

セメントが起泡剤を用いた地盤掘削用安定液に及ぼす影響

早稲田大学 学生会員 ○栗橋 優太
早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一

1. 研究目的

現在，地中連続壁工法における地盤掘削用安定液としてベントナイト系安定液に代わり，起泡剤を用いた安定液（以下，気泡安定液と呼ぶ）の適用が提案されている．気泡安定液は，ベントナイト系安定液に比べ，施工コストが低いことや排泥量が少ないなどの利点があるが，ソイルセメント柱列壁工法に用いられるようなセメントを添加した場合についての気泡安定液（以下，気泡ソイルセメントと呼ぶ）の性状については，未解明な部分が多い．本報告では，地中連続壁工法として広く用いられているソイルセメント柱列壁工法への気泡の適用を目指し，気泡ソイルセメントの性状を調査した事項について報告をする．

2. 使用材料

本研究では，ケイ砂 6 号 ($D_{50}=0.33\text{mm}$) およびカオリン粘土 ($w_L=50.86\%$, $I_p=19.99\%$) を主に使用し，セメントは高炉B種セメント（ブレン値 $3850\text{cm}^2/\text{g}$ ）を使用した．なお，本研究では含水比 w を，土とセメントの総量に対する水の質量比として考えている．

気泡は，界面活性剤系の起泡剤を水で 20 倍希釈したものを体積が 25 倍となるようにハンドミキサーで発泡させたものを土に添加させている．ここで，気泡添加率 Q は，土砂の乾燥質量に対する 20 倍希釈した起泡剤の質量比として定義する．



図 2.1 25 倍発泡した気泡

3. 実験概要

(1) テーブルフロー試験

気泡ソイルセメントの掘削性能に関する流動性を表す指標として，既往の研究でも用いられてきたテーブルフロー (TF) 値を採用する．本研究では，含水比やセメントの添加量を変化させながら気泡ソイルセメントの TF 値を測定し，既往の研究で得られた気泡安定液の TF 値の推定式と比較し，気泡ソイルセメントにも適用できる推定式への修正を検討した．



図 3.1.1 フローテーブル

(2) 分離試験

気泡ソイルセメントは含水比が増大すると，安定した懸濁状態が崩れ，土粒子やセメントの沈降が生じ，流動性が損なわれる．本研究では，上下で分離するプラスチック容器を試験装置とし，気泡ソイルセメントを装置内に満たし，1 時間経過後の上部と下部のプラスチック容器内の気泡ソイルセメントの質量比を計測することで，分離含水比を測定することとした．TF 値同様に，分離含水比についても気泡安定液については推定式が存在するため，本研究では，こちらとの比較を行い，気泡ソイルセメントにも適用できる推定式への修正を検討した．



図 3.2.1 分離含水比測定器

キーワード 気泡、ソイルセメント壁工法、地盤掘削用安定液、テーブルフロー試験、分離試験

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 58 号館 205 早稲田大学創造理工学部社会環境工学科 TEL 03-5286-3405

4. 実験結果

(1) テーブルフロー試験

既往の研究より求めたTF値の推定式は気泡添加率 $Q=1\%$ を境に変化していることから、本研究でも細粒分含有率 $P=0\%$ 一定条件で、 $Q=0.7\%$ と 1.5% でそれぞれ、セメント含有率 c を変化させた時の気泡ソイルセメントのTF値を測定し、それを既往の推定値と比較したものを図4.1.1および図4.1.2に示す。なお、セメント含有率 c は、全固体質量に対するセメントの質量比と定義する。実験の結果、気泡添加率が 1% 以下の場合にはセメントが土粒子間の潤滑性を高めてTF値を高めるものの、 1% 以上となると気泡のベアリング効果がそれ以上に作用するために、TF値に対しては、大きな影響を与えないと考えられる。また、TF推定式は、細粒分含有率 $P=10\%$ を境にして更に変化している。 $P>10\%$ の条件で同様にTF値を測定したところ、 $P=0\%$ の時と同様の結果となった。これらの結果から、TF値の推定式は $Q<1\%$ 条件での式のみ修正が必要であるように見える。

(2) 分離試験

気泡添加率一定で、セメント含有率を変化させた時の含水比と重量比の関係を図4.2.1に示す。既往の研究より、重量比 1.02 の時の含水比を分離含水比 w_{sep} と定義している。図より、セメント添加に伴い分離が抑制され、 w_{sep} が増大している事が分かる。

5. まとめ

TF値の推定式は従来、 $TF = \alpha w + \beta$ (w : 含水比, α, β : 係数) で表わされる。今回の実験結果からセメント添加時も推定式の傾きは一致すると考えられるため、修正は切片項である β にのみ行うのが適切であると考えられる。

次に、分離含水比 w_{sep} については、既往の研究では粗粒分と細粒分の分離含水比 w_{sep1} , w_{sep2} に分けて考えていたが、今回の結果より、セメント含有率 c による影響分 w_{sep3} も考慮し、以下のような推定式に修正できる。

$$w_{sep} = w_{sep1} \frac{100 - P' - c}{100} + w_{sep2} \frac{P'}{100} + w_{sep3} \frac{c}{100}$$

ここに、 P' : セメント含有率 c を考慮した細粒分含有率 ($=P \times (100-c)/100$)

6. 謝辞

本研究にあたり、数多くのご協力をいただいた三井住友建設(株)の関係各位に謝意を表す。

7. 参考文献

- 1) 近藤, 赤木, 仲山: 掘削土砂に気泡と水を添加した地盤掘削用安定液の開発と適用, 土木学会論文集 C Vol.64 No.3, 2008.7

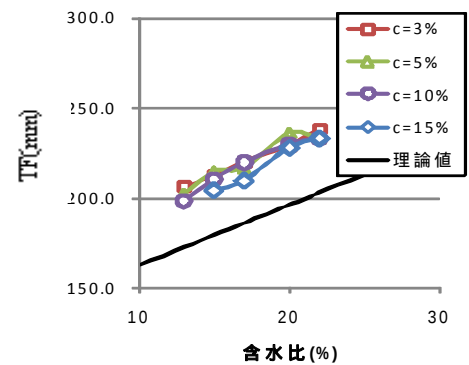


図 4.1.1 含水比と TF 値の関係 ($Q=0.7\%$)

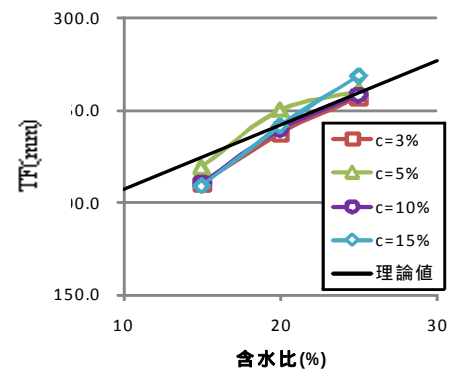


図 4.1.2 含水比と TF 値の関係 ($Q=1.5\%$)

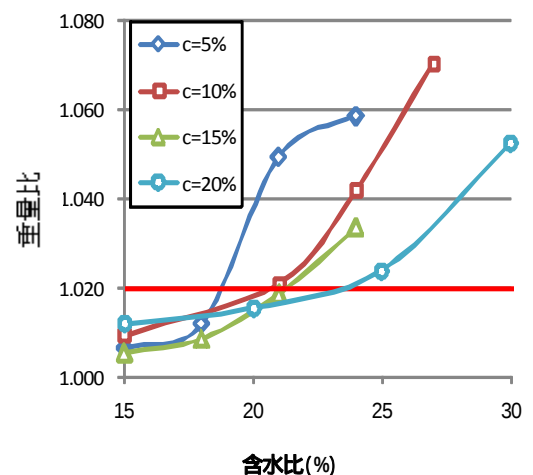


図 4.2.1 含水比と重量比の関係