

III-1

シラスの締固めの特性

鹿児島大学工学部 春山 元寿・城本一義・大山 晃

1. はじめに シラスの締固め特性は、粒子が破砕されやすいこと、粒子が多孔質であること、粒子形状が特異なことなどのために普通の土に比べて非常に異なっている。このことは試料調整法や最適含水比の決定などシラスの締固め試験方法に問題を残している。南九州に分布するシラスの締固め特性の系統的研究はまだみられない。本報においては、シラスの締固め試験法および締固め特性を検討した結果の一部を報告する。

2. 試料および試験方法

試料は鹿児島市和田名産の軽石流堆積物で、普通シラスに分類される。突固めによる土の締固め試験方法(案)、JIS A 1210 T-1979¹⁾に準じてシラスを締固めた。試料の最大粒径は $4760\ \mu\text{m}$ とし、 $10\ \text{cm}$ モールド、 $2.5\ \text{kg}$ ランマーを使用し、ラン

表-1 突固め方法

層数	突固め回数	試料の準備・使用方法 (呼び名)
3	25	乾燥法(空気乾燥試料)で繰返し法 (1・1・a)
3	25	乾燥法で非繰返し法 (1・1・b)
3	25	非乾燥法(自然含水試料)で非繰返し法 (1・1・c)
3	25	乾燥過程(初期含水比の異なる試料)で非繰返し法 (1・1・d)
3	{ 10, 20, 30 40, 60 }	乾燥法で非繰返し法

マー落下高さは $30\ \text{cm}$ とした。試料の準備、使用方法および突固め回数を表-1に示す。試料の粒度組成は砂分 %、シルト分 %、粘土分 %、粒子比重は である。

3. 試験結果・考察 土材料の締固めの程度は、締固め方法、締固め仕事量、試料の含水比などにより、支配される。シラスは粒子が多孔質であること、破砕されやすいこと、粒子形状が特異なことなどのために締固め特性に問題が多い。すなわち、a) 締固め曲線が、繰返し法と非繰返し法、乾燥試料への加水過程と湿潤試料の乾燥過程および乾燥試料への加水後の養生時間により、異なること、b) 最適含水比および最大乾燥密度が試料の初期含水比により、異なること、c) 締固め曲線のピークを決定できないしらすがあること、d) 空気乾燥状態の含水比付近で締固めの効果があることなどが指摘されている²⁾。

3層で、1層当りの突固め回数 25 回とし、試料の準備・使用方法の異なる場合の試験結果を図-1に示す。試験方法 1・1・a による含水比 w ~ 乾燥密度 ρ_d 曲線は□印で、1・1・b によるものは△印で、1・1・c によるものは●印で、1・1・d によるものは○印で示されている。各試験方法における含水比 w と乾燥密度 ρ_d のプロットは非常にばらついており、普通の土にみられるようなめらかな w - ρ_d 曲線上にのっていない。この結果は、他の普通シラスに関するもの²⁾と同じであり、シラスの締固め特性の特異性の一つである。しかしながら、各 w ~ ρ_d 曲線とも $w = 10\%$ 程度で最小乾燥密度を示し、それより湿潤側では $w = 24 \sim 28\%$ 付近で最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$ を示す。また、 $w = 30\%$ を超えると、試料および突固め方法に関係なくほぼ同じ乾燥密度となる。さらに空気乾燥状態の含水比で締固め効果が高いことはシラスの特異性の一つである。

非繰返し法において、 w - ρ_d 曲線は $w = 12\%$ 付近(自然含水比)までおよび $w = 24\%$ 以上で初期含水比により、異なるようであるが、自然含水比から $w = 24\%$ 付近までは同様である。さらに $w = 10 \sim 22\%$ の間は、 w の増加に対する ρ_d の増加割合は小さく、 $w = 22\%$ を超えると ρ_d の増加割合が大きくなるが、 ρ_d の増加量はそれほど大きくない。

多孔質の軽石を多く含むシラスは、乾燥過程と加水過程とで異なる w - ρ_d 曲線を示す。締固め効果に寄与する水は粒子間に存在する水である。したがって、同一含水比であって、粒子内空隙に保有される水が多い場合、

締固めに寄与する粒子間の保有水は少なく、乾燥側の結果を与えることになる。乾燥法の加水過程では、加えた水の大部分は粒子間に保有され、粒子内水分が少ない。一方、湿潤試料の乾燥過程では粒子内水分が乾燥法の加水過程に比較して多い。この理由で乾燥過程の w - ρ_d 曲線は加水過程のものより上位にある。

非繰返し法による最適含水比 w_{opt} は25~28%。 $\rho_{d,max}$ は1.26~1.27程度であり、試料の初期含水比との関係は明らかでない。

繰返し法による w - ρ_d 曲線に明瞭なピークを示し、非繰返し法に比べて著しく高い締固め効果をあらわしている。これは試料を繰返し使用することにより、粒子が破碎し、粒度の変化が起きていることによると考えられる(粒度試験によつて確認)。この場合の w_{opt} は非繰返し法による値より小さく24%、 $\rho_{d,max}$ は非繰返し法による値より大きく1.325である。

w_{opt} および $\rho_{d,max}$ の決定方法を現場との関係で考えれば、初期含水比の異なる試料についての非繰返し法によつて、それらは決められるべきであらう。もし繰返し法によつて w_{opt} を決定すれば、締固め効果も期待できない場合がある。また、 w_{opt} 付近の含水比(矢印で示される)において締固め中に水の分離が起る。この水の分離は w_{opt} を決める一つの目安となる。

3層で、1層当りの突固め回数を変えた場合の w - ρ_d 曲線を図-2に示す。 w - ρ_d 曲線は、締固め仕事量に拘わらず相似の形を持つ。空気乾燥状態から $w=7\%$ 程度までは w の増加に従つて ρ_d は減少し、 $w=7\sim 20$ 数%の間は w の増加による ρ_d の変化がなく、その後 w の増加に対する締固め効果があらわれ、 w_{opt} と $\rho_{d,max}$ が得られる。このような w - ρ_d 曲線の初期の減少過程、その後の一定過程は、このシラスの締固め特性の持異点の一つである。締固め仕事量が少ない場合、締固め曲線はピークを示さない。締固め仕事量の増加に従つて w_{opt} は小さくなり、 $\rho_{d,max}$ は大きくなる。

図-3は試験法1・1・aおよび1・1・bによる締固め供試体に対するプロクター貫入抵抗を示す。貫入抵抗は ρ_d の最も小さい部分で大きく、 w_{opt} 付近で小さくなる。貫入抵抗に対しては ρ_d よりも w の影響が大きいことを示唆するものである。

4. まとめ 普通シラスの締固め試験から得られた w - ρ_d 曲線から、その締固め特性を明らかにした。本実験を進めるに当つて、本学農学部三輪見一助教授に多くの助言、協力を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献 1) 土質工学会(1979): 土質試験法, PP. 278~284. 2) 同; 同, PP. 701~704.

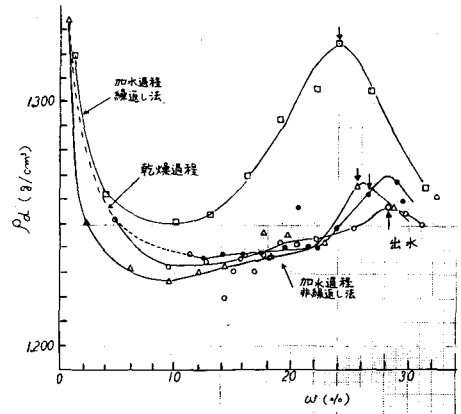


図-1 乾燥密度・含水比曲線

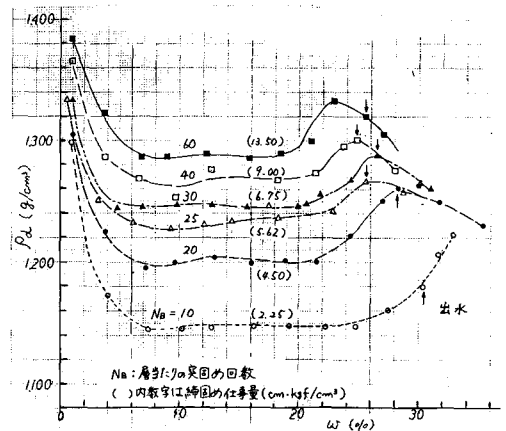


図-2 突固め回数の影響

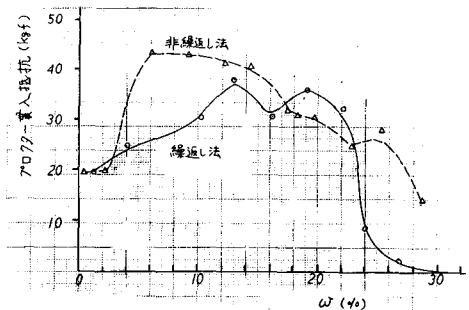


図-3 プロクターの貫入抵抗(貫入針の直径6.4mm)