

近赤外線水分計を用いた盛立材料の室内迅速含水比測定装置

鹿島建設(株) 正会員 ○藤崎勝利 辻 良祐 照井秀幸 小林弘明 小原隆志
(独) 水資源機構 正会員 坂本博紀 坂井田輝

1. はじめに

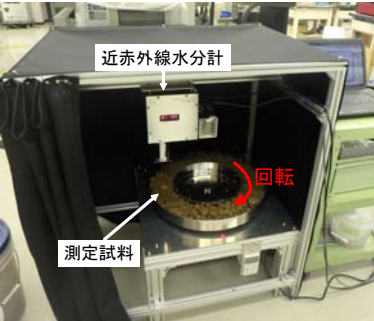
ロックフィルダム盛立工事に代表される盛土工事では、盛土のせん断強さや遮水性などの要求品質を確保するために盛立材料の含水比管理が重要である。そのため、施工現場では盛立材料の含水比を日々測定し、施工含水比（締固め後の要求品質を満足できる含水比の幅）の範囲を逸脱していないことを確認する必要がある。通常、含水比の測定には乾燥炉を使用する炉乾燥法（JIS A 1203）が用いられるが、施工現場では迅速法として電子レンジ法（JGS 0122）やフライパン法（直接加熱法）¹⁾が用いられることも多い。しかし、これらの測定方法は表－1 に示すような問題点をそれぞれ有しており、施工現場では含水比測定の間、施工を中断することもある。そこで、筆者らは電子レンジ法やフライパン法よりも多くの試料量の含水比を迅速に測定できる近赤外線水分計を用いた室内含水比測定装置（以下、近赤外線装置）を試作した。本報では、近赤外線装置の概要とロックフィルダムコア材を対象とした測定精度の検討結果、そして同装置を導入した品質管理方法案を報告する。

2. 装置概要

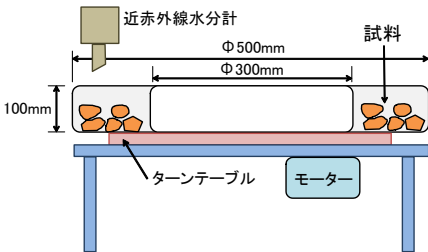
試作した近赤外線装置は写真－1、図－1 に示すように、小型の近赤外線水分計（(株) ケット科学研究所製）²⁾、リング状の試料受皿、受皿を回転させるターンテーブルとモーターで構成されている。測定試料の最大粒径は 37.5mm、測定試料量は最大 10kg である。近赤外線水分計は、含水比（水分量）と高い相関性を持つ近赤外光を測定試料に照射し、水分に吸光される近赤外線の度合い（吸光度）から予め設定した相関式を介して含水比を推定する測定器である。含水比は、表面を概ね平坦に均した受皿上の測定試料に近赤外線を照射しながら受皿を 1 回転（1 分間）させて連続的に測定し、この平均値を測定結果とする（図－2）。試料の準備、測定、廃棄までに要する時間は約 5 分である。また、吸光度と含水比の相関式を変更すれば、土質が異なる複数の材料に対しても適用できる。

表－1 各測定方法の問題点

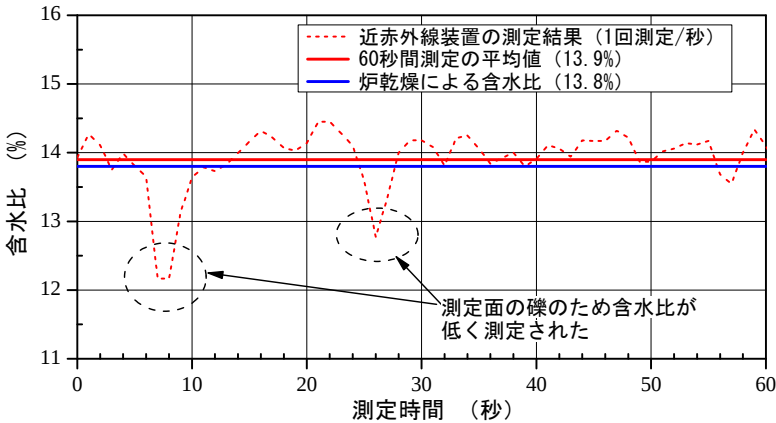
試験方法	特長	問題点
炉乾燥法 (JIS A 1203)	・最も一般的な方法 ・多量の試料でも測定可能	・測定に時間がかかる(18時間～24時間)
電子レンジ法 (JGS 0122)	・迅速に測定可能 (10分～20分)	・試料量が500g程度以下と少ないため測定結果にばらつきが生じる ・電子レンジが故障する可能性があり、連続使用が困難 ・加熱中に磁分が破裂する可能性がある
フライパン法 (直接加熱法)	・比較的迅速に測定可能 (15分～30分程度)	・試料量は5kg程度以下 ・乾燥中の攪拌方法など試験員による個人差が生じる可能性がある



写真－1 装置全景



図－1 装置概要



図－2 測定結果例

キーワード 含水比 迅速測定 施工管理 近赤外線水分計 変動監視 生産性向上
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-489-6481

3. 測定精度の検証

検証試料には、福岡県で建設中の小石原川ダムのコア材³⁾を最大粒径 37.5mm に調整したものをを用いた。このコア材の含水比を複数変化させて、近赤外線装置、フライパン法、炉乾燥法で含水比をそれぞれ測定した。図-3 に炉乾燥法と近赤外線装置の比較を、図-4 に炉乾燥法とフライパン法の比較を示す。図-3 に示すように、近赤外線装置はコア材の施工含水比の範囲(14.3%~17.3%)において、炉乾燥法の測定結果に対して概ね±1%の精度で測定できることがわかる。また、含水比が高くなり、コア材の表面に水分が浮くような状態になると、近赤外線装置の測定結果の誤差が大きくなる傾向が読み取れる。近赤外線装置とフライパン法の測定結果を比較すると、炉乾燥法の測定結果に対する残差の標準偏差は概ね同等であり、施工含水比の範囲付近の含水比状態であれば、近赤外線装置は含水比管理に適用可能であると判断した。

4. 近赤外線装置を導入した品質管理方法案

図-5 に近赤外線装置を導入した品質管理フロー(案)を示す。従来方法での含水比の試験頻度は 1~2 回/日であるが、迅速な測定が可能な近赤外線装置を導入すると、例えば 1 回/1 時間というように測定頻度を増やすことができる。このような頻度で測定することで施工中の含水比の変動監視が可能となる。この施工中の変動監視によって、含水比の変動がない場合は施工を継続する(従来方法での確認は省略)、含水比の変動を検知した場合は従来方法で含水比を確認するという「品質変動に応じた合理的な品質管理」が実現できる。また、従来の定時で行う品質管理に比べて、含水比の急激な変動も捉えることが可能であり、品質の向上が期待できる。

5. おわりに

最大 10kg の試料の含水比を 1 分間で測定できる近赤外線装置を試作し、測定精度を検討した結果、現場で用いられるフライパン法と同等の測定精度を持つことが確認できたため、ロックフィルダムコア材料の含水比管理に適用可能と判断した。また、同装置の導入による含水比変動監視を併用した品質管理方法案を提案した。今後は小石原川ダムでの試行を通じて、測定精度の向上と検証、同装置の導入による生産性向上効果などについて検討する予定である。

参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説，含水比試験，pp.61-68, 2009.
- 2) 株式会社ケツト科学研究所 HP：
http://www.kett.co.jp/products/c_9/index.html
- 3) 辻良祐，龍岡文夫，藤崎勝利，吉田輝，小林弘明，小原隆志，曾田英揮，坂本博紀：締固め土の乾燥密度，飽和度と変形係数（剛性）の関係，第 53 回地盤工学研究発表会，2018（投稿中）。

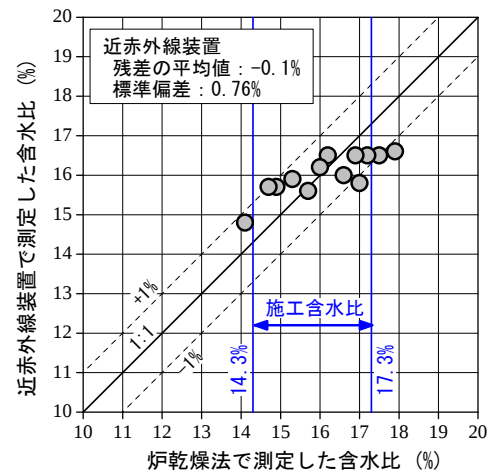


図-3 近赤外線装置の測定結果

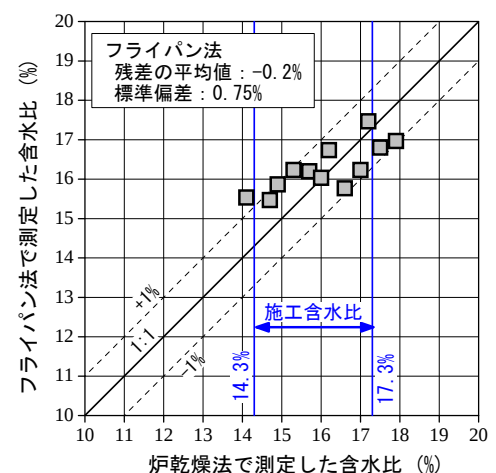


図-4 フライパン法の測定結果

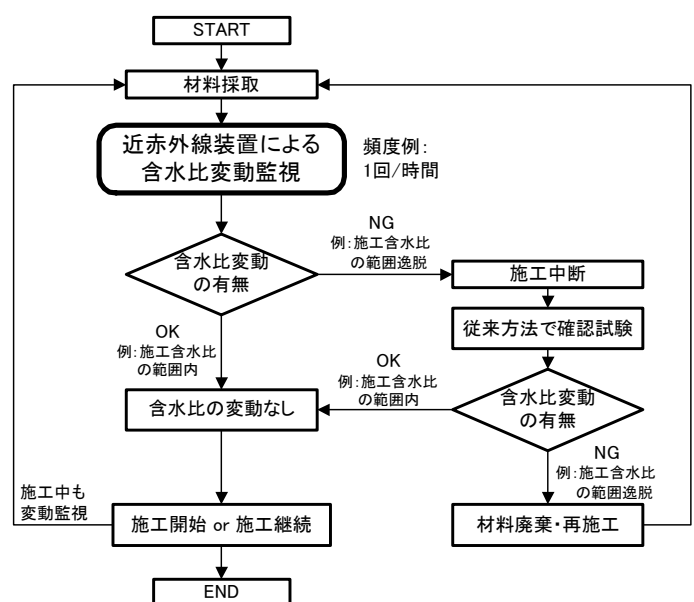


図-5 近赤外線装置を導入した品質管理フロー(案)