

金沢大学 正員 鳥居 和之
同 正員 川村 満紀
同 正員 加場 重正

1. まえがき

安定処理土の凍結融解に対する抵抗性は、一軸圧縮強度および定CBRと同様に処理効果を評価するための重要な性質の一つであるが、これまであまり行なわれていないのが実情である。安定処理土の凍結融解にともなう変化は、毛細管中の水分の凍結による氷晶核の形成およびそれにもなう水分の移動により生ずるものである。従って、安定処理土の凍結融解に対する抵抗性において、安定処理土の空隙の量および大きさの分布は凍結条件および含水状態とともに重要な要目である。本研究は粘性土および砂質土を用いたセメントおよび消石灰処理土の凍結融解の繰返しにともなう圧縮強度および変形係数の変化を調べるとともに、水銀圧入式ポロシメーターにより凍結融解の開始時および終了時における安定処理土の細孔径分布を調べ、凍結融解に対する抵抗性と細孔径分布との関係について検討したものである。

2. 実験概要

試料土の物理的性質は表-1に示すとおりである。使用したセメントおよび消石灰はそれぞれ普通ポルトランドセメントおよび試験一級水酸化カルシウムであり、セメントおよび消石灰の添加量は試料土の乾燥重量に対して5%および10%である。締固め試験によって求めた最適含水比および最大乾燥密度となるように作製した供試体(φ5×10cm)は、セメント処理土では6日間、消石灰処理土では9日間ポリエチレン袋中で密封養生した後、水中に1日浸漬した。その後、凍結融解用供試体を密封した上でゴム製容器に入れ、凍結融解(-10℃の冷凍室内にて24時間凍結後、20℃の恒温恒湿室内に24時間融解)の繰返しを12サイクル行った。一方、標準供試体はその間20℃の恒温恒湿室内にて密封養生を行った。圧縮強度および変形係数(E_{50})は、4、8および12の各サイクルにおいてひずみ速度一定(1%/min)の条件の下で行った一軸圧縮試験によって求めた。また、細孔径分布の測定は水銀圧入式ポロシメーターを使用して凍結乾燥した試料について行った。なお、接触角は147°として計算した。

表-1. 試料土の物理的性質

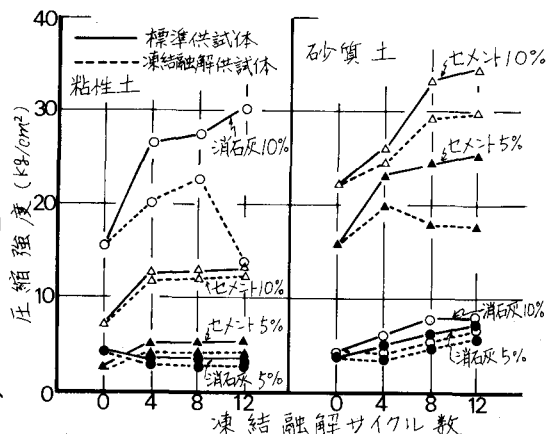
分類	粘性土	砂質土
	粘土	砂質ローム
砂分(%)	25.0	76.5
シルト分(%)	23.0	17.5
粘土分(%)	52.0	6.0
液性限界(%)	65.8	—
塑性限界(%)	31.5	—
塑性指数	34.3	—
最適含水比(%)	31.8	23.4
最大乾燥密度(g/cm ³)	1.404	1.570
比重	2.703	2.677

3. 実験結果および考察

3-1. 凍結融解の繰返しにともなう圧縮強度および変形係数の変化

図-1に示すように、粘性土を用いたセメントおよび消石灰処理土(添加量:5%)では、水浸後の強度の増加はなく、3~4サイクルの凍結融解の繰返しによりクラックが発生し、以後著しい供試体の劣化がみられた。

一方、セメントおよび消石灰処理土(添加量:10%)では、供試体の劣化はあまりみられず、いずれも比較的大きな凍結融解に対する抵抗性を示すが、消石灰処理土(添加量:10%)ではセメント処理土(添加量:10%)と異なり、図-1. 凍結融解の繰返しにともなう圧縮強度の変化



り8サイクル以後に急激な圧縮強度の低下がみられた。次に、砂質土を用いた消石灰処理土(添加量:5%および10%)では土粒子間の凍結が小さいために、1~5サイクルの凍結融解の繰返しによりクラックおよびスケーリングの発生が顕著にみられた。一方、砂質土を用いたセメント処理土(添加量:10%)では、セメント処理土(添加量:5%)と異なり、凍結融解の繰返し中においても圧縮強度の増加がみられ、凍結融解に対する抵抗性が高い。

全体として、セメント処理土の凍結融解に対する抵抗性は、消石灰処理土よりも大きい。これはセメントおよび消石灰処理土の土粒子の結合機構および低温における反応機構の相違によるものと思われる。また、図-2に示すように、凍結融解の繰返しによる劣化の傾向は圧縮強度よりも変形係数において顕著にみられるが、これは凍結融解作用により処理土中に発生した微細クラックの影響によるものと思われる。

3-2. 細孔分布の特徴

図-3に示すように、凍結融解試験の開始時における粘性土を用いたセメント処理土の細孔径分析は添加量5%と10%ではほとんど相違がみられないが、砂質土を用いた添加量10%のセメント処理土は、添加量5%のものと比較して全範囲の空隙が大幅に減少しており、緻密な土構造が形成されている。一方、粘性土を用いた添加量10%の消石灰処理土は、添加量5%のものと比較して消石灰と粘土間の活発な反応により0.04μm以下の微細な空隙が増加し、粗空隙が減少しているが、砂質土を用いた消石灰処理土は、添加量5%および10%のいずれも消石灰による処理効果があまりみられず、比較的粗い空隙が多く存在する。

本凍結融解試験に採用した-10℃の凍結温度において、毛細管中の水分が凍結することによる影響を直接に受けている空隙は、微細なものでない。0.1μm以上の比較的粗いものであると考えられることから、凍結融解に対する抵抗性においては、安定処理土における全空隙の量よりもその中に占める比較的粗い空隙の量が重要なようである(表2参照)。

4. まとめ

添加量および養生が十分であるセメントおよび消石灰処理土では、セメントゲルおよびポズラン反応生成物により土粒子同士が結合されることにより、凍結融解において問題となる水の浸入しやすさ、比較的粗い空隙が減少する。このため、均質かつ緻密な土構造が形成されているセメントおよび消石灰処理土では、強度特性とともに凍結融解に対する抵抗性大きく改善されるようである。

〈参考文献〉

- 1) 長沢 梅田; 鬼土論集 No.75, PP.62~67, 1978.
- 2) S. Diamond; Clays and Clay Minerals, Vol.18, PP.7~23, 1970.
- 3) 鎌田; インクリット工学, No.11 PP.36~42, 1981.

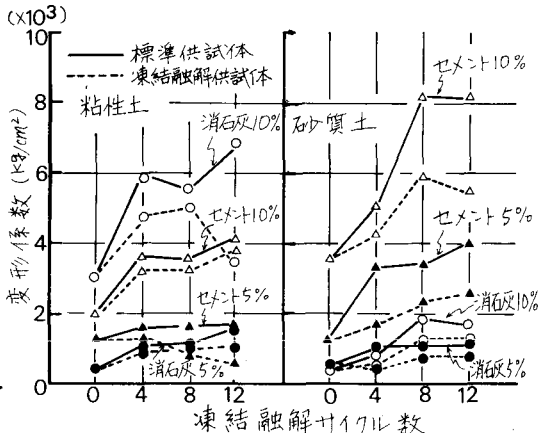


図-2. 凍結融解の繰返しによる変形係数の変化

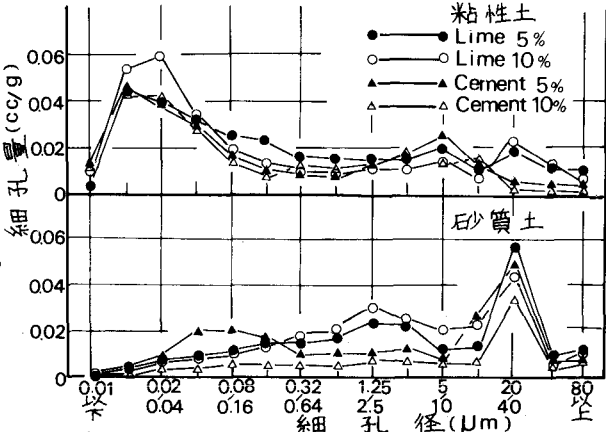


図-3. 凍結融解の開始時における細孔径分布

表-2 凍結融解の開始および凍下時の空隙量 (cc/g)

		凍結融解開始時		12サイクル完了時	
		全空隙量	0.1μm以上	全空隙量	0.1μm以上
粘性土	消石灰 5%	0.304	0.183	0.292	0.163
	" 10%	0.295	0.137	0.294	0.139
	セメント 5%	0.257	0.135	0.262	0.140
	" 10%	0.244	0.111	0.304	0.131
砂質土	消石灰 5%	0.221	0.205	0.223	0.189
	" 10%	0.236	0.184	0.212	0.184
	セメント 5%	0.217	0.181	0.191	0.143
	" 10%	0.110	0.101	0.173	0.134