

第2節 移設保存に伴う線刻壁画の強化処置について

東北歴史博物館 芳賀 文絵

(現 東京文化財研究所 所属)

1 はじめに

合戦原遺跡 38号横穴墓奥壁に発見された線刻画は、当該遺跡の重要な構成要素と位置付けられる、非常に貴重な資料である。この線刻画は、先の節で述べられた通り、合戦原遺跡線刻画保存活用検討会における協議の結果、移設保存を行うという判断がなされた。しかし、幅3.9m、高さ1.5mという巨大な面積の壁画を、土層面に直接描かれている線刻を保護した状態で移設するには、保存処置についての十分な検討が必要と考えられた。特に柔らかい砂層に描かれた線刻は、移設における作業や梱包、移動に耐えうる強化処置を施す必要があった。本遺跡のように、土質の線刻画資料を、現地で強化するだけではなく、その最表面を保護した状態で移設保存した事例は少なく、重要な保存処置であると考えられる。

本節では、この線刻画の移設保存に伴う壁面強化処置方法について、その手法の検討と併せて報告する。

2 線刻画移設保存における問題点の検討とその対策

当該線刻画は非常に高湿環境で保持されており、含水量の多い柔らかい砂層を含む複数の土質が積層した壁面に描かれ、下部は薄い泥膜により覆われていた。砂層の線刻は、壁面が常に湿っていることにより保持されていると考えられ、周辺の類似した土壌において確認しても指が通る程度の固さであり、接触等で容易に毀損することが予想された。また、壁面上部の泥膜を伴わない範囲の線刻が泥膜に覆われている部分と比較し、不鮮明であることから、泥膜も線刻の保護に益していると考えられた。これらいずれの点からも、発掘により墓道が開放され、今後壁面が一時的に乾燥、または乾湿を繰り返した場合、線刻画の保存が危ぶまれた。特に泥膜部分については、乾燥によりその下部の線刻が描かれた砂層を巻き込んで泥膜が収縮して落下することが考えられた。一方で常に横穴墓内が湿潤状態であるため、墓室入り口付近での藻類の発生や昆虫類の侵入しており、隣接する横穴墓では作業により人が出入りする中で壁面にカビが発生する様子も確認されていた。

上記のような状況から、線刻画の移設保存が選択され、移設に当たっては、現状の乾燥に弱く、衝撃や接触に対して非常に脆弱な状態から移設に耐えうる状態にするための①線刻画壁面土質の強化法、一定の土の固化が完了したのちの、移設後の資料保存を考慮した②壁面取出しの手法の検討が必要とされた。そのため、遺跡周辺から採取した土壌を使用した室内実験を経て、線刻画の横穴墓と類似した土質の箇所を対象に土壌の強化方法について試行した。

3 壁面土質の強化方法の検討

壁面土質の強化を行う手法及び樹脂を検討するために①採取した土壌に対する固化試験、②採取したブロック状土壌に対する固化試験を実施した。

(1) 材料と方法

①では、山元町合戦原遺跡周辺土砂(以下土砂)に水を加え攪拌し、泥状とした土砂を塩ビ管(内径43mm、長さ約50mm)に詰め、圧縮した。一晩自然乾燥後、60℃で20時間乾燥した。乾燥後のサンプルに各薬剤をピペツ

トにより上面から滴下含浸させ、下部から漏出した時点で停止した。使用薬剤は、有機シリケート樹脂（OH100、OM50 株式会社アクト製、以下OH100、OM50）、OH100とOM50の同量混合薬剤（以下OM25）、珪酸樹脂（SS101 コルコート社製、以下SS101）とした。十分に薬剤が乾燥したのち金属用鋸で縦に切断し、硬度計を使用して薬剤の浸透性と固化状態を確認した。固化状態の確認の目安として、プッシュコーン（山中式土壤硬度計DIK-5553〔大起理化工業〕）を使用し、コーンの先端2mmのところまで入ったところの数値で相対比較することとした。

また、同じく土砂に水を加え攪拌し、泥状とした土砂をタッパー（117mm×84mm）に詰め、厚さが20mm程度となるよう圧縮して自然乾燥させた。乾燥後のサンプルを起立させ、各薬剤を筆で塗布、またはスプレーによる噴霧を水平方向から行った。起立させた試料下部から薬剤が漏出し、十分含浸したと確認ができた時点で施工を止めた。十分に薬剤が乾燥した状態で、試料を取り出し、金属用鋸で垂直方向に縦に切断し、固化希釈用の状態を確認した。使用薬剤は、OH100、OM50、エポキシ系樹脂（トマックNS-10 ウレタン系樹脂、以下NS10）及び希釈用の各種有機溶剤とした。

②では、同遺跡周辺の線刻画土層と類似した土壌から、複数の土層を含むようブロック状にプラスチックケース等に入れて切り取り（約200mm×90mm×90mm）、試料とした。試料は、上部は固いシルト層、下部は柔らかい砂層のものとした。この試料に対し、採取時の方向で起立させた状態で複数の薬剤を施工した。各薬剤は、試料が完全に濡れ、下部に薬剤の漏出が確認されるまで噴霧し、常温で乾燥させた。乾燥後の状態を目視で確認し、試料をケースから取り出し、可能であれば垂直方向に切断して、固化状態を確認した。使用薬剤は、OH100、OM50、OM25、NS10及び希釈のためのアセトンとした。

(2) 採取した土壌に対する固化試験

結果を第34・35表に示す。垂直方向への滴下では、強度の差はあるがいずれの薬剤であっても一定の硬化は確認され、金属用鋸による切断を行っても破損はしなかった。しかし、硬度を確認するとOM50、SS101は表面5mm程度までは硬度が高いが、それ以下は極端に硬度が下がった。それらは確認が可能な範囲で最下部に近い深さ30mmにおける硬度は、水のみで固めたものと大差はなかった。OH100は、それらと比較して深部でも固さが維持されており、最下部でも試料が強化されていることが確認できた。OM25は、OH100とOM50の結果の中間的硬度を示し、深さ20mmまでは十分な固化が確認されたものの、最下部の30mmの位置ではやはり硬度が低下した。

水平方向への薬剤塗布も、いずれの薬剤でも、試料最表面は固化が確認できた。これにより、試料への軽度接触であれば欠損や変形もなく、形状を保つことができる様子であった。しかし、壁面奥行方向への強化は、垂直方向で薬剤を施工した場合よりもはるかに弱く、一見薬剤が浸透している様子であっても強化は困難であった。薬剤による傾向は以下のとおりである。

OH100 及び有機溶剤でそれを希釈した試料については、十分薬剤を含浸させ、薬剤が試料に染み渡ったことを目視で確認しても、試料が硬化したのは表層のみであり、内部は脆弱であった。有機溶媒（アセトン、エチルメチルケトン）で希釈しても浸透性に有意差は確認されなかったが、含浸回数の間隔をあけて増やすことにより強度は上がった。OM25 は、OH100 のみよりも、OM50 の割合が高いほど、わずかに浸透性が落ちるが、表面の強度は上がった。

NS10及び有機溶剤でそれを希釈した試料については、OH100・OM50に比較し、強度が大きくよくなり、柔軟性を持ち、容易に破断しなかった。しかし、薬剤濃度が高い場合や含浸させる試料の含水率が高い場合、固

化過程で気泡が生じ、試料表面に空隙や盛り上がりが発生する、または薬剤の白濁化や樹脂光沢が生じる場合があった。これらの状態は薬剤が固化した後の除去が困難であった。薬液状態で有機溶剤による希釈を行うと浸透性が向上するが、相反して強度は低下した。

第34表 固化試験結果（垂直方向）

薬剤	乾燥期間	土重量	薬剤重量	所見
—	28日	101.6 g	—	取り外す際に崩壊
OH100	28日	104.7 g	11.4 g	垂直方向 30mm まで、最も均一に薬剤が含浸され、深部でも硬度が保たれていた。
OM50	28日	102.4 g	9.0 g	上部から 10 mmより深い位置における薬剤による硬化が十分でなく、もろい。
OM25	22日	109.7 g	10.2 g	OH100 に次いで薬剤による硬化が確認され、深さ 20 mmまで硬度が保たれていた。
SS101	28日	96.7 g	8.2 g	OM50 よりやや硬度を持つが、深さ 10 mmより深い位置における硬化が十分ではなかった。また薬剤による濡れ色を呈した。

第35表 固化試験結果（水平方向）

薬剤 (主剤)	薬剤 (希釈)	主剤： 希釈剤	乾燥期間	所見
—	—	—	7日	取り外す際に崩壊
OH100	—	—	7日	一見薬剤が全体に浸透している様子であるが、非常に脆弱で固化しているといえない。
	—	—	1回目噴霧後7日間放置し、その後筆にて同じく薬剤を塗布した。	OH100 を1回のみ塗布した状態よりも、強度が増していることが確認された。
	エチルメチルケトン	1:1	3日	非常に脆弱で固化しているといえない。
	アセトン	1:1	5日	最下部のみ表面より深さ 10mm 程度強度を持つが、下から 5cm 程度以上は 1-5mm 程度しか固化していない。全体にもろい。
OM50 (OM25)	OH100	1:4	5日	下から 5cm 程度で表面より深さ 5mm 程度固まっている様子。
	—	1:1	4日	下から 5cm 程度で表面より深さ 5mm 程度固まっている様子。1:4 より強度ありか。
NS10	アセトン	1:1	5日	含浸 7-8mm 発泡大樹脂光沢あり。
		1:2	5日	含浸 10-15mm 発泡あり。
		1:4	4日	含浸 15-20mm 発泡わずかにあり(空隙はない)。
		1:8	3日	含浸 15-20mm やや崩れるが、発泡はない。
	エチルメチルケトン	1:4	3日	含浸 15-20mm 塗布中に試料土壌全体が下落。

(3) 採取したブロック状土壌に対する固化試験

結果を第36表に示した。OH100、OM50は、3(2)の試験同様、表面固化には一定の効果を示した。しかし、水平方向への薬剤施工のため、試料の強化が確認されたのは、いずれも表層のみであった。また、施工薬剤

にかかわらず、固化、乾燥後に試料をケースから取り出す、または垂直方向に切断する時点で、土質が変化するシルト層と砂層の界面で破断した。薬剤による傾向は以下のとおりである。

OH100、OM25の結果は3(2)の水平方向からの施工結果とほぼ同じであり、砂層に対しては5mm程度固化が確認でき、OM25の方がやや硬かった。シルト層に対しても薬剤が浸透している様子ではあったが、薬剤による強化は表面からの感触でしか確認できず、切断時の奥行方向への強化については効果がほぼ確認できなかった。OH100については、薬剤の乾燥を防ぎ、より緩やかに時間をかけて浸透することを目的に、スポンジに薬剤を浸み込ませて試料表面を覆うように固定をする処置方法を試みた。しかし、この施工方法であっても固化する深さは特に変化せず、またスポンジと試料が固着し、破断の原因ともなるなど、効果的ではなかった。

NS10を施工した試料では、表層の強度、柔軟性が良いが、特にシルト層において薬剤が浸透せず、塗膜を形成している様子であった。この塗膜層が表層をつなぐ状態で保持し、界面での破断を防ぐ効果があったが、試料水分状態により白濁化する箇所が確認された。

室内実験を通して、壁面などの立面に対し、水平方向からの施工による土壌強化は極めて表面部分に限られるものであった。また、切断や取り出し時における破損があることから、実際の施工薬剤に関しては、接触等へのリスク軽減のための土壌強化と取り出し時に亀裂等を生じさせないための柔軟性を与えることが求められ、線刻画取り出し方法と兼ね合わせて選択する必要があると考えられた。

第36表 採取ブロック状土壌に対する固化試験結果

1回目施工薬剤	2回目施工薬剤	施工方法	乾燥期間	所見
OH100	OH100	スプレー噴霧	2日乾燥後施工し、1日追加乾燥	いずれの層にも一定程度浸透している様子ではあるが、表面以外は固化せず。 スポンジ剥離時に破損。
		スポンジ		
OM25 (OH100+OM50=1:1)	—	スプレー噴霧	3日乾燥	砂層に対してやや浸透固化が確認できるが、界面において割れが生じた。OH100のみの場合よりもやや硬度が出ているか。 表面にNS10層が1mm程度形成されている。白濁化した。
	NS10: アセトン(1:4)		2日乾燥後施工し、1日追加乾燥	
NS10: アセトン(1:8)	—	スプレー噴霧	3日乾燥	シルト部分における浸透は確認できず、表層すぐ下層の界面での割れが生じた。砂層に関しては薬剤が奥行方向でもやや固化が確認できた。 表面に1mm程度のNS10の塗膜が形成されている。塗膜より下部には薬剤が浸透している様子は見えず、1回塗布と同程度の浸透とみられる。
	NS10: アセトン(1:8)		2日乾燥後施工し、1日追加乾燥	

4 現地での壁面に対する固化試験及び移設方法検討

3における室内実験結果を受け、現地での壁面に対する固化試験及び移設方法の検討を行った。線刻画が確認された箇所と類似した土質を対象に①土壌の固化方法、②土壌表面の乾燥方法、③移設方法について試験をし、検討を行った。

(1) 材料と方法

①では、各薬剤を壁面に塗布または噴霧し、状態を確認した。また、薬剤の浸透と固化状態を確認するために、施工後表面をシリコン樹脂で養生して壁面上部からの剥ぎ取りを行った。一部試料においては裏面を養生し、シリコンを剥がして再度壁面の表面を出す反転作業を行った。結果の評価は剥ぎ取り前の触診による表面強度状態の確認、及び目視による剥ぎ取り面の確認で行った。

使用薬剤は、OM25、NS10、アクリル系樹脂（パラロイドNAD-10V、以下NAD10）及び希釈用の各種有機溶剤とした。

また、OH100やOM25などの有機シリケート系樹脂は、施工回数を増やすことでより強度が増すことを3の室内実験において確認した。そのため、前処理として、OM25またはOM10（OH100とOM50の4:1混合薬剤）を塗布し、乾燥に10日以上放置することを2回繰り返し、その後、再度NAD10またはNS10を塗布した時の状態を確認した。

薬剤を浸透させるにあたって、土壌表面が水分で湿潤状態であればあるほど薬剤浸透性が悪くなる可能性がある。特に実際の線刻画の下部を覆う泥層は緻密な層をなし、湿潤状態では薬剤をはじき、より土壌への浸透を阻害すると予想された。そこで、②では、OM25を塗布した泥層に対して温風、冷風を当てた場合、エタノールを噴霧した場合に表面状態がどのように変化するかを確認し、泥層の乾燥方法について検討した。

③では、土質強化を行った壁面の取出し方法について検討を行った。取出し方法は、a.シリコンによる剥ぎ取り法、b.アクリル系樹脂表打ちによる剥ぎ取り法、c.アクリル樹脂による表打ち後ブロックによる切り取り法の3つの方法を実施した。

aは壁面にシリコン（2液縮合反応硬化型の液状シリコーンゴム）を直接塗布し、シリコンが土壌凹凸に密着することを利用して、表面の凹凸構造をそのままに、試料のごく表面を剥ぎ取る方法である。bはNAD10でビニロン繊維布を壁画表面に貼り、その接着力により表面土壌を剥ぎ取る方法である。cはb同様に壁画表面を養生した後、硬質発泡ウレタンを吹つけ固定した後、周辺を掘り込み、厚さ5-15cm程度で土壌をブロックとして切り出す方法である。

いずれの方法においても、壁面から取り出した後、裏面の不要な土を除去する等の処理を行い、FRPでバックアップを行い、反転することで壁面表面を出し、壁画の表面状態を目視で観察し評価した。

(2) 土壌の固化試験

土壌固化試験についての検討結果を**第37表**に示した。浸透性はOM25が最も良く、表面状態も問題なかった。土の固化はしっかりと確認できるが柔軟性はなく、シリコンによる剥ぎ取りでは脆く壊れやすい結果であった。NS10は強度および柔軟性は良く、剥ぎ取りとしての作業性はよい様子であった。しかし、壁面の水分多い箇所で白濁化が起り、線刻画の保護に不適切であった。NAD10は、表面強度は良好であり、施工面に樹脂光沢は出るが、有機溶剤による光沢の除去は可能であった。砂層へはわずかに浸透し、固化している様子が

第37表 現地における土壌固化試験結果

前処理	施工薬剤	表面状態/ 薬剤浸透性	シリコンによる反転の結果		
			シルト～硬度の高い 砂層 (壁面上部)	軽石等を含む硬度の やや高い砂層 (壁面中部)	柔らかい砂層及 び泥層 (壁面下部)
—	OM25 (OM50 + OH100(1:1)混 合剤)	○/○ 表面は十分固化し、浸 透性もよい	× 付着せず	×-△ 土は固化するが柔軟 性はない	×-△ 土は固化するが 柔軟性はない
	NAD10 原液	○/△-× 表面固化はするが、浸 透性は低い	△ 剥ぎ取ることはでき たが、樹脂が浸透して 土が固化した様子は ない。	△(-×) やや崩れるがおおむ ねはぎ取れる	×(-△) ぼろぼろと崩れ る
	NAD10: ソルベントナ フサ 2:1	○/△ 表面固化はするが、浸 透性は低い	△ 剥ぎ取ることはでき たが、樹脂が浸透して 土が固化した様子は ない。	×(-△) ほぼ付着していない か、一部表皮が付着し ているか	× ほぼ付着してい ない
	NAD10: アセトン 2:1	○/△ 表面固化はするが、浸 透性は低い	△ 剥ぎ取ることはでき たが、樹脂が浸透して 土が固化した様子は ない。	×(-△) 一部表皮のみ付着し ているが、樹脂膜のみ の場所もある。	× ほぼ付着してい ないか
	NS10: アセトン 1:4	×/○-△ 白濁化し、水分が多い ところでは浸透性も やや低い	- 表面白濁化のため剥ぎ取らず		
OM25 2回 塗布	NAD10: ソルベントナ フサ 2:1	○/○ 表面は十分固化し、浸 透性もよい	○ やや崩れるが、剥ぎ取 れた	×-△ ほぼ崩れた	×-△ ほぼ付着せず
	NAD10: アセトン 2:1	○/○ 表面は十分固化し、浸 透性もよい	○ 大きな問題はない	△-× 崩れたが一部表皮が 付着	×-△ 一部表皮が付着
	NS10: アセトン 1:4	×-△/○ 泥層、乾燥が不十分な 部分での白濁化	○ 問題なし、1cm程度で 自然とはがれる	△-○ やや崩れるが一応は はぎ取れるか	△ 崩れるがはぎ取 れた部分もある
OM10 2回 塗布	NAD10: ソルベントナ フサ 2:1	○/○ 表面は十分固化し、浸 透性もよい	○ やや崩れるが、剥ぎ取 れた	× 付着せず	×-△ 一部表皮が付着
	NAD10: アセトン 2:1	○/○ 表面は十分固化し、浸 透性もよい	○ 大きな問題はない	×-△ 一部表皮が付着	× 付着せず

確認できたが、緻密な泥層への薬剤浸透性は低く、表面で樹脂のみで固化する様子であった。また、薬剤濃度が高くなるほど、表面強度が増すが、土の固化への効果が低い。また、施工時には表面を流れ落ちること
で、砂層を崩す可能性があった。本現場での施工では、土壌が湿っている状態であったが、疎水性・親水性
を持つなど、溶媒の違いによる明確な有意差は確認されなかった。

OM25またはOM10を前処理の効果については、前処理を行った後にNAD10またはNS10を施工することで、それ
ぞれ薬剤を単独で使用するよりも、表面から深い位置まで安定して固化させることができていた。特に壁面
中部・下部の砂層において、前処理をしない場合は、シリコンによる剥ぎ取り時にほぼ大きく崩れる状態
であったのが、前処理により改善された。OM25とOM10の前処理の違いでは、特に泥層における薬剤浸透性の違
いを期待したが、明確な有意差はなかった。

これらいずれの薬剤使用においても、通常の塗布や噴霧による施工では、泥層の浸透性はやや不十分であ
る様子であった。実際の線刻画には、泥層が形成される範囲に、窪み状の箇所が散見された。これら窪み上
部のオーバーハング部分に対しては、特に薬剤が浸透しない可能性がある。そのため、局所的に薬剤を注入
することができるよう、シリンジを使用するなどの工夫が必要であると考えられた。

(3) 土壌表面の乾燥方法

土壌表面の乾燥方法については、OM25を一度塗布した試料面では、温風を試料面に対して接近した状態（およそ30cm未満の距離）で当てた場合、泥部分の表層が不均一にうろこ状にはがれることが確認された。均一にはがれるのではなく、泥層として残存する部分、うろこ状に浮き上がる部分、下層の砂を巻き込み落下する部分など不均一な状態であることも確認された。

冷風を当てた場合と、泥層に対し遠方（およそ50cm以上の距離）から温風を当てた場合、そしてエタノール噴霧を行った場合は、上記の剥離等は確認されなかった。また、一度エタノール噴霧をし、その後温風を接近して当てても、温風のみ時のような剥離は発生しなかった。

(4) 土壌の移設方法

壁面取出し手法については、シリコン、アクリル樹脂表面養生のいずれの剥ぎ取り法であっても異なる土質の界面において壁面表面が崩れ、安全な取出しが困難であった。特にシリコンによる剥ぎ取りは緻密なシルトを含む層では、壁面と表面養生がうまく接着せず、剥ぎ取りができない部分が多かった。また、アクリル樹脂の表面養生であっても、剥ぎ取る際の柔軟性が低いことによる破断が大きかった。一方ブロックによる切り取り法も、同じく異なる土質の界面でやや割れが生じることがあり、全面を一度に切り取ることは、異なる土層間でのゆがみによる破断のリスクが大きいと判断された。ただ、それらの層を分割することにより壁面表面の保護が可能であった。

第38表 土壌固化試験の経緯

	主題・対象	内容
室内実験	表面強化	検体：採取土砂を固めたもの。現地の類似土質を切り出したもの 薬剤：主剤(組み合わせ)、溶媒(水系・非水系、蒸発速度=速・遅)、濃度 含浸法：方法(噴霧、塗布、放射、注入、スポンジ)、回数 前処理：乾燥法、溶媒含浸 【2015/9/9～】
	剥ぎ取り法	表面養生：養生材、接着剤 剥ぎ取り：手順、治具、工具、表面・背面固定(バックアップ) 剥ぎ返し・成形法 【2015/11～】
現地試験	36号墓左壁	室内実験の成果を元に、壁面を縦に9分割してそれぞれ条件を変えた強化処理を行い、剥ぎ取りを実施。課題点抽出。【10/22、11/13、11/27、12/21-22】
	36号墓左壁奥	泥層への効果的な含浸法検討を目的に、壁面を縦に9分割してそれぞれ条件を変えた強化処理を行い、課題点抽出。剥ぎ取りも行い、作業上の課題点を抽出。 【11/27、12/9、2016/1/4、1/11-12】
	36号墓左入口	表面強化②の樹脂選択・含浸法確定を目的に、壁面を縦に5分割してそれぞれ条件を変えた強化処理を行い、剥ぎ取りを実施。課題点抽出。【11/27、12/9、1/4、1/20-23、1/28-29】
	36号墓奥壁	表面強化時の乾燥法、表面強化②の樹脂選択、大面積での剥ぎ取り作業上の課題点抽出、線刻転写の確認等を目的に、壁面に模擬線刻を施し、縦に4分割してそれぞれ条件を変えた強化処理を行い、剥ぎ取りを実施。 【2/4、2/12、2/24、3/1-4】
	36号墓右壁	表面強化①②施工。壁面に模擬線刻を施し、フレームを設置して分割剥ぎ取りを実施(→反転成形=室内) 【3/9、3/17、3/24、4/2-8】
	38号墓左壁	表面強化①②施工。フレームを改良し、さらに本番を想定したサイズでの分割剥ぎ取りを実施(→反転成形=室内) 【3/9、3/17、3/24、3/30、4/7、4/12、4/16-25】

5 線刻画への施工

4の現地実験の結果を経て、線刻画への移設には、土壌強化として、有機シリケート系土石強化剤（OM25）を複数回含浸させ、その後にアクリル系樹脂（パラロイドNAD-10V SNシンナー希釈）を塗布して表面を保護することとした。また、土壌含水量が多いことにより薬剤含浸が阻害されることへの対処として、OM25の施工前にはエタノール噴霧と送風により表面乾燥を促し、NAD10塗布前にはアセトンを噴霧することにより樹脂の浸透を良くすることを試みた。線刻画への施工工程を第39表に示す。OM25は4回に分け、計約14Lを含浸させた。OM25施工1回目は線刻の保護のため状態を確認しながら噴霧により施工した。2回目以降は洗瓶で薬剤を供給、または刷毛で塗布し、塗布箇所は表面の浸み込み具合を確認しながら選択的に施工した。表層を泥が覆い、窪んでいる箇所に対しては、窪みの上部に薬剤を施工しても定着しないことが確認されていたため、シリンジによる薬剤注入を行った。

OM25及びNAD10による表面強化後は、接触や一時的な乾燥の危険性も低くなり、表面養生及び移設に耐えうると確認された。特にOM25施工後は、状態が安定していることが確認できたため、移設前の一般公開を行った。NAD10は、移設のための表面養生にも使用し、その後、移設のための横穴墓内の足場を作成し、移設を行った。

この度の施工により、土質に描かれた線刻画を損なうことなく、線刻画の保護と移設ができ、貴重な資料を保存することができた。しかし、この度の施工では、OM25を施工した一部の泥層では、薬剤の析出が確認される一方で、奥行方向への固化は不十分であり、その後の移設時の掘削の際に奥方向では薬剤が完全に固化していない箇所も確認されている。移設までの限られた期間における保護としては十分であるが、現地でもより長期間保護を行わなければならない場合、乾燥により、薬剤が浸透し固化した場所と、未浸透の箇所の界面での毀損の可能性は高いと考えられる。

第39表 線刻画への施工

日数		乾燥方法	使用薬剤	施工方法	施工量
0日目	土壌 固化 (表面強 化)	エタノール噴霧 冷風乾燥	OM25	噴霧	4L (2回に分けて施工)
7日目		エタノール噴霧 温風乾燥	OM25	洗瓶	4.5L
13日目		エタノール噴霧 冷風・温風乾燥	OM25	塗布 洗瓶	1.5L 1.5L (乾燥させながら施工)
21日目		エタノール噴霧 冷風・温風乾燥	OM25	塗布 シリンジ	2L 150mL
40日目	樹脂 塗布	エタノール噴霧 温風乾燥	NAD10 (SNシンナー希釈)	塗布	アセトン噴霧(2.5L)後 8L(2回に分けて施工)
53日目	移設		NAD10 (SNシンナー希釈)	塗布	ビニロン繊維による表面養生
72日目～		—	—	—	切り取りによる取出し

6 おわりに

今回の線刻画の発見及び移設保存は東日本大震災における被災を契機としており本来は遺跡現地で保存、活用できることが望ましいが、より長期に資料を後世に遺すため、移設保存が選択された。この度は有機シリケート系樹脂を使用し、土質全体を強化した後、アクリル系樹脂により、線刻画表面を保護し、繊細な線刻壁画が移設に耐えうる強度を持たせることができた。施工にあたっては、多くの関係者に助言いただき、また山元町教育委員会には試験材料等の提供、記録等、多大な尽力をいただいた。これらの結果として、線刻画という地域の文化遺産を、より多くの人々が鑑賞できる形で保存できた。今後はその資料の保存活用が、地域の文化的な復興にも寄与していくことを期待する。



1. 採取した土壌に対する固化試験（水平方向への薬剤塗布）



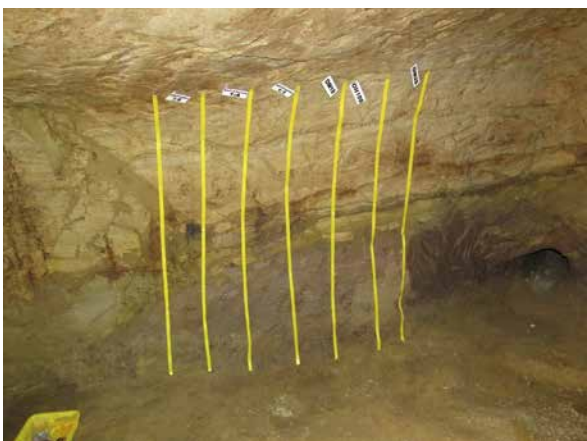
2. 採取した土壌に対する固化試験（固化状況確認）



3. 採取したブロック状土壌に対する固化試験



4. 採取したブロック状土壌に対する固化試験（固化状況確認）



5. 現地での壁面に対する固化試験



6. 壁面に対する薬剤塗布

第34図 壁面の固化試験の状況(1)



1. 固化状況確認



2. 壁面の乾燥試験



3. 壁面に対するシリコン塗布



4. シリコンによる剥ぎ取り試験



5. 線刻画への施工 (エタノール噴霧)



6. 線刻画への施工 (送風による乾燥)



7. 線刻画への施工 (OM25による強化処置)



8. 線刻画への施工 (NAD10による強化処置)

第35図 壁面の固化試験の状況(2)・38号横穴墓線刻壁面への施工状況