

水質浄化用接触材の比較と発泡廃ガラスの浄化性能に関する研究

佐賀大学理工学部 学 ○有川雄一郎

佐賀大学低平地研究センター 正 荒木宏之 山西博幸

日本建設技術(株) 正 松尾保成 落合一明

佐賀大学大学院工学系研究科 学 三島悠一郎

1.はじめに 発泡廃ガラス (FWG) の水質浄化特性に関しては、これまでに河川やいけすの水質改善、下水を対象とした排水処理における発泡廃ガラス接触材の有効性¹⁾、FWGを用いた水質浄化システムの設計、管理条件²⁾³⁾について検討してきた。一方、水質浄化用の接触材として古くから用いられている礫、種々の形状をしたプラスチック接触材、ひも状接触材、貝殻、炭などがあり、それぞれ一長一短を有するものの、それぞれの浄化特性を比較した事例は少ない。本研究では FWG の他、一般的に用いられることの多いプラスチック接触材と礫を同一条件で使用し、それらの浄化機能の比較を行った。

2.実験方法 図-1 は実験装置の概略図である。接触材として FWG・プラスチック・礫(写真-1)をそれぞれ充填した円柱型のタンク (高 80cm、直径 64cm、充填容積 0.16 m³) を用いた。接触材の諸元を表-1 に示す。それぞれ水質浄化用として市販されている接触材である。大きさもかなり違うが、比表面積と空隙率の違いも大きい。流入下水として佐賀県内の下水処理場最初沈殿池流出水を用いた。本システムは、定量ポンプにて下水を連続的にタンク下部より供給し、上向流で接触材充填部を通過させ、タンク上部から越流させる構造となっている。タンク内の DO 低下を防ぐため、ブローアにて常時曝気を行った。この際、各タンク内の空気量は同一とした。採水は 2 カ所 (流入口・流出口) で行い、定量ポンプにて 24 時間のコンポジットサンプルを得た。測定項目は水温、DO、pH、透視度、SS、BOD、C-BOD、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、PO₄-P である。また、負荷の変化による除去効率の違いを調べるため、滞留時間 (HRT) を開始から 2 週間は 8 時間、その後は 14 時間に設定した。

3.実験結果及び考察 図-2 に SS の経時変化を示す。実験開始から 2 週間は、FWG や礫の SS 濃度が大きく変動しているのに比べ、プラスチックは SS 濃度の増加が見られず良好である。これは、表-1 のようにプラスチックの空隙率が高いため、SS の抑留効果 (容量) が大きいのに対して、FWG や礫は空隙率が低いため、抑留効果が小さいためと考えられる。その後、HRT を 14 時間に変更したところ、汚泥引き抜き効果もあり、SS 濃度は低下した。FWG は 28 日目に SS が多少流出しているが、ほぼ安定しているのに比べ、プラスチックや礫は 35 日目から悪化している。プラスチックでは、空隙率が大きく構造的にも単純な流れになり易く、また、堆積や抑留された汚泥が他の接触材に比べて流出し易いとも考えられる。これに対して、FWG は程よい空隙率を有している上、流れと形状が複雑で SS の捕捉効果が高いものと思われる。礫の場合、径が格段に大きいので、空隙率による単純な比較はできないが、流れと形状の効果でプラスチックに比べ SS の捕捉効果は高いようである。

図-3 は BOD の経時変化を示したものである。HRT=8hr では、SS 除去が良好なプラスチックの BOD 除去が高く、逆に、SS 除去が良好でなか

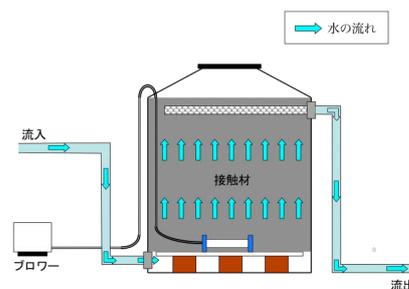


図-1 実験装置の概略図



写真-1 左から FWG、プラスチック、礫

表-1 各接触材の諸元

	FWG	プラスチック	礫
粒径 (mm)	10~50	33×33	100~150
比表面積 (m ² /m ³)	4,600	340	50
空隙率 (%)	65	90~95	42

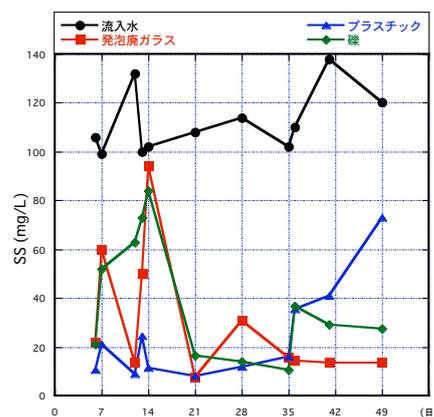


図-2 SS 経時変化

った FWG や礫は BOD 除去も悪い。HRT を 14 時間に変更した後は汚泥引き抜き効果もあり、いずれも回復した。35 日目以降、プラスチックや礫は BOD 値が悪化したのに比べ、FWG は安定していた。FWG は比表面積が極めて大きい、多孔質構造なため、負荷が高いと生物膜によって目詰まりを起こし易く、その結果、機能が低下し、効率よく除去されなかったとえる。しかし、負荷を下げることによってこれを解消し、除去効率が上昇したものと考えられる。プラスチックは比表面積が小さく、空隙率が高いので、付着生物膜としてではなく、多量の SS の蓄積によって発生した汚泥の形態で生物相を保持していたと考えられる。これは流出水の SS や BOD の結果から分かるように、負荷変更後の生物膜及び堆積汚泥の流出に伴う SS の増加に併せて、BOD の除去効率が低下した。礫は他の接触材に比べ空隙率が低く、SS や有機物を捉え易いが、比表面積が小さく、生物膜付着量が少ないため、除去効率は悪い。

図-4、図-5 に T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N の経時変化を示す。HRT=8hr では、T-N は SS と BOD の結果と同様の傾向が見られた。HRT=14hr では、FWG の除去効率が安定しているのに対し、35 日目以降、プラスチックや礫は、SS の流出に伴い悪化した。FWG やプラスチックの NH₄-N は、どちらもほぼ除去され、NO₃-N が増加した。これは、滞留時間変更により、生物膜付着が良好となり硝化が進行したためである。また、FWG は比表面積が他の接触材に比べ極めて大きいため、生物膜付着性が良好であることから、同化と生物膜深部の嫌気性層で生じる内部脱窒により T-N が除去された。プラスチックは負荷を下げたことで生物膜内部脱窒が生じなくなったため、T-N 除去効率が悪化したと考えられる。礫の除去効率が悪いのは、比表面積が小さく、生物膜付着量が少ないためである。

図-6 は T-P の経時変化を示している。T-P の上昇は、接触材に捕捉された汚泥が浮上し、流出したことや、曝気による接触材の生物膜が剥離し、SS 性リンとしての流出によるものである。滞留時間変更後、プラスチックの T-P 除去効率の悪化は、SS 濃度の上昇が要因である。逆に SS 濃度の安定している FWG や礫は、除去効率も安定している。

4. まとめ 以上の結果から負荷と接触材の物性によって浄化効率に違いがあることが分かる。負荷が高い場合、比表面積が大きく多孔質な FWG は目詰まりを起こし易い一方、空隙率が高く、汚泥の抑留効果が大きいプラスチックの方が、効率は良好となった。負荷が低い場合は、比表面積が大きい接触材で生物膜が増殖するため、FWG の除去効率が良好となった。また礫は空隙率も低く、比表面積も小さいため、負荷の変化にあまり影響されなかった。このように、対象とする水質、負荷、接触材の物性により、浄化効率が大きく変わることを、即ち、対象とする水質、負荷に応じた接触材の適用と設計が必要であると言える。

【参考文献】 1)米原ら，平成 16 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 973-974，2005。 2)松下ら，平成 17 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 1119-1120，2006。 3)松下，佐賀大修士論文，2007。

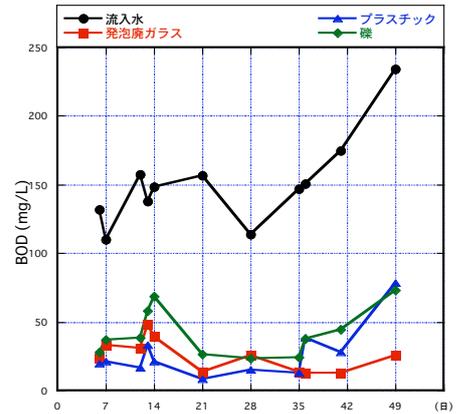


図-3 BOD 経時変化

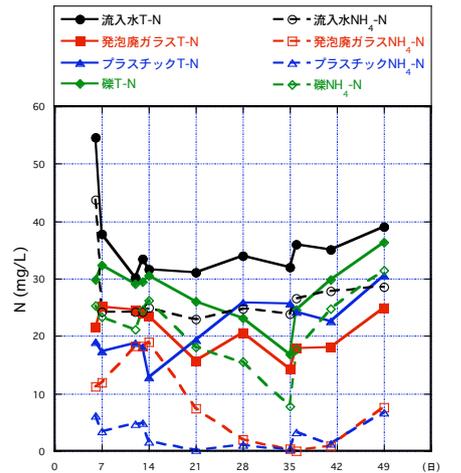


図-4 T-N, NH₄-N 経時変化

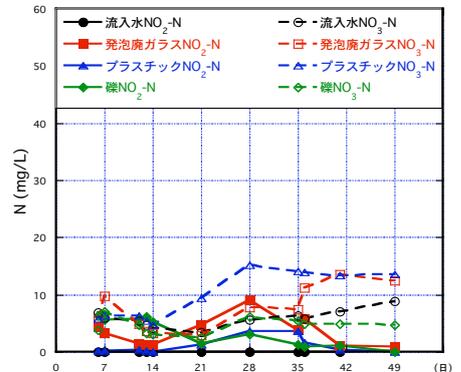


図-5 NO₂-N, NO₃-N 経時変化

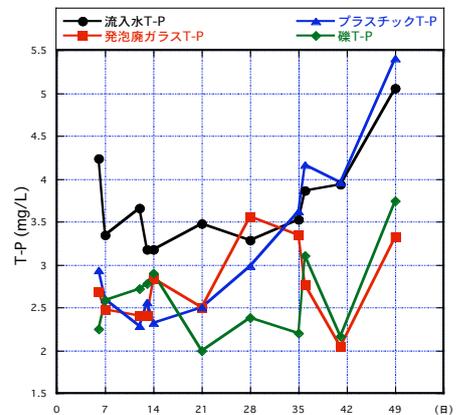


図-6 T-P 経時変化