

氏 名	いな づみ しん や 稲 積 真 哉
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2202 号
学位授与の日付	平成 15 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	工学研究科土木工学専攻
学位論文題目	Waste Sludge Barrier for Landfill Cover System (廃棄物処分場におけるカバー材としての汚泥の適用性)
論文調査委員	(主 査) 教授 嘉門雅史 教授 大西有三 教授 武田信生

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、廃棄物処分場における遮水工の一要素であるカバーシステムに着目し、廃棄物の有効利用促進の観点から汚泥材料のカバー材（汚泥バリア）としての適用性、汚泥バリアを適用したカバーシステムの降雨遮水性能、およびカバーシステムが設置された条件下におけるガス抜き管の最適な配置を、環境地盤工学的な手法を用いて議論したものであり、以下に示される 8 章から成っている。

第 1 章は序論であり、廃棄物処分場における浸出水が原因の地盤環境汚染に対する遮水工の重要性、ならびに廃棄物を地盤材料として積極的に有効利用する社会的傾向を概説している。これらの背景を基に、本研究を遂行する目的、および本論文の構成について述べている。

第 2 章では、第 1 章で概説された我が国の処分場技術を伴う廃棄物管理に関わる現況および問題点を指摘し、本研究の位置づけを明確にしている。処分場カバーシステムに対しては、我が国と欧米諸国の処分場遮水技術を比較検証し、降雨の浸透を直接的に遮断することが期待できるカバーシステムの確立に向けた我が国の課題を述べている。

第 3 章では、廃棄物汚泥の汚泥バリアとしての適用性を実験的に評価しており、独自に改良した柔壁型透水試験装置および遠心載荷試験装置を用いて、廃棄物に指定される製紙汚泥および建設汚泥がカバー材として必要な低透水性を長期的に確保できることを証明している。また、汚泥の物理化学的性質と透水性との関係は、粒子構造の視点から理論的に考察し、低透水性を確保できる汚泥の締めめ方法を提案している。さらに汚泥を遮水材として用いるために、重要となる設計因子、例えば再利用に伴う汚泥からの有害物質の溶出挙動、およびカバー材としての力学的安定性・耐久性を明確にするとともに、その実験の評価手法を開発している。

第 4 章では、我が国の処分場において、未だ導入事例の少ないカバーシステムの設置効果を、水収支解析を用いたカバーシステムの降雨遮水率の定量化によって解明している。さらに、処分場カバーシステムの設置が廃棄物層内で発生し得る浸出水の低減に効果的に寄与することを、水収支解析を廃棄物層まで拡張することによって証明している。それより、カバーシステムの設置が処分場内での水循環を最小限に抑制できることを明確にし、結果として廃棄物層からの浸出水量が低減されることを定量的に導いている。すなわち、カバーシステムが廃棄物処分場における浸出水が原因の地盤環境汚染に対して、効果的な遮水工となり得ることを述べている。

第 5 章では、各地の処分場における気象データを用いてカバーシステムの降雨遮水率を、汚泥で構成する遮水材の飽和および不飽和浸透挙動を組み込んだ水収支解析を用いて定量的に評価している。水収支解析に必要な遮水材の飽和・不飽和浸透パラメータは、独自に開発した透水および保水性実験装置を用いて評価している。これらの実験および水収支解析によって、カバーシステムの性能評価に気象条件およびカバーシステムの構造条件を考慮した水収支解析を導入することの有効性を示すとともに、カバーシステムの導入によって浸出水発生の主要原因となる降雨の廃棄物層への浸透を、例えば国内で最も降水量の多い三重県尾鷲市において 99% 遮断できることを明らかにしている。

第6章では、カバー材が四季を通じて様々な気象条件に曝露されることを考慮し、汚泥バリアとして乾湿サイクルを受けた締固め汚泥の収縮挙動および透水性の変化を、室内透水試験および遠心場透水試験を用いて評価している。さらに、実際の気象条件下での汚泥バリアの遮水性に関する耐久性を、蒸発環境下における一次元不飽和土中水移動を計算することで予測している。

第7章では、処分場ガスに対するカバーシステムの設置効果ならびにガス抜き管によるガス圧低減効果を追究している。そこでは、締固め汚泥のカバー材としての通気性を透気係数に着目して実験的に評価し、締固め汚泥に対する透気係数と飽和度の特性を明らかにしている。さらに、低透気性のカバーシステムが設置された処分場環境におけるガス抜き管の性能を発生ガス圧低減の観点から評価することで、ガス圧レベルに対するガス抜き管の圧力低減効果を予測できる設計手法を確立している。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約するとともに、汚泥バリアを有するカバーシステムの実用化への将来展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

多量に排出される廃棄物を地盤材料として積極的に再利用することは、循環型社会形成のために最も有効な手法の一つである。一方、廃棄物処分場からの浸出水の漏出は、地盤環境汚染問題として、現状における処分場確保の上で大きな障壁になっており、廃棄物処分場のカバーシステムが浸出水の漏出負荷の低減に大きな効果があると考えられるにもかかわらず、未だ十分な知見が得られていない。本論文は、廃棄物処分場における遮水工の一要素であるカバーシステムに焦点を当て、廃棄物の有効利用促進の観点から汚泥材料のカバー材（汚泥バリア）としての適用性、汚泥バリアを適用したカバーシステムの降雨遮水性能、およびカバーシステムが設置された条件下におけるガス抜き管の最適な配置等を解明する一連の研究をまとめたものであって、得られた主な成果は次のとおりである。

1) 廃棄物である製紙汚泥および建設汚泥の低透水性に着目し、それらの処分場カバー材としての適用性を、柔壁型透水試験と遠心載荷試験によって評価するとともに、遮水材の性能に関連する種々の設計因子の実験手法を開発・提案して、その有効性を明らかにした。

2) 我が国の処分場において、未だ導入事例の少ないカバーシステムを設置することの工学的意義を、水収支解析を用いた降雨遮水率の定量化によって明らかにし、国内で最も降水量の多い尾鷲市でも降雨の99%を遮断できることを証明している。

3) カバーシステムを設置することによる廃棄物からの浸出水漏出の事故発生の低減効果を予測して、水収支解析を用いたカバーシステムの遮水性の評価手法を確立するとともに、廃棄物処分場からの浸出水が原因となる地盤環境汚染に対して、カバーシステムが効果的な遮水工となり得ることを明らかにした。

4) カバーシステムが設置された条件下におけるガス抜き管の最適な配置について、ガス圧レベルに対するガス抜き管の圧力低減性能の定量的予測に基づく設計法を提案した。

以上要するに、本論文は、廃棄物処分場における地盤環境の保全に対して、降雨の廃棄物への浸透を抑制しうるような廃棄物の再利用によるカバーシステムを導入して、その有効性を実験的・解析的に詳細に評価したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成14年12月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。