名古屋空港の舗装剥離のメカニズムと対策について

MECHANISM AND MEASURES FOR PREVENTION OF PAVEMENT STRIPPING AT NAGOYA AIRPORT

浜 昌志*・中里誠司**
Masashi HAMA and Seiji NAKAZATO

Damage was found on the runway of Nagoya Airport in July, 2000. At the position where aircraft begin acceleration for take-off, asphalt pavement to a depth of 5cm was found to have been stripped and scattered. Field investigations of the pavement revealed that it contained a high water content. The cause of the stripping was presumed to have been a blistering phenomenon. This paper presents the results of the field research including the mechanisms of the blistering phenomenon and remedies.

Key Words： *airport, asphalt pavement, field research, blistering*

1. はじめに

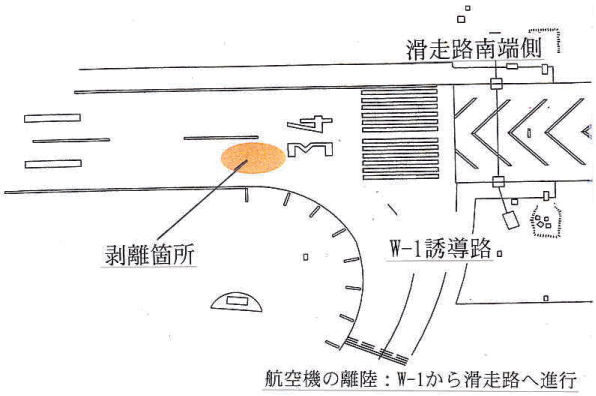
名古屋空港は昭和 33 年に米軍から運輸省に返還され、昭和 35 年に「名古屋空港」と改称され、現在、中部圏の国内・国際空港として利用されている。第 2 種空港に区分され、滑走路は 2,740m×45m であり、深部に旧米軍のコンクリート舗装が位置するアスファルト舗装である。本空港は中部圏の航空輸送の拠点機能を果たすとともに、航空自衛隊小牧基地としても使用しているが、周辺地域の市街化が進展しているため、中部国際空港供用後は民間航空輸送機能が移転する計画となっている。なお、中部国際空港供用後は GA（ゼネラルアビエーション：定期航空）空港としての活用が計画されている。

上記のような利用条件にて、平成 12 年 7 月 2 日午後 3 時 20 分頃に、航空機が離陸に向けて滑走をはじめる前に一度停止し、エンジンの回転数を上げたところで、舗装の一部が剥がれた [1)]。本報告では、この航空機走行中に起こった滑走路表層の剥離、飛散を機能維持・保守の上で重要な問題としてとらえ、それらについて調査、対策工について検討した事項を述べるものである。なお、検討に当たっては、学識経験者、国土交通省関係者からなる「名古屋空港滑走路舗装技術検討調査委員会」[2)]を設置し、検討を行った。

＊ 名古屋支店 技術部
＊＊ 大阪支店 技術第一部

2. 剥離状況

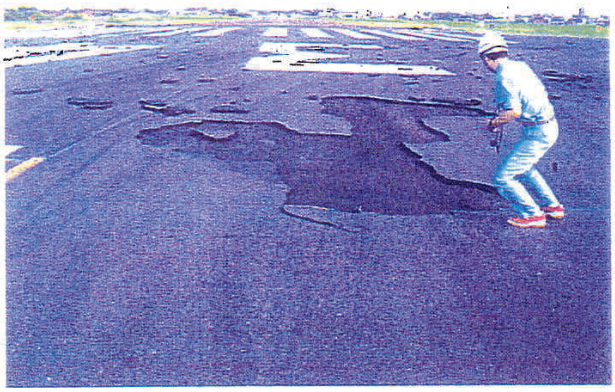
剥離した位置は**図－1** に示すように航空機が誘導路から滑走路に進入し、離陸を開始する滑走路南端側である。



図－1 剥離位置

剥離の規模は長さ 8m、幅 4m、厚さ 5cm であり、**図－2** に剥離状況を示す。

名古屋空港は平成 10 年度にも、大規模な改修工事を行っており、今回の剥離位置はその改修範囲に含まれるものであった。滑走路の運用は南側：北側 ＝ 8:2 といった運用比率であり、剥離した位置は利用頻度が高く、かつ、離陸に向けて航空機の静止荷重、偏心荷重等が生じる位置となっている。アスファルト舗装は舗装表面から 5cm、5cm、6cm といったように薄層に施工がされており、各層間にはタックコートを散布している。剥離した表層 5cm 厚は密粒度アスファルトコンクリートであり、ストレートアスファルト 60/80 を使用している。



図－2 剥離状況

3. 剥離後の調査結果

剥離後は緊急補修を実施するとともに、原因の分析を目的とし、速やかに調査を実施した。調査内容は**表－1** に示すとおりであるが、全面的な舗装健全度を把握するために、滑走路全域で打音調査も実施した。

表－1 調査内容

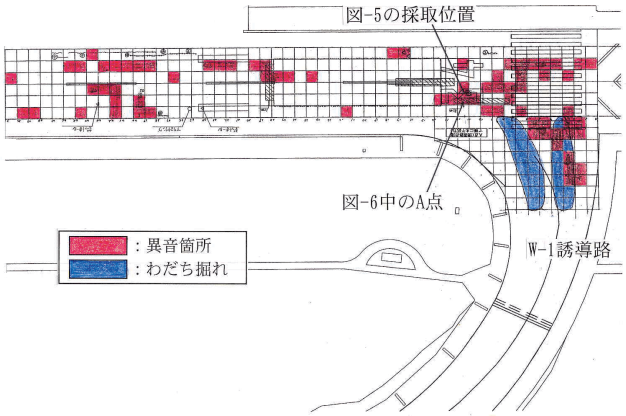
項目	調査名	調査内容
路面調査	打音調査	滑走路全域の異音位置の把握
	ｸﾞﾙｰﾋﾞﾝｸﾞの曲り調査	曲り量、位置の確認
	わだち掘れ調査	ﾌﾟﾛﾌｨﾙﾒｰﾀによるわだち掘れ量
	ひび割れ調査	目視観察によるひび割れ調査
	すべり抵抗（BPN）調査	路面のすべり抵抗性の確認
混合物性状調査	密度測定	各層の空隙率測定
	通気性試験	各層の通気性測定
	透水性試験	各層の透水性測定
	針入度試験	各層の老化程度測定
	軟化点試験	各層の老化程度測定
	含有水分量試験	各層の含有水分量測定
層間付着調査	接着強度（引張）試験	表層、基層間の付着力測定

(1) 打音調査結果

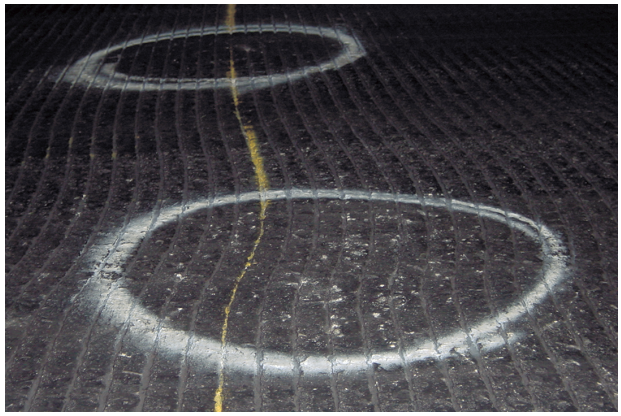
打音調査は滑走路を 5m メッシュに分割し、人力により舗装表面をハンマーで打撃し、異音が発生する位置を調査した。**図－3** に調査結果を示すが、異音が生じる位置は表層と基層の間に隙間があるのではないかと推定した。

(2) 舗装表面の調査結果

目視にて舗装の表面調査を実施し、ひび割れ、グルービング（横溝）の曲がり等を調査した。グルービングの曲がりが認められる箇所は、打音調査でも異音が生じている傾向が高いといった結果が得られた。**図－4** にグルービングの曲がり状況を示す。



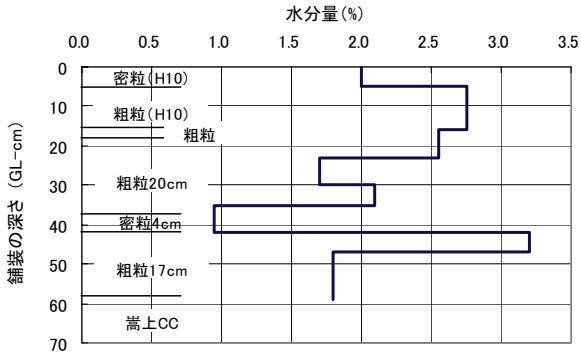
図－3 打音調査結果



図－4 グルービングの曲がり状況

(3) 舗装内水分量

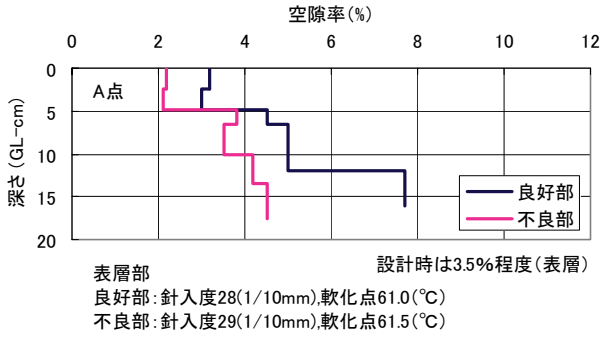
アスファルトコンクリートを無水にてブロックサンプリングを行い、深度方向に分割し、各位置の含有水分量を測定した。結果として、**図－5** に示すような水分量分布が認められ、新設時には水分量 0.5%以下程度と考えられるため舗装内には何らかの形で水分量が増加していることが確認できた。なお、当地は透水性のよい地盤上に滑走路が建設されており、渇水期の地下水位はかなり低い位置にあるのに対し、降雨が続くとショルダー末端の地盤高程度まで水位上昇するものとなっている。



図－5 舗装内水分量深度分布

(4) コアの空隙率

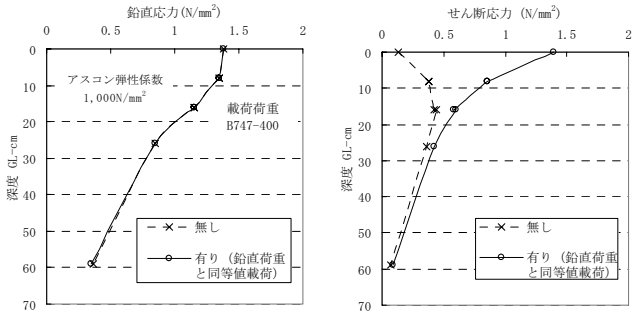
滑走路延長上の任意位置でコア採取を実施し、アスファルトコンクリートの空隙率を調査した。結果として、空隙率は建設時の 3.5%程度に対し 2%程度まで低下している結果となった。



図－6 空隙率の深度分布

(5) 層間の付着力

表層と基層の間を境にして引張試験を実施した結果、層間の付着力は 0.2N/mm² 程度となった。航空機荷重全部が水平荷重として生じる仮定 [3]で多層弾性解析を実施した結果、表層と基層間(5cm 下)に働くせん断応力は 1.1N/mm² 程度であり、層間の付着力が不足している結果となった。なお、アスファルト混合物は温度によって弾性係数が変化し、温度上昇に伴い弾性係数は低下する結果となる [4]。すなわち、弾性係数が低下する夏期は層間に働くせん断力に対しても不利となる。また、現行の舗装設計 [5]では、水平荷重は特別には考慮せずに行われている。



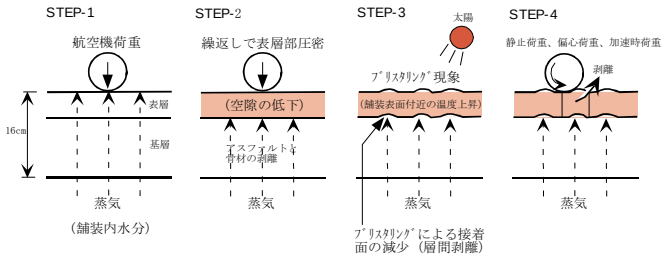
図－7 水平荷重有無による鉛直応力、せん断応力

4. 剥離のメカニズム

剥離のメカニズムを究明するにあたり、現地踏査で特徴的な事項であったことは、舗装表面に径 30cm 程度の膨らみが複数認められたことである。この膨らみの生じている位置は、前記した打音調査を行ってみると異音が生じ、ブロックサンプリングで外観観察をしてみると、表層と基層が剥離している結果が確認できた。

上記のような事象や調査結果を踏まえ、今回の現象は「ブリスタリング現象(Blistering)」に伴う表層の剥離と考えた。ブリスタリングとは、アスファルト舗装表面が施工中あるいは供用中(特に夏期)に円形に膨れ上がる現象である。混合物中に水分などが閉じ込められ、気温の上昇下降の繰り返しによって、発生する蒸気圧が逃げることができずに膨れ上がるものである。一般にグースアスファルトのようなアスファルトの多い流し込み式混合物や、細粒度アスファルト混合物などの空隙の少ない混合物に多く発生するものとし、橋面舗装で多く確認された事象である。空港舗装にて、このような現象が大規模に報告されたのは名古屋空港が初めてであった。

推定した剥離のメカニズムを**図－8**に示す。主たる原因はブリスタリング現象に伴うものと考えられ、舗装内水分、舗装内温度、表層部分の不透気化によって層間剥離が進行し、表層に膨れが生じたものと推定した。層間が膨れ上がることにより、層と層を接着している面が減り、一部分が層間剥離状態に似た形状となり、その位置に静止荷重、偏心荷重、加速時荷重が生じることにより、表層材の剥離・剥脱につながったと考える。



図－8 剥離のメカニズム

同現象を究明するために文献調査 [6]を実施した結果、空隙率 3%以下、通気係数 1×10⁻¹²cm² 以下、透水係数 10⁻⁷cm/sec 以下となればアスファルト混合物は不透水になり、ブリスタリングが発生する可能性が高くなるといった知見も得た。

以下に今回の現象を再整理したものを示す。

(1) ブリスタリング現象が発生した箇所の舗装に関する調査結果

① 厚さ 5cm の表層は、その空隙率が 3%程度、透水係数 10^{-7}cm/sec オーダー程度の透気性の低い混合物となっている。特に、表層下部で極端に悪く、航空機の走行により圧密された表層となっている。

② 厚さ 11cm の基層の水分量は約 3%まで増加している。また、アスコン空隙率は約 4～5%で、透気性の比較的高い混合物である。

③ 表層と基層の間は完全に剥離し、基層上面には接着材としてのタックコート用アスファルトは認められない。

④ 昼の最高温度が 35℃になると、路面から 5cm 下の基層上面での温度は昼間で 50℃にまで上昇し、早朝時には 25℃に下降すると文献 [7]から推定される。

⑤ 表層、基層間の閉じ込められたわずかな密閉空隙には、そこでの圧力（P）、空隙量（V）、絶対温度（T）との間には、次式で示すボイルシャルルの法則が成立すると考えられる。

$$PV/T = 一定 \quad (1)$$

(2) ブリスタリング現象の推定発生メカニズム

① 基層上面での舗装温度は、早朝時の 25℃（T_1=298K）から、昼間の 50℃（T_2=323K）にまで、約 1.1 倍に上昇する。

② 舗装温度の上昇によって、基層上面でのわずかな空隙における蒸気圧は早朝時の値 P_1=0.0032MPa から、昼の最高値 P_2=0.0123MPa に変化し、約 3.9 倍に増加する。

③ その空隙量に変化がない（V_1=V_2）とすると、上記 (1) 式によって昼の蒸気圧は早朝の場合の約 3.5 倍分だけ過剰となり、柔らかい表層を押し上げて空隙を拡大させる。

④ 同時に高い温度と蒸気圧で軟化したタックコート用アスファルトを表層の空隙中に浸透させ、その混合物の不透気性を一層高める。

⑤ 早朝時に基層面の温度が 25℃に戻っても、層間の空隙量が以前よりも大きくなっている（V1＜V2）ため、そのときの蒸気圧は (1) 式の関係から初めの早朝時の値 P_1=0.0032MPa より小さくなり、膨張した体積分に相当する負圧力が発生する。例えば、空隙量が 2 倍に拡大すれば負圧力も 2 倍になる。

⑥ 厚さ 11cm の基層内に存在する約 3%の浸透水は、早朝時の負圧力によって層間空隙に向かって吸引される。基層上面まで吸引された水分が、昼間の高温によって再び蒸気化し膨張して上の表層を押し上げる。このような現象が繰り返し行われ、基層上面での空隙量はさらに拡大する。

⑦ 表層、基層間にできた空隙量の大きさがある限度以上になると、曲げによる細かいひび割れが舗装路面から生じて通気性が良くなり、高い蒸気圧が発生しにくくなるので空隙量の拡大は終息する。

⑧ この現象は基層内の層間でも同様に起きる可能性はあるが、路面から深くなるにつれて昼の温度が低くなり、それによる蒸気圧も小さくなって、より厚い上層を押し上げるだけの力とはなりにくく、その発生頻度は少ないものとなる。

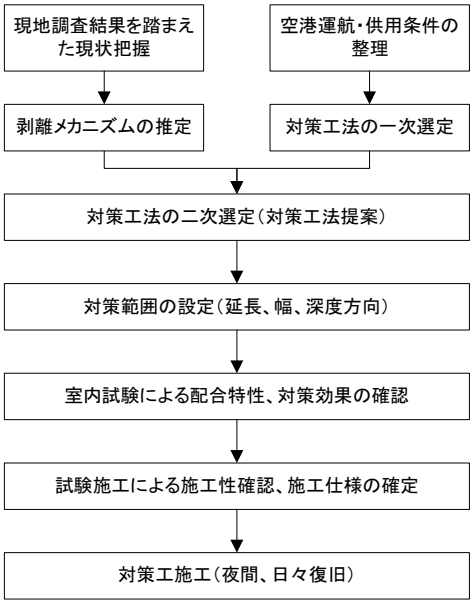
注） T_1、T_2、P_1、P_2 および V_1、V_2 は、それぞれ早朝と昼の舗装温度、蒸気圧および空隙量を示す。

結果的に近年の交通量増大も重なり、最も荷重が生じる箇所が表層の剥離となって生じたものと考える。また、アスファルト混合物内の水分や交通荷重の増大を考慮すると、アスファルト混合物のアスファルトと骨材の分離も重要な問題であり、対策工を考慮する上で重要な事象である。

5. 対策工の検討

対策工の検討は、運用中の空港といった制限条件を受けて検討する必要がある。制限条件としては施工時間が 22:00～6:00 で、昼間の供用に問題ないようにする必要がある。また、名古屋空港は2005年の中部国際空港開港までの供用期間であることを考えて対策工を講じる必要があった。

今回実施した対策工検討のフローを**図－9** に示し、検討概要を以下に示す。

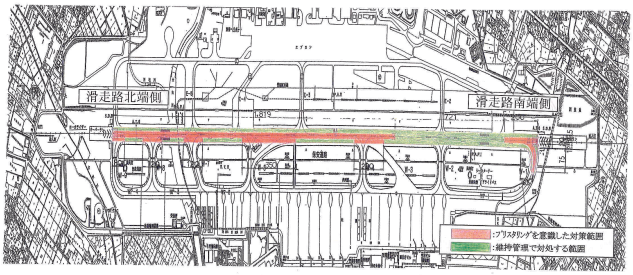


図－9 検討フロー

(1) 対策工の基本条件

対策工は今後の供用期間からプレキャスト PC 版のように高コストのものは選定対象外とし、基本的にアスファルト混合物による切削・打換えを行うものとした。切削深度は切削機の能力、アスファルト混合物の安定、施工時間等を考慮し、16cm を基本とした（一部 22cm 厚）。

対策工の平面範囲は航空機の走行軌跡を考慮して、滑走路センターより左右に 10m ずつを対策幅とした。平面的な対策範囲は滑走路の運用方法や打音調査結果、航空機の走行軌跡（マヌバリング）を考慮して設定した。特に滑走路南端部は剥離といった事故が生じていること、交通量が多く、偏心荷重などが生じることから、平成 10 年度に対策工を実施しているものの、南端から 200m 区間を対策範囲とした。滑走路の一部は平成 10 年度に打換えが行われていること、打音調査結果などが他に比べて良好であることから、今後、維持管理で対応していくものとし、未対策区間として残すことにした。



図－10 対策工の範囲

また、施工に当たっては 16cm でアスファルト混合物を施工する際には、これまでの空港基準 [8]では 7cm 以下で施工する必要から三層仕上げとなるが、できるだけ弱点となる界面を減らすため、8cm の二層仕上げを行うこととした。8cm 厚にすることで、層界面に生じる舗装内温度は 5cm に比べて低下し、前記したボイルシャルルの法則にあてはめてもブリスタリング発生確率が低くなることが確認できた。

層間を接着するタックコートはできるだけ付着力を増加させるためにゴム入り乳剤を用いることとした。

打換えを行うアスファルト混合物は、舗装内温度で生じる蒸気を速やかに逃がすために空隙率をできるだけ確保させるものとし、通常 3～4%で設定される空隙を 4～5%に上げるものとした。空隙を確保するために、アスファルト材料として改質アスファルトⅡ型を用いることとした。改質アスファルトⅡ型は若干高額であること、切削によってアスコン塊が生じることから、層下部（基層）の打換えには再生アスファルト混合物（ストレートアスファルト使用）を利用するものとし、その混合物には剥離防止材として消石灰を混入するものとした。

対策工の概要を整理すると以下のとおりである。

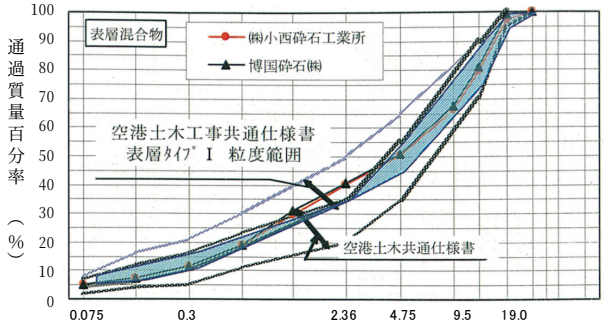
① 16cm 厚の切削・打換えで、一層厚 8cm で舗設を行う。
② 空隙率を上げ通気性を確保する配合とする。
③ 空隙率を確保するために使用アスファルトは改質アスファルトⅡ型を用いる。
④ 表層は改質アスファルトⅡ型を用いるが、基層は再生アスファルト混合物とし、剥離防止材を混入する。
⑤ 表層と基層の層間付着には付着性の良好なゴム入り乳剤を用いる。

（2）室内配合試験

対策工の具体化を図るために室内において目標とされる混合物の配合特性、性状を確認した。配合試験では空隙率が確保できるか、確保した混合物が十分な通気性、耐久性を持つかについて確認を行った。配合試験では骨材の最大粒径を 13mm から 20mm に上げ、かつ米国の SHRP（Strategic Highway Research Program：米国の新道路研究計画）の SUPERPAVE[9]による骨材配合なども考慮して実施した。**図－11** に表層混合物の合成粒度分布を示す。2.36mm 通過量、0.075mm 通過量などに制限を設けて配合を行った。配合時には空港周辺の骨材調査を踏まえ、二産地（小西、博国）を設定して実施した。

改質アスファルトⅡ型による最適アスファルト量(OAC)は 5.0%であり、マーシャル安定度は 13.9kN となった。

配合後の混合物に対する試験は**表－2** に示す内容を行い、空隙率確保や通気性確保について確認を行った。



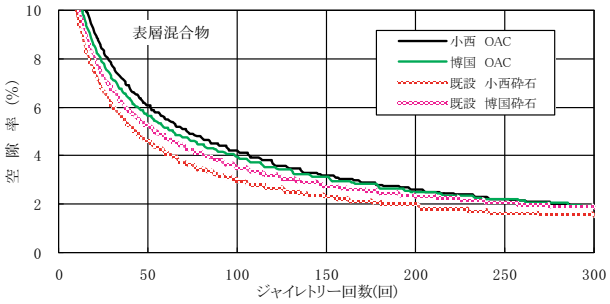
図－11 表層混合物の合成粒度分布

表－2 混合物性状試験内容

項目	試験名	目的
空隙率変化の把握	ジャイレトリー試験	配合を変えて空隙変化を把握
通気・透水性把握	通気試験	目標通気係数確保の確認
	透水試験	透水性の確認
耐久性把握	ﾎｲｰﾙﾄﾗｯｷﾝｸﾞ試験	わだち掘れの程度把握
	水浸ﾎｲｰﾙﾄﾗｯｷﾝｸﾞ試験	剥離率の確認(5%以下)
	曲げ試験	低温でひび割れ特性把握

1）有効空隙率の検証

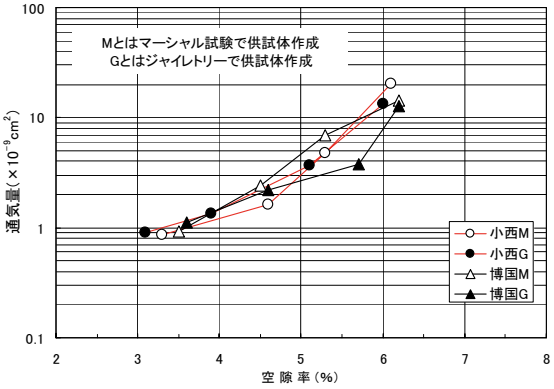
SHRP に規格されているジャイレトリー試験機 [10]を用い、ジャイレトリー旋回回数と空隙率変化の関係を求めた。**図－12** に試験結果として、今回実施した配合と、既存舗装の配合の比較を示す。空隙率が 3%を下回る旋回数は、今回配合が 150 回以上であるのに対し、既存舗装では 130 回程度で満足しない結果となった。結果的に今回の配合はニーディングを受けづらい配合であることが確認できた。



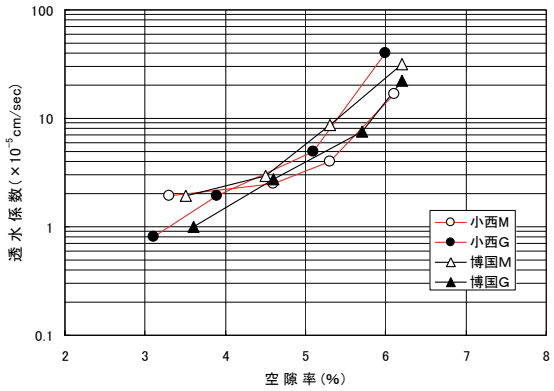
図－12 有効空隙率の変化

2）通気性・透水性

配合試験で求められた最適アスファルト量の他にアスファルト量を変化させ、空隙率の違う混合物を作成し通気性と透水性との関係を求めた。結果を**図－13、14** に示すが、通気量は $2\times10^{-9}cm^2$、透水性は $3\times10^{-5}cm/sec$ といった結果になった。この値は前記した文献調査におけるブリスタリングが発生しやすくなる通気性、透水性の値以上であることを確認した。



図－13　通気試験結果



図－14　透水試験結果

3）耐流動性・耐剥離性

耐流動性はホイールトラッキング試験、耐剥離性は水浸ホイールトラッキング試験で確認を行った。表層混合物は改質アスファルトⅡ型を用いたことから、わだち掘れの抵抗性を示す動的安定度は 5,000 回/mm 以上の結果が得られ、流動変形に対して耐久性が高いことが確認できた。

耐剥離性は改質アスファルトⅡ型が、剥離を防止する効果もあるといわれていることを裏付けるように、剥離率は 0%となった。なお、基層部は剥離防止材（消石灰）の有無によって試験を行ったが、剥離防止材を入れないと剥離率 5%以上になるのに対し、剥離防止材を入れることで剥離率は 5%以下となり剥離抵抗性が上がることが確認できた [11]。また、新規混合物よりも、再生混合物の剥離率が小さいといった傾向もみられた。この結果も受けて、積極的に施工力を考えて再生混合物を適用することとした。

（3）試験施工

室内配合試験で目標とされる混合物の妥当性が確認できたが、そのようなものが実際の施工で再現できるか、8cm 厚といった舗設厚の施工に伴う施工性、アスファルト混合物の温度低下がどの程度であるかの確認を空港敷地内で、試験施工といった形で平成 13 年 1 月に実施した。

試験施工は延長 45m、幅 8m（2 レーン）内で転圧回数やジョイント接合方法などを変化させて実施した。試験の目的・項目を**表－3** に示す。

表－3　試験の目的・項目

確認項目	確認事項
転圧回数	厚層化に伴い所定の密度、空隙を得るための転圧回数確認
施工ジョイント	日々施工に伴う縦断継ぎ目のラップ長の確認
層間付着	タックコートの有無、タックコート塗布時間の確認
温度低下	日々復旧のポイントとなるアスコン温度低下時間の確認

施工機械はアスファルトフィニッシャー4m、マカダムローラ 10t 級、タイヤローラ 25t 級、タンデムローラを用いた。

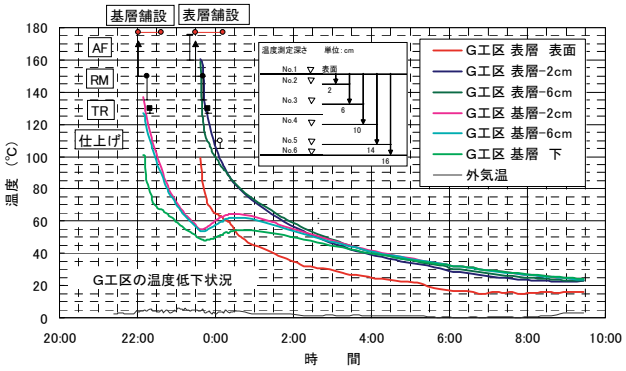
1）舗設後の温度低下状況

アスファルト混合物は温度によって、強度が変化することから一般に施工後は温度 50℃以下 [12]にした後で交通開放している。打設時の混合物温度は 150℃以上であり、転圧を実施した後、何時間で交通開放ができるかの調査を行った。この結果により日作業範囲が限定されるため、日々復旧を要する本対策では重要な調査となっている。

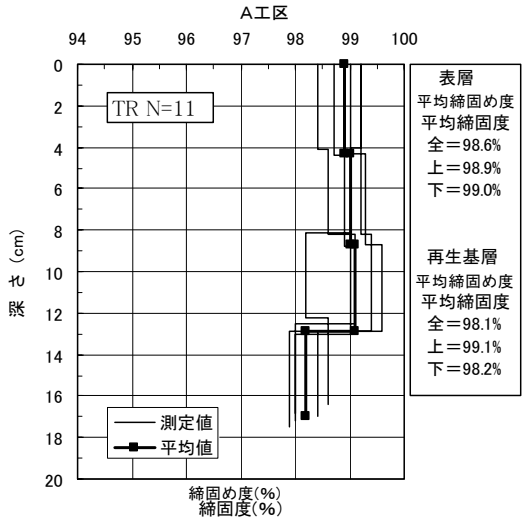
図－15 に調査結果を示すが、おおむね 2 時間程度温度が 50℃に下がるまでに必要であり、始発便が 7 時であることを考慮すれば 5 時までには舗設を完了させる必要が確認できた。

2）締固め度と空隙率

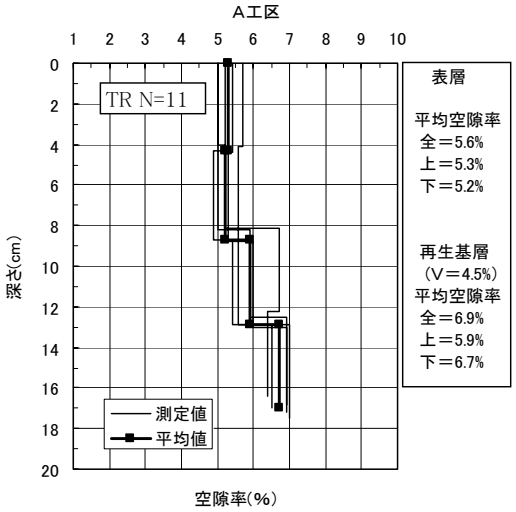
現空港基準 [8]では締固め度 98%以上を確保することで、所定の安定度を確保するような規定が示されている。今回、空隙率を確保することが主目的ではあるが、締固め不足で構造上の安定が確保できなければ意味のないものとなる。そのため、締固め度 98%以上は確保するものの、100%以上といった締めすぎにならないような施工仕様を決めるために転圧回数を変化させて調査を行った。結果的に現空港基準 [13]であるタイヤローラの転圧回数 11 回としたが、層厚が厚くなることを考慮して 25tf 級を用いることとした。**図－16、17** に転圧後の締固め度、空隙率の深度方向分布を示す。



図－15 アスファルト混合物の温度経時変化



図－16 締固め度の深度方向分布



図－17 空隙率の深度方向分布

3）層間の接着強度・通気性

表層 8cm と基層 8cm の間には付着力の大きいゴム入り乳剤の使用を考えたが、その効果を試験施工で確認した。結果として散布後の付着強度は 1.5N/mm² 以上となり、前記した航空機のせん断応力以上を確保することが確認できた。なお、タックコート散布にあたってはタックコート内の水分も問題となると考え、事前に加熱したり指触判定を行い、水分が蒸発したことを確認してから上層の施工を行うようなことも実施した。

通気性は 8cm 層厚を上方と下方に分けて試験を実施したが、下方部は通気が若干悪い傾向が認められた。ただし、通気量は $0.05 \sim 4.0 \times 10^{-9}$cm² 程度であることが確認できた。

(4) 施工仕様の決定

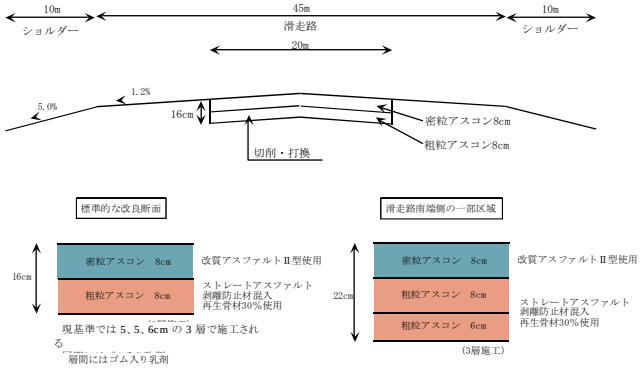
最終的に施工に当たり、**表－4** に示すような特記事項を作成し、施工を実施した。特記事項では配合上の規定や施工上の規定を設け、対策工として考えたものを極力満足できるような仕様とした。

図－18 に最終的に実施した舗装断面を示す。

表－4 施工時の特記事項

項目		表層 8cm	基層 8cm	共通仕様書（表層）
最大粒径		20mm	20mm	20mm
通過質量百分率%	26.5mm	100	100	100
	19	95～100	95～100	95～100
	13.2	75～90	70～85	75～90
	9.5	60～75	55～75	---
	4.75	45～55	35～50	45～65
	2.36	35～45	20～35	35～50
	0.6	18～25	11～20	18～30
	0.3	10～16	7～13	10～21
	0.15	6～12	4～10	6～16
	0.075	4～6	2～6	4～8
配合特性	突き固め回数	75回	75回	75回
	マーシャル安定度	8.8kN以上	8.8kN以上	8.8kN以上
	フロー値	20～40	15～40	20～40
	空隙率	3～6(4.5%)	3～6(4.5%)	2～5
	飽和度	70～85%	65～80%	75～85%
	残留安定度	75%以上	75%以上	75%以上
評価値	動的安定度	3,000回/mm以上	3,000回/mm以上	---
	水浸WT剥離率	5%以下	5%以下	---
	通気量	1×10^{-10}以上	1×10^{-10}以上	---

表層アスファルトは改質アスファルトⅡ型を用いる
基層は再生アス配合率30%として、剥離防止材（消石灰）を混入する
タックコートの養生は指触判定を実施して水分蒸発を確認する
締固め度は98%以上、100%未満とする



図－18 最終的な対策断面

(5) 実施工状況

実施工は平成 13 年 2、3 月に実施した。日々復旧といった条件から、日施工量は限定され、かつ、3 月に向けて気温が上昇し、アスファルト混合物の温度低下が遅くなるなどの問題はあったが、無事に施工完了した。標準的な施工量は 600m²/日であり、**表－5** に日施工の標準タイムスケジュールを示し、**写真－1** に施工状況を示す [1]。

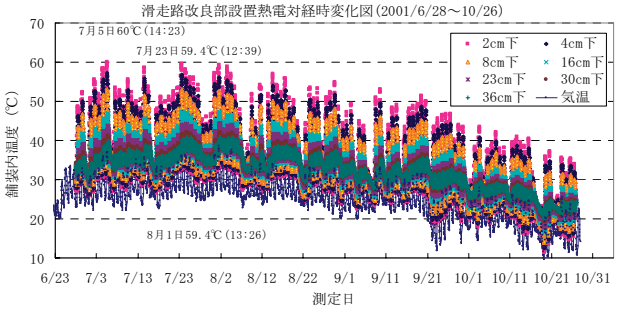
表－5 日施工スケジュール

工種	数量	21	22	23	0	1	2	3	4	5	6
準備工	600m²										
切削工	600m²										
路面清掃工	600m²										
タックコート散布	600m²										
基層工	600m²118t										
タックコート散布	600m²										
表層工	600m²118t							温度低下2hr			
仮標識工	1式										
後片付け	1式										

写真－1 施工状況(切削状況と舗設状況)

6. おわりに

名古屋空港では対策施工後も平面的に未対策区間を残すこと、深部にはいまだ水分を含んだ層があることや、今後の空港維持管理手法の基本データ収集の目的から、平成 13 年度は追跡調査を実施している。追跡調査では、舗装内温度の測定や舗装内水分量の測定等を実施しており、**図－19** にこれまでの温度測定結果を示す。**図－19** は各深度に設置した熱電対、気温の経時変化であり、測定期間中に舗装表面は 60℃にまで温度が上昇している時も確認でき、感温性の大きいアスファルト混合物は夏期において不利な状況になっていることが確認できる。未補修区間(**図－10** 維持管理範囲)は平成 13 年度調査にてブリスタリング、グルービングの曲がりが一部認められたため、航空機の安全走行を考慮して、夏期に部分的な緊急補修も実施した。このことからも、今後も十分に維持・点検を実施していく必要性を強く感じた。



図－19 舗装内温度経時変化

空港事業はこれまで整備といった位置付けで我が国の社会資本を構築してきたが、今後は維持管理、運営といった形にシフトするものと考えられる。その中で、空港の基本施設であるアスファルト舗装は、補修要領案 [14]はあるものの未だ供用性評価方法や対策方法が十分に示されておらず、オーバーレイを繰り返すといったことで対応しているのが現実である。今後の課題としては、既存空港施設の健全度評価方法などが望まれ、特に広範囲の空港舗装を面的に非破壊で調査する手法が必要であると考える。

本検討では名古屋空港滑走路を一例として既存舗装の調査結果、対策工などを報告したが、本結果が他空港へ何らかの知見になれば幸いである。また、空港基本施設の維持管理といった事象に対し何らかの形で参考となれば、望外の喜びとするところである。

謝辞：本検討は「名古屋空港滑走路舗装技術検討調査委員会」での検討結果を中心に報告したものであるが、その検討に当たっては久保委員長(北海学園大学教授)を始めとする各委員より多くのご助言、ご尽力をいただいた。また、国土交通省中部地方整備局の関係者においても、種々の情報提供を始め、甚大なるご助言、ご尽力をいただいた。この論文はご助言いただいた関係者によって記述できたものであり、感謝の意を表します。

参考文献

1) 部地方整備局ホームページ:
http://www.cbr.mlit.go.jp/onl2001/onl0706/journal/10.html
2) 運輸省大阪航空局:名古屋空港滑走路舗装技術検討調査報告書、平成 12 年 10 月
3) 八谷ら:空港アスファルト舗装の新しいタックコート材料の開発、港湾技研資料、No.885、Dec.1997
4) 笠原ら:舗装構造解析への FWD の一利用、土木学会論文集、1990.8
5) (財)港湾空港建設技術サービスセンター:空港舗装構造設計要領、平成 11 年 4 月
6) 上島ら:ブリスタリング現象に関する一考察、第 10 回日本道路会議論文集、1970.10
7) 金岡、久保:空港滑走路舗装のブリスタリング現象に関する研究、土木学会第 56 回年次学術講演会第Ⅴ部、平成 13 年 10 月、p8
8) (財)港湾空港建設技術サービスセンター:空港土木工事共通仕様書、平成 11 年 4 月
9) 建設図書:舗装技術の質疑応答第 7 巻(下)、平成 9 年 12 月
10) (社)日本道路協会:舗装試験法便覧別冊、平成 8 年 10 月
11) 谷本:アスファルト混合物のはく離に関する試験舗装とその観測結果、舗装 pp.6-5、1971.5
12) (社)日本道路協会:アスファルト舗装要綱、平成 4 年
13) (財)港湾空港建設技術サービスセンター:運輸省空港土木請負工事積算基準、平成 12 年度版
14) 運輸省航空局:空港舗装補修要領(案)、平成 11 年 4 月