

遅延剤によりスランプ保持時間を調整した吹付けコンクリートの配合選定試験

大成建設(株) 技術センター 正会員 ○橋本 貴之 松元 淳一

大成建設(株) 九州支店 正会員 新津 祐樹 田端 大人

1. はじめに

山岳トンネル工法(NATM)が採用されたトンネル工事において、地上からアジテータ車によりコンクリートを運搬して吹付機に直接供給できない施工条件であったことから、コンクリートの供給方法として配管による圧送が必要となった。この場合、最大配管延長は水平換算距離で約140mと長距離であり、吹付け作業が終了するたびに配管清掃を行うと、施工効率が低下するだけでなく、残コン量が膨大になるなど不経済となる。

そこで、遅延剤を添加することによりコンクリートの流動性を保持した状態で所要時間内は配管内に存置し、施工時には閉塞することなく圧送が可能な吹付けコンクリートの配合¹⁾を検討した。本稿では、上記の吹付けコンクリートにおける混和材及び細骨材を変えた3配合について、各種試験結果を比較して考察する。

2. 吹付けコンクリートの配合選定

本工事における施工サイクルを図-1に示す。吹付けコンクリートをポンプ圧送して連続施工する場合、一次吹付から二次吹付開始までの約3時間や、二次吹付から次サイクルの一次吹付開始までの約6時間は、配管内にコンクリートを存置して施工時には再圧送する必要がある。通常は、配管内でスランプロスや材料分離が生じると閉塞する可能性があり、各工程にて配管内のコンクリートを廃棄しなければならない。そこで、吹付けの連続施工を可能とするために、所要の品質を満足するベース配合を選定し、施工サイクルに合わせてスランプ保持時間を3時間と6時間になるように遅延剤の添加量を調整した。

室内試験練りによって選定した配合を表-1,2に示す。今回の配合選定では、混和材をフライアッシュ、細骨材を海砂及び砕砂とした(A)配合、混和材をフライアッシュ、細骨材を砕砂のみとした(B)配合、混和材を石灰石微粉末、細骨材を砕砂のみとした(C)配合の3種類を対象とした。なお、コン

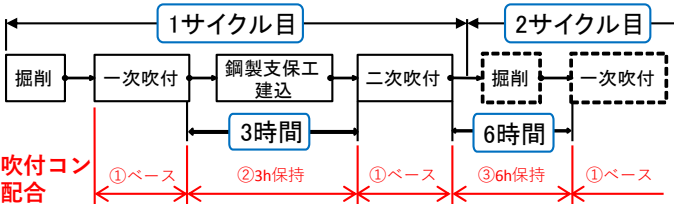


図-1 本工事における施工サイクル(案)

表-1 吹付けコンクリートの使用材料

材料	記号	使用材料
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度=3.16g/cm ³ , 比表面積=3340cm ² /g
混和材	FA	フライアッシュⅡ種 密度=2.32g/cm ³ , 比表面積=4020cm ² /g
	LS	石灰石微粉末 密度=2.71g/cm ³ , 比表面積=6120cm ² /g
細骨材	S1	海砂 密度=2.52g/cm ³ , FM=2.43, 吸水率=2.65%
	S2	砕砂 密度=2.85g/cm ³ , FM=2.83, 吸水率=1.57%
粗骨材	G	碎石1505 密度=2.87g/cm ³ , FM=6.29, 吸水率=1.05%
混和剤	Ad1	高性能減水剤, ポリカルボン酸系
	Ad2	超遅延性減水剤, リグニンスルホン酸系

表-2 室内試験練りによる吹付けコンクリートの決定配合

配合		W/B※ ¹ (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								
					W	C	FA※ ²	LS※ ²	S1	S2	G	Ad1	Ad2
(A) 混和材：フライアッシュ 細骨材：海砂・砕砂	①ベース	45	56	60	203	360	132	—	529	396	701	B×0.65%	—
	②3h保持												B×0.15%
	③6h保持												B×0.45%
(B) 混和材：フライアッシュ 細骨材：砕砂のみ	①ベース	45	50	60	203	405	89	—	—	1006	712	B×0.80%	—
	②3h保持												B×0.30%
	③6h保持												B×0.60%
(C) 混和材：石灰石微粉末 細骨材：砕砂のみ	①ベース	45	45	60	203	450	—	51	—	1015	718	B×0.90%	—
	②3h保持												B×0.30%
	③6h保持												B×0.75%

※1: 結合材B=450kg/m³ ※2: 混和材置換率 (A)C重量×20%+(S1+S2)容積×5%, (B)C重量×10%+S2容積×5%, (C)S2容積×5%

キーワード 吹付けコンクリート, スランプ保持, 遅延剤, 配合選定, NATM

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL:048-814-7228

クリートの流動性を確保するため、(A)配合はセメント重量の 20%及び細骨材容積の 5%、(B)配合はセメント重量の 10%及び細骨材容積の 5%、(C)配合は細骨材容積の 5%をそれぞれ混和材に置換した。

3. 室内試験練りの結果

室内試験練りの結果のうち、スランブの経時変化を図-2、圧縮強度 σ_{28} の結果を図-3 に示す。これらの結果から以下のことが明らかとなった。

- ・高性能減水剤の添加量を調整することにより規格値 $23.0 \pm 2.5\text{cm}$ を満足する適切なスランブを設定することができた。

- ・遅延剤の添加量を調整することにより所定のスランブ保持時間(3 時間及び6 時間)を確保することができた。

- ・(A)配合から細骨材を粗粒率の大きい砕砂のみに変更した(B)配合は、経時によるスランブロスが大きくなったため、高性能減水剤及び遅延剤の添加量を増加させることにより初期スランブを大きくしてスランブ保持時間を確保した。

- ・(B)配合の混和材をフライアッシュから比表面積の大きい石灰石微粉末に変更した(C)配合は、(B)配合と同じ混和材添加率では粘性が大きくなったため、セメントと混和材を合わせた単位粉体量を同量(約 500kg/m^3)となるように混和材添加率を小さくして粘性を調節し、高性能減水剤及び遅延剤の添加量を調整することで所定のスランブとスランブ保持時間を確保した。

- ・圧縮強度 σ_{28} は、(A)～(C)のいずれの配合においても規格値を確保しており、①～③の結果から遅延剤による影響は小さいことが確認できた。また、混和材の置換率が小さいほど(単位セメント量が多いほど)、圧縮強度が大きいことを確認した(混和材置換率：(A)>(B)>(C))。

4. まとめ

本工事は、遅延剤を使用することにより所要のスランブ保持時間を調整した吹付けコンクリートの配合を選定することができた。また、混和材及び細骨材を変化させた各配合について検討した結果、セメントと混和材を合わせた単位粉体量が同程度であれば、高性能減水剤により適切なスランブとなるベース配合を選定し、遅延剤を調整して所定のスランブ保持時間を確保できることが確認できた。なお、本施工時は(B)配合及び(C)配合を用いて吹付けを行い、日常管理は打設日の天候、気温や湿度、骨材の状況などによって運搬や配管内でのスランブロスが変化するため、各混和剤の添加量を打設開始前に調整した。

参考文献

1) 新津ら：スランブ保持時間を調整したベースコンクリートを用いた吹付けコンクリートのポンプ圧送システム，土木学会年次講演会講演概要集，VI-473，2016. 9

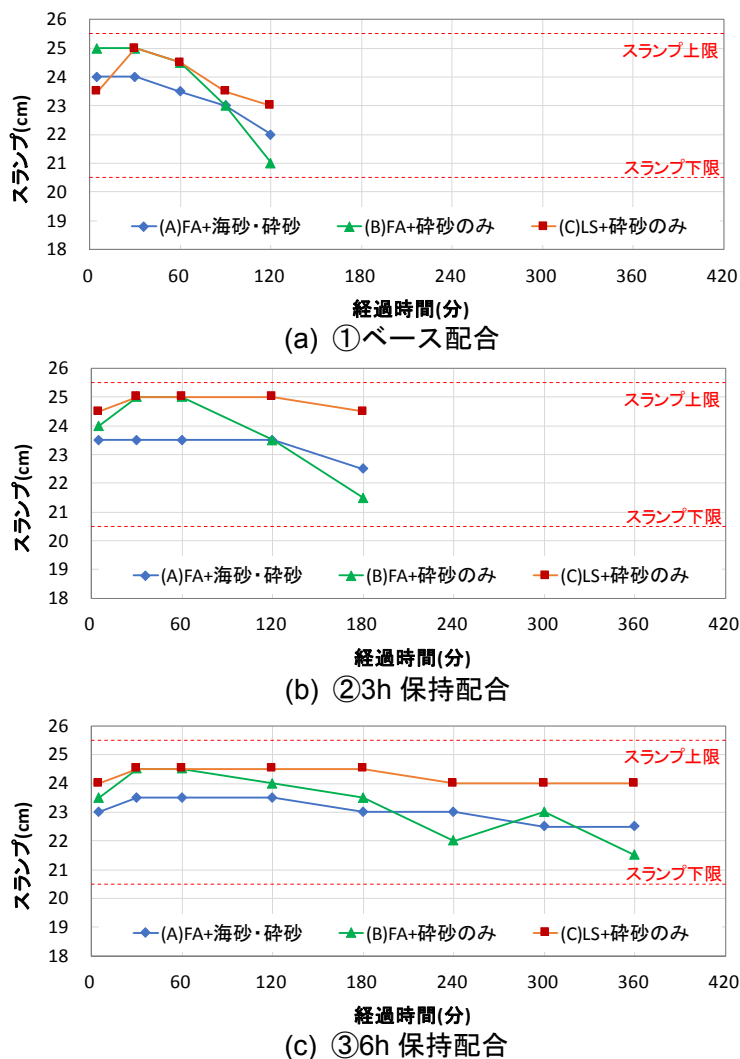


図-2 室内試験におけるスランブの経時変化

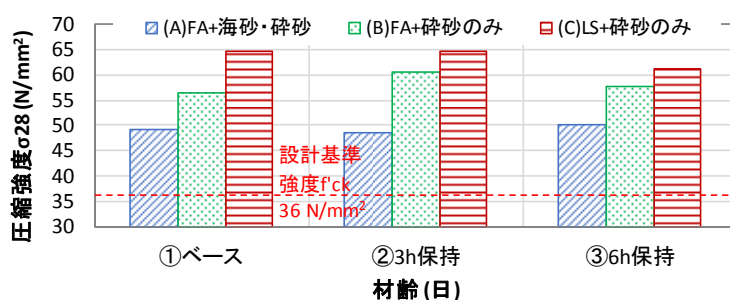


図-3 室内試験における圧縮強度 σ_{28} 結果