

中部電力(株) 正会員 西野 健三
 佐藤工業(株) 足立 幸治郎
 日本国土開発(株) 正会員 橋 詰 清

1. まえがき

当シールド工事では、施工延長2.9 kmもの長距離シールドトンネルの計画にあたり、2ヶ所の発進立坑から、それぞれシールド機を発進させ、ほぼ中央で地中ドッキングする方法を採用した。この際、2台のシールド機間には若干の間隔が生じるため、この部分の止水および土圧に対抗するための防護工法として、シールド機内からの地盤凍結工法を用いることにした。ここでは、この地中ドッキングの概要を紹介するとともに、工事の施工結果について報告する。

2. 工事概要

当シールド工事の概略線形を図-1に示す。シールド機は両方とも泥水加压式で、外径4640 mmである。また、各機は、掘進途中の点検孔にて、カッタービット、テールシールの点検、交換を行なった。図-2は、地中ドッキング部の地質断面図であるが、第三紀固結シルト、砂層の互層である。上部固結シルトはN値40～50、下部砂層はN値40前後の地下水豊富な粗砂層である。

3. 地盤凍結工法

イ) 凍結設備 冷凍機等の凍結設備及び管理室は地上基地に設置し、坑内へのブライン供給管等の循環には、 $\phi 400$ mm鋼管をM₃、M₄側2ヶ所にボーリング機により設置して使用した。この連絡孔は坑内換気、給水、切断溶接機材の連絡にも使用した。

凍結管の配置は、図-3に示すように、M₄側より外周に33本の放射凍結管をボーリング機にて設置し、さらに両側とも内部へ貼付凍結管を配置、断熱材で覆い、坑内への熱の拡散を防止した。あわせて、測温管を18本設置し、凍土の成長状態の管理に使用した。冷凍方式としては、通常使用されているブライン式を採用し、冷凍機は37kW型1台とした。

ロ) 地中温度測定 凍土の成長範囲を確認するために、地中温度測定は最も重要な管理項目である。

図-4は、代表3測点の地中温度変化を示したものであるが、円周方向には地下水の状態、地質による温度分布の斑が考えられたため、図-5の円周測温断面図を作成し、管理した。凍土が所要強度を得るための定点口における地中温度が -10°C となることを管理の主眼とし、他の測温結果とも比較検討しながら、凍土造成を確認した。計画運転日数50日に対し、46日で -10°C に達した。

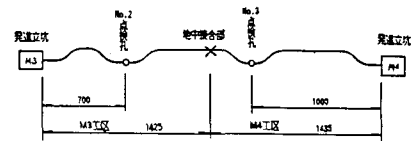


図-1 線形概要

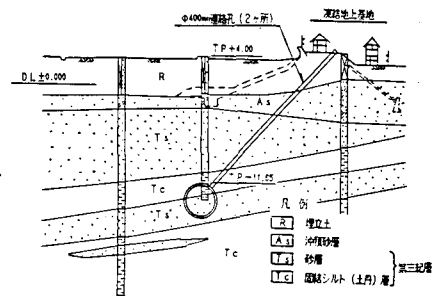


図-2 地質断面図

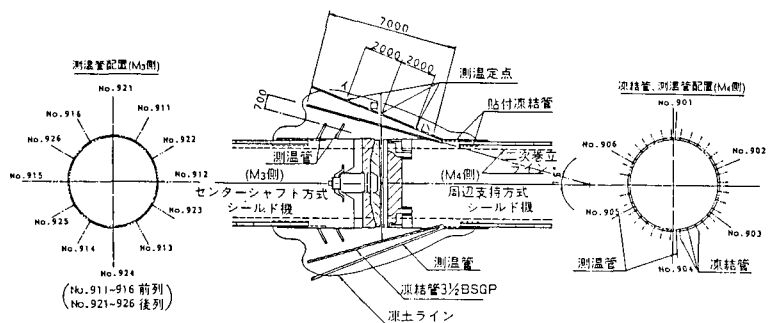


図-3 凍結管、測温管配置図

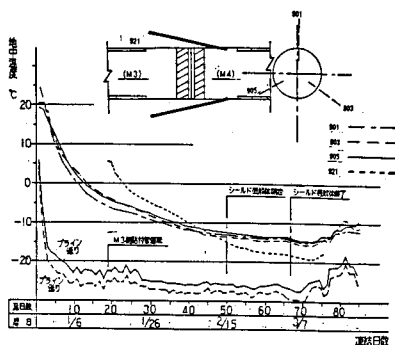


図-4. 地中温度経日変化日

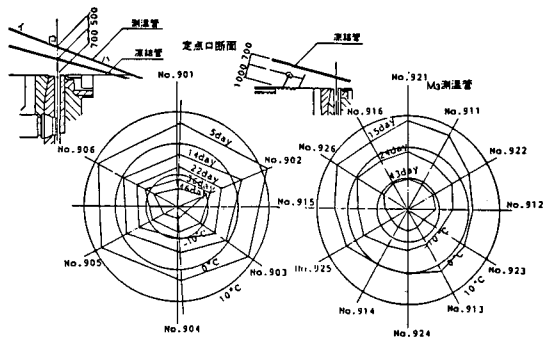
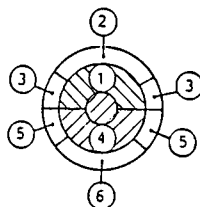


図-5. 地中温度分布推移図

ハ) 凍上、解凍沈下 上部固結シルト層においては、凍上、解凍沈下を考慮すべき地質であるため、現場資料を採取し、凍上試験を実施した。凍上については3.5%、解凍沈下率は0.5%であり、特に凍上による地表面変位推定計算を行なった。土かぶりが大きく、凍土量が少ないため、計算結果では、最大5mm、実測においても、レベル測量の誤差程度であり、問題なく施工できた。

4. シールド機解体、接合

地中ドッキング部2.8mを残し、二次覆工を先行して行なったため、シールド機解体に伴う残材、資材の搬出入は、M₄側400mにある点検孔(φ2m)を利用し坑内は歩床コンクリート上を、フォークリフトを使用して運搬した。図-6は接合部の解体順序を示すが、チェンバー内のグラウトが十分に充填されており、凍土の造成状況も良好であり、湧水もなく、地山は完全に自立状態であった。図-6. シールド機解体順序



5. コンクリート温度測定

接合部約6mは、シールドスキンプレート及び多少のリップによって外圧に対抗するようになるため、接合部を先行してコンクリート覆工することとし、凍結運転を出来るだけ、コンクリートに悪影響をおよぼさない時点まで続けることとした。図-7は凍結運転停止後の凍土解凍状況を推定計算したものである。この結果にも

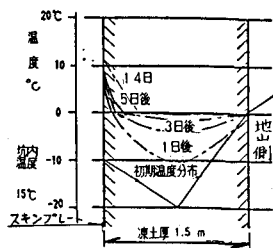


図-7. 解凍推移図

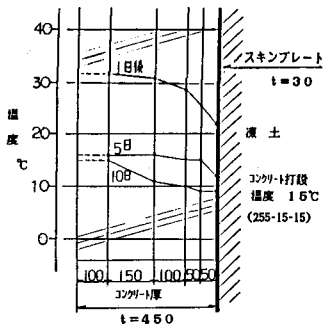


図-8. 壁内温度分布図

とづき、コンクリート打設2日前に運転停止をすれば、コンクリート表面温度は0℃以上を保てるとの結論から、シールド機スキンプレートとコンクリートが一体となるよう断熱材を配置せずに打設することとした。コンクリートは寒中コンクリートとして扱い、温度測定を実施して管理した。図-8は実測結果であるが、ほぼ問題なく、コンクリートの品質が確保できたと考える。

6. あとがき

地中ドッキング部の工事は、昭和60年3月末日現在ほぼ完了し、結果は予想以上に良好なものであった。今回のような地下での作業による地中接合は、地上の用地問題および到達立坑削減によるコストダウンなどに対し、今後ともかなり有効な手段となるであろう。

参考文献

- 1) 戸部、秋元；凍土変位計算法、第34回土木学会年次学術講演会概要集Ⅲ-123、1979
- 2) 高志、山本；土壌凍結工法〔Ⅳ〕解凍理論、冷凍第39巻 第439号