

着陸帯等の草刈工の自動化施工の取組みについて

興和ビルメンテナンス株式会社
総務部（事業開発室担当）
部長 原田和紀

1. はじめに

我が国の空港は、空港法第2条、空港法附則第2条第1項に規定する「公共用飛行場」であり、空港種別ごとに分類され、平成25年1月現在、「会社管理空港…4 空港」、「国管理空港…19 空港」、「特定地方管理空港…5 空港」、「地方管理空港…54 空港」、「共用空港…8 空港」、「その他の空港…8 空港」、「非公共用空港…6 空港」、「公共用ヘリポート…20 箇所」、「非公共用ヘリポート…91 箇所」が設置されている。

また、空港施設は、航空法等において、航空保安施設（航空保安無線施設等）、空港土木施設（滑走路・誘導路・エプロン・着陸帯等）、旅客ターミナルビル等で構成されている。

各空港は、複数の施設がそれぞれの役割を果たすことで機能し、空港の維持管理は、空港機能の供用性、運航に対する安定性等を確保することを目的としている。従って、空港土木施設の維持管理は、航空法第47条（空港等又は航空保安施設の管理）、航空法第47条の2（空港保安管理規程）、航空法第55条の2（国土交通大臣の行う空港等又は航空保安施設の設置又は管理）、規則第92条（保安上の基準）、規則第92条の4（空港保安規程の内容）及び空港法第3条（空港の設置及び管理に関する基本方針）を遵守して実施しなければならないとされている。

空港土木施設の維持管理は、「点検」「維持」「修繕」等の業務があり、規則第92条（保安上の基準）では、「規則第79条（設置基準）の基準に適合するように維持すること」「点検・清掃等により空港の機能を維持すること」と規定されている。

空港土木施設のうち、規則第79条に規定されている施設は、以下の①～⑤である。

- ①滑走路及びショルダー
- ②着陸帯
- ③誘導路及びショルダー
- ④エプロン及びショルダー
- ⑤飛行場標識施設（飛行場名標識・滑走路標識・過走帯標識・誘導路標識）

また、規則第79条に規定されていないが、空港機能を確保するうえで必要な土木施設は、以下の⑥～⑩がある。

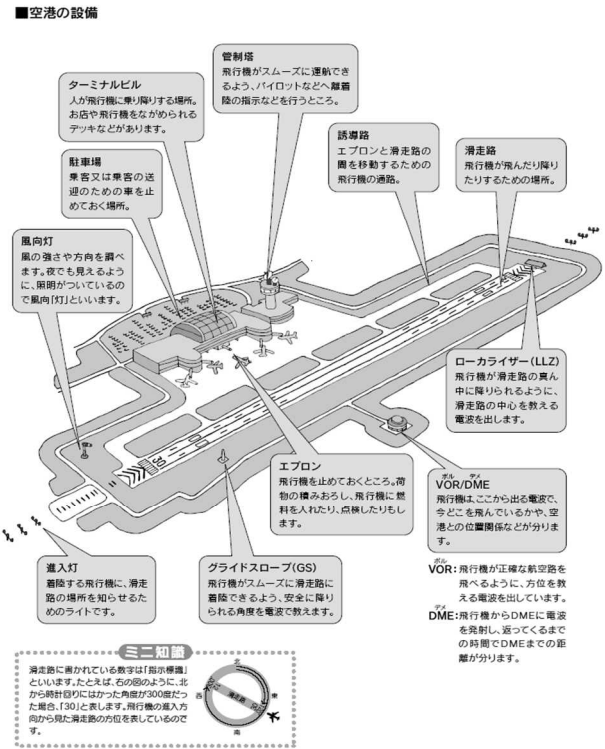
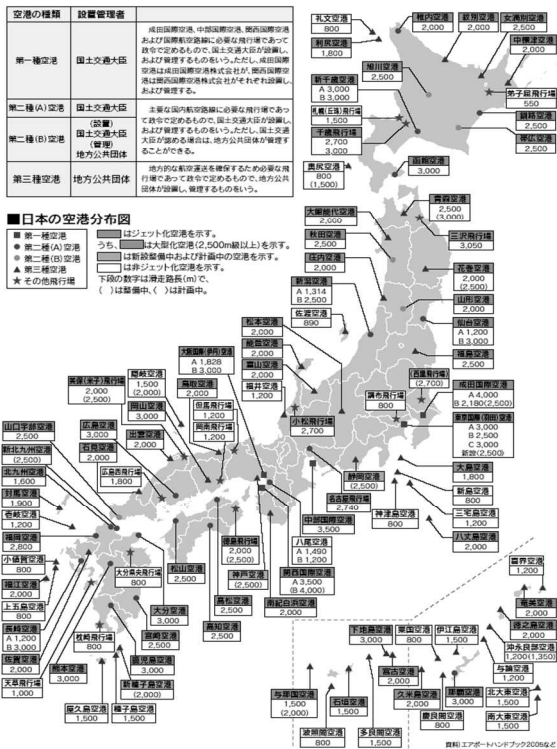
- ⑥舗装施設（過走帯・保安道路・場周道路・GSE 車両通行帯等）
- ⑦用地施設（滑走路端安全区域・誘導路帯・護岸・擁壁・のり面等）
- ⑧エプロン標識施設
- ⑨排水施設（幹線排水・表面排水）
- ⑩道路・駐車場施設（立体駐車場は除く）、道路付帯設備

- ⑪コンクリート構造物施設（地下道・共同溝）
- ⑫鋼構造物施設（橋梁・人工地盤）
- ⑬その他の土木施設（場周柵・プラストフェンス・防音施設等）

空港土木施設の機能保持を行うために、以下の⑭～⑰の業務が行われている。

- ⑭着陸帯等の草刈り
- ⑮飛行場標識施設の再塗装
- ⑯舗装面の清掃
- ⑰除雪

「ネットワークの基盤である航空機の運航への影響低減」と「空港利用者の安全確保」の観点から、空港施設の適切な維持が不可欠である。



※出典：福岡空港調査連絡調整会議「PIレポートステップ1」より

2. 現状の空港の草刈り等について

空港着陸帯等の地表面には、航空機を安全に運用するために「植生」が施工されており、主に「張芝」や「播種工」で被覆されている。

この緑地帯を設ける本来の目的は、

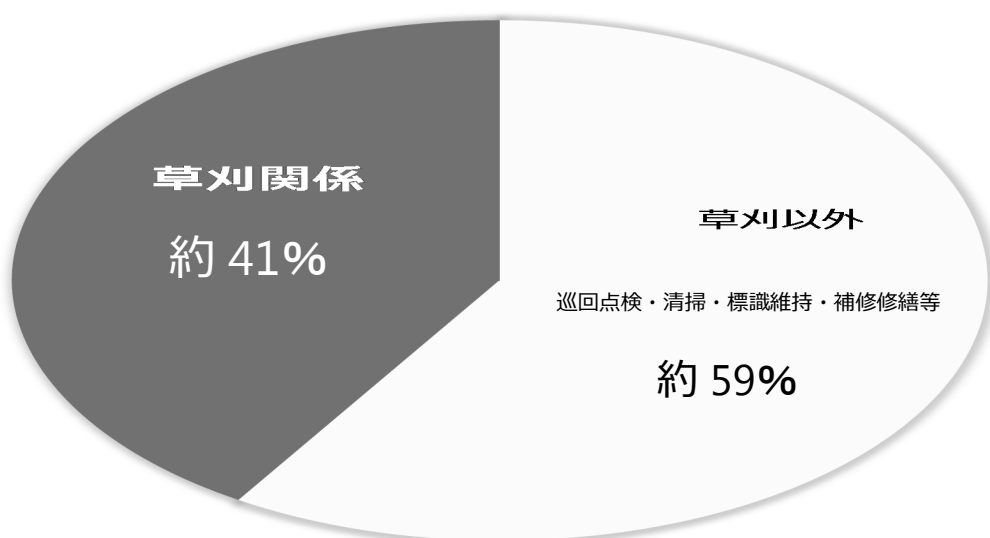
- ①航空機のプラストによる基盤浸食や飛砂を防止すること。
- ②航空機のオーバーラン等の緊急時に機体の支持と延焼を防止し緊急活動が速やかに行えるようにすること。
- ③事故時の緊急避難の際、搭乗者のケガを防止すること。

これらの広大な空港の着陸帯等を維持管理する場合、以下の条件を満たす必要があると言われており、多大な維持管理コストや人員の確保が大きな課題と思われる。

【作業条件】

- (a) 精度の高い維持管理が要求される。
- (b) 維持管理を実施するうえで時間的制約を受ける。
 - 1 航空機の運航時間内は、一部の作業を除き、基本的に維持管理作業を実施できない。
 - 2 維持管理のために空港を閉鎖することは不可能。
 - 3 深夜便が就航する空港は、運航の合間を縫って作業を行うため、作業時間が非常に厳しい設定にならざるを得ない。

【維持管理コストの比率】



※出典：国土技術政策総合研究所「建設残土地盤上の空港着陸帯の植生技術に関する研究」より

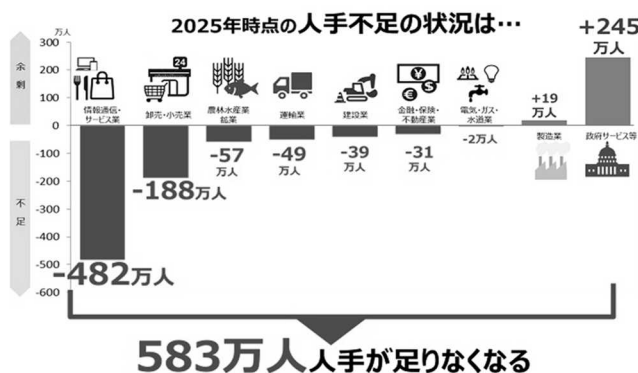
【維持管理作業の年間人工数（東京国際空港の場合）】

No.	委託業務種類	H21 年度	比率	H22 年度	比率	H23 年度	比率
1	巡回点検	829 人工	9.9%	1,057 人工	10.2%	1,168 人工	10.4%
2	灯標点検工	0 人工	0.0%	0 人工	0.0%	198 人工	1.8%
3	草刈工	4,610 人工	55.0%	4,909 人工	47.4%	5,390 人工	47.8%
4	清掃工	1,427 人工	17.0%	1,472 人工	14.2%	2,067 人工	18.3%
5	標識工	721 人工	8.6%	1,929 人工	18.6%	1,214 人工	10.8%
6	植栽維持工	61 人工	0.7%	57 人工	0.6%	62 人工	0.5%
7	緊急補修工	659 人工	7.9%	815 人工	7.9%	1,112 人工	9.9%
8	除雪工	73 人工	0.9%	124 人工	1.1%	60 人工	0.5%
年間合計		8,380 人工	100%	10,363 人工	100%	11,271 人工	100%

※出典：国土交通省航空局「平成 23 年度 東京国際空港土木施設維持修繕工事 別添 1」より

【今後 予想される課題】

- ☞ 少子高齢化の進行により 安定した人員を確保 できるかどうか。
- ☞ 現場では、人手に頼る作業や熟練者でなければできない作業が多く 技術の伝承 ができるかどうか。
- ☞ 東京オリンピック・パラリンピックの開催等に伴い、航空機の離発着便数の増加が見込まれており、維持管理に必要な作業時間が確保 できるかどうか。
- ☞ 作業従事者確保のため人件費の上昇が予想されており、維持管理コストの増加を抑制 できるかどうか。



労働力不足は、2025年に583万人に

経済成長予測から算出した需要としての就業者と将来人口推計を基にした供給としての就業者数を比較し、そのギャップを算出したもの。

※出典：インテリジェンス HITO 総合研究所（2016年）より

3. 着陸帯等の草刈自動化施工を考案した経緯

【当初はゴルフ場の草刈自動化で検討】

弊社は、総合ビル管理業を営んでいる会社であり、当該管理業務の一つとして「ゴルフ場」の施設管理を任されています。

そこでは、フェアウェイ等を管理するグリーンキーパーの労働力不足が常態化していたことや、熟練者の技能をどのように次世代へ継承させるか等の課題も抱えており、「ゴルフ場」における草刈自動化施工が実現可能かどうかについて、調査・研究を進めてまいりました。

ゴルフ場での草刈自動化には、以下の課題がありました。

- ① ゴルフ場関係者以外の方もコース内に立ち入ることができてしまう。
- ② コース内の樹木等が障害となり GPS 等の電波受信が安定しない。
- ③ コース内の地形に起伏が多く、芝の刈高品質（フェアウェイ 10 ㍉、ラフ 40 ㍉）が安定しない。



【空港施設への応用】

本業で成田市内にある「さくら山公園」に立ち寄った際、成田国際空港の「敷地が広大で平坦」、「GPS等の電波受信を妨げるものが無い」、「周囲が柵で囲まれていて関係者以外は立入ることができない」等の自動化施工の条件が整っていることに気づき、「社会的必要性が高く公共施設としての役割を担う空港施設等」に対し、弊社が研究してきた技術を空港事業用として発展的に応用することができないかを考え、国土交通省・国土技術政策総合研究所の情報公開資料を調査し、着陸帯等の草刈自動化施工の具体化に向けた検討に着手することとなった。



4. 他分野におけるSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）の取組みについて

【農業分野が抱える課題】

- ☞ 農林水産業・食品産業分野では、担い手の減少や高齢化の進行等により深刻な労働力不足。
- ☞ 依然として人手に頼る作業や熟練者の作業が多い等、省力化、人手の確保、負担の軽減が重要となってきている。
- ☞ 既存の団体や企業だけでは新たなイノベーションは生まれない。他分野からの参入を進めこれまでにない技術やノウハウを活かしてイノベーションを生み出すことが必要である。

【農業分野の取組み】

- ☞ IT等の先端技術や情報を駆使することによるスマート農業の実現に向けた取組みを行っている。



※出典：農林水産省「スマート農業の実現に向けた取組と今後の展開方向について」より

5. 草刈工の自動化施工の方向性について

広大な着陸帯等の草刈り作業は、航空機の離発着がない状況等の時間的制約が課せられているため、作業方法等を工夫していく必要があります。

現在、農業分野で進めている「準天頂衛星 みちびき」が発信する補正信号を使用した「無人トラクタ」があり、この技術を応用した「空港事業用」としての自動化施工の確立に取り組んでいきたいと考えています。

【フェーズ1：草刈等の自動化施工への取組み】

《現状》 ☞ 草刈・集草・梱包等の有人機械作業、肩掛式草刈等の人力作業及び保安要員配置等 1 チーム 6～8 人体制で作業を行っている。

《取組み》 ☞ GPS 等の衛星受信機能及び各種センサー（作業情報収集・人感・金属探知等）を搭載したトラクタ等を導入し、遠隔操作等による自動化施工により、最小履行人数で草刈等の作業が行えるかどうか。

【フェーズ2：計画的な作業を進めるための取組み】

《現状》 ☞ 航空機の運航時間内は、一部の作業を除き時間的な制約を受ける作業が多い。従って、作業時間は非常に厳しい設定にならざるを得ない。

《取組み》 ☞ 作業エリア別に作業可能時間（機材倉庫出庫～現場作業～機材倉庫入庫）と作業経路を設定し、効率よく継続的にトラクタ等を稼働させることで、時間的な制約を受ける作業を軽減できるかどうか。

【フェーズ3：作業進捗状況・結果等を管理する取組み】

《現状》 ☞ 作業日報による管理。

《取組み》 ☞ コンピュータシステムにより作業進捗状況・結果等をリアルタイムに一括管理し、状況に応じた的確な作業方法・作業時間の再設定ができるかどうか。

6. 自動化施工機械（無人トラクタ等）の選定と作業精度について

弊社の技術協力パートナーとして農業分野の自動化施工研究で実績のあるヤンマー株式会社のロボットトラクタ「YT5113 シリーズ」を実験用トラクタとして、また、作業機器（アタッチメント）は株式会社ササキコーポレーションのフレールモア「KM202 シリーズ」を選定し、実証実験を進めております。



【作業精度の比較】

- ☞ 有人走行した場合 … a) 直線方向の長い距離を走行すると、運転者の感覚により蛇行走行となる。
b) 作業機器（アタッチメント）のかぶり幅（約 15 ㍎～20 ㍎）も多く、作業効率が悪くなる。
- ☞ 無人走行した場合 … c) GPS 等で受信した情報と地図データで走行路を自動補正。
d) 作業機器のかぶり幅も約 2 ㍎に縮小でき、作業の効率性が図れる可能性が高いと見込まれる。



7. 仙台国際空港・山口宇部空港での草刈工の自動化施工実証実験について

【仙台国際空港での実証実験】

- 実験日時 : 平成 29 年 8 月 8 日（金） AM10:35 ～ AM11:30
- 天 候 : 暴風雨
- 実作業面積 : 約 3,750 m²
- 実作業時間 : 約 45 分
- トラクタ速度 : 平均車速 3 km/h
- 草 丈 : 約 1,000 ㍎ ～ 1,500 ㍎
- 実験目標 : ① GPS 受信状況の確認。
② 草丈のある作業場所での無人走行による自動化草刈り作業の確認。
③ 無人走行による旋回性能の確認。
④ 気象状況変化への対応力（当日に追加した項目）。



【山口宇部空港での実証実験】

実験日時 : 平成 29 年 10 月 13 日 (金) AM10:10 ~ AM11:40

天 候 : 曇り時々雨

実作業面積 : 約 3,250 m²

実作業時間 : 約 30 分

トラクタ速度 : 平均車速 7 km/h

草 丈 : 約 150 ㍉

実験目標 : ① GPS 受信状況の確認

② 長手方向(約 80 ㍉)の無人走行による自動化草刈り作業及び直進安定性の確認。

③ 横手方向(約 40 ㍉)の無人走行による自動化草刈り作業及び旋回性能の確認。



【実証実験で得られた課題】

- ☞ 仙台国際空港 … ① 実験作業場所が調整池で当日の暴風雨で地盤が泥濘であり、±100 ㍉程度の GPS 受信誤差が生じ、刈残し(幅 100 ㍉、長さ 4,000 ㍉)が 3ヶ所発生。
- ② トラクタの旋回回数を多くしたため、実験場所の一部の地盤に凹凸が出来た。
- ☞ 山口宇部空港 … ③ 実験作業場所内に設置してある構造物(ハンドホール・排水溝)を事前にプログラム上に登録して回避させたが、衝突回避センサー等の自動検知システムの検討。

8. 当面の検討課題について

- ① トラクタと草刈・集草・梱包等の各作業機器との連動性に対する検討。
- ② 灯火設備・側溝・ハンドホール等の構造物に対する自動検知システムの構築及び回避技術に対する検討。
- ③ 空港施設作業の特徴を分析し、安全性の確立等に対する検討。
- ④ 緊急回避プログラム確立等に対する検討。
- ⑤ GPS 受信簡易アンテナ装置の電源方式及び設置場所等に対する検討。

以上