

シラスの法面処理に関する一考察

—— シラス法面の施工と管理 ——

九州地建 瀬戸 充 中本 至 ○林 健次郎

1 まえがき

南九州地方に広く存在するシラスは、農地災害はもちろんのこと、道路、河川、宅地等のあらゆる分野で災害多発の原因となっており、その対策が南九州の重要な社会問題となっている。このシラスは、自然状態では垂直に数十米の切取りが可能であるほど安定しているが、水に対する抵抗性に乏しく、安易な取扱いをすると、大災害をまねく危険を有している。このため、シラスに対する工法の研究は、以前よりずいぶん試みられているが、いまだ問題の解決をみていないのが現状である。

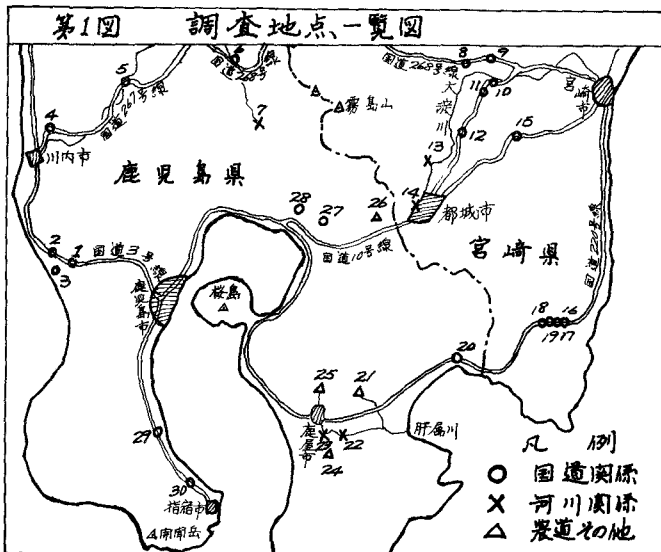
この報告は、防災の見地から、シラス地帯の道路と河川の切取りあるいは盛土の斜面が、降雨によっていかに被災を受けているか、昭和41年7月の豪雨後の調査に基づいて検討したものである。

2 現地調査と土質試験

現地調査は宮崎、鹿児島両県内の道路、河川を対象に問題点を含む被災箇所30地点を選び出し、これらの地点の崩壊の機構を現地で検討すると共に、土質試験用の試料として、突固め試験用試料、透水試験のための透水モールドによる不攪乱試料、密度やその他の測定のためのCBRモールドによる不攪乱試料の採取を行った。

調査地点の位置は、第1図に示すとうりである。この調査地点とシラスの概略の分布状況との関係を示すと次のようになる。

(a) 鹿児島、宮崎両県下のシラス地帯は、ほとんど全般にわたって、霧島、桜島、開聞等の新期、山噴出物に覆われており、上位から黒ボク、黒ニガ、降下軽石のボラ、赤木ヤ、赤ボラ等と呼ばれて、黒色火山灰層またはローム層となっている。



(b) 始良旧期の噴出に關係するシラス地帯は鹿児島市を中心とする周辺区域である。

(c) 軽石質砂礫層の発達が著しいのは、大淀川、川内川の流域各盆地である。

(d) 始良新期の噴出に關係する大隅軽石流は、大隅半島の笠野原台地を中心とする区域に分布している。

(e) シラスが一般に薄く、熔結部を伴って山間部を埋めるのは宮崎地方南部周辺である。

次に、第1表の土質試験の結果

から要点をまとめると、シラスの性状は一般に真比重が小さく、粒度試験による分類はおおむね砂ないし砂質ロームである。また乱さないシラスは、これらの構成物質である軽石塊、軽石粉、ハリ質またはガラス質の鉱物質粒がある種の組合わせによる結合力によって、空隙の大きい弱い強度のコンクリート状を呈している。この結合力あるいは凝集力は意外に強く、シラスは自然状態では垂直に数十米も斜面を保っているものがある。

このシラスも水が浸透すると、この結合力が弱くなり、一般に含水比が30%を含えると強度が低下すると考えられる。乾燥密度は0.7~1.2 g/cm^3 、透水性係数は 10^{-3} ~ 10^{-4} cm/sec 程度である。

表1 被災箇所物理試験、突固め試験結果一覧表

番号	試料採取場所	自然含水比	土粒子真比重	粒度組成 (%)				三角座標による分類	見かけ密度 g/cm^3	乾燥密度 g/cm^3	突固め試験 OMC max	透水性係数 cm^2/sec	備考	
				レキ	砂	シルト	粘土							
3	270国道東市来町 江口浜(切)	17.65	2.269	12	67	21	0	2ギマシリ砂質ローム	1.322	1.137	25.0	1.274	1.20×10 ⁻³	黄灰色シラス含軽石
7	川内川堤防栗野町 小屋敷(盛)	20.42	2.338	9	83	8	0	2ギマシリ砂	1.329	1.109	25.8	1.319	9.00×10 ⁻⁴	濃灰色シラス含軽石
10a1	10号国道高城町 雀ヶ野(切)	63.86	2.366	1	75	21	3	砂質ローム	1.074	0.710			7.14×10 ⁻³	薄黄灰色シラス細粒含軽石
10a2	〃	93.40	2.622	3	52	35	10	砂質ローム	1.363	0.695			5.94×10 ⁻⁴	ローム粘土質
13	大淀川堤防 都城市麓(盛)	24.88	2.564	8	88	4	0	砂	1.437	1.089	26.2	1.346		茶褐色、含普通土、草履
20a1	220号国道 志布志町夏井(切)	29.37	2.400	5	72	20	3	砂質ローム	1.033	0.737				茶赤褐色、シラス
20a2	〃	29.09	2.318	28	71	1	0	2ギマシリ砂	1.644	0.759				粗粒、白灰色シラス含軽石
23	肝属川堤防 鹿屋市川東(盛)	20.98	2.364	7	83	10	0	砂	1.249	1.026	24.6	1.305		濃黄灰色シラス含軽石
27	10号国道 同分市上之段(切)	17.49	2.506	21	68	11	0	2ギマシリ砂	1.284	1.120	25.0	1.362	1.42×10 ⁻³	灰色シラス粗粒含軽石
30	265国道 指宿市十石(切)	17.07	2.455	11	62	23	4	2ギマシリ砂質ローム	1.743	1.467				黄土色シラス細粒

3. シラス法面の崩壊について

シラスが道路盛土材料として十分使える事は突固め試験からも判っているが、問題は法勾配、土羽土の厚さ、排水施設等である。これらは経験的に処理されてきたが、やはり表面前壊に導くポイントは、降水をいかにすみやかに盛土外に排出するかである。従って盛土といえども、必ずず倒溝を設けて整備で排水すべきである。

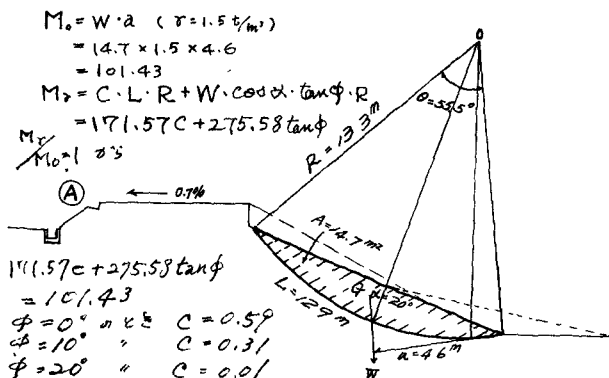
また、切土部におけるC及びD中は、供試体の成形が困難で三軸塔の室内試験ができにくいため、判然とした値は出ていないが、非排水三軸試験や直接せん断試験なども通しておよその見方は、乱さない試料で、0.5~2.2 g/cm^3 、乱した試料で、0.3~1.6 g/cm^3 くらいの見かけの粘着力がモデルの応力図に表われている。ところが被災箇所の調査結果から、崩壊の現場を要測することによりCとDとの

関係を検討してみる。

この箇所はオ1図でわかるように鹿児島県市来町の国道3号線の益々箇所の前壊現場である。型は盛土高が5m以上あるところて鹿児島方面に向かって2.5%の縦断勾配で上っており、前壊の原因は路肩部から斜面内へ水が滲入して滑ったものと考えられる。

オ2図において、滑り面は円弧に沿っていると仮定すると、斜面を滑ろうとするモーメント M_0 と滑りに抵抗しようとするモーメント M_R の比 M_R/M_0 は安全率で表わされ、いま $M_R/M_0 = 1$ とすれば

第2図 ①3号国道東市来町苗代川(盛土)



りに抵抗しようとするモーメント M_R の比 M_R/M_0 は安全率で表わされ、いま $M_R/M_0 = 1$ とすれば

$$171.57C + 275.58 \tan \phi = 101.43$$

C と ϕ は変数関係であるから特定の値を与えて C と ϕ の逆算による推定をすることができる。

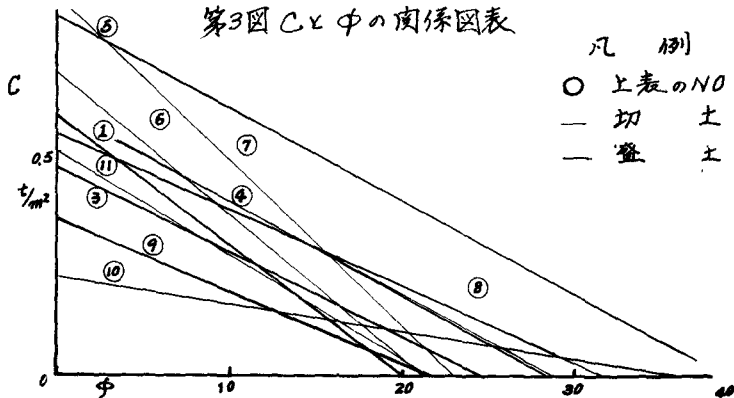
オ2表及びオ2図は当該箇所における C と ϕ との関係を示したものである。

この結果をみてもわかるように浸

第2表 C と ϕ の関係表

材料番号	実測場所	C=0の時の ϕ	$\phi=0$ の時のC	第2図番号
1	3号線 東市来町苗代川(盛土)オ1	20.2	0.56	①
1の1	" " (")オ2	24.4	0.47	③
2	" 東市来町湯元(切土)	31.7	0.55	④
11	10号線 高城町四敷鉾山(切土)	39.0	0.82	⑤
12	" 高城町有水(切土)	21.0	0.69	⑥
16	22号線 南郷町榎原(切土)	23.0	0.86	⑦
20	" 志布志町夏井(切土)	29.0	0.60	⑧
23	肝属川堤防 鹿屋市川東(盛土)	22.0	0.35	⑨
24	自然山腹 鹿屋市萩原(切取)	36.6	2.29	⑪
25	農道 鹿屋市板川(切土)	21.7	0.51	⑩

第3図 C と ϕ の関係図表



水状態でない通常時のシラスの C 及び ϕ は、これらの値よりけるかに大きいことは前示しているとおりであり、また乱れた試料でも ϕ は 30° 以上あるのが普通である。

それがこのように、さな値を示すのは、多量の降雨が斜面内へ渗透して飽和状態となり間隙水圧が発生して、C や ϕ は見かけ上小さな数値になってしまうからであると考える。

したがって雨量の多少と合わせて、斜面内へ水が渗透するよう降雨型が注前傾壊と与

える大きな要素となるであろう。過去の資料を眺めてもわかるように、雨量が多くても短時間で降った場合は、侵食型の法くずれを起こすが、溜りによる崩壊はわり合に少ないし、また、雨量が少しくても長時間に降り続く降雨型の場合は、法面の崩壊を起こしている。

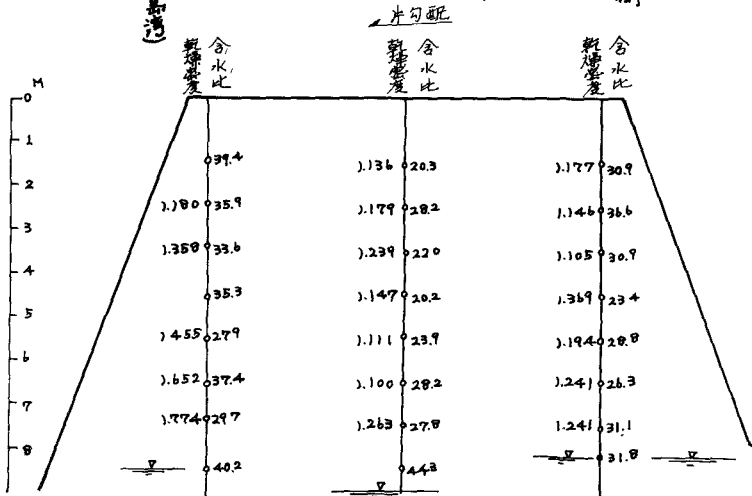
4. 安定したシラス盛土の内部

次に、41年7月豪雨にも被災せず、相当年経過したシラス盛土の内部は、どんな状態で安定しているのだろうか。調査場所は鹿児島県姶良町の高盛土で、一般国道10号線である。4図をみてもわかるように、盛土高8.3M、法勾配1割5分、張芝、片勾配の内側に1型側溝を設けて、路面水が直接法面を流下しない様子に処理している。

第4図 安定したシラス盛土内部の乾燥密度と

含水比の分布状況

(鹿児島2次シラス)



施工は5.34~35Mがけで盛土し、5.35~36に鋪装(As)している。

試験結果より(a)、盛土の下部ほど密度が増加している。(b)、含水比は盛土の両路肩から2~3Mの深さ附近が最も大きく、盛土全体からみれば、中央部が少なくて、法面に近づいて増加している。

45図は、宮崎県内の盛土の場合である。(a)赤土やローム等が混入したため、含水比が非常に大きい。(b)、含水比は法

面より可成り少ない。(c)、 σ_c は鹿児島より速るかに少なく、0.7~0.9 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 程度である。

5. 問題点について

切取り、盛土いずれの場合もまず第一に地質を詳しく詳細に観察し、将来、切取り、盛土のあとで水みちがでるような箇所、または水が滞水するような箇所を

あらかじめ見出して処置、そのうえで水をできるだけ集めて、排水処理を重要視することが肝要である。また、斜面内にシラス基礎がある場合は、この部分をフィルター効果を有する構造物で保護することである。その他、植生についてもその種類によって効果が異なり、マメ科の植物がよいであろう。