

気泡掘削による深層地盤改良工法における消泡性能確認

深層地盤改良工法 気泡 消泡

早稲田大学 学生会員 ○綾部 良太
早稲田大学 国際会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生会員 石川 秀一

1. 研究目的

気泡掘削工法は TRD 工法および SMW 工法に適用され、排泥量低減が実現されてきた。ここでは現在、深層地盤改良工法において気泡掘削工法の適用を検討している。深層地盤改良工法は、固化液の W/C が小さく、TRD 工法や SMW 工法に比べて混合攪拌時における改良体の流動性が低い。このような状況での消泡性能確保が開発を進める上での課題となった。

本報では、深層地盤改良工法に気泡掘削工法を適用した状況を室内試験レベルで模擬し、消泡性能を確認した結果について報告する。

2.1 消泡効果簡易確認試験目的

気泡を砂質土に添加する目的は排泥の減少、並びに流動性の確保による工法中の作業効率を上げる事であり、最終的には気泡混合土の強度を高めるためにも消泡する必要がある。そこで、本研究では気泡混合土に消泡剤を添加したセメントスラリーを混合し、攪拌機を用いて攪拌する事によって、消泡性を確認する。

2.2 試験方法

(1)含水比 10%の 2000 g の砂質土(硅砂 7 号)に、気泡(20 倍希釈、25 倍発泡)を砂質土の乾燥重量に対して 1%の添加率で混合し攪拌する。

(2)気泡混合土を上下分割モールド(高さ 20cm,直径 10cm)につめる。その後、下部モールドに消泡剤を混入させた水セメント比 45%のセメントスラリーを注入して攪拌機で下部モールドのみ 1 分間攪拌する。

(3)攪拌後、初期性状値として上部モールドの試料、消泡確認として攪拌された下部モールドの試料の単位体積重量 γ (g/cm^3)、TF 値(mm)、ベーンせん断抵抗値 τ (kN/m^2)を測定する。測定後にモールドの上下比を算出して消泡を確認する。

(4)この(1)~(3)の手順について、砂質土の含水比を 10,20,30%の 3 水準、セメントミルクの水セメント比を 45,60,80%の 3 水準に設定し、合計 9 ケースの実験結果を比較する。



図 2.2.1 攪拌終了後写真

2.3 各試験項目の測定方法

(1)単位体積重量測定

小型モールドに試料を詰め、重量を測定した後、重量を小型モールドの体積で除し、試料の単位体積重量を求める。

(2)テーブルフロー (TF) 試験

フローテーブルの上に台形型の容器を設置し、その中に試料を満たす。1 秒に 1 回のペースでハンドルを計 15 回回転させ、テーブルに上下振動を与える。このようにして広がった試料の直径(mm)がテーブルフロー値であり、この値は試料の流動性の指標となる。

(3)ベーンせん断抵抗測定方法

モールドに詰めた試料に、ポータブルベーンを差し込み時計回りに 1 回転させて、針が指し示す目盛りの値を読み取る。



図 2.3.1 テーブルフロー測定装置



図 2.3.2 テーブルフロー測定状況



図 2.3.3 ベーンせん断抵抗値測定状況

2.4 試験条件

含水比の設定は、砂質土(珪砂7号)の最小含水比(気泡を添加しても自然消泡しない最小の含水比)が 10%で、分離含水比(上下モールドの単位体積重量比が 1.02 になったときの含水比)が 30%なので、10,20,30%の 3 ケースとした。

水セメント比 W/C の設定は、深層地盤改良工法において、セメントスラリーをポンプ圧送できる最小の W/C が 45%である。また、実験的に幅を取り、最大値を 80%とした。

今回の実験では含水比と W/C による消泡性の比較のため、気泡添加率は全てのケースにおいて 1.0%に統一した。

表 2.4.1 試験ケース一覧

土質	ケース	含水比	気泡添加率(%)	W/C
砂質土	1	10	1.0	45
	2	10	1.0	60
	3	10	1.0	80
	4	20	1.0	45
	5	20	1.0	60
	6	20	1.0	80
	7	30	1.0	45
	8	30	1.0	60
	9	30	1.0	80

3. 試験結果および考察

3.1 消泡効果簡易確認試験

図 3.1.1 より、全てのケースにおいて、砂質土の下部モールドの単位体積重量が上部モールドの単位体積重量よりも大きくなっている。これは下部モールドにのみ注入した消泡剤により気泡が消泡し、単位体積重量が大きくなったことによるものである。以上の事から、消泡効果が確認された。

単位体積重量を指標に比較した際に、砂質土の含水比は消泡に影響する事が分かった。

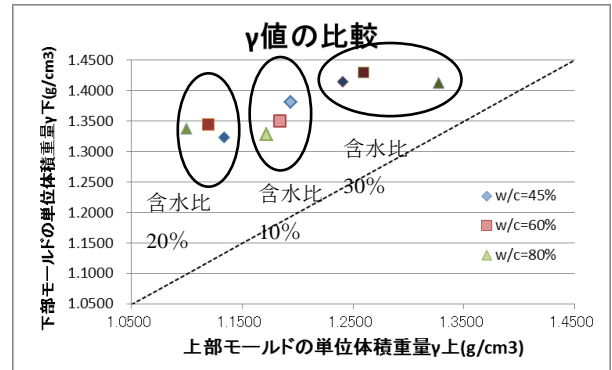


図 3.1.1 上下モールドの単位体積重量の比較

図 3.1.2 より、砂質土の含水比に関しては、分離限界含水比である 30%未満の中では高い含水比の方が TF 値の上下比(傾きに相当する上下モールドのテーブルフロー値の比)が小さくなるので消泡効果が大きいという事が分かった。また、W/C が大きいとセメントスラリー中の水の量が多く、消泡後も下部モールドの改良体の流動性が保たれ TF 値の上下比が大きくなる傾向にあった。しかし、実際にセメントスラリーに含まれる水の量が大きく影響してしまい、W/C の小さい方が TF 値の上下比が小さくなってしまった。

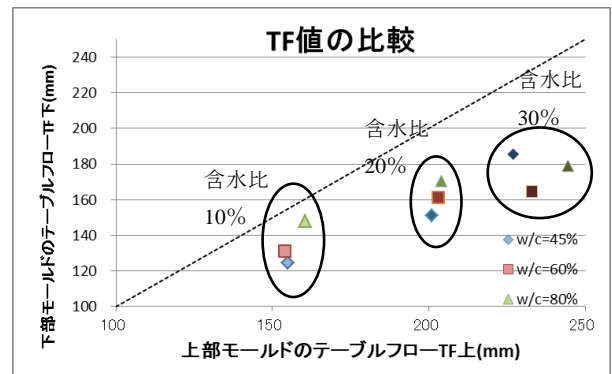


図 3.1.2 上下モールドの TF 値の比較

気泡混合土に気泡混合土よりも遥かに粘性の低いセメントスラリーを注入したにも関わらず、図 3.1.3 より、全ケースで、下部モールドのベーンせん断抵抗値の方が上部モールドのベーンせん断抵抗値よりも大きくなったことから、消泡を確認する事が出来た。また、図 3.1.3 からベーンせん断抵抗値と W/C の間には、相関関係がほとんど見られなかったが、気泡混合土の含水比が増加するほど、ベーンせん断抵抗値の上下比(傾きに相当する上下モールドのベーンせん断抵抗値の比)が大きくなる事が確認できた。

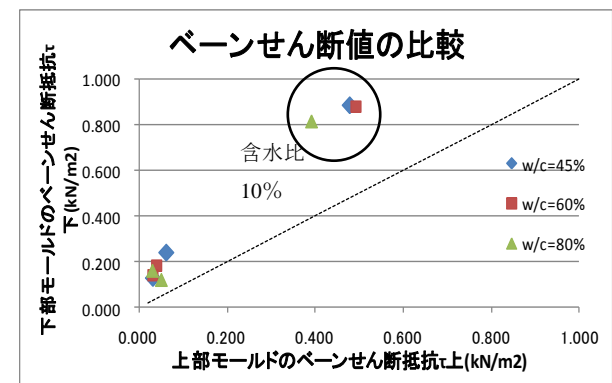


図 3.1.3 上下モールドのベーンせん断抵抗値の比較

4. まとめ

全ケースの単位体積重量、テーブルフロー、ベーンせん断抵抗の指標で消泡を確認する事が出来た。また、水セメント比(W/C)が高い方が流動性が高く、消泡性も良いと予想されたが今回の実験ではそれを裏付ける事が出来なかった。TF 値指標の図 3.1.2 から含水比が高い方が消泡性が良い事も確認する事が出来た。