

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

福岡大学工学部

学生会員

島田 篤志

近松 周平

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 海面埋立処分場における、粘土層の保護は海面埋立処分場の利用において重要な課題となっている¹⁾。これまでの成果²⁾により、粘土層上部にタイヤチップを緩衝材として用いることにより、廃棄物投入による緩衝効果があることが分かっている。しかしながら、タイヤチップの粘土層上部への投入及び沈設に関しては、タイヤチップの浮力やサイズ・形状などの問題点が明らかとなっている。そこで、本報告ではタイヤチップをパック状にして沈降性を高めた新しい手法に着目し、1)タイヤチップパック(以下:TCP)のネット及びサイズの違いが沈降特性及び沈降後の沈設状況に及ぼす影響、2)礫混合 TCP の沈降特性及び沈降後の沈設状況について検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験装置及び試料 本実験は、写真-1 に示す前面をアクリル製にした大型水槽(幅 250cm、高さ 140cm、奥行き 30cm)と写真-2 に示す水槽上部に取り付けた投入装置を用いて行った。投入装置は、滑り距離、投入角度を調整することにより、投入時速度と位置を変化させることができる。写真-3 に緩衝材として用いる3種類のタイヤチップ(以後チップと呼ぶ)の外観を示す。これらを図-1 に示すような TCP-A(縦 20×横 20×幅 3(cm))、TCP-B(20×30×3(cm))、TCP-C(20×40×3(cm))の3サイズの材質の異なる2種類のネットを用いて、パックに包んでTCP(タイヤチップパック)を作製している。なお、水槽内には水道水を満たしており、水深は $z=120\text{cm}$ としている。

2-2 ネット及びサイズの違いによる沈降及び沈設状況の検討

表-1 に実験条件を示す。実験は、TCP の投入角度、滑り距離は固定し、沈設状況の検討を行った。ここで各 TCP の質量は、TCP-A の質量を基準と、TCP-A のチップ密度 0.58g/cm^3 の値を用い、各パックサイズにおいて固定している。また、TCP は、鉄製ネット及びポリエステル製ネットの2種を使用した。ここで、各ネットの網目の大きさが鉄製 1.5mm、ポリエステル製 1.0mm である。また、ネットの単位面積あたりの質量はほぼ同じであったことから、ネットの質量を無視して検討を行った。

2-3 礫混合 TCP の沈降特性及び沈設状況 表-2 に実験条件を示す。本検討で用いた礫は、粒径の大きさが $d=4.75\text{mm}$, $d=9.5\text{mm}$, $d=13.2\text{mm}$, $d=19.0\text{mm}$ の4種類を用いている。TCP 内の礫混合試料の密度は 2.2 節と同条件に設定し、礫混合の有効性について検討を行った。混合方法は、各礫を一種類ずつパック内に均一となるように混合した。また、TCP の沈降性と沈設状況の改善のために TCP の片側に礫を入れ(図-2)作製した。さらにこの TCP を、着水方向と反対側が礫部となるように投入装置に設置し、検討を行った。なお、この検討の TCP はすべてポリエステル製ネットを用いている。

3. 実験結果及び考察

3-1 ネットの違いが沈降特性及び沈設に及ぼす影響 図-3、図-4 にパックの形状に着目した鉄製ネット及びポリエステル製を用いた TCP の沈降速度分布を示す。沈降開始直後水深 30cm における2種類の沈降速度に着目してみると、鉄製ネットの沈降速度が速くなっている。これは、鉄製ネットの網目が大きく、親水性が良い

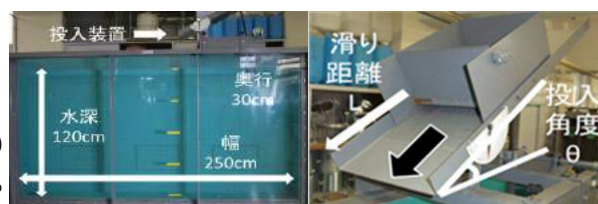


写真-1 大型水槽

写真-2 投入装置



(a) 1~3mm

(b) 3~4mm

(c) 32mm

写真-3 タイヤチップの外観

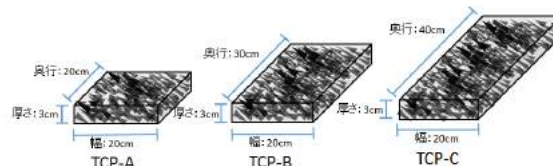


図-1 TCPの外観

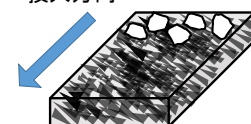
表-1 実験条件

チップ粒径 (mm)	パックサイズ (cm)	投入角度 (°)	滑り距離 (cm)	重さ (g)
1~3	TCP-A 20×20×3	30	30	TCP-A 700
3~4	TCP-B 20×30×3			TCP-B 1050
32	TCP-C 20×40×3			TCP-C 1400

表-2 実験条件

チップ粒径 (mm)	パックサイズ (cm)	投入角度 (°)	滑り距離 (cm)	重さ (TCP+礫) (g)	礫粒径 (mm)
1~3	TCP-A 20×20×3	30	30	TCP-A 700(600+100)	$d=4.75\text{mm}$
3~4	TCP-B 20×30×3			TCP-B 1050(950+100)	$d=9.5\text{mm}$
32	TCP-C 20×40×3			TCP-C 1400(1300+100)	$d=13.2\text{mm}$ $d=19.0\text{mm}$

投入方向



上部に礫を配置したTCP

図-2 礫混合 TCP (礫上部)

ため、入水した際 TCP 内に水が浸透しやすく TCP の沈降速度が大きくなったと考えられる。一方、チップ粒径 1~3mm におけるポリエステル製ネットを使用した条件は、投入後に時間を置いた場合でも沈降することは無かった。これは、網目が小さいため TCP 内に浸透する水の量が少ないことに加え、チップ粒径が小さいことから、TCP 内の親水性が低いことが原因と考えられる。また、各条件における、TCP-A の沈降速度に着目して見ると、TCP-B, C に比べすべての条件において沈降速度は遅いことがわかる。これは、3 種類のバックサイズの中で質量が軽いことが要因と考えられる。し

かし、TCP-B, C の条件やチップの大きさの違いにおいても TCP-B の条件でも速い場合が見受けられる。したがって、TCP の沈降速度は、必ずしも質量と比例関係があるとは限らず、ネットの網目やチップの大きさが関係していることが推察される。次に、土槽底部への沈設状況について評価する。表-3 に TCP 沈設後の沈設状況の評価定義を示す。評価定義の○は、TCP の最終的な着底状況が水槽底面に横たわった状態、△は、沈降はしたが TCP が立ってしまった状態、×は、沈降せずに水面に浮遊した状態と定義する。ここで、△の判定は、土槽着底時に TCP の端部が当たることから、底部粘土層を破損させる可能性があることを示している。この TCP 沈設の評価方法を用いて、纏めたものを表-4 に示す。チップ粒径 1~3mm に関しては、ポリエステル製ネットを使用した場合、沈降しないことが分かる。一方で、チップ粒径 32mm に関しては沈設に適する○の評価が多く、鉄製ネットを用いた場合ではすべての条件において沈設に適していることが分かる。今回の検討から、チップ粒径及びネットの網目が大きい程、TCP 内の親水性が良好になり、沈設に適することが明らかとなった。

3-2 礫混合 TCP の沈降特性及び沈設状況 3-1 の TCP 沈設状況評価結果より、ポリエステル製の沈降特性の改善のために TCP 内に礫を混合し検討した。表-5 に礫混合の沈設状況評価結果を示す。ここで、礫混合 TCP の沈降特性に関しては、沈降速度、着底状況において各礫の粒径による違いが確認されなかったため、沈設後の状況評価のみ示している。礫を均一に混合した条件の結果を見ると、礫の混合により、TCP 内との親水性が大きくなり、沈降特性は改善したが、TCP が着底時に垂直に立ってしまい、多くの条件で沈設状況の評価が△となった。しかし、礫を TCP の片側に入れた条件(礫上部)では、チップ粒径 1~3mm における TCP-A の条件を除き、水槽底面に沈設出来ることが明らかとなった。このことから、礫混合 TCP を用いる場合、礫を均一に混合するよりも TCP の片側に礫を入れ、かつ投入時に着水面と反対方向に配置する手法が沈設に適していることが明らかとなった。

4. まとめ 1)チップ粒径及びネットの網目が大きいほど、TCP 内の親水性が良好になり沈設に適していることが示された。2)礫混合 TCP は、礫の混合状態と配置により沈設後の状況が変化することが明らかとなった。今後、礫混合 TCP の最適な沈設においては、礫の配合量、配置及び投入方法について更なる検討が必要である。

【参考文献】 1) 鍋島ら：廃棄物の海面投棄を想定した試料群の静水中における一次元沈降挙動と底部粘土層への影響，第 8 回環境地盤工学シンポジウム論文集，pp359-362，2009. 2)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-98，447-448，2017.

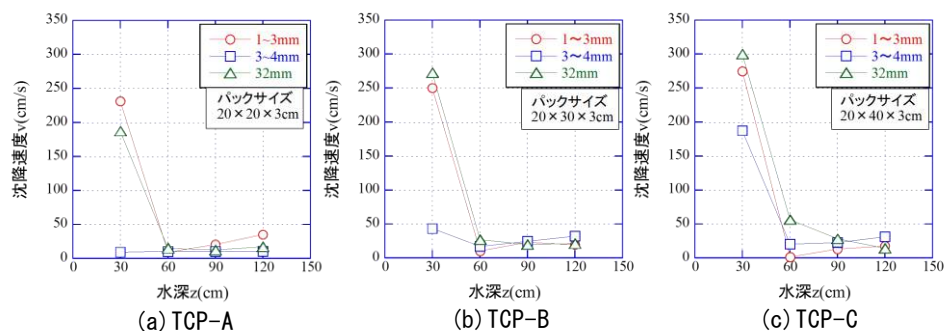


図-3 鉄製ネットを用いた TCP の沈降速度分布

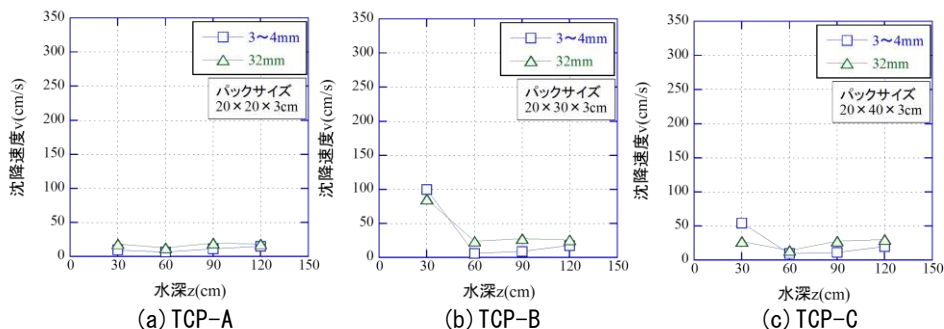


図-4 ポリエステル製ネットを用いた TCP の沈降速度分布

表-3 沈設後の評価定義

○	△	×

表-4 TCP 沈設状況評価結果

		1~3mm	3~4mm	32mm
鉄製のネット	TCP-A	△	○	○
	TCP-B	△	△	○
	TCP-C	△	△	○
ポリエステル製のネット	TCP-A	×	△	○
	TCP-B	×	△	△
	TCP-C	×	△	△

表-5 礫混合 TCP における沈設状況評価結果 (d=19.0)

		1~3mm	3~4mm	32mm
礫均一	礫混合TCP-A	△	○	○
	礫混合TCP-B	△	△	○
	礫混合TCP-C	△	△	△
礫上部	礫混合TCP-A	△	○	○
	礫混合TCP-B	○	○	○
	礫混合TCP-C	○	○	○