

締固めた土の動的変形特性に関する実験

愛知工業大学 工学部 学生会員 ○伊藤祐仙

正 会 員 成田国朝

正 会 員 大根義男

正 会 員 奥村哲夫

1. はじめに

フィルダムの築堤材料のように転圧作業を繰返して締固めた土は、転圧時の応力履歴に伴う粒子間結合力の形成(先行圧縮効果)によって、土粒子骨格にある程度の構造強度を有している。したがって、締固めた土の各種力学特性は、締固め時の密度や含水比(締固め状態)の他に、この先行圧縮効果にも影響されると考えられる。本報告は、剛性率 G に及ぼす締固め状態および先行圧縮効果の影響を繰返し三軸圧縮試験機を用いて調べるとともに、静的な変形係数との関係について検討を加える。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、表-1に示すような4種類の砂質土である。供試体(直径50mm、高さ100mm)の作製は、三ツ割モールドを使用し、5層に分けて静的に締固めて行った。表-2は各供試体の締固め状態を示したもので、密度および含水比の異なる合計7種類(A~G)の供試体について実験を行った。

実験には油圧サーボ方式の繰返し三軸圧縮試験機を用い、等方応力状態のもとで拘束圧 σ を0.25~6.0kgf/cm²の6種類に変化させ不飽和状態で実験を行った。供試体への载荷は、逐次ひずみを漸増させるステージ方式とし、1ステージの繰返し载荷回数は15~20回、また繰返し载荷重は応力制御、1.0Hzの正弦波である。

3. 実験結果および考察

締固めD値95%、乾燥側で締固めた供試体(B,E,F,G)について、せん断ひずみ $\gamma=10^{-5}$ の剛性率 G と拘束圧 σ の関係を示したものが図-1である。図を見ると供試体Fでは、両対数紙上でほぼ直線上にプロットされているのに対し、供試体B,E,Gでは、矢印で示した付近で $G \sim \sigma$ 関係に折れ曲がりが生じ、過圧密された粘土と類似した特性を示している。本実験では、締固め時の先行圧縮による影響が現れたために矢印で示した拘束圧以下で G が増加したと考えられる。また各試料において G の増加度合いに差が見られ、試料によって先行圧縮効果の程度が異なることが分かる。

図-2は締固め状態(密度・含水比)が $G \sim \sigma$ 関係に及ぼす影響を調べたものである(試料I, 供試体A~D, $\gamma=10^{-5}$)。本実験の範囲では、 $G \sim \sigma$ 関係に及ぼす密度の影響は明確でない。しかし、含水比については、同一拘束圧に対して含水比が低くなるほど G は大きくなることが分かる。

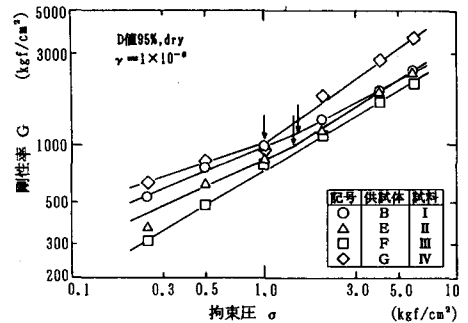
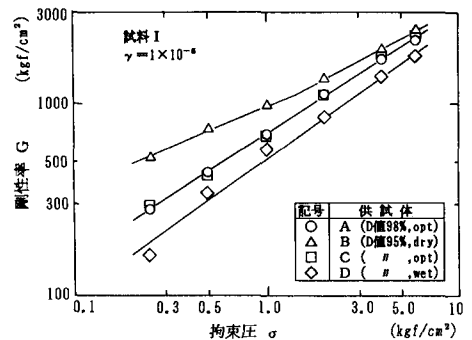
繰返し試験と同一条件で行った静的三軸圧縮試験から得

表-1 実験に用いた試料の性質

試料	ρ_s (g/cm ³)	I_p	U_c	砂 分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)
I	2.632	6.0	171	77.0	9.6	13.4
II	2.652	4.0	72	82.5	26.8	10.7
III	2.633	NP	26	83.8	10.5	5.7
IV	2.639	6.8	121	71.5	12.5	16.0

表-2 供試体性状

試料	供試体	締 固 め 状 態	
		乾燥密度 ρ_s (kgf/cm ³)	含水比 w (%)
I	A	1.820 (D値98%)	13.1 (opt)
	B	1.764 (D値95%)	10.4 (dry)
	C	" (")	13.1 (opt)
	D	" (")	16.7 (wet)
II	E	1.870 (")	9.8 (dry)
III	F	1.789 (")	6.7 (")
IV	G	1.843 (")	7.3 (")

図-1 $G \sim \sigma$ 関係(D95-dry)図-2 $G \sim \sigma$ 関係(試料I)

られる変形係数 E_{s0} と対比しながら、剛性率 G に及ぼす締固め状態の影響について検討する。図-3は試料Iについて含水比の影響を調べたものであり、(a)図は $G \sim w$ 、(b)図は $E_{s0} \sim w$ の関係をj示している($\gamma = 10^{-5}$)。図より、同一拘束圧に対して含水比が高くなるほど G は低下し、また拘束圧が高くなるほどその変動傾向も大きくなっていることが分かる。 E_{s0} についても G と同様の傾向を示しており、 G および E_{s0} に及ぼす含水比の影響は類似していると言える。

先行圧縮に伴う粒子間結合力(骨格強度)が一軸圧縮強度 q_0 に反映されると考え、 G および E_{s0} を q_0 との関係で図-3と同様に整理すると図-4(a),(b)が得られる($\gamma = 10^{-5}$)。図より、 G 、 E_{s0} ともに同一拘束圧において一定の関係にあり、先行圧縮効果(q_0 値)が大きくなるほど G および E_{s0} の値は高くなることが分かる。また拘束圧が低いほど先行圧縮の影響が顕著に現れることが分かる。このように G および E_{s0} に及ぼす締固め状態や先行圧縮の影響が類似していることから、 G と E_{s0} を直接関連づけて整理すれば、これらの影響は見かけ上除去できると考えられる。そこで全供試体について、同一拘束圧における G と E_{s0} の関係を整理すると図-5が得られる($\gamma = 10^{-5}, 10^{-3}$)。実験値は試料ごとに $G = \alpha(\gamma) \cdot E_{s0}^{\beta(\gamma)}$ の形で近似することができ、 $G \sim E_{s0}$ 関係に密度、含水比および先行圧縮による影響が現れないことが分かる。

4. まとめ

締め固めた土の剛性率 G に及ぼす各種因子の影響を調べるとともに、静的な変形係数との関係を検討した。試料の違いと $\alpha(\gamma)$ 、 $\beta(\gamma)$ 値の関係は未だ明確でないため、更なる試験結果の蓄積が必要であると考えている。

[参考文献]

- 1) 奥村・成田・大根(1990); 締め固めた土の動的変形特性の関する研究, 愛知工業大学研究報告第25号B, PP.109~120.

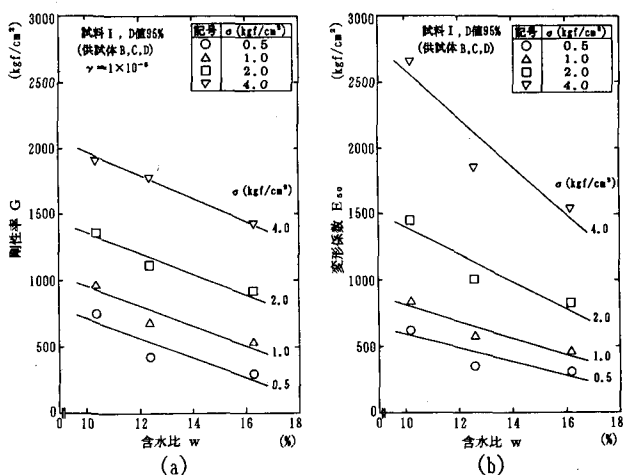


図-3 G 、 $E_{s0} \sim w$ 関係

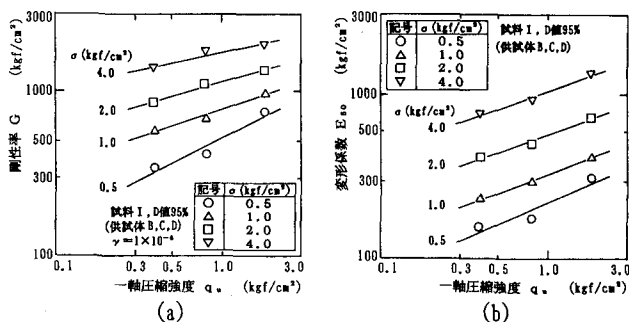


図-4 G 、 $E_{s0} \sim q_0$ 関係

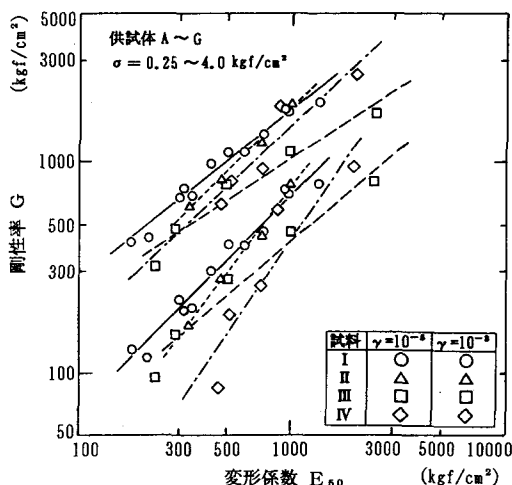


図-5 $G \sim E_{s0}$ 関係