

III-328 岩盤不連続面計測システムの開発(第1報)

関西電力(株) 正会員 打田 靖夫 内藤 栄康  
 アジア航測(株) 正会員 土居原 健 池田 達男  
 正会員 織田 和夫 落合 達也

1. はじめに

近年、ダムなどの大型構造物の基礎地盤、大規模切取斜面、大型地下構造物等の安定性を検討する上で岩盤の不連続面(節理・断層など)の影響を評価することの重要性が高まっているが、まだ適切な評価方法が確立されていないのが現状である。そこで、岩盤の不連続面を遠隔から効率よく定量的に計測し、性状を評価する方法として、岩盤不連続面計測システムを考案した。今回は、目下開発中の岩盤不連続面計測システムに関して以下に示す項目について報告する。

- ・岩盤不連続面計測システムの概要
- ・画像処理による岩盤の不連続面抽出方法の検討

2. システムの概要

岩盤不連続面計測システムは、岩盤のステレオ写真をもとに、画像処理技術を用いて岩盤の不連続面の方向・位置・大きさを3次元的に計測し、岩盤の性状の解析に役立てようとするものである。本システムは、岩盤撮影サブシステム、岩盤不連続面計測サブシステム、および岩盤不連続面解析サブシステムの3つのサブシステムから構成される(図-1、図-2)。

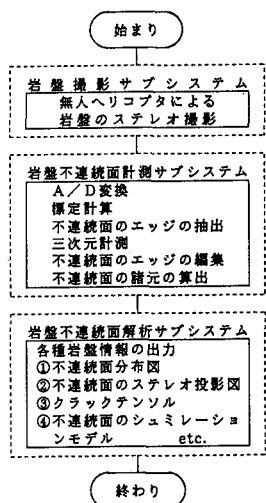


図-1 システムの概略フロー

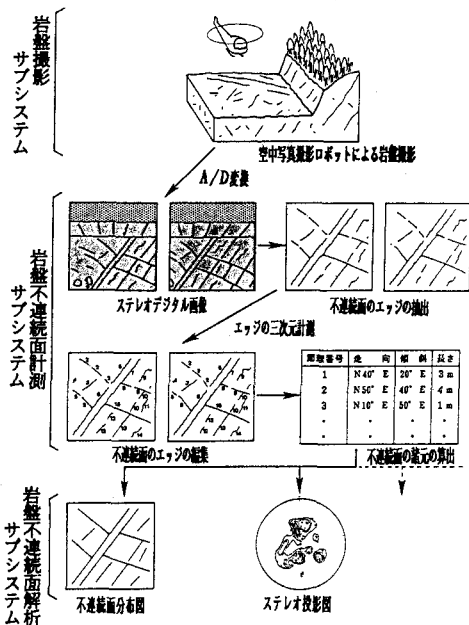


図-2 システムの概略イメージ

- ① 岩盤撮影サブシステム  
 岩盤のステレオ写真の撮影を行う。ラジコンヘリコプタに撮影機器を搭載した空中写真撮影ロボット<sup>1)</sup>を用いることにより、広範囲にわたる岩盤の撮影が可能である。
- ② 岩盤不連続面計測サブシステム  
 ・ステレオ撮影された1組もしくはそれ以上の写真をデジタル数値画像データとしてコンピュータに読み込む(A/D変換する)。

- ・ 3次元計測に必要なステレオ写真の標定計算を行う。
- ・ 画像から不連続面の境界線(エッジ)を自動抽出する。
- ・ エッジの3次元計測を行う。
- ・ エッジを不連続面ごとにグループ分けする(不連続面のエッジの編集)。
- ・ 各不連続面ごとに位置と方向、長さを算出する(不連続面の諸元の計算)。

③ 岩盤不連続面解析サブシステム

岩盤評価のための情報(不連続面分布図・不連続面のステレオ投影図(シュミットネット)・クラックテンソル・不連続面のシミュレーションモデルなど)を算出する。

3. 画像処理による岩盤の不連続面抽出方法の検討

岩盤不連続面の自動抽出を行うため、岩盤写真の画像処理実験を行った。岩盤の不連続面は、画像上では岩稜部のように明度が階段状に変化する部分(ステップエッジ)や、割れ目のように明度が線状(細い带状)に異なる部分(ラインエッジ)として現れる(図-3)。そこで、岩稜部の抽出には、ステレオビジョン用に開発された関の方法<sup>2)</sup>を、また割れ目の抽出にはX線写真解析用に開発された鈴木<sup>3)</sup>の線抽出円形フィルタ<sup>3)</sup>をそれぞれ採用した。

抽出原画像を図-4に、自動抽出結果を図-5および図-6に、人間による判読結果を図-7に示す。両者の比較より、人間による判読結果の約70%の部分がエッジ抽出結果と関係付けられた(表-1)。自動抽出結果の中で判読結果の一致しない部分は、判読された不連続面上にあるトレース部以外の岩稜部・割れ目部や、不連続面とは関係の無いエッジなどである。

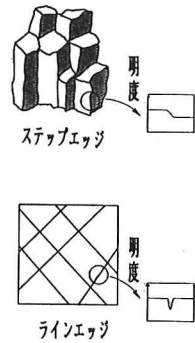


図-3 ステップエッジとラインエッジ



図-4 抽出原画像



図-5 ステップエッジ抽出画像



図-6 ラインエッジ抽出画像

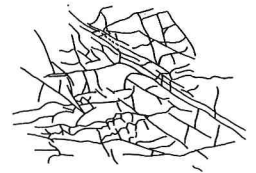


図-7 不連続面の判読図

4. まとめ

- ① 画像処理による自動抽出により、人間による不連続面トレース図の約70%が、自動抽出結果と関連付けられた。
- ② 今後の画像処理上の課題として、岩盤不連続面に関係の無いエッジの除去方法の検討、人間の写真判読時に利用される知識の検討、判読結果と一致しなかった自動抽出エッジの中の岩盤不連続面情報の利用方法の検討、分断された抽出エッジの結合方法などが挙げられる。

表-1 エッジの抽出結果

	ステップエッジ (関の方法)	ラインエッジ (鈴木の方法)
抽出率(%)	71	69
誤認率(%)	57	88

抽出率: (自動エッジ抽出に対応する判読トレース長)/(判読トレース全長)  
 誤認率: (判読結果と対応しない自動抽出エッジ長)/(全自動抽出エッジ長)

参考文献

- 1) 打田, 内藤, 古市: 空中写真撮影ロボットの開発, 電力土木 No.218, P47-57, 1989.1
- 2) 関, 関口: ステレオビジョンのためのエッジ抽出法, 信学技報, PRL84-74, pp.73-82, 1985.
- 3) 鈴木: 肺癌検出を目的とした胸部X線画像解析システム, 第16回画像工学コンファレンス論文集, pp.145-149.