

気泡混合土の湿潤密度・含水量計測への RI 計器適用性検討

清水建設（株） 正会員 ○陳 剣 齋藤 亮 若林 成樹 吉成 勝美 西 琢郎 杉山 博一 安井 克豊

1. はじめに

泥土圧シールド工法作为一种として位置付けられる気泡シールド工法は、特殊起泡剤を発泡させて作製した気泡を添加材としてシールドチャンバー内に注入しながら掘進する工法である¹⁾。泥土圧シールドにおいて、切羽安定とスムーズな掘進を確保するためには、注入する気泡および水の混合比率を調整しながら、チャンバー内の掘削泥土の塑性流動性と止水性、また、排出される土量の管理が重要である。

従来の掘削泥土の管理は、スクリーコンベヤーから排出された泥土の性状を目視観察や触診といった経験的な判断や、排出される泥土の重量や体積を計量し、計画値と比較するなどの管理方法をとってきた。しかし、チャンバー内の圧力下における泥土と、大気圧下に開放された泥土とでは、密度が異なるため、正しい体積評価が困難である。特に、気泡を添加材として使用している場合には、大気圧下での気泡の膨張作用により、体積評価はさらに困難となる。

チャンバー内の気泡添加量や排土量の管理の正確性を向上させるためには、本稿では、チャンバー内に充満された気泡混合土の密度・水分量を、リアルタイムで計測することを想定して、ソイルアンドロックエンジニアリング社製のポータブル1孔式RI密度・水分計（以降、SPITERと表記する）を用いて、その測定器としての性能を調査するために実施した室内実験結果と考察について報告する。

2. 実験方法

試料土として、あるシールド現場の粒径加積曲線を参考にクニボンド、トチクレ、コンクリート用細骨材の重量比を変えることにより、粘性土優勢および砂質土優勢の模擬土を作成した。それぞれの粒径加積曲線を図1に示す。作成した模擬土に気泡を混入するとともに加水率を変えて6つの実験ケースで測定を行った。

SPITERの測定範囲と測定状況を図2に示す。測定範囲はSPITERのプロブ先端から約150mmの位置を中心とした直径約300mmの球状の領域であり、この領域内の模擬土の湿潤密度・含水量を測定するものである。RI計器の性能を評価するため、模擬土の湿潤密度および含水量の基準値が必要となる。湿潤密度は体積が既知の容器を用いて採取した模擬土の重量を体積で除して求めた。含水量は炉乾燥法で求めた。

高さ800mm、直径750mmのボイド管内にフレコンパックを広げ、その中に所定の発泡率の気泡を混入した模擬土を3回に分けて作成・投入した。模擬土を全て投入後、表面を均し、ボイド管の中心にSPITERのガイド管（φ42×肉厚2.3mm）を挿入した。フレコンパックを破らないよう、ガイド管の先端部はフレコンパックの底から20mmほど上方の位置とし、SPITERのプロブをガイド管に挿入して測定を行った。

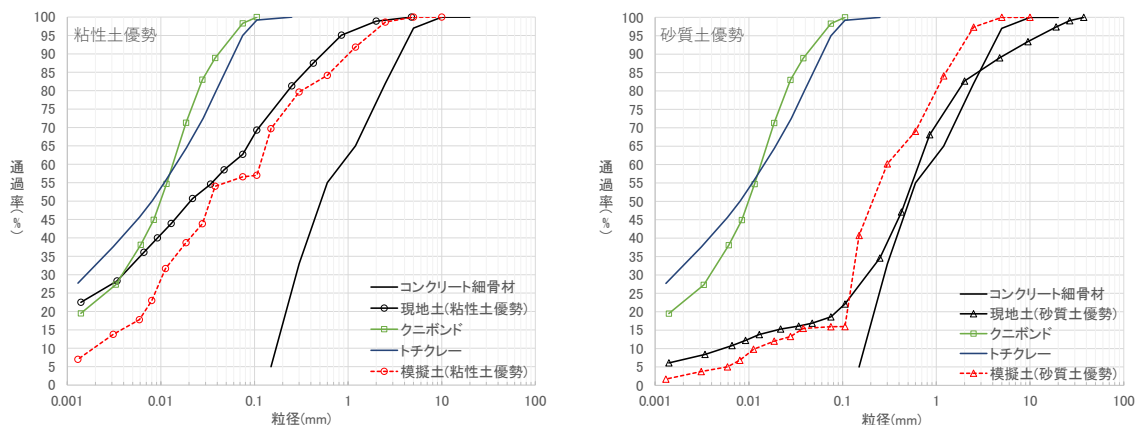


図1 模擬土の粒径加積曲線

キーワード 気泡混合土, 湿潤密度, 含水量, RI 計器, 模擬土

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設株式会社 技術研究所 TEL 03-3820-5504

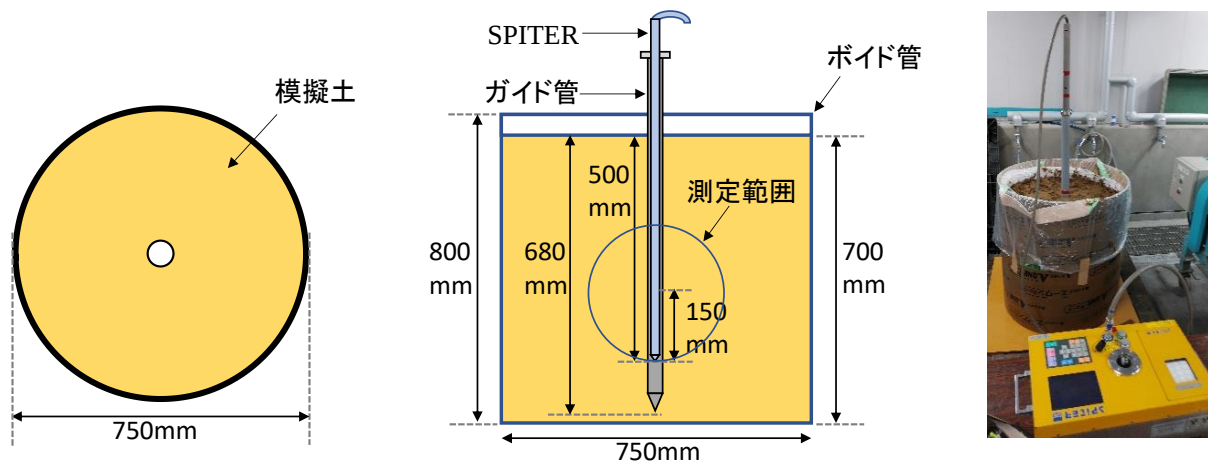


図2 SPITERの測定範囲と測定状況

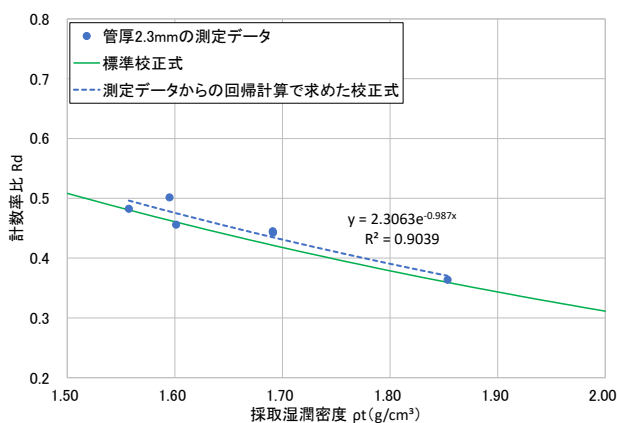


図3 SPITER計による湿潤密度の計測結果

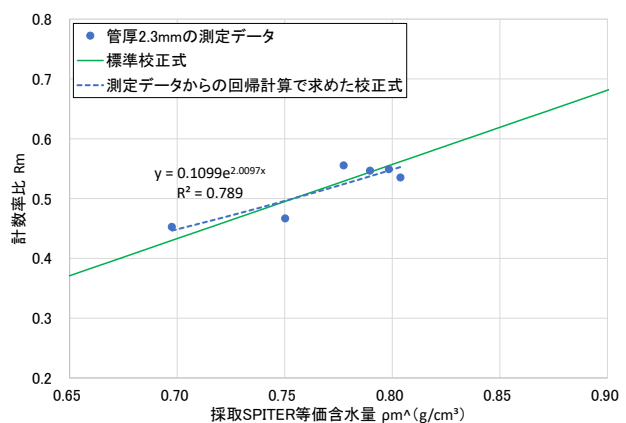


図4 SPITER計による含水量の計測結果

3. 実験結果および考察

実験結果として、図3に採取試料の湿潤密度とガイド管の管厚2.3mmで模擬土を測定したSPITER密度計の測定値の関係を示す。校正式は湿潤密度と計数率比の関係を近似して求める。計数率比とは測定され放射線カウント数がある基準測定値に対する比率で表わしたもので、経年による放射線源の減衰の影響を補正するための概念である。

なお、図3には今回の測定データのみを回帰計算で求めた校正式に加えSPITER密度計の標準校正式の曲線を追加している。密度計の標準校正式は今回の実験データのみで求めた校正式とはわずかに異なっているが、試料土の採取に伴う基準湿潤密度の測定誤差があることを考慮すると密度計の標準校正式は気泡を含む土質材料に適用できると考えられる。

図4に、管厚2.3mmで模擬土を測定したSPITER水分計の値およびSPITER水分計の標準校正式を示す。SPITER水分計の測定値は概ね標準校正式上にあり、水分計についても密度計同様に標準校正式を適用可と考えられる。

4. 結論

気泡材を添加した模擬土を標準の肉厚2.3mmのガイド管を用いてSPITERで測定する場合、密度計、水分計ともに標準校正式を適用可能と考えられる。

なお、今回の実験で行った採取試料の密度測定や水分測定結果については、試料採取のばらつきなどの要因で誤差がある結果となっているので、今後の追加実験では、試料の採取方法などについて詳細な検討が必要と考えられる。

参考文献

- 1) シールド工法技術協会：気泡シールド工法 技術資料，2020年8月。