

III-86

セメント処理粘土の混合度と強度特性

愛媛大学大学院
愛媛大学工学部
関 電 工 (働)

学生員 ○向畑 和男
正 員 室 達朗
松本 吉記

1. まえがき 深層混合処理工法は、原位置において攪拌翼を土中で回転させながら改良材を吐出し、地盤内に安定処理土を形成させ、原位置の強度を増加させる工法である。現場強度は室内強度の1/5～1/2であり、ばらつきが大きいといわれているが、これは混合状態に起因するものと考えられている。従来からこの混合状態を示す指標として羽根切り回数¹⁾により評価されてきたが、本研究においては、先に提案した混合度²⁾を用いて評価する。まず平面攪拌時の含水比および回転速度を変化させ、回転数と混合度との関係について示す。その後セメントスラリーを用い同一条件における混合度と強度および弾性係数との関係について明らかにする。

2. 混合度 A, B 2つの材料の混合状態を示すため、あらかじめA材料にその重量の1%のアルミニウム (A1) 粉末を加えておく。そこで攪拌混合したものから、2～3g サンプルングし、NaOHと反応させ、H₂ガスの発生量を測定する。A1は、両性金属でありNaOHと反応しH₂ガスを発生するが、このガス量を測定することにより精度よくA材料の重量を測定できる。図1にH₂ガス発生装置を示す。その際、H₂ガスの発生量の標準偏差 SDe を測定して、混合度 α を次のように定義する。

$$\alpha = 1 - (SD - SDe) / (SDs - SDe) \quad (1)$$

ここで、SD : A材料の割合の標準偏差, SDs : 混合前の標準偏差, SDe : H₂ガス発生量の標準偏差, なお α は、完全混合状態で1, 混合していない状態で0としている。

3. 平面攪拌の混合度 A材料, B材料ともにカオリン粘土を用いた。A材料の含水比WAは、70, 80, 100%の3種類で、B材料の含水比WBは、70%である。試料土をホバート型ソイルミキサーで10分間攪拌後、5分間手練りし、再び10分間攪拌する。あらかじめ仕切り板を入れてある混合容器にA材料とB材料を1:1の体積比になるように入れ、図2に示す混合装置で混合する。攪拌翼は、直径12mm、幅23mmであり時計方向に45度捻っている。その後サンプルングし、混合度を求める。図3 (a), (b), (c)は、WAがそれぞれ70, 80, 100%の場合の攪拌回転速度の違いによる混合度と攪拌回転数の関係である。回転速度が、20r.p.m.では、含水比、攪拌回転数によらず高い混合度を示している。このことから、混合度が最大となる最適攪拌回転速度は、20r.p.m.であることがわかる。回転速度が、60r.p.m.の混合度は、いずれの含水比においても特に低回転数域において低い値を示している。これは回転速度が早過ぎるため、粘土の挙動が攪拌翼に追従できなかったためと考えられる。各攪拌回転速度において含水比の違いによる

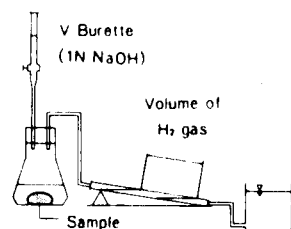
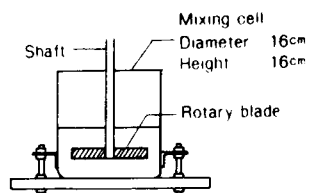
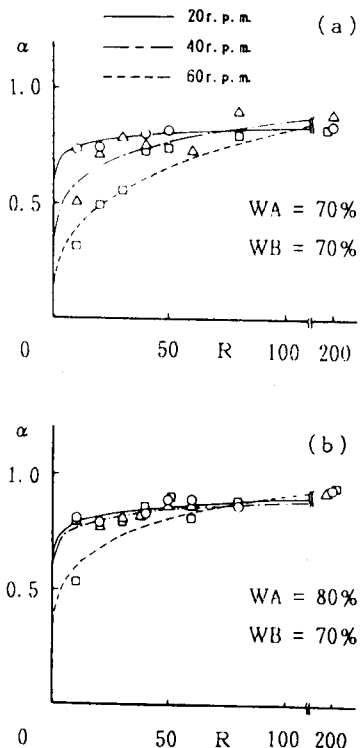
図1. H₂ガス発生装置

図2. 混合装置



影響をみると各回転速度においてWA=80, 100%それぞれの混合度は、かなり近い値を示し、いずれもWA=70%の混合度よりも高い値である。このことからA材料のせん断強度がB材料のせん断強度と等しいかあるいはそれ以下であればよく混合されることがわかる。今回得られたデータを重回帰分析を行い、混合度 α とA材料の含水比W(%), 攪拌回転速度V(r.p.m.), 攪拌回転数Rの関係を示す。

$$\alpha = 0.104 W^{0.459} V^{-0.131} R^{0.129} \quad (\text{重相関係数 } 0.758) \quad (2)$$

4. 強度特性 次に混合度と強度特性との関係を明らかにするために、A材料としてセメントを加えたカオリン粘土を使用し、B材料と20 r.p.m.で攪拌混合させたセメント処理粘土を養生し、強度試験を行った。本来は、前述したA材料と等しいせん断強度をもつセメントスラリー²⁾(水セメント比 0.31, 0.33, 0.38)をA材料として使用すべきであるが、実施工が0.7~1.0であるので、現実的でない。今回は、セメントの吐出量を300kg/m³(全湿潤カオリン粘土に対するセメント乾燥重量)とし、A材料はセメント+カオリンの乾燥重量に対する含水比WA=70, 80, 100%, B材料はWB=70%のカオリン粘土とし、体積比1:1となるように調整した。その後、同じ攪拌装置を用いて平面攪拌を行った。そして攪拌翼によって攪拌混合された部分の粘土を採取し、直径5cm, 高さ10cmのモールドに乱さない様に層状に重ね供試体を作成した。供試体は20℃の恒温室内で7日間養生後、一軸圧縮試験を行った。図4は、含水比WA=70, 80, 100%について、攪拌回転数Rと一軸圧縮強度 σ_7 , 弾性係数E₅₀との関係である。 σ_7 に関しWA=70%が高く、WA=100%がかなり低くなっているが、これは含水比WA, すなわち水セメント比の大きさによるものと考えられる。回転数とともに σ_7 は増加し、またE₅₀は、回転数に対してかなり急激に増加している。また、同一配合条件におけるホバート型ソイルミキサーにより完全攪拌したときの供試体の強度特性は、それぞれ $\sigma_7=12.96, 11.07, 4.37$ kgf/cm², E₅₀=672, 536, 138 kgf/cm²であり、回転数の増加とともに強度および弾性係数は大きくなる傾向がある。図5は(2)式においてW=70, 80, 100%, V=20 r.p.m.とした推定混合度 α と σ_7 との関係である。WA=70, 80%では同じ α に対して σ_7 は増加している。また、ホバート型ソイルミキサーによる完全混合状態つまり、 $\alpha=1$ とするとかなり高強度となり、 α を増加させると高強度が期待できる。

5. あとがき 平面攪拌における混合度とセメント処理粘土の一軸圧縮強度および弾性係数との相関性は高く、攪拌回転数を増加させることが強度発現を効果的にすることができる。また、攪拌材料の物性は原地盤の含水比と一致させる方が強度発現は良好である。

参考文献 1) 渡辺, 清水: 深層地盤改良における攪拌翼の形状と攪拌効果, 土木学会第40回年次学術講演会, 1985. 2) 室, 榎, 河原: セメント処理土の混合度と強度の関係, 愛媛大学工学部紀要第10巻第4号, pp. 407~417, 1985.

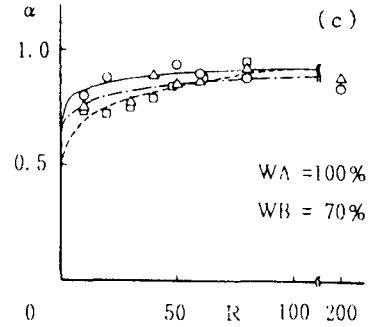


図3. 混合度 α と攪拌混合回数Rとの関係

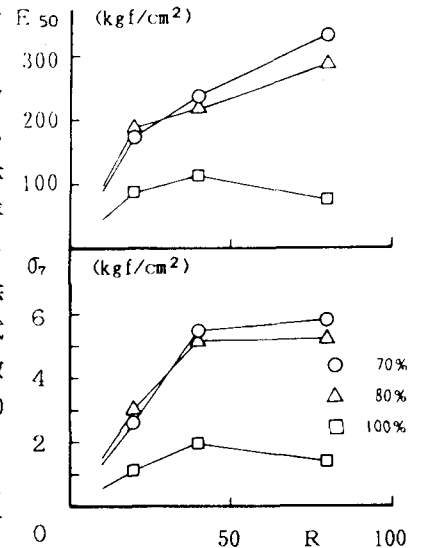


図4. 一軸圧縮強度 σ_7 , 弾性係数E₅₀と回転数Rとの関係 (WB=70%, 20 r.p.m.)

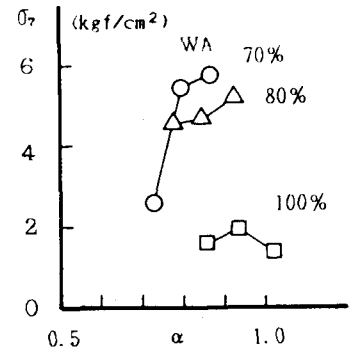


図5. 混合度 α と一軸圧縮強度 σ_7 の関係 (WB=70%, 20 r.p.m.)