

増粘剤成分含有高性能 AE 減水剤を用いた中流動コンクリートの在来トンネルへの適用

農林水産省 近畿農政局
(株)鴻池組 大阪本店
(株)鴻池組 技術部

花岡茂樹
三浦邦武 吉金康夫
森山祐三 正会員 為石昌宏 ○正会員 若林宏彰

1. 工事概要

本工事は、国営大和紀伊平野土地改良事業計画に基づき大和平野県営曾我川工区導水路トンネル(延長 471.92m, 掘削面積 5.7~6.7m²)を矢板工法で施工するものである。工事区域の地質は、領家帯の黒雲母角閃石花崗岩を主体とし、トンネル中間部では硬質な CM 級岩盤が分布するものの、両坑口部では風化変質の激しいマサ土が堆積し、特に下流側坑口部では斜面安定対策として、グランドアンカー(設計アンカー力 200kN/本, L=11~16.5m, 7 本)が計画されている。

下流側坑口部の覆工コンクリートは、覆工厚が 0.25m と小さく、長期的な地山荷重が作用する可能性があることから補強鉄筋(複鉄筋)が配置されており、充填不良のない耐久性の高い覆工コンクリートを施工する必要があった。

本稿では、下流側坑口部の覆工コンクリートに高充填性と高耐久性を確保するために、増粘剤成分含有高性能 AE 減水剤を用いて中流動コンクリートを採用した施工事例を報告する。



写真-1 坑内状況



写真-2 下流側坑口部配筋状況

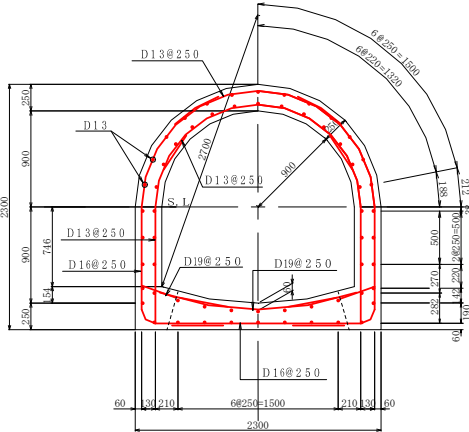


図-1 下流側坑口部配筋図

2. 増粘剤成分含有高性能 AE 減水剤を用いた中流動コンクリートの採用

表-1, 2に示すように覆工コンクリートの現行配合は、現地プラントの骨材事情が悪いため、砕石、砕砂を使用していた。そのため、下流側坑口部の覆工コンクリートの流動性を確保するために、設計基準強度 21N/mm²でスランプを 21cm とした場合、197kg/m³ と大きな単位水量となった。また、図-2に示すように現行配合で温度応力解析を実施した結果、天端及び側壁部で最小ひび割れ指数 Icr が 1.0 を下回る結果となった。

以上の問題点を踏まえ、下流側坑口部の覆工コンクリートの配合条件を次のとおり設定した。

- ① 単位セメント量を現行配合と同程度とし、ひび割れ指数 Icr を 1.0 以上(コンクリート標準示方書:ひび割れの発生を許容するが、ひび割れ幅が過大とならないように制限したい場合、ひび割れ発生確率 50~85%)として、温度及び乾燥収縮ひび割れを抑制する。
- ② W/C=55以下, 単位水量 175kg/m³ 以下の水密コンクリートとして、高耐久性を確保する。
- ③ スランプ 21±2.5cm, スランプフロー450±50mm の中流動コンクリートとして、複鉄筋が配置される狭所部での高充填性を確保する。

東・中・西日本高速道路(株)のトンネル施工管理要領では、中流動コンクリートの材料分離抵抗性を確保するために、フライアッシュや石灰石微粉末等を用いて単位粉体量を 350kg/m³ 程度以上とすることを標準としているが、供給元のプラントに新たな専用サイロが必要となる。そのため、専用サイロを設置せず、上記のキーワード 中流動コンクリート, 増粘剤, 矢板工法, 覆工コンクリート, 流動性

表-1 使用材料

種類	記号	物理的性質など
セメント	C	普通ポルトランドセメント、密度3.15g/cm ³
細骨材	S1	御所市産 砕砂 表乾密度2.60g/cm ³ 、粗粒率2.75
	S2	吉野郡大淀町芦原産 砕砂 表乾密度2.62g/cm ³ 、粗粒率2.70
粗骨材	G	吉野郡大淀町芦原産 砕石 、Gmax20mm 表乾密度2.68g/cm ³ 、実績率57%
混和剤	WR	AE減水剤 (リガニルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体)
	VA	増粘剤成分含有高性能AE減水剤 (ポリカルボン酸エーテル化合物と増粘性高分子化合物の複合体)

連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田3丁目4番5号 毎日インテシオ (株)鴻池組 技術部 TEL06-6343-3290

配合条件を満足させるために、増粘剤成分含有高性能 AE 減水剤を使用した中流動コンクリートを採用することとし、試験練りにより配合を決定した。

以上の結果、表-2に示すように、提案配合は、現行配合と比較して、単位セメント量一定のもと、W/Cを6%、単位水量を22kg/m³低減できた。また、図-3に示すように、天端のひび割れ指数 Icr が 0.84 から 1.14 に、側壁部のひび割れ指数 Icr が 0.80 から 1.08 に向上することが確認できた。

表-2 覆工コンクリート配合

配合	基準強度 (N/mm ²)	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤(C×%)		フレッシュ性状の目標値		
				W	C	S1	S2	G	WR	VA	スランプ(cm)	フロー(mm)	空気量(%)
現行配合	21	59	48	197	334	408	409	999	1.3		21±2.5	-	4.5±1.5
提案配合	24	53	50	175	333	439	440	903		1.6	21±2.5	450±50	4.5±1.5

6%低減 22kg低減

3. 中流動コンクリートの材料性状及び施工状況

(1) 中流動コンクリートのスランプ及びスランプフロー

写真-3、図-4にスランプ及びスランプフローの経時変化を示す。

現行配合では、時間経過に伴ってスランプフローが低下したが、提案配合では、コンクリート温度が低く減水効果が遅れたため、練り混ぜ後 30 分のスランプフローが最も大きくなったが、練り混ぜ後 90 分まで材料分離することなく安定した流動性を維持できた。このことから、補強鉄筋が配置される狭所部でも、打設時間内に流動性を低下させることなく施工できることを確認できた。

(2) 中流動コンクリートの強度特性

図-5に現行配合と提案配合の圧縮強度試験結果を示す。

提案配合の材齢 18 時間の若材齢強度は 3.8N/mm²で、標準的に脱型時に必要とされる 1~2N/mm²を満足しており、従来の施工サイクルで覆工の施工を行うことができる。また、材齢 7、28 日の強度も現行配合と比較して 1.3~1.4 倍の圧縮強度を有していることから高耐久性を確保していることを確認できた。

(3) 中流動コンクリートの施工状況

写真-4に中流動コンクリート打設完了状況を示す。

中流動コンクリート打設時は、補強鉄筋によりコンクリートの流動性が阻害されることもなく、材料分離も特に認められなかった。また、複鉄筋が配置され覆工厚 25cm と狭い打設空間内では、締固め作業が困難となるため、棒パイプレータと型枠パイプレータを併用することで締固め効率を向上した。なお、打設中は、セントルの動態観測(幅、高さ)を行ったが、コンクリートの側圧による変位は観測されなかった。以上の結果、縞模様のない高充填性・高耐久性を確保した緻密なコンクリートを打設することができた。

4. まとめ

増粘剤成分含有高性能 AE 減水剤を用いた中流動コンクリートを採用することで、骨材事情の悪い現場でも、新たな専用サイロや計量器を設置することなく、比較的簡便に充填性が高い緻密な中流動コンクリートを製造し、施工できることを確認できた。

参考文献

- 1) 土木学会:コンクリート標準示方書(施工編)2007 年制定
- 2) 東・中・西日本高速道路(株):トンネル施工管理要領(中流動覆工コンクリート)H20.8

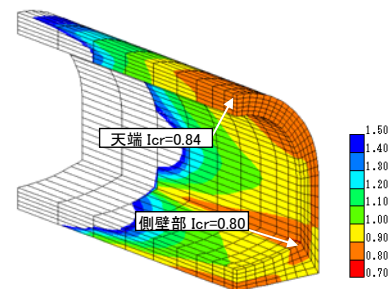


図-2 解析結果(現行配合)

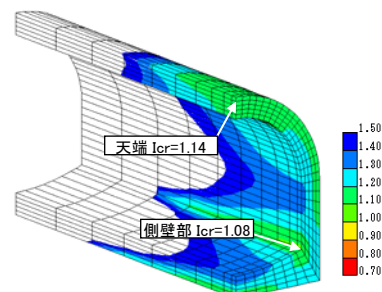


図-3 解析結果(提案配合)



写真-3 中流動コンクリート

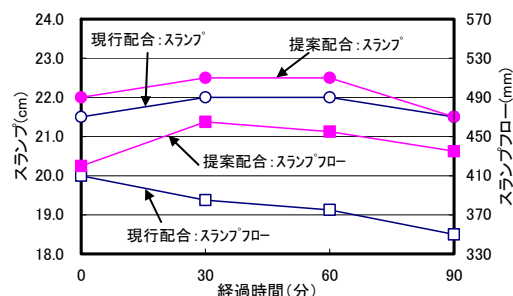


図-4 スランプ及びスランプフロー

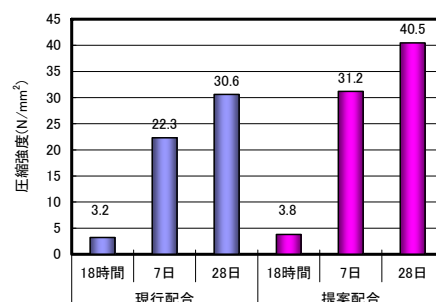


図-5 圧縮強度試験結果



写真-4 中流動コンクリート打設完了