

軍艦島を事例とした近代化産業遺産の ドキュメンテーションに関する新しい計測手法について

正会員 ○味岡 収*
 会員外 西村 正三*
 会員外 渡邊 弘行*
 会員外 松田 浩**

軍艦島 近代化産業遺産 ドキュメンテーション
 3D レーザスキャナ ギガピクセル画像 UAV

1. 研究の背景

かつて世界一の高密度人口¹と言われた端島（通称：軍艦島）は昭和49年に海底炭鉱が閉山して以来、残されたRCの高層集合住宅群や護岸は潮風に曝され続け、崩壊が深刻な状況にまで進行している。一方で全国的には近代化産業遺産（または近代化遺産）²と呼ばれる、我が国が開国してから第二次世界大戦期までに建設され、産業分野において多大な貢献を成し遂げた建築・土木構造物に注目が集まっている。この動きに伴い軍艦島も文化財価値の見直しや観光資源としての活用³が提案され、「九州・山口の近代化産業遺産群」の一部として世界遺産登録へ向けた活動が始まっている。このように社会的に軍艦島の価値が見直される中、保存・維持管理に関する具体的な方策の検討も始まっている。近代化産業遺産は一般に従来の我が国の伝統的な木造建築に比べ、機能や建設技術・材料、成立の時代背景により関連する法制度や管理体制、ビルディングタイプが多様化し、調査・修理（復元）・維持管理に関する指針や手法が未だ確立されていない⁴。また比較的大規模な構造物が多い事も近代化産業遺産の特徴の1つで、従来の調査手法が安全面、コスト面、技術面において最適とは言えず、新しい技術による調査手法の模索が始まっている⁵。このような背景を踏まえ、本稿では軍艦島を事例に近代化産業遺産一般にも適用し得る新しい調査手法として3Dレーザスキャナ、ギガピクセル画像、UAVを紹介し、その有用性を整理する。

2. 光学的計測手法の活用

2-1. 3Dレーザスキャナ

3Dレーザスキャナは秒間数万ものレーザを照射し、対象の3次元形状を面的に取得する計測装置である。計測範囲は半径数百メートルで、調査対象を含めた周囲の状況をも短時間で詳細に記録する事が出来る。軍艦島は日々刻々と劣化が進行しており現状を把握するための破損図の作成が急がれるが、従来の実測方法では軍艦島全体を詳細にまた安全に調査する事は困難である。そのような背景から3Dレーザスキャナを導入し、島全体の計測を行った。



Riegl VZ-400	
計測距離	350m
計測精度	5mm
計測範囲	100×360°
測定レート/秒	122,000回
レーザ波長	近赤外線
測定方式	波形分析

レーザスキャナ仕様



図1.レーザスキャナと軍艦島全体のレーザデータ

平成22年2月、10月の2時期に行った3Dレーザ計測のデータを分析した結果、30号棟の外壁に明らかな崩壊箇所を確認した。窓まぐさからW1580×H150×D280のコンクリートが崩壊しており、同箇所の写真からも確認が出来た。このように同じ対象を複数回計測する事で、その間の変状・変位がを定量的に把握し、モニタリング出来る事が3Dレーザスキャナの大きな利点である。

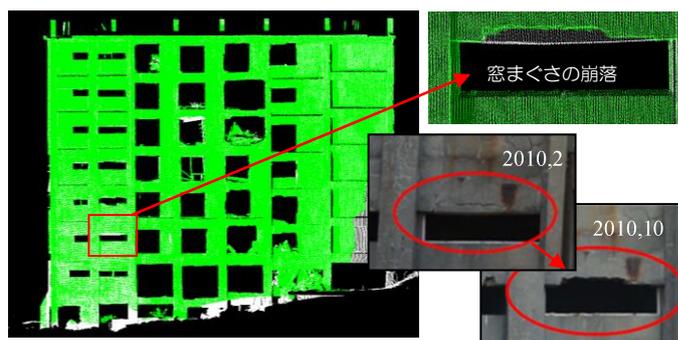


図2.30号棟外壁の変状抽出

2-2. ギガピクセル画像

ギガピクセル画像とは数百枚の画像を繋ぎあわせて作成された10億画素を超えるような巨大な1枚の画像を指し、望遠レンズ+デジタル一眼レフカメラ+モーター駆動雲台から構成されるシステムで撮影を行う。調査対象に近付けず、遠方から目視調査を行う場合、調査員が現場でスケッチを行い、事務所で清書して調査結果とする

方法が一般的であった。そのため結果が調査員 1 人の主観に陥りやすい事、撮影画像が代表的損傷箇所に限られる事、調査結果の精度確認が容易ではないなど課題があった。本システムは対象範囲全体を 1 枚の画像に合成する事で、細部まで PC で閲覧する事が出来るため、情報の共有や客観的な判断が促進され調査結果の信憑性が増す。また時系列的な変化を特定する場合にも全体が記録として残るため次回撮影画像との比較を行う事が出来る。



図 3. ギガピクセル画像撮影システム

図 3 はダム堤体を 200m 離れた地点から焦点距離 300mm で撮影したものである。150 枚の画像を撮影し、ソフトウェアで 1 枚に合成し、約 12 億画素の画像を作成した。画像を詳細に見ると、堤体表面のコンクリートの状況を確認できる。調査対象面までの距離を把握していれば、表面に発生したクラックの幅を画像上から計測する事も可能である⁶。文化財の近接目視調査は通常足場を設けて行うが、軍艦島においては安全上大きな問題を抱える。遠方から構造物の詳細な状態を確認・記録できる本システムは有用性があると考えられる。

2.3.UAV (Unmanned Aerial Vehicle)

UAV は無人航空機と呼ばれ、大型航空機から小型ラジコンまで様々な種類があり、一般に GPS、IMU (慣性計測装置)、操作者との通信システムを搭載している。構造物の上方の状況や、敷地全体の俯瞰を撮影する場合、従来はラジコンヘリから撮影する事が多かった。しかしラジコンヘリは操作に熟練技術が要る事、騒音の発生、風の影響を受けやすいなどの課題があった。UAV は常時 GPS と IMU により自機の位置・姿勢を計測しており機体が安定している。また予め定められた航路や位置から逸れた場合に自動修正する機能を持つため、落下のリスクが小さい。また、バッテリー駆動で小型プロペラを複数持ったため騒音が発生しにくいなどの優位性がある。単に上方からの撮影を行うだけでなく、航空写真測量の技術を活かす事で、地形の 3 次元化、地図・平面図の作成が

可能となる。また、カメラの代わりにレーザスキャナや赤外線カメラを搭載する事で、地上からの調査ではカバー出来ない範囲の調査を行う事が出来る。軍艦島は未だ現状を記録した正確な平面図が作成されていない他、崩壊寸前で立ち入ることのできない建物の上方の状態を記録することなど、UAV が大きな役割を果たす余地はあると言える。



図 4. UAV 本体 (左) と空撮画像 (右)

3. 終わりに

近代化産業遺産の再評価や世界遺産登録を目指す動きには地域活性化に貢献する目的が込められている。この活動が全国に拡大し、観光資源としての利活用方法が提案されている現状からは近代化産業遺産という文化財の社会的な価値が我が国において十分認められた事が汲み取れる。その一方で、文化財としての物質的な価値付けやそれを将来に亘って維持管理していく方策には未だ多くの課題が残る。本稿ではそれらの判断を下すための基礎的な情報の調査方法として 3 つの先進的な技術を紹介し、近代化産業遺産のドキュメンテーション・維持管理手法としての可能性を示した。これらの技術は未だ発展途上である他、情報通信手段の多様化や高性能モバイル端末の普及などと組み合わせる事でより大きな発展を遂げる可能性を秘めている。今後は多様な技術を如何に組み合わせ、取得した情報を管理・活用するかが近代化産業遺産の調査方法を確立していく上での鍵となる。

【脚注】

1. 参考文献 2 より 6ha に 5300 人以上が暮らしていたとされている。
2. それぞれ経済産業省が 2007 年に、文化庁が 1993 年に制定
3. 2009 年 4 月 20 日に「長崎市端島見学施設条例」「端島への立ち入りの制限に関する条例」が施行。島内の見学通路に限って観光客の上陸が許可されている。
4. 当然種々の条件は個々の事例によって異なる。
5. 文化庁 文化財部 建造物課: マルチメディアによる文化財保存活用方策の調査研究, 2002 などが挙げられる
6. 参考文献 1 に詳しい

【参考文献】

1. 西村正三ほか, 3D レーザ・デジタル画像を用いた軍艦島計測と損傷図作成-3D 点群のレンダリング・ひび割れ描画支援システム, 写真測量学会, 2012 年 1 月.
2. 東京電機大学 阿久井研究室, 「復刻」実測・軍艦島 高密度居住空間の構成, 鹿島出版会, 2011.5
3. テオドール・H・M・ブルードン: 著, 玉田浩之: 訳, 近代建築保存の技法, 鹿島出版会, 2012.2
図版は全て筆者らが作成または撮影

* (株) 計測リサーチコンサルタント

** 長崎大学大学院工学研究科

* KEISOKU Research Consultant CO.

** Department of Structural Engineering University of Nagasaki