

草津PCR (箱桁トンネル形式) の施工報告

オリエンタル建設(株) 正会員 ○梶川 正義
 オリエンタル建設(株) 正会員 井俣 俊也
 金下建設・森長組共同企業体 中村 仁彦

1. はじめに

本工事は、名神高速道路と第二名神高速道路を結ぶ草津ジャンクション部に位置し、供用中の高速道路下を横断する主要地方道(平野草津線)の道路改修に伴い、歩道用カルバートを非開削工法で構築する工事である。本工事の特徴は、過去の実績の2倍程度となるPCR桁の施工延長(L=60.5m)である。本報告は、この事項に対する従来工法よりの改良点を中心に報告するものである。

2. 工事概要

工事名： 第二名神高速道路 草津工事
 工事場所： 滋賀県草津市笠山7丁目字新池
 事業主体： 滋賀県湖南地域振興局
 発注者： 西日本高速道路株式会社
 大津工事事務所
 元請業者： 金下建設(株)・(株)森長組共同企業体
 工期： (自)平成15年11月29日
 (至)平成18年8月14日
 構造形式： PCR工法 箱形トンネル形式
 内空断面： 4.000m×3.000m
 トンネル延長： PCR本体 60.500m

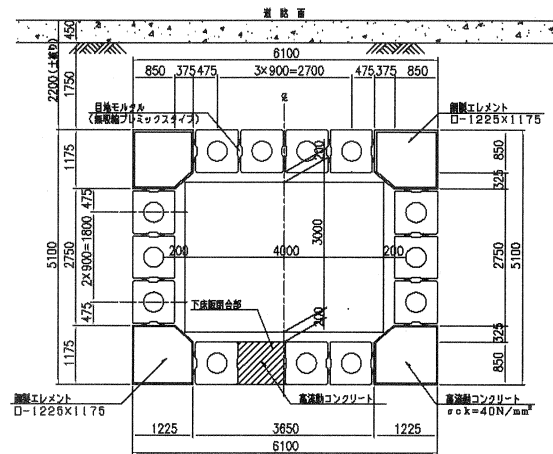


図-1. 構造断面図

3. PCR構造の概要および特長

PCR工法とは、道路や鉄道などの交通を妨げないように、路線下の横断構造物を非開削工法で施工していく推進工法(油圧で管・桁などを地中に押し込んでいく工法)である。本工事で採用されている『箱形トンネル』形式の置換推進工法は、PCR桁と同寸法の角形鋼管を先行して圧入し、その後にPCR桁を推進し置換するものである。推進作業完了後、隣接するPCR桁の目地部に無収縮モルタルを充填して、トンネルの隅角部鋼製エレメント内部からPC鋼材の挿入・緊張作業を行う。最後に、鋼製エレメント内部に高流動コンクリートを充填して、剛結合の箱型構造体が完成する。本工法の特長として、以下に示す事項がある。

- (1) PCR桁の推進においては、小断面かつ剛性の高いPCR桁を1本ずつ推進すること、上部路盤との間に縁切り材を使用すること、および、上床版部が先行して構築されることにより、上部路盤の変状を最小限とすることが可能。
- (2) 置換工法のため、先行する角形鋼管推進時の地中支障物に対する処置も可能。また、推進時の精度確保が容易。
- (3) 完成系の本体構造物を推進させるため、比較的土被りの少ない条件下でも施工が可能。
- (4) 地中に構造物本体を構築した後、内部の土砂を掘削するため、安全な施工が可能。
- (5) PCR桁は、品質管理の行き届いた工場製品であること、および、高強度コンクリートであることより、高い耐久性の確保が可能。

4. 施工概要

4.1 施工フロー

本工事の施工フローを図-2 に示す。

4.2 PCR桁および鋼製エレメントの推進

PCR桁を予め角形鋼管にて掘削推進し、その後PCR桁を接続して推進する「置換工法」にて施工を行った。また、角形鋼管の推進では、推進精度の確保を目的として、基準桁(最初の桁)のみを、人力掘削で推進を行い、2本目からはオーガーによる機械掘削にて推進した。本工事での推進誤差としては、全体で $\Delta B=30\text{mm}$ 程度であり、推進延長60.5mに対する比率($\Delta B/L$)は約1/2000であり、非常に高い精度が確保できた。その推進状況を写真-1に示す。なお、隅角部の鋼製エレメントについてはすべて人力掘削で推進した。

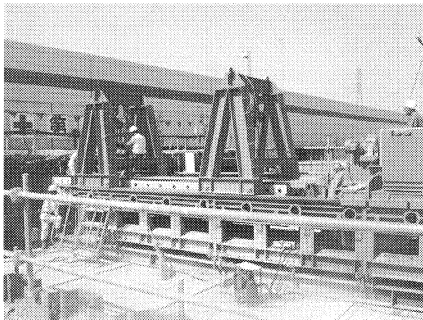


写真-1 PCR桁の推進状況

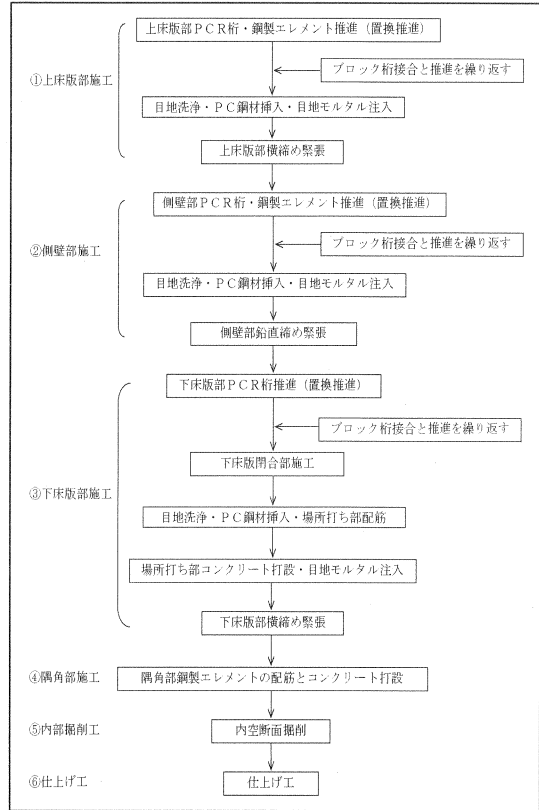


図-2 施工フロー

4.3 目地工

(1) 目地洗浄

PCR桁および鋼製エレメントの推進完了後、目地部に残った土砂等は高圧水を用いて洗浄を行った。本工事では延長が長いので、中央より二分し、両坑口より洗浄を行った。その状況を、写真-2に示す。

(2) 目地充填工

無収縮モルタルの充填については、図-3に示すように、到達側端部までホースを配置しておき、無収縮モルタルを噴出しながら引き抜く方法で施工を行った。また、本工法における目地部へのモルタル充填方法については、過去の施工試験等により確立され、実工事においても採用されている。しかし、本工事が施工延長60.5mと長いことから、施工前確認試験において、従来と同様の施工方法で問題なく施工できるかを確認すると共に、実構造との同条件による充填モルタルの吐出能力、ホース引き抜き速度等につい



写真-2 目地洗浄状況

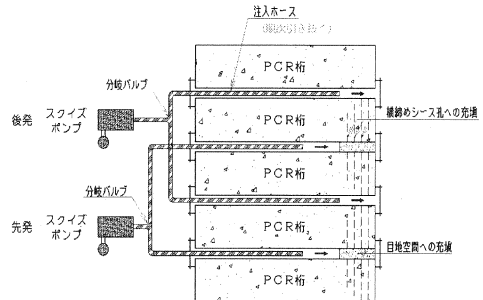


図-3 目地充填要領図

ての数値等の計測を行い、実施工に対する作業手順を決定した。実施工での充填状況を写真-3に示す。なお、無収縮材には、流動性を高くすることを目的として、珪砂の粒径が小さい「プレューロックS FS」を使用した。

4.4 横締めケーブル工

(1) PC 鋼材の挿入

目地充填に先立ち、PC鋼材を人力にて、鋼製エレメント内からの挿入を行った。PC鋼材にはプレグラウトケーブルの1S21.8を使用した。なお、鋼製エレメント内での揮発性ガスの発生を抑制するため、予めシースおよびプレグラウト樹脂を除去して、作業員の安全性を確保した。

(2) 緊張

鋼製エレメント内の非常に狭い空間(1.2×1.2m)での緊張作業となるため、安全性の確保・作業の効率化を目的として、緊張機器の架台を製作・使用した。

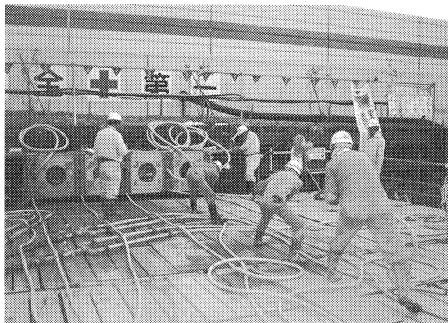


写真-3 目地充填状況

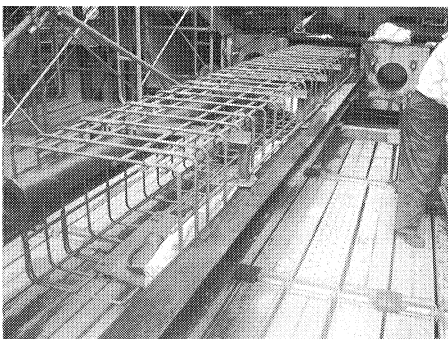


写真-4 鉄筋組立状況

4.5 閉合部

(1) 鉄筋・シース・型枠組立

閉合部の鉄筋は、従来、閉合部内で鉄筋を中央より坑口に向かって順次組立ていく方法で施工されてきた。しかし、本工事では中央から坑口まで30mと距離があることから、予めブロック単位で鉄筋を組立て、これを到達側の天井クレーンを用いてワイヤーにて引込み、閉合部内での作業の軽減および効率化を図った。また、鉄筋の引込み・シースの組立およびPC鋼材の挿入は1ブロック(6.0m)ごとに行った。鉄筋組立状況を写真-4に示す。

(2) コンクリート打設

PCR工法箱型形式における閉合部へのコンクリート充填方法は、高流動コンクリートによる坑口からの片押しによる施工方法が、過去の施工試験等により確立され、他の同種工事においても採用されている。しかし、本工事では、施工延長が過去の事例の約2倍(L=60.5m)と長いことから、コンクリート注入圧力の低減を目的として、中間圧入用のコンクリート配管を設けた。コンクリート充填状況を、写真-5に示す。

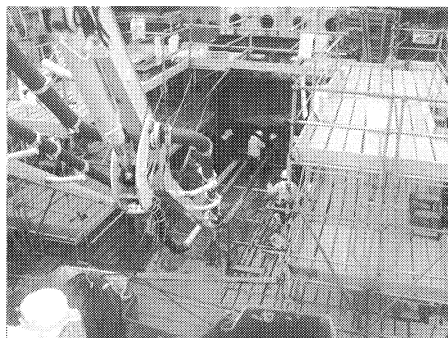


写真-5 コンクリート充填状況

また、この部位は構造体の一部であり、確実のコンクリート充填が行わなければならない。しかし、閉塞空間であるため、通常の見視による状況確認が不可能である。そこで、本工事では、施工時のコンクリート充填状況のリアルタイムでの把握および最終充填確認を目的として、写真-6に示すコンクリート充填感知センサによる計測を実施した。この充填センサは、フレッシュコンクリート中に電氣的に充填された電極を設け、電極間に蓄積された電荷の放電量が、外部環境(空気、水、コンクリート)により異

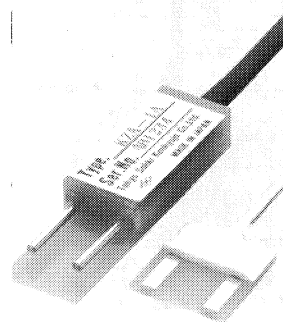


写真-6 コンクリート充填センサ

なることを利用して、計測を行うものである。

この充填センサの配置図を図-4に、充填センサによる測定結果を図-5に示す。測定結果から、コンクリート打設より約1時間経過した時点で最初のセンサ(No.3)が反応

し、その後1時間後に、到達側のセンサ(No.1)が反応していることがわかる。実施工においては、この充填センサと併用して、両坑口端面型枠の確認窓からの目視および小型 CCD カメラによる状況確認も行い、確実なコンクリート充填の施工を可能とした。なお、内部土砂の掘削後に、この部位を直接目視確認により、コンクリート充填が問題なく施工されたことを確認した。

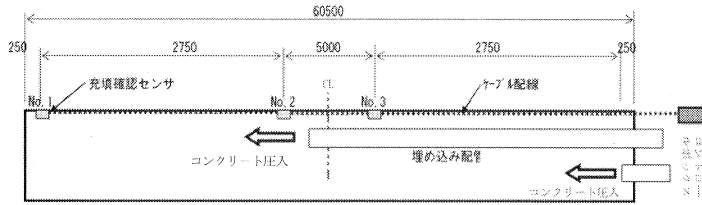


図-4 コンクリート充填センサ配置図

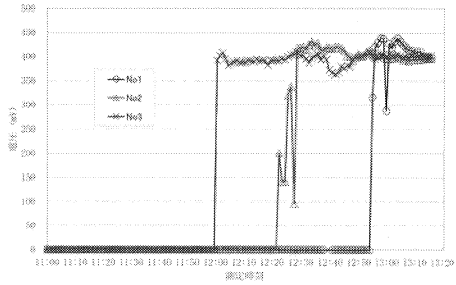


図-5 充填センサ測定結果

4.6 鋼製エレメント内充填工

鉄筋およびコンクリート配管については、従来の他工事と同様に、鋼製エレメント内での現地組立にて施工を行った。その鉄筋および配管の組立状況を写真-7に示す。

なお、コンクリート充填は、閉合部と同様に施工を行った。

5. おわりに

本工事は施工延長が60.5mと従来の2倍近い施工延長であったが、今後さらに施工延長の拡大を図るための課題として以下事項が考えられる。

- (1) 目地の洗浄およびモルタル充填については、目地幅の拡大を含む目地形状寸法について再検討を要する。
- (2) 閉合部および鋼製エレメント内のコンクリート充填については、本工事で採用した充填センサと CCD カメラによる充填状況の把握および確認により、更なる延長化に対処可能であると考えられる。ただし、これらの内部の鉄筋およびPC鋼材の組立・緊張については、作業の安全性および効率化の観点からの改良の余地があると考えられる。
- (3) 推進については、その精度に最も影響を与えるのは掘削推進を行う部分の土質である。推進掘削の施工延長を拡大する場合については施工延長の全体に亘り、土質を十分に調査し、施工方法を検討する必要がある。

最後に、本工法はPCR桁を1本毎に推進することから路面等に与える影響を最小限とすることが可能な非開削トンネル工法である。本工事において、本工法の適用延長に対する施工の改良事項および今後の課題を示すことができた。本報告が、今後の同種工事の参考となるとともに、更なる本工法の適用延長の拡大に対して一助となれば幸いである。文末になりましたが、本工事の計画・施工にあたり、関係各位の方々の多大なるご指導、ご助言を頂いたことに深く感謝の意を表します。

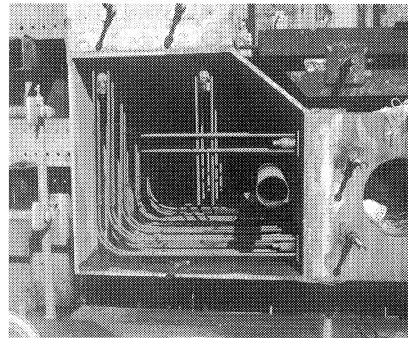


写真-7 鉄筋および配管組立状況

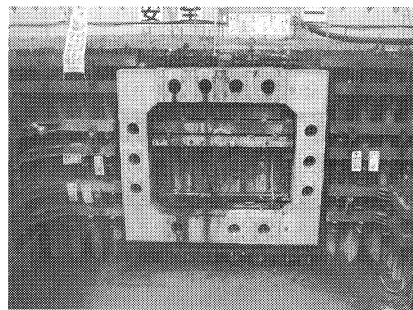


写真-8 完成状況