

Ⅲ－B 357

シールド発進防護における鏡部凍土壁の長期変形

西松・鴻池・東急JV平野川シールド

（株） 精 研

（株） 精 研

可川 清人

○ 正 小林 進

正 生頼 孝博

1. はじめに シールド発進防護凍結工事で、地山からの土水圧を受ける凍土壁が立坑側で長期間（約4ヶ月）開放状態になった。その際の凍土の変形挙動を調べるため、凍土壁面中央の変位量を測定した。図1に現場状況の概略図を示す。発進立坑の外径は22mで径1.5mの鋼管矢板で防護されている。シールド発進鏡部の開放径は11.75m、凍結の対象となる地盤は、深度GL-33m付近の洪積の粘土層である。造成する凍土厚みは、鏡部開放開始時では3.7mであり、凍結維持運転時はおよそ4.1mで維持された。

2. 計測方法 シールド発進鏡部のコンクリート壁を撤去し、鋼管矢板の立坑側半円部を取り除いた後、鏡部中心の凍土と凍着している鋼管残部に、変位測定用の磁気ワイヤ式変位計を取り付け、上部のコンクリート壁よりおろした鉄板を固定点として変位量を測定した（図1）。

3. 計測結果 凍土壁中心の変位量の経時変化を図2

に示す。計測開始から20日目までの変位量は3mmであり、80日目では6.5mmであった。この間の変位量は時間の経過に伴って増加する割合が緩やかになっている。尚、この計測期間中の凍土厚みの平均は4.1mであり、凍土成長抑制運転を行っていたため、凍土成長は10cm程度であった。この時の、凍土平均温度は $\theta = -12^{\circ}\text{C}$ であった。

4. 考察 上述したように、測定期間中の凍土厚みがほぼ一定であり、別に報告¹⁾した凍結膨張圧による立坑の内空変位もこの期間中一定していたことから、今回測定した凍土壁中心の変位量の変化は、凍土のクリープ変形に伴うものであると考えられる。そこで、凍土のクリープ歪みを表すvialovの式を適用し、考察をした。

4-1) Vialovの式の適用

凍土内断面における応力分布およびクリープ歪みと曲げ変形量の関係が線形である凍結工法、凍土壁、長期変形、現場計測

（株）精研 〒542-0066 大阪市中央区瓦屋町2-11-16 Tel 06-6768-5031 Fax 06-6768-1508

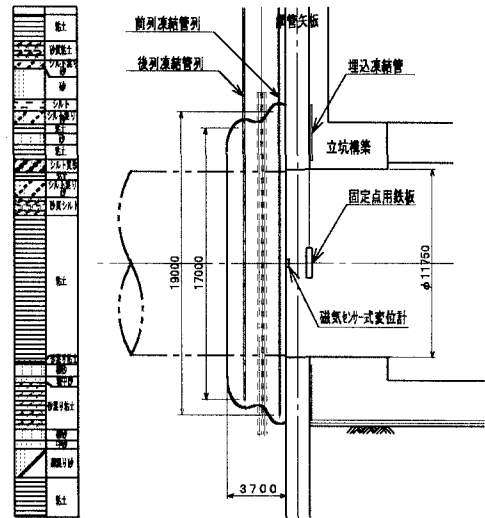


図1 現場状況概略図

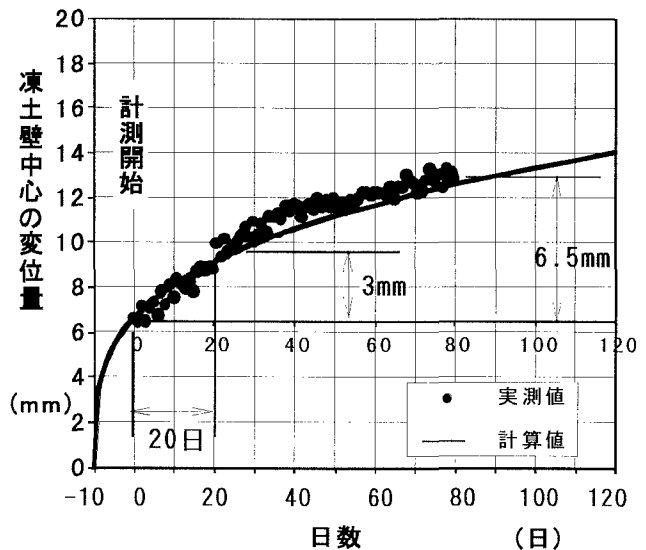


図2 凍土壁中心の変位量の経時変化

と考えると、凍土壁面中央でのクリフによる変位量 $\delta_c(t)$ は、

$$\delta_c(t) = \frac{(1-\nu^2) \cdot a^2}{4 \cdot d} \times \varepsilon_c(t) = \frac{(1-\nu^2) \cdot a^2}{4 \cdot d} \times \left[\frac{\sigma \cdot t^\lambda}{\omega \cdot (1-\theta)^\kappa} \right]^{1/\mu}$$

($\varepsilon_c(t)$:クリフ歪 σ :凍土壁にかかる曲げ応力(tf/m²) θ :凍土平均温度(°C) t :時間(hour))

で表される。

計算に用いた諸数値は以下の通りである。直接、現場より得られない数値は推定した。

鏡部開口半径 a : 5.875m

凍土壁面にかかる全作用圧 p :

静止土水圧+凍結膨張圧=51.32+6.08=57.4tf/m²

凍土壁面の支持条件 : 周辺固定円板モデル

平均凍土厚み d : 4.1m

平均凍土温度 θ : -12°C

解析で用いた凍土の物性値

凍土温度 θ	-12°C
圧縮強度	345tf/m ²
曲げ強度	205tf/m ²
弾性係数	130000tf/m ²
ポアソン比 ν	0.35

クリフ歪みを表すvialovの式中の定数は、木下ら²⁾が求めた洪積粘土(Dc2)での値を用いた。ただし、 σ の値は凍土壁面にかかる応力と凍土壁の強度との比が合うように、洪積粘土(Dc2)の強度から求めた応力値($\sigma=184\text{tf/m}^2$)を用いた。求められたクリフによる変位量の計算値のうち、初期の20日間で変位量が3mmである部分を実測値と重ね合わせてそれ以降の実測値と照らし合わせると、図2のようによく一致した。

計算で用いたクリフ定数

洪積粘土(Dc2)	
m	0.48
λ	0.14
ω	803.6
κ	0.78

4-2) クリフ変形開始時期の推定 図2の計算値で変位量が0の時期、つまりクリフ変形が開始した時期と、計測前のクリフによる変位量をみると、それぞれ10日前、6.5mm程度となる。クリフが開始した時期は、鏡部のコンクリートブロックの撤去が終了し、鋼管切断中の時期にあたる。

4-3) 弾性変位量とクリフ変位量の割合 全作用応力57.4tf/m²の場合の周辺固定円板の弾性式による凍土壁面の変位量は1.3mmである。一方、クリフ変形による変位量の総量は計測前の推定クリフ変位量と実測された変位量を合わせたものとする、13mmとなり、弾性変位量とクリフによる変位量の比は、約1:10となる。尚、今回はクリフ破壊歪みを正確に得ていないが、梁の曲げ試験で歪速度が極端に遅い場合の最大荷重時の歪は3%程度³⁾であったことから、今回計測期間中の凍土壁のトクリの変位量 14.3mmは歪に換算すると0.8%で1/3以下の値となり、凍土壁の安全性は十分確保されていたと考えている。

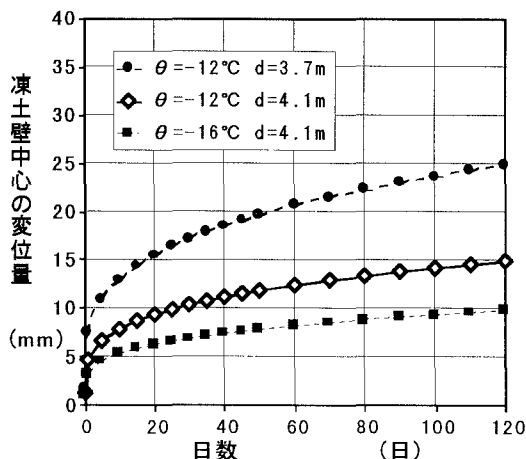


図3 凍土温度・厚みを変えた場合の変位量

4-4) 凍土温度・厚みが異なった場合の試算例 図3に試算結果を示す。現場で容易に下げ得る凍土平均温度である $\theta=-16^\circ\text{C}$ にすると、120日目で変位量は5mm少なくなり、15mmの変位まで達するには、更に120日以上の猶予が確保できることになる。現場管理には、凍土温度の制御が有効であることが判る。 $\theta=-12^\circ\text{C}$ で、凍土厚みが1割少ない3.7mの場合は、図3に示したように凍土壁開放期間中(120日間)の変位量は25mmで、凍土壁の歪に換算して1.2%程度の値となる。安全性確保の為に、破壊歪と安全率の取り方が重要になる。

今後、クリフ破壊歪の把握を課題とし、凍土厚みを薄くする経済設計法を確立したい。

参考文献 1)小林他:変位吸収孔による凍結膨張圧抑制効果,雪氷予稿集,1998 2)木下・了戒:凍土のレバシー-,土と基礎,29-2,1981 3)伊豆田他:凍土の曲げ条件下における変形挙動と強度特性,雪氷,Vol150,1988