

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2 配合試験, 試験練り, 実機ミキサ試験練り試験結果)

電気化学工業株式会社 正会員 ○岩崎 昌浩 正会員 室川 貴光
清水建設株式会社 正会員 小林 伸司 正会員 石井 卓
(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、岩盤状態が悪化した場合に備えた対応策の一つとして「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。

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。本報では、そのうち吹付けコンクリートの配合を選定するために行った「配合試験」「試験練り」「実機ミキサ試験練り」について報告する。

2. 低アルカリ性瞬結吹付けコンクリートとは

吹付けコンクリートを低アルカリ性にするには、アルカリ性の強い材料を減らし低アルカリ性の材料を多く用いる必要があるが、そのような材料は反応活性が低いため、特に若材齢では強度が小さくなる欠点がある。この課題を解決する手法として、吹付け直後から強度発現の優れる「瞬結吹付けコンクリート」^{1),2)}の技術を応用して「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ものである。

瞬結吹付けコンクリートは、瞬結吹付け用高強度混和材とカルシウムサルフォアルミネート系瞬結吹付け用粉体急結剤を使用することにより、セメント水和反応物のひとつであるエトリンガイト(写真-1)を多量に生成させることにより、吹付けコンクリートの、特に極初期強度を向



写真-1 エトリンガイト

上させる吹付けコンクリート技術で、吹付け直後の材齢10分で3N/mm²の強度が得られるものである。

3. 配合設定

コンクリート配合を設定する前段階として、セメント等の材料と水セメン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、目標性能が得られる材料と配合比等を選定した。

表-1に実験で検討した配合条件の項目と、実験結果により選定した配合条件を示す。

表-1 モルタル実験で検討した項目

項目	設定値等
水/粉体比(W/(C+FA))	45%~35%
セメント種類	NPC, BB
フライアッシュ種類	JIS II種
セメント/フライアッシュ(重量比)	100/0~25/75
高強度混和材量	C×10 重量%
瞬結用急結剤量	C×10 重量%

＜選定配合条件＞

- ・セメント種類 = 高炉 B 種セメント
- ・水/粉体比 = 45%
- ・セメント/フライアッシュ比 = 50/50

配合条件の選定にあたっては、「強度発現性(短期強度, 長期強度)」「低アルカリ性」「施工性」等評価した。選定した配合条件の強度発現性と消石灰生成量を図-1と図-2に示す。同図には設計強度 36N/mm²の高強度吹付け配合を比較配合として示した。

選定配合は、比較配合と比べて短時間強度が高く、28 日強度は 50 N/mm² 程度と目標強度を超える結果が得られた。また、アルカリ性に大きく関与する消石灰の生成量が比較配合の約 1/10 という良好な結果を得た。

この選定配合条件をもとに、材料の単位量や高強度混和材量をかえた 3 配合を基本配合として設定した。基本コンクリート配合を表-2に示す。

キーワード 山岳トンネル, 低アルカリ性, 吹付けコンクリート, コンクリート配合
連絡先 〒103-8338 東京都中央区日本橋室町 2 丁目 1 番 1 号 TEL. 03-5290-5363

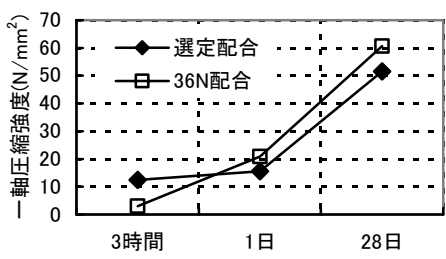


図-1 強度発現性

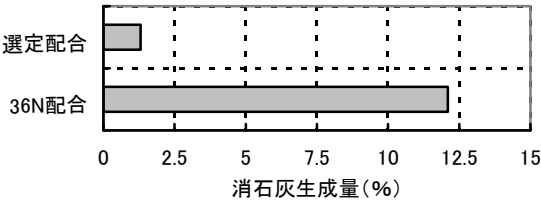


図-2 消石灰生成量

表-2 基本コンクリート配合

配合 No.	W/P (%)	単位量 (kg/ m³)				
		水 W	高炉セメント B 種 BB	フライアッシュ FA	高強度 混和材 SH	高性能 減水剤 SP
M-1	45	225	250	250	70	0
M-2	45	225	250	250	80	0
M-3	45	180	200	200	56	4.0

4. 現地骨材を用いた配合試験

前項にて求めた配合条件をもとに設定した表-2の基本コンクリート配合について、実際に施工試験に使用する細骨材・粗骨材を用いて急結剤添加前のベースコンクリートの試験練りを行い、適切なコンクリートが得られるかどうかを評価した。

その結果、施工試験に使用する骨材は適用可能と判断でき、大きな配合修正をせずに目標とした状態のコンクリートを得ることを確認した。

5. 試験練り

試験練りでは、配合試験を実施した3配合を中心として細骨材率 (S/a) を前後にふって計9配合

について、コンクリート状態を確認し、最適配合の選定を目的に行った。

試験の結果、コンクリートの状態や作業性の観点から、細骨材率 60%を選定した。

6. 実機ミキサ試験練り

実機ミキサ試験練りは、「試験練り」で選定した3配合について実機ミキサを用いて練り混ぜて、「試験練り」と同様なベースコンクリートのフレッシュ性状が得られることを確認することを目的に実施した。

練り混ぜは、公称容積 3 m³ の二軸強性練りミキサを用い、バッチ当り 0.75m³ 練り混ぜた。配合は試験練りにより選定した表-3に示す3配合を使用した。練り混ぜ性状を表-4に示す。実機ミキサ試験練りの結果、試験練りで得られたコンクリートとほぼ同様な状態であることが確認された。

表-4 実機練り試験結果

配合 No.	スランプ° /スランプ° フロー (cm)	コンクリート温度 (°C)	塩化物量 (kg/m³)
M-1-60	24.5 / 52.0	17	0.008
M-2-60	24.0 / 46.0	16	0.008
M-3-60	22.5 / 37.8	15	0.013

7. まとめ

一連の試験より、実機ミキサ試験練りで実施した3配合を、試験吹付け・支保性能確認試験の候補配合として選定した。

参考文献

- 1)松尾他：脆弱地山におけるトンネル合理化施工，土木学会第 65 回年次講演会，VI-047，2010
- 2)中谷他：瞬結吹付けコンクリートの強度発現性状，土木学会第 65 回年次講演会，VI-009，2010

表-3 実機ミキサ試験練りにおけるコンクリート配合

配合 No.	目標 スランプ° (cm)	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/ m³)						
				水 W	高炉セメント B 種 BB	フライアッシュ FA	細骨材 S	粗骨材 G	高強度 混和材 SH	高性能 減水剤 SP
M-1-60 (45-250-250-70)	20~25	45	60	225	250	250	826	554	70	0
M-2-60 (45-250-250-80)	20~25	45	60	225	250	250	820	551	80	0
M-3-60 (45-200-200-56)	20~25	45	60	180	200	200	962	645	56	4.0