

Ⅲ - B328

金属片混入による地盤蓄熱特性の改良

(株)吹上技建コンサルタント 正会員 吉田 直樹

(株)関電興業 正会員 八木 理至

摂南大学工学部 正会員 伊藤 譲

1. はじめに

自然エネルギーや廃熱などの未利用エネルギーの活用は、化石エネルギーの消費を減らし大気汚染の原因である有害物質の発生を抑えるとともに地球規模の温暖化防止にも貢献する。未利用エネルギーの活用のため蓄熱技術が開発されているが、設備投資に多大の費用を要することが普及の妨げとなっている。

設備投資が比較的少ない蓄熱方法として、道路等の盛土構築時に循環パイプの埋設などの施設工事を済ますことのできる盛土蓄熱方式¹⁾がある。しかし、この蓄熱方式では蓄熱体として地盤を利用するため、地盤と循環パイプ表面の熱交換能力の低さと地盤の熱伝導率が小さいことにより循環パイプが長くなること、短時間に大量の熱利用ができないなどの問題がある。地盤の熱伝導率改良と循環パイプ形状の工夫とがこの制約を克服する手段と期待される。

今回は盛土蓄熱方式の特徴である盛土の転圧時に循環パイプを埋設する点に再度着目して、転圧時に熱伝導率の大きい金属片を混入することによる盛土地盤全体の蓄熱特性改良の可能性を追求した。混入の効果は特に金属片の混入量とその形状に注目した。混入した金属材料はアルミニウムであり、将来的に飲料水の空缶等の廃棄物から容易に採取できることを想定して、棒状と板状の2種類を用いた。

2. 検討方法

金属片の混入による蓄熱特性の違いを検討するため、図1に示す小型の蓄熱土槽（ $t=10\text{mm}$, $ID=300\text{mm}$, $h=300\text{mm}$ ）を用いた実験を行った。土槽の周囲は発泡スチロールと梱包用資材などで断熱され、中心部に温水を循環するためのアルミパイプが設置されている。供試体はパイプ表面を通じて温められる。

実験に用いた試料土は2mmフルイ通過のまさ土で、密度 2.689g/cm^3 、粒度は粘土分 7.3%、シルト分 10.8%、砂分 81.9%である。試料土は含水比 13.5%に調整され、所定量の金属片が混入された後、土槽内で2.5kgのランマー(落下高30cm)により1層あたり200回、合計8層の突き固めにより作成され、その湿潤密度は $2.0\sim 2.1\text{g/cm}^3$ であった。

実験は、まず中心部のパイプに 20°C の水を循環し土槽内の温度が 20°C または一定に落ち着くまで6～24時間待つ。実験開始と同時に 40°C の温水が流される。供試体各部の温度変化は埋設された熱電対により24時間計測され、蓄熱量は土槽内部の温度変化と試料

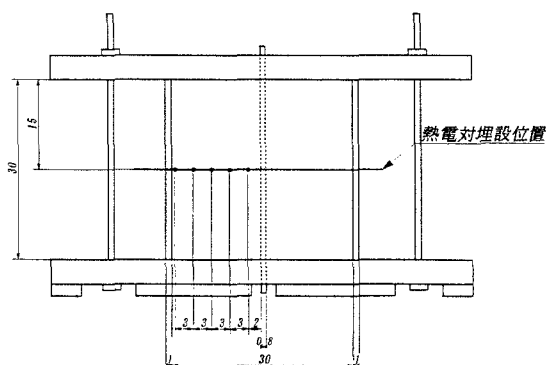


図1 実験装置概略図 (単位 cm)

表1 実験条件

CASE	形状	体積比(%)	表面積(cm^2)
1	土のみ	0	0
5	アルミロッド $\phi=2\text{mm}$, $l=10\text{mm}$	0.4	1900
6	アルミ板 $t=0.2\text{mm}$, $10\times 10\text{mm}$	0.4	8600
7	アルミロッド $\phi=2\text{mm}$, $l=20\text{mm}$	0.8	3400
8	アルミロッド $\phi=2\text{mm}$, $l=10\text{mm}$	1.6	7500
9	アルミ板 $t=0.05\text{mm}$, $10\times 10\text{mm}$	1.6	137000
10	アルミ板 $t=0.015\text{mm}$, $10\times 10\text{mm}$	1.6	452000

キーワード：蓄熱、盛土、エネルギー、環境、熱伝導率

連絡先：〒572 寝屋川市池田中町17-8 TEL0720-39-9701 FAX0720-38-6599

土の熱容量から計算された²⁾。

今回の実験の混入物の状態を表1に示す。

3. 結果と考察

金属片混入の効果を理解するため、CASE1（図2）とCASE9（図3）での温度変化の例を示す。CASE1と比較して、CASE9では全体的に温度上昇幅が大きい。また中心のパイプ付近と周囲部での温度上昇の差が小さく、中心部だけでなく全体的に蓄熱されている様子が理解される。

図4では金属片混入の効果を4、24時間の蓄熱状況で比較している。この図ではCASE1での4、24時間の蓄熱量、274kJと671kJを基準に各々のCASEの蓄熱量との比（蓄熱量比）を用いて評価した。この図から、蓄熱量は混入量が増加すると必ずしも増加するものでないと考えられる。例えば1.6%の混入量では各CASEで蓄熱量において30%の差が生じている。

図5では混入物の表面積と蓄熱量比との関係を片対数上に整理した。混入物の表面積が10,000cm²を超えると初めて蓄熱量に増加傾向が認められた。逆に、この表面積以下では混入物の量に係わらず、その効果が明瞭でない。金属片混入による地盤の蓄熱特性の改良においてその効果を期待するにはある程度の表面積が必要であり、表面積が大きいほど有利であることを示唆している。

また、混入効果の数値予測を試みたが、計算では混入量1.6%では4時間で60%、24時間で11%程度の蓄熱量の増加との結果であった。これは、図5において混入物の表面積が大きくなると、短時間（4時間）の蓄熱量が特に増加する傾向と同じである。なお計算では金属が細分化され地盤中に均一に混合される理想的な状態を想定し、土の熱伝導率はCASE1の実験結果から推定し、混合物の熱伝導率は福田の方法²⁾で σ を0.5として求めた。

4. まとめ

今回の実験では金属片混入による地盤の蓄熱特性改良には表面積の大きい板状材料が有利との結果であった。今後は、金属片形状と土質等を変化させた追加実験を行うとともに、金属片の形状による効果の数値予測手法を検討する。

<参考文献> 1) 鈴木立美; 太陽熱を利用した蓄熱・融雪システム技術, エネルギー1994-11, pp.73-78, 1994, 2) 木下誠一; 凍土の物理学, pp.76-71982

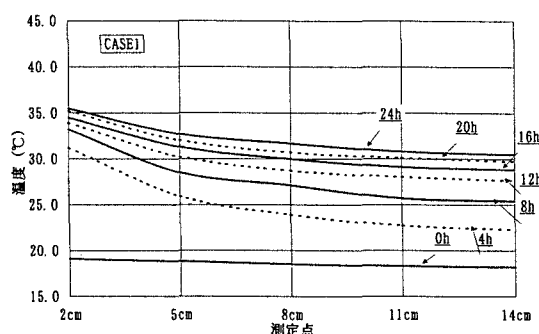


図2 CASE 1の温度変化

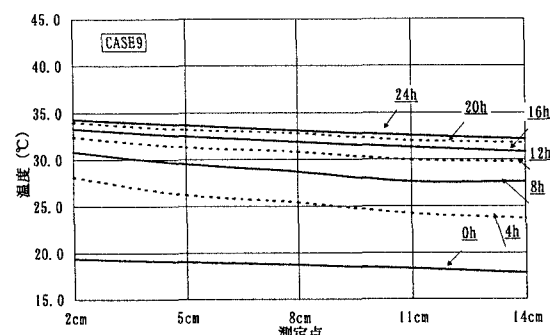


図3 CASE 9の温度変化

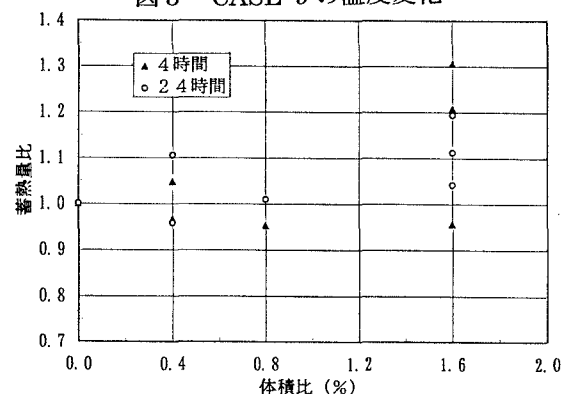


図4 混入量と蓄熱量の関係

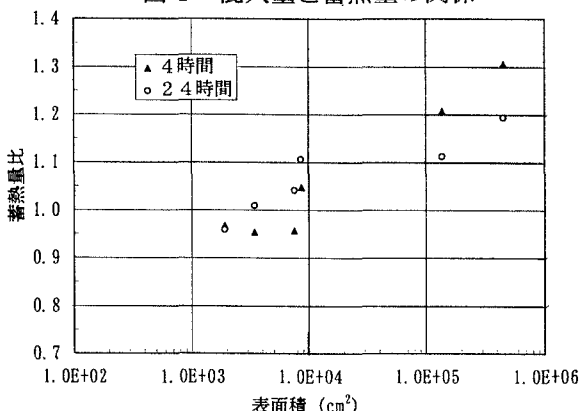


図5 表面積と蓄熱量の関係