

軟弱地盤の地震後沈下予測手法の開発

山口大学工学部 正会員 松田 博
日産建設(株) 正会員 田平 博文

1. まえがき 従来から粘土層の地震後沈下について、その予測手法の開発を進めている。すでに報告しているように、粘土層に地震力が作用すると地震後に沈下を生じ、過圧密状態の地盤であっても沈下を生じる場合がある。ところが粘土地盤の地震後沈下については考慮されていないのが現状であろう。しかし、臨海部の軟弱な地盤上に埋立てを行なって、精密な構造物を建設する機会の増えている現在においては、粘土地盤の地震後沈下についても検討しておく必要がある。また、実際の地盤を考えた場合、粘土と砂の互層地盤は多く見られ、その相互作用についても検討しておく必要があると思われる。そこで、ここでは砂層と粘土層が互層となったモデル地盤に地震力が作用したときに生じる沈下量の推定を行なった。粘土層の沈下計算については筆者らがすでに示した方法⁴⁾⁵⁾に従うこととし、砂層の沈下についてはSilver等¹⁾によって報告された実験結果を用いた。ここでは特に粘土層と砂層の層序および入力地震波形が地震後沈下量に及ぼす影響についても検討した。

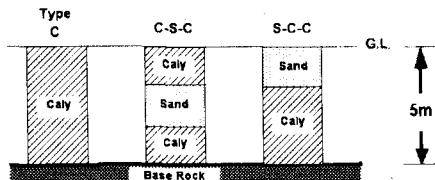


図-1

2. 沈下予測手法 ここでは図-1に示した3種類の粘土と砂の互層地盤を設定した。これらの地盤は、層全体としては層厚が5mで、いずれも基盤層上にある。また、粘土および砂の弾性定数および減衰定数は、Seed等²⁾によって示された結果を用いた。沈下予測方法の概要は次のとおりである。

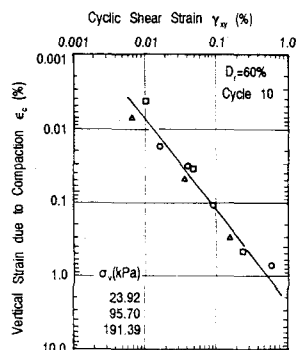


図-2

<粘土層>応答計算によって得られる各分割層内の不規則なせん断ひずみの時刻歴を次式によって、等価な一様ひずみ振幅の時刻歴に変換する。

$$\gamma_{dyn} = F \times (\gamma_{max})^G \quad (1)$$

ここに、F、Gは定数である。等価なひずみ振幅および等価な繰り返し回数が決まると、粘土層内に累積する過剰間隙水圧が次式によって求まる。

$$u_{dyn} / \sigma'_{vo} = n / (\alpha + \beta \times n) \quad (2)$$

そして、間隙水圧消散によって生じる粘土層の沈下ひずみは次式で与えられる。

$$\epsilon_v = C_{dyn} / (1 + e_o) \times \log [1 / (1 - u_{dyn} / \sigma'_{vo})] \quad (3)$$

<砂層>砂層の沈下予測は、Silver等¹⁾によって示された実験結果をもとに推定

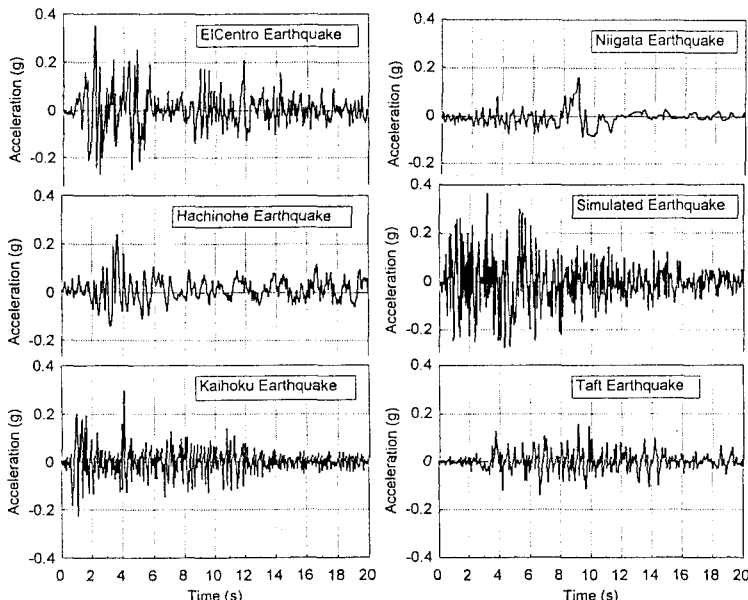


図-3

した。すなわち、図-2に示した様に、繰り返しせん断ひずみ振幅と沈下ひずみの関係が与えられているので、地盤の応答解析によって得られるせん断ひずみの時刻歴をもとに沈下量の推定を行なった。

3. 粘土・砂互層地盤の地震後

沈下

ここでは、図-1に示した地盤をType Cについては10層、Type CSCおよびSCCについては9層に分割して、図-3に示す6種類の地震波が基礎層に作用した場合について、沈下量の推定を行なった。その際、入力加速度はその最大値が、0.16gとなるように設定して応答計算を行なった。

図-4(a), 5(a), 6(a)に地盤内の応答最大せん断ひずみ振幅の深さ方向の分布を、図-4(b), 5(b), 6(b)には沈下ひずみの深さ方向の分布を示した。また表-1には各地震波に対する地表面沈下量を示した。図-5(b), 6(b)より、砂層に比べて粘土層の沈下が著しく大きいことがわかる。また、表-1より、ElCentro地震波の場合、特に大きい沈下を生じること、および粘土層のみからなる地盤において沈下量は卓越することがわかる。

3. あとがき 粘土層と砂層の互層地盤について地震後沈下予測を行なった。その結果、砂層の相対密度によっても異なるが、粘土層の沈下は砂層に比べて、著しく大きくなる場合のあることがわかった。

参考文献: 1) Silver M.L. and Seed H.B., Volume changes in sands during cyclic loading, ASCE, Vol.97, No.SM9, pp.1171-1182, 1971. 2) Seed H.B. and Idriss I.M., Soil moduli and damping factors for dynamic response analyses, EERC Reports, No. EERC 70-10, pp.1-15, 1970. 3) Schnabel P.B, Lysmer J. and Seed H.B., Shake a computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites, EERC Reports, No. EERC 72-12, pp.1-88, 1972. 4) Matsuda H. and Ohara S., Geotechnical aspects of earthquake-induced settlement of clay layer, Marine Geotechnology, Vol.9, pp.179-206, 1990. 5) Matsuda H. and Hoshiyama E., Uniform strain series equivalent to seismic strain, Proc. of the 10th WCEE, pp.1329-1334, 1992.

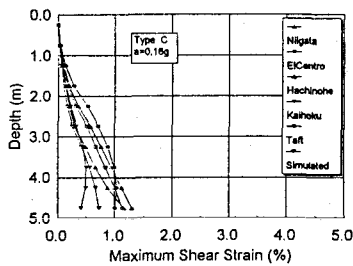


図-4(a)

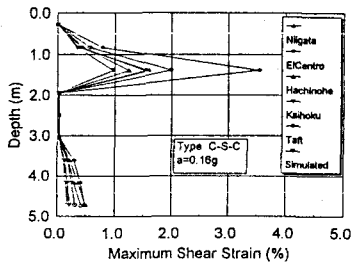


図-5(a)

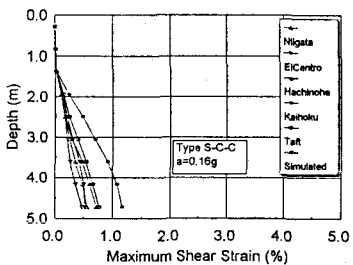


図-6(a)

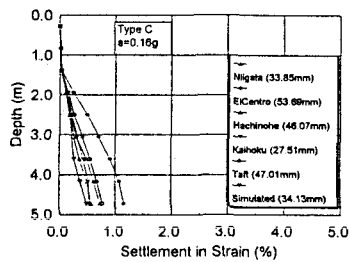


図-4(b)

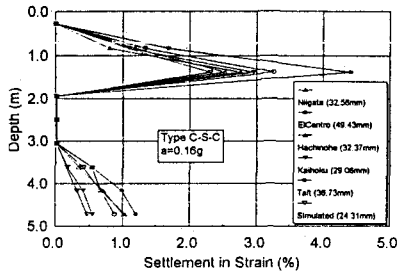


図-5(b)

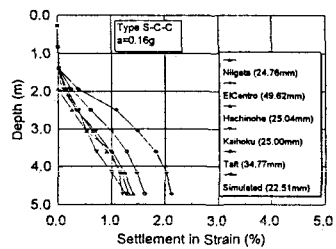


図-6(b)

表-1

Accelerogram	a max(g)	Settlement (mm)		
		C	CSC	SCC
ElCentro	0.1601	53.69	49.43	49.62
Hachinohe	0.1601	46.07	32.37	25.04
Kaihoku	0.1601	27.51	29.06	25.00
Niigata	0.1601	33.85	32.56	24.76
Simulated	0.1601	34.13	24.31	22.51
Taft	0.1601	47.01	36.73	34.77