

強化保存剤を用いた遺構斜面の保存処理技術

谷祐治・田中謙次(株式会社田中地質コンサルタント)・ 豊田昌宏(大分大学工学部応用化学科)

1. はじめに

屋外の土造り遺構は、長年の風化や浸食などによって、その一部あるいは全体が劣化することがある。さらに、近年各地で頻発している局地的豪雨などの異常気象によっても、保存環境の悪化が一層危惧される。特に斜面部では、浸食や剥落などが生じやすいため、平坦部より確実な保護処理が必要である。そのため、現地の環境を見極め、それに相応した保存処理技術が必要とされている。

また、近年では遺構に留まらず、旧堤防跡などの土木遺産、さらに教育遺産の保存も重要視され始め、種々の保存条件下に耐えうる処理技術の確立が急がれている。

これまで、使用に際し人体や環境への影響が少ないクリーンマテリアルタイプの保存剤として開発されたケイ素を主成分とするアルコキシド溶液(土と石の強化保存剤 TOT)、空隙の多い砂質土や風化岩に対して有効である無機-有機ハイブリッド材(TOT-V)の有効性を報告してきた。本研究では、斜面等の過酷な条件に対して2種の保存剤を組み合わせた場合の有効性について検討した。

2. 処理実験

材料はマサ土を使用した。一般的性質を Table 1 に示す。締固めに最適な含水比に調整した 1 kg の試料を直径 15 cm、高さ 3 cm に突固め、4 個の供試体を作成した。それぞれの強化処理条件と処理工程を Table 2 に示す。

処理後の供試体は室内にて1週間自然乾燥させた後、供試体側面をフィルムで保護した。供試体は屋外の 60° の傾斜面に設置して、屋外暴露試験を 2008 年 2 月 19 日から 2 ヶ月間行った。その間の降雨による浸食、日照条件や気温変化による乾燥、凍結融解に伴う収縮・膨張によって引き起こされる形状変化について観察するとともに、表面硬度の測定も行い、強化処理の有効性について検討を行った。

Table 1 土の一般的性質

土粒子の密度 r_s	2.54 g/cm ³	
湿潤密度 r_t	2.04 g/cm ³	
乾燥密度 r_d	1.82 g/cm ³	
含水比 W_n	11.8 %	
飽和度 S_r	75.7 %	
粒度分布	礫分	50.1 %
	砂分	42.4 %
	細粒分	7.5 %

Table 2 供試体の強化処理条件

処理工程	サンプル No.			
	A	B	C	D
1	無 処 理	TOT 20 ml 塗布	TOT-V 20 ml 塗布	TOT 20 ml 塗布
2		40 ,12 h 乾燥	40 ,12 h 乾燥	40 ,12 h 乾燥
3		TOT 20 ml 塗布	TOT-V 20 ml 塗布	TOT 20 ml 塗布
4				40 ,12 h 乾燥
5				TOT-V 5 ml 塗布

3. 結果と考察

Table 3 に作成したサンプルの形状と TOT および TOT-V の浸透状況のモデルを示す。TOT-V は TOT より粘度が高いために、浸透性が抑えられている。そのためサンプル B と C を比較すると、同量の塗布にもかかわらずサンプル B (TOT) の方が深くまで浸透している。サンプル D はサンプル B と同量の TOT 処理後、少量の TOT-V によって表面が薄く処理されている。

Table 3 供試体形状と強化保存剤の浸透状況

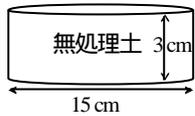
サンプルA	サンプルB	サンプルC	サンプルD
			

Fig.1 に暴露試験開始直後と3ヵ月後の供試体の変化を示す。屋外暴露試験期間は降雪や降雨が多く、更に最低気温が零下となる日もあり、悪条件の環境下で試験が行われた。3ヶ月後の表面形状で最も変化が認められたのは無処理のサンプルAである。度重なる降雨の影響などを受け表面の細粒分が流出し、浸食を受けた表面には礫の露出が著しい。また、受け板に溜まった土量からも浸食の様子がうかがえる。サンプルBは、表面の土が僅かながらに流出しているものの、ほぼ試験開始直後の状態を維持している。サンプルCでは、表面形状の変化はほとんど確認されないが、凍上による影響で表層が剥離し、その一部が剥落した。剥離した試験片より、TOT-Vの浸透厚は1 cm程度であり無処理部分の土との寒暖差に伴う膨張率の差が剥落に繋がったと推察された。一方、サンプルDは、Table 3 のモデル図に示されるように、供試体深部はTOTが作用し、TOT-Vが表面の土の流出を防いでいるため、3ヶ月経過後も目立った変化は確認されなかった。

Table 4 に強化処理された各サンプルの表面硬度 L_D の測定結果を示す。暴露試験前、サンプルB、CおよびDはサンプルAのおよそ1.5~2倍の表面硬度を示した。試験開始後、連続的降雨で極端な湿潤状態となり水が飽和状態に達したサンプルAの硬度は、測定不可能となり、このときの表面は、軽く指で撫でるだけで崩れるまでに風化していた。その後、表面は著しく浸食されたため、これ以降の硬度測定は行っていない。試験開始1週間後のサンプルB、CおよびDの硬度は、いずれにおいてもわずかに低下した程度であった。これは、含水比の増加による土の軟化と考えられる。1ヵ月後、好天が続きサンプルが乾燥した状態で測定した結果、サンプルBとDはほぼ試験前の硬度まで回復したが、サンプルCは表面の剥離が進行したため、硬度は更に低下した。

4.まとめ

今回使用したマサ土に関して、2種類の強化保存剤についてその効果を確認した。その結果、浸透効果の高いTOTと表層付近で強力に作用するTOT-Vを組み合わせることで、急勾配の斜面において保存処理直後の状態を長期間に渡り維持できることを確認した。今後は様々な土質条件についても検討を行い、土質材料の違いに応じた最適な強化保存剤の組み合わせを見出す予定である。

サンプルA サンプルB サンプルC サンプルD

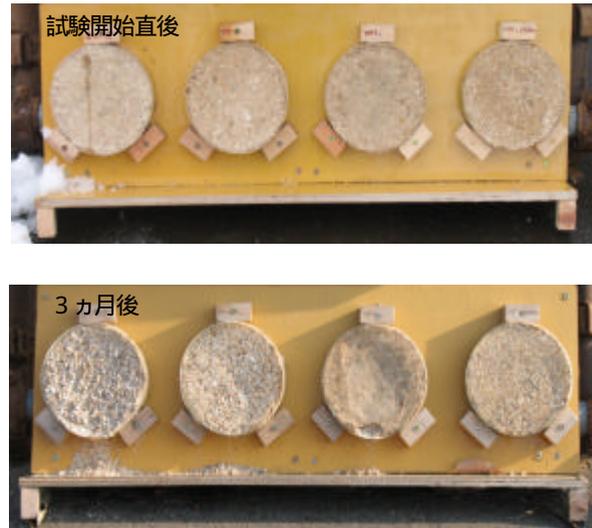


Fig.1 供試体の状況 試験開始後（上）と3ヵ月

Table 4 表面硬度 L_D 測定結果

	サンプル No.			
	A	B	C	D
試験前	123	238	182	243
1週間後		211	166	211
1ヵ月後		223	149	223