

気泡安定液の溝壁安定化機構について

早稲田大学 フェロー会員 赤木 寛一
 早稲田大学 学生会員 ○野口 欣彦
 早稲田大学 学生会員 松田 光
 戸田建設(株) 正会員 浅野 均

1. 研究目的

地盤掘削用安定液に気泡安定液を利用することで、ベアリング効果により掘削地盤の流動性を高めることができ、施工後に消泡することで環境負荷を低減することができる。気泡安定液は、このような施工面、環境面、コスト面に関して従来のベントナイト安定液よりも優れており注目されている。また、気泡安定液はベントナイト安定液のように泥膜を形成するわけではないが、溝壁の安定を保つことが以前の研究により明らかになっている。しかし、そのメカニズムに関しては知見が少なく、未解明な部分が多い。ここでは、安定液中の間隙水圧と模擬地盤に一定の圧力差（以下、差圧と呼ぶ）を生じさせた浸透試験を行い、気泡添加率と浸透量の関係に着目することで気泡安定液の溝壁安定化機構を解明することを目的とした。

2. 使用試料

試料砂として珪砂5号 ($D_{50}=0.60\text{mm}$) を使用した。気泡は、界面活性剤系の起泡剤を水で20倍に希釈し、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用いた。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。今回は含水比 $w=10\%$ 、気泡添加率 $Q=0.5, 0.7, 1.0, 1.2, 1.5\%$ の条件で、珪砂に水と気泡を混ぜることで気泡安定液を作製した。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。

3. 実験概要

図1に示すように、シリンダーA底部に模擬地盤層を準備し、その上部に気泡安定液を投入し、載荷板ピストンを介して上載圧を作用させることで浸透試験を行った。実験手順は以下の通りである。

- ① シリンダーA内に試料土を高さ100mmになるように、水中落下法を用いて3層にわけて突き固め、飽和した模擬地盤 ($D_r: 60\%$) を作製する。
- ② シリンダーB内の水位がシリンダーA内の模擬地盤と同じ高さである100mmになるよう調節する。
- ③ 模擬地盤上に気泡安定液を初期高さ200mmとなるように入れる。
- ④ シリンダーAの載荷圧力を300kPaに設定し、その時の間隙水圧 P_A をデータロガーで記録する。
- ⑤ その時の数値をもとに、所定の差圧 ($\Delta P=30, 20, 10\text{kPa}$) になるようにシリンダーB内の圧力を調節する。
- ⑥ シリンダーAとシリンダーBを接続し、シリンダーBからの越流水から間隙水の浸透量を求め、間隙水圧 P_A の変化を記録する。

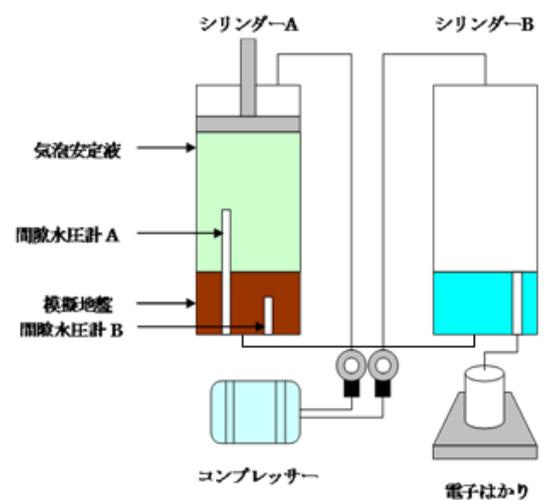


図1. 浸透試験装置

キーワード 掘削, 安定液, 気泡, 浸透

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

4. 実験結果と考察

それぞれの気泡添加率 Q に対応する最終浸透量 Q_w の関係を図 2 に示し、浸透量 Q_w をそのときの差圧 ΔP で除した 1 kPa 当たりの浸透量と気泡添加率の関係を図 3 に示す。どの気泡添加率のときも差圧が小さければ浸透量も少なくなっている。また、1.0% のときに多少のばらつきがあるものの気泡添加率を増加させていくと差圧に対する浸透量の比率が減少しているのが見て取れる。

図 4 に気泡添加率 Q と安定液中の間隙水圧 P_A との関係を示す。気泡添加率の増加により安定液中の間隙水圧も上昇している。気泡添加率が少ない場合、上載圧力を加えても土粒子の骨格が形成されてしまうために、ほとんどが有効応力に分担される。そのため間隙水圧はあまり上昇しない。しかし気泡量を増加することにより、土粒子の骨格が形成されるまで気泡は圧縮されるので、間隙水圧は上昇する。これが気泡添加率の増加に伴って安定液中の間隙水圧が上昇する理由であると考えることができる。

気泡の体積は図 5 に示しているように、低圧条件で大きく変化し、高圧条件ではあまり変化しない。そのため間隙水圧が高ければ高いほど、つまり気泡添加率を増やせば増やすほど差圧による気泡の体積変化量は小さくなるといえる。この気泡の体積変化量と浸透水量に何らかの関係があると考えることができる。

以上のことから、

①気泡添加率を増加させることで差圧に対する浸透量の比率を減らすことができ、より溝壁の安定性を保つことができる。

②安定液中の間隙水の浸透量は、その時の気泡の体積変化量と密接な関係があると考えることができる。

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, pp.505-518, 2008.7

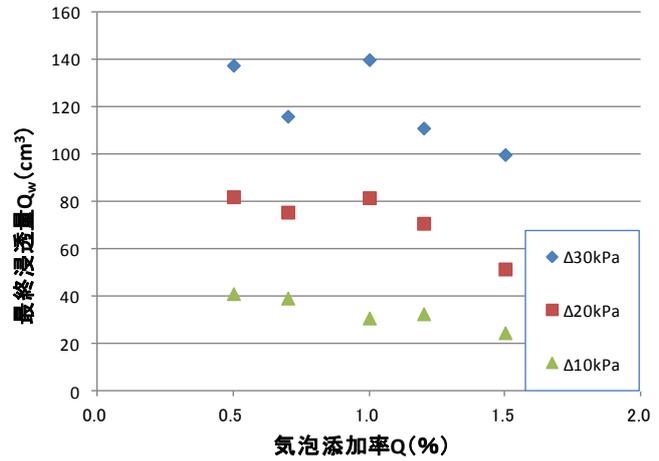


図 2. 気泡添加率と最終浸透量の関係

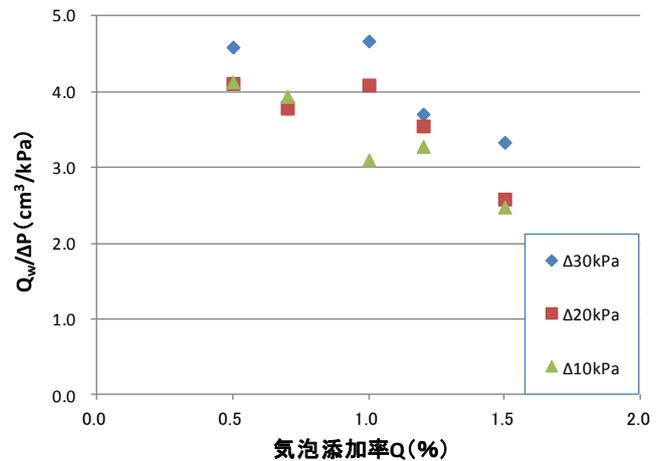


図 3. 気泡添加率と各差圧における浸透量の関係

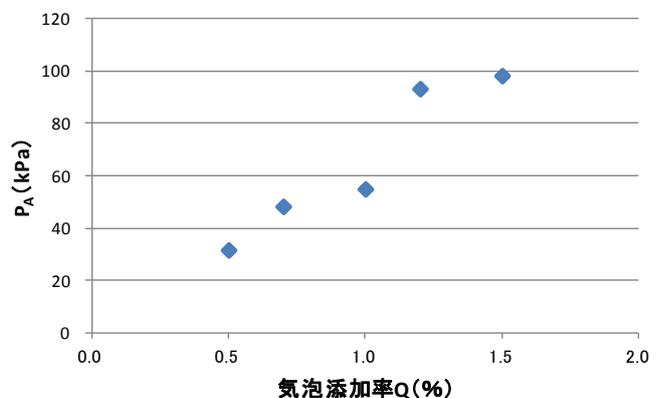


図 4. 気泡添加率と安定液中間隙水圧の関係

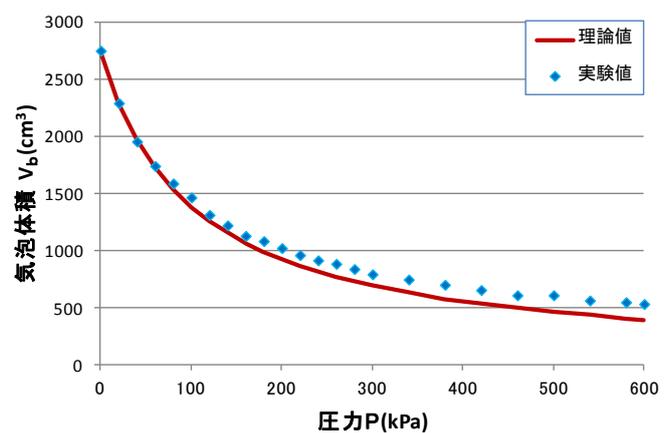


図 5. 気泡体積と圧力の関係