

Ⅲ-B 390 ブライン温度制御による凍土成長抑制効果

大阪市建設局土木部河川課
西松・鴻池・東急JV平野川シールド
精研 凍結本部

山向 薫
可川 清人
正会員 ○ 仁田 政孝

1. はじめに

本工事は、大阪市で建設中の平野川調節池の内、都市計画道路木津川平野線（松虫通り）の街路下、延長約1.7kmの区間に約12万 m^3 の貯留量をもつシールドを、外径 $\phi 11.52\text{m}$ の泥土圧式シールド工法で建設するものである。発進防護工に凍結工法を採用しているが、凍結対象地盤が凍結膨張の大きい粘性土層で、かつ凍土維持期間が長く、近隣に重要構造物（地下鉄、阪神高速、マンション等）が有り、所定凍土造成完了後の、凍土維持運転期間中は、所定凍土厚及び凍土平均温度（強度）を確保しつつ、凍土の成長を抑制する必要がある。

凍土の成長抑制方法として、立坑壁面凍着部分（前列凍結管列）と、凍土厚抑制部分（後列凍結管列）では異なる温度のブラインを循環する方法を採用した。ここに、その方法と結果を報告する。

2. 凍結工の概要

図1、図2に発進防護凍結工事の概要を示す。立坑壁面には埋込凍結管が立坑構築時に設置されており、立坑と凍土との凍着力を強固にしている。シールド機が、立坑から発進する際の防護工として、厚さ3.7m、平均温度 -14°C の凍土を75日間で造成し、シールド機組立等の発進準備期間中の約240日間を凍土壁により防護した。凍結膨張対策として、凍土造成期間中は、変位吸収孔により凍結膨張変位を吸収軽減¹⁾、維持運転中は、本稿で述べるブライン温度管理による抑制方法を採用し、凍土成長を最小限に押さえる事とした。

3. 凍土成長抑制方法

凍結工事では、構築と凍土間の凍着温度が低く（通常 -10°C 以下）充分な凍着力が有り、所定の凍土厚及び凍土温度が確保されている事が必要である。一般的な凍土成長抑制方法としては、1）ブライン温度を上げる、2）凍結管の間引き運転、3）凍結管列の運転停止又は、間欠運転、4）未凍土域に加熱管を設置する、等がある。しかし、今回の如く所定凍土造成完了後の維持運転期間が長い場合には、これらの方法は必ずしも有効ではない。図3に後列凍結管列運転停止後の凍土内温度分布の計算結果を示す。前列凍結管列は -30°C で運転を続け（管列平均温度は -22°C となる）、後列凍結管列を停止すると、約30日で後列凍結管列位置での温度は、 -8°C 迄上昇し、凍土内の温度勾配は直線となる。その後、後列管列を停止した状態のままだと、前列凍結管列の運転のみで、再び温度は降下を始め、凍土成長が進むことになる。従って、後列凍結管列温度を -8°C に保つ

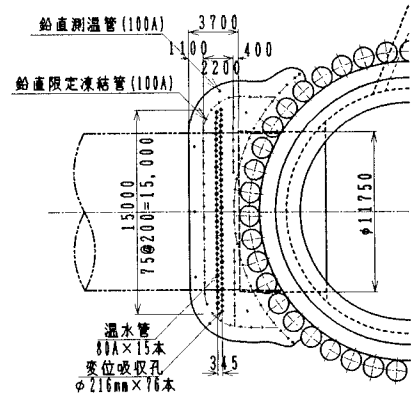


図1 発進部平面図

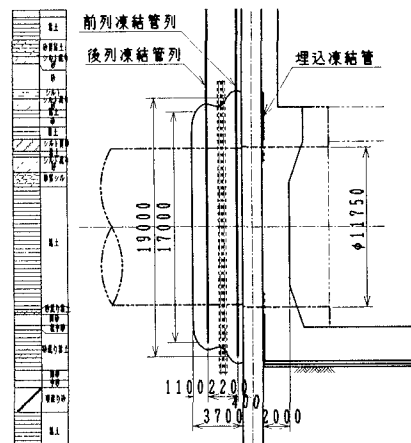


図2 発進部断面図

キーワード：凍結工法、ブライン温度、凍土成長抑制、凍結膨張、凍土
連絡先：大阪市中央区瓦屋町2-11-16 （株）精研 TEL 06-768-5031 FAX 06-768-6343

ことにより、凍土成長を極力抑えることが出来る。

前述の如く、凍土の安全性は、凍土厚と凍土温度により確保される。図4に、設計強度（凍土壁にかかる側圧 $=51.32\text{tf/m}^2$ ）を確保する為の凍土厚と凍土平均温度との関係を示す。後列凍結管列の停止後30日経つと、凍土平均温度は約 -12°C 迄上昇する。その時凍土厚は3.9m必要となる。従って、予め凍土を3.9m造成してから、後列凍結管列の運転を停止した。後列凍結管列温度が -8°C に達した時点で、前列凍結管列平均温度を -22°C 、後列凍結管列は -8°C 維持と前列、後列で異なった温度での凍土成長抑制を行った。後列凍結管循環用ブラインは、独立したフラインクを熱交換器として使用した。

日常の管理は、シールドスプリング高さ、センター（中央部分）に於ける凍土厚と凍土平均温度の関係を監視した。全維持期間を通じて安全サイドに有り、必要強度を確保したまま凍土の成長を極力抑制した維持管理が出来た。

4. 制御の効果

図5にシールド中央部分に於ける、運転方法の違いによる造成凍土厚比較を示す。今回実施した、後列凍結管列制御運転に於ける凍土厚は、実測の測温データより推定した。後列凍結管列運転停止及び、凍結管全運転の場合の凍土厚は、設計温度で運転を行った場合の理論計算値である。

今回の方法を採用したことにより、後列凍結管列停止による従来の方法に比べ約0.7m、凍結管全運転に比べると約1.5m、凍土成長を抑制出来た。

制御開始後約180日間での凍土成長厚は約20cmであり、ブライン温度制御による抑制方法は充分な効果があった。

5. まとめ

維持運転が長期間に渡る凍結工事の場合、満足の凍土成長抑制を行なう為に、一部運転停止や、時に新たな加熱管を設置する方法が採られてきた。今

回、熱交換器を使用して管列により異なった温度に制御したブラインを循環する方法を採り、長期に渡り、安全性を確保しつつ、凍土成長を抑制した。変位吸収孔効果に加えた本方法の実施により、周辺重要構造物に影響を及ぼす事無く、無事凍結工事を完了する事が出来た。

文献1) 山向他：変位吸収孔による凍結膨張変位抑制効果，第33回地盤工学研究発表会，1998

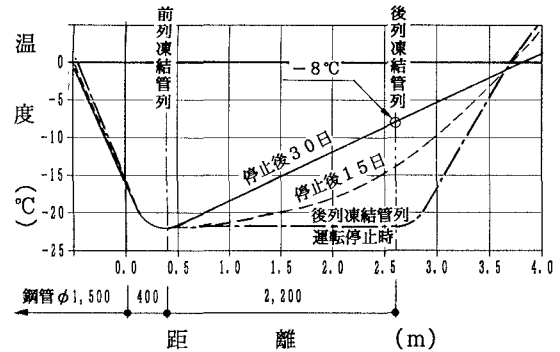


図3 後列凍結管列運転停止後の凍土内温度分布

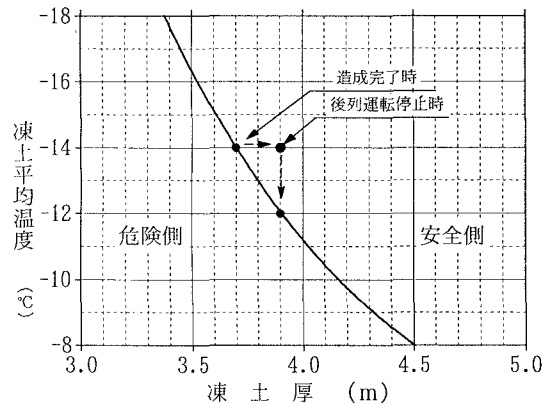


図4 凍土厚みと凍土平均温度

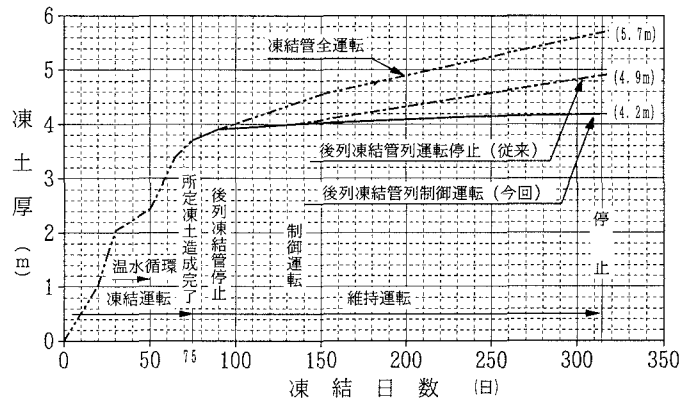


図5 運転方法の違いによる凍土厚比較（シールド中央部分）