

袋詰めベントナイトによって構築する法面遮水層の透水性能 —廃棄物最終処分場の遮水層合理化の試み—

清水建設 正会員 ○石井卓 青木孝 斉藤亮 大野文良

1. 目的—最終処分場の遮水層合理化の試み—

廃棄物最終処分場に関しては、埋立地の法面または底面に、透水係数が毎秒 100nm/s (=1E-7m/s) 以下の地層が 5 m 以上無い場合は、埋立地からの浸出液による公共の水域及び地下水の汚染を防止するために、遮水シートと粘土層、遮水シートとアスファルト・コンクリートの層、あるいは二重の遮水シートが敷設されていることのいずれかの要件を備えた遮水層を有することが必要となる¹⁾。

遮水シートと粘土層の組み合わせの場合には、粘土層は厚さ 50cm 以上、透水係数が毎秒 10nm/s (=1E-8 m/s) 以下であることが求められている。この厚さ 50cm 以上の粘土等の層として、現地発生土にベントナイトを配合した土質材料が使われることが多くなっているが、袋詰めベントナイトによる法面遮水層構築法の適用可能性を性能面から調べた。

2. 袋詰めベントナイト法面遮水層構築法の概念

法面遮水層として厚さ 50cm 以上の粘土等の層を構築する際に、現地発生土にベントナイトを配合して低透水性土質材料にしたものを、重機転圧して構築する場合には、法面勾配は 1 : 2 程度となる。これに対して、図 1 に示すように、袋詰めしたベントナイト材料を、図 2 のように法面部に積み上げて厚さ 0.5m の粘土層を構築する場合には、法面勾配を 1 : 0.5 程度の急勾配にできるので、同じ敷地面積でより大きな容量の施設を建設することができる。



図 1 袋詰めベントナイトの概観写真

3. 透水性能確認試験方法の概要

袋詰めベントナイト法面遮水層構築法には敷地の有効利用というメリットがあるが、袋の存在が水みちとなる懸念があるため、膨潤性粘土であるベントナイトのシール性能を確認する目的で、透水性確認試験を実施した。透水試験方法として、ベントナイトのような非常に小さい透水係数を把握するための高速透水試験の方法^{2), 3)}を適用した。この試験方法の特長は下記である。

- ① 試験モールドに供試体を装填した後、強制乾燥させて、空気領域の排除を容易になるようにしておく。
- ② 試験モールド内部を、炭酸ガス雰囲気と真空雰囲気に繰り返すことにより、土質材料の間隙および粒子内部の空気を排除する。
- ③ 供試体と共に、上下のフィルターや配管系を真空状態にした後に、脱気水を注水し、直ちに透水量を測定できるようにするとともに、膨潤性の粘土鉱物が吸水膨潤するよりも早く供試体を水で飽和させる。
- ④ 注水圧力 1.0~0.01 MPa、供試体厚さ 10~50mm にすることで動水勾配を 20~2000 とする。(注：動水勾配の影響が少ないことを確認済み⁴⁾)
- ⑤ 供試体からの排水を内径 2mm 級のチューブ内に導いて、水面移動長さから透水量を 0.004ml の分解能で測定する。

今回の透水試験では下記の試験条件とした。

- ・ 供試体寸法：100mm φ × 50mmH
- ・ 供試体乾燥密度：940 kg/m³ 程度
- ・ 注水圧力：0.02-0.05-0.1 MPa の 3 段階

供試体には表 1 に示す 4 種類の袋材料に入れた 2 袋の

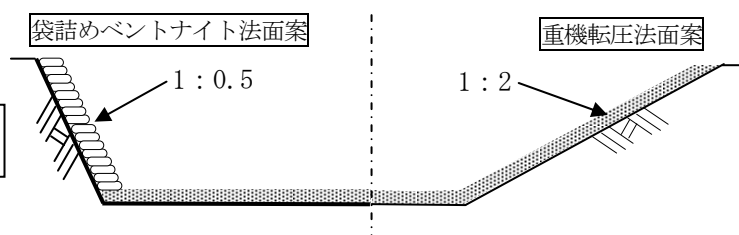


図 1 最終処分場の法面勾配の違い

キーワード：最終処分場、粘土層、遮水層、ベントナイト、透水係数

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株) 技術研究所 TEL03-3820-5500

ベントナイトを、図3の写真に示すように、モールドに装填した。装填の際に、2つの袋の間やモールド内壁との間に未充てんのすき間が残る程度の充てん状態にしたため、充てん密度は低い。図4に見られるように、袋材が供試体の側面および中央部に存在しており、初期段階ではこの界面部が水の通過経路となるが、次第にベントナイトの膨潤シール性能によって難透水性に変化していくものと予想した。

表1 透水試験供試体条件一覧

供試体 No	ベントナイト材料	袋材料
①PLA-MF-Na940	山形産 Na 型ベントナイト	ポリ乳酸繊維マルチフィラメント平織り生地
②PLA-FY-Na940	ト粒状品(原鉱破砕材)	ポリ乳酸フラットヤーン平織り生地
③PE-Net-Na940	充てん密度 940kg/m ³	ポリエチレン製ネット(網目間隔約 2mm)
④PP-Cloth-Na940		ポリプロピレン繊維フラットヤーン平織り

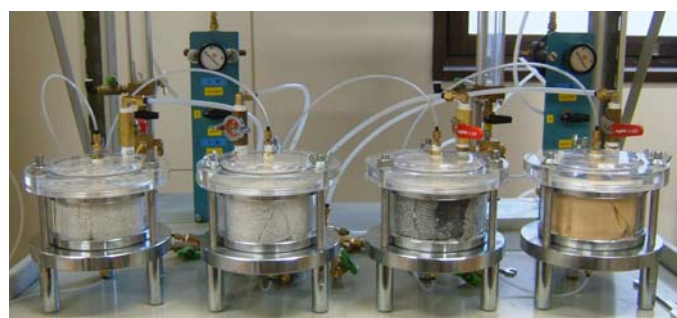


図3 袋入りベントナイトのモールド装填状況

4. 透水試験結果

表2には注水後の時間経過に伴う透水係数の変化を示した。注水直後は透水量が大きかったが、2日経過後から難透水性になった。ただし、一般的な土のうタイプのフラットヤーン平織りの袋では十分な遮水性にならなかった。袋材の界面への膨潤したベントナイトによるシール性が不足したためと考えられる。

透水量速度が安定してから注水圧を変えて、異なる動水勾配における透水係数を測定し、表3に示した。網状の繊維構造の場合には、界面部に袋材料が存在しているにもかかわらず、遮水性は基準値より2オーダー余裕のある性能を示している。実際の施工ではより高密度施工にできるので、より低配合のベントナイトで十分な性能を発揮できる可能性がある。

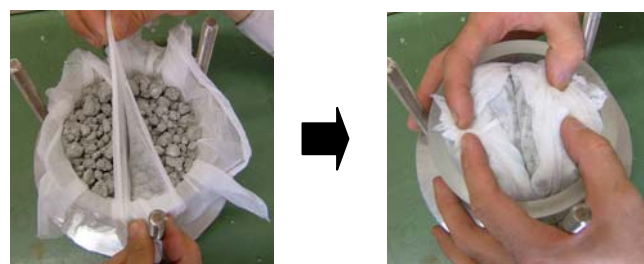


図4 袋材の装填状況写真

表2 有袋ベントナイトの時間経過に伴う透水性変化

供試体 No	注水圧 0.02 (MPa) における 透水係数 k (m/s)			
	20min	2 Hr	2 day	8day
①PLA-MF-Na940	9E-6	2E-9	3E-11	9E-12
②PLA-FY-Na940	9E-6	2E-6	1E-8	4E-8
③PE-Net-Na940	1E-5	4E-6	2E-12	7E-12
④PP-Cloth-Na940	9E-6	1E-5	9E-6	6E-6

表2 定常状態における平均透水係数 k (m/s)

供試体 No	有効注水圧条件 (MPa)		
	0.02	0.05	0.10
①PLA-MF-Na940	6E-12	5E-12	8E-12
②PLA-FY-Na940	4E-8	4E-8	2E-8
③PE-Net-Na940	5E-12	4E-12	6E-12
④PP-Cloth-Na940	6E-6	5E-6	3E-6

5. 結論

袋詰めされたベントナイト粒状体を積み上げて構築される法面部の粘土遮水層は袋材料が存在していても、ベントナイトの膨潤シール効果により、その遮水性は損なわれないことを確認できた。この袋材に生分解性の生地（例えばポリ乳酸繊維）を使うことで、より長期的に遮水性の優れた粘土層を実現できると考えられる。

参考文献

- 1)一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の一部改正について、平成10年7月16日、環境省
- 2)石井他(2004),第59回土木学会年次講演会,CS1-047
- 3)小野他(2006),日本原子力学会「2006秋の大会」B-42
- 4)白石他(2001),第56回土木学会年次講演会,CS1-011