

粘土層の地震後沈下予測計算で用いる定数の推定

山口大学工学部 正会員 松田 博
 大本組(株) 正会員 財満 英希
 日産建設(株) 正会員○牧野 昌晃
 オリエンタル建設(株) 正会員 加来 昌弘

1.まえがき 粘土層に繰返しせん断が作用すると粘土層内部には過剰間隙水圧が蓄積され、その消散とともに粘土層は沈下する。すでに、地震後に生じる沈下を予測する手法については報告されているが、その中で必要とされる定数については、対象とする現場の試料について実験を行う必要がある。しかし、この実験は動的単純せん断試験装置を用いるために繁雑となり、一般性に欠けることから、ここでは、種々の粘土について繰返しせん断試験を行い、実験定数を物理定数（塑性指数）から推定できるようにした。そして、得られた結果をもとに実地盤の地震後沈下を推定した。

2.繰返しせん断を受けた粘土の圧密・沈下特性 ここで用いた試料はカオリン粘土、小野田粘土、柳井粘土、有明粘土、横浜粘土であり、いずれも再構成試料である。これらの試料を動的単純せん断試験機を用い、繰返し回数 n を200回、せん断ひずみ振幅 γ_{dyn} を0.05~2%の間で変化させて、せん断試験を行った。繰返し回数 n と繰返しせん断中の有効応力減少に関する応力比 $\Delta\sigma_v'/\sigma_{v0}'$ の関係の一例を示したものが図-1であって、図中のプロットは実測値であり曲線は次式による結果である。

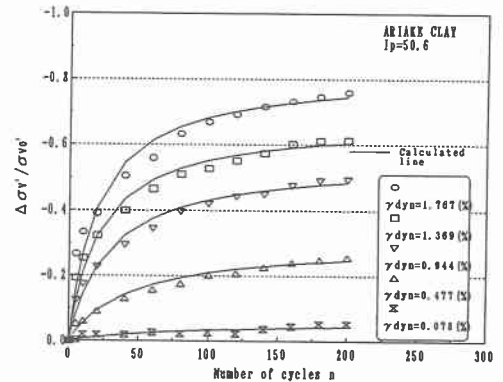


図-1

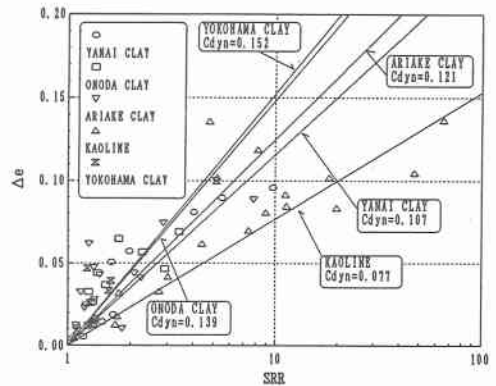


図-2

$$\frac{\Delta\sigma_v'}{\sigma_{v0}'} = \frac{n}{A \cdot \gamma_{dyn}^m + n \cdot \gamma_{dyn} / (B + C \cdot \gamma_{dyn})} \quad (1)$$

ここで A, B, C, m は実験定数である。

一方、再圧密中の間隙比減少量 Δe と応力減少比 SRR の対数の間には次式で示される直線関係があることから、両者の関係を示したものが図-2である。

$$\Delta e = C_{dyn} \cdot \log SRR \quad (2)$$

ここに SRR は応力減少比であって次式で与えられる。

$$SRR = \frac{1}{1 + \Delta\sigma_v' / \sigma_{v0}'} \quad (3)$$

また、 C_{dyn} は動的圧縮指数である。

そして、繰返しせん断を与える直前の間隙比を e_0 とすると、沈下ひずみ ε_v は次式で与えられる。

$$\varepsilon_v = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \quad (4)$$

表-1

	Ip	A	m	B	C	Gs
Kaoline	16.4	4.06	-1.39	-0.08	1.01	2.718
Yamai clay	48.4	23.17	-1.29	-0.23	0.91	2.661
Ariake clay	50.6	50.60	-1.03	-0.18	0.82	2.629
Onoda clay	52.9	51.31	-0.76	-0.15	0.65	2.628
Yokohama clay	67.7	84.93	-1.22	-0.14	0.58	2.676

式(1)~(4)

中の実験定数と塑性指数の値を示したものが表-1であって、各定数と塑性指数の関係をもとに、任意の粘土について実験定数を推定することが可能である。

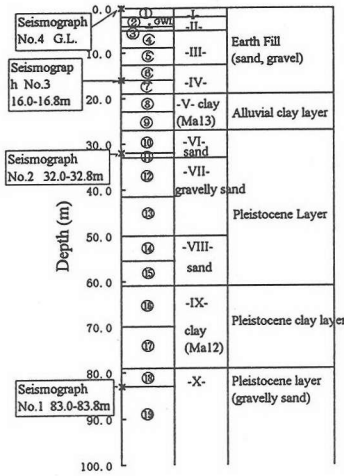


図-3

3.地震後沈下量の推定

上記の結果をもとにここでは神戸ポートアイランドと2ケースの地盤について地震後沈下の推定を行った。

図-3に神戸ポートアイランドの土層断面を示す。神戸ポートアイランドでは兵庫県南部地震の際、土層中の4点で地震加速度の測定が行われており¹⁾、ここでは深さ83mで測定されたNS、EW成分の加速度波形を用いて応答計算を行った。なお、応答計算にはSHAKEを用いることとした。地震後沈下量の推定結果を示したものが表-2である。同表より、NS成分による沈下量は沖積粘土層で約4.2cm、洪積粘土層で約3.4cmとなり、粘土層の沈下量は全体で約7.6cmと推定される。

表-2

	Layer No.	Thick. (cm)	ϵ_i (%)	ΔH (cm)	Subtotal (cm)	Total (cm)
EW	8	400	0.25	1.01	1.67	3.97
	9	400	0.17	0.67		
	16	900	0.14	1.29		
	17	900	0.11	1.01		
NS	8	400	0.58	2.32	4.16	7.59
	9	400	0.46	1.84		
	16	900	0.20	1.81		
	17	900	0.18	1.63		

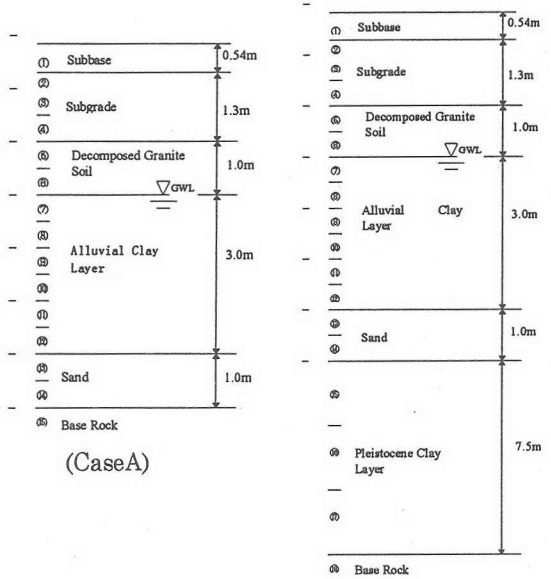


図-4

表-3

1/2	CASE A	CASE B	1/4	CASE A	CASE B
a(max) 0.346(g)	Total (cm)	Total (cm)	a(max) 0.173(g)	Total (cm)	Total (cm)
Ip=15.7	4.126	4.341	Ip=15.7	1.799	2.614
Ip=28.9	2.216	2.514	Ip=28.9	0.820	1.209
Ip=50.9	1.440	1.691	Ip=50.9	0.507	0.749
Ip=64.4	1.281	1.494	Ip=64.4	0.487	0.679

また、図-4に示したような2ケース(CASE A、CASE B)について、地震後沈下計算を行った。地震加速度としては、神戸ポートアイランドで測定された地震加速度波形(NS成分)を用い、最大加速度を1/2、1/4として入力した。表-3はその結果を示したものであって、同表より、地震後沈下量は、最大加速度を1/2とした場合1.2~4.3cm、1/4とした場合0.5~2.6cmと推定される。

4.あとがき

ここでは、種々の粘土について繰返しせん断試験を行い地震後沈下計算で必要とされる定数を、物理定数から推定できるようにした。そして、神戸ポートアイランドおよびCaseA、CaseBの地盤を対象として、地震後沈下量の計算を行った。その結果、神戸ポートアイランドでは約7.6cmの沈下が生じ、CaseA,Bの地盤においては2cm程度の沈下が生じることがわかった。

参考文献：1)関西地震観測研究協議会、1995。