

III-343 重力測定による地盤密度に対する測定誤差の影響

基礎地盤コンサルタンツ（株） 正会員 土谷 尚
同 上 梅内 勝彦
海洋工業（株） 大倉 卓美

はじめに

地球物理学の分野では、重力測定を用いて地盤の密度を調査する方法が研究されている。これは地表面で測定した重力の平面的な分布から、地盤内の密度の立体的な分布を求めるものである。

このようにして得られる地盤の密度は土質と深い関係があり、また、地盤全体を反映したデータとなっているので、この方法は埋め立て地のような広い面積の土地の地層構成の概要を把握するのに有効と思われるが、まだその例は無い。

今回その可能性を調べる一環として、測定誤差の影響について数値シミュレーションによって検討した。

検討方法

まだ予備検討の段階なので簡単なモデルとし、図-1に示すような縦、横が25m、高さが20mの土塊を検討対象として、これを縦、横、高さとも5mのサイコロに分割し、それぞれのサイコロの内部では密度は一様であるとした。そして、まず、それぞれのサイ

コロに所定の密度を与えた時の地表面における重力（地表面に接する各サイコロの上面中央位置での値）をあらかじめ理論的に求め、これに測定誤差相当の乱数を重複加算した値を重力測定の結果と見なして、それからそれぞれのサイコロの密度を逆算し、当初与えた密度と比較することとした。

地表面における重力測定の結果から地盤内の密度分布を逆算する方法は文献3)によった。

サイコロに与える密度については、全てのサイコロに軟弱粘性土を想定して 1.6 tf/m^3 の密度を与えるがモデル中央のサイコロ1つだけには砂質土を想定して 1.8 tf/m^3 の密度を与えることとし、この密度の高いサイコロの位置を最上層から最下層までに変化させた4ケースについて逆算した。

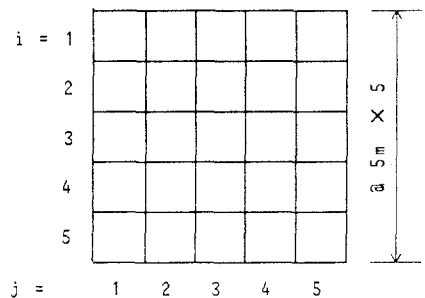
また、測定誤差相当の乱数については、現行重力測定における測定精度を勘案してその最大値（絶対値）を0.5, 1.0 および 2.0 mgal とした。

以上の条件のもとに、上記4ケースのそれぞれについて、それぞれの最大値ごと3～5回逆算した。

逆算結果

逆算結果の例を、測定誤差の最大幅が 1.0 mgal の場合について、図-2に示す。横軸にはその時の逆算密度をとり、たて軸に密度の高いサイコロの深度を

平面図



側面図

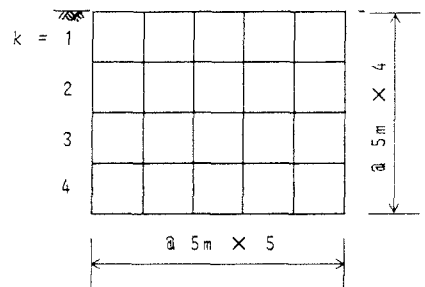


図-1 逆算対象モデル

とっている。なお、この深度が同じ場合についても3～5例逆算しているのので、逆算密度は個々の値ではなくその平均値と幅で表示している。この図によると、密度の高いサイコロのほうが、密度の低いサイコロより逆算密度の精度が高いが、いずれにおいても、密度の高いサイコロの深度が深いほど逆算密度の誤差が大きくなっている。測定誤差の最大幅が異なる場合も、その幅の大、少に応じて逆算密度の誤差が大きく、あるいは小さくなるだけで、同じ傾向にあった。

このような結果をもとに、測定誤差の最大幅と逆算密度との関係を求めると図-3となった。この図によると、測定誤差の最大幅が大きいほど逆算密度の誤差も大きくなるが、サイコロの密度の高、低によって誤差の生じ方に違いがあり、密度の高いサイコロでは正しい密度を中心として逆算値がばらつくのに対して、密度の低いサイコロでは測定誤差が大きいほど正しい値から離れて大き目の値が逆算される傾向にある。

適正に管理された重力計を用い、測定に注意を払えば重力の測定誤差を $1.0 \sim 1.4 \mu\text{gal}$ 程度に抑えることは可能なので、図-3によると、今回のモデルでは重力測定による地盤密度の精度は $0.01 \sim 0.05 \text{ tf/m}^3$ 程度と予想される。そして、土の密度は $1.6 \sim 2.0 \text{ tf/m}^3$ 程度の範囲で土質に応じて分布し、その値は粘性土では小さく、砂質土では大きいので、このような地盤密度から地層構成を推定できる可能性がある。

まとめ

数値シミュレーションの結果によると、地球物理学の分野で研究されている重力測定によって地盤の密度を調査する方法が、測定誤差を考慮しても、埋め立て地など広い土地の地層構成の概略調査に応用できる可能性がある。しかし、今回の検討は比較的単純なモデルを対象にしているので、他の様々なモデルについての同様な検討が今後の課題と考えている。

< 参考文献 >

- 1) 物理探鉱技術協会編；1985；物理探鉱10周年特別号；物理探鉱技術協会；PP123-150。
- 2) Robert, L., Parker; 1974; Best bounds on density and depth from gravity data; Geophysics; Vol. 39, No.5; pp644-649.
- 3) Ander, M.E., Huestis, S.P.; 1987; Gravity ideal bodies; Geophysics; Vol.52, No.9; pp1265-1278.
- 4) 土谷尚、梅内勝彦、大倉卓実；1988；重力測定による地盤密度調査の可能性；第23回土質工学研究発表会。

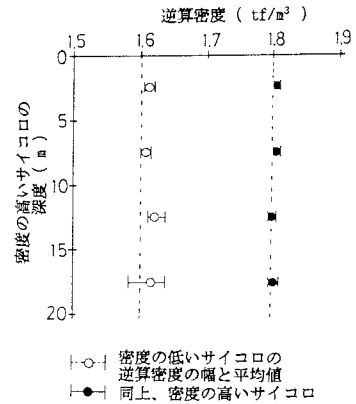
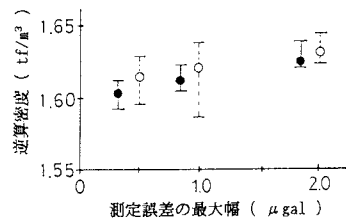
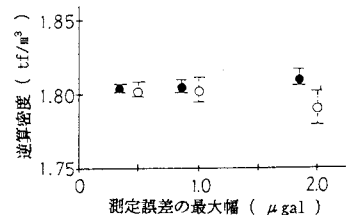


図-2 逆算密度に対する
密度の高いサイコロの深度の影響

(a) 密度が低いサイコロの場合



(b) 密度の高いサイコロの場合



● ケ-2で逆算された密度の範囲と平均値
○ ケ-4 同上

図-3 逆算密度に対する測定誤差の影響