

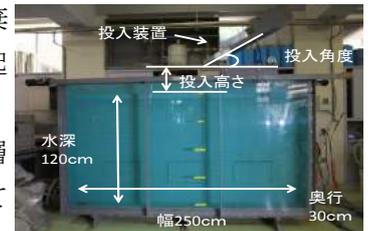
海面埋立処分場におけるタイヤチップ敷設手法の検討

福岡大学工学部 学生会員 相原 拓哉 山本 秀平 梅田真志
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
 (一財)日本環境衛生センター 正会員 八村 智明 永岡 修一
 (株)地層科学研究所 正会員 磯部 有作

1.はじめに 我が国では国土が狭いために内陸における最終処分場の確保が困難となっている¹⁾。そこで日本では近年、大都市付近に設置でき、処分容量が多く、跡地利用に適する海面埋立処分場の建設が進められている。海面埋立処分場では、海底地盤に堆積している沖積粘土層を遮水層として利用することが多く、遮水層の規定値²⁾(層厚5m以上、透水係数 1×10^{-5} 以下)を満たすことが必要である。しかし、粘土層の厚さは自然由来のものであるため一様ではない。特に埋立ての際に投入廃棄物が底部粘土層に与える衝撃や廃棄物のめり込み等により遮水機能の低下を引き起こす可能性が懸念されている³⁾。著者ら⁴⁾はこれまでに、室内試験におけるモデル廃棄物の投入実験により、まず粘土層上に粒径の比較的小さい廃棄物で粘土層表層をカバーしたのちに廃棄物を投入することで衝撃を緩和できることを明らかにしている。そこで本研究では、**図-1**に示すように遮水層上に緩衝材として使用済みタイヤを粉砕し作製したタイヤチップを敷設することを考えた。これは、古タイヤの再利用に寄与するとともに、沖積粘土層を保護し、投入廃棄物のめり込みによる遮水機能の低下を防ぐ新しい埋立て工法の検討を目的としている。本報告では、モデル廃棄物を用いた大型水槽による投入・沈降試験の再現性の検討とタイヤチップの投入・敷設方法の把握を行った結果について考察する。



図-1 タイヤチップ敷設定想図



(a) 大型水槽



写真-2 実験試料



(b) 投入装置

写真-1 実験装置

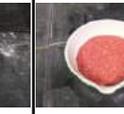
砂利		鉛玉	田川まさ土
4.75mm<d<9.5mm	19.0mm<d<44.4mm	d=20mm	0.85mm<d<2.0mm
			

写真-3 実験試料

表-1 実験条件(モデル廃棄物の沈降挙動)

水槽	試料	粒径 d(mm)	質量 m(g)	投入高さ H _p (cm)	滑り距離 L(cm)
大型水槽	砂利	4.75<d<9.5 19.0<d<44.4	1000	30	70

表-2 実験条件(砂層による遮水層の保護効果の検証)

第一投入試料		第二投入試料	
試料	総投入量(g)	試料	投入量(g)
砂	30,000	鉛玉(d=20mm)	1,000

表-3 実験条件(タイヤチップ)

水槽	試料	粒径 d(mm)	質量 m(g)	投入高さ H _p (cm)	投入角度 θ(°)	滑り距離 L(cm)
大型水槽	タイヤチップ	3.0<d<5.0	300 1000	30	30	30

2. 実験概要

2-1 実験装置及び試料 本実験は、**写真-1(a)**に示す高さ150cm、幅250cm、奥行30cmの大型水槽と**写真-1(b)**に示す、水層上部

に取り付けた装置を用いて行った。投入装置は、滑り距離、投入角度に応じた初速度を試料に生じさせることができる。今回、水槽内には水道水を満たしている。**写真-2**に緩衝材として用いる、粒径が3.0<d<5.0(mm)の廃タイヤをチップ化したものを示す。また、**写真-3**に今回投入・沈降実験に用いたモデル廃棄物を示す。投入・沈降挙動の再現性の確認実験には、粒径の異なる2種類の砂利を用いており、粘土層に衝撃を与えるモデル廃棄物として鉛玉を用いている。

2-2 実験条件 **表-1**に室内水槽実験におけるモデル廃棄物の投入・沈降挙動再現性確認実験、**表-2**に著者ら³⁾が過去に実施した砂利の投入・敷設による廃棄物の粘土層保護効果の検証実験、**表-3**にタイヤチップ投入・敷設実験の各実験条件を示す。ここで、水槽の水深はz=120cmで一定としている。各モデル廃棄物の沈降挙動は、水深30cm毎の平均沈降速度を試料群の主たる先端部が各区間を通過する状況をビデオカメラにて撮影することにより算出した。加えて、モデル廃棄物の着底状況を側面から記録した。また、モデル廃棄物の粘土層へのめり込み状況の把握については、水槽底部にモデル遮水層として粒径2mm以下、液性限界の約1.5倍の115%に調整した博多粘土(ρ_s=2.76g/cm³、w_L=76.4%、I_p=41.7)を層厚20cmに敷設して行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 室内実験での再現性の確認

図-2(a), (b)はモデル廃棄物(砂利)の粒径 $d=4.75\text{mm}$ と $d=19.0\text{mm}$ を各投入角で投入した際の各水深における砂利の沈降速度分布を示す。ここで白抜きのプロットは同様の条件下で実験を行った著者ら³⁾の室内試験の結果を示している。モデル廃棄物の沈降速度は、粒径の小さい方が着水直後の沈降速度に投入角度の影響が大きく表れている。しかし、いずれの条件においても終端速度は粒径の影響を受けるものの各粒径の終端速度はほぼ同じであることが分かる。また、既往の研究の実験結果とも同じ挙動を示していることから、二次元水槽を用いたモデル廃棄物の投入における再現性に問題は無いことも分かる。

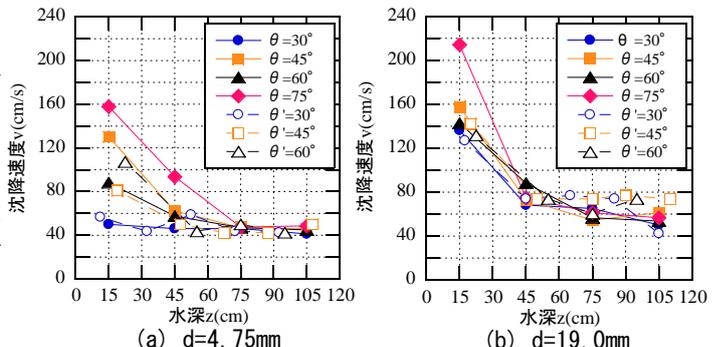


図-2 砂利の沈降速度分布

3-2 砂利の緩衝効果

写真-4(a), (b)に著者ら³⁾が行った投入角度 $\theta=60^\circ$ 、滑り距離 $L=70\text{cm}$ で鉛玉を投入した場合の着底位置とめり込み深さを示している。粘土層上に砂層がない場合(a)では、鉛玉の粘土層内への約 15cm の明確なめり込みが生じており、粘土層を突き抜けるものも確認された。しかし、砂層を予め敷設した場合の(b)では、鉛玉は粘土層へ到達せず、砂層へのめり込みも最大で 4cm 程度であった。このことから、粘土層を傷つける恐れのある廃棄物を投入する際は、予め遮水層を痛めない粒径の小さく、粒子密度の小さい廃棄物等を一定の厚さで堆積させておくことでダメージを軽減できることが分かる。そこで、本検討では、この既往の研究成果から、底部粘土遮水層の保護のためにタイヤチップを敷設することを考えた。これは廃タイヤチップの有効利用として有意義な手法であると言える。

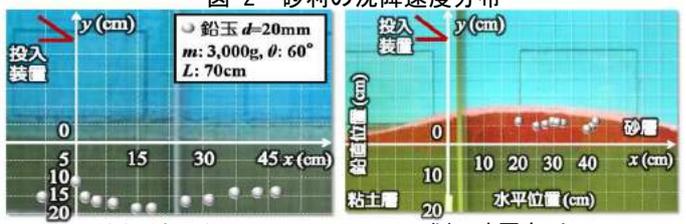


写真-4 鉛玉の着底位置とめり込み深さ

3-3 タイヤチップの投入・沈降挙動

写真-5に $m=1000\text{g}$ で投入角度 $\theta=30^\circ$ におけるタイヤチップの投入直後の状況を示す。投入装置より初速をつけて投入されたタイヤチップは、他のモデル廃棄物とは異なり、ほぼ全てのチップが沈降することなく、水面に残留した(写真-6)。そのため、この状態まま一週間静置した状況を写真-7に示す。水中に没していたタイヤチップのわずかな沈降は見られたが、水面付近に一週間の静置後でも浮いたままであった。一般的にタイヤチップの一般的な真比重は 1.15 である⁵⁾。しかしながら、本実験の投入・沈降実験では、水槽内に沈降することが難しく、自然沈降には時間がかかることが示された。今回の実験結果より、現位置においてもモデル廃棄物と同様な手法でタイヤチップを底部粘土遮水層上に投入・堆積させることが困難なことが明らかになった。しかし、別途実施した実験からタイヤチップを一旦水に浸けて、タイヤチップ表面に水を馴染ませることで、ある程度の沈降させることが確認できた。今回のタイヤチップが沈降しなかった原因として表面張力等が考えられる。



写真-5 タイヤチップ投入直後の様子



写真-6 水面に浮かぶタイヤチップ



写真-7 一週間静置後

4. まとめ 1)大型水槽におけるモデル廃棄物投入・沈降挙動は、終端速度が粒径の影響を受けるものの、投入角度に関係なく、再現性があることが明らかになった。 2)底部粘土遮水層の保護のためにタイヤチップの検討を行ったが、モデル廃棄物の投入と同様な手法では、沈降・堆積させることが難しいことが明らかになった。今後は、タイヤチップを粘土層上部に沈降堆積させる手法検討を行っていく必要がある。

【参考文献】 1)環境省：一般廃棄物の排出及び処理状況等(平成 26 年度)について, pp14-15, 2016. 2)環境省：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省令, 2016. 3)鍋島ら：海面埋立を想定したモデル廃棄物の粒子径状の違いが沈降・堆積特性と底部粘土層に及ぼす影響, 第 45 回地盤工学会論文集, pp1893-1894, 2010. 4)杉山ら：海面埋立を想定した砂の沈降挙動及び堆積特性, 第 21 回廃棄物資源循環学会研究発表会講演論文集, pp473-474, 2010. 5)御手洗ら：古タイヤゴムチップを固化処理に混合した新しい地盤材料の開発と力学特性, 土木学会論文集 C, vol.63, No.3, pp881-900, 2007.