

前田建設工業(株)技術研究所 正会員 岡田 正之

同 上 正会員 関 順一

同 上 中村 敏夫

1. まえがき

近年、急速に普及しトンネルの標準工法となったNATMは、幅広い地山に適用でき、多くの利点を有している。しかし、NATMの大きな欠点の一つに、吹付けコンクリート作業時に多量の粉じんが発生し、作業環境を著しく悪化させるという問題がある。そこで、吹付けコンクリートの粉じんを抑制するために、液体高分子剤を添加水に加えるシステム(RDR工法-Rebound and Dust Reducer-と称する)を開発した。本報告は、RDR工法の現場試験結果について検討したものである。

2. 試験概要

現場試験は、3現場で計5回実施したが、吹付け方式は全て乾式(吹付け機アリバ260)である。表-1に吹付けコンクリートの配合を示す。

表-1 吹付けコンクリート配合

セメント C (kg/m^3)	S/a (%)	W/C (%)	急結剤 (% wts. C)
360	55~60	40~45	3~5

粉じん抑制剤は、水に溶け易く、粘性の大きい材料として、液体の高分子剤を選定した。添加方式は、ウォーターポンプによる抑制剤の低分子量化を防止し、空練りした吹付け材料に抑制剤を一定量連続的に供給するため、図-1に示す添加システムを開発し使用した。

試験項目は、(1)粉じん測定、(2)はね返り率測定、(3)圧縮強度試験の3項目で、RDR工法の粉じん抑制効果とはね返り及び圧縮強度への影響を把握した。

(1) 粉じん測定

粉じん測定は、ハイボリュームサンプラー(HVS)、ローボリュームサンプラー(LVS)、アンダーセンサンプラー(AS)及び光散乱式デジタル粉じん計を用い、質量濃度、相対濃度、粉じんの粒径分布等を求めた。また、HVSで捕集した粉じんの組成を分析した。

(2) はね返り率測定

はね返り率は重量法で測定し、次式で求めた。

$$\text{はね返り率} = \frac{\text{はね返ったコンクリートの重量}}{\text{吹付けたコンクリートの総重量}} \times 100(\%)$$

(3) 圧縮強度試験

圧縮強度は、コア($\phi 10 \times 10 \text{ cm}$)による圧縮強度試験と、Pull-out Test によって試験し、抑制剤の強度に及ぼす影響を調べた。

3. 試験結果と考察

吹付け位置近く(ノズルより約3m離れ)において、HVS、ASで測定した吹付け開始から終了までの

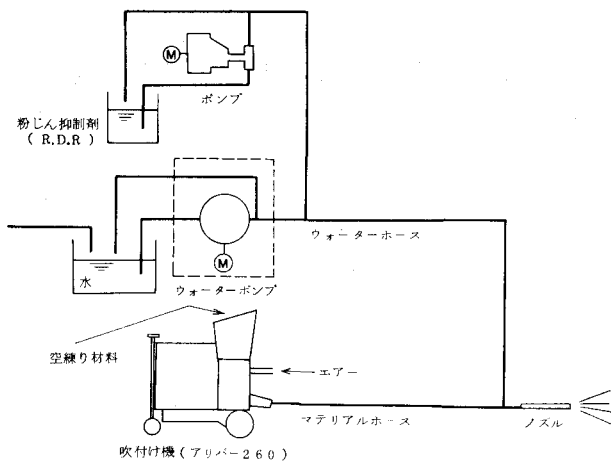


図-1 粉じん抑制剤添加システム

平均粉じん濃度は、全粉じんで $56\sim60\text{ mg/m}^3$ の粉じん濃度が抑制剤の使用により $38\sim43\text{ mg/m}^3$ と約30%減少した。一方、吸入性粉じん ($7\text{ }\mu$ 以下)は 36 mg/m^3 が 15 mg/m^3 と約60%減少した。抑制剤の粉じん減少効果は、人体に有害な吸入性粉じんに対し顕著であると言える。

図-2にASで測定した総粉じんの粒径分布を示す。吹付けコンクリートの全粉じんに占める吸入性粉じんは約65%であるが、抑制剤を使用すると約40%になる。特に、肺の奥まで吸引される微細粒径分 ($1.1\text{ }\mu$ 以下)の粉じんが著しく減少している。これは、抑制剤が粉じんの微細粒径分を結合させ、粉じんの粒径を大きくしたためと思われる。このように、粉じんの粒径が大きくなると、光の散乱が減少するため視界が良くなる効果も生じる。

表-2は、粉じんの組成分析結果より粉じんの物質構成を求めたものである。同表より粉じんの主な構成物質はセメントであり(約60%)抑制剤により更に比率が増加する事が明らかとなった。

はね返りは、ノズルマンの技量、作業条件によって異なり、3現場で25~40%とバラツキがあった。しかし、抑制剤により、いずれの現場も5~15%の減少を示した。減少効果の大きい添加量は2~3%であったが、これは粉じん減少効果の大きい添加量とも一致していた。

図-3に示した材令と圧縮強度の関係によると、抑制剤が初期強度を低下させる事がわかる。吹付け厚を厚くすると、抑制剤を添加した方が剝落が多かった点を考え合せると、抑制剤には凝結遅延作用が存在すると思われる。添加量が増加すると更に顕著になるが、2~3%以内であれば支障はない。一方、長期強度は抑制剤に影響されない事が明らかとなった。

4. あとがき

一連の試験によって、RDR工法の粉じん抑制効果が明らかとなった。凝結遅延作用は認められるが、2~3%では強度上支障とはならない。また、はね返りも減少する事が明らかとなった。今後、初期強度への影響の少ない抑制剤を開発すべく、更に研究を進める予定である。

参考文献 1) 関、中村、井上：吹付けコンクリートの粉じん抑制剤に関する研究、前田技術研究所報 Vol 24

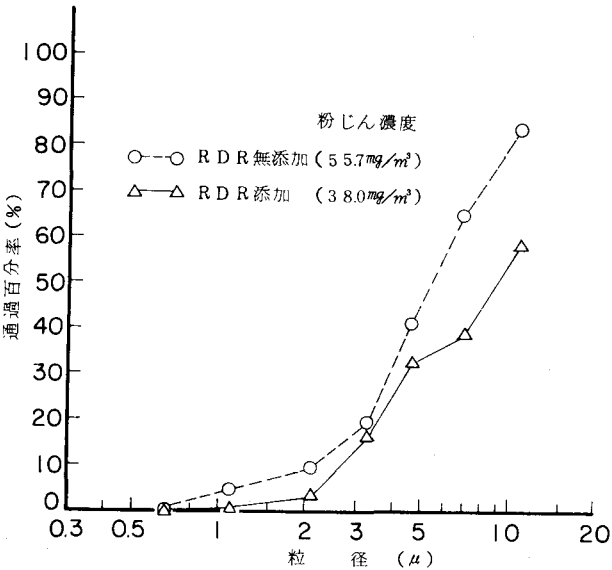


図-2 粉じんの粒径分布

表-2 粉じん中の物質構成

構成物質		セメント	砂	急結剤	その他	計
RDR無添加	mg/m³	37.22	11.57	7.70	3.16	59.65
	%	62.4	19.4	12.9	5.3	100.0
RDR添加	mg/m³	31.94	1.24	3.83	5.58	42.59
	%	75.0	2.9	9.0	13.1	100.0

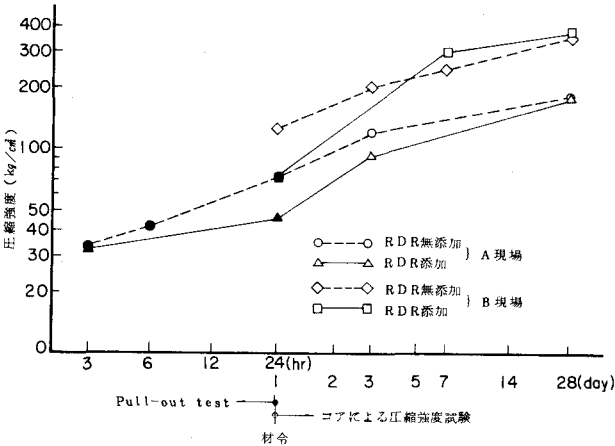


図-3 材令と圧縮強度との関係