

タイヤチップを用いた海面廃棄物処分場の保護管理としての役割について

九州大学大学院

学生会員 ○儲楚 正会員 ハザリカ・ヘマンタ

地層科学研究所

正会員 磯部有作

1. はじめに

海面処分場の埋め立て地盤は陸上処分場以上に更に複雑な地層構造からなっている。海底は一般的に難透水性の堆積粘土地盤という遮水層から構成されていて、日本では古くから廃棄物による海面埋め立てが行われてきた一方、様々な課題をかかえている。例えば、廃棄物層の難透水層による集排水機能が低下することや廃棄物を投入する際に水中への沈降や粘土層底面への衝突などの問題が挙げられる。本研究では、図-1のように、タイヤチップ



図-1 タイヤチップを用いた海面処分場の構造図

プ(以下 TC) や TC と礫の混合物を遮水層の上に敷設することで、海面処分場の集排水を促進し、更に廃棄物を直接粘土層に投入する際の衝突を緩衝することができると考えられる。タイヤチップは軽量な地盤材料として優れた透水性と弾性特性を有し、海面処分場の緩衝材や排水材としての役割が期待される。その透水係数と弾性特性を明らかにするために、三軸セル及び円筒型試験機を用いた透水試験や圧密試験を行った。¹⁾

2. 試験装置と試験方法

2-1. 三軸セルを用いた透水試験

図-2 に三軸タイプの大型透水試験装置を示している。透水試験は三軸セルを用いることにより、原位置で受けていた応力など任意の応力を再現できる機構となる。供試体に加わる水頭差は、同図に示すように給水タンクの溢水面と排水ビュレットの溢水面を調節し設定していた。なお、水が流れる時に水頭損失がないように内径の大きいシンフレックスチューブを使用し、フィルターを通じて供試体に水が一樣に流れるようにしていた。供試体を作成する時、ゴム膜をかぶせ、水中落下法で試料を相対密度 70% に作成し、キャップとペDESTAL に密封した後、拘束圧 20 kPa のもとで飽和させた。飽和した供試体を所定の拘束圧 (20、50、100、150、200) kPa のもとで排水状態で圧密し、試料の各状態における透水係数を測った。

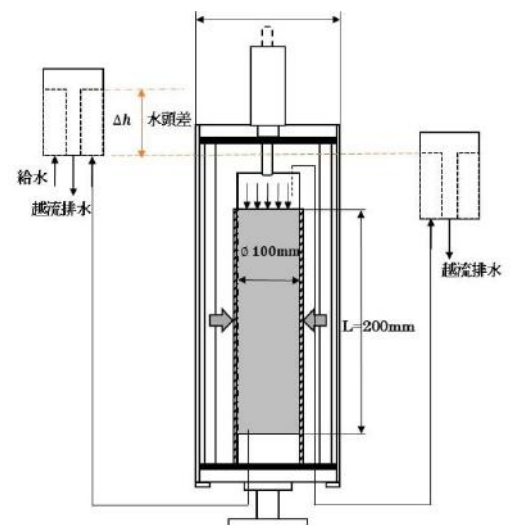


図-2 三軸セルを用いた透水概要図

2-2. 一次元的圧密試験

図-3 に一次元的圧密試験が行われる円筒型試験装置の概要を示す。本装置は長径 100 mm、高さ 200 mm の供試体に圧密試験と垂直応力を载荷した状態での透水試験が可能である。試験機の内側にシリコーンを塗って試料と試験装置の摩擦を小さくした、供試体は相対密度 70% に作成し垂直応力 0-150 kPa で圧密を行い、供試体の軸変形量を読み取った。

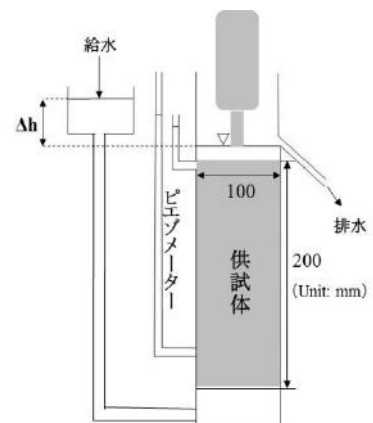


図-3 円筒型試験装置

3. 試験条件

両試験とも図-4 に示す粒径加積曲線を持つ TC および礫試料で行われた。また、表-1 に示すような五つのケースで行った。透水試験については、動水勾配 i が 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 1.0 の 6 種類を用いて、 i の小さいほうから順次実施した。

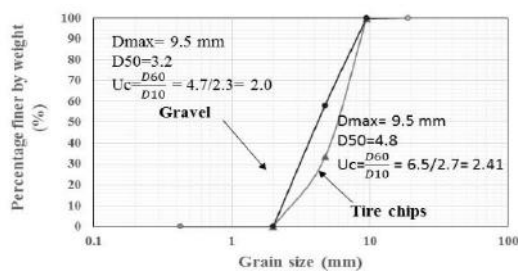


図-4 試料の粒径加積曲線

表-1 実験条件ケース

	Gravel fraction(%) (by volume)	G _s
Tire chips (2-10mm sieved)	0	1.17
Mixed sample (TC 70% by weight)	15.14	1.42
Mixed sample (TC 50% by weight)	29.4	1.65
Mixed sample (TC 30% by weight)	49.28	1.98
Gravel	100	2.81

4. 試験結果及び考察

図-6 に圧密試験における垂直応力と垂直ひずみの関係を示している。この図から分かるように、垂直応力の増大に伴い軸変形量が大きくなるが、最後に変形量が一定になる傾向を示したところで、TC 単体の試料が最大 25% のひずみを示した。それ

に対し、TC が 30%以上含まれない試料では垂直ひずみは 10%以下となった。図-7 に示した各試料の垂直ひずみに対する弾性係数の結果より、TC 混合率 30%以下の場合試料の弾性係数が初期ひずみの段階大きくなり、試料の弾性が TC に寄与していることがわかった。

図-7 に TC 試料に異なる動水勾配のもとで得られた透水性の結果を示している。この図から動水勾配が大きくなると、透

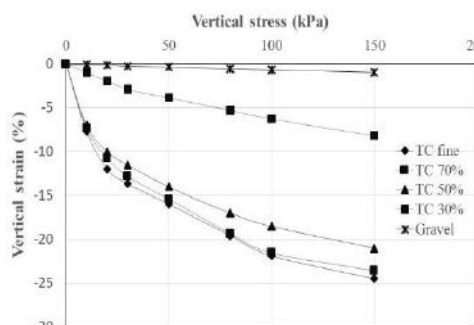


図-5 垂直応力と垂直ひずみの関係

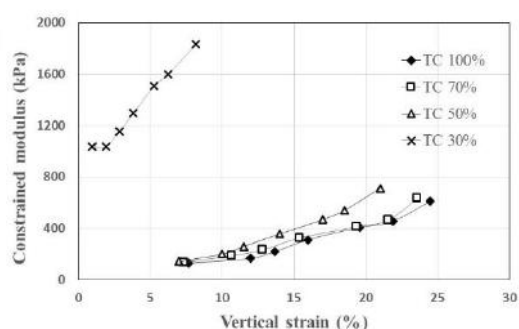


図-6 垂直ひずみにおける弾性係数

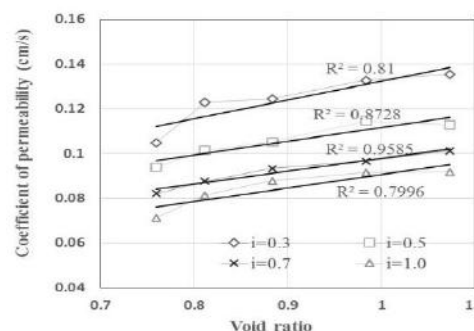


図-7 TC 試料の動水勾配と透水係数の関係

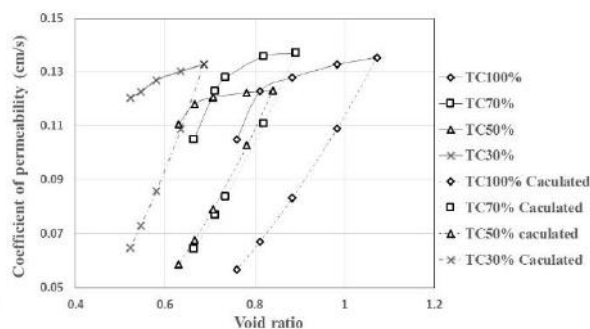


図-8 間隙比と透水係数の関係

水係数が 2-3 割低下することがわかった。図-8 に間隙比と透水係数の実験値と理論値の関係を示す。計算値は間隙比と透水係数の経験式、ヘーゼン・ポアズユの式 $k \propto \frac{e^3}{1+e}$ により計算され、初期の理論値が実験値と一致するように設定した。実験値では、拘束圧が 100 kPa を超えた時点で透水係数の低下が激しくなったがそれを実験値と比較すると、拘束圧の増加による透水係数の低下が非常に小さく見える。それは、TC の圧縮性が高く、初期間隙比が大ききことで、圧密による透水性の変化が顕著ではなかったと考えられる。

5. まとめ

- ① 圧密試験について、試料の弾性がTC混合率30%以上の場合、タイヤチップに寄与していることがわかった。それ以下の場合、特に礫単体の弾性係数が非常に高く、TCに比べると海面に投入する際は粘土層を傷付けやすく緩衝材としてのメリットが欠けていると考える。
- ② 三軸セルを用いた透水試験について、礫を多く混合するほど間隙比の減少に伴う透水係数の減少が小さく、また、透水試験で得られた結果が理論値より小さいことが分かった。
- ③ 拘束圧の変化による透水性の変動が小さく、更に、弾性特性が確保できる50%で混合するTC礫混合材は海面処分場の透水材及び緩衝材として最適だと考えられる。