

舞鶴工業高等専門学校 専攻科 学生員 ○和田 亮
 舞鶴工業高等専門学校 正会員 加登 文学
 株式会社オクノコトー 奥野 博明

1. 研究背景・目的

建設発生土を工事に用いる際、用途に応じて利用基準を満たすように複数種類の発生土を用いて混合処理を行うことがある。混合処理は発生土のみならず、本来処分しなければならない建設汚泥も有効利用できる可能性があり、適切な混合処理により最終処分場の確保といった環境問題への対策にもなる。

本研究では砂質土と粘性土の配合比を変化させた混合土の締固め特性を、土の基本的性質から予測することを目的とする。

2. 円山川砂と粘性土の混合土の締固め特性

円山川の築堤現場(兵庫豊岡市)で使用されている現地発生土である砂質土と粘性土を用いて、図1のように配合比を変化させた混合土(砂質土:粘性土=10:0, 9:1, 7:3, 5:5, 3:7, 0:10)に対して突き固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)を行う。突き固め方法は A-b 法を用いた。図2に円山川砂の混合土の締固め曲線を示す。図より、最もよく締固まる配合比は 7:3 であることが分かる。

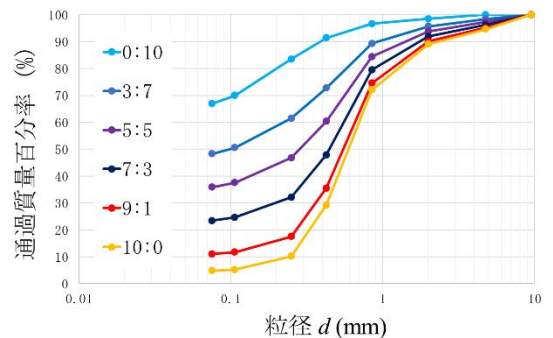


図1 円山川混合土粒度分布

3. 珪砂と粘性土の混合土の締固め特性

混合される粘性土の締固め特性に対する影響を検討するために、砂質土(珪砂)に粘性土としてカオリンまたは珪砂粉を混合させた。粒度分布を図3に示す。これらの混合土に対して上と同様に締固め試験を実施した結果を図4に示す。粘性土の割合を表す数字に「'」がついているものは珪砂粉、ついていないものはカオリンを混ぜた混合土の結果である。図より以下のことが見て取れる。①9:1と9:1'では結果にあまり差はない。②7:3と7:3'では最大乾燥密度はほぼ同じであるが、締固め曲線の形状異なっている。③5:5と5:5'では曲線の位置が違う。④カオリンを混合した結果の方が、締固め曲線が鋭く立ち上がっている。以上より、粘性土の割合が増えるにつれて混合土の締固め特性に対する粘性土の影響が大きくなるということ、粘性土の種類が締固め曲線の形状にも影響を与えることが分かる。

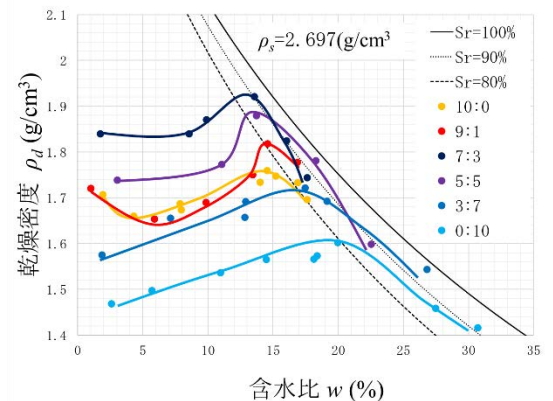


図2 円山川混合土締固め曲線

4. 土の基本的性質が混合土の締固め特性に及ぼす影響

4-1. 細粒分含有率

本研究の結果と合わせて、堀田ら²⁾の混合土(豊浦砂: NSF)の締固め試験の結果から、各配合比の最大乾燥密度 ρ_{dmax} と細粒分含有率 F_c の関係を図5にまとめた。

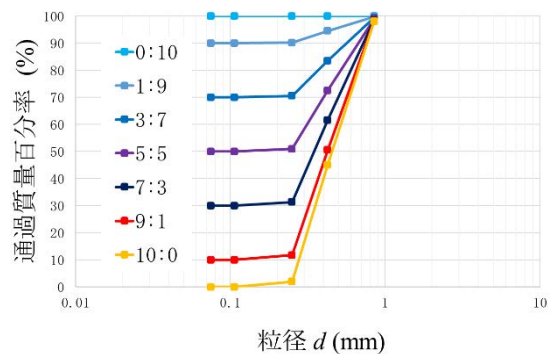


図3 混合土(珪砂と粘性土)粒度分布

図より、混合土に含まれる細粒分含有率が 30%程度するとき、最も高い最大乾燥密度が得られている。

4-2. 砂質土の間隙比

締固められた混合土の骨格構造が砂質土で形成されているとして、骨格間隙比 e_s ³⁾を次式で求める。

$$e_s = \frac{V_v + V_{sc}}{V_{ss}}$$

ここで、 V_v ：間隙体積、 V_{sc} ：粘性土体積、 V_{ss} ：砂質土体積

図 6 は各配合比の ρ_{dmax} と、骨格間隙比 e_s を最大間隙比 e_{max} で除した値 e_s / e_{max} の関係図である。 e_s / e_{max} の値が 1 を超えると混合土中の砂粒子同士の接触がなくなっている状態である。図より、混合土中で砂質土が最大間隙比となるように骨格を形成したときに ρ_{dmax} になると予測できる。

4-3. 粘性土のコンシステンシー限界

表 1 に各粘性土のコンシステンシー限界、各混合土の最も乾燥密度の高くなった配合比の最適含水比 w_{opt} (%), そのときの水を全て粘性土が含んだと仮定した粘性土含水比 w_{sc} (%)をまとめる。円山川、カオリン、太平洋珪砂粉は $w_{sc} > w_L$ であり、NSF も高含水比であることから、 ρ_{dmax} の状態では、流動性の高い粘性土が砂質土の隙間に入り込んでいると考えられる。

表 1 粘性土のコンシステンシー限界と含水比

	w_L	w_p	配合比	w_{opt}	w_{sc}
円山川粘性土	36.40	24.45	7 : 3	13.57	45.24
カオリン	26.04	17.93	7 : 3	10.20	34.02
珪砂粉	30.16	22.80	7 : 3	10.70	35.66
NSF	61.79	27.66	7 : 3	12.60	42.00

5. 結論

本研究では、土の基本的性質が混合土の締固め特性に及ぼす影響を調べるために、砂質土と粘性土の混合土に対して締固め試験を行った。その結果から、以下の知見を得た。

- 1)砂質土と粘性土の混合土では細粒分含有率が 30%程度となる粒度に調製することで最も高い最大乾燥密度が得られる。
- 2)締固めにおける最大乾燥密度が最も高い状態の混合土の骨格間隙比は砂質土の最大間隙比とほぼ等しい。
- 3)混合土中の水が全て粘性土に含まれたと仮定した場合、粘性土は高い含水比にあり、液体あるいは塑性体である。

以上より、最も最大乾燥密度が高い状態の混合土は、砂質土が最大間隙比の状態では骨格構造を形成しており、その隙間に流動性の高い粘性土が充填されている状態と考えられる。

参考文献

- 1)発生土利用基準について(平成 18 年 8 月 10 日付国官技第 112 号、国官総第 309 号、国営計第 59 号)
- 2)堀田崇由, 竹園紘樹, 川尻峻三, 川口貴之, 澁谷啓: 粒度特性の違いが締固め土の強度・せん断波速度に与える影響, 地盤工学会 北海道支部 技術報告書 第 53 号 平成 25 月 1 月
- 3)兵動正幸, 金郁基, 中田幸男, 吉本憲正: 砂・粘土混合土の非排水せん断強度特性に及ぼす細粒分の影響, 土木学会論文集 C Vol.66 No.1, 215-225, 2010.3

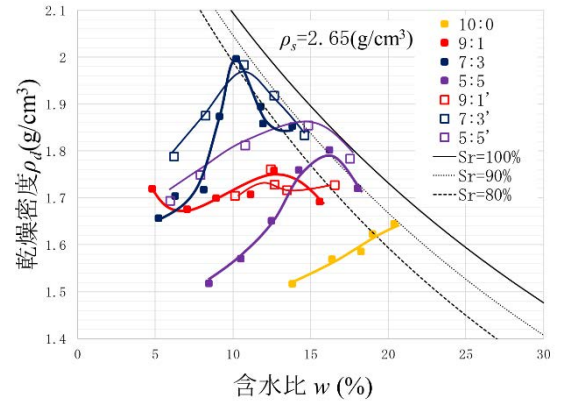


図 4 混合土(珪砂と粘性土)締固め曲線

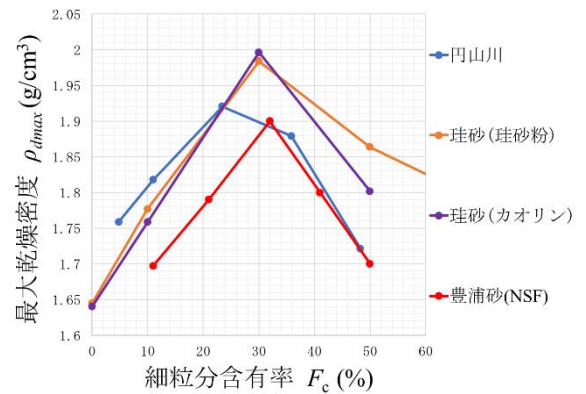


図 5 各配合比の ρ_{dmax} と F_c の関係

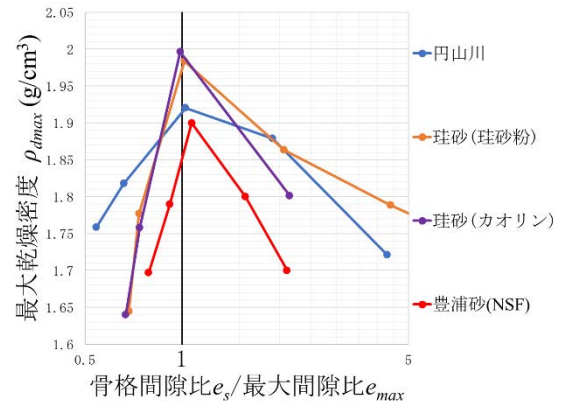


図 6 各配合比の ρ_{dmax} と e_s/e_{max} の関係