

FDR-V 法によるベントナイト混合土の表面密度測定に関する再検討

岡山大学大学院環境生命科学研究科 正会員○小松 満

(株) 安藤ハザマ 正会員 千々松正和

1. はじめに

接触型のセンサで比誘電率を測定する FDR-V 法をベントナイト混合土の施工直後における表層部分の乾燥密度を測定する手法としての応用に着目した。これまでの検討では、体積含水率に対する校正精度は±10%程度であるにも関わらず、乾燥密度に変換した場合の精度は低下することが判明した¹⁾。本報では、測定回数の増加とプローブの密着時の圧力を一定に保つカウンターウェイトを設置するなど、更なる改良を行うことで測定精度の向上を目的に再検討を行った結果について報告する。

2. 圧縮ベントナイト供試体に対する測定

試料はクニボンドRW：三沢砂＝30：70であり、ブロック供試体（直径φ50×高さ50mm）の作製ケースを図-1に示す。供試体数は全部で22個となり、各供試体に対して写真-1に示すような今回新たに製作した2種類のプロトタイプのプロープ（φ20mm, φ40mm）を密着させて各10回の測定を行い、その平均値で整理した。全測定結果を体積含水率と誘電率の関係として図-2にまとめる。この結果を基に、校正曲線を3次式により求めた結果を図-3に示す。

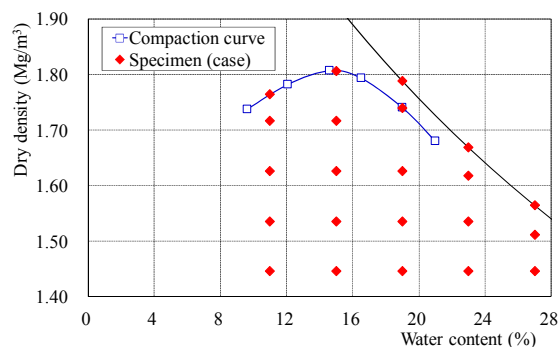


図-1 供試体作製ケース



写真-1 プロトタイプ FDR-V プローブ

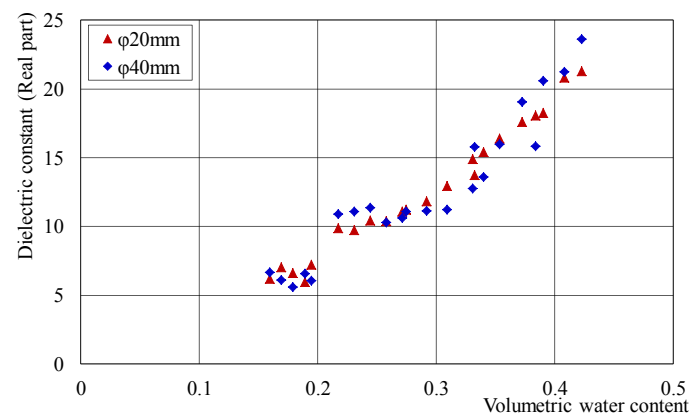


図-2 測定結果（誘電率と体積含水率の関係）

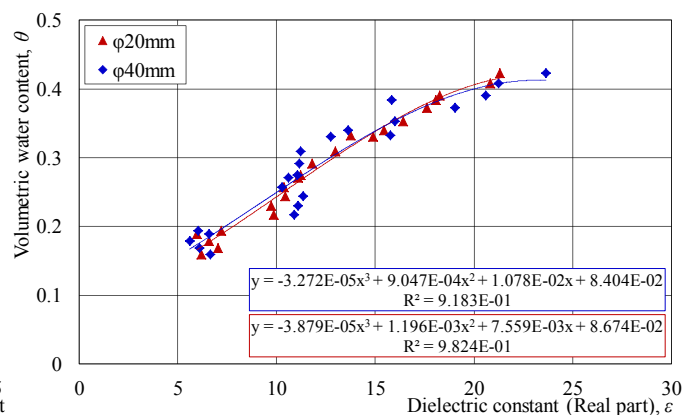


図-3 校正曲線の作成

図-3の校正曲線を用いて、体積含水率に対する測定精度（供試体作製時の値と誘電率の値による算定結果の比較）を検証した結果を図-4に示す。測定値は従来の±10%の精度から改善し、概ね±5%の範囲に収まる結果となった。

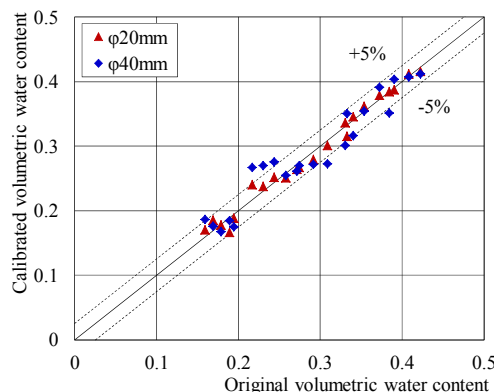


図-4 体積含水率の校正精度

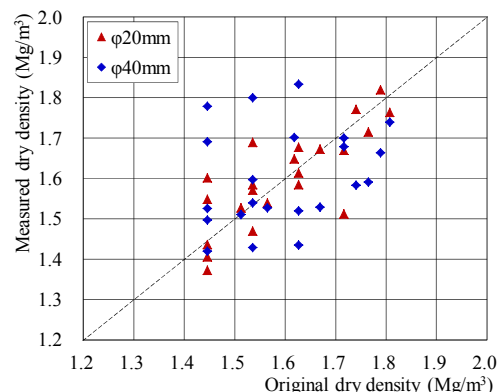


図-5 乾燥密度の算出精度

キーワード：ベントナイト，体積含水率，乾燥密度，FDR-V，誘電率
連絡先：〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 Tel・FAX:086-251-8160

次に、供試体の含水比を用いて乾燥密度に変換した結果を図-5に示す。乾燥密度の測定精度も従来の検討結果から改善は見られたものの、体積含水率の結果と比べ、特に $\phi 40\text{mm}$ プローブで大幅な値の変動が見られた。供試体内での密度と含水比のばらつきが大きく影響しているものと考えられる。

3. 模擬施工地盤に対する測定

次に、模擬施工地盤に対する測定を実施した。施工ケース（長さ75cm×幅75cm×高さ30cmの鋼製型枠内に所定の含水比および乾燥密度のベントナイト混合土を電動ランマーで施工）を図-6に示す。測定ケースは含水比16.6～21.1%，乾燥密度1.59～1.73 Mg/m^3 の9個であり、写真-2のように先の2種類のプローブ（ $\phi 20\text{mm}$ ， $\phi 40\text{mm}$ ）を密着させて各10回の測定を行い、その平均値で整理した。全測定値を体積含水率と誘電率の関係としてまとめた結果を図-7に示す。これらの値を基に図-3の校正曲線を用いて、体積含水率に対する測定精度（施工時の値と誘電率の値による算定結果の比較）を検証した結果を図-8に示す。測定精度は先の供試体の場合とは異なり、 $\pm 5\%$ の範囲から大きく外れ、大部分の測定値が過大評価する結果となった。次に、測定後に炉乾燥法で求めた表面付近の含水比を用いて乾燥密度に変換した結果を図-9に示す。比較的相関が認められる結果を示したものの、先の校正測定と同様のばらつきが見られた。

4. まとめ

現場用 FDR-V 密度計としての適用を視野に、プロトタイプのプロブによるキャリブレーションを行った上で、模擬施工地盤での測定を実施した。その結果、体積含水率に対する校正精度は $\pm 5\%$ 程度と測定精度は向上したが、乾燥密度に変換した場合にはばらつきが見られた。一方、模擬施工地盤での体積含水率の測定結果は過大評価する傾向を示した。その要因として、供試体内での密度と含水比のばらつきと、模擬地盤での測定時の温度が低かったことが挙げられる。

今後は、供試体内でのばらつきを抑制するために、より薄い供試体での再校正を実施するとともに、測定時の温度補正を行うなど、更なる改良を行うことで測定精度の向上を図る予定である。

図-8 体積含水率の測定精度

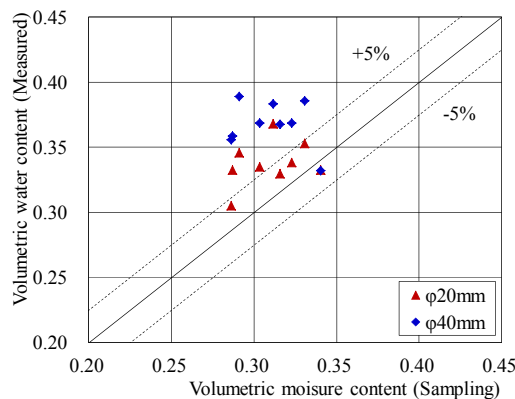


図-8 体積含水率の測定精度

【参考文献】

- 1) 小松 満・千々松正和：FDR-V法によるベントナイト混合土の水分・密度測定に関する検討，土木学会第71回年次学術講演会講演概要集，III-163，pp.325-326，2016．

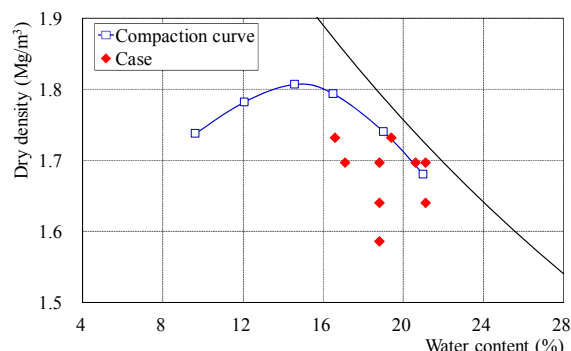


図-6 模擬施工地盤ケース



写真-2 模擬施工地盤での測定

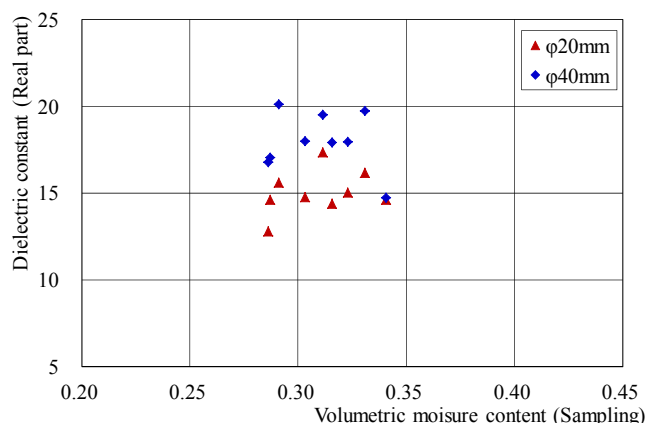


図-7 測定結果（誘電率と体積含水率の関係）

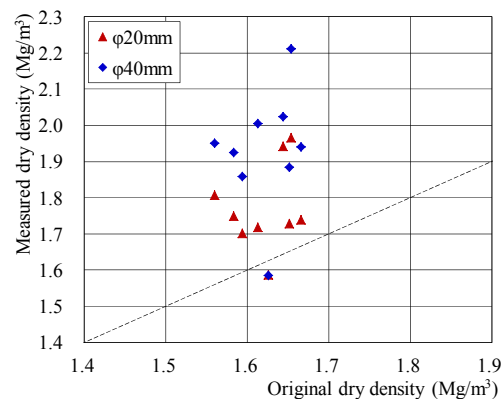


図-9 乾燥密度の算出精度