

いくつかの土質諸係数の回帰分析結果

京都大学工学部 正会員 黒田 勝彦  
 “ “ “ 浅田 顕  
 “ “ 学生員 菅原 章文

1 はじめに

土質諸係数の測定値のばらつきは、測定に起因する誤差のほか、試料が採取された地盤位置の違いによっても生じる(地盤の不均質性)。両者の効果の分離は、非排水1軸強度 $\sigma_u$ については可能であるが、紙面の都合上別途報告する。ここでは、海成粘土地盤から採取された試料を用いて、 $\sigma_u$ のほか、圧密降伏荷重 $p_0$ 、圧縮比 $m_c (= C/100)$ 、湿潤単位体積重量 $\gamma_w$ について、その測定値の地盤内分布を示す統計モデルを求めた。地質学的に明らかに異なる地層と(おれわれども)判断できるものを同一地層とみやることは避けた。

2 統計的モデル決定のために

土質諸係数の測定値を地盤深さ $Z(m)$ を説明変数として表現する統計モデルとして右表のような12種を取り上げた。いづれも正規分布を仮定し、深さ方向への自己相関係数としては、定常な

$$\rho(z) = \exp(-\alpha|z|)$$

を用いた。右表で $CN1$ ,  $LN1$ , と呼ばれているモデルは、パラメータの最小自乗推定量は、線形性、最尤性等を有しており、よく知られたものである。ところがここでは個々の種類の土質係数が、どのモデルに従っているのかわからないから、パラメータの推定の以前に(あるいは同時に)モデルの選択も行なわねばならない。このためここでは、つぎの統計量を最小にするモデル及びパラメータを採用することにした。

$$U(Y|\hat{y}, \hat{\theta}) = \min_{\hat{y}, \hat{\theta}} U(Y|k, \theta)$$

$$U(Y|k, \theta) = -\sum \ln f_j(Y_i|\theta) + k$$

ここに $Y$ は変数、 $f_j(Y|\theta)$ はモデル、 $\theta$ はパラメータ(の組)、 $k$ はその個数である。この統計量は、 $Y$ の従う真の分布からのモデル $f_j(Y|\theta)$ へのあたりをKullbackの情報量で定義したとき、このあたりの漸近的に偏りのない推定量から導かれている。実用上の問題としては、右表のほとんどのモデルについて、パラメータの推定量が $Y$ の線形関数でないこと、このため最小分散性の保障がなく、さらに、たとえば $\sigma_u$ の平均値関数について、 $ton/m^2$ で測定した場合と $kg/cm^2$ で測定した場合とで、パラメータの推定値が、単位操作しても一致しない場合が生じることである。このため $\sigma_u$ ,  $p_0$ ,  $\gamma_w$ については、測定値の単位を種々かえて数値計算を行ない、十分な近似で(最大2%)線形性を示すように

モデル	分散		略称
	自己相関		
$Y = X_1 t e$	分散一定	有	CA1
	$\sigma(z) = X_2$	無	CN1
	分散は深さの線形関数 $\sigma(z) = X_2 + X_3 z$	有	CA2
$e \sim N(0, \sigma^2)$	分散一定	有	CN2
	$\sigma(z) = X_2 + X_3 z$	無	CN3
	変動係数定	有	CA3
$Y = X_1 + X_2 z + e$	分散一定	有	LA1
	$\sigma(z) = X_3$	無	LN1
	分散は深さの線形関数 $\sigma(z) = X_3 + X_4 z$	有	LA2
$e \sim N(0, \sigma^2)$	変動係数定	有	LN2
	$\sigma(z) = X_3 (1 + X_4 z)$	無	LA3

表1 モデルの種類

とを確かめた。

### 3 代表的な数値計算結果一欄

それぞれの土質係数について選択されたモデルを下表に示す。 $\rho_{u1}, 2, 3, 4$  はシンウオールサンプラー内での供試体位置を下から順に表わしたものである。この位置の相違によって試料の力学的乱れの程度が異なるため、区別して分析したのであるが、力学的な乱れがモデル選択にあまり影響を及ぼさないことに注意される。

	LN1	LA1	LN3	LA3		LN1	LA1	LN3	LA3		LN1	LA1	LN3	LA3
廿日市 $\rho_{u1}$			○		京浜港A $\rho_{u1}$	○				京浜港C $\rho_{u1}$			○	
$\rho_{u2}$			○		$\rho_{u2}$	○				$\rho_{u2}$	○			
$\rho_{u3}$				○	$\rho_{u3}$			○		$\rho_{u3}$	○			
$\rho_{u4}$			○		$\rho_{u4}$	○				$\rho_{u4}$			○	

	$P_0$				$\gamma_t$				$C_c$				$M_c$				
	LN1	LA1	LN3	LA3	CN1	CA1	LN1	LA1	CN1	CA1	LN1	LA1	CN1	CA1	LN1	LA1	
京浜港 A	○										○					○	
B			○				○				○					○	
C	○						○				○					○	
千葉港 A	○						○				○					○	
B			○					○			○					○	
木更津			○								○					○	

左図は、代表的ないくつかについて、土質係数の地盤内分布を深さに対して図示したものである。実線は平均値周数を、破線はそのまわりでの偏差周数を示している。

統計的モデルの選択の差異が設計に及ぼす影響等については、別の機会に報告したい。

