

## 現場散布粒状ベントナイト層の実証試験

ベントナイトシート、不透水性土壌層、廃棄物処分場

NB 研究所 正会員 ○中村朋弘

同上 正会員 成島誠一, 正会員 氏家伸介

## 1.開発の背景

近年ベントナイトシートは、東京電力福島第一原子力発電所事故由来の放射能物質に汚染された廃棄物等について、指定廃棄物や放射能汚染廃棄物焼却灰 8,000 Bq/kg 以下の特定廃棄物における不透水性土壌層などに用いられることが検討されている。

図-1 に示すように廃棄物の特性や周囲への影響からフクシマエコテックで計画されている特定廃棄物最終処分場のベントナイト単体が持つ不透水性土壌層は、6 mm 程度敷設することが求められている。ベントナイトシートは、ベントナイトをポリプロピレン系の不織布および織布の間に挟み、ニードルパンチを用いて固定したものでその厚さは概ね 6 mm 程度である。一方かさ密度が  $1.0 \text{ g/cm}^3$ 、目付量は  $4,000 \sim 5,000 \text{ g/m}^2$  の成形品であることからベントナイト単体の厚さは 4~5 mm 程度である。したがって既存のベントナイトシートは不透水性土壌層としての厚さ 6 mm が確保されていない。また、施工品質において、重ね合わせ個所の接合部にシートよれ等といった空隙による漏水の懸念があった。さらにフクシマエコテックでは施工サイクル上ベントナイトシートは  $400 \text{ m}^2$  を 30 分以内での敷設が求められた。

そこで本論では、シームレスかつ 6 mm の層厚で 30 分以内という要求が提供できる工法を開発目的として実証試験をおこなったのでこれらの知見について述べる。

## 2.現場散布粒状ベントナイト層の概要と課題

現場散布粒状ベントナイト層は、粒状ベントナイトをタングレット基盤材(以下、基盤材)の上に厚さ 6~10 mm の間で散布することで構成される。図-2 で示すように基盤材はポリエステル不織布(目付量  $300 \text{ g/m}^2$ )に厚さ 5~6 mm 程度のポリプロピレン立体網状構造体を熱溶着で成型しているものであり、粒状ベントナイト層の厚さ管理と、施工時におけるベントナイト層の浸食を防止するために採用した。

本工法に用いるベントナイト試料 A の諸元を表-1 に示す。基盤材に粒状ベントナイト試料 A を締め固めることなく充填した状態の透水試験の結果は図-3 に示す。この図からベントナイト試料 A の透水係数は  $2.1 \times 10^{-12} \text{ m/s}$  の低透水性が認められる。

フクシマエコテックの要求を満たすためには、粒状ベントナイトを散布したのちに遅滞なく次の作業に取り掛かれる時間の確保という点が課題になった。そこで、要求された 30 分以内の施工時間に三割程度の余裕を考慮し 20 分以内を目標とし課題解決のため実証試験をおこなった。

## 3.現場散布粒状ベントナイトの実証実験

## 3.1 施工フロー

現場散布粒状ベントナイト層の施工フローを図-4 に示す。基盤材を人力で敷設したあと、自走式散布機のホッパー内に粒状ベントナイト試料 A を充填し厚さ 6~10 mm で散布しながら走行する。自走式散布

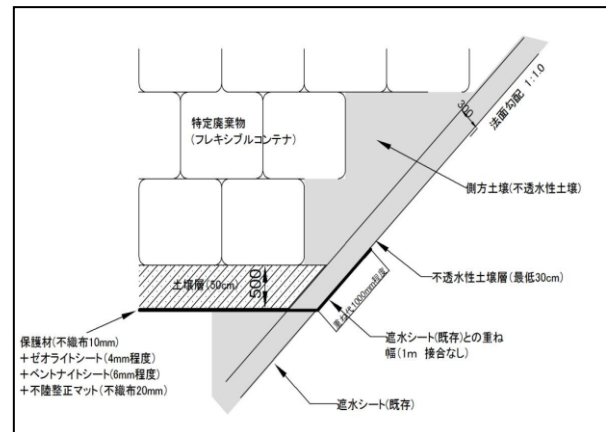
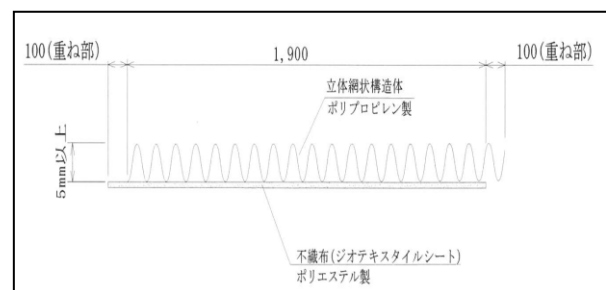
図-1 フクシマエコテック特定廃棄物埋設構造<sup>1)</sup>

図-2 タングレット基盤材断面図

表-1 ベントナイト試料 A 諸元

産地	ワイオミング産
最大粒径(mm)	1.0
水分 (%)	6~9
かさ密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.0

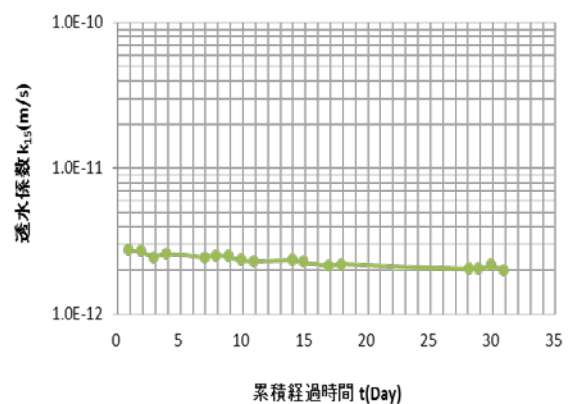


図-3 粒状ベントナイト層の透水試験

Demonstration of a Site Spraying Granular Bentonite Layer

Tomohiro Nakamura, Seichi Narushima NBI, Seibu Construction Co., Ltd.

Shinsuke Ujiie NBI, HOJUN Co., Ltd

機使用時の条件として、散布幅は1,400 mm、粒状ベントナイト試料Aの1バッチ充填重量は500 kg、オペレーターは1人、散布中はエンジン回転数を固定し等速運転をおこなう。粒状ベントナイト散布量を調整する方法としては、写真-1で示すようなホッパーからの排出ゲート高さ(以下、ゲート高さ)のレバーを目盛に合わせて調節することによって制御する。



図-4 現場散布粒状ベントナイトの施工フロー

### 3.2 自走式散布機 による施工の性能

自走式散布機を用いて、粒状ベントナイト試料Aの厚さを6 mm 以上かつ 400 m<sup>2</sup>を 20 分以内で散布することを目標に検証をおこなった。

第一に、エンジン回転数(1,300 rpm・1,500 rpm・1,800 rpm・2,700 rpm)を変化させて自走式散布機による散布量の測定をおこなった。エンジン回転数の上昇にともなう平均散布量と平均速度の関係性を確認した結果、図-5に示すように平均速度はエンジン回転数に比例する傾向がある。一方で、平均散布量はエンジン回転数が 1,800 rpm までは比例しているが 2,700 rpm では比例関係にない。したがってエンジン回転数が 2,700 rpm のときは自走式散布機が安定して定量を散布できず、安定した散布ができるエンジン回転数は 1,300 rpm・1,500 rpm・1,800 rpm であることを確認した。

第二に、平均速度と散布幅から単位時間あたりに散布できる面積を導き出し、面積と平均散布量から導き出した散布厚さと 400 m<sup>2</sup>の散布時間を算出した。表-2に示すようにエンジン回転数による散布厚の違いと 400 m<sup>2</sup>の散布時間を求めた結果、ゲート高さの最大時(68 mm)にエンジン回転数が 1,800 rpm であれば粒状ベントナイト試料A層の厚さが 10 mm 以上となった。したがってエンジン回転数が 1,800 rpm の場合、ゲート高さを 64 mm から 68 mm に調節することによって粒状ベントナイト試料Aの層厚は 6 mm から 10 mm まで調節することが可能である。また、400 m<sup>2</sup>の散布時間は平均速度から 393 s であることを確認した。

### 4.現場施工への適用および課題

現場散布粒状ベントナイト層敷設の各工種にかかる所要時間を表-3に示す。基盤材敷設の施工所要時間は、40 m<sup>2</sup>の基盤材1枚当たり 20 s とする。基盤材敷設完了後に散布を開始し、自走式散布機のホッパーに粒状ベントナイトを1回当たり 500 kg を 60 s で充填し、自走式散布機の方向転換にかかる時間は1回当たり 30 s とする。これによれば400 m<sup>2</sup>当たりの敷設時間は1,123 s すなわち 18 分 43 秒になり目標の 20 分以内で敷設できる。したがって現場散布粒状ベントナイト層は指定廃棄物最終処分場においてシームレスな不透水性土壌層として適用できるものとする。

現場施工の適応に当たり、今後の課題としては自走式散布機の信頼性の確認や、現場散布後の厚さ管理手法などの検討が挙げられる。早期に作業標準をまとめて実用化に努めたい。

【参考文献】1) 環境省:フクシマエコテッククリーンセンター埋立処分実施要綱(案),pp.39,2014.

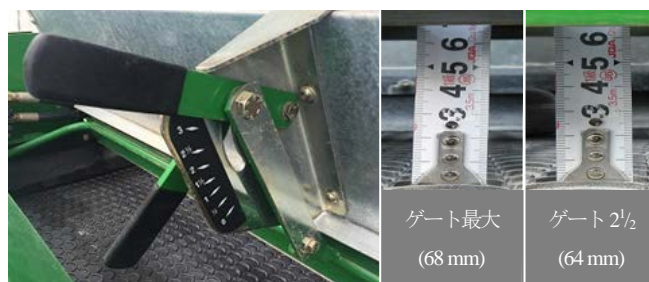


写真-1 ゲート高さ

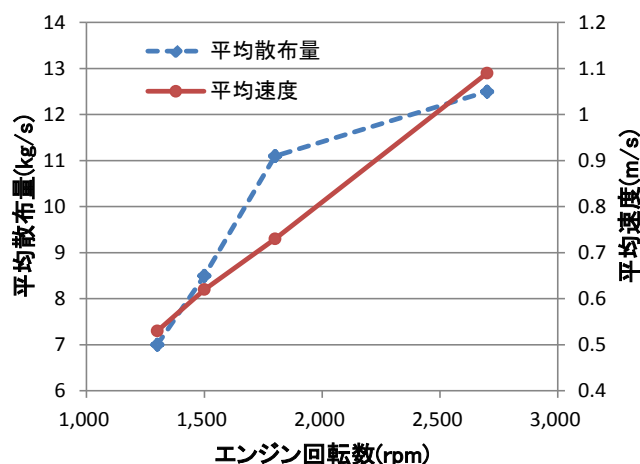


図-5 エンジン回転数と平均速度・散布量の関係

表-2 散布厚さと 400 m<sup>2</sup>の散布時間

エンジン回転数(rpm)		1,300	1,500	1,800
散布厚さ(mm)	ゲート高さ 68 mm	9.48	9.81	10.93
	ゲート高さ 64 mm			6.12
400 m <sup>2</sup> 散布時間(s)		545	464	393

表-3 粒状ベントナイト層工種別所要時間

工種	1回当たりの作業時間(s)	回数	所要時間(s)	備考
タンレット基盤材敷設	20	5	100	40 m <sup>2</sup> /枚 2班制
粒状ベントナイト充填	60	4	240	2.5 t/400 m <sup>2</sup> 2.0 t/0.5 t=4
自走式散布機方向転換	30	13	390	方向転換13回
粒状ベントナイト散布	393	1	393	
400 m <sup>2</sup> 当たり敷設時間			1123	