

VI-216

凍結工法による大深度シールドトンネルの地中接合工その1

— 凍土成長抑制の検討 —

東京電力	正員	有泉 毅	東京電力	正員	富所達哉
東京電力		見郷浩二	鹿島建設	正員	田中益弘
鹿島建設	正員	右近八郎			

1. はじめに

神奈川県東部地域の電力安定を図るために、現在稼働中である港北変電所と既設京浜洞道を接続する3.6kmの地中送電線路工事を実施中である。そのほぼ中央で凍結工法によるシールド機の地中接合を実施し、平成5年12月に無事完了した。この地中接合工事にあたり、凍結による周辺構造物への影響を最小限に抑えるために、凍土の成長制御として間引き運転を実施した。今回この間引き運転に関して解析的検討を行ったのでその概要について報告する。なお、地盤への凍結影響検討については後報¹⁾で報告する。

2. 接合工事概要

接合位置は図-1に示すように深さ44mの土丹層であり、接合位置に近接して車輛基地基礎杭がある。凍結土の造成方法は図-2に示すように工期短縮の上から朝顔型に決定した。

3. 凍結影響と間引き運転

本工事における凍結影響として、凍土の成長(凍土量の増大)に伴う凍結土圧や凍上変位の発生が予想された。したがって影響をできる限り少なくするためには余分な凍土を造成しないことが基本となる。特に維持運転時の余分な凍土を制御する方法としては、凍結運転(間引き運転、ブライン温度の変更)による方法や温熱管設置による外部からの保温による方法などがある。このうち間引き運転は、工事実績はあるもののその方法(温度、間引き間隔等)や効果(凍土の抑制、凍土内温度)については経験によるところが大きく、定量的な検討例も少ない。間引き運転による凍土量の抑制については測温管により施工段階である程度評価可能であるが、凍土品質(凍土の平均温度等)の評価はできない。そこで凍土の成長と凍土内温度分布等により間引き運転の定量的評価を行うために、凍結・融解潜熱を考慮した非定常熱伝導解析を試みた。

4. 非定常熱伝導解析

4.1 解析仮定

解析モデルはシールドに直交する平面モデルとした。図-3に有限要素モデルと主な境界条件を示す。解析領域はシールド中心を中心とする半径40mの扇形の領域で、要素数600、節点数651である。凍結管は時間変動する固定温度でモデル化した。採用した地盤の熱物性値を表-1にまとめる。

解析ケースは、 -25.0°C で全運転し50日後から -20.0°C で全運転するケースと、 -25.0°C で全運転し50日後から -25.0°C で3日間おきの間引き運転するケースの2ケースを基本として、その他に間引き運転間隔やブライン温度等をパラメータとした多くのパラメータスタディーを行った。

4.2 解析結果と検討

図-4と図-5に上記2ケースの代表的な節点の温度時刻歴を示す。図-6に間引き運転時の代表的な時刻での温度分布を示す。本検討では、さらに凍結域の平均温度と標準偏差、管列温度の分布時刻歴と平均温度、高温部の放射方向平均温度、高温部の放射方向凍土厚時刻歴等多くの解析結果について検討し、間引き運転の定量的評価を行った。解析結果の検討から、今回の施工に関して以下の知見が得られた。

- (1) 全運転と間引き運転で凍土内温度分布のバラツキに差は見られなかった。
- (2) 間引き運転により凍土内平均温度は高くなる。
- (3) 間引き運転間隔は凍結域の平均温度にほとんど影響しない。
- (4) 凍土厚は解析値と実測値で顕著な差異は見られず、本解析手法で精度良く評価することができた。

5. おわりに

以上の結果から、間引き運転による継続運転では、凍土の抑制と凍土平均温度という点で相反するが、基本設計での安全率等を見直すことにより適切な間引き運転の方法があるものと考えられる。したがって今後の凍結工法では、今回行ったような解析的な検討に裏付けられた運転計画の策定が望ましい。

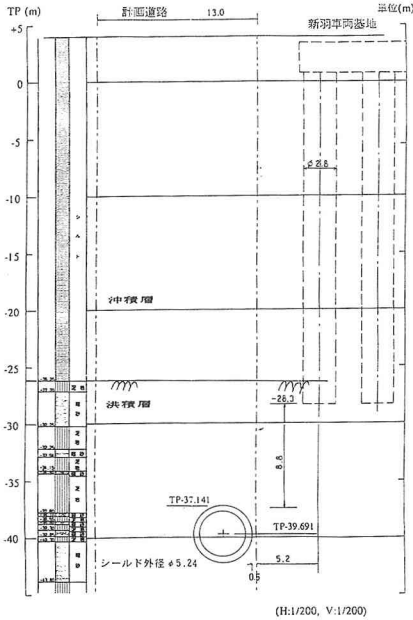


図-1 凍結工事概要

表-1 熱物性値一覧

物性	物性値
熱伝導率(凍結前)	$6.783 \text{ kJ/mh}^{\circ}\text{C}$
熱伝導率(凍結後)	$10.55 \text{ kJ/mh}^{\circ}\text{C}$
熱容量(凍結前)	$3224.0 \text{ kJ/m}^3 \text{h}^{\circ}\text{C}$
熱容量(凍結後)	$2286.1 \text{ kJ/m}^3 \text{h}^{\circ}\text{C}$
凍結潜熱	65.32 kJ/kg

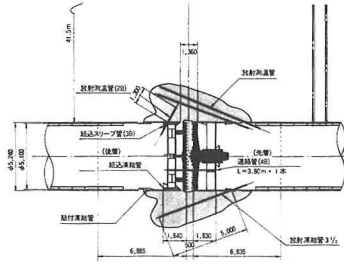


図-2 凍結土造成方法

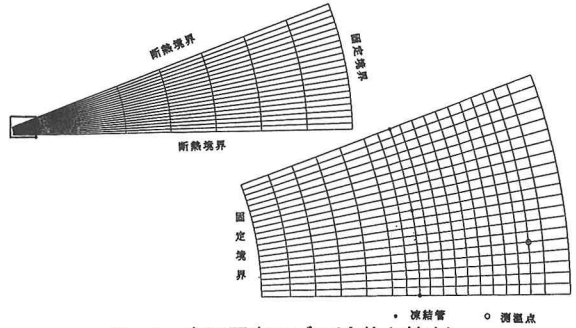


図-3 有限要素モデル(全体と拡大)

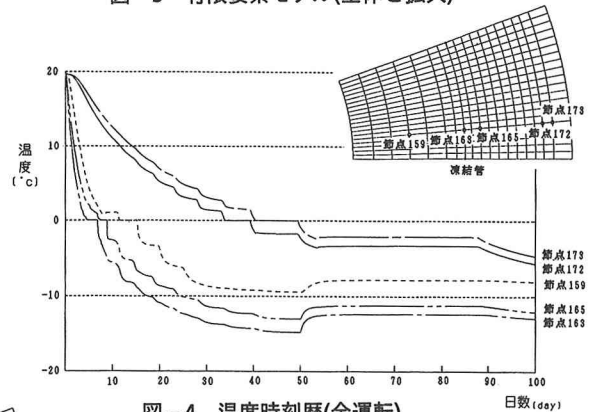


図-4 温度時刻歴(全運転)

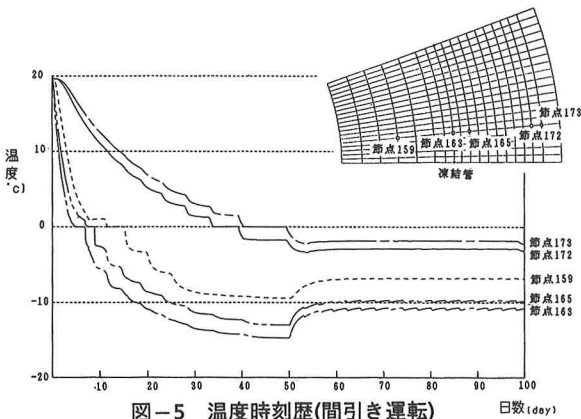


図-5 温度時刻歴(間引き運転)

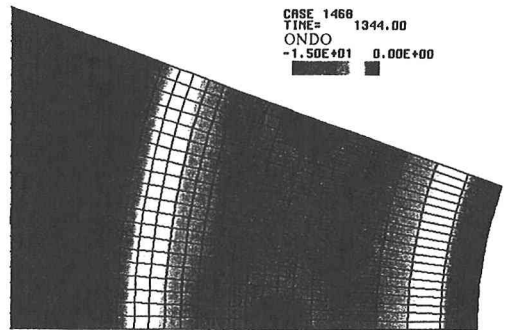


図-6 温度分布図(間引き運転)

参考文献

- 1) 有泉、松永、田中、吉清：「凍結工法による大深度シールドトンネルの地中接合工その2-凍結影響の検討-」，土木学会第49回年次学術講演会，VI部門、平成6年9月