

VI-121

微粉末プレミックス材料を用いた吹付けコンクリートの施工

(株) 大本組 技術本部¹ 正会員 鈴木昌次
 日本鉄道建設公団 九州新幹線建設局 厚 豊
 (株) 大本組 今宿作業所 本郷晴美
 (株) 大本組 品質試験室 片山芳男
 山口大学 工学部 社会建設工学科 正会員 中川浩二

1. はじめに

近年、トンネル建設における経済性の向上や作業環境の改善を目的とした吹付けコンクリートに関する研究開発が活発に行われ、特にシリカフューム等の微粒子材料を添加することによる高強度・高品質化に関して幾つかの試験施工を経て有効性が見いだされている^{1,2)}。上記吹付けコンクリートを施工するためには、微粒子材料を添加する設備を備えたバッチャープラントを設置し、厳密な配合管理の下にコンクリートを製造する必要がある。しかし、延長の短いトンネル工事では経済的に不利となる場合があり、施工ヤードの狭隘な現場では用地確保が必要となることも考えられる。

そこで、筆者らは微粒子材料とベースセメントを製造工場にて事前混合したプレミックス材料を用い、可搬型のコンクリートモービルで混練することにより、従来と同様の設備での施工を試みた。本工事では、微粒子材料としてシリカフュームと炭酸カルシウムの2種類を混合した三種混合吹付けコンクリートを採用している。

しかしながら、コンクリートモービルは連続式ミキサーであることや、容積計量方式であることから、常に最適なコンクリートを供給するためには骨材や水の配合管理に注意が必要となる。このため、まず骨材表面水管理のための簡易計測手法を考案するとともに、施工管理は基より本工法の技術面での確立を目指した各種のデータを計測し、今後の施工に反映させることとした。

2. 吹付けコンクリートの品質

コンクリートの基本配合を表-1に示す。品質管理基準を表-2に示す。なお、本工事では湿式、空気搬送方式（アリバ 285）を採用している。図-1は各種の強度試験結果を示したものであるが、表-2との比較により、管理基準値を十分上回る強度を得ていることがわかる。

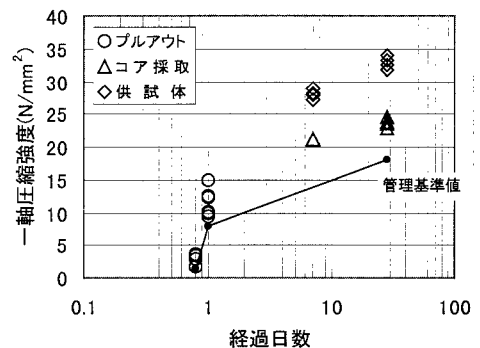


図-1 強度試験結果

表-1 基本配合

W/(C+SF)	55%
S/a	62.5%
C	342 kg
シリカフューム(SF)	18kg
細骨材	海砂 比重 2.59、F.M.=2.5
粗骨材	単粒度砕石 6号 比重 2.78
炭酸カルシウム (石灰石微粉末)	細骨材重量の概ね 15%
急結材	C×6%
減水剤	必要量 (C+SFの概ね 0.5%)

表-2 品質管理基準

管理項目	管理基準値
3時間強度	1.5N/mm ²
1日強度	8.0N/mm ²
28日強度	18.0N/mm ²
スランプ	14±2cm

¹ NATM、吹付けコンクリート、微粒子混和材、プレミックス材料、骨材表面水率管理

吹付け時のリバウンド量については、天端部分の吹付けに対して 15.9%であった。微粒子を混入しない通常のコンクリートでは 17.3%であったため、1.4%の低下に止まっている。ただし、本トンネルは上半半径 2.2m の馬蹄形トンネルであり、吹付けノズルから吹付け面までの距離が 1m 未満となっている。このため、閉塞しない範囲で吹付け圧を 441kN/m^2 に調整しているが、リバウンド量が比較的多くなっているのは吹付け圧力が若干過圧力となっているためと考えられる。

施工時のスランプは混練直後で 16～18cm（平均 17cm）、アジテーターにて約 42 分間攪拌後の吹付け直前の時点で 15～16.5cm（平均 16cm）であった。また、コンクリートモービルのみでは混練が不十分と考えられ、アジテーターによる混練後 30 分以上の攪拌は必要と考えられる。なお、吹付け作業の開始予定時間より以前にコンクリートを混練しておくことは通常の施工過程であるため、施工上は特に問題とはならない。

3. 骨材表面水管理

高品質の吹付けコンクリートを安定して製造するためには、骨材の表面水率を適時正確に把握する必要がある。しかし、JIS A1125 に規定された碎石（粗骨材）の表面水率試験（乾燥法）で結果を得るためには数～十数時間を要する。そこで、細骨材の試験方法として JIS A1111 に規定される容積法の採用を試みた。容積法は容易に結果を得ることができるが、粗骨材への適用は規定されていない。そこで、碎石の表面水率を変化させた数種類の資料を用いて乾燥法と容積法の比較試験を行った。

試験は、まず約 500g の試料を採取し、500ml 型チャップマンフラスコに投入して JIS A 111 による計測を行い、次に、チャップマンフラスコに投入した全試料を乾燥容器に取り出して JIS A 1125 を実施した。したがって、全く同一の試料の表面水率を二つの方法で測定したことになる。なお、当工事で使用した吹付けコンクリート用碎石は最大寸法が 15mm で、9.5mm 通過分が 80%程度あることから、比較的細骨材に近い粒度構成である。このため、JIS A 1111 に規定されるチャップマンフラスコに容易に充填でき、細骨材と同様の試験が可能であった。

表－3 に比較試験の結果を示す。表－3 より、両試験法でほぼ同様の結果が得られており、JIS A1111 を粗骨材の表面水管理に使用可能と考えられる。

表－3 粗骨材の表面水率試験結果

試料	試料表面の状態	表面水率測定結果(%)	
		JIS A 1111	JIS A 1125
1	自由に移動する水膜と黒い光沢がある	2.54	2.42
2	湿っていて黒い光沢がある	1.24	1.26
3	黒く湿っているが、光沢はない	0.24	0.25
4	湿って黒い部分と乾いて白い部分が半々に分布する。	-0.06	-0.05
5	全ての表面が乾いていて白い	-0.24	-0.29
6	乾燥した室内に数日間放置しており、白い埃がたつ。	-0.43	-0.44

3. おわりに

吹付けコンクリートの高強度・高品質化は、施工の合理化やトンネルのシングルシェル構造等に不可欠の技術であり、微粒子材料を利用した高品質化は今後も発展性の高い技術と考えられる。これに対して、施工面での経済性の追求や製品の安定化を目的とした技術開発も並行して行われる必要がある。本文では、その一方法として考案したプレミックス製品とコンクリートモービルの利用および一部の品質管理方法を紹介した。なお、今後の課題として、コンクリートモービル自体での配合水量管理等について改良を要する点が残されているが、本工法を採用したトンネル工事では十分な適用性が確認された。

参考文献：1) 牟田他：各種微粉末混和材を用いた高強度・高品質吹付けコンクリートの開発、土木学会第 52 回年次学術講演会、第 VI 部門、pp.286～287、1997.9、2) 末永他：微粒分混入による吹付けコンクリートの高品質化に関する研究、トンネルと地下、Vol.26、No.5、pp.27～35、1995.5