

ICT 土工における盛土材料の品質管理方法の検討

西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 正会員 ○當坂 康紘
 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 非会員 細川 晃司
 西日本高速道路(株) 非会員 児玉 知之

1. はじめに

ICT (Information Communication Technology) 土工における盛土の施工では、GNSS (Global Navigation Satellite System) を搭載した振動ローラにより転圧回数と転圧範囲を管理する。これにより、従来の一層ごとに RI 計器で計測する品質管理が不要となり、測定やデータ整理に関わる人員の削減や業務の効率化が図られる。

上記の施工は、盛土材料が締固め度の得られる施工含水比内であることが前提となっている。施工含水比外であると所定の締固め度を得ることが困難となることから、西日本高速道路(株)の土工施工管理要領(平成 29 年 7 月)では、「1 日 1 回または一層施工ごとに 1 回」の含水比管理が定められている。ここで、一般的な含水比測定方法である炉乾燥 (JIS A 1203) により管理すると、結果が出るのに約 24 時間を要するため、1 日に複数層の施工ができない・施工含水比外であれば締固め度が得られていることが保証されないため再施工しなければいけないという問題が生じる。

ICT 土工は管内でも今後積極的に導入されることとなっているが、効率的な含水比確認方法の確立が生産性の向上を図る上で課題の 1 つとなっている。そこで、効率的で簡便な含水比の確認方法について、新たな方法の適用性を確認・検証することとした。

2. 方法

本研究では、短時間で測定可能かつ施工前に含水比確認が可能となる電子レンジ (JGS 0122, 測定時間: 約 15 分, 粒径 10mm を超える礫分を多く含む試料への適用性は不明) による含水比管理方法の確立を目指す。

試験の実施手順を図 1 に示す。和歌山、福岡、福知山、滋賀の盛土現場において、自然な含水状態の試料を計 37 試料採取して各種の測定をした。

電子レンジによる含水比測定は、粒径 10mm 以下の試

料が対象のため、9.5mm のふるいを通過した試料で測定した。また比較のため、ふるいを通過した試料においても炉乾燥により含水比を測定した。求めた含水比を図 1 に示すようにそれぞれ w_A , w_B , w_m (%) とする。

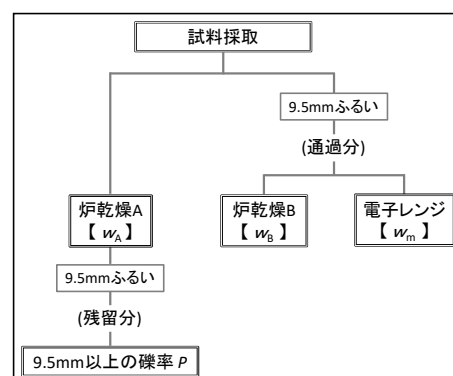


図 1 試験手順

3. 結果

求めた各試料の含水比について、 w_A と w_m の比較を図 2(a)に、 w_B と w_m の比較を図 2(b)にそれぞれ示す。

w_m は w_A よりも大きくなる傾向が見られた。一方、 w_B と w_m はほぼ同様の傾向を示し、強い相関が見られた。そのため、最大粒径が 9.5mm 未満の材料では炉乾燥と電子レンジでは同等の結果が得られると考えられる。

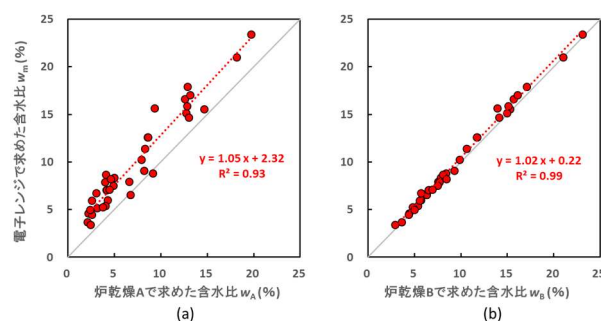


図 2 試験結果

4. 電子レンジによる含水比確認方法の検討

試験結果より、9.5mm 以上の礫分が多いほど、 w_A と w_m の差が大きい傾向がみられた。これは、礫分が細粒分よりも吸水率が小さいことによると考えられる。

キーワード 盛土, ICT 土工, 含水比, 日常管理

連絡先 〒565-0805 大阪府吹田市清水 15-1 西日本高速道路(株) 関西支社 建設事業部 技術計画課 TEL:06-6876-3370

そこで、 w_A と w_m の比として換算係数 α を式(1)のように設け、試料の9.5mm以上の礫率 $P(\%)$ と比較した。

$$\alpha = w_A / w_m \tag{1}$$

図3に結果を示す。 P が大きいほど α は小さくなる傾向が見られ、 P と α には負の相関がある。また、地質による P と α の傾向の違いは見られなかった。

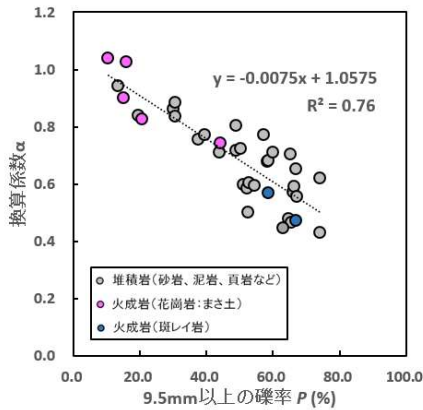


図3 9.5mm以上の礫率と換算係数の関係

ここで、式(2)の回帰式より、9.5mm以上の礫率 P によって α を決定する。また式(3)のように、電子レンジで求めた含水比の α による換算値を $w'(\%)$ とした。

$$\alpha = -0.0075P + 1.0575 \tag{2}$$

$$w' = w_m \times \alpha \tag{3}$$

図4に、 w_A と w_m の差(Δ_1)および w_A と w' の差(Δ_2)のヒストグラムを示す。 Δ_1 は負の値(w_m の方が w_A より大きい)となるが、 Δ_2 は大半の試料(33/37)で ± 1.0 の範囲であった。つまり、 w_m は α により w_A に近い値に補正できることがわかる。よって、 $w' \pm 1.0(\%)$ の範囲に炉乾燥Aで求めた含水比がある確率が高く、管理の目安とすることができる。

以上より、電子レンジは礫分を含む試料においても、ふりい通過分を含水比測定した値を9.5mm以上の礫率に応じて換算すれば、ある程度の精度で適用できるとわかった(以下、修正電子レンジ法と呼ぶ)。修正電子レンジ法を用いた盛土の含水比管理方法は表1、図5のようになる。

5. 修正電子レンジ法を適用した場合の効率化

120cmの盛土を施工、一回の施工厚さが30cmと仮定する。含水比確認頻度は、前述のように「1日1回または一層施工ごとに1回」である。

炉乾燥により含水比確認すると、結果は約24時間後にわかる。そのため、1日一層(30cm)ずつの施工が限

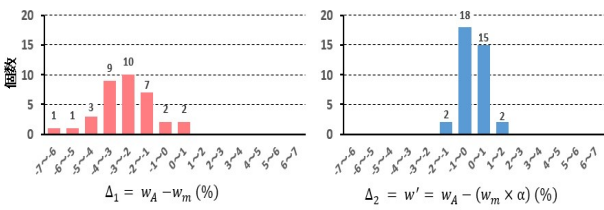


図4 炉乾燥と電子レンジで求めた含水比およびその補正値の差

表1 修正電子レンジ法による含水比管理方法

9.5mm以上の礫率 $P(\%)$	適用
0	電子レンジにより求めた含水比が施工含水比およびモデル施工で確認した含水比内に入っていること
$0 < P < 75$	{ (電子レンジにより求めた含水比) $\times \alpha$ } ± 1.0 が施工含水比およびモデル施工で確認した含水比内に入っていること※2
$75 \leq P$	サンプルなしのため、本研究では対象外

※2: $\alpha = -0.0075P + 1.0575$ 、 P : 9.5mm以上の礫率(%)

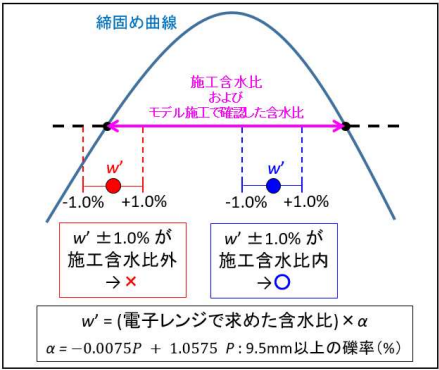


図5 修正電子レンジ法による含水比管理方法

度となり、合計4日(+翌日の含水比確認)を要する。さらに、万が一材料が施工含水比外であった場合は所定の締固め度が得られていることが保証されないため、前日に施工した箇所の手直しが必要となる。

一方、修正電子レンジ法で含水比を確認すれば、約15分で含水比がわかる。そのため1日に複数層の施工が可能となり、1日二層(30cm $\times$ 2)を施工すれば、2日で施工が完了する。また、施工前に含水比が確認できるため、施工箇所を手直しすることがない。

このように、炉乾燥を用いた場合と比較して施工日数を大きく削減できることが期待される。

西日本高速道路の関西支社管内では本手法を用いた際の管理様式を作成し、「GNSSを用いた盛土工事の含水比管理マニュアル(案)」として、ICT土工を用いた際の含水比管理方法の一つとして運用している。