

京都大学防災研究所 正会員 三村 衛
 京都大学工学部 正会員 柴田 徹
 京都大学大学院 シュリバスタバ A. K.

1. はじめに

原位置において地盤の含水量を簡単に検層する試験法として、筆者らは三成分コーン貫入試験機にカリフォルニウム線源とヘリウム検出管を内蔵した中性子水分コーン貫入試験装置を開発した¹⁾。これにより、地盤の含水比分布そのものが把握できるのに加えて、特に、軟弱地盤において時系列的に用いることにより、圧密の経時的な推移を追跡することができる。しかしながら一方で、検出管にカウントされる中性子は、地盤の密度や周辺に存在する物質によって影響を受けやすく、これを補正せずに水分量に変換すると誤差を生じることがわかっている。そこで本報告では、こうした影響因子を取り上げて検討し、現場のデータを用いた補正を行うことによって、地盤の含水量検層の精度の向上をはかり、地盤調査法としての中性子水分コーン貫入試験装置の信頼性について議論する。

2. 含水量検層に影響を及ぼす因子とその補正について

2-1. 乾燥密度 中性子線による含水量測定にその水を含んでいる物質の密度が影響することは、オルガード²⁾によって報告されている。地盤工学の分野で対象となる土の場合、乾燥密度 ρ_d の影響を考慮する必要はある。図-1に水分コーンの較正試験の結果を示す。同図において、白丸で示したポイントは粗粒礫、細粒礫、山砂といった砂質系材料を用いて実施した較正試験の結果である。一方、高含水量域の黒丸のデータは、甲子園埋立地におけるシンウォールサンプリング試料から室内試験で求めた含水量と、現地の貫入試験から得られた当該深度における水分計数率比(カウント)の関係をプロットしたものである。図-1において、砂質系のプロット群と粘土系のプロット群との間にはグループとしての差異が認められる。すなわち回帰曲線に対して砂質系は上側に、粘土系は下側に集まっている。この差が両材料の乾燥密度の違いに起因するものであると考えられる。そこで、図-1の結果を次式で示す補正式を用いて再整理する。

$$\bar{W}_H = W_H + \alpha \cdot \rho_d \quad (1)$$

ここで、 \bar{W}_H は等価含水量、 W_H は含水量、 ρ_d は土の乾燥密度である。また、 α は線源と検出管の配置に

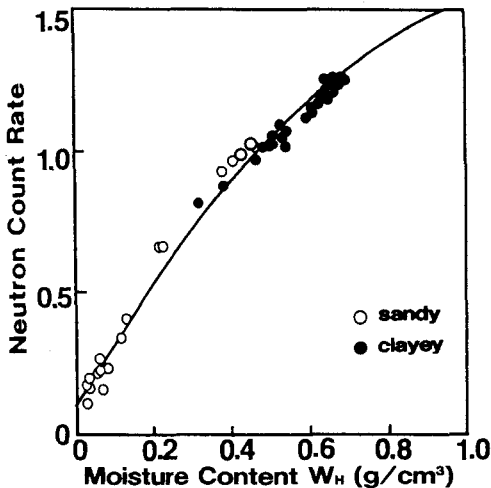


図-1 密度補正を行っていない較正曲線

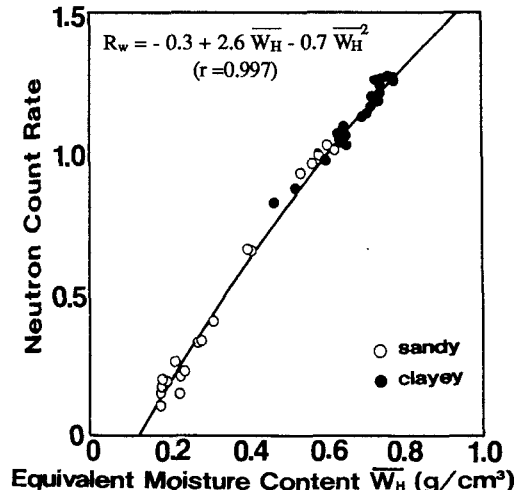


図-2 密度補正を行った較正曲線

依存して決定される補正係数で、水分コーンに対して最も相関の高い関係を示す α の値は0.102となった。補正された等価含水量と水分計数率比の関係を図-2に示す。図-1と比べて材料による差異が小さくなっており、この関係は非線形回帰によって、図中に実線で示すような二次関数で近似できる。

2-2. 塩分濃度 中性子はカドミウム、ボロン、塩素といった元素によって吸収される性質を持っているが、この中で地盤工学上最も問題となるのは、海水中に含まれる塩素である。ここでは、この塩素に着目して補正を行う。図-3に室内実験による塩分濃度と水分計数率比の関係を示す。塩分濃度の上昇に比例して

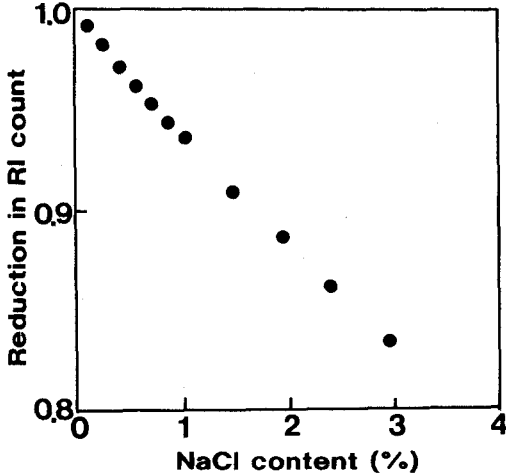


図-3 塩分濃度によるRIカウントの変化

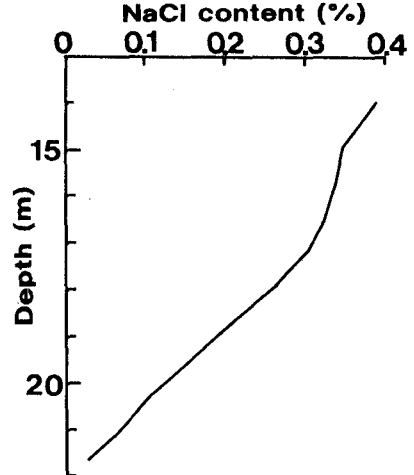


図-4 甲子園粘土の塩分含有率分布

水分計数率比の値はほぼ直線的に低下していることがわかる。一方、甲子園埋立地におけるシンウォールサンプルを用いた塩分濃度試験結果を図-4に示す。これらの結果を用いて甲子園埋立地における検層結果の補正を行った。

2-3. 補正された検層結果と実測含水量分布 補正された検層結果と室内で実測された含水比の分布比較を図-5に示す。同図において、破線は図-2に示した密度補正を行った結果を、実線はこれに塩分濃度補正を行った結果を示している。密度補正を行った結果は粘土層下部を除いて実測含水比とよく一致しているが、さらに塩分濃度補正を行うことにより、塩分濃度の高い粘土層上部においても実測含水比を的確に評価し得ることがわかる。ただし、塩分濃度による含水量検層結果への影響はさほど大きいものではなく、検層結果は全体として信頼性の高いものとなっている。

3. まとめ 新しく開発した中性子水分コーンによる含水量測定に影響を及ぼす要因として、土の乾燥密度と塩分濃度を取り上げ、おのおのについて補正を行った。その結果、水分コーンによる検層結果は、室内で行った含水比実測結果を非常によく一致し、原位置における地盤調査法として有効であることがわかった。

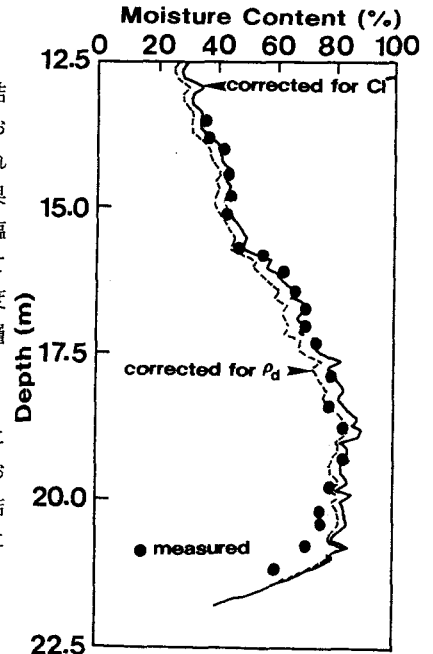


図-5 含水比の深度方向分布の比較(甲子園埋立地)

参考文献：(1) 柴田、三村、プラダ、延山 (1991)：第26回土質工学研究発表会講演概要集、(2) Olgaard, P.L. (1965)：Riso Report No. 97.