

VI-39 高効率、低粉じん型の吹付けコンクリート工法の開発

三井建設機技術研究所 正会員 酒入 修
 三井建設機技術研究所 正会員 梅園 輝彦
 三井建設機東京土木支店 正会員 山田 惇人

1. はじめに

吹付けコンクリートは、現在トンネル工事の標準工法となりつつあるNATMを構成する重要な要素である。しかしながら、その施工においては材料のはね返り量が多く、また多量に発生する粉じんにより作業環境が悪化するなどの問題がある。今後、NATMによるトンネル工事量の増大が予想されるとき、はね返り量及び発生粉じん濃度を抑制し、経済性、施工性、安全性を確保する吹付けコンクリート工法の開発が必要である。今回、空気圧送式吹付け機による湿式吹付けシステム（SLシステム：Spray Lining System）を開発したので、ここにシステムの概要と性能を報告する。なお、SLシステムは昭和59年度公募の建設省技術評価の研究課題の一つである「高効率、低粉じん型の吹付けコンクリート工法の開発」に応募し、その性能が認められ、昭和61年8月に建設大臣より建設技術評価規程に基づき評価書が交付された。

2. システムの概要

SLシステムの主な使用機械は、図-1に示すように空気圧送式吹付け機と新たに開発した吹付けロボット（SLロボット）である。また、コンクリート配合は表-1に示すとおりであり、混和材料としてアルミン酸アルカリ塩を主成分とする急結剤と、水溶性セルロースエーテルを主成分とする粉じん低減剤を使用している。標準施工仕様を表-2に示す。

3. 性能確認実験の概要

当システムの性能を明らかにするため、実施のサイロット断面（15㎡）で性能確認実験を行った。

実験の概要を図-2に示す。

(1) 実験条件

(a) 吹付け実施規模

1回の吹付けは、サイロット断面の全周を対象に、
 奥行1.0～1.5m、厚さ13～18cm（約2㎡）
 ）の規模で行った。

(b) 吹付け位置

坑口より360m奥で、切端より3m
 以内で行った。

(c) 吹付け面の性状

均し吹きが1日以上経過し硬化しており、鋼アーチ支保工、ロックボルト、金網が露出していない状態であった。

(d) 換気等

換気設備、集じん装置は運転せず、
 内燃機関も使用しなかった。

(2) 実験項目

3回の吹付け作業を行い、各作業
 毎に下記3項目を同時に計測した。

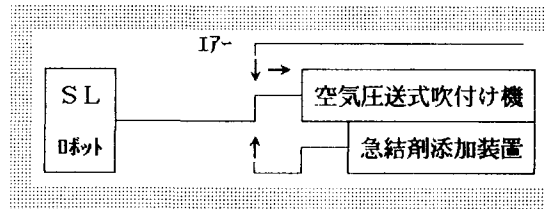


図-1 機械配置例

表-1 吹付けコンクリートの配合

粗骨材 の最大 寸法 (mm)	水セメント 比 W/C (%)	細骨材 率 s/a (%)	単位量 (kg/㎡)		
			セメント C	混和材料	
				急結剤	粉じん低減剤
15	53	75	360	21.6～ 28.8	0.72～1.26

表-2 標準施工仕様

項目	仕様	項目	仕様
吹付け距離	0.8 ～1.0 m	マテリアル径、長	65mm、30.0 m
吹付け圧力	4.0 kgf/cm ²	ノズル形状	ストレート
使用空気量	20.0 m ³	急結剤添加位置	ノズル後方10 m

- ① はね返り率
- ② 発生粉じん濃度
- ③ 施工能力

4. 実験結果

(1) はね返り率（※技術評価目標値 25%以下）

3回の実験結果を表-3に示す。はね返り率の平均は、21.7%であった。はね返り率は、次式により算出した。

$$\text{はね返り率} = (\text{はね返り量} / \text{総吹付け量}) \times 100 \quad (\%)$$

ここで、はね返り量：はね返り、落下した吹付け材料の重量（kg）

総吹付け量：混練り材料総量から、吹付け機内の残留量、

ロス量を差し引いた重量（kg）

(2) 発生粉じん濃度（※技術評価目標値 5mg/㎡以下）

発生粉じん濃度は、1回目は4.5mg/㎡、2回目は2.9mg/㎡、3回目は3.4mg/㎡であり、3回の平均は3.6mg/㎡であった。

粉じん濃度の算出は次式によった。

$$\text{発生粉じん濃度} = \Sigma C_i / 3 - C_o \quad (\text{mg}/\text{m}^3)$$

ここで、 C_i ：吹付け終了直前の各測点における発生粉じん濃度（mg/㎡）

C_o ：バックグラウンド濃度（mg/㎡）

計測は、図-2に示した吹付け箇所から5m後方、高さ1.5mの位置に横断方向3個所で、7.07μmカットの分粒装置付ローボリュームエアサンプラとデジタル粉じん計で行った。

3回目の吹付け作業開始から終了までの粉じん濃度の経時変化（左右2測点の平均）を図-3に示す。

(3) 施工能力（※技術評価目標値 5㎡/hr以上）

施工能力の実験結果は表-4に示すとおりであり、3回の平均は5.1㎡/hrであった。

施工能力の算出は次式によった。

$$\text{施工能力} = (\text{総吹付け量} / \text{吹付け時間}) \quad (\text{m}^3/\text{hr})$$

5. ま と め

以上のようにSLシステムは、技術評価の開発目標値をサイロットという条件下で全て達成した。

SLシステムは、図-1に示したように吹付けロボット以外は特殊な機械を必要とせず、例えば吹付け機はポンプ式でも可能である。また、急結剤、粉じん低減剤は主成分が同じであれば特定な商品に拘らない。したがって、当システムは現場の事情に柔軟に対応できるシステムといえる。

なお、SLシステムの詳細は、「高効率、低粉じん型の吹付コンクリート工法の開発」の評価書（建技評第85208号）に記載されている。

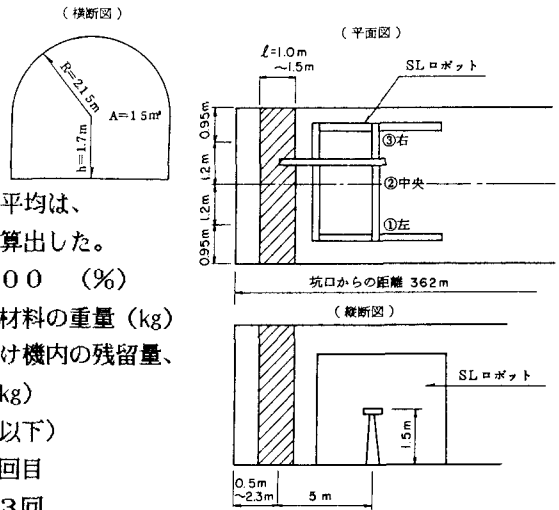


図-2 実験概要図

表-3 はね返り率の結果

回数 \ 項目	総吹付け量 (kg)	はね返り量 (kg)	はね返り率 (%)
1 回	4,580	1,031	22.5
2 回	4,466	1,001	22.4
3 回	4,580	927	20.2
平均	—	—	21.7

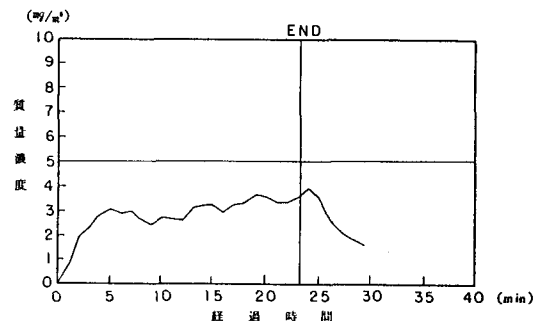


図-3 粉じん濃度の経時変化

表-4 施工能力の結果

回数 \ 項目	総吹付け量 (m³)	吹付時間 (分, 秒)	実施工能力 (㎡/hr)
1 回	2.00	25'20"	4.7
2 回	1.95	21'35"	5.4
3 回	2.00	23'16"	5.2
平均	—	—	5.1