

海上空港の転圧締固め工事における盛土材料の含水比管理手法

関西国際空港用地造成(株) 正会員 田端 竹千穂 国土交通省 正会員 國重 康弘
 関西国際空港(株) 正会員 播本 一正 正会員 ○瀬口 均 立命館大学 正会員 建山 和由

1. 概要

関西国際空港2期用地造成事業では、滑走路等の舗装部を含む空港用地を、大型振動ローラ（35tf 級）による層状転圧締固め工法にて造成している。1日あたりの施工土量は約8万 m^3 （ピーク時）、総施工土量が約4,000万 m^3 という超大規模土工事であり、使用する盛土材料は最大粒径が300mmに調整された岩砕土砂である。

一般に、密実な地盤を造成するには最適含水比付近で締固めを行うのが有効であるが、大規模土工事の場合は加水用水の調達等が困難で、含水比調整を行う現場条件が整わないのが現状であった。しかし関西国際空港2期空港用地の造成では、工事区域周辺に豊富にある海水を利用することで、土砂搬入時に乾燥側の材料に加水を行い、盛土材料の含水比調整を実施している。本稿では、締固め工事で実施した盛土材料の含水比管理計画と盛土材料への加水システムを紹介する。

2. 盛土材料

工事で使用された盛土材料は、和泉層群系の土取り場から搬入されたもので、最大粒径（ $D_{\max}$ ）が300mmに調整された岩砕土砂である。材料の粒度分布を図-1に示す。均等係数 U_c は17.8、曲率係数 $U_{c'}$ は1.37であり、粒度幅が広い材料といえる。

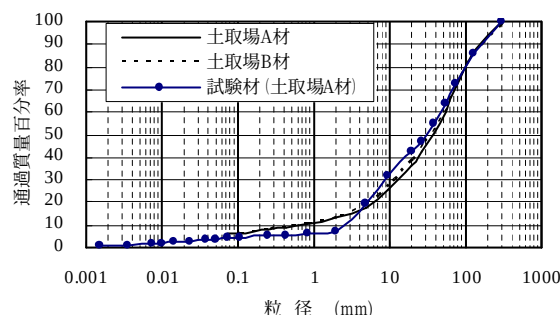


図-1 盛土材料の粒度分布

3. 施工目標含水比の設定

工事に先立って実施された現場転圧試験では、乾燥側の材料に加水が可能であることを念頭に、上記の盛土材料で様々な含水比のマウンドを造成し、大型振動ローラで締固めた。その結果、現場締固め時の最適含水比（ w_{opt} ）が6.3%であることを確認した¹⁾。また、含水比3%程度の乾燥側で締固めた地盤は降雨後に強度低下し、7%を超えるような湿潤側で締固めた地盤では、転圧面のうねり等の不具合を確認した。そのため、本工事では転圧前の目標含水比を約5%に設定し、揚土時に乾燥側の材料に海水を加えることとした。なおこれらの含水比値は全粒径を対象としており、自動走査式RI密度水分計（以下、RI計）で地表面から深度30cmまでを計測したものである。

4. 盛土材料の含水比管理計画

締固め工事は、概ね以下の工程で行う。

- I：土取り場からバージによる土砂の海上運搬
- II：リクレーマ船による揚土・仮置
- III：積込・運搬
- IV：敷均し・転圧

盛土材料への加水はIIの揚土時に行う。またIIからIIIでは、降雨等によって含水比変化を起こす可能性がある。そのため、本工事では表-1のように転圧前の①～③と転圧後の④で含水比を把握した。①～③はルーズ状態であるため $D_{\max}=10\text{mm}$ を対象とした電子レンジ法、④は転圧後であるためRI計で含水比を計測した。

ここで、電子レンジ法では岩砕部分を除いた土砂を用いて計測するのに対して、RI計では水を少量しか含まな

表-1 含水比管理計画

試料採取場所	測定点数	測定方法
①バージ船上（加水前）	3箇所／隻	電子レンジ法 (JGS0122-2000)
②仮置場（加水後）	3箇所／隻	
③敷均し状態	1箇所／1,600 m^2	
④転圧後	1箇所／1,600 m^2	RI計

キーワード：岩砕土砂（ $D_{\max}=300\text{mm}$ ）、締固め、含水比調整、含水比管理

連絡先 〒549-0001 泉佐野市泉州空港北一番地 K1AC ビル4F tel:0724-55-2183 fax:0724-55-2051

い岩砕部分も含めた含水比を計測するため、RI 計測で得られる含水比は電子レンジ法に比べて小さくなる。現場のデータを用いて両手法の相関を確認したところ、“ RI 計による含水比=0.6×電子レンジ法による含水比 ”であった。よって3. で述べた RI 計による施工目標含水比は、電子レンジ法では約 8.5%に相当することになる。

5. リクレーマ船の加水システム

工事では、1時間あたり約 2,000m³ の揚土能力を持つ複数のリクレーマ船によって土砂搬入を行っている。いずれの船の加水システムも、水中ポンプで取水した海水をホッパー、船内ベルトコンベア、土砂搬出口（スプレッダー先端部）等で、通過していく大量の材料に噴射する仕組みである（図-2）。工事で使用されたリクレーマ船 A のスプレッダー先端部での加水状況を写真-1 に示す。写真-1 では、均等に盛土材料に加水するように、海水を噴霧している様子がわかる。使用した各リクレーマ船では、均等な加水を目指して同様の工夫が施されている。

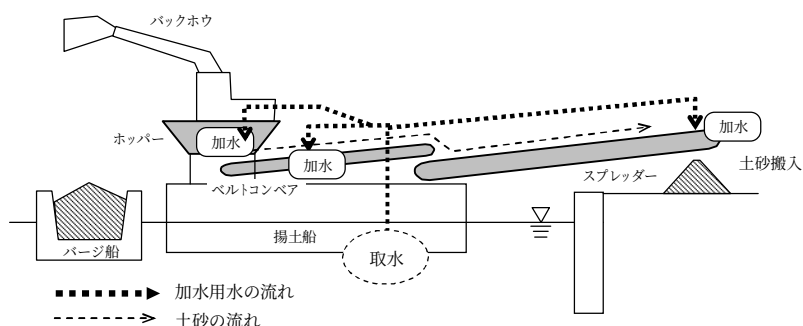
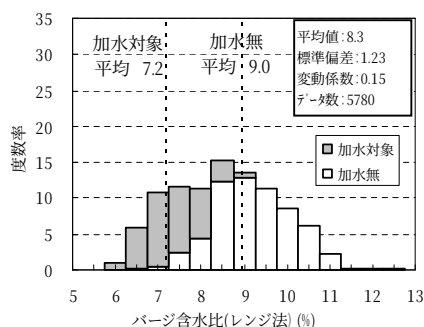


図-2 リクレーマ船の加水システム概要図

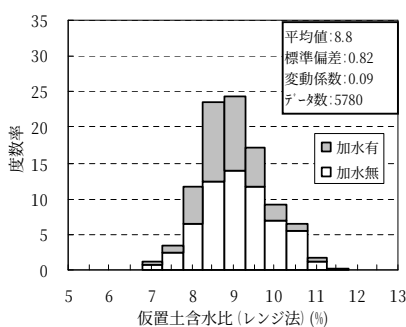
写真-1 リクレーマ船のスプレッダーでの加水状況

6. 含水比管理結果

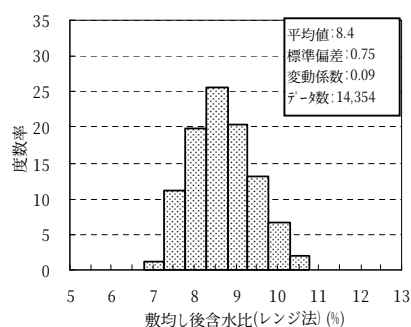
工事では4. で述べた含水比管理計画のもと、降雨予報や降雨量、気温による水分の蒸発を加水量の設定に考慮するなど、材料の含水比に細心の注意を払って施工を行っている。図-3 に平成 15 年 10 月～平成 17 年 1 月に行われた締固め工事での含水比計測値の度数分布を示す。図-3 では、加水を行う揚土前(a)と揚土後(b)平均値が上昇して変動係数が減少していることより、加水の効果が発揮されていることが伺える。また敷均し状態での計測結果を見ると、積込・運搬等の作業中に若干乾燥したため、全体的に仮置き場より低下し、電子レンジ法での施工目標含水比に近い値となっている。



(a)バース船上（揚土前）



(b)仮置場（揚土後）



(c)敷均し状態（転圧直前）

図-3 工事の含水比管理結果

7. まとめ

海上空港での転圧締固め工事において、最大粒径 300mm の岩砕材料を用い、揚土時を利用して乾燥側の材料に海水を的確に加えた。また盛土の各工程では、材料の含水比計測を密に行うなどして含水比管理を徹底した。その結果、盛土材料の含水比のばらつきを減らし、敷均し時の含水比を最適含水比付近に調整することが出来た。

参考文献 1) 田端他：岩砕土砂の転圧締固め工法における含水比調整の有効性，平成 18 年度土木学会全国大会概要集