

プレキャストPC組立工法による開削トンネルの構造計画と施工

株式会社 日本ピーエス 大阪支店 設計部
 近畿地方整備局 浪速国道工事事務所
 清水建設 株式会社 大阪支店 土木部
 株式会社 日本ピーエス 建築・製造・工事本部

○寺口 秀明
 板垣 勝則
 丸井 宏
 前 嘉昭

1. はじめに

第二京阪道路は、一般国道1号線のバイパスとして、京都府久世郡久御山町から大阪府門真市に至る2.7kmの自動車専用道路で、国土交通省と日本道路公団の合併施工で事業を行っている。平成15年3月30日に、巨椋IC～枚方IC間10.5kmが開通した。

この事業の遂行に際し、長尾東地区改良工事の工区中央部に位置する開削トンネルは、工事発注時は現場打ちRCケーシング構造（以下、在来工法と略記）であったが、工事用道路を確保する必要から、在来工法では工期内の完成が困難な状況となった。

この課題の解決策として、壁部材、および梁部材等を工場製作によるプレキャスト部材とし、PCによる組立工法を採用することにより工期内の完成を図った。

本稿では、プレキャストPC組立工法（以下、プレキャスト工法と略記）による開削トンネルの構造計画と施工について報告する。

2. 工事・構造概要

本工事の概要および諸元を以下に示す。

工事名 第二京阪道路長尾東地区改良工事
 発注者 国土交通省近畿地方整備局 浪速国道工事事務所
 工事場所 京都京田辺市交野原～大阪府枚方市長尾東地区
 蓋掛け区間 STA.No.0+52.0～STA.No.2+50.0 L=198.0m

図-1にトンネル部の平面図を示す。

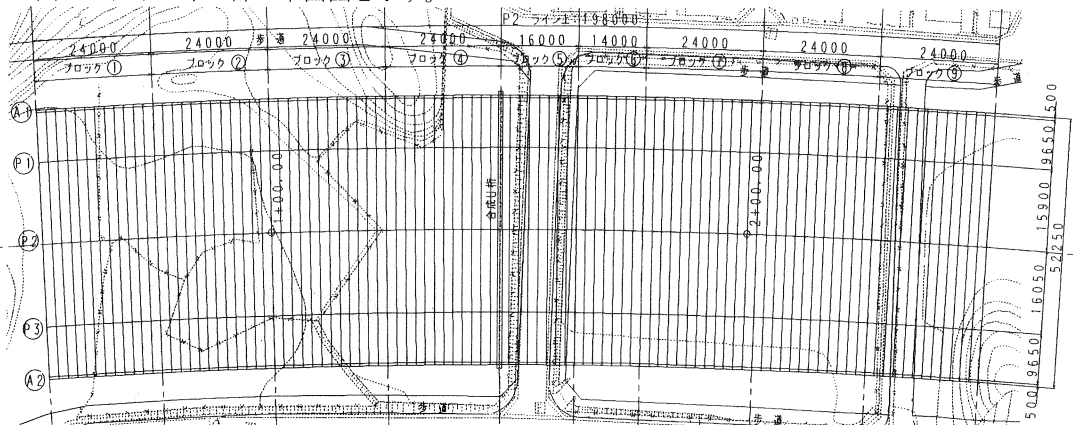


図-1 開削トンネル部平面図

3. 構造計画、設計

本工事の最大の課題は、工期短縮・工事用通路の確保である。この対策として、フーチング、梁部合成コンクリートを除く、梁、壁部材、中間壁部材、および共同溝の各部材をプレキャスト化するPC組立工法により対処した。

これにより在来工法では12ヶ月を要する工期が、プレキャスト工法により6.5ヶ月と大幅な工期短縮を図ることが出来た（図-2参照）。

なお、プレキャスト工法への変更にもなう基本的な構造寸法は在来工法と同一とした。

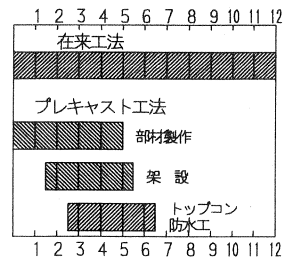


図-2 各工法の工程比較

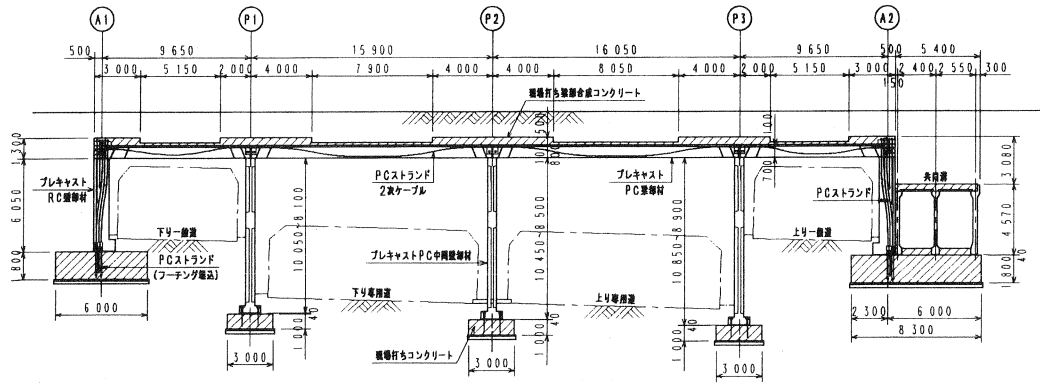


図-3 プレキャスト工法断面図

3. 1 道路横断方向の構造計画

道路横断方向の構造系として、地中構造物としての止水性の確保、および地震時水平力に対処するため両端壁部材と梁とをプレストレスを導入しラーメン構造とした(図-3参照)。

中間壁部材と梁との接合部は、プレキャスト部材の組立工法の特性を考慮してピン構造とし、梁鉛直反力を負担させた。

中間壁部材は、施工時および完成時の発生応力によるひび割れ発生を防止するため、プレテンションPC構造とした。またその部材下端は、現場打ちフーチングにあらかじめアンカーボルトをセットし、架設時における中間壁部材の転倒防止を図るとともに、完成系において生じる土圧、衝突荷重による水平力を負担させた。

梁は、プレテンションPC構造とした。架設後2次鋼材を配置し、プレストレスを導入することにより連続桁構造となる。さらに、梁上に現場打ちコンクリートを打設し、ずれ止め鉄筋との合成により4径間連続PC合成門型ラーメン構造となる。構造系完成後発生する正の曲げモーメントに対してはPC合成T桁として、また、支点部に生じる負の曲げモーメントに対してはRC構造として設計した。

共同溝の構造計画に際しては、マッシブな現場打ちフーチングを考慮して縦壁、梁はプレキャストRC造とした。梁は凹凸による粗面仕上げとし、現場打ちコンクリートの打設によりRC合成版構造とした。ラーメン構造としての接合部は、各部材に配置された鉄筋をラップさせ、現場打ちコンクリートにより剛接合とした。なお、偏載荷土圧により梁に作用する水平力は、A2壁部材と梁をピン結合させ壁部材に負担させた。また、底版に作用する水平力はフーチングに埋めこまれたアンカー筋に負担させた。

3. 2 道路縦断方向の構造計画

壁部材部の構造系は、フーチング下端を固定、梁端部横桁を梁部材、および壁部材を柱材とする1層多径間ラーメンとして地震時水平力に対処した。

中間壁部材に関しては、中間壁部材に上、中、下梁を設け、2層多径間ラーメン構造とした。

壁部材、中間壁部材の各梁材には、プレストレスを導入することにより、ラーメン構造系を構成した。

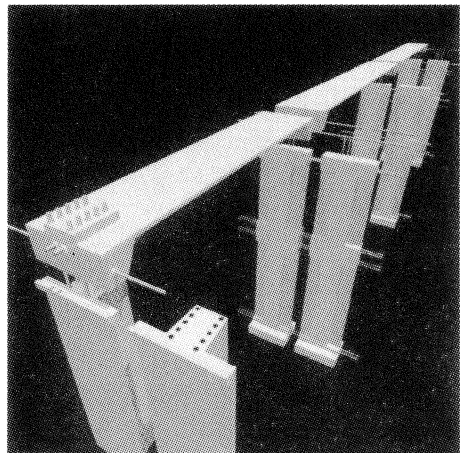
図-4に各部材の接合図を、図-5に縦断方向の構造モデルを示す。

3. 3 設計

3. 3. 1 荷重

本工事に考慮した荷重を下記に示す。

- ・上載土砂 $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
土被り厚 $H = 2.0\text{m} + (\text{群集荷重} = 3.5 \text{ kN/m}^2)$
土被り厚 $H = 0.5\text{m} + (\text{車両荷重} = T-25)$
- ・静止土圧係数 $k = 0.5$ および 0.3



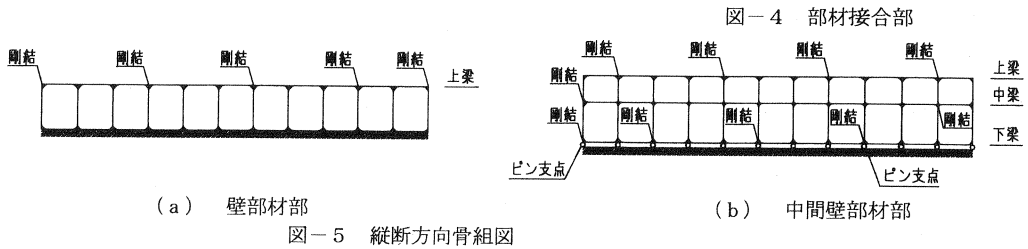
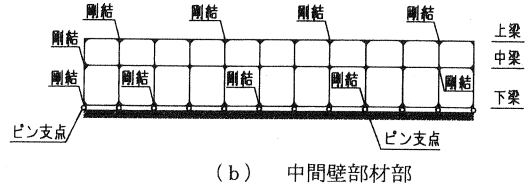


図-4 部材接合部



3. 3. 2 適用基準

本構造物の設計に際して、下記の基準に準じて地中門型カルバート構造として設計した。

- ・ 近畿地方整備局 「設計便覧(案)」2000.4
- ・ 日本道路公団 「設計要領第二集 橋梁・擁壁・カルバート」1998.7
- ・ 日本道路協会 「道路橋示方書・同解説」 I 共通編、III コンクリート橋編 1996.12
- ・ 土木学会 「コンクリート標準示方書 [設計編]」 1996.3

3. 3. 3 断面力の算出

断面力および応力度の算出は、静定系から4径間合成ラーメン系へと施工段階ごとに变化する構造系を考慮して設計した。

また、構造系の変化にともない発生するクリープ不静定力は Dischienger 式¹⁾により算出した。

3. 3. 4 部材の設計

梁、中間壁部材および壁部材は、PRCとして設計し、ひび割れ幅の検討をおこなった。

部材接合部のモルタル目地は、圧着接合とし、下記の項目について検討した。

- ① 曲げに対しては、使用荷重時において、曲げ引張応力が生じないこと。
- ② せん断力に対しては、下式を満足すること。

$$(\text{設計せん断力}) \leq (\text{有効プレストレス}) \times (\text{接合面の摩擦係数})$$

3. 4. 5 地震時の検討

道路横断方向については、応答変位法の検討に加え、基礎下端より標準地盤波形振動(レベル2)を入力した時刻歴応答解析を行い、その安全性を確認した。また、縦断方向は、震度法によった。

4 施工

4. 1 施工手順、架設

施工手順は、図-6に示すように現場打ちフーチングが完了したブロックから順次、プレキャスト部材を製作工場から搬入し、2000kN クレーンで架設した(写真-1)。



写真-1 架設状況

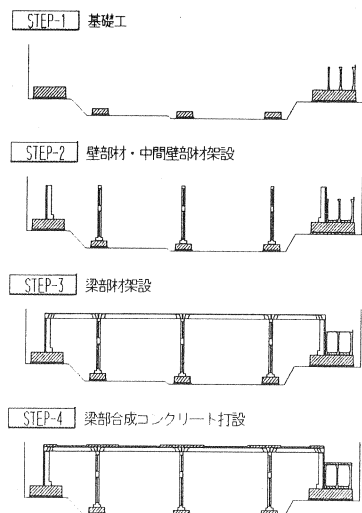


図-6 施工順序

架設クレーンは、片側の専用道に据え、一方の専用道を工事車両用の通路とした。
共同溝を含めた部材数1,390部材の所要架設日数は、実稼動119日であった。

4.2 目地工

部材接合部の目地には、充填性、早期強度発現を意図して無収縮モルタルを用いた。

壁部材と梁との目地部モルタル部の施工方法は、図-7に示すように目地型枠材として部材外周にスポンジ材を仮設アングル上に設置し、梁架設直前に無収縮モルタルを先打ちした。架設後、2~3時間(モルタル硬化開始時)経過した時点で、スポンジ材およびアングル材を除去してモルタル充填性作業の効率化を図った(写真-2)。

壁部材下端目地部のモルタル充填は、栈木で堰を作りモルタルを流し込む方法とした。また、中間壁部材の横梁についても型枠材としてスポンジ材を用いたが同じく流し込む方法とした。

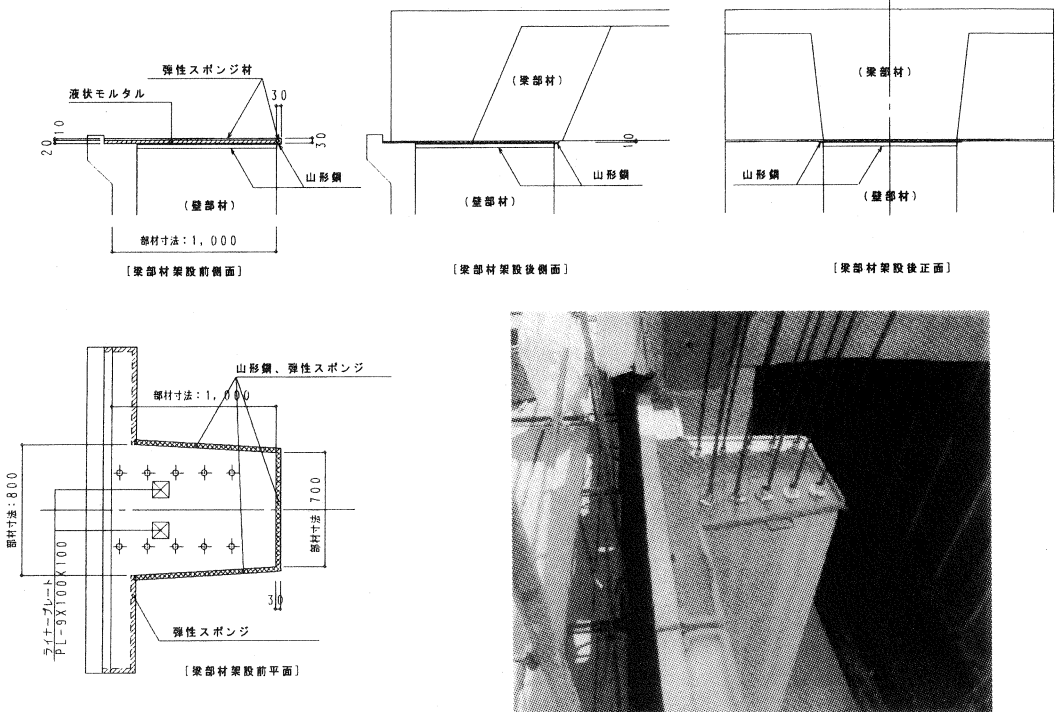


図-7 壁部材と梁目地部施工図

写真-2 モルタル施工状況

まとめ

- (1) 今回の開削トンネルの施工に際して、壁部材、梁部材および共同溝部材をプレキャスト化することにより、工期の短縮、工事用通路の確保および周辺地域への環境対策等において当初の計画通りの結果が得られた。
- (2) 品質管理の行き届いた工場製品の使用により、耐久性に優れた構造物の構築が可能となった。
- (3) 本工法の応用事例として、橋梁、大型ボックスカルバートおよび立体交差部の構造物への適用も可能である。
- (4) 今後の検討課題としては、地中構造物としての特性を考慮した防水工法の検討および架設後の目地工の効率的な施工方法の開発が必要である。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会: コンクリート道路橋設計便覧、PP79、1994.2