

第3節 線刻壁画の移設実験について

撫養 健至(株式会社スタジオ三十三)

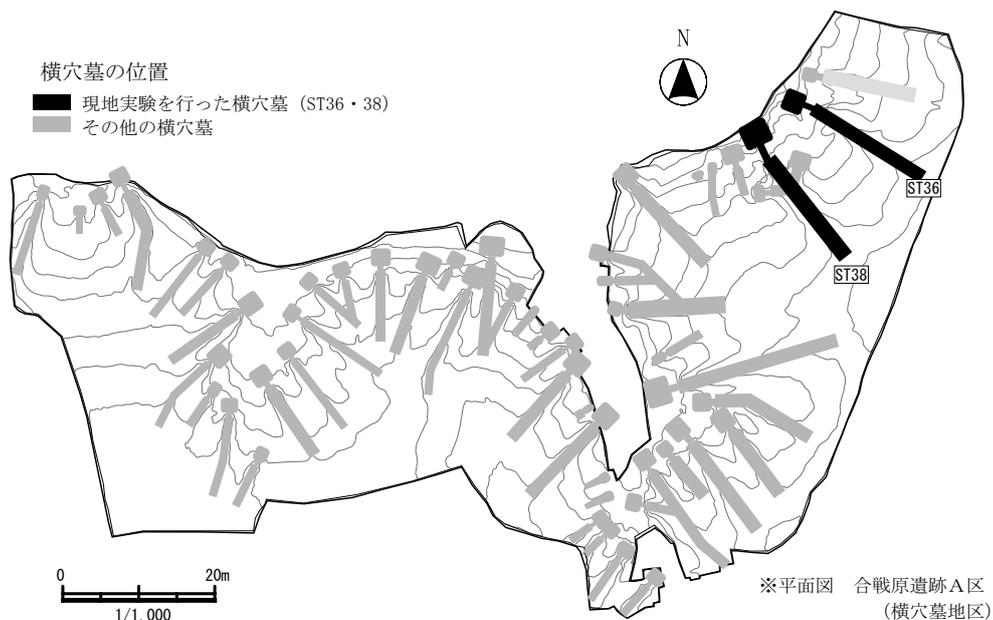
1 はじめに

2015(平成27)年11月2日の第4回検討会では、移設方法として遺構の表面を薄く剥ぎ取る「遺構の立体剥ぎ取り転写法(以下、立体転写)」が検討された。

検討会では基本的に立体転写を前提として検討を進めることとなったが、この方法で移設を行うには様々な問題点があるため、解決に向けて実験を行う必要があった。以下に立体転写の特徴、概念、工法を簡単にまとめた。

遺構の立体転写は、遺構の切り取り工法に比べて出来上がった製作物の重量が軽く、運搬や展示が容易であることが特徴である。その概念は、①遺構の表面を「剥ぎ取る(転写)」と同時に遺構の形状を「写し取る(型取り)」、②剥ぎ取った表面は反転しているため、「剥ぎ返し(再転写)」をして正転する、以上によりもとの遺構が再現される。工法は、遺構の土を剥ぎ取るための転写用樹脂を塗布し、その樹脂の形状維持のための雌型を硬質の樹脂で成形する。硬質樹脂の形状を補強するために補強材を入れることもある。雌型を外し、転写樹脂を遺構面から剥がして雌型に戻す。そして、その土が付着した転写樹脂表面に転写用(再転写)の樹脂を塗り、硬化後雌型、転写樹脂を剥がして完成となる。

ただし、これまで当社で行ってきた立体転写方法のままでは、今回の線刻壁画を移設することは出来ず、様々な問題点が想定された。そこで、それらを解決するために模索しながら、あらゆる可能性を求めて移設実験を行うこととした(現地で実験を行った箇所は第36図のとおり)。以下では室内での実験、そして現地での移設実験の経過について報告する。



第36図 壁画移設の現地実験位置

2 室内実験

【目的】

立体剥ぎ取りに使用する材料(以下、剥ぎ取り樹脂)は、「変性ポリウレタン樹脂」や「シリコン樹脂」での実例がある。「変性ウレタン樹脂」は、遺構面に対して非常に接着力が強いいため、遺構面の微細な凹凸を綺麗に転写することが難しい。反対に「シリコン樹脂」は、遺構表面の細部にシリコン樹脂が入り込み薄く転写される。ただし、シリコン樹脂は撥水性があるため、水を多く含む粘土質の土壌や水が湧き出る土壌では転写するのが難しいといった特性がある。

室内実験では、合戦原遺跡 38 号横穴墓の壁面に適した剥ぎ取り樹脂を判断する目的で、以下の実験を実施した。

【実験方法】

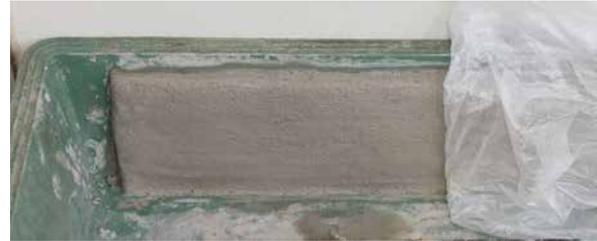
現地の壁面の状態を想定した 2 種類の試験片(砂層と粘土層)を作成(第 37 図 1)。そこにシリコン樹脂をそれぞれ塗布し転写可能かどうかの実験を行った。まず土を固めるための表面強化の樹脂を含浸させる。シリコン樹脂は水分が多い層や硬い層などでの転写は難しい。そこでシリコン樹脂は形状を写し取るためだけに使用し、シリコン樹脂と壁面層の間に転写可能な薬剤及び材料(以下、転写材)を入れることで転写し易くなると考えた。そのための様々な薬剤、樹脂や材料を選別して組み合わせて実験を行った(第 37 図 2)。

【実験結果】

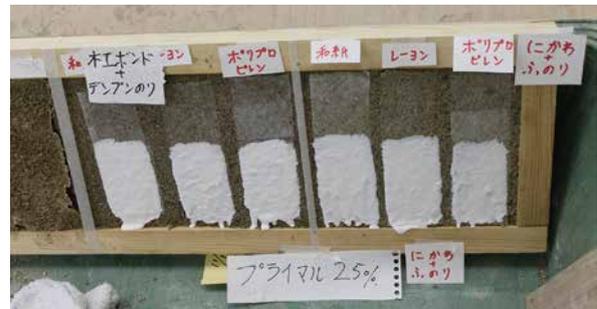
実験結果は、不織布(ポリプロピレン)に酢酸ビニル樹脂(商品名: ボンド メーカー: コニシ(株))とでんぷんのりを混ぜ合わせたものを試験片に貼り、そこにシリコン樹脂(品番: KE1414 メーカー: 信越化学工業(株))を塗布し、硬化後剥がす組合せが良かった。もう一つは変性ポリウレタン樹脂(商品名: ハイセル SAC-100 メーカー: 東邦化学工業(株))の濃度を薄めて接着力を弱めそれを試験片に塗り同様にシリコン樹脂塗布、硬化後剥ぎ取ることで転写が可能であることも分かった。



1-1. 試験片 (粘土層)



1-2. 試験片 (砂層)



2-1. 砂層へのシリコン樹脂塗布試験



2-2. 粘土層へのシリコン樹脂塗布試験



2-3. 砂層へのポリウレタン樹脂塗布試験

第 37 図 土層転写の室内実験の状況

3 現地実験

(1) 第1回実験 -36号横穴墓左側壁での実験-

【実験箇所と実験目的】

対象：36号横穴墓左側壁(第38図)

実施日：2015(平成27)年12月21・22日

目的：室内実験で良好と判断された転写方法の現地試験

【内容】

事前に強化を行った面(第40表・第38図)を対象に、以下の方法で試験を実施(第39図)。

-転写材の試験-

方法a：不織布に酢酸ビニル樹脂(ボンド)とでんぷんのりを混ぜ合わせたものを浸し、刷毛で押さえながら壁面に貼り付ける(第39図1)。その後、表面をドライヤーで強制乾燥させた後、シリコン樹脂を塗布(第39図2)。

方法b：シリコン樹脂を壁面に直接塗布(第39図2)。

-転写方法の試験-

(G)6の部分は鍬や鑿などを使用して土を削り取るようにして転写した(第39図3-1・2)。

【結果と課題】

-転写材-

室内実験では有効な転写材だと思われた2種類では、ほとんど転写できなかった(第39図3・4)。水溶性の転写材は再溶出可能であり非常に良いと思われたが、一定の温度及び湿度の環境では再溶解するため向かないことがわかった。転写材の希釈したウレタン系樹脂(商品名：トマック NS-10、メーカー：三恒商事株)は膜が薄いために壁面に残ってしまった(第40図2)。このことは壁面に対しての接着力はあるが樹脂の強度が弱くなっているからと考えられる。油性系の材料に変更して再度実験が必要である。

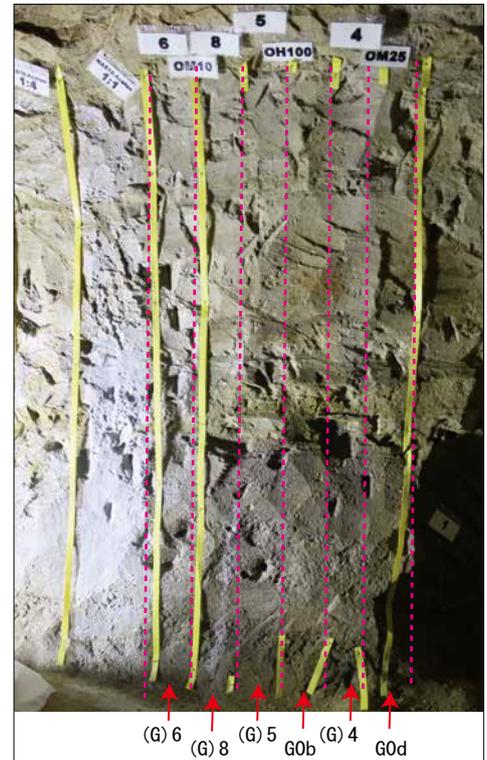
-転写方法-

写真では土がついているように見えるがシリコンには接着しておらず、ただ付着している程度(第39図3・4)。G0d～G8上部の比較的硬い層の部分、は鍬や鑿などで削り取りながら剥がした。このうち、a施工部分は自然に剥がしたが、不織布は殆ど転写しなかった。原因は、前日に施工した木工用ボンド+でんぷんのりが一度は乾燥して硬化したが、一晩のうちに再溶解して殆ど接着能力がない状態になったためと考えられる。

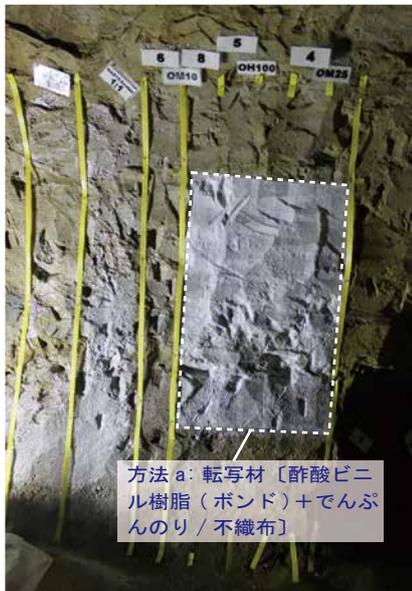
第40表 試験箇所の面保護剤

記号	前処理	
	OH100・OM系	NS10 (アセトン比)
G0d	OM25	なし
(G)4	OM25	1:8
G0b	OH100	なし
(G)5	OH100	1:8
(G)8	OM10	1:8
(G)6	OM10	1:4

OH100：有機シリケート樹脂
 OM25：有機シリケート樹脂A
 OM10：有機シリケート樹脂B
 NS10：ウレタン系樹脂



第38図 36号横穴墓左側壁の状況
(第1回実験箇所)



1. 不織布貼付け状況 [G0d ~ G8 に施工]
※方法 a の施工状況



2. シリコン樹脂の塗布状況
※(G)6 部分のみシリコン塗布 : b 施工
他は不織布 + シリコン塗布 : a 施工



3-1. b 施工部分 [(G)6 部分] の剥ぎ取り状況
※(G)6 部分のみにカッターを入れ、
シリコン樹脂を切断して剥ぎ取る



3-2. b 施工部分の壁面転写状況 (全体)



3-3.b 施工部分 (上部)



3-4.b 施工部分 (中央部)



3-5.b 施工部分 (下部)



4-1.a 施工部分の壁面転写状況 (上部)

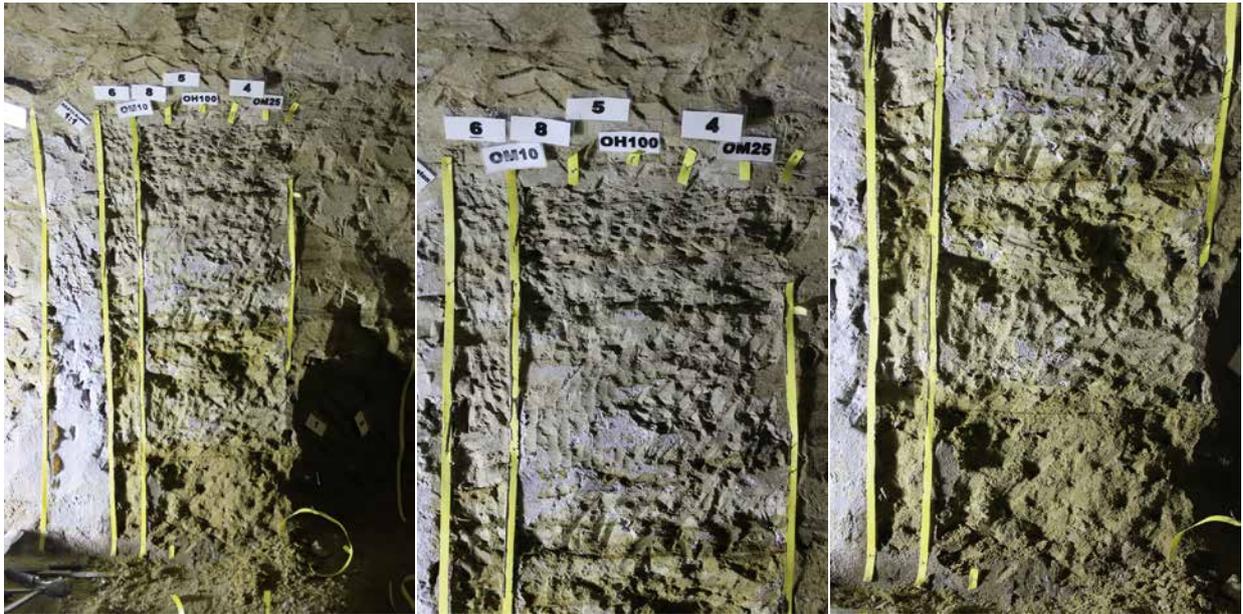


4-2.a 施工部分の壁面転写状況 (中央部)



4-3.a 施工部分の壁面転写状況 (下部)

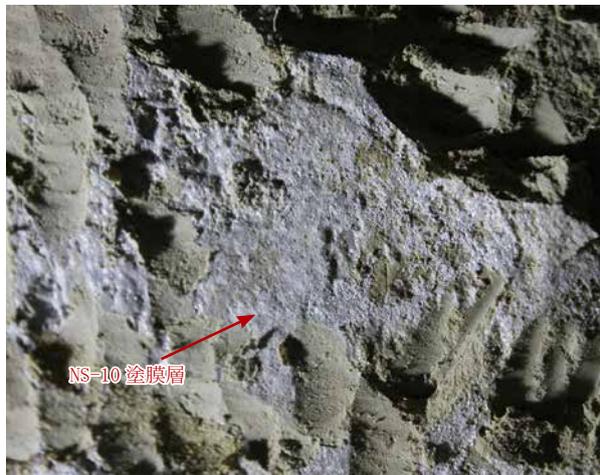
第 39 図 第1回実験 (36号横穴墓左側壁) の状況 (1)



1-1. 転写作業後の左側壁の状況 (全景)

1-2. 転写作業後の左側壁の状況
(上部拡大)

1-3. 転写作業後の左側壁の状況
(下部拡大)



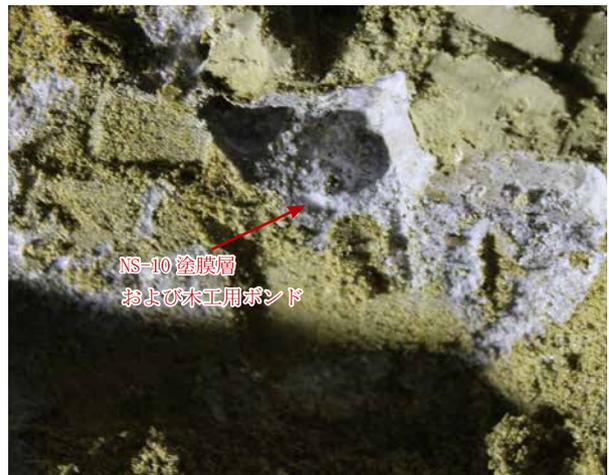
2-1. 転写後の壁面の状況①(上部拡大)
※NS-10 塗膜層の残存状況



2-2. 転写後の壁面の状況②(上部拡大)
※NS-10 の塗膜層の残存状況



2-3. 転写後の壁面の状況③(上部拡大)
※OM の結晶化範囲の状況



2-4. 転写後の壁面の状況④(中央拡大)
※NS-10 および木工用ボンドの残存状況

第40図 第1回実験(36号横穴墓左側壁)の状況(2)

(2) 第2・3回実験 -36号墓左入口付近での実験-

【実験箇所と実験目的】

対象：36号横穴墓左入口・左側壁(第41図)

実施日：2016(平成28)年1月11・12日、28・29日

目的：転写材と転写方法の再実験

(第1回実験の結果を受け、改良案の試験)

【内容-試験工程-】

工程1：壁面を縦に7つの区画に分ける(第42図1・2)。

工程2：壁面強化のために3パターンの下処理を行う

(第42図1・2)。

〈施工方法1〉有機シリケート樹脂 AのOM25(商品名：OM25、メーカー：(株)アクト)の2回塗布

〈施工方法2〉有機シリケート樹脂 BのOM10(商品名：OM10、メーカー：(株)アクト)の2回塗布

〈施工方法3〉下地処理なし

工程3：アクリル樹脂(商品名：パラロイド NAD-10V メーカー：ダウ)とウレタン系樹脂をそれぞれ溶剤で希釈したものを表面に塗布し表面保護を行う(第42図1・2)。

工程4：アクリル樹脂を浸み込ませたビニロンクロス(転写材)を壁面に貼り込む(第42図3/第43図1・3)。

工程5：最初の樹脂の硬化が始まったら、再度上から工程4の転写材を重ね貼りする(第43図2・4)。

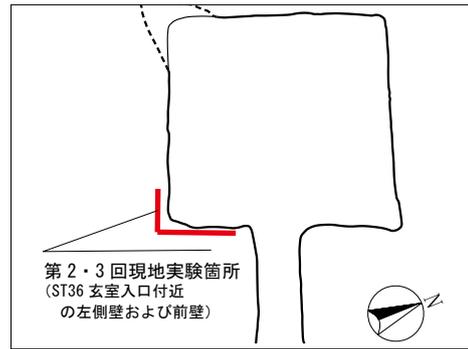
工程6：さらにその上からシリコン樹脂を塗布する(第43図5~7)。

工程7：樹脂硬化後、上部から鑿とハンマで崩しながら剥ぎ取る(第43図8)

【結果と課題】

硬い層はブロック状の塊として転写面に付着しているが、面全体として剥ぎ取れていない。砂層及び泥層はそれなりに付着しているが再転写して綺麗に剥ぎ取れるには至っていない(第43図9)。

硬い層は、無理に剥がすと全く土が付いてこないで、鑿とハンマで崩しながら出来るだけ厚めに剥がした方が良かったことが分かった。ただその時に剥ぎ取った部分が重くなり、下部の作業に支障をきたすため受台の必要性が感じられた。大きな面積の剥ぎ取りには根本的な作業方法の改善が必要であった。



第41図 第2・3回実験箇所



1. 実験箇所①(入口付近5か所)
※工程1~3完了後

2. 実験箇所②(左側壁2か所)
※工程1~3完了後

3. ビニロンクロスの貼り込み作業
(工程4・5作業状況)

第42図 第2・3回実験(36号横穴墓入口・左側壁)の状況(1)



1. ビニロンクロス1層目貼付状況
(左側壁 / 工程4完了後)



2. ビニロンクロス2層目貼付状況
(左側壁 / 工程5完了後)



3. ビニロンクロス1層目貼付け状況
(入口付近 / 工程4完了後)



4. ビニロンクロス2層目貼付け状況
(入口付近 / 工程5完了後)



5. シリコン樹脂塗布作業
(工程6作業状況)



6. シリコン樹脂塗布状況
(左側壁 / 工程6完了後)



7. シリコン樹脂塗布状況
(入口付近 / 工程6完了後)



8. 剥ぎ取り作業状況 (工程7)



9. 剥ぎ取り結果 (入口付近壁面)

第43図 第2・3回実験(36号横穴墓入口・左側壁)の状況(2)

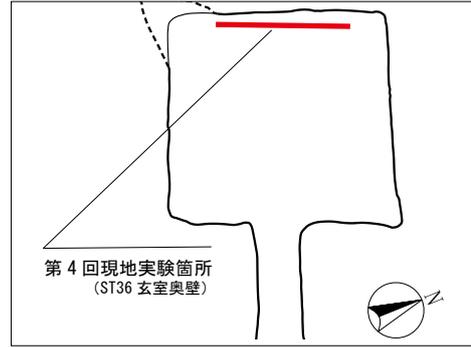
(3) 第4回実験 -36号墓奥壁での実験-

【実験箇所と実験目的】

対象：36号横穴墓奥壁（第44図）

実施日：2016（平成28）年3月2・3日

目的：38号墓の施工を想定して大きな面積を立体剥ぎ取りができるかどうかの試験。また、線刻の剥ぎ取りが可能かどうかを見るため壁面に模擬線刻（第46図1）を施し実験に臨んだ。



第44図 第4回実験箇所

【内容】

-実験前準備-

今回の作業では、前回の実験よりも転写しようとする面積が大きいため恐らく上部から剥がした時に、剥がした部分が下方を剥がす作業の妨げになるので、剥がした部分をスムーズに送るための作業補助器具（以下、器具）を作成した。器具を用いた作業は次のように想定した。

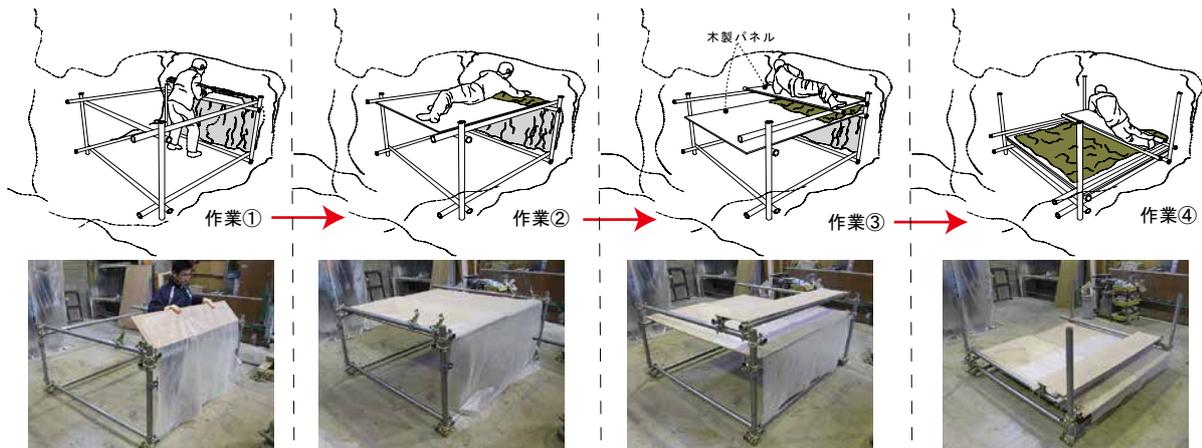
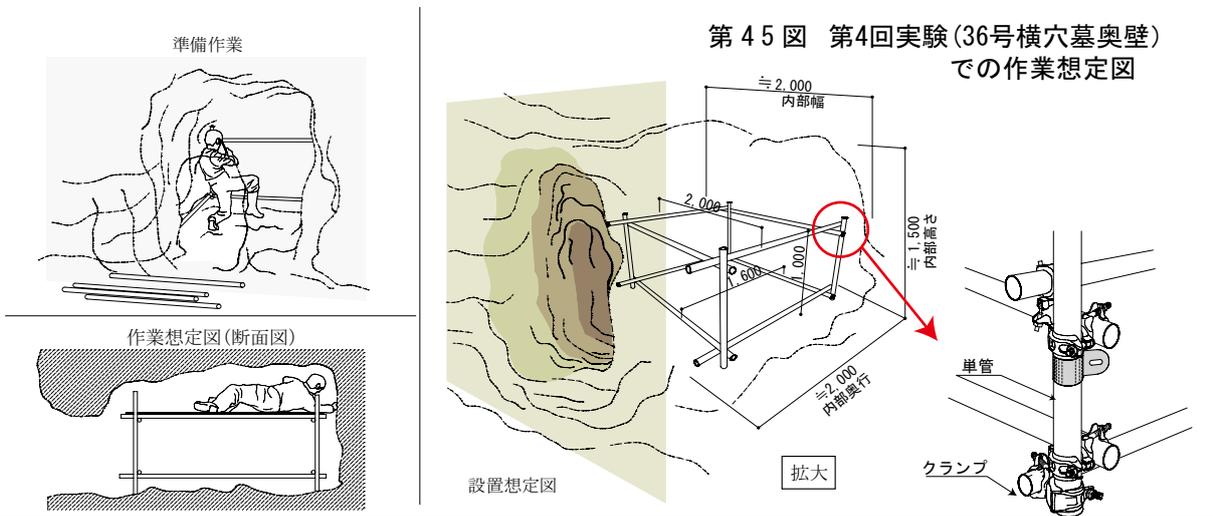
準備作業：墓内に組立部材を搬入して、器具を組み立てる（第45図左上）。

作業①：上から一部を剥がし、小さい木製パネルに載せる（第45図下）。

作業②：小さい木製パネルに立体転写が載らなくなったら、大きい木製パネルに載せかえ、その上で剥ぎ取り作業を行う（第45図下）。

作業③：手が届かないところまで剥がしたら、単管を追加して壁面に近いところに木製パネルを設置して作業を行う（第45図下）。

作業④：横に走る単管を作業に合わせて下げながら剥ぎ取る（第45図下）。



-剥ぎ取り作業工程(現地作業)-

- 工程 1 : 38 号墓奥壁に近い環境を作るために壁面に模擬線刻を描く(第 46 図 1・2)。
- 工程 2 : 有機シリケート樹脂 A (OM25) で表面強化を行う。
- 工程 3 : 壁面を縦に 2 区画に区分し、それぞれにウレタン系樹脂とアクリル樹脂を塗布する(第 46 図 3)。
- 工程 4 : アクリル樹脂を浸み込ませたガーゼを壁面に貼り込む(第 46 図 4)。
- 工程 5 : さらにその上からシリコン樹脂を塗布する(第 46 図 5・6)。
- 工程 6 : シリコン樹脂の硬化時間を利用して、器具を組み立てる(第 46 図 7・8)。
- 工程 7 : 剥ぎ取り面(シリコン樹脂塗布面)の境に大型丸鋸(品番: 4112 メーカー: makita)で切れ目を入れる(第 46 図 9)。
- 工程 8 : 大型丸鋸の作業スペースを確保するために、電動ハンマ(品番: HM1111C メーカー: makita)で転写面の上部を掘削する(第 46 図 10・11)。
- 工程 9 : 掘削ができた空間から再度大型丸鋸で切れ目を入れる(第 46 図 12)。
- 工程 10 : シリコン樹脂を下に引きながら剥ぎ取りを開始する。土が割れないように大型丸鋸や電動ハンマを使いながら剥ぎ取りを進める。また転写面が大きくなってきたら単管及び木製パネルを組み替えて作業を行う(第 46 図 13・14/第 47 図 1~6)。
- 工程 11 : 丸めたり折ったりできないため 1 枚のままでは横穴墓内から出せず、大型丸鋸で 4 分割に立体転写を分割(第 47 図 7)。
- 工程 12 : 木製パネルに立体転写を載せたまま横穴墓内より外へ搬出する(第 47 図 8)。
- 工程 13 : 作業完了(第 47 図 9)。

-再転写作業工程(室内作業)-

- 工程 14 : 梱包を開梱し、状況の確認を行う(第 48 図 2)。
- 工程 15 : すでに原位置を保っていない土を除去し、出来るだけ厚みを薄くするために厚いところを削り取る(第 48 図 3)。
- 工程 16 : アクリル樹脂とナフサ(商品名: ソルベントナフサ メーカー: 三協化学株)を 2:1 に混合したものを塗布する(第 48 図 4)。
- 工程 17 : ポリエステル樹脂(商品名: リゴラック EH-1001BQTN メーカー: 昭和電工株)を刷毛で塗る(第 48 図 5)。
- 工程 18 : 再転写し易くするために、シリコン樹脂が塗られたガーゼの上にアセトンを浸み込ませたウエス(布切れ)で覆い、ビニールシートで包んだ状態で 1 昼夜置く(第 48 図 6)。
- 工程 19 : ビニールシートから取出し、シリコン樹脂が塗られたガーゼをアセトンをかけながら除去する(第 48 図 7)。
- 工程 20 : 表面のベタつきがなくなるまで拭き取る(第 48 図 8)。

【結果と課題】

アクリル樹脂とウレタン系樹脂の 2 種類の薬剤を塗布して今回の実験を行ったがアクリル樹脂はガーゼを剥がすことが容易であった。しかしウレタン系樹脂の方はガーゼにウレタン系樹脂が食らいついているため剥がす時に壁表面を損傷させてしまうところもあった。

この実験の結果を踏まえて、薄く剥ぎ取ることは難しく立体転写法による移設は難しいとの結論に至った。今後は「立体転写」と「切り取り」を組合せた方法を検討することとなった。



1. 36号横穴墓に施した疑似線刻のイラスト [工程 1]



2. 疑似線刻を入れた壁面 (36号横穴墓奥壁)



3. 作業前状況 (36号横穴墓奥壁)



4. 工程 4 ガーゼ貼り込み状況



5. 工程 5 シリコン樹脂塗布作業



6. シリコン樹脂塗布完了後の状況



7. 工程 6 器具組み立て作業



8. 器具組み立て完了



9. 工程 7 大型丸鋸による切れ目入れ作業



10. 工程 8 電動ハンマによる掘削作業



11. 工程 7・8 掘削完了状況



12. 工程 9 大型丸鋸で背面に切れ目入れ



13. 工程 10 転写作業開始



14. 工程 10 転写作業①
(大型丸鋸による切れ目を拡大作業)

第46図 第4回実験(36号横穴墓奥壁)の状況(1)



1. 工程 10 転写作業②(剥ぎ取り開始時)



2. 工程 10 転写作業③(剥ぎ取り箇所拡大)



3. 工程 10 転写作業④
(剥ぎ取り面上部を合板に載せた状況)



4. 工程 10 転写作業⑤
(電動ハンマによる掘削状況 / 横から撮影)



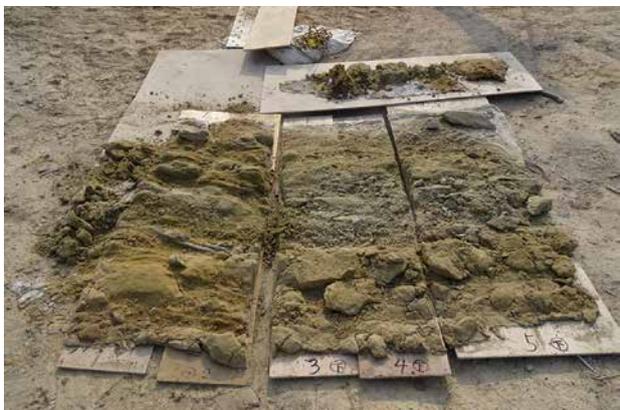
5. 工程 10 転写作業⑥
(電動ハンマによる掘削状況 / 正面から撮影)



6. 工程 10 転写作業⑦(転写作業完了後の状況)



7. 工程 11 剥ぎ取り壁面の分割作業

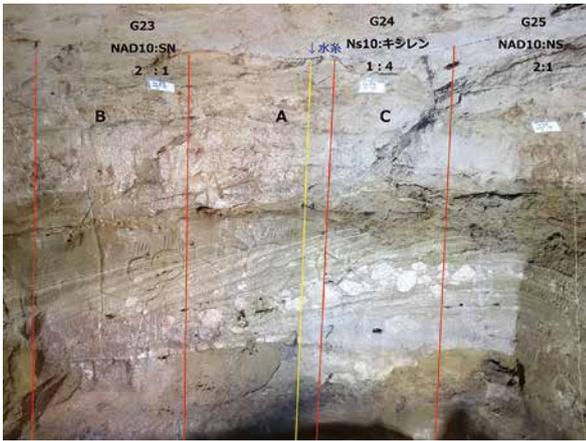


8. 工程 12 36号横穴墓奥壁の剥ぎ取り状況



9. 工程 13 転写作業終了後の奥壁の状況

第47図 第4回実験(36号横穴墓奥壁)の状況(2)



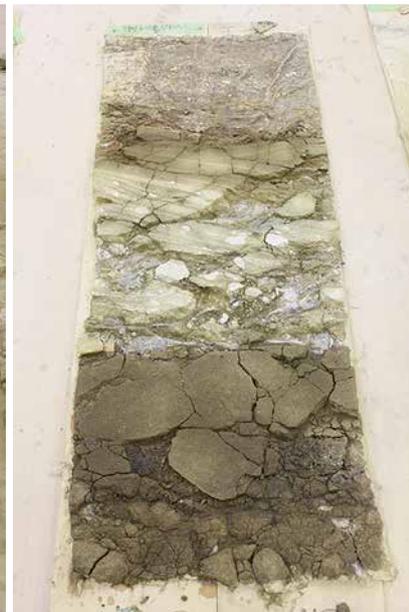
1. 36号横穴墓奥壁の分割ライン (左から壁面B→壁面A→壁面C)



2. 工程 14 36号横穴墓奥壁加工前の状況 (左から壁面B→壁面A→壁面C)



3. 工程 15 壁面の加工状況 (原位置を保っていない土の除去後: 壁面A)



4. 工程 16 壁面の加工状況 (樹脂含侵後の状況: 壁面A)



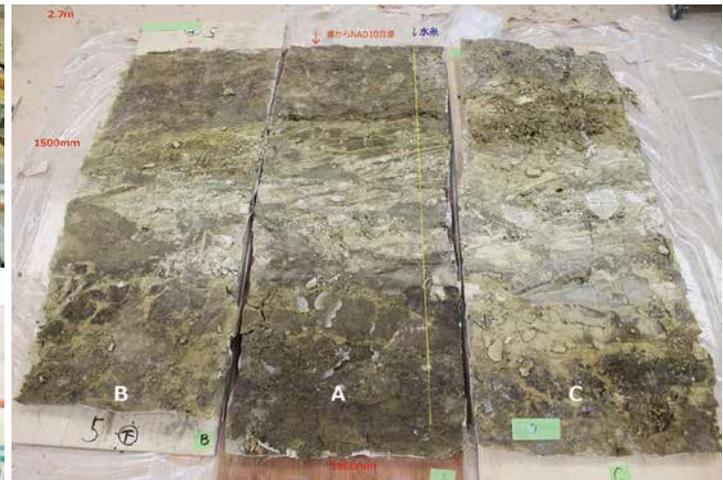
5. 工程 17 壁面の加工状況 (樹脂塗布後の状況: 壁面B)



6. 工程 18 壁面の加工状況 (アセトンの含侵作業の状況)



7. 工程 19 壁面の加工状況 (表面のガーゼ除去作業)



8. 工程 20 壁面の再転写完了後の雄型

第48図 第4回実験(36号横穴墓奥壁)の状況(3)

(4)第5回実験 -36号横穴墓右側壁での実験-**【実験箇所と実験目的】**

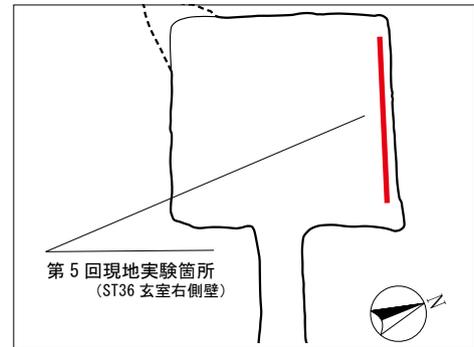
対 象：36号横穴墓右側壁（第49図）

実施日：2016（平成28）年4月5・6・7日

目 的：前回の実験結果を踏まえた新たな手法
による取出し実験

【内容】**-前回からの改良点**

壁面をブロックとして取出す方法に切り替えた。幅約100cmで30～60cmの長さの4つのブロックに分けて取出す。ブロックの切出しにチェーンソー(品番：536Li XP メーカー：Husqvarna)を採用し、受部にステンレス製のフレームを用いた。



第49図 第5回実験箇所

-取出し作業工程(現地作業)-

工程1 模擬線刻を壁面に描く(第50図1・2)。

工程2 アクリル樹脂塗布：壁面にアクリル樹脂原液を刷毛で万遍なく塗布する(第50図3・4)。

工程3 表面保護：アクリル樹脂を塗布しながら、約10cm角のガーゼを壁面下部から貼り込む。その上からアクリル樹脂を塗布しながら約20cm角のビニロンクロスを貼り込み、保護膜を2層構造とする(第50図5・6)。

工程4 天井掘削：取出し作業に取り掛かる前に、取出し部分の天井をチェーンソーで掘削する(第50図7)。これは取出し部分の背面の土を掘削することを可能にするためである。

工程5 壁面に切れ目を入れる：今回の取出し部分は38号墓奥壁と似た壁面傾斜があるため、後の転写作業を考慮して上下に4分割して取出した。その分割ラインに沿ってグラインダーで保護膜とその奥の土壌に切れ目を入れた(第50図8・9)。切れ目には厚さ3mmの塩ビシートを差し込む。塩ビシートは各ブロックの仕切り板となる。

工程6 受部の作成：受部の心材にはステンレスL字金物を蝶ネジで組み立てたフレームを事前に作成した。このフレームは分割ラインのところで蝶ネジを外すと分割される仕組みである。このフレームを保護膜に沿わせるように部材を追加して壁面に固定する(第51図1)。さらに発泡ウレタンを噴霧して保護膜とフレームを絡ませ固定する(第51図2)。

工程7 背面の掘削：ブロックの背面側をチェーンソーやスコップを使い掘削し、中の土を掻き出す(第52図3・4)。

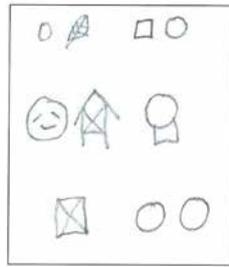
工程8 取出し作業：まずブロックの両端をチェーンソーで墓内から切り離し(第51図5)、塩ビシートの両側の発泡ウレタンにそれぞれの層がわかるようにマーキングを入れる(第51図6)。次に蝶ネジを外しブロックが切り離されているかどうか確認しながら取出して(第51図7～11)、降ろした切取ブロックは発泡ウレタンと一緒にストレッチフィルムで包む(第52図1)。

工程9 2段目～4段目の各ブロックの取出し作業

工程10 工程7・8を繰り返し行う。



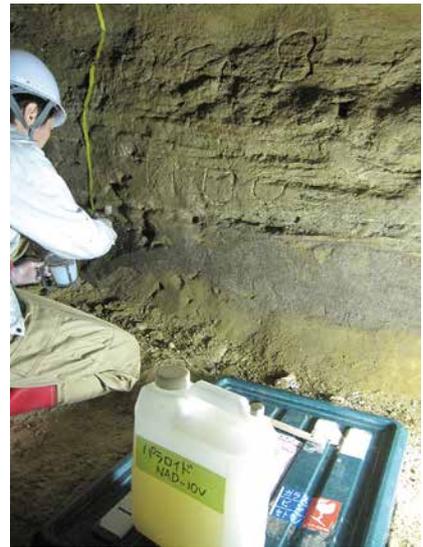
1. 工程 1 疑似線刻の描画



2. 壁面に施した疑似線刻



3. 工程 2 アクリル樹脂塗布状況



4. 工程 2 作業状況



5. 工程 3 表面保護作業 (1層目)



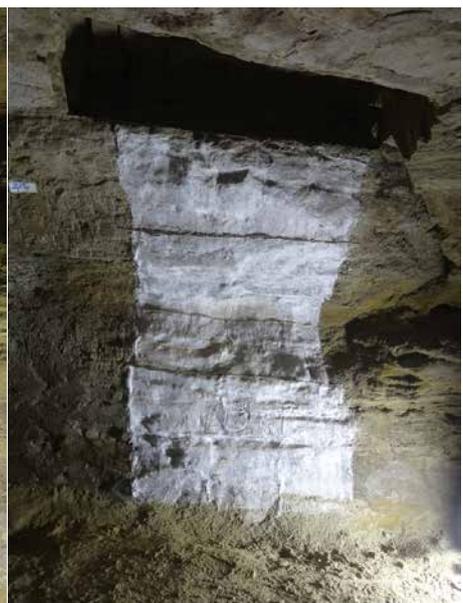
6. 工程 3 表面保護作業 (2層目)



7. 工程 4 天井掘削状況



8. 工程 5 分割壁面の切れ目入れ作業



9. 工程 5 作業完了後の状況

第 50 図 第5回実験(36号横穴墓右側壁) の状況 (1)



1. 工程6 受部の作成① フレーム作成・取付状況

2. 工程6 受部の作成② 発泡ウレタンの噴霧



3. 工程7 背面の掘削状況①

4. 工程7 背面の掘削状況②

5. 工程8 取出し作業①
両側の切り離し作業



6. 工程8 取出し作業②
マーキングの状況

7. 工程8 取出した壁面

8. 工程8 取出し後の壁面の様子



9. 工程8 取出し壁面の断面

10. 工程8 取出し作業の様子①

11. 工程8 取出し作業の様子②

第51図 第5回実験(36号横穴墓右側壁)の状況(2)



1. 工程 8 取出し壁面の養生作業



2. 取出し作業完了後の壁面（正面から）



3. 取出し作業完了後の壁面（横から）

第 52 図 第5回実験
(36号横穴墓右側壁) の状況(3)

- 取出し壁面加工作業（室内作業） -

工程 11：ステンレスフレームを組立、各ブロックをそれに固定する(第 53 図 1・2)。

工程 12：養生用のストレッチフィルムを剥がし、エアグラインダーを用いて壁背面の土を除去する(第 53 図 3・4)。

工程 13：全体の強化のために、背面よりアクリル樹脂を刷毛で塗布する(第 53 図 5)。

工程 14：さらに背面を補強するためにエポキシ樹脂を塗布し、ガラスマット(商品名：ガラスロービングクロス R470H100B メーカー：ユニチカ株)を貼り込み積層する(第 53 図 6・7)。

工程 15：壁傾斜再現のため、角材でフレームを作りレーザー水準器を用いて水平を出す(第 53 図 8)。

工程 16：壁を反転させ(第 53 図 9)、ステンレスフレームとウレタン樹脂を除去し(第 53 図 10・11)、続いてビニロンクロス及びガーゼを除去する(第 53 図 12・13)。除去作業では、壁を半分に分けて、アセトンと酢酸エチルの2種類をそれぞれにしみ込ませながらビニロンクロス及びガーゼを剥がす(第 54 図 1)。

工程 17：重量計測を行った結果 93.2 kgであった(第 54 図 2)。

【結果と課題】

-取出し作業工程(現地作業)-

表面を損なうことなく、壁面の取出しに成功。ただし一部のブロックで壁面側ではないところに亀裂や損傷は見られた。今回の実験で得られた方法が最も有効であると判断された。

また、「壁面からブロックをチェーンソーで切り離すと綺麗な切り出し面が出ない」「蝶ネジを外し、ブロックを取外す作業がほぼ同時になるため、ブロックの安全性を確保できにくくなる」「今後の加工作業において、切り取った壁面を背面から削り取る作業の時に、削る厚みの目安が分からなくなるため、切取作業中に何らかの処置が必要」といった課題も確認できた。以後、上記の問題点を整理して解消方法を検討し移設方法を確定させることとなった。

- 取出し壁面加工作業（室内作業） -

壁面の加工はおおむね成功。現地取出しと同様、今回の実験で得られた方法が最も有効であると判断。

工程 12 の作業で使用するエアグラインダー（今後は径の小さいものに変える必要）、工程 16 の作業で使用する溶剤（アセトン・酢酸エチルの2種類で比較した結果、後者の作業性がよい）などの改良点を確認。



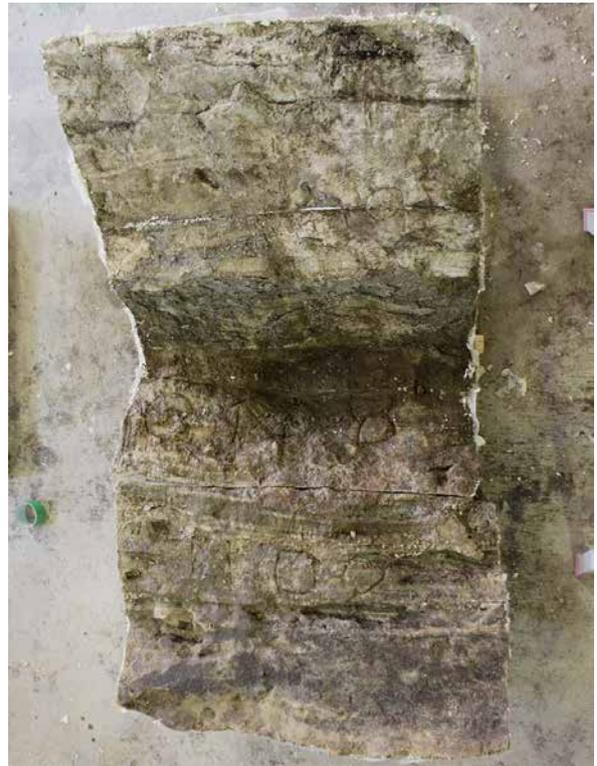
第53図 第5回実験(36号横穴墓右側壁)の状況(4)



1. 工程 16 ビニロンクロス・ガーゼ除去作業
(壁面左アセトン使用 / 右酢酸エチル使用)



2. 工程 17 重量計測状況



3. 工程 16 完了後の状況



4. 36号横穴墓右側壁 加工作業完了後の状況
(右の写真：各部位の拡大写真)
疑似線刻も含めて壁面の取出しに成功



第54図 第5回実験(36号横穴墓右側壁)の状況(5)

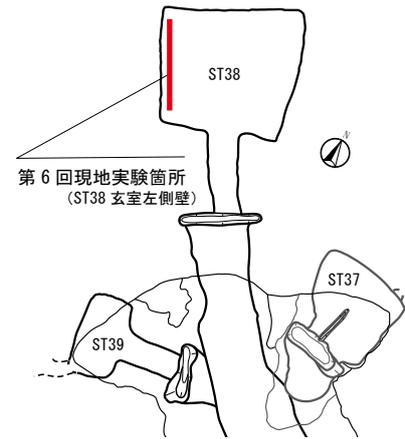
(5)第6回実験 -最終実験:38号横穴墓左側壁の取出し実験-**【実験箇所】**

対 象：38号横穴墓左側壁(第55図)

実施日：2016(平成28)年4月12~24日(13日間)

※取出し壁面の接合実験は平成28年度後半に実施

目 的：38号墓の奥壁の取出しに先立ち、その手法確定のため、同様の地質・環境下にある38号横穴墓左側壁を対象に最終実験を行った。取出しにあたっては、奥壁で最も大きい切取ブロックと同じサイズ(第56図1)にするなど、本番の奥壁の作業を想定した体制で実施。



第55図 第6回実験箇所

【内容】**-取出し実験(現地作業) -**

前工程 左側壁の強化作業を実施(東北歴史博物館職員による対応)。

工程1 奥壁線刻画面養生：左側壁作業中、奥壁に傷が付かないように、しっかりと養生(第56図3)。

工程2 切り取りの位置出し等：前回実験で課題となった「壁面の厚みの目安」を確認するためのマーカ―を今回の最終試験に導入(第56図4)。

工程3 ガーゼおよびビニロンクロス貼り込み：これまでと同様の手法により表面を保護(第56図5)。

工程4 剥ぎ取り作業準備(天井掘削)：これまでと同様の手法により実施(第56図5)。

工程5 分割ラインのカット：これまでと同様の手法により実施(第56図6)。

工程6 受台座の作成：前回実験で課題となった取出したブロックの安全性確保のため、ステンレス製から木製のフレームに変更。取出す壁面ごとの受台座を作成し設置することでより安全な作業が可能となった(第56図7・8)。

工程7 取出し作業：本番を想定し、壁面に損傷を与えないよう慎重に作業(第57図2~6)。取出した壁面は前回実験と同様、ポリエチレン系樹脂フィルム(ストレッチフィルム)で養生。

工程8 奥壁線刻画面の養生の除去(第57図7)。

-取出し壁面の接合実験(室内作業) -

工程9 奥壁線刻画面養生準備：開梱作業・梱包材除去作業。ポリエチレン系樹脂フィルム(ストレッチフィルム)を剥がす(第58図1)。

工程10 壁面加工作業：背面の削り出し・土除去作業。全体の重量を軽くするために、エアグラインダーやヘラ、ナイフで砂を削り落とす(第58図2)。壁面表面から差し込んだ目盛ピンの黒色が出てくる20mmのラインを目安に削り落とした。実験として実施した36号横穴墓右壁では径の大きな工具を使用して破損したので、今回はより小さい工具を使用して時間をかけて除去した(第58図3)。

工程11 背面の強化・骨組みの取付け

〈樹脂の塗布・含浸作業(背面)〉

各ブロックの全体を強化するため、アクリル樹脂(商品名：パラロイド NAD-10V メーカー：ダウ)を何度か塗布し、壁面の表面まで浸透させる(第58図4)。

〈エポキシ樹脂による背面補強〉

壁面の背面補強材として、エポキシ樹脂(商品名：アデカレジ EP4520S メーカー：株式会社 A

DEKA)を刷毛で塗布する。その上からガラスマット(商品名:ガラスロービングクロス R470H100B メーカー:ユニチカ(株))を貼り込み、補強する(第58図5)。

〈骨組み(フレーム)の取付け〉

各ブロックの背面に沿うようにアルミ製コの字型チャンネル材を切り出し、L字型アングルブラケット金具を取付け、アルミ製ボルト・ナットで固定したフレームを製作した(第58図7)。そのフレームにエポキシ樹脂を塗布したガラスマットを貼り込みブロックと接合させた(第58図8)。その時にフレームの高さがすべて同じになるようにレーザー水準器を用いて高さを合わせた。この作業に非常に手間がかかったため、奥壁の作業時には別の方法を用いた。

〈仮合わせ〉

エポキシ樹脂の硬化後、各ブロックを仮合わせし、高さの確認をする(第58図9)。

工程12 表面のウレタン樹脂除去・仮合わせ

〈ウレタン樹脂の除去〉

表面養生に使用したガーゼが見えるまで、ウレタン樹脂および木製の足をナイフとのこぎりで除去する(第58図10・11)。

〈ビニロンクロス・ガーゼ除去作業〉

表面の養生に使用したガーゼに線刻画の土がついてこないように、酢酸エチルを塗布しながら慎重にナイフを用いてガーゼを取除く。一部樹脂含浸が弱く土が浮いてきそうなところはアクリル樹脂を再度塗布し、表面を和紙でおさえ固定する(第58図12・13)。

〈仮合わせ〉

表面の状態確認のため仮に並べ合わせる(第58図14)。

工程13 重量計測:全体の重量を知るため、各ブロックを電子はかりで計測。

工程14 各ブロックの接合

〈作業台の作成〉

各ブロックを連結するための木製の作業台を作成した。作業台の上面は水平が保たれ、かつ作業がしやすい様に寸角材で組み立てた(第58図15)。

〈各ブロックの接合〉

壁面をブロック毎に取出す時に切断に使用した工具に厚みがあるためブロック間に工具分の隙間が生じる。その隙間を埋めるため、エポキシ樹脂を浸み込ませたガラスマットをブロックの背面より貼り込む。樹脂硬化後、今度は壁画の表面から隙間にエポキシ樹脂を流し込み、各ブロックを接合させた(第59図1)。

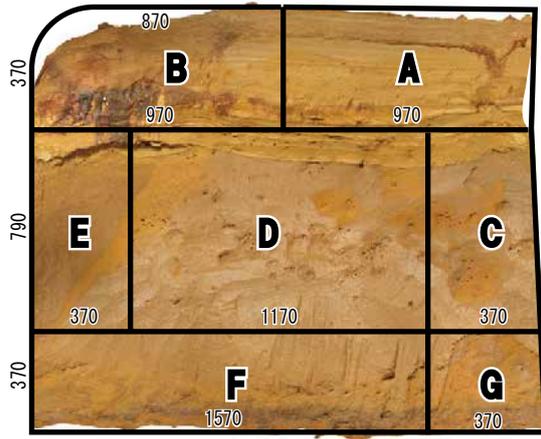
〈各ブロックのフレーム接合〉

各ブロックのフレーム同士に穴をあけ、寸切りボルトを差し込み六角ボルトで双方のフレームを留める。

〈仮設固定台の作成と仮立ち上げ〉

仮設の固定台をスチールで作成し、ボルト・ナットで固定して全体のバランスを確認した。またこの固定台は以降の作業にも使用した(第59図2~4)。

工程15 ブロック間の補彩:ブロック間に出来た隙間部分の色調を統一するため、隙間部分にアクリル絵の具を使用し補彩する(第59図5)。



1.38号横穴墓左側壁 取出し分割ライン



2.38号横穴墓左側壁 取出し前の状況



3. 工程1 奥壁の養生状況



4. 工程2 壁面へのマーカー設置作業



5. 工程3・4 ガーゼ・ビニルクロス貼り込み、天井掘削状況



6. 工程5 分割ラインカット作業



7. 工程6 受台座の作成① 仕切り板と木製フレームの設置



8. 工程6 受台座の作成② 発泡ウレタン噴霧

第56図 第6回実験(最終実験:38号横穴墓左側壁)の状況(1)



1 工程 6 受座台設置作業完了後の状況



2. 工程 7 左側壁取出し作業



3. 工程 7 壁面の取出し状況①(上段完了後)



4. 工程 7 壁面の取出し状況②(中段完了後)



6. 取出しが完了した壁面



5. 工程 7 壁面の取出し状況③(下段完了後)



7. 工程 8 奥壁の養生除去後 (奥壁面への影響はなし)

第 57 図 第6回実験(最終実験: 38号横穴墓左側壁) の状況 (2)



1. 工程9 取出した壁面の開梱後の状況



2. 工程10 背面の削り出し・土除去作業



3. 背面の状況



4. 工程11 背面へのアクリル樹脂塗布作業



5. 工程11 背面へのエポキシ樹脂塗布状況



6. 工程11 背面へのガラスマット貼り込み状況



7. 工程11 骨組み（フレーム）製作



8. 工程11 背面への骨組み取付状況



9. 工程11 各壁面の仮合わせ作業



10. 工程12 作業前状況（ウレタン除去前）



11. 工程12 ウレタン除去後の状況



12. 工程12 ビニロンクロス・ガーゼ除去作業



13. 工程12 ビニロンクロス・ガーゼ除去後



14. 工程12 各壁面の仮合わせ作業



15. 工程14 各壁面の接合作業

第58図 第6回実験（最終実験：38号横穴墓左側壁）の状況（3）



1. 工程 14 各壁面の接合状況
(樹脂流し込み後)



3. 工程 14 仮固定台の設置状況 (側面から)



4. 工程 14 仮固定台の設置状況
(正面から)



2. 工程 14 仮固定台の設置状況 (背面から)



5. 工程 15 補彩作業後の状況

第59図 第6回実験(最終実験:38号横穴墓左側壁)の状況(4)

【結果】

- 取出し実験 (現地作業) -

この現地実験で取出作業の詳細な方法・工程が確定。「取出した壁面の搬送(宮城-京都間)を想定した養生方法」をどのようにするかが最後の課題となった(後日、木箱への包埋に決定)。

- 取出し壁面の接合実験 (室内作業) -

取出し壁面の接合実験は、本番の38号横穴墓奥壁の取出し完了後に実施した。36号横穴墓右側壁での接合実験結果を踏まえて行った。本番(38号横穴墓奥壁)で注意すべき問題点(特に壁面の強化・接合方法)を抽出でき、施工のシミュレーションとなった。

4 おわりに

以上のとおり、合戦原遺跡線刻壁画移設作業の検討は困難を極めたが、壁画発見から約1年後の2016(平成28)年4月、確実な移設方法を見出すに至った。この移設作業とそれに至る各実験については、当社にとっても過去に経験のない試みとなったが、その実施にあたっては、文化庁古墳壁画室、奈良文化財研究所、東北歴史博物館をはじめとする多くの関係者からの助言・指導をいただいた。この場を借りて感謝申し上げたい。本報告が今後起こりうる同種の事案検討時の参考となれば幸いである。

第2章第3節 参考文献

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所 2010『発掘調査の手引き - 集落遺跡発掘編 -』pp.274-280

奈良文化財研究所 飛鳥資料館 2014『はぎとり・きりとり・かたどり - 大地にきざまれた記憶 -』pp.44-55

公益財団法人和歌山県文化財センター 2017『中飯降遺跡 一般国道24号線京奈和自動車道(紀北東道路)改築事業に伴う発掘調査報告書』pp.14-24

沢田正昭 1997『文化財保存科学ノート』