

III-78 締固の度がレキ混り粘性土のせん断特性に及ぼす影響

建設省土木研究所 正員 三木博史
同 正員 久榮勝行
同 正員 真下陽一

1. はじめに

最近、フィルダムのコアや河川堤防の材料として、現場付近で得られる高含水比粘性土に砂レキ等の粗粒材料を混合した材料を用いるケースが多くなってきている。

本研究では、砂レキの混合割合と締固め度を種々に変えた供試体について三軸試験を実施し、混合土のせん断特性に及ぼす締固め度の影響を調べた。

この結果、砂レキの混合割合が50%以下の粘性土が主体の混合土について次のような知見が得られた。(1)混合土のせん断特性は、砂レキの混合割合よりむしろ締固め度に大きく左右される。(2)従って、砂レキの混合割合に特別な考慮を払わなくとも、最大せん断強度と締固め度の関係を各拘束圧ごとに整理しておけば明快な情報が得られる。(3)拘束圧が異なれば最大せん断強度と締固め度の関係が変わってくることから、すべり破壊を生じさせないために必要となる締固め度は、対象とする土構造物が受ける拘束圧を考慮して決定する必要があると思われる。

2. 実験方法

実験に用いた粘性土は、東大宮バイパス工事現場から採取した洪積粘土で、 $LL=39\%$ 、 $PL=20\%$ 、 $w_n=38\%$ 、 $G_s=2.653$ である。レキは、粒径 $2.0\sim 4.76\text{mm}$ の範囲にフルイ分けしたもので $G_s=2.729$ である。

実験手順は、まず、粘性土を気乾したのち乳ばちで粉末状にし、これにレキを混合し蒸留水を加えて十分に練り返す。ついで、径 5cm 、高さ 10cm の2分割リモールドを用い、この試料を8層に分けて一層ずつ静荷重にて締固める。この供試体を三軸室に移してから 0.2kg/cm^2 の負圧を加えながら5～7日間脱気水を送入し、さらに 4kg/cm^2 の背圧を加えることにより完全に飽和させる。次に、供試体に所定の測圧を加えて2日間等方圧密し、圧密終了後非排水状態にして $0.2\%/min$ の歪速度で圧縮せん断試験を行なった。

表-1に、実施した三軸試験の種類と其の結果得られた最大せん断強度 τ_c についてとりまとめた。この表中、レキ混入率 B は、混合土の重量に対するレキの重量の百分率で定義したものであり、また、締固め度を求めるのに必要な最大乾燥密度 $\gamma_{d,max}$ は、レキ混入率の違う材料ごとにJISA1210による普通締固め試験(第1法、繰返し法、乾燥法)を行なった求めたものである。

以下の試験結果は、この表-1中のデータを目的に応じて整理し直したものである。

試験 の No.	試験人 No. (9)	全体の 乾燥密度 γ_d	粘土部分の 乾燥密度 $\gamma_{d,c}$	締固め度 $F_d/\gamma_{d,max}$ $\times 100(\%)$	拘束圧 σ_c (kg/cm^2)	最大せん断強度 τ_c (kg/cm^2)
1	0	1.481	1.481	97	1.0	0.60
2	10	1.556	1.487	97	1.0	0.65
3	20	1.632	1.483	96	1.0	0.65
4	30	1.731	1.500	98	1.0	0.87
5	40	1.815	1.487	99	1.0	1.05
6	50	1.924	1.497	102	1.0	1.86
7	0	1.493	1.493	98	0.5	0.55
8	10	1.551	1.486	96	0.5	0.55
9	20	1.629	1.485	96	0.5	0.60
10	30	1.709	1.477	97	0.5	0.67
11	40	1.815	1.490	99	0.5	0.82
12	50	1.915	1.483	102	0.5	1.25
13	0	1.372	1.372	90	1.0	0.42
14	10	1.434	1.364	89	1.0	0.40
15	20	1.522	1.373	90	1.0	0.42
16	30	1.595	1.360	91	1.0	0.45
17	40	1.704	1.366	93	1.0	0.46
18	50	1.798	1.361	95	1.0	0.51
19	0	1.481	1.481	97	1.0	0.60
20	10	1.501	1.431	93	1.0	0.55
21	20	1.505	1.356	89	1.0	0.43
22	30	1.542	1.302	88	1.0	0.45
23	40	1.529	1.189	83	1.0	0.55
24	50	1.527	1.072	81	1.0	0.57
25	0	1.493	1.493	98	0.5	0.55
26	10	1.494	1.427	93	0.5	0.38
27	20	1.512	1.365	89	0.5	0.30
28	30	1.526	1.290	87	0.5	0.21
29	40	1.522	1.169	83	0.5	0.20
30	50	1.509	1.041	80	0.5	0.16
31	0	1.372	1.372	90	1.0	0.41
32	10	1.377	1.311	86	1.0	0.40
33	20	1.375	1.228	81	1.0	0.40
34	30	1.378	1.143	78	1.0	0.39
35	40	1.368	1.021	75	1.0	0.37
36	50	1.385	0.878	74	1.0	0.35

表-1 三軸試験結果一覧表

3. 試験結果とその考察

図-1は、最大せん断強度 τ_f とレキ混入率の関係が締固め度や拘束圧の違いでどう変化するかをまとめたものである。図から、砂レキの混合によるせん断強度改善の効果は、締固め度の違いに大きく左右されることがわかる。

図-2は、強度定数 c' と ϕ に及ぼすレキ混入率の影響について整理したものである。縦軸は、最大せん断強度 τ_f のうち何パーセントを c' が負担するかを示しており、モル・クーロンの式 $\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi$ から明らかなように τ_f の残りは摩擦抵抗 $\sigma' \tan \phi$ が負担する。図から、この関係についても締固め度に大きく依存することがわかる。

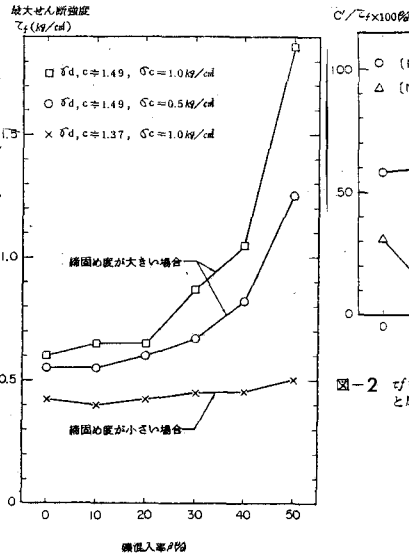


図-1 レキ混入率が最大せん断強度に及ぼす影響

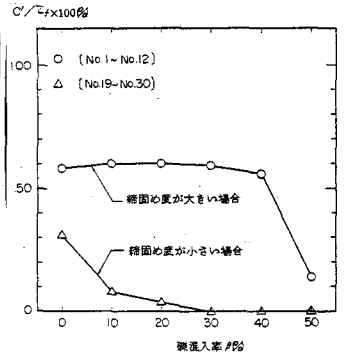


図-2 $\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi$ における、粘着力成分 c' と摩擦抵抗成分 $\sigma' \tan \phi$ の分担

このように、レキ混入率以上に締固め度の影響が大きいことがわかったので、次の図-3に示すように、レキ混入率の違うデータも含めて、最大せん断強度 τ_f と締固め度の関係を各拘束圧ごとに整理し直してみた。図から、各拘束圧とも、ある締固め度に達するまではせん断強度の増加がほとんど認められないが、それを越えたとせん断強度が急増するという傾向がよみとれる。そして、このような整理をするとレキ混入率の違いが表面にあらわれてこないことからみて、「レキ混入土」という特殊な土についても締固め度を基準にした一般的で簡便な方法が適用できるという根拠が明らかになった。

また、図から、拘束圧が大きい場合には締固め度がかなり大きくならないとせん断強度が増加しないのに対し、拘束圧が小さい場合には締固め度がある程度以上大きくなれば強度が順調に増加していることがよみとれる。このことは、拘束圧が大きいフィルダムなどでは、かなり締固め度を大きくしないとすべり破壊に対する抵抗性が改善しないのに対し、拘束圧が小さい通常の盛土などでは、ある程度締固め度を高めることで強度が順調に改善されることを意味している。従って、拘束圧の違いを考慮した締固め基準が必要であり、このための基礎データとして図-3のように最大せん断強度と締固め度の関係を各拘束圧ごとに求めておくことが有効であると思われる。

4. 謝辞

本研究の三軸試験を担当していただいた基礎地盤コンサルタンツ(株)の佐尾憲一氏に心から感謝いたします。

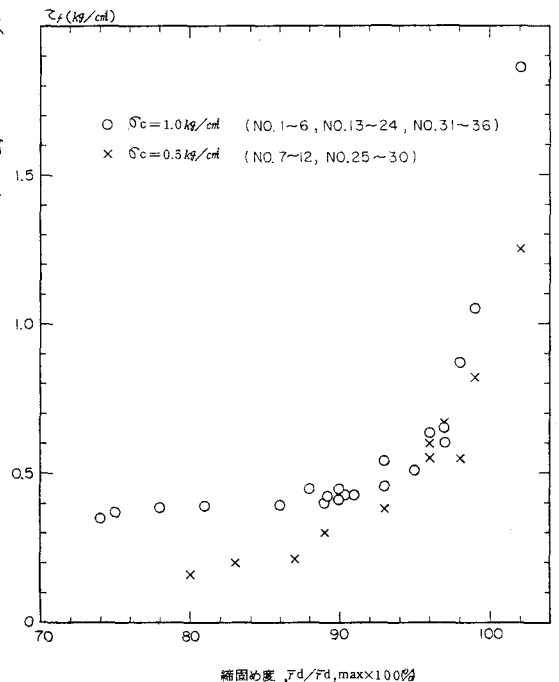


図-3 締固め度と最大せん断強度の関係