

風化凝灰岩質粘土の土質安定処理

金沢大学工学部 正員 ○ 鳥居 和之
金沢大学工学部 正員 川村 満紀

1. まえがき

石川県南部の丘陵地帯には風化凝灰岩質の粘性土が広く分布している。風化凝灰岩質の粘性土は、風化の程度により細粒のもの（褐色）と粗粒のもの（黄褐色）とに大きく分類でき、数mの厚さで相互に層状に分布している。これらの粘性土は乾燥した状態では取り扱いが比較的容易であるが、関東ロームなどの他の火山灰質粘土と同様に水を含むと繰り返しによる強度の低下が著しくなる。これまで、風化凝灰岩質の粘性土は建設工事において廃棄処分にされるが多かったために、粘土化した風化凝灰岩の工学的性質およびその土質安定処理の効果に関するデータはほとんどないのが実状である。本研究は、代表的な風化凝灰岩質の粘性土の物理的・化学的性質および粘土鉱物の特徴について調べるのと同時に、セメント、消石灰およびセメント系固化材を添加した風化凝灰岩質粘性土の路床・路盤材としての性質（強度、変形特性、CBR値および耐水性など）について検討を行なったものである。

2. 実験概要

2種類の風化凝灰岩質粘性土（IおよびII）は石川県小松市東部の宅地造成現場より採取したものである。X線回折および示差熱分析により含有粘土鉱物を同定したところ、主要な粘土鉱物としては加水ハロイサイトが存在しており、粘性土I（細粒）は粘性土II（粗粒）と比較して粘土化がかなり進行していることが判明した。使用した土質安定材は普通ポルトランドセメント（N社）、消石灰（試薬品）およびセメント系固化材（N社）であり、添加量は試料土の乾燥重量に対して2.5%～15%の範囲である。試験項目は、路床としての性質に関するもの（CBRランマーによる3層各67回の締固め、水浸膨張率および水浸CBR値）および路盤材としての性質（最適含水比での静的締固め、一軸圧縮強度、変形係数（ E_{50} ）、超音波パルス速度（ V_p ）およびVacuum Saturation Methodによる耐水性の判定など）である。

3. 風化凝灰岩質粘土の

CBR特性

締固めた風化凝灰岩質粘性土における締固め時の含水比と水浸膨張率、水浸CBR値との関係を表-1に示す。締固めた風化凝灰岩質粘性土の水浸膨張率は締固め時の含水比の増加にともない減少するが、いずれの粘性土ともに最適含水比以下ではかなり大きな水浸膨張率を示すことがわかる。また、水浸CBR値は最適含水比付近で最大になり、6～12%程度の水浸CBR値が得られている。一般に、3%以上の水浸膨張率を示すものは路床土として適さないことから判断すると、風化凝灰岩質粘性土はそのままでは路床への適用が困難である。一方、締固めた風化凝灰岩質粘性土のCBR特性の改善に及ぼす消石灰添加の効果はいずれの粘性土ともに顕著に認められ、少量の消石灰添加により水浸膨張率が大きく低下する。

表-1 粘性土の水浸膨張率（%）

含水比	粘性土I	含水比	粘性土II
30%	6.5 (3.4)	30%	3.5 (6.0)
40%	5.0 (5.1)	40%	1.6 (10.7)
50%	2.4 (9.2)	48%*	0.5 (5.9)
54%*	1.2 (12.4)	60%	0.1 (1.1)
60%	0.5 (2.1)	70%	-0.1 (0.8)

() : 水浸CBR値, %

4. 風化凝灰岩質粘土の土質安定処理効果

土質安定材を添加した締固めた風化凝灰岩質粘性土の28日材令における一軸圧縮強度を表-2に示す。土質安定材の添加量に比例して一軸圧縮強度が増大しているが、粘性土I（細粒）は粘性土II（粗粒）と比較して強度の発現が全体に小さく、またセメントおよびセメント系固化材添加のものは消石灰添加のものと比較して材令にともなう強度増加が小さいことがわかる。示差熱分析およびSEM観察の結果より、消石灰

を添加した風化凝灰岩質粘性土ではポズラン反応の形跡が顕著に認められ、このことが強度の発達に大きく寄与していることが判明した。一軸圧縮強度と変形係数、超音波パルス速度との関係を図-1および2に示す。一軸圧縮強度と変形係数との間には $E_{50} = (100 \sim 150) qu$ の関係が得られ、風化凝灰岩質粘性土では通常の締固め安定処理土と比較して同一強度に対する変形係数が多少低下する傾向にある。また、超音波パルス速度の値は含水状態の影響を大きく受けているが、強度との間には比較的良好的な関係が認められる。Vacuum Saturation Methodによる耐水性試験の結果を図-3および4に示す。粘性土IとIIとは耐水性に大きな相違がなく、土質安定材の種類には無関係に処理土の水浸時の強度が大きくなるとともに真空飽水強度比が増大しており、耐水性が改善されている。また、真空飽水強度比と真空飽水時の重量増加率との間には明確な関係が認められないが、エトリンガイトの生成により処理効果を期待するセメント系固着材添加のものはセメントまたは消石灰添加のものと比較して真空飽水時の重量増加率が大きくなる傾向にある。

表-2 一軸圧縮強度試験の結果
(28日材令, kg/cm²)

	添加量	粘性土I	粘性土II
普通セメン	5%	5.8	10.8
	10%	7.8	21.2
	15%	7.4	25.4
セメント系固着材	5%	5.9	8.8
	10%	9.4	18.7
	15%	16.8	23.5
消石灰	5%	5.2	9.0
	10%	14.1	19.7
	15%	20.4	31.7

5. まとめ

風化凝灰岩質粘性土は、含水比を最適含水比付近に管理して安定処理することにより路床・路盤材として利用することが可能となることが明らかになった。現地発生土の利用の立場から、今後石川県内においても風化凝灰岩質粘性土の土質安定処理による土工材料としての有効利用が増大するものと考えられる。

卒業研究として本実験を担当した笹谷、中越の両氏に感謝の意を表する。

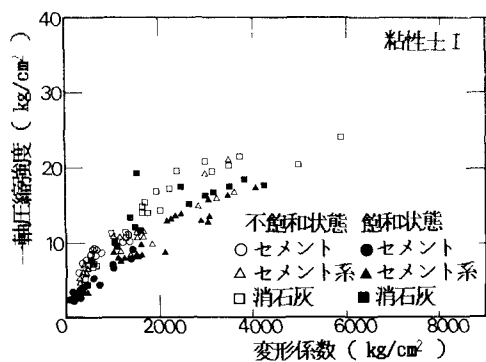


図-1 強度と変形係数との関係

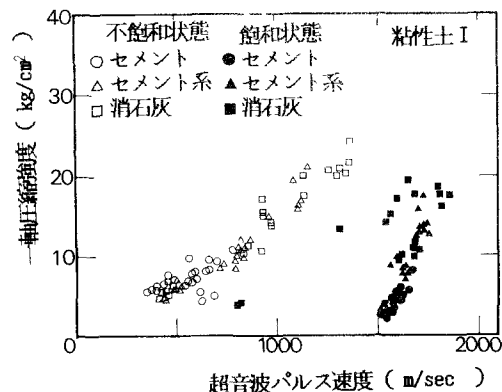


図-2 強度と超音波パルス速度との関係

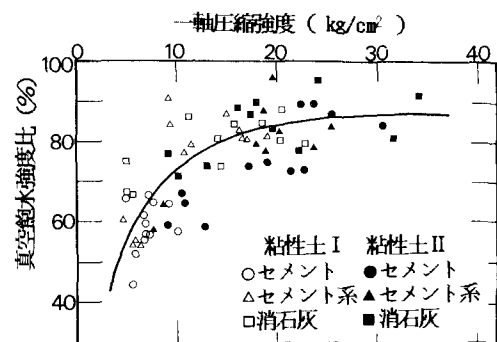


図-3 真空飽水強度試験の結果 (qu)

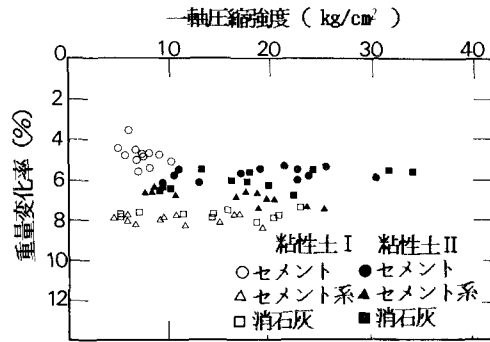


図-4 真空飽水強度試験の結果 (wt.)