

氏 名	サラバナン マリアパン Saravanan Mariappan
学位(専攻分野)	博 士 (地球環境学)
学 位 記 番 号	地 環 博 第 21 号
学位授与の日付	平成 19 年 3 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	地 球 環 境 学 舎 地 球 環 境 学 専 攻
学位論文題目	Interface Shear Strength of Composite Landfill Liner (廃棄物処分場の複合ライナーの相互せん断強度特性に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 嘉 門 雅 史 教 授 松 井 三 郎 助教授 勝 見 武

論 文 内 容 の 要 旨

廃棄物処分場は、近代的な工学設計技術を導入した上で建設が実施されている。しかしながら、それにもかかわらず近年世界各地で廃棄物処分場にすべり破壊が発生しており、一度すべりが生じるとその修復には多大の費用と時間を必要とするだけでなく、対策中の周辺環境リスクは著しく高くなることから、現代社会が解決すべき重要な課題の一つである。

本論文では、廃棄物処分場の遮水性能の向上のために近年導入されている多層遮水工構造のすべり安定性に関して、詳細な実験と解析によって検討したものであり、さらに得られた成果を用いて最適設計のあり方の提案を行っており、以下の 9 章から構成されている。

第 1 章ならびに第 2 章では、廃棄物処分場の構造設計の基本的考え方をはじめ、最近のすべり破壊事例を取り上げて本研究の背景を取りまとめるとともに、本研究の目的、論文の構成と内容に関して言及している。

第 3 章では、自ら提案し改良した ASTM タイプの中型モデル試験装置の特性を詳細に説明し、シート状のジオシンセティックスと、マスとしての土材料である粘土ライナーや自然地盤模擬土などの相互せん断特性を実験的に求める手法の合理性を、小型試験装置との相関性に基づいて検証した。さらに、研究に用いる各種材料特性を求めるとともに、廃棄物処分場における遮水工構造から、可能なライナーの組み合わせを決定した。

第 4 章では最適含水比条件下における各種のジオシンセティックシートや粘土ライナー、自然地盤模擬土などの相互せん断強度特性を、数多くの組み合わせパターンで測定して、改良型中型モデル試験装置の高い適用性を確認するとともに、シート構造間の相互せん断強度や、シートと粘土層構造間の相互せん断強度などを同じ装置を用いて統一的に求めることに成功した。

第 5 章では飽和条件下で相互せん断強度特性を求め、第 4 章で求めた最適含水比条件下でのせん断強度特性との比較を行った。中型モデル試験の制約によって、締固め粘土ライナーや自然地盤模擬土の供試体の完全飽和状態の形成は難しいものの、相互接触面の飽和含水比条件下での間隙水圧の測定をせん断面から 5mm の離隔で実施して、これまで得られたことの無かったせん断中の間隙水圧挙動を初めて明らかにした。廃棄物処分場では一般に施工時には最適含水比条件下で締固めが実施され、現地盤では自然含水比条件下にあることから、埋立の進行とともに飽和含水比へ移行することになる。したがって、その際の相互せん断強度の低下は避けられないが、ライナーの組み合わせによっては低下の程度は設計許容範囲に留まることを明示した。

第 6 章と第 7 章では、締固め粘土ライナーや自然地盤模擬土とジオメンブレンシートとの相互せん断変形挙動を、最適含水比条件下と飽和含水比条件下との 2 種類の条件の影響を詳細に考察した。第 6 章ではひずみ硬化型とひずみ軟化型の挙動に分類されること、さらに現地盤での予想載荷応力条件でのひずみ挙動から、発揮されうるせん断強度の比較を行って、ジオシンセティック材料表面の摩擦特性の差異が、変形挙動とせん断強度の両者に大きく影響することを明らかにした。一方飽和含水比条件下での変形挙動では、ひずみ軟化型挙動はあまり明確ではなく、ひずみ硬化型挙動が卓越することを明ら

かにしている。

第8章では実験で得られた数多くの相互せん断特性値を用いて、線形すべり破壊極限平衡解析を実施した。廃棄物処分場の底面における安定解析、最終覆土表面の斜面安定解析、処分場の斜面部における遮水工部の安定解析、ならびにこれらの地震時の安定解析等を詳細に実施して、得られた安全率に基づいてそれぞれの部位における遮水工構造の適用範囲を明らかにした。この成果は各種材料の相互せん断特性に関するデータベースとして、今後の実設計に有効に用いられることが期待される。

第9章は結論であり、本論文で得られた成果について詳細に取りまとめるとともに、今後の課題を整理して示している。

論文審査の結果の要旨

本論文では、廃棄物処分場における遮水工の安定問題を取り上げ、現在一般的に用いられている処分場遮水構造の安定に係わる問題点を整理して示し、これらの課題の中心テーマである遮水工構造体の層間摩擦に基づくせん断抵抗力を実験的に詳細に検討して、安全性の高い構造形式のあるべき姿を提案したものであり、得られた主な研究成果は以下の通りである。

(1) 自ら提案した ASTM タイプの改良型中型モデル試験装置の適用性、有効性を示し、遮水工に用いられている各種のジオシンセティックシートや粘土ライナー、自然地盤模擬土などの相互せん断強度特性を測定する際の装置構造のフレキシビリティを高めた設計試作を実施した。これによって、廃棄物処分場の複合ライナーの力学特性を把握した。その結果、シート構造間の相互せん断強度やシートと粘土層構造間の相互せん断強度などを同じ装置を用いて統一的に求めることに成功した。

(2) 各種のジオシンセティックシート間の相互せん断強度については、およそ考えうる全ての組み合わせパターンについて検討し、近年多用される HDPE の相互せん断強度が著しく小さいことから、適用に当たって配慮すべき留意事項を明示した。また、変形挙動については組み合わせパターンごとに特徴的な挙動を示すことを明確にし、塑性硬化挙動を取り入れた安定性評価の可能性を示唆している。

(3) 締固め粘土ライナーや模擬自然地盤とジオメンブレンシートとの相互せん断強度については、これらの自然材料の最適含水比条件下と飽和含水比条件下との2種類の条件での相互せん断強度を詳細に測定した。モデル試験の制約によって、飽和含水比条件下の間隙水圧の測定はせん断面から 5 mm の離隔が必要であったが、これまで得られたことの無かったせん断中の間隙水圧挙動を始めて明らかにしたものである。施工時の最適含水比から飽和含水比へ移行することによって相互せん断強度の低下は避けられないが、ライナーの組み合わせによっては低下の程度は設計許容範囲に留まることを明らかにした。

(4) 得られた相互せん断強度を用いた遮水工構造のすべり安定性に関する解析に基づいて、地震時にも安定性の高い遮水工構造断面の設計を可能にした。この結果、今後の廃棄物処分場の遮水工構造断面設計における最適組み合わせ条件を明示することに成功した。

以上要するに、本論文は、廃棄物処分場の遮水工構造の適正化に貢献するべく、新たに開発されたモデル試験装置を用いて、現在用いられている各種の遮水工構造の組み合わせを詳細に検討して、その有効性を明らかにし、最適な遮水工構造を設計する指針を与えたものであり、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（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成19年1月30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。