

施工条件が乾式吹付けコンクリートの品質に与える影響に関する基礎的研究

鹿児島大学大学院 学生会員 ○小倉 隆伸 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
 鹿児島大学大学院 正会員 山本 誠 鹿児島大学 学生会員 吉岡 俊介

1. はじめに

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、品質管理の容易である湿式吹付け工法が用いられている。一方、乾式吹付け工法は、長距離圧送性や厚付け性に優れており大規模な補修工事に適しているものの、品質管理が困難なため適用範囲がトンネル内や法面のみに限られていた。しかしながら、近年、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、大規模補修に適した乾式吹付け工法が補修、補強の分野においても活用され始めてきている。ただし、吹付け施工時の問題点とされている品質のばらつきに関する簡易かつ正確な評価手法についての検討は未だ十分ではない。そこで本研究では、乾式吹付け時の施工条件の変化が吹付け後のコンクリートの品質とそのばらつきに与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、乾式吹付け施工条件の変化が吹付け後のコンクリートの品質に与える影響について検討を行った。実験要因を表-1、使用した乾式吹付け機器と使用したノズルの形状を図-1、2に示す。施工方法としては、乾式吹付け機(以下「吹付け」)によるもののほか、比較用に、モルタルミキサーで練り混ぜて型枠に打設する方法(以下「練混ぜ」)でも施工を行った。「吹付け」ではノズルの形状の違いが品質に与える影響を確認するため、今回の検討で用いた吹付け材料に合わせて開発されたノズル(以下ノズルA)と、他の材料用のノズル(以下ノズルB)の2種類を使用した。また、吹付け距離が品質に与える影響を検討するため、吹付け距離を0.5、1、1.5mと変化させて検討を行った。なお、吹付け施工時の水量は、ノズルマンが経験的感覚で最適な施工性が得られると判断する吹付け距離時の水量を用いている。ノズルAの場合は1m、ノズルBの場合は0.5mで吹付けた水量を基準としており、吹付け距離を変化させた場合でも、あえて水量は調節せずに固定して吹付けを行った。使用材料は、エマルジョンポリマーと密度2.75 g/cm³のプレミックス材料である。比較用の「練混ぜ」の配合は、プレミックス材料のカタログの値を参考とし、ダレの生じない状態で吹付けた場合の標準加水量(ポリマーを含む液体重量)相当とされるW/B=31%に設定した。なお、「吹付け」「練混ぜ」のいずれについても急結材は用いていない。供試体の作製は、「吹付け」の場合はJSCE F651 2005に準じ、30×30×15cm供試体から採取したφ5×10cmのコアを用いた。「練混ぜ」の場合には、JIS R 5201に準じてテーブルバイブレータを用いて作製した4×4×16cmの供試体を用いた。測定項目は、吹付け直後のリバウンド率、硬化後に圧縮強度、見かけの密度、細孔径空隙分布である。リバウンド率は、JSCE F563 2005に準じて測定した。また、細孔径空隙分布は30×30×15cm供試体の中央部分から採取したコアを用いて、水銀圧入法により測定した。

表-1 実験要因

施工方法	ノズルA			ノズルB			練混ぜ
吹付け距離(m)	0.5	1	1.5	0.5	1	1.5	
測定項目	リバウンド率、圧縮強度、見かけの密度、細孔径空隙分布						

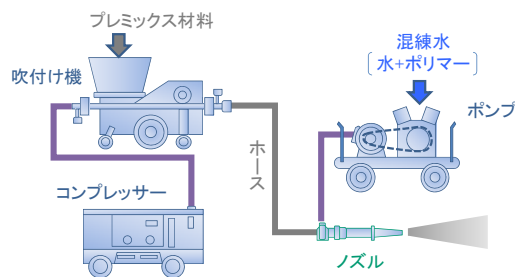


図-1 乾式吹付け機器

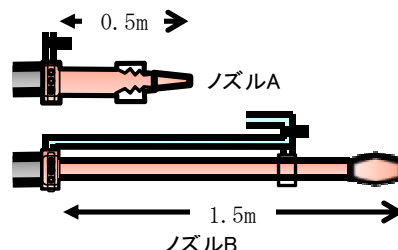


図-2 ノズル形状

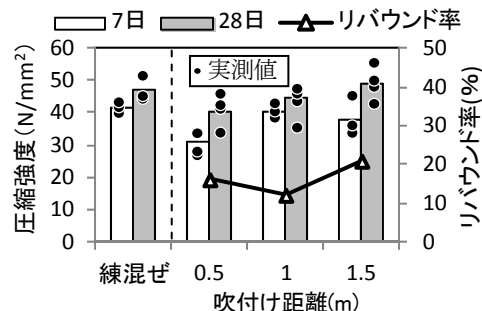


図-3 圧縮強度とリバウンドの関係(ノズルA)

キーワード：乾式吹付け工法 ポリマーセメント ノズル形状 品質管理
 連絡先：〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1-21-40 TEL099-285-8480

3. 実験結果および考察

それぞれのノズルを用いた場合の圧縮強度とリバウンド量の関係を図-3、図-4に示す。リバウンド率において、ノズルAは、吹付け距離1m、ノズルBは、吹付け距離0.5mにて最小を示した。いずれの場合においても、ノズルマンが最適な施工性と判断した吹付け距離とリバウンドが最小となる吹付け距離が一致したことから、ノズルマンはリバウンドを基準の1つとして最適な吹付け距離を決めていると考えられた。また、圧縮強度においては、いずれのノズルを使用した場合においても、吹付け距離0.5mで最小を示し、吹付け距離が伸びるにつれて28日強度が増加し、ばらつきが小さくなる傾向が得られた。リバウンド率との関係で比較すると、ノズルAを使用した場合のようにリバウンド率が20%以下となるときには、圧縮強度とリバウンドにある程度の相関関係が見られるが、ノズルBのようにリバウンド率が大きいと、リバウンドと強度は必ずしも対応していない状況が見られた。いずれにしてもこの結果から、ノズルの形状により、強度およびリバウンド率が変化することは明らかであり、良質な吹付けコンクリートの品質を担保するには、使用する材料と乾式吹付けシステムごとに最適な施工条件を把握した上で施工を行うことが重要である。

各施工方法の圧縮強度とコア供試体密度の関係を図-5、図-6に示す。一般的なコンクリートでは圧縮強度と密度の相関関係があることは知られているが、乾式吹付けコンクリートの場合、今回の実験の範囲内において明確な相関関係を確認することはできなかった。そこで、吹付けコンクリートにおける強度低下の要因と考えられる空隙構造の変化を確認するため、細孔空隙分布の測定を行った。細孔径分布測定結果を図-7、図-8に示す。ノズルAを使用した場合では、吹付け距離1、1.5mでの施工において、総細孔量はやや増加するものの「練混ぜ」と同様の分布形状を示したのに対し、吹付け距離0.5mでは、「練混ぜ」に比べて径の大きな細孔量が増加していた。一方、ノズルBを用いた場合は、吹付け距離による総空隙量の差は認められず、さらに、吹付け距離0.5、1mにおいて大きい空隙径が確認されたことから、今回吹付け条件におけるこのノズルの適合性自体に問題があり、結果として過剰な吹付け圧力によって粗大な空隙が生成されたと考えられた。

4. まとめ

乾式吹付けにおける品質の変化は施工条件ならびに、ノズルの形状を含む乾式吹付け機器の特性が大きく関係していることがわかった。これらのことより、良好な吹付けコンクリートの品質を担保するには、使用材料、吹付けシステム等の各要因と相互の関連性を十分に考慮した最適な吹付け条件を設定し、それに則った施工の実施が重要である。

参考文献：

- 1)土木学会：吹付けコンクリート指針(案),コンクリートライブラリー123,2005
- 2)川上明大, 他:ポリマーセメントを用いた乾式吹付け工法の性能評価,土木学会年次学術講演会公演概要集第5部,

Vol.63,pp.705-706,2008.9

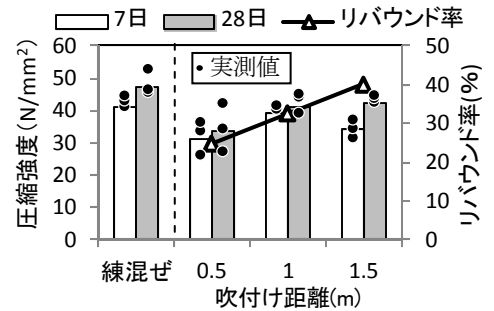


図-4 圧縮強度とリバウンドの関係 (ノズルB)

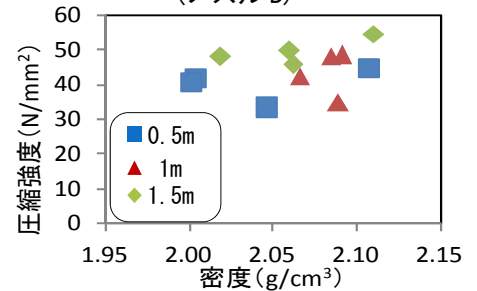


図-5 密度と強度の関係 (ノズルA)

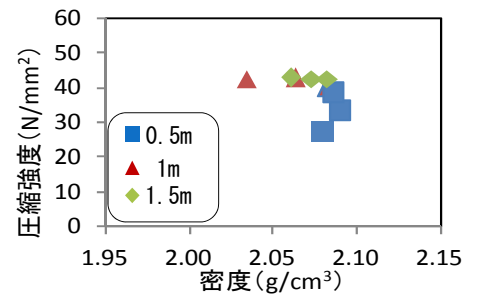


図-6 密度と強度の関係 (ノズルB)

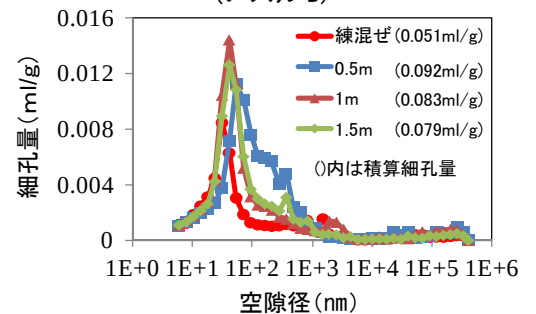


図-7 細孔径空隙分布(ノズルA)

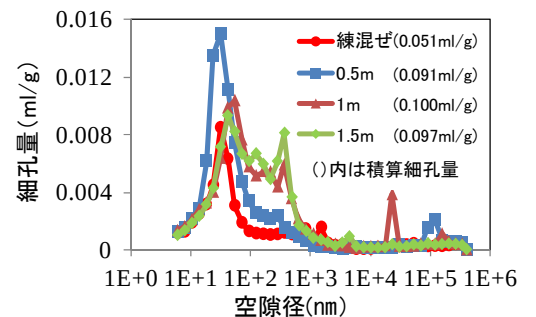


図-8 細孔径空隙分布(ノズルB)