

レイクリゾート地での土壌浄化処理施設の設計

復建調査設計(株) 正会員 ○三木 一慶
 “ “ 清水 俊男
 広島大学工学部 “ 山口 登志子
 “ “ 学生員 三浦 恒

1. はじめに 今回報告を行う施設は、広島県の中央部に位置する土師ダムの周辺の公衆便所の浄化槽から排出される2次処理水をさらに高度処理するために設計したものである。本設計の特徴としては、BOD、窒素、リンを除去するため、処理方式として土壌浄化法を採用したことである。施設は、1m×2m×1.2mの鉄筋コンクリート製の土壌処理槽10基から成り、表層は花を植栽した花壇としている。

2. 設計概要 図-1のフロー図に示すように、公衆便所の隣に設けられた浄化槽からの汚水2次処理水を、鉄筋コンクリート製の土壌処理槽で高度処理を行い、処理水を池に送水し井戸水で希釈して放流する。

本施設は、特に土壌処理槽での土壌の種類・構成、負荷量等の条件と土壌処理効果との関係を解析するため、汚水の外部への浸透・流出を防ぎ、他の要因による影響を受けないように閉鎖系として設計を行った。また、汚水の供給量の調節、土壌の種類の交換、飽和・不飽和流域の変更等を可能にし、実験的要素を多く持つ設計としている。

3. 土壌処理槽構成の概要 土壌処理槽に詰める土壌(マサ土、黒ぼく土)、土壌改良剤(パーミキュライト、パーライト)及び活性炭について行った吸着試験と透水試験の結果、またそれを基に決定した各土壌処理槽の構成と処理水散布実験結果について述べる。

(1) 吸着実験結果 図-2は、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸着実験の結果である。図よりマサ土、パーミキュライト、パーライトではほとんど吸着は見られない。黒ぼく土、活性炭では吸着効果が見られ、黒ぼく土では溶液濃度にかかわらず約 $5\text{mg}/100\text{g}\cdot\text{soil}$ の吸着量であり、活性炭では溶液濃度に比例して吸着量が増加している。

図-3は、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の吸着実験結果であり、黒ぼく土のみ吸着効果が期待できるが、他の素材についてはほとんど吸着効果はない。

図-4は、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸着実験結果である。黒ぼく土以外のどの土壌においても、溶液濃度に比例して吸着量が増加している。特にパーミキュライトではほぼ100%近く吸着されており、パーミキュライトによる $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去が期待できる。

実験より得られたリン酸吸収係数を図-5に示す。この図より黒ぼく土のリン酸吸収が他の土壌と比べて

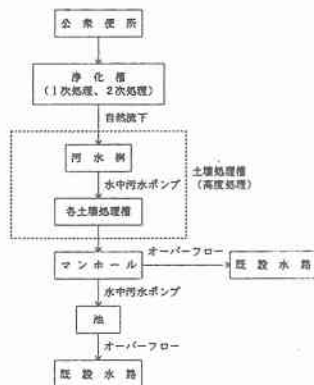


図-1 フロー図

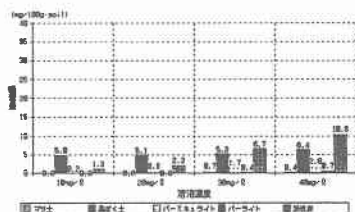
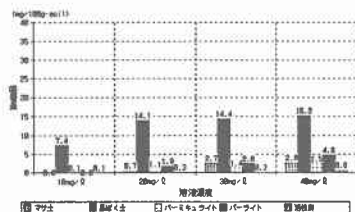
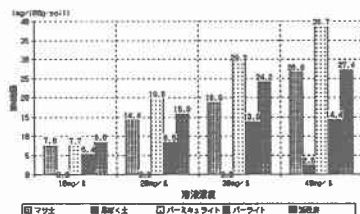
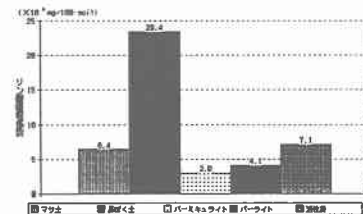
図-2 $\text{NO}_3\text{-N}$ の吸着量図-3 $\text{NO}_2\text{-N}$ の吸着量図-4 $\text{NH}_4\text{-N}$ の吸着量

図-5 リン酸の吸着量

極めて高い。一般に、マサ土でもかなりのリン吸着があるが、実験結果より黒ぼく土は、マサ土の約3.5倍のリン酸吸収係数を示すことから、多量のリン除去が期待できる。

(2) 透水試験結果 変水位試験によって求めた土壌及び土壌改良剤の透水係数を図-6に示す。図より、マサ土、黒ぼく土は単独では透水性が低いことが分かる。これらの土壌に土壌改良剤のパーライトを混ぜることにより透水係数が約4~5倍になり、透水性に関してパーライトの効果は大きいといえる。

(3) 土壌処理構成 上記の実験結果を基に最も効率的な高度処理が期待できる土壌処理槽の構成を図-7に示す。土壌処理槽の最上層には植物を植栽するため通水性・通気性が高く、かつ前述の吸着試験よりNH₄-Nの除去効果が高いバーミキュライトを添加することとしたが、コスト、浄化能を考慮してバーミキュライトとマサ土を7:3の割合で混合して充填した。層厚は、植物の根の大部分が地表から30cmの間に存在することから35cmとし、散水管の周りには通気性を確保するために、活性炭を散水管を中心に10~15cmになるように敷き詰めた。最下層には、排水性を考慮して砂利を深さ20cm充填し、その上には、活性炭を深さ20cmで充填した。この活性炭層では窒素、リン吸着の他に水位を考えることにより、飽和流域を作り脱窒を促進することを予定している。活性炭層の上部には、活性炭層において脱窒が起こる際に必要となる炭素源としてピートモスを充填した。活性炭層の層厚は、不飽和流と飽和流の切り替えと排水口の位置を考慮して20cmの厚さにし、その上にピートモス層を厚さ5cm充填した。中央の層には、吸着実験結果よりリンの浄化能が高い黒ぼく土を充填することとした。黒ぼく土は粒径が小さく通水性が良くないため、通水性・通気性が良いパーライトを30%混合し充填することにより目詰まりの問題を解決した。一方、今回の設計は実験的要素を持つことから、上述のような構成の土壌処理槽の他に、表-1に示す5パターンの構成の土壌処理槽で高度処理を行い、処理水質を調査することとした。

(4) 処理水散布実験結果 図-8に流入水平平均濃度とパターンIの処理水平平均濃度を示す。図よりT-Nについては、流入水73.8mg/Lに対して処理水18.7mg/Lと約1/4の濃度になっている。T-Pに関しては、流入水8.3mg/Lから処理水1.4mg/Lと約1/6、BODについても流入水17.2mg/Lから処理水3.0mg/Lと約1/6となっている。この結果から見かけの除去率を算出するとT-Nが75%、T-Pが83%、BODが83%となり、窒素、リン、BODいずれも比較的良好に除去されている。

4. おわりに 本土壌処理槽は、し尿浄化槽からの2次処理水を土壌と土壌改良剤によって高度処理し、BODのみならず富栄養化の原因である窒素、リンを除去することを目的に設計したものである。また、土壌浄化法は低コストで汚水処理が可能であると言われているが、汚水処理技術としてはまだ確立されたものとはいえず、浄化効率の高い土壌処理槽を考案する目的で実験的要素を豊富に含んだ設計となっている。今後は、土壌処理槽からの処理水を定期的に追跡調査し解析することによって、土壌浄化システムの機構を明らかにし、効率の良い土壌浄化処理施設を考案していきたいと考えている。

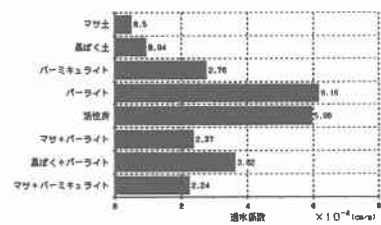


図-6 透水係数

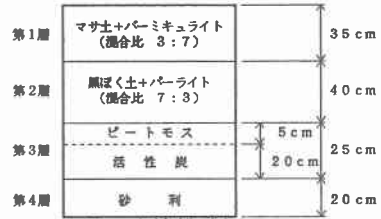


図-7 土壌構成図

表-1 土壌処理槽構成表

	パターンⅠ	パターンⅡ	パターンⅢ	パターンⅣ	パターンⅤ
第1層 (35cm)	マサ土+ バーミキュライト (混合比 3:7)		マサ土+ バーミキュライト (混合比 1:3)	マサ土+ バーミキュライト (混合比 3:7)	マサ土+ バーミキュライト (混合比 3:7)
第2層 (40cm)	黒ぼく土+ パーライト (混合比 7:3)	マサ土+ パーライト (混合比 7:3)	黒ぼく土+ パーライト (混合比 1:3)	マサ土+ パーライト (混合比 1:3)	黒ぼく土+ パーライト (混合比 7:3)
第3層 (25cm)	ピートモス+ 活性炭 (上層5cm)		ピートモス+ 活性炭 (上層5cm)	ピートモス+ 活性炭 (上層5cm)	マサ土+ パーライト (混合比 7:3)
第4層 (20cm)	砂利	砂利	砂利	砂利	砂利

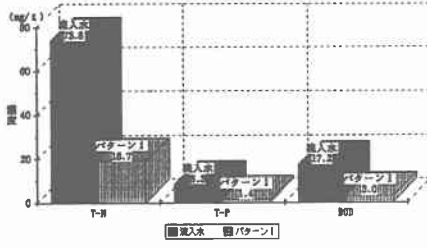


図-8 土壌浄化槽の流入・流出水平平均濃度