

タイヤチップパックを用いた海面埋立処分場における最適な保護工法の検討

福岡大学工学部

学生会員 武井 隆太

古賀 元気

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 海面埋立処分場は、海底面に堆積している沖積粘土層をそのまま遮水層として利用している。遮水層の規定値は、層厚 5m 以上、透水係数 10^{-7}m/s 以下¹⁾が定められている。しかし、沖積粘土層の層厚は一定ではなく、廃棄物投入による衝撃とめり込み等により、遮水層の層厚が規定値を満たさなくなる可能性が考えられる。本研究室では、これまでにタイヤチップに着目し、遮水層保護のための緩衝材としての利用を検討している²⁾。そこで、昨年度までにタイヤチップをパックに詰めたタイヤチップパック(以下 TCP)を沖積粘土層上部に敷設し、緩衝材としての効果を大型水槽実験により確認している³⁾。本報告では、大型水槽を用いた沈降試験を行い、①損傷度評価方法の再現性の確認、②沈設物の違い、③底部形状の違い、④TCP の配置方法の違いが敷設された TCP に与える影響について検討した結果を考察する。

2. 実験概要

2-1 実験装置と材料 本実験では、写真-1 に示す海面埋立処分場に見立てた大型水槽(幅 250cm、高さ 150cm、奥行き 30cm)の上部に取り付けた投入装置(投入角度 30 度、容積 12150cm^3)からモデル沈設物を投入し、水槽底部に敷設した TCP による底部粘土層の保護効果の検討を行った³⁾。沈設物の違いの検討は、モデル沈設物として写真-3 に示すボルト単体と写真-4 に示すボルトとナットの混合物を使用した。底部形状の違いの検討として、水平地盤(写真-1)と底部粘土層の傾斜の影響については木枠台を用いて再現した(写真-2)。TCP の配置方法が損傷度に及ぼす影響については、標準配置用として、縦 30×横 30×厚さ 3cm の TCP-1(写真-5)を用い、千鳥配置用として、厚さを半分(1.5cm)にした TCP-2(写真-6)を用いて行った。



写真-1 TCP 水平配置 写真-2 TCP 傾斜配置



写真-3 単体 写真-4 混合

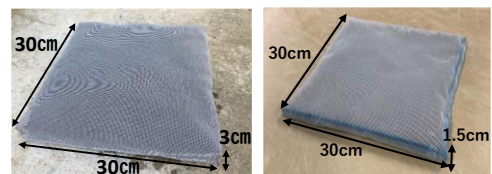


写真-5 TCP-1 写真-6 TCP-2

(縦 30×横 30×厚さ 3cm) (縦 30×横 30×厚さ 3cm)

表-1 実験条件

配置	沈設物	投入量(g)	混合比率	底部形状
標準	単体(ボルト)	30000	1:1	水平
	混合(ボルト+ナット)	35000		傾斜
	単体(ボルト)	30000		水平
	混合(ボルト+ナット)	35000		傾斜
千鳥	単体(ボルト)	30000	1:1	水平
	混合(ボルト+ナット)	35000		傾斜
	単体(ボルト)	30000		水平
	混合(ボルト+ナット)	35000		傾斜

表-2 評価方法

沈設時に撮影した動画から表-2 に示す評価方法(TCP の圧縮量 ΔS 、移動量 ΔD 、集中荷重値 L)を設け、沈設物・配置ごとの損傷の度合いを比較・評価している³⁾。ここで、集中荷重値 L は、各 TCP に堆積したモデル沈設物の質量を計測し算出している。特に千鳥配置においては、下段の TCP で評価を行っている。

3. 実験結果及び考察 今回実施した全 8 条件(底部形状(水平・傾斜)、モデル廃棄物の種類および TCP の配置)、全 24 ケースの損傷度評価の結果を表-3～6 に示す。

損傷度	0	1	2	3	4
圧縮量 ΔS (cm)	$\Delta S = 0$	$0 < \Delta S \leq 1.0$	$1.0 < \Delta S \leq 2.0$	$2.0 < \Delta S \leq 3.0$	$\Delta S < 3.0$
移動量 ΔD (cm)	$\Delta D = 0$	$0 < \Delta D \leq 1.5$	$1.5 < \Delta D \leq 3.0$	$3.0 < \Delta D \leq 4.5$	$\Delta D < 4.5$
集中荷重 L (%)	$L = 0$	$0 < L \leq 20$	$20 < L \leq 30$	$30 < L \leq 40$	$L < 40$

表-3 損傷度評価(単体・水平)

沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	標準	ボルト	水平	6	21	12	39
2回目				7	15	10	32
3回目				7	15	10	32
沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	千鳥	ボルト	水平	8	7	10	25
2回目				8	7	10	26
3回目				8	8	9	25

表-4 損傷度評価(混合・水平)

沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	標準	ボルト + ナット	水平	6	21	9	36
2回目				7	19	10	36
3回目				7	19	11	37
沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	千鳥	ボルト + ナット	水平	8	8	10	26
2回目				8	9	10	27
3回目				8	9	10	27

表-5 損傷度評価(単体・傾斜)

沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	標準	ボルト	傾斜	6	18	11	35
2回目				6	12	10	28
3回目				6	12	8	26
沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	千鳥	ボルト	傾斜	8	2	9	19
2回目				8	2	9	19
3回目				8	3	9	20

表-6 損傷度評価(混合・傾斜)

沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	標準	ボルト + ナット	傾斜	7	16	10	33
2回目				7	16	9	32
3回目				8	16	10	34
沈設回数N	配置	沈設物	底部形状	圧縮量	移動量	集中荷重	損傷度
1回目	千鳥	ボルト + ナット	傾斜	7	3	11	21
2回目				8	2	9	19
3回目				8	3	10	21

3-1 損傷度評価の再現性の確認 損傷度の再現性について全結果を見ると、圧縮量 ΔS と集中荷重 L においては、同程度の値を示し、移動量 ΔD は多少のずれは見られたが、今回用いた損傷度評価の指標は、各同一条件下においてほぼ近い値が得られている。また、3 回の実験において沈設物の堆積状況(写真-7)も同様な傾向を示したことから、今回用いた評価方法に再現性があることが示された。

3-2 沈設物の違いが TCP に与える影響 ボルト単体とボルト・ナット混合で投入した場合、混合投入の方が損傷度は大きくなっていることが分かる。この結果より、同じ容量であっても、総重量の大きい方が着底時の衝撃が大きくなり、TCP の圧縮量・移動量が増加し、底部への損傷も大きくなることが示された。

3-3 底部形状の違いが TCP に与える影響 TCP 標準配置かつ底部形状水平において、傾斜配置と比較して損傷度が大きい値を示していることがわかる。これは、底部形状が傾斜の場合、着底時の衝撃エネルギーが分散するため水平の場合と比較して、モデル沈設物が TCP に与える衝撃が小さくなったことが考えられる。

3-4 千鳥配置を用いた TCP 損傷度低減への検討 図-1(a), (b)に混合投入かつ底部形状水平における損傷度と写真-8 に沈設物の堆積状況を示す。なお千鳥配置については、下段の TCP で評価している。TCP 標準および千鳥配置ともに、TCP の移動量が最も損傷に影響を与えていることがわかる。また、千鳥配置にすることで移動量を半分以上に抑えることができ、弱部である継ぎ目の強化もされ、継ぎ目から沈設物が底部にめり込むのを防ぐことが可能となっていることが沈設状況からも観察できる。この結果より、TCP の敷設方法を千鳥配置にすることで、廃棄物による粘土層への保護が期待できると言える。

4. まとめ 1)今回用いた評価方法に再現性はあり、損傷度の数値化は有効である。 2)モデル沈設物比較により、同容量であっても総重量が大きく、ボルト・ナット混合物の方が TCP の損傷度が大きくなる。 3)底部形状水平において、TCP の損傷度が大きくなる傾向を示した。 4)TCP を千鳥配置にすることで、継ぎ目からの廃棄物のめり込みを抑制でき、底部粘土層の保護が期待できる。

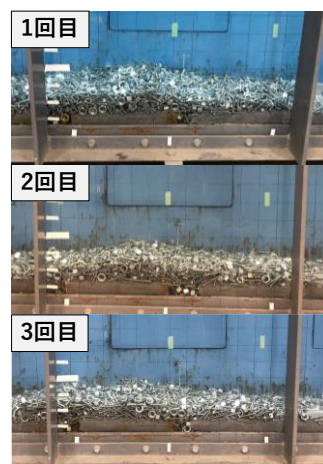


写真-7 沈設物の堆積状況

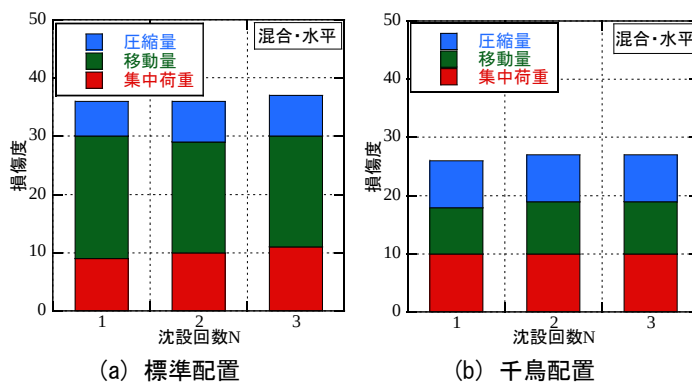


図-1 損傷度評価(混合・水平)



写真-8 沈設物の堆積状況(混合・水平)

【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) 一般社団法人日本自動車タイヤ協会(JATMA)：廃タイヤのリサイクル状況, 2019. 3) 橋元ら：海面埋立処分場におけるタイヤチップパットの底部粘土層保護効果の検討, 土木学会西部支部研究発表会, III-054, pp.377-378, 2021.