

III-106

凍結地盤の挙動計測について

中部電力株式会社 正員 大見 守男
 中部電力株式会社 正員 西野 健三
 日本シールドエンジニアリング㈱ 正員 森谷 仁

1. はじめに

地盤凍結工法は、強度の均一性と確実な止水が期待できるという点で防護工として優れた工法であるが凍上および沈下という避けられない問題を有している。特に透水性の良くないシルト地盤の場合この凍上および沈下が大きく発生し、また、地盤変状に伴う付加土圧により近接構造物に悪影響を与える場合もある。そこで凍結時の周辺地盤の挙動を調べ、事前検討の際に必要な合理的な地盤変状予測手法を確立する目的で、実際の工事現場において現場計測を実施した。以下に現場計測の概要と結果について報告する。

2. 計測の概要と結果

現場計測はブライン方式地盤方式凍結工法を用いたシールド工事の到達防護工で実施した。立坑概要および計測概要を図-1に示す。地中温度は測温管を用いて管理した。計測は地中変位計、挿入式傾斜計および土圧計を所定の深度に各々1ヶ所ずつ埋設して行い、地中変位計については深度を変えて3点計測とした。ここで計器の埋設に際しては計器の凍結防止に努めた。当現場の土質柱状図は図-1に示すが、今回凍結対象とした軟弱な粘土層についての土質詳細については表-1に示す。

凍結開始直後から1ヶ月間の各計測値の経日変化を図-2に示す。地中温度は凍結開始後より徐々に下がり始め、1ヶ月を経過した時点では -5°C まで下がっている。地中変位測定結果において、最深部の変位計では顕著な隆起傾向が見られ凍結1ヶ月後では17mm程度の隆起量となり、また1日の増加量は $0.6 \sim 1.0 \text{ mm}$ である。しかし

凍結領域から離れるに従って隆起量は少な

くなり、逆に最浅部の変位計では沈下傾向となっている。このことより地中に生じた凍結膨張量は全量が地表面まで伝達されていないことがわかる。増加の割合は凍結後15日前後で若干変化している。これは、この時点でシールドが立坑に到達し、このシールド掘進工事に伴う影響と思われる。土圧計結果では土圧に若干の増減はあるものの増加を続け、その増加量は $0.2 \sim 0.08 \text{ kgf/cm}^2$ となり、1ヶ月間の増加量では 0.45 kgf/cm^2 となる。

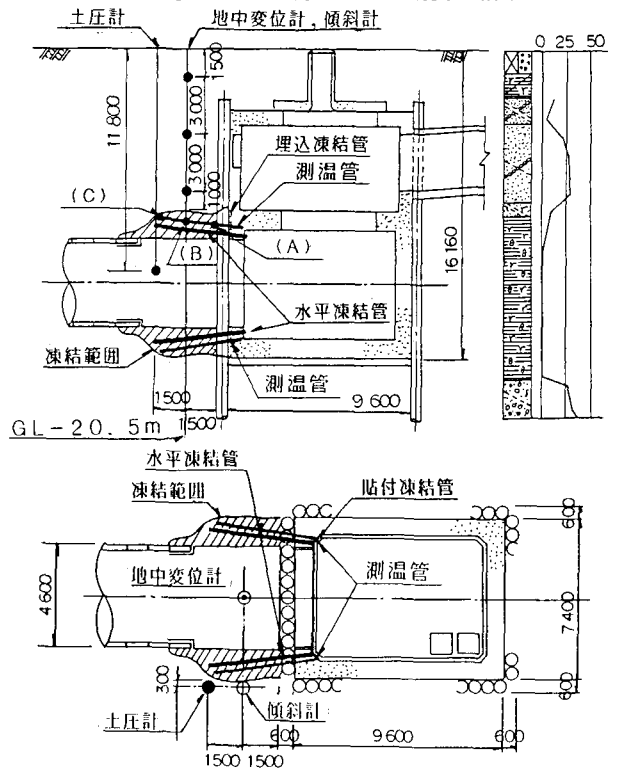


図-1 立坑概要および計測概要図

表-1 土質性状

粒	2000 μm 以上	%	0
度	砂分 (75 $\sim$ 2000 μm)	%	0.9
	シルト分 (5 $\sim$ 75 μm)	%	37.5
	粘土分 (5 μm 以下)	%	61.6
性	最大粒径 d_{10}	mm	0.42
	液性限界 w_L	%	80.5
	塑性限界 w_p	%	34.0
	塑性指数 I_p		46.5
分類	日本統一土質分類		(CH)
	土質名		粘土
	土粒子の比重 G_s		2.352
	含水比 w	%	81.8

また土圧もシールド掘進工事の影響を受けており土圧の一時的な増加がみられた。傾斜計結果において、地中の水平方向は凍結開始直後より変化が見え始め、一定の変化量で増加している。増加量は1日に、0.5～1.0 mm程度で、この値は地中変位計の最深部の値と同範囲内にあり、凍土領域近傍では鉛直、水平方向とも同量の増加となっている。また最大変位は凍土領域から最短距離の深度でみられ、加えて凍結の影響範囲は最大変位発生深度を中心に9 m前後の幅で収まり、広範囲に広がる傾向にはなっていない。

3. 事前検討との比較

凍結開始に先立ち事前検討として室内試験結果を用いて凍土沈下の推定を行った。地表面の凍土¹⁾は三次元凍土変位モデルでまた凍結地点周囲の水平土圧と変位は未凍結領域を弾性体と仮定した場合の球殻モデルでそれぞれ算出した。

計算の結果、地表面の凍土量は5 mm程度、凍結面の変化量は5.2 cm、水平土圧の変化は0.45 kgf/cm²という推定値が得られた。この推定値と計測結果とを比較してみると、現在のところ地表面変位については推定値は隆起となっているが、計測結果では逆に沈下となる。地中水平方向変位では凍結面の値と、若干離れた位置での値という条件の違いを考慮する必要があるが、計測結果は推定値の5割となる。また土圧は水平変位と同様に条件の違いはあるが、推定値と計測結果はほぼ等しくなっている。

4. まとめ

今回の計測結果より、地盤を凍結すると土の凍結膨脹により土の応力、変位に顕著な変化がみられ、両者とも地中温度の低下と比例する変化量で増加してゆき、加えて凍結領域近傍では鉛直、水平方向とも一樣な凍結速度で凍結してゆく事がわかった。しかし凍結膨脹量は凍結領域より離れるに従って減少しており、膨脹量は一樣に伝達されてはいなかった。また推定値と計測結果の比較では、土圧については両者の一致がみられたが、変位については計測値が推定値を下回っていた。今後は凍結に伴う凍土問題に加え、解凍に伴う地盤沈下についても検討を加えてゆく必要がある。

参考文献 1) 戸部、秋元：“凍土変位計算法（三次元）”、土木学会第34回年次学術講演会概要集Ⅲ-123, 1979, 10

2) 高志 勤：“凍結膨脹による未凍結領域内の土圧と変位の経時変化”、土木学会論文報告集、第 200号、1972, 4

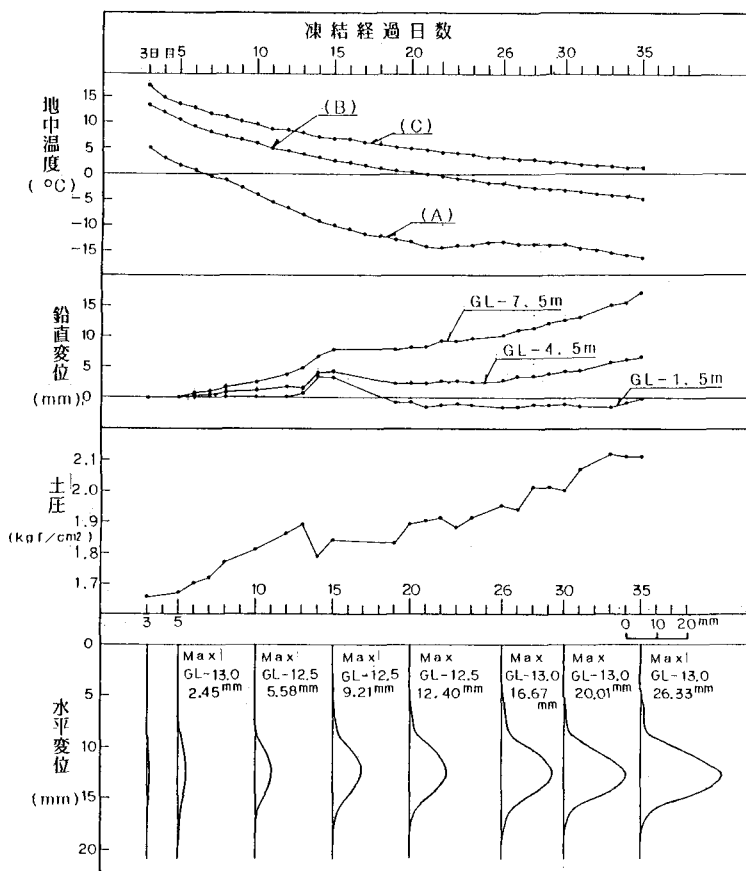


図-2 計測結果の経日変化図