

空港滑走路舗装のプリスタリング現象に関する研究

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確認されている。実際におきた事例を挙げると名古屋空港滑走路南端で、長さ約8m、幅約4mにわたって厚さ5cmの表層のはく離しているのが確認された。現地調査の結果、表層と基層上部の中間層の間に入り込んだ水分が引き起こすプリスタリング現象がその原因であるという結論に達した。この現象は、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円形に膨れ上がらせるものである¹⁾。本研究は空港滑走路におけるこの現象の具体的な発生メカニズムの解明、並びにそこから導かれる有効な防止対策の検討を目的としている。名古屋空港でのコア採取、帯広空港の舗装温度調査等を基にして研究を進めた。

2 プリスタリング現象の発生

滑走路の一例として帯広空港で昨年、夏季7月20日から8月28日までの約40日間にわたって1時間ごとに舗装内の温度を調べたが、図1は8月2日の舗装表面からの深さと温度の関係を示した。高温時は日中12時における温度であり低温時には最も温度が低かった午前4時の計測値である。表層の厚さは5cmであり、その下の中間層部では50cm前後まで温度が上がっていた。

表層混合物の空隙率はプリスタリング現象が発生した名古屋空港の現地調査から従来の表層混合物の空隙率が平均3.5%の割合があるのに対し2%～3%であった。この原因は航空機荷重の大きさや高温が考えられる。また、透気係数からの推測値として透水係数が $k = 10^{-7} \text{ cm/sec}$ であり、表層が極端に締固められた密な状態になっていたと言える。これにより発生した蒸気圧が舗装体内で逃げ場のない状態となり表層を押し上げ、はく離させたと推定された。

以上のことから、プリスタリング現象は主として以下の3つの条件が重なったときに発生しやすいと考えられる。

- 1) 層間に入り込んだ水分
- 2) 夏季における舗装体内に生じる高温度
- 3) 極端に締固められた表層混合物の低い空隙率

3 プリスタリング現象の発生メカニズム

プリスタリング現象の発生要因から表層のはく離が生じた場所には極端に締固まった表層と中間層の間に空隙ができ水分が入り込んでいた。この状態は密閉された容器内に水があったと考えることができ空隙の体積、層間に生じる圧力、舗装体の温度の3点から、式1に示すボイル・シャルルの法則が適用できると考えられる。

$$P V / T = \text{CONST} \cdots \text{式 1} \quad \text{ここに } P: \text{発生する圧力 } V: \text{層間空隙の体積 } T: \text{舗装内の温度}$$

式1から問題となった層間部に働いていた圧力は温度によって異なると考えられる。舗装体内部の温度差から一日を、早朝、日中、夜間の3段階にわけて、生じる圧力や空隙量の関係をもとに、層間部の状態を検討した。

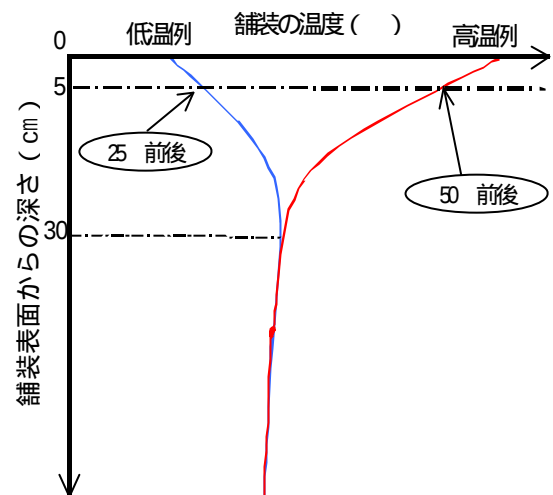


図1 舗装表面からの深さと温度の関係
(帯広空港滑走路)

キーワード：プリスタリング 表層のはく離

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 011-841-1161

図2はプリスタリング現象の発生メカニズムの概念図を示したものである。この図は上から順に早朝、日中、夜間の舗装の状態である。

早朝時の圧力、空隙の体積、舗装内温度をそれぞれ P_0 、 V_0 、 T_0 とする。表層と中間層の間にできた空隙に水分が入り込む。

日中の圧力、空隙の体積、舗装内温度をそれぞれ P_1 、 V_1 、 T_1 とする。早朝との温度の関係は $T_0 < T_1$ となる。高温によって水分が気化し蒸気圧が発生することにより内部の圧力が $P_1 > P_0$ となり空隙体積 $V_0 < V_1$ となるように膨れ上がらせ表層を持ち上げる。

夜間の圧力、空隙の体積、舗装内温度をそれぞれ P_2 、 V_2 、 T_2 とする。温度の関係は $T_1 > T_2$ となるため、日中とは逆に P_2 は夜間の空隙体積 V_2 まで縮小させようと負圧力が生じる。舗装内の温度が T_2 から T_0 となるが舗装体の温度が高い日中とは違い、空隙体積 V_2 は V_0 まで縮小することはない。しかし空隙体積をうめるため、再び水分を下層から吸い上げたと考えられる。

この過程を1サイクルとし、表層にひび割れが生じるまで続く。ひび割れが入った時点で蒸気圧の逃げ道が出来るため、プリスタリングは終了する。名古屋での事例はこの層間の付着の弱まった舗装上を航空機が通過したため表層が引き剥がされ、それにより周囲に飛散したものと考えられる。

4 プリスタリング現象の防止対策

現地調査によるプリスタリング現象の発生要因とメカニズムから、以下のような防止対策が考えられる。

- 1) 高温に対しては図1に示される深さと温度の関係から表層の厚さを大きくして日中の温度をできるだけ下げる²⁾。
- 3) 表層混合物の空隙率に対しては蒸気が逃げやすいように従来の舗装よりも大きくする。しかし強度、流動性との関係から、アスファルトの選定や空隙率を見直す。
- 4) この現象の発生が確認されたときには舗装に孔を開け蒸気の逃げ道を作り加熱後、再転圧して対処する。

5 結論

空港滑走路におけるプリスタリング現象の発生メカニズムと、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) プリスタリング現象の発生要因は舗装内の高温、層間の水分、表層混合物の空隙率の低さの3つでありそれらの関係はボイル・シャルルの法則に従うと考えられる。
- 2) 防止対策に関しては表層の厚さを大きくし通気性を確保できる有効なアスファルトの選定と空隙率の見直しである。
- 3) プリスタリング現象の発生が確認されれば孔を開け再転圧し、はく離する前に処置することが必要である。

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

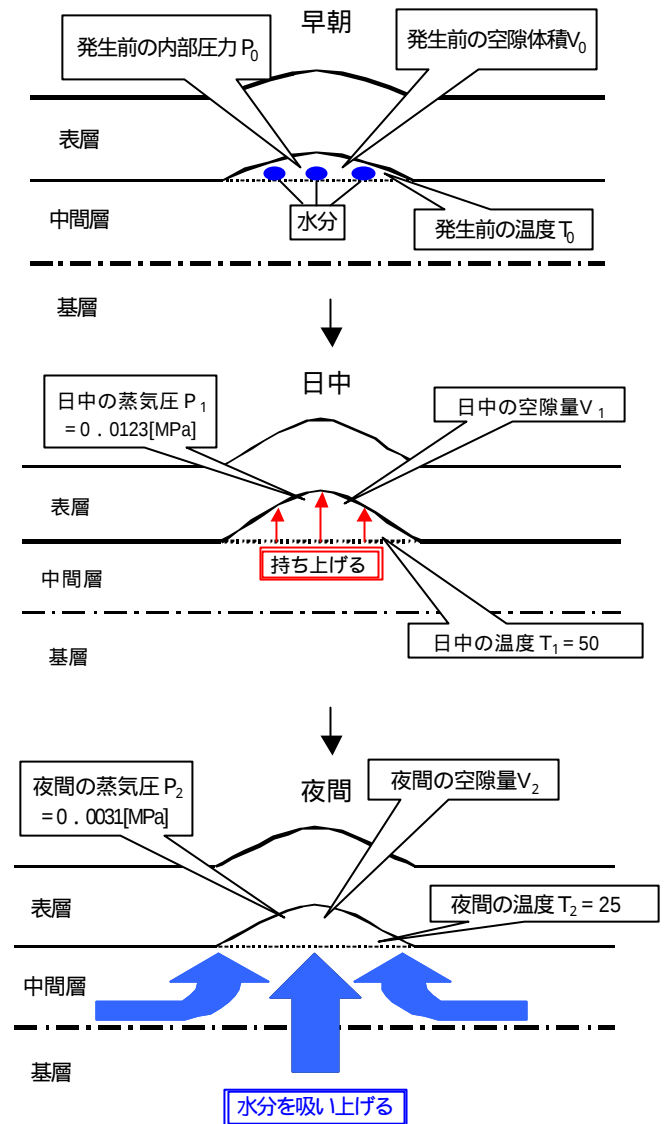


図2 プリスタリング現象の発生メカニズムの概念図