

関西大学大学院

学生員 ○増満 岳也

関西大学環境都市工学部

フェロー 楠見 晴重

関西大学環境都市工学部

フェロー 大西 有三

NEXCO エンジニアリング関西

正会員 上出 定幸

1. はじめに

我国の道路は、高度経済成長期に急ピッチで整備されてきた。建設された膨大な数の法面は、現在劣化が進んでおり、これらの法面の安定性、耐久性を、効率良く把握、評価する必要がある。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、電磁探査に着目し、原位置で得られた各々のデータに自己組織化マップを適用することで、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

自己組織化マップ (Self-Organizing Maps ; SOM)^{1)~3)}とは、ヘルシンキ工科大学のコホネン教授によって発表された教師無しニューラルネットワークの一種である。特徴は、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離れた位置に、類似度を距離で示したマップを作成することである。また、高次元のデータを2次元平面に写像することが可能である。図-1に、解析フローチャートを示す。始めに、解析を行う前の準備として、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に2次元平面で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))。マップの初期化後、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近傍関数に従って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に分類されるかが分かる(図-1(e))。

また、本研究では客観的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、クラスを分類することができる。そのため、自己組織化マップ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。

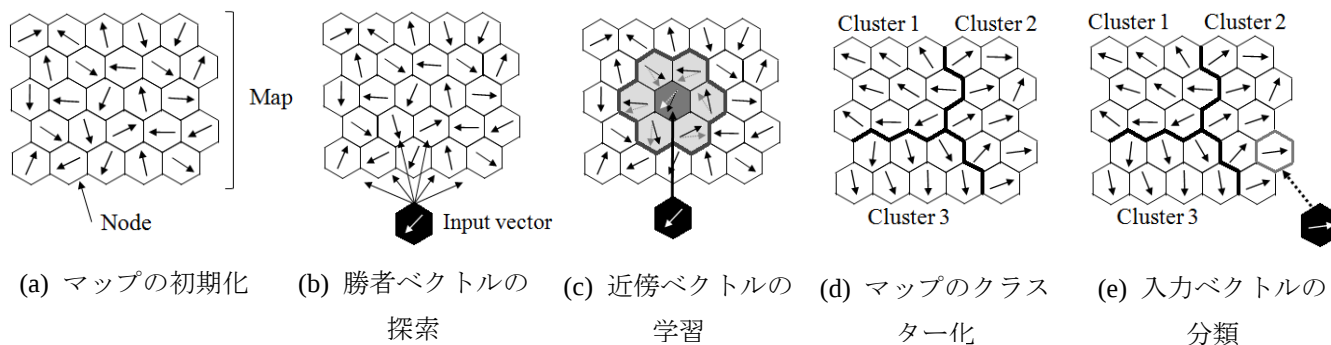


図-1 自己組織化マップ解析フローチャート

3. 研究対象法面

本研究の研究対象地点は、福井県小浜市の舞鶴若狭自動車道に隣接した測線長約 40m、高さ約 20mの種吹付工が施された切土法面である。対象法面は2つの小段で分けられており、下方から順に第1法面、第2法面、第3法面と区別している。勾配はいずれも 1:1.2 である。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

図-2 に示すように、SOM による総合評価には、P 波速度分布、S 波速度分布、比抵抗分布の結果を用いた。図-3 は SOM によって求めた各探査のマップ図を示している。図-4 は k-means 法によりクラスタリングした結果を示している。図-5 は斜面の分類結果を示している。これらの図によって各クラスの特徴を見ることができる。また、各探査の物理量などから次のような岩盤性状が考察できる。表面付近のクラス 5 は、物理量が低いことから風化の影響を受けている点、クラス 4 は比抵抗値が高いことから間隙が多い点より注意すべき部分である。P 波速度、S 波速度が速いクラス 1 は硬質で高含水率であると推定できる。クラス 2 は、クラス 1 より劣るが硬質で高含水率であり、クラス 3 は P 波速度・S 波速度が若干低く、比抵抗値が若干高いのでやや軟弱、含水率がやや低い部分である。

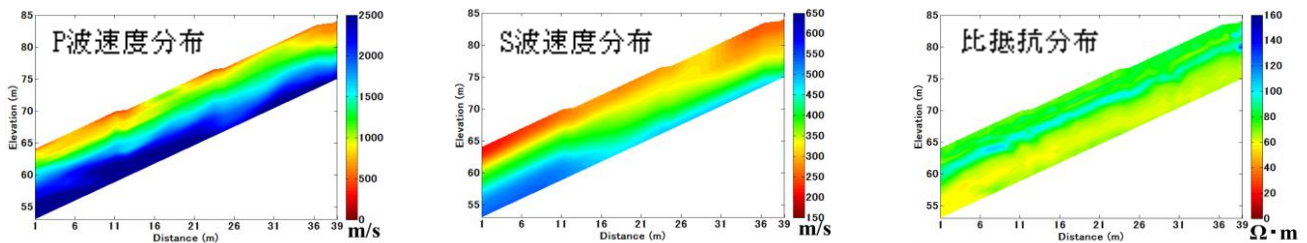


図-2 物理探査の測定結果

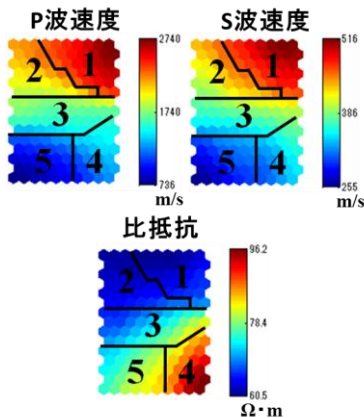


図-3 各探査のマップ図



図-4 クラスタリング結果

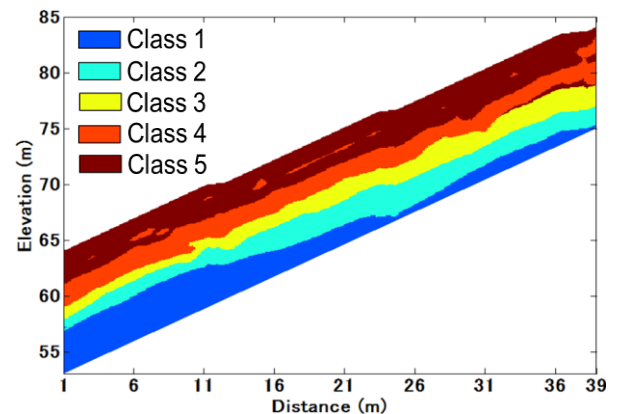


図-5 斜面の分類結果

5. まとめ

本研究では、3つの物理探査から得られた次元の異なる物理データを、SOM を用いて 2 次元のマップに写像し、クラスタリングを行った。その結果、斜面を特徴ある 5 つのクラスに分類することができた。各クラスが有する特徴とボーリング結果から物理探査の複合評価手法として有効であると考えられる。今後の研究方針として、更なる計測による分類図の信頼性や整合性の向上、更には、法面の非破壊モニタリングの実用化を目指す所存である。

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. : Simultaneous order in nervous nets from a functional standpoint, *Biological Cybernetics*, Vol.50, pp35-41, 1982.
- (3)Kohonen. T. : *Self-Organization and Associative Memory*, Heidelberg: Springer, 1984.
- (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.