

増粘剤系中流動コンクリートによるトンネル覆工の施工その2

国土交通省 八代河川国道事務所 山下 信一 (株)大林組 正会員 ○堤 哲平
 (株)大林組 正会員 泉水 大輔 (株)大林組 正会員 桜井 邦昭

1. はじめに

トンネル覆工の品質向上および施工性改善の観点から、補助的な振動締固めにより充填が可能なレベルまで流動性を高めた中流動コンクリートを適用する事例が増加している。中流動コンクリートの高い流動性に見合った材料分離抵抗性を確保する方法として、これまで単位粉体量を増加する方法が用いられていた。

しかしながら、粉体増量材として単位セメント量を増加すると温度ひび割れの発生リスクが高まり、フライアッシュなどの混和材を用いる場合には専用サイロが必要になる課題もあった。そこで、中流動コンクリートの適用拡大を図る一方法として、増粘型高性能AE減水剤を用いることで、従来の覆工コンクリートに比べ単位セメント量を増加することなく充填性を高めた増粘剤系中流動コンクリート(表-1)を南九州西回り自動車道の新津奈木トンネル(仮称)全線に初適用した。

本稿では、増粘剤系中流動コンクリートの実施工における製造・施工管理方法、およびトンネル覆工の仕上りに関する検証結果等について報告する。なお、本件に関してはすでに文献¹⁾にて施工初期段階における報告がなされている。本稿は、その後得られた施工データならびに知見を追加し、まとめたものである。

2. 増粘剤系中流動コンクリートの製造・品質管理

増粘剤系中流動コンクリートは、従来の覆工コンクリートと同等の粉体量で流動性を高めるため、細骨材中の水分量の変動に伴い単位水量が変動すると、フレッシュコンクリートの品質が変化しやすいと想定された。

そこで、コンクリート製造時に、①製造5台ごとに細骨材の表面水率を測定する、②コンクリート練混ぜ時のミキサの電流負荷値およびミキサに設置したモニタリングカメラにより、全バッチのコンクリートの練上り状況を目視確認する、③午前午後1回ずつ、出荷時、荷卸し時および繊維混入後のコンクリートの品質試験を実施する、などの対策を講じることでコンクリートの品質変化が生じていないことを継続的に確認することにした。

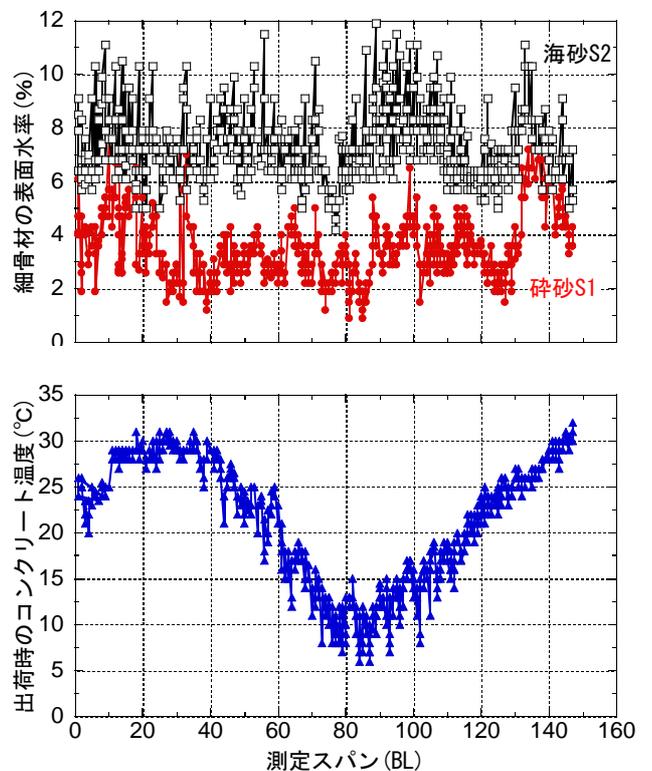


図-1 細骨材の表面水率と出荷時コンクリート温度の推移

表-1 コンクリートの配合およびフレッシュコンクリートの品質試験結果

| コンクリートの種類 | 水結合材比 W/B (%) | 細骨材率 s/a (%) | 単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³) | 単位量(kg/m ³) | | | | | | 非鋼繊維 (kg/m ³) | 混和剤 (B×%) | フレッシュコンクリート試験結果 | | | | | |
|------------------|---------------|--------------|---|-------------------------|-----|----|-----|-----|-----|---------------------------|-----------|-----------------|------|------|---------|-------------|--------------|
| | | | | W | B | | S1 | S2 | G | | | スランプフロー(cm) | | | 空気量 (%) | U形充填高さ (mm) | ブリーディング率 (%) |
| | | | | | C | EX | | | | | | 加振前 | 加振後 | 変形量 | | | |
| 増粘剤系中流動(支保パターンD) | 51.5 | 53.6 | 0.31 | 175 | 320 | 20 | 373 | 554 | 819 | 2.73 (PP1) | 1.05 (VA) | 46.0 | 55.0 | 9.0 | 5.1 | 33.0 | 1.7 |
| 増粘剤系中流動(支保パターンC) | 55.6 | 54.1 | 0.31 | 175 | 295 | 20 | 381 | 564 | 819 | 0.91 (PP2) | 1.05 (VA) | 46.0 | 56.0 | 10.0 | 4.8 | 32.1 | 2.2 |

キーワード 中流動コンクリート, トンネル, 覆工, 増粘型高性能AE減水剤

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB棟 TEL03-5769-1319

なお、実機試験の結果から、出荷時のスランプフローの目標を $55 \pm 5\text{cm}$ とし、上述の表面水率管理を確実に行った上で、施工時期によるコンクリート温度の変化に応じて、目標スランプフローが得られるように増粘型高性能AE減水剤の添加量を調整する計画とした。

コンクリート製造時の細骨材の表面水率は、図-1に示すように、砕砂が1~7%程度、海砂が4~11%程度の範囲で変化した。また、出荷時のコンクリート温度は外気温の変化に応じて $6 \sim 32^\circ\text{C}$ の範囲で変化した。

目標とする出荷時スランプフローを得るために必要な増粘型高性能AE減水剤の添加量と外気温の関係を図-2に示す。所要の混和剤添加量は、コンクリート温度が低い冬期ほど少なく、温度の高い夏期ほど多くなる傾向を示している。単位水量を適切に管理し、外気温の変動に伴い混和剤の添加量を調整することで、冬期および夏期における配合変更を行うことなく、所要の流動性を有する中流動コンクリートが製造できることが確認できた。

実施工における出荷時、荷卸し時および繊維投入後のスランプフロー測定結果を図-3に示す。当初の計画どおり、運搬に伴うスランプフローの変化量は概ね $\pm 5\text{cm}$ 以下と比較的小さく、繊維投入に伴うスランプフローの低下量は $10 \sim 15\text{cm}$ 程度の範囲となっている。なお、運搬および繊維投入に伴うスランプフローの変化は、施工時期による顕著な傾向は認められなかった。

3. トンネル覆工の仕上り状況

(1) 美観性の検証

増粘剤系中流動コンクリートを用いたトンネル覆工の仕上り状況を写真-1に示す。従来の覆工コンクリートで生じるような天端付近での縞模様は生じておらず、美観性が向上できている。

(2) 均質性の検証

増粘剤系中流動コンクリートにより構築した覆工の均質性を検証するため、テストハンマーにより反発度、トレント法により透気係数を測定した。支保パターンの種類によらず、打込み箇所と流動先端箇所と同様の値が得られる結果となった。よって、均質性に優れたトンネル覆工が構築できることが確認できた。

4. おわりに

コンクリート製造時に、適切な製造管理を行うことで、品質の安定化が可能となり、美観、品質に優れたトンネル覆工が構築できた。

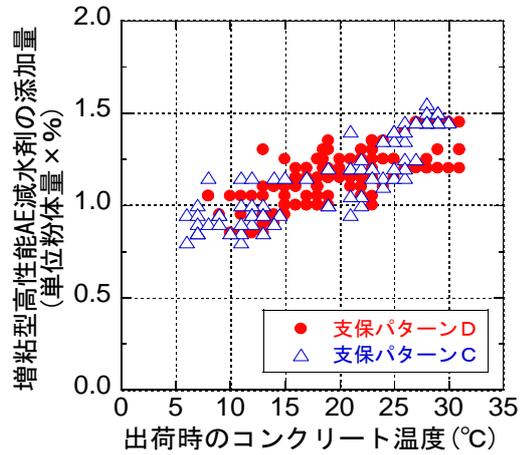


図-2 CON 温度と増粘型 AE 減水剤添加量の関係

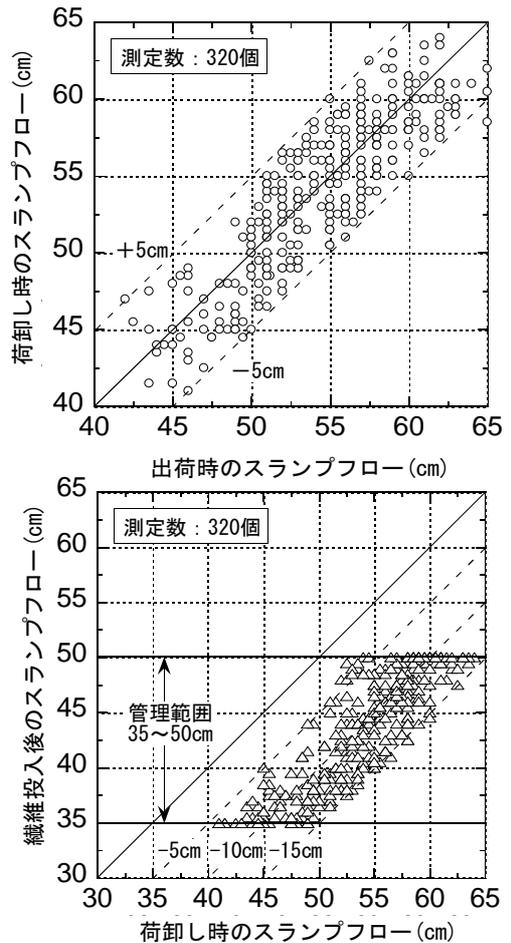


図-3 運搬および繊維投入に伴うスランプフローの変化



写真-1 覆工の仕上り状況

参考文献

1) 諏訪 菌和彦他；増粘剤系中流動コンクリートを用いたトンネル覆工の施工，コンクリート工学，Vol.50