

千葉工業大学 正員 清水英治
東京大学 学生員 榎水尚志

I. 緒言：地下水面下の砂質土の乱さない試料の採取は、重要な難問題である。その為に、種々の方法が考えられてきた。本実験では、採取法として凍結法を採用し、試料全体を凍結させた後、液体窒素を圧入しながらカッターを回転して得られた凍結試料について、凍結および採取の過程において生ずると思われる体積変化について考察してみる。

II. 概要：① 飽和砂試料の間隙水の凍結による体積変化を測定する。これは、次の②において凍結試料の飽和度を求める際に必要となる。② 凍結過程のみ (P_f) および凍結、採取の両過程 (P_{fs}) に生ずると思われる間隙比、含水比および飽和度の変化を調べる。

III. 実験方法：試料として、豊浦標準砂および相馬標準砂を用いる。種々の間隙比の試料を得る目安として、両標準砂の混合比と間隙比の関係を求めておく。(Fig. 1)

II-①の為に、2つ割りモールド(内径: 50 mm, 高さ 100 mm) 内に飽和試料を調整する。これをフリーガー内に入れ冷却する。その冷却過程を Fig. 2. に示す。同時に、不凍液を冷却しておく。凍結試料の体積は、不凍液中の浮力を測定する事によって求める。

次に、II-②の実験を行う。 P_f のみによると思われる諸値の変化を求める為、①と同様にして凍結試料を作製し諸値を求める。凍結試料の体積は、同時に冷却した水銀の、試料挿入による溢流量によって測定する。

次に、 P_{fs} の試料を得る為、突き固め試験用モールドにて前述の場合と同様にして凍結試料を作製する。

採取は、液体窒素を約 1.5 気圧で圧入しながら回転しているカッターを徐々に凍結試料内に挿入して行う。

その状態を Fig. 3 に示す。カッターは、内径 50 mm 採取可能長は、195 mm である。採取された凍結試料の体積は、水銀の溢流量によって求める。

IV. 結果および考察：① 間隙水の体積変化： Fig. 4 より体積変化は、間隙比によらない事が理解できる。

その変化率は、約 11 % である。純水では、 -15°C では、約 8.8 % の体積膨脹をすることが知られているが、本実験で使用した蒸留水は未脱気のものである為、純水の

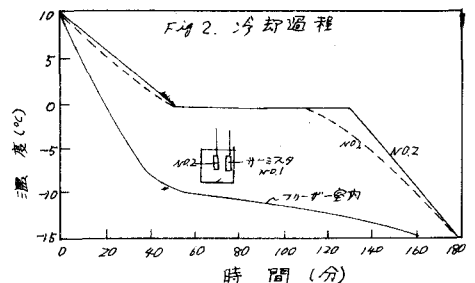
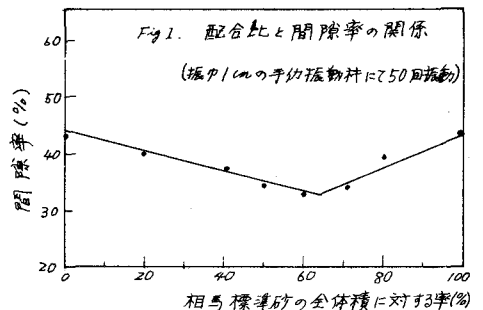
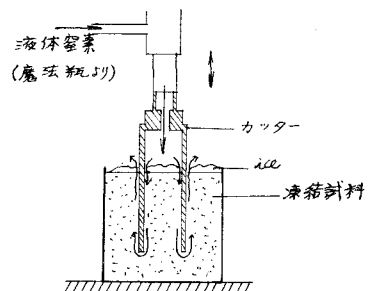


Fig. 3. 採取状態図



場合より大きい値を生じたと思われる。網干、在々所
 々の実験によると、溶存酸素量は、脱気水で 3.29 ppm、
 蒸留水で 8.68 ppm である。

②: P_f , $P_{f.s.}$ において生ずる変化: 間隙比, 含水比
 および飽和度の変化を未凍結試料の間隙比に対しプロッ
 トしたものを Fig. 5, 6, 7 に示す。

Fig. 5 から明らかな様に、凍結により間隙比は増加する。
 本実験結果は、最大 11 % の変化率を示している。即
 ち、間隙水の凍結による体積膨張のために、砂粒子が押
 し上げられるのである。凍結速度は、時間の平方根に反
 比例する事が知られている。そこで、砂粒子の移動の程
 度は、時間(凍結に要する時間)の影響を受けるであら
 うと思われる。含水比の変化を Fig. 6 に示す。ほとん
 どの結果が、4~8 % の減少を示している。凍結試料の含
 水量とは、間隙水の量である。冷却過程にて、比重の
 小となった間隙水は、表面へと移動するから間隙水とし
 て凍結する水の重量は小となるのである。飽和度につ
 いては、Fig. 7 からわかるように減少している。但し、飽
 和度 $= 1.11 \times W_{ice} / P_f \times 100 (\%)$ としている。

次に、 P_f と $P_{f.s.}$ の諸値の変化について考える。あらか
 り条件が等しければ、両者の差は採取過程を含む事によ
 ると言えるが、間隙の不均分布、モールドの大きさの不
 同等により断定はできない。その他、精度上の問題等も
 あって、Fig. 5 の $P_{f.s.}$ では、間隙比の減少を示している
 結果が生ずるのであろう。飽和度についても同様の事が
 言えよう。含水比に関しては、両者に差は見られぬ。

採取によって試料がほとんど乱されていない事は、採
 取後の観察によっても理解できたが、より高圧で液体空
 素を送る事により、更に完全な試料が得られると思う。

V. 結 論: ① 砂試料の間隙水(未凍結)は、凍結によ
 り 11 % の膨張を示す。(-15°C) ② 間隙比は増加する。③
 含水比, 飽和度は減少する。④ P_f と $P_{f.s.}$ の間には、ほ
 とんど差はない。即ち、変化は凍結過程のみに生ずると
 考えてよい。⑤ 精度上の問題、或いは、間隙の不均一
 分布等により、未凍結試料の間隙比と凍結試料の諸値の
 変化率の相関性については本実験では議論できない。

