

岩盤面描画支援システムの開発

Development of a Support System for Rock Surface Drawing

阿保 寿郎^{*1} 中村 哲世^{*2} 大平 信吾^{*3}
Toshiro Abo Noriyoshi Nakamura Shingo Odaira
飯島 敦^{*3} 松田 浩朗^{*1} 松元 和伸^{*1}
Atsushi Iijima Hiroaki Matsuda Kazunobu Matsumoto

【要旨】

建設工事において、基礎の掘削後に、仕上げ部に露出する地層や岩盤のスケッチ記録は、後工程である構造物の設計や施工を進める上で重要な資料になる。

従来の岩盤スケッチは、スケッチ対象の位置を把握するため、ロープなどで一定間隔の格子を設置した岩盤面に対し、地質技術者が格子からの距離を手作業で正確に計測し、亀裂や地層境界などの位置を定めるなど準備作業に多くの時間を必要としてきた。また、得られたスケッチの電子化にも再度のトレースなど多大な時間を要していた。

筆者らは、岩盤面の正射投影画像が写し出された PC のディスプレイ上から、地質技術者が、形状の描画や、知見の記述を自由に実施することができる「岩盤面描画支援システム」を開発した。システムを利用することで、準備作業の省力化や得られたスケッチデータの加工が容易になる。現地での実験により、これらの特長を確認した。

【キーワード】 岩盤 岩盤スケッチ 基礎 正射投影画像 デジタルカメラ

1. はじめに

構造物の安定性を確保するためには、構造物自身が持つ荷重や、その上載荷重を、適切に地盤に伝達する必要がある。直接基礎形式の構造物の場合、地盤に直接荷重を伝える媒体となる岩盤表面の品質の確保は、構造物の安定性を評価する上で重要な管理項目となる。

岩盤スケッチは、地質技術者が基礎部の岩盤の品質管理記録として、岩盤等級や地質、亀裂分布や湧水の記録など岩盤面の形状の描画や知見を記録するものである。作成されたスケッチ情報は、基礎形状の変更など設計・施工にフィードバックして利用するほか、施工時の品質管理の状況など構造物の信頼性を示す重要な記録として残される。

筆者らは、これまでに進めてきた画像処理技術¹⁾を用いて、岩盤スケッチ作業の省力化を図るとともに、得られたスケッチの活用の容易性を高めるために、「岩盤面描画支援システム」(以下、システムとする。)を開発した。

本論文では、システムを用いた作業と従来の方法を用いた作業について、それらの作業性と得られた成果物に関する活用について比較し、システムの優位性を述べ、実際の利用状況を示した上で、システムの今後の活用について考察する。

2. システムの概要

2.1 従来の岩盤スケッチ作業

従来の岩盤スケッチは、ロープなどにより一定間隔の格子を設置し、各ブロックの位置が示されている岩盤面に対し、地質技術者が格子からの距離を手作業で計測しながら、露出した岩盤の分布、形状、方向や数値などを紙面上にメモし、それをCADで清書した状態で保存する方法により実施されてきた。そのため、以下の①～⑤に示す課題があった。

- ① 岩盤面を測量し、ロープやペイントなどでスケッチ用の格子を標す。手書きのスケッチの位置を特定するため、大がかりな準備が必要であり、複数名での作業が必要となる。
- ② 格子から特徴(例: 亀裂や地層境界)までの長さをスケールや巻き尺などで測量し、位置を確認する。測量にはかなりの手間を要する。
- ③ スケッチ作業者は、岩盤面に近接し、細部のスケッチを行いながらも、岩盤面全体の大きな特徴を捉える必要があり、岩盤面に近接したり、離れたりしながら作業を進める必要が生じる。
- ④ 得られたスケッチ図を電子化するためには、スキャナでPCに読み込んだスケッチ図を、CAD上でトレースして清書する必要がある。
- ⑤ 岩盤を撮影した写真(画像)は、スケッチと対応づけられていないため、画像とスケッチを関連させながらの検証がしにくい。

1. 技術研究所 第一研究室 2. 中日本土木支社 名古屋土木事業部 緑地共同溝作業所
3. 中日本土木支社 北陸土木事業部 辰巳ダム作業所

2.2 システムによる作業の手順

システムを用いた岩盤スケッチは、以下Ⅰ～Ⅲに示される手順で実施される。

Ⅰ. スケッチ準備作業

図-1に示すように、撮影対象となる岩盤面の両端に、斜辺長を示す長さ情報(y方向)としてスタッフなどを配置し、水平距離を示す長さ情報(x方向)として、スタッフ間の距離を巻き尺などで計測しておく。

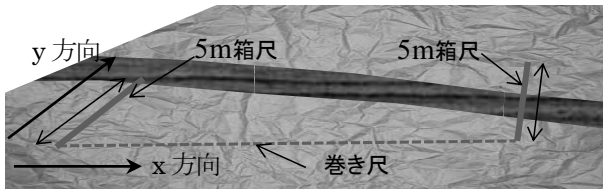


図-1 岩盤斜面への長さ情報の設置

Ⅱ. 地質図のスケッチ

1) デジタル写真撮影～PCへの取り込み

図-2の破線で示すスケッチ対象範囲を、デジタルカメラで撮影し、画像をPCに取り込む。

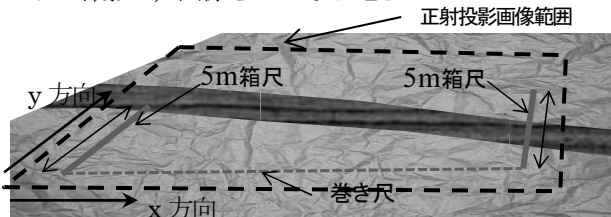


図-2 岩盤面の撮影

2) 画像処理(正射投影処理)

開発したソフトを用い、撮影された岩盤斜面に対して投影させる正射投影画像を作成する。図-3に正射投影された画像の概念図を示す。

なお、正射投影画像とは、撮影画像を任意の面に投影し、レンズの形状により発生するひずみを補正した画像のことである。長さ情報が写されているため、処理された正射投影画像は、投影面内において尺度をもつ。そのため画像上において寸法計測が可能である。

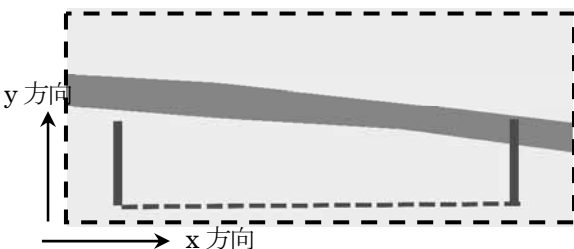


図-3 正射投影画像の概念図

3) スケッチの実施、スケッチ図の完成

現地で画像上にスケッチを実施する。スケッチ作業を行うことで、そのまま全体のスケッチ図が電子データとしてできあがる。図-4にスケッチ図の概念図を示す。

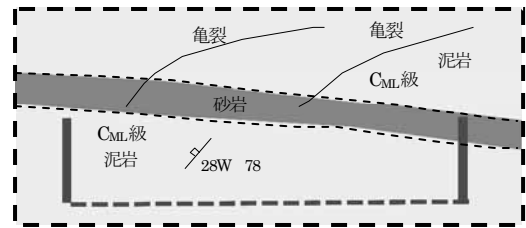


図-4 スケッチ図の概念図

Ⅲ. スケッチデータの後処理

1) スケッチのPCへの取り込み

描かれたスケッチ図は電子データであるので、そのまま簡単にPCに取り込める。

2) 加工、アウトプット、保存

CADで容易に加工することができ、画像と対応付けた分布図を作成できる。画像と比較することで確認作業が容易である。図-5に画像と対応付けた分布図の概念図を示す。

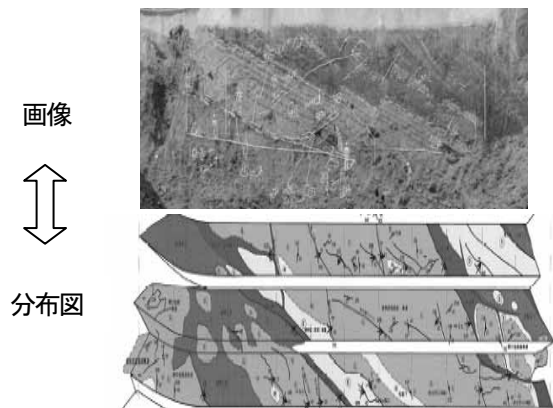


図-5 画像と対応付けた分布図の概念図

2.3 システムの特長

岩盤スケッチ作業における、従来の方法に対するシステムの優位性を以下に述べる。

<スケッチデータの活用>

- ・スケッチしたデータが電子化されているので、今までスケッチ図をCAD上でトレースしてデジタル化するなどの処理をしていた後処理の作業が大幅に軽減できる。

- ・地質技術者によって作成されたスケッチ情報を、地質や岩盤等級などの区分を示す分布図の作成や、湧水や亀裂のみを示す分布図の作成など、用途に応じたさまざまな加工を実施することができる。

- ・スケッチや地質技術者の記録は画像上に示されるため、基礎岩盤面など建設当時の施工品質を示すとともに、視覚的に把握しやすい管理記録として残すことができる。

<スケッチの準備作業の軽減>

- ・スケッチ対象の位置を示すための、測量などの準備作業が大幅に省力化される。実物の長さを示す箱尺や巻き尺を撮影対象と同時に写すことにより、尺度をもった画

像となるため、画像上で寸法や傾斜角度の計測をマウスやタッチペンなどで簡単に実施することができる。

<スケッチ作業の省力化、精度の向上>

・岩盤やスケッチの全景を俯瞰できるので、描画を進めている箇所の位置を特定することが容易になる。そのため、岩盤から離れてみたり近接したりといった移動する労力が軽減され、スケッチ作業の効率が上がる。

また、画像を確認しながらスケッチを進めるので描画や記述の漏れや、位置の大幅なズレなどが少なくなる。

3. システムの適用と検証

ダムサイトの基礎岩盤面において、システムを適用し、同時に有効性を検証した。

I. スケッチ準備作業

撮影対象は、傾斜角約70度の斜面であり、撮影はほぼ正面から行った。写真-1に撮影対象とした斜面の処理前の画像を示す。枠で囲った斜面をスケッチの対象範囲とする。枠内の両端に示される実線は、長さ情報を示すスタッフ（長さ5m）を設置した位置である。また、破線は同様に巻尺を用いて水平距離（約20m）を計測した位置である。

当作業は、2人で半日程度掛った2.1①で示す従来の作業と比較すると、1人で約0.5時間であり大幅な省力化が図れた。

II. 地質図のスケッチ

撮影には一眼レフタイプのデジタルカメラ（Nikon D300, 焦点距離 $f=57\text{mm}$ ）を用いた。画像の有効画素数は約1,200万画素、撮影距離は約80mであった。なお、一眼レフタイプでなくてもシステムの利用は可能である。

写真-2に撮影状況を示す。

撮影された画像をPCに取り込み、開発したソフトを用いて正射投影化処理を行う。

岩盤スケッチは、ディスプレイ上に示される正射投影化された画像上に、タッチペンで描画した。写真-3に描画状況を示す。正射投影化された画像が写しだされたディスプレイ上に直接描画を行うため、すでに電子化されており、改めてCAD上でトレースする必要はない。また、画像が尺度を持っているため、現地で格子からの測量を行う作業も必要はない。2.1②④で示す従来の作業を省くことで大幅な省力化を実現した。

描画は、亀裂や地層境界など画像と実際の岩盤面を見比べながら特徴を捉え、背景の色や形状に対して、目立つ線の色や太さを自由に選択して進めた。また、岩盤面に近接してクリノメータや岩検ハンマーなどで岩盤の走向・傾斜を計測したり、岩盤等級や地質を調査しながら、画像上で全景を見て形状を確認し、得られた数値や特徴を画像上に記録した。そのため全景を俯瞰するために岩盤面から遠方に離れることは全くなく、2.1③で示す移動



写真-1 撮影対象の岩盤斜面



写真-2 撮影状況



写真-3 PC操作状況

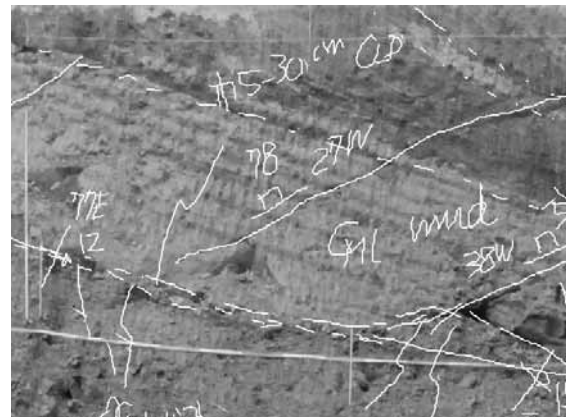


写真-4 スケッチ状況

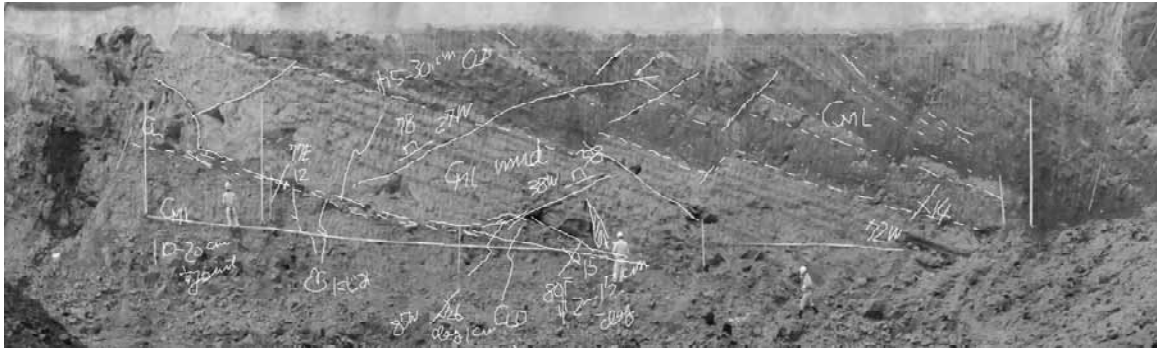


写真-5 スケッチ完了

作業を省くことができた。

Ⅲ. スケッチデータの後処理

スケッチは画像と一対であるため、2.1⑤で示される描画や記述漏れの確認などの検証作業も容易であった。

また、地層境界のみの分布図や岩盤等級と湧水個所のみを示す分布図の作成など、記録内容をレイヤで分けることにより、用途に応じたスケッチデータの加工を実施することができた。

写真-5に描画を終えた岩盤面の一例を示す。

4. システムの今後の活用に関する考察

現在のシステムでは、得られたスケッチデータを効率よく閲覧できる利便性を保有していない。そのための付加機能として、データベース機能の充実が課題である。岩質や岩盤等級などの特徴的なキーワードから、関連するデータを整理して抽出できる機能を保有することで、現地およびその周辺の岩盤の特徴を、より視覚的、定量的に把握することが可能になるものと考えられる。

5. まとめ

岩盤スケッチ作業を支援するシステムを開発した。本システムを用いた場合、従来の方法に対して以下に示す1)~5)の作業における優位性を現場適用により検証した。

- 1) スケッチの準備作業を省力化した。
- 2) 特徴点の位置を定める測量作業を省力化した。
- 3) 測量対象を調査する移動に掛る労力を省力化した。
- 4) 得られたスケッチ図を電子化する手間を省いた。
- 5) スケッチを画像と一対のデータとすることで、記録の検証作業を省力化した。

今後はシステムの試行を重ね、現地での運用をより容易にしていくとともに、データベース機能の付加など、システムの活用範囲の拡大を目指したい。

謝辞：土木事業本部土木技術部設計グループの牧田耕一課長には、現地で実際に本システムを利用してもらい、システムの活用に関する多くの有意義な意見をいただいた。ここに、紙面を借りて感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 例えば阿保寿郎, 松田浩朗, 清水則一：GPS と精密写真測量を組み合わせた斜面挙動監視, 電力土木, No.11, pp.108-111, 2007.

Summary In construction works, a sketch recording of the geological layers and bedrock, which are exposed after drilling a foundation, is an important document in order to proceed in post-process structure design and construction. In order to grasp the position of the sketch target, conventional bedrock sketching requires much time in the preparation work, such as installing a uniformly spaced grid pattern on the bedrock surface by rope, etc., accurately measuring the distance from the grid pattern by hand, and then establishing the position of cracks and layer boundaries by a geological engineer. Moreover, computerization of the acquired sketch also requires much time for repeat tracing, etc. The author, et al., have developed a “Support System for Rock Surface Drawing” in which geological engineers can freely carry out form drawings and finding descriptions, from a PC monitor displaying an orthophotographic projection of the bedrock surface. Using the system is laborsaving in preparation work and easier in the processing of the acquired sketch data. These features could be confirmed by the on-site experiment.

Key Words： Bedrock, Rock sketch, Foundation, Orthophotograph, Digital camera