

まさ土の粒度分布が締固め特性に及ぼす影響

山口大学大学院 学生会員 ○石田修司 HAM taegew

山口大学工学部 正会員 中田幸男 兵動正幸 村田秀一

1. まえがき

まさ土は、締固めしやすいことから道路盛土や路床・路盤材料として多方面に広く使用されている。まさ土を地盤材料として有効かつ合理的に利用するためには、締固め特性を十分に理解しておく必要がある。また、まさ土は脆弱な有色鉱物を含み、粗粒なものから細粒なものまで広い粒度分布を有していることから、破碎性の高い材料¹⁾であることも知られている。本研究ではまさ土に対して締固め試験を行い、粒子の破碎性に注目しつつ、粒度分布が締固め特性に与える影響について検討を行う。

2. 試料及び試験方法

図-1、図-2 に各試験に用いた試料の物理的性質を示す。試験に用いた試料は、粒径を 4.76~9.52mm、1~2mm、0.075~2mm、0.075~19.1mm に粒度調整したまさ土と 1~2mm、0.32~2mm に粒度調整したシリカ砂である。まさ土が破碎性土であるのに対して、シリカ砂は粒子が強硬で破碎しにくい材料であることが知られている。そこで、これら 2 つの試料を同一粒径で対比させることによってまさ土の締固め特性を明確にできると考えられる。締固め試験は JIS A 1210 A-b 法に基づき、突固め回数を 1 層 5 回、15 回、25 回、35 回、50 回と変化させて行った。

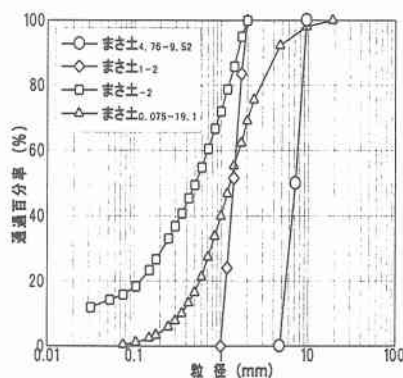


図-1 まさ土の初期粒度分布

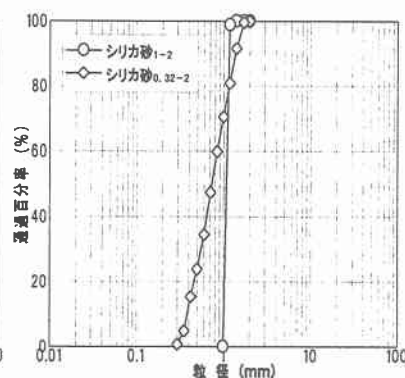


図-2 シリカ砂の初期粒度分布

3. 単粒子破碎強度特性

粒子の破碎性を認知するためには、粒子単体レベルの強度を知ることが不可欠となる。そこで、粒子の強度を把握するために単粒子破碎試験²⁾を行った。単粒子破碎試験では、変位の増加とともに軸荷重が増加し、最大値を示した後、大きな減少を示す。ここでは、その最大値を初期の粒径高さの 2 乗で除した値を最大破碎強度とし、各試料におけるその平均値を σ_{fm} とした。図-3 は、単粒子破碎強度と初期粒径との関係である。同じ試料であれば、 σ_{fm} と初期粒径との関係は直線で表すことができ、粒径が小さくなれば粒子の破碎強度が増加することがわかる。また、同一粒径で比較した場合、シリカ砂より単粒子破碎強度が小さく、1mm 径ではシリカ砂が 40MPa、まさ土が 20MPa となり、およそ半分となっている。

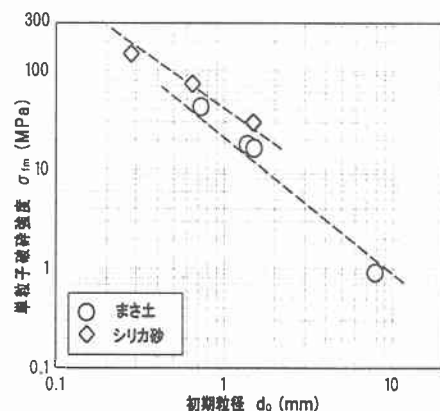
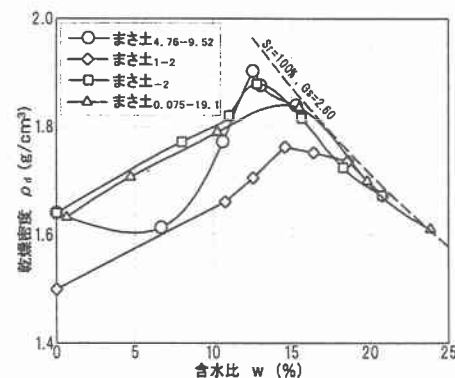


図-3 単粒子破碎強度特性

4. 締固め特性

図-4 は、まさ土に対して突固め回数 1 層 25 回で締固め試験を行った結果を、乾燥密度と含水比の関係で示したものである。粒度分布の違いによって、含水比の増加に伴う密度の変化は異なっていることがわかる。まさ土_{4.76-9.52} とまさ土₁₋₂ の最大乾燥密度はおおよそ 1.9g/cm³ を示し、他よりも高い値を示している。次いで、まさ土_{0.075-19.1}、まさ土₋₂ の順に小

図-4 まさ土の ρ_d - w 関係

さな ρ_{dmax} を示す。まさ土とシリカ砂のほぼ同一粒度範囲で比較した乾燥密度と含水比の関係を図-5 に示す。シリカ砂は含水比の増加に伴う乾燥密度の変化が小さく、まさ土のような乾燥密度の明確なピークがみられない。また、まさ土は含水比を増加させることによって締固まりやすい状態になるが、シリカ砂のような堅固な材料は明確な締固め曲線を示さず、締固めにくいものであるといえる。図-6 に、気乾状態で締固め試験を行った結果を、乾燥密度と締固めエネルギーの関係で示している。突固め回数を 1 層 5 回、15 回、25 回、35 回、50 回と変化させることでそれぞれ、116kJ/m³、349 kJ/m³、581 kJ/m³、814 kJ/m³、1162 kJ/m³ となる。まさ土はエネルギーの増加とともに乾燥密度も増加するが、シリカ砂は締固めエネルギーが 300kJ/m³ を超えたあたりからほとんど変化がみられない。シリカ砂は初期のエネルギー段階では粒子の再配列により密度が増加するが、比較的堅固な材料であるため、それ以降はこの範囲の締固めエネルギーでは粒子破碎が進行せず、密度が一定の値をとり続けている。単粒子破碎強度の大きいシリカ砂は、ランマーの重さを変えることなどにより 1 層当たりのエネルギーを増加させると密度が増加していくことも予想できる。次に、まさ土の各粒度分布の乾燥密度と締固め後の均等係数との関係を図-7 に示す。締固め後はどの粒度分布も均等係数が増加し、粒度分布が良くなっている。それにともなって乾燥密度も増加している。各突固め回数で乾燥密度と均等係数の関係をみると、それぞれの突固め回数で最も乾燥密度が大きくなる均等係数が現れてくる。したがって、ある一定のエネルギーでの突固めでは、最大の乾燥密度となりうる均等係数が存在することを示唆している。図-8 にまさ土の各粒度分布の乾燥密度と締固め後の細粒分含有率の関係を示す。各粒度分布について見ると、エネルギーが増加すると細粒分含有率は増加し、細粒分の増加量が多いほど乾燥密度の増加量も大きくなる。同じエネルギーでの突固めについて見ると、細粒分の多い粒度分布ほど乾燥密度は小さい値をとっていることがわかる。細粒分が多くなれば当然均等係数も大きくなるが、図-7 に示したように均等係数が大きくなれば乾燥密度が大きくなることから、各エネルギーに対して最も締固まりやすい粒度分布が存在していることを示唆している。

5. 結論

本研究では、異なる粒度分布で締固め試験を行い、粒度分布が締固め特性に及ぼす影響について検討を行った。その結果、まさ土は粒度分布が良いものほど最大乾燥密度は大きくなるが、締固めエネルギーによって最もよく締固まる粒度分布が存在することがわかった。また、シリカ砂のように破碎しにくい材料では、粒子破碎が生じないエネルギー領域において乾燥密度はほとんど増加しないことがわかった。

【参考文献】 1) 破碎性地盤の工学的諸問題に関する研究委員会(1999): 破碎性地盤の工学的諸問題に関する研究委員会報告, 地盤工学会 2) 加登文学・中田幸男・兵動正幸・村田秀一(2002): 破碎性材料の粒子特性と一次元圧縮特性, 土木学会論文集, No.701/Ⅲ-58, pp343-355, 2002.

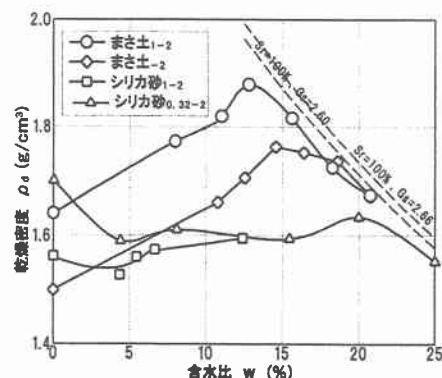


図-5 まさ土とシリカ砂の ρ_d - w 関係

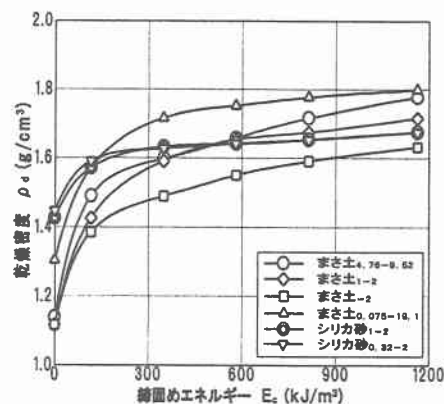


図-6 ρ_d - E_c 関係

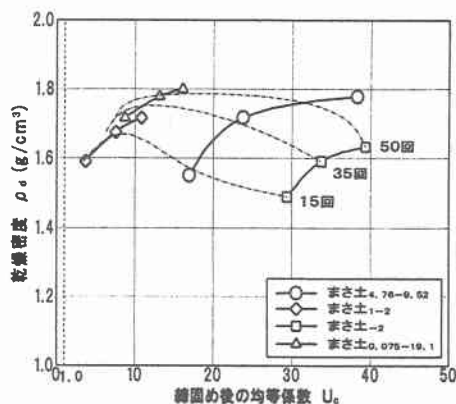


図-7 ρ_d - U_c 関係

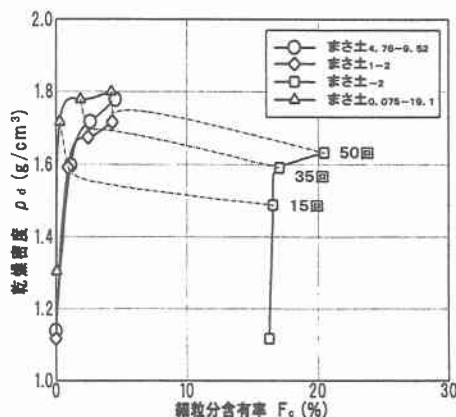


図-8 ρ_d - F_c 関係