

I-28 地盤凍結工法の実験

京都大学防災研究所 正員 村山 朔郎

序：構造物基礎や、坑の掘さくの補助手段として地盤を凍結させてその崩壊や弛緩を防止するいわゆる凍結工法は、すでに外国では実施されているが、わが国での実施例や施工のための実験例は寡聞ながらまだないようである。この工法は、現地の条件に影響されるところがあるので、わが国での資料を求める目的で昨年3月に約1ヶ月間の現地実験を試み、ついで目下才2回の実験に着手した。本報告では昨年の実験についての、才2回の方は、席上でのべるつもりである。国鉄においても鉄道技術研究所が主になって、昨年末に別途の実験が行われているから、わが国の本工法に関する資料はさらに充実されるであろう。

現地条件：緩い帯水砂層を凍結させる目的で、大阪市福島区の浅い砂層に適用した。ここは地表より-22 mまでは砂質ローム、それ以下は小礫まじりの砂層で、オーガーで掘った孔がすぐくずれるような緩い土であった。地下水面は-18 mより上位を変動した。凍結開始直前（昭和35年3月13日）の地中温度は、地表で13~14°C、地中に入るにつれて大体約70 cm深さごとに1°Cの上昇を示したが、17°C以下ほぼ一定となっている。

凍結管：地表土を2.5 m × 2.5 m、深さ1.3 mの正方形に掘さくし、その底面より、長さ22 mの凍結管4本を一边1.5 m正方形の各頂角に鉛直に20 m地中に埋めた。凍結管は直径100 mmの外管の中に直径38 mmの内管を同心に入れた2重管よりなり、ブライン（塩化カルシウム溶液）は内管下端より外管の内周に沿って上昇して、土と熱交換を行う。

測定事項：凍結に要する熱量、地中温度、凍結範囲、気温、土質諸元、含水量変化、土の体積変化、凍土の力学特性などを調査するよう計画したが、十分測定できなかったものもある。地中温度は種種の温度計を埋め込み地中の20数点について測定した。

計画熱量：上述の実験条件に対して当初計画した熱量は、凍結初期には凍結管1 m当り500 Kcal/hr/m、平衡時には200 Kcal/hr/m、凍結完了時間約28日とした。故に凍結管全延長8 mに対しては、所要熱量は4000 Kcal/hrと見込んだ。

冷却装置：前項の計画熱量に対して用いた冷凍機は日立製作所製の7.5 HP フレオン冷凍機を用いた。これはフレオンを冷媒として用い、-40°C 蒸発、+30°C 凝縮で7600 Kcal/hrと出し、ブラインを-30°Cに冷却する能力がある。また冷却されたブラインは日立製の2段タービンポンプで循環させ、凍結管内でブラインの流速は約2 %secとした。冷却機、冷媒系統、冷却水系統、ブラインポンプの設備動力合計は10 HPであった。

地盤凍結実験の成果：凍結開始後36日間の地中温度の推移は図のようで、0°Cの線と温度分布線と交る所が氷結長となっている。なお凍結管の出入口のブラインの温度差はこの程度の小規模な実験では約1.5°C程度であった。また凍結程度は時々スエーデン式貫入試験で試験して温度分布と対比して照査した。凍結範囲は、約30日目位で平衡に達し、凍結管で囲まれた正方形の内部全部にこの正方形の外周約75 cm位の範囲を固結することができ

た。凍結に要した熱量は、凍結の初期(5日目)では、約6500 kcal/hr(ただしブライン温度 -27°C)凍結が完了に近い25日目では、約3200 kcal/hrであつた。この値は凍結管が短い
ため地表からの熱損失がかなり影響しているように思われる。また凍土の強度については
現地の凍土を採取することができなかつたので、二つ割のできるモールドに土を入れ、ビ
ニール袋で密閉した上ブラインのタンフに浸漬して凍結させたものを試験した。しかし試
験機の都合で十分な資料を得ることができなかつた。これは加圧速度がおそいと加圧部に
覆氷の現象があらわれそのためのヒズミ速度が測定を困難にした。今後は急速の載荷
法か、ネデリセン断の方式を試みるつもりである。

あとがき：才1回目の実験は、本工法の適用性をみることを主にしたが、測定方法など
が十分でなかつたところもあつた。けれども本工法が実用上十分に可能性のあることがわ
かり、今後工事の条件によっては有利に利用できるものであらうと思われる。なお本実験
については、日立製作所及び精研冷機より多大の援助と協力を受けたことをこのべこに深
謝の意を表す次第である。

