

VI-83

新システムによる高能率・低粉塵型吹付機の開発

日本国土開発機技術研究所 正会員 竹下治之

日本国土開発機技術研究所 正会員 浅沼 潔

日本国土開発機技術研究所 正会員 横田季彦

1. 開発の目的

近年、トンネル、地下空洞などにおけるNATM工法の普及により、吹付けコンクリートの需要が増大し、高能率でしかも低粉塵型の吹付機の開発の要求が高まってきている。中でも、粉塵の問題は、人体に悪影響を及ぼすため大きな社会問題になりつつある。現在、この粉塵低減に対し種々の対策方法が検討され実用化されているが、強度やコストの点で問題がある。

本開発はこのような背景のもと、高能率・低粉塵型吹付機の開発を目的として、高速回転する投射羽根のエネルギーを用いた吹付機の開発に関するものであり、多量の圧縮空気を利用した従来のエア吹き工法に比べ新しいシステムの吹付工法である。

以下、本開発の概要について報告する。

2. 開発概要

2.1 システムの概要 本吹付機のシステム概念図およびシステム図を、それぞれ図-1および図-2に示す。両図に示されるように、本吹付システムは湿式吹付け方法を対象としており、生コンクリートを圧送するポンプ、急結剤（粉体）を供給するための小型コンプレッサと添加装置、および急結剤とコンクリー

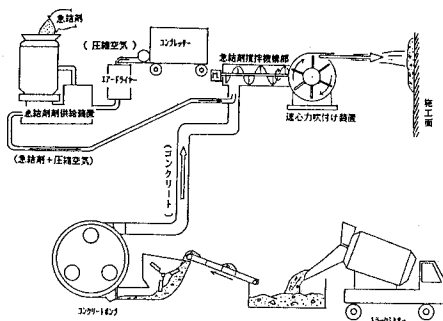


図-1 吹付システム概念図

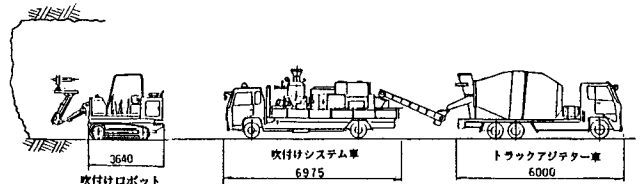


図-2 吹付システム図

表-1 吹付システムの仕様

遠心吹付装置	吹付能力	10 m ³ /h (最大)
	ロータ回転数	700 ~ 980 rpm
	ロータ寸法	φ400 ~ 幅160 mm
	攪拌スクリュウ回転数	150 ~ 200 rpm
自走式吹付ロボット (大断面用)	吹付高さ	最大 7800 mm 最小 4800 mm
	吹付半径	2250 mm (最小)
	使用電力	3φ、400V、55kW
後継ユニット	急結剤吹込能力	1.5 ~ 8.0 kg/min
	エア消費量	0.1 ~ 0.2 Nm ³ /min

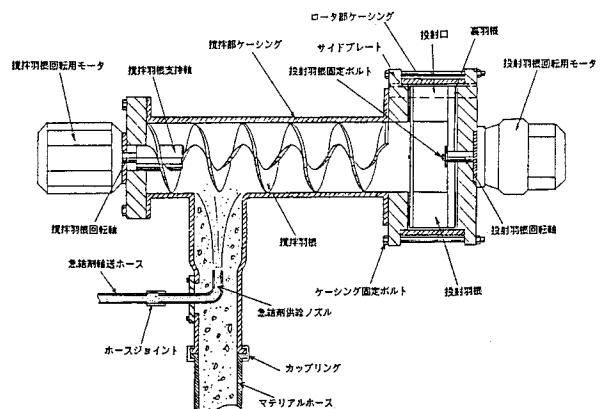


図-3 遠心力吹付装置

トを混合攪拌し施工面に吹付ける遠心力吹付装置などから構成されている。本装置は、低粉塵型とするため、急結剤圧送の空気量は添加量に合わせ $0.1 \sim 0.2 \text{ Nm}^3 / \text{min}$ と極めて少量のものが使用され、付着固化しないように特殊加工された攪拌装置によって急結剤とコンクリートは混合され、高速回転する投射羽根によって施工面に吹付けられる。このように、本工法は多量の圧縮空気を利用して吹付ける従来のエア吹き工法と比べごく少量の空気を使用するため、粉塵が極めて少なく、しかも高能率（ $10 \text{ m}^3 / \text{h}$ ）の吹付けを行えることが特徴である。表－1に本吹付機の仕様を、図－3にその詳細図を、図－4にこれを搭載した吹付ロボットをそれぞれ示す。

2.2 開発経過 表－2に本吹付機の開発経過の概要を示す。同表に示すように、現在開発を終了し、現場において使用段階にある。

2.3 吹付実験結果の概要 遠心力吹付機を使用して、ロータ回転数、吹付距離および急結剤量を変化させ、これらの因子がはね返り率、粉塵濃度および圧縮強度に及ぼす影響について検討した。この結果、はね返り率はロータ回転数が $900 \sim 1000 \text{ rpm}$ 程度で最小となり、圧縮強度は回転数の増加とともに幾分増大する傾向があることが分った。また、回転数が $700 \sim 1000 \text{ rpm}$ の範囲では、吹付距離を $1.0 \sim 1.75 \text{ m}$ 程度に制御すれば、圧縮強度にはほとんど差が生じないことが分った。一方、急結剤量は、はね返り率にはあまり影響を及ぼさないが、これを増加させると粉塵濃度が減少し、さらに短期強度も大きく向上するが、逆に長期強度は減少する傾向にあることが分った。

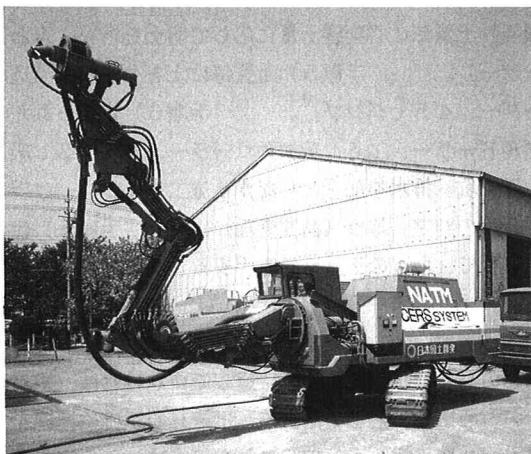
2.4 従来工法との比較 従来のエア吹き工法と比較すると、本工法では、はね返り率および圧縮強度はほぼ同程度、粉塵濃度は約 $1.5 \text{ mg} / \text{m}^3$ 程度で従来工法のその約 $1/10$ 程度と極めて小さくなった。また、本工法では、当初、攪拌部およびロータ部の回転羽根の摩耗が問題となったが、これを超耐摩耗鋼に改良した結果、特別の吹付機が必要ないこと、あるいは使用するコンプレッサが非常に小型ですむことなどの点から、かなりコストダウンを図ることが可能となった。

3. まとめ

多量の圧縮空気を利用した従来のエア吹き工法に対し、高速回転する投射羽根のエネルギーを利用した遠心吹付機を開発し種々の実験を行い検討した結果、本吹付機は高能率で極めて低粉塵であり、しかも、強度やはね返り率は従来工法とほぼ同程度であることが分った。

表－2 開発経過

開発段階	実験目的	実験方法	検討内容
第1次	投射性能の検討	自由投射	・ロータ回転数および吐出量と飛距離の関係 ・吐出口の位置および形状
第2次	急結剤の検討	垂直パネル吹付け	・急結剤の種類（液体および粉体） ・急結剤の添加位置および添加方法 ・急結剤添加装置 ・急結剤圧送のための最小空気量
第3次	攪拌羽根の検討	同上	・急結剤攪拌羽根の形状寸法 ・攪拌羽根の回転数
第4次	垂直壁での吹付性能の検討	同上	・吹付けに関わる因子とコンクリートの諸物性 因子：ロータ回転数、吹付距離、急結剤量 諸物性：はね返り率、粉塵濃度、初期および短期強度 ・メッシュ筋、湧水箇所への吹付性能
第5次	天井壁での吹付性能の検討	天井パネル吹付け	・天端吹付けの因子とコンクリートの諸物性 因子および諸物性：同上
第6次	攪拌部の付着防止とロータ部の摩耗防止方法の検討	垂直パネルへの長時間吹付け	・攪拌部へのコンクリートの付着防止方法 ・ロータ部の摩耗防止
第7次	吹付システムの確認	模範トンネル吹付実験	・吹付システムの性能と吹付けコンクリートの品質の確認 ・吹付ロボットの操作性の確認
第8次	同上	現場吹付実験	・現場における作業性およびコンクリート品質の確認 ・長時間作業時のシステムの性能の確認 ・コストの試算



図－4 吹付ロボット