

## 液体急結剤を用いた吹付けコンクリートの試験施工

日本鉄道建設公団 正会員 浅見 均 黒岩 清貴  
 鉄建建設（株） 正会員 上村 隆三 正会員 宮崎 亮司  
 鉄建建設（株） 正会員 畑生 浩司

## 1. はじめに

わが国における山岳トンネルの標準工法であるNATMでは、吹付けコンクリートは最も重要な支保部材のひとつとして位置付けられている。この吹付けコンクリートには、一般に急結性を高めるための急結剤が不可欠である。ヨーロッパでは、粉じん低減効果の高い液体急結剤が使用され、施工性や品質の改善が図られている。日本において、NATM導入当初は液体急結剤が使用されたが、品質に問題があることなどの理由により日本独自の粉体急結剤が開発され普及し、現在にいたっている。

平成12年12月に策定された厚生労働省の「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」（以下ガイドライン）では、粉じん濃度が $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 以下とされている。この基準値を容易に達成することをめざし、粉じん濃度の低減を主目的として液体急結剤を用いた吹付けコンクリートの試験施工を実施した。

## 2. 試験の目的

試験施工を行った北陸新幹線飯山トンネル上倉工区においては、トンネル施工延長が約3800mと長いため、当初より集じん機の設置等、坑内環境対策を検討していた。しかしこの方式では、集じん機後方の粉じん濃度の低減は可能であるが、切羽と集じん機間の粉じん濃度の低減は期待出来ない。そのため、粉じんの発生源である吹付けコンクリートそのものの粉じん濃度を低減し坑内の作業環境を改善する事を目的として、液体急結剤を用いた吹付けコンクリートの試験施工を行った。

試験施工に際しては、ガイドラインにおける粉じん濃度目標レベル $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ 以下（切羽から50m地点）に低減できることの確認と、また同時に、所定の初期強度・長期強度の達成と、はね返り率の確認を行った。なお、試験施工を実施した区間の地質は、第四紀の砂、砂礫、シルト、凝灰角礫岩の未固結堆積層であり、切羽からの湧水は少量である。

## 3. 試験施工の計画

今回の試験施工に使用した急結剤は、液体急結剤とスラリー化した粉体急結剤、および通常の粉体急結剤、計3種類である。また、配合は液体急結剤を添加したものではシリカフュームの有無で2配合、その他は1配合、計4配合である（表-1、表-2）。

発生粉じん量を下げるにはエア量の低減が重要であり、ノズル先端部までエアを添加しないのが理想的な手段であると考えられる。そこ

表-1 急結剤種類

記号	種類
L 1	液体(シリカフューム添加)
L 2	液体(シリカフューム無し)
S	スラリー化粉体
P	粉体

表-2 試験配合

急結剤		水セメント比	細骨材率	単位量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )						
種類	添加率 (%)	W/(C+SF) (%)	s/a (%)	水 W	セメント C	シリカ <sub>1-4</sub> SF	細骨材 S	石灰石微粉末 $\text{CaCO}_3$	粗骨材 G	高性能減水剤 (C×%)
L 1	9.5	44	60	185	399	21	957	89	708	2.30
L 2	9.5	44	55	185	420	0	890	33	763	1.80
S	7.0	50	60	200	380	20	947	89	699	1.70
P	5.5	60	62	216	342	18	973	92	660	0.75

キーワード 吹付けコンクリート、液体急結剤、粉じん抑制、トンネル

連絡先 〒389-2253 長野県飯山市大字飯山字元宮1857-1 鉄建・日産・守谷・長野JV TEL0269-62-2550

で試験施工にあたっては、エアーをコンクリートの吹付け用にだけ使用する（圧送には使用しない）ことが可能なポンプ式吹付けシステムを採用した。

#### 4. 試験施工の結果

##### (1) 粉じん濃度

液体急結剤では切羽（操作員直後）においてもガイドラインでの目標レベル $3.0\text{mg}/\text{m}^3$ を大きく下回り、約 $1.5\text{mg}/\text{m}^3$ であった（図 - 1）。

##### (2) 圧縮強度

3時間強度および24時間強度は、いずれも基準値 $1.5\text{N}/\text{mm}^2$ および $8.0\text{N}/\text{mm}^2$ を超えている。また、28日強度は、いずれも $18.0\text{N}/\text{mm}^2$ を超えており、液体急結剤の方がむしろ従来の粉体急結剤よりも高い圧縮強度が得られている（図 - 2）。

##### (3) はね返り率

液体急結剤のはね返り率は粉体急結剤を下回り、15%以下であった（図 - 3）。

##### (4) スランプ

30分後のスランプロスは従来の粉体急結剤用の配合と同程度であり、施工性には特に問題ないと考えられる（図 - 4）。

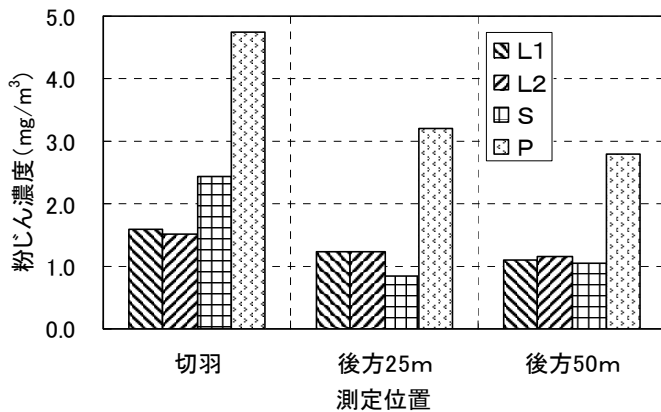


図 - 1 粉じん濃度

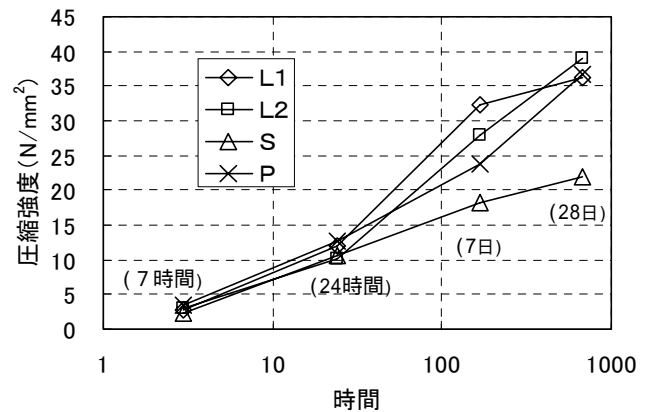


図 - 2 圧縮強度

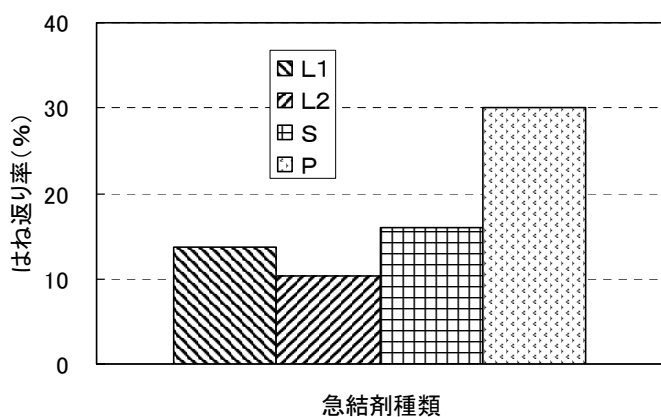


図 - 3 はね返り率

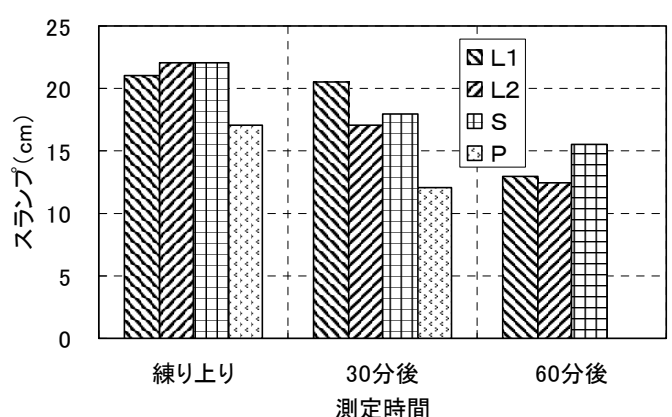


図 - 4 スランプ

#### 5. おわりに

今回の試験施工では、切羽における粉じん濃度の低減効果が確認され、また強度、はね返りの試験においては非常に良い結果が得られた。しかしながら、湧水箇所における地山との付着力不足が確認されたため、今後、配合の検討および品質の改良が必要と考えられる。また今回の試験施工で用いた配合では液体急結剤の添加率が高く、経済性の問題もある。今後は、この2つの問題点を解決し、積極的に実用化に向けて改善すべき工法であると考えられる。