

熱固化処理にて安定化処理された廃棄物焼却灰処分場の模擬地盤の強度特性について

前田建設工業(株) 正会員 ○高橋 浩 正会員 石黒 健
電源開発(株) 正会員 東 健一 伊藤 孝

1. はじめに

近年の廃棄物処分量の増大に伴って、満杯となり埋め立てが完了する処分場が増加しているが、処分場廃止後の有効利用に際しては、地盤強度の不足と廃棄物に含まれる有害重金属の溶出の問題が課題とされている¹⁾。本研究では、既存処分場に対して原位置にて、セメント添加や締固めを行うことなく、地盤強度の増加と有害物質の不溶化を行う工法について基礎的検討を行っている。筆者らは、既に室内での要素試験により本工法の有効性を定性的に確認しており²⁾、ここでは、次のステップとして実施工を模擬した土槽実験により本工法の有効性を確認した結果について報告する。

2. 地中加熱工法の概要

地中加熱工法は、一般廃棄物の焼却灰に含まれる酸化カルシウム(CaO)と水の水和反応による自硬作用を地中の温度上昇により促進させ、加熱固化による強度増加と有害物質の不溶化を図るものである。図-1 に本研究で提案する地中加熱工法の概念図を示す。原位置の既存処分場地盤に熱源となる棒状のヒーターを貫入設置し、通电することで、不飽和状態にある焼却灰地盤の地中温度を上昇させるというものである。本研究では、本工法の有効性を確認するために行った、処分場の地盤を模擬した土槽実験の結果について報告する。

3. 試験方法および試験結果

試験に用いた試料は、一般廃棄物を焼却した後、最終処分場にて埋め立てられ、数年経過したものを掘削採取したもの（以後、焼却灰と言う）である。実験では、この試料を中小れき等を除き土塊、団粒を粗砕した後、20mmの目のふるいを通して得た焼却灰を使用した。実験で用いた模型土槽を図-2に示す。土槽は内径1m、高さ1mの円筒型の鋼製土槽であり、事前に含水比を $W=20\%$ に調整した焼却灰を、この中に高さ70cmまで乾燥密度 $\rho_d=11.8\text{kN/m}^3$ になるように締固めて模擬地盤を作成した。模型地盤には40cm間隔で加熱用の棒状ヒーターを設置し、地表面から20cmおよび40cm下の土中に埋め込まれた熱伝対により地中温度を測定した。実験の手順を以下に示す。

- ① 管理型陸上処分場を想定し、事前に含水比を20%に調整した焼却灰を、乾燥密度 $\rho_d=11.8\text{kN/m}^3$ になるように締固め、模擬地盤を作成した。
- ② カートリッジヒーター（以下、ヒーターと称す）を設置し、加熱を開始した。なお、加熱中には外気温の影響をできるだけ避けるため土槽の周囲を断熱材で覆い、上部をシートで密封した。

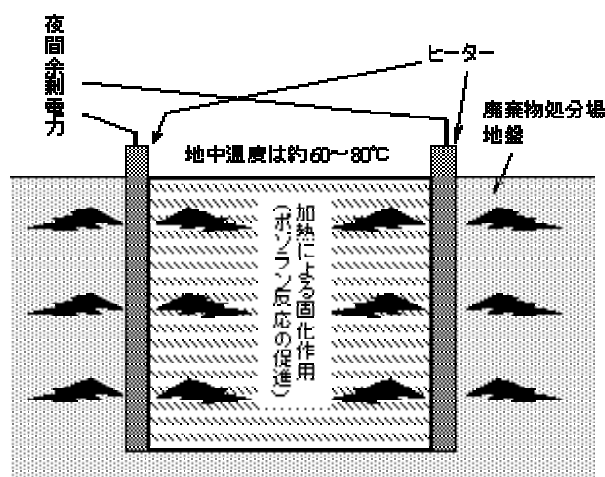


図-1 地中加熱工法概念

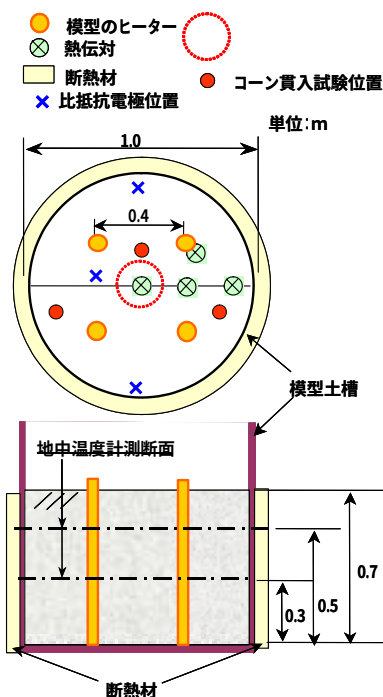


図-2 実験装置の概要

キーワード：焼却灰、廃棄物処分場、加熱固化、強度増加、地盤改良

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-39-16 / TEL:03-3977-2241 / FAX:03-3977-2251

- ③ 模擬地盤の地中内温度が概ね80℃になるよう、ヒーターの温度を制御しながら、加熱を28日間行い、加熱後の模擬地盤とした。
- ④ ①加熱前と③加熱後の模擬地盤にてコーン貫入試験、平板載荷試験、現場透水試験（変水位法）を実施し、地盤の強度ならびに透水性を測定した。

図-3に加熱前後の模擬地盤のコーン貫入抵抗値分布を示す。図には、加熱前後の模擬地盤の深度方向のコーン貫入抵抗値と比較のために全く同じ模擬地盤を未加熱養生（20℃）で28日間養生した地盤のコーン貫入抵抗値の分布も併記した。加熱前の地盤では約50 kPaであるのに対し、加熱後の地盤では約1700 kPaであり、加熱前と比較すると約30倍程度強度が増加したことがわかる。一方、未加熱（約20℃）で28日間養生した地盤では約50kPaと加熱前の地盤のものと全く同じで、加熱しなければ自硬効果は促進されないことが確認できた。図-4に加熱前後の模擬地盤で行った平板載荷試験結果を示す。

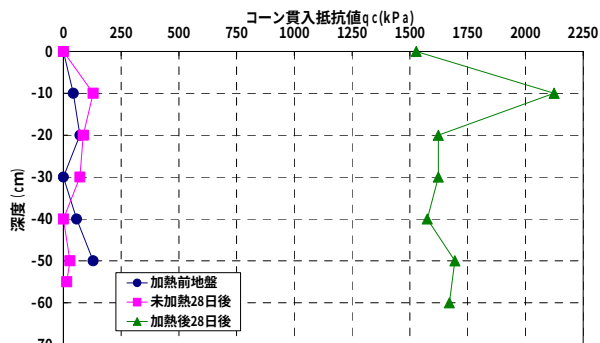


図-3 模擬地盤内のコーン抵抗貫入値分布

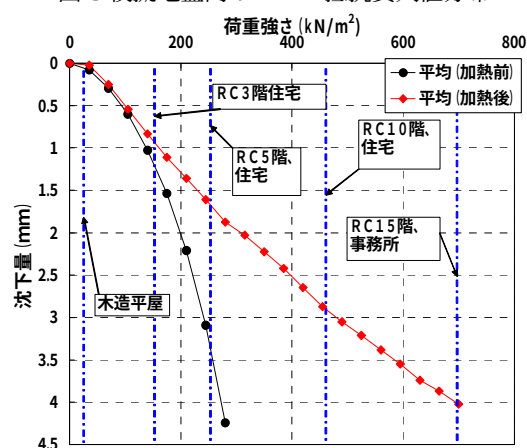


図-4 模擬地盤内の平板載荷試験結果

加熱前の荷重～沈下量曲線を見ると、余り明確ではないが、地盤耐力は約100 kN/m²程度であることがわかる。これは、木造平屋住宅であれば建築できる程度の支持力である。一方、加熱後の地盤の荷重～沈下量曲線をみると、載荷ジャッキの容量の都合上、700 kN/m²以上の載荷が不可能であったが、この荷重レベルでは弾性領域内であることがわかる。これは少なくとも、RC構造の15階事務所の建築が可能であることを示している。また、沈下量2.5mmの接線勾配で、地盤の変形係数を求めると加熱前後の地盤でそれぞれ約3MN/m²、約12MN/m²であり、地盤剛性が4倍程度増加した。処分場跡地の有効利用を考えた場合、加熱により飛躍的に地盤の耐力が向上するため、建設できる構造物の選択肢が広がり、土地としての、資産価値も向上するものと思われる。加熱前後の模擬地盤にて行った現場密度試験（水置換法）ならびに現場透水試験（変水位法）の結果を表-1に示す。まず、地盤の乾燥密度は加熱固化により、11.8 kN/m³から13.7 kN/m³へ増加した。これは、焼却灰に含まれるCa分と水が水和反応を起こし、結晶が土粒子の間に新たに生成したためと考えられる。このことは、加熱前後の模擬地盤の透水係数の変化からも確認でき、表-1に示すとおり、加熱前後で 1.0×10^{-1} cm/secから 2.5×10^{-2} cm/secへ減少した。当然ながら、土粒子間に結晶が生成したため、間隙が減少することにより、透水性も低くなるためである。

4. まとめ

既存廃棄物焼却灰処分場に対し、地中加熱により地盤の強度増加を行う手法を提案し、その有効性について処分場を模擬した土槽実験により検討した。その結果、加熱により模擬地盤の強度は増加し、提案工法の有効性を確認することができた。本工法は、現時点では基礎的な検討段階にあり、今後も実現化に向けて、多くの課題を解決する必要があると考える。

《参考文献》1)地盤工学会：廃棄物の地盤材料としての利用に関する研究委員会報告書、平成12年3月

2)東健一、伊藤孝、高橋浩、石黒健：熱固化処理による廃棄物焼却灰の安定化処理に関する基礎的研究（その1）強度増加効果について、第38回地盤工学研究発表会

表-1 模擬地盤内の乾燥密度および透水係数

	乾燥密度 (kN/m³)	透水係数 (cm/sec)
加熱前地盤	11.8	1.0×10^{-1}
加熱後地盤	13.7	2.5×10^{-2}