

トンネル背面空洞へのグラウト充填方法の実験的検討

東京大学 学生会員 小森 大育

東京大学生産技術研究所 フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

トンネル覆工背面には、施工時に生じた空洞が存在することある。空洞を充填することは、トンネル覆工および周辺地山の安定上、非常に重要である。しかしながら、現在のところ施工現場ではトンネル背面空洞の天端部の凹凸を想定せずに充填作業を行っているため、天端凹凸部分までは充填されていないと考えられる。そこで、本研究では背面空洞地山側の凹凸を想定したモデルを用い、充填機構を調べるため充填評価実験を行った。

2. 現行の方法

トンネル裏込め注入グラウトの施工方法は、一連のトンネル事故を契機に重要性が再認識されたため、現在模索の段階であり、完全に完成されたものではないと考えられる。

現在行われている方法は、はじめに管を図1のように覆工内側から一定間隔に設置し、その後グラウト材の注入はトンネル縦断方向に位置の低い方から順番に充填する。その際、隣の管へ注入を移す条件は①隣の管からグラウト材が漏出するか②注入している管の口元圧が 2kg/cm^2 を超えるかいずれかで判断を行うと言った方法である。

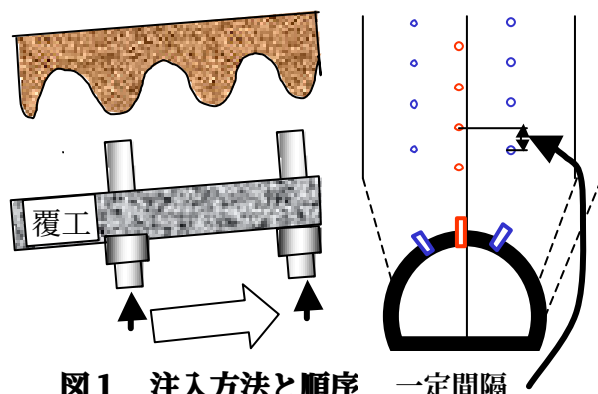


図1 注入方法と順序 一定間隔

表1 管の配置

注入管	排出管	排出管
凸	凹	凸
	凸	凸
	凹	凹
凹	凸	凹
	凸	凸
	凹	凹

3. グラウト注入実験

3.1 実験概要

現行の施工方法に基づき、ピストンとコンプレッサーを用いて、空洞の起伏をグラウトが充填する様子を確認した。

実験は、図2のように、材料を注入する管および空気を排出する管をそれぞれ表1に示すように配置し、隣接する排出管から材料が漏出するまで注入を行った。実験に用いたグラウトはベントナイト水ペースト、W/B=350, 450の2種類で、それぞれ15打フロー値131, 178mmである。

(なお、“凸”は管の先端が地山起伏凹凸部の凹部にある場合、“凹”は凸部にある場合を示す。)

3.2 実験結果

図2に示すように、空洞充填中に一旦空洞に空気が溜まってしまうと充填材は空隙を満たすことはないが、空気排出孔を凹凸に設置すると充填されるということがわかった。またB45より粘性の高いB35の方が充填され易く、凹凸に排気孔がない場合にも充填される確率が高かった。

図3のケースでは材料の漏出が他のケースとは異なり隣ではなく一つ先の管から起こった。これは隣の管の先端が

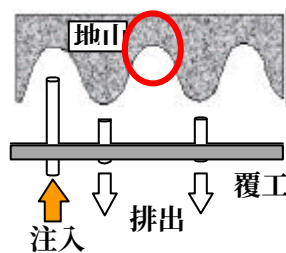


図2 凸-凹凹

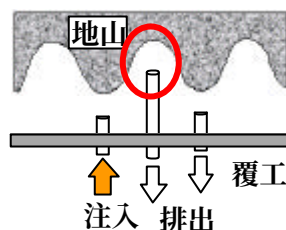
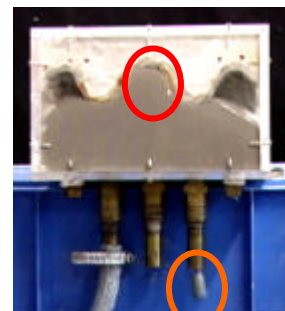
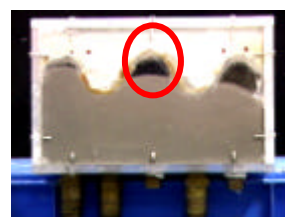


図3 凹-凸凹



キーワード：トンネル裏込め注入グラウト、天端部、流動勾配

連絡先：〒153-8505 目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 Be407 03-5452-6098 (内線 58090)

ある凹凸は他の空間が満たされたあとに充填されるからである。このとき、隣の管から充填作業は行わず、一つ先の管から充填作業を続けて行うべきである。つまり、高い位置に設けた管は排出管としてのみ使うのがよいということが分かる。

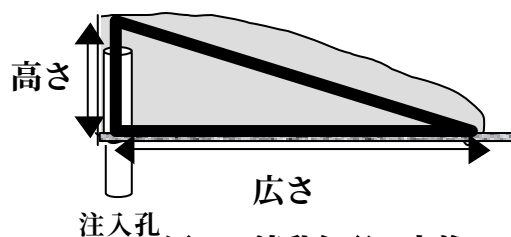
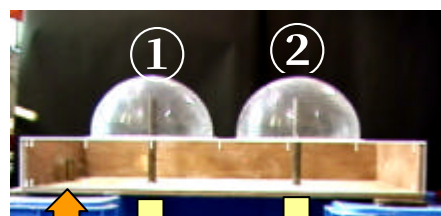
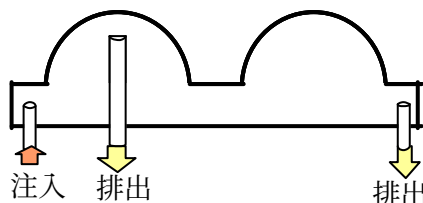


図4 流動勾配の定義



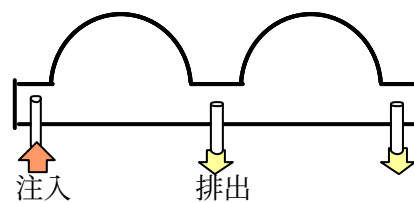
注入 排出 排出

—CASE A—



注入 排出

—CASE B—



注入 排出

—CASE C—

図5 複数空洞モデル

4. 空洞凹凸部への注入実験

4.1 実験概要

3での実験結果をふまえて、残留空隙が発生する具体的な条件を求めるため、より単純にモデル化を行い図5に示すように半球空洞①・②に充填された重量を量ることにより定量評価を行った。なお実験に使用した材料は、2で用いた材料と同様のものである。

また本研究では“流動勾配”を図3に示すように高さを広さで除したものと定義する。

4.2 実験結果

排気を行った凸部は、図6に示すようにグラウト材の性質に関わらず、充填割合は同等となった。

しかし、排気を行わなかった凸部は図7に示すように流動勾配に近い波形の分だけ空洞凹凸部は充填された。つまり、排気を行わない場合でもグラウト材の流動勾配を大きくすることで空洞をより充填できるということになる。また、注入するグラウト材の流動勾配が解ればどの程度の空洞凹凸部の充填が可能であるのかが推定できると考えられる。

5 まとめ

本研究で得られた知見をまとめると以下のようなになる。

1. 施工を行う際に順序良く隣接する管から材料が漏出しない場合がある。この場合、この管から注入を行わず排気のみ行うことで、充填しやすくなるものと考えられる。
2. 個々の空洞凹凸部のグラウト材による充填機構が示せた。

[謝辞] 本研究を行うにあたり、千葉工業大学4年生・菊地善文君をはじめ、日本道路公団・野村氏、清水建設・澤田氏、および東京大学研究室の卒論生、大学院生の方々には暖かいご協力をいただきました。ここに記して深謝の意を表します。

[参考文献] (社)鉄道総合技術研究所：変状トンネル設計マニュアル，1998

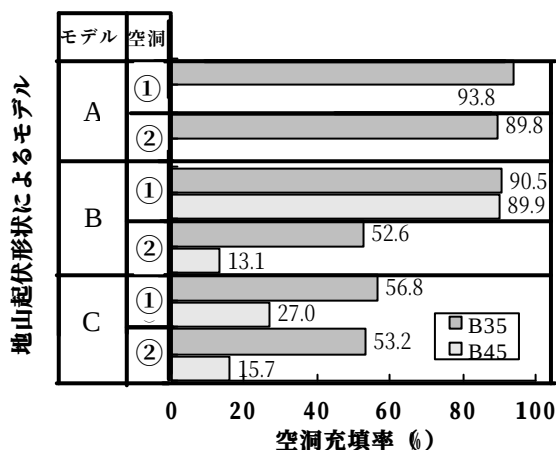
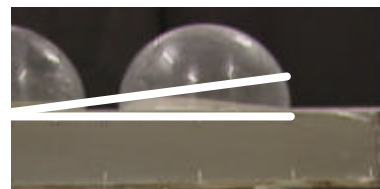


図6 複数空洞実験結果



図7 [a] B35 (15打フロー値 131mm)



[b] B45 (15打フロー値 178mm)