

III-273

締固め土の非排水繰返し強度特性

㈸日建ソイルリサーチ 正会員 ○伊藤祐仙
愛知工業大学 工学部 正会員 成田国朝
正会員 奥村哲夫

1. はじめに

盛土材料のように転圧によって締固めた土は、締固め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一定の構造強度を有し、過圧密粘土に類似した力学特性を示すことが知られている。

筆者らは、締固め土の非排水繰返し強度（以後、動的強度と呼ぶ）に及ぼす含水比・密度など締固め状態の影響や、動的強度と静的強度との関係について一連の実験（繰返し三軸試験）を行って明らかにしてきた。ここでは、材料の相違が動的強度に与える影響および動的強度を簡便に推定するための実験式について調べた結果を報告する。

2. 試料及び実験方法

実験に用いた試料は、表-1に示すよ

表-1 試料の性質

試料	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_P (%)	塑性指数 I_p	粘土分 (%)	シルト分 (%)	砂分 (%)	均等係数 U_c	最大乾燥密度 ρ_{max} (g/cm ³)	最適含水比 w_{opt} (%)
I	2.682	—	—	NP	11.5	13.3	75.2	117	1.830	12.6
II	2.632	28.0	22.0	6.0	13.4	9.6	77.0	171	1.857	13.1
III	2.652	22.8	18.4	4.4	10.7	21.3	68.0	72	1.963	11.6
IV	2.633	19.3	—	NP	9.1	6.7	84.2	70	1.883	11.0
V	2.567	20.4	—	NP	12.8	7.4	79.8	104	1.963	10.5

うな I～V の 5 種類の砂質土である。供試体（直径50mm、高さ100mm）は、三ツ割モールドを使用し、4～5層に分けて静的に締め固めて作製した。実験を行った供試体は11種類であり各供試体の性状を表-2に示す。

表-2 供試体性状

試料	供試体	締固め状態	
		乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	含水比 w (%)
I	A	1.865 (D値95%)	9.0 (dry)
	B	" (")	11.0 (dry)
	C	" (")	12.6 (opt)
	D	" (")	14.0 (vet)
	E	1.963 (D値97%)	12.6 (opt)
II	F	1.764 (D値95%)	10.4 (dry)
	G	" (")	13.1 (opt)
	H	" (")	16.7 (vet)
III	J	1.870 (")	9.8 (dry)
IV	K	1.789 (")	6.7 (")
V	L	1.865 (")	6.7 (")

3. 実験結果および考察

図-1は、供試体A, F, J (D値95%, 乾燥側) について、20回の繰返し载荷によって軸ひずみ両振幅 $DA=5\%$ を生じる時の繰返し荷重（片振幅）を動的強度 σ_{d20} と定め、拘束圧 σ_c' との関係で整理した結果である。図を見ると、いずれの試料も、ある拘束圧（図中矢印）以下では原点を通る直線より上方に実験値がプロットされ、 $\sigma_{d20} \sim \sigma_c'$ 関係に折れ曲がりが見られる。この傾向は過圧密粘土の静的な強度特性と類似しており、本実験では締固め（供試体作製）時の応力履歴に基づく先行圧縮効果が見かけの先行圧縮応力 p_c として現れたものと考えられる。また供試体（試料）によって $\sigma_{d20} \sim \sigma_c'$ 関係が異なり、先行圧縮の影響度合いが異なることも知られる。

試料の違いによる先行圧縮の影響度合いを調べるために、 $\sigma_c' < p_c$ を過圧密領域、 $\sigma_c' > p_c$ を正規圧密領域とし、過圧密領域での過圧密比に相当する p_c / σ_c' と、過圧密領域における繰返し応力比 $R_{oc} (= \sigma_{d20} / 2\sigma_c')$ を正規圧密領域での繰返し応力比 R_{nc} で除した R_{oc} / R_{nc} との関係を試料別に整理すると図-2が得られる。図より、粘土分含有率が高くなるにつれて $R_{oc} / R_{nc} > p_c / \sigma_c'$ 関係の傾きが大きくなっており、先行圧縮による強度増加が顕著に現れることが分かる。

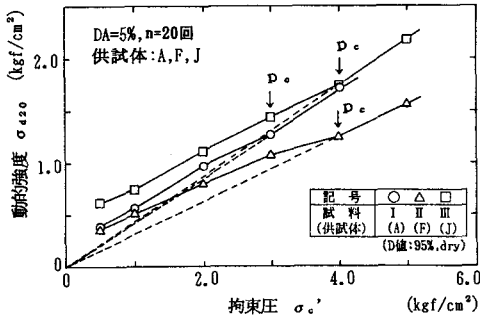
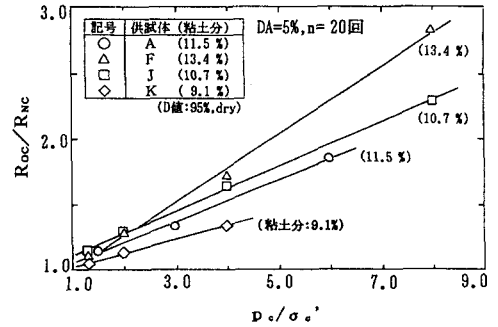

図-1 $\sigma_{d20} \sim \sigma_c'$ 関係

図-2 $R_{oc}/R_{nc} \sim p_c/\sigma_c'$ 関係

図-3は、細粒分含有率及び粘土分含有率と動的強度 σ_{d20} の関係を拘束圧別に整理したものである。細粒分含有率との関係で示した(a)図を見ると、いずれの拘束圧においても細粒分含有率が23%付近で両者の関係にピーク値が現れるが、粘土分含有率との関係で示した(b)図では、粘土分の増大に伴ってほぼ比例的に強度も増大し、動的強度に及ぼす材料特性の影響は主に粘土分含有率に支配されるようである。

図-4は、繰返し載荷試験と同一条件で行った三軸圧縮試験の結果から得られた静的圧縮強度($\sigma_1 - \sigma_3$)と、これと同一拘束圧に対する動的強度 σ_{d20} の関係を整理したものである。

図を見ると、実験値は各試料ごとに $\sigma_{d20} = \alpha \cdot (\sigma_1 - \sigma_3)^{\beta}$ の形で近似することができ、 $\sigma_{d20} \sim (\sigma_1 - \sigma_3)^{\beta}$ 関係に含水比・密度(締固め条件)や先行圧縮効果による影響が現れないことが分かる。表-3に得られた α 値及び β 値を示す。 α 値及び β 値ともに、細粒分含有率や粘土分含有率との間に一義的な関係は認められず、他の因子が影響しているように考えられる。

4. まとめ

締固めた土の動的強度に及ぼす材料特性の違いによる影響を調べるとともに、静的強度を用いて動的強度を推定するための実験式について検討を加えた。材料による α 、 β 値の特性は現在のところ明確ではなく、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) 伊藤, 成田, 奥村: 締固めた土の非排水繰返し強度について, 土木学会第48回年次学術講演会講演概要集, pp502~503, 1993.

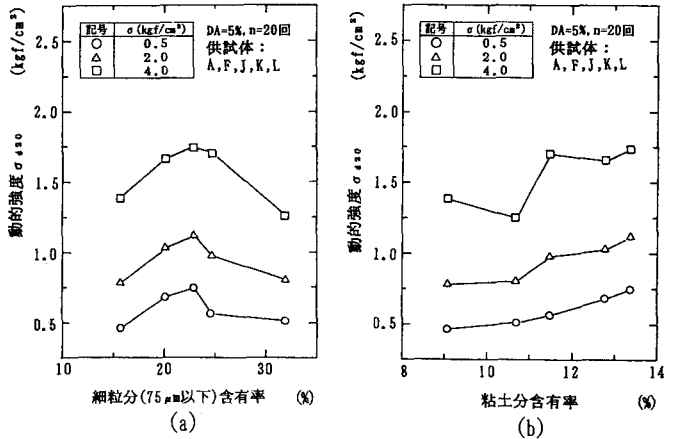


図-3 動的強度と粒度の関係

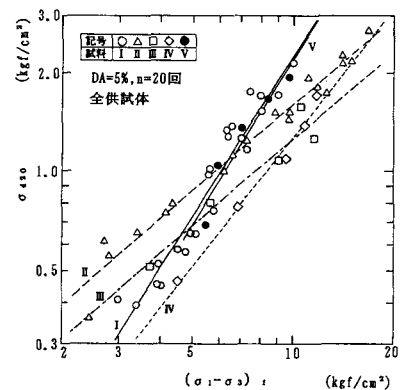

図-4 $\sigma_{d20} \sim (\sigma_1 - \sigma_3)^{\beta}$ 関係

表-3 各試料の α 値, β 値

試料	I	II	III	IV	V
α	0.054	0.239	0.163	0.063	0.047
β	1.623	0.827	0.885	1.305	1.675