

土質安定処理を施した国頭マージの再流出抑制効果の検討

九州産業大学 学生会員 大坪 雅 ・ 正会員 林 泰弘 ・ 正会員 松尾 雄治
ワールド・リンク 非会員 藤 龍一・ フェロー 山岡 礼三
りゅうせき商事 非会員 百瀬 裕元・ 非会員 大城 康一・ 非会員 松川 準

1. はじめに

国頭マージは粒子が細かく分散しやすいために受食性が高く、透水性は低いので、濁水となって流出しやすい性質を持っている¹⁾。降雨などの影響で陸域から河川や海域へ容易に流出し、自然環境や漁業に大きな被害を与えているため、農村部ではマルチングや沈砂池を整備するなどして流出抑制に努めているのが現状である。

本研究では、建設残土として発生した国頭マージを農村整備等で有効利用することを目的に固化材等による土質改良を行った。残土置き場の国頭マージをバックホウで改良し、改良土のコーン指数や粒度特性を把握したうえで、自然環境や人工散水による土砂流出の観測を行い、改良効果の確認と有効利用の可能性を検討した。

2. 土質安定処理方法

金武町残土置き場内で採取した国頭マージ(以下、この試料を金武町残土と呼ぶ)の土質特性を表1に示す。国頭マージは一般的には酸性土だが、残土置き場には様々な土が搬入されるため中性を示していると考える。

泥土の安定処理を想定して原土のコーン指数が200kN/m²未満となるように含水比を20%とした。固化材としてマグネシウム系固化材(GM)と石灰系固化材(GLG)のいずれかを40kg/m³、固化助材として無機系泥土改良材(DSα)を2kg/m³で安定処理した。現場ではバックホウによる改良を行い、室内実験では未処理土の試料が4.75mmふるいを通過するように解きほぐし、2軸ミキサーによる改良を行った。

表1 金武町残土の土質特性

試料名	金武町残土
自然含水比 w_n (%)	18.2
土粒子の密度(g/cm ³)	2.698
礫分(%)	33.6
砂分(%)	31.0
シルト分(%)	16.3
粘土分(%)	19.0
液性限界 w_L %	39.0
塑性限界 w_p %	25.7
塑性指数 I_p	13.4
活性度 A	1.11
pH	7.43
電気伝導率(mS/m)	11.3
強熱減量	6.16
コーン指数(kN/m ²)	5000程度

3. 1週間養生後の初期のコーン指数

1週間養生後に「締め固めた土のコーン指数試験(JIS A 1228 : 2009)」に基づいてコーン指数を測定した結果を図1に示す。コーン指数は、GM改良土がGLG改良土より大きく、DSαを添加することでさらに400kN/m²程度高くなった。現場実験改良土の実際の固化材添加量を求めるために、蛍光X線分析で主要元素の含有率を測定したところ、採取した試料の添加量は実際の添加量より多いことが分かった。測定結果より求めた固化材添加量を用いた実験結果を図2に示す。現場実験と室内実験で作製した改良土を比較すると、GM改良土では固化材添加量40kg/m³のときに現場実験改良土の方が約500kN/m²コーン指数が大きく、GLG改良土ではコーン指数の差が見られなかった。

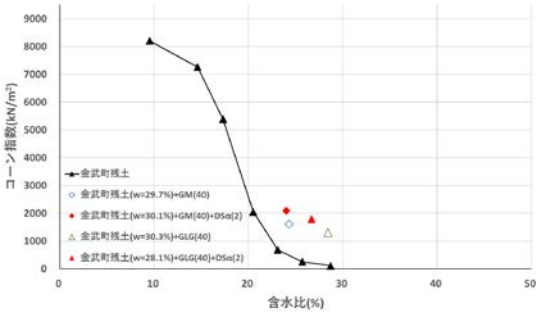


図1 コーン指数

4. 粒度試験

実際に流出した赤土は細粒分が90%程度含まれている²⁾。流出抑制対策として本研究では、細粒分を75%程度以下に減らすことを目標とした、「土の粒度試験(JIS A 1204:2009)」に基づいて細粒分含有率を求めた結果を図3に示す。もともと細粒分が少なかったため土質安定処理による粒度の変化はあまり見られなかったが、微量ではあるがGLG改良土は未処理土より細粒分を減らすことができ、流出抑制に効果的なのではないかと考えた。

5. 土砂流出実験

締固めた土が降雨等によって流出する状態を確認するために試験盛土と模型土槽を作製した。試験盛土はあらかじめ未処理土で作製した盛土表面に改良土を 30cm 程度の厚さになるようにバックホウを用いて転圧を行って作製した(写真 1)。降雨後に盛土法面からの濁水をバケツに集め、水質調査をおこなうとともに降雨後の盛土法面の状態を観察した。模型土槽は改良土を 9.5mm 以下に解きほぐし、3 層(3cm/層)に分けて、試験盛土の湿潤密度に合わせて締固めを行って作製した(写真 2)。散水装置を用いて人工降雨(50mm/h)を 2 時間与え、散水を始めてから 15 分ごとに土槽表面の状態を記録するとともに容器に集水した濁水の水質を調査した。

実験結果を表 2 に示す。コーン指数は実験室に持ち帰った試料を JIS 法で締固めて得た値である。濁水の水質は、濁度計による SS と pH で評価した。試験盛土表面から流出した濁水を比較すると GM 改良土は未処理土に比べて SS が低かったが、GLG 改良土の SS は未処理土に比べて大きくなった。しかし、沖縄県赤土等流出防止条例で定められている排出基準値(SS:200mg/L)はいずれも $SS \leq 200$ を満足できなかった。まとまった降雨までに試験盛土作製から約 1 ヶ月経過したことから、表面が乾燥して亀裂が生じたためであると考ええる。特に GLG 改良土系の改良土は、盛土法面が荒れているのを確認した。改良土の濁水は $pH \approx 9$ を示したが、GLG 改良土に DS α を併用した改良土の濁水は $pH \approx 8$ で、未処理土のものと同等であった。

模型土槽からの流出水の SS も盛土実験と同様に GLG 改良土は GM 改良土に比べ SS が高かった。DS α を併用した改良土は、わずかであったが土槽表面が荒れていた。しかし、試験盛土と比較して模型土槽からの濁水の SS は小さく、GLG 改良土に DS α を併用した改良土を除いて、 $SS \leq 200$ を満足した。これは、締固め土槽表面の仕上がりがよく、乾燥の影響も少なかったことが影響していると考ええる。模型土槽での濁水の pH は GLG 改良土に DS α を併用した改良土を除いて、10 程度の値を示した。GLG 改良土に DS α を併用した改良土から流出した濁水の pH は、未処理土から流出してきた濁水とほぼ変わらない結果となった。GLG 改良土が今回の現場実験であまり効果的な結果を示さなかった原因の一つとして石灰系固化材は他の固化材と比較して中性化が進みやすく、中性化に伴って改良効果が薄れたのではないかと推測する。

6. まとめ

本実験において、マグネシウム系固化材による改良土は降雨に対する土砂流出の抑制効果が有効だった。また、粒度試験では、石灰系固化材による改良土の細粒分は未処理土より減っていたが、盛土実験と散水実験の濁度の結果と矛盾した。1 回限りの散水実験と盛土実験だったので乾湿を繰り返した場合の SS や pH の変化を再度実験して確認する必要がある。

参考文献：1)沖縄県：赤土等流出防止条例関係，2014.8 2)座間味佳孝ら：沖縄県主要土壌の粒度分布および流出濁水における懸濁物質の粒度分布，第 22 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会，pp.631-634，2016.6

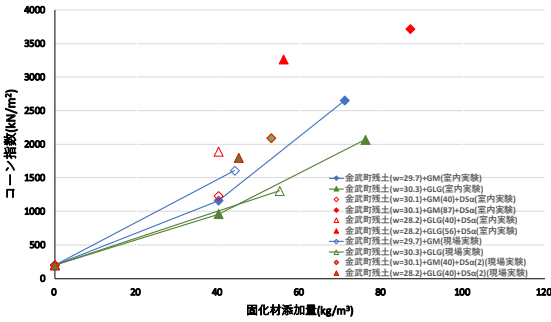


図 2 実際の固化材添加量とコーン指数の関係

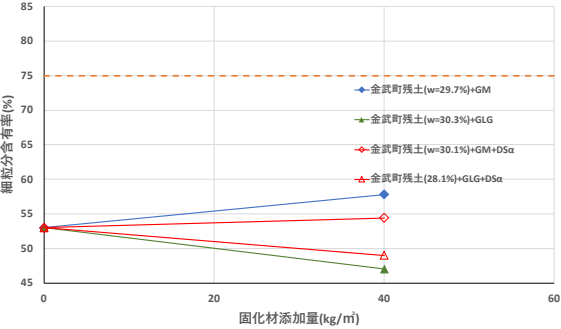


図 3 固化材添加量と細粒分の関係

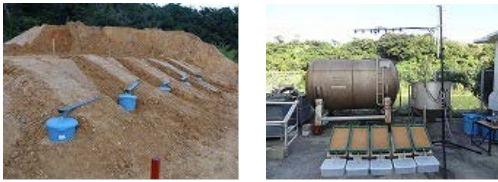


写真 1 実験風景(左:盛土実験,右:散水実験)

表 2 現場実験結果

	添加材料	GM	GM+DS α	GLG	GLG+DS α	未処理土
盛土	コーン指数(kN/m ²)	1608	2089	1327	1800	220
	降雨量(mm)	43	43	43	43	43
	濁度(SS換算:mg/L)	1129	1052	3225	2165	1856
	pH	9.6	9.4	9.4	8.5	8.4
散水	散水量(mm)	100	100	100	100	100.0
	濁度(SS換算:mg/L)	133	108	203	897	889
	pH	10.2	10.3	10.3	8.4	8.1