

乾式吹付け施工時のばらつきが力学的性能に与える影響に関する基礎的研究

鹿児島大学 学生会員 原田 泰典 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸
 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司 鹿児島大学大学院 学生会員 湯地 輝

1. はじめに

近年、既存コンクリート構造物の長寿命化や高機能化を目的としての吹付けコンクリートの適用事例が増加している。吹付けコンクリートには湿式と乾式の2種類があり、一般的には比較的品質管理が容易な湿式吹付け工法が用いられることが多かったが、近年ではポリマーセメント材料や乾式吹付け機器の性能向上により、圧送距離が長く大規模補修に適した乾式吹付け工法が広く活用され始めている。ただし、吹付け施工時の品質のばらつきの影響など検討あるいは改善すべき課題が残されている。そこで本研究では、乾式吹付け用ポリマーセメントコンクリートを用いて吹付けを行う際の、品質のばらつきの原因把握とその改善手法についての基礎的検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、骨材がプレミックスされたエマルジョンタイプのポリマーセメントを用い製造方法の影響として「乾式吹付け工法（以下、吹付け）」と「ミキサー練混ぜによる通常打設（以下、練混ぜ）」の2種類で検討を行った。

2.1 施工方法の違いによる影響

本研究では、吹付け施工によって生じる性能のばらつきを把握するために、同一の材料と配合により「乾式吹付け（以下、吹付け）」と「モルタルミキサーによる練混ぜ（以下、練混ぜ）」で供試体を作製した。実験の要因は表-1に示す通りである。ただし、「吹付け」の場合は、使用材料のカタログ設定値により、ダレの生じない状態で吹付けた場合の標準加水量で W/C = 30% に相当する配合となると仮定した。圧縮強度試験には、「吹付け」の場合では JSCE-F561-2005 に準じて 15×30×30cm の型枠に吹付けた後に採取した φ5×10cm のコア供試体を用い、「練混ぜ」の場合では JIS R5201 に準じてテーブルバイブレーターで締固めた 4×4×16 cm の角柱供試体を用いた。また、曲げ強度試験用供試体は、いずれも 10×10×40cm の型枠への直接吹付け、あるいはテーブルバイブレーターによる締固めにより供試体を作製した。

2.2 吹付け施工時の材料圧送量の変動

吹付け施工時の品質のばらつきの要因として、水量および材料の圧送量の変動が考えられる。そこで吹付け施工時の水量、材料の圧送量の変動ばらつきを実際に計測した。水量に対してはプロベラ式流量計を用いて吹付け施工時の 1 水量を測定し、材料に対しては吹付け機コンプレッサーの回転数を 30、35、40Hz の3条件として材料のみの吹付けを行い、30秒間間の吐出量を重量から材料圧送量を算定した。さらに、吹付け時における水量とプレミックス材料の変動を模擬するため、W/C=30%の標準配合における水量とプレミックス材料の混入量をそれぞれ±10、±20%変動させた上で「練混ぜ」によって供試体を作製した。水量およびプレミックス材料をそれぞれ変動させた場合の全材料の重量を、1m³当たりの重量に換算した配合を表-2、3に示す。なお、この配合は、水

表-1 供試体の要因と水準

供試体の作製方法	吹付け	練混ぜ
使用材料	プレミックス材料、ポリマー	
W/C(%)	約30	
圧縮試験用供試体寸法	φ 5×10cm	4×4×16cm
曲げ試験用供試体寸法	10×10×40cm	
試験用供試体体数	各3体	

表-2 練混ぜ試験供試体配合(材料一定)

Wの 変化量	プレミックス材料		W	
	セメント	骨材	ポリマー	水
-20%	920	1124	89	140
-10%	894	1093	97	153
標準	870	1063	105	165
10%	847	1035	113	177
20%	825	1009	120	188

表-3 練混ぜ試験供試体配合(液体一定)

材料の 変化量	プレミックス材料		W	
	セメント	骨材	ポリマー	水
-20%	815	996	123	194
-10%	844	1032	114	178
標準	870	1063	105	165
10%	892	1090	98	154
20%	911	1113	92	144

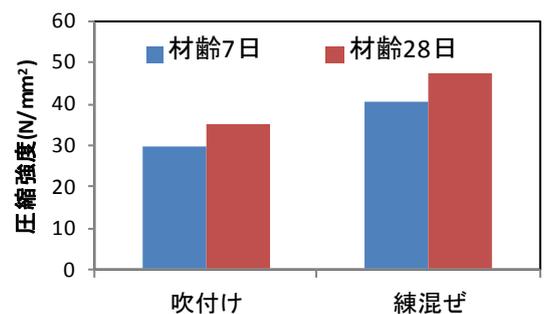


図-1 圧縮強度試験結果

量とプレミックス材料の圧送量のどちらかが単独で変動した場合を想定したものである。

3. 実験結果および考察

3.1 施工方法の違いによる力学的性能の検討

吹付けと練混ぜの圧縮強度試験結果を図-1 に、材齢 28 日における曲げ強度試験結果を図-2 にそれぞれ示す。なお、これらを含め、以下の試験結果は全て同一条件における供試体 3 体の平均値である。圧縮強度においては、いずれの材齢においても「吹付け」は「練混ぜ」よりも低下する結果となった。曲げ試験においても若干ではあるが同様の傾向が確認された。この強度低下の原因としては、まず吹付け施工時の品質（水量、プレミックス材料の圧送量）の変動が考えられる。そこで、実際にその変動程度を計測した。

3.2 吹付け施工時の材料圧送量の変動

図-3 に実際の吹付け施工時の水量の経時変化を測定したものである。図のように、吹付け中の水量コントロールが、ノズルマンの状況判断により適宜行われていた状況での水量の変動範囲は、-11 から+9%程度であった。

また、プレミックス材料の圧送量の変動についての測定結果を図-4 に示す。吹付け施工時の標準設定である 35Hz において-6 から+9%程度変動している。コンプレッサーの周波数が増加し、圧送量が増加する場合であっても変動は概ね同程度であった。

これらの変動が存在することを踏まえて、「練混ぜ」によって吹付け時の品質のばらつきを模擬した結果が図-5 および図-6 に示す。図-5 は水量のばらつきを模擬した場合であり、図-6 は材料のばらつきを模擬した場合である。材齢 28 日で比較すると、水量が増加するにつれて強度が低下する傾向があり、極端に減った場合にも強度の低下がみられる。材齢 7 日の場合には必ずしも同様の傾向になっていないが、これは同時に変化したポリマー量の影響が強く出ているためだと考えられる。一方、プレミックス材料量の変動に関しては、標準量よりも材料量が減少するにつれて W/C が増加するために強度が低下することになり、逆に材料量が標準量より増加しても水量が不足する状態となるため若干強度低下する傾向にあることが分かる。ただし、これらの結果から水量、材料の変動が±10%程度であれば、28 日強度は同程度であることから、図-1 に示すような明確な強度低下が生じた原因は、材料の変動以外の要因であると考えられる。

4. まとめ

吹付け施工を行う際に品質のばらつきが生じ、力学的性能へ影響することが確認できた。また、水量、材料のばらつきの範囲を±10%の範囲内に抑えることにより、強度低下割合が低減される可能性が示唆された。

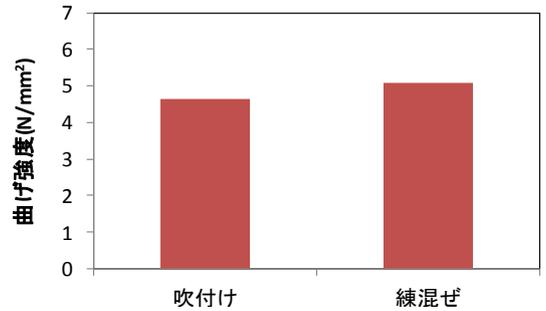


図-2 曲げ強度試験結果

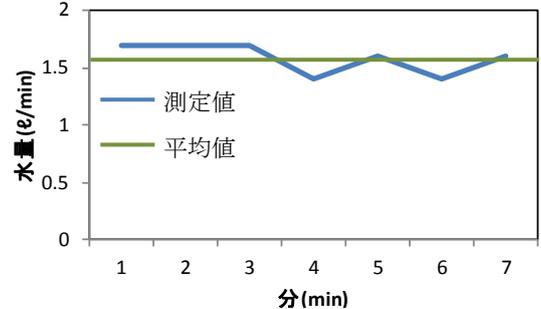


図-3 吹付け施工時の水量の経時変化

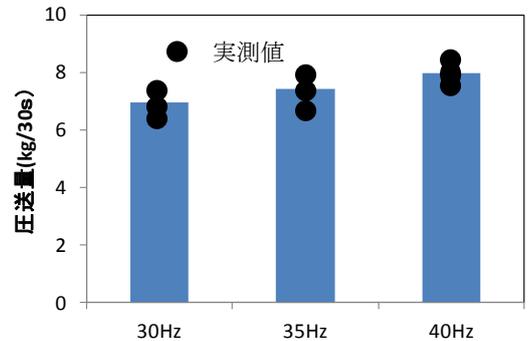


図-4 回転数の違いによる圧送量の変化

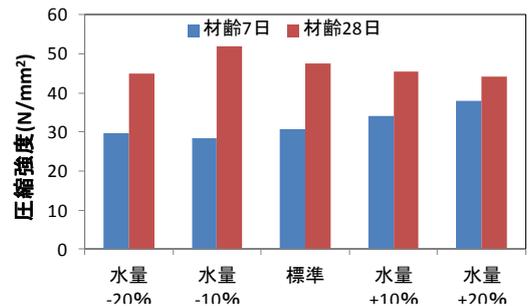


図-5 水量変化による圧縮強度試験結果

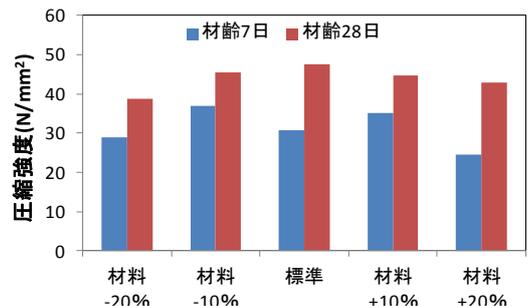


図-6 材料量変化による圧縮強度試験結果