

京都大学防災研究所 正員 村山 翔 郎
 精研冷機株式会社 正員 高 志 勤
 日建設計工務株式会社 正員 松 井 彰
 日建設計工務株式会社 正員 石 崎 肇 士

高い含水比をもち土砂が堆積している地帯の埋立工事の問題になるのは、埋立に必要な土量計算であるが、この際地盤の正確な含水比を知る必要がある。ところがこの超軟弱土の試料採取は、従来の方法では土が攪乱され、所要の状態の試料を得ることは非常に困難である。そこで凍結を応用して含水量が変化しない不攪乱試料の採取を試みた。凍結を応用した試料採取は、従来より考えられているが、^(例は文献1) いずれも技術的に困難であり、手数が掛る。ここでは凍結パイプを地中に挿入し、周囲の土を凍結させて、これを引抜き試料採取を行った結果を報告する。

装置および採取方法：使用した凍結管は図-1に示す2重管式の凍結管であり、内管(銅管)は凍結管頸部より出て直接ガスコンテナにつなげるようになっている。この管をGL-4mまで挿入し、液体窒素を送りこんで管を中心に凍土の内柱をつくった。この時凍結管内の温度を一定にするために、吐出側の温度を -100°C 以下に保つようにバルブの開閉を調節した。吐出側の温度は銅-コンスタンタン熱電対で測定し、液体窒素の供給圧力はコンテナの付属圧力計で測定した。凍結管の挿入によって管の周囲の土が乱され

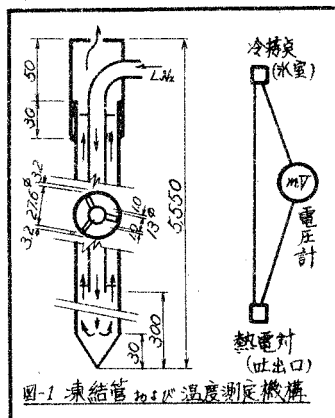
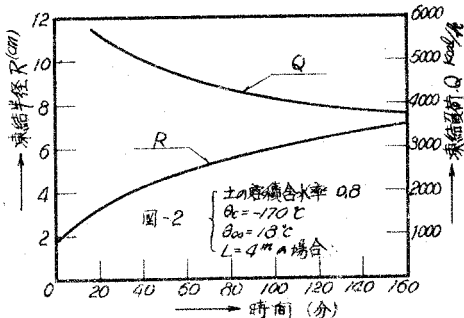


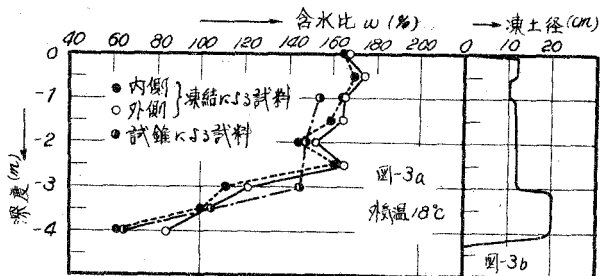
図-1 凍結管および温度測定機構

含水比が変化する場合があるから、凍結径を 10cm 程度まで成長させるものとし、計算により必要な熱負荷および時間を算定すると(算定方法は省略、文献2参照) 図-2が得られる。これにより、約60分間液体窒素を凍結管軸に送って、温度が均一になるように送り続ける必要があることがわかる。この時の凍結効率計算によると $48\sim 50\%$ 程度であった。^(計算方法は文献3) 比較のために行われた試験は下端にロッドをつけておいて、ロッドによって開閉が行えるようにしてある。

試験結果および考察：凍結によって得られた試料径は図-3bに示されている。ほとんどの場合で得られており、凍結管下端の膨みは液体窒素が貯って気化しているためと考えられる。凍結土は地表より50cm毎に内側と外側について採集され、含水比測定が行われた。この結果の一例が図-3aに示してある。凍結管近傍は管挿入によって乱され、ある程度の含水量の変化が考えられ、外側から採集されたものが比較的信用できるものと考えられる。試験によって採取された試料から含水比を測定した結果が図-3aにあらわしてあるが、一般に含水比が低くなる傾向にある。次に凍結による試料採取の場合、含水比に大きな差を与



える要素は凍土に吸着する霜の影響である。霜の量は外気温、湿度、風、試料の温度、含水量、土粒の比熱、表面積等に影響されるが、特に影響されると考えられる外気温と湿度、試料の比表面積について室内実験の結果を述べる。試料は氷室中でドライアイス保冷箱(-78.5℃)に



よって2日間凍結されたものであり、含水比98%試料重量33.5g程度に統一して試験された。試料は円柱形であり表面はガラス板で滑らかにした。まず外気温および湿度の影響については図-4に示されこれによると霜はある時間まで直線的に増加し、一時間程度で最大となる。気温30℃、湿度100%の場合には0%程度含水量に誤差を与えるが、19℃、58%では4%程度の誤差しか与えない。1枚の試料採取12枚から重量測定までの時間がせいぜい30分程度であり、誤差はもっと小さい範囲にあるとされる。普通の外気条件では一応1%以内と考えてもよいと思われる。比表面積の影響については試料と等分割することによって表面積を50.1, 60.8, 71.5 cm²の種にかえて実験し、その結果からこの影響は非常に小さいものであり、表面積の増加と霜の量に一定の関係がないことがわかる。これは表面積が大きければ試料の温度上昇が大きいためと考えられる。同地実で得られた凍結による試料の含水比の誤差は5%程度であり、試験による場合は10%以上の変動がある。したがって霜による含水比の誤差は一応無視できるものと考えられる。以上より凍結を用いた試料採取による試料の含水比に及ぼす最大誤差を与える要素は管挿入による土の乱れであり、これは試験による乱れに比べて小さく、管よりある程度は離れた位置で採取すれば比較的信用できる結果が得られるものと考えられる。

凍結を用いた試料採取の長短

長所

1. 干渉の完全な試料採取ができる。
2. 地表より連続して層序を観察できる。
3. 操作が簡単である。

短所

1. 凍土の重量測定はすばやく行わなければならない。
2. 土が比較的大きな強度をもちっていると凍土の引抜きが困難である。
3. 比較的高価につく。
4. 試料の化学試験ができない。

参考文献

1. 土質調査法 土庫公会 P.158
2. 高志 勤 地盤凍結工法について 冷凍6巻403号 PP.146, 1961
3. 高志 勤 地盤凍結工法Ⅱ 冷凍40巻456号 PP.1-7

