

(VII-8) 推進工法における滑材の地山への浸透特性

国土大(院) 学生員 北條雅樹
国土大・工 正会員 金成英夫

1. はじめに

推進工法は、わが国では1948年に、軌道の下を横断するためのさや管(600mm 鋳鉄管)の工事として採用されてから、50年ほどが経過している。1960年代までは特殊工法として分類されていたが、都市施設として重要な下水管渠の敷設に採用され普及してきた。わが国では、下水管渠は後発の都市施設として施工されたため、交通量の多い道路など施工条件の良くないところで管を敷設せざるを得ない。更に最近では建設工費縮減の社会的要求もあり、立坑の数を減らした長距離推進や曲線推進の要求が高まってきており、地山との摩擦力を低減するために用いられる滑材が注目されている。

本研究は、施工現場で用いられているベントナイト系の標準滑材、裏込め材としても兼用が可能な遅硬性滑材を用いて、脱水試験、加圧、非加圧浸透試験を行い、滑材ケーキの浸透量と比抵抗の関係について比較検討することを目的とする。

2. 実験装置および方法

加圧浸透試験では加圧浸透試験装置を用いて同様にモデル地山を用いて0.1MPaの圧力をかけて浸透させた。実験でモデル地山に用いた砂は珪砂4号(有効径 $310\mu\text{m}$ 、均等係数2.39)、珪砂5号(有効径 $430\mu\text{m}$ 、均等係数1.49)、珪砂6号(有効径 $450\mu\text{m}$ 、均等係数1.51)である。また、脱水試験はヌッチェテストにより測定した。

3. 実験結果

滑材は管と地山の間に注入される。スリラー系滑材は、注入されるとその圧力によって、滑材中の溶媒である水の一部が浸透し、滑材懸濁液と地山との間に滑材ケーキが形成する。そのケーキの厚さはケーキが地山中に侵入しない場合は、このケーキが止水壁となり、滑材懸濁液は体積が余り減少せず、地

山と管との間に残り、滑材としての効果を発揮する。

この状態はケーキ濾過(表面濾過)であるので、滑材ケーキの形成は、濾過に関するCarmanの理論に従う。すなわち、濾過に影響する因子は、濾過圧力、濾過面積、滑材懸濁液の固形物濃度及び濾液の粘性係数であり、滑材の濾過速度は式-1で表せる。

$$\frac{dV}{dt} = \frac{Pg_c A}{\mu \left(\gamma C \frac{V}{A} + R_m \right)} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、A：濾過面積(m^2)

V：濾液量(m^3)

t：濾過時間(s)

P：濾過圧力(MPa)

C：懸濁液の固形物濃度(kg/m^3)

R_m ：濾布の透水抵抗(1/m)

μ ：濾液の粘性係数($\text{kg}/\text{m}\cdot\text{s}$)

γ ：ケーキの比抵抗(m/kg)

ここで、推進工法では濾布を使用しないので、濾布の透水抵抗は推進工法の場合には全くないので、 $R_m = 0$ とおける。この式は左辺の単位濾過面積あたりの濾過速度は濾加圧力に比例し、濾液の粘性係数に反比例することを示している。さらに、右辺分母の CV/A は単位濾過面積あたりの濾液中の固形物量を示している。すなわち、脱水濾液Vに相当するケーキの厚さであり、 $\mu \gamma CV/A$ は、濾液がその厚さのケーキを通過するときの透水抵抗を示している。

通常、推進工法の場合には、地質にもよるが大きささまざまな空隙があり、空隙が大きい地山(粒径が大きな地山)ほど透水係数が高く滑材が浸透しやす

キーワード：長距離推進、滑材

連絡先(東京都世田谷区世田谷4-28-1 TEL03-5481-3261 FAX03-5481-3256)

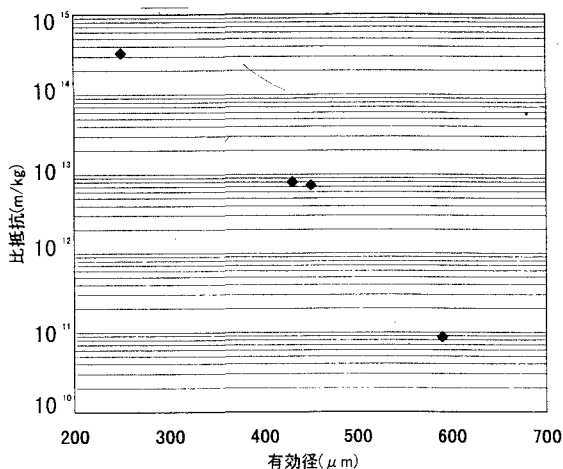


図-1 地山の有効径と比抵抗

いと考えられる。図-1は粗粒地山と細粒地山の測定値を示したものである。この結果より、ケーキの地山への侵入モデルを提案する。

この場合先の式-1の場合では濾液量に対して滑材ケーキが徐々に厚くなることを想定していたのに

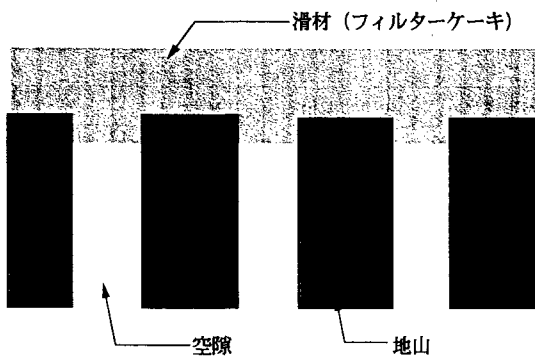


図-2 滑材ケーキが地山に侵入しないモデル

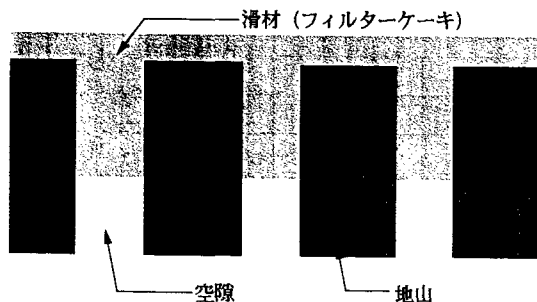


図-3 滑材ケーキが地山に侵入しているモデル

対して、ケーキの厚さが減少することが考えられる。これにはケーキの一部が地山中に浸透する場合の濾過モデルを考えることができる。先の式-1において $C V / A$ はケーキの厚さを表しているのでケーキ厚さの $(1-a)$ の割合が地山中に侵入していると仮定すると、ケーキの厚さは

$$C \frac{V}{A} a \dots\dots\dots (2)$$

となる。従って

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu \gamma C a V}{2 P A} \dots\dots\dots (3)$$

と表すことが出来る

これをモデルとして図で表したのが図-2、図-3である。図-2は滑材ケーキが非破壊の状態で地山空隙に侵入せず、脱水試験に近い状態での浸透のモデルであり、図-3は地山の空隙に滑材が侵入し滑材ケーキの厚みが減っている状態での浸透のモデルである。

4. まとめ

推進用滑材の浸透特性を明らかにすることを目的として実験を行った結果をまとめると次のようになる。

- (1) 滑材は滑材ケーキを形成することにより地山への浸透を防ぐ。
- (2) 滑材ケーキの維持、破壊は滑材の降伏応力と空隙の大きさに左右される。
- (3) 滑材懸濁液の地山への浸透性は滑材ケーキの厚みと比抵抗に左右される。
- (4) 滑材ケーキの厚さ、比抵抗と地山への浸透性のモデル化を提案する。

[参考文献]

- 1) 金成英夫：推進工法用遅硬性滑材に関する研究，月刊推進技術，pp.84-98，Vol.11，No.4，1997
- 2) 金成英夫，川口直能：遅硬性滑材の特性について，第8回非開削技術研究発表会論文集，pp.13-20，1997