

(論文内容の要旨)

本論文は、ガス透過性と遮水性を併せ持つ多孔質シートと不織布から構成されるジオコンポジット材料を開発し、各構成材料に由来する基本性能を検討してその特徴を示すとともに、廃棄物最終処分場のキャッピングに適用する際に必要となる種々の性能を明らかにし、ジオコンポジットを用いた廃棄物最終処分場の最終カバー層の構成を提案したものである。

第1章は序論であり、ジオシンセティックス材料ならびに廃棄物処分場のキャッピングについての現状と問題点を整理するとともに、本論文の目的と各章の内容を示している。特に、ガス透過性、遮水性、施工耐久性を兼ね備えたジオシンセティックスの適用用途の可能性を述べている。

第2章および第3章は、本論文で対象としたジオコンポジット材料の各構成材料由来の基本特性に関する評価を行った内容である。まず第2章では、多孔質シートに由来するガス透過性および遮水性について論じている。二種類の多孔質シートを用いた実験の結果、多孔質樹脂フィルムが優れたガス透過性を有すること、多孔質樹脂フィルムと不織布から構成されるジオコンポジットは約10 m以上の水頭圧に耐えうる遮水性を有することを明らかにしている。

第3章ではジオコンポジットの施工耐久性に寄与する不織布の保護性能を貫入実験によって定量的に検証し、多孔質樹脂フィルムと不織布とを積層・複合化したジオコンポジットにおいては、巨視的な材料破損が発生するような大きな変形を受けなければ、遮水性が保持されることを示している。また、遮水性を保持するための許容貫入変位量について、土木施工時に使用される碎石の粒径と関連付けて論じている。

第4章から第7章は、ジオコンポジットの廃棄物最終処分場のキャッピング用途への適用性評価に関する内容である。まず第4章では、土中に敷設されたジオコンポジットのガス透過性について、室内試験ならびに現場試験により検証している。ガス拡散に及ぼす含水比の影響を示すとともに、多孔質樹脂フィルムと不織布から構成されるジオコンポジットは、土中に敷設されても、土のみの状態に匹敵する十分なガス透過性を示すことを明らかにしている。得られたガス透過性は、廃棄物最終処分場のキャッピング用途にも適用可能と考えられる水準である。

第5章では、廃棄物最終処分場のキャッピング用途への適用を想定した施工実験を行い、遮水性保持の観点からジオコンポジットの施工耐久性を論じるとともに、ジオコンポジットに求められる材料構成を示している。具体的には、少なくとも多孔質フィルムの片面を、単位面積あたりの質量が300 g/m²程度の不織布で保護したジオコンポジットを用いることで、廃棄物最終処分場のキャッピング用途に適用可能な施工耐久性を確保できることを示している。

第6章では、斜面部の最終カバー層へのジオコンポジットの適用性について論じている。土層に対するジオコンポジットの摩擦特性評価の実験では、ジオコンポジットと土との摩擦特性には土の締固め度が影響し、ジオコンポジットと土との摩擦係数値を求めている。この室内試験結果に基づいて斜面適用性の

現場スケールの実証実験を実施し、ジオコンポジットの斜面への適用性を明らかにしている。

第7章では、ジオコンポジット同士の接合性について、ジオコンポジットの構成要素である不織布の選定と、熱融着条件の適切化により、廃棄物最終処分場のキャッピング用途に適用できる接合部が形成できることを示している。さらに、ジオコンポジットの接合部に関する簡便な品質管理方法を提案している。

第8章では、第2章から第7章までの研究で得られた結果に基づいて、ジオコンポジットを適用した最終カバー層の断面構成を具体的に提案している。まず、キャッピング材料としてジオコンポジットに求められる性能を、廃棄物からの発生ガス速度の推算値から定量的に示し、本論文で対象としているジオコンポジットがキャッピング材料として適用しうるに十分なガス透過性を有することを述べている。さらに、平坦部と斜面部に分けて、ジオコンポジットを適用した最終カバー層の断面構成を提案している。

第9章では、論文を総括して結論を述べている。

(論文審査の結果の要旨)

廃棄物最終処分場の適切な閉鎖や、不法投棄等で不適切に処分された廃棄物の封じ込めは、地球上の様々な地域における重要な環境問題であり、安全で信頼性が高く、かつコストパフォーマンスの高い材料や工法の開発が求められている。特に廃棄物最終処分場のキャッピングにおいては、降水の浸透を抑制する一方で、廃棄物層からの発生ガスを系外に適切に排出する機能が求められ、さらに施工性や斜面安定性などへの考慮も必要であり、そのような要求性能を満たす材料の適用が必須となる。一方、近年は様々なジオシンセティックス材料が開発適用されているが、中でも複数の材料で構成されるジオコンポジットは複合的な機能を有するものであり、様々な用途への適用が期待される。本論文は、ガス透過性と遮水性を併せ持つ多孔質シートと不織布から構成されるジオコンポジットを開発し、その基本性能を明らかにするとともに、廃棄物処分場へのキャッピングへの適用性を議論したものである。得られた主な成果は以下の通りである。

第一に、多孔質シートと不織布から構成されるジオコンポジットを開発し、そのジオシンセティックス材料としての基本性能、すなわち遮水性とガス透過性を明らかにした。特にガス透過性については、室内試験でジオコンポジット単体での透過性を求めただけでなく、ジオコンポジットを土中に敷設したときの透過性を室内試験や現場スケールの実験で求め、土のみの場合と実質的には変わらないガス透過性を有することを示した。さらに、廃棄物最終処分場の廃棄物層から発生しうるガスの量を推算し、その推算値に対してこのジオコンポジットが十分なガス透過性を有することを示した。一方、遮水性については、実質的に降水の浸透を抑制しうるレベルの遮水性を有することを明らかにした。

第二に、開発したジオコンポジット材料の施工耐久性を明らかにした。貫入試験の結果、多孔質樹脂フィルムと不織布とを積層・複合化したジオコンポジットは、材料破損が発生するような大きな変形を受けない限りは遮水性が保持されうることを示した。さらに、現場施工を模擬した実験により、施工耐久性を確保するのに必要なジオコンポジットの材料構成を具体的に求めた。

第三に、ジオコンポジットを用いた斜面部カバー層の安定性を示した。土層に対するジオコンポジットの摩擦特性を求め、現場スケールの実証実験を実施し、ジオコンポジットの斜面への適用性を明らかにした。

第四に、第一から第三に記したように、本論文で対象としたジオコンポジット材料が遮水性、ガス透過性、施工耐久性、斜面安定性を有することから、廃棄物最終処分場のキャッピングとしての適用性を論じた。さらに、平坦部および斜面部について、ジオコンポジットを用いた最終カバー層の断面構成を示した。

以上の成果により、本論文は地球環境学、特に地盤環境工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る。また、平成21年2月7日、論文内容とそれに関連した事項について諮問を行った結果、合格と認めた。