

道路直下における大断面土砂トンネルの施工（その7）

プレキャストアーチ複合構造物の設計

日本道路公団東京建設局 春山 和彦

鹿島建設（株）

正会員 江崎 太一 田中 耕一 平和男

1. はじめに

首都圏中央連絡自動車道青梅トンネルは、開削トンネル区間と土砂 NATM 区間で構成されている。今回紹介する大井戸立坑は非開削区間の端部に位置し、土砂 NATM の発進立坑となっている。そのため、大井戸立坑本体の構築は、土砂 NATM 区間の施工が完了してから開始せざるを得なく、本立坑の構築がトンネル開通のネックとなっていた。そこで、当初現場打ちの2層ボックスカルバートで計画されていた本体構造物を、現場打ちボックスカルバートとプレキャストアーチの複合構造物とすることによって、約1.5カ月の工期短縮を図ることとした。本文では、複合構造物の設計について述べる。

2. 立坑概要

大井戸立坑は、延長約30m、幅約20mで、NATMによる2層卵形トンネルと開削工法による2層ボックスカルバートの接続部となる。立坑部の土留め工は、土留め壁にはSMWを、支保工には、土砂NATMの施工スペースを確保するため、全7段のグラウンドアンカーを用いていた。そのため、大型のプレキャスト部材

の吊り込みが可能であり、図-1に示すようなプレキャスト部材を用いた複合構造物を構築できた。

3. 複合構造物の設計

3.1 構造の概要

当初は、構造物全体のプレキャスト化案も検討したが、中床版のプレキャスト化および中床版と側壁の接続部の発生断面力が厳しかったため、下半は場所打ちコンクリート、上半はプレキャスト部材の複合構造を採用した。プレキャスト部は、3分割された幅約1.0mのリングをトンネル軸方向に27リング並べ、両端は場所打ちの複壁によりトンネル部と結合させる。プレキャスト部材図を図-2に示す。ピース間の止水は、構造物の外側に防水シートを設置すると共に、各ピース間に水膨張性のシール材も設置した。

3.2 設計計算

立坑本体の設計計算にはフレーム解析を用いた。図-3に解析で用いた設計断面図を、表-1に地盤の物性値を示す。当該地域は典型的な扇状地の中腹に位置し、土質の大部分が砂礫からなるため、地下水の影響を大きく受ける。青梅トンネルは、地下水の流れを遮断する方向に敷設されるため、高水時には上流側と下流

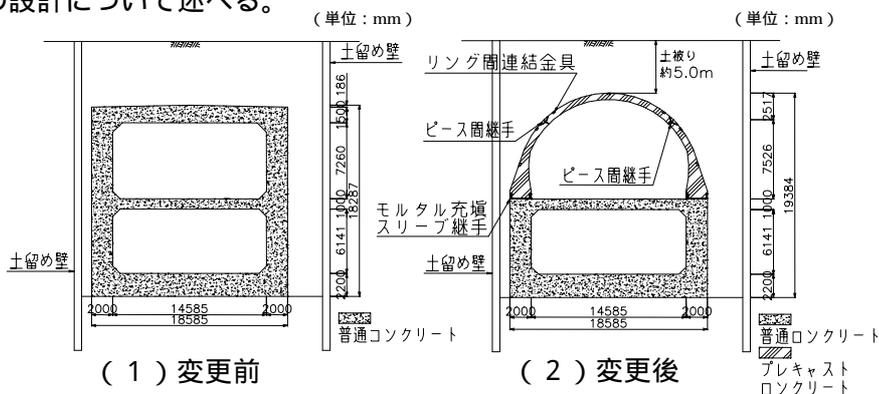


図-1 立坑標準断面図

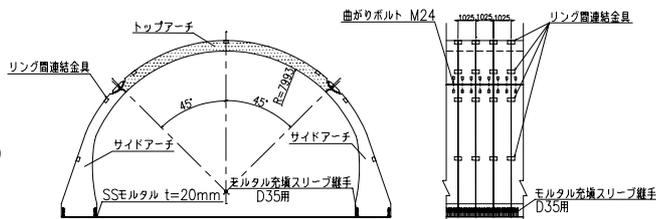


図-2 プレキャスト部材図

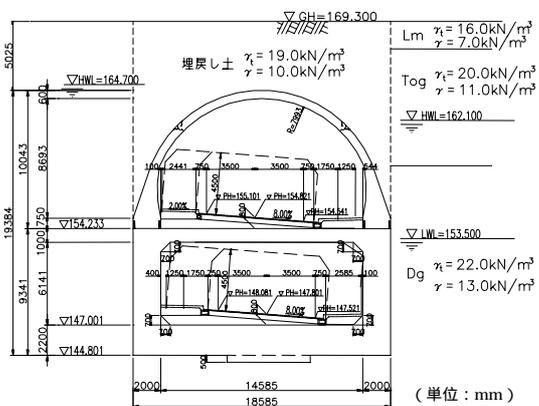


図-3 設計断面図

キーワード 大断面トンネル，プレキャストコンクリート，アーチコンクリート

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株)土木設計本部プロジェクト設計部 TEL 03-5561-2190

側で地下水位に差が生じる恐れがある。従って、設計では地下水位による偏圧を考慮した。解析は、高水位時と低水位時のそれぞれについて、土圧係数を0.3と0.5の2ケース設定し、計4ケースの検討を行った。図-4に荷重図を示す。

表-1 地盤の物性値

| 地層  | $\epsilon$<br>( $\text{kN/m}^3$ ) | E<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | C<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | (deg) |
|-----|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|
| Lm  | 16                                | 6300                     | 300                      | 15    |
| Tcg | 23                                | 56000                    | 60                       | 46    |
| Og  | 23                                | 49000                    | 130                      | 35    |

3.3 接合部の詳細

3.3.1 ピース間接合部

上半アーチの大きさは、建築限界を包括しつつ応力的に有利な円形に近づける形で決定した。その結果、アーチ下端の幅は約18.5m、高さは約10mと巨大なアーチになるため、運搬時の制約上、サイドアーチ、トップアーチからなる3分割のプレキャストアーチで計画した。ピース間の接続には、ナックルジョイントを採用した。本工事においては、施工時のズレを防止するため、図-5に示すようにジョイント部を曲がりボルトで締結した。解析の際は継手部を固定結合、ピン結合の2種類でモデル化し断面力の厳しい方で部材を決定した。

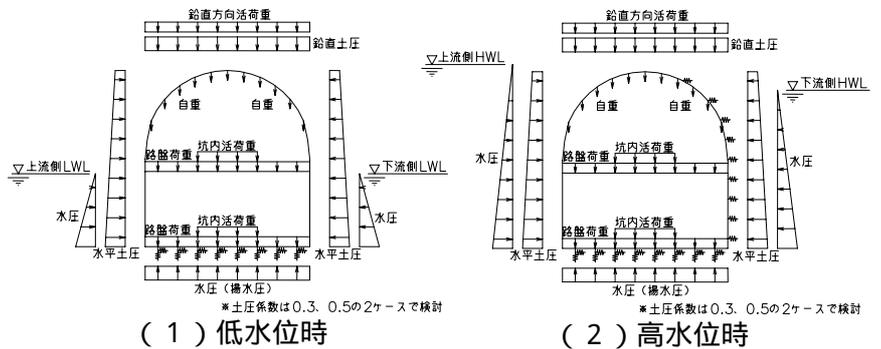


図-4 荷重図

3.3.2 現場打ちボックスカルバート~プレキャストアーチ接合部

下半ボックスカルバートと上半プレキャストアーチを一体構造物として解析すると、下半ボックスカルバートの隅角部外周とアーチ脚部外周に負曲げが生じ、引張力が作用する。したがって下半ボックスカルバート側壁の主筋とサイドアーチの主筋を一体化させる必要があった。よって、これらの鉄筋の継手には、スリーブ継手を用いた。スリーブ継手は、結合させる鉄筋をスリーブに挿入し、注入口からモルタル等を注入することによって鉄筋を一体化させる継手である。図-6にスリーブ継手の詳細図を示す。施工方法は次のとおりである。(1)予めサイドアーチ下端の主筋にスリーブ継手を設置しておき、下半ボックスカルバート側壁の主筋は、スリーブ継手の定着に必要な長さだけ中床版から張り出しておく。(2)下半ボックスカルバート側壁の主筋を上半サイドアーチのスリーブ継手に挿入し、定位置に固定する。この際、中床版上端とアーチ下端の間に20mm程度の間隙を設けておく。(3)スリーブにあるモルタル注入口から無収縮モルタルを注入し、スリーブ内および中床版とサイドアーチの間隙を完全に充填させ、構造物の一体化を図る(図-7)。

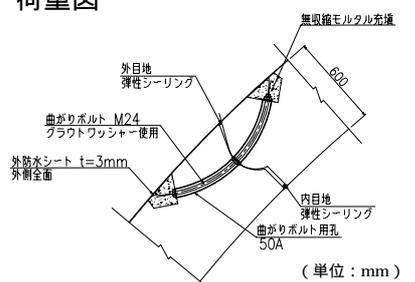


図-5 ナックルジョイント

以上の条件で構造物の設計を行った。アーチ組立ての際、中床版から張り出している側壁主筋の位置が非常に重要となることから、専用のガイドを作成し、鉄筋を所定の位置に固定した。

あとがき

比較検討の結果、本立坑は現場打ちコンクリートとプレキャストコンクリートの特性をともに生かした複合構造物となった。工期短縮に伴う施工の合理化、省力化を検討する際、本事例のようなプレキャスト化は有効な手段となる。今回は1.5カ月の工期短縮となったが、長距離トンネルなどにおいては更なる工期短縮が見込まれる。

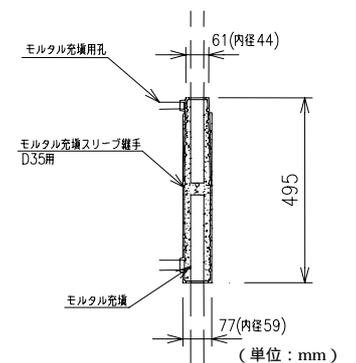


図-6 スリーブ継手

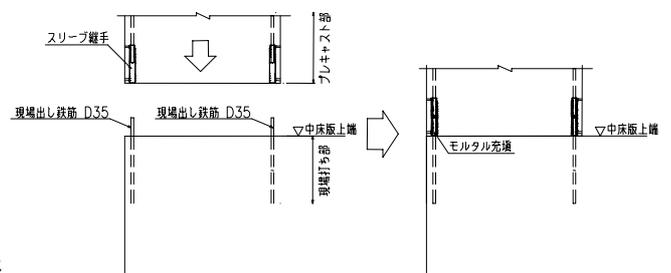


図-7 部材の一体化