

## ベントナイト原鉱石を用いたラドンバリア材の特性調査（その1）

日本国土開発(株) 正会員 ○佐藤 泰  
 核燃料サイクル開発機構 松村 敏博  
 核燃料サイクル開発機構 佐藤 和彦  
 核燃料サイクル開発機構 時澤 孝之  
 日本国土開発(株) 正会員 芳澤 秀明  
 日本国土開発(株) 正会員 大西 利満

## 1. はじめに

ウラン鉱山跡地における捨石たい積場、鉱さいたい積場の捨石および鉱さい中の放射性核種は移行経路として、地下水以外に希ガスであるラドン（Rn-222）の大気中への移行が想定される。そのため、これらのたい積場の閉鎖においてラドンの大気中への散逸抑制と放射線遮へい効果を有するラドンバリア層が必要である。今回、回転式破碎混合装置（ツイスター）によりベントナイト原鉱石を用いてラドンバリア材を試験的に製造し、透水特性、透気特性、トラフィカビリティなどの特性を検証した。

## 2. 試験概要

## (1) 使用材料

ラドンバリア材の母材には経済的かつ安定的に入手可能なまさ土を用い、遮水性を高める添加材には米国産ボルクレイ原鉱石、中国産レッドヒル原鉱石の2種類のベントナイト原鉱石を用いた。表-1に使用材料の物性を示す。2種類のベントナイト原鉱石は分類上粘土であるが、気中ふるい分けによる見かけの粒度は、ボルクレイ原鉱石は細粒分礫混じり砂、レッドヒル原鉱石は礫質砂に相当する。

## (2) 試験手順

試験手順を図-1に示す。試料は、回転式破碎混合装置（ツイスター）の実験機（図-2参照）を用いて母材に各添加材を内割り添加率（乾燥質量比）5、12.5、20%で添加、破碎混合して製造し、各種の試験を実施した。

表-1 使用材料の物性

試料の種類	母材 まさ土	添加材(ベントナイト)				
		ボルクレイ原鉱石		レッドヒル原鉱石		
		JIS 粒度試験	気中 ふるい分け	JIS 粒度試験	気中 ふるい分け	
土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.650	2.776		2.787		
自然含水比 $w_n$ (%)	6.2	9.5		12.1		
土の物理試験 粒度	礫分(%)	50.3	0.4	12.8	1.7	41.4
	砂分(%)	30.0	2.7	80.6	5.5	56.6
	シルト分(%)	12.6	20.1	6.6	23.1	2.3
	粘土分(%)	7.1	76.8		69.7	
	最大粒径(mm)	37.5	19.0	26.5	19.0	19.0
	均等係数 $U_c$	259.0	-	7.9	-	9.9
	曲率係数 $U_c'$	2.1	-	1.1	-	1.9
コンステンション	液性限界 $w_L$ (%)	41.6	468.1		420.3	
	塑性限界 $w_p$ (%)	18.6	33.1		31.3	
	塑性指数 $I_p$	23.0	435.0		389.0	
地盤材料の工学的分類	細粒分質 砂質礫	粘土 (高液性限界)		粘土 (高液性限界)		

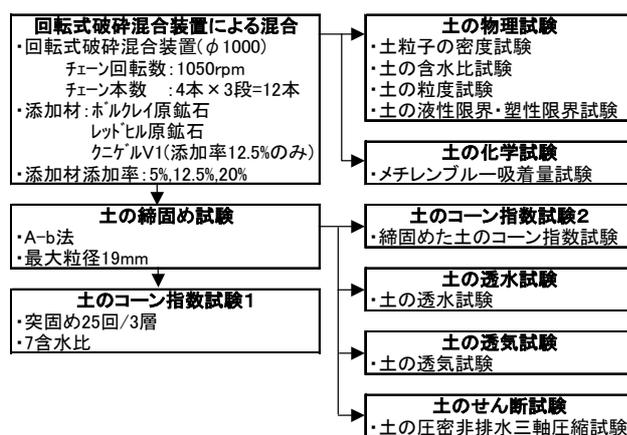


図-1 試験手順

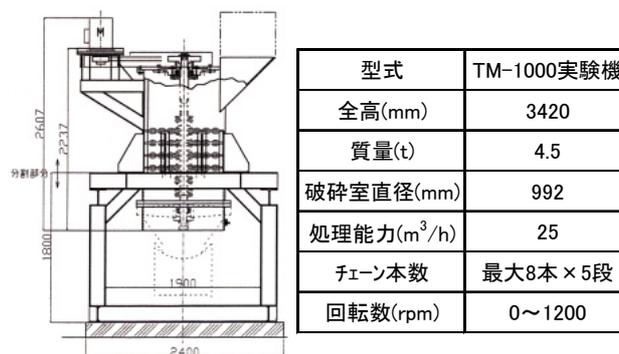


図-2 回転式破碎混合装置（ツイスター）

## (3) 試験方法

土の透水試験、透気試験、コーン指数試験2およびせん断試験は施工性を考慮して、最適含水比（透気試験を除く）、締め度95%で作製した供試体を用いて実施した。

キーワード: ラドンバリア材, ベントナイト原鉱石, 透水係数, 透気係数, 回転式破碎混合装置

連絡先: 〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 日本国土開発(株) TEL:046-285-3339 FAX:046-286-1642

### 3. 試験結果および考察

#### (1) 透水試験

透水試験の結果（図-3）、ラドンバリア材として設定した性能値透水係数  $1 \times 10^{-10} \text{m/s}$  を満足する添加率はボルクレイ原鉱石で7%、レッドヒル原鉱石で16%であった。後者は前者の2倍の添加量が必要であり、ラドンバリア材としての厳しいスペックの場合には不経済であることが分かった。

#### (2) 透気試験

透気試験の結果（図-4）、透気係数は飽和度の上昇に伴い小さくなり、飽和度90%以上の試料で透気係数  $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$  以下の値となった。このことは、施工後のラドンバリア材の飽和度低下がラドンの散逸抑制に影響を与えることが考えられる。なお、今回の試験では窒素ガスを用いた試験であるため、今後ラドンガスを用いて確認する必要がある。

#### (3) コーン指数試験

コーン指数試験の結果（図-5）、全試料は締固め度95%の密度に対して建設機械（ダンプトラック）の走行に必要なコーン指数（ $1200 \text{kN/m}^2$ ）を満足しており、十分なトラフィカビリティを有している。

#### (4) せん断試験

せん断試験の結果（図-6）、添加材の増加に伴い、せん断抵抗角および粘着力が減少し、せん断強さは減少する傾向にある。したがって、添加材が増加するとせん断強さが小さくなり、斜面安定に対して不利になると考えられる。

### 4. おわりに

本試験の結果、2種類の添加材は両者共に透水係数等のスペックを満足することが可能であることが分かった。さらに、コスト、品質および信頼性から、ボルクレイ原鉱石を用いるほうが有効であると評価した。ただし、せん断抵抗性に弱点があり、急勾配の法面への適用は困難であると考えられる。長期的な覆土の安定のために、礫材料を配合する等の検討が必要である。

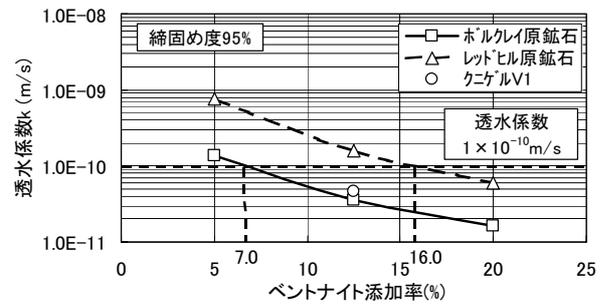


図-3 ベントナイト添加率と透水係数の関係

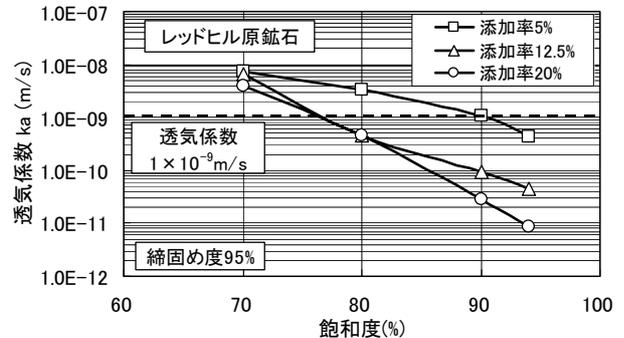
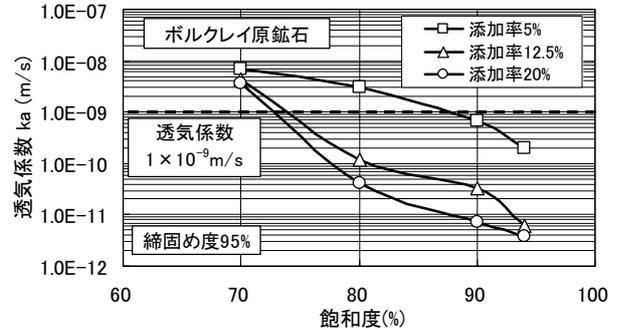


図-4 飽和度と透気係数の関係

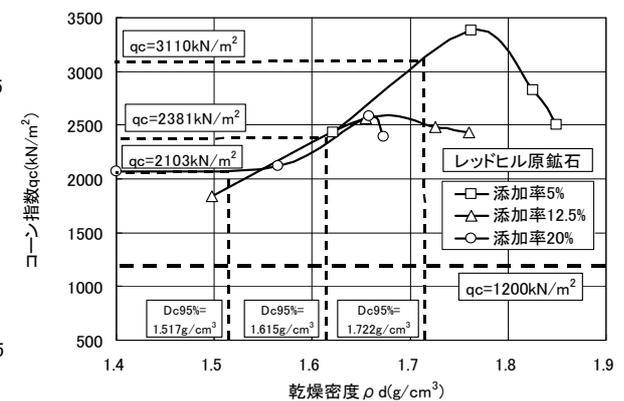
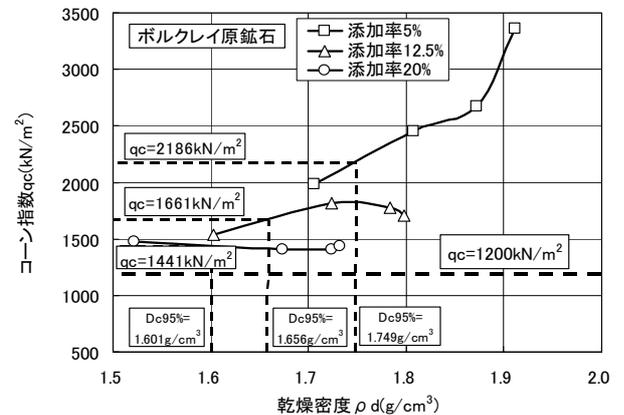


図-5 乾燥密度とコーン指数の関係

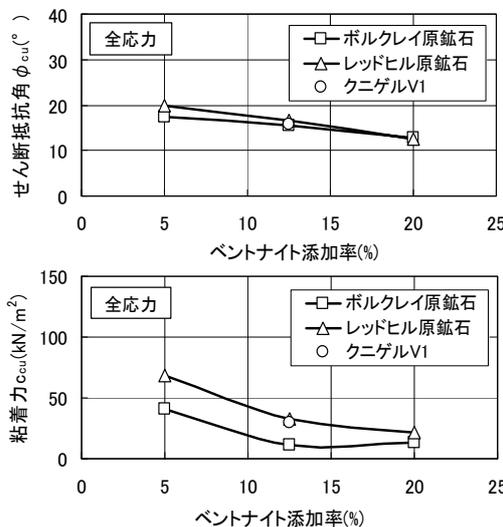


図-6 ベントナイト添加率と強度定数の関係

