

VI-49

高効率・低粉塵吹付けシステムの開発

— ベルト吹付け機の開発 —

(株)大林組 正会員 ○西浦 秀明
 (株)大林組 志賀 孝和
 (株)三井三池製作所 合原 芳朗
 (株)三井三池製作所 池上 博

1. はじめに

現在調査・計画が進められている第二東名・名神高速道路は、ゆとりある道路構造の採用により、掘削断面面積 200m^2 を越える超大断面トンネルとなる予定である。トンネル構造の大型化にともない、吹付けコンクリートのボリュームも2倍以上になると考えられる。このような現状に対して、急速施工への対応が可能な吹付け機のニーズが高まってきている。一方、近年トンネル工事において、吹付けコンクリート施工にともなう発生粉塵による坑内環境の悪化が問題とされ、その改善が急務となっている。(株)大林組と(株)三井三池製作所では、これらのニーズに対応すべく、高効率・低粉塵吹付けシステムであるベルト吹付け機の開発を行っている。

2. ベルト吹付け機の概要

従来の吹付けコンクリートの施工法は、コンクリートポンプにより圧送された吹付け材料に、ノズルの手前で急結剤を混入し、圧縮空気により壁面に投射圧着させている。しかし、この方式では発生粉塵が多く、作業環境を悪化させるという問題点がある。また、圧縮空気を用いて投射させるため、大容量吐出するとコンプレッサーを大きくしなければならない。

本吹付け機は、コンクリートポンプにより定量圧送されたコンクリートに急結剤を混入させ、混練り装置（スクリー部）により強制攪拌した後、高速で走るベルトに吹付け材料を載せ、その慣性力で壁面に投射圧着させるシステムである。ゆえに、発生粉塵が少なく、大容量吐出でもコンプレッサーを必要としない。

図1にベルト吹付け機組立図を示す。また、本吹付け機の開発にあたって目標とした項目を以下に示す。

- ①大容量の吹付け能力（試験では最大 $25\text{m}^3/\text{hr}$ ）を持ち、大断面トンネルの吹付けに適応が可能である。
- ②吹付けに圧縮空気を用いないので発生粉塵が少なく、粉塵低減剤、集塵機が不要である。

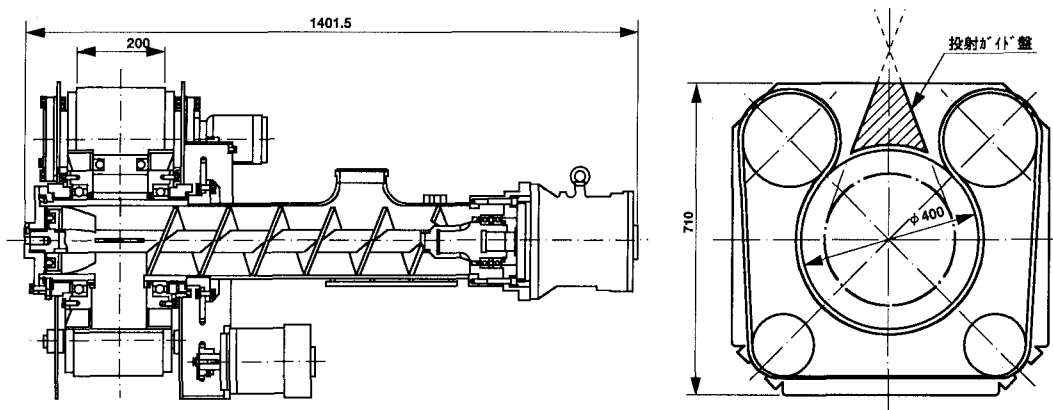


図1 ベルト吹付け機組立図

- ③急結剤はスクリーによってコンクリートと強制攪拌されるため混合が良く、使用量も低減できる。
- ④給気設備（コンプレッサー、配管）が不要なため、経済的である。
- ⑤ベルト速度によりコンクリートの投射力を調整できるので、吹付け部分において過剰な衝撃を与えずリバウンドが少ない。

3. 試験概要

吹付け試験は、標準的な2車線道路トンネルを想定して構築した上半断面（直径11m）の模擬トンネルで行った。試験では、吹付け機の各種性能の確認、大断面トンネルでの大容量吹付け適応性、その最適施工速度、連続吹付け性能、操作性、油圧ユニットの必要容量の把握、リバウンド、発生粉塵量等基本性能の確認を行った。表1に吹付け試験に用いたコンクリートの配合を示す。

表1 吹付け試験に用いたコンクリート配合

Gmax (mm)	スランブ の範囲 (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				急結剤 添加量 (%)
				C	W	S	G	
15	10±2	60	58	360	211	980	721	6

4. 試験結果の考察

試験では、コンクリート吐出量を10～25m³/hrまで変化させて行った。その結果、20m³/hr以上の吐出において、スクリー回転数は300～350rpm必要であることが分かった。スクリーの摩耗を抑制するためには、スクリー径を大きくして搬送性を高める必要がある。また、試験中スクリーとケーシングの間隙に骨材が噛み込むために生じたと考えられるスクリーの停止が数回があった。この対策の検討が必要である。

吹付け距離が短い場合、スポット性が良いため、吹付けコンクリートの投射力で圧着したコンクリートを削り落とす現象が見られた。この現象に対応するには、マニピュレーターの改良が必要である。投射距離を2.5～3.0m、ベルト速度を20m/sec程度にするとコンクリートが適度に分散され、はね返り、削り落としの少ない、良好な吹付け面が得られた。投射距離を3.3～3.6mと大きく離れた場合、ベルト速度が遅い（18m/sec）とコンクリートが放物線を描いて投射し、壁面での付着が悪かった。この距離では、ベルト速度23m/sec以上の速度が必要である。

粉塵濃度の測定は、デジタル粉塵計およびローボリュームサンプラーを用いて、吹付け面の後方4m、高さ1.5mの位置で行った。吹付け時、模擬トンネルの切羽側は閉塞されていたが、坑口側はオープンの状態であった。吹付け試験時の粉塵濃度は0.41～2.29mg/m³であり、粉塵低減剤を用いることなく優れた低粉塵性を達成できた。

吹付けコンクリート強度は、24時間強度で86.0～92.0(kgf/cm²)、7日強度で202.3～215.0(kgf/cm²)、28日強度で255.5～265.0(kgf/cm²)であった。これらの値は、従来の吹付け工法と比較してほぼ同程度の初期強度を示しており、また、設計基準強度180(kgf/cm²)を十分に越える長期強度を示している。

5. おわりに

作業環境の改善を目的とした吹付け工法は、従来から開発されている。しかし、本吹付け機のように、大容量の吹付け能力と作業環境の改善を目的とした吹付け機は現在のところ実用化されていない。本吹付け機の開発は、現段階において当初目標とした性能をほぼ有することが確認できた。今後は、現在までの試験結果をもとに実用化に向けて開発を進めていく予定である。