

III-20 泥土圧シールドにおける添加材の止水性に関する実験(3)

戸田建設(株) 正会員 渡辺 稔明
 " " 橋本 司
 " " 樋口 忠

1. はじめに

大深度に於けるシールド工法では、切羽安定のために止水性を確保する事が重大な課題となり、添加材の使用に際しては配合等に緻密な配慮が必要となる。前報¹⁾では、粘土・ベントナイト系添加材の粘性及び注入率が止水性に与える影響について報告した。本報では、高水圧下(10kgf/cm²)でも止水性を確保する事ができる粘土・ベントナイト系添加材の濃度、粘性、注入率の設定方法について述べる。

2. 最適濃度の設定

設定した粘性を得る配合、即ち粘土とベントナイトの配合割合には多くの組み合わせ(濃度)がある。濃度が低い場合はベントナイト分が多くなり、濃度が高い場合は粘土分が多くなる。図-1に示すように、粘性を一定とした場合濃度40%では練り上がり後1時間放置することにより粘性が急激に上昇し濃度80%以上では粘性の上昇が少ない。又、練り上がった添加材を水を入れた容器の中に落させて攪拌した場合、粘性は濃度60%以上では低下することがわかった。このような粘性の変化から、濃度60%と80%の中間値70%を上限濃度とし、この濃度付近が粘性の時間的変化が少なく、水による粘性の底下も少ない最適濃度と考えられる。

3. 最適粘性の設定

注入された添加材が安定した状態で水圧をおさえるためには、ある程度の濃度(比重)と粘性が必要である。粘性が大きくなる程止水性は高まるが、反面作泥後の時間経過による粘性の変化が大きくなること、圧送が難しくなること、チャンパー内攪拌が十分にできなくなることなどにより施工管理が難しくなる。高水圧(10kgf/cm²)下での施工では、添加材の止水性が重要となるため、図-2に示す実験機を使用し、混練土に油圧ジャッキにより土圧6kgf/cm²また圧力タンクから水圧10kgf/cm²をかける添加材の止水性に関する実験を行った。対象土は、前報と同じ荒目の砂とした。

本実験機での出水量の目安を決めるため、泥土加圧シールド工法協会の算定式²⁾から決定した配合を用い、水圧3Kg/cm²(静水圧30mを想定)で実験を行った。このときの1時間当たりの出水量(約30cc)を止水性を決める目安とした。水圧10kgf/cm²での実験では図-3に示すように9000cp以上の粘性があれば止水性を確保できることがわかる。しかし、粘性を上げる事により止水性は向上するが、混練土がだんご状になって攪拌状態が悪くなる。これは図-4に示す攪拌実験機を使用した添加材と砂の

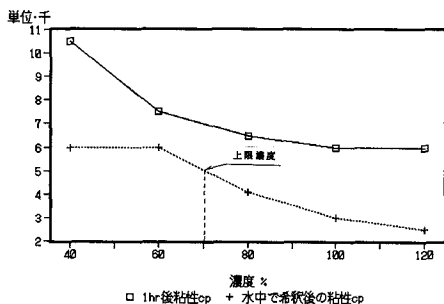


図-1 添加材の粘性の変化
(練り上がり時粘性6000cp)

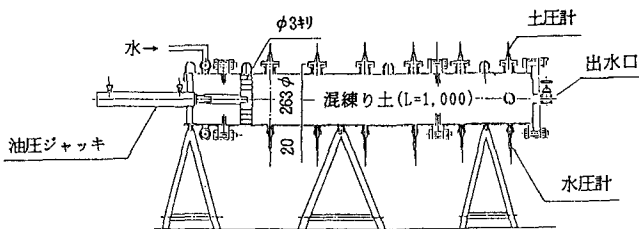


図-2 止水性実験機

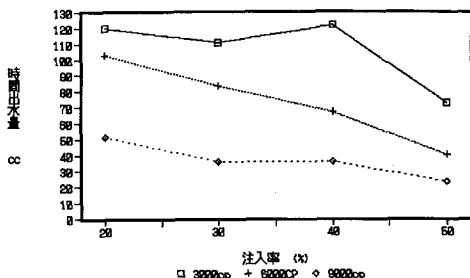


図-3 注入率-時間出水量(濃度80%)

攪拌実験によって明らかになった。図-5は、攪拌時間および砂と添加材の体積比を同条件として攪拌した後透水試験を行った結果である。これを見ると粘性が6000cp～12,000cpの間で粘性に比例して出水量が多くなる事がわかる。出水量が多くなるのは、混練土に空隙が多くなり透水性が良くなったためで、攪拌状態は悪くなったといえる。攪拌実験の結果からは、6,000cp～12,000cpの間では粘性が低いほうが攪拌が良好で止水性の高い混練土が得易いといえる。止水性実験と攪拌実験から、粘性は9,000cp程度が適当と思われる。実施工を考える場合、高水圧下でチャンパー内での攪拌を十分に行うためには、高粘性に対応するチャンパー内攪拌装置の開発が必要となる。

4. 最適注入率の設定

上記のように、止水効果のある添加材の配合を設定した。次に掘削土質に応じて止水効果のある注入率の設定が必要となる。泥土加圧シールド工法協会算定式、排土可能な粒度分布から算定する方法および地山の有効間隙率から算定する方法など注入率を算定する方法は各種あるが、高水圧に対して特に適応する方法とはしていない。そこで本止水性実験機を用いて注入率を変化させて止水効果を確認した。止水性実験の結果（図-2）から粘性の大小に関わらず注入率が大いとき止水性も高まる。前節で最適粘性とした9000cpについてみると1時間当りの出水量が30cc程度以下になるのは注入率が30%以上である。注入率30%～40%の間では止水効果の差はみられないので、経済性を考えると今回対象の川砂に対しての最適注入率は30%程度となる。

注入率については、掘削土の間隙比など土質によって異なるので、最適注入率は注入率を変えた混練土を作成し本止水性実験機等を使用した透水試験を行って決定する方法を提案する。

5. おわりに

現在一般に多く用いられている粘土・ベントナイト系添加材が、高水圧下でも使用可能であることの確認のために、荒目の砂に対して水圧10kgf/cm²の止水性の実験および、高粘性に対する攪拌実験を行った。その結果、対象土により注入率を変え、濃度・粘性を適正に定めることにより水圧10kgf/cm²に対して十分な止水性を確認できた。また、攪拌が十分にできる粘性の上限を確認できた。しかしながら、最適濃度については粘性6000cpについての実験結果であり最適粘性である9000cpでの実験を行って決定する必要がある。

なお、本実験は地下総プロ「大深度・大断面シールドトンネルの設計・施工技术の開発」において、建設省土木研究所、（財）先端建設技術センターとの共同研究として実施したものの一部である。

参考文献：

¹⁾ 渡辺 稔明・橋本 司・樋口 忠「泥土圧シールドにおける添加材の止水性に関する実験(2)」

土木学会 第46回年次学術講演会

²⁾ 「泥土加圧シールド 工法 技術・積算試料」 泥土加圧シールド 工法協会 (H. 3. 1)

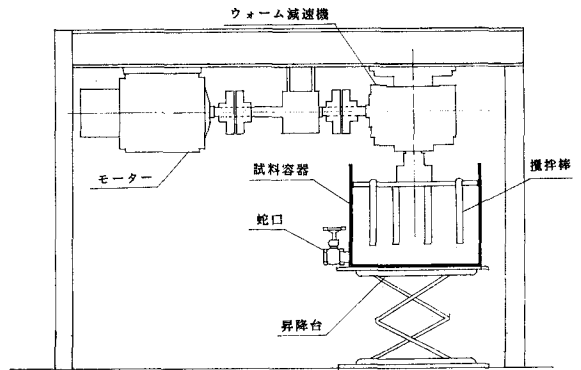


図-4 攪拌実験機

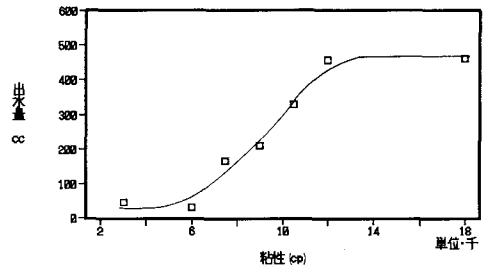


図-5 攪拌後の出水量