

最終処分場の基礎地盤に木チップ（木屑）を利用した凍上対策

熊谷組 環境事業プロジェクト部 正会員 橋本 政司
 熊谷組 環境事業プロジェクト部 正会員 亀山 敏治
 熊谷組 技術研究所 正会員 新谷 剛
 熊谷組 技術研究所 正会員 藤木 広一

1. はじめに

寒冷地における最終処分場では、凍上現象により基礎地盤面が変形し、それに追従する形で遮水シートに変形が生じ接合部の不具合が発生する可能性がある。このような状態に対処するためには、予め凍上防止対策を考慮した最終処分場の構造が必要と考えられる。

本実験では、最終処分場の凍上防止対策を検討するにあたり必要となるデータの収集を行い、発泡ビーズ〔写真-1〕や木チップ（木屑）〔写真-2〕を用いた凍上防止対策について、検討した結果を報告する。

特に、廃棄物の減量化、リサイクルの観点から、木チップには木質系廃棄物を再利用することとした。

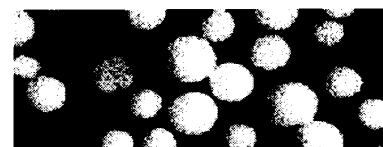


写真-1 発泡ビーズ



写真-2 木チップ（木質系廃棄物）

2. 実験概要

凍上防止対策として、基礎地盤の凍結深度を浅くする方法について「凍上対策構造比較実験」を行った。保温効果を高める材料として、発泡ビーズ及び木チップを採用し、構造条件を変えることで得られる熱伝導率を評価の指標とした。また、熱源には20wの電球を2ヶ使用し、直接光による試料への影響を避けるために、輻射熱防止措置を施した。実験は熱源と外気温が均衡状態になり収束するまで行った。（約72時間）

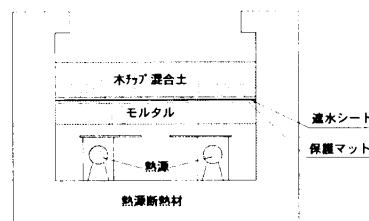


図-1 木チップ混合土実験構造

保温効果の評価方法として表-1に示す6ケースについて比較実験を行った。

表-1 ケース別保温層材の構成

CASE	1	2	3	4	5	6
構造名称	標準	発泡ビーズ モルタル	木チップ モルタル	木チップ 混合土1	木チップ 混合土2	木チップ 混合土3
構造概要	・遮光性マット(t=5mm) ・遮水シート(t=1.5mm) ・保護マット(t=10mm) ・モルタル(t=75mm)	・遮光性マット(t=5mm) ・遮水シート(t=1.5mm) ・保護マット(t=10mm) ・発泡ビーズモルタル(t=125mm)	・遮光性マット(t=5mm) ・遮水シート(t=1.5mm) ・保護マット(t=10mm) ・木チップモルタル(t=125mm)	・木チップ混合土(t=125mm) ・保護マット(t=10mm) ・遮水シート(t=1.5mm) ・保護マット(t=10mm) ・モルタル(t=75mm)	・木チップ混合土(t=125mm) ・保護マット(t=10mm) ・遮水シート(t=1.5mm) ・保護マット(t=10mm) ・モルタル(t=75mm)	・木チップ混合土(t=125mm) ・保護マット(t=10mm) ・遮水シート(t=1.5mm) ・保護マット(t=10mm) ・モルタル(t=75mm)
試料厚	91.5mm	141.5mm	141.5mm	221.5mm	221.5mm	221.5mm

※混入率は体積比とした。

3. 実験設備

実験は、大型冷蔵設備（写真-3～写真-5参照）を用いて行った。

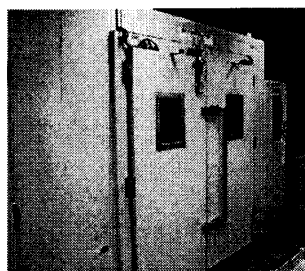


写真-3 大型冷蔵設備

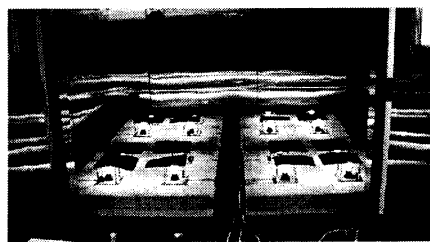


写真-4 熱源設備

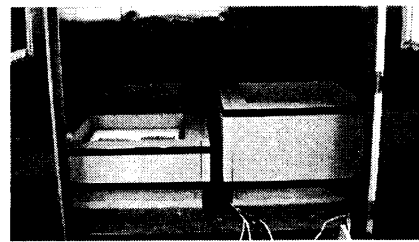


写真-5 保温設備

キーワード：最終処分場 凍上防止対策 木屑 有効利用 熱伝導率

連絡先：熊谷組 環境事業プロジェクト部(〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 TEL 03-3235-8678 FAX 03-3235-4367)

4. 実験条件

設定値：外気温 -10°C 、熱源 40w（輻射熱防止板付）

保温材：木チップ（木質系廃棄物をハンマーで破碎しファイバー状に整形したチップ材）

発泡ビーズ（粒径 2～10mm 程度の発泡スチロール粒、密度 $12.5\sim 20\text{kg/m}^3$ ）

5. 実験結果および考察

凍上対策構造比較実験における各ケース毎の熱伝達率は表-2 のような結果であった。

本実験の代表ケースとして CASE6 における各部材の温度状態を表-3 に示す。

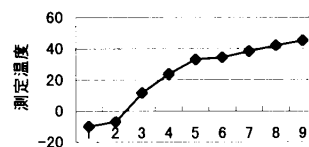
また、実験ケースから材料毎に熱伝導率を算出した結果を表-4 に示す。

表-2 ケース別熱伝達率

各CASEの熱伝達率（単位： $\text{kJ/m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ ）	
CASE1（標準構造）	5.994
CASE2（木チップモルタル構造）	5.793
CASE3（発泡ビーズモルタル構造）	4.374
CASE4（木チップ混合土構造10%）	4.115
CASE5（木チップ混合土構造25%）	3.470
CASE6（木チップ混合土構造50%）	2.579

表-3 CASE6 における温度状態

CASE6 木チップ混合土（混入率50%）		
外気温	1	-10.0
チップ混合土上	2	-7.1
チップ混合土中	3	11.6
保護マット上	4	23.7
遮水シート上	5	32.9
保護マット上	6	34.3
モルタル上	7	38.1
モルタル下	8	41.8
熱源	9	45.0



本実験から得られた知見を以下にまとめて示す。

(1) ケース毎の熱伝達率

表-2 から今回実施した比較実験ケースの中では、木チップ混合土構造 (CASE4, 5, 6) の熱伝達率が最も小さく、これらの構造が断熱（保温）構造として最も効果的であることがわかった。

そして、木チップ混合比率が大きい構造ほど、熱伝達率が小さく、標準構造 (CASE1) の熱伝達率 $5.994 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ と比べて木チップ混合土構造 50% (CASE6) の熱伝達率は、 $2.579 \text{ kJ/m}^2\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ と約 0.43 倍に至ることがわかった。

(2) 木チップ混合土の熱伝導率

各材料毎に熱伝導率を算出した表-4 から、木チップ混合土の熱伝導率（混合率 10%）は $1.323 \text{ kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ （モルタルに比べて約 0.49 倍）であり断熱効果が期待できる。

さらに、木チップ混合率が 10、25、50% と増加するにつれて、熱伝導率が 1.323、0.854、0.512 $\text{kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ となり 10% と 50% では、0.38 倍小さくなる。そして、木チップ混合率が 50% のケースにおいて、一般的な木材（乾燥状態）の熱伝導率 $0.502\sim 0.670 \text{ kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ と同レベルの結果を得ることができた。したがって、木チップの混合率が 50% の場合、経済性に優れた断熱（保温）材であると考えられる。

(3) モルタル、発泡ビーズモルタル、木チップモルタルの熱伝導率

標準構造のモルタルの熱伝導率 ($2.675 \text{ kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$) に比べて、発泡ビーズや木チップを混入したモルタルの熱伝導率はそれぞれ $1.924 \text{ kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ （約 0.71 倍）、 $2.591 \text{ kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$ （約 0.96 倍）と小さくなり断熱（保温）性は高まる。また、木チップより発泡ビーズを利用した方が断熱性は高まる。しかし、絶対値が小さいことや経済性を考慮すると断熱（保温）材としてはあまり適していないと考えられる。

6. まとめ

本実験より、木チップ（木屑）を使用した混合土を利用することにより、最終処分場の基礎地盤に対する凍上防止対策として適用可能であることが示唆された。今後は、本実験データを基に、実際の処分場において、施工性・経済性を加味した計画を行う予定である。

表-4 材料の熱伝導率の評価結果

材料	ケース名	λ ($\text{kJ/m}\cdot\text{h}\cdot^{\circ}\text{C}$)	
		評価値	平均
遮光マット	CASE1	0.141	0.135
	CASE2	0.131	
	CASE3	0.134	
遮水シート	CASE1	0.072	0.094
	CASE2	0.080	
	CASE3	0.067	
	CASE4	0.107	
	CASE5	0.104	
	CASE6	0.135	
保護マット	CASE1	0.205	0.220
	CASE2	0.318	
	CASE3	0.150	
	CASE4 (上)	0.159	
	CASE5 (上)	0.163	
	CASE6 (上)	0.137	
	CASE4 (下)	0.240	
	CASE5 (下)	0.273	
モルタル	CASE1	2.871	2.675
	CASE4	2.720	
	CASE5	2.550	
	CASE6	2.557	
発泡ビーズモルタル	CASE3	1.924	1.924
木チップモルタル	CASE2	2.591	2.591
木チップ混合土(10%)	CASE4	1.323	1.323
木チップ混合土(25%)	CASE5	0.854	0.854
木チップ混合土(50%)	CASE6	0.512	0.512

(備考) λ : 熱伝導率