

既設建物エリアに空港エプロンを 新設する施行プロセス

松山港湾・空港整備事務所 第二建設管理官室 景山 愛理咲
企画部 広域計画課 小笠原 勇一

愛媛県は令和16年度の松山空港の年間利用者を387万人に、国際線の年間利用者が40万人を達成することを目標に掲げている。そのため、松山空港の受入環境を充実・強化し、更なる経済成長に必要不可欠となる松山空港ターミナル地域整備事業の一環として国際線スポットの増設工事を実施した。本稿では、その既設建物エリアに新設したエプロンの施工プロセスと、ICT、遠隔臨場を活用した工事内容について報告する。

キーワード 松山空港、ICT、エプロン、3次元計測技術、遠隔臨場

1. はじめに

(1) 松山空港の概要

松山空港は、愛媛県松山市中心部から西に約6kmの伊予灘に面した海岸線に位置し（図-1）、昭和16年に旧海軍航空基地としての建設に端を発し、現在は2,500mの滑走路を有する四国最大級の国管理空港となっている。

利用者数は平成30年度に過去最多の約312万人に達し、中国・四国地方の空港で1、2位を争う空港となっている。特に国際線の伸びが大きくなっており経年的に増加傾向にある。新型コロナウイルス感染症の影響により令和元年度から減少していた利用者は、令和4年度の速報値でコロナ過前となる令和元年度の約8割まで回復している。（図-2）



図-1 松山空港

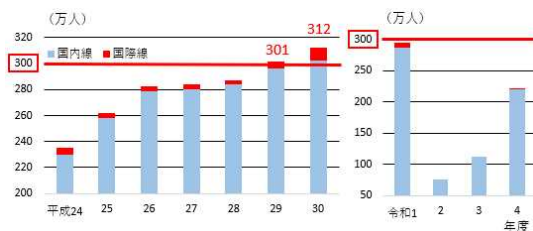


図-2 松山空港の利用者数

(2) 運用状態

コロナ過前において松山空港では、航空機の駐機場であるエプロンは6スポットが設置され、予備スポットを除く5スポットで定期便に対応している。しかし、便数に比べスポット数が少なく、空港全体としてスポットに余裕がない。特に朝夕の時間帯を中心に国内線スポットに空きが無いため、上海・台北線が運休している際は、国際線優先の5番スポットを成田線、関西線が使用している状態であった（図-3）。そのため、国際線が本格的に再開した際には、使用する国際線スポットが不足する事態に陥る。

そこで、国際線の新規就航や増便が可能となるよう国際線スポットを新設する必要があり、本事業の完成によって国際線2スポットにおいて、複数便同時対応が可能となり、利用者の増加、積極的な路線誘致活動を行えるようになる。

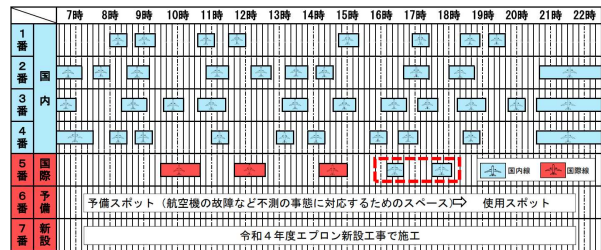


図-3 松山空港のスポット運用状態

2. 施行プロセス

松山空港ターミナル地域整備事業における工事の順番

は以下のとおりである。図-4に施工手順と範囲を示す。

- ① 第2駐車場の一部撤去及び構内道路切り直し
- ② 第2駐車場一部撤去部の補填に第3駐車場新設
- ③ 貨物ターミナルビル移設
- ④ 7番スポット新設により無くなる小型機エプロン新設
- ⑤ 7番スポット新設
- ⑥ GSE置場新設(令和5年度施工予定)

この内、四国地方整備局が施工した①、④、⑤の工事について具体的に説明する。



図-4 施工手順と範囲

(1) 道路駐車場等改良工事(令和2年6月～令和3年3月)

当該工事は、新設する7番スポットの用地確保のため第2駐車場の旅客ターミナル側の一部を撤去し、それに伴い構内道路を切り回した工事である。令和2年度に施工し、同時期に(一財)空港振興・環境整備支援機構により第3駐車場が新設された。工事の流れは図-5に示す。

- ① 施工前
- ② 新第2駐車場右側の道路を施工
- ③ 新第2駐車场上部の道路を施工
- ④ ②、③での道路を供用し、旧第2駐車場を撤去
- ⑤ ④での道路を供用し、新第2駐車場下部の道路を施工
- ⑥ 工事完了

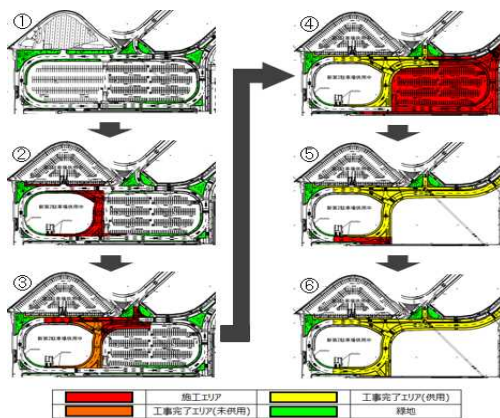


図-5 道路駐車場改良工事フロー

(2) 小型機エプロン新設工事(令和3年9月～令和4年3月)

当該工事では、7番スポットの新設によって無くなっ

てしまう8、9番スポット及び県警ヘリ用スポットの移設、さらにドクターヘリ用スポットの新設を令和3年度に行った。

エプロンは航空機給油取扱所として位置づけられ、エプロン舗装には危険物が浸透せず危険物によって劣化・変形しない(耐油性)、強度、耐火性などの性能が求められる。そのため、給油範囲の舗装を半たわみ性舗装とした(図-6)。半たわみ性舗装は、アスファルト舗装の空隙に特殊セメントミルクを浸透させた舗装で、一般のアスファルト舗装よりも塑性変形抵抗性、明色性、耐油性等の性能を有する。半たわみ性舗装の工法、材料においては松山市消防局の許可が必要であり、材料は難燃性2級以上の性能を有している必要があった。工事の実施にあたり材料、工法共に消防局の許可を得たもので施工した。

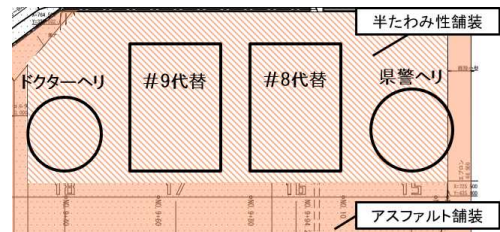


図-6 小型機エプロンにおける半たわみ性舗装範囲

3. エプロン新設工事の概要

エプロン新設工事は全部で3期に分かれている。Ⅰ期のエプロン等新設工事で第1駐車場側のエプロン、場周柵、車両通行帯を令和3年度に新設した。Ⅱ期のエプロン新設工事では、7番スポットとなるエプロン及び新エアライン棟側の車両通行帯を令和4年度に新設し、同時期に松山空港ビル株式会社による貨物ターミナルビル移設工事として、エアライン棟と代理店棟が新設された。Ⅲ期のGSE置場新設工事では、小型機エプロン側の場周柵及び不足しているGSE置場を令和5年度に新設予定である。

本稿では最も規模の大きい工事である令和4年度のエプロン新設工事について報告する。

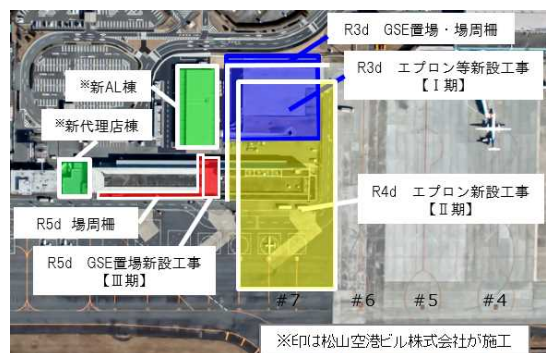


図-7 エプロン新設工事施工範囲

(1) 施工フロー

エプロン新設工事における全行程の施工フローを図-8に示す。この内、メインの工種である路盤工，コンクリート舗装工，アスファルト舗装工について具体的に説明する。

本工事は，資機材搬入・廃材運搬のために車両通行帯での交通量が多くなり，制限区域の出入りに使用する10番ゲートの管理が難しくなることや，今回の施工範囲の真横が航空機を駐機しているエプロンであるため，構造物を撤去する際の粉塵の飛散等を懸念し，夜間施工とした。

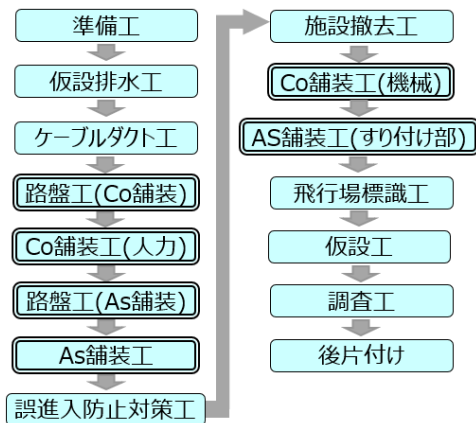


図-8 施工フロー

(2)-1 路盤工

路盤は通常，下層路盤と上層路盤に分けられる。路盤は，舗装が受ける航空機の荷重や施工時の荷重を支持し分散させるもので，十分な支持力や均一性を有している必要がある。

本工事はICTの全面的な活用を図るため，受注者の希望によりコンクリート舗装工における以下の項目をICTを活用した。

- ・3次元設計データ作成(起工測量)
- ・ICT建設機械による施工
- ・出来形管理(出来形測量)
- ・3次元データの納品

着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形計測が可能である3次元計測技術を用いて実施した。トータルステーション測量とレーザースキャナー計測が1台2役で行えるトータルステーションを使用し，従来の作業の1/3の人員で行うことができ，効率的な作業を実現した。そこで得られたデータから工事基準点・平面線形・縦横断線形の3次元設計データを作成する。

出来形測量においては，ノンプリズム方式のトータルステーションを使用し，出来形評価用データを直接計測する。アプリを活用することで，現場の位置出しや観測，計測結果のチェックなどの作業を1人で行うことができる。さらにリアルタイムナビゲーションにより端末に表

示されるヒートマップを見て，計測漏れがないように確認しながらの作業が可能となった(図-9)。

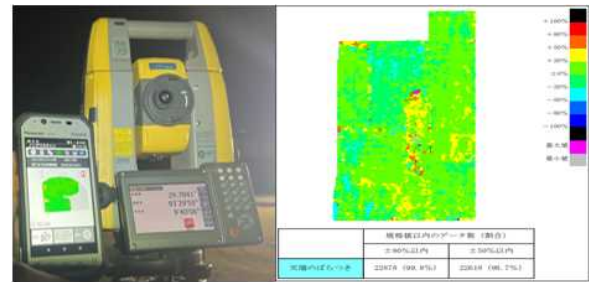


図-9 路盤工における出来形確認状況

施工時には，路盤面を均一に均すモーターグレーダーにICT施工対応機を使用し，トータルステーションにて3Dマシンコントロールを行った。敷均し高さを自動制御し，敷均し状況が画面上でリアルタイムに表示され高精度な施工が行えた(写真-1)。



写真-1 ICT対応モーターグレーダー

受注者へのICT活用効果に関する調査において，起工・出来形測量については作業の省力化による作業員への負担軽減，3次元データを活用した詳細かつ正確な設計照査が可能になったなどの回答があった。ICT建設機械による施工については，施工の効率化による作業人員の削減や出来形の精度向上が挙げられた。逆に，3次元設計データ作成や3次元データ納品ではハイスpekのパソコンが必要となり，データ量が多く処理に時間がかかったなどの意見もあった。

(2)-2 コンクリート舗装工

本工事では，車両通行帯を先行して切り替える必要があった。車両通行帯のアスファルト舗装を行うためには，先に貨物ターミナルビル側のエプロンの一部を施工しなければならない。しかし，大部分のエプロンについては工事後期に施工予定であり，全国で数台しかないコンクリート打設機械を長期間稼働させずに拘束することはできない。そこで，車両通行帯の切り替えに係るエプロンのコンクリート打設は人力施工で行い，その他の大部分のエプロンは機械施工で行った。

エプロン部での施工は近くに駐機している航空機があ

るため、航空機のエンジンプラスト等を考慮し、コンクリート舗装の養生時における養生マットなどの飛散には十分に注意した。養生期間中において飛散・めくれなどにより航空機の運用に影響を与えることはなく、コンクリートの湿潤状態を保てたことで、供用に十分な品質を確保できた。

(2)3 アスファルト舗装工

アスファルト舗装工では、車両通行帯、既設舗装と新設エプロンのすり付け部でアスファルト舗装を施工した。

新設する7番スポット横の小型機エプロンはアスファルト舗装のため、令和3年度の小型機エプロン新設工事と同様に半たわみ性舗装を採用した。通常、普通タイプのセメントミルクを使用すると養生期間が3~7日必要となり、その間小型機エプロン付近の車両通行帯の通行規制をかけなければならない。今回は小型機エプロン利用者から早期供用の要望を受け、セメントミルクを普通タイプから超速硬タイプに変更した。超速硬タイプの養生期間は3時間と非常に短く夜間作業時間内に養生が完了する。それにより空港の運用時間に通行規制をかけることなく施工場所を解放できた。

(3) 遠隔臨場

工事現場における「施工状況検査」「材料検査」及び「立会」について、受発注者の作業効率化を図るため、ウェアラブルカメラ等を利用した遠隔臨場を一部発注者支援を活用し実施した。主な実施項目を表-1に示す。なお、路盤工の確認・立会については、基準高(レベル測定)、ブルーフローリング試験(目視確認)であることから従来通りの現場確認が必要なため、遠隔臨場の対象外としている。

遠隔臨場は、夜間工事でも写真-2のように鮮明に確認することができ、現地確認と大差無い環境で現場確認を行うことができる。特に今回の工事では冬場の夜間作業があり、海からの強い西風により空港内での体感温度は実際の気温よりもさらに低くなる。そのため、このような厳しい環境下においての現場立会の回数を減らすことができ、立会人の負担を軽減することができる。

遠隔臨場を活用することによって、建設現場における人材不足や作業負担の軽減から時間効率も改善することができた。

表-1 遠隔臨場の実施項目

工種	細目	確認内容	頻度	遠隔臨場対応
空港舗装工	下層・上層路盤 (不陸修正)	出来形	全体の20%	×
		品質検査	全体の20%	×
	アスファルト舗装	品質試験 (As含材温度管理)	全体の20%	○
		出来形	全体の20%	○
		各種状況	全体の20%	○
		現場試験 (供試体採取)	全体の20%	○
	コンクリート舗装	強度試験 (28日強度)	全体の20%	○
		出来形	全体の20%	○
		各種状況	全体の20%	○
		目地工	出来形	全体の20%
飛行場標識工	飛行場標識工	出来形	全体の20%	○



写真-2 コンクリート舗装工における遠隔臨場の様子

4. おわりに

松山空港ターミナル地域整備事業は、関連する工事毎に複数の発注者・受注者がおり、関係者間での細やかな情報共有や綿密な調整が円滑に整備を進める上で重要になる。今回のエプロン新設工事においては、「松山空港ビル株式会社発注」の貨物ターミナルビルの移設工事及びパッセンジャーボーディングブリッジの撤去工事を同時期に行い、旧貨物ターミナルビルのエリアにエプロンを新設した。また「大阪航空局発注」の空港維持工事・通信ケーブル工事、当事務所発注の護岸改良工事と工事用道路や作業エリアを共有するため、関係者間で調整する必要があった。そこで、月1回の四者会議及び貨物ビル会議を実施し、関係者が一堂に会して情報共有及び伝達、調整を図った。

また松山空港は周辺に民家があることから受注者が施工前に施工時期や工事内容を明記したチラシの配布や工事説明会を開催するなど地元への工事周知を徹底するとともに、施工中は低騒音・低振動型の機械を使用、夜間照明の向きを工夫するなどの対策を実施した結果、工期末日までトラブルもなく、円滑に作業を進められた。

安全管理に関しては工期末日までの事故発生は0件であり、適切な安全管理ができていたといえる。月に1回実施した安全パトロールにおいて安全に関する重大な指摘は無く、多少の改善点が見受けられた場合も受注者が迅速に対応し、適切な是正報告を受けた。

松山空港の工事において3次元計測技術、遠隔臨場等のICTを本エプロン新設工事にて始めて採用し、利点が多いことが分かった。一方、中小規模の空港工事では実施がまだ少ないことから、今後はもっとICTの導入が広がるよう、ICT活用の効果について積極的に情報を発信していく必要がある。

今後もGSE置場新設工事等の後続工事が施工されるが、引き続き官民が連携し、遠隔臨場、ICTなど様々な取り組みを推進するとともに、空港工事の安全かつ効率的な施工の実施に取り組むことが重要となる。