

低アルカリ性瞬結吹付けコンクリートの坑道における吹付け試験

(その1 概要)

清水建設株式会社 正会員○熊坂 博夫 正会員 小林 伸司
 電気化学工業株式会社 小菅 啓一 奥山 康二
 (独)日本原子力研究開発機構 正会員 佐藤 稔紀 山脇 弘幸
 清水・鹿島・前田特定建設工事共同企業体 正会員 草野 隆司 正会員 栗田 和昭

1. はじめに

瑞浪超深層研究所の深度 500m 研究アクセス南坑道では、山岳トンネルの一次支保と同様に吹付けコンクリートを施工している。本工事において、岩盤の状態が急激に悪化した場合に備えた対応策の一つとして、現在用いている高強度吹付けコンクリートに比べて吹付け後短時間で高い強度・剛性が得られ、かつ、周辺環境に与える影響の少ない「低アルカリ性瞬結吹付けコンクリート」の活用が考えられている。そのため、工事を進めるにあたり、本吹付けコンクリートの工事への適用性を事前に把握することを目的として、南坑道の一部区間において「適用性の確認試験施工」を実施した。本報はその概要を報告する。

2. 低アルカリ性瞬結吹付けコンクリート

大深度のトンネルの安定性を確保する上で、吹付け直後、すなわち若材齢における吹付けコンクリートの強度発現が重要と考え、短時間に高強度・高剛性を発現する「短時間高剛性吹付けコンクリート」が開発された^{1),2)}。これを一般の山岳トンネルで利用するため、セメント量などの配合により強度・剛性を調整した「瞬結吹付けコンクリート」が開発された。本吹付けを脆弱な地質条件の道路トンネルに適用し、支保の軽減や施工速度の向上などの効果が得られたことが報告されている^{3),4),5)}。

一方、近年、トンネル建設時および供用時の周辺環境への配慮が求められるようになってきている。吹付けコンクリートは、吹付けコンクリート中のセメント成分等が周辺の地下水に溶解するこ

とで高アルカリ環境をつくり、トンネル周辺の地下水の水質や地山へ化学的な影響を及ぼすことが懸念される。この化学的な影響を低減させる方法の一つとして低アルカリ性コンクリートを用いることが考えられるが、従来の低アルカリ性コンクリートは若材齢での強度が小さい。このため、大きな支保効果を得るために、「瞬結吹付けコンクリート」の技術を用い、かつ、周辺環境に優しい低アルカリ性の吹付けコンクリートとして「低アルカリ性瞬結吹付けコンクリート」の開発を進めている。

本吹付けコンクリートは、セメント材料として、高強度吹付けコンクリートで用いられている普通ポルトランドセメントの代りに高炉セメントとフライアッシュを混合した材料を用いている。また、発現強度については、高強度吹付けコンクリートの材齢 3 時間で 2 ～ 3 N/mm²、材齢 28 日で 36 N/mm² 以上に対し、本吹付けコンクリートは、材齢 3 時間で 2 倍以上の 6 ～ 8 N/mm²、材齢 28 日で 30 ～ 36 N/mm² を目標強度として開発を進めている。

3. 適用性の確認試験施工

前述のように、本吹付けコンクリートを利用する準備として、実際のトンネル内で所定の品質が確保できることを確認することが重要である。そのため、材料の選定、配合決定のための試験吹付け、実際のトンネル内での施工試験を実施する必要がある。今回実施した適用性の確認試験施工の概略フローを図-1 に示す。

配合試験では、既往の検討で得られている 3 種類の配合をもとに、セメント等の材料と水セメン

キーワード：山岳トンネル、吹付けコンクリート、低アルカリ性、強度試験、施工試験

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL:03-3820-5557 FAX:03-3820-5959

ト比などの配合条件を変えたモルタルによる圧縮試験等を実施し、目標性能（低アルカリ性と強度）が得られる材料と配合を選定した。

試験練りは、施工試験に使用する急結剤添加前のベースコンクリートの細骨材・粗骨材の変動がフレッシュ性状に及ぼす影響を把握することを目的に実施した。

実機ミキサ試験練りは、実機ミキサを用いて練り混ぜ、高性能減水剤量を変化させ、試験練りと同様にベースコンクリートのフレッシュ性状や強度が得られることを確認するために実施した。

試験吹付けと支保性能確認試験は、実機ミキサで練り混ぜたベースコンクリートに急結剤を添加し、吹付けコンクリートの施工性を確認するとともに強度発現性等を確認し、実際のトンネルで用いる吹付けコンクリートの配合を3ケースから選定することを目的に実施した。なお、試験は地上のズリピットで実施した。試験状況を写真-1に示す。この支保性能確認試験では、十分な支保性能を有することを確認するために、吹付け直後からの強度発現特性の把握と配合の違いによる強度発現特性を把握することを目的として、プルアウト試験と一軸圧縮試験を実施した。試験結果は、目標強度の材齢3時間で6～8N/mm²および材齢28日で30N/mm²以上を達成した。

施工性確認試験は、実際のトンネルにおける施工状況の把握を目的として、試験吹付けによって選定した1種類の吹付けコンクリートを用いて試験を実施した。試験結果は、実現場で使用している施工機械システムで施工できることを確認した。なお、吹付け位置は南坑道の1発破進行長分である。試験状況を写真-2に示す。

4. おわりに

施工試験終了後に、技術の適用性確認の一環として、コンクリートからの浸出液のpH測定、施工場所における周辺岩盤への化学的な影響調査を実施することを検討している。

参考文献 1) 石井, 他: トンネルと地下, 2007. 2) 中谷, 他: 土木学会第65回年次講演会, CS05-31, 2008. 3) 松尾, 他: 土木学会第65回年次講演会, VI-047, 2010. 4) 中谷, 他: 土木学会第65回年次講演会, VI-009, 2010. 5) 中谷, 他: 土木学会第67回年次講演会, VI-019, 2012.



図-1 適用性の確認試験施工の概略フロー



写真-1 試験吹付けの状況
(試験場所：地上のズリピット)



写真-2 施工性確認試験の状況
(試験場所：坑道内)