石灰混合火山灰質粘性土の凍上性について

長岡工業高等専門学校　学生会員　○神田　健生
茨城大学　学生会員　西脇　一樹
長岡工業高等専門学校　正会員　猪爪　高見
〃　正会員　岩波　基

１．はじめに

火山灰質粘性土が分布している高緯度，高所の積雪寒冷地域において舗装面や構造物への被害が多く発生している．平均気温の上昇は見られるが気温の変動も大きく，近年では 2005～2006 年冬季に非常に強い寒気が日本付近に南下したため気温の低下が見られ，各地で地盤の凍結による凍上被害が多発した．これを受けて，国土交通省は，2006 年度に凍上災を採択した．凍上災の採択用件は，最近 15 年間の凍結指数を用いて「10 年確率凍結指数」を算定し，その凍結指数を上回った場合，その地区を凍上災として取り扱うというものである．

現状では凍上対策工法に凍上し難い砂への置換工法が主として用いられているが，現場発生土を有効利用した工法へのニーズが高まっている．現状では，セメントや石灰安定処理工法等が凍上抑制工法として提案されているが，本州内地における石灰安定処理工法を用いた凍上抑制に関する試験施工の事例は少ない．また，本州内地の気温は，北海道と比較して温暖であるため道内よりも凍結・融解の頻度が多く，より地盤の軟弱化が発生すると考えられる．そこで本研究では，石灰安定処理した八ヶ岳ロームと八戸ロームの凍結・融解時における凍上量と強度の変化について検討した．

２．凍結・融解試験方法

既往の研究より凍上性を示す（凍上し易い）と考えられる青森県八戸市周辺の八戸ローム，長野県茅野市八ヶ岳山麓周辺の八ヶ岳ロームを用いた．この凍結・融解試験は，新たに開発した凍上試験機を用いて行なっている．

試料に生石灰を混合して，１日養生後（室温 20℃,湿度：95%）ϕ50mm×100mm の供試体を作成した．石灰の混合量は実際に現場で用いられている値を参考に，試料 1m^3 あたり 80，100，120kg を混合した（以下 80kg/m^3, 100kg/m^3, 120kg/m^3 とする）．その後，10 日間（室温 20℃，湿度：95%）養生して，凍結・融解を繰り返したときの凍上量を測定した．ここで，1 サイクルとは供試体を冷凍庫にて 24 時間凍結させた後，恒温室にて 24 時間融解させることを云う．凍結温度は，全ての試料で-5℃とし，融解温度は 20℃に設定した．試料下部から給水した場合としない場合それぞれ試験した．

３．試験結果

図１，図２に各試料における凍上量が低下するまで凍結・融解を繰り返した場合の凍上試験結果を示す．まず，八戸ロームでは 1 サイクル毎の凍上量は小さいが，最終的に凍上量が蓄積してい

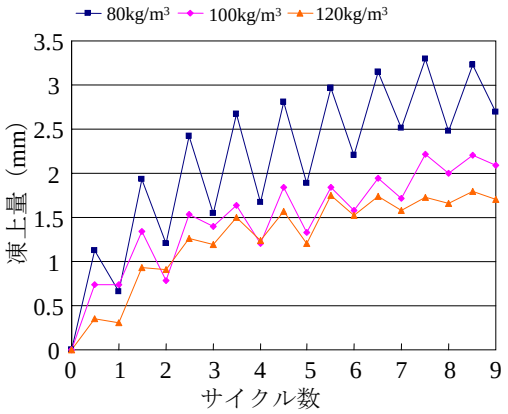

図１．八戸ロームの凍上量（非給水条件）

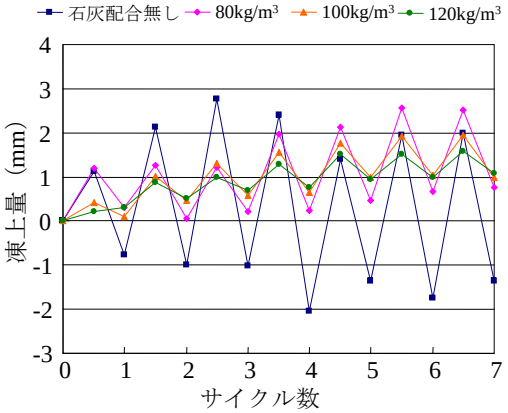

図２．八ヶ岳ローム凍上量（非給水条件）

キーワード　凍上，火山灰質粘性土，石灰，安定処理工法
連絡先　〒940-8532　新潟県長岡市西片貝町８８８番地　長岡工業高等専門学校　ＴＥＬ090-3759-3039

る．これは，一軸圧縮強度が大きいために沈下せず，凍上量が蓄積していったためと考えられる．凍上量の増加は 8 サイクル目まで見られた．

八ヶ岳ロームでは 2 サイクル目に大幅に凍上量が増加し，その後はサイクル数の増加とともに少しずつ増加していった．この増加傾向は，6 サイクル目まで見られた．

以上から，非給水条件では石灰の混合量を増加させることで凍上量・沈下量をある程度は抑制できることが分かった．

図３，**図４**は，給水条件における凍上量の変化である．この結果から，八戸ロームでは石灰混合 80kg/m^3，100kg/m^3 では元の高さより沈下してしまったのに対し，120kg/m^3 では最大 4.5mm と大きな凍上量となった．

八ヶ岳ロームでは 100kg/m^3, 120/m^3 で大きな凍上量となり，那須ロームでは 80kg/m^3, 120kg/m^3 で大きな凍上量となった．それ以外の石灰混合量は八戸ローム同様沈下が見られた．

両試料とも非給水条件と比較し，大きな凍上量となっていることから，簡易凍上試験機で給水を再現できることが分かった．また，全ての試料において石灰混合 120kg/m^3 では大きな凍上量となることが分かった．この要因として締め固め度合いや，土供試体の亀裂の状態等が考えられる．他の混合量は給水の影響が不確実であることから，今後，さらに実験を増やし，この試験機及び試験法を改良していく必要があると考えられる．

図５，**図６**に各試料における凍上試験後の強度変化を示す．**図５**より，八戸ロームでは石灰を混合することで大幅に強度が増加することが分かった．この要因として，八戸ロームの中に石灰との反応を促進させる働きのある Halloysite という粘土鉱物が含まれていたためと考えられる．ここで，28 日養生と 9 サイクル目の石灰混合量 120kg/m^3 を比較すると約 5 割の強度低下が見られた．このことから，凍上試験を行うことで著しく強度が低下することが分かった．

図６から八ヶ岳ロームは，養生日数の増加に伴う強度増加があまり見られず，サイクル数の増加に伴う強度低下もあまり見られなかった．しかし，24 日養生と 7 サイクル目の石灰混合量 120kg/m^3 を比較すると約 3 割の強度低下が見られた．

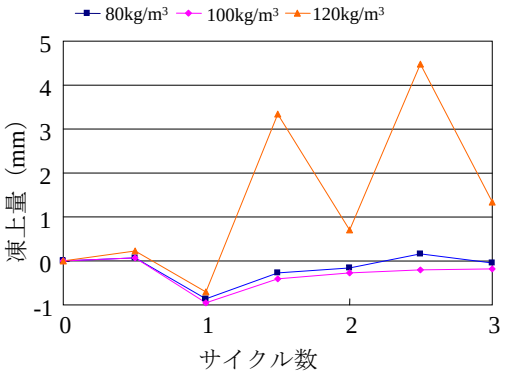

図３．八戸ロームの凍上量（給水条件）

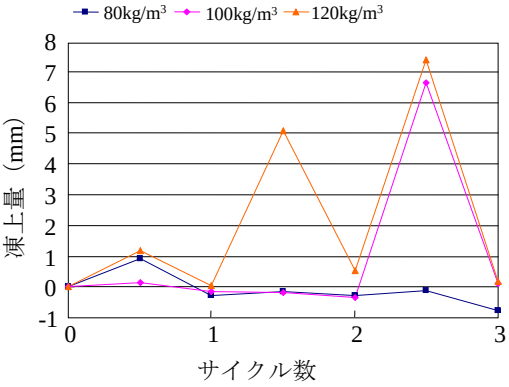

図４．八ヶ岳ロームの凍上量（給水条件）

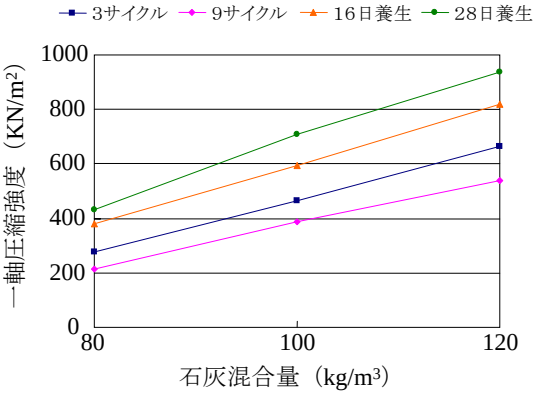

図５．八戸ロームの一軸圧縮強度

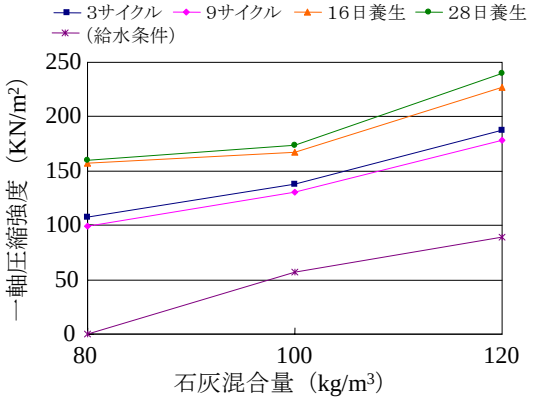

図６．八ヶ岳ロームの一軸圧縮強度

３．おわりに

給水条件での凍上試験をさらに行うことで今回使用した簡易凍上試験機及び試験法の確立を目指す．

参考文献

・火山灰土の凍上性簡易判定法について　地盤工学会北海道支部技術報告集第 41 号　2001
・各種火山灰質粘性土の生石灰による土質安定処理と凍害防止　土と基礎　Vol.41　No.4　1993 年　pp33-38