

寒冷地における浅層粘性土地盤の熱挙動と透気性に関する考察

(株)竹中工務店 技術研究所 正会員 清水孝昭、重野喜政
 (株)竹中工務店 環境I社本部 正会員 森嶋 章

1. はじめに

不飽和地盤の汚染土壌浄化に用いられる土壌ガス吸引法を粘性土に適用した場合、土粒子の細粒分が多く含水率も高いことから地盤の透気性が低く、浄化に長期間を要する。本報では、火山灰質粘性土および黒ぼく土地盤において地盤の温度を上昇させ、含水率を低下させることによって地盤の透気性を向上させることを試み、実施した結果について報告する。

2. 実施概要

土壌ガス吸引井戸、地盤加熱ヒーター、地盤温度計測点の配置および対象地盤の構成を図-1,2 に示す。ガス吸引対象地盤は、GL-1.1m から GL-3.7m の火山灰質粘性土層および黒ぼく土層である。その上層には礫を主とした表層土、火山灰質粘性土を主とした埋め土があり、下層には砂礫混じりの粘土層が存在する。

ガス吸引対象土層の基本物性を表-1 に示す。なお、熱伝導率については、現地からサンプリングした試料を室内で熱伝導率計を用いて計測した。吸引は、プロワーにて行い、初期吸引風量は 250L/min、初期吸引負圧は 0.01MPa であった。地盤加熱ヒーターは、吸引井戸から 1.2m の距離に 3 本設置し、金属製のケーシング内に発熱源を GL-1.1m から GL-3.6m に設置した。また、地表部への熱損失を防止するために地表面付近のケーシング周りに断熱材を設置し、熱源が過剰加熱しないよう 200 でのオンオフ制御とした。ガス吸引は、7 月から開始し、地盤加熱は、12 月から開始した。計測は、吸引風量、吸引負圧、地盤温度とし、2,3 ヶ月に 1 度の頻度で火山灰質粘性土、黒ぼく土をサンプリングし、含水率を測定した。

表-1 地盤物性

	火山灰質粘性土	黒ぼく土
間隙率	0.746	0.706
飽和度	96.4%	91.8%
熱伝導率	0.826 W/m	0.819 W/m

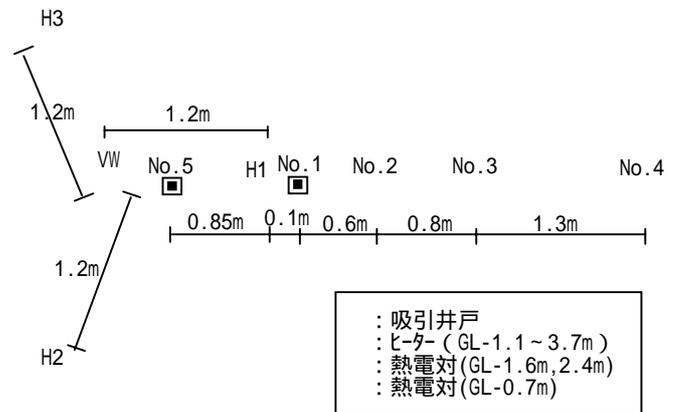


図-1 施設配置図

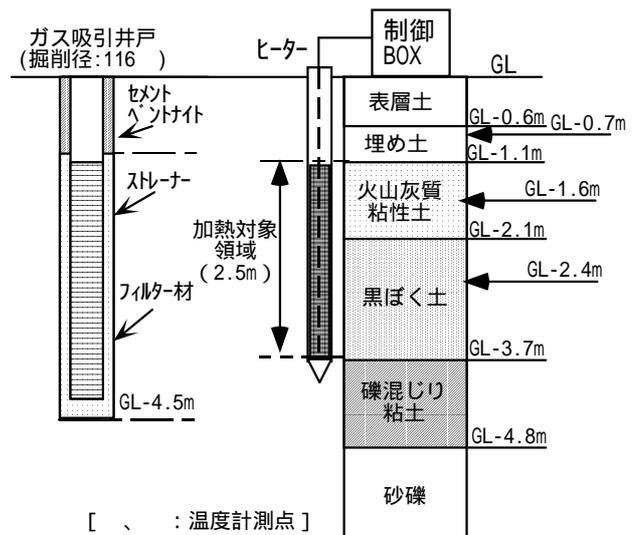


図-2 地盤概要および施設断面図

キーワード：粘性土地盤、透気性、地盤加熱、土壌ガス吸引法、寒冷地

千葉県印西市大塚 1-5-1 株式会社竹中工務店技術研究所 TEL:0476-47-1700, FAX:0476-47-3070

3. 地盤の熱挙動

地盤加熱開始後の地盤温度の経時変化を図 3~5 に示す。地盤加熱期間中の地表面付近の平均気温は、-1.2 であった。ヒーターから 0.1m の距離の No.1 においては、GL-1.6m, 2.4m の深度で 70 程度まで温度が上昇している。また、GL-0.7m の深度においても 20 まで上昇している。ヒーターから 0.7, 8m の距離の No.2, 5 においては、30 程度まで温度が上昇しており、ヒーターから 1.5m, 2.8m の距離の No.3, 4 においては、ほとんど温度が上昇していないことが分かる。GL-2.4m と GL-1.6m の深度において鉛直方向の温度勾配がほとんどないことより、火山灰質粘性土層、黒ぼく土層は、熱伝導率が小さく、地表面付近の気温の影響を受け難い土質であることが分かる。これは、加熱開始後 60 日過ぎにヒーターが 5 日間停止していたにもかかわらず、No.1 以外の地盤温度にほとんど変化がなかったことから裏付けられる。

4. 地盤の透気性

火山灰質粘性土層と黒ぼく土層の平均固有透気係数の経時変化を図-6 に示す。固有透気係数は、ガス吸引井戸の吸引風量および吸引負圧の計測値より軸対称 FEM モデルを用いて逆解析により同定した。これより、ガス吸引開始後 150 日頃までは透気性の増加はほとんど見られなかったが、地盤加熱を開始した頃から次第に増加傾向を示し、地盤温度が定常に近くなった 210 日頃からさらに透気性が増加していることが分かる。ガス吸引対象地盤の含水率（重量含水率）の経時変化を図-7 に示す。含水率は、吸引井戸から 0.5m, 1.0m, 1.5m の距離にて土壌をサンプリングし計測した。平面的な含水率のバラツキはあるものの、ガス吸引井戸近辺の温度が上昇した地盤においては、含水率が低下していく傾向が見られる。これは、火山灰質粘性土層よりも黒ぼく土層の方がより強い傾向がみられた。

5. おわりに

粘性土地盤の温度を上昇させることにより、地盤の透気性を増加させる効果があることを確認できた。今後、定量的な評価法について検討していく予定である。

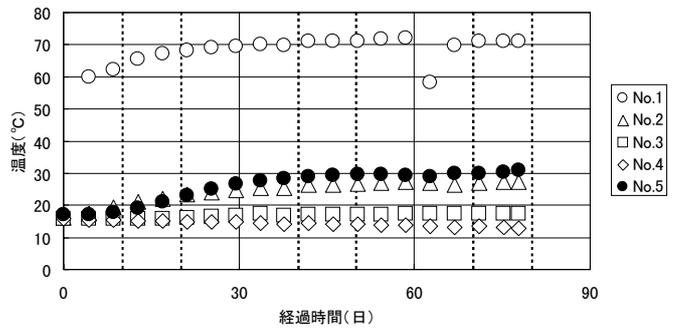


図-3 黒ぼく土層温度経時変化 (GL-2.4m)

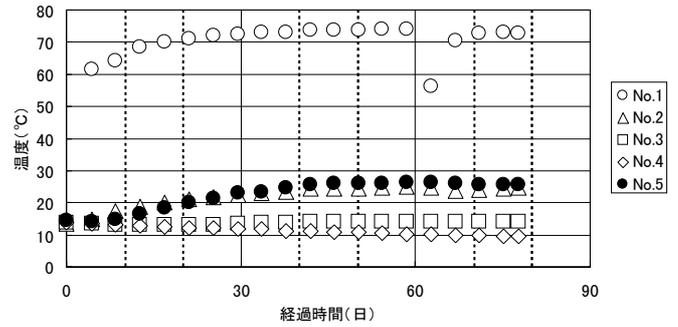


図-4 火山灰質粘性土層温度経時変化 (GL-1.6m)

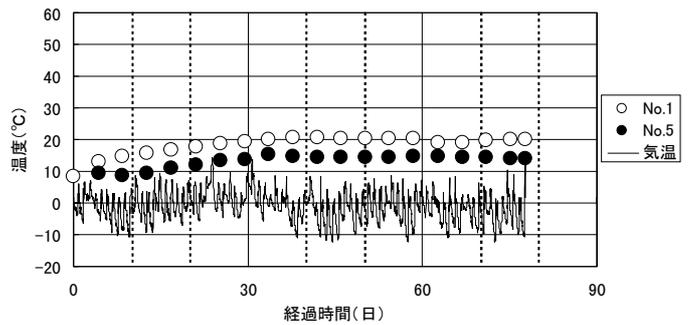


図-5 地表面付近温度経時変化 (GL-0.7m)

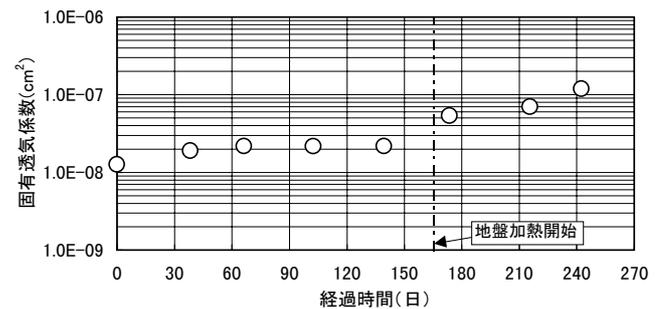


図-6 固有透気係数経時変化

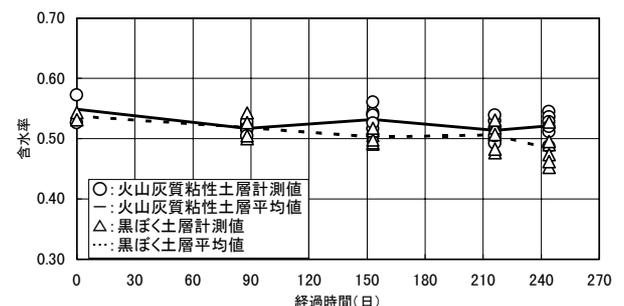


図-7 含水率経時変化