

# 釧路空港滑走路の舗装老朽化改良について —滑走路におけるブリスタリング対策—

釧路開発建設部 釧路港湾事務所 第3工務課 ○山岡 広幸  
伊藤 文彦

釧路空港では、平成18年度にブリスタリングの発生が確認され、調査と対策手法の検討を行い、平成19年度よりアスファルト舗装の切削・打換えによる改良工事を実施している。また、平成18年度よりアスファルト舗装の老朽化に関する調査を行い、釧路空港のブリスタリング発生推移や改良工事後の状況を把握している。本報は、釧路空港滑走路におけるブリスタリングに関する調査結果と有効な対策例を報告するものである。

キーワード：ブリスタリング、舗装体調査

## 1. はじめに

ブリスタリングとは、アスファルト舗装表面が水ぶくれのように円形に膨れ上がる現象であり、舗装体に含まれる水分が温度の上昇により気化し、そのときに発生する蒸気圧が原因とされている。

空港の舗装にブリスタリングが発生すると、舗装の膨らみが航空機の走行性を悪化させるだけでなく、表層の破損や剥離によって空港の運用に支障をきたす恐れがある。

釧路空港においては、平成18年6月東京航空局釧路空港事務所の滑走路点検時に、ブリスタリングと疑われる舗装面の異常が発見され、同年7月までの調査で約3,500箇所のブリスタリングの発生が確認された。

ブリスタリングは舗装内温度変化、表層の空隙率低下

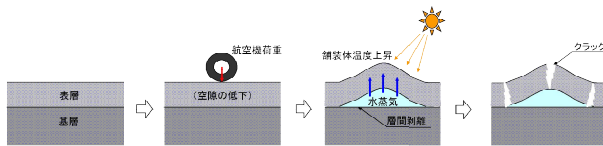


図-1 ブリスタリングのイメージ



図-2 発生状況写真（平成18年6月）

による密閉化、舗装内含有水分といった要素が複合して生じるといわれている。釧路空港において発生した要因として、平成18年6月の気象は平年の3倍以上の降雨があり、直後にフェーン現象が発生（気温の急上昇により舗装体内の水分気化が進行）したことがきっかけとなり、ブリスタリングが発生したと考えられている。

当初は応急措置として、舗装体内の圧力を逃がすためブリスタリング発生箇所ドリルで穿孔や、平坦性の確保とブリスタリング範囲の拡大防止等を期待して、発生密度の高い箇所の一部を路面ヒータで加熱しローラで転圧を実施している。また、集中して発生した箇所においては、部分的な表層の打替えを行っている。

しかし、応急対策のみではブリスタリングの拡大を食い止めることは難しく、早急な改良が必要とされた。

本報告では、釧路空港滑走路におけるブリスタリングに関する調査結果と有効な対策例を報告する。

## 2. ブリスタリング対策工事の概要

平成19年度よりブリスタリング対策のための改良を行っている。平成19年度改良は、ブリスタリング発生密度

表-1 年度毎の対策工事内容

改良年度	滑走路測点	改良厚	As合材	施工箇所	備考
平成19年度	SP-500～SP-165	表層8cm	表層:改質II型	中央帯	ブリスタリング対策
	SP930～SP1310	表層8cm	表層:改質II型	中央帯	ブリスタリング対策
平成20年度	SP-500～SP-165	表層8cm	表層:改質II型	縁端帯	ブリスタリング対策
	SP930～SP1310	表層8cm	表層:改質II型	縁端帯	ブリスタリング対策
平成21年度	SP1310～SP1560	表層8cm	表層:改質II型	中央帯	ブリスタリング対策
	SP1800～SP2000	表層8cm、基層7cm	表層:改質II型、基層:密粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
平成25年度	SP750～SP1030	表層8cm、基層7cm	表層:改質II型、基層:密粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
平成26年度	SP1030～1210	表層8cm、基層7cm	表層:改質II型、基層:密粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
平成27年度	SP-500～SP-305	表層8cm、基層7cm	表層:改質II型、基層:密粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
	SP1210～SP1310	表層8cm、基層7cm	表層:改質II型、基層:密粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
平成28年度	SP-305～SP-165	表層8cm、基層7cm	表層:改質II型、基層:密粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
	SP-165～SP-58	表層8cm、基層①4cm、 基層②4cm	表層:改質II型、基層①:密粒、 基層②:粗粒	全幅	ブリスタリング・老朽化対策
（平成18年度以降未改良）	SP-58～SP750	—	—	—	前回H16年度改良
	SP1560～SP1800	—	—	—	前回H14年度改良

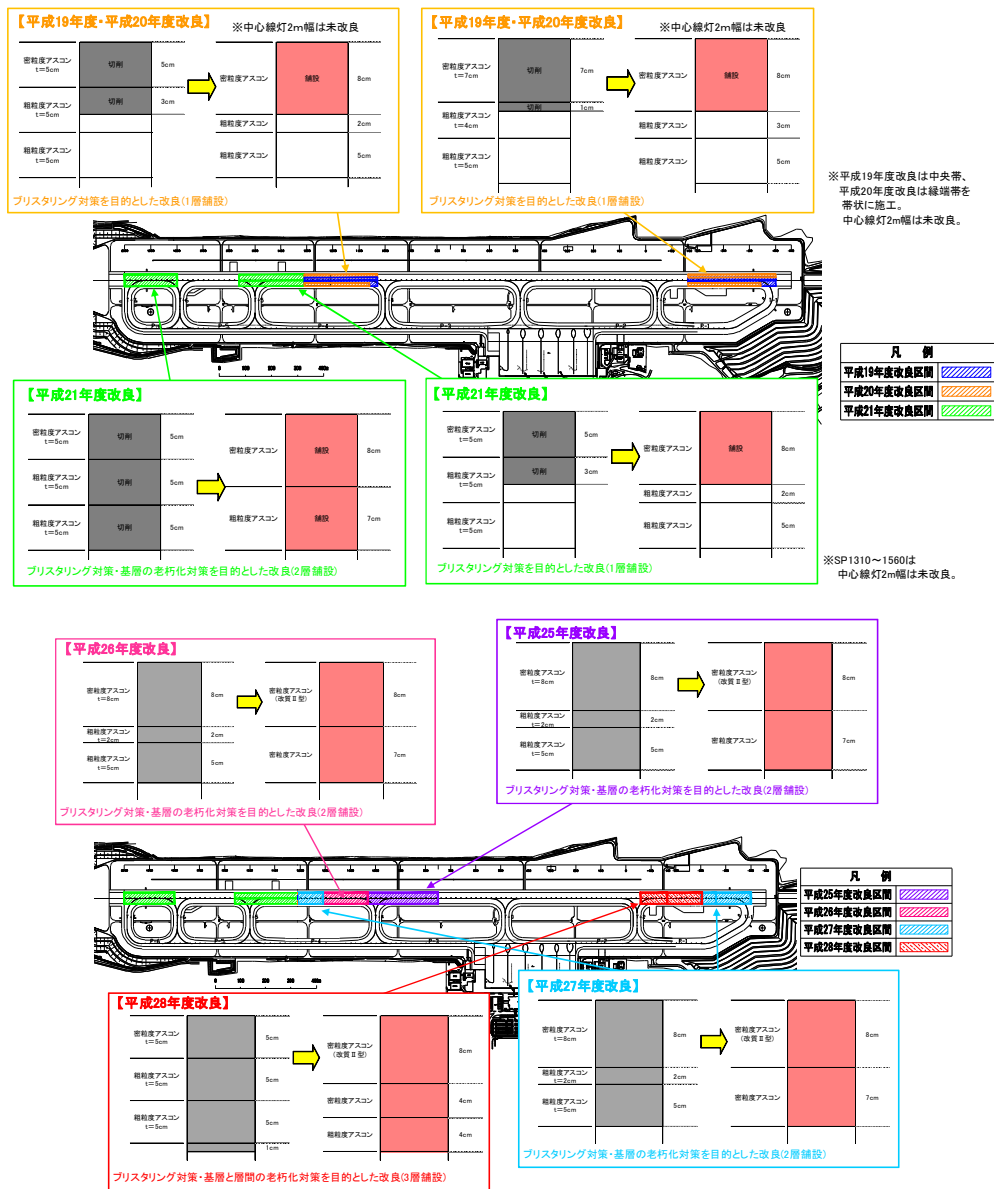


図-3 ブリスタリング対策工事の施工箇所・舗装構成（平成19年度～平成28年度）

の多い区域とし、その中でも改良範囲として、航空機の車輪が乗る範囲（滑走路中央帯、取付誘導路接続部）を施工した。切削打換厚は表層8cm、材料は空隙率3%以上の改質Ⅱ型アスファルトとした。

平成20年度は、平成19年度施工の滑走路中央帯に引き続き滑走路縁端帯を施工した。切削打換厚は表層8cm、材料は空隙率3%以上の改質Ⅱ型アスファルトとした。

平成21年度においては、T5誘導路付近のブリスタリング対策の改良として、切削打換厚は表層8cm、材料は空隙率3%以上の改質Ⅱ型アスファルトで施工した。

また、南側末端部は劣化損傷が進んでいたため、ブリスタリング対策に加え老朽化対策の改良として、切削打換厚は15cm（表層8cm、基層7cm）、材料は表層で空隙率3%以上の改質Ⅱ型アスファルトで施工した。

平成25年度以降の舗装改良は、ブリスタリング対策に

加え老朽化対策としての改良を行っており、切削打換厚は15cm（表層8cm、基層7cm）、材料は表層で空隙率3%以上の改質Ⅱ型アスファルトで改良を行っている。

また、打ち継ぎ目の開口を抑えるためにテーパ施工や雁行施工を実施している。

### 3. 舗装体調査の概要

#### (1) 調査概要

舗装体調査は、路面現況調査としてアスファルト舗装のブリスタリングとクラックの発生状況を把握することを目的として実施した。

調査は夜間照明車による陰影を参考に目視観察を行い、ブリスタリングの位置および形状を記録する方法とした。

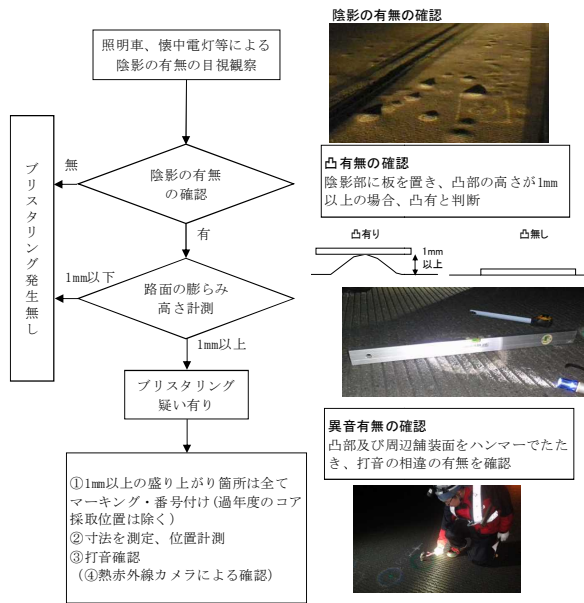


図-4 ブリスタリングの判定フロー

平成23年度の調査から、ブリスタリング判定基準を凸部高さ1mmとして規定化することで調査精度の統一を図っている。

## (2) ブリスタリング発生数の推移

ブリスタリング判定基準を統一した平成23年度から平成27年度のブリスタリング発生数の推移を図-5に示す。

平成14年度及び平成16年度施工箇所において多く発生しているが、平成23年調査時は発生数は少なかったことから、舗装施工後10年を経過し、舗装体の老朽化が進行

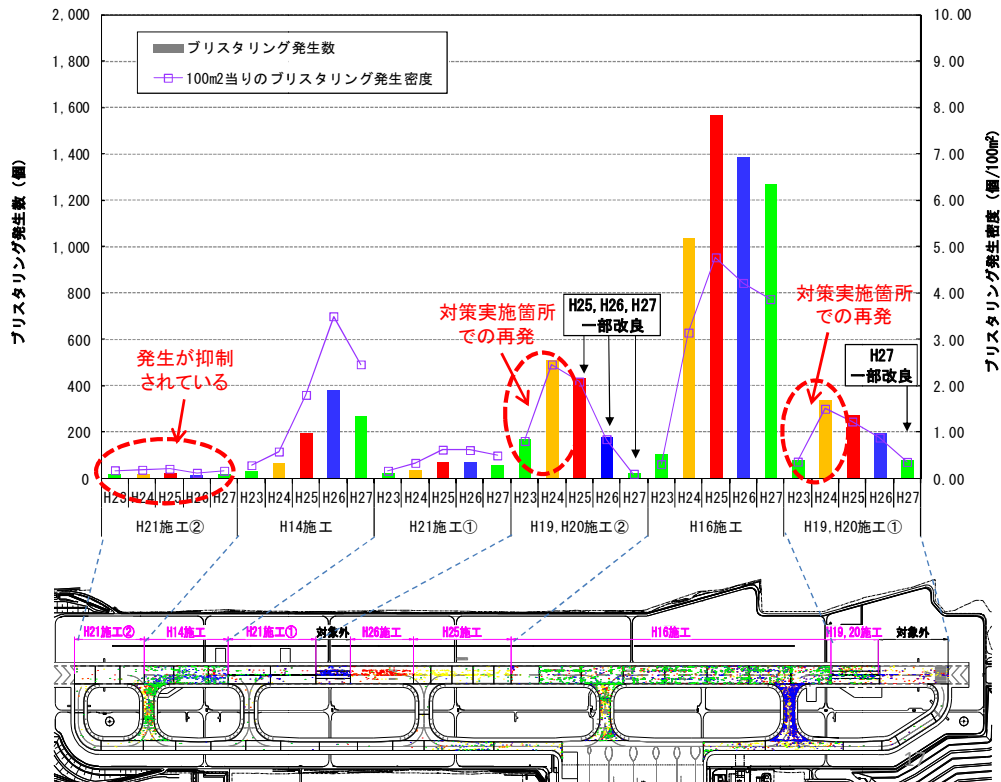


図-5 ブリスタリング発生数の推移 (平成23年度～平成27年度)



図-6 採取コア状況写真

してきていると推察される。

老朽化対策として改良を行った範囲(平成21年度②)においてはブリスタリングの発生は抑制されている。しかし、平成19年度及び平成20年度の対策範囲については再発していることが確認されている。

## (3) 採取コア室内試験結果

平成19年度及び平成20年度改良施工区間において、平成24年度にアスファルトコア採取を行ったところ、表層と基層の間に層間剥離や混合物剥離が多く確認された。層間剥離以外に混合物剥離もブリスタリング現象の一原因と考えられる。

また、室内試験結果から、基層において標準マーシャル安定度、水分量が規格値あるいは目安値を満足していなかった。表層(8cm)について、標準マーシャル安定度に問題ないが、耐ブリスタリングの評価指標である層間付着力(表層と基層①間)、空隙率、水分量が目安値を満足しておらず、ブリスタリングを発生しやすい状態



表-2 室内試験結果

試験項目	評価目安値 (設計時の基準値)	表層		基層①		基層②		
		試験値	判定	試験値	判定	試験値	判定	
マーシャル安定度試験	標準安定度(kN)	A:8.8以上 B:4.9~8.8未満	10.79	A	-	-	7.09	B
	水浸安定度(kN)	-	10.54	-	-	-	6.07	-
	残留度(%)	(75%以上)	97.7	O	-	-	85.6	O
密度試験	実測密度(g/cm³)	-	2.415	O	-	-	2.389	O
針入度試験	針入度	ひび割れ増大:25以下 ひび割れ発生:35以下	76	O	-	-	65	O
軟化点試験	軟化点(°C)	ひび割れ増大:60°C以上 ひび割れ発生:54°C以上	63.0	×	-	-	50.5	O
最大密度試験	空隙率(%)	3.0%以上	2.1	×	-	-	4.8	O
水分量試験	水分量(%)	1.0%未満	0.86	O	1.77	×	1.47	×
層間付着力試験	層間付着力(MPa)	1.0N/mm²以上	(剥離)	×	1.84	O	0.98	×

【判定】 × : 評価目安値を満足しない、○ : 配合設計時の基準値を満足しない  
(針入度・軟化点...× : ひび割れ増大、△ : ひび割れ発生)

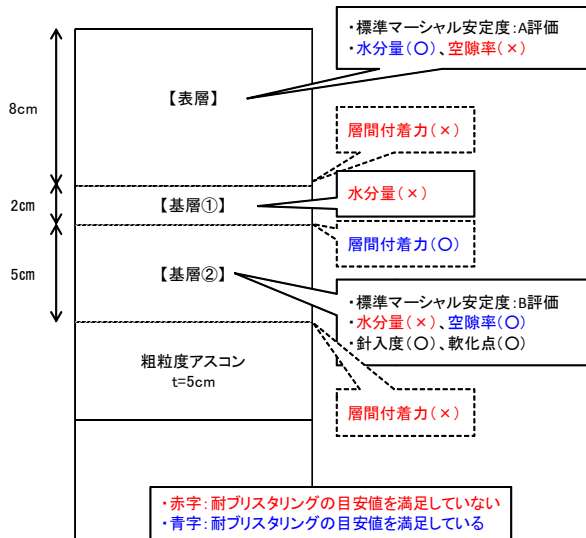


図-7 室内試験結果 (耐プリスタリング評価)

にあるとされた。基層① (2cm) 及び基層② (5cm) については、劣化評価指標 (針入度、軟化点) は目安値を満足しているが、標準マーシャル安定度がB評価 (切削が望ましいが、存置する場合は表・基層として扱うことができる) であり、耐プリスタリング評価指標である水分量が目安値を満足していないことから、プリスタリングが発生しやすい状態にあるとされた。また、基層②と粗粒度アスコン層間の層間付着力が目安値を満足していない。これらのことから、荷重分散効果が不十分であり舗装体としての機能を確保していない可能性があると考えられた。

(4) 再発箇所の要因

図-8はプリスタリング発生位置と施工目地・クラックとの距離の相関を示す。目地やクラック付近でプリスタリング発生頻度が高いことが分かる。

また、図-9は、老朽化対策のため15cm切削打替えを行った箇所の改良工事切削時の写真である。表層施工目地に水じみがあり、そこから表層・基層の間に広がっていることが分かる。目地から水分が浸透し、層間の付着力が低い箇所では水が浸入しやすい状況になっていると思われる。これにより、凍結・融解の繰り返し作用を

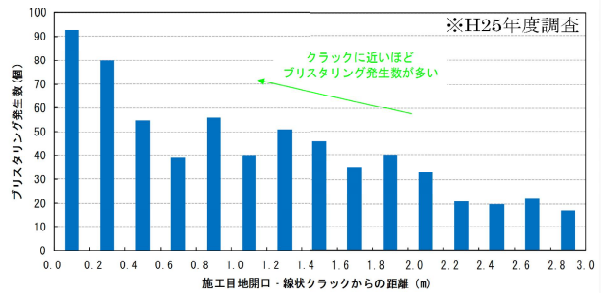


図-8 発生位置と施工目地・クラックとの距離の相関



図-9 施工目地からの雨水浸透

伴って、付着力の低下が進行したと推察される。

平成19年度及び平成20年度の施工箇所においては、横断方向に施工範囲を分割することによって、中心線灯付近、中央帯及び縁端帯付近に縦断方向の施工目地が残ることとなった。施工目地からの雨水浸透が、平成19年度及び平成20年度の施工箇所のプリスタリング再発生の要因の一つと推察される。

4.まとめ

平成21年度以降の対策工事施工箇所においては、プリスタリングの発生が抑制されていることから、プリスタリング対策に加え、老朽化対策としての15cm切削打替えが効果的であった。

プリスタリングの発生原因は施工目地の開口、線状クラックからの水分浸入も原因と考えられた。平成21年度以降の改良では全幅の改良を行うことで縦断方向の施工目地を残さないことによりプリスタリングの発生が抑制されていると思われる。

これらの対策を行い、プリスタリングの発生は抑制されたが、完全に抑止したわけではないため、今後も継続的な検討が必要である。