

連続練りミキサを用いたモルタル吹付け工法の基本性状

(株) 熊谷組 正会員 ○千賀年浩 河村彰男
 (株) 熊谷組 正会員 尾崎健一郎
 (株) ファテック 高嶋展浩

1. はじめに

モルタル吹付け工法は、その工法の特徴から、比較的小規模な設備で広範囲に施工が可能であるため、トンネル覆工や法面保護、補修・補強工事等、数多く採用されている。筆者らは、施工の効率化、また小断面トンネルの狭隘部等の施工を可能とするため、図-1 に示すモルタル吹付け工法(以降、「本工法」と記す)を開発したり。

本工法では、ミキサ、ホッパー、圧送用ポンプが一体化した、図-2 に示すミキサ(以降、「連続練りミキサ」と記す)にプレミックス製のドライモルタルを投入し、空練り後に自動計量された水と練り混ぜられ圧送される。ドライモルタルを投入し続けることで連続的にモルタルの吹付けが可能となるが、一方で、練混ぜ時間は室内の通常のみキサによる練混ぜと比較すると短く、また、注水が図-2 に示す位置となるため、吹き付けたモルタルは均一性が確保されているか、また練混ぜが確実にされているかが懸念された。そこで、本稿では、吹付け時のモルタルと室内試験による練混ぜを行ったモルタルを比較し、吹付け時のモルタルの硬化性状を確認するとともに、吹付け前の連続練りミキサの練混ぜによるモルタルのフレッシュ性状について試験した結果を報告する。

2. 実験概要

本実験では、連続練りミキサによる練混ぜ(以降、「MP 練り」と記す)と室内試験による練混ぜを実施したモルタルの性状を確認するため、表-1 に示す試験内容により比較を行った。なお、室内試験による練混ぜはホバート型ミキサを用いた。(以降、「ホバート練り」と記す)

本工法は、吹付け時、図-1 のように急結剤を用いることを基本としているため、急結剤に含まれる水分量を考慮すると、MP 練りの場合、吹付け前の圧送時のモルタルと、吹付け時(以降、「MP 吹付け」と記す)のモルタルの W/C は異なる。これより、硬化性状の試験については、ホバート練り時の W/C は MP 吹付け時の設計 W/C(53.2%)を基本とし、MP 吹付け時のモルタルは、連続練りミキサによる機械誤差を考慮した W/C(53.2±1%)とした。MP 吹付け時のモルタルのフレッシュ性状については、急結剤添加のため、急激に硬化し試験が困難であることより試験を実施していない。そのため、MP 練り時のモルタルをフレッシュ性状の試験に供した。この場合、モルタルは急結剤を添加しないため W/C は 48.7±1%となる。設計 W/C(53.2%)とは異なるものの、時間経過に伴うフレッシュ状態の変化を把握することを目的に、ホバート練りとの比較を行った。また、温度によるフレッシュ性状の違いを確認するために、モルタルの練上がり温度の違いによる試験を実施した。その

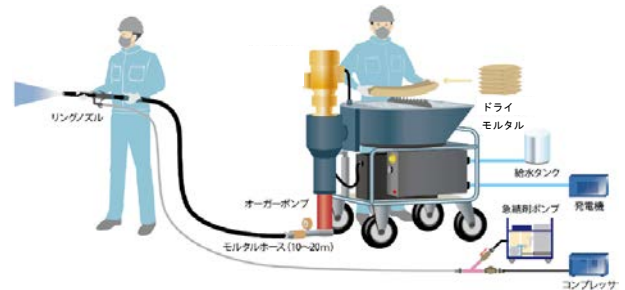


図-1 連続練りミキサを用いたモルタル吹付け工法

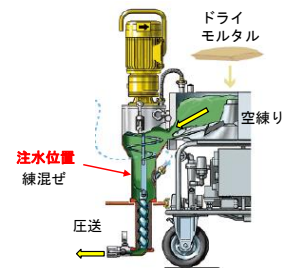


図-2 連続練りミキサ

表-1 試験内容

試験項目	試験体作製及び試験方法	実施方法	目標 W/C (%)	目標練上がり温度及び環境温度(°C)	内容	
フレッシュ性状	フロー試験(0打, 15打) JIS R 5201	ホバート練り	53.2	15, 20, 30 ±1	経過時間により適宜実施	
		MP練り	48.7±1		練混ぜ直後に実施	
フレッシュ性状	空気量試験(単位容積質量) JIS A 1128 (JIS A 1116)	ホバート練り	53.2	20 ±1	1, 3, 24	
		MP練り	48.7±1			
硬化性状	初期強度試験(引抜き強度) JSCE-G 561	MP吹付け	53.2±1	20 ±1	材齢(時間)	
	圧縮強度試験	試験体作製方法 JSCE-F 506 試験方法 JSCE-F 505	ホバート練り		53.2	材齢(日)
		試験体作製方法 JSCE-F 561 試験方法 JIS A 1107	MP吹付け		53.2±1	1, 7, 28
長さ変化試験	試験体作製方法 JIS R 5201 試験方法 JIS A 1129-3	ホバート練り	53.2	53.2±1	測定時期	
	試験体作製方法 JSCE-G 564 試験方法 JIS A 1129-3	MP吹付け	53.2±1		1週, 2週, 3週, 4週, 8週, 3か月, 6か月	

キーワード モルタル吹付, 連続練りミキサ, フレッシュ性状, 硬化性状

連絡先 〒300-2651 茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043 技術研究所 TEL 029-847-7505

際、環境温度は所定の練上がり温度と同一とした。

使用材料は、MP 練りはプレミックス製のドライモルタルを使用し、ホバート練りについては、ドライモルタルを構成する原料をそれぞれ計量したものを用いた。なお、ホバート練りによる練混ぜ時間は、MP 練りを想定して可能な限り短時間で練混ぜとなる、空練り 30 秒→注水→低速 30 秒→かき落とし→低速 30 秒とし、練混ぜ時間による影響を極力排除した。

3. 実験結果

(1) フレッシュ性状

フレッシュ性状の試験結果を表-2 に、また図-3 に、時間経過に伴うフロー値の変化が顕著に現れた 15 打フローの試験結果を示す。図-3 から、ホバート練りと MP 練りでは、

W/C が違うことより、練上がり直後のフロー値は異なるものの、同温度で比較すると、時間経過に伴うフロー値の減少傾向は同程度となった。また、同一練混ぜ方法における温度の違いに着目すると、MP 練りは、ホバート練りと比較すると練上がり直後のフロー値が小さいこともあるが、温度が高くなるにつれて時間経過に伴うフロー値の減少が大きい。実際の吹付けの施工では、温度の影響を受けやすいことが推察される。

(2) 硬化性状

硬化性状の試験結果を表-3 及び表-4、図-4～図-6 に示す。図-4 より、MP 吹付けの圧縮強度は、材齢 1 日ではホバート練りよりも低い値を示したものの、材齢 7 日及び 28 日ではそれよりも高い結果となった。

MP 練りによる練混ぜ不足等の強度低下は観られず、MP 練りはホバート練りによる練混ぜと同程度であることが分かる。表-4 に示す初期強度については、材齢 3 時間から材齢 24 時間までの強度の増加が横ばいとなったため、急結剤添加による影響が考えられる。図-5 及び図-6 より、長さ変化率については、ホバート練りと MP 吹付けは同程度の結果となった。このことから、MP 練りはホバート練りと同様に、確実に練混ぜが行われていることが認められる。また、質量変化率については、横ばい傾向となる 56 日以降では多少の差はあるものの、質量変化率の減少が大きい初期の期間では同程度の結果となった。試験体中の水分の逸散傾向が同様であることより、MP 練りは、ホバート練りと同様に均一性が保たれていることが分かる。

4. まとめ

連続練りミキサと室内試験による練混ぜを行ったモルタルを比較した結果、連続練りミキサにより練混ぜを行ったモルタルは、均一性が確保され、確実に練混ぜが行われているものと判断される。

参考文献

- 1) 前垣創ら：連続練りミキサを使った超早強湿式モルタル吹付けシステムの開発, 令和 3 年度土木学会全国大会第 76 回年次学術講演会, V-69

表-2 フレッシュ性状の結果

実施方法	目標練上がり温度 (°C)	練上がり温度 (°C)	目標 W/C (%)	W/C (%)	空気量 (%)	単位容積質量 (g/cm ³)
ホバート練り	15±1	15.1	53.2	53.2	4.3	2.08
	20±1	19.4		53.2	4.6	2.07
	30±1	29.7		53.2	4.6	2.07
MP練り	15±1	14.9	48.7±1	48.0	5.8	2.08
	20±1	20.2		49.4	5.9	2.08
	30±1	30.4		49.3	4.5	2.08

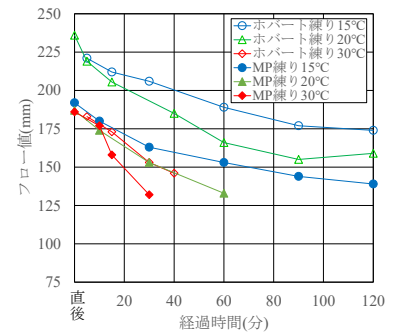


図-3 フロー試験結果

表-3 練上がり温度及び W/C の結果

実施方法	目標練上がり温度 (°C)	練上がり温度 (°C)	目標 W/C (%)	W/C (%)
ホバート練り	20±1	19.4	53.2	53.2
MP吹付け	20±1	20.2	53.2±1	52.2

表-4 初期強度試験結果

実施方法	引抜き強度(N/mm ²)		
	材齢 1時間	材齢 3時間	材齢 24時間
MP吹付け	7.8	10.0	10.0

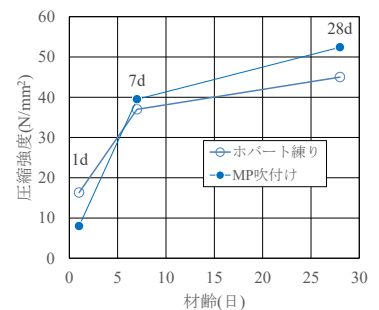


図-4 圧縮強度試験結果

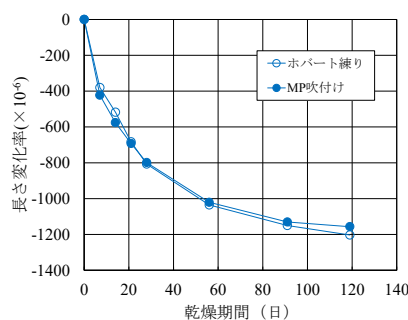


図-5 長さ変化率の結果

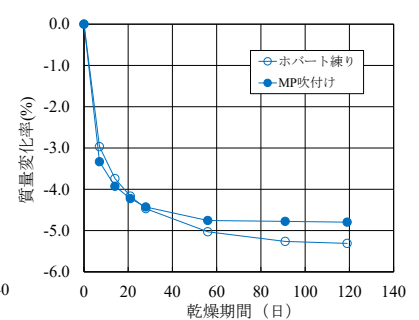


図-6 質量変化率の結果