

主成分分析法を用いた冬期の切り取り斜面の挙動把握

電力中央研究所 正会員 小早川 博亮
 東京電力株式会社 岸 裕和
 電力中央研究所 正会員 坪野 考樹

1. はじめに 切り取り斜面の挙動の計測を行う場合、光波測量による斜面の水平方向変位の計測は有効な計測法の1つである。この場合、通常は多数の標点の連続自動測量が行われ、法面挙動に関する多くの情報が得られる。一方、主成分分析法¹⁾は多くの変量の値を、できるだけ情報の損失なしに1つまたは少数個の総合的指標(主成分)で代表させる方法で、多変量データを要約する1つの有力な方法である。

冬期の切り取り斜面の挙動を図1の標点配置で光波測量により計測した結果、地盤の凍結・融解によると考えられる変動が認められた。変動の量・時期は場所に応じて異なっていたが、多変量データであるために卓越した変動の把握は困難な上、多大な労力を必要とした。本報ではその時期や変動パターンの容易な把握を目的とし、上記の主成分分析を行った結果について報告する。

2. 分析方法と計測データ 光波測量は、対象とする法面から約500m離れた場所で、約30個の標点を巡回しながら1~24回/日の頻度で行っている。本報告ではこの30標点のうち図1に示す19箇所のデータを対象とした。また、冬期の変動の分析を目的とし、12月初旬から4月末までの135日間の日平均のデータについて解析を行った。データの平均値と分散を表1に示す。分散は法面に比べて地山で大きい傾向があり、地山での変動幅が大きいことを示している。地山と法面での代表的な変動の例を図2に示す。

3. 分析結果 表1に示す分散の最大(KL-1: 2.47E-05)は、最小(KL-9: 4.85E-07)の約50倍である。この場合、分散・共分散行列による主成分分析を行うと、分散の小さな標点の重みが小さくなるため、変量を標準化した相関行列を用いて主成分分析を行った。

(1)固有値と固有ベクトル

表2に第1~第3主成分の固有値、寄与率、累積寄与率を示す。第1主成分は、もとの変量の分散の半分(53%)を説明している。また、第1、第2主成分の累積寄与率が76.7%で、変動の傾向をほぼ捉えていることから、第2主成分までを分析の対象とする。

第1、第2主成分の固有ベクトル成分をコンターであらわしたものを図3.1-2に示す。第1主成分は全域で正の値であることから斜面全体の同じ方向へ変動で、第2主成分は地山と法面で正負が逆転している傾向にあることから、地山と法面の境界を軸とした回転を示す変動をそれぞれ表している。

(2)主成分得点

135日間の計測データについて主成分得点を計算し、その経時変化を図4.1に示す。第1主成分得点の正は山側への変動、負は谷側への変動を表しており、得点の傾向は1~3月初旬にほぼ負で3月中旬以降はすべて正となる。これは斜面全体が1~3月初旬に谷側へ変位し、3月中旬以降に山側へ変位していることを表している。また、第2主成分得点の正は(上部の地山:山側,下部の法面:谷側)の変動を、負は(上部の

表1 各標点の平均と分散

標点名	位置	平均(m)	分散
KL-1	地山	512.5862	2.47E-05
KL-2	地山	493.2906	1.14E-05
KL-3	法面	482.0618	1.46E-06
KL-4	法面	476.7428	1.76E-06
KL-5	地山	561.7558	2.48E-06
KL-6	地山	546.8286	2.04E-06
KL-7	地山	533.4136	1.81E-05
KL-8	地山	520.8289	1.84E-06
KL-9	法面	505.5281	4.85E-07
KL-10	法面	493.4978	1.03E-06
KL-11	法面	484.2960	1.17E-06
KL-12	法面	475.0152	7.27E-07
KL-13	法面	466.1858	8.45E-07
KL-14	地山	494.9014	5.97E-06
KL-15	法面	469.9880	2.38E-06
KL-16	法面	460.2275	6.47E-07
KL-17	地山	479.6691	3.10E-06
KL-25	法面	452.9354	2.46E-06
KL-27	法面	466.3476	3.15E-06

表2 各主成分の固有値と寄与率

	第1主成分	第2主成分	第3主成分
固有値	10.15617	4.41448	1.64403
寄与率	0.53454	0.23234	0.08653
累積寄与率	0.53454	0.76688	0.85340

地山：谷側，下部の法面：山側)の変動を表しており，得点は12月で正，1~4月中旬まで負，その後正となる．これは，12月は地山の山側変位と法面の谷側変位，1~3月は法面よりも地山で谷側へ変位し，3月下旬~4月は地山で山側へ変位する傾向が強いことを表している．以上より，地山と法面では凍結融解による変動の傾向が異なると考えられる．

第1主成分 第2主成分平面に主成分得点をプロットし，図4.2に示す．斜面全体の変位に関しては，明確な傾向がない12月，谷側へ変位する傾向のある1~3月，山側へ変位する傾向のある4月の3領域があること，また，1,2月は平面上で第3象限へ向かい4月は第1象限へ向かう傾向があるため，冬期全体の変位は特に地山部分で大きいことの2点がわかる．

4.まとめ 斜面の光波測量で得られた19個の標点の時系列データを基にした冬期の挙動の把握に，主成分分析を適用した．当該地点の斜面変動の全体的な傾向は主成分分析を用いて容易に把握できる可能性があることが示された．

参考文献 [1]例えば，田中ら(1983)．多変量統計解析法．現代数学社

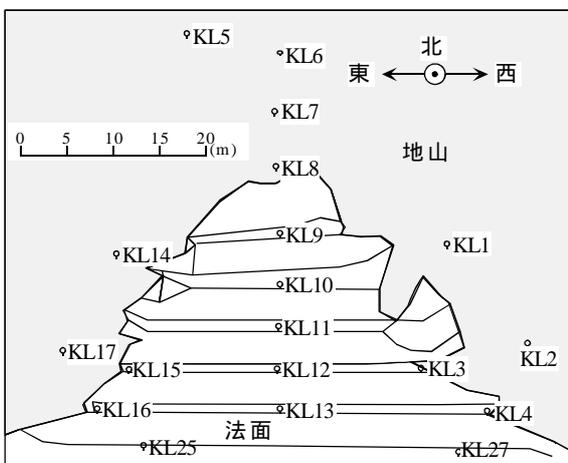


図1 斜面上の標点位置

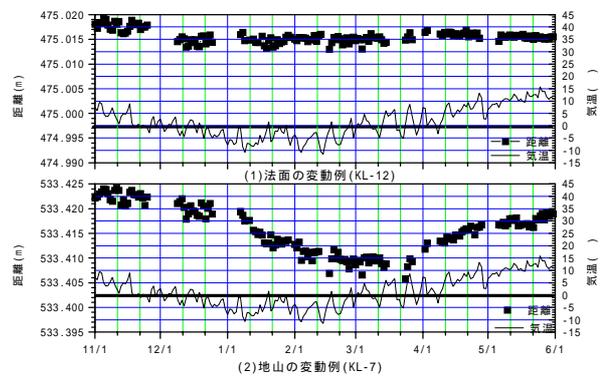


図2 光波測量の変動 (1998年10月1日~1999年6月1日)

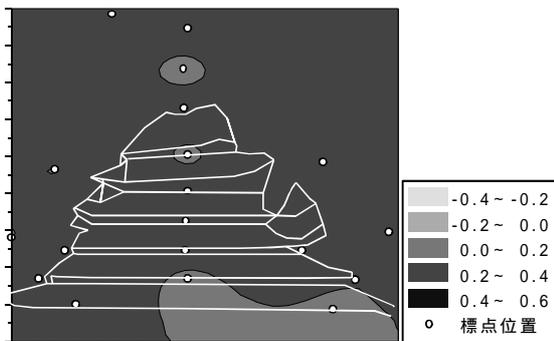


図3.1 第1主成分の固有ベクトル

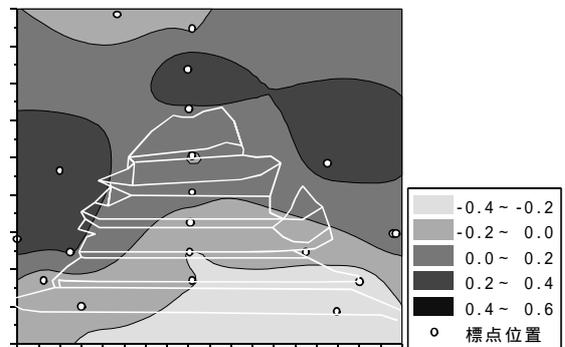


図3.2 第2主成分の固有ベクトル

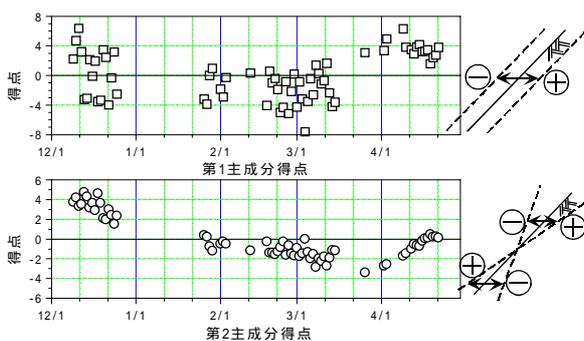


図4.1 主成分得点の推移

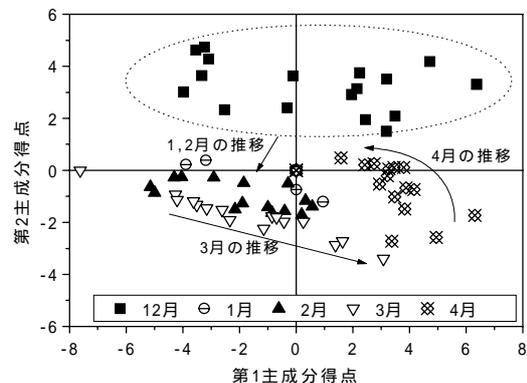


図4.2 第1主成分 - 第2主成分平面