除去土壌水分の連続計測方法に関する考察

清水建設　正会員　○浅田　素之
清水建設　正会員　中島　均
清水建設　正会員　横山　勝彦
清水建設　正会員　岩渕　雅和
環テックス　非会員　山本　中一

１．目的

福島第一原子力発電所の事故で拡散した放射性物質の除染作業が順次進められ、現在、除染作業から発生した除去土壌等の中間貯蔵事業が始まっている。受入分別施設では、大量の除去土壌を分別するために改質材を添加して、土壌の粘性を調整し、分別作業を効率化している。改質材の添加量は、土壌水分量（含水率）により変化するため、含水率の変化に応じて適正量を添加する必要がある。大量の土壌を処理するため、オンラインで効率的に含水率を測定する方法が不可欠である。ここでは、中性子水分計を用いて、ベルトコンベア（ベルコン）で運搬される土壌の含水率連続計測方法に関する精度検証について、平成28年度中間貯蔵施設の土壌貯蔵施設等工事（大熊町）で実施した内容を紹介する。

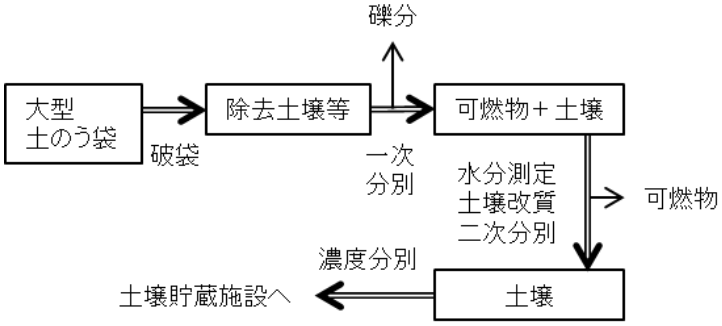

図１　受入・分別施設（対象工事）の作業フロー

２．大型土のう袋の破袋、改質、分別方法

図１に、対象工事の作業フローを示す。大型土のう袋には、土壌等のみが収納されていることになっているが、実際には、土壌等の除去にともなって可燃物も混在しており、可燃物と土壌等を分別する必要がある。大型土のう袋の破袋、一次分別（粗分別：約 100㎜ のふるい目）後、パワーグラインドスクリーン（PGS）で二次分別を行う。PGS のふるい目は約 20㎜ であり、目詰まり等による分別効率の低下や土壌等の団粒化による誤分別が問題になる可能性がある。これを解消するために、中性改質材（SC カラッ土）を開発した。改質材の適正添加量は、含水率によって変化する。大量の土壌がベルコン上で運搬される間に、瞬時に含水率を測定することで、添加量を最適化することが可能である。

写真１　パワーグラインドスクリーン

写真２に、粘性の高い土壌を処理した際、PGS が目詰まりした状況を示す。効率よく除去土壌を分級するためには、改質材により含水率に応じた適正な土質管理を行う必要がある。

写真２　PGS の目詰まりの様子

キーワード　中間貯蔵施設、受入分別施設、除去土壌、含水率、連続計測、改質材
連絡先　〒135-8530　東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設（株）技術研究所　ＴＥＬ03-3820-8469

３．含水率計測方法

含水率の連続計測装置として、ソイル＆ロックエンジニアリング社のオンライン中性子水分計 CONG-Ⅱ骨材表面水量計を用いた。カリフォルニウム 252（1.11MBq）を線源とする封入した中性子線散乱型水分計である。線源から発生した速中性子が土壌中の水素と反応し、生成した熱中性子を計測する。

水分計を、写真 3 の通りベルコン下部に設置し、含水率を常時計測した。ベルコンの運搬速度は 0.5m/s 程度である。

ベルコン上から採取した土壌を 110℃で加熱して計測した含水率の実測値（採取試料含水率）と、中性子水分計で測定した含水率（水分計含水率）を比較した。

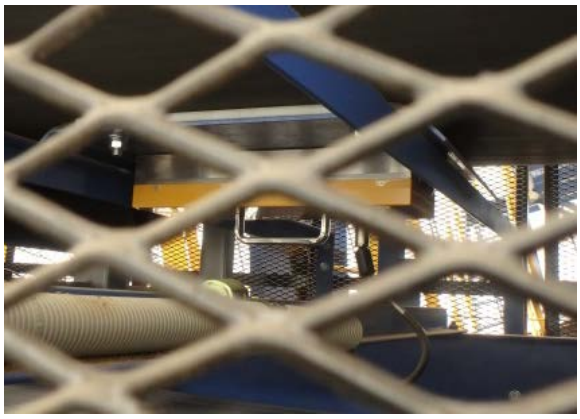

写真 3　中性子水分計（中央の黄色部分）

４．結果

図 2 に、中性子水分計を用いた 1 日の含水率連続計測結果を示す。含水率は 1 秒ごとに熱中性子のカウント数（CPS）から割り出しているが、ここでは、10 秒平均の値として示している。当該装置を用いて、連続的に含水率を計測できることが確認できた。

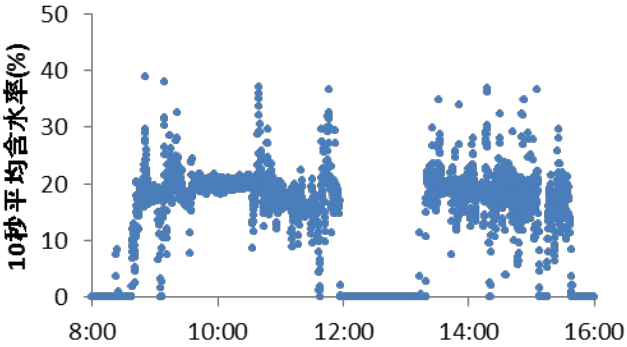

図 2　1 日の含水率計測結果（例）

図 3 に、採取試料含水率と、中性子水分計で測定した含水率を比較した。中性子水分計による測定では、一定時間ごとに核分裂する原子核の数、強度にゆらぎ（壊変揺動）がある。秒単位での土壌水分計測について、中性子の壊変揺動があるため、CPS および CPS から割り出した含水率にバラツキが見られるものの、壊変揺動のバラツキの範囲にとどまっており、実用上十分な相関性を持っていることが分かった。

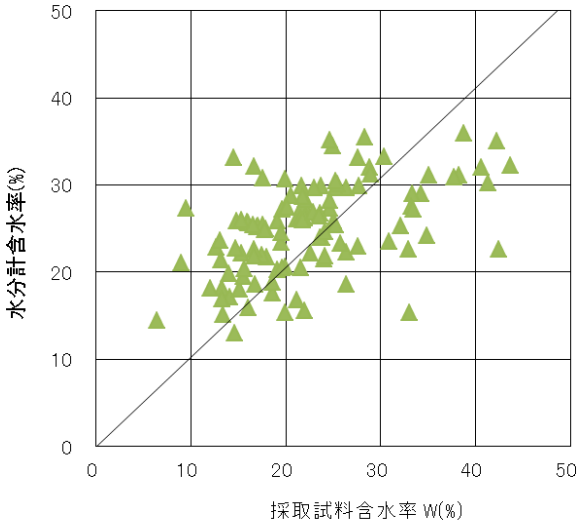

図 3　連続計測と採取試料での含水率比較

改質材によるハンドリング改善については、土壌水分以外にも、有機成分、粒度、土の温度等、様々な土質要因が大きく係わっており、運転を続けながら最適条件を探ることが欠かせない。

５．まとめ

中間貯蔵施設のうち、受入・分別施設において、除去土壌の分別処理を効率化するための土壌水分連続計測方法を検討した。中性子水分計を用いることで、壊変揺動によるバラツキはあるものの、秒単位での含水率計測が可能であることを確認できた。実際の施設において、大量の土壌等の受入・分別処理を行い、作業改善を続ける所存である。

参考文献

横山勝彦、土田充、浅田素之；中間貯蔵施設における除去土壌等の受入・分別処理技術、デコミッショニング技報　第 56 号, p74-79, 2017.