

凍結融解作用を受ける石灰改良土の強度変化について

八戸工業大学
八戸工業大学
八戸工業大学大学院

学生会員
正会員
正会員

○藤村 有兵
橋詰 豊
金子 賢治

1. はじめに

力学的特性を満たしていない地盤材料を使用する場合、セメントや石灰を混合し固化処理を行い強度増加させる方法が用いられる。八戸周辺のローム等を改良する場合には石灰を用いることが多く、浅層部に施工された場合には凍結融解作用により強度が低下する可能性が高いと考えられるが、現状の設計においては強度の低下についてはほとんど考慮されていない。本研究では石灰改良土が繰返し凍結融解作用によりどの程度劣化し、強度変化していくかを明らかにすることを目的とし、凍結融解を与えた供試体に対して一軸圧縮試験と CBR 試験を行った。

2. 予備実験

本研究では、青森県田子町の間中土を使用した。使用した中間土の物性値を表-1に示す。細粒分が30%程度含まれた中間土である。

凍結融解作用を与える前に、初期状態を決めるために石灰添加量と一軸圧縮強さの関係を把握するための予備実験を行った。文献¹⁾を参考に目標強度を400kN/m²程度とし、含水比30%に調整した試料を用いて石灰添加率5%,10%,15%と変化させて供試体を作成した。7日間気中養生した後、一軸圧縮試験を行って一軸圧縮強さを測定した。各添加率について5本の供試体について実験を行った。図-1に石灰添加率と一軸圧縮強さの関係を示す。この結果から目標強度を満たす石灰添加率を12%とした。また、CBR試験を行うための供試体については、凍結融解作用を受けない初期状態のCBR値が25%程度となるように、含水比25%、石灰添加量8%として、締固めて供試体を作成することとした。

3. 凍結融解作用による強度低下

(1) 実験概要

凍結融解過程の概要を図-2に示す。一軸圧縮試験用の供試体は直径5cm、高さ10cmの円柱とし、7日間

表-1 使用した土の基本的物性

試験項目	中間土
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.57
最大密度 ρ_{max} (g/cm ³)	1.285
最小密度 ρ_{min} (g/cm ³)	1.037
最大粒径 (mm)	4.75
礫分 (%)	0.29
砂分 (%)	68.20
細粒分 (%)	31.51
平均粒径 D_{50} (mm)	0.46
均等係数	4.47
曲率係数	1.14
液性限界 w_L	42.08
塑性限界 w_p	21.86

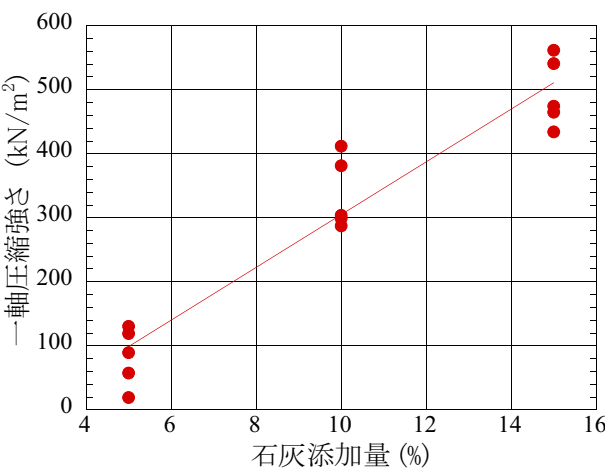


図-1 石灰添加率と一軸圧縮強さ

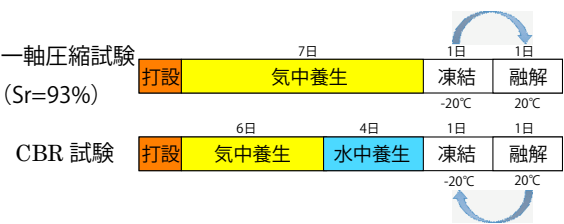


図-2 凍結融解の概要

気中で養生した後、所定の回数の繰り返し凍結融解作用を与えた。凍結融解作用は24時間の凍結（ -20°C ）と24時間の融解（ 20°C 気中）を1サイクルとして、1, 3, 7, 15 サイクルで一軸圧縮強さを調べた。結果のバラツキを考慮して、各サイクル5本の供試体を準備した。また、凍結融解過程において含水比の変化を防ぐために密封した。なお、養生後の飽和度 S_r は93%であった。

CBR 試験用供試体は直径が15cm、高さが17.5cmのモールドを使用し、CBR 値を測定した。6日間気中養生した後、CBR 試験の試験方法で定められている4日間の水浸（水中養生）を行った後、凍結融解作用を付与した。CBR 試験においては、24時間凍結（ -20°C ）と24時間水中融解を1サイクルとし、0,1,3,7 サイクルでCBR 試験を実施した。1サイクルあたり3個の供試体とした。

(2) 実験結果

図-3 に一軸圧縮試験の結果を示す。縦軸は、各サイクルの一軸圧縮強さの平均を打設から7日後の一軸圧縮強さを正規化して表している。また、凍結融解作用を与えない供試体の正規化一軸圧縮強さも同時に示した。凍結融解作用を与えない供試体は、養生日数が経過するにつれて強度が増加している。一方、凍結融解作用を与えた供試体についても、7サイクルまでは強度が増加する結果となった。しかしながら、凍結融解作用を受けない場合と比べて、一軸圧縮強さの増加量は小さくなっており、凍結融解作用を受けることで養生による強度増加が小さくなることがわかる。15サイクルの凍結融解作用を与えた供試体については、著しく強度が低下している。凍結融解サイクルが増えると、凍結融解による劣化が養生による強度増加よりも大きいため強度が低下するものと考えられる。養生による強度増加が終了した後の供試体に対して凍結融解作用を与えることで、凍結融解作用の影響が明確に分かると思われるが、これらは今後の課題としたい。

図-4 に凍結サイクル数と CBR 値の関係を表す。CBR 値は各サイクル3個の平均である。0 サイクル（養生期間10日）の CBR 値が26%程度であるが、凍結融解作用を受けることで、CBR 値が低下している。凍結融解サイクル数が増加すると CBR 値はほぼ線形的に低下し、7サイクルの凍結融解作用を受けると約60%の CBR 値となる。

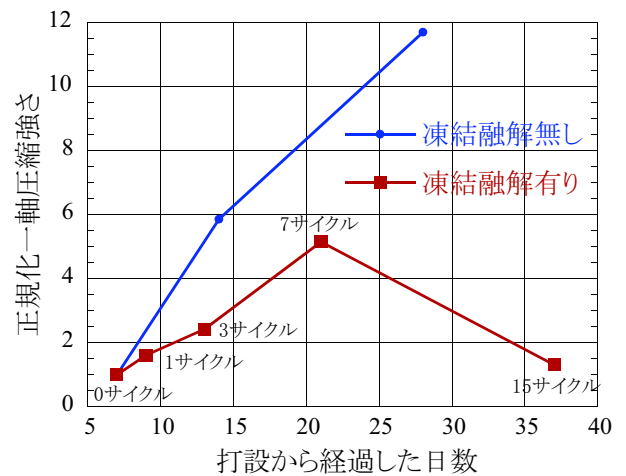


図-3 凍結融解作用による強度変化と日数の関係

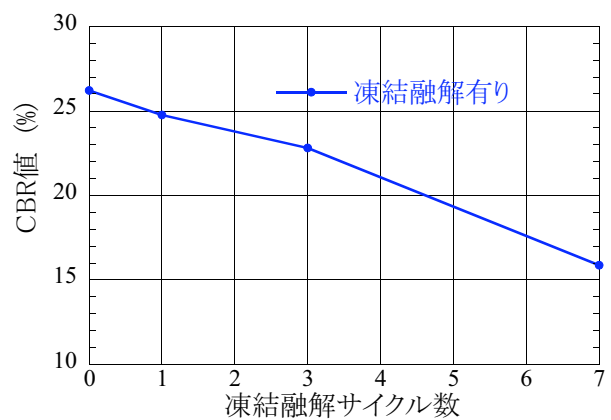


図-4 CBR 値と凍結融解サイクル数の関係

4. おわりに

本研究では中間土を用いた石灰改良土の繰り返し凍結融解作用による強度変化の把握を行った。一軸圧縮強さ、CBR 値ともに、凍結融解作用を受けない場合と比べて、大きく強度が低下することがわかった。凍結融解作用により供試体内部の水分が凍結し膨張することで、供試体内部の土粒子間の石灰による固着力を破壊することにより強度が低下すると考えられるが、詳細なメカニズムの把握は今後の課題である。また、養生による強度増加が終了した後に凍結融解作用を与えた場合の実験や土質の違いによる影響の把握などについても今後実施していく予定である。

参考文献

- 1) 日本石灰協会：石灰による地盤改良マニュアル，2009。