

III-32 泥土圧シールドにおける添加材の止水性に関する実験

戸田建設株式会社 正会員 橋本 司
同 上 正会員 樋口 忠

1. はじめに

滞水した砂・砂礫層に適用する泥土圧シールド工法において、切羽の安定に欠かせないのが添加材である。添加材の役割は掘削土砂を混合攪拌により流動性と高い止水性を兼ね備えた混練り土に改良し、土圧および水圧に対抗しながら掘削土砂を取り込み搬出できるようにすることであるが、その種類・配合の選定基準となる手法はまだ確立されていない。添加材の選定基準の一つとして止水性はとくに重要である。本報では、高水圧下での添加材の止水性評価に関する実験を行ったのでその結果について述べる。

2. 止水性実験

2.1 対象土および添加材

実験材料としての対象土は実地盤を想定したものではなく、比較的粒度が一定している鬼怒川産の川砂とした。図-1にこの川砂の粒度分布を示す。透水性地盤として考えるならば飽和した材料となるが、添加材の注入率の違いが明確に分かるようにするため(スランプ試験による)、実験では材料の川砂の含水比を7.3%に調整して用いた。

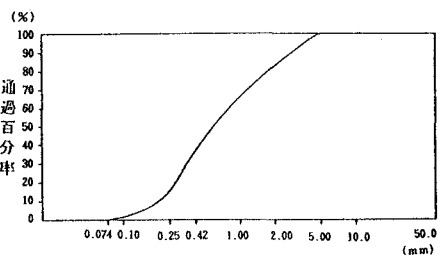


図-1 川砂の粒度分布

添加材の材料には多治見産の粉末粘土と群馬産のベントナイト(#200)を用いた。また、添加材の粘性はリオンメータにより測定し、7000CPとした。表-1には添加材の配合を示す。

表-1 添加材の配合

添加材	1 m ³ 当たりの配合
粉末粘土	444 kg
ベントナイト	148 kg
水	740 l

2.2 実験装置および実験方法

実験は図-2に示すような装置を用いて行った。図-3には実験機の詳細を示す。

実験では、添加材を川砂に加え攪拌したものを混練り土とし、これを実験機に密度が均一になるように詰め込み、ピストンにより加圧した後ピストン側から水圧をかけ、反対側の端部から出水するまでの時間と土圧・水圧の変化を計測した。

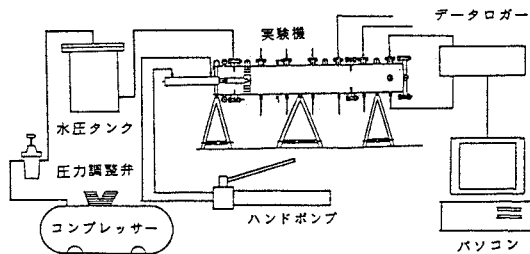


図-2 実験装置

添加材の注入率は29.3%、35.2%、47.0%、混練り土の加圧は約6kgf/cm²、約9kgf/cm²、約12kgf/cm²の各3段階とした。また、加圧後に混練り土にかける水圧は6kgf/cm²とした。

浸透水の出水時間については、実験機端部のセンターから400mlの水が流出するまでの時間を「出水までに要する時間」とした。

2.3 実験結果と考察

1) 間隙水圧と水圧の変化

実験機に詰めた混練り土を加圧すると、添加材の注入率が多い場合、図-4に示すように間隙水圧が発生する。これは混練り土の空隙に添加材が充填

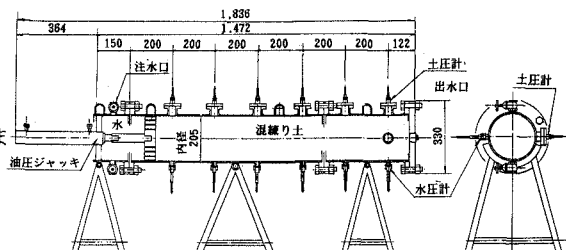


図-3 実験機

最大加圧力	30.4 kgf/cm ²
最大水圧	10 kgf/cm ²
土圧計	10kgf/cm ² (BE-10KRS) 6台
水圧計	10kgf/cm ² (PGN-10KC) 8台

され、混練り土が飽和状態に近づいていることを示し、添加材の注入率の判定に利用できる。図-5は加圧した混練り土に水圧をかけた場合の経時的な水圧変化を示したものである。開始時を見ると、添加材の注入率が大きい47.0%のケースでは、添加材の間隙への浸透により間隙水圧が発生している。さらに、加圧面に近いところでは過剰間隙水圧が発生している。逆に注入率が少ない29.3%のケースでは、加圧面に近いところを除いてほとんど水圧がかかってない状況で、空隙が存在していることが分かる。

水圧の経時変化では、注入率29.7%では水圧が上昇傾向にあり、注入率47.0%では水圧は下降傾向にあることが確認できる。前者では空隙が存在し、そこに水が浸透することで圧力が増加している。後者では間隙には圧力保持に優れた添加材が充満されており、この添加材が水により薄められ圧力保持機能が低下することで圧力が減少している。添加材の注入率や配合による圧力保持機能の向上と、できるだけ高い圧力を保持することが止水には重要であると考えられる。

2) 止水性に対する加圧の効果

混練り土の止水性は実験機の端部から出る浸透水の出水までに要した時間で評価できる。図-6は加圧と出水時間の関係を添加材の注入率別に見たものである。添加材の注入率が大きいほど出水までに要する時間が長く止水性が高い。また、加圧効果による止水性向上は注入率が大きいほど高くなっている。注入率29.3%と注入率47.0%の出水時間を比較してみると、加圧6kgf/cm²ではその割合が約1:2であったのが、加圧12kgf/cm²ではその割合が約1:3になっている。

3. まとめ

本実験により次のことが確認できた。①加圧した混練り土に水圧をかけた場合、添加材の注入率が大きくなると混練り土中に過剰間隙水圧が発生、止水効果を高める。②対象土に添加材を飽和状態近くまで混合すると止水性を高めることができる。③混練り土の加圧による止水効果は添加材の注入率が大きいほどより大きく発揮される。

4. おわりに

実験により、添加材の注入率だけでなく混練り土の加圧に関して、高水圧対策を検討するための基礎データを得ることができた。今後は、水圧や添加材の種類を替えて同様の実験を行い、最適な加圧方法、配合や注入率等、添加材の選定方法についての検討をするつもりでいる。

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・施工技術の開発」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。

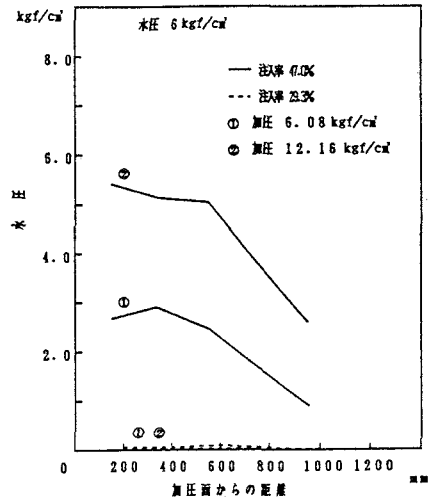


図-4 加圧時における水圧分布

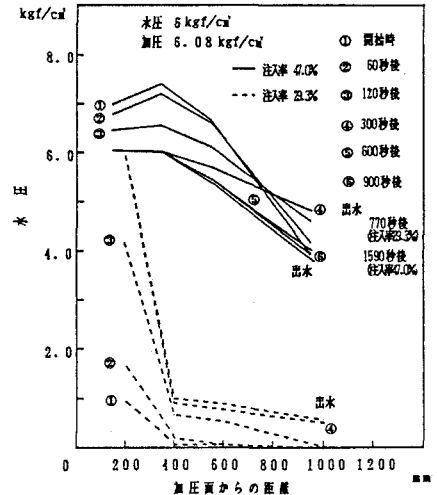


図-5 水圧の経時変化

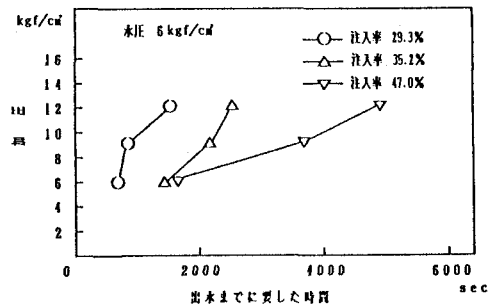


図-6 加圧と出水時間の関係