

東京国際空港滑走路舗装改良工事におけるICT切削の取組について

○西田 妙¹・○富田 彩花²

¹ 関東地方整備局 東京空港整備事務所 第二建設管理官室（〒144-0041東京都大田区羽田空港3-3-1）

² 元 関東地方整備局 東京空港整備事務所 第二建設管理官室（〒144-0041東京都大田区羽田空港3-3-1）

現 関東地方整備局 東京空港整備事務所 第一工務課（〒144-0041東京都大田区羽田空港3-3-1）

現在、国土交通省では、建設業界の生産性向上の取組として、ICTの全面的な活用を推進しており、東京国際空港滑走路舗装改良工事においても、積極的にICT試行工事を実施している。

滑走路舗装改良工事は、供用から期間が経過し、舗装体の劣化が激しい滑走路の老朽化対策として実施している。しかし、供用中の空港内工事となるため、運用上の関係から施工時間が極めて短いなど制約も多い。

本稿は、このような制約のある「東京国際空港B滑走路舗装改良工事」において、ICT技術を活用し切削オーバーレイを実施した事例を紹介する。

キーワード 東京国際空港、ICT活用、舗装改良工事、日々復旧、切削オーバーレイ

1. はじめに

現在、人口減少や少子高齢化が進む中、建設業界においても深刻な人手不足が問題となっている。総務省統計局によると、2022年9月の建設業の就業者は492万人であり、ピーク時（1997年平均）の685万人から約28%も減少している。そこで国土交通省では、「i-Construction」の取組を推進しており、ICTの全面的な活用、規格の標準化、施工時期の平準化の3つのコンセプトのもと建設業界の生産性向上を目指している。

一方、東京国際空港における工事は、24時間運用の空港であるため滑走路等の一部を閉鎖して行う必要があり、施工時間が極めて短く制約されるうえに、閉鎖解除時には滑走路の復旧を完了し航空機の発着に備えておく必要がある。そのため、限られた時間の中で滑走路の切削から舗装、標識の復旧までを行う必要があり、日々の施工工種が多くなることから、省力化・効率化が求められている。

このような制約の中で、ICTを活用して切削オーバーレイを実施した「東京国際空港B滑走路舗装改良工事」の事例を紹介する。

2. 東京国際空港における滑走路舗装改良工事

東京国際空港では、供用後または前回の更新から長期

間が経過し、舗装版の劣化が激しい滑走路の老朽化対策として、舗装改良工事を行っている。

上記でも述べた通り、日々切削から舗装までを行う切削オーバーレイを実施し滑走路の復旧を行う必要があるものの、24時間運用の空港であるため、施工時間の問題から一度に舗装を打換えることが出来ない。そのため、舗装には暫定時舗装と完成時舗装があり、暫定時舗装では主に舗装の打換えを行い、完成時舗装では主に嵩上げを行っている。

暫定時舗装の作業工程は、舗装版切断→路面切削→タックコート(A)塗布→打換え層(1)舗装→転圧→タックコート(B)塗布→打換え層(2)舗装→転圧→標識復旧と多く、約6.5時間程度の閉鎖時間内にその他準備や片付けを含めた作業をすべて完了させる必要がある(図-1)。

完成時舗装も同様の手順で、基層・表層の施工を行う。

また、滑走路の閉鎖解除前に、航空機の交通が可能となるよう舗装面を一定の温度まで下げる必要がある。特に暫定時舗装では、打換え層が厚い場合や夏場の外気温が高い場合、舗装面は冷めにくく、作業工程がより厳しくなり、工程の効率化が必要となる。

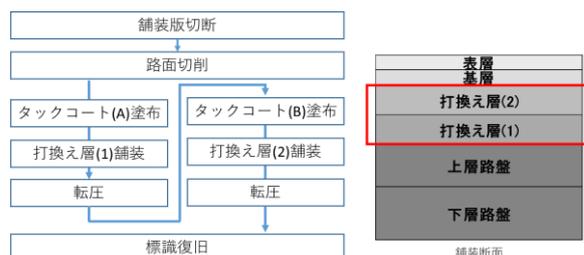


図-1 暫定時舗装施工手順

3. 実施内容

(1) 工事概要

本工事では、東京国際空港B滑走路（図-2）において、舗装版約26,000m²の切削オーバーレイを実施した。

施工は、週5日（日/月/火/木/金）の夜間で行い、工期は約1年間であった（表-1）。

(2) 本工事で活用したICT技術

a) 3次元起工測量

地上型レーザースキャナー（以下、「TLS」という。）を用いて測量を実施した。レーザを連続的に照射することで、対象物までの距離と方向から点群データを取得することにより面的な形状を把握することが可能となる（写真-1）。

b) 3次元設計データ作成

a)の測量データを基にICT施工用の設計データを作成した。

c) ICT建設機械による施工

ICT切削機械にb)の設計データを搭載し、マシンコントロール方式（以下、「MC方式」という。）を用いて切削機械を自動で制御し、施工を行った（写真-2）。

MC方式には、位置の計測をトータルステーションを利用して行うTS方式と、人工衛星を利用して行うGNSS方式がある（表-2）。

空港内の工事は時間との勝負であるため、トータルステーションの据付けに時間がかかってしまうTS方式ではなく、短時間で施工可能なGNSS方式を採用した。

GNSS方式を採用するにあたり高さの精度を確保するため、本工事では、事前に行っている3次元起工測量より算出した切削厚を用いた。

d) 3次元出来形管理の施工管理

TLSを用いて施工後の出来形を3次元データで取得し、b)のデータと比較することで出来形確認を行った。

表-1 作業可能時間（特記仕様書抜粋）

作業可能時間	閉鎖対象	備考
週5日 (日/月/火/木/金) 23:30 ～翌6:00	B滑走路 B-12誘導路 B-13誘導路 B-14誘導路 T-12誘導路	B滑走路部 B-12誘導路部他
週5日 (日/月/火/木/金) 翌00:00 ～6:00	R誘導路 Y-1誘導路 J-2誘導路 B誘導路 Y誘導路	B誘導路部他



写真-1 3次元起工測量



写真-2 ICT路面切削 (MC方式)



図-2 東京国際空港B滑走路舗装改良工事施工位置

表-2 TS方式とGNSS方式の比較

	TS方式	GNSS方式
測位技術	トータルステーション	人工衛星
特性	視通の確保が必要	広範囲の施工が可能
建設機器 接続台数	建機1台ごとにトータルステーション本体とターゲットが必要	複数台
測量内容	水平距離・高低差・射距離・水平角・鉛直角	観測点の位置座標

4. ICT施工の結果

(1) 従来工法との比較

a) 3次元起工測量

【従来施工】

切削位置の舗装面高さを得るため、事前に施工区割り計画を立て、滑走路を閉鎖したうえで切削予定位置に手作業でマーキングを行う必要があり、5日程度必要となる（写真-3）。

【ICT施工】

TLSを用いたことで、舗装面の高さを面的に把握でき、事前の計画やマーキングが不要になり、2日程度で完了し、業務効率化が図られるとともに計測ミスがなくなり精度が向上した（図-3）。

b) 3次元設計データ作成

【従来施工】

野帳等に記載した計測データを手作業で転記し、作図を行っておりデータ整理に6日程度必要となる。

【ICT施工】

3次元起工測量を行うことで計測したデータがそのまま3次元設計データとして利用できるため、3日程度で完了し、業務効率化が図られるとともに人為的な記入ミスや計算ミスもなくなり精度が向上した（図-4）。

c) ICT建設機械による施工

【従来施工】

あらかじめ路面にマーキングを行い、施工時にオペレーターが確認することで、計画された厚さになるよう機械を操作する。

【ICT施工】

MC方式を使うことでマーキングが不要となり、日数×3名の人員が不要となり省力化が図られた。

また、今回はMC方式の中でもGNSS方式を採用したため、トータルステーションの据付時間（約5～10分/台）も短縮できた。

ICT建設機械を用いることで、切削が自動制御され、オペレーターの技量によらない施工が可能となり精度が向上した。

d) 3次元出来形管理

【従来施工】

水糸等を用いて計測した下がりの値より出来形を管理する。

【ICT施工】

TLSを用いることで3次元データで出来形を確認できるため、作業の効率化が図られた。

また、今回の施工では使用していないが、ICTで施工を行ったことで、施工履歴から出来形を確認することも可能となる。



写真-3 マーキング作業（従来工法）

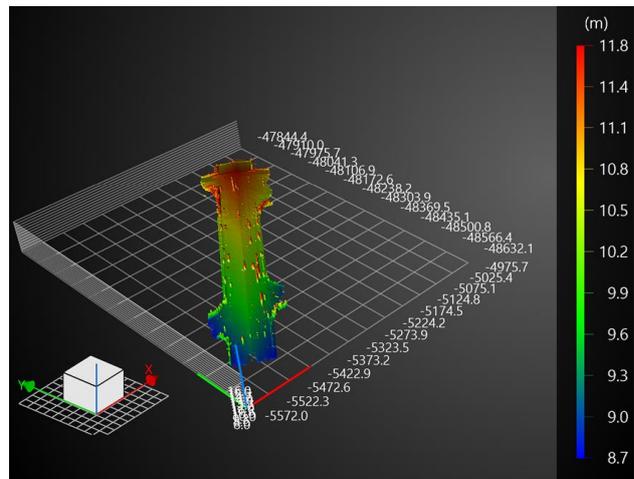


図-3 3次元測量データ（現況）

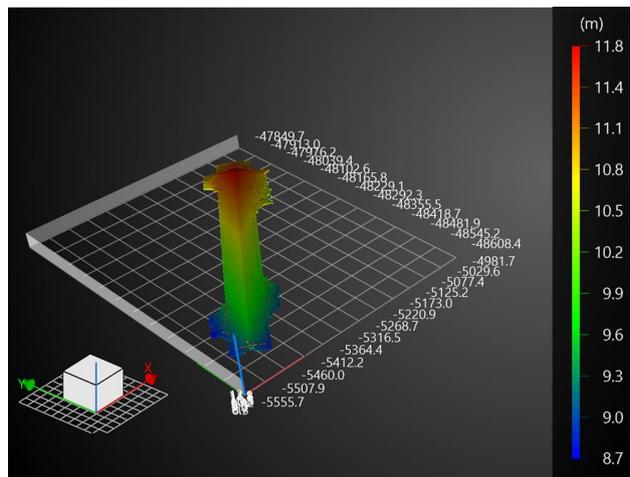


図-4 3次元測量データ（計画）

(2) 本工事の成果

本工事では、ICT施工を活用することでマーキングや事前の施工区割り計画、水糸での出来形計測等の作業をなくし、業務を効率化することで、省力化を図ることができた。

また、手作業が減ることによって人為的なミスをなくすこと

ができ、設計データの精度を向上させることが可能となった。

なお、本工事において、施工遅延などの航空機への運用トラブルを発生させることもなく、効率化を図り短縮した時間で、余裕を持った施工ができたことで、より安全確保に努めることができた。

5. 今後の課題

ICT活用工事については、本工事の受注者のみではなく、他舗装工事の受注者にもヒアリングを行ったが、積極的に導入していきたいとの意向を持っている社は多かった。しかし、導入を検討する中で課題も多い。ICT活用工事を普及させていくにあたっては、以下の課題について対応していく必要があると考える。

(1) 導入費用

ICT施工機械を導入するには費用がかかる。特に、2020年秋以降には世界的な半導体不足により価格は高騰しており、必要な機材を十分に確保することが出来ない懸念がある。本工事で使用された機械は、ICT切削用に製造された本体に自動制御機能を追加接続して使用するものであった。そこで、従来の施工機械に自動制御機能を付与しシステムを機能向上させることで、機材の確保が容易になり、ICT施工の活用を積極的に行うことが可能になると考える。

(2) 技術者の育成

新たな技術を適用する際には、その内容を熟知している技術者が必要になるが、人手不足のなかで人材を育てることが難しい状況にある。また、新技術を熟知している技術者を配置しようとした場合の費用は施工業者負担となってしまう点も導入に踏み込めない1つの要因になっている。そのため、新しい技術に対して、施工業者に負担なく技術者を育成できる制度整備の必要があると考える。

(3) 施工の確実性

東京国際空港内における滑走路の舗装工事については、滑走路を夜間のみ閉鎖しながら施工しており、当日作業の一工程でも遅れが生じた場合、翌日の航空機の運用に支障をきたすリスクがある。こういった制約が厳しい東京国際空港において実績のないICT施工技術を導入することは施工会社にとってはハイリスクと判断し、より確実性のある施工方法を選択せざるを得ない状況なのではないかと感じられた。

(4) 3次元データのプラットフォームの必要性

3次元設計データやICT施工による成果品データについては、現状は各業務・工事毎にストックされているが、建設プロセスの各段階で有効に活用するためには、一元的な管理が必須であると考えられる。現在、航空局においてプラットフォームの構築を進めているところではあるが、空港保安上のセキュリティの確保と利便性という相反する条件に対して適切かつ早期に整備し、ICT活用工事の成果を有効に活用していく必要があると考える。

6. まとめ

本工事の実施により明らかになった課題解決に向けて、施工会社だけでなく我々発注者側も費用面の支援や、ICT施工技術についての講習会を開くなど、サポートの体制を強化することで、全国の空港においてもICT施工の技術がより普及し、厳しい制約下で施工する空港舗装の生産性向上につながると考える。

また、舗装工事以外においてBIM/CIMやICT施工を通じて得られた3次元データを空港という限定された地域において一元的に集約・利用する、いわば「ハネダDX（仮称）」を構築することにより空港施設整備・維持管理全体での生産性向上につなげていくことも重要と考える。

参考文献

- 1) 国土交通省：第15回ICT導入協議会 資料-1（令和4年7月28日）
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001493469.pdf>
- 2) 国土交通省：第15回ICT導入協議会 資料-2（令和4年7月28日）
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001493470.pdf>
- 3) 総務省統計局：労働力調査
<https://www.stat.go.jp/data/roudou/index.html>