

(2)画像処理手法を用いた粒度解析の試み

東京電力㈱ 正会員 園部 保典
東京電力㈱ 小宮山 茂樹
応用地質㈱ 正会員 ○ 和 田 弘

Grain Size Analysis Using Image Processing Method

Yasunori SONOBE, Tokyo Electric Power Co., Inc.
Sigeki KOMIYAMA, Tokyo Electric Power Co., Inc.
Hiroshi WADA, Oyo Corporation

ABSTRACT

In general, when evaluating grain size distribution of soil, samples are used for grain size analysis. However, the maximum size of samples for grain size analysis is 100 mm and under in diameter, so when using samples containing large pieces of cobble, representative cobble size and cobble content are assessed by our own eyes. Thus only a qualitative evaluation is possible for cobbles and the entire grain size distribution cannot be obtained.

We tested the use of image processing for a quantitative grain size analysis of so-called gravelly soil containing large pieces of cobble. The picture of the outcrop taken at the site was input to the image processing system by a scanner and the grain size distribution on the surface of the outcrop was evaluated by extracting pieces of cobble.

By synthesizing this result and the result of the grain size analysis using samples, the grain size distribution of the entire outcrop was obtained.

1. はじめに

一般に、地山の粒度分布を調べる際には、サンプリングされた試料を用いて粒度分析試験を行うことになる。しかし、粒度分析試験の対象となる試料は $\phi 100\text{mm}$ 程度以下のものであり、それより大きな礫を含む場合には代表的な礫径や礫の含有率を観察者の目を通して表すことになる。このため、径の大きい礫については定性的な評価となり、全体の粒度分布を求めることはできない。

筆者らは、巨礫を含むいわゆる礫質地盤において定量的な粒度解析を行うために画像処理手法の利用を試みた。原位置において撮影した露頭の写真をスキャナーから画像処理装置に入力し、礫を抽出することによって対象露頭での粒度分布を求めた。この結果とサンプリング試料を用いた粒度分析試験結果とを合わせることによって露頭全体の粒度分布を求めることができた。ここでは、今回用いた画像処理システムの概略と処理手順およびその結果について報告する。

2. システム構成

今回、露頭表面を対象とした画像処理を行うに当たって構築したシステムの基本構成を図-1に示す。

このシステムには、その目的から次のような機能を有するものを選定した。

- (1) 35mm カラーフィルム、カラープリントを入力データとする事が可能。

露頭の画像記録方法として最も一般的に利用されている 35mm カラーフィルムのネガまたはプリントから直接に画像データを入力できるように、フィルムスキャナーおよびデジタルカラスキャナーを備えた。

- (2) 高分解能を有すること。

露頭等の比較的広い範囲に分布する大～小の礫を詳細に判別・抽出するために、1920×1035 ドットの高分解能を持つものとした。

- (3) カラー画像解析が可能であること。

地質情報の内で重要な要素である色情報についての解析が可能であり、また、処理画像のカラー出力が可能であるシステムとした。

- (4) 画像に対する各種の補正、フィルタリングが容易に行えること。

露頭の画像から様々な大きさ、色を持つ礫を精度良く抽出するためには、補正やフィルタリングを繰り返し行い、数多くの試行錯誤を行わなければならないことが予想された。このため、これらの操作を比較的容易に行えることが作業効率上必要と考えた。

なお、これらの特徴は、露頭からの礫の抽出だけでなく、トンネル等の掘削面の観察や試験試料観察等、土木・地質分野における他の用途においても有効な機能である。

3. 処理手順

3-1. 露頭写真の撮影

露頭写真の撮影は、画像処理における入力データを得るものであり、重要度の高い作業である。そこで、撮影前に露頭の表面を削って新鮮な部分を出したり、余分な雑草等を取り除くなどの他に、次のような点に留意した。

- (1) 画像中に実スケールおよび色調の

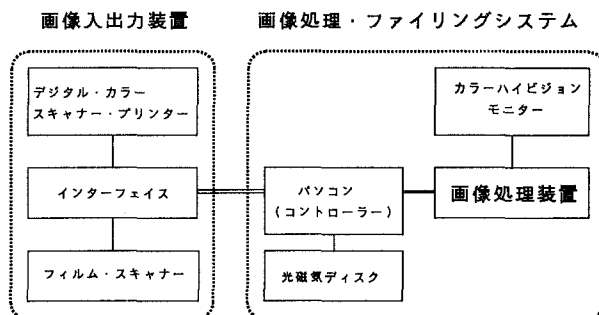


図-1 画像処理システム構成図

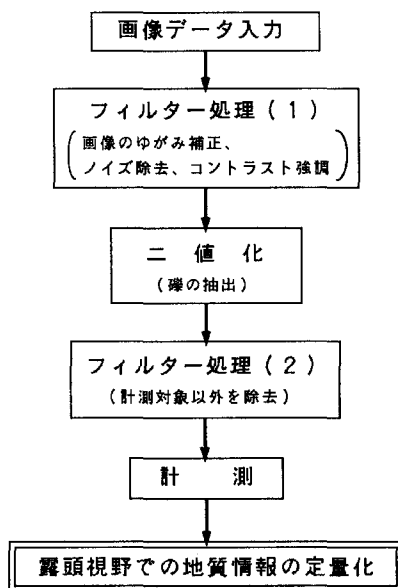


図-2 画像処理フローチャート

基準を入れた。

画像処理は全て画面上のドットを単位として行われるため、これを日常用いている長さや面積の単位に置き換える必要がある。その基準として、画像中に標尺を入れて撮影した。また、カラー解析を行う際の色の基準としてカラーチャートを入れた。

(2) できるだけ画像にゆがみが生じないようにし、また、後での補正が容易になるようにした。

撮影は露頭の正面から行うように心がけたが、現場では必ずしもそうはできない。このため、露頭の傾斜角や露頭面とカメラの軸線とのなす角を記録し、後の補正時に参考にするとともに、前項で述べたカラーチャートの形状を画像のゆがみを表す指標とした。

(3) できるだけ礫とマトリックス部とのコントラストが明瞭な画像を得る。

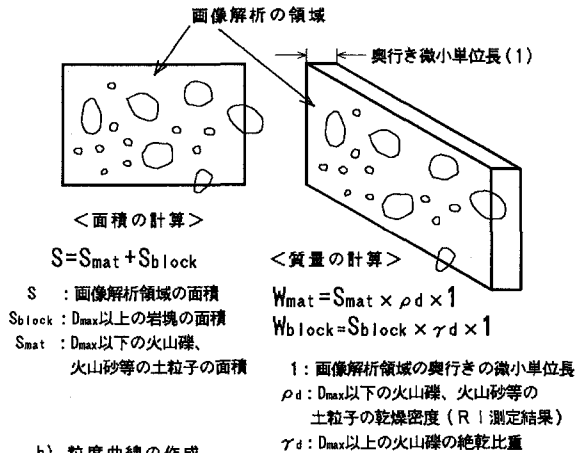
撮影時の明るさや陰影に注意し、また、ストロボやフィルターを用いてできるだけ礫部分が明瞭に撮影されるようにした。

3-2. 礫の抽出と粒径分析

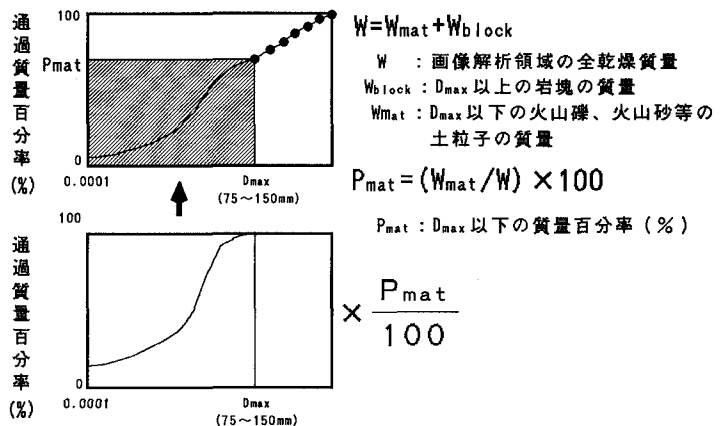
露頭写真からの礫の抽出・粒径等の計測の流れを図-2に示す。礫の面積を求めるには、抽出され

た礫部分の画素数を画像中の標尺より求める換算値から算出する。礫径は、この面積に等価な円の直径として定める。こうした処理結果と露頭から採取した攪乱試料を用いた粒度試験結果、露頭でのR I測定結果を組み合わせ、礫およびマトリックス部の質量を求め露頭規模での粒度分布を得た。これらの処理の方法を図-3に示す。

a) 計算方法



b) 粒度曲線の作成



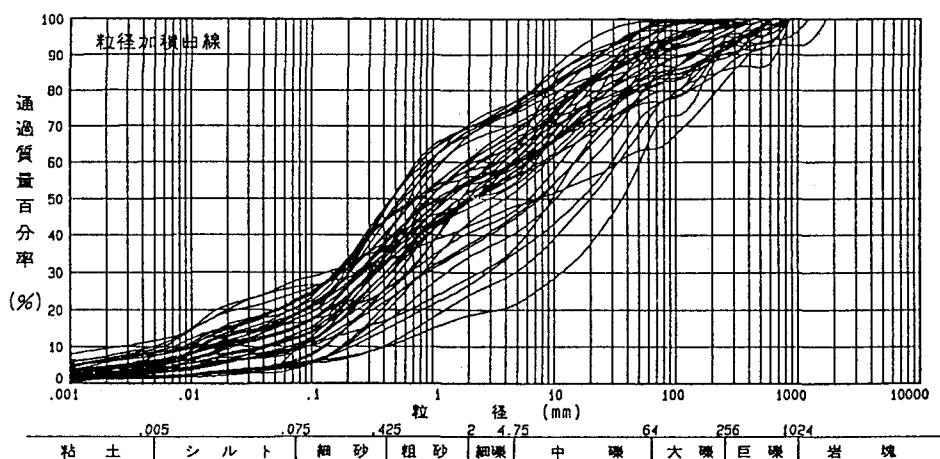
4. 処理結果

以上の手順に従って得られた粒径加積曲線の例を図-4に示した。通常の室内試験で得られるものよりはるかに大きい礫径 ($\phi 100\text{cm}$ 程度) までの通過質量百分率が得られている。ただし、ここで注意すべき点は、画像処理によって得られた粒径は、あくまでも露頭表面で見られるものであり地山内部に埋まっている部分を含んだ実際の礫径ではない。従って、そこから得られる粒度分布も実際のものと

図-3 画像処理による粒度分析方法

は異なり過大（または過小）に評価される可能性があることである。しかし、この点に関しては露頭に対し数多くの礫を抽出、処理することによってある程度解消できると考えている。

図一5に、入力画像とその処理画像の例を示した。露頭で観察される礫のほとんどは抽出されているが、中には抽出されていない礫があったり、礫以外のものを抽出している可能性もある。この問題に対しては、画像中の礫とマトリックス部分とのコントラストにもよるが、画像処理過程の中でマニュアルによる判断操作を加えることで、観察結果により近づけることができる。



図一4 画像処理により得られた粒径加積曲線の例

5. まとめ

礫質地盤において定量的な粒度解析を行うために画像処理手法の適用を試み、当初の目的を一応達することができた。しかし、今後の課題として次のようなことがあげられる。

(1) 礫の抽出精度の向上。

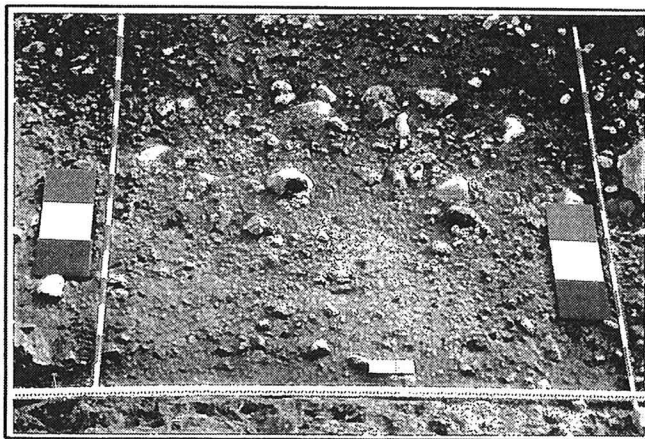
- ・ 礫とマトリックス部とのコントラストをより鮮明に出すような撮影条件や他の画像記録方法の検討。
- ・ より効率的かつ精度の良いフィルタリングを始めとする処理方法の検討。

(2) 解析より得られた礫径の評価。

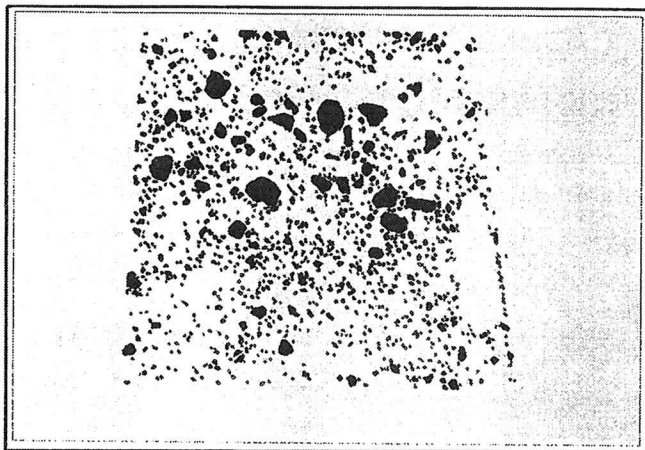
- ・ 露頭表面での礫径と実際の礫径との差をどのように評価するか。また、その差をキャンセルするために統計的に十分な礫の個数の検討。
- ・ 礫の形状等他のパラメーターを加えた評価方法の検討。

(3) 画像のゆがみに対するより誤差の少ない補正方法の検討。

今後は、これらの課題を解決し、より精度良くまた、効率良く解析ができるように検討を行っていくと共に、土木・地質調査における画像処理手法の適用の拡大を積極的に図っていきたい。



a) 画像処理装置に取り込んだ露頭写真



b) 画像処理による礫の抽出図

図-5 入力画像 (a) と処理画像 (b) の例

(参考文献)

- 1) 升本、森、弘原海：デジタル画像処理の岩石記載への適用、情報地質(7)、PP55～66、1982.
- 2) 升本、森、山内、古谷：画像処理による礫層の性状解析、日本応用地質学会昭和57年度シンポジウム及び研究発表会、1982.10.
- 3) 長谷川、興水、中山、横井：画像処理の基本技法、技術評論社、1986.10
- 4) 草深、西村、田中：画像処理による岩盤節理抽出手法の研究、土木学会第45回年次学術講演会、1990.9.