

起泡剤を用いた地盤掘削用安定液の圧力と地下水との差圧について

早稲田大学 正会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生会員 ○仲山 貴司

1. 目的

現在、地盤掘削用安定液として用いられているものは、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、原料のコストが高い、それ自身が産業廃棄物となるなど地下構造物の建設コストを高くする原因となっている。そこで、原料のコストも安く、また安定液を含んだ土砂の処理が簡単な起泡剤(以下、これを気泡安定液と呼ぶ)を地盤掘削用安定液として用いることを本研究の目的としている。そこで、気泡安定液の作成から溝壁安定化までの簡単なフローチャート(図1)をもとに、各構成要素に対する実験を計画している。ここでは、“安定液の圧力と地下水圧との差圧”に着目して行った溝壁崩壊実験と噴発実験結果を報告する。

2. 実験概要

安定液自重による圧力(以後、安定液圧とする。)の大小で溝壁が破壊する場合を考えると、2つのケースが考えられる。安定液圧が低すぎる場合と、安定液圧が高すぎる場合である。前者は、安定液の水頭が低くなり、地下水圧が安定液圧を大きく上回ると、地下水が溝内に大量に流入し、溝壁を押し流してしまう。実際の現場において溝壁の破壊例の多くが、この安定液の水頭不足による破壊である。この点を調査するために、安定液として気泡安定液とベントナイト安定液を用いた溝壁崩壊実験を実施した。一方、後者は地盤内の噴発現象に相当する。地盤の粒径と比較して安定液圧が高すぎる場合、地層境界面や礫層を通して安定液が流出するため、安定液の水頭が低下する危険性がある。これについては噴発実験を実施した。

2. 溝壁崩壊実験

図2に示した模型実験装置は矢板から右側に地盤を作成し、矢板から左側に安定液を投入する。地盤表面には油圧ジャッキ、安定液面にはコンプレッサーを用いて載荷した後に、矢板を引き抜くことにより掘削現象を模擬する。この状態から地盤内間隙水圧を上昇させることにより地盤を崩壊させ、そのときの差圧を測定する。なお差圧は以下の式で定義する。

$$(\text{差圧}) = (\text{地盤内間隙水圧}) - (\text{安定液圧})$$

安定液はベントナイト(密度 $1.05(\text{g}/\text{cm}^3)$)、ファンネル粘性 $24.5(\text{sec})$ 、気泡安定液(密度約 $1.05(\text{g}/\text{cm}^3)$)を用い、地盤にはベントナイト安定液を用いる場合は豊浦珪砂を、気泡安定液を用いる場合は豊浦珪砂および珪砂5号を用いた。また地盤は飽和状態で実験を実施した。

キーワード : 地中連続壁, 安定液, ベントナイト

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学 赤木研究室 TEL03-5286-3405

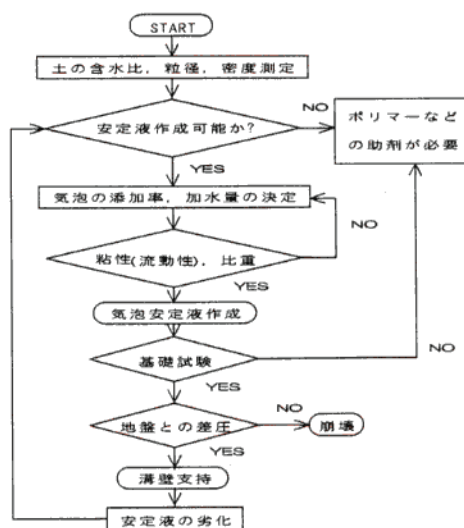


図1 フローチャート

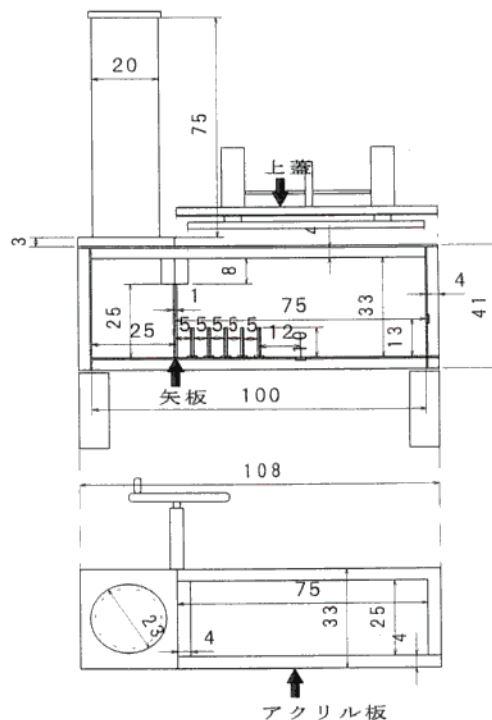


図2 模型実験装置

3. 噴発実験

実験には、図3に示すような実験装置を用いた。左側のシリンダー内に高さが10 (cm) の地盤を作成し、その上に安定液を投入する。安定液の上面から空気圧を載荷する。気泡安定液の地盤への浸透により、間隙水が右側のシリンダー内へと押し流される。右側のシリンダーの越流量を電子天秤で測定する。載荷圧を上昇させ続けると、ある載荷圧を境に越流量が急激に増す（図5）。この値を噴発圧とした。安定液は溝壁崩壊実験と同様で、地盤には豊浦珪砂、珪砂6号、珪砂5号を用いた。なお、安定液圧は30秒間隔で、 5kN/m^2 ずつ上昇させた。

4. 実験結果

溝壁崩壊実験においては、ベントナイト安定液、気泡安定液ともに粒径にかかわらず、差圧が約 $5\sim 10\text{ (kN/m}^2)$ を上回ると崩壊が起り始めた（図4）。しかし、崩壊の形状としてはベントナイト安定液が全面で崩壊しているのに対し、気泡安定液は部分的な崩壊しか起こさない（図6）。これは気泡安定液の方が、流動性が低いためと考えられる。また、噴発実験結果から気泡安定液では約 $70\text{ (kN/m}^2)$ を下回ると噴発が起こったのに対して、ベントナイト安定液では噴発現象は起こらなかった。これは、気泡安定液では形成されないベントナイト安定液による泥膜が噴発に抵抗するためと考えられる。

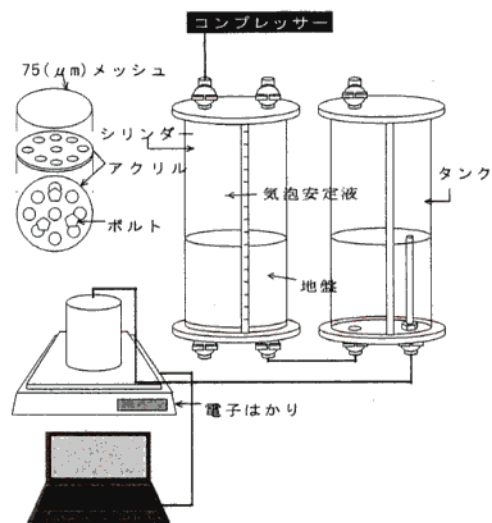


図3 噴発実験装置

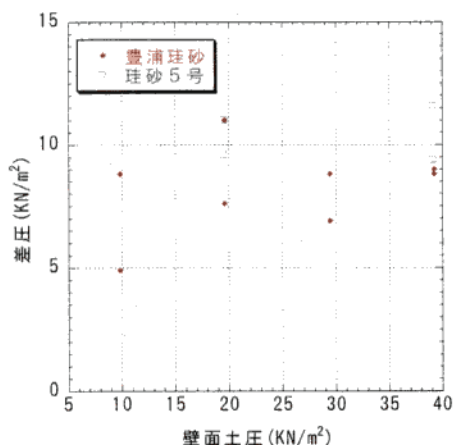


図4 溝壁崩壊実験の差圧

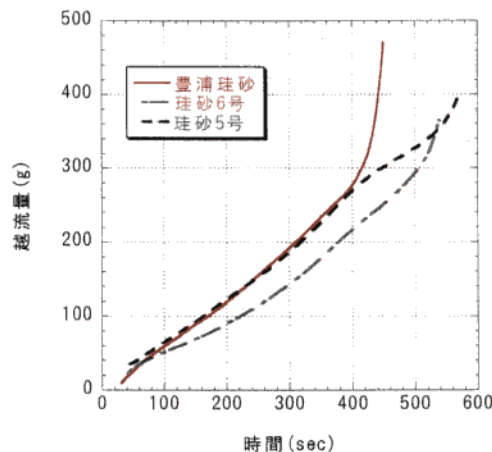


図5 越流量のグラフ

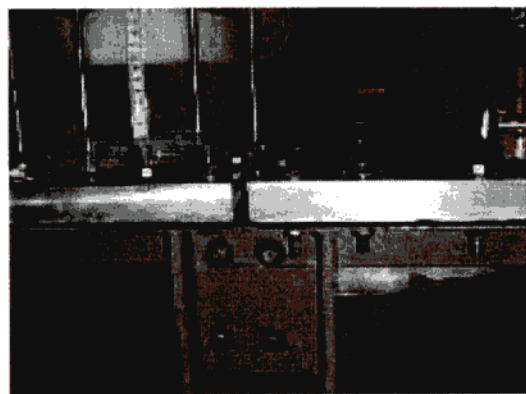


図6 崩壊状況（左図：気泡安定液，右図：ベントナイト安定液）