

関西大学大学院理工学研究科
 関西大学学長
 関西大学環境都市工学部
 西日本高速道路エンジニアリング関西（株）

学生員 ○大藤 貴也
 フェロー 楠見 晴重
 正会員 寺田 道直
 正会員 上出 定幸

1. はじめに

我が国の道路は、高度経済成長期に急ピッチで整備されてきた。それに伴って建設された膨大な数の吹付け法面は、現在劣化が進んでおり、これらの吹付け法面の安定性、耐久性を、効率良く把握、評価する必要がある。吹付け法面の安定性に関わる問題は、背面地山の風化や変動が大きく影響するため、物理探査を用いる方法がとられている。しかし、単独の探査では解釈に限界があり、複数の探査で評価することが望まれる。そこで、本研究では弾性波探査、表面波探査、電気探査に着目し、原位置で得られた各々のデータを自己組織化マップ^{1)~3)} (Self-Organizing Maps : SOM) に適用することで、複数の探査結果の複合的評価を試みた。

2. 自己組織化マップ (SOM)

SOM は、ヘルシンキ大学のコホネンによって 1979 年に発表された教師なしニューラルネットワークの一種である。SOM の大きな特徴は、物理量の異なる高次元データ間の非線形な統計学的関係を、簡単な幾何学的関係に変換することができることである。具体的には、類似した特徴を持つデータは近くに、異なった特徴を持つデータは遠くに配置されたマップを作成し、高次元のデータを二次元平面に写像することができる。作成したマップ上の初期クラスター候補群に対してクラスター分類を行い、各クラスターの特徴を定性的に読み取ることで複合的な評価を行う。図-1 に SOM の計算過程を示す。始めに、入力ベクトルとは別に、入力ベクトルと同じ次元をもつ個々のノードを 2 次元平面にランダムに配置されたベクトルを与え、マップを初期化する (図-1 (a))。その後、マップに対して入力ベクトルを学習させ、個々のマップ上でのノードと入力ベクトルを比較し、データ間の類似度を表すユークリッド距離が最小になる勝者ベクトルを探索する (図-1 (b))。次に、勝者ベクトルおよびその周辺の近傍ベクトルは入力ベクトルを学習する。近傍サイズは学習とともに小さくしていく (図-1 (c))。勝者ベクトルの探索と学習を複数回繰り返すと、マップ上では類似性の高いベクトルが隣接するように配置され、マップのクラスター化が可能となる (図-1 (d))。最後に、クラスター化されたマップに対して入力ベクトルを当てはめることによって、各入力ベクトルがどのクラスターに分類されるかが分かる (図-1 (e))。

また、本研究ではクラスタリング手法に k-means 法⁴⁾を用いた。非階層型クラスタリング手法の 1 つである k-means 法は、マップ上に形成された各クラスター候補群の重心が最適値になるように、クラスを分割することができる。そのため、SOM から得られるマップ図を客観的にクラスタリングすることができる。

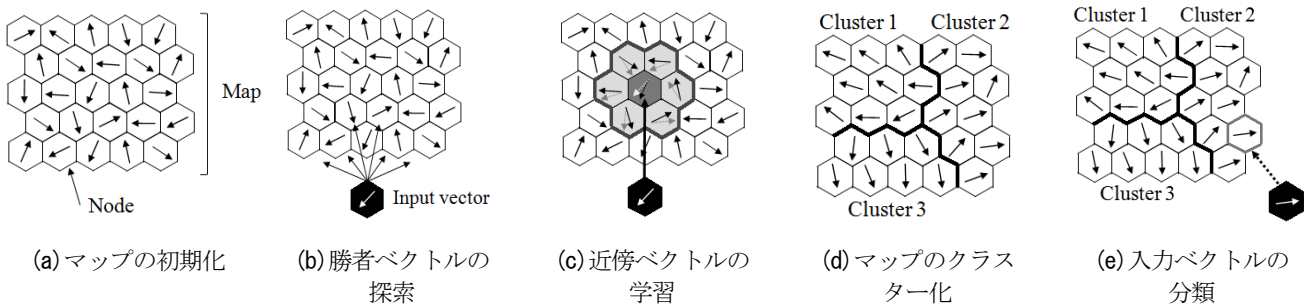


図-1 SOM の計算過程

3. 研究対象法面

本研究の解析対象地区は、福井県小浜市の舞鶴若狭自動車道沿いにある長さ約 40m、高さ約 20m の切土法面である。法面は 3 つの小段により分けられ、それぞれに種子吹付工が施されている。土質は主に、堆積土、崖錐堆積土、珪質粘板岩、砂岩である。

4. 法面の地盤物性評価

SOM による複合評価には、弾性波探査、表面波探査、電気探査により得られた図-2 に示す P 波速度、S 波速度、比抵抗を用いた。k-means 法により分類された各物理量のマップ図（図-3）と分類結果（図-4）によって、各クラスの特徴を次のように考察できる。表層付近のクラスター4 は風化の影響を受けて脆弱化しており、クラスター3 は高含水率、クラスター2 は低含水率、クラスター1 は最も硬質であると考えられる。

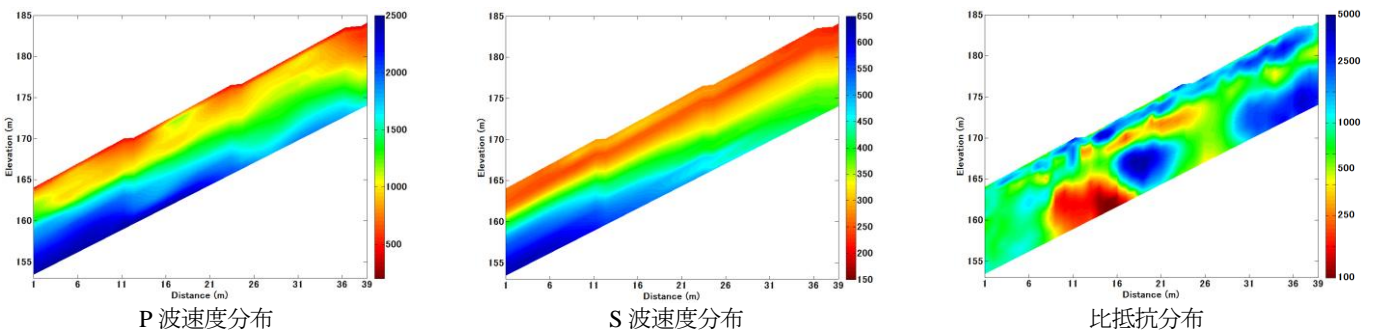


図-2 物理探査の測定結果

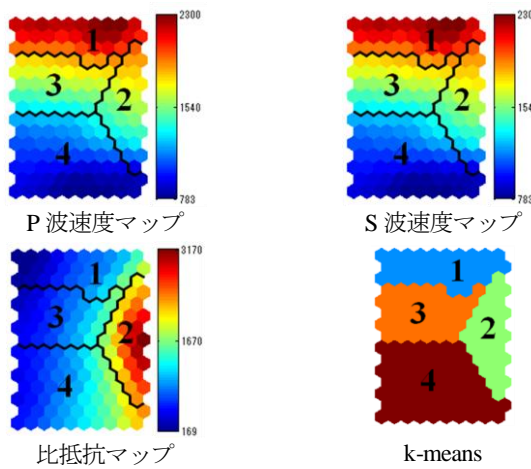


図-3 k-means法により分類された各物理量のマップ図

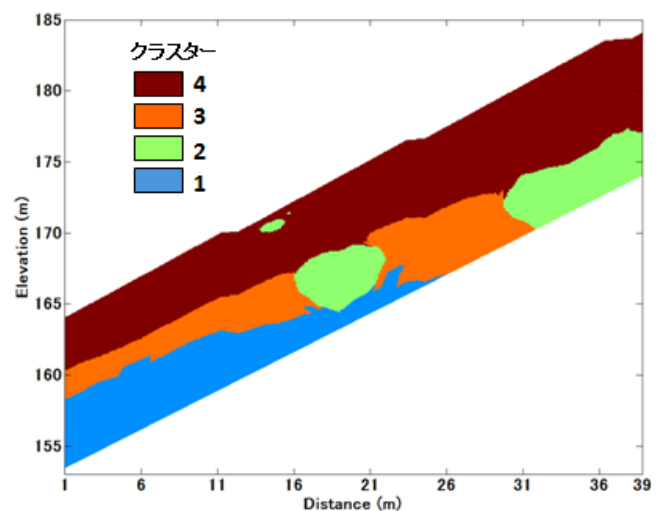


図-4 分類結果

5. 結論

本研究では、3種の物理探査から得られた異なる物理量を、SOM と k-means 法を用いてクラスタリングを行い、法面の物性を評価することができた。今後の展望として、経時的に測定を行なっていくことで、風化や帯水状況といった地盤内部の状況の変化を評価することも可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 徳高 平蔵, 藤村 喜久郎, 山川 烈 監修: 自己組織化マップ応用事例集 SOM による可視化情報処理, 海文堂, 2002.
- 2) Kohonen, T.: *Self-Organization and Associative Memory*, Heidelberg: Springer, 1984.
- 3) 宮川 歩夢, 辻 健, 松岡 俊文, 山本 剛: 自己組織化マップを用いた複合物理探査による堤防内土質形状の分類, 土木学会集 C, Vol.66, No.1, pp.88-99, 2010.
- 4) 宮本 定明: クラスタ分析入門 ファジィクラスタリングの理論と応用, 森北出版株式会社, 1999.