

## 空港滑走路舗装のプリスタリング現象に関する一考察

北海学園大学大学院 学 生 員 金岡優樹

北海学園大学工学部 フェロー 久保 宏

### 1. はじめに

近年日本の空港滑走路における表層のはく離現象が報告されている。このはく離現象の原因としてはプリスタリング現象が関わっているものと考えられる。この現象は水分の存在、高温、空隙率の低さの3条件を満たせば発生し、国内ではどこの空港でも起こりえる可能性のあるものと考えられる。本研究ではプリスタリング現象について発生時の圧力を推定し算出する手法と経験的に有効な防止対策についての考察という2点を目的としている。

### 2. プリスタリング現象

この現象は、一般に基層アスコンやコンクリート床板等に含まれる水分が温度上昇により気化し、その時に発生した蒸気圧が舗装後あるいは供用時にアスファルト舗装表面を水ぶくれのように膨れ上がらせるものであるとされている<sup>1)</sup>。図1はプリスタリング現象の生じた舗装表面を撮影した図である。



図1 プリスタリング現象が生じた舗装体表面

### 3. プリスタリング現象による圧力の算定

この現象の発生事例を見てみると何かしらの理由で入り込んだ水分が夏期において高温となり、気化し蒸気圧となって発生個所より上部の舗装体を持ち上

げて、はく離に至らせるものだと考えられる。空港滑走路舗装は航空機荷重により非常に締固められた密な状態であると言え、この時径時的にプリスタリング現象の発生部に生じている圧力は以下の通りであると言える。

- 1) 温度変化に伴い増加する圧力
- 2) 上層の重量によって生じる圧力
- 3) 水分が蒸発する時に発生する圧力

プリスタリング現象が発生するのは主に気温が上昇する日中であると考えられその時の圧力は以下の式により求められると考えられる。

#### A) 温度変化による圧力 : $P_T$

$P_1$  : 温度  $T_1$  での圧力

$P_2$  : 温度  $T_2$  での圧力

$T_1$  : 初期設定温度

$T_2$  : プリスタリング発生時の温

$$P_T = (T_2 / T_1) P_1 \quad \text{ここに}$$

$$(P_2 = (T_2 / T_1) P_1)$$

#### B) 上層の質量による圧力 : $P_0$

$P_0 = a \times t$       ここに  $a$  : 表層混合物の密度

$t$  : 発生個所より上部の層

#### C) 蒸気圧 : $P_V$

$P_V = P \times v$       ここに  $v$  : 相対湿度

$P_{sv}$  : 飽和水蒸気圧

#### プリスタリング現象による体積膨張時の層間圧力

$$P_2 = P_T + P_0 + P_V + P_1$$

### 4. 有効な防止対策についての考察

プリスタリング現象が生じている舗装表面には調査結果から以下のような状態がよく見られた。

- 1) 打音検査による異音の確認
- 2) グルーピングの著しい変形
- 3) 表層のはく離
- 4) 材料の分離による舗装表面のグレアー等

キーワード：プリスタリング 発生圧力

連絡先：北海学園大学 〒064-0926 札幌市中央区南 26 条西 11 丁目 1 番 1 号 011-841-116

プリスタリング現象は極微小な水分からでも生じる。そして温度低下後も膨張した体積の分だけ負圧力が発生し水分を前回より多く吸い上げることの繰り返しで成長していく。その段階が早いうちに定期的な滑走路の目視及び打音調査を行いこれらの異常個所の発見に努めることが肝要であると言える。

異音の確認されるような位置においては内部の性状を調べる意味で同地点の不良部と良後部両方でコアを採取して比較するのが望ましいと言える。コアを採取の利点としては以下があげられる。

- 1) 掘り返すまで原因が不透明な場合が多い
- 2) 異常のある層の位置を直接確認できる
- 3) 性状確認試験の供試体として有効である

また異音の確認された位置で採取されたコアは劣化やプリスタリング現象の発生等によりなんらかの影響を受けている場合がほとんどである。そのうちプリスタリング現象が生じた場合と考えられるものはいわゆるコアに材料のアスファルト分が分離した様子や層間のはく離による空隙が生じているものが見られるものである。また、その劣化に関しても大小がありひどい個所になると採取を試みたコアがその段階で崩れて採取不能であったり舗装表面からわずか40cmかそこらの位置に地下水が水位上昇していたりする場合もある。逆に比較的劣化が小さい時にはクラックの発生個所よりも上部の層の空隙率を見ることが有効である。ここでも大抵の場合は空港滑走路舗装の基準である3.5~4%に比べて低い値が出ることで調査結果からも多く見られる。空隙率が低い場合はその周囲の同様な異常確認個所で孔をあけ中にたまった空隙を抜くことで対処することがプリスタリング現象に対して有効である。また孔を開けた個所は後処理として、それを加熱して塞ぎ再転圧して平坦性を確保する。逆に空隙率が高いような場合は既にプリスタリング現象が終了してしまった可能性がある。この場合はプリスタリング現象による周辺の劣化や細かいクラックによる空隙が再発の原因となることが考えられるので補修だけでは対応が出来ない場合が多い。そのため舗装体を打ち直すことを検討するべきであると言える。劣化の度合いが激しい場合や空隙率が3%以上でプリスタリングが終了した後等の場合によ

り打ち換える時には、表層圧を大きくするのが有効であり、その利点としては以下のことがあげられる。

- 1) 増加した表層の質量によって空隙の膨張に対して抵抗となる
- 2) 弱点となる施工ジョイントの位置を下げることで外気温による影響を低減する

また、図2は昨年名古屋地区での最高気温38.7を記録した8/1における舗装体内部温度と舗装深さの関係図である。この図から得られたデータと前述の式を用いて表層圧を5cmから8cmに増加させた場合を比較すると表層の厚さが5cmの場合で $1.1 \times 10^{-3}$  [M Pa]、表層の厚さが8cmの場合で $1.0 \times 10^{-3}$  [M Pa]となり約10%近く減圧できることが確認できた。このことからプリスタリング現象の発生個所になる舗装各層間の打ち継ぎ目の位置を下げることは有効であると言える。

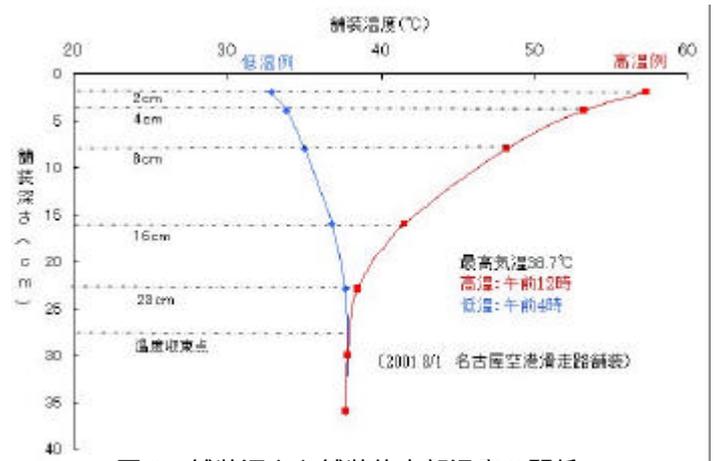


図2 舗装深さと舗装体内部温度の関係

## 5. 結論

プリスタリング現象による発生圧力の推定と、その有効と言える対策は以下のようにまとめることができる。

- 1) 発生時の舗装各層間に働く圧力は舗装体の質量、温度変化による圧力、蒸気圧の和であると考えられる
- 2) 発生確認時には劣化の度合いが小さい場合は孔を開け加熱し再転圧することで補修する
- 3) 劣化が著しい場合等により打ち変える際は表層厚を大きくし発生部の温度影響を低減することが有効である

## 6. 参考文献

- 1) 日本道路協会編：道路用語辞典、pp.690~691
- 2) M.C.Hironaka&T.J.Holand：pressure heaving or pavement overlay pp.387~391