

吹付け枠工の省力化に向けた吹付け材料・技術の開発

株式会社大林組 正会員 川本卓人, 正会員 川西貴士
宇部興産株式会社 正会員 伊藤智章, 玉滝浩司, 藤野由隆
日特建設株式会社 正会員 ○窪塚大輔, 正会員 石垣幸整, 正会員 三上登

1. はじめに

昭和 50 年代に開発された吹付け枠工は, 切土のり面や自然斜面の表面保護工として数多く適用されてきた。吹付け枠工の施工技術は, 開発当初から現在に至るまで飛躍的な技術発展は見られず, 人力に頼る施工が主となっているのが現状である。建設産業における労働力不足が叫ばれる社会的な背景の中, 吹付け枠工の省力化技術が求められる。そこで, 吹付け枠工の省力化に向けた吹付け材料や吹付け技術について検討を行った。

2. 吹付け材料の見直しによる省力化の検討

吹付け枠工の施工の中で最も人員を要する作業は, 型枠・鉄筋の組立作業 (写真-1) であり, その作業が占める割合は, 全体の約 47% (積算上) である。型枠・鉄筋の組立作業を省略できれば, 大幅な省力化に繋がる。そこで, 吹付け枠の断面耐力を確保する上で重要な役割を担っている鉄筋の組立を省略するために, 吹付け材料を高強度化し, 鋼繊維を混入した高強度鋼繊維補強モルタル (以下, 高強度モルタルと略す) の適用について検討した。対象は, 断面 200×200mm 程度の吹付け枠工とした。

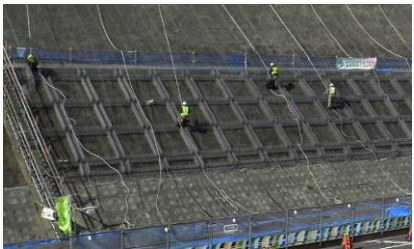


写真-1 型枠・鉄筋組立作業

3. 高強度モルタルを用いた吹付け技術の構築

3.1 一般的な湿式吹付け機による吹付け性能の確認

吹付け枠工では, 一般的に吹付け時にダレを生じないようにフロー試験 (JISR5201) におけるフロー値 (15 回落下後) で 120mm 程度のモルタルを使用する。吹付け実験では, フロー値を 120mm 程度に調整した高強度モルタルを使用した。フロー試験の状況を写真-2 に示す。また, 高強度モルタルの配合 (配合 A) を表-1 に示す。所要の曲げ強度を確保するために, 鋼繊維の混入率を 1vol% とした。吹付け機には, 一般的に吹付け枠工で使用される湿式吹付け機 (写真-3) を使用した。吹付け性能を確認するためにエア量やホース径を変えて実験を行った。ホースの長さは 20m とした。



写真-2 フロー試験の状況 (配合 A)



写真-3 湿式吹付け機

表-1 高強度モルタルの配合 (配合 A)

水粉体比 (%)	単位量 (kg/m ³)				鋼繊維 (1.0vol%) kg
	水	専用プレミックス粉体	細骨材	混和剤	
20.3	180	888	1315	5.00	78.5

吹付け実験の結果, 吹付け機の吐出口とホース径をそれぞれ 3 インチまで拡張したが, 断続的な吐出の後, すぐに吐出不能となった。高強度モルタルの粘性が高く, 吹付け機の吐出口への材料供給が安定しなかったこと, 吹付け機およびホースの内部への高強度モルタルの付着による閉塞が原因と考えられる。

3.2 配合および吹付け機を選定

3.1 節を踏まえ, 安定した吹付けが可能となる配合および吹付け機を選定を行った。吹付け機への供給を容易にするために高強度モルタルの流動性を高めることとし, 目標スランプフローを 550~650mm に設定した。また, 粘性を低減するために所要の強度が得られる範囲で水粉体比を増加した。鋼繊維の混入率は配合 A と同様とした。高強度モルタルの配合 (配合 B) を表-2 に, スランプフロー試験の状況を写真-4 に示す。

配合 B を安定的に吐出できる吹付け機として, コンクリートピストンポンプ (以下, CPP と略す), ローター式吹付け機 (以下, RSM と略す) を比較した。CPP はピストンの切替え時に, 図-1 に示す固定面板と切替

キーワード 吹付け枠工, 省力化, 高強度鋼繊維補強モルタル, 吹付け機

連絡先 〒103-0004 東京都中央区東日本橋 3-10-6 日特建設株式会社 技術開発本部 TEL 03-5645-5110

面板との間に鋼繊維が挟まり、安定的な吐出が困難であった。一方、RSM は、図-2 に示すとおりローター内に充填された高強度モルタルをエ

アで押し出すシンプルな構造である。高強度モルタルの流動性の向上により，ローター内へ高強度モルタルが安定して供給され，連続した吐出が可能であった。

3.3 吹付けシステムの検討

配合 B の高強度モルタルは、流動性を高めたため、吹付け時にダレが生じ、吹付け枠工の構築が困難である。また、流動性や粘性の高い高強度モルタルをホース内で連続してエア搬送すると、ホース内に付着して早期にホースの閉塞へ繋がる。そこで、エア搬送に適した流動性や、吹付け直後に吹付け枠の形状を保持できる自立性（急結性）を有する高強度モルタルに変化させるための技術について検討した。

既往の技術に、図-3 に示すポンプ圧送エア併用吹付け方式がある。流動性の高いモルタルを CPP で長距離圧送し、搬送エアを混合する地点で急硬剤とエアを同時に添加させ、その後ホース内をエア搬送させて吹付ける技術である。RSMを用いて配合Bの高強度モルタルを吹付ける際の搬送性や吹付け時の自立性を高めるために、この既往の技術を応用して、吐出口の近傍で急硬剤添加装置（急硬剤リング）から急硬剤とエアを添加させる方法を考案した。また、粘性が高く、硬化が早い高強度モルタルを使用するため、ホース内での分散性を向上させるために、複数の小径孔からエアを噴射させ高強度モルタルを分散させる分散装置の併用も有効であると考えた。

RSM, 急硬剤添加装置および分散装置を組み合わせた吹付けシステムの概要を図-4 に示す。この吹付けシステムを用いて吹付け実験を行った結果、高強度モルタルの連続的かつ安定的な吹付けが可能であることを確認した。

4. まとめ

吹付け枠工において、型枠・鉄筋の組立の省略を目的として高強度鋼繊維補強モルタルを使用する場合の最適な配合、吹付け機および吹付システムの検討を行った。その結果、高強度モルタルの流動性を高め、ローター式吹付け機、急硬剤添加装置および分散装置を組み合わせた吹付けシステムを用いることで、連続的かつ安定的な吹付けが可能となる。

ことを確認した。現在、自動で吹付け枠を構築できる吹付け装置(写真-5)の検討を進めている。今後、得られた知見をもとに吹付け枠工の省力化技術確立し、実現場への適用を図る予定である。

表-2 高強度モルタルの配合 (配合 B)

水 分 体 比 (%)	単位量 (kg/m ³)				鋼纖維 (1.0vol%) kg
	水	専用プレミ ックス粉体	細骨材	混和剤	
24.3	230	945	1131	9.45	78.5

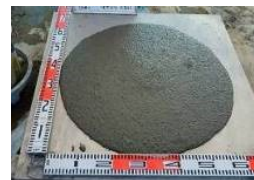


写真-4 スランプフロー試験
の状況（配合B）

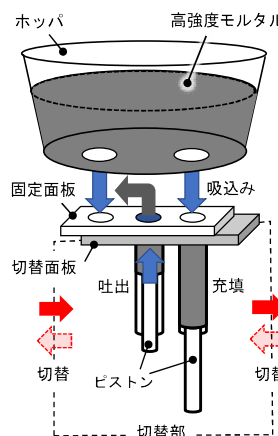


圖-1 CPP 吐出機構

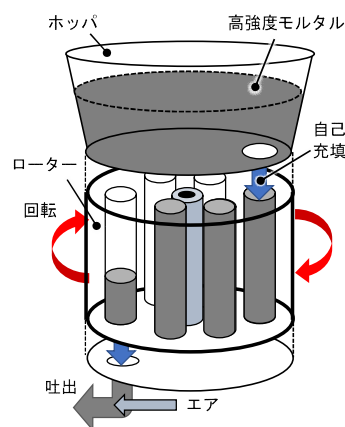


圖-2 RSM 吐出機構

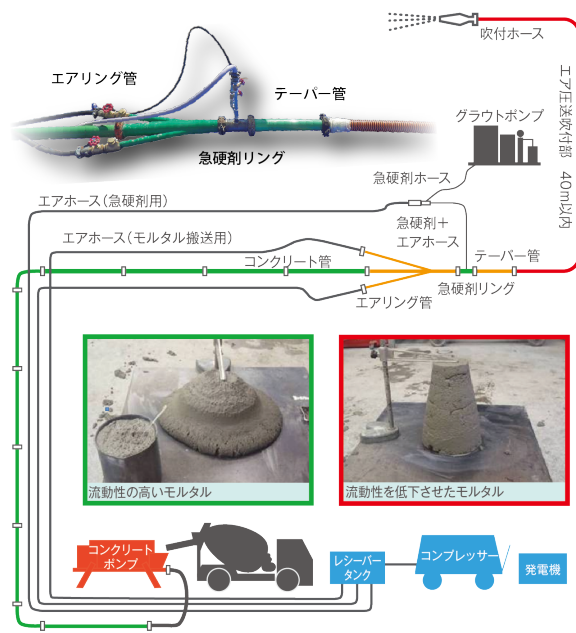


図-3 ポンプ圧送エア併用吹付け方式概要

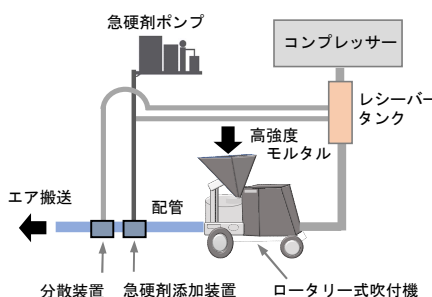


図-4 吹付けシステム



写真-5 吹付け装置