

孔径・密度検層資料

松永ジオサーベイ株式会社

〒140-0014 東京都品川区大井1丁目23番1号

電話 : 03-3773-8411 FAX : 03-3773-8415

eメール : mgs@m-gs.co.jp



測定機器一式



孔径検層ゾンデ



密度検層ゾンデ



密度線源 (Co60) 専用容器



孔径検層測定状況



密度検層測定状況

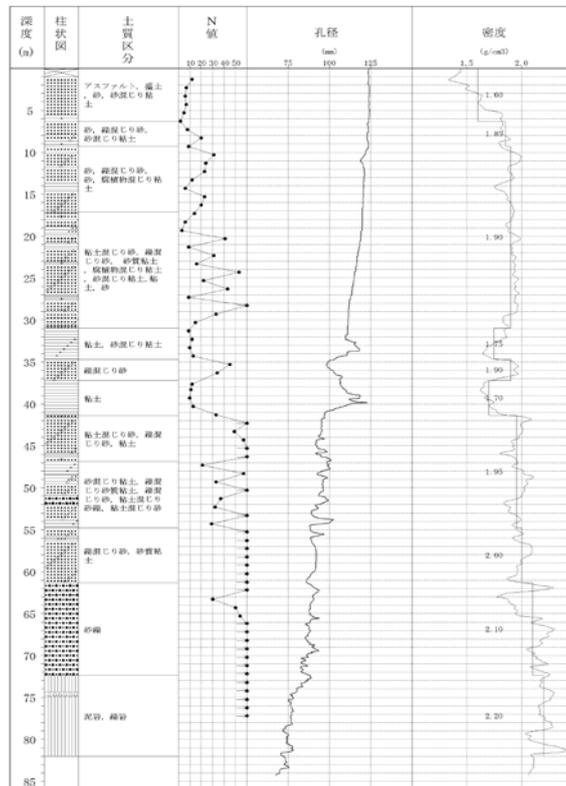


図 孔径・密度検層結果図 No. 1孔

結果図例

1) 密度検層は、放射性同位元素から放射されるガンマ（ γ ）線のコンプトン散乱を利用して、ボーリング孔壁周辺の密度分布を測定する方法である。

(注意事項)

1) 密度検層は、地盤の密度分布を深さ方向に連続して測定する方法である。

(解説)

密度検層は、ボーリング孔を利用して原位置で、放射性同位元素から放射される γ 線のコンプトン散乱を利用して、ボーリング孔壁周辺の密度分布を測定するものである。線源として用いられる放射性同位元素から放射される γ 線を用いて測定することから γ - γ （ガンマ-ガンマ）検層とも呼ばれている。

コンプトン散乱とは、 γ 線が物質中を通過するときに物質中の電子と衝突し、エネルギーの一部を失って異なった方向に散乱する³⁾現象である。放射性同位元素から放射された γ 線が物質中でコンプトン効果により散乱・吸収を受け、光電ピークエネルギーを失った γ 線の強度は物質の密度の関数となる。したがって、コンプトン散乱した γ 線の強度を測定すれば、地盤の密度を知ることが可能となる。コンプトン散乱した γ 線と物質の密度との関係は次式で表わされる。

$$I = I_0 e^{-\mu \rho d}$$

ただし、 I ：検出器で測定される γ 線強度、 I_0 ：線源より放射される γ 線強度

d ：線源と検出器との距離、 μ ：地盤によって異なる質量吸収係数、 ρ ：地盤の密度

(補足)

1) 源は半減期を過ぎるとエネルギーが減少するため使用しない。セシウム 137 (^{137}Cs) の半減期は 30.0 年、コバルト 60 (^{60}Co) の半減期は 5.27 年である。

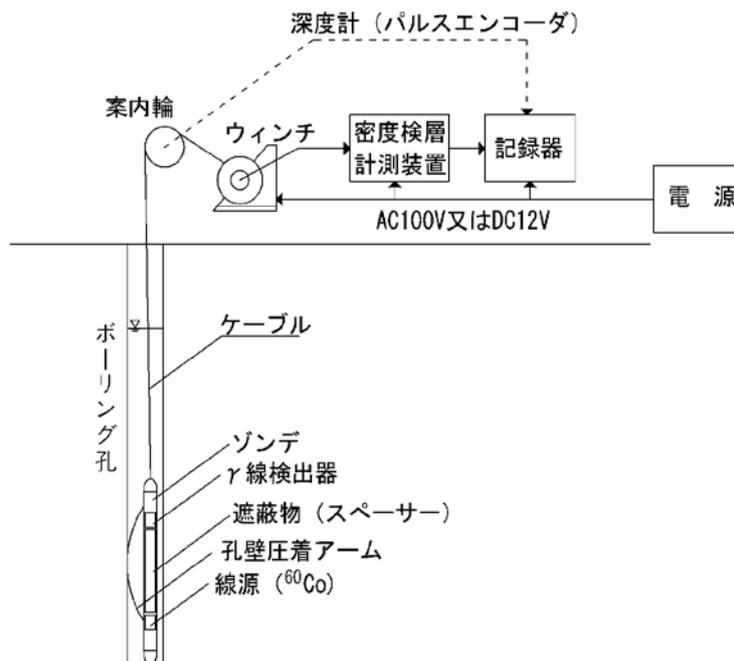


図-2.1 密度検層装置の例

4.1 データ整理

- 1) データ整理は、測定記録を深度と対応付けて検層柱状図に整理する。
- 2) 測定値を読み取る。

(解説)

検層柱状図を基に、深度に対応する計数率を読み取り、自然放射線強度等を差し引いてシートに記載し、孔径などの孔内条件毎に分類する。深度毎の読み取り間隔は0.5～1.0m程度を基本とする。密度検層から得られる測定データ(計数率の深度分布)は、通常、デジタル記録される。測定した計数率データは、ケーシングパイプ位置などを目安に深度をチェックし、地質情報とともに検層柱状図に表示する。また、孔井番号、測定レンジ、時定数、孔内条件(掘削孔径、ケーシングの有無・その直径、孔内水の有無など)、キャリブレーション結果等について漏れなく記載する。なお、孔径検層や併用する自然放射能検層結果を併せて整理する。

深度毎の計数率の読み取りに際しては、0.5～1.0m程度を基本とする。一般に計数率は深さによって変動していることが多いために、読み取り区間の計数率を平均するとよい。自然放射能測定データについても同様に読み取った後、密度検層データから差し引いて自然放射能の影響を補正する。また、孔径検層が実施されている場合には、併せて深度に対応させて孔径の大きさを読み取り、同じ記録シートに記載する。その他、ケーシングパイプや孔内水などの孔内条件の変化点については記録シートに記載する。

4.2 密度換算

- 3) 深さ毎の計数率から、校正曲線を用いて地層の密度に換算する。校正は、孔径の大きさや、ケーシング・孔内水の有無などの各条件に従って、換算しなければならない。
- 4) 換算値を、一般値と比較して解析条件が妥当であることを検討する。

(注意事項)

- 1) 校正曲線は、校正曲線は各種の孔径の大きさ、ケーシングや孔内水の有・無など種々の条件に応じて作成しなければならない。

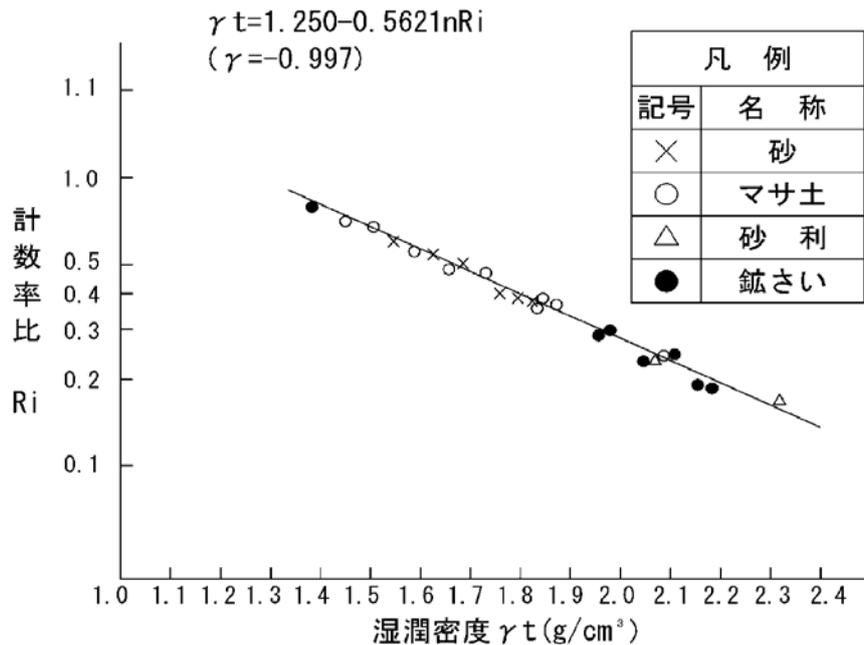


図-4.2 校正曲線の例

(解説)

記録シートに整理した計数率から密度に換算する際には、校正曲線が必要となる。校正曲線は各種の孔径の大きさ、ケーシングや孔内水の有・無など種々の条件にて作成しなければならず、密度への換算に際しては検層時における孔内条件に一致した校正曲線を使用する必要がある。換算は、校正曲線に計数率や孔径の値を直接プロットして深度毎の密度を読み取る方法と、各種校正曲線を入力しておき自動的に密度換算する方法がある。

換算した密度は、一般値(図-4.1)等との比較を行い、解析における問題がないことの検討を行う。問題を生じる原因としては、自然放射能の大きい箇所での補正不良、孔壁が著しく崩壊している箇所での孔径補正不良、ケーシング挿入部での地山の密着不良などが挙げられる。さらに、ボーリング孔底部付近において泥水濃度が濃くなっている場合は、密度も大きい値を示すので注意を要する。

密度検層によって測定されるγ線強度は単位時間あたりのカウント数(計数率)であり、密度に換算するには予め密度とカウント数とを関連づけた校正曲線を作成しておくことが必要となり、校正曲線の精度が測定精度を左右する鍵となる。

密度検層における校正曲線は、検層データとしての計数率から地層の密度に換算する最も重要な資料である。通常は予め作成したものを使用しているが、線源の大きさ・種類、検出器などの計数率に係わる仕様を変更した時や、校正曲線のない孔径やケーシングの径・種類では、新たに校正曲線の作成が必要となる。校正試験実施方法の詳細は参考文献 3)等に委ねるが、一般的にはドラム缶等を使用して、その内部に土砂などを投入・填圧管理しながら供試体を作成し、全体重量とドラム缶の容積から密度(単位体積重量)を算出し、その内部にゾンデを挿入し計数率を計測することが行われている。密度の異なる各種の供試体を複数作成して計数率を計測し、縦軸に計数率、横軸に密度をプロットし、校正曲線を作成する(図-4.2)。通常は複数の校正曲線を作成するために、種々の孔径、孔内水の有無、ケーシング有無等の各種条件にて試験を実施する。校正試験に際しては、対象とする地層密度および孔内条件を考慮して計画するが、特に、孔内条件は現場とできるだけ同一条件で行うようにすることが大切である。ケーシング挿入条件では、現場で使用したケーシングと同等の物で校正試験を実施しなければならない。

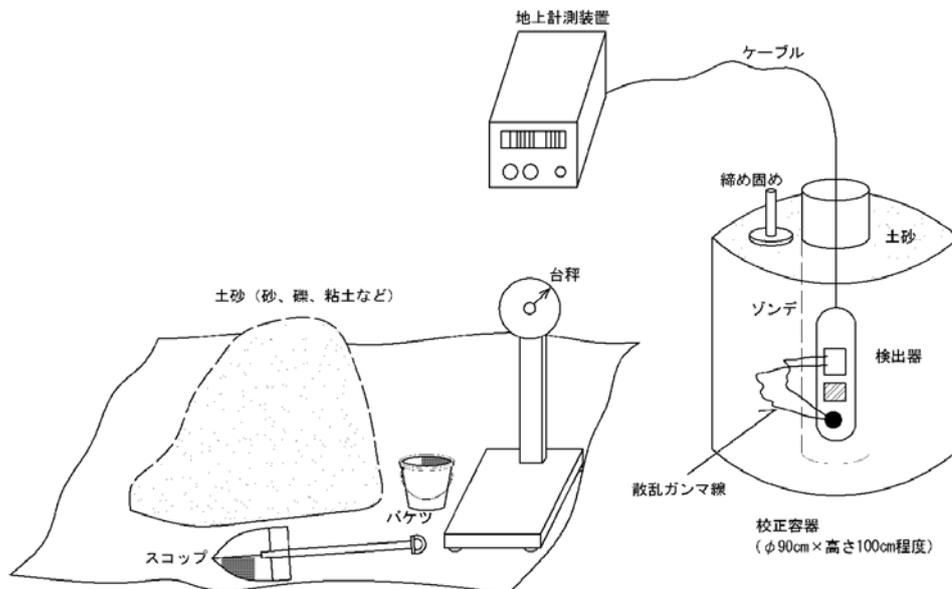


図-4.1 校正試験の概念図