

貫入試験における抵抗力の分離について

○(株)キンキ地質センター 正会員 吉川 雅章
 関西大学 正会員 谷口 敬一郎
 関西大学 正会員 井上 啓司

まえがき ボーリング調査に伴ない実施される標準貫入試験は

原位試験として広く普及している試験法の一つである。これから求められる N 値はサンプラーの機構および試験方法より土の物理的・力学的特性と関連しているものの、それらがどのような関係をもって N 値に反映しているか不明確な点が多い。本報告では標準貫入試験用サンプラーに若干の修正を加えて試験を行ない、その結果サンプラーの内面・外面に作用する貫入抵抗、打撃有効エネルギー等の関連について一つの推察を得たのでここに報告する。

サンプラーの機構 従来のサンプラーと異なる点はつぎの通りである。(図-1)

- (1) シュー先端より15 cmの部分でフリクションカットをしたこと。
- (2) スプリットバレルでは衝撃荷重によりバレルにたわみが生じ、サンプラー周囲の貫入抵抗に悪影響をおよぼす可能性もあるため、円筒としたこと。
- (3) 先端に小さな円板をつけた細いロッド($\phi=6\text{ mm}$)をサンプラー内部に通し、各打撃ごとに試料高さを測定できるようにしたこと。

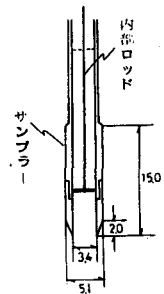


図-1

貫入試験結果および貫入抵抗分離の方法について

試験を行なった土はマサ土に人工砂を加えたものを使用し、この土を直径1 m、高さ1 mの鋼鉄製容器に4層に分けて固定めた。この後2 tonの荷重を24時間載荷し重錘重さ5 kg、落下高さ20 cmにて貫入試験を実施した。

図-2は打撃回数 N とサンプラー貫入量 x およびサンプラー内部の試料高さ h との関係を示す実測結果である。

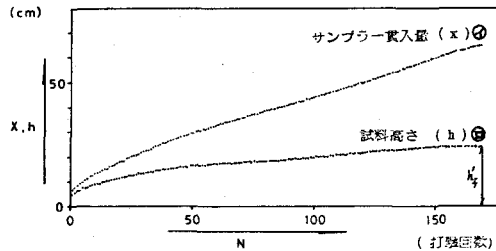


図-2

図-3は一定に達した h を h_f とし、各打撃ごとに得た n に対して

$\log(1 - \frac{h}{h_f})$ なる関数を考え図示したものである。この結果は比較的良好な折線として表現されていることからさらにその折線部ごとにによりよい直線関係に近づけるために h_f の最適値を最小2乗法により求めた。そしてその各ゾーンごとの最適化した直線も図-3中に併記している。

このことからつぎのような式が考えられる。

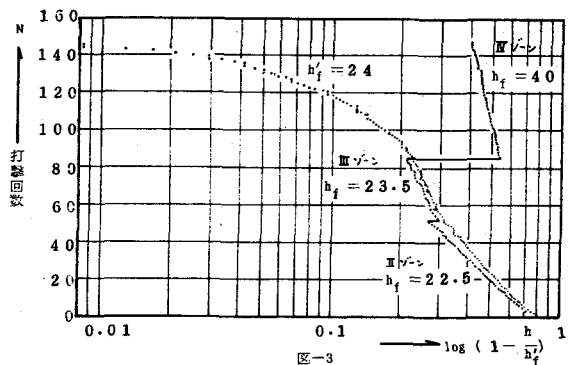


図-3

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{F \cdot \Delta x}{\Delta N} = \alpha_t \text{ ----- ①} \\ \frac{\tau}{h_f - h} \cdot \Delta h = \alpha_i \text{ ----- ②} \end{array} \right.$$

ただし Δx : サンプラーの貫入変化量。

Δh : Δx に対するサンプラー内試料高さの増加量。

F : x に対するサンプラーの全貫入抵抗力。

ΔN : Δx および Δh に対応する打撃エネルギー。

α_t : 打撃エネルギーが全貫入抵抗エネルギーに変換される効率。

α_i : サンプラー内面で消費される貫入抵抗エネルギーの $\Delta N \cdot \alpha_t$ に対する割合。

τ : 土の貫入抵抗力定数。

①②式は仕事エネルギーの関係から考えられるものであり、②式の $\frac{\tau}{h_f - h}$ はサンプラー内面に働く貫入抵抗力となって図-3の各ゾーンでの直線関係を満足している。

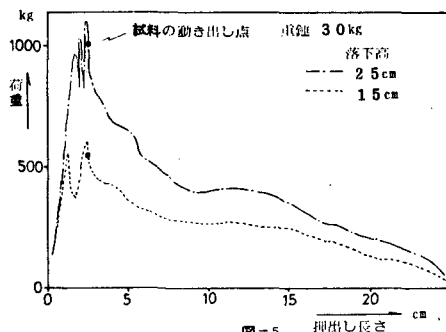
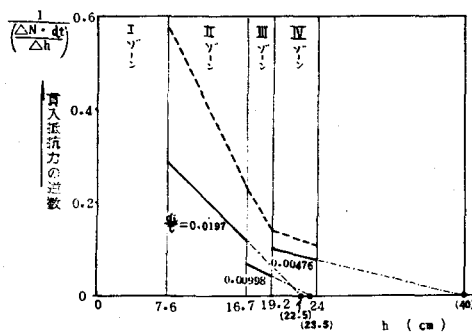
この h_f の最適値による直線勾配は $\frac{\alpha_i}{\tau}$ を示し、各ゾーンで一定値を示していることになる。

②式は $h \sim N$ 曲線(図-1(a))を h で差分し、その値に $\alpha_i \cdot \alpha_t$ を乗じたものがサンプラー内面の貫入抵抗力であることを示すが、 h 自体変化量が小さく、差分法では有効な値を得るにも限度がある。したがって

①②式を変形して

$$\frac{1}{F} \left(\frac{\Delta h}{\Delta x} \right) = \frac{\alpha_i}{\tau} (h_f - h) \text{ ----- ③} \text{ を得る。}$$

図-4に示すように最適値 h_f より各ゾーンで $\frac{\alpha_i}{\tau}$ の直線を引けば、これが h に対する全貫入抵抗力の逆数を示している。一方サンプラー内部貫入抵抗力の逆数は③式の右辺を α_i で除いたものとなり③式の形からも各ゾーン境界部で連続な値をとることがわかる。したがって1つのゾーンで α_i がわかれば他のゾーンでの α_i は求められる。(図-4中の点線勾配より判明) この1つの α_i を決定するためにはサンプラー内部試料の押し出し荷重を測定し、そのデータをもとに決める必要があろう。このように③式を使って α_i, α_t が求まればサンプラー内面および外面に働く貫入抵抗力が分離できるものと考えられる。なお図-5はサンプラーの先端部より徐々に荷重を加えて押し出し試験を実施した1例である。③式の逆数が双曲線の1部を示し、また図-5の $h=10 \sim 24$ cm の範囲にもその傾向があらわれている。



まとめ 図-4の点線で示された折点部は試料高さ

h がある値以上に達すると土はサンプラー内に入

るのが困難となりサンプラー外部に流れるなど土のサンプラーに対する貫入抵抗形態と密接な関係があると考えられる。今回の報告では α_t, α_i およびサンプラー内外面の貫入抵抗力分離の方向を示すに留まったが、今後はサンプラー内試料押し出し器の精度を向上し、実験を進めてゆく予定であり、同時に②式の本質的な意味を明らかにする必要がある。