

短繊維補強した九州特殊土の処分場カバー層としての評価

佐賀大学 学生会員 ○島添 哲晃 F 会員 林 重徳
 正会員 末次 大輔 正会員 社 延軍
 学生会員 Tri Harianto 学生会員 熊谷 智章

1. はじめに

最終処分場カバー層内粘土バリア層の遮水性能が低下する原因として、廃棄物の圧密圧縮性の異方性による不等沈下に起因するもの、湿潤乾燥の繰り返しによるもの(参考文献 N.Yasiller 2000K.J.Witt 2005)がある。本研究は原因を後者に限定する。四季を通じた湿潤乾燥それに伴う膨張収縮により処分場カバー層の遮水層にひび割れが確認されている。これに対する対策として短繊維混合工法を挙げる。これは短繊維を混入することにより土の靱性(変形の追求性)を増加させ、天日乾燥によるひび割れを抑制する工法である。本研究は短繊維工法を施した九州特殊土を透水性、ひび割れ抑制、収縮限界から評価する。

2. 実験方法

試料土について熊本県阿蘇より採集した赤ぼく(表1)を使用する。

短繊維について耐薬品性、繊維中最も軽量であること環境対策(焼却時ダイオキシンを発生しない)などよりポリプロピレン短繊維 $(1.5 \sim 1.9) \times 10^{-3} \text{ g/m}$ 繊維長 10mm を選定した。乾燥重量当り 0%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2% の 5 種類の試料を実験の対象とする。土試料用のミキサーを使い、攪乱容器に試料土と短繊維を層状(5 層)に入れたあと、7 分間ミキサーを回し(low speed 1430rpm)、逆回転高速(high speed 1720rpm)でさらに 5 分間回すことで混入過程とする。

表1 赤ぼくの物理特性

w (%)	141.9
w _L (%)	120.0
w _p (%)	82.9
I _p	37.1
ρ _s (g/cm ³)	2.58
w _{opt} (%)	64.5
ρ _{dmax} (g/cm ³)	0.94
強熱減量 L _i (%)	14.3
粒度	砂35% シルト55% 粘土10%

表2 各配合割合と締固め試験結果

短繊維配合率	Wopt(%)	γ _{dmax} (g/cm ³)	γ (g/cm ³)
0%	78	0.83	1.49
0.6%	70.5	0.88	1.51
0.8%	68.2	0.89	1.51
1.0%	65	0.92	1.54
1.2%	70.5	0.86	1.48

2. 1 透水性の変化

短繊維を混入することで透水性が上がったのでは本来の役割である雨水量の低減に反する。したがって、透水係数の変化に着目する。本透水試験は定水位透水試験で行う(拘束圧 30kPa 動水勾配 I = 30)

。供試体の作製について、内径 50mm 高さ 50mm の塩ビパイプに密度規定法に基づき締固める。密度規定法とはあらかじめ最適含水比と最大乾燥密度から湿潤密度(表2)を求め、供試体を満たすために必要な土粒子の質量で締め固める方法である。そのため、締め固めエネルギーについては考慮していない。透水試験用の供試体の締め固めにはハーバード式ランマーを用いる。作製した供試体に乾湿繰り返しを行う。供試体をパイプから取り出し、ゴムスリーブを取り付け三軸セルの中に設置する。(図1)供試体を飽和させ(湿潤過程)透水量を測る。飽和は 6 時間当りの透水量の一定をもって完了とする。乾燥過程は供試体を三軸セルの中で 24 時間、ゴムスリーブを着けたまま室温 20℃ で 24 時間空気乾燥、60℃ の乾燥炉で 24 時間炉乾燥させる。湿潤過程から乾燥過程にいたる過程を 1 サイクルとし、3 サイクルほど繰り返す。

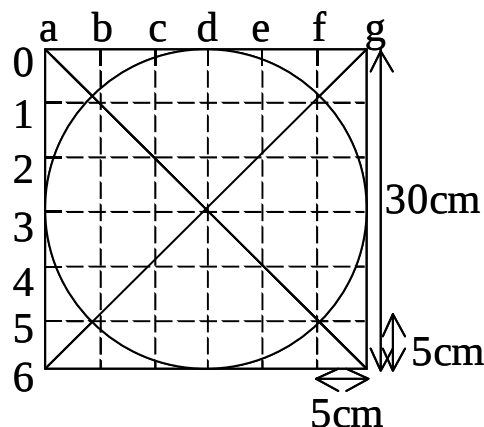


図3 鉛直方向収縮量観測点

2. 2 ひび割れ減少率(CR)

この試験はポリプロピレン短繊維混合による試料土のひび割れに対する影響を評価するものである。直径 300mm 高さ 100mm の塩ビカラム (アメゴムもしくは遮水シートを敷き、グリースを塗布したもの) に密度規定法に基づき締め固める。短繊維を混ぜた試料は締め固めナイフでは切りにくいため、平べらをつかってトリミングする。扇風機を用い乾燥を促進させつつ、1 日につき 3 度重量、ひび割れ面積、鉛直方向収縮量、温度、湿度、供試体直径を測る。ひび割れ面積について、カラムの中心に焦点をとり、高さ 60cm よりのデジタルカメラで写真を撮る。それを基に date picker を用いて、ひび割れ面積を計測する。ノギスを用いて、図 2 の観測点の鉛直方向収縮量を測り収縮量等高線図を、重量より全体含水比を得る。

$$1\text{cm}^2 \text{ 当りのひび割れ面積 (CIF)} = A_c / A_t \quad A_c : \text{ひび割れ面積} \quad A_t : \text{供試体面積}$$

$$\text{CR}(\%) = (\text{CIF}_n - \text{CIF}_f) \times 100 / \text{CIF}_n$$

n: 短繊維補強していないサンプル f: 短繊維補強したサンプル

2. 3 収縮限界の変化

これらの試験はポリプロピレン短繊維混合による試料土の収縮に対する影響を評価するものである。

2. 3. 1 収縮限界試験を行うことで、体積収縮に対する耐性を得ることを見たい。本試験は水銀を使用し行う。乾燥炉試料の体積を水銀の体積に置き換えることで収縮限界を求める。参考として赤ぼくだけでなく黒ぼく・有田粘土・有明粘土・カオリナイトに対しても同様の試験を行う。

2. 3. 2 直径 50mm 高さ 50mm の塩ビパイプに密度規定法に基づき締め固める。塩ビパイプを取り除いた後、1 日につき 3 度、直径・高さ・重量より体積・含水比を測る。V/ΔV より体積の推移をみる。

3. 実験結果・考察

右図はひび割れ発生実験における、赤ぼくを試料とした場合の経過時間と 1cm^2 当りのひび割れ面積 (CIF) の関係である。早い段階でひび割れが発生している。これは全体的な密度は最大乾燥密度に合わせてあるものの、供試体作製に使用したものは基本的なランマーのため一様に締め固めエネルギーを分布させることができなかった。そのため、局所的にみれば密度が極端に低い部分ができてしまったことが原因ではないかと考えられる。経過時間 150 時間を境に CIF の値が上昇している。変化が顕著に出ている。

収縮限界試験の結果、短繊維を混ぜることによりカオリナイト以外の試料土について収縮限界は上昇した。これより短繊維混合工法には体積収縮を抑制する効果があることが読み取れる。特に今回試料土とした赤ぼくに対し、はっきりとその兆候が見て取れる。赤ぼくに対する短繊維配合は体積収縮抑制に効果が期待できる。

4. 参考文献

K.J.Witt : Cracks Due to Desiccation in Cover Lining Systems Phenomena and Design Strategy , International Workshop <Hydro-Physico-Mechanics of Landfills ,LIRIGM, Grenoble University France
N.Yesiller Engineering Geology 57(2000)105-121

(社)土質工学会九州支部 九州・沖縄における特殊土

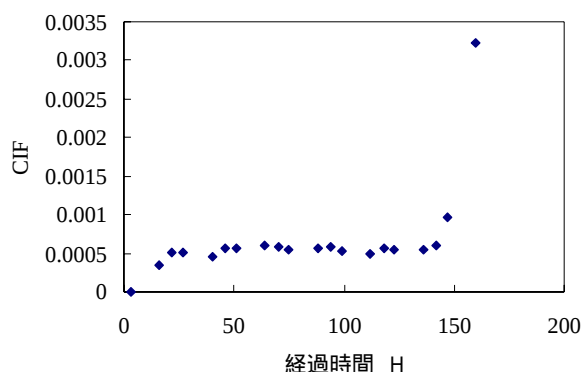


図4 経過時間-CIF

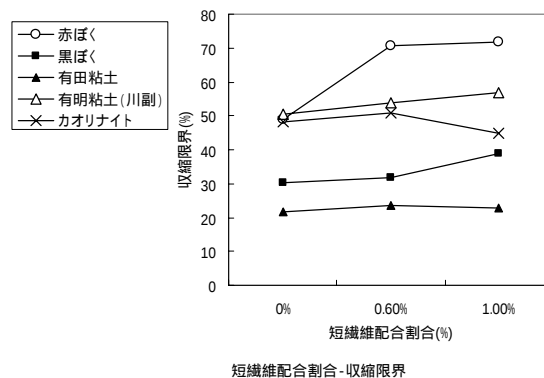


図5 短繊維配合割合 - 収縮限界