

V-323

吹付けモルタルの付着強度に関する研究

前田建設工業 正会員 後藤 充志

東京大学生産技術研究所 フェロー会員 魚本 健人

1. はじめに

吹付けコンクリートの利点としては、型枠が不要であること、自由な曲面に打設することができること、施工に要する時間が短いこと、瞬結性を有することなどが挙げられる。しかし、改善すべき問題も多々ある。

それらの一つに、吹付けコンクリートと壁面との間に生ずる付着強度の把握が挙げられる。トンネルでの吹付けにおいては、地山との付着力の把握は大変重要である。しかし、既往の研究は数少なく、付着強度が設計基準に定められるには至っていない。

本研究では吹付けコンクリートの付着強度に関する基礎的研究として、吹付けモルタルと吹き付けられた壁面との付着強度が、壁面の表面形状の変化に伴ってどのように影響されるかを、実験を行い検討した。

2. 使用材料および実験概要

実験に用いた使用材料を表-1に、実験を行った配合を表-2に示す。練混ぜは、容量 30 リットルのモルタル練りミキサを用いて、表-2の配合で 20 リットル練り混ぜた。練混ぜ方法は、骨材の2分の1、セメント、急結剤、残りの骨材、の順で材料をミキサに投入し、60 秒間空練りし、十分掻き落としをした後、水を投入し、さらに 60 秒間練り混ぜた。

表-3は吹付け壁面の製作方法及断面略図である。表-2の配合Bを用いた。壁面寸法は 500×500×60mm である。

吹付け施工機械は、吐出し空気量 310L/min のエアコンプレッサーを圧力 0.8MPa に設定して使用した。前述の吹付け壁面を、吹付け開始直前まで湿らせた布で表面を覆っておき、壁面上に施した凹凸の溝が地面と平行になる向きに、また水平から 45 度の角度に傾けて設置し、壁面に対して垂直に吹き付けた。後述するが、①～⑧は巨視的、

①⑨は微視的な凹凸を比較するため作製した。

吹付けモルタルの材齢 6 日に、コア抜き機を使用して $\phi 50\text{mm}$ の供試体を 1 つの壁面につき約 24 本採取した。

キーワード 吹付けモルタル 付着強度

連絡先：〒102 東京都千代田区富士見 2-10-26、03-3265-5551

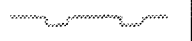
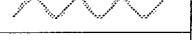
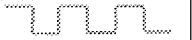
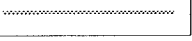
表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 比重：3.15、比表面積：3290[cm ² /g]
細骨材	富士川産川砂 比重：2.63、粗粒率：2.98、吸水率：1.92
急結剤	セメント鉱物系粉末急結剤 比重：2.68、標準使用量：7～8%（対セメント重量）

表-2 モルタルの配合

配合名	W/C (重量%)	s/c (体積比)	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	急結剤添 加率(C×%)
A	50	3	282.7	565.5	1414.2	4
B	50	3	282.7	565.5	1414.2	0

表-3 吹付け壁面

No	名前	作製方法	断面略図
①	セロハン吹付け	平滑なセロハン面上に打設した	
②	グラインダ溝	①にグラインダーを用いて、10mm 間隔に幅 5 mm 深さ 1 mm の溝を付けた	
③	三角小1	斜辺 10mm の直角三角形の断面を持つ目地棒を斜辺を下にして並べ、その上に打設	
④	三角小2	斜辺 10mm の直角三角形の断面を持つ目地棒を並べ、その上に打設した	
⑤	トタン波	波長 32mm 振幅 8mm の波をもつトタン板の上に打設した	
⑥	三角大1	底辺 20mm 頂角 100 度の2等辺三角形の断面を持つ目地棒を底辺を下にして並べ、その上に打設した	
⑦	三角大2	底辺 20mm 頂角 100 度の2等辺三角形の断面を持つ目地棒を並べ、その上に打設した	
⑧	角凹凸	1 辺 18mm の正方形の断面を持つ角材を 18mm 間隔に並べ、その上に打設した	
⑨	グラインダ研磨	①をグラインダーを用いて、平らに研磨した	

材齢 7 日, 14 日, 28 日に直接引張試験を行い、吹付けコンクリートと壁面との付着強度を求めた。直接引張試験は著者らが考案した治具を用いた（図-1）。供試体には 1 分あたりおよそ 0.5MPa の速度で引張力を載荷した。

3. 実験結果および考察

壁面の凹凸が、吹付けモルタルの付着強度に与える影響を調べるため、壁面の凹凸を、微視的なものと巨視的なものとに区分して考察する。

3-1. 微視的な凹凸の影響

壁面ケース①と⑨を比較した。その結果を図-2 に示す。平坦な面をグラインダで研磨したケース⑨の壁面には、傷が生じたり、隠れていた空隙が表れることによって、微視的な凹凸が多数見られた。このグラフより、それら微視的な凹凸が、付着強度に大きく影響している、と考えることが出来る。

3-2. 巨視的な凹凸の影響

壁面ケース①～⑧を比較した。平均深さ [1] を用いて凹凸を定量化した結果と付着強度（材齢 7 日）を図-3 に示す。図中に○で囲った、特に平均深さが大きいケース⑧（角凹凸・平均深さ 10.7mm）の付着部を観察すると、凹部分の側面に付着している吹付けモルタルが、空隙を多く含むことがわかった。そこで、付着面の微小部分が剥離する方向、すなわち微小部分の法線方向の付着強度が、全体の付着強度を支配すると仮定することで、凹凸を評価することを試みた。まず、引張载荷時に微小部分に発生する法線方向の応力を求める。この応力を、水平面に投影した場合、鉛直方向に発生すると考えられる応力で除し、その比を求める。これを全測定範囲にわたって平均し法線方向応力比を求める。微小部分の法線方向の付着強度を全て一定と考えた場合、微小部分を積分することによって、理論上、法線方向応力比と付着強度の関係は反比例の関係となった。つまり、法線方向応力比が小さいほど、すなわち微小部分がなす角度の平均が大きいほど、付着強度は大きいと考えられた。付着強度試験の結果と法線方向応力比の関係を図-4 に示す。図より、これらは理論通り、ほぼ反比例の関係にあると見ることができる。

4. まとめ

吹付けモルタルの付着強度は、壁面に存在する微視的および、巨視的な凹凸によって影響される。微視的な凹凸が多い壁面は少ない壁面に比べ、付着強度は非常に大きかった。巨視的な凹凸を定量化する方法として、平均深さと法線方向応力比に着目した。平均深さが大きい場合、モルタルが十分充填されないことから、付着強度は微小部分に発生する法線方向の応力に影響されると仮定し、その比に着目し凹凸を定量化した。その結果、実験結果を精度良く表すことが出来た。

謝辞：本研究は、東京大学生産技術研究所第 5 部魚本研究室で行った修士論文の一部であります。本研究を進めるにあたって、研究室の方々に多大なるご助言を頂きました。心より感謝いたします。

<参考文献> [1]足立一郎、ほか：ショットブラストを利用した新旧コンクリートの打継ぎ工法に関する研究、土木学会論文集 第 373 号 VI-5 1986 年 9 月

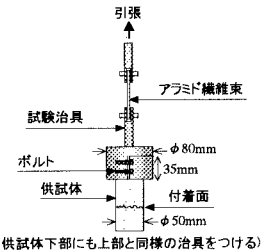


図-1 直接引張試験治具

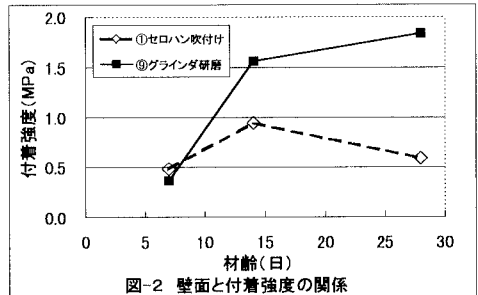


図-2 壁面と付着強度の関係

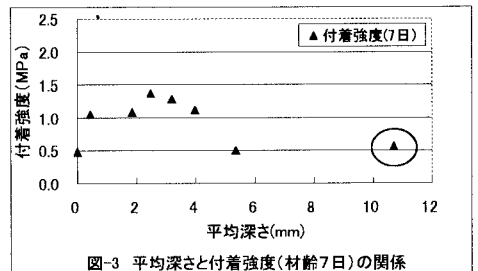


図-3 平均深さと付着強度 (材齢7日) の関係

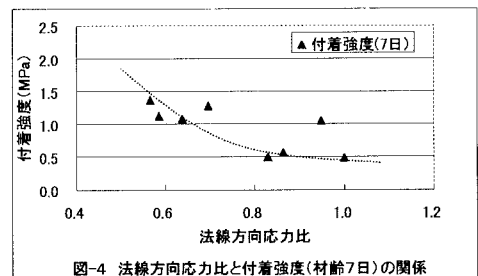


図-4 法線方向応力比と付着強度 (材齢7日) の関係