

# PSⅢ-34 地中構造物の防水、減震用材料としてのアクアファルトの開発と特性

北海道大学 正員 森吉 昭博 深井 一郎

㈱ 奥村組 正員 竹内 幹雄 井戸田 芳昭○大野 健一郎

## 1. はじめに

筆者らは、トンネルのような地下構造物の裏込材等に適する、防水性と耐震性を併せ持った、たわみ性の材料「アクアファルト」を開発したので報告する。

最近、地下空間の利用が脚光をあびている。さらに、この地下空間は年々深く、大規模化の傾向にある。今後、このような地下構造物を作る場合、防災や耐久性の上から、防水性と耐震性の向上が重要な課題となる。そこで、防水材や裏込材として、以上の2点を考慮した適切な材料が望まれていた。今回、開発された「アクアファルト」はアスファルトを特殊な液体の中で分散させたアスファルト乳剤をベースとし、これにセメントと高吸水性材料を混合した複合材料である。

この素材は常温で液体であり、混合後30～60秒でソフトクリーム状にゲル化し、以後水中でも分散せず徐々に硬化する。このゲル状態の時間は配合や材料を変えることにより調整可能である。

この素材の特徴は硬化した後アスファルト独特の粘性を有し柔らかく、他の物質との付着性に優れ、防水性および耐震性にも優れている。

このため、シールドトンネルや地中構造物と地山との間に充填した場合、その柔軟性、付着性のため長期にわたる防水性の向上がはかれる。また、地震等の振動エネルギーを吸収するクッション材として作用すると考えられる。

シールドトンネル施工の際のテールボイドの発生は余儀なくされており、今までは単に地盤沈下を抑えるために早期にボイドを充填することを主目的に裏込注入を行ってきたが、一歩進んで、裏込部分を積極的に構造部材として活用し防水性、減震性を向上させるという考え方から、この材料は生まれた。

また、アクアファルトの性状から水中コンクリートと同等のハンドリングで取り扱える為、地中ダム堤体地盤改良材、海洋構造物等に展開が可能で幅広い用途が考えられる。

## 2. 基本物性

シールドトンネルの裏込材料に使用する目的でアクアファルトの基本物性把握のために、室内試験を行った。図-1に混合後の一軸圧縮強度の経時変化を、図-2にその配合を示した。7日後の結果は、 $\Phi 50 \times 100$ の円柱状の試料を水中養生し一軸圧縮試験機でひずみ速度1%/分で行い最大荷重を示した値をプロットした。アスファルト系材料の強度は、ひずみ速度に依存する事が知られているが、ひずみ速度50%/分で試験すると、ひずみ速度1%/分の強度の2～2.5倍の強度を示した。配合No①、②、③については明確なピークを示さずゆっくり増加しつづけ⑤、⑦、⑧は圧縮ひずみ1%くらいでピークを示した。7日強度以外はコーン貫入試験で貫入量より一軸圧縮強度を推定した。アクアファルトの硬化特性はセメントの種類、量に依存している事がわかる。図-1中に従来シールド裏込材に使用されているスラグ石灰系可塑性材料の特性もあわせて示した。

次に図-3に混合後7日間水中養生したアクアファルトに対して曲げ試験を行った。試料は $40 \times 40 \times 160$ の直方体でスパン100mmの装置上にセット後中央鉛直載荷した。荷重速度は1mm/分であわみ量を試料下部にセットしたダイヤルゲージによって測定した。配合①、②、③、⑦については明確な破壊を示さず⑤、⑧、スラグ石灰系可塑性材料はたわみ量1mm以下で破壊を示している。

試料下面に注目し、そこの引張り状態を考え引張り破壊ひずみの目安として支承間の伸びひずみをたわみ量から計算して図中に示した。純粋な引張り試験ではないので目安としてしか捕らえられないが、コンクリート系材料と比較しセメント量が少ないアクアファルトはアスファルトの性質が卓越し、伸びが大きく、ひ

び割れの出にくい材料と考えられる 尚、試験は15℃で行った。

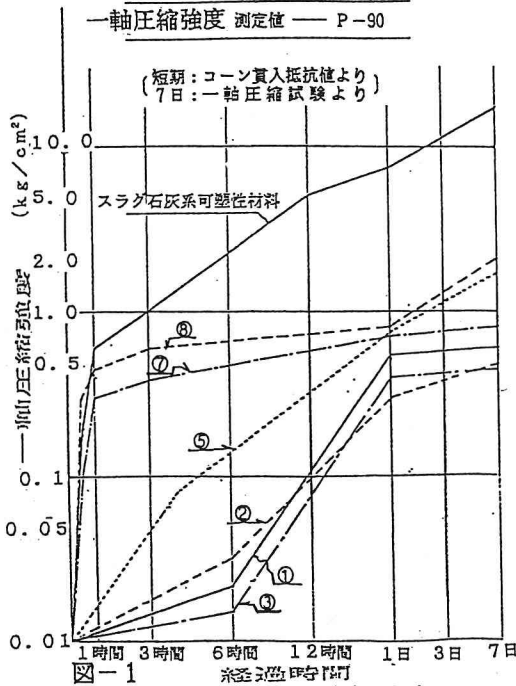
また、実際のシールドトンネルの裏込注入施工性については、従来の1.5ショット方式に攪拌器をつけるだけで施工出来ることが確認された。（図-4参照）

図-5にアクアファルトの-110℃での電子顕微鏡写真を示した。表面が均一な雲母状であることからこれが付着性の良い理由と考えられる。

### 3. あとがき

アクアファルトはアスファルトを主材とした材料であり水中でも希釈されずに硬化するのが特徴である。従来アスファルトは、道路舗装だけでなく防水、防食材として使用されており実績も豊富であり、コンクリート系材料とは違った性質を備えている。

今後、より詳細な試験を行い物性を明らかにし、この新しい材料の長所が活かせる他の応用範囲も探究していく予定である。試験に当たって協力して頂いた関東亜道路工業の関係各位に謝意を表します。



(単位 g)

| 配合%      | ①    | ②    | ③    | ④    | ⑤    | ⑥    | ⑦    | ⑧    |  |  |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
| 乳剤 P-90  | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |  |  |
| 乳剤 P-170 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |  |
| 早強セメント   | 600  | 600  | 600  | 800  | 800  | —    | —    | —    |  |  |
| ジェットセメント | —    | —    | —    | —    | —    | 400  | 400  | 600  |  |  |
| 高吸水性ポリマー | 40   | 60   | 80   | 40   | 60   | 40   | 60   | 40   |  |  |
| ケイ酸      | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |  |  |

図-2

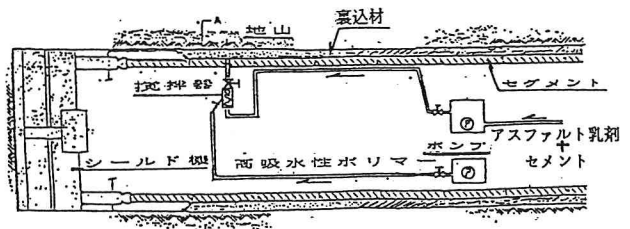


図-4

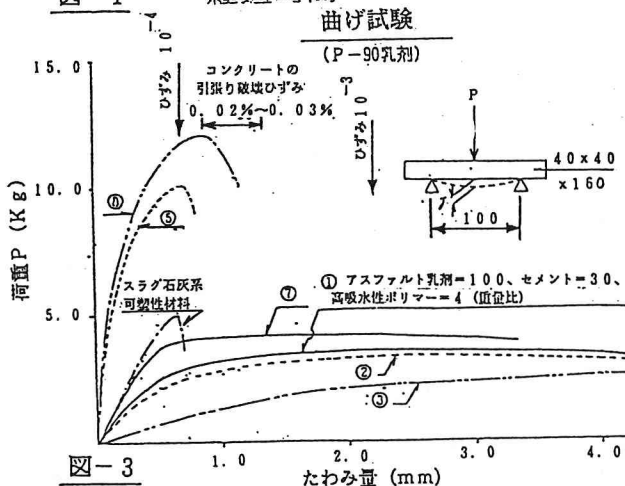


図-5 (3500倍)