

高流動コンクリートを用いた矩形断面トンネル覆工の施工

国土交通省 多治見工事事務所 若杉 芳昭 原田 義幸
 銭高組 正会員 佐藤 常雄 河野 和彦 岩崎 則夫 原田 尚幸

1. はじめに

東海環状自動車道は名古屋市の周辺都市を環状に連絡し、東名・名神高速道路、中央自動車道、東海北陸自動車道、第二東名・名神高速道路などの高速自動車国道と共に広域的なネットワークを形成し東海地域の骨格として地域連携軸を形成する重要な路線であり、2005年に開催される愛知万博までの部分開通を目指し、建設が進められている。当工区は、中央自動車道の直下を横断する工事で、パイプルーフによる先受け工及び、SD工法等を用いて矩形断面トンネルを施工する¹⁾ものであり、覆工コンクリート施工箇所が、構造的な制約あるいは施工的な制約を受けることと、閉鎖狭隘空間で締め固め作業が困難な状況にあったため、覆工コンクリートに高流動コンクリートを使用した事例について報告する。



図－1 現場位置図

2. 覆工コンクリートの検討

(1) 施工の難易度

覆工コンクリートの施工においては、以下の点で難易度の高くなっていた。構造的な制約から、①I型鋼(支保工)下端に配筋があり、コンクリートの流動性が悪い、②I型鋼により細長く区切られた領域でのコンクリート打設となる、③ハンチ部などコンクリートの充填が困難な箇所がある。また、施工的な制約から、①閉鎖空間でのコンクリート打設となる、②作業性が著しく悪い、③コンクリートの打設高さの確認が困難である、④コンクリート打設において締め固めが困難である。以上の点に配慮して、コンクリートの配合検討、施工性の検討、充填性の検討を実施した。

(2) コンクリートの配合

コンクリートは当初、流動化コンクリートの使用を考えていたが、モデル要素実験を実施し、流動化コンクリートではまったく施工が不能と判断され、高流動コンクリートの採用を検討した。高

表－1 試験練り配合と決定配合

No.	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	自己充 填性の ランク	目標 スランプ フロー (mm)	目標 500 mm フロー 到達時間 (秒)	水結合 材比 W/C (%)	水粉体 容積比 W/P (%)	空気 量 (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)					
									水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤 高性能 AE 減水剤
									W	C	F	S	G	
1	15	1	650	5	50.0	83.0	4.0	49.7	155	310	240	784	802	7.70
2					45.0	84.0		49.8	160	320	230	773		7.70
3					50.0	97.0		50.2	165	330	270	714		7.50
決定	15	1	650	5	50.0	88.9	4.0	49.0	165	330	220	762	802	7.70

流動コンクリートの配合は表-1の3配合を試験し、スランプフローは配合3と配合1が良好、50cm到達時間は配合1と配合3が良好、充填性は配合3が良好と判断された。配合3が良好と判断されたが、充填性を改善するために、単位水量を同じにして、細粒成分である(セメント+石粉)を増量する配合を確認し、実施配合を決定した。表-2に使用材料の緒元を示す。

表－2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 比重:3.16
混和材	石灰石微粉末 比重:2.71 比表面積:4000cm ² /g
細骨材	土岐産山砂 比重:2.55 FM:2.85
粗骨材	土岐産砂利 比重:2.58 FM:6.28
混和剤	ホリカルボン酸系高性能AE減水剤

(3) 実物大モデルによる試験施工

表-1の決定配合で流動性、充填性の確認、実プラントによる練り混ぜ試験、現場への運搬までの変化、および打上がり高さ確認のための検知センサーの性能確認を兼ねた、実物大モデル

キーワード: 高流動コンクリート、流動性、トンネル覆工
 連絡先: 〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー 11F (TEL)03-5323-5761 (FAX)03-5323-5768

試験施工を実施した。スランプフロー60cm で打設時の流動勾配は 1/24、70cm で打設時は 1/34 であった。トンネル軸方向の支保工下端でのコンクリートのくぐり抜けは一樣ではない結果となり、支保工間各スパンにコンクリートの打設口を設ける必要性が確認された。またこの結果から、スランプフローの現場打設時の管理値は 65～70cm とした。

(4) 充填検知センサー

閉塞部分の頂版コンクリートの打上がり高さの管理は目視確認が不可能なことから充填検知センサーを使用する必要があり、試験施工時に表-3 に示す 3 種類のセンサーを比較した。結果として、①熱伝対は気温とコンクリート温度の差が小さい場合に検知後の温度低下が早く、またコンクリート高さの降下には対応できない、②MSセンサーはもっとも敏感に検知した、③通電センサーは検知は敏感であるが、個々のセンサーの出力数値(mV)差が大きく安定性に欠けると判断し、MSセンサーを充填管理に採用することとした。

表-3 検知センサーの比較

感知センサー	表 示	原 理
①熱伝対	温度(℃)	大気とコンクリートの温度差を利用して確認。
②放熱センサー (MS センサー)	電圧(mV)	センサーに一定電流を流したときの周辺材料の放熱特性を利用し、加熱抵抗体からの放熱に伴う電圧値の低下により確認。
③通電センサー	電圧(mV)	センサー電極間に通電し、感知後の残留電圧の測定値により確認。

(5) 打設方法の検討

ハンチ部および頂版部のコンクリート打設方法については、打設の作業性と頂版部分の打上がり高さの管理方法を考慮し、ブロック分割施工を検討し、図-2 に示す断面の 5 分割で施工した。

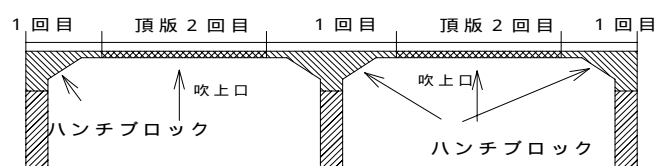


図-2 打設順序

3. 実施工について

(1) 高流動コンクリートの打設

ハンチブロックの打設は、頂版側部よりポンプ車のホースを直接差し込み、打設した。トンネルの縦断勾配が 1.9%あり、鋼材と型枠の離隔が広いハンチ部は、1ブロック約 13mのブロック中間より打設し、下流側を充填した後、上流側より打設した。頂版コンクリートのトンネル軸方向は鋼材下のくぐり抜け障害のない軸直角方向への流動が多い。最初の打設は最下流のスパンから順次吹き上げ口よりポンプ打設を行った。しかし、軸方向へ流動したコンクリートの最先端部分が打設最終まで入れ替わらずに推し進められている状態となった。その対策として、2回目以降は最初に全体に薄く一樣にコンクリートをいきわたらせてから後、下流のスパンより順次所定の高さまで打上げた。

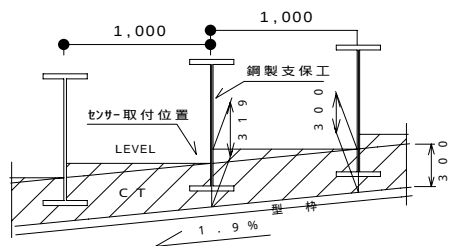


図-3 支保断面及びセンサー位置

(2) 品質管理

高流動コンクリートの品質管理は、最初から連続 5 台のスランプフローを測定した。打上がり高さ管理のMSセンサー設置は図-4 に示すように、各スパンの縦断勾配上流側高さ 300mm の位置に両端 1 個ずつ設置した。打設時はセンサーの検知状況をパソコン画面でリアルタイムに監視し(2 秒毎に測定)、コンクリート打上がり高さの管理とした。図-5 にセンサーの検知状況例を示す。

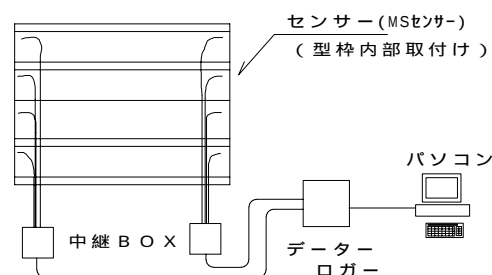


図-4 測定機器配置

Aライン下り(2/3)11月11日

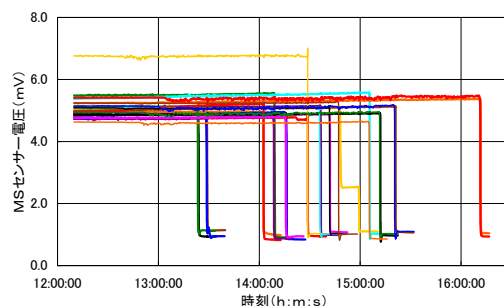


図-5 センサー検知状況

4. おわりに

今回、前例の少ない構造のトンネル覆工コンクリート構造物の施工に際し、どの様にしたら施工が可能なのかコンクリートの配合、モデル試験施工、施工方法、品質管理方法など検討を重ねたことにより無事所定品質の躯体を完成できた。

参考文献 1)稲葉、若山ほか、中央自動車道直下における東海環状自動車の立体交差施工、第 46 回施工体験発表会 (山岳)、トンネル技術協会、pp.41-50、平成 12 年 12 月