揚土船上における含水比管理システムの検証

関西国際空港（株）　正会員　播本一正
関西国際空港（株）　正会員　江村　剛
関門港湾建設（株）　正会員　末永正治

１．はじめに

関西国際空港２期用地造成の２次揚土工事では、図-1 のように揚土船で陸揚げした埋立土砂を所定の場所に運搬し１層あたり 60cm 敷均して大型振動ローラーで転圧締固めを行った[1)]。転圧締固めを確実に行うために緻密な含水比管理が重要である。これまでの２次揚土工事における含水比管理は、土運船（3000m³積み）の前方・中央・後方の３ヶ所から試料を採取し 10mm メッシュを通過したものを用いて電子レンジ法で含水比測定を行っている。一方、転圧現位置では自動走査式 RI 密度水分計(SRID)による乾燥密度等を測定している。これは最大粒径 300mm を含んだ全粒径測定となるので、電子レンジ法と SRID との含水比測定値に 0.64 という経験係数が得られている。これらの含水比測定に基づいて適宜加水によって含水比調整を行っている。

図-1　埋立土砂の２次揚土と締固めの工程図

別報[2)]で述べるように、揚土船のベルトコンベヤ上における近赤外線水分計が実務的に稼働することが確認されたので、これを用いた含水比管理システムの検証を行った。

２．船上の含水比管理方法

船上で埋立土砂の含水比 w_0 を揚土船上のベルトコンベヤで逐一把握できれば、転圧現位置の目標含水比 w_1 に対して、緻密な含水比管理が可能となる。

船上での加水量 q(t/h)は次式により決定される。

$$q = \frac{Q\gamma_t}{1+w_0}(w_1 - w_0) \qquad (1)$$

ここに、土砂の単位体積重量を γ_t（t/m³）、揚土船の実質揚土能力を Q(m³/h)とする。揚土能力 Q はベルト駆動モータの負荷電流に基づく間接方法で測定される。この式によれば、例えば w_0=6%，w_1=7%，γ_t=1.8t/m³，Q=2000m³/h のとき、船上における加水量は q=34t/h との設定となる。

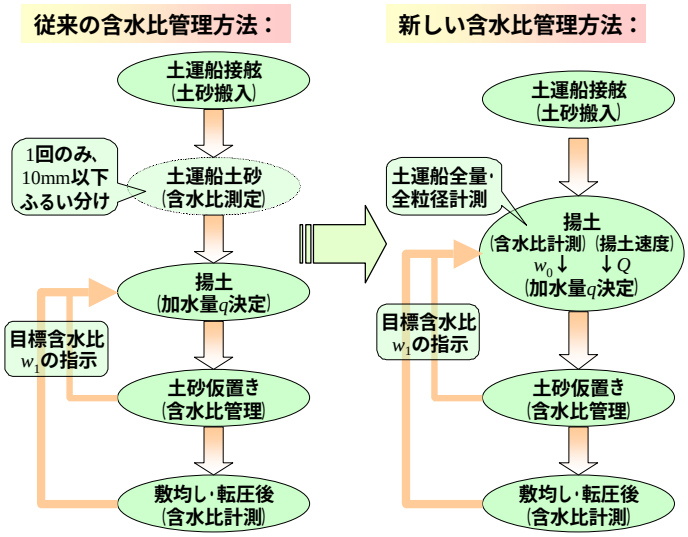

図-2　新しい含水比管理方法の構築

新しい含水比管理方法なら、図-2 に示すように土運船土砂の含水比測定手順がなくなり、作業効率及び含水比管理の精度の向上が期待される。

なお、自然含水比のほうが反対に目標含水比よりも高い場合は仮置きにおいて天日乾燥の方法が取られる。

３．新しい含水比管理システムの検証

図-3 に揚土前に土運船より採取した試料を電子レンジ法で測定した含水比と、揚土船上に設置した近赤外

キーワード　埋立土砂　含水比管理　転圧締固め
連絡先　〒750-0017　山口県下関市細江新町 3-54　関門港湾建設（株）技術研究部　TEL 083-234-3413

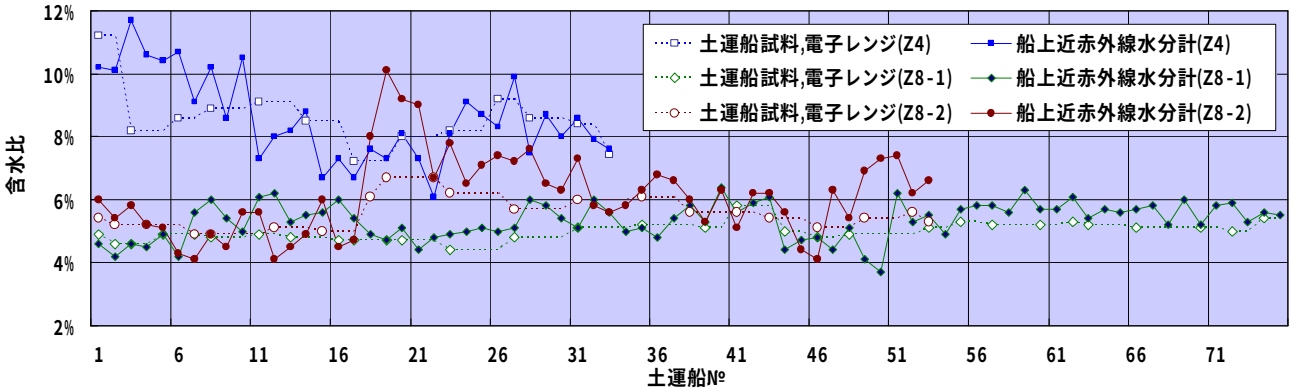

図-3　含水比の計測結果に対する検証

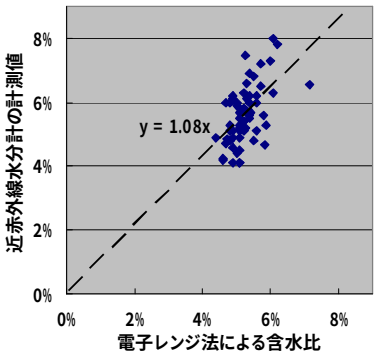

図-4　両方法の含水比計測値の相関

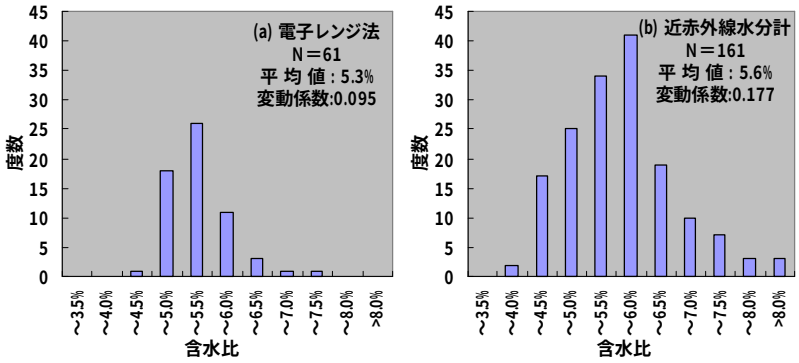

図-5　電子レンジ法と近赤外線水分計による含水比の分布図

線水分計による含水比計測値を示す。計 161 隻分（土運船試料は電子レンジ法で 61 隻分含水比測定）の計測を行ったが、双方のデータ系列はほぼ一致しており、近赤外線水分計による含水比の直接計測が有効であることが確認できる。**図-4** に両方法の計測値の相関をプロットした。近赤外線水分計の計測値は電子レンジ法の値よりもやや大きくなっている。含水比分布を**図-5** に示すが、別報[1)]の分布状況と類似する。ただし、近赤外線水分計による含水比のばらつきは電子レンジ法のそれよりも大きい。これは、土運船試料（電子レンジ法）の場合粒径 10～300㎜ の粗い粒分が測定対象から除外され、また採取試料は土運船の表層 20～30cm に限定されているのに対し、近赤外線水分計の場合は全粒径・土運船全量を計測対象としている。これら計測対象の相違により、その結果にばらつきが現れていると考えられる。

一方、揚土船の土砂運搬能力の計測についても検証を行った。土運船の積載土量と揚土にかかった時間から割り出した実績揚土能力と、ベルト駆動モータの負荷から検出した計測揚土能力はよく一致した。したがって、瞬時揚土量の計測値にはほとんど計測誤差がないものとみなしてよい。

このように瞬時の含水比および揚土量を把握できるので、式(１)に基づき直ちに必要加水量が算定される。

４．まとめ

揚土船上で近赤外線水分計を用いて埋立土砂の全粒径・全量の含水比を連続的に把握できる本システムは、よりきめ細かな含水比管理が行え、均質な締固め地盤の造成に有用であると期待される。

最後に、本システムの実地検証にあたっては、関西国際空港用地造成（株）のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) T. Tabata and T. Morikawa: The second phase construction of Kansai International Airport considering the large and long-term settlement of the clay deposits. Proc. Geo. Aspects of KIA, pp.7-16, 2005.9

2) 江村 剛・播本一正・湯 怡新：揚土船上における近赤外線水分計を用いた含水比計測の適用性，第 63 回年次発表会（投稿中）