

## 覆工コンクリートへの高流動コンクリートの適用

佐藤工業(株) 正会員 吉田 克弥  
 中部電力(株) 佐藤 誠  
 佐藤工業(株) 福元 准士

## 1. はじめに

山岳トンネルの覆工コンクリートは、スライドセントルを用いて、コンクリートをバイブレーターにより締固めながら打込まれることが一般的である。通常の覆工コンクリートは、無筋コンクリートである場合が多く、また鉄筋コンクリートであっても、その鉄筋は用心鉄筋であることが多い。しかし、今回検討対象の覆工コンクリートは耐震設計された鉄筋コンクリート造であり、鉄筋が密に配置されていたため、バイブレーターによる締固めが困難であった。そこで、高流動コンクリートを適用することとした。適用した高流動コンクリートには、増粘剤混入型高性能 AE 減水剤(以下、1 液化混和剤)を用いた。また、混和材としては、石灰石微粉末を使用した。本報告は、高流動コンクリートの配合検討および施工状況について述べるものとする。

## 2. トンネル概要

トンネルの断面および配筋を図 - 1 に示す。主鉄筋は 150mm ピッチの複鉄筋となっており、せん断補強筋が配置されている。高流動コンクリートは、このトンネルの側壁部、アーチ部およびクラウン部に適用した。トンネル延長は 401.6m であり、1 スパンの打込み延長は 9.0m、コンクリート打込み量は約 29m<sup>3</sup>であった。

## 3. 高流動コンクリートの仕様

覆工コンクリートの施工サイクルを図 - 2 に示す。脱型は、コンクリート打込み完了から 15 時間後で計画された。脱型時の必要強度(以下、脱型強度)としては、事前の骨組み解析による検討で圧縮強度 1.7N/mm<sup>2</sup> 以上であった。高流動コンクリートは、普通コンクリートと比較して凝結が遅れる傾向にある<sup>1)</sup>。そのため、脱型強度を確保するには増粘剤を使用しない粉体系高流動コンクリートが望まれたが、製造元の工場に高流動コンクリートの出荷実績がないことから、水分量の影響が比較的大きい粉体系では、連日の製造管理が困難であることが予想された。そこで、併用系に近い配合として 1 液化混和剤を用いた高流動コンクリートを適用した。

## 4. 配合検討

配合検討は、表 - 1 に示す品質目標を確保する配合を選定することとした。手順としては、フレッシュ性状を満足する配合を 3 種類選定し、これらの配合について圧縮強度試験( 10h , 14h , 18h)を実施した。適用する高流動コンクリートの配合は、これらの結果を見て選定することとした。フレッシュ性状を満足する配合の選定方法は、単位粉体量を 450kg/m<sup>3</sup> 一定として混和材である石灰石微粉末の粉体内割り置換量を 0kg/m<sup>3</sup> , 50kg/m<sup>3</sup> , 100kg/m<sup>3</sup> の 3 種類として配合検討を行った。フレッシュ性状を満足した配合を表 - 2 に示す。配合 No.1 ~ 配合 No.3 の 1 液化混和剤量は、石灰石微粉末の置換量の増加と共に増加した。一般的には石灰石微粉末の置換量が増加す

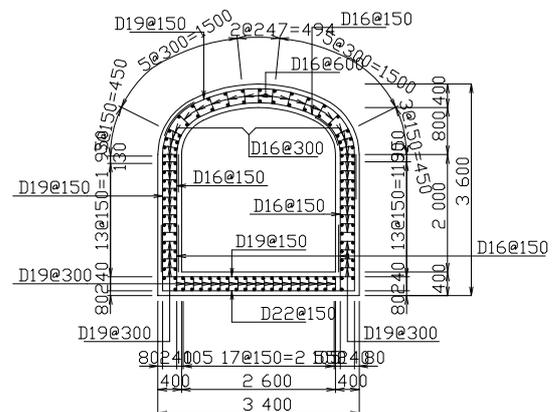


図 - 1 トンネル断面および配筋図

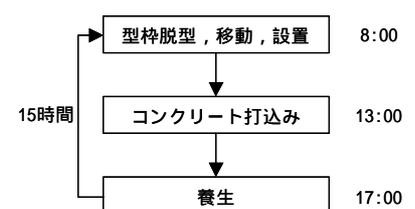


図 - 2 施工サイクル図

キーワード：覆工コンクリート，高流動コンクリート，高性能 AE 減水剤，石灰石微粉末

連絡先：佐藤工業(株) 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-20 tel 03-5823-2353 fax 03-5823-2358

るほど混和剤の使用量は減少すると言われている<sup>2)</sup>が、今回は逆の結果となった。これは、1 液化混和剤を使用したことから、通常の高性能 AE 減水剤を使用した時とは相違した結果となったと考えられる。次に圧縮強度試験結果を図-3に示す。10h は、各配合とも 0.18N/mm<sup>2</sup> 程度の圧縮強度であったが、18h での各配合の圧縮強度は、3.79N/mm<sup>2</sup> ~ 4.35N/mm<sup>2</sup> とバラツキが生じている。

表 - 1 品質目標

項目	目標値
スランプフロー	650 ± 50mm
V 漏斗流下時間	7 ~ 13 秒
空気量	
28d	24N/mm <sup>2</sup>
15h	1.5N/mm <sup>2</sup>

表 - 2 フレッシュ性状の品質を満足した示方配合と使用材料

配合 No.	粗骨材最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	水粉対比 (%)	細骨材率 (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )					
						水	セメント	石灰石微粉末	細骨材	粗骨材	混和剤
1	25	37.8	37.8	49.3	4.5	170	450	0	827	864	1.30%
2	25	42.5	37.8	49.1	4.5	170	400	50	819	864	1.50%
3	25	47.1	36.7	49.2	4.5	165	350	100	825	864	1.65%

セメント : 普通ポルトランドセメント, 密度 3.16g/cm<sup>3</sup>, 比表面積 3310cm<sup>2</sup>/g  
 混和材 : 石灰石微粉末, 比重 2.71, 比表面積 4100cm<sup>2</sup>/g  
 細骨材 : 静岡県小笠郡小笠山産山砂, 表乾密度 2.61 g/cm<sup>3</sup>, 粗粒率 2.86  
 粗骨材 : 静岡県小笠郡小笠山産山砂利, 表乾密度 2.65 g/cm<sup>3</sup>, 粗粒率 6.98, 実積率 65.5%  
 混和剤 : 増粘剤混入型高性能 AE 減水剤, ポリカルボン酸エーテル系

これは石灰石微粉末置換量の増加と共に圧縮強度の発現が良くなっており、石灰石微粉末の石膏効果の影響と考えられる。

以上のことから、材齢初期の強度発現に優れていること、単位セメント量が少ないことから配合 No.3 を適用配合として選定した。

5. 施工状況

覆工コンクリートの施工は、平成 12 年 4 月 ~ 平成 12 年 7 月にかけて行った。図-4 に実施工における荷下し時のスランプフロー試験結果を示す。図-4 からは、1 液化混和剤を使用することにより安定出荷が可能であったことがわかる。コンクリート打込みは、配管によるポンプ圧送で行った。配管長は最長で 200m であったが、最初の約 1.5m<sup>3</sup> を配管のみ通し、打込まず廃棄することで、配管内を十分にコンクリートをなじませることができ、管閉塞などトラブルも発生しなかった。また、図-1 に示すような密な配筋状況であっが、施工中の稜型枠部からの目視確認と、脱型後のコンクリート表面を目視観察する限りでは、優れた自己充填性を有していた。

6. おわりに

- 今回、覆工コンクリートに高流動コンクリートを適用するにあたり、以下の結果が得られた。
- ・1 液化混和剤を使用することにより安定した高流動コンクリートの製造・打込みが可能であった。
- ・今回適用した高流動コンクリートの配合では、打込み完了から 15 時間での脱型が可能であった。
- ・今回使用した 1 液化混和剤の使用量は、石灰石微粉末の置換量の増加と共に増加した。

【参考文献】

- 1)高流動コンクリート施工指針, (社)土木学会コンクリートライブラリー93
- 2)石灰石微粉末の特性とコンクリートへの利用に関するシンポジウム, (社)日本コンクリート工学協会石灰石微粉末研究委員会報告書, 1998.5.29

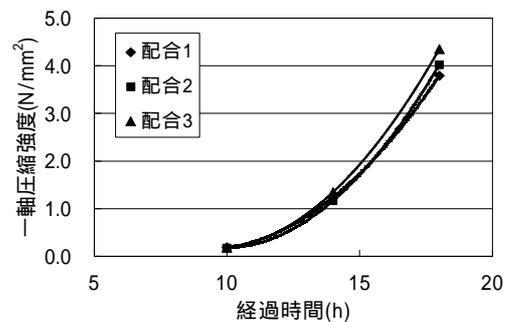


図 - 3 圧縮強度試験結果

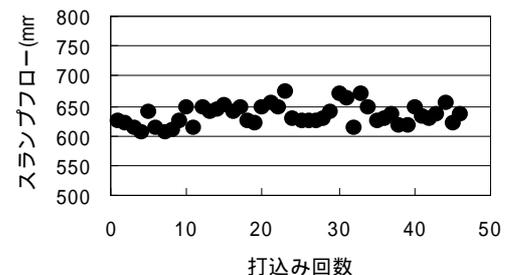


図 - 4 実施工におけるスランプフロー