

シールド工事における二次覆工施工の工夫 (RC 構造)

株式会社神戸製鋼所 正会員 杵山 功樹 杉本 真隆

大成建設株式会社 正会員 ○小森 敏生 宮本 優一 上野 竜生

1. はじめに

シールド工事における二次覆工は、一般的に防食や内面の平滑性、線形の確保を目的としており、無筋コンクリートで施工する。しかし、当該二次覆工は、内面塗装への影響や腐食性環境におけるひび割れ幅の抑制のため、長手方向に連続した鉄筋コンクリート(主鉄筋 D25@200mm)構造としている(図-1)。鉄筋コンクリート構造の二次覆工は、コンクリートの充填性確保や鉄筋貫通部の仕舞い等、現場施工において、様々な対策や工夫が必要となる。本稿では、鉄筋コンクリートの二次覆工について報告する。

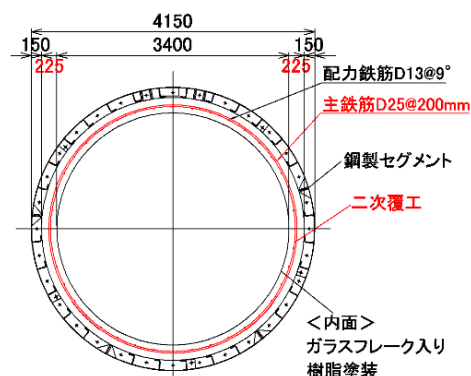


図-1 シールドトンネル断断面図

2. 工事概要

神戸発電所建設工事は、神戸製鉄所内に130万kW(65万kW×2基)の発電所を増設する工事である。当該工事の冷却水を取水するための海水配管(内径3,400mm×2本)の内、稼働中の既存発電所設備を下越しするために深度が深い部分をシールド工法

にて構築する(図-2, 3)。一次覆工は、鋼製セグメント(内径3,850mm)で、二次覆工は、厚さ225mmで現場打ちコンクリートにて巻き立てを行う(内径3,400mm)。二次覆工内面は、海生物付着防止と防食を目的とし、ガラスフレーク入り樹脂の塗装としている。

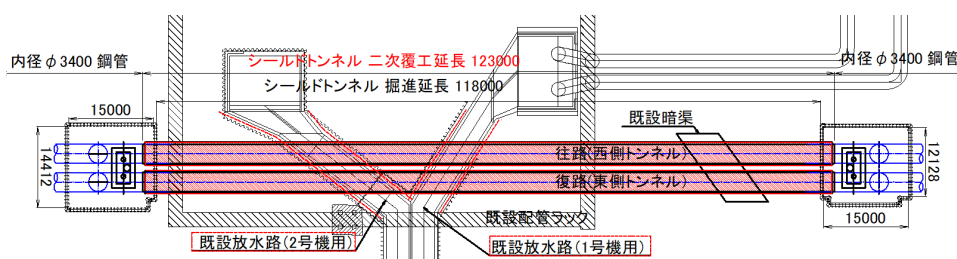


図-2 シールドトンネル平面図

3. 施工方法

二次覆工は、全断面スチールフォーム(長さ9m)を使用した(図-4)。コンクリートの充填性

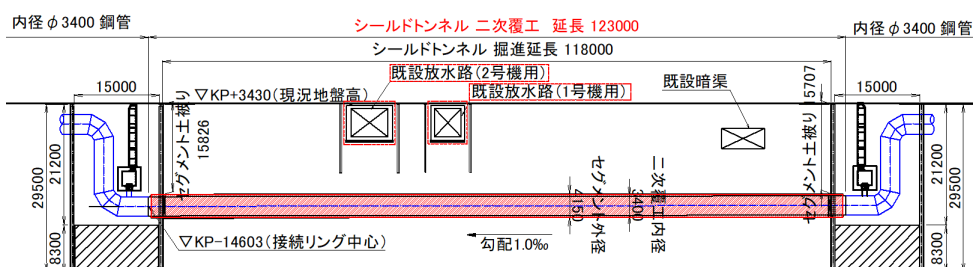


図-3 シールドトンネル縦断面図

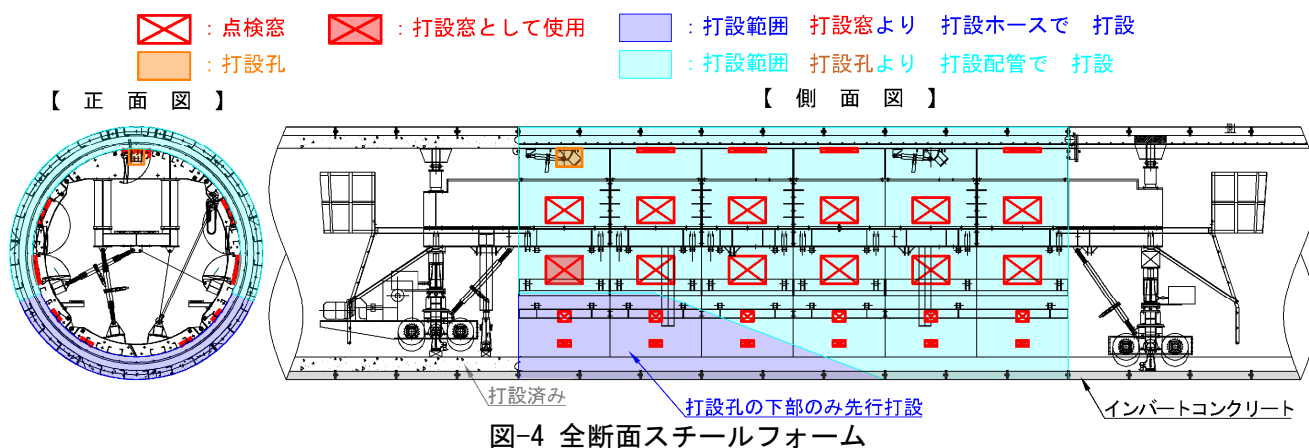
確保のため、マルチバイブレーターによるコンクリートの締固めを十分に行えるよう点検窓は構造上取り付け可能な限り取り付け、円周方向に9箇所、6スパンの合計52箇所(打設孔2箇所は除く)に設置した。更に、点検窓間のマルチバイブレーターが届きにくく、コンクリートの充填性確保が難しいと懸念される箇所は、高周波自振モーターにて補助した。

コンクリートの打設は、天端に取り付けた打設孔を基本としたが、コンクリートの打設初期は、打設孔からの落下高さが2m以上となるため、ジャンカの発生やコンクリートの材料分離の防止対策を実施した。具体的には、スチールフォーム内の打設配管をフレキシブルホースに換えて左右の点検窓からコンクリートの打設を目視、確認しながら、左右均等に打ち上げたあと、天端に取り付けた打設孔から打設した。

コンクリートの圧送は、最大圧送距離150m(垂直20m・水平130m)を地上からポンプ車により行った。配管には125Aを使用し、立坑内で落下による材料分離が発生しないよう、立坑中間と立坑下にベント管を設置した。

キーワード：シールドトンネル、二次覆工、鉄筋コンクリート、長手方向

連絡先：〒657-0863 兵庫県神戸市灘区灘浜東町2 TEL 078-803-8450



4. コンクリートの事前性状確認

コンクリートの配合計画は、コンクリートの充填性を確保するため、スランブが筒先で 18cm 以上となる様に、JIS 配合で最大のスランブ 21cm とした。また、コンクリート標準示方書の単位水量上限値 $175\text{kg}/\text{m}^3$ を満足するため、設計強度 $24\text{N}/\text{mm}^2$ に対して呼び強度 $30\text{N}/\text{mm}^2$ ($30\text{-}21\text{-}20\text{N}$) とした。次に筒先でのスランブを把握するため、圧送ロスと経時変化ロスを確認する性状試験を行った。

圧送ロスについては、先行して打設したセグメント内面のインバートコンクリート打設時に最大圧送距離 150m (垂直 20m・水平 130m) における筒先でスランブ試験を実施した。その結果、圧送によるスランブロス、最大 1.0cm であった。

経時変化ロスについては、試験練り時に混練後静置した 30 分・60 分・90 分・120 分経過後のスランブロスをコンクリート供給元の 4 プラントにて確認した。その結果、大方のプラントが混練後 60 分で 1.0cm、混練後 90 分で 2.0cm のスランブロスとなった。両試験結果から、プラントから現場までの運搬時間は約 20 分であるため、90 分以内の打設であれば、圧送ロスを考慮しても筒先でのスランブが 18cm 以上を確保出来る見込みを得た。しかし、一部のプラントでは、混練後 60 分で 3.0cm のスランブロスが確認された (図-5) ことから、対策として、パック型流動化剤を用いた試験練りを行い、スランブの経時変化を確認した。この確認結果より、現地にてスランブロスが確認された場合は、アジテーター車にパック型流動化剤を投入し、スランブを確保した。

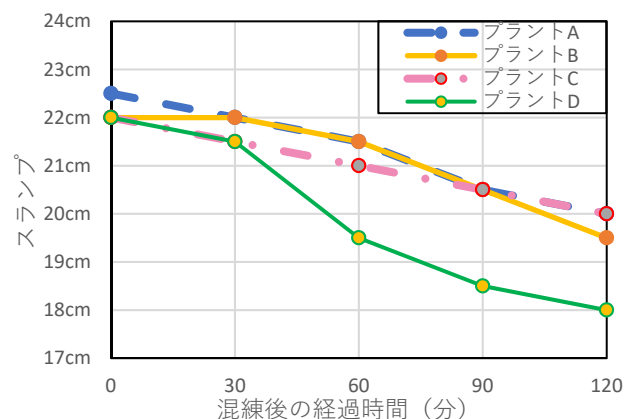


図-5 スランブ経時変化

5. 施工結果

二次覆工は、2020 年 2 月より開始し、1 本目トンネルのコンクリート打設は無事完了した。現在、2 本目トンネルのコンクリート打設中である。写真-1 に二次覆工コンクリートの打設完了状況を示す。コンクリートには、有害なジャンカやひび割れ等は確認されず、コンクリートの仕上がり問題ない施工を行うことが出来た。また、コンクリート圧送中に大きな閉塞も無く、効率的な施工を行うことが出来た。

6. おわりに

二次覆工の施工完了後は、内面塗装の施工を進めていく予定である。シールドトンネルによる海水配管の構築が無事完了するに当たり、尽力いただいた関係者各位に敬意を表したい。

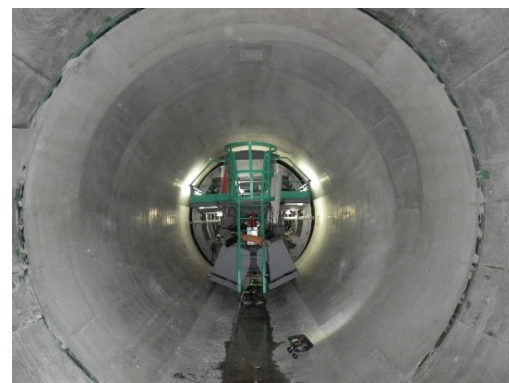


写真-1 二次覆工完了状況