

III-374 赤池情報量規準に基づいた土質状態区分の提案

名城大学 理工学部 学生会員 ○内藤 充則
名城大学 理工学部 正会員 板橋 一雄

1. まえがき 著者らは地盤構造の複雑さあるいは類似性を評価することを目的として、柱状図のモデル化に関する調査・研究を進めてきている¹⁻⁴⁾。一般に、柱状図は複雑な地層の繰返しとなっており、そのままでは複雑さや類似性を客観的に評価するのは困難である。そこで本研究では、マルコフ連鎖に基づいて柱状図のモデル化を行っている。このモデル化ではパラメータ空間と状態空間を決定する必要があるが、本報告では、状態空間の与え方(土質状態区分)について提案したのでここに報告する。

2. 柱状図のモデル化と土質状態区分 柱状図のモデル化にはマルコフ連鎖の理論⁵⁾を応用しているので、パラメータ空間と状態空間の二者のみを決定すれば、一意的なモデル化が可能になる。柱状図の解析では、パラメータ空間に深度を離散的にとり $\Delta z \times n$ ($n=0, 1, 2, \dots$) とする。ここに Δz は深度間隔で最小厚の地層を読み飛ばさない程度として $\Delta z = 20 \text{ cm}$ とし

表-1 柱状図に現れる土質名とその状態区分

た。また、状態空間については柱状図に現れる土質名を使用することとした。しかし、柱状図に現れる土質名は相当多いため、そのまま使用したのでは状態数が多すぎてモデル化の意味が薄れてしまう。そのため土質名をいくつかの状態に区分する必要があるが、あまり単純化しすぎてもモデル化の意味を失ってしまう。この問題を解決するため土質状態を区分する数ならびに土質名をどの状態に区分することが適当であるかを明らかにすることが本報告の目的である。表-1には本報告で解析した11本の柱状図に現れる14種類の現場土質名が示してある。この土質名を状態数3, 4, 5に区分した。また、それぞれの状態数に対して区分する境界を多少変えた4~5種類のモデルを考え、全部で13種類のモデル(A1~C4)を考えた。

状態数		3				4					5			
モデル名		A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4
土質名														
1 砂礫		礫				礫				礫	礫			
2 礫混じり砂														
3 砂														
4 粗砂		砂				砂				砂	砂			
5 細砂		質土				質土								
6 シルト混じり砂											砂質土			
7 粘土混じり砂														
8 シルト質砂										中間土				
9 砂質シルト										粘性土				
10 シルト		粘土				シルト				粘性土	シルト			
11 粘土質シルト														
12 砂質粘土		土												
13 シルト質粘土						粘土					粘土			
14 粘土														

3. 最適土質状態区分の決定法と結果 解析対象は、狭い地域(90m×90m)に対してほぼ同一時期に実施された2回の地盤調査の報告書である。この2冊の報告書では、現場作業員(4名)ならびに現場監督者が同一であるため、柱状図を作成する段階で介入する個人誤差などはほとんどないと考えられる。更に、狭い地域の調査結果であることを考慮して、“対象とした柱状図はすべて類似している”と仮定して前述した土質状態区分のモデルの比較を行った。

柱状図の類似程度を評価する方法として、本報告では赤池情報量⁶⁾(以下 AICと示す)を用いている。すなわち、“2本の柱状図を一意的に表現する2つの推移回数行列を同一とみなしても良いか”を最大対数尤度ならびに自由パラメータ数によって評価している。赤池情報量規準によれば、2つの推移回数行列が同一であるとする〈仮説1〉の下で計算する値をAIC(0)、同一ではないとする〈仮説2〉の下で計算する値をAIC(1)として、両者の値を比較し小さい方の仮説が採択される。そして、土質区分モデルの比較を行うために、〈仮説1〉が採択される組合せ数、AICの差(=AIC(1)-AIC(0))が最も大きくなる組合せ数(以下では最良モデルとなる組合せ数と示す)ならびに AICの差の総和を考えることとした。なお、ここでは AICの差

が大きいほど、〈仮説1〉がより強く認められると考えている。

表-2 11本の柱状図による各モデルの解析結果

状態数	モデル名	解析方法1				解析方法2		
		解析組数	〈仮説1〉が採択される組合せ数	最良モデルとなる組合せ数	差の総和	解析組数	最良モデルとなる組合せ数	差の総和
3	A 1	5 5	5 3	1 2	379.74	4 6	1 0	326.46
	A 2		5 0	1 1	287.22		9	264.11
	A 3		5 3	2 0	392.53		1 7	331.27
	A 4		5 3	1 3	383.91		1 2	326.97
4	B 1	5 5	4 7	8	288.66	2 0	3	152.63
	B 2		3 7	1 1	181.29		6	153.00
	B 3		3 8	1 4	212.15		5	148.84
	B 4		3 6	4	137.63		2	130.75
	B 5		4 6	1 9	318.21		5	166.89
5	C 1	5 5	2 2	1 4	-70.84	1 0	7	140.07
	C 2		3 0	1 5	-9.92		1	54.57
	C 3		3 0	1 3	-5.56		1	47.08
	C 4		2 1	2	-155.37		1	46.64

状態数別に〈仮説1〉が採択される組合せのみを対象として、前述の組合せ数や数値が示してある。すなわち、状態数3の場合には〈仮説1〉が採択される組合せ数は46組、状態数4では20組、状態数5では10組を対象として比較検討を行っている。

この表より解析結果の評価は次のようになる。

〈解析方法1〉の結果；最良モデルの組合せ数ならびにAICの差の総和の両者とも、状態数3の場合はモデルA3、状態数4の場合はモデルB5の値が最も大きくなっており、土質状態区分に関してはこれらのモデルが適切ではないかと考えられる。状態数5の場合には、最良モデルとなる組合せ数でみると、C2が選択されるが、AICの差の総和はすべて負になっている。これは、〈解析方法1〉の場合には55組すべてすなわち〈仮説1〉が採択されなかったものまでAICの差を加えているためである。

〈解析方法2〉の結果；状態数3ならびに5の場合は、最良モデルの組合せ数ならびにAICの差の総和の両者とも、それぞれモデルA3、モデルC1の値が最も大きくなっている。状態数4の場合は、最良モデルの組合せ数ではモデルB2、AICの差の総和ではモデルB5の値が大きくなっている。

〈総合評価〉；以上の結果を総合的に考えると、状態数3ならび4の場合には、それぞれモデルA3、モデルB5が最もよい土質状態区分と考えられる。状態数5になると、AICの差に負の現れる場合すなわち〈仮説1〉が採択されない場合が多くなっている。従って、土質状態区分を5とすることは分けすぎであると考えられる。また、状態数が少なすぎてもモデル化の意味がなくなることから、ここで取り扱った柱状図に関しては、状態数4のB5のモデルが最適の土質状態区分モデルと考えられる。

4. あとがき 本報告では2冊の土質調査報告書の11本の柱状図がすべて類似していると仮定したが、これを調査書別に解析を行った場合、多少異なった結果を得ることが予想されるので、今後の検討事項として残される。なお、解析した資料は中部電力（株）に提供して頂いた。また本研究には平成3年度文部省科学研究費（一般研究C）ならびに平成4年度中部電力基礎技術研究助成金の援助を得た。記して謝辞を表す。

参考文献 1) 板橋一雄：土質柱状図に関する研究，地盤工学におけるリスク評価手法に関するシンポジウム発表論文集，土質工学会，pp1～6，1987. 2) 板橋一雄、山本忠久：マルコフ連鎖モデルによる柱状図の類似性評価，地盤工学シンポジウム論文集，土質工学会中部支部，pp55～62，1989. 3) 内藤充則，板橋一雄：柱状図の比較に対する土質区分の影響，平成3年度土木学会中部支部研究発表会，1992. 4) 内藤充則，板橋一雄：柱状図のモデル化と赤池情報量基準による類似性評価，第27回土質研究発表会，土質工学会，1992. 5) 森村英典，高橋幸雄：マルコフ解析（O A ライブラリー18），日科技連出版社，1979. 6) 坂元慶行，石黒真木夫，北川源四朗：情報量統計学，共立出版，1983.