

# 港湾技研資料

TECHNICAL NOTE OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 885

Dec. 1997

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

八	谷	好	高
梅	野	修	一
今	井	泰	男
中	村		健
室	園	正	徳

運輸省港湾技術研究所



## 目 次

要旨 .....	1
1. はじめに .....	3
2. タックコートがアスファルトコンクリートの層間付着に及ぼす効果 .....	3
2.1 タックコートの現行規定 .....	3
2.2 表・基層接合面の応力 .....	4
2.3 タックコートの有無 .....	5
2.4 層間付着力の実際 .....	7
3. 室内試験 .....	8
3.1 使用材料 .....	8
3.2 アスファルトコンクリート .....	8
3.3 アスファルト乳剤 .....	9
4. 付着強度に及ぼす影響因子 .....	9
4.1 タックコートの養生時間 .....	9
4.2 砂の付着 .....	11
4.3 アスファルト乳剤の種類 .....	13
5. 新しいタックコートの開発 .....	15
5.1 アスファルト乳剤単体 .....	15
5.2 混合物 .....	17
6. 結論 .....	19
7. おわりに .....	19
参考文献 .....	19

# Development of New Tack Coat Material for Airport Pavements

**Yoshitaka HACHIYA\***  
**Shuichi UMENO\*\***  
**Yasuo IMAI\*\*\***  
**Takeshi NAKAMURA\*\*\*\***  
**Masanori MUROZONO\*\*\*\***

## Synopsis

The effect of a tack coat on the bond between asphalt concrete layers was investigated, and then new tack coat materials were developed for airport pavements. First, the stresses at the interface caused by aircraft loads were calculated. Second, the effect of the tack coat on the bond was evaluated by examining the samples taken from in-service airport pavements where the interval between the construction of the wearing and binder courses was different. Third, an influence of factors such as adhered dirt and curing time of tack coat on the bonding characteristics was investigated. Finally, measures to ensure sufficient bonding were developed on trial; satisfactory strength can be obtained by using the newly-developed tack coat.

The following conclusions were obtained.

- (1) Failure of the surface course considered herein will occur in the following manner: first, separation between the layers of the surface course occurs because of insufficient adhesion at the interface. Flexural or tensile failure of the surface course then follows.
- (2) The strength at the interface of the layers in the surface course is different due to differences in the interval between wearing course and surface course construction.
- (3) Tack coat will be effective to ensure the bond if the cure is sufficient.
- (4) Water in the emulsified asphalt will evaporate fully by curing either for one hour in the daytime or for six hours at night.
- (5) When dirt adheres to the interface, widely used cationic tack coat material, PK-4, will not be effective to adhere the layers if the sufficient cure is not ensured.
- (6) The newly-developed, rubberized emulsified asphalt with higher penetration gives higher shear strength at the interface. This is effective in preventing the failure of the asphalt layers in summer.

**Key Words:** airport, asphalt pavement, surface course, bond strength, tack coat, laboratory test

---

Port and Harbour Research Institute, Ministry of Transport (1-1, Nagase 3, Yokosuka 239, JAPAN)

Phone: +81 468 44 5026, Fax: +81 468 44 4471, E-mail: hachiya@phri.go.jp

\* chief, runways laboratory, geotechnical engineering division

\*\* former senior research engineer, geotechnical engineering division (Kobe Investigation and Design Office, Third Port Construction Bureau)

\*\*\* senior research engineer, geotechnical engineering division

\*\*\*\* member, runways laboratory, geotechnical engineering division

# 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

八谷好高\*  
梅野修一\*\*  
今井泰男\*\*\*  
中村 健\*\*\*\*  
室園正徳\*\*\*\*

## 要旨

タックコートがアスファルト舗装の表層と基層の間の付着力に及ぼす効果について室内試験により検討し、空港舗装を対象とした新しいタックコート材料を開発した。まず、航空機荷重が舗装表面に鉛直および水平方向に加わった場合に表・基層間に生ずる応力について解析した。次に、表・基層間の付着力について施工方法の異なる舗装箇所から採取した試料により調べ、表・基層間の施工時間間隔がその境界面における付着力に及ぼす影響を調べた。そして、付着をよくするために使用されるタックコートの効果について境界面に付着する砂などの汚れ、タックコートの養生時間、材料の違いといった点に注目して検討を加えた。最後に、実際の舗装の建設・補修工事の状況を勘案して、空港舗装に適したタックコート材料の開発を試みた。

得られた知見は以下のようにまとめられる。

- (1) 滑走路中間部等のアスファルトコンクリート表・基層は、設計で考慮していない水平荷重が負荷されることにより境界面に層間剝離が発生し、さらに荷重が加わることにより曲げあるいは引張作用により破壊に至る危険性がある。
- (2) 層間付着力は基層と表層の施工間隔の影響を受け、施工間隔の長いほうが付着強度は小さい。
- (3) 十分に養生すれば、タックコートの施工により高温時の付着強度が改善される。特に、引張強度では1層施工の強度を上回るほどになる。
- (4) タックコート施工後、昼間の場合は1時間、夜間の場合は6時間以上養生できれば、アスファルト乳剤中の水分はほぼ蒸発する。
- (5) 境界面に砂が付着した状態で従来型のタックコート材料を使用しても、養生が不十分であれば付着強度は増加しない。
- (6) 今回新たに開発した高針入度を有するゴム入りアスファルト乳剤をタックコートとして使用することにより付着強度は改善できる。特に、高温時におけるアスファルトコンクリート層の破壊防止対策としては有効である。

キーワード：空港、アスファルト舗装、表・基層、付着強度、タックコート、室内試験

---

運輸省港湾技術研究所（〒239横須賀市長瀬3-1-1）  
電話：0468-44-5026, Fax: 0468-44-4471, E-mail: hachiya@phri.go.jp

\* 土質部滑走路研究室長

\*\* 前土質部主任研究官（現第三港湾建設局神戸調査設計事務所技術開発課）

\*\*\* 土質部主任研究官

\*\*\*\* 土質部滑走路研究室

## 1. はじめに

近年、空港滑走路や誘導路のアスファルト舗装で航空機が制動をかけた後曲線走行したりする箇所に、ひび割れ、スポーリングといったアスファルトコンクリート層の破損が夏季において散見される。ここは航空機の重量である鉛直荷重のほか、航空機の走行、すなわち、制動や曲線走行に起因する水平荷重が加わる箇所に相当する。したがって、特に、この部分のアスファルトコンクリート層には、現行の空港舗装構造設計において考慮されていない、水平力に起因する比較的大きな応力が生ずることになる。

アスファルト舗装においてはアスファルトコンクリート層が交通荷重に対する安全性を確保する上で極めて重要である。特に、わが国の場合は、この層を表層と基層とに分けた上で、表層には舗装内部への浸水防止、骨材飛散防止、スリップ事故防止といった舗装表面を形成する材料ゆへの機能が要求されている。そのため、一般的には表層と基層とで異なった材料が用いられるので、両者の間には必然的に接合面が形成される。

表層の施工は、一度に大量に行うことにより舗装表面での打継ぎ目をできるだけ少なくするように、基層施工後数日から数週間経過した後になされる場合が多い。そのため、基層を施工してから表層を施工するまでの間に、基層面に土砂、ほこり等の汚れが付着するおそれも大きい。このような点は、アスファルト舗装上のアスファルトによるオーバーレイ工事においても同様で、既設舗装面が土砂や航空機タイヤゴムの付着により汚れた状態となっていることが懸念される。

層同士が十分に付着しないとその接合面が構造上の弱点となるため、この汚れの影響を小さくし、層同士の付着をよくしてアスファルトコンクリート層全体を一体化する目的で、新設時の基層面、オーバーレイ時の既設面にはアスファルト乳剤によるタックコートが施工される。タックコートの施工にあたっては、下層に汚れが付着していないこと、アスファルト乳剤中の水分が蒸発するまで養生時間を十分確保することが重要である。しかし、特に通常厳しい時間的制約下で夜間に実施されなければならないオーバーレイ時には、このような点は遵守することが難しい。

タックコートがアスファルトコンクリート層同士の付着力に及ぼす効果についてはすでに認められている<sup>1)</sup>ので、本研究では、この結果を受けて、実際の施工条件下におけるアスファルトコンクリート層の間の付着を確保する方策について室内試験により検討している。まず、境

界面の汚れ、タックコートの量・養生時間、タックコートの種類といった要因が境界面の付着特性に及ぼす影響について詳しく調べる。そして、層間付着を確保するための方策について、新しいタックコート材料を開発するとの観点から検討し、空港舗装用として有効な材料を提案している。

## 2. タックコートがアスファルトコンクリートの層間付着に及ぼす効果

### 2.1 タックコートの現行規定

タックコートはアスファルトコンクリート表・基層間の付着力を高めるために使用され、通常、その材料としてはアスファルト乳剤(PK-4)が用いられる。このほか、付着力を特に高める必要がある場合にはゴム入りアスファルト乳剤(PKR-T)が用いられることもある。PK-4の品質はJIS K 2208「石油アスファルト乳剤」に規格されており、PKR-Tについては(社)日本アスファルト乳剤協会により規格が定められている(表-1)。空港舗装の場合、タックコートとしてはJIS K 2208に適合するもの(通常はPK-4)が用いられ、その散布量について空港土木施設施工要領改訂案(1991年)では、新設工事で $0.2l/m^2$ 、オーバーレイ工事で $0.3$ または $0.4l/m^2$ と規定されている(それぞれ、既設舗装がアスファルト舗装、コンクリート舗装の場合)<sup>2)</sup>。この散布量について1973年発行の空港土木施設施工要領では、新設時 $0.5l/m^2$ 、オーバーレイ時 $0.7$ 、 $1.0l/m^2$ (それぞれアスファルト、コンクリート舗装上)とされている<sup>3)</sup>。道路舗装においても、同様の理由からタックコートとしてPK-4またはPKR-Tを散布することが規定されている(この場合の標準量は $0.3\sim 0.6l/m^2$ )<sup>4)</sup>。

表-1 アスファルト乳剤の品質

項目		PK-4	PKR-T(1)
エンクラ一度(25℃)		1~6	1~10
ふるい残留分(1.18mm, %)		0.3以下	
付着度		2/3以上	
粒子の電荷		陽(+)	
蒸発残留分(%)		50以上	
蒸発残留物	針入度	60~150	60~100
	伸度(cm)	(15℃)	100以上
		(7℃)	-
三塩化エタン可溶分(%)		98以上	-
軟化点(℃)		-	48.0以上
タフネス(25℃, kgf·cm)		-	30以上
テナシティ(25℃, kgf·cm)		-	15以上
灰分(%)		-	1.0以下
貯蔵安定度(%)	(5日)	5以下	-
	(24時間)	-	1以下

タックコートを施工する場合には、必要量を均一に散布し、過剰散布とならないようにすることが肝要であることがうたわれている。また、タックコート中に含まれる水分が蒸発するために養生時間を十分確保する必要があるとされているものの、具体的な養生時間については明記されていない<sup>1), 2), 3)</sup>。

## 2.2 表・基層接合面の応力

空港滑走路の中間部における載荷状態に相当するものとして、舗装表面に鉛直荷重に加えて水平荷重が負荷された場合にアスファルトコンクリート表・基層間の境界面に生ずる応力を算定する。計算には多層弾性理論プログラムBISARを用いた。

この計算の対象としたアスファルト舗装の標準断面は図-1である。これは、航空機がB-747-400（満載時）、設計カバレージが20,000回、路床設計CBRが10%として、空港アスファルト舗装構造設計要領<sup>5)</sup>に従って決定されたものである。150mm厚のアスファルトコンクリート層は、この図に示すように、通常、表層(40mm)、基層(上・下部、それぞれ、50・60mm)の3層に分けて施工されるが、これ以外にも表層・上部基層厚を50・40mm、70・20mmとしたモデルについても計算に用いている。このほか、表層と上部基層を一体と考えた2層系モデル(上・下層は90・60mm)、全体を一体と考えた1層系モデルについても計算している。

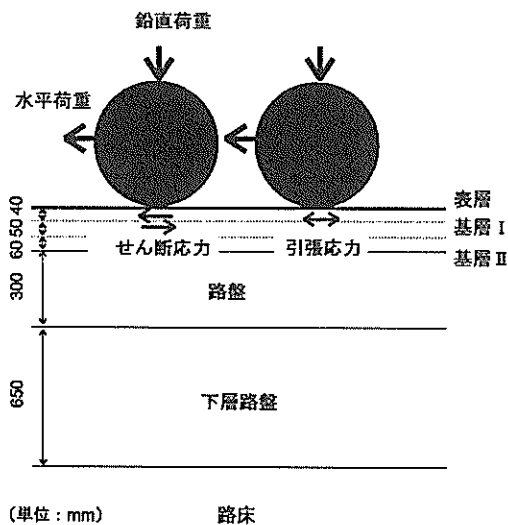


図-1 計算に用いたアスファルト舗装モデル

この計算において、上層と下層(3層系モデルでは表層と上部基層、2層系モデルでは表層+上部基層と下部基層間)の付着状況は付着のある場合(粗面)とない場合(滑面)の2種類を考えている。各層のヤング係数(E)として、

アスファルトコンクリート層については環境・載荷条件を考えて1,000, 10,000, 100,000kgf/cm<sup>2</sup>の3種類を、上層路盤、下層路盤、路床については、それぞれ3,000, 2,000, 1,000kgf/cm<sup>2</sup>を用いた。ポアソン比については各層とも0.3を用いた。

荷重としてはB-747-400(満載時重量:92.8tf, 接地圧:14.1kgf/cm<sup>2</sup>)の1脚を対象とし、鉛直荷重のみの場合と水平荷重も加わる場合を考えた。水平荷重は重量に等しい大きさで、航空機進行方向に作用するとした。この水平荷重について、Barber<sup>6)</sup>, Shahin<sup>7)</sup>は鉛直荷重の、それぞれ、80%, 50%の値としているが、タイヤの制動力(縦・横方向)についての実測結果では条件によっては100%を超える場合もあると指摘されていること<sup>8)</sup>を考慮して、ここでは100%, すなわち、重量に等しい大きさの力を水平荷重として用いている。

アスファルトコンクリート層間の付着状況と荷重の組合せにより、計算条件は次の4ケースとなる。なお、以下に示した計算結果は、車輪接地面との相対位置を変えながら計算して得られた応力の最大値である。

- ① ケース1: 粗面+鉛直荷重のみ
- ② ケース2: 滑面+鉛直荷重のみ
- ③ ケース3: 粗面+鉛直荷重と水平荷重
- ④ ケース4: 滑面+鉛直荷重と水平荷重

まず、境界面に生ずるせん断応力と上層厚(境界面の深さ)の関係を図-2, 図-3に示す。上・下層間に付着がある場合(ケース1と3, 図-2)に注目すると、ヤング係数によらず、水平力が加わることによりせん断応力が増加することがわかる。この場合、上層厚を増加することの効果が明らかで、それによりせん断応力は減少する。なお、境界面が付着していない場合(滑面)には、水平荷重が加わったとしてもせん断応力は非常に小さい(ケース3と4, 図-3)。

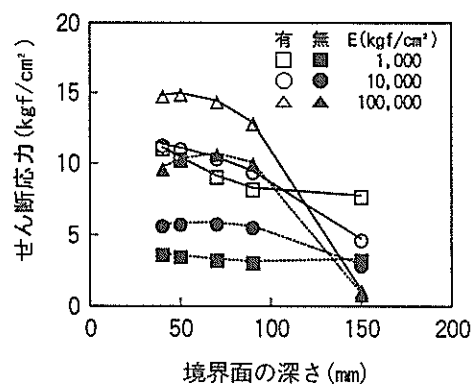


図-2 水平荷重の有無による境界面せん断応力の違い

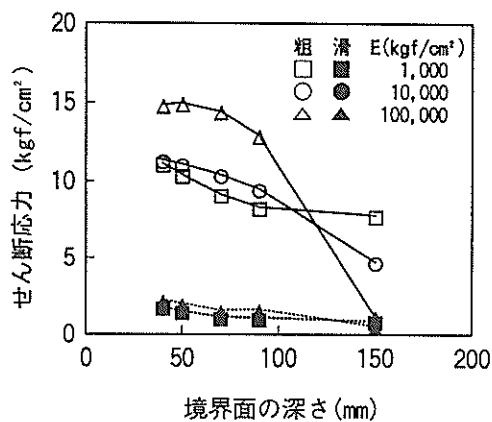


図-3 境界面の付着状態によるせん断応力の違い

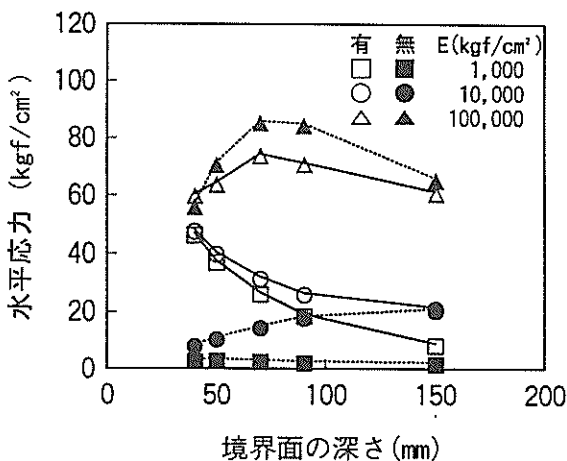


図-4 水平荷重の有無による境界面水平応力の違い

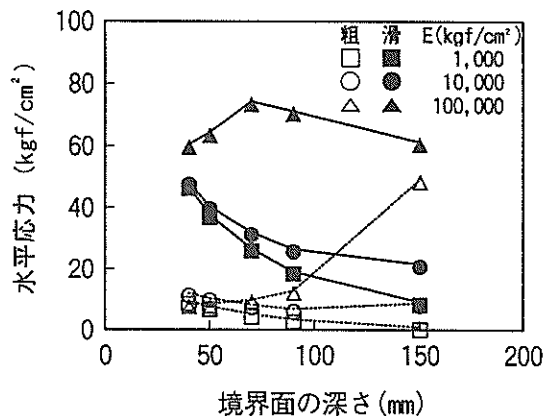


図-5 境界面の付着状態による境界面水平応力の違い

次に、境界面（上層下面）の水平応力と上層厚の関係を図-4、図-5に示した。上層と下層が剥離している場合（ケース2と4、図-4）をみると、水平力が加わることに

より、ヤング係数が小さい場合には水平応力が増加することがわかる。しかし、その場合でも上層厚を増加することにより水平応力は減少する。また、水平応力には境界面の付着状況が大きく影響し、境界面が十分付着していれば（粗面）、水平荷重が加わったとしても引張応力は非常に小さいことがわかる（ケース3と4、図-5）。

以上のことから、今回対象とした航空機の走行・制動によりアスファルトコンクリート層が破壊するメカニズムとしては、表・基層が付着している状態で水平荷重が負荷されることにより境界面に剥離が生じ、そして曲げあるいは引張作用を受けて表層材料が破壊するというものが考えられる。このとき、せん断応力ならびに水平応力は表・基層材料のヤング係数の影響を大きく受けるが、ヤング係数の小さいとき、すなわち、アスファルトコンクリートが高温のときはこれらの応力とそれぞれに対応する強度の差が小さいと考えられることから、アスファルトコンクリートの破壊現象は夏季に起こりやすいことが裏付けられた。

### 2.3 タックコートの有無

上記の検討により、航空機の走行・制動によるアスファルトコンクリートの破壊を防止するとの観点からは、層間の付着力を高めることが効果的であることがわかった。そのために、一般的には、上記のようにタックコートが用いられている。このタックコートの効果を確認するために、1層施工と2層施工の場合の層間付着力について検討した。この場合の2層施工の方法としては、通常継ぎ目部の施工に際して用いられる方法、すなわち、タックコート、ホットジョイント、コールドジョイントの3種類を準用した。ここで、タックコートとは、1層目の温度が常温にまで低下した時点でアスファルト乳剤(PK-4)を0.4l/m<sup>2</sup>塗布し、24時間養生した後2層目を施工したものである。また、ホットジョイントとは1層目の表面温度が60℃に低下した時点で2層目を打継いだものであり、コールドジョイントとは1層目の温度が常温にまで低下した時点で2層目をそのまま施工したものである。

図-6、図-7にはせん断強度をまとめてある（載荷速度は、それぞれ、1mm/min、100mm/min）。全体的にみれば、載荷速度によらず、1層施工が最大値、タックコートが最小値を示しているが、試験温度が40℃となった場合には、コールドジョイントの強度が著しく低下している。このことから、高温時においては、タックコートを施工する効果が明らかに認められる。しかし、全ての場合において、2層施工では1層施工により得られる強度には達しないようである。

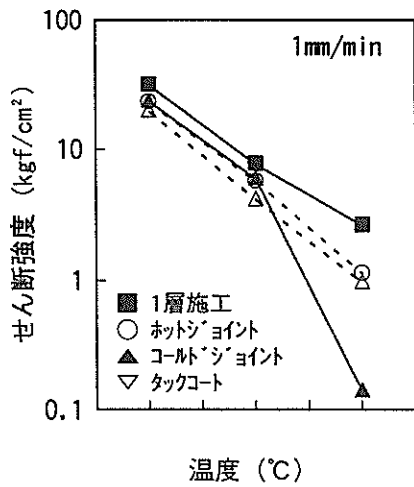


図-6 施工方法によるせん断強度の違い (低荷速度)

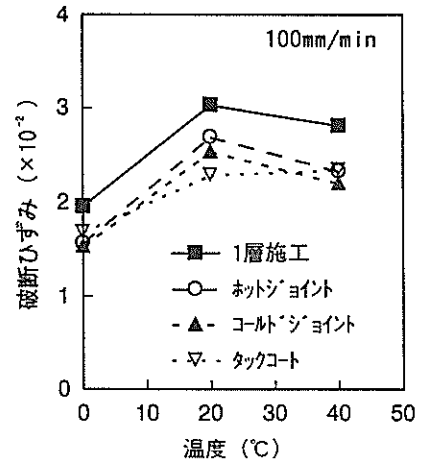


図-9 施工方法による破断ひずみの違い (高荷速度)

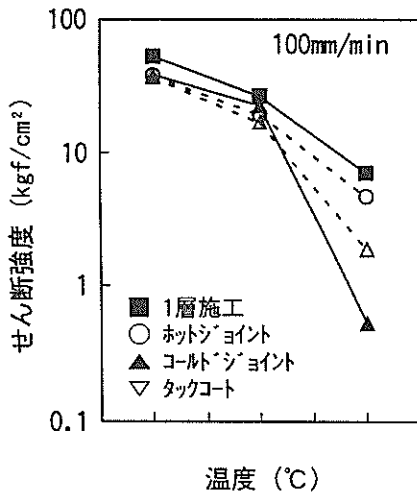


図-7 施工方法によるせん断強度の違い (高荷速度)

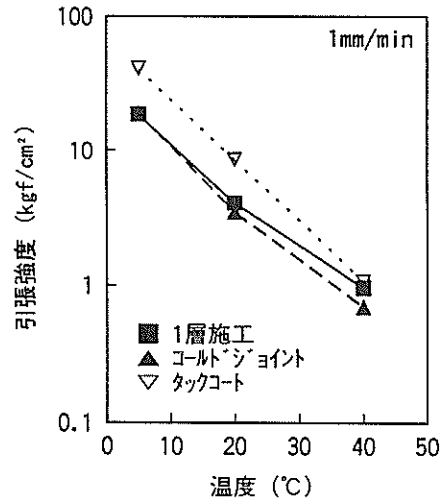


図-10 施工方法による引張強度の違い (低荷速度)

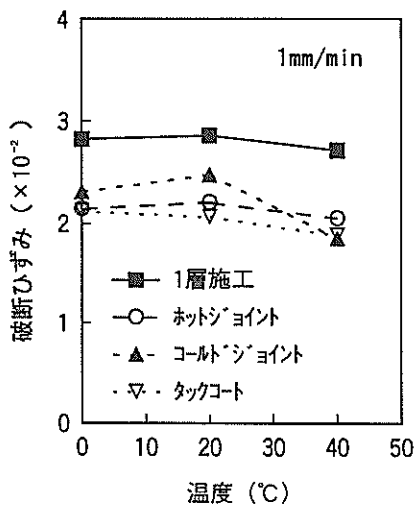


図-8 施工方法による破断ひずみの違い (低荷速度)

この点は、図-8、図-9に示した破断時のひずみからも明らかである（荷速度は、それぞれ、1mm/min、100mm/min）。荷速度・温度によらず、1層施工の場合のひずみが最大となっており、2層施工の場合はいずれもこのひずみに達する前に破断してしまうようである。また、強度の場合と同様に、高温時においては、コールドジョイントの破断ひずみが最小値となっている。

引張強度については図-10、図-11にまとめた（荷速度は、それぞれ、1mm/min、100mm/min）。この場合はタックコートを用いることの効果が顕著で、1層施工の場合よりも強度はかえって増加していることがわかる。これはせん断強度の場合と大きく異なっている点である。



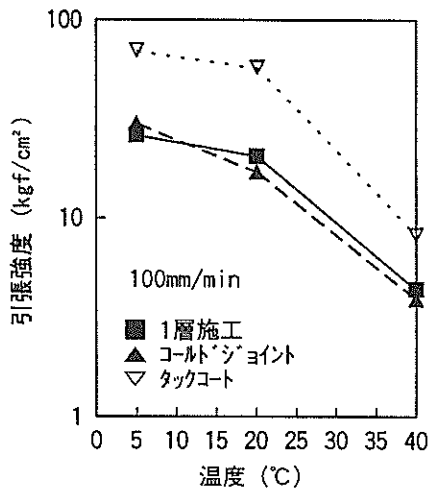


図-11 施工方法による引張強度の違い (高荷速度)

#### 2.4 層間付着力の実際

実際の施工条件下におけるタックコートの効果を評価するために、東京国際空港の滑走路と誘導路から採取した試料を用いて舗装新設時の表・基層間付着力として引張強度とせん断強度を測定した。

この現場の施工状況については以下のことがわかっている。

- ① タックコートにはPK-4を用いたこと
- ② タックコートの散布量は $0.4l/m^2$ であったこと
- ③ 基層上にタックコートを散布してから約1時間後に表層を打設したこと
- ④ 滑走路、誘導路では基層施工後表層打設までに、それぞれ、約6箇月、2週間経過していたこと

図-12、図-13に、せん断強度と引張強度を示した。全体的にみれば、誘導路から採取したもののほうが滑走路からのものに比べて強度の大きいこと、すなわち、表層と基層の施工間隔の短いほうが付着強度は大きいことがわかる。タックコートの施工自体に関しては両者で差がないことから、この違いは基層施工後から表層を施工するまでの間に基層表面に付着した土砂等の汚れの程度の違いが主な原因であるものと推測される。

引張強度とせん断強度では、特に、せん断強度のほうに採取箇所の違いによる影響が顕著に現れている。これは、図-14、図-15に示したせん断試験時の破断ひずみからわかるように、滑走路から採取したものはひずみが比較的小さい変形状態で破壊してしまうからであろう。

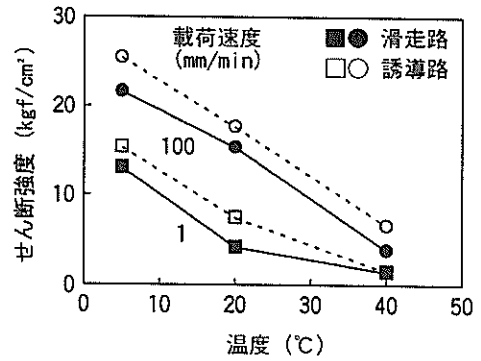


図-12 現場採取供試体のせん断強度

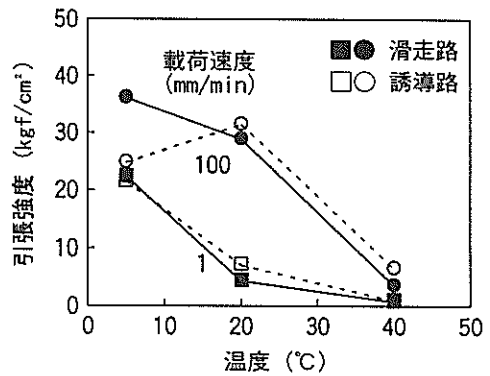


図-13 現場採取供試体の引張強度

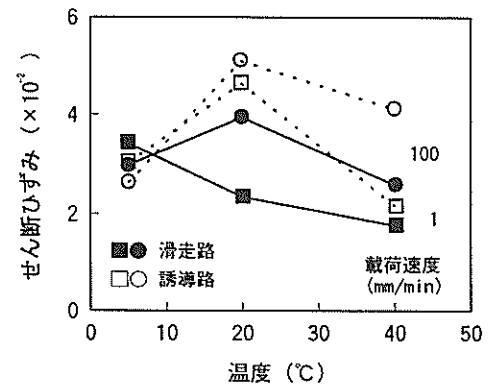


図-14 現場採取供試体の破断時せん断ひずみ

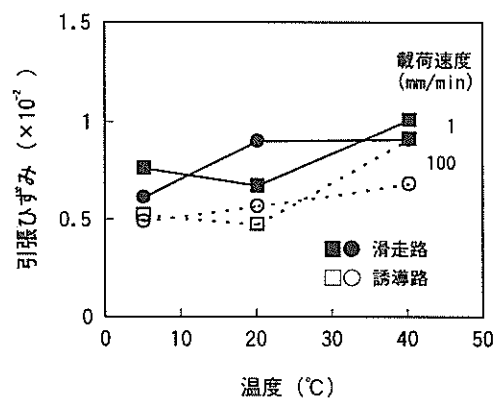


図-15 現場採取供試体の破断時引張ひずみ

### 3. 室内試験

アスファルトコンクリートの層間付着を確実なものとする方策を検討するために、2層間の境界面を有するアスファルトコンクリート供試体ならびにアスファルト乳剤供試体を用いた室内試験を実施した。

#### 3.1 使用材料

試験に用いたアスファルトコンクリートは、空港土木工事共通仕様書<sup>9)</sup>で規定されている密粒度アスファルトコンクリート（骨材最大粒径13mm）である。アスファルトとしてはJIS K 2207「石油アスファルト」に規定されているストレートアスファルト60-80を、骨材としては最大粒径13mmで、粒度分布が上記仕様書の基本施設表層タイプIに適合するもの（図-16）を用いた。これらの材料を用いたアスファルトコンクリートの最適アスファルト量は、各項目の規格値を満足する範囲（共通範囲）の中央値である5.5%となった。

4.におけるタックコートとしては、空港舗装用として一般的なアスファルト乳剤であるPK-4のほか、ゴム入りアスファルト乳剤であるPKR-T(1)を用いた。このほか、5.では新しく開発したアスファルト乳剤を用いている。

#### 3.2 アスファルトコンクリート

アスファルトコンクリート供試体の新旧（上下）層境界面における付着強度は、せん断試験ならびに引張試験により評価した。

##### (1) 供試体の作製

供試体は図-17に示すフローに従って作製した。試験に用いる供試体は、幅300mm、長さ300mm、厚さ100mmのアスファルトコンクリートの試料から切り出した。この試料は、ローラコンパクタを使用して、密度がマーシャル試験法により求めた基準密度の100±1%となるように締固めて作製した<sup>7)</sup>。1層目（下層）を施工してから2層目（上層）を施工するまでの間に境界面にほこりが付着しないように、1層目施工後12時間経過してから試料をビニール袋に入れて、温度20℃、湿度70%に保持した恒温恒湿室で保管した。境界面に砂を付着させる場合は、1層目施工後直ちに表面に砂を散布してから、試料を上下逆にする事によって砂の余剰分を取り除いた。こうすることにより、砂量はほぼ一定に保持できたものと考えている。なお、供試体に付着した砂の量は、表-2に示すように、引張試験用、せん断試験用それぞれで、0.4～0.6g、1.5～1.8gとなっている。

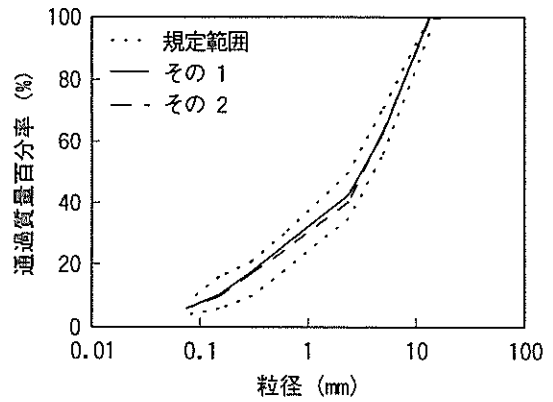


図-16 骨材の粒度

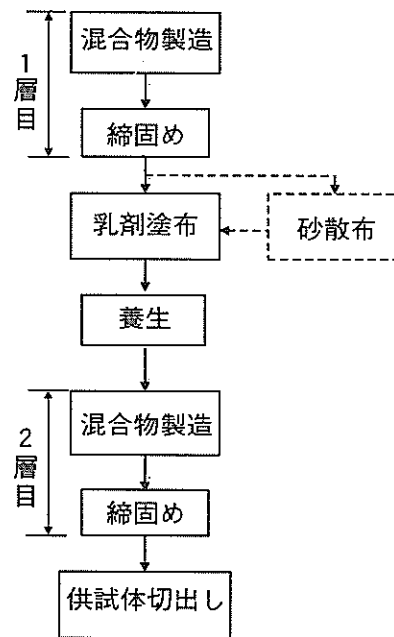


図-17 供試体作製のフロー

表-2 供試体に付着した砂の量

乳剤	塗布量 ( $l/m^2$ )	養生時間 (時間)	砂量 (g)	
			引張試験	せん断試験
PK-4	0.2	1	0.5	1.77
		24	0.5	1.73
	0.4	1	0.6	1.49
PKR-T	0.2	24	0.5	1.70
		1	0.45	1.60
	24	0.5	1.84	
	0.4	1	0.4	1.80
		24	0.5	1.72

このようにして作製・保管した1層目を取り出し、その表面に所定量のアスファルト乳剤を塗布して、所定の時間（1、5または24時間）養生してから2層目を施工した。この2層目を施工した試料は1層目と同様、恒温恒湿室にて養生した。その量は $0.2\sim 0.8\text{t/m}^2$ の範囲とした。

## (2) 試験方法

引張試験用、せん断試験用の供試体は、作製した試料からカットにより切り出した。それらの寸法は、図-18に示すように、せん断試験用が $50\times 100\times 100\text{mm}$ 、引張試験用が $50\times 50\times 100\text{mm}$ である（ともに、幅 $\times$ 長さ $\times$ 高さ）。このほか、新規アスファルト乳剤の開発時には、成形の容易さを考慮に入れて、コアカットにより切り出した円柱供試体（直径 $100\text{mm}$ 、高さ $100\text{mm}$ ）を用いた。いずれの場合も境界面が破断面となるようにして試験を実施した。

試験条件は、両試験とも、下記のとおりである。なお、これは、実際の環境条件、滑走路・誘導路における航空機の走行速度<sup>10</sup>ならびに米国で提案されている空港アスファルト舗装の理論的構造設計法<sup>11</sup>における入力条件を考慮し、試験装置の性能を勘案した上で決定したものである。

- ① 温度：0（または5）、20、40℃
- ② 載荷速度：1、50、100mm/min

## 3.3 アスファルト乳剤

アスファルト乳剤単体での試験として水分蒸発試験と引張せん断試験を実施した。

### (1) 水分蒸発試験

この試験はアスファルト乳剤中の水分の蒸発による質量変化の状況を調べるために実施した。具体的には、アスファルト乳剤としてPK-4を用い、その量を $0.2\sim 0.6\text{t/m}^2$ の範囲で変化させて平滑な金属面上に塗布し、それを異なった環境下に放置することによって、放置環境としては、室内（20℃に保った恒温室）と屋外を考えたが、屋外においては夜間と昼間（晴天ならびに曇天）の条件を採用した。

### (2) 引張せん断試験

この試験は今回新しいアスファルト乳剤の効果を評価するために実施した。この場合の供試体は図-19に示す方法で作製した。アスファルト乳剤は、JIS K 2208に示された方法に準拠して、水分を蒸発させ、加熱・溶融することにより試験片（ $50\times 120\times 1\text{mm}$ のステンレス板）に塗布した。供試体の厚さは $0.05\sim 0.6\text{mm}$ とし、端部 $30\text{mm}$ にアスファルト乳剤を塗って重ねあわせ、加熱・溶着して放冷した。

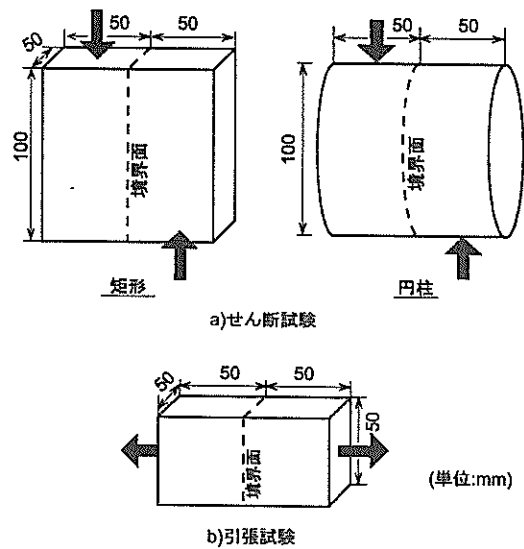


図-18 アスファルトコンクリートの試験方法

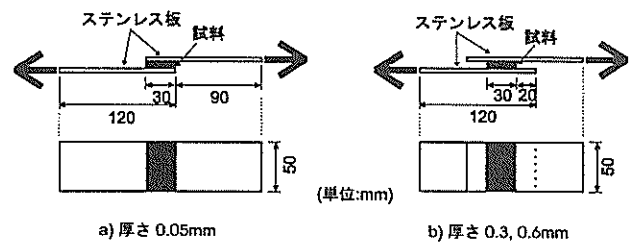


図-19 アスファルト乳剤の引張せん断試験方法

試験条件は次のとおりである。

- ① 試験温度：4種類（0、20、40、60℃）
- ② 載荷速度：2種類（1、100mm/min）

## 4. 付着強度に及ぼす影響因子

アスファルトコンクリートを複数の層に分けて施工するときの層間付着力はタックコートを施工することにより増加するが、それに影響を及ぼす要因として、タックコートの養生時間、境界面の汚れ、アスファルト乳剤の種類を取り上げて、それぞれについて検討した。

### 4.1 タックコートの養生時間

養生時間の重要性について、渡辺らはアスファルト乳剤を室内に放置して質量変化を調べた結果<sup>12</sup>を示している（温度21℃、湿度50%）。これによれば、放置後16時間程度経過した時点で質量が一定となるので、水分が十分に蒸発するまでにはこの程度の時間が必要となることとなる。また、養生時間が低温時の引張強度に及ぼす影

響については、養生温度を5~25℃とした場合、引張強度が24時間養生時のものとはほぼ等しくなるまでには、4~2時間の養生時間を必要とするとの報告もなされている<sup>13)</sup>。

これらの知見は室内におけるアスファルト乳剤の養生時間に関するものであるため、ここでは実際の施工に則した条件下におけるアスファルト乳剤からの水分蒸発状況について調べた。それと同時に、タックコートの養生時間を変えた場合のアスファルトコンクリートの強度の違いについて検討した。前者については、上記のように、アスファルト乳剤(PK-4)の塗布量を0.2~0.6l/m<sup>2</sup>と変えて種々の環境下に放置したときの時間経過にともなう質量変化について調べた。後者については、境界面におけるタックコートの養生時間を1, 5, 24時間と変えて作製したアスファルトコンクリート供試体を用いてせん断強度、引張強度を求めた。

アスファルト乳剤に関する試験結果について以下に示す。

まず、図-20は、昼間、夜間における屋外放置の場合で、アスファルト乳剤の質量変化状況（塗布直後の質量に対する百分率）を示したものである。昼間と夜間においてはアスファルト乳剤の質量変化速度に大きな違いがみられ、前者のほうが水分の蒸発が著しく速いことがわかる。

昼間においては、アスファルト乳剤塗布後1時間経過すると質量百分率は蒸発残留分相当の値にほぼ到達することから、この程度の時間で水分はほとんど蒸発してしまうものと判断できる。なお、アスファルト乳剤塗布量の影響は塗布直後の数十分間にすぎず、アスファルト乳剤中の水分がほぼ蒸発するまでの必要となる時間は同じである。これに対して、夜間においては塗布量の影響が顕著にみられ、塗布量が少ないほど水分も早く蒸発することがわかる。すなわち、塗布量が0.2l/m<sup>2</sup>であれば6時間程度経過するとアスファルト乳剤中の水分はほぼ蒸発するとみなすことができるものの、0.4, 0.6l/m<sup>2</sup>ではそれ以上の時間が必要となり、12時間程度経過した時点で蒸発残留分担当値に到達することがわかる。このことから、夜間工事においてはアスファルト乳剤の散布量を少なくすることが水分蒸発の点からは有利となろう。

次に、アスファルト乳剤の施工環境の違い（夜間、曇天の昼間、晴天の昼間）について図-21にまとめた（アスファルト乳剤塗布量：0.4l/m<sup>2</sup>）。この図から、昼間の場合は曇天時であっても水分蒸発速度は夜間の場合よりも大きいこと、昼間時には晴天時と曇天時における差はほとんどないことがわかる。このことから、昼間工事においては曇天、晴天によらず1時間程度の養生によりアスファルト乳剤中の水分がほぼ蒸発するものと考えられる。

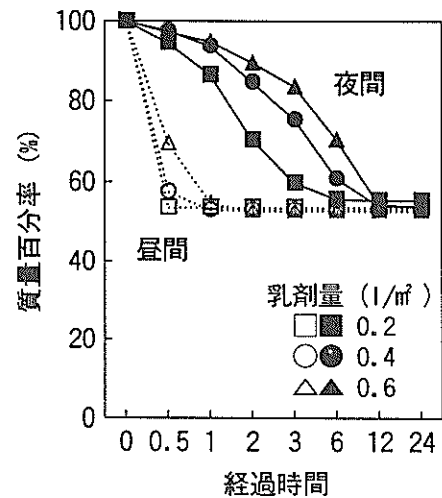


図-20 屋外放置によるアスファルト乳剤質量の変化

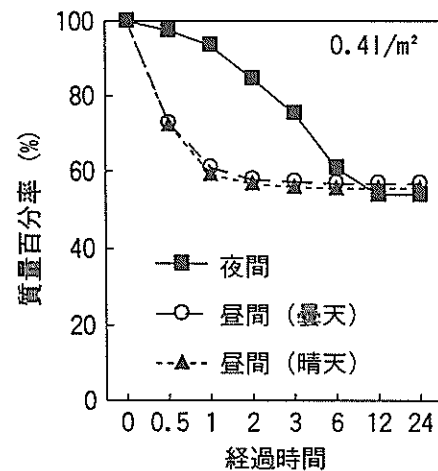


図-21 アスファルト乳剤の放置環境と質量変化

室内試験におけるアスファルト乳剤の養生時間と屋外放置時のものとの関係について図-22に表した。室内試験においては夜間放置の場合に比べて、アスファルト乳剤中の水分蒸発速度が小さいことがわかる。室内試験時の養生時間1時間と24時間をみると、室内と屋外夜間養生の場合で差はほとんどないことから、前者は夜間工事における1時間養生を、後者は昼間工事における1時間養生に相当するものと考えられる。また、室内試験時の5時間養生は夜間工事における3時間養生に相当しよう。なお、この点は、今回を試験範囲、すなわちアスファルト乳剤の塗布量が0.2~0.6l/m<sup>2</sup>の範囲において認められることである。

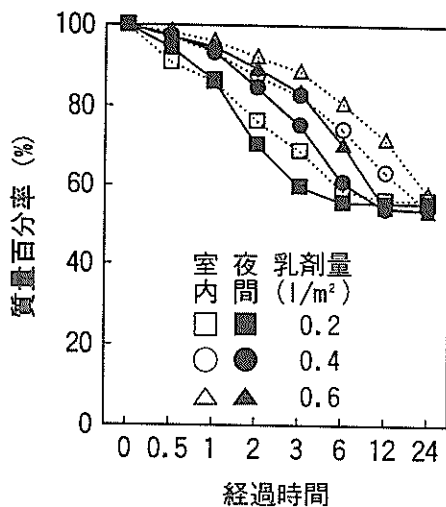


図-22 室内試験におけるアスファルト乳剤質量の変化

表-3 養生時間が強度に及ぼす影響

強度	養生時間	乳剤量 (l/m <sup>2</sup> )		
		0.2	0.4	0.7
引張	1	52~143 (104)	23~474 (152)	56~215 (131)
	5	75~650 (190)	84~144 (110)	81~195 (116)
せん断	1	58~109 (93)	93~121 (102)	87~105 (94)
	5	82~118 (98)	85~123 (104)	90~109 (101)

( )は平均値

表-3は、2層施工により作製したアスファルトコンクリート供試体の境界面に塗布したアスファルト乳剤の養生時間(室内)が強度に及ぼす影響についてまとめたものである。これは、24時間養生の強度に対する1、5時間養生のものの百分率を示したものである( ( )内には載荷速度、温度の違いによらず、全体を平均した値を示す)。引張強度をみると、養生時間を1、5時間としても24時間養生のものよりも大きく、養生時間の影響は明確にはなっていない。これに対して、せん断強度をみると、養生時間の少ない場合は24時間養生の強度よりも小さいこと、しかも5時間養生に比べて1時間しか養生しない場合は強度が小さいことがわかる。

また、この表でみる限り、引張、せん断強度に対するアスファルト乳剤の塗布量の影響は明らかではないが、これは水分蒸発量に塗布量の影響が認められたアスファルト乳剤単体の場合とはかなり異なったものとなってい

る。その原因として、境界面となるアスファルトコンクリート表面には微細な凹凸があるので、塗布量ならびに水分蒸発程度は境界面全体にわたって必ずしも同一とはなっていないことが考えられよう。

以上のことから、境界面にアスファルト乳剤PK-4を塗布して、20℃の温度条件下に放置した場合、引張強度に関しては1時間程度経過すると十分な強度発現が期待できることになるが、せん断強度に関してはより長い養生時間が必要になるとまとめられる。

#### 4.2 砂の付着

新設工事で基層を施工してから表層を施工するまでの間の経過時間が比較的長い場合やオーバーレイ工事などで、既設層表面に砂等の異物が付着していても、それを十分に除去できないまま施工しなければならないことがある。その場合の付着強度を検証するために、境界面に砂を付着させたアスファルトコンクリート供試体を用いて、その強度特性を調べた。タックコート材料としてはアスファルト乳剤PK-4を使用し、その塗布量が0.2、0.4l/m<sup>2</sup>の場合を中心に取上げた。

タックコート施工後の養生時間を1時間としたときの強度について、境界面に砂が付着している場合をいない場合と対比する形で図-23に示した(アスファルト乳剤塗布量:0.4l/m<sup>2</sup>)。引張強度には砂付着の影響が顕著に現れており、5~40℃の温度範囲で載荷速度によらずに強度低下がみられる。

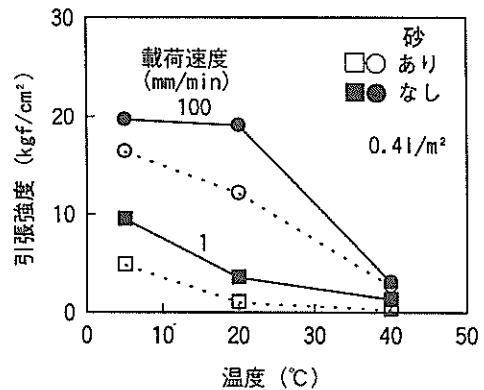


図-23 砂の付着による引張強度の違い(1時間養生)

図-24は、養生時間が境界面に砂が付着した場合の引張強度に及ぼす影響を示している(アスファルト乳剤塗布量:0.4l/m<sup>2</sup>)。この図から、養生時間の影響が顕著にみられ、十分な養生時間を確保できない場合には、境界面が

汚れていると上下層の付着が確保されないおそれの強いことが推測される。この点は(1)で示した境界面に砂が付着していない場合と大きく異なっており、境界面に砂等が付着している状況では養生時間を確保することが重要であることがわかる。

しかし、養生時間を24時間とした場合には、図-25に示すように、砂付着の有無による引張強度の違いはみられなくなる。このことから、養生時間を十分に確保できれば砂が付着しても境界面の付着強度が低下することはないものの、夜間工事等で養生時間が十分に確保できない場合には上下層の付着力が低下する危険性が極めて高いものと考えられる。

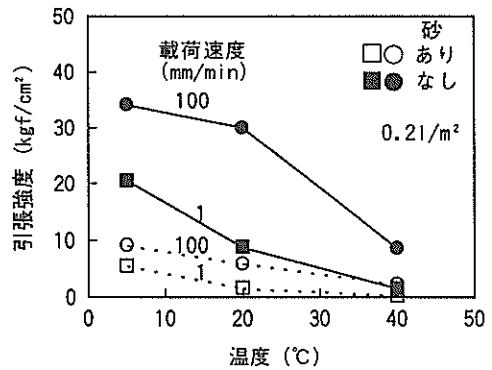


図-26 砂の付着による引張強度の違い (0.2l/m<sup>2</sup>)

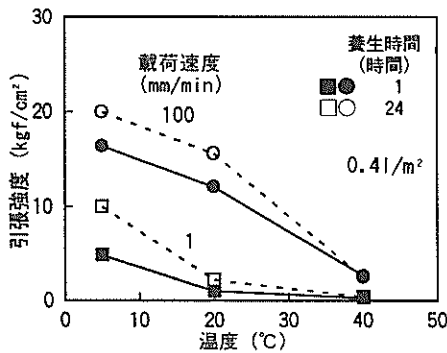


図-24 養生時間による引張強度の違い

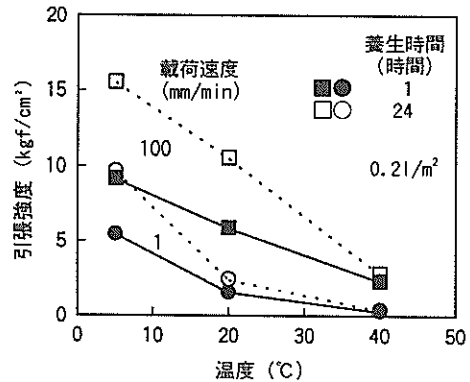


図-27 養生時間による引張強度の違い (0.2l/m<sup>2</sup>)

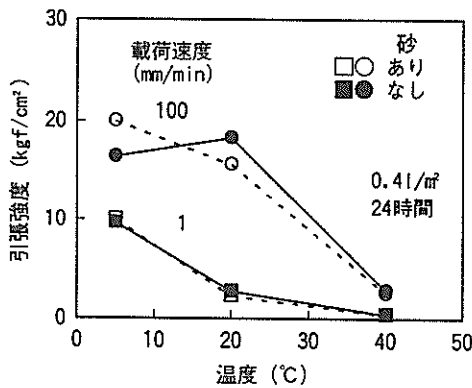


図-25 砂の付着による引張強度の違い (24時間養生)

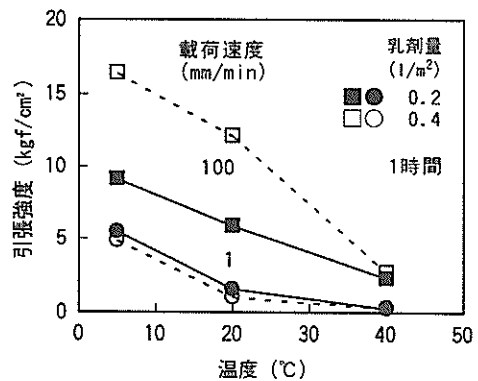


図-28 アスファルト乳剤塗布量と引張強度

空港土木施設施工要領改訂案で標準とされているアスファルト乳剤塗布量0.2l/m<sup>2</sup>の場合について図-26、図-27に示した(それぞれ、砂の付着、養生時間の影響)。塗布量を0.4l/m<sup>2</sup>としたときと同様に、砂の付着による強度低下が顕著にみられること、養生時間が十分に確保できれば引張強度は増加することがわかる。

図-28は、タックコートの養生時間が1時間しか取れない場合で、アスファルト乳剤量の違いが引張強度に及ぼす影響についてまとめたものである。両者の関係は載荷速度により異なったものとなっており、一義的に表すことは難しい。

せん断強度については、図-29に養生時間が1時間の場合で、砂が付着している場合としていない場合の値（アスファルト乳剤塗布量： $0.4\text{ l/m}^2$ ）を示したが、図-23の引張強度に比べて砂付着の影響が顕著にはみられない。次に、アスファルト乳剤の養生時間がせん断強度に及ぼす影響について図-30にまとめた（アスファルト乳剤塗布量： $0.4\text{ l/m}^2$ ）。この場合も、引張強度とは異なって、養生時間を確保することによる強度増加はあまり期待できないようである。さらに、アスファルト乳剤塗布量の影響もほとんどみられない（養生時間1時間、図-31）。せん断強度に関してここで得られた結果は、砂付着の有無よりも、タックコートとして用いたアスファルト乳剤PK-4自体の性能（接着力）が大きく影響しているとの理由によるものと推定される。すなわち、タックコート自体の効果が小さいために、砂付着の有無による強度の大小が数値的に大きくはならないことを意味しており、2層施工時の境界面のせん断強度が1層施工時相当のものに増加する程度のタックコート材料が必要となろう。

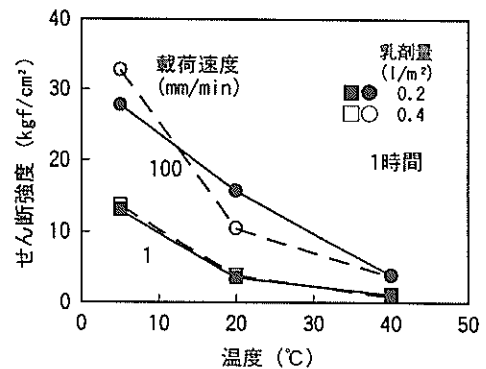


図-31 アスファルト乳剤塗布量とせん断強度

#### 4.3 アスファルト乳剤の種類

2層施工時の境界面に汚れが付着している場合、タックコートの養生時間を長く取れない場合の方策としてアスファルト乳剤を改良することが考えられる。ここでは、アスファルトコンクリート上下層の付着力を高めるために一般に使用されているゴム入りアスファルト乳剤PKR-T(1)（以下、PKR-Tと記す）の効果について、(1)、(2)で用いた一般的なアスファルト乳剤であるPK-4と対比して検討する。

アスファルト乳剤をPK-4とPKR-Tとした場合で境界面に砂が付着したときの引張強度について、塗布量 $0.4\text{ l/m}^2$ 、養生時間1時間の条件で比較したものが、図-32である。載荷速度によらず、PKR-Tを用いた場合のほうが強度が大きいことがわかる。このことから養生時間が十分に確保できない場合には、PKR-Tを用いることが境界面の引張強度を高める上では有利であるものと考えられる。この点は塗布量を $0.2\text{ l/m}^2$ とした場合も同様である（図-33）。

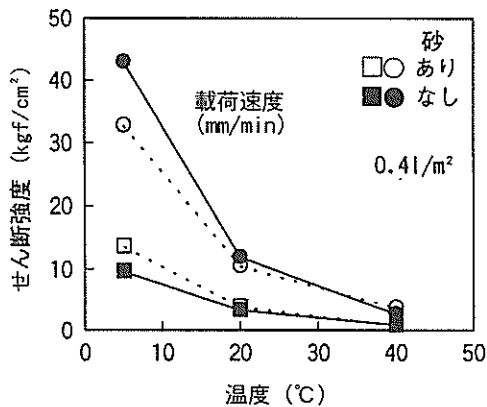


図-29 砂の付着によるせん断強度の違い

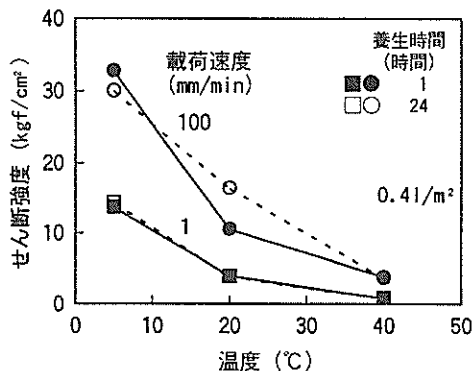


図-30 養生時間によるせん断強度の違い

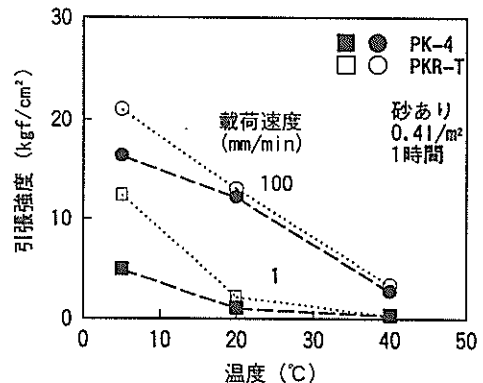


図-32 アスファルト乳剤と引張強度 ( $0.4\text{ l/m}^2$ )

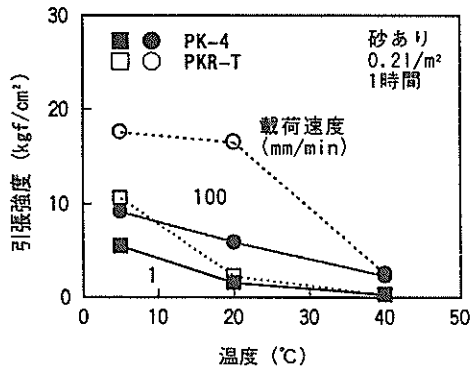


図-33 アスファルト乳剤と引張強度 (0.2l/m<sup>2</sup>)

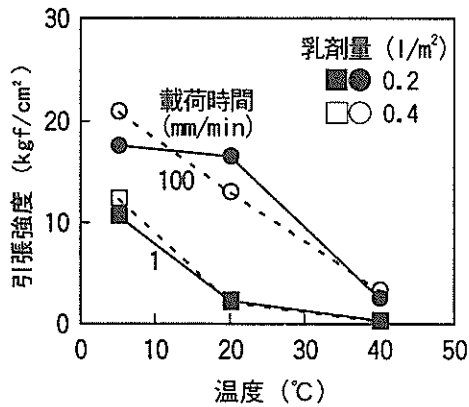


図-34 アスファルト乳剤塗布量と引張強度

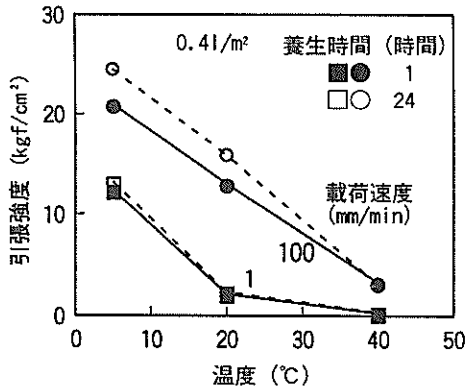


図-35 養生時間と引張強度 (0.4l/m<sup>2</sup>)

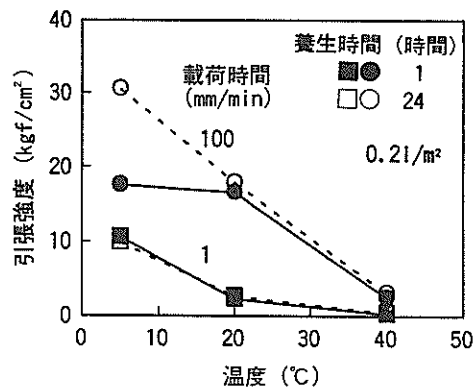


図-36 養生時間と引張強度 (0.2l/m<sup>2</sup>)

養生時間が1時間の場合のアスファルト乳剤塗布量と引張強度の関係を図-34に示した。図-28に示したPK-4の場合と同様に、アスファルト乳剤塗布量の影響は顕著には現れないようである。

PKR-Tについて、養生時間と引張強度との関係を図-35、図-36にまとめた(それぞれ、アスファルト乳剤量が0.4l/m<sup>2</sup>、0.2l/m<sup>2</sup>の場合)。どちらについても、載荷速度が100mm/minの場合には、養生時間を確保することにより引張強度も増加する傾向がみられるようである。

アスファルト乳剤の違いについて境界面のせん断強度によっても検討した。図-37、図-38は境界面に砂が付着している場合で試験温度40℃、載荷速度1mm/minのときのせん断強度である(それぞれ、アスファルト乳剤塗布量0.4l/m<sup>2</sup>、0.2l/m<sup>2</sup>)。養生時間として24時間が確保できるならばPKR-Tの効果は顕著なものとなるのに対して、養生時間が1時間しか確保できない場合はPKR-T、PK-4を用いた場合のせん断強度にはあまり差がみられないことがわかる。この点は、試験温度5℃、載荷速度100mm/minとした場合の図-39、図-40においても同様に認められる(それぞれ、アスファルト乳剤塗布量0.4l/m<sup>2</sup>、0.2l/m<sup>2</sup>)。これらのことから、養生時間が十分に取れない場合にはせん断強度でみるとPKR-Tの効果は明らかとはいえないことになろう。

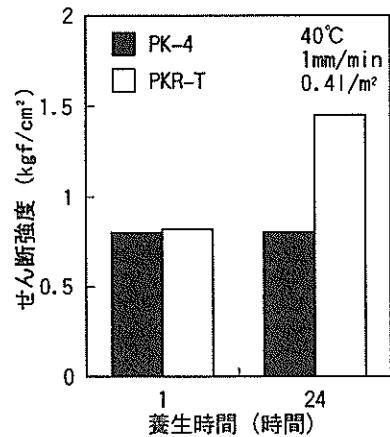


図-37 アスファルト乳剤と高温時せん断強度 (0.4l/m<sup>2</sup>)



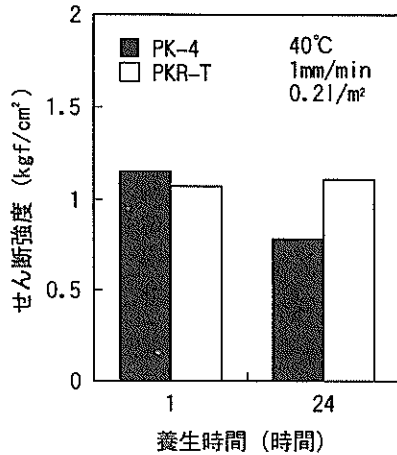


図-38 アスファルト乳剤と高温時せん断強度 (0.2l/m<sup>2</sup>)

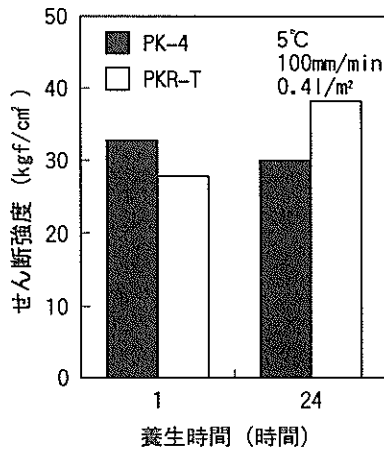


図-39 アスファルト乳剤と低温時せん断強度 (0.4l/m<sup>2</sup>)

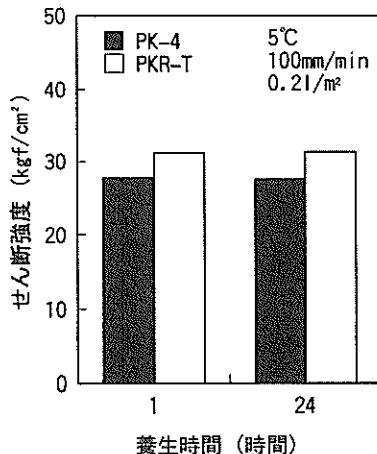


図-40 アスファルト乳剤と低温時せん断強度 (0.2l/m<sup>2</sup>)

## 5. 新しいタックコートの開発

前章における検討から、境界面が汚れた状態で、しかもタックコートの養生時間が十分に確保できない場合には、従来から使用されているアスファルト乳剤ではアスファルトコンクリート上下層の付着が確保できない恐れが強かった。そこで、そのような場合にも十分な強度を得ることのできるアスファルト乳剤を開発することを試みた。以下では、まず、アスファルト乳剤自体の付着強度について記したあと、境界面にアスファルト乳剤を塗布したアスファルトコンクリート供試体の強度について示し、今回開発したアスファルト乳剤の有効性についてまとめた。

### 5.1 アスファルト乳剤単体

新しいアスファルト乳剤として、次のような四種類を試作し、試験に供した。

- ① PK-80：針入度60-80のストレートアスファルトを用いて、水分蒸発後残留物の針入度が80となるように調整したもの
- ② PK-R80：上記にSBR（スチレンブタジエンラバー）ラテックスを5-10%添加したもの
- ③ PK-HR1：針入度60-80のストレートアスファルトにSBS（スチレンブタジエンスチレン）コーポリマ、EVA（エチレン酢酸ビニル）を5-10%添加して、蒸発後残留物の60℃粘度が1,000Pa・s以上となるように調整したもの
- ④ PK-HR2：針入度60-80のストレートアスファルトにSBRラテックス、SBSコーポリマ、EVAを10-20%添加して、蒸発後残留物の60℃粘度が10,000Pa・s以上となるように調整したもの

表-4にそれぞれの品質を示す。表中の項目の試験方法の多くはJIS K 2208に示されているが、タフネス、テナシティについては舗装試験法便覧<sup>14)</sup>に規定されている。また、60℃粘度については、(社)日本アスファルト協会による規定(JAA-001「石油アスファルト絶対粘度試験方法」)に従って測定した。

この4種類に加えて、従来型材料であるPK-4を含んだ5種類のアスファルト乳剤のせん断強度を図-41、図-42、図-43にまとめた(図-41に示した温度20℃・荷重速度1mm/minの試験条件を標準とすると、図-42、図-43はアスファルトのスティフネスが、それぞれ、最大、最小となる場合である)。試験条件によらず、ゴム入りで、蒸発残留分の粘度が高いアスファルト乳剤であるPK-HR1、

PK-HR2の強度が高いことがわかる。特に、今回検討対象としたアスファルトコンクリートの破損がみられた季節に相当する図-43においては、PK-HR2の有効性が際立っている。

表-4 新しいアスファルト乳剤の品質

試験項目	PK-80	PK-R80	PK-HR1	PK-HR2
エングレー度	6.4	23.9	1.9	2.1
ふるい残留分 (%)	0.03	0.02	0.03	0.03
付着度	2/3以上	2/3以上	2/3以上	2/3以上
粒子の電荷	陽(+)	陽(+)	陽(+)	陽(+)
蒸発残留分 (%)	50.4	50.6	51.1	50.3
貯蔵安定度 (%)	0	0	0	0
蒸針入度(1/10mm)	78.5	72.0	55.5	41.5
発伸度 (cm)	100+	100+	42.0	35.0
残軟化点 (°C)	47.0	62.5	69.5	76.5
留タネ (kgf·cm)	39	63	159	51
分テナシイ (kgf·cm)	8	77	94	31
60°C粘度(poise)	1,630	11,200	20,900	257,000

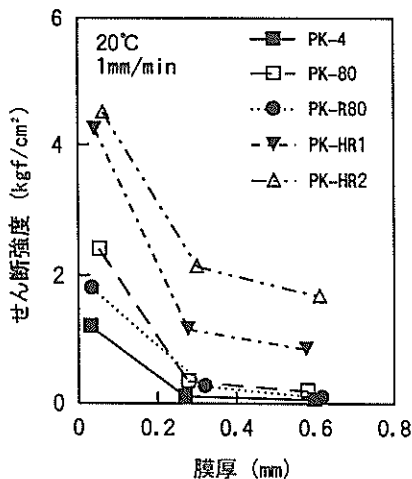


図-41 アスファルト乳剤のせん断強度 (標準)

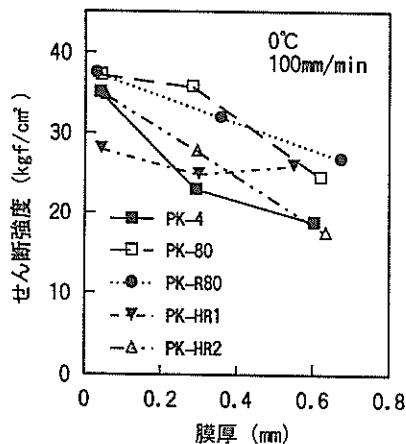


図-42 アスファルト乳剤のせん断強度 (低温時)

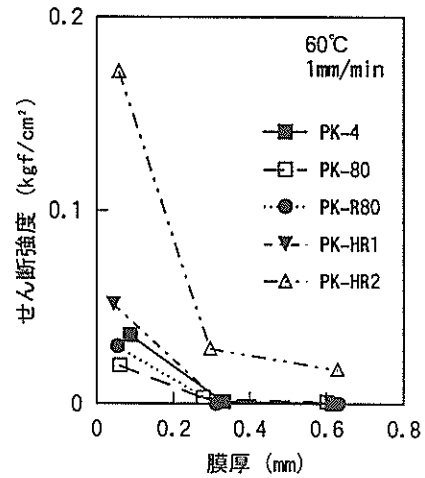


図-43 アスファルト乳剤のせん断強度 (高温時)

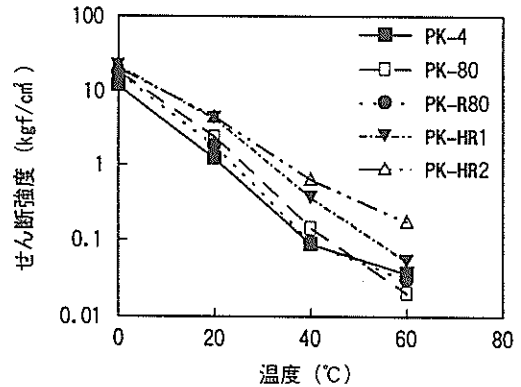


図-44 設計条件下でのアスファルト乳剤のせん断強度

2.2で示した計算結果において、表・基層間の最大せん断ひずみとして、 $15,000 \times 10^{-6}$ が得られている(境界面:粗, 水平荷重:有,  $E: 1,000 \text{ kgf/cm}^2$ )。このひずみと米国の空港アスファルト舗装の理論的構造設計法で用いられている設計荷重速度(滑走路対象で10Hz)<sup>10)</sup>を今回用いたアスファルト乳剤単体の引張せん断試験にあてはめると、試料厚が0.05mm、荷重速度が1mm/minの試験条件に相当する。この条件のものについてせん断強度と温度の関係を図-44に示した。この場合についても、図-41~43で見たのと同様に、0~60°Cの広い温度範囲にわたってPK-HR1、PK-HR2のせん断強度が高いことが明らかである。この試験は、アスファルト乳剤中の水分がほぼ蒸発した状態でのものであることから、PK-HR1、PK-HR2は、この条件下においては付着強度が十分に期待できることになろう。

## 5.2 混合物

新たに開発したアスファルト乳剤がアスファルトコンクリートの層間付着力に及ぼす効果について、まず供試体の境界面に砂が付着していない状態でのせん断強度について明らかにしてから、砂が付着し、しかも養生時間が十分には取れない状態のものについてまとめる。

図-45、図-46には、砂が付着していない状態で、養生時間を十分確保できる場合（24時間）のせん断強度を示している（それぞれ、載荷速度1mm/min, 100mm/min）。後者の高温時において新規開発材料の効果が明らかに認められる。

このうち、温度が高い条件下でのせん断強度について、養生時間の影響を図-47、図-48に示した（載荷速度は、それぞれ、1mm/min, 100mm/min）。養生時間が24時間の場合に比べて、1時間ではせん断強度が低下することが認められる。特に、載荷速度が1mm/min, すなわちアスファルトコンクリートのステイフネスが小さい場合にはその度合いが大きいものとなっている。

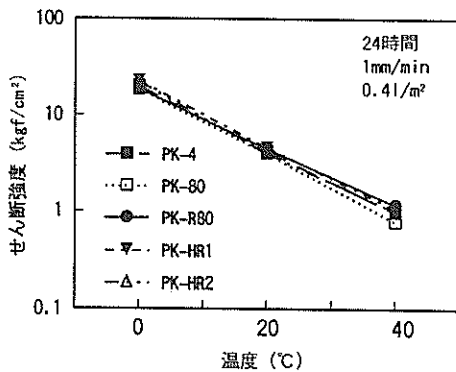


図-45 アスファルト乳剤のせん断強度（低載荷速度）

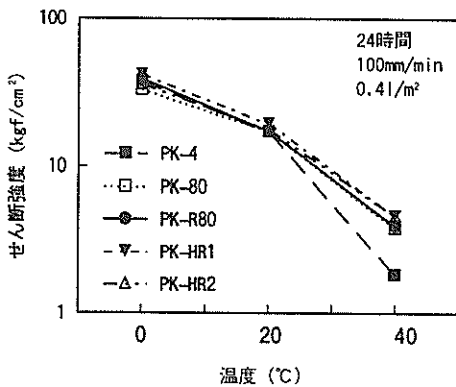


図-46 アスファルト乳剤のせん断強度（高載荷速度）

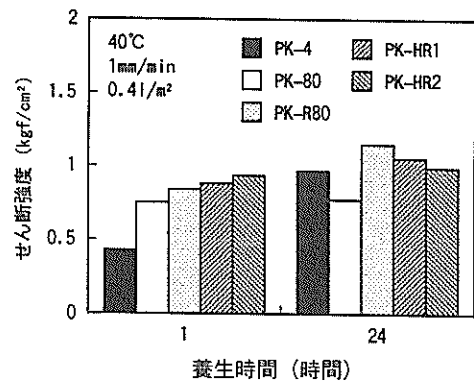


図-47 養生時間とせん断強度（低載荷速度）

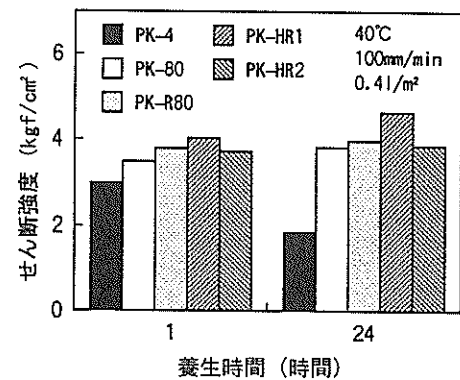


図-48 養生時間とせん断強度（高載荷速度）

養生時間を1時間としたときの温度によるせん断強度の違いについて図-49、図-50にまとめた（載荷速度が、それぞれ1mm/min, 100mm/min）。今回開発したアスファルト乳剤を用いると、従来型の場合に比べて、0~40°Cの温度範囲でせん断強度が大きくなっていることが認められる。このことから、養生時間が十分に取れない場合には、この新規開発材料の効果があることがわかる。

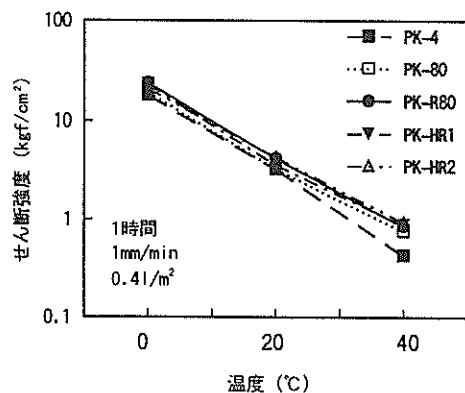


図-49 新規アスファルト乳剤の効果（低載荷速度）

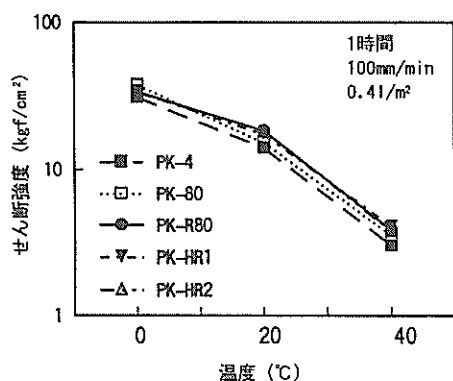


図-50 新規アスファルト乳剤の効果 (高载荷速度)

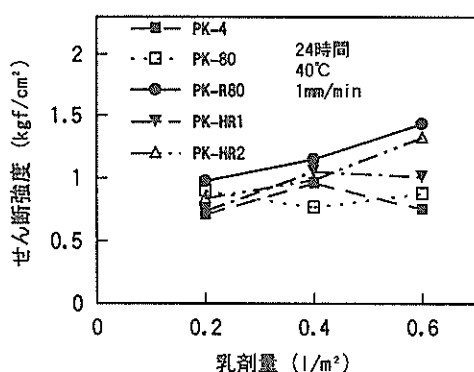


図-51 乳剤塗布量とせん断強度 (24時間養生)

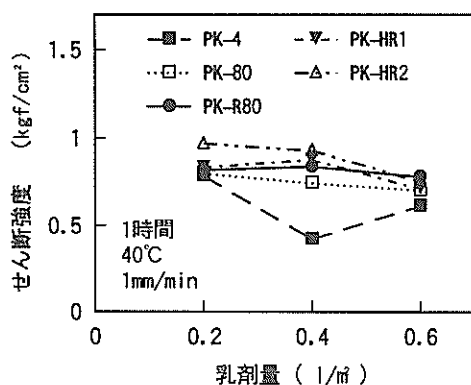


図-52 乳剤塗布量とせん断強度 (1時間養生)

アスファルト乳剤塗布量がせん断強度に及ぼす影響を、試験温度40°C、载荷速度1mm/minの場合について、図-51、図-52に示した(養生時間は、それぞれ24時間、1時間)。前者ではアスファルト乳剤塗布量の増加につれて強度も増加するものの、後者、すなわち十分な養生ができない場合にはアスファルト乳剤塗布量の増加は必ずしも強度増加には結びつかないようである。

次に、境界面に砂が付着した場合で、養生時間が1時間しか確保できないときのアスファルト乳剤塗布量とせん断強度の関係を図-53に示した(試験温度40°C、载荷速度1mm/min)。塗布量が0.2l/m²のときに強度は最大になっていることがわかる。また、今回開発したアスファルト乳剤を用いると、境界面に砂が付着していない場合と同様に、高温時にはそれらの効果が顕著に認められる。このことは、今回開発した材料が夏季にみられたアスファルトコンクリート表・基層の破損事故を防止するとの観点からみれば、非常に有用なものであることを意味している。

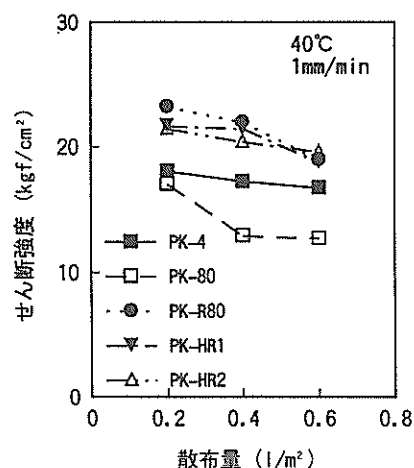


図-53 砂付着時のせん断強度 (高温時)

これらのせん断強度の違いは、図-54に示すように、破断時のせん断ひずみの違いによるものである。この図からは、今回試験的に用いた材料は、境界面に砂が付着した状態でも従来のPK-4に比較して破断ひずみ大きいことが明らかである。

試験温度0°C、载荷速度100mm/minの場合のせん断強度(図-55)をみれば、高針入度を有するゴム入りアスファルト乳剤のうちPK-R80は他のPK-HR1ならびにPK-HR2に比較すると相対的に小さいことがわかる。

これらを総括すれば、ゴム入りアスファルト乳剤のうち、特に針入度を大幅に高めた材料は、既設面の境界面の汚れが十分除去できず、養生時間も十分取れない状況下においても、境界面の付着を確保する上では有効であり、実際の空港舗装建設において適用可能であると結論づけられる。

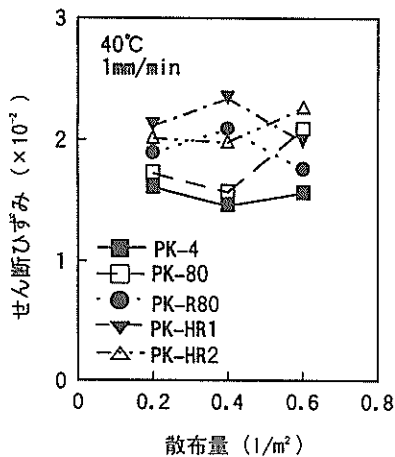


図-54 破断時のひずみ

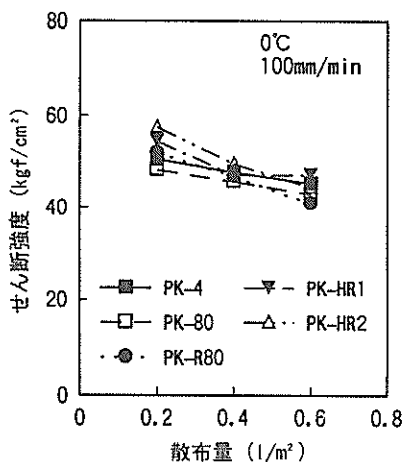


図-55 砂付着時のせん断強度 (低温時)

## 6. 結論

本研究では、空港アスファルト舗装における表・基層間の付着特性に及ぼすタックコートの効果について検討し、良好とはいえない施工条件下において適用可能なタックコート材料を開発した。得られた知見は以下のようにまとめられる。

- (1) 数値解析の結果として、今回対象としたアスファルトコンクリート表・基層の破壊現象は次のような経緯で生ずるものと考えられた。まず、水平荷重が負荷されることにより表・基層間の境界面にせん断応力が生じ、両者の付着が十分でないと層間剥離が発生する。そして、その状態で荷重が加わることにより曲げあるいは引張作用によりアスファルトコンクリート層の破壊に至る。

- (2) 供用中の空港から採取した試料を用いた試験結果として、層間付着力は基層と表層の施工間隔の影響を受けること、すなわち、施工間隔の長いほうが付着強度は小さいことが認められた。
- (3) タックコートを施工して十分に養生したときの層間付着力を調べたところ、せん断強度では高温時の強度が改善されること、引張強度では1層施工の強度を上回るほどになることが認められた。
- (4) タックコート施工後の養生時間としては、昼間の場合は1時間程度、夜間の場合は6時間以上確保できればアスファルト乳剤中の水分がほぼ蒸発することがわかった。この時間にはアスファルト乳剤の散布量も影響を及ぼし、少量のほうが養生時間は短くてよい。
- (5) 既設面の清掃が不十分な状態でタックコートとして従来型のアスファルト乳剤を使用したときに、十分な養生ができれば付着強度も確保できるが、養生が不十分であれば付着強度は低下することが認められた。
- (6) 高針入度を有するゴム入りアスファルト乳剤を使用することにより既設面の清掃ならびにタックコートの養生が不十分な場合における境界面の付着強度は改善できることが認められた。特に、高温時におけるアスファルトコンクリート層の破壊防止対策としては有効である。

## 7. おわりに

本研究では、設計において考慮していない水平方向の荷重が原因でアスファルトコンクリート表・基層に生ずる破壊現象について考察し、その対策について検討した。本文中に記したように、この破壊現象にはアスファルトコンクリート層の境界面の汚れが大きく関わっており、従来型のタックコートを用いると、その養生時間が確保できない場合には付着力が十分に得られないおそれの強いことがわかった。今回試験的に開発したアスファルト乳剤は、材料や試験方法といった条件が限定されたものではあるが、室内試験においてその有効性が確かめられたと考えられるので、実工事への適用を図って、その効果について検証する必要がある。

(1997年 9月30日受付)

## 参考文献

- 1) 八谷好高, 野田 工: アスファルトコンクリートの層間付着におけるタックコートの効果, 港湾技研資料,

- No. 827, 1996, 17p.
- 2) 運輸省航路飛行場部建設課：空港土木施設施工要領（改定案），1991., 304p.
  - 3) 運輸省航空局：空港土木施設施工要領，1973, 418p.
  - 4) (社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱，1993, 324p.
  - 5) 運輸省航空局：空港アスファルト舗装構造設計要領，1990, 78p.
  - 6) Barber, E.S.: Shear Loads on Pavements, Proceedings of International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements, 1962, pp.345-357.
  - 7) Shahin, M.Y., Kirchner, K., Blackmon, E.W., Tomita, H.: Effect of Layer Slippage on Performance of Asphalt-Concrete Pavements, Transportation Research Record, No.1095, 1986, pp.79-85.
  - 8) 酒井秀夫：タイヤ工学，グランプリ出版，1987, 426p.
  - 9) 運輸省航空局：空港土木工事共通仕様書，1993.
  - 10) 笠原 篤，阿部洋一，片岡孝三，荻島 徹：大型航空機の誘導路における走行特性，土木学会論文集，No.420/V-13, 1990, pp.239-244.
  - 11) Departments of the Army and the Air Force : Flexible Pavement Design for Airfields (Elastic Layered Method), 1989.
  - 12) 渡辺 隆，姫野賢治，川上 孝：タックコートの接着性に関する検討，土木学会第39回年次学術講演会講演集第5部，1984, pp.445-446.
  - 13) 荒木美民，古財武久：タックコートの養生および散布方法に関する二，三の検討，道路建設，56/6, 1981, pp.48-53.
  - 14) (社)日本道路協会：舗装試験法便覧，1989, pp.921-929.

港湾技研資料 No. 885

1997・12

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発行所 運輸省港湾技術研究所

横須賀市長瀬3丁目1番1号

印刷所 株式会社シーケン

Published by the Port and Harbour Research Institute  
Nagase, Yokosuka, Japan

Copyright © (1997) by P.H.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.H.R.I.

この資料は、港湾技術研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本資料の全部又は一部の転載、複写は、港湾技術研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。