

調査目的の異なる土質柱状図の類似性評価

名城大学 理工学部 学生会員 ○安良城 伸
 名城大学 大学院 学生会員 熊崎 新
 名城大学 理工学部 正会員 板橋 一雄

1. はじめに 我々が地盤構造を知る方法として、一般にボーリング調査が挙げられる。著者らは、そのボーリング調査によって作成された土質柱状図をモデル化し、その類似性を客観的に評価する研究を進めている^{1, 2)}。今回は、ある狭い地域(約90m四方)で実施された、調査目的の異なる10本の土質柱状図の類似性評価について報告する。

2. 土質柱状図の類似性評価法 まず、マルコフ連鎖の理論³⁾を応用して、土質柱状図をモデル化する。ここで、「状態空間」は「土質名」、「パラメータ空間」には「深度を離散的に取ったもの(Δz)」とする。すると、1本の土質柱状図が、推移回数行列によって一意的に表現できる。今回の解析では、10個の推移回数行列が得られる。そして、赤池情報量規準(AIC)⁴⁾の考えを導入して、土質柱状図(推移回数行列)の比較を行う。なお、詳細は参考文献2に示してある。

3. 解析した土質柱状図 表-1 地盤調査の諸元

解析した10本の土質柱状図は、同一の地盤調査会社によって実施されたものである。表-1に地盤調査の諸元を示す。不攪乱試料の採取はボーリング番号①～⑤、⑦で行われ、17箇所

解析番号	掘削所要地盤高(m)	掘削長(m)	標準貫入試験回数(回)	サンプリング箇所数	原位置地層枚数	平均地層枚数	掘削速度(m/日)
①	2.4	6.50	100.16	8.0	4	3.54	0.539
②	2.5	6.46	80.10	6.9	0	12.45	0.562
③	2.2	6.45	80.13	6.2	0	12.42	0.524
④	1.4	6.46	55.05	4.7	1.9	0.36	0.654
⑤	1.4	6.35	55.05	5.0	1.3	0.42	0.763
⑥	1.0	6.37	55.01	5.5	0	0.33	0.600
⑦	1.2	6.57	55.04	4.9	7	0.44	0.799
⑧	4	6.43	55.00	0	0	1.3	0.236
⑨	6	6.42	55.00	0	0	1.4	0.255
⑩	5	6.46	55.00	0	0	2.3	0.418

の力学試験、表-2 解析範囲に出現する土質名の地層厚さ(m)と地層枚数

43箇所の物理試験が報告されている。また、番号⑧～⑩のボーリングは地下水調査のためのボーリング

解析番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
砂礫	12.95(4)	13.35(7)	7.60(3)	13.05(4)	14.10(4)	12.85(5)	9.35(3)	13.43(3)	13.72(3)	12.31(3)
礫混り砂	6.45(6)	2.35(4)	1.40(2)	8.45(6)	5.20(4)	2.25(4)	5.60(6)	5.30(3)	5.70(3)	7.15(6)
砂		2.30(3)	0.60(1)							
粗砂					0.30(1)		1.45(1)			
細砂	10.05(8)	10.25(8)	10.10(7)	4.20(3)	9.85(10)	12.85(6)	8.05(7)	10.67(3)	11.48(3)	17.69(7)
シルト混り砂	2.00(3)	0.90(1)	3.00(2)	2.65(4)	1.55(2)		1.70(1)			
シルト質砂	3.85(3)	7.65(6)	5.00(6)	7.40(5)	3.65(5)	0.95(2)	5.40(6)			
砂質シルト	1.55(1)	1.35(3)	7.10(6)	4.25(5)	5.90(7)	7.30(5)	4.60(5)			
シルト		3.80(5)	2.75(3)	2.15(2)			0.90(1)	13.80(2)	13.40(2)	
粘土質シルト	2.80(3)		1.20(7)		1.90(1)	10.90(7)	1.75(1)			
名 砂質粘土	6.25(6)	1.05(2)		0.60(2)	1.75(2)	1.70(1)	3.65(5)	1.70(1)	1.50(1)	4.95(4)
シルト質粘土	4.10(2)	2.70(1)	1.25(2)	2.60(1)	5.80(5)	1.20(2)	7.55(6)	5.10(1)	4.20(2)	7.90(3)
粘土		4.30(3)		4.65(3)						
全地層枚数	35	43	39	35	41	32	42	13	14	23
最大地層厚さ(m)	4.60	3.76	5.10	5.05	5.05	4.77	5.37	10.60	10.30	6.84
最小地層厚さ(m)	0.30	0.15	0.30	0.25	0.15	0.40	0.25	1.40	1.40	0.60

グであり、標準貫入試験、試料採取、原位置試験などは全く行われていない。これらのボーリングの掘削長は55m以上なので、解析範囲をTP. 2.0～48.0mの50mとした。表-2に、各土質柱状図に現れる土質名の地層厚さ、地層枚数を示す。解析範囲には、

全部で13種類の土質名が現れている。しかし、各土質柱状図に全ての土質名が現れているわけではない。このまま推移回数行列を求めると、それが散漫なものになる。そこで、13種類の土質名を、表-3に示す4種類(粘性土・中間土・砂質土・礫)に区分した。

また、表-2の下欄には、各土質柱状図の解析範囲に現れる最大地層厚さ、最小地層厚さを示してある。

粘性土	シルト, 粘土質シルト, シルト質粘土, 粘土
中間土	シルト質砂, 砂質シルト, 砂質粘土
砂質土	礫混り砂, 砂, 粗砂, 細砂, シルト混り砂
礫	砂礫

これより、地層厚さの最大値は10.60m、最小値は0.15mである。特に、番号⑧～⑩は、地層観察が粗く、地層厚さの最大値、最小値が大きくなっている。なお、深度間隔(Δz)は、最小地層厚さを考慮して20cmとした。

このように、各土質柱状図に現れる土質名や地層厚さに相違が現れる原因は、実際の堆積構造が複雑であること、ボーリングオペレータ等の個人誤差が現れたこと、の2つの原因が考えられる。また、地盤調査の目的が異なることも原因として考えられる。このことは、地層枚数の少ない番号⑧～⑩が、地下水調査用であることから理解できる。

4. 解析結果 表-4は、表-4 任意の2本の土質柱状図の赤池情報量規準による比較

任意の2本のモデル化した土質柱状図(推移回数行列)を赤池情報量規準で比較(組合せ数:45組)した結果である。この表の上段の数值は、“2つの推移回数行列は同一の母集団からのサンプルである”という仮説に基づく計算結果(AIC(0))である。一方、中段の数值は、“2つの推移回数行列は別々の母集団からのサンプルである”という仮説に基づく計算結果(AIC(1))である。また、下段の

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	類似数	非類似数
①		486.863466 482.867471 -5.595	466.413425 457435 4.744	425.583428 464436 9.880	428.621439 439444 7.818	419.049465 429466 5.480	465.576326 451324 0.975	468.068332 4202338 -1.866	413367.913 478373.032 -2.635	413 40.103 5.119	5	4 (2, 2)
②			534.582493 534.848498 0.066	493.351486 955499 5.605	452498 931508 13.079	411523 021530 10.010	464402 043387 6.997	4249403 693398 -14.555	483440.103 670436.623 -9.523	103 623 -3.580	4	5 (1, 4)
③				475.279480 488.945489 13.566	465486 921497 9.456	446515 910519 11.364	445385 932377 4.387	4607397 633389 -8.024	476432.555 559428.413 -7.617	555 413 -6.142	5	5 (1, 3)
④					438.291455 454.128462 15.837	424478 217484 7.094	436346 239341 6.103	465358 489033 -4.275	4289387.632 466390.720 -4.372	632 720 3.088	7	2 (0, 2)
⑤						442.389480 466.193485 13.804	431344 215342 4.784	465355 866354 -1.792	476390.507 842394.696 2.866	507 696 1.189	7	2 (2, 0)
⑥							486.357351 492.305352 6.948	557360 955362 -0.602	454401.810 932392.485 2.678	810 485 -2.024	7	2 (1, 1)
⑦								389.146402 372.977384 -16.168	473422.876 954424.807 -17.519	876 807 -1.068	5	4 (2, 2)
⑧									230.624278 242.604278 11.980	806 458 0.652	1	8 (4, 4)
⑨										291.691 294.434 -0.156	3	6 (1, 5)
⑩											2	7 (4, 3)

数值は、AIC(1) - AIC(0)の値である。この値から、2本の土質柱状図の類似性が判定できる。類似する組合せ(2以上)には○印、類似しない組合せ(-2以下)には、×印で記してある。なお、どちらとも言えないと判定される組合せ(|AICの差| < 2)は、△印を記した。

この表より、番号①～⑦の土質柱状図の比較では、類似している組合せが多い結果が得られた。また、地下水調査である番号⑧～⑩の比較についても同様の結果が得られた。しかし、調査目的の異なる土質柱状図を比較した場合には、ほとんど類似しないことがわかった。これは、番号⑧～⑩の土質名の記述が、番号①～⑦のそれよりも粗いためと考えられる。

5. おわりに この報告では、次のことがわかった。実際の土質柱状図の土質名の付け方や地層の境界の仕方には、調査目的が大きく影響している。そのため、地盤が均質と思われる狭い範囲の地盤調査でも、異なった土質柱状図が作成される。著者らが提案する類似性評価法で10本の土質柱状図を比較した結果、調査目的の異なる土質柱状図は明らかに類似性が良くないことがわかった。したがって、この類似性評価法は地盤の複雑さのみならず、調査目的の違いなども客観的に評価できると考えられる。なお、解析に当たっては、平成6年度本学4年の大橋一輝君、長谷川謙介君の協力を得た。記して謝意を表する。

参考文献 1) 内藤充則、板橋一雄：柱状図のモデル化と赤池情報量規準による類似性評価、第27回土質工学研究発表会講演概要集、pp. 205～206, 1992 2) 板橋一雄、内藤充則、熊崎新：土質名に基づく土質柱状図の類似性評価、土の判別と工学的分類に関するシンポジウム発表論文集、pp. 61～68, 1993 3) 森村英典、高橋幸雄：マルコフ解析(ORライブラリー18)、日科技連出版社、1979 4) 坂元慶行、北川源四郎：情報量統計学、共立出版、1983