

金峯神社の社地の整地

西山 亮¹ 西田 匠¹ 福田 翔太¹ 高木 方隆^{2*}

(受領日：2019年5月8日)

¹ 高知工科大学大学院工学研究科基礎工学専攻
社会システム工学コース修士課程
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

² 高知工科大学システム工学群教授
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

* E-mail: takagi.masataka@kochi-tech.ac.jp

要約：金峯神社の山車社殿が設置される社地の山側崖上にある御神木の成長が途絶えたため、樹勢回復を目的として設置した保護ブロックの必要性がなくなってしまった。また社地の若干の傾きや地表面の石の多さ等から、整地を行う必要があった。そこで本研究では、前年度に設置した保護ブロックを撤去し、社地の地表面の調査と整地を実施した。SfM (Structure from Motion) による写真測量や地表面の強度の実測調査に基づいて掘削範囲や掘削量を決定したため、整地作業の効率化と適切な範囲の整地を実現することができた。

1. 背景

金峯神社の山車社殿が設置される社地の山側崖上には、御神木であるコバンモチの巨木がある(図1)が、直下の崖が崩れて根がむき出しとなり、樹勢が衰えていることから、社地に倒れこむ危険性があった。前年度では、樹勢回復のために斜面保護を目的として木灰コンクリートブロックを用いた保護ブロックを崖の一部に設置した。しかしながら樹木は成長が途絶え、回復の可能性が低いという結論に至った。また社地(図2)は若干の傾きがあることや、地表面は崖から崩れ落ちた石が多いこと等から、山車社殿を配置するにはやや不安定であった。そこで本研究では前年度に設置した保護ブロック(図3)を撤去し、社地の地表面の調査と整地を実施した。

2. 研究概要

はじめに、前年度に設置した保護ブロックの撤去を実施した。次に社地を水平にするために行う掘削量の把握と、今後の整備指針の参考とするための現状の記録を目的とした社地の測量を実施した。測量方法として、撮影した複数枚の写真から3次



図1. 御神木

元の点群データとして撮影対象の形状を復元する、SfM (Structure from Motion) という技術を用いた方法を採用した。得られた点群データから、掘削する土の量を算出した。続いて、山車社殿を移動させる位置や整備範囲を決定するために、社地の地表面の相対的な強度を把握することを目的として自作の装置を用いて実測調査を行った。これらの測量結果と地表面の実測結果に基づいて、社地の整地作業を行った。



図2. 整地前の社地



図5. 保護ブロック撤去前



図3. 保護ブロック



図6. 保護ブロック破壊の様子



図4. 足場解体の様子

3. 保護ブロックの撤去

御神木の樹勢回復が見込めず unnecessary になった保護ブロックの撤去を実施した。まず御神木の剪定時に設置した足場の解体を実施した(図4)。そしてつるはしやドリルを用いて保護ブロックを破壊した。保護ブロックは木灰コンクリートで造られており強度が高いため、撤去には3日を要した。保護ブロックの撤去前、破壊途中および撤去後の写真を図5、図6、図7にそれぞれ示す。ブロック本体を全て破壊



図7. 保護ブロック撤去後

したが、地表面は柔らかく、地中に瓦の破片等が埋まっており不安定な状態となっていた。これは保護ブロック建設時にある一定の深さまで地面を掘り、裏込め材を入れていることが原因であると考えられる。

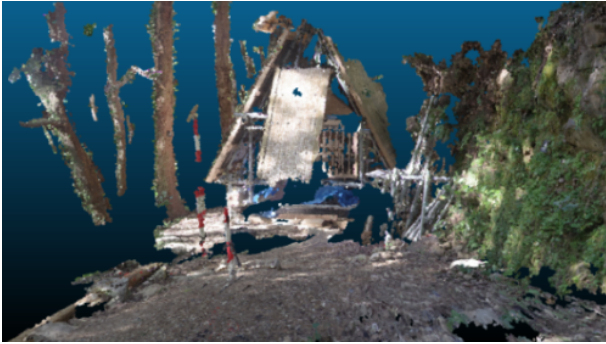


図 8. 社地 3D モデル

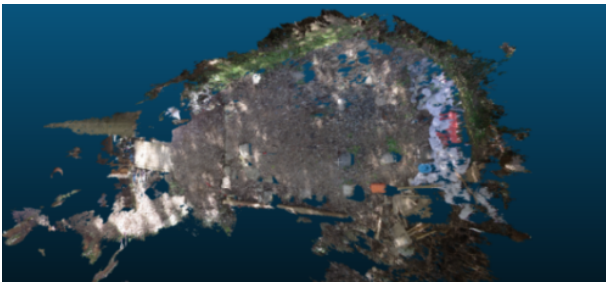


図 9. 社地 3D モデル (真上から)



図 10. 50 cm メッシュ毎の掘削・盛土量

4. 写真測量

社地を水平にするために掘削する土の量と社地全体の現状を把握することを目的として、SfM (Structure from Motion) という技術を用いて写真測量を実施した。SfM は複数枚の画像からカメラ撮影位置を推定し、3次元形状を復元する技術である。まず、社地の地形データを把握するために写真を撮影する必要があるが、3Dモデルの幾何変換に基準点が必要であるため、基準点測量を実施した。次にアクションカメラを用いて社地を動画で撮影した。その動画を画像に分割して Photo scan というソフトウェアで社地の 3D モデル (図 8、図 9) を作成した。整地する際の掘削量を把握するために、50 cm サイズの DEM を作成し、最も低い標高を基準として、メッシュ毎の掘削量を把握した。(図 10)。メッシュが赤いほど掘削量が多く、北東に行くほど掘削量が多くなっている。



図 11. 山車社殿

5. 地表面の強度の測定

5.1 概要

山車社殿 (図 11) は 4 つの車輪で自重を支える構造となっているため、その車輪をできるだけ地表面が堅い所に配置したいと考え、その位置を決めるために地表面の強度を調査した。調査方法としては、まず水系や杭を用いて、50 cm サイズの DEM と同様に 50 cm 間隔でメッシュ状に区切り、1 メッシュ毎に地表面の相対的な強度を測るための装置 (以下、強度測定装置) を作成し、それを用いて地表面の強度を測定した。そしてその測定結果に基づいて掘削範囲を決定した。

5.2 メッシュの作製

水系と木の杭を用いて 50 cm 間隔のメッシュを作製した。まずレベルとトランシットを用いて、外側の 4 辺を地面に対して水平にかつ交わる水系を直角に配置した。そして掘削作業のしやすさを考慮して、糸を可動式とするために、その 4 辺の糸に 50 cm 毎で直接糸を結び付けてメッシュを作成した (図 12)。

5.3 強度測定装置の作製

社地の地表面の相対的な強度を測定するために強度測定装置 (図 13) を作成した。使用材料は単管パイプ 4 本、カナテコ 1 本 (6 kg) およびクランプ 6 個である。設計図を図 14 に示す。この強度測定装置は、対象地の地表面の相対的な強度を簡易に測定することを目的としたもので、装置中央の単管パイプ最上部 (地表面から 90 cm) からカナテコを自由落下させる仕組みとなっており、カナテコがどれくらい沈んだかを記録することで地表面の相対的な強度を把握する装置となっている。



図 12. 完成した 50 cm メッシュ



図 13. 強度測定装置

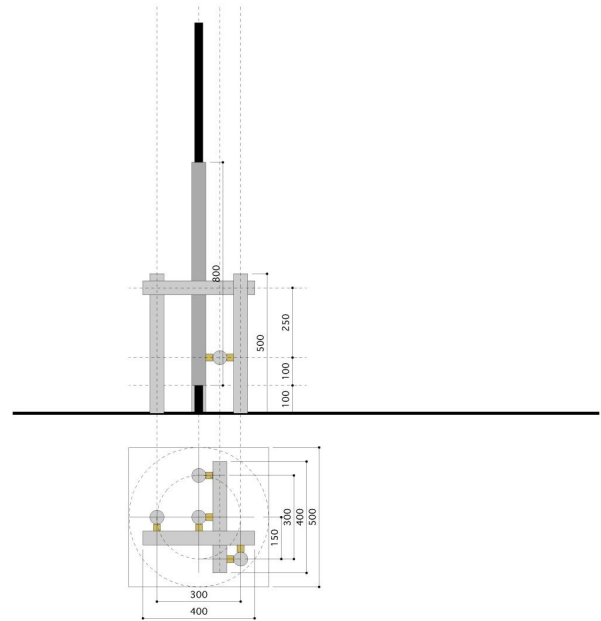


図 14. 設計図



図 15. 測定の様子

5.4 測定の実施と結果

作製した 50cm メッシュの 1 メッシュ毎に、強度測定装置を用いて地表面の強度を測定した。測定は、メッシュの中央に装置を設置しカナテコを自由落下させることで行った。この作業を 3 回行い、3 回目の突き刺さった位置に印をつけた (図 15)。その印からカナテコ先端までの長さを測り、それを測定値 (強度) とした。測定する際に、水平器を用いて地面に対して水平にし、中央部に礎石がある場合は位置をずらしてカナテコを落下させた (図 16)。測

定結果を図 17 に示す。赤色が濃いほど強度が低いことを表しており、図の上部に濃い赤色のメッシュが多数存在する。これは保護ブロックが設置されていた位置で、地中に裏込め材が埋まっている不安定な場所である。

6. 社地の整地

掘削量、地表面の強度の測定結果、崖側との距離等を踏まえて、整地範囲を決めた。当初は山車社殿



図 16. 礎石からずらして測定している様子

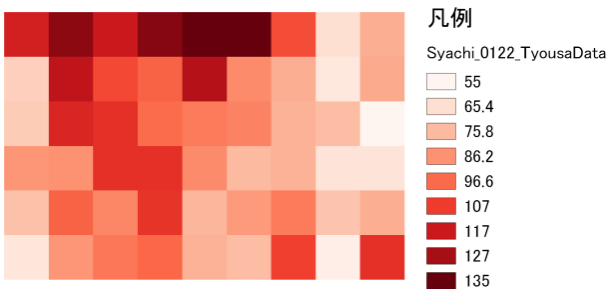


図 17. 地表面の強度の測定結果

を、保護ブロックを設置していた（図 17 の上部中央）濃い赤色メッシュの多い場所を避けて配置することを計画していたが、下部の崖側に寄せすぎると落下する危険性があると判断し、できるだけ上部に寄せる計画に変更した。決定した掘削範囲を図 18 に示す。また保護ブロックのあった場所（図 17 の上部中央）は掘削して裏込め材が埋め込められているため、地表面が柔らかくかつ瓦の破片などの突起物があったため、元々掘削した深さと考えられる位置まで掘削し、その高さを基準として他の範囲も掘削した。掘削後の社地を図 19 に示す。

7. まとめ

本研究では前年度に設置した保護ブロックを撤去

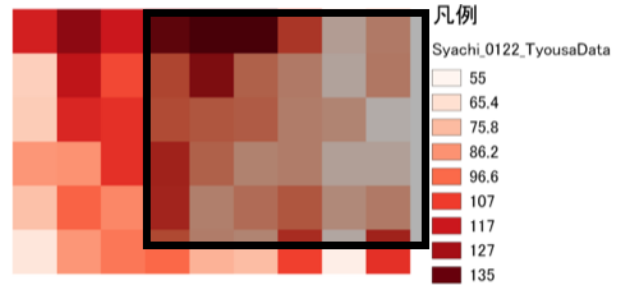


図 18. 整地範囲（黒枠）



図 19. 整地後の社地

し、社地の地表面の強度の測定と整地を実施した。SfM を用いた測量や地表面の強度測定結果に基づいて掘削を行ったことで、効率的に作業を進め、かつ適切な範囲を整地することができた。

文献

- 1) 鈴木麻由, 谷野正和, 藤原匠, 竹内悠一郎, 大内雅博, “木灰コンクリートを用いた斜面保護ブロックの設計と製造”, 高知工科大学紀要, 2018.

Preparing the Ground for Construction Site of Kanamine Shrine

Ryo Nishiyama¹ Takumi Nishida¹ Shota Fukuda¹

Masataka Takagi^{2*}

(Received: May 8th, 2019)

¹ Infrastructure Systems Engineering course student,
Graduate School of Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

² Professor, Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782–8502, JAPAN

* E-mail: takagi.masataka@kochi-tech.ac.jp

Abstract: Our study explains the necessary process of preparation of the ground for the construction of the Kanamine Shrine. The sacred tree stopped growing in the mountain side cliff of the ground where we will install the main structure for the Kanamine Shrine, so the retaining wall, made of concrete block, is no longer needed for the tree's recovery. We have prepared the ground for putting in the Kanamine Shrine because the ground was not horizontally even and covered with many irregularly-shaped stones. In this study, we removed the blocks which were put in place last year, did research on the ground surface and prepared the ground for construction. The efficient preparation in the appropriate range was realized by decision of the drilling range with the amount based on the SfM's (Structure from Motion) photo survey, and the measurement survey of the ground surface strength.