

白鳥陵外堤護岸整備工事の工事報告

1 はじめに

宮内庁が管理する陵墓等（天皇、皇后、太皇太后及び皇太后を葬る陵、その他の皇族を葬る墓、分骨所・火葬塚・灰塚、髪齒爪塔〈塚〉・皇族分骨塔〈所〉、^{ひんれんち}殯斂地、白鳥陵、陵墓参考地。以下「陵墓等」という。）は、北は山形県から南は鹿児島県まで1都2府30県にわたり、総計899（同域のものを1箇所とすると460箇所）に及ぶ。そのうち、京都事務所は、富山・岐阜・静岡以西から九州鹿児島までの2府25県793（410箇所）の管理を担当している。

その所在は山の頂や谷部、住宅に囲まれたところなど様々で、形状も高塚式のように大規模なものから、石塔のように小規模なものまであり多様である。

また、大阪府に所在する陵墓等の一部が、令和元年（2019）に「百舌鳥・古市古墳群」として世界遺産登録され、その構成資産49基のうち、約6割となる29基を陵墓等が占めるなど、陵墓等の中には、文化財的関心が寄せられるものが多数存在する。

今回報告するのは、大阪府南東部の羽曳野市に位置する白鳥陵である。墳丘長はおよそ200メートル、周囲に外堤を持ち、内側には濠水を湛える前方後円墳（図1）で、「百舌鳥・古市古墳群」のうち古市古墳群に属す世界遺産構成資産の一つにもなっている。

陵墓等で工事を行う際は、遺構・遺物に影響を与えず、現状の形体を維持・保全し、更には景観にも配慮することが必要となるため、工法の検討を種々行ったうえで実行しており、今回もこの方針に則って白鳥陵の外堤護岸整備工事を行った。小稿はその報告である。



図1 白鳥陵前方部南角

2 工法の検討

2-1 工事事由

白鳥陵は、濠の面積が広く、風の影響による波浪が生じ易いことから、土で構成された外堤が濠水により浸食されるのを防ぐ目的で護岸構造物が設置されていたが、これら護岸構造物のうちセメントを用いていない空石積護岸の区間で石積に孕みが生じ(図2)、一部が崩落したこと(図3)、護岸を改修することになった。



図2 石積孕み状況



図3 石積崩落状況

2-2 基本方針

墳塋での護岸整備工事は墳塋形体の保全を目的として実施するため、墳塋への影響を最小限に抑えたものとしなければならず、そのため工事による影響の程度を判断できるように、計画段階で現在の墳塋等の状態を把握していなければならない。そこで宮内庁書陵部陵墓課(以下「書陵部」)では事前に考古学的調査を実施し、情報の収集と分析を行っている。

京都事務所工務課ではこの調査結果を踏まえ、①遺構・遺物を損傷させないよう「掘らない・削らない」、②現状の形体を保全し将来へ繋ぐため「可逆的工法」、③静安と尊厳に適した景観とするため「人工的過ぎない景観」の3点を基本方針とした計画案を作成している。その後書陵部と検討を重ね、陵墓管理委員等有識者の意見を取り入れ、実施案を作成し、整備を進めている。

今回の工事箇所は、墳塋ではなく外堤であり、過去の石積による護岸工事の際に掘削が行われていたが、石積より濠側は掘削されておらず、また古代高塚式の陵墓等もあったことから、墳塋の基本方針に準拠し工法を選定することとなった。

2-3 耐用年数

一般的な護岸工事では、長期間の供用に耐えられるよう堅固なものとするのが最も重要な要素であり、長期間の洗掘に耐えるため、また、地盤から十分な支持力を得るため、根入れ(図4)の確保が不可欠となる。しかし、墳塋等の工事では損傷部分の拡大防止もさることながら、現状の墳塋形体の保存

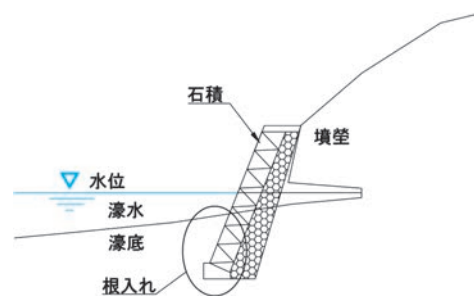


図4 石積根入れ図

や、遺物に損傷を与えないことが最も重要であり、形体の一部を損なうこととなる掘削は認められない。よって根入れを確保できないことから、耐久性が犠牲となることも止むを得ず、いつでも工事前の状態に戻せるような可逆的手法となる工法を選定し、耐用年数については「概ね30年程度保護できるもの」を目標としている。

2-4 工法の選定

今回の工事では、「掘らない・削らない」という基本方針を実現するため、既存の石積護岸を撤去するのではなく、存置したままで施工が可能な工法を種々検討し、押え盛土工法による計画案を作成した(図5)。その後計画案を基に書陵部と調整を行い、なおかつ、有識者の意見を取り入れた結果、既存の石積を前面の盛土で押さえ、盛土の表面は大型のコンクリートブロックで被覆し、濠水による浸食から保護する工法となった。

大型コンクリートブロックによる法覆工法では、斜面に置いたブロックの滑動を防止するため、通常は根入れが必要となる。しかし、根入れには掘削を伴うことから、アンカーの役割を持たせたブロックを斜面の上下に配置し根入れの代用とした(図6)。

大型コンクリートブロックは、そのまま用いると表面にコンクリート面が露出して人工的過ぎるため、表面に自然石を植石した自然石張ブロックを用い景観に配慮した(図7、8)。



図5 押え盛土工法断面図

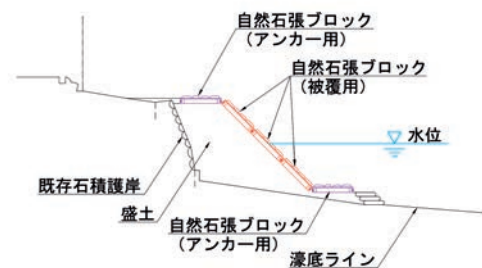


図6 採用案断面図



図7 自然石張ブロック



図8 植石状況

3 工事概要

3-1 工事期間・規模

本工事は、令和2年9月に契約し、翌年3月に竣工した白鳥陵の外堤護岸工事で、墳塋の南側約200mの区間を整備したものである(図9、10)。

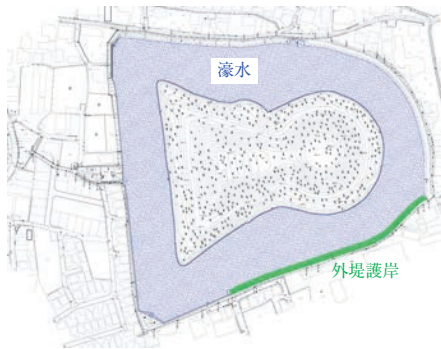


図9 護岸平面図



図10 外堤護岸

3-2 濠水対策

護岸工事を実施する際、濠が満水の状態では作業ができないため、減水して水位を下げなければならない(図11、12)。しかし、濠には泥が堆積しており、気温の高い時季に減水すると近隣に悪臭被害を及ぼすおそれがあることから、9月から10月は準備期間とし、実作業は気温の低い時期(11月から3月)とした。

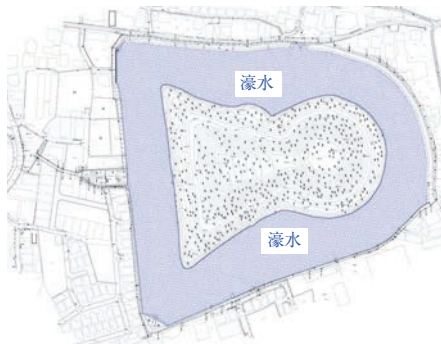


図11 満水時平面図



図12 満水時

濠内には魚類や水生生物等が生息しており、濠水を空になるまで減水してしまうと、生命活動に影響をもたらすため、樋門を閉めて一定の濠水を残して工事を行った(図13、14)。しかし、樋門を閉めることにより、雨天時に流入する雨水が排水せず、濠の水位が上昇して作業に支障が生じるため、流入してきた雨水が直接工事範囲に入るのを防ぐ対策として、大型土のうによる仮締切及びポンプによる強制排水を実施した(図15、16、17)。

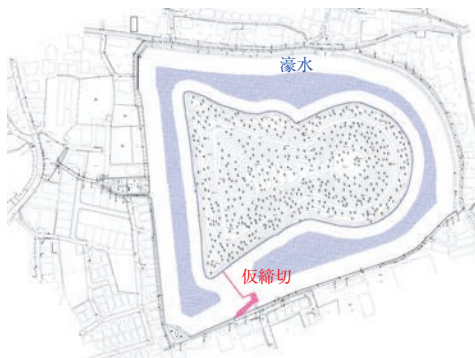


図13 減水時平面図



図14 減水時



図15 土のうによる仮締切



図16 排水ポンプ



図17 排水状況

3-3 工事用道路

今回の護岸工事箇所は、ほとんどが住宅沿いに位置しており、道路から工事を行うことが出来ないことから、濠内から作業する必要があった。濠底を建設機械が通行すると、濠内の堆積土中に含まれる遺物へ悪影響を与えるおそれがあることや、濠水を一定量溜めた状態で作業しなければならないことから、工事用の仮設道路を設けることになった（図18）。

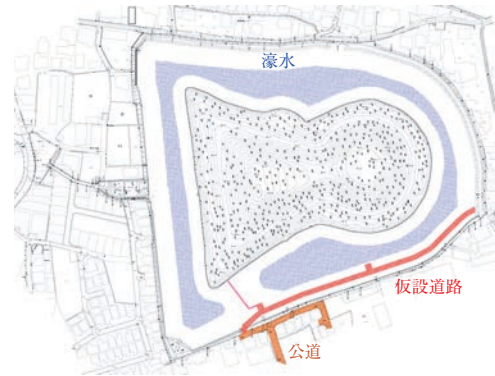


図18 工事用道路平面図

工事用道路を構築する際も「掘らない」という基本方針に則り、砕石による盛土工法が採用された。砕石を直接地盤に敷いてしまうと砕石が遺物に混じってしまうおそれがあることや、地盤下部への局所的な負荷を防止するため、盛土下部には土木安定シートを敷き込んだ。砕石は道路の路肩となる部分からもこぼれ落ちるおそれがあることから、端部には砕石入りの大型土のうを設置し、道路表面には下部地盤への影響を低減するため、鉄板を敷いて荷重の分散を図った（図19、20）。

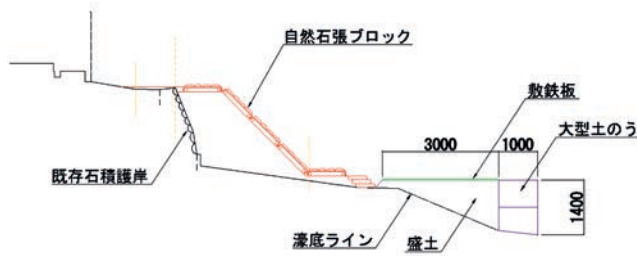


図19 工事用道路断面図



図20 工事用道路

工事用道路は最小限の材料で構築できるよう濠底付近に計画したため、隣接する公道とは2メートル近くの高低差が生じ、建設機械を安全に通行させるためにはスロープが必要となった。スロープを構築する際も砕石がこぼれ落ちるのを防ぐため、大型土のうを用いたが、そのままでは傾斜を付けられないので、袋の中詰量を調整することで対応した（図21）。



図21 スロープ

工事完了後は、これらの工夫により、工事用道路を撤去する際も濠底を掘削することなく、碎石を残さず取除き、原状に復した。

3-4 基礎工事

構造物を設置する際は、接地面が平坦でなければならぬため、通常は地面を掘削整形して平坦面を形成する必要がある。しかし、基本方針により掘削ができないため、碎石を敷き詰めて土台となる基礎を設けた。

基礎傾斜部の碎石は、露出した状態にしておくと、濠水により浸食を受け流れ出てしまうため、透水性のある土のう袋に拳大の割栗石わりぐりいしを入れた物で表面を保護した（図22、23）。

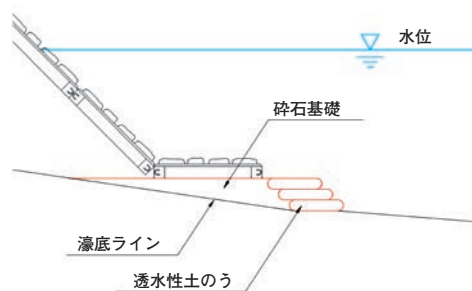


図22 基礎断面図



図23 透水性土のう

3-5 護岸工事

土台となる基礎工事完了後は、既存の石積護岸を押しえ込む盛土の施工となる。工事用道路と同様に土木安定シートを敷き込み、その上に碎石を投入して30センチ毎に転圧し、所定高さまで盛土を行った（図24、25）。



図24 盛土作業



図25 盛土完了

盛土を所定の形に完成させた後、濠水を溜めた際に碎石の細粒分が濠へ流出するのを防ぐため、盛土全面に吸出し防止材を敷き、アンカーの役割を持たせた斜面下部の自然石張ブロックを設置した。このブロックは、護岸の線形を決定づける重要なものであることから、何度も微調整を行い所定の位置に配置された（図26）。



図26 斜面下部作業

斜面下部のブロックを設置した後、斜面下段のブロックを所定の勾配で仮固定した。続くブロックは隣り合うブロックとズレや隙間が出ないように正確な勾配で設置する必要があるが、盛土に直接設置すると、調整が困難であることから、ブロックと盛土の間に同粒径で揃えた裏込砕石を調整材として詰込み、ブロックの設置を行っている（図27、28）。



図27 斜面下段作業状況

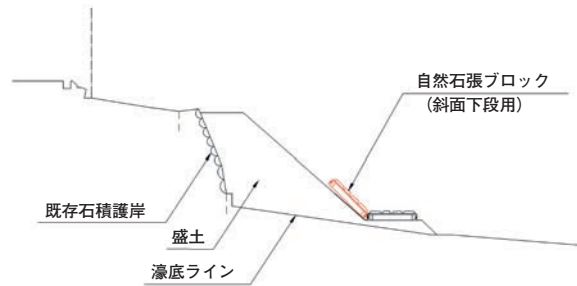


図28 斜面下段断面図

上記の作業を順次繰り返して所定の高さまでブロックを設置して行き、最後に滑り止めとしてアンカーの役割を持たせた斜面上部のブロックを設置した（図29、30）。



図29 斜面作業状況



図30 斜面上部状況

上部のブロック設置完了後は、ブロックの端部と周辺の地面を盛土で摺り付け、盛土表面が雨水で浸食されるのを防止するため、野芝により張芝を施して護岸工事が完了した（図31、32）。



図31 張芝完了状況



図32 外堤護岸（完了直後）

最後に、今回実施した護岸工事の詳細断面図と外堤の現在の様子を紹介する（図33、34、35）。

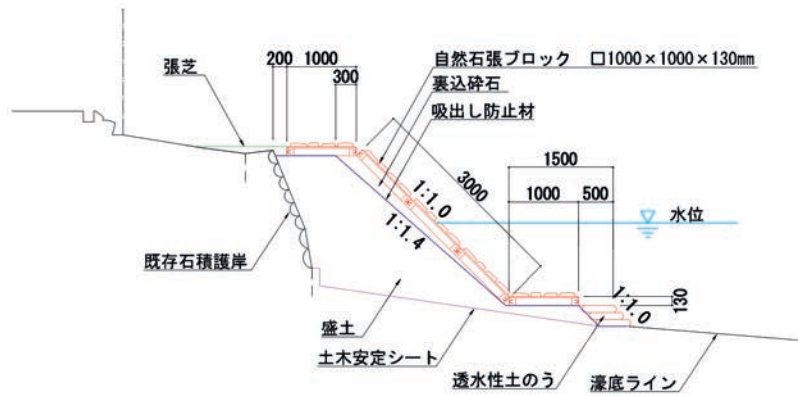


図33 護岸詳細断面図



図34 外堤近景（現在）

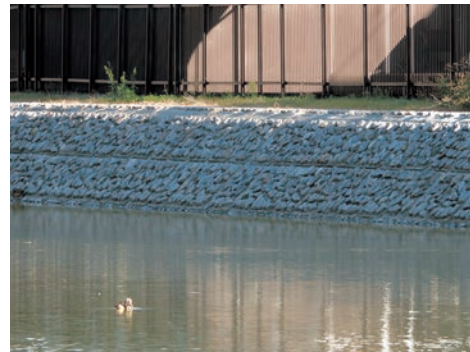


図35 外堤遠景（現在）

4 おわりに

陵墓等は現状の形態を維持・保全することを主眼に管理をしているが、その周辺状況は日々変化しており、災害等による地形変化や住宅開発等が進められることで現場管理が困難となってきた。同様に、工事においても施工条件が厳しくなっていくなか、あらゆる工法等について日々情報をアップデートしていくことで、「掘らない・削らない」、「可逆的工法」、「人工的過ぎない景観」の基本方針を遵守しつつ、陵墓保全を進めていきたい。

（工務課 川端徳人、大塚茂剛）