

トンネル裏込め充填に用いる可塑状注入材の圧送施工性確認

名工建設(株) フェロー ○伊藤 文彦・峯沢 勝志
名工建設(株) 杉浦陽一郎・戸崎 大輔

1. 概要

圧送方式によるトンネル裏込め充填を延長 1.5km 程度までの中距離で実施するべく、2液混合型の可塑状注入材を開発し、鉄道トンネルの現場で施工を行っている。さきに延長 4.0km 程度までの長距離で圧送が可能な可塑状注入材を開発して鉄道トンネル等の現場で実施しており、この中距離用は、コストを下げるとともに、現場での配合の手間を軽減し管理を容易にするために添加材料をプレミックスとして開発した。

現場では、圧送にあたり、流動性などの規格値の確認試験とともに、温度や粘度の測定を行っており、それらのデータを圧送の管理に活用して、順調に施工することができているので、その状況を報告する。

2. 可塑状注入材の概要

可塑状注入材は、プラントにてセメント液（C液）とフライアッシュ液（F A液）を別々に製造し、別系統の配管（50A）で注入箇所の手前まで圧送し、混合管（ミキシングポンプ）で混合したものを注入する。

標準配合（混合後容積 1,000 ℓ）を、表－1 に示す。

表－1 可塑状注入材の標準配合 （単位：kg）

セメント液 (500 ℓ)			フライアッシュ液 (500 ℓ)			
水	セメント	プレミックス	水	フライアッシュ	プレミックス①	プレミックス②
366	350	50	324	350	25	25

プレミックスは、フライアッシュⅡ種品、消石灰、アルミン酸、増粘剤などで構成し、それら材料の構成と量を変えて、セメント液用とフライアッシュ液用2種類（プレミックス①・②）を袋詰めしている。

プラントでのプレミックスの投入と材料の練混ぜの状況をそれぞれ写真－1 と写真－2 に示す。



写真－1 プレミックスの投入



写真－2 材料の練混ぜ

3. 確認試験の概要と結果

注入の実施は、注入箇所付近で混合管から吐出させた注入材についてフロー試験と比重試験を実施し、高速道路株式会社の「矢板工法トンネルの背面空洞注入工設計・施工要領」の規格値に適合しているかで判断するが、圧送前にも2液を混合して同様にフローと比重の試験を行って異常がないか確認するほか、圧送施工性をみるために混合前に粘度計でそれぞれの液の粘度を測定している。気温、水温、液温等も測定している。

現場は鉄道のトンネルであり、注入作業は夜間の列車が運行しない時間帯に行っている。平成26年2月に施工を開始し、継続中である。これまでの最大圧送距離は約 1.4km である。

キーワード トンネル裏込め充填, 圧送, 可塑状注入材, プレミックス, 温度, 粘度

連絡先 〒452-0037 清須市枇杷島駅前東 1-1-1 名工建設技術部 tel.052-746-1617

練り混ぜ時のプラント付近の気温、水温、混合液の液温について、変動状況の把握と、各温度の関係について線形回帰分析による傾向の把握を行った。気温は 2～28℃、水温は 6～30℃、液温は 8～34℃、という変動範囲である。各温度の関係は、表－2 のようであった。図－1 に、気温と混合液の液温をプロットし、回帰直線を引いたグラフを示す。

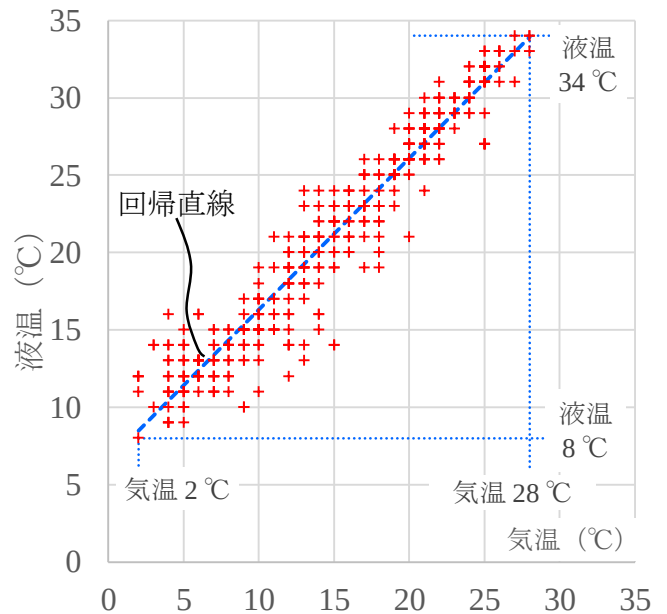
表－2 温度の線形回帰分析結果

対象	相関係数	傾き	切片
気温と水温	0.964	0.92	4.42
水温と液温	0.977	1.04	2.21
気温と液温	0.962	0.98	6.51

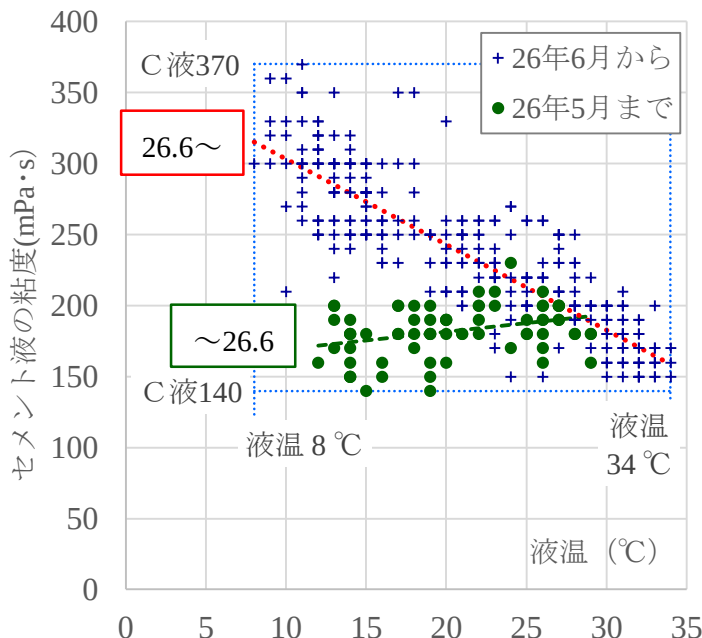
相関係数はいずれも強い相関を示す値となっているが、グラフを見ると、バラつきがある。この3種の温度には、気温<水温<液温 という関係が見られるものの、そうではない日もあり、特に気温の変動が激しい時期は、水温や液温との乖離も一様ではなかった。トンネル延長が長い場合は施工も数年に亘るので、その現場でこの時期にどれ位の液温になるか、あたりがつけられると良い。

「液温は気温に対して約 7℃高い」という傾向を基本に、気温の変動状況とグラフから推定可能であると考え。

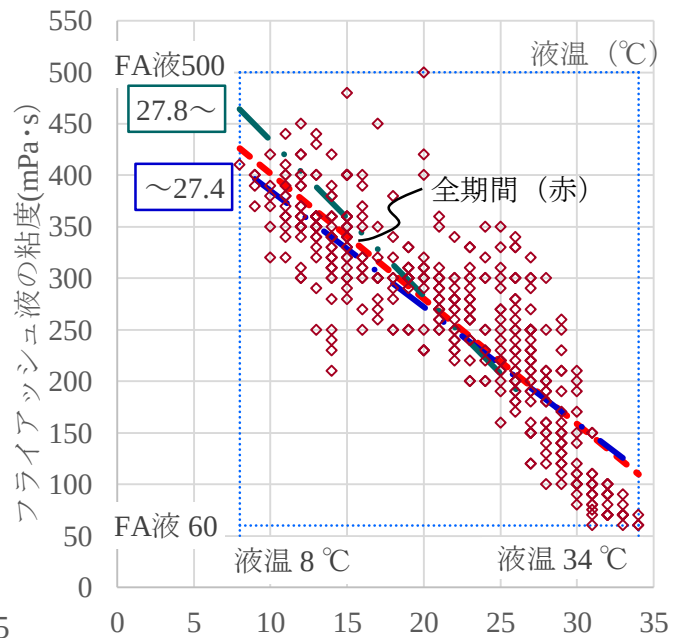
粘度については、C液は 140～370mPa・s、F A液は 60～500 mPa・s、という変動範囲である。液温との関係をそれぞれ図－2 と図－3 に示す。液温と粘度の関係は、時期によって傾向が変わっている。材料の供給元は変更していないにも拘らずこのようになっている。特にC液は、26 年 6 月を境に大きく変わった。施工にあたり、安定的に圧送を行うために、C液については 100～250 mPa・s、F A液については 200～350 mPa・s、を目安としていたが、範囲は大きく広がり、現場では圧送流量を調節することで対応し、注入できている。



図－1 気温と液温の関係



図－2 液温とセメント液の粘度の関係



図－3 液温とフライアッシュ液の粘度の関係

4. まとめ

可塑状注入材の温度と粘度を測定し、傾向を掴み、トンネル裏込め充填の圧送施工性の確認に活用するのが、安定した注入作業を行ううえで有効である。材料供給元が同じでも、粘度の状況が大きく変わり得る事がわかり、改良のヒントにもなるので、新規の現場においてもこれらのデータを測定して傾向を掴むべきと考える。