

気泡を用いたソイルセメント壁工法用掘削安定液の流動特性

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

(有)マグマ 正会員 近藤 義正 三井住友建設(株)正会員 印南 修三

(株)竹中土木 正会員 森 桂一 太洋基礎工業(株)正会員 土屋 敦雄

1. はじめに

現在、地中連続壁工法において使用されている地盤掘削用安定液は、ベントナイト安定液、ベントナイト CMC 安定液などである。しかし、原料コストが高い、その混合物が産業廃棄物となる等、安定液が地下構造物の建設コストを高くする原因となっている。そのような背景から本研究では、原料コストが安く、安定液を含んだ土砂の処理が容易である起泡剤を用いた地盤掘削用安定液(以下、これを気泡安定液と呼ぶ)の開発を目的としている。ここでは、ソイルセメント壁工法による地中連続壁構築に気泡安定液を適用することを想定して、その掘削性能の指標となる流動性について、実験的に調査した。

2. 使用試料と実験方法

ここでは、流動特性を定量的に測定する手段として、テーブルフロー試験およびベーンせん断試験を用いた。このうち、ベーンせん断試験(図1)については、ソイルセメント壁工法の大深度掘削への適用拡大を検討するために、空気圧を利用して加圧可能な試験機を用いている。また、試験においては、砂試料はケイ砂6号($D_{50}=0.15\text{mm}$)、細粒分試料はカオリン粘土($w_L=41.3\%$, $I_p=16.8\%$)、セメントには高炉B種セメントを用いた。さらに、気泡については、界面活性剤系の原液を20倍希釈し、ハンドミキサーで更に25倍に起泡したものをを用い、消泡に当たっては使用した起泡剤原液と同量の消泡剤を添加することで行った。

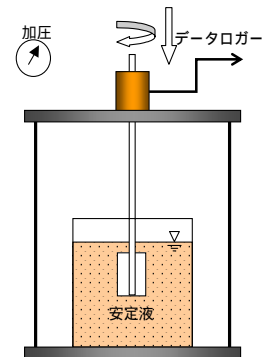


図1 加圧式ベーンせん断試験

3. テーブルフロー試験

テーブルフロー(TF)試験は、所定の配合により作られた安定液にフローテーブル上で振動を与えることで行われる。所定の回数の振動を与えた後の安定液の広がり最大径(mm)をTF値とする。一般的に、地盤掘削安定液のTF値は200mm前後が適当とされている。

含水比、セメント添加量一定で、気泡添加率を変化させた際のTF試験の結果を図2に示す。図2より、気泡を添加することにより、ソイルセメントの流動性が著しく向上しているものの、気泡添加率2%をピークにTF値は横ばい、もしくはわずかに減少の傾向となる。また、含水比を変数にした時のTF試験の結果を図3に示す。図3より、気泡添加時の方が同じTF値を満たすのに必要な含水比が小さいことが見える。さらに、試

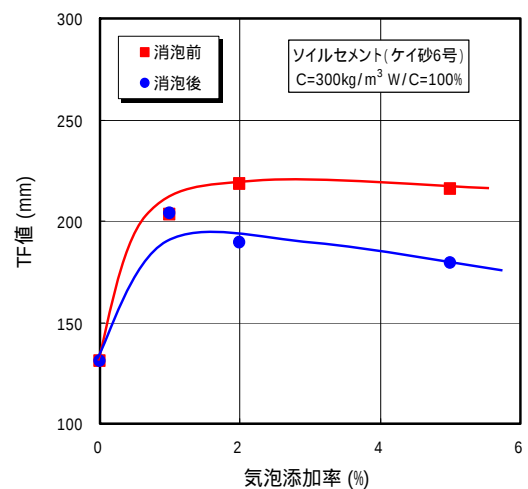


図2 気泡添加率とTF値の関係

料の細粒分含有率を変数にした時の、所定のTF値(200mm)を満たすのに必要な含水比の関係を図4に示す。図4より、細粒分含有率が低い場合には、気泡を添加すれば、TF値200mmを満たすのに必要な含水比が低下するが、細粒分含有率が約75%を超えると、気泡を添加してもTF値200mmを満足する含水比に殆ど違いがなくなる。これより、気泡の添加は細粒分含有率が低い状態では流動性を高めるために非常に有効だが、それと比較して、細粒分含有率が高い状態では、気泡を添加しても流動性に大きな違いは認められない。

キーワード 地中連続壁、ソイルセメント壁工法、気泡、テーブルフロー

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 西早稲田キャンパス 58-205 TEL.03-5286-3405

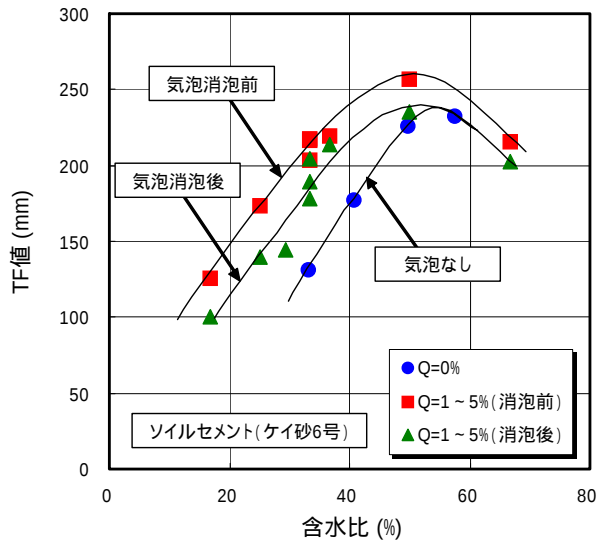
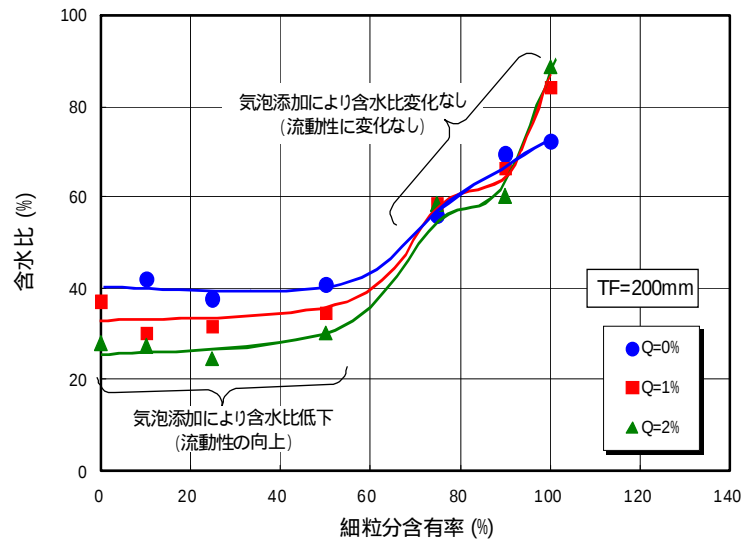


図3 含水比とTF値の関係

図4 TF=200mmを得るのに必要な
細粒分含有率と含水比の関係

4. 加圧式ベーンせん断試験

ベーンせん断試験は、図1に示されるような密閉されたセル内に所定の拘束圧をかけた状態で、圧力毎に計測された最大せん断力から、安定液の最大せん断抵抗を求めた。

含水比一定 ($w=30\%$) で気泡添加率を変化させたときの、拘束圧と最大せん断抵抗の関係を、図5に示す。図5より、いずれのケースにおいても、加圧することによりせん断抵抗は増加するが、その増加は100~200kPaをピークに停止し、それ以降は一定、もしくは減少の方向に変化していく結果が得られた。また、気泡を添加した場合は、添加しない場合と比べ、せん断抵抗が明らかに小さく、加圧に伴うせん断抵抗の増大も無視できるものと判断してよい。

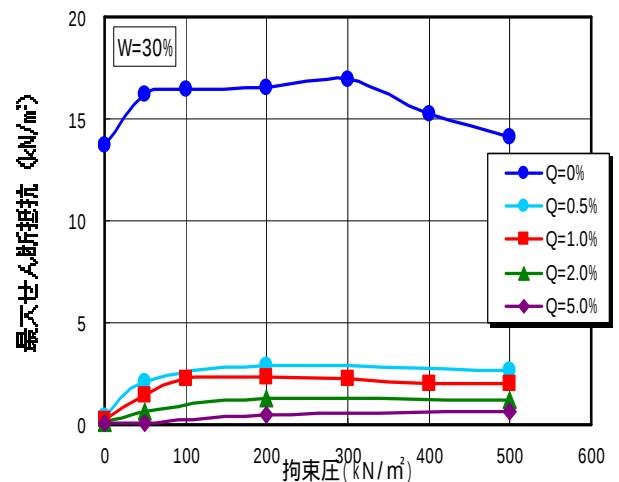


図5 拘束圧と最大せん断抵抗の関係

5 まとめ

以上の結果を取りまとめると、下記の通りである。

- (1) 気泡を添加することにより、安定液及びソイルセメントの流動性は向上し、掘削に必要な水量を軽減することが出来る。
- (2) 500kPa程度の高圧力下においても、気泡はベアリング効果を損なうことなく機能し、気泡安定液は高い流動性を維持する。

6 謝辞

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

参考文献

- ・ 近藤, 仲山, 赤木: 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