

タイヤチップを用いた海面埋立処分場の底部粘土層保護効果の検証

福岡大学工学部 学生会員 佐藤 樹 北村 拓海
 福岡大学工学部 正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗 古賀 千佳嗣
 (株)IMAGEi Consultant 正会員 磯部 有作

1. はじめに 海面埋立処分場では、遮水層の規定値¹⁾(層厚 5m 以上、透水係数 $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 以下)を満たすことが必要である。しかし、図-1 に示すように粘土層の厚さは自然由来のものであることから一様ではない。そのため、投入廃棄物が底部粘土層に与える衝撃により、規定値を下回る箇所が生じる恐れがある。そこで著者ら^{2),3)}は、これまでに廃棄物の沈降挙動及びタイヤチップによる衝撃吸収による粘土層保護手法について検討を進めてきた。本報告では、タイヤチップによる粘土層へのめり込み軽減と、投入物の連続投下による粘土層への影響について検討した結果について報告する。

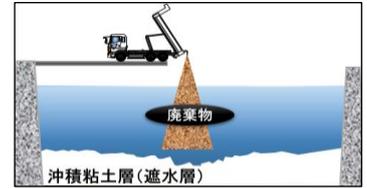


図-1 海面埋立処分場の概要図



写真-1 砕石 写真-2 モルタル片

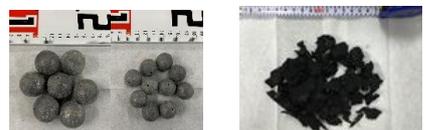


写真-3 鉄球 写真-4 タイヤチップ

2. 実験概要

2-1 実験装置及び資料 本実験は、アクリル製大型水槽(幅 250cm、高さ 140cm、奥行き 30cm)と、水槽上部に投入装置⁴⁾を用いて行った。投入装置は、滑り距離 30cm、投入角度 30°としている。写真 1~3 にモデル沈設物(以下沈設物)として用いた、砕石(19.0mm<d(直径)<44.4mm)、モルタル片 2 種

(円錐 d=60mm、立方体 d=40mm)、鉄球(大 d=30mm、小 d=20mm)を示す。また、写真-4 に緩衝材として使用したタイヤチップ(32mm<d)を示す。表-1 に底部粘土層に用いたカオリン粘土の物理特性を示す。なお、水槽内には水道水を満たしている。

表-1 カオリン粘土の物理特性

土粒子の密度(g/cm ³)	2.731
強熱減量 lg-loss(%)	3.11
細粒分含有率(%)	100
液性限界(%)	51.7
塑性限界(%)	34.3
塑性指数	17.4

2-2 タイヤチップの緩衝効果の検討 表-2 に実験条件を示す。各含水比における粘土の強度を調べるため、ベーンせん断試験(JGS1411)によりせん断強さを求めている。タイヤチップの緩衝効果を検討するため、10cm の底部粘土層上部にタイヤチップ

表-2 実験条件(単発投入)

含水比 (%)	せん断強さ (kN/m ²)	粘土層厚 (cm)	タイヤチップ層厚 (cm)	投入角度 (θ°)	沈設物量 (g)	沈設物
51	0.38	10	0	30	1000	砕石 モルタル片 鉄球
61	0.18		3			
71	0.02		3			

を約 3cm 敷設した状態と粘土層のみの状態で沈設物を落下させ、沈設物のめりこみ深さの計測を行った。めり込み深さはノギスを用いて沈設物の最下端の位置を測定した。また、各沈設物の沈降する様子をビデオカメラで撮影し、沈降速度変化と底部粘土層への衝突時のエネルギーを求めている。

表-3 実験条件(連続投入)

含水比 (%)	せん断強さ (kN/m ²)	粘土層厚 (cm)	タイヤチップ層厚 (cm)	投入角度 (θ°)	最終沈設物量(g)	投入物
71	0.02	15	0	30	21000	砕石
			5			

2-3 連続投入による粘土層への影響 表-3 に実験条件を示す。底部粘土層は最もせん断強度の

小さい w=71% を用い、15cm 敷設した。沈設物の投入は砕石を用い、初期沈設物量は 1000g とし、その後は 2000g ずつの連続投下を行っていき、最終沈設量は 21000g とした。この方法で連続投入による沈設物

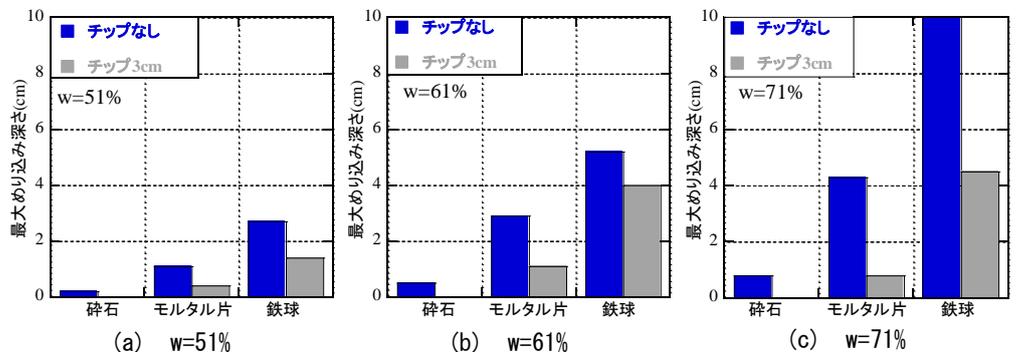


図-3 最大めり込み深さの比較

による粘土層に与える影

響を調べるとともにタイヤチップの敷設による緩衝効果の検討を行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 タイヤチップの緩衝効果の検討 図-3(a)~(c)に底部粘土層の含水比の違いに着目した各沈設物の最大めりこみ深さの比較結果を示す。沈設物の最大めりこみ深さは、いずれの条件においても底部粘土層の初期含水比の影響を受けており、含水比の増加とともにめり込み深さが増加している。また、全ての条件においてタイヤチップを

敷設すると最大めりこみ深さは小さくなっており、タイヤチップの緩衝効果があることを示している。また、 $w=71\%$ におけるモルタル片の場合、 $w=61\%$ の場合と比較して最大めりこみ深さが小さいことが分かる。これは、敷設したタイヤチップの最大粒径が 32mm であることやチップ形状が不規則であることから、敷設したチップに不規則な隙間が生じたため、めり込み深さにバラつきが生じたと考えられる。したがって、実際の施工においてもチップの敷設方法と敷設厚さについては、十分に検討すべきである。図-4(a), (b)にチップの有無における底部粘土層のせん断強さと最大めりこみ深さの関係を示す。

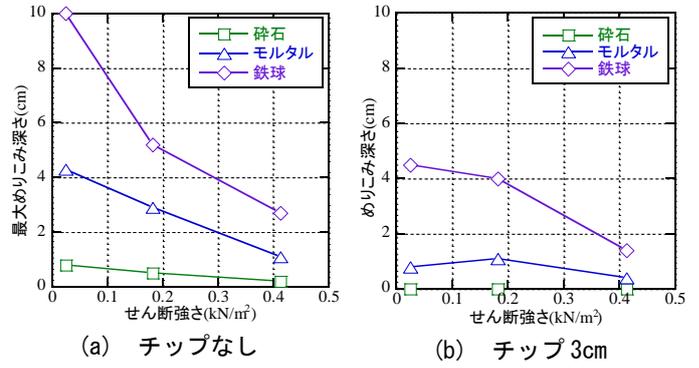


図-4 粘土のせん断強さと最大めりこみ深さの関係

表-2に示すように底部粘土層のせん断強さは、含水比の増加とともに低下しており、 $w=71\%$ では、せん断強度はほぼ 0 の状態で敷設している。各沈設物のめり込み深さは、いずれの条件においてもせん断強さの影響を大きく受けている。また、タイヤチップの敷設により、めり込み深さが半分以下となっていることも分かる。このように、処分場における底部粘土層におけるせん断強度の把握は非常に重要である。次に各沈設物の沈降速度変化を図-5に示す。各モデル沈設物の沈降速度の変化は、着水後水深 60cm まで水圧により速度が減少し、その後、ほぼ等速度で沈降し底部粘土層に向かって沈んでいく。また、鉄球は他モデル沈設物と比較して、約 4 倍の速度で沈降している。ここで、算出した速度をもとに、 $E=1/2mv^2$ (m =質量(kg), v =速度(m/s))として底部粘土層到達時の衝突時の衝撃エネルギーを求めた結果を図-5中に示す。また、衝撃エネルギーと最大めりこみ深さの関係を図-6に示す。

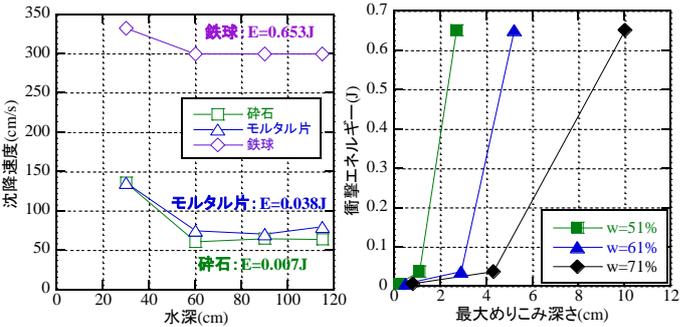


図-5 沈降速度変化

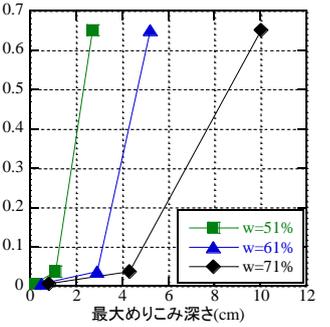


図-6 衝撃エネルギーとめり込み深さの関係



写真-5 着底時の様子

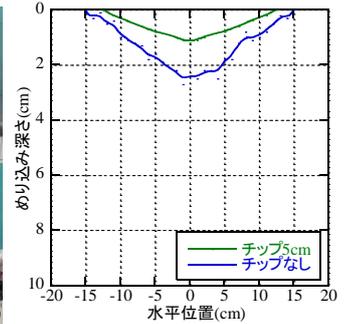


図-7 粘土層の沈下量

いずれの含水比においても、衝撃エネルギーが大きいほど最大めりこみ深さが増加していることが分かる。そのため、処分場において沈設物の衝撃エネルギーを把握することが重要である。

3-2 連続投入による底部粘土層への影響の検討

写真-5にチップなし、チップ 5cm の場合それぞれの着底時の様子を示す。チップなしの場合では粘土層にめり込みが生じていることが分かる。次に、図-7に沈設物の連続投下における粘土層の沈下量を示す。また、チップなしの場合、最大で 2.7cm の粘土層のめり込みが見られた。着底した碎石にさらに碎石が重なることで、荷重によりめり込み深さが増加した。チップ 5cm の場合、碎石が直接粘土層にめり込む様子は見られなかったが、最大 1.2cm の粘土層の沈下が見られた。粘土層は沈下したが、碎石が直接粘土層にめり込むことはなかったため、タイヤチップの敷設により、連続投下における沈設物の集中荷重を受ける場合に対してもめり込みを抑制できる。

4. まとめ 1) タイヤチップを敷設することで、沈設物の粘土層へのめり込みを抑制することができる。2) 実際の海面埋立処分場では、底部粘土層のせん断強度、沈設物の衝撃エネルギーについて把握することが重要である。3) 連続投下においても、タイヤチップの敷設により底部粘土層を沈設物の着底時の衝撃から保護できる。

【参考文献】 1) 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. 2) 行徳ら：海面埋立を想定した模擬廃棄物の沈降挙動及び堆積特性, 第 47 回地盤工学研究発表会, pp1937-1938, 2012. 3) 相原ら：海面埋立処分場におけるタイヤチップ敷設手法の検討, 平成 28 年度土木学会西部支部研究発表会 III-98, pp447-448, 2018. 4) 島田ら：海面埋立処分場におけるタイヤチップパックの投入方法及び沈降特性の検討, 平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会, III-103, pp445-446, 2018.