

液分の性状にもとづく土の締固め特性

早稲田大学理工学部 正員 森 麟
清水建設株式会社 正員 青藤一郎

1. まえがき

土の締固め特性と混合する液分の粘性や表面張力、および液と土粒子との親和性の面から検討して、土の締固め特性や締固め土の強度にそれらがどのように影響しているかを明らかにしようとしたものである。

2. 液分の性状と土の締固め特性

A) 液分の表面張力および粘性と土の締固め特性

液分の粘性は土粒子相互の拘束力やすべり抵抗に大きな影響があるものと予想され、液分の表面張力もメニスカスによる毛管圧力の作用に関連し土の締固め特性に影響するものと考えられる。したがって土の締固め特性に影響する液分の性質としてまず粘性・表面張力ととりあげ、次の三つの場合について考えてみた。

- (1) 表面張力をほぼ一定にした場合、 (2) 粘性をほぼ一定にした場合、 (3) 表面張力と粘性ともにほぼ一定にした場合。

以上の三つの場合について試料土として砂質ロームを用い、液分を変えて調査した結果を図-1に示す。液分の性状により密度的にも強度的にも大きな違いを生ずるが、これを表面張力、粘性という二つの物理的な要素だけで説明するとはできず、このほかに別の重要な要素があることを示している。これには土粒子と液分の界面の状態、すなわち土粒子との親和性の大小という要素が考えられる。

B) 土粒子に対する液分の親和性と土の締固め特性

試料土をシリコン樹脂で処理し水に対する親和性を小さくし撥水性を強くして水で締固め試験を行うと、処理しない場合と比べて最適含水比 (OMC) の時の空気量も多くなり締固め曲線にも変化が生じる。次にこの処理土をケロシンで締固めると無処理の場合では締固め不可能だったものが、処理土では締固めが可能となり OMC も存在しぬも大きくなることが判明した。従って土の締固めには土粒子と液分との親和性が影響しているということが明らかである。そこでこの親和性というものを具体的に考えてみる。図-2に示してあるように液体と固体の濡れにおける力のつり合いを考えると、

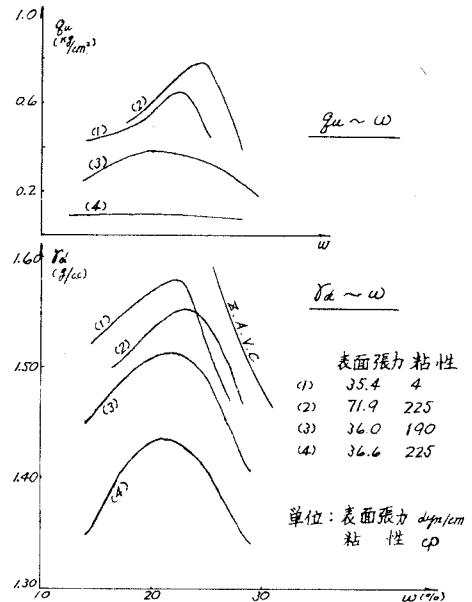


図-1 液分の表面張力、粘性を变化させた場合の締固めの曲線と強度

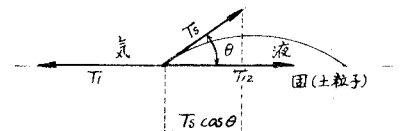


図-2 液体による固体の濡れにおける力のつり合い

T_1 : 固体——気体間の界面張力

T_2 : 固体——液体間の界面張力

T_s : 液体の表面張力(液体と気体との界面張力)

θ : 固体と液体との接触角

とあると、 $T_1 = T_s \cos \theta + T_2$ $\therefore T_1 - T_2 = T_s \cos \theta$ となり、 $w_c \equiv T_s \cos \theta$ においてこの w_c は付着(濡潤)張力となす。この w_c が大きいほど付着エネルギーも大きく、土粒子に強く吸着して土中の毛細管を浸潤してゆくものと考えられる。つまり w_c が大きいほど土粒子と液分の親和性が大きいという判定ができる。しかしこの w_c の測定は難しいので、本研究では親和性の程度と定性的にとり扱っている。土粒子と親和性が低い油類、親和性が大きいと考えられる水溶液系統の液分を用いて、OMC の位置や OMC Line (各エネルギーでの締固め曲線の頂点とおしを結んだ線) の位置に対して親和性の影響が大きいことも判明した。

3. 液分の性状が締固め土の強度におよぼす影響

シリコン処理土の水による締固め土の強度は無処理土のそれに比べて非常に小さくなることが判明した。また図-3 に示すように粘性、表面張力ともにほぼ一定で、液が異なる場合も γ_u には大きな違いが生じている。

これらは液分と土粒子との親和性の方が大きく強度に影響している結果と考えられる。ここで用いた締固め土の強度はある乾燥密度に対応する OMC の所の γ_u である。

次に土粒子と液分との界面の親和性などが比較的に類似している液を用いて、表面張力と粘性の強度への影響を調査した。

図-4 は粘性がほぼ同じで表面張力だけが違うものを用いた結果である。液としては水のみと二種のアニオン系の活性剤の 0.5% 水溶液濃度である。これからわかるように表面張力の順に従って強度(γ_u)は大きくなっている。図-5 は表面張力が同じで粘性を変化させ、その強度への影響をみたものである。

粘性が大きい CMC 水溶液の方がいずれも水の γ_u よりも大きい。なかでも粘性が 1125 cp の γ_u は粘性がずばぬけて大きいために強度も最も大きい。

このように土粒子と液分との親和性や、液としての性状が類似しているような液分の場合は、締固め土の強度への粘性、表面張力の影響は、はっきりと認められる。

以上の結果から土の締固め特性には液分と土粒子との親和性が大きく影響していて、物理的な表面張力や粘性は二次的に影響しているものと考えられる。

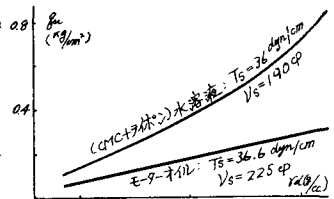


図-3 OMCにおける γ_u と w_{opt} の関係

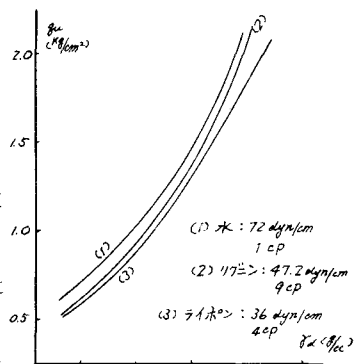


図-4 OMCにおける γ_u と w_{opt} の関係

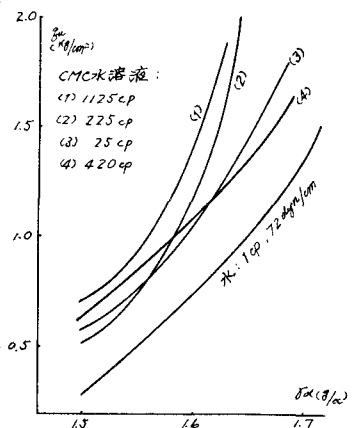


図-5 OMCにおける γ_u と w_{opt} の関係 (CMC水溶液: $T_s = 72$ dyne/cm)