

ロータリー式吹付け工法の施工条件がPCMの付着強度に及ぼす影響

徳倉建設(株) 正会員 ○宮口 博孝, 正会員 三ツ井 達也
近畿大学 正会員 東山 浩士

1. はじめに

近年, 社会資本ストックの増加に伴い, 維持管理工事の重要性が指摘されている. 既設コンクリートの断面修復や増厚などは通常, 左官工法や吹付け工法が行われる. 筆者らは, 新しい吹付け工法としてロータリー式吹付け工法の開発を行っている. 本工法は回転力のみでモルタルを飛ばすため, 粉塵や騒音の発生量を低減できる. また, 材料のはね返り量も低減できるため, 環境負荷低減型の施工方法として期待されている¹⁾.

通常, 吹付け工法は左官工法に比べ, その吹付け圧力から内在空気量を低減させることができ, 圧縮強度や付着強度などの品質が向上する傾向がある. しかし, 吹付け工法は作業環境により吹き付けられたモルタルの品質がばらつく可能性があり, これらを定量的に検討した例は少ない. そこで今回, ロータリー式吹付け工法の施工条件を変化させたときの付着力特性について実験を行い, 新たな知見を得たので報告する.

2. 予備実験

予備実験に使用したモルタルの配合を表-1に示す. 吹付け対象物は市販されているコンクリート平板を使用し, 左官工法の配合を採用した. 実験方法の概要を図-1に示す. あらかじめプライマーを塗布したコンクリート平板を側面と天井面に設置し, 吹付け機から対象面までの距離を変化させて増厚を行った.

付着強度は材齢28日経過後に測定した. その結果を表-2および図-2に示す. 側面での付着強度には大きな変化が現れなかったが, 天井面では対象物までの距離が遠くなるに従って, 付着強度が低下する傾向が認められた. 側面へ吹付けた供試体の破断位置を注視した結果, 全てコンクリート平板の母材より破断しており, 増厚材の付着強度を評価できていないことがわかった.

表-1 特殊ポリマーセメントモルタルの配合

	エマルジョン (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	珪砂 (kg/m ³)	水セメント比 (%)
予備実験	286	566	1,148	36.9
実験	250	578	1,173	31.7

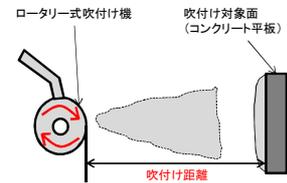


図-1 実験方法の概要

表-2 吹付け距離別付着強度

吹付け距離 (mm)	付着強度 (N/mm ²)		破断位置	
	側面	天井面	側面	天井面
100	3.2	3.7	母材	モルタル内
300	3.3	3.2	母材	母材
500	—	2.6	母材	母材
1,000	3.1	2.2	母材	母材
1,500	2.6	—	母材	母材

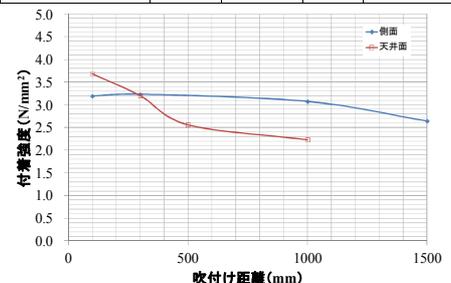


図-2 付着強度と吹付け距離との関係

3. 実験計画

予備実験結果をもとに吹付け対象物を高強度コンクリート平板 ($\sigma_{28} \geq 100\text{N/mm}^2$) にして実験を行った. 使用したモルタルは表-1に示す通り, 予備実験での材料に変え, それに短繊維を加え, 減水剤で流動性の調整を行う吹付け工法用の配合を採用した. 実験は以下に示す2種類を行い, その方法は予備実験時の条件で側面のみとした.

(1) 吹付け距離と付着強度

対象物までの距離を100~1,250mmの間で7種類変化させ, 付着強度を測定した. このときのモルタル吐出量は0.3m³/h, 吹付け機の回転数は3,000および10,500rpmとした.

(2) モルタル吐出量と付着強度

モルタル吐出量を0.1~0.6m³/hまで変化させ, 付着強度を測定した. このときの対象物までの距離は300mm, 吹付け機の回転数は(1)と同様に3,000および10,500rpmとした.

キーワード ロータリー式吹付け工法, 付着強度, 回転数, モルタル吐出量, 吹付け距離

連絡先 〒460-8615 愛知県名古屋市中区錦3-13-5 徳倉建設(株) 土木事業本部技術環境部 TEL052-961-3276

4. 実験結果

(1) 物理特性

表-3 に品質管理試験結果, 表-4 に圧縮および曲げ強度試験結果を示す. 圧縮および曲げ強度はいずれも「JSCE-G 563-2005」に準拠し, 鋼製型枠にモルタルを直接吹き付けて作製した供試体の結果である.

表-3 品質管理試験結果

練上り温度 (°C)	スランブ フロー (mm)	空気量 (%)	
		練上り後	吹付け後
14.0	150	20.0	6.4

表-4 圧縮および曲げ強度

圧縮強度 (N/mm ²)	曲げ強度 (N/mm ²)
43.6	11.3

(2) 回転数と吹付け距離を変数としたときの付着強度

表-5 に吹付け距離別付着強度, 図-3 に付着強度と吹付け距離との関係を示す. 吹付け距離 300mm のときに付着強度は最も大きくなり, 回転数 3,000rpm で 3.8N/mm², 10,500rpm で 4.2N/mm² となった. また, 回転数に関わらず, 付着強度は吹付け距離が遠くなるほど小さくなるが, 1,250mm 離れた場合でも 2.0N/mm² 以上を得る結果となった. なお, 付着強度試験における破断位置は図-4 および写真-1 に示す通り, 増厚モルタル内およびコンクリート平板とモルタルとの界面であった.

(3) モルタル吐出量を変数としたときの付着強度

表-6 にモルタル吐出量別付着強度, 図-5 に付着強度と回転数との関係を示す. モルタル吐出量が少なく回転数が少ないほど, また, モルタル吐出量が多く回転数が多いほど付着強度は大きくなる結果となった. なお, 付着強度試験における破断位置は(2)と同様であった. 次に, それぞれの回転数において付着強度が最大となるモルタル吐出量を図-5 より拾い出し, 回転数とモルタル吐出量との関係で表したものを図-6 に示す. 付着強度が最大となる回転数とモルタル吐出量との間には相関関係が認められた.

5. まとめ

ロータリー式吹付け工法は, モルタル吐出量 0.3m³/h, 吹付け距離 300mm のときに付着強度が最大となり, 回転数が多いほど大きな付着強度を得た. また, 吹付け距離 1,250mm の場合においても 2.0N/mm² 以上となり, 打撃エネルギーが大きいことがわかった. 以上の結果より, 打撃エネルギーとモルタル吐出量との間には強い相関関係があり, モルタル吐出量に見合った回転数を設定することで本工法の特性を活かすことができるといえる.

今後は, この大きな打撃エネルギーを利用した最適な施工方法を開発し, 本工法の有効性を検証していく.

参考文献

1)宮口博孝, 三ツ井達也, 伊藤祐二: モルタル増厚施工の品質と作業環境について, VI-355, 土木学会第 66 回年次学術講演会, 2011.9

表-5 吹付け距離別付着強度

吹付け距離 (mm)	付着強度 (N/mm ²)		破断位置
	3,000rpm	10,500rpm	
100	3.3	3.6	モルタル内・界面
200	3.4	3.8	モルタル内・界面
300	3.8	4.2	モルタル内・界面
500	3.3	3.8	モルタル内・界面
750	2.5	2.9	モルタル内・界面
1,000	2.4	2.6	モルタル内・界面
1,250	2.1	2.5	モルタル内・界面

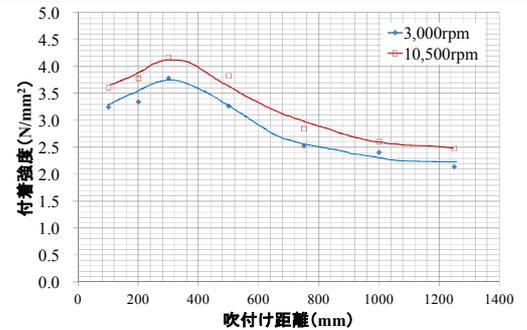


図-3 付着強度と吹付け距離との関係

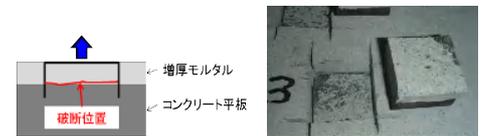


図-4 破断位置 写真-1 破断状況

表-6 モルタル吐出量別付着強度

モルタル吐出量 (m ³ /h)	付着強度 (N/mm ²)		
	3,000rpm	5,500rpm	10,500rpm
0.1	4.3	—	3.7
0.3	3.8	4.3	4.2
0.6	3.5	—	4.3

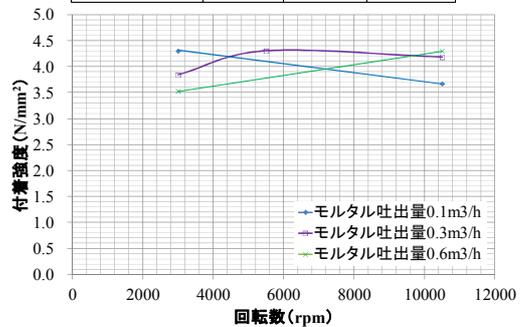


図-5 付着強度と回転数との関係

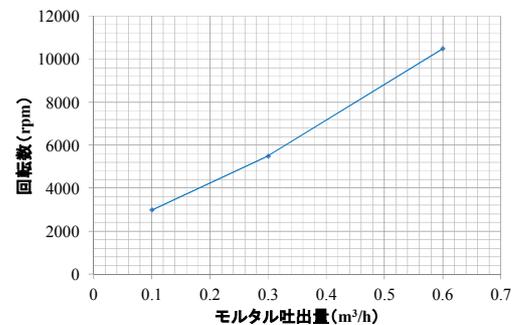


図-6 付着強度が最大となる回転数とモルタル吐出量との関係