

高松空港におけるICTを活用した 舗装工事の報告

高松港湾・空港整備事務所 保全課 秋山 知士

近年の社会状況をみると、財政制約や生産年齢人口の減少、環境への意識の高まり等を背景にさらなる建設生産の合理化が求められている。こうした状況に対応するため、施工の合理化を図る目的でICTを活用した情報化施工が普及してきている。今回の報告では、高松空港で実施した高松空港滑走路改良工事の中よりICTを活用した施工事例を報告する。

また、供用中の空港における工事のため、作業時間は夜間に限定され、翌朝から再開される航空機の運航に支障を与えないよう、徹底した安全管理をはじめ、効率的かつ的確な施工が求められる。これら空港工事の特殊性に着目した観点より、代表的な施工事例を報告する。

キーワード ICT、情報化施工、効率化、生産性向上、労働者不足

1. はじめに

高松空港（写真-1）は、昭和33年6月に1,200mの滑走路を有する空港として供用し、その後大型ジェット機の導入計画を契機として、数々の候補地を調査・検討の結果、昭和54年秋に現在の位置に決定した。現在の高松空港は昭和60年10月に着工し、約4年の年月を経て、2,500m×60mの滑走路を有する空港として、平成元年12月に開港した。開港後は利用者も着実に伸びており、現在、国際線もソウル線、上海線、台北線、香港線が就航している。平成30年4月には「高松空港株式会社」として民営化をスタートさせている。国管理の地方空港の民営化としては、仙台空港に次いで2例目となる。

平成元年の開港後これまで、経年劣化のため、十数年の周期で滑走路・誘導路の表層及び基層の切削オーバーレイを実施してきている。直近の工事としては、平成27年度～平成29年度の3年間で滑走路2,500m全延長の滑走路改良工事（開港後2回目）を実施している。



写真-1 高松空港航空写真

2. 供用中の空港における工事の特殊性

供用中の空港を改良整備する場合は、航空機の運航の安全確保が最優先される。このため、航空法などの関係法規で制限表面の遵守や制限区域における工事の実施にかかる規定などが定められており、それらに抵触しないように空港工事を行わなければならない。

滑走路の改良工事を実施する場合、昼間の空港の運用時間を避けて、すべてが夜間作業となる。昨年度の高松空港滑走路改良工事の作業時間は22時00分～翌朝6時30分までの間（図-1）であった。早朝から再開される航空機の運航に支障を与えないため、切削、舗設及び路面標識を一連で施工を行った。滑走路幅は60mを有するため、数に限りのある大型As7にジツァ（最大幅8.5m級）を使用して、極力舗設レーン数を減らして効率的な施工を行っている。

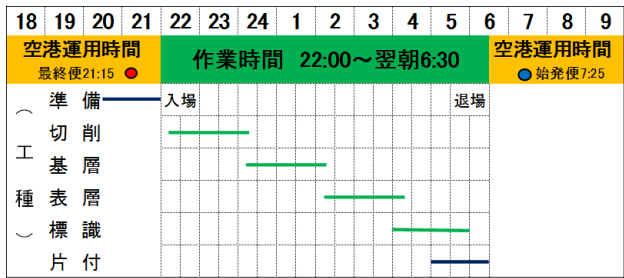


図-1 作業時間と舗装工日々工程表

また、安全対策について、既設の埋設配管の保護、建設機械の故障対策、日々の後片付けの徹底等に細心の注意を払う必要がある。実際にこれらを怠ったのが原因で翌朝からの航空機の運航に支障が出た事案も過去発生している。このように供用中における空港工事はひとたび航空機の運航に支障をきたすと経済的損失を伴い、社

会的影響が大きいという特徴がある。

3. ICTの概要

近年の社会状況をみると、財政制約、生産年齢人口の減少、環境への意識の高まり等を背景に、品質、コスト、安全、環境を含めたさらなる建設生産の合理化が求められている。一方、近年、コンピュータや通信技術などの情報化分野で急速な技術革新が進んでおり、建設業界でもこれらの情報通信技術（「ICT(Information and Communication Technology)」）を活用した合理的な生産システムの導入・普及の促進により、技術集約的産業へ、そしてより魅力的な産業へと変革していくことが期待されている。（図-2）こうした状況を踏まえ、ICTを建設施工に適用して、多様な情報の効率的な活用により、施工の合理化を図る生産システムとして情報化施工が普及してきている。



図-2 ICTを活用した情報化施工（イメージ図）
—国土交通省HPより引用—

4. 高松空港舗装工事におけるICT活用事例

(1) GNSSとゾーンレーザ技術による情報化施工システム

a) 目的

従来のアスファルト舗装工の勾配管理は丁張り測量等による特定の点からの測点管理としていたが、GNSSとゾーンレーザ技術による情報化施工システム（図-3）による任意の点からの面管理とすることで、作業の合理化、高精度の施工、安全性の向上、環境負荷低減を図ることを目的としている。

b) 内容

アスファルト敷均しにおける機械の敷均し高さを、GNSSとレーザ通信システムを用いて、事前にアスファルトフィニッシャーに入力した施工データ（事前測量を行い、計画高さに基づく施工データ）と、GNSSより受信する位置情報並びにレーザ光による制御高さの補正により、アスファルトフィニッシャーを高精度に自動制御す

る。（写真-2）これにより、リアルタイムにアスファルト敷均し高さを管理し、迅速に勾配管理を行い、その結果を施工に反映させることが可能となる。

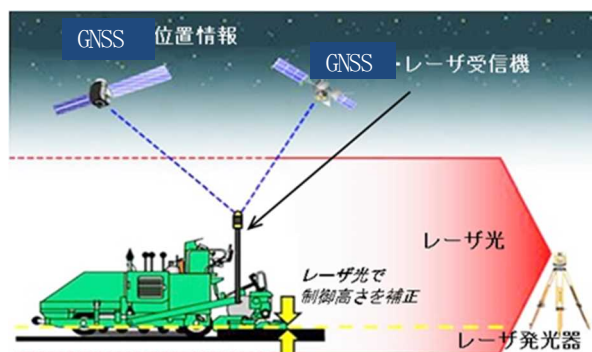


図-3 高精度情報化施工イメージ図
—施工会社HPを加工—



写真-2 システムを使用している舗設作業

c) 実施効果

出来形管理の結果より、勾配について許容を外れることなく、設計に近い値で施工が実施できていた。

施工データ通りに自動で高さを制御するため、出来形がオペレータの技量に左右されない。

施工管理において、センサーロープ設置の丁張り作業（写真-3）を必要とせず、検測時も検測員が重機の死角に入ることがなくなったため、検測員と重機との接触事故は起きなかった。

環境負荷低減の観点より、作業時間の短縮が図れたため、施工機械からのCO2発生を低減できた。

人員削減効果としては、準備工（測量）及び施工（アスファルト敷均し確認）で2人から1人に削減できた。



写真-3 センサーロープを用いた施工管理（一般的な例）
ー他工事施工会社HPを加工ー

施工から出来形までの管理が全て電子データとして一元管理できるので効率的な施工管理が行えた。

一例としてアスファルトの厚さ管理法を紹介する。フィニッシャーに取付けている受信機（写真-2）とは別に移動局（写真-4）があり、一人一人で持ち運びできる大きさである。この移動局ではその地点の施工データに対する実測値が測定でき、保存まで可能である。厚さ管理の手順として、敷均し開始時点では転圧による減分を考慮した2割増しの厚さで敷均し、転圧機械で転圧後、直ぐに移動局で高さを測定し、その結果を迅速にフィニッシャー敷均し厚さに反映させ、数ミリの余盛り調整を行った。



写真-4 移動局での高さ確認状況

d) 留意事項

レーザ発光器の有効使用距離は200m以内とし、かつアスファルトフィニッシャーから見通せるものとする。

(2) GNSS・自動追尾転圧締固め管理システム

a) 目的

舗設作業は夜間施工で広幅員（滑走路幅60m）の複数班の施工となる。転圧作業では夜間のため、転圧軌跡の視認性が悪く、転圧範囲の確認も難しいため、踏み残しによる局所的な転圧不足や踏み過ぎによる過転圧が生じやすい。転圧不足は長期耐久性に悪影響を与え、また過転圧は空隙つぶれを招きブリスタリングの原因となる。こ

のため、過不足なく締固め度100%近傍で確実に転圧を行う方法が重要となる。

b) 内容

GNSS・自動追尾転圧締固め管理システムにより施工中リアルタイムで転圧管理しながら、タイヤローラにて二次転圧作業を行う。（図-4）タイヤローラの運転席に設置したモニタに位置情報から得た転圧走行軌跡と回数を色別に表示させ、それをオペレータが確認しながら転圧できるシステムである。（写真-5）一般的な転圧方法との相違点は、情報化施工技術を用いて転圧回数を面的にリアルタイムで確認しながら施工する点である。施工計画書で定めたタイヤローラの転圧回数10回になればモニタで赤く表示（写真-6）されるため、舗設範囲が全て赤色に変われば、面的に踏み残しなしと視覚で確認できる。なお、タイヤローラの選定理由は、転圧機械の中で転圧回数が多く、最も締固め度に影響するためである。



図-4 アスファルト舗装 標準機械組合せ図



写真-5 転圧締固め管理システム 実施状況



写真-6 転圧締固め管理システム モニタ状況

c) 実施効果

従来、ローラ転圧作業は、熟練オペレータが転圧回数は数取カウンターで確認、ローラの重ね幅は目視で行ってきた。GNSS・自動追尾転圧締固め管理システムを使用したことで、オペレータが運転席のモニタを見ながら転圧回数の不足、タイヤの重ね幅の確認と施工範囲全面の状況も把握できた。結果、転圧不足なく、所定の密度が得られ、オペレータも運転に集中できたため、無事故で施工を終わることができた。

d) 留意事項

車載パソコンは振動対策を行うこととする。

なお、当システムは盛土等締固めの施工管理としても適用可能である。



写真-7 強制冷却装置（ミスト散布）使用状況

5. 高松空港舗装工事における施工の効率化事例

(1) 日々供用に向けたアスファルト舗装温度低下の工夫 ～強制冷却による路面開放温度の効率的な低下方法～

a) 目的

日々の切削オーバーレイ工事は2層仕上げとなるため、自然冷却では規定時間内（翌朝6:30の作業時間ではあるが後片付けを踏まえ施工管理上翌朝5:00とした。）に路面温度を低下できず、初期わだち掘れの発生につながるものが懸念される。そのため、舗装完了路面の表面温度を規定時間内で確実に規定温度（改質アスファルト70℃以下、ストレートアスファルト50℃以下）にする工夫が必要となる。

b) 内容

アスファルト舗装表層施工後、効率的に路面温度を低下させて規定の開放温度以下とするために強制冷却装置（ミスト散布）を2台使用した。（写真-7）その原理は、霧状に水を噴霧（ミスト）することで気化熱による舗装表面温度の低下が期待される。

以下は他空港でのデータ（図-5）であるが、ミストで急速に冷却後リバウンド（ミスト停止後の表面路面温度の再上昇）を考慮しても、自然冷却より開放温度以下までの低下時間が短時間で可能になり、初期わだち掘れを防止できる。

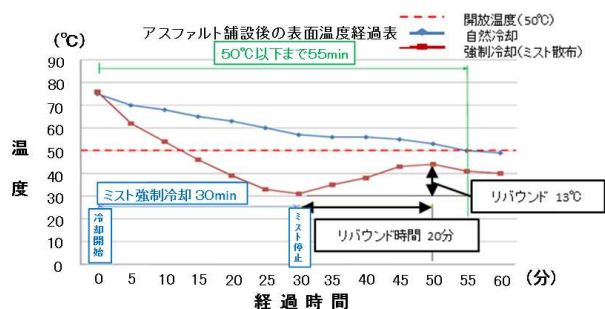


図-5 舗装表面温度と経過時間のクーリング力
（他空港でのデータ：外気温14℃）

c) 実施効果

通常の方法（放置による自然な温度低下）では開放温度以下になるまで60分以上の時間を要する。今回、強制冷却装置（ミスト散布）を使用した事で開放温度以下になるまでに要する時間が平均27分であった。（図-6）よって、自然冷却と比べて平均33分の時間短縮が図られた。

結果、初期わだち掘れも発生することなく、開放温度も遵守できて、翌朝の航空機の運航に支障をきたすこともなく、余裕を持った施工で終わることができた。

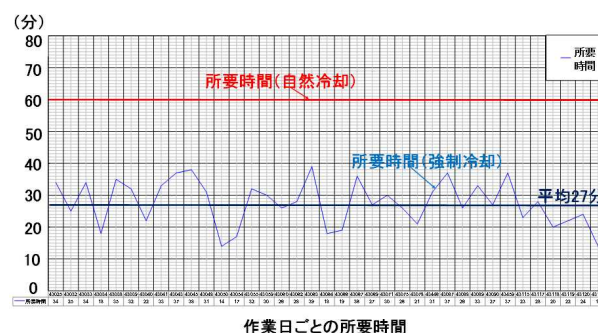


図-6 自然冷却と強制冷却の開放温度までの時間対比

6. まとめ

今回、高松空港におけるICTを活用した舗装工事と題して、実際に活用された施工事例を紹介した。また、航空機の運航を最優先するという空港工事の特殊性から、効率的かつ的確な施工が求められており、1部ではあるが施工事例を紹介した。

空港工事においては、全ての施工において機械施工で実施している。さらに、多くが夜間施工であり、施工規模も大規模になることも少なくなく、建設業界の中でもICTを活用した情報化施工が導入しやすい土壌である。

あわせて、少子高齢化の影響により、働き手の深刻な人手不足もあり、益々ニーズが高まっている。

一方、建設現場から人を完全になくすことはできない。魅力ある仕事として、一昔前の3Kに代表される土木工事のイメージを払拭するようICTを活用した効率的な工事のPRを積極的に行い、人材を確保して育成していくことも併せて重要である。