

佐藤工業中央技術研究所 正会員 福島晴夫<sup>※1</sup>  
同上 正会員 林 伸幸<sup>※1</sup>

### 1. はじめに

トンネル・ダム・地下発電所等の自然の地盤・岩盤を構造物の一部として取り扱う工事では、掘削面に現れる地盤・岩盤の状態・分布、節理・断層などの割れ目の規模や連続性などの地質状況の把握が、完成構造物の信頼性ばかりでなく工事費用を左右する大きな要素である。

しかしながら、地質状況の評価は旧来から地質技術者による現地地質調査・観察に依存しており、技術発展による自動化・効率化・省人化の流れから取り残された分野の1つである。

ここで紹介する画像処理は、現場で撮影した岩盤の写真画像をデジタル化してコンピューターに取り込み、画像処理技術により岩質・割れ目の状態などが判定できるように写真を再構成し、地質技術者が岩盤分類や判定内容を記入して現場に送付する事により、地山判定の効率化と品質の向上を図ろうとした試みである。

### 2. 画像処理のダム岩盤への適用

地山掘削では、掘削後の法面の岩盤状態を的確に判断することが次工程の作業の安全確保や手戻りによる工程遅延の防止に重要である。

ここでは、熱水変質帯や断層、亀裂が発達した花崗岩岩盤に建設中のダム堤体掘削法面の岩盤判定に画像処理を適用した例について述べる。

ダム基礎岩盤の適性を判定する岩盤判定は、掘削法面高さ10mを1区切りとして発注者側の地質コンサルが地質図を作成し、ほぼ1ヶ月ごとに開催される発注者・コンサル・施工者で構成する岩盤判定会議により決定されているが、岩盤判定会議は掘削の後追いで開催されるために、岩盤状態が不良と判定された場合には、切り直しが必要となり工程遅延の原因となる。

この状況を改善するためには、施工者側の地質技術者が現場に常駐して掘削後直ちに岩盤判定を実施し、判定結果に基づいて発注者と協議の上施工を進める必要があり、現場に地質技術者が常駐できない場合は、“地質技術者が常駐し岩盤判定を行っている”と同様なシステムを仮想的に構築することにより敏速かつ精度の高い岩盤判定が可能になる。このような観点から、施工者側の地質技術者による岩盤判定資料の作成および不良地質箇所

### 3. 画像処理システム構成

ダム基礎岩盤掘削段階の岩盤判定に対する現場のニーズは、

- ① 現場技術者がダム基礎岩盤として不適切あるいは問題があると思われる地質状況に対する地質技術者による判定。
- ② 岩盤判定会議に施工者側資料として利用する対象法面（1段10m）全体の岩盤判定結果および連続写真の作成。
- ③ ダム岩盤法面全体にわたる岩盤判定結果展開図の作成とDB化。

これらのニーズに対応するために、現場で撮影した写真画像をパソコン通信を利用して担当部署に伝送し、岩盤判定後の画像を現場に返送するシステムを計画した（図-1）。

掘削法面は高さ5mを1段として幅30～50mを一度に掘削しており、現場では幅5m、高さ5mを1区画として撮影した写真と掘削位置を記入した図面を作成し担当部署に送付する。送付された写真は、明るさ・コントラストの調整、位置補正、ひずみ補正などの処理後、法面1段全体が1枚の画像に合成され、岩盤判定結果およびコメントを記入し返送される。

当初の計画では、画像データの受け渡しにパソコン通信を利用する予定であったが、現場周辺の通信環境や担当者の作業量を考慮し、現像後の写真を宅急便で送付する方法に変更している。

ハードウェアは、現場でも簡易な画像処理や結果のカラー出力が可能であること、画像処理結果を現場のパソコンでも再生・確認することができることを前提とし、専門知識が無くとも比較的容易に画像を

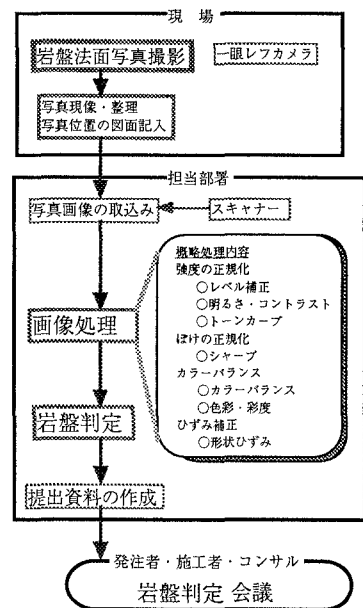


図-1 画像処理の流れ

<sup>※1</sup> 〒103 中央区日本橋本町4-12-20 TEL:03-3661-2297

取り扱うことのできるMacと大容量のデータを持ち運びできる光磁気ディスクおよびカラープリンタで構成している。

#### 4. 画像処理作業時間

岩盤の判定に要する作業は、現場における写真撮影、現像焼き付け、担当部署への送付などの現場における作業と、送付された写真の画像取り込み、画像処理、岩盤判定、判定結果の記入、報告資料の印刷・送付等、担当部署の作業に分けられる。

データ処理に要する時間は概ね表-1のようであり、作業の状況から

- ① 処理枚数の増加に伴い写真1枚当たりの処理時間は大幅に減少する。
- ② 処理枚数の増加に比例して写真の取り込み、画像処理、画像合成等、1枚ごとに写真を処理する作業の時間は増加するが、合成した写真の処理に必要な時間の変化は少ない。

など、処理枚数が増加すると処理効率が上がる傾向が認められる。また、写真の取り込み、画像処理、画像合成等は、ハードウェアの処理能力に依存している。

#### 5. 岩盤判定結果の比較

地質調査結果（岩盤判定会議資料）と画像処理による岩盤判定結果を図-2に示す。

これらの図について以下の状況が

認められる。

- ① 地質調査結果と画像処理結果は大きなずれがなく、かなり類似した岩盤判定結果が得られている。
- ② 岩盤状況が良好なCH級とやや不良～不良のCL、D級の分布はかなり類似した分布傾向を示しているが、中間的なCM級岩盤では両者の相違は大きい。

この原因として、地質調査が割れ

目に沿う地質不良部を着実に捕らえて判定しているのに対し、画像処理では割れ目の状況や狭在物等についての判定が困難であることに起因すると推定される。

また、画像処理の精度では、岩盤判定基準の岩盤状況および割れ目の状況の項に記述されている岩盤等級の違いを識別できないこと、岩盤判定基準には中間的な岩盤等級がないことなどがあげられる。

#### 6. まとめ

今回の適用結果から、概ね初期の目的を達することはできたが、さらに画像処理の精度を向上するためには、

- ① 写真撮影方法の改善
  - ② 対象岩盤の判定を補助できる定量的データ（ハンマー打撃、割れ目の狭在物等）の入手
- などが当面の課題であると考えられる。

ダム掘削法面の岩盤判定に画像処理を導入した結果、

- ① 岩盤判定会議の岩盤判定に対して、施工者側の岩盤判定に関する裏付けデータの確保。
- ② 掘削担当者の岩盤スケッチ等の作業軽減および掘削作業に対する注意力の向上。
- ③ 施工状況と関連づけた岩盤データベースの構築。

等、今後のダム岩盤掘削の効率化・省力化に寄与できる感触を得た。

表-1 画像処理に要する時間

| 写真枚数 | 写真取込 | 画像処理 | 画像合成 | 岩盤判定<br>画像作成 | 岩盤判定 | 判定結果入力 | 判定結果出力 | 合計時間 | 所要時間／枚数 |
|------|------|------|------|--------------|------|--------|--------|------|---------|
| 2    | 6    | 30   | 5    | 30           | 10   | 30     | 15     | 128  | 64      |
| 3    | 9    | 45   | 10   | 30           | 10   | 30     | 15     | 152  | 51      |
| 8    | 24   | 120  | 35   | 60           | 20   | 60     | 30     | 357  | 45      |
| 20   | 60   | 300  | 100  | 60           | 30   | 60     | 30     | 660  | 33      |

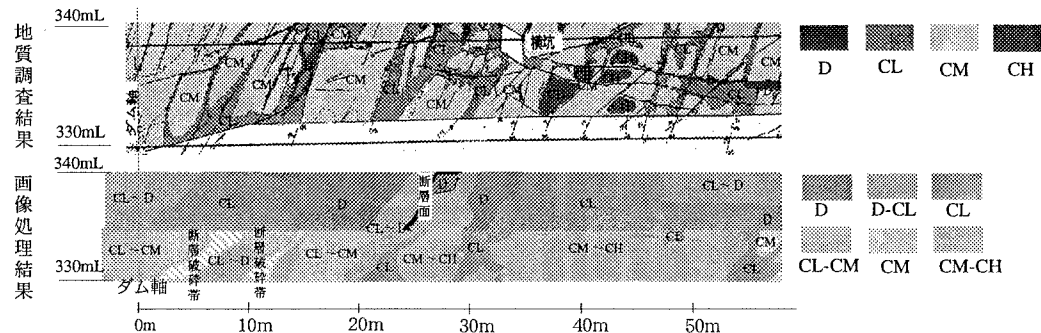


図-2 画像処理による岩盤判定結果