

(続紙 1)

| | | | |
|---|--|----|------|
| 京都大学 | 博士 (地球環境学) | 氏名 | 前田直也 |
| 論文題目 | 面集水層と厚覆土による廃棄物海面最終処分場の早期安定化・早期土地利用方策に関する研究 | | |
| (論文内容の要旨) | | | |
| <p>我が国は国土が狭く、限られた平野部に人口が集積していることから、生活産業活動に伴い発生する廃棄物を都市部に近接した海上の廃棄物海面最終処分場に埋立処分することが多い。海面最終処分場では、廃棄物による埋立が完了し、閉鎖した後も発生する浸出水の水質が排水基準を満たさない等の理由により処分場の廃止ができず、その広大な土地の有効利用ができないまま維持管理期間が長期化している。本論文は、その海面最終処分場を対象に、処分場の早期廃止と廃止を待たずして土地を有効利用する方策として面集水層・厚覆土システムを提案し、その機能や有効性について検討を行ったものである。面集水層・厚覆土システムは、厚さ4 m以上の厚い最終覆土(厚覆土)を設置して、跡地利用におけるインフラ整備に必要な覆土厚さを確保し、さらに、透水性の良い面的な集排水システム(面集水層)を導入することで下部の汚濁した廃棄物層内の保有水等を封じ込めることにより、処分場の廃止を待たずに環境保全と高度土地利用を両立させる工法である。海面最終処分場の特性を踏まえて、跡地利用が進まない実態と跡地の利用に係る課題を整理し、新たな方策として面集水層・厚覆土システムによる対策を立案した。さらに、面集水層・厚覆土システムの機能について、土槽実験、現場実証試験、数値解析によってその有効性を確認するとともに、各種実験結果に基づき設計手法の検討を行った。本論文は7つの章で構成されており、以下に各章の内容を説明する。</p> <p>第1章では、本研究の対象である海面最終処分場の特性や役割、維持管理や廃止に係る課題を整理している。海面最終処分場は、臨海開発地域に立地し、跡地の有効利用促進が重要課題であるが、提案する面集水層・厚覆土システムが普及拡大すれば海面最終処分場の環境安全性を確保した早期土地利用の促進に寄与しうることを述べている。また、本論文の全体構成を概説している。</p> <p>第2章では、既往の知見から、廃棄物処分場とその安定化に関する技術と制度の動向を整理し、その上で、海面最終処分場の特性や埋立処分された廃棄物の性状、実際の海面最終処分場における浸出水の挙動および現在導入されている早期安定化対策の特徴や問題点を説明している。海面最終処分場は、閉鎖された海域に大量の廃棄物を投入するため廃棄物層は保有水等で満たされ、その保有水等の流れが非常に緩慢であるため嫌氣的な雰囲気の中で保有水の水質が汚染されている。処分場はこの保有水等の外部への漏えいを防止するため、水処理施設で処理した上で周辺海域へ排出しており、この保有水等の水質が廃止基準を満足するには非常に長い年月が必要であり、維持管理や廃止にあたっての重要課題となっていることを述べている。</p> | | | |

第3章では本研究の検討方針を示し、既往の対策工法の特徴や問題点を整理するとともに、水平方向暗渠と面集水層の集水機能や浸出水の水質改善効果等を比較検討し、厚覆土・面集水層システムの機能や有効性について、数値解析結果とともに議論している。面集水層・厚覆土システムを用いることで、処分場の廃止を待たずに表層利用が可能になるとともに汚濁負荷を軽減しうること、下部の廃棄物層への降雨浸透を抑制し浸出水水質の改善を早期化しうること等を述べている。さらに、対策を導入する上での法制度上の適用や解釈、課題を整理している。

第4章では、面集水層・厚覆土システムの集水機能と浸出水の改善効果について、土槽実験により評価している。実処分場に導入した場合に懸念される諸課題を模擬した複数の条件で土槽実験を行い、実処分場への導入可能性や手順、課題について検討している。検討の結果、面集水層は、保有水等の水位以下に設置することで処分場内の水位管理を容易にし、厚覆土の直下に設置すれば浸出水は廃棄物層の影響をほとんど受けずに排出しうること、排水機能は廃棄物層や粘土層が沈下して逆勾配となったり管理水位より深くなった場合であっても高い水準で維持されること、跡地の高度利用時に杭打ち等によって部分的に破損が生じる場合でも機能が損なわれることがなく、十分な効果が見込まれること等を明らかにしている。

第5章では、現場実証試験を行い、面集水層の効果を検証するとともに、土槽実験では検討できなかった現場適用時の効果や問題点を確認している。具体的には、実際に埋立処分される焼却灰を使用し、健全な面集水層と圧密沈下による水没時の面集水層を再現した2種類の実験土槽を現場に設置し、廃棄物層内の保有水や浸出水の水質を約2年間モニタリングするとともに、移流分散解析による再現解析を行い、結果の妥当性を議論している。現場実証試験と再現解析の結果から、面集水層より上部の水質は廃棄物層内の水質の影響をほとんど受けないことを明らかにしている。

第6章では、第5章で構築した移流分散解析モデルを用いて、面集水層の透水係数や土槽規模を変化させて数値解析を行い、面集水層に必要な性能を確認している。その結果、面集水層には廃棄物層より透水係数が2オーダー以上高い礫材を用いる必要があること、面集水層は廃棄物層の深さの影響を受けず、面集水層下部の廃棄物層が厚いほど効果が大きくなること等を示している。さらに、厚覆土や面集水層の施工手順や材料の要件を含めて、実処分場に適用するための要求性能を示すとともに、設計・施工段階において留意すべき事項について整理している。

第7章では、第1章から第6章までの研究内容全体のとりまとめを行うとともに、本研究で得られた結論と今後の展望についてまとめている。各種検討の結果に基づき、厚覆土・面集水層システムの導入方法および導入による閉鎖後の海面最終処分場の土地の有効利用をしながら早期廃止を図りうること、安定的な廃棄物の海面処分と港湾の秩序ある整備を促進しうることを論じている。

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

国土の狭隘な我が国において、大量の廃棄物を受け入れて埋立処分できる海面最終処分場では、処分地としての役割に加えて、閉鎖後の跡地を臨海部の有用な土地資源として活用することが期待されている。一方で、廃棄物層の早期安定化対策に関する研究が精力的に行われてきたものの、法で定められる廃止基準を満足した海面最終処分場はないことから土地利用も暫定的なものに留まっており、早期廃止と早期土地利用の実現に向けた技術の高度化が望まれている。本論文では、海面最終処分場の早期廃止と早期土地利用の実現に向けた新しい処分場の構造形態として「厚覆土・集水層システム」を提案し、その効果や有効性を、数値解析や土槽実験、現場実証試験により評価している。また、これらの検討結果に基づき、実処分場に適用するための材料の仕様や設計手法を議論している。得られた主な成果は以下のとおりである。

第一に、提案する厚覆土・面集水層システムが有効であることを、実験と解析により定量的に示した。面集水層では下部の廃棄物層内の保有水をほとんど集水せず早期に浸出水の水質を改善しうることを実験と解析により示しており、高い適用性を明らかにしている。さらに、実際に埋立処分される焼却灰を用いて現場スケールで面集水層の効果を検討した研究は世界にも例が無く、約2年間に渡る浸出水水質のモニタリングで得られたデータは、学術上の価値が高い。

第二に、実処分場に設置した場合に生じうる種々の現場条件に対する面集水層の健全性を明らかにした。面集水層に不連続箇所や勾配が生じた場合でも排水機能が損なわれないことを示している。このことは、提案するシステムが跡地利用開始後もメンテナンスをほとんど必要としないことを示す結果であり、維持管理の観点でも優位性があることを示している。

第三に、面集水層や厚覆土に求められる機能や仕様を具体的に示し、本システムの設計と施工を可能にした。例えば、面集水層に用いる礫材が有すべき透水係数や層として満足すべき透水量係数など、材料の選定方法、必要な材料の仕様、施工手順に関する詳細な事項を具体的に示したことは、今後の提案システムの実装及び普及促進に貢献しうるものと判断できる。

以上の成果より、本論文はこれまで課題であった海面最終処分場の早期安定化と早期土地利用を促進しうる多くの科学的知見を示しており、学術的・社会的意義は大きく、地球環境学の発展に大きく寄与した。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られる。また、令和3年2月12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。

要旨公開可能日： 年 月 日以降