技術報文

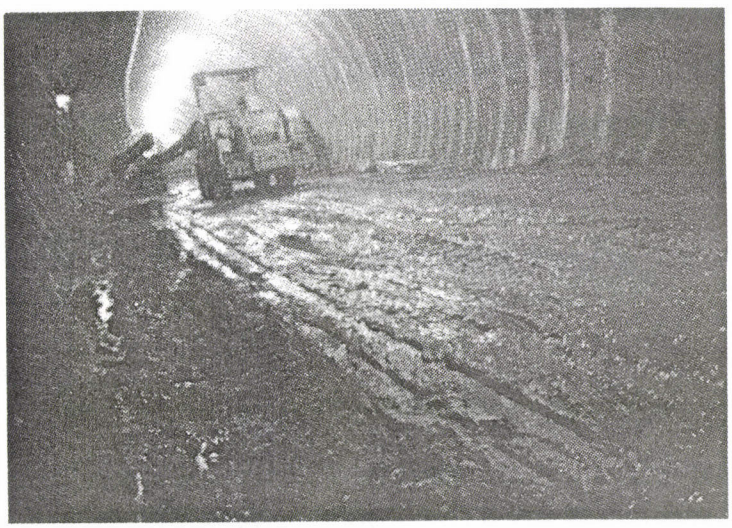
高耐圧・目詰り耐久型ジオテキスタイル排水材を用いたトンネル仮設道路排水対策

㈱大林組 技術研究所　高橋　真一　鳥井原　誠
㈱東洋紡績　西田　孝

1. はじめに

供用中のトンネルでは、坑内に入ってくる湧水はトンネル中央に敷設された中央排水管を中心に系統だてて確保された排水経路により坑外に排水される。これに対し、工事中の坑内は、各所から坑内に湧水がしみ出して来ることが多い状況の中で、掘削用重量機械やずり出し用重量機械の頻繁な走行によって大きな繰返し荷重を受けるため、路盤のトラフィカビリティー確保の重要性が高い。具体的対策は、鋼板敷設、簡易なコンクリート舗装、良質な購入砕石等の投入などが用いられるが、コストや撤去処分方法の問題などを抱え、現実的には、掘削ずりを敷設したまま仮設道路として使用することが多い。一方で、坑内の排水対策は、側壁に沿って掘り込んだ簡単な側溝や釜場排水などを用いることが多く、路盤からへ湧水が浸出個所では、図－１に示すように大きなわだちの発生や、路面の泥状化などトラフィカビリティーの悪化を招き、維持管理に多くの労力を要している。

この報告では、坑内仮設道路に、図－２に示す耐圧性と耐目詰まり性に特徴を持つジオテキスタイル排水材（呼称ＡＲＴドレーン：商品名コスモジオ）を用いた路盤排水対策の適用効果について示した。

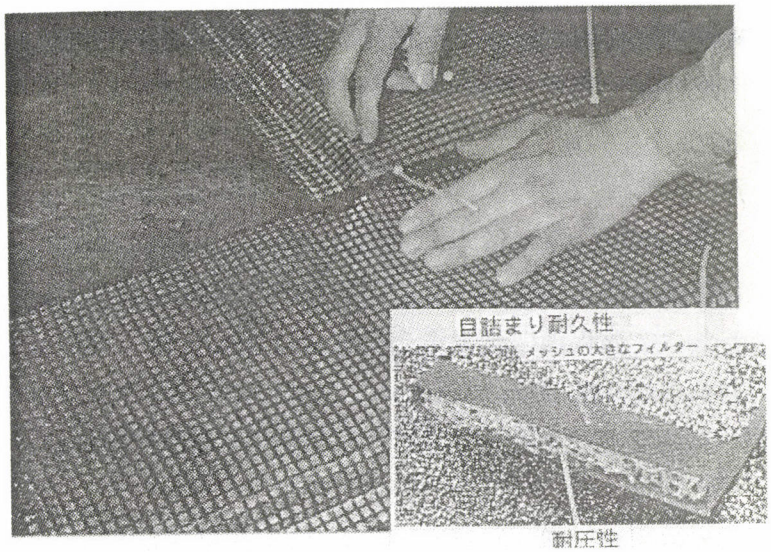


図－１　湧水が発生している道路状況

2．ジオテキスタイル排水材（呼称ARTﾄﾞﾚｰﾝ）

坑内仮設道路の路盤排水に用いるため、新たに開発したジオテキスタイル排水材ＡＲＴドレーンは、

1) 工事用車両の走行に対する耐圧性（最大40tf/m²）
2) 十分な排水能力　（動水勾配ｉ＝１でk＝100cm/sec、厚さ3cm、幅25cm）（標準）
3) 長期間にわたり目詰まりすることなく排水機能が維持できるように、目詰まりの原因となる微細土粒子対



図－２　ジオテキスタイル排水材(ARTドレーイ)

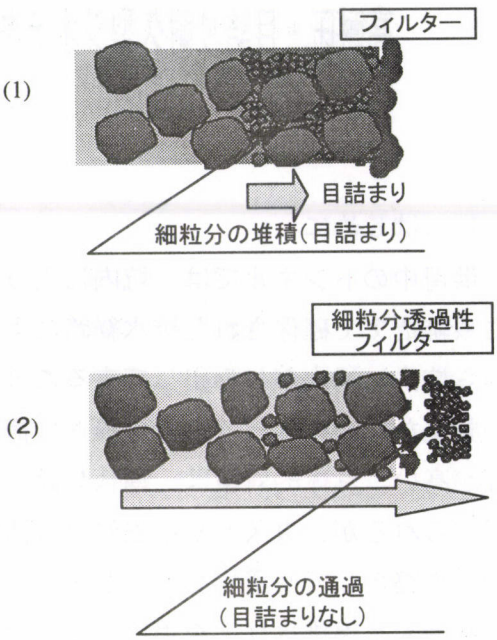
策として微細土粒子透過性フィルターを採用などの特徴を有する。

2.1 耐圧性

圧縮試験における圧縮ひずみ20%時の載荷荷重を耐圧性の１つの目安と考えると約40tf/m^{2}を示す。この耐圧性は、大きな排水断面を有する従来のジオテキスタイルと比べて４～10倍程度大きい。またこの荷重は、ドレーンの敷設深さを30～50cmにおける車両荷重（12～26tf/m^2）に対して十分な耐圧特性を発揮できる範囲となっている。

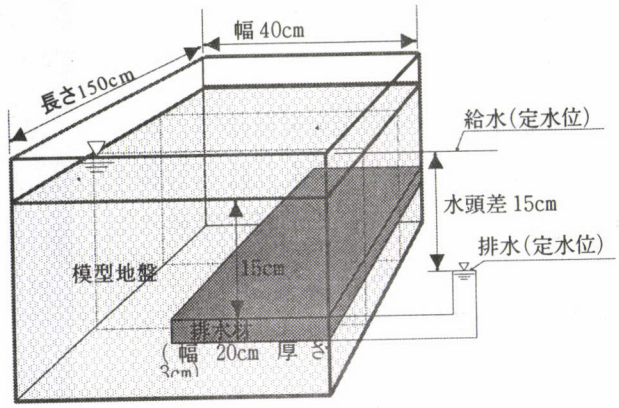
2.2 目詰まり耐久性と長期排水試験

ＡＲＴドレーンの排水能力は、面内排水透水係数 k＝100cm/sec、標準的な排水断面厚さ3cm、幅25cmと大きな性能を有している。この排水性能を十分に活用するためには、フィルター部の目詰まり耐久性が不可欠である。目詰まりのメカニズムとして**図－３**で示すメカニズムを想定しＡＲＴドレーンでは目詰まりの原因となる微細土粒子対策として微細土粒子透過性フィルターを採用している。



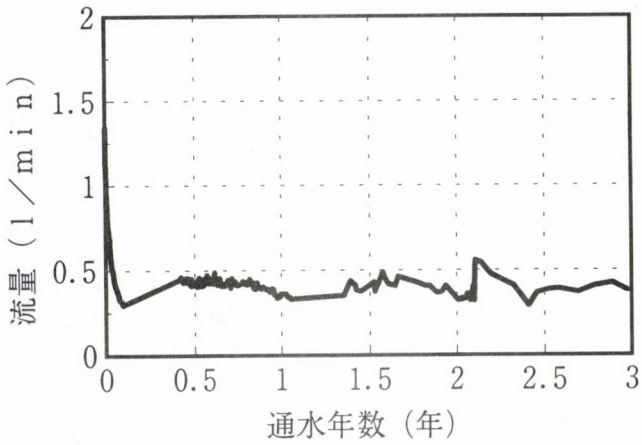
図－３　ﾌｨﾙﾀｰ目詰まりﾒｶﾆｽﾞﾑ

図－４は、長期排水模型実験の概要である。模型土槽（幅40cm、高さ40cm、長さ150cm）内にドレーン（幅20cm、厚さ3cm、長さ150cm）を覆土厚さ15cmで敷設し、動水勾配が１となるよう水頭差15cmの定水位状態で長期間排水実験を行った。なお、土試料は坑内路盤で使用されている材料を想定して細粒分約15%を含む山土を、給水は水道水を使用した。



図－４　長期排水模型実験の概要

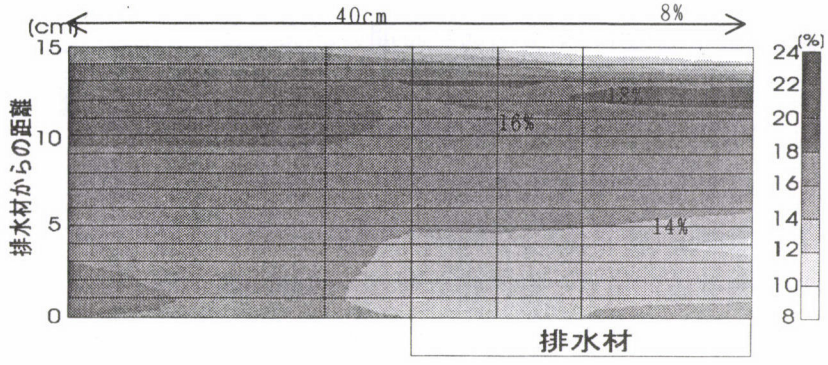
図－５は、排水量の時間変化である。約30日でほぼ定常状態となり、その後約３年間にわたって同程度の排水量を維持し、良好な長期排水性が確認できた。



図－５　模型実験での排水量経時変化

長期排水性を土粒子の移動の観点から検討するため、排水実験終了後模型地盤の粒度試験を行った。**図－６**は、細粒分（75μm以下）の分布である。排水材周辺では細粒分が減少し、目詰まりは発生せず良好な透水性を維持してい

ることがわかる。排水材周辺の細粒分は、排水材周辺にとどまることなく排水材内へ流入し、排水材、およびその周辺土の透水性を確保するという目詰まり耐久メカニズムが確認できた。



図－６　長期排水試験後の模型地盤細粒分分布

３．　路盤排水対策適用例

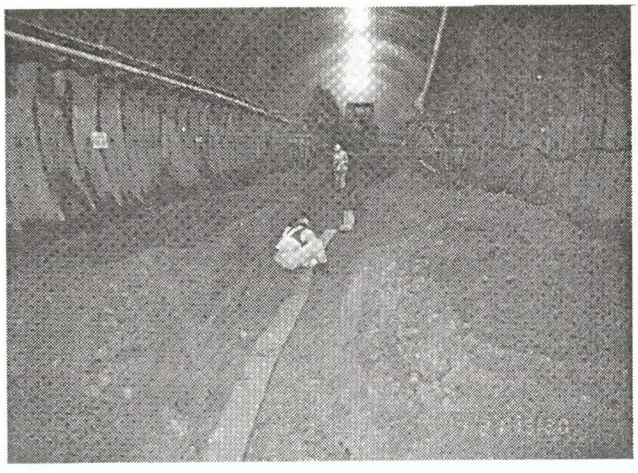
路盤排水対策施工前は、路盤面の一部から浸出した湧水が路盤表面全体に広がり、路盤は不良な状態であった(前述の図－１)。そのため、トラフィカビリティーを確保するためには、頻繁な路盤維持作業が必要であった。

ＡＲＴドレーンを用いた路盤排水対策は、多段ベンチカットで掘削施工が進む状況で、仮設道路としての使用期間が最も長い下半掘削時の仮設道路で行った。

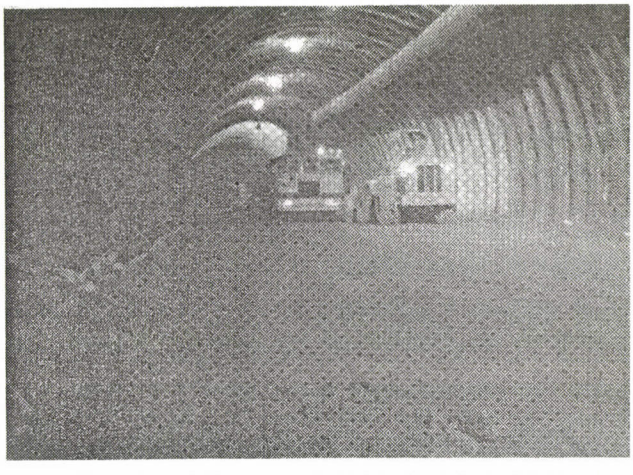
図－７は、ＡＲＴドレーン（耐圧40tf/m^2、断面：厚さ3cm×幅25cm、フィルターの開口径O_f＝0.8mm）の敷設状況である。敷設配置は、掘削断面や路盤材の透水性（透水係数ｋ＝10^{-3}cm/sec程度）を考慮して、敷設深さは約50cm、敷設間隔1.2～2.6mとした。ＡＲＴドレーン敷設後は、比較的良質で含水比が低い状態(約４～６％)の掘削ずりを路盤材として埋戻し、バックホウなどのキャタピラ式建設機械を用いて締固めを兼ねた路盤表面整形を行った。 また、ＡＲＴドレーンで集水した浸透水は、いったん30～100m間隔で設置した釜場に集水した後、ポンプによって場外排出した。

ＡＲＴドレーン適用後の路盤は、図－８に示すように良好な状態が得られた。このトンネル現場では試験施工でトラフィカビリティー改善効果を確認した後、ほぼ工事全域で同様の排水対策を実施し良好な結果を得た。

路盤排水によるトラフィカビリティー改善効果を定量的に把握するためＡＲＴドレーン敷設後に以下に示す現場調査を行った。図－９は、路盤表面の含水比と土研式動的貫入試験を用いた路盤強度の経時変化である。路盤強度はＡＲＴドレーンによる排水効果で路盤の含水比が増加しないことに加え、坑内換気による乾燥のため、含水比は低下している。路盤強度は、車両走行によ



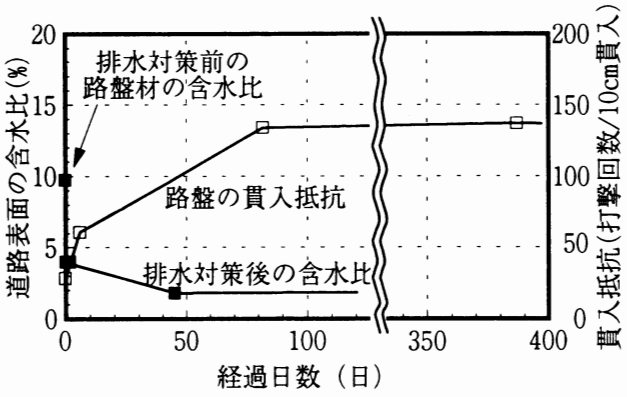
図－７　ドレーン敷設状況



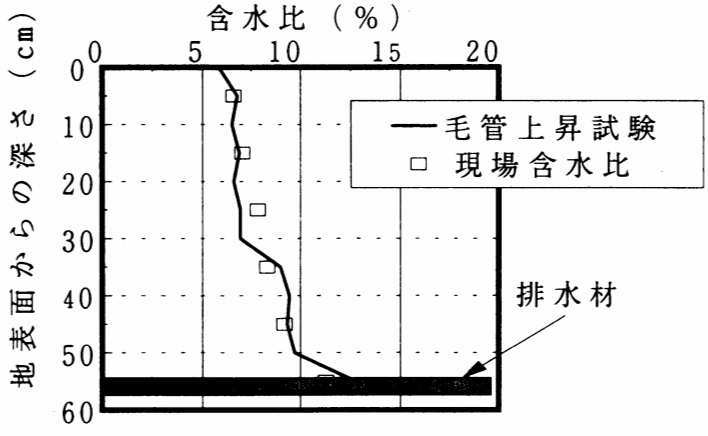
図－８　ドレーン敷設後供用中の状況

る路盤締固め作用の影響もあり時間の経過とともに増加している。

図－10は、ＡＲＴドレーンを敷設して約６ヶ月後の路盤の含水比深度分布である。ＡＲＴドレーン敷設深さ(約55cm)では約12％と高いものの、路盤表面に近づくほど低くなり、路盤表面近くでは約６％と低い含水比状態を維持していることがわかった。図中には別途室内で実施した室内毛管上昇実験の結果も付記した。路盤の含水比分布は、室内毛管上昇実験の結果と良く一致し、含水比上昇の主な要因が毛管水の上昇であることがわかる。この結果から敷設深さを決めるに当たっては路盤材の毛管上昇高さを考慮することが必要であることがわかった。



図－９　路盤表面の強度と含水比の経時変化



図－10　路盤排水適用後の路盤含水比分布

４．おわりに

耐圧性、目詰まり耐久性に特徴を持つジオテキスタイル排水材ＡＲＴドレーンの性能を室内試験と現場適用において検討し、その性能が確認できた。そして、このドレーンを湧水が浸出する坑内仮設道路の排水対策に適用した結果、路盤表面への湧水の侵出抑制効果、路盤のトラフィカビリティー確保に加え、車両のスムーズな通行（車両運搬の効率化）、現場発生土の有効活用、ドライワーク化、仮設作業の効率化、路盤補修作業の省力化など、作業性向上に寄与する幅広い波及効果が認められた。坑内仮設道路というきびしい条件で長期排水効果が確認できたことから、今後より広い範囲への適用展開が考えられる。

参考文献：高橋他：高耐圧・目詰り耐久型ジオテキスタイル排水材を用いた路盤排水対策、
大林組技術研究所報、No.57、1998