

改良土 補強土 ローム

眞生工業

非会員

門上俊洋

岡三リビック

正会員

安田晴彦

岡三リビック

国際会員

小浪岳治

1. はじめに

ロームは火山灰が風に運ばれて、粒子間の間隙が大きい状態で堆積した土である。ロームは比較的細かい粘土分を含み、含水比が高いのが一般的である。乱さない状態では比較的強度も高いが、一度乱すと強度が著しく低下して、降雨などで含水比が高まるとトラフィカビリティーの確保も困難になる場合もある。このようなロームを盛土材や裏込め材に用いる場合には、要求される強度を合理的に確保して、それを適切に評価し、さらに施工現場において脆弱化を進めないための方策を講じることが重要である。

ここでは、まずロームの特性を調べた結果と、構造物として要求される土の強度を確保するために検討した改良土の強度特性を調べた結果を報告する。また、ロームを多数アンカー式補強土壁に適用した施工現場の概要と、建設後の状況について報告する。

2. 原地盤の特性

原地盤の地耐力を調べることを目的としてコーン貫入試験が行われた。コーン貫入試験は3地点について表層から0.6～1.6mを対象とした。表1に示したコーン貫入試験結果から推定される原地盤の一軸圧縮強度は $q_u=q_c/5$ 17kN/m²となる。この結果から原地盤は軟弱といえ、沈下の問題などを考慮して地盤改良が必要と判断された。

表1 原地盤のコーン貫入抵抗

地点	現況	q_c (kN/m ²)
35+10 右	集中した谷筋がこの辺りで谷地川に流れ出る谷筋となることが想定される	86.2
36 センター	谷筋が集中すると想定されるため	84.2
36+10 右	集中した谷筋がこの辺りで谷地川に流れ出る谷筋となることが想定される	82.8

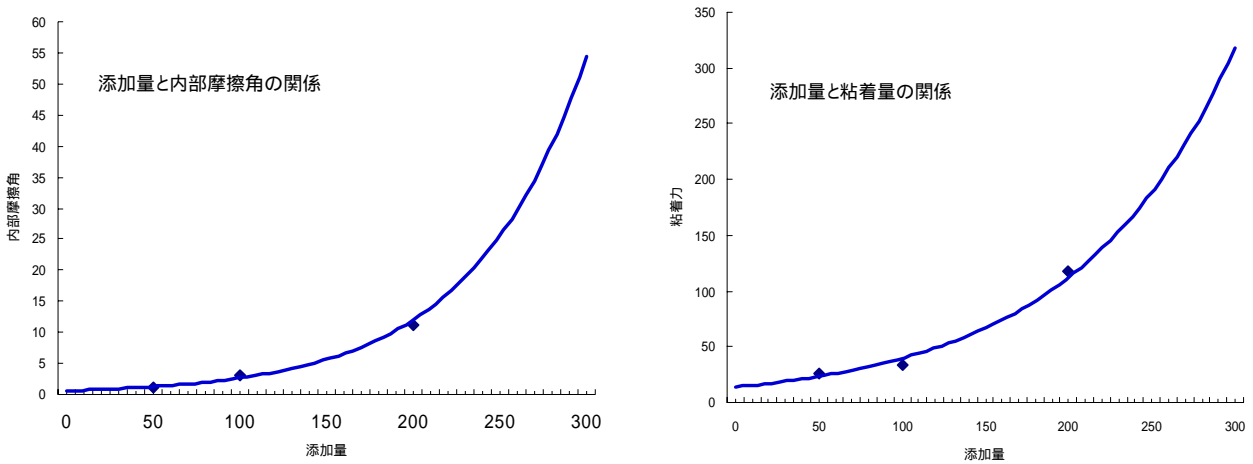
つぎに現場から採取された土質材料について物性を調べた結果を表2に示す。関東ロームの自然含水比は、最適含水比より20%以上高くなっており、盛土が構築された後の圧密沈下や構造物の変形が懸念された。また、せん断強度も比較的小さく盛土安定性が確保できず、含水比の低下と強度の増加を図ることが望まれた。

表2 発生土の試験結果

採取地点	No.33+10
試料土質	砂混じり火山灰質粘土 (関東ローム)
細粒分含有率(%)	94.4
液性限界 w_L (%)	136.3
塑性限界 w_P (%)	103.0
自然含水比(%)	121.9
最適含水比(%)	100.3
最大乾燥密度(g/cm ³)	0.649
コーン指数(kN/m ²)	495
粘着力 c_u (kN/m ²)	39.3
内部摩擦角 ϕ_u (°)	8.4

3. 改良土の強度

No.33+10(地表から 2.45m)で採取されたロームを改良して盛土材に使用することが検討された。図 1 は“六価クロム対応軟弱地盤用固化材(ジオセツト 200)”をロームに添加した場合の内部摩擦角と粘着力を三軸圧縮試験(UU)で調べた結果を示している。改良土の 28 日強度試験結果を指数関数で近似した結果、内部摩擦角が 25 度となる添加量は 255kg/m^3 となり、このときの粘着力は 180kN/m^2 となる。

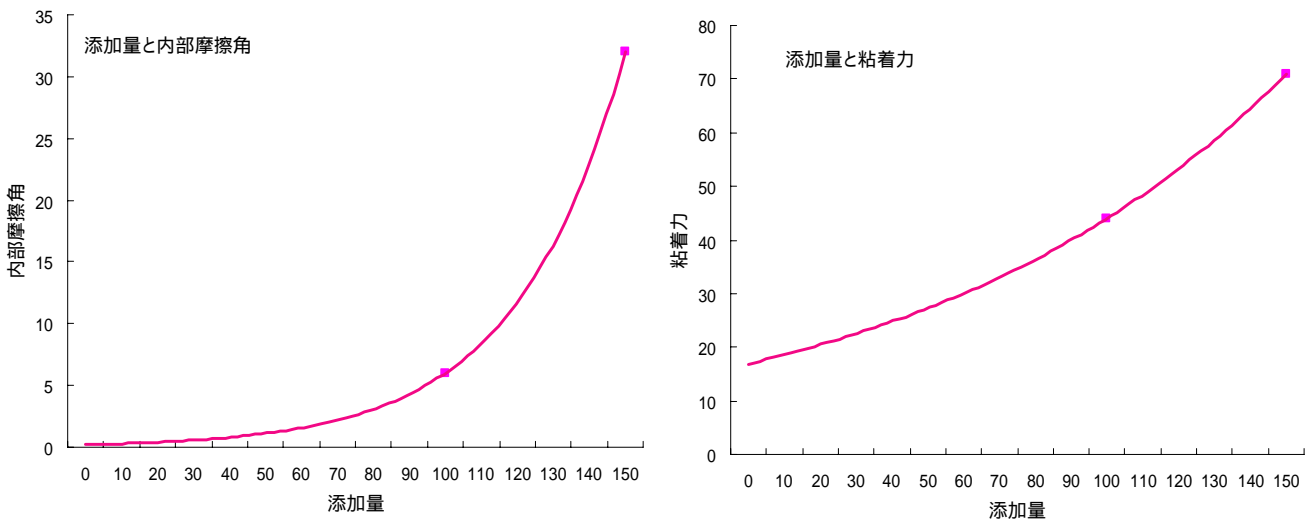


(a) 内部摩擦角 (b) 粘着力
図 1 固化材添加量と内部摩擦角(28 日強度), 粘着力(28 日強度)の関係

ここでは、所定の内部摩擦角(25 度)を効率よく得ることを目的として、ロームに対して再生砕石(RC-40)を混合した土を固化してせん断強度を調べた。表 3 は再生砕石混合土に固化材を添加して 7 日養生した後の三軸圧縮試験(UU)の結果と、推定される 28 日強度を示している。この 28 日強度の推定は、砂を 20%混合した場合の 7 日強度と 28 日強度との関係に基づいて得られた値である。

表 3 再生砕石混合ロームのせん断強度

RC-40 の添加量	添加量 (kg/m^3)	7 日強度(UU)		推定 28 日強度	
		粘着力 (kN/m^2)	内部摩擦角 ($^\circ$)	粘着力 (kN/m^2)	内部摩擦角 ($^\circ$)
20%	100	69.9	4.1	105	6
	150	82.9	14.6	157	32



(a) 内部摩擦角 (b) 粘着力

図 2 再生砕石混合改良ロームの固化材添加量と内部摩擦角, 粘着力の関係(28 日推定強度)

再生砕石を混合したロームの推定改良強度(28日)を指数関数で近似した結果、内部摩擦角が25度となる添加量は143kg/m³となり、このときの粘着力は66kN/m²となる。

このような検討の結果、内部摩擦角が25度以上になることを目標した場合、ロームに固化材のみを添加するよりも、再生砕石を質量比で20%混合することにより固化材の添加量を40%以上低減できることとなった。また、再生砕石を用いて固化材添加量を低減することは経済的にも有効であることも確認した。

図3は固化材の添加量と一軸圧縮強度の関係を示しており、150kg/m³を超えると一軸圧縮強度が著しく増加し、143kg/m³添加した場合 $q_u=107\text{kN/m}^2$ であることがわかる。

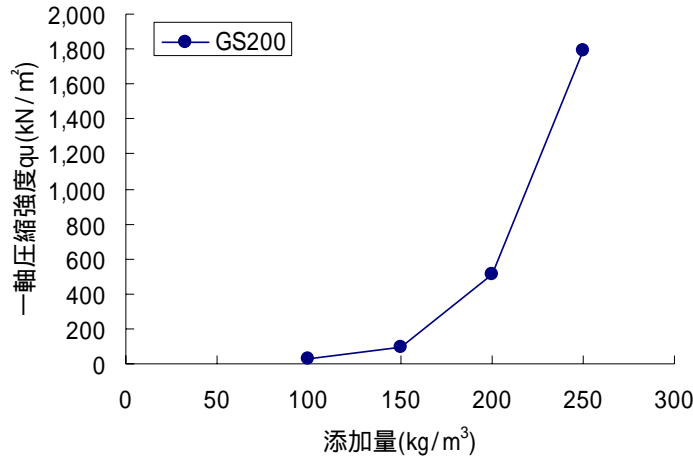


図3 現場攪拌した再生砕石混合改良ロームの一軸圧縮試験結果 (28日)

4. 補強土壁への適用

再生砕石混合改良ロームを用いた多数アンカー式補強土壁¹⁾の横断面を図4に示す。最大盛土高さは約10mであり、補強土壁の安定計算により求められる安全率は表4のとおりであった。図5はロームの固化材を添加して攪拌している状況である。また、図6は補強土壁の組立が完了した状況であり、鉛直性が確保されている。

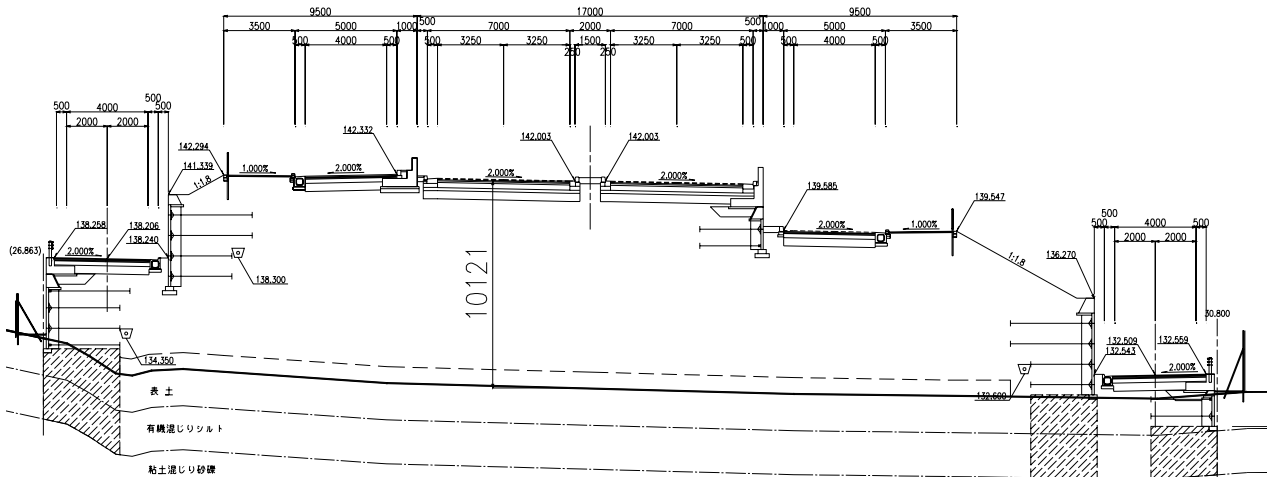


図4 改良ロームを用いた多数アンカー式補強土壁の横断面図



図5 攪拌状況



図6 補強土壁完成状況

表 4 補強土壁の安定計算結果 ()内は地震時の設計値

項目		許容値	設計値
設計条件	壁高(m)		2.6 ~ 8.7
	内部摩擦角(°)		25
	粘着力(kN/m ²)		10
安定条件	引抜き安全率	3.0(2.0)	3.40(3.11)
	滑動安全率	1.5(1.2)	1.90(1.26)
	転倒安全性(偏心量)	e 0.603(1.205)	0.323(0.439)
	円弧すべり安全率	1.2(1.0)	1.65(1.42)

固化材は攪拌土槽内にロームと再生砕石を層状に敷きならして、バックホウのバケットで均一になるように攪拌した。現場において攪拌された再生砕石混合改良ロームの 28 日養生した供試体による三軸圧縮試験(UU)の結果、粘着力と内部摩擦角は図 7 に示すとおり設計条件($c=10\text{kN/m}^2$, $\phi=25^\circ$)を満足した。また、現場における再生砕石混合改良ロームの強度 q_u は、 $q_u=2c_u$ の関係から得られる値で管理した。

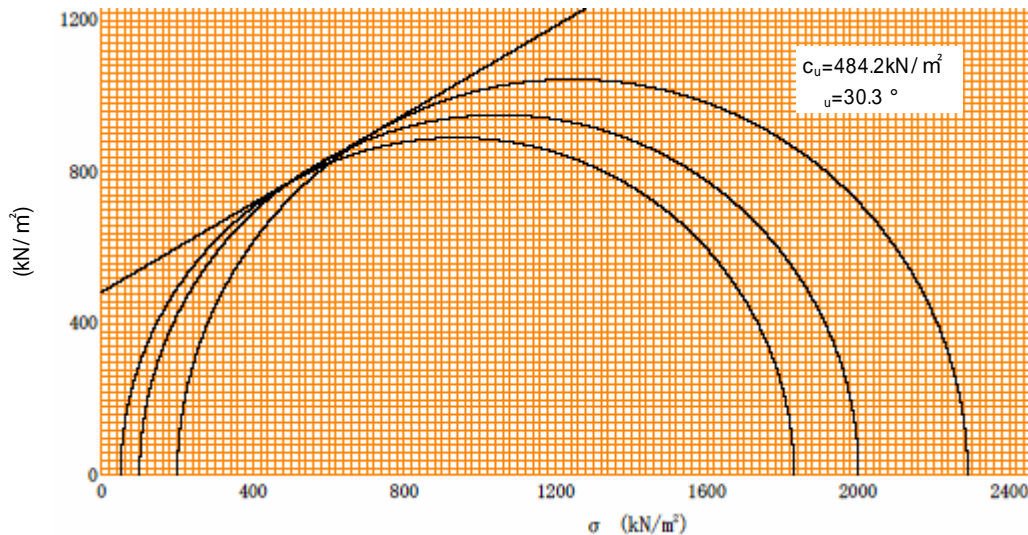


図 7 現場攪拌した再生砕石混合改良ロームの三軸圧縮試験結果 (UU: 28 日)

4. おわりに

多数アンカー式補強土壁にロームを改良して用いることを検討した結果、ロームに再生砕石を 20% 混合して固化材を添加することにより内部摩擦角が効率的に増加できることがわかった。今回の検討においてロームに砂を混合して固化材を添加したが、この場合にはせん断強度が増加するものの内部摩擦角の顕著な増加は認められなかった。

再生砕石混合改良ロームを用いた多数アンカー式補強土壁は、鉛直精度もよく安定した状態で構築できた。

《参考文献》

- 1) 多数アンカー式補強土壁設計・施工マニュアル第 3 版：財団法人土木研究センター，2004。