

学位論文紹介

博士論文概要

論文名：Engineering Characteristics of Bentonite Coated Gravel as a Hydraulic Barrier for Waste Disposal Facilities

著者名：Anel Amhed Roberts

指導教員：島岡 隆行（九州大学大学院）

授与年月日：平成 19 年 9 月

本論文は、平成15年度より九州大学大学院工学府博士課程にて島岡隆行教授のもとで行った研究成果である。以下に本博士論文の概要を示す。

わが国において、新規の廃棄物埋立地の用地確保は極めて困難な状況にある。この問題に対処するため、3R（廃棄物の発生抑制、再使用、再利用）対策や、排出された廃棄物に対しては、焼却、熔融等による減量化が行われており。最終処分量を可能な限り削減する努力がなされている。一方、最終処分場の容量確保に有効と考えられるもう一つの手段が、最終処分場建設時に用いられる土質遮水材の薄層化である。しかしながら、埋立地内の浸透水を外部環境から完全に遮断できる性能が保障される必要がある。

本論文は、廃棄物最終処分場の新たな土質遮水材として、遮水層を薄層化することが期待できる粒状ベントナイト（Bentonite coated gravel：BCG）に着目し、その地盤工学的特性を分析、評価するとともに、遮水材としての利用可能性を検討したものである。BCGは碎石の周囲をベントナイトで覆ったものであり、直径0.5～2.5cmの粒状体である（図-1）。

まず、鉱物学的な視点から BCG の主成分を分析するため、外殻部のベントナイトについて X線回折分析、メチレンブルー吸着量試験を実施した。その結果、ベントナイトに含まれる成分を明らかにし、主成分がモンモリオナイトであることを確認した。また、BCGの物理的な特性を評価するため、膨潤試験を行い、BCGの粒径と膨潤時の特性について検討した。その結果、粒径が比較的大きく均一な試料では、膨潤時に空隙が生じやすく、一方、粒径が不均一な試料を膨潤させた場合には、空隙が少ないことを示した。このことから、BCGの粒度分布は、膨潤後の透水性と関係することを明らかにした。

次に、BCGが埋立地内の浸透水と接触することを想定し、埋立地内における汚染物質の移動現象を支配する方程式を記述した。この式を用い、汚染物質を含む浸透水中の陽イオンの種類、濃度、誘電率と、BCGの膨潤性と

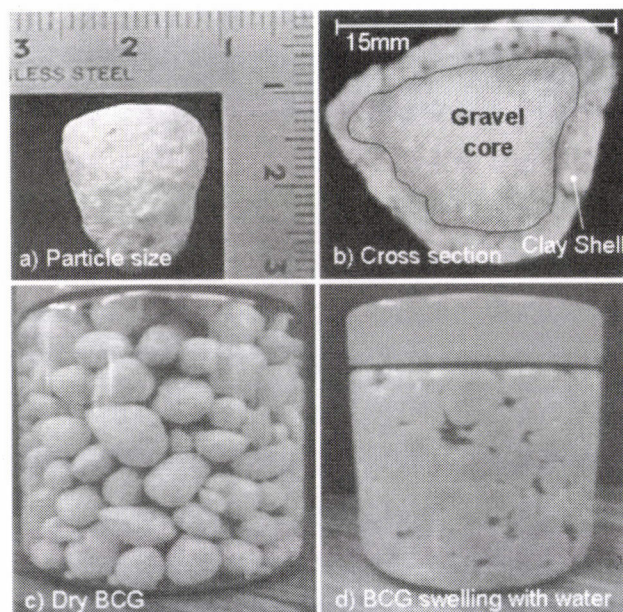


図-1 粒状ベントナイト（BCG）

の関連性について検討した結果、誘電率が上昇することにより、BCG が膨潤し、透水性が高くなることを示した。また、ASTM の試験法に基づく締固め試験を行い、BCG への締固め仕事量と透水性との関連性を検討した。5300KJ/m³ を超える締固め仕事量を与えた場合、中に含まれる碎石に亀裂が生じて透水性が高くなる危険性があることを指摘した。

次いで、BCG からなる遮水材の強度を評価するため、異なる締固め仕事量を与えた試料を用いて一軸圧縮試験を実施した。締固め仕事量に関わらず試料の圧縮性はほぼ同一であることを示すとともに、過度に締固めた BCG については膨潤圧が高くなり遮水材としての性能低下につながる恐れがあることを指摘した。また、埋立地建設時のトラフィカビリティーを検討するため、コーン貫入試験を実施し、貫入抵抗は試料の含水率に敏感に反応することを明らかにした。締固め仕事量が大きく、含水率が低い試料ほど貫入抵抗は大きくなる傾向が見られたが、締固め仕事量が大きすぎると亀裂の原因となり、一時的に透水性が増大するため、トラフィカビリティーと透水性とを総合的に評価することが重要であることを指摘した。

最後に、1次元浸透流解析を行い、BCG を用いた遮水材と既存の締固め粘土ライナー（Compacted Clay Liner : CCL）とを比較した。その結果、CCL の層厚が約 1.2m 必要であるのに対し、BCG を用いた遮水材の場合、理想的な条件下では、層厚を約 4cm に抑えることが可能であることを示し、BCG は埋立容量の確保に大きく貢献することを示した。また、BCG の透水性が極めて低いことから、年間の浸透量は CCL よりも小さいことを示した。さらに、本論文により得られた知見を総括し、BCG を用いた新たな遮水システムの構造を提案（図-2）するとともに、従来用いられてきた遮水システムと比較し、長所と短所について取り纏めた。BCG を用いた場合の長所として、薄層化により埋立容量を増大できる点、遮水材量を低減できる点、施工が容易になるなどの利点がある一方で、埋立地の法面では使い難い点や、これまでに使用実績がなく、基準等も定められていない等の短所があることを述べた。本論文によって、粒状ベントナイト（BCG）の地盤工学的特性が明らかとなり、廃棄物最終処分場の新たな土質遮水材としての粒状ベントナイトの利用可能性が示された。今後、廃棄物層の浸出水との融和性や法面での安定性についてのさらなる検討、さらには実証実験等を経て、粒状ベントナイトを用いた遮水層が普及されていくことが期待される。

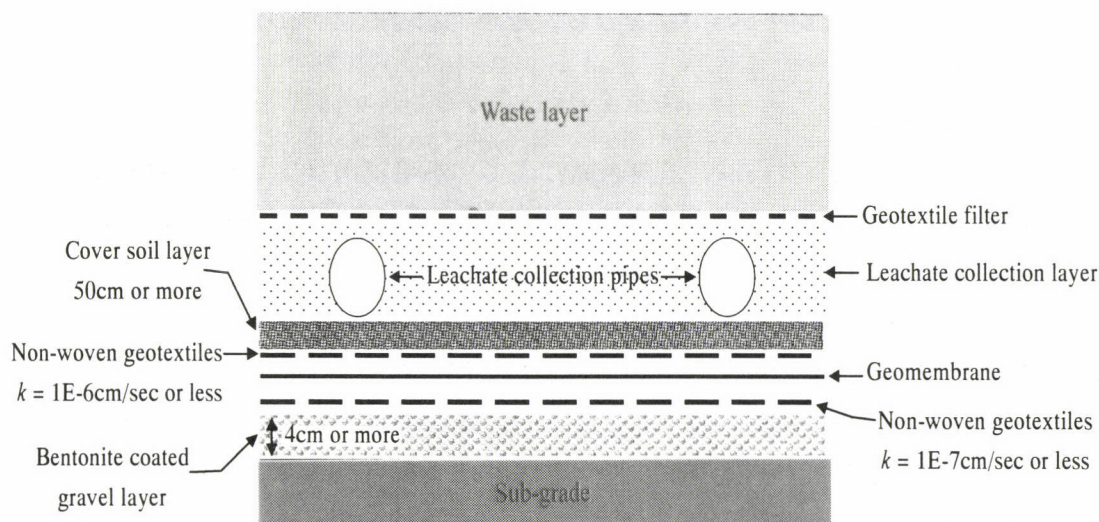


図-2 粒状ベントナイトを用いた廃棄物埋立地の底面遮水システムの提案