

機械式吹付枠工法における吹付ノズル形状の検討

株式会社大林組 ○正会員 谷口 勝基, 正会員 川本 卓人
日特建設株式会社 正会員 田中 聡之, 正会員 窪塚 大輔, 正会員 西田 昂平

1. はじめに

吹付枠工は、モルタルを用いてのり面上に格子状の枠を構築し、のり面の安定を図る工法である。のり面上に鉄筋・型枠を組立てた後、型枠内にモルタルを吹付けて構築する。これらはすべて人力施工である。従来工法では、のり面上で作業できる熟練労働者の不足、のり面上の作業の効率の悪さ、のり面からの転落・墜落災害の発生等の課題がある。そこで、筆者らは、吹付枠工の生産性・安全性を向上すべく、鉄筋・型枠不要な吹付枠工法ラクデショット^{※1}を開発した。しかしながら、ラクデショットは、枠断面 200×200mm (F-200) の吹付枠工を対象としており、適用範囲が狭い。適用範囲の拡大を目的として、F-300～600 の吹付枠工を対象とした機械式吹付枠工法の開発に至った。本稿では、機械吹付け時の材料ロス低減を目的とした吹付ノズルの検証結果を報告する。

2. 工法概要

本工法は、先行してのり面上に設置した鉄筋・型枠にラクデショットの自動吹付装置（図 1）によりモルタルを吹付けることで、吹付枠工を構築する工法である。自動吹付装置は吹付ノズルがスライド、揺動しながら型枠と一定離隔を保ちつつモルタルを吹付ける装置である。吹付方式はポンプ圧送・エア併用方式とし、モルタルは、表 1 に示す配合の 1 : 3 モルタルを使用する。エア圧送と同時に急硬剤を添加し、吐出時のモルタルの硬さ調整を行う。機械式吹付にすることで、モルタルの吐出量をポンプの最大圧送量 (6.0m³/h) まで高めることが可能となり、人力施工(一般的に 2～3m³/h)と比して 2～3 倍の施工量が期待できる。

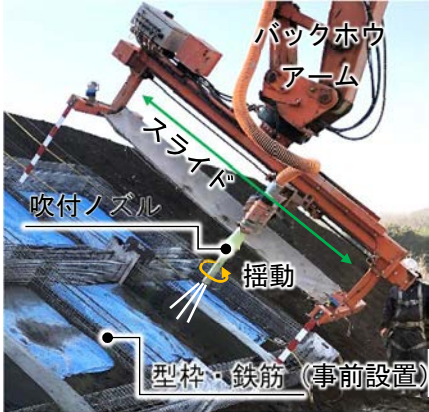


図 1 自動吹付装置

表 1 配合表

W/C(%)	セメント(kg)	細骨材(kg)	高性能AE減水剤(kg)	急硬剤(kg)
55	483	1438	2.9	14.4

3. 課題

人力施工では、大きな吐出圧、吐出量で施工できないため枠外へモルタルが拡散することは少なく、材料ロスが発生しづらい。一方、本工法は、吐出圧、吐出量の増大により、材料ロスが多くなることが課題であった。

4. 検証試験

4.1 試験概要

機械吹付け時の材料ロスを低減させるために、吹付ノズルの形状に着目した。図 2 に使用した吹付ノズル（以下ノズルと称す）を示す。ノズル A は吐出口を 50mm に絞った形状である。ノズル B は縮小区間と直線区間に分かれた形状であり、吐出口は 50mm に絞った。ノズル C は拡大区間と縮小区間と直線区間に分かれた形状とし、吐出口は 50mm に絞った。その他の試験の諸元を表 2 に示す。試験は F-300 を対象に、型枠を水平な地盤面に設置し、モルタルを鉛直下向きに吹付けた。コテ均し後に計測するロス率から、最適なノズルを選定した。

キーワード： 吹付枠工, 機械式施工, 生産性向上, ノズル

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL：03-5769-1302

4.2 試験結果

写真 1 に吹付け直後の供試体を示す. 図中の破線は型枠位置を示している. ノズル C の枠外への拡散が少ないことがわかる. 図 3 の方法により枠外に拡散したモルタルの重量を計測することでロス率を算出した. 結果を表 3 に示す. ノズル C でロス率が最も低く 13%であった. なお, 一般に積算上のロス率は 30%を見込んでいる.

4.3 考察

写真 2 に各ノズルの吐出状況を示す. 図中破線は吐出されたモルタルの幅を示している. ノズル C を介した場合にモルタルの拡散が抑制されており, ノズル A, B では吐出された材料にムラがある. その理由として, 図 4 のように考えた. ①ホース区間において, 不均質な材料 (モルタル, 急硬剤) が圧縮空気により②ノズル区間まで圧送される. ノズル A, B の場合, ノズル区間においてもそのまま圧送され, 吐出されるのに対し, ノズル C は拡大縮小区間を通る際に攪拌混合され均質な材料となる. さらに直線区間を通ることで吐出方向が制御され, 集中的に吐出される. 以上よりノズル C では拡散が抑制されたと推察する.

5. まとめ

生産性向上が期待できる機械式吹付枠工法を開発する中で, より経済的となる吹付ノズル形状の検討を実施した. その結果, 拡大縮小区間と直線区間を設けたノズルのロス率が最も低かった. 今後は本工法の現場実証施工や普及にむけて, 検証や改良をすすめていく.

参考文献

※1 谷口ら 吹付け枠工の省力化に向けた自動吹付装置の開発
土木学会全国大会第 75 回年次学術講演会 VI-977 2020 年

表 2 試験設定値

項目	設定値
スライド速度	0.65m/s
ノズル揺動速度	380min ⁻¹
ノズル離隔距離	1.0m
ノズル揺動角度	1.0°
モルタル吐出量 (設定値)	6.0m ³ /h
エアー量	12.5m ³ /min

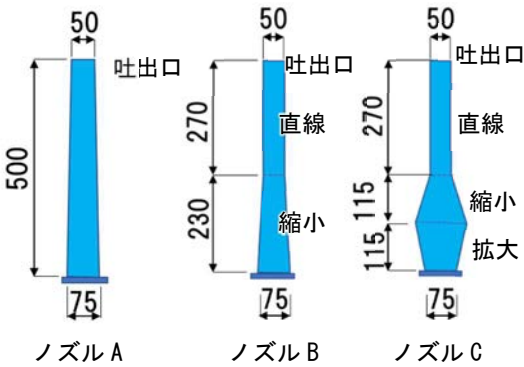


図 2 吹付ノズル



写真 1 吹付直後の供試体 (F-300)

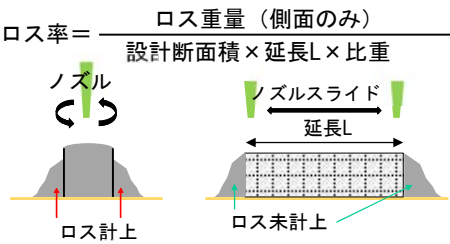


図 3 ロス率算出方法

表 3 ロス率比較表

吹付ノズル	ロス率(%)
A	18
B	15
C	13

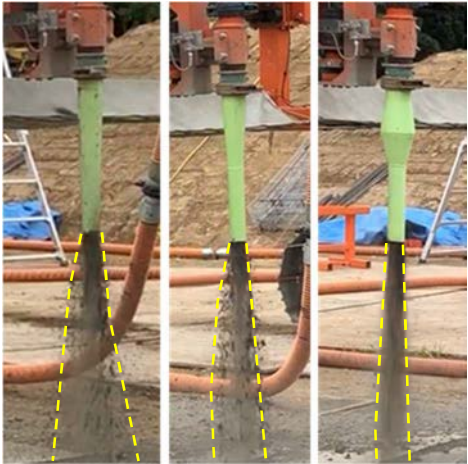


写真 2 吐出状況

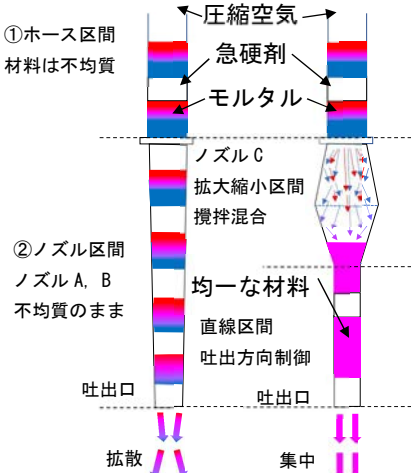


図 4 ノズル内部イメージ