

VI-18

ドライミックス材にプリウエットを適用した吹付工法の実験

西松建設 正会員 寺本 勝三 遠藤 智
西松建設 正会員 稲葉 力 近藤 操可

はじめに

NATMの普及に伴い乾式吹付けの採用数も増え、NATMにおける吹付けの過半数を占めていると考えられる。乾式吹付けは材料の搬送距離が長く、システムのトラブル発生に対処し易いというメリットがある半面、粉じん発生量が多くなる、骨材プラントが必要であるという、小断面トンネルにとっては大きな短所がある。著者らは小断面トンネルを対象として、袋詰めの材料を使用した吹付け方法を考えた。これは絶対乾燥状態の材料を工場で計量・配合して袋詰めにしたものを、吹付け箇所でプリウエット（1次加水）した後、ノズルで水を添加（2次加水）して吹付ける工法である現場実験の結果を報告する。

吹付けシステム

実験に用いたシステムは実験用のものであり実施工に使用するものではない。A、B 2現場で実験した内、B現場で用いた実験システムを図1に示す。図中のミキサーは実施工の際は外気と遮断したベルコン状のミキサーとなる。使用水量は、材量が絶対乾燥状態なので直接水セメント比に反映する。プリウエット、2次加水とも正確に測定する必要がある。今回は水道用の量水計とドラム缶を利用した水タンクを用いて計量した。

実験方法

1袋25kgのドライミックス材を用いて、1バッチ25袋（約0.3m³）を1回の吹付けとした。原則として3バッチを1組の実験とし、1バッチ目は水量チェックの予備吹付、2バッチ目は粉じん濃度とリバウンド率の測定、3バッチ目はコア箱に吹付けた。測定項目は、1次加水量（プリウエット量）2次加水量、粉じん濃度、リバウンド率、吐出量、圧縮強さである。1次、2次加水量とも水道用の量水計とドラム缶を利用した水槽の水位から計算した。報告の水セメント比は計画配合の水セメント比ではなく、この加水量から逆算したものである。粉じん濃度はノズルマンの後方5mの側壁近くで質量濃度と相対濃度を求め、その他、相対濃度の分布を求めた。濃度の測定時は換気を止めているので、吹付け終了ごとに換気を行った。リバウンド率は、路盤にシートを敷いておき、はね返った材料を麻袋に入れて計量し、使用材量に対する比率で計算した。クラウン から側壁までの吹付けを原則とした。圧縮強度は、24時間まではプルアウトテストである。

表1. プレミックス材の基本配合

W/C (%)	S/a (%)	発結剤添加量 (%)	1mあたりの所要材料 (kg/m ³)					
			C	W	S	G	Q	
50	65.8	5	328	164	1202	656	16.4	

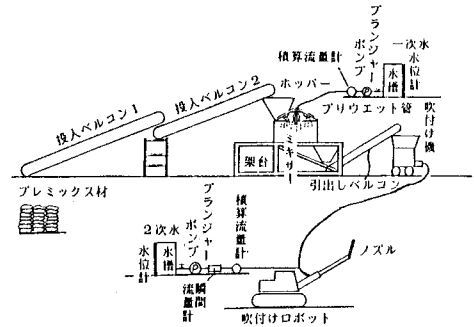


図1. 吹付けシステム

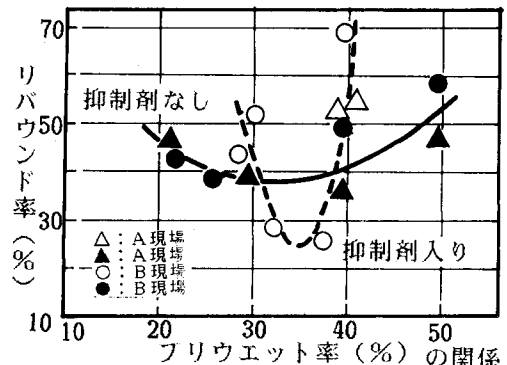


図2. リバウンド率とプリウエット率

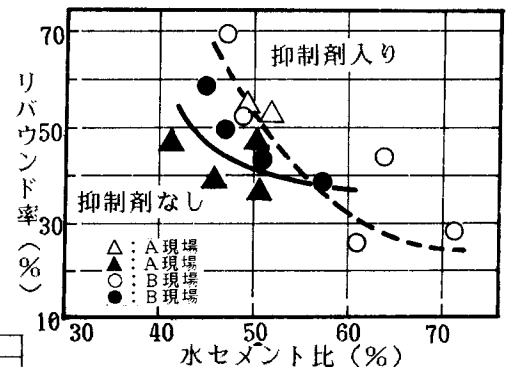


図3. リバウンド率とW/Cの関係

実験結果と考察

1) リバウンド率について

図2.にプリウエット率(プリウエット量/全加水量)とリバウンド率の関係、図3.に水セメント比とリバウンド率の関係を示す。A、B両現場および粉じん抑制剤を加えたものと加えないものの結果を記してある。図2.をみると抑制剤のあるなしで傾向は異なるが、プリウエット率によりリバウンド率が最少となる点があること、その点はプリウエット率が30~40%の間であることがわかる。図3.は水セメント比とリバウンド率の関係を示す。一般に水セメント比が増大すればリバウンド率が減少するといわれるが、この実験結果からもその傾向は明らかであり、抑制剤を混入したものは特に顕著である。これは抑制剤の粘性によるものであろう。抑制剤を混入しないものは、55%位で一定値になるようである。

2) 粉じん濃度について

図4.にプリウエット率と粉じん濃度(ローボリュウムサンプラーの値 mg/m^3)の関係、図5.に水セメント比と粉じん濃度の関係を示す。予想されたことであるが、プリウエット率は高くても低くても粉じん濃度が高い。結局、粉じん濃度を最少にするプリウエット率があることがわかる。水量全体では、図5.を参照して、これも一般的にいわれていることだが、水セメント比が大きい程、粉じん濃度が減少することがわかった。図2.~5.をまとめて、リバウンド率、粉じん濃度については水セメント比を60%以上にした方が、共に好結果が得られ、そのときのプリウエット率は35%前後が最適であるといえる。

3) 圧縮強さについて

図6.に材令と圧縮強さの関係を示す。図中に使用水量から計算した水セメント比を記した。24時間まではプリアウト試験の結果である。この図によると、7日強度まで水セメント比の影響は明確でないが、28日強度では水セメント比の小さいものの方が、高強度の傾向がある。

ただし、最低の場合でも 315 kg f/cm^2 に達しており、アーチクラウンに吹付けたものでも 380 kg f/cm^2 に達している。水セメント比が最も大きかった70%のものは、 350 kg f/cm^2 であった。なお、養生は坑外でシート養生(8月)し、3日、7日強さは、2日目にボーリング、28日強さについては14日目にボーリングし、水中養生したものである。

まとめ

プリウエット率には最適値が存在し、対使用水量に対して30~40%である。この値は対セメント比で15~20%、細骨材表面水換算で4~5.5%である。水セメント比を大きくすれば、粉じん濃度、リバウンド率も減少するが60%以上では減少が鈍化する。本システムでは水セメント比を大きくしても強度は充分得られることがわかった。尚、袋を坑内で開けるときの粉じんが発生するが密閉システムにすれば解決できる。

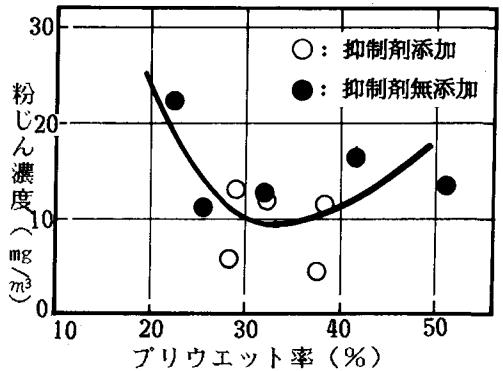


図4. 粉塵濃度と一次加水率の関係

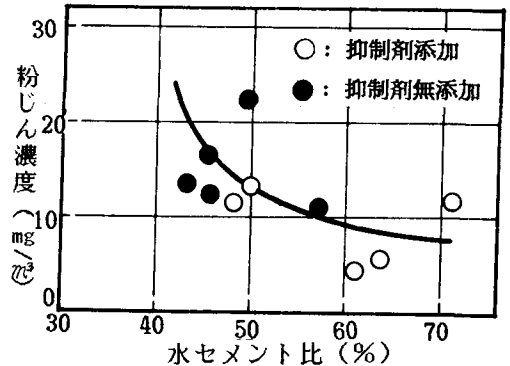


図5. 粉塵濃度とW/Cの関係

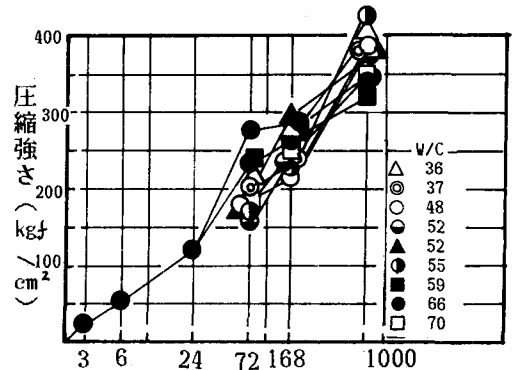


図6. 圧縮強さと材令の関係