

城郭石垣補修に向けた非破壊健全度調査技術の適用

中津川市教育委員会* 原 益彦

ハザマ** 正員 笠 博義、正員 則松 勇、大澤克比古

1. はじめに

我が国には、主に中世以降に構築された大小さまざまな城郭が存在するが、度重なる戦乱や天災または明治維新時の混乱などによって天守閣等の上部構造物が消失し、石垣のみが往時の姿を留めているものも少なくない。歴史的建造物としての城郭においては、天守や櫓などの建築物について注目が集まることが多いが、石垣は上部構造物の基礎として重要な役割を担っていると同時に、中世以降の土木技術を現代に伝える貴重な文化遺産としての価値も極めて高い。このため城郭石垣の維持・管理の努力が各方面でなされている。

本研究は、こうした石垣の補修計画を検討するために、石垣の内部構造を非破壊探査技術（電磁波反射法）で調査することによって推定した事例を報告するものであり、合理的な補修計画の立案におけるこうした調査技術の有効性を示したものである。

2. 調査実施地点の概要と本検討の目的

調査を実施したのは国史跡に指定されている岐阜県中津川市の苗木城跡である。苗木城は市の北側にある高森山に築造された山城であり、東濃地方の豪族である遠山氏の居城であった。現在の苗木城は石垣のみが現存しているが、古文書等から、かつては天守閣や櫓などが構築されていたことが知られている。また、この城の特徴としては、急峻な地形と天然の岩盤を巧みに活用していること、石垣自体もいくつかの石積み方法の組合せによって構築されていることなどがあげられる。

今回の調査は文化庁の保護整備事業の一環として行われたもので、本丸下の石垣を対象としている。この石垣は目視による観察でも不安定化が進行していることが確認されている。調査対象の石垣は、平面的には舌状に延びる尾根の先端部を囲む形で4面に構築されており、その一部分には天然の岩盤が露出している。また、石垣の断面形状も一様ではなく、上部の間知積み区間とその下位の野積みの区間とに大きく分類され、野積み区間はさらに傾斜の異なる2区間から構成される。また、調査を実施した石垣中には、他の石材とは形状も大きさも全く異なる部位（巨岩と呼ぶ：図-1参照）が2箇所存在し、この巨岩が岩盤から独立した石材であるのか、岩盤の一部であるのかは表面観察からは判断できない状況であった。補修計画を立案する上では、こうした巨岩の存在は、対象となる石垣全体の安定性の検討や使用するクレーン等の機器能力の検討において大きな影響を与えることとなる。

以上のようなことから、本検討の目的は、巨岩部の内部構造を判断すると同時に、不安定化が進む石垣と周辺部に露出する天然岩盤との関連性を明らかにすることと位置付けられる。

3. 調査方法

調査は電磁波反射法（地中レーダー）によって実施した。具体的には石垣表面に設置したガイドパイプに沿ってレーダーアンテナを移動させることにより、石垣表面からその内部構造を探査するものであり、この方法によって、石垣の控え長さやその背面の地盤構造などを推定することが可能である¹⁾。なお、今回の探査では石垣と巨岩および天然岩盤との境界部について詳細な情報が必要であることなどから、石垣上部の平坦面からの探査および石垣下端部での水平方向の探査も合わせて実施し、さまざまな方向から内部構造が推定できるようにした。具体的には、石垣面に対して鉛直方向に6測線、水平方向に5測線および上端面での6測線の合計17測線の探査を実施した。

キーワード：城郭石垣、電磁波反射法、非破壊探査、地盤構造、補修計画

* 〒508-8501 岐阜県中津川市かやの木町2-1 TEL0573-66-1111、FAX0573-66-1931

** 〒107-8658 東京都港区北青山2-5-8 TEL03-3405-4052、FAX03-3405-1854

4. 調査結果と石垣内部構造の推定

電磁波反射法探査の結果は、一般に測線に沿った断面図に電磁波の反射強度に従ったカラー画像で表示される。本調査では、この探査結果をより理解しやすい形で表示するために、ほぼ石垣の断面形状に沿った形に変換し、さらに、反射パターンから大きく石垣背面の構造を分類した上で、事前に写真測量によって得られていた断面を重ね合わせることにした。この結果の一例を示したものが、図-2である。この図は巨岩部を縦断する測線のデータであり、この探査結果から、巨岩に相当する部分は内部からの電磁波の反射が全くない状況であることや、その上下とは反射パターンが大きく異なっていることがわかる。また、巨岩の下部領域は反射強度の違いから、石垣表面に近い強い反射波を含む部分とその背後とに分かれている。一方、巨岩の上部については、別に実施された上部の平坦面からの探査結果も参考にすると、平坦面表層に分布する盛土が1m程度分布していることが推定される。

石垣の控え長については、個々の石材の形状も多種多様であり、小規模であることから測定精度は高くはないと思われるが、全体に渡って50cm以下であると推定される。この値は、石垣下部において実測した値(20cm~40cm)ともほぼ一致している。

もう一方の巨岩も探査の結果、ほぼ同様なデータが得られたことから天然岩盤の一部であるものと推定された。また、それ以外の測線のデータについても、石垣天端付近では盛土が出現し、その下位は石垣裏込め-岩盤の構造を示し、特に脚部では空隙を含むルーズな石垣構造であることが推定された。こうした構造を模式的に示したのが図-3である。この図から、本調査を実施した範囲の石垣は、天然岩盤をそのまま、または一部を加工して表面に石垣を構築した上で、その上部には盛土を行って平坦面を確保したものと考えられる。

5. まとめ

今回の検討結果から、苗木城の石垣構造に関する推定を行うと同時に、ある程度その築造方法についても考察を行うことができた。こうした情報は文化的な側面においても有意義であると同時に、石垣補修の計画を検討する上でも重要な情報を提供するものである。今後は、より多くの石垣構造における調査結果を蓄積することによって、本探査手法の適用性を拡大して行く予定である。

【参考文献】1)笠、平井、則松、大澤、荘林、小林：城郭石垣の健全性診断への電磁波反射法の適用、応用地質学会平成12年度研究発表会論文集,pp.201~204,2000

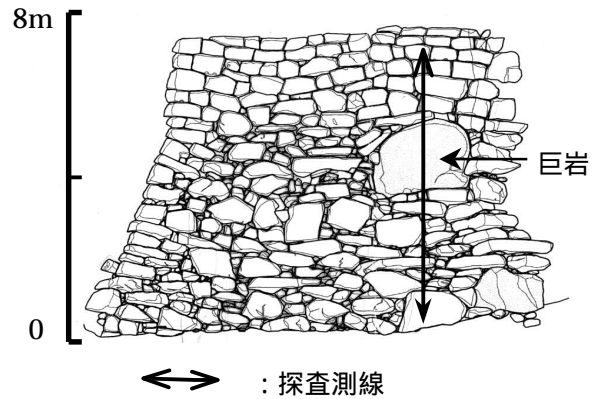


図-1 石垣状況

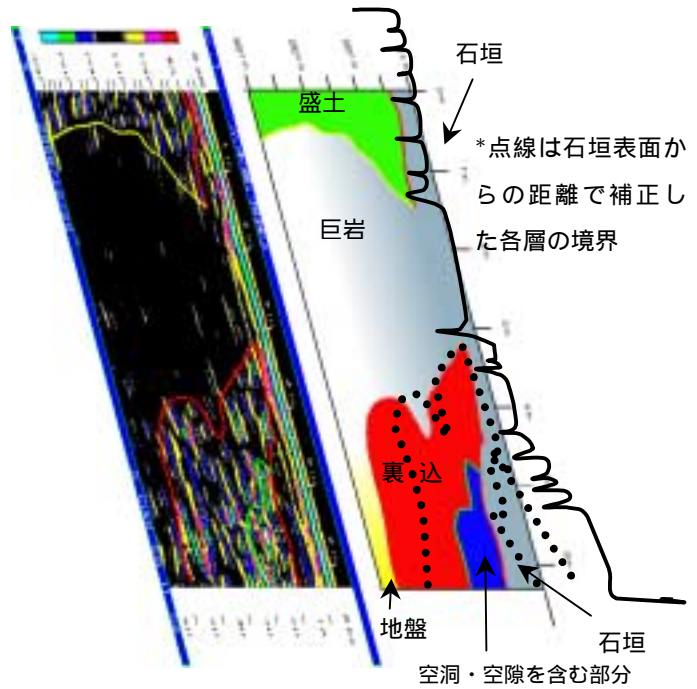


図-2 探査結果と内部構造の推定

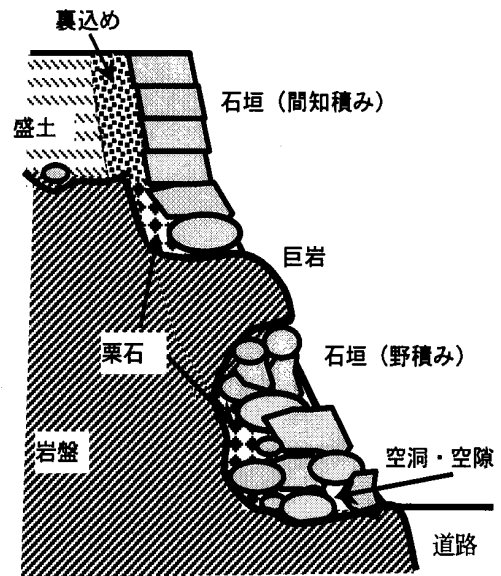


図-3 石垣構造の模式推定断面