

セメント系固化材を使用した改良土の温度を上昇させる効果(その 4)

—長期強度の安定性—

(株)加藤建設 正会員 ○野田 昌道
 (株)加藤建設 正会員 松下 恭司
 (株)加藤建設 内山 敬二
 (株)加藤建設 安間 準

1. はじめに

近年、セメントやセメント系固化材を用いた地盤改良工法は、幅広い強度設定が可能で、短期間で改良効果が期待できる特長を有し、多く利用されている。しかし、寒冷地など養生温度 0℃以下になると強度発現が期待できないことや、また、関東ロームや泥炭など土質性状によっては高添加量となり不経済となるなど課題もあった。そこで、セメントやセメント系固化材による改良土の特徴である『養生温度が高いほど強度発現を促進する』ことに着目し、従来施工よりも高温なセメントスラリーを製造して原位置土と機械攪拌するヒートソイル工法が開発された。同工法で造成した改良体の初期温度を上昇させた効果は、試験施工で確認され、松下¹⁾が報告した。

一方、地盤改良工法の用途拡大に伴い、建築基礎など重要構造物への利用が増え、長期安定性が重要となっている。これまで、改良体の長期安定性は、多く報告されており、例えば一場ら²⁾によると、施工後 20 年経ても強度増加していることが確認されている。しかし、ヒートソイル工法のように、初期温度を上昇させ、セメント系固化材等の水和反応を促進させた改良体の長期安定性について検証したものは、ほとんど見られなかった。筆者らは、上述の試験施工 1 年後の強度を調査したが³⁾、その後の挙動は不明であった。

本報では、前報に続き、試験施工で造成した改良体の長期強度（施工 3 年後）確認結果を報告し、加えてヒートソイル工法の特長を生かした施工事例を紹介する。

2. 調査概要

幅 2.0m×奥行 3.0m×深度 4.0m をパワーブレンダー工法により、ヒートソイル施工と従来施工を同一条件で行ない品質を比較した¹⁾。同箇所、改良体の長期安定性を調べるため、3 年経過後にボーリング採取し、一軸圧縮試験を実施した。原地盤の土質性状と施工条件を表-1 に示す。

表-1 原地盤の土質性状と施工条件

土質分類	砂混じり粘性土
湿潤密度	1.747g/cm ³
自然含水比	67.0%
固化材種類	一般軟弱土用固化材
固化材添加量	150kg/m ³
水セメント比	115%

3. 調査結果

図-1 に材令毎の一軸圧縮試験結果を示す。前報³⁾で材令 360 日まで強度を確認したが、ヒートソイル施工は、特に、数日間以内の短期強度発現が著しく、材令 3 日にて従来施工の 28 日強度を上回り、その後、ヒートソイル施工および従来施工ともに、施工後 3 年まで強度増加していた。なお、3 年後の一軸圧縮強さは、28 日強度と比較して、ヒートソイル施工では約 1.3 倍、従来施工では約 1.8 倍だった。施工 3 年後であっても、ヒートソイル施工の方が従来施工よりも高い強度であることが確認された。

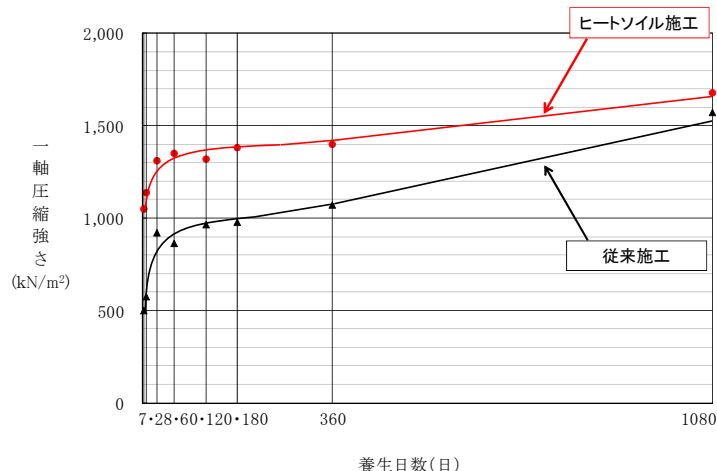


図-1 材令毎の一軸圧縮試験結果(σ 1080)

キーワード 改良土, 長期強度, 養生温度

連絡先 〒136-0072 東京都江東区大島 3-19-2 (株)加藤建設 パワーブレンダー工法推進部 TEL03-5858-3288

4. ヒートソイル工法の特長を生かした事例紹介

ヒートソイル工法の特長を生かした施工事例を紹介する。

短期強度発現

松下³⁾が報告したように、重要構造物の近接施工において、施工直後の一時的な地盤の緩みによる変位を懸念し、施工後数時間で地山強度に復元させるため、ヒートソイル工法が採用された。その結果、施工後3時間以内に地山強度まで復元し、また、用地境界にて行われた動態観測では、水平変位及び鉛直変位ともに $\pm 1\text{mm}$ 以内の施工が可能となった。写真-1に短期強度測定状況を示す。短期強度は、パワーブレンダー工法硬度計⁴⁾を用いて測定していた。



写真-1 短期強度測定状況（地表面）

寒冷地(厳冬期)での施工

橋本⁵⁾らは、日平均気温が20日間連続して氷点下だった低温条件下で試験施工し、ヒートソイル施工と従来施工を比較した。ヒートソイル施工は従来施工と比べ、処理土の温度が高く、7日材齢の一軸圧縮強さでは約2~4倍の強度増加を確認したことを報告している。写真-2に寒冷地(厳冬期)での施工状況を示す。



写真-2 寒冷地(厳冬期)での施工状況

固化材添加量の低減

建築基礎の施工現場で、対象地盤は主にシルトで構成された事例であった。従来工法で固化材添加量 $200\text{kg}/\text{m}^3$ のところ、ヒートソイル工法では固化材添加量 $185\text{kg}/\text{m}^3$ となり、 $15\text{kg}/\text{m}^3$ の固化材量を低減するとともに、山留め周囲の変位低減のため短期強度の発現効果も期待した。その結果、現場目標強度 $1500\text{kN}/\text{m}^2$ を満足し、山留めに影響なく施工できた。写真-3に建築基礎での施工状況を示す。

5. まとめ

今回、養生温度を高めたヒートソイル工法の長期安定性を検証するため、試験施工3年後の一軸圧縮強さを確認した。その結果、ヒートソイル施工および従来施工ともに、材令28日より強度増加しており、施工後3年経過してもヒートソイル施工の方が約1.1倍高い強度であることが確認された。これにより、建築基礎など重要構造物で重要視される長期安定性が確認された。また、施工事例をもとに短期強度発現、寒冷地施工、固化材量低減などヒートソイル工法の利点を確認した。

《参考文献》

- 1) 松下:セメント系固化材を使用した改良土の温度を上昇させる効果, 土木学会全国大会第64回年次学術講演会, 2009.9
- 2) 一場ら:深層混合処理工により改良され20年を経過した海底粘土の物理特性ならびに強度, 土木学会第57回年次学術講演会, 2002.9
- 3) 松下, 野田:セメント系固化材を使用した改良土の温度を上昇させる効果(その2)(その3), 土木学会全国大会第65回年次学術講演会, 2010.9
- 4) 野田:改良型山中式土壌硬度計と一軸圧縮強さの相関による改良土の強度確認方法その2, 第45回地盤工学研究発表会, 2010.8
- 5) 橋本ら:低温条件下で浅層混合処理した改良地盤の温度変化と強度, 寒地土木研究所月報, No.693, 2011.2



写真-3 建築基礎での施工状況