

Ⅲ-A376 スキャナーによるX線フィルム画像データ解析システムの開発

長岡技術科学大学 正会員 杉本 光隆

長岡技術科学大学 三崎 将人

長岡技術科学大学 門口 健吾

1. はじめに

シールド工法の切羽安定性問題のような地盤の変形・破壊挙動を、模型実験により検討する場合に用いられる手法の一つとして、X線ラジオグラフィ法がある。この方法は、X線撮影されたX線フィルムから、地盤の変形・破壊挙動を座標値化して定量的に把握しようとするものであるが、X線フィルムの座標値解析が、人による目読、またはデジタイザーにより行われているため、解析に要する時間、人為誤差の影響による精度のばらつきが問題とされている。そこで本研究では、X線フィルムの座標値解析方法として、スキャナー(分解能 800dpi)を利用した画像データ解析システムを開発し、解析時間の短縮、人為誤差を無くすことによる精度の向上を試みた。ここでは、開発した解析システムの概要および解析精度について報告する。

2. X線フィルム画像の特徴

本研究に用いたX線フィルムは、土中の変位を把握するために、土中に直径2mmの鉛球を配列してX線撮影されたもので、フィルム上に鉛球像が得られている。このX線フィルムの特徴は、以下の通りである。

- ① 白黒画像である。
- ② X線が散乱するため、画像が鮮明ではない。
- ③ 直径2mmの鉛球を用いているが、その大きさでは土とのX線吸収の差が小さいため、画像上の鉛球像と土の濃淡の差が小さい。
- ④ X線フィルムの中心部と外縁部では、X線の土の透過距離が異なることから、画像ベースが中心部では濃く、外縁部ではうすくなる。
- ⑤ X線フィルムの汚れ・キズ等の影響により、画像の濃淡にノイズが入る。

3. 画像データの解析

X線フィルムをスキャナーにより取り込んだX線フィルム画像は、プログラムによる処理を可能とするために、画像の濃淡を数値化したテキストファイルに編集し、画像データファイルとして保存した。このとき、画像の濃淡は16進数により表されている。先に述べたX線フィルム画像の特徴は、精度への影響因子とも考えられるため、以下の対策をとり影響を低減させた。また、X線フィルム画像データ解析プログラムの考え方を図-1に示す。

- ① グレー階調の利用(特徴の①に対応)
- ② 鉛球の範囲の濃淡の集計(特徴の②、⑤に対応)

図-1-(a)に示すように鉛球の直径2mmをピクセル数に換算して、円形の範囲としたものを濃淡の集計範囲とする。この範囲を1ピクセルずつ移動させ、各範囲内の数値の合計を求める。この合計値が最小値となる部分を鉛球像の候補とする。

- ③ 階調のスケーリング(特徴の③に対応)

X線フィルムの明るい部分と暗い部分を同じ範囲の階調に換算し、濃淡の違いによる影響を低減する。スケーリングは次式により行う。

キーワード：X線ラジオグラフィ法，X線フィルム，スキャナー，解析

連絡先：〒940-2136 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学

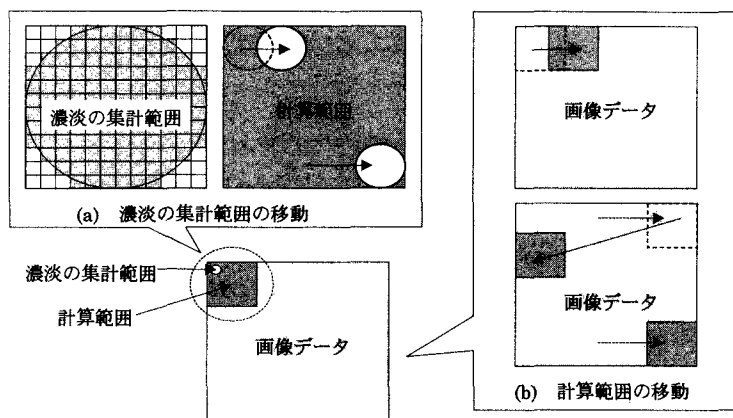


図-1 X線フィルム画像データ解析プログラムの考え方

$$x' = (x - \min) \times \frac{255}{\max - \min}$$

x : 10 進数データ

x' : スケーリング後の 10 進数データ

$\max$: 計算範囲内の最大値

$\min$: 計算範囲内の最小値

④ 計算範囲の細分化（特徴の④に対応）

画像全体を一度に処理すると画像ベースの濃淡の影響を受けてしまうため、1 回の計算範囲を定めておいて、その計算範囲を画像データ上で移動させ、また、スケーリングを同時に行い、濃淡の影響を低減する。

（図-1-(b)）

図-2 として、フローチャートを示す。

4. 解析精度

2 点が存在する画像を 30 回取込み、2 点間距離の標準偏差を求め、デジタイザーの精度と比較した。精度の検討に用いた画像を図-3、結果を表-1 に示す。図-3 において、2 点の中央付近にある小さい点が、プログラムにより求めた座標値を示す点である。

5. 解析時間

デジタイザー、パソコンの比較を行った。各条件は以下のとおりである。結果を表-2 に示す。

デジタイザー：1 点の読み取りを 10 秒とし、1000 点の座標値を読み取る。

パソコン：CPU 400MHz、128MB メモリー、画像データ範囲 1cm 四方あたりの解析時間を 4 分とし、40cm × 30cm の画像データを処理する。

6. まとめ

- ① スキャナーを用いた本解析システムを用いることにより、デジタイザーの 2 倍以上の精度で座標値を求めることができた。
- ② パソコン（Excel97-Visual Basic Editor）によって処理を行ったため莫大な解析時間を必要としたが、解析中に他の作業を行えることから、労力の削減には有効と考えられる。時間短縮のためには、計算アルゴリズムの改良、ワークステーションの利用が必要である。

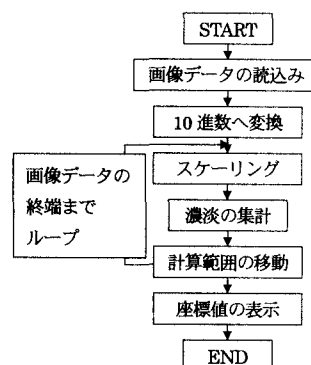


図-2 フローチャート

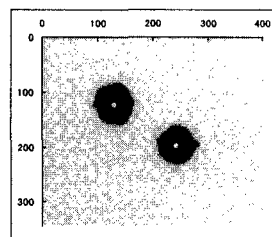


図-3 精度の検討に用いた画像

表-1 解析精度の比較

	標準偏差(mm)	比率(%)
デジタイザー	0.066	100
スキャナー	0.026	40

表-2 解析時間の比較

	解析時間
デジタイザー	2 時間 47 分
パソコン	80 時間