

成田国際空港高速離脱誘導路再編整備における誤進入防止策について

成田国際空港株式会社
整備部門整備部舗装グループ
鶴岡 興治

1. はじめに

成田国際空港では、滑走路処理能力の向上を目的に高速離脱誘導路の再編整備を実施中である(第16回報告会「成田国際空港における高速離脱誘導路再編計画について」参照)。工事は2017年7月に現場着手したところであり、2018年中にまずA滑走路に4本、B滑走路に1本の高速離脱誘導路を整備・供用することとしている。また、2019年度中にはA滑走路にさらに2本の高速離脱誘導路を整備・供用する予定である。

本工事では、供用中の滑走路に高速離脱誘導路を新設するため、滑走路を離着陸する機体が誤って滑走路から逸脱し工事エリアに入ってしまうことが最大のリスクと考えられたので、その対策として、緑色に着色したアスファルト乳剤を採用した。

2. 高速離脱誘導路再編整備プロジェクトの概要

成田国際空港の2017年度通期の航空機発着回数は25.2万回であり、現在の年間発着枠30万回に比べて余裕がある。しかしながら北米との乗継便が集中する夕方のピーク時間帯(15～18時台)及び夜間(21～22時台)の発着枠は既に満杯であり、航空会社のリクエストに十分応えられていないのが現状である(図1)。

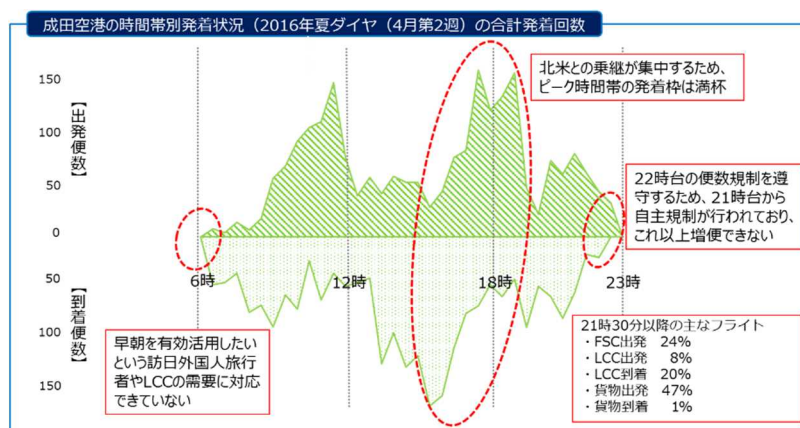


図1 成田空港の時間帯別発着状況

成田国際空港のA滑走路の高速離脱誘導路は、そのほとんどが1978年の開港当時の形状のままであり、着陸した機体の滑走路占有時間(ROT)が長く、滑走路処理能力の向上の妨げとなっている。また、2002年供用のB滑走路の高速離脱誘導路は高速で離脱できる形状となっているものの、南側には1本しかないため、16Lに着陸した機体のROTが長くなっている。そのため、その位置や線形(取り付け角度)等を最適化することで処理能力が向上することが予想された。

そこで滑走路処理能力の向上を目的に、着陸機の滑走路占有時間を短くするため、高速離脱誘導路の再編成を行うこととし、その最適な配置を決定するにあたり、以下の3ステップで検討を行った。

- ① 滑走路上の着陸機による減速距離を推定
風速等の気象条件や機種ごとの着陸時減速性能の整理し、滑走路上の着陸機による減速距離の分布図を作成
- ② 理論的な高速離脱誘導路の最適位置を検討
計算モデルを現状データと照らして再現性を確認し、将来における機材比率の設定することで ROT が最小となる理想的な高速離脱誘導路の位置を解析的に算出
- ③ 関係者からの意見聴取等により位置調整し、最適高速離脱誘導路位置の決定
海外空港の配置事例や、海外での検討事例を調査し、周辺誘導路の地上走行機と合わせた高速離脱誘導路の管制運用性を考慮。また、パイロットへのヒアリングも実施

これら検討の結果、滑走路末端から 1,800m の位置に最初の高速離脱誘導路を設置し、そこから 450m 間隔で 2 本（合計 3 本）の高速離脱誘導路を設置することとした。

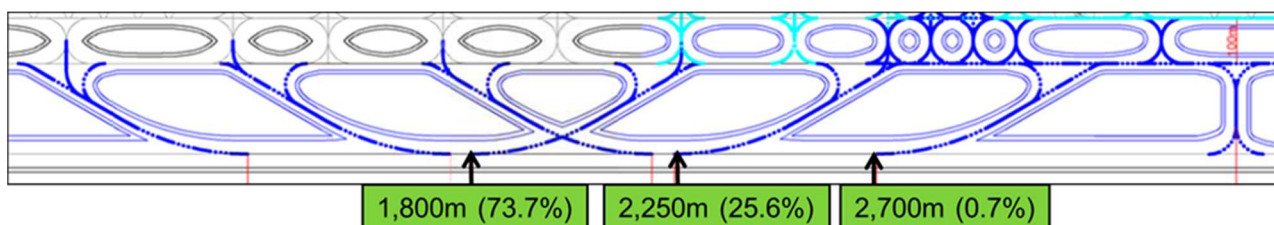


図 2 最終配置案 (A 滑走路 南向き運用時)

3. 緑色乳剤について

上記検討を経て、成田国際空港株式会社は地下埋設物補強工事・舗装工事・航空照明工事を発注し、2017年7月に現場施工に着手した。前述のとおり施工にあたり、最も深刻なリスクとして認識されたのが、供用中の滑走路から航空機が逸脱し、工事エリアに誤進入することであった。

特に、一部の工事現場では滑走路側の接続部が既設誘導路と近接もしくは一体となっており、接続部付近に進入禁止標識や進入禁止灯を設置した場合、運航乗務員が供用中の高速離脱誘導路への離脱を逡巡する可能性もあったため、進入禁止標識の代わりとなる対策を検討する必要があった。

従前より成田国際空港では閉鎖や線形改良した後に使用しない誘導路舗装に緑色ペイントを設置することで疑似的な緑地帯（緑地帯標識）とし、走行可能なアスファルト舗装と見間違わないようにしてきたところである。運航乗務員へのヒアリング結果も良好なため、本工事でも施工中に実施することを検討した。しかしながらペイント塗料であるため、路盤や基層などに塗布した場合、さらに上層の舗装を構築する際に支障となるため一度撤去しなければならない。一方、夜間の限られた時間（通常、23時30分から5時20分）で特に滑走路や既設誘導路に近接する箇所（既設ショルダーを撤去し、高速離脱誘導路の本体舗装構造を増築する部分含む）は供用できる状態まで復旧して退場しなければならないことを考えると、さらに一工種追加することは実施工上、大変困難なことが想定された。

そこでペイント塗料に代わるものを検討した結果、通常、褐色（分解後は黒色）である

アスファルト乳剤を緑色に着色し散布すれば、同様の効果を期待できるのではないかとの考えに至った。アスファルト乳剤であれば、舗装施工にあたり必ず散布するものであるため、施工上手戻りにならないうえ、乳剤散布車により散布が可能であるため、短時間で広範囲に散布が可能である。さらに舗装周辺の掘削箇所にも砂塵の飛散防止のための散布も可能なことから適当であると判断された。

アスファルト乳剤の緑色化について複数の乳剤メーカーに打診したところ、それぞれから方法の異なる提案をいただいたところである。そこで、工事契約後に受注者と協議した結果、明色乳剤（脱色乳剤）に緑色の顔料を混ぜたものを「緑色乳剤」として採用することとした。

① 緑色乳剤の品質・性能確認

緑色乳剤を採用するにあたり、本乳剤の品質や性能の確認を行っている。

まず、色調であるが、顔料を2%、4%、6%混合しアスファルトに塗布した試料を作成し比較したところ、4%と6%では明確な差が見受けられなかった。さらに2%と4%の緑色乳剤を使い、乳剤散布車による試験施工を実施したところ、2%でも十分な色度を持つと判定された。また、施工性については通常のアスファルト乳剤とほとんど変わりはなく、実施工においても十分な施工性を持つものと確認された。また、噴霧機による人力での施工も散布車によるものと同等の結果を得られた。

次に本乳剤の仕様であるが、使用箇所が供用中の滑走路や誘導路に囲まれている工事現場であり、現場への出入りに伴い滑走路や誘導路に緑色のタイヤマークを残さないためにも、通常のPK-4ではなく、(一社)アスファルト乳剤協会(JEAAS)規格(PKM-T(タイヤ付着抑制型アスファルト乳剤))に準拠するものとした。さらにJEAAS規格で規定されていない引っ張り試験やせん断試験についても、JEAASのPKM-Tの性能を評価した報文(あすふあるとにゆうざい No.173P6 表-7 および No.174P4 表-4)を参考に実施・検証し、それぞれ満足していることを確認した。

それぞれの試験項目と結果は表1のとおりである。

表1 緑色乳剤の試験結果

試験項目・条件		試験結果	JEAAS規格(PKM-T)
エングラード(25℃)		14	1~15
ふるい残留度(1.18mm)	質量%	0	0.3以下
付着度		2/3以上	2/3以上
粒子の電荷		陽(+)	陽(+)
蒸発残留分		53.5	50以上
蒸発残留物	針入度(25℃) 1/10mm	8	5~30
	軟化点	68.0	55.0以上
貯蔵安定度(24時間)	質量%	0	1以下
タイヤ付着率	質量%	0.3	10以下

試験項目・条件		試験結果	メーカー社内基準 ※
引張接着強度 (20℃)	MPa	2.84	1.93
せん断強度	MPa	0.83	0.52

※ JEAAS の報文の記載を参考とした

② 散布範囲

成田空港の「制限区域内工事実施要領 (成田国際空港株式会社)」では、緑地帯標識の施工例としてショルダー端から5mとそのさらに外側に5m間隔で2m幅の緑色ペイントを設置することとしている (図3)。

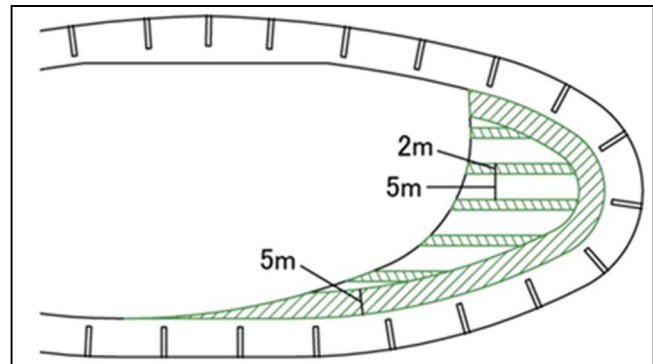


図3 緑地帯標識施工例

緑色乳剤の散布範囲については、特に定めがないが、その使用目的 (供用中の滑走路に新設する高速離脱誘導路の誤認防止措置) や施工性の高さから、緑地帯標識と比較してその範囲を大幅に広げる方向で検討した。検討内容について、社内外の関係機関とさらに協議・調整した結果、当初は着陸帯 I (滑走路中心線から75m以内) に散布することとし、必要に応じて見直すこととした (図4)。

また、散布する層は表面にアスファルト乳剤を散布し、通常乳剤では表面が黒色になり誘導路舗装があると誤認する可能性が生じる、上層路盤 (セメント安定処理)、上層路盤 (アスファルト安定処理)、基層 (粗粒アスファルトコンクリート) の3層とした (図5)。

また、表層施工後は速やかに進入禁止標識等を設置し、航空機の誤進入を防止することとした。

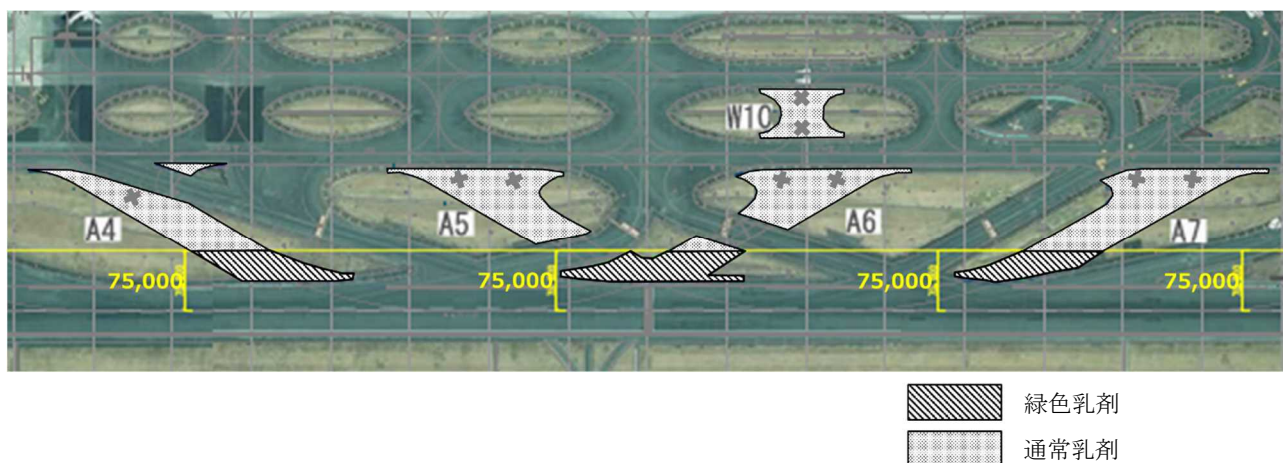


図4 A 滑走路における散布範囲 (当初)

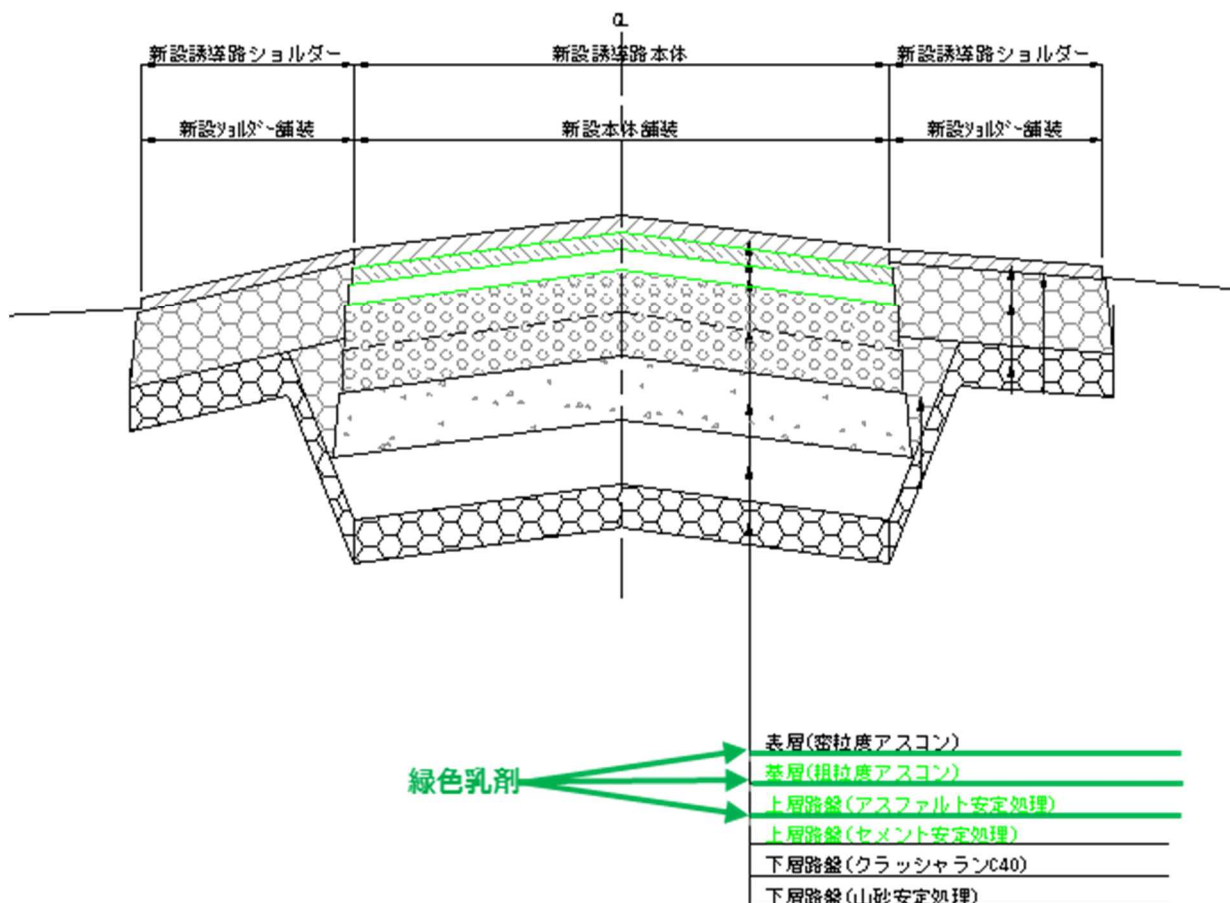


図5 散布層

4. 緑色乳剤の閉鎖誘導路（旧 W10）への散布

以上のように、緑色乳剤は高速離脱誘導路の再編整備工事に使用することを目的に準備してきたところであるが、その前に別の場所で散布することとなる事案が発生した。

2017年8月24日18時00分頃、出発機（B787-9）がA滑走路に向け誘導路を走行する途中、廃止誘導路（旧 W10）に誤って進入した。当該廃止誘導路には進入禁止標識および前述の緑ペイントが設置されていたが事案が発生した。その再発防止策として、8月29日の夜間、当該廃止誘導路の舗装未撤去部分を全面的に緑色に塗装することとした。ただし、廃止誘導路全面を緑色に着色することとしたため、従来使用していた緑色ペイントでは時間がかかることを鑑み、緑色乳剤を全面に散布した。

その後、本邦航空会社の運航乗務員に本対策についてヒアリングしたところ、「通常の芝生のように見えるわけではないが、ある一定距離からも緑色に塗られた廃止誘導路を視認でき、明らかに通常の誘導路舗装とは違うので、間違っって進入する可能性は低い。降水があり、路面がかなり濡れている状況では見え方が違うかもしれないが、当面の対策としては、一定の効果はあるように感じた」との回答があった。

5. 最後に

2018年7月30日15時44分頃、到着機（B787-8）がB滑走路を逸脱し、建設中の新B6誘導路の工事エリアに誤って進入し停止する事案が発生した。事案発生時、当該工事エリアの着陸帯Iの範囲はすでに基層もしくは上層路盤（アスファルト安定処理）まで施工済みであったため、その全面に緑色乳剤が設置されていた。

供用中の滑走路ショルダーから到着機が停止した箇所までの間は、段差が最大8cmであったことや、航空機が十分に減速していたこともあり、幸いなことに死傷者の発生や機体への損傷はなかった。

本事案に対する再発防止策については、様々な対策を検討・実施しているところであるが、その一環として、緑色乳剤の散布範囲も建設中の高速離脱誘導路全域に広げることとし、B滑走路で建設中の高速離脱誘導路（新B6）のみならず、A滑走路で建設中の高速離脱誘導路（新A4～新A7）にも早急に実施したところである。前述したとおり、緑色乳剤については一定の効果があると考えられ、より遠方まで設置することで視覚効果の改善をすることとした次第である。本稿執筆時点で、塗布範囲の見直し後、約1か月が経過しているが、その間に同様の事案は発生していない。

高速離脱誘導路再編プロジェクトは今後も約1年続くことや、更なる機能強化の実施に備え、緑色乳剤の有効性等について引き続き注視していきたいと考えている。

最後に緑色乳剤の開発・施工にあたり、ご協力いただいた関係者の皆様に、感謝申し上げる次第である。