蘭市蘭東下水処理場に設置した。ろ過装置本体は内径８ｃｍのろ過筒に、内径２ｍｍ、外径４ｍｍ、長さ６ｍｍのビニールチューブを半円筒状に切断したものを９０ｃｍ厚に充填した上部粗大ろ材層と、粒径０.５９～０.７１ｍｍ、０.７１～０.８５ｍｍ、０.８５～１.００ｍｍの３種の砂を、それぞれ初期空隙率４５％で６０ｃｍ厚に充填した下部粗大ろ材層からなる。原水としては、活性汚泥法の最終沈殿地流出水、凝集剤として硫酸アルミニウムを用いた。実験は、本原水の最適凝集条件（凝集剤注入量４ｍｇ/Ｌ、ｐＨ５.５～６.０）下でフロックを生成し、ろ過速度を１２０ｍ/ｄ、２４０ｍ/ｄ、３６０ｍ/ｄに変化させて行った。また、所定時間ごとにサンプルを所定箇所から採取し、濁度・色度・リン酸を測定するとともに損失水頭をマノメーターで測定した。尚、実験は損失水頭が３ｍに達した時点、もしくはろ過継続時間が３０時間に達した時点で終了した。

3．実験結果及び考察

I．ろ過水水質の除去特性

図１は、各砂粒径、ろ過速度における濁度の平均除去率を示したものである。平均除去率は、ろ過速度１２０ｍ/ｄの場合、砂粒径によらず９５％以上の一定値を示すが、ろ過速度２４０ｍ/ｄの場合は、砂粒径の増大とともに低下する傾向が見られ、砂粒径０.８５～１.００ｍｍでは０.５９～０.７１ｍｍの場合に比べて１５％程度低下している。これは以下に示すようなことが原因と考えられる。図２の濁度除去率の経時変化に示すように、粗大ろ材層の除去能力はろ過前半までは比較的高いものの、ろ過後半では著しく低下し砂層への流入濁度が増大する。その結果、ろ過後半では砂層における濁質抑留が著しく増大することになる。これに伴って砂層空隙の閉塞が進行し、砂層内の実流速が増大して抑留濁質表面に作用する流れのせん断力が大きくなり、付着抑留しえずにろ過水中に漏出する濁質成分が増大するために、ろ過期間を通しての平均除去率が低下するのである。また、ろ過速度３６０ｍ/ｄの場合、砂層の初期空隙率４５％の条件下では、ろ層のろ過能力が不足していると思われ、いずれの砂粒径においてもろ過開始直後から濁質の漏出が見られ、濁度除去率は大幅に低下した。さらに、ろ過継続時間も７～１３時間と短く、ろ層の洗浄等を考慮するとろ過速度３６０ｍ/ｄの採用は実用的ではないと考えられる。

図３は、各砂粒径、ろ過速度での色度の平均除去率を示したものである。色度の平均除去率は、ろ過速度３６０ｍ/ｄの場合、他のろ過速度に比べてやや低下しているが、ほぼ５０％程度の値となった。本実験の最適凝集条件下で

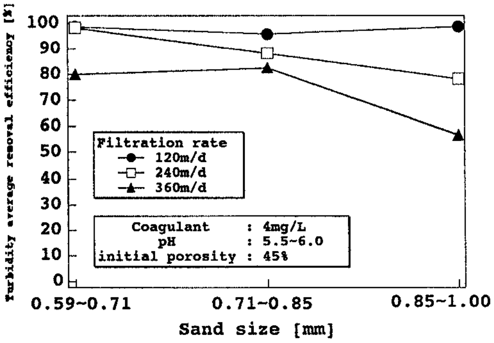

図１：濁度の平均除去率

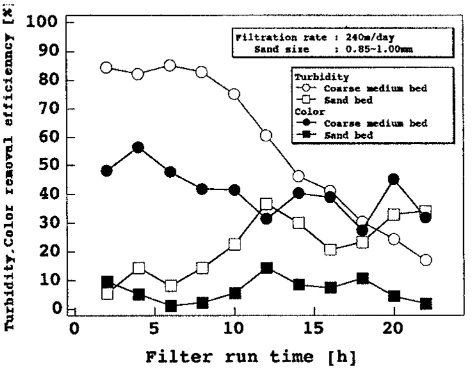

図２：濁度・色度除去率の経時変化

Key Word：２層ろ過、凝集、濁度、色度、リン酸
室蘭工業大学：〒０５０　北海道室蘭市水元町２７-１（Ａ-２２４）　ＴＥＬ　０１４３-４７-３３７８

は、色度成分の凝集率は５０％程度であることから、１２０ｍ/ｄと２４０ｍ/ｄでは凝集された色度成分が、ろ過によってほぼ完全に除去されていると考えられる。また、色度の平均除去率は、ろ過速度によって変化するものの、砂粒径によってはそれほど大きく変化せず、濁度の場合とは異なる除去傾向を示した。前述の図２に示すように、濁度の場合と異なり、粗大ろ材層における色度除去率の経時変化は比較的小さく、砂層へ流入する色度成分の割合はろ過後半においてもそれほど大きく変化しない。その結果、濁度の場合に比べて色度成分の抑留の砂層への依存度は相対的に小さくなり、色度の平均除去率に及ぼす砂粒径の影響は小さくなる。粗大ろ材層における濁度成分、色度成分の除去率の経時変化の推移は、フロック形成過程からは同様の傾向を示すと考えられ、上述の結果については、今後更に検討する必要があるものと思われる。

図４は、リン酸の平均除去率を示したものであるが、その除去傾向は濁度の場合とほぼ同様であり、全体的に９０％程度の高い平均除去率が得られた。ただし、砂粒径０.７１～０.８５ｍｍで３６０ｍ/ｄの条件では若干除去率の低下が見られるが、これは本実験ではろ過期間中におけるリン酸の測定回数が濁度、色度に比べて極めて少ないことによるものである。

II．ろ層の抑留量とろ層閉塞

図５(a)、(b)は、それぞれ粗大ろ材層と砂層における空隙減少量と濁質抑留量の関係を示したものである。この場合の空隙減少量は、Ｋｏｚｅｎｙ-Ｃａｒｍａｎ式を用いて、損失水頭から求めたものである。空隙の減少量は、抑留量の増加とともに増大していくが、その増加率は次第に小さくなる。ろ過初期においては、多くの隙間間隔の小さい狭窄部に濁質が抑留され閉塞し、空隙減少量は急激に増大する。その後、ろ過の進行とともにこの小さな狭窄部は減少し、隙間間隔の大きな狭窄部が徐々に閉塞されていくため、空隙の減少量の増加率も緩慢になると考えられる。また、両者の関係はろ過速度によって異なる。これは、低ろ過速度になる程、濁質の受けるせん断抵抗が小さくなり、高ろ過速度のものとは堆積構造が異なるため、濁質抑留に伴う狭窄部の閉塞によって空隙水路が利用されない死空間が出来やすく、見かけ上大きな空隙体積が減殺されているためであると考えられる。ただし、両者の関係に及ぼすろ過速度の影響は、粗大ろ材層に比べて砂層において大きかった。また、両者の関係は砂層では砂粒径によって相違することが予想されるが、その影響は顕著には見られなかった。

４．結論

（１）、濁度、リン酸の除去傾向はほぼ同様で、砂粒径、ろ過速度の増大とともに平均除去率は低下する。色度については、高ろ過速度ほど平均除去率が低下するが、砂粒径による影響は見られなかった。

（２）、空隙減少量と濁質抑留量の関係は、ろ過速度によって異なり、その影響は粗大ろ材層では小さく、砂層では大きい。

（３）、砂層における空隙減少量と濁質抑留量の関係は、砂粒径によって変化しない。

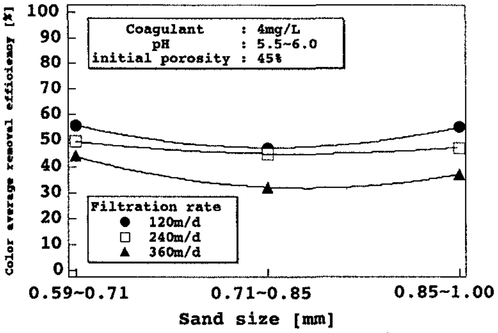

図３：色度の平均除去率

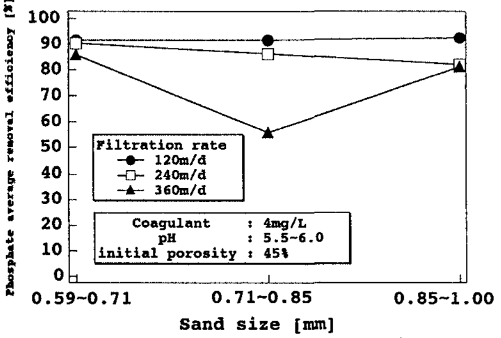

図４：リン酸の平均除去率

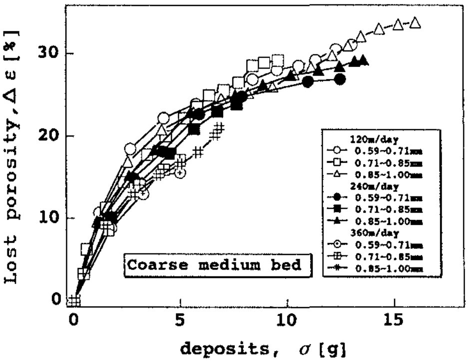

図５(a)：空隙減少量と濁質抑留量の関係

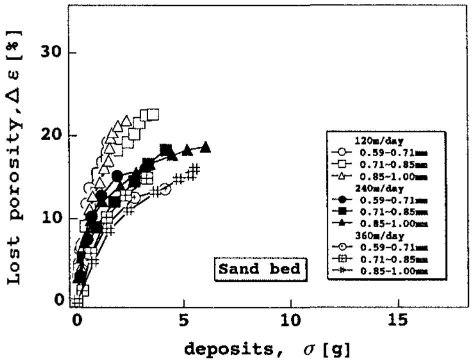

図５(b)：空隙減少量と濁質抑留量の関係