

低騒音舗装の油によるポットホールの原因究明と抑制対策の検討

峰岸 順一

正会員 工修 東京都土木技術研究所 (〒136-0075 東京都江東区新砂1-9-15)

東京都の低騒音舗装は、平成7年から本格実施されてきた。しかし、供用後にポットホールの発生が散見されるようになった。ポットホール箇所の混合物の共通点として、油臭がありバインダが軟化しカットバックされた状況であった。今回はこのポットホールに注目し、その進行実態と原因究明及び抑制対策の検討を行った。破損の一原因として油分に起因してブリージング（アスファルトが表面に浮上している状況）が発生し、時間とともにカットバックされポットホールに至るものであった。ポットホールを抑制する方法として、施工時の油対策としては軽油の代わりに付着防止剤を使用すること、供用時の油対策としては事前にあるいはブリージングが生じた時点で、樹脂コートすることが有効であることが得られた。

Key Word : low noise pavement mixture, porous asphalt, pot hole, bleeding, cut-back, top coat

1. はじめに

東京都における低騒音舗装は、昭和62年環状七号線で試験施工を開始し平成7年から本格実施され、平成14年4月現在約270km、約350万 m^2 が施工されている。しかし、低騒音舗装施工箇所で供用後早期にポットホールの発生が散見されるようになった。ポットホール箇所の混合物の共通点として、油臭がありバインダが軟化しカットバックされた状況であった。

今回はこのポットホールに注目し、発生の進行実態と原因究明を行った。破損の一原因として油分に起因してブリージング（アスファルトが表面に浮上している状況。本文では、初期調査時点で判断した面状と帯状に分類している。）が発生し、時間とともにカットバックされポットホールに至ると想定した¹⁾。

本報告は、ポットホール発生の進行実態と原因を検証するために、30箇所について破損進行実態を調査し、想定された原因究明及び抑制対策検討の室内試験を行った。

その結果、破損の一原因として油分に起因してブリージングが発生し、ポットホールに至るものであった。ポットホールを抑制する方法として、施工時の油対策としては軽油の代わりに付着防止剤を使用す

ること、供用時の油対策としては事前にあるいはブリージングが生じた時点で、トップコート（以下本文では、樹脂コートと記す）することが有効であることが得られた。

2. 破損進行実態調査

低騒音舗装の破損状況および破損進行状況を把握するために、低騒音舗装30箇所について平成12年度と平成14年度に同一地点で目視調査を実施した。総延長は21,735m、総面積は348,531 m^2 であった。

調査路線は、環状七・八号線などのD交通が28箇所、C交通が2箇所と重交通路線であり、施工年度は平成10年度が17路線、11年度が13路線と比較的供用早期の箇所であった。

図-1は平成12年度と平成14年度調査における各破損の発生件数である。発生件数の最も多い破損は、平成12年度、14年度ともブリージングで、次いで骨材飛散、部分補修（現地調査時点で破損原因を特定できない場合があったので破損として整理）であった。

各破損の件数は、2年間でブリージングが1.2倍、骨材飛散が1.5倍、ポットホールが1.3倍、部分補修が1.9倍、ひびわれが2.0倍増加していた。

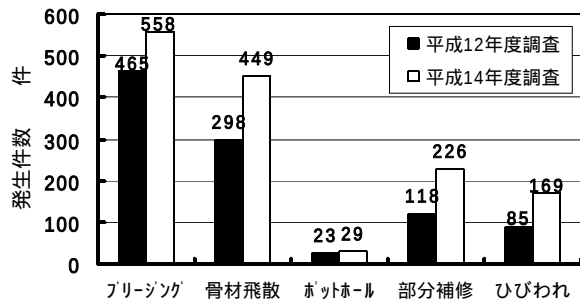


図-1 各破損の発生件数

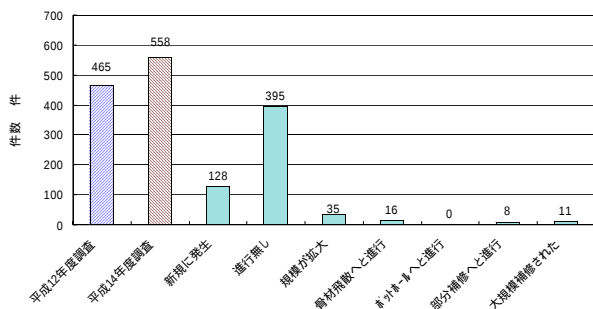


図-2 プリージングの進行状況

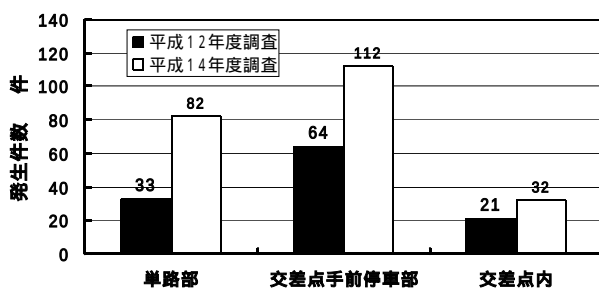


図-3 部分補修発生箇所(場所別)

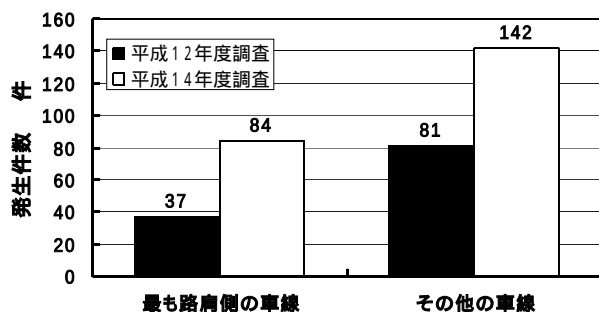


図-4 部分補修発生箇所(車線別)

プリージングの発生件数及び進行状況の結果を図-2に示す。傾向は、次のとおりであった。

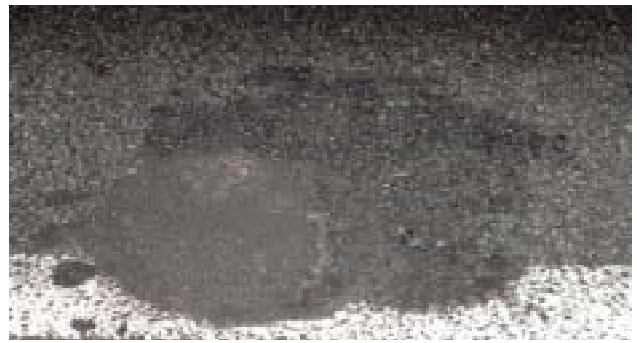


写真-1 部分補修箇所の例

プリージングの発生件数は約2年の間に2割程度増加していた。

平成12年度に発生していたプリージングは、進行無しが全体の約85%、規模拡大が約7.5%、骨材飛散へと進行した箇所が約3.4%、部分補修が行われた箇所が1.7%であった。

また、部分補修の発生を場所別で表したものが図-3である。交差点流入部(調査時に、信号により停車している車両の最後部まで)が多く、次いで単路部になっていた。2年間の伸び率はいずれも2倍程度であった。

車線別で表したものが図-4である。最も路肩側の車線よりも、交通量のあるその他の車線のほうが多かった。

現場調査より部分補修が行われた原因として、プリージングがポットホールへと進行したもの、交差点や店舗の出入り口など車両のねじれや水平せん断力の作用による骨材飛散がポットホールへと進行したもの、ドレイン上にひびわれが発生しそれがポットホールへと進行したもの、マンホール周りなどの段差や骨材飛散によるものなどが挙げられた。

写真-1は、部分補修の周りにプリージングが発生しており、そのプリージングがかなり軟化していた箇所である。現場調査ではプリージングを生じている箇所が多く認められ、写真-1の状況が多く見られた。

これらのことから、ポットホールの発生原因の一つとしてプリージングの進行によるものが多いと判断し、プリージングの発生原因について調査すると共に、その対策を検討した。

プリージングは写真-2、写真-3に示すように形状として面状と帯状に大きく分けられた。

図-5に示すように、面状のプリージングの約4割には油臭が感じ取られ、写真-4に示すようにポットホールへと進行している箇所も見受けられた。各プリージングの発生箇所の特徴として、面状プリー



写真-2 面状のブリージング



写真-3 帯状のブリージング



写真-4 ポットホールへと進行中のブリージング

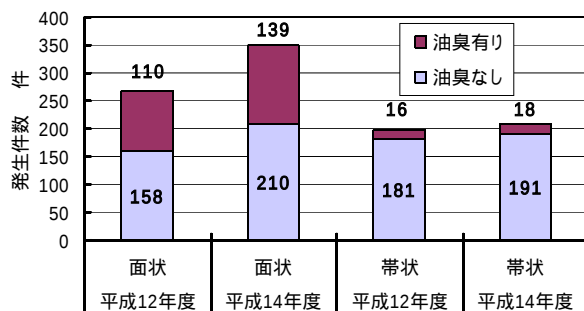


図-5 各ブリージングの発生件数

ブリージングは、路上駐車が多い箇所、バス停および店舗へ

の出入り口など、帯状ブリージングは施工起終点などに多く見られた。

3. ポットホールの原因究明

(1) ブリージング箇所の調査と採取試料の分析

面状で発生しているブリージングは、バインダがカットバックされ軟化している場合が多かった。このブリージングが交通荷重、温度、雨水などの影響によりポットホールへと進行していくと考え、カットバックさせている物質を特定することとした。

また、帯状で発生している物質は、カットバックされている場合が少なかった。発生原因が舗装内のアスファルトのはく離などによると考え、今後ポットホールへと進行することが想定された。

そこで、面状ブリージング箇所、帯状ブリージング箇所および健全な箇所よりコアを採取し、目視観察、圧裂試験および示差熱質量分析により、ブリージングの発生原因を調査した。

a) 目視観察結果

面状ブリージング箇所の表層は、爪がたたないほど硬いもの、爪が入る程度の硬さのもの、べとつくほど柔らかいものなどで閉塞されており、その物質は表面より1cm程度から5cm全層の深さまでであった。帯状ブリージング箇所の表層は、爪がたたないほど硬いものあるいは爪が入る程度の硬さのもので閉塞されており、その物質は表面から1.5cm程度の深さまでであった。

なお、基層はいずれの場合もしっかり締まっており、破損を起こしていなかった。

b) 圧裂試験

各ブリージング箇所の表層における圧裂試験結果を図-6、図-7に示す。なお、圧裂試験は舗装試験法便覧²⁾に準拠し試験温度20℃で行った。またグラフは健全部の値を100とし、ブリージング箇所の値は健全部との比で表した。

面状ブリージング箇所の圧裂強度は、健全部よりも低下している場合が多く、混合物に強度低下が生じていた。一方、帯状ブリージング箇所の圧裂強度は、健全部と同程度以上であり、混合物の強度低下は見られなかった。

また、基層混合物においては密度、圧裂強度とも健全部と同程度の値であり、破損は認められなかった。

以上のように、混合物強度が低下していた部分は、面状ブリージングの表層部のみであった。

c) ブリージング物質の分析

ブリージングを発生させている油類を調査するために、ブリージング部分のバインダで示差熱質量分

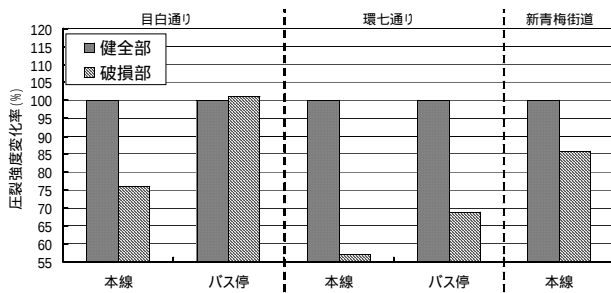


図-6 圧裂試験結果(表層：面状フリージング箇所)

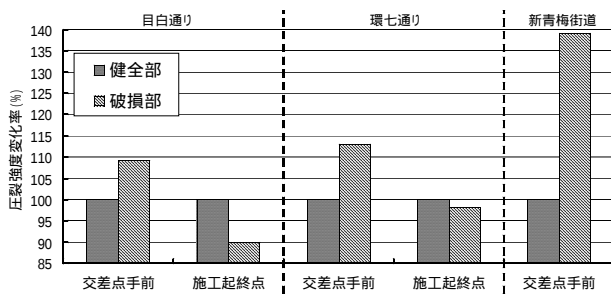


図-7 圧裂試験結果(表層：帯状フリージング箇所)

析³⁾⁴⁾を行った。

示差熱質量分析は、空気、窒素などの気流下中で試料を加熱することによって、試料中に含まれる軽質油分が蒸発し質量が減少していく特性を利用した分析方法である。

図-8に示すように、試験試料の質量減少パターンが、想定物質のパターンと類似しているかによって測定試料内の物質とその量を推定した。図中の軽油10%とは、高粘度改質アスファルトに軽油を10%添加した材料の結果を示しており、この結果では試験試料には軽油が30%、図-9では試験試料に潤滑油が20%程度混入していると推定された。

表-1は示差熱質量分析による結果であり、面状フリージングに含まれている物質は軽油、潤滑油あるいはその混合油であり、その量が多いもので40%であった。コアの状況と照らし合わせると、軽油が混入していた箇所の面状フリージングは、アイスピック等で容易にくずれるほどかなり軟化しており、深さ方向にもかなり進行していたものに多く、潤滑油が混入していた面状フリージングは、あまり軟化しておらず、舗装表面から1～2cm程度のみで生じていたものが主であった。帯状フリージングからも、軽油、潤滑油およびその混合油が検出されたが、その量は面状フリージングと比較すると微量であり、軟化もほとんど見られなかった。

分析結果をまとめると、以下のとおりであった。

面状フリージングは、軽油、潤滑油あるいはその混合油の浸入によりアスファルトが軟化することで

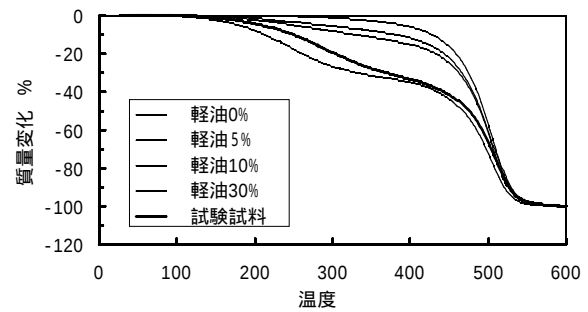


図-8 示差熱質量分析結果(1)

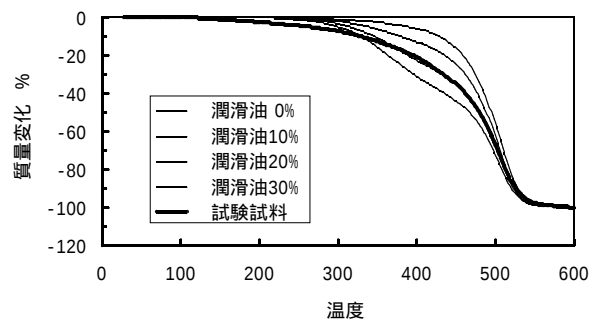


図-9 示差熱質量分析結果(2)

表-1 示差熱質量分析結果

形状	混入物質	件数	混入量%	
			最大	最小
面状フリージング	軽油	10	30	10
	潤滑油	18	40	10
	軽油+潤滑油	5	40	25
帯状フリージング	軽油	6	5	3
	潤滑油	1	10	10
	軽油+潤滑油	2	15	10
	なし	1	0	0

発生する。

面状フリージング箇所は、表層のみが損傷しており、基層は健全であった。

帯状フリージングは、軽油、潤滑油およびその混合油が浸入しているものの、その量は面状と比較して少なくまた、ほとんど軟化していなかった。

帯状フリージング箇所は、表層、基層とも健全であった。したがって帯状フリージングは、混合物のはく離など舗装内部の原因で発生したと考えるよりも、他の舗装工事箇所で使用したタックコート材などがダンプのタイヤに付着し運ばれ、後から付着したと考えられた。

(2)耐油性評価試験

軽油、潤滑油、ガソリンが混合物与える影響を把握するために下記の耐油性評価試験を行った。

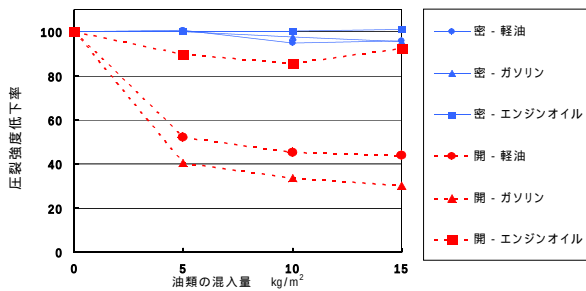


図-10 耐油性評価試験結果（なお、エンジンオイル＝潤滑油）

耐油性評価試験の方法は、マーシャル供試体をビニール袋に入れ、そこに油類を所定量（5,10,15kg/m²）注ぎ、ビニール袋の口を閉じた状態で10分間保持する。その後、供試体を取り出し20の恒温室に放置し翌日圧裂試験（20）を行った¹⁾。

図-10は特殊開粒度混合物の耐油性を評価した結果である。なお、特殊開粒度混合物の名称は、東京都建設局土木材料仕様書での呼称で、骨材最大粒径13mm、高粘度改質アスファルトを用いた排水性舗装用混合物と同様である。

特殊開粒度混合物の圧裂強度は、すべての油類においてその注入量と共に低下した。特に軽油、ガソリンに対する強度低下は大きく、特殊開粒度混合物はこれら油類に対する抵抗性が低いことが確認された。この結果は現場採取の試料による試験結果と良く一致していた。

(3)ポットホール発生シミュレーション試験

(1)(2)の調査及び試験より、ポットホール発生原因の一つとして、油によりバインダーが軟化することでブリージングを起こし、その後ポットホールへと進行していくと考えられた。そして、その主たる油は軽油であることが確認された。

軽油は、アスファルト混合物運搬時にはダンプトラックの荷台へ、施工時にはレイキやスコップなどへ、混合物との付着防止を目的に使用されている。そこで、アスファルト混合物運搬時及び施工時に使用される軽油が、特殊開粒度混合物に影響をどの程度及ぼすかについて、水浸ホイールトラッキング試験を使用したシミュレーション試験より検討した。破損現場調査時の状況、破損の発生が降雨後に多かったこと等から、破損の進行には、水が大きく関与しているとの想定から水浸ホイールトラッキング試験を採用した。

a) プラントにおけるダンプ荷台への軽油散布量調査
プラントにおいて、ダンプ荷台へ軽油がどの程度

表-2 ダンプ荷台への軽油散布量実態調査結果

ダンプ	軽油量 g	面積 cm ²	軽油散布量 kg/m ²	平均 kg/m ²	荷台の状況
1台目	15	625	0.24	0.23	平坦部
	14	625	0.22		
	15	625	0.24		
2台目	11	625	0.21	0.19	へこみ部
	12	625	0.18		
	11	625	0.19		
3台目	24	621	0.39	0.39	へこみ部
4台目	8	135	0.59	0.59	

散布されているかを以下の方法で調査した。

軽油散布前のダンプ荷台に散布マット（25cm × 25cm = 625cm²）を置き、運転手に通常行っている方法で軽油を散布してもらった。

軽油散布前後の散布マットの質量を測定し、その差から軽油の単位面積当たり散布量を算出した。

ダンプ荷台のへこみ部など軽油が溜まっている箇所は、同面積の散布マットを置いて軽油を吸収させ、軽油の単位面積当たり散布量を算出した。

調査結果は、表-2に示すとおりである。1台目については荷台全体に軽油が行き渡っている状態であり、その時の軽油散布量は0.22～0.24kg/m²であった。2台目についてはスジ状の散布となっていたが軽油散布量は0.18～0.21kg/m²であった。

荷台のへこみ部に溜まっている軽油量は軽油散布量にすると0.39kg/m²と0.59kg/m²であった。

b) 水浸ホイールトラッキング試験によるシミュレーション試験

軽油が特殊開粒度混合物のブリージングおよびポットホールの発生にどの程度影響しているか把握するために下記の試験を実施した。

ブリージングおよびポットホールの発生を再現するために、水浸ホイールトラッキング試験によるシミュレーション試験を実施した。

・供試体作製方法

供試体の作製は、以下の手順で行った。

ホイールトラッキング供試体 3.3 枚分を混合した。

バットの上に軽油を散布した。

散布量 0,0.3,0.5,0.7kg/m² の 4 水準。

バットの中に混合物を練り落とした。

防火用のシートでバットを覆い、165 の恒温槽に 60 分間静置。

全体を混合しないよう、バット内の上部、中部、下部から混合物を所定量採取し供試体作製。

供試体は図-11に示すように 2 層構造とし基層混合物上面にはゴム入り乳剤(PKR-T)を 0.4kg/m²を塗布し、完全分解させた。

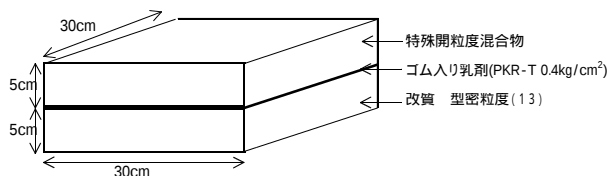


図-11 ポットホール発生シミュレーションのための試験供試体

表-3 シミュレーション試験条件

項目	条件
試験温度	60
試験荷重	986N
水位	供試体下面から7.5cm

・試験方法

シミュレーション試験は舗装試験法便覧別冊(3-1-2 T 簡易式水浸ホイールトラッキング試験方法)に準拠し行った⁵⁾。ただし、供試体の養生は60の水浸ホイールトラッキング用試験室で6時間以上気中養生とした。水位は、予備試験を行い、ブリージング及びポットホールが発生する時間との関係から適切な条件として、供試体下面から7.5cmと設定した。評価は、ブリージングおよびポットホールが発生するまでの時間で行った。

ここで、ブリージング発生時間とは、供試体面積の1/6以上にブリージング(表面の空隙がつぶれて閉塞された状況)が生じた時間とし、ポットホール発生時間とは、少なくともφ3cm以上の大きさで一度に骨材が取れて穴があいた時の時間とした。

試験条件は、表-3に示すとおりとした。

・試験結果

図-12、図-13に試験結果を示す。

軽油と直接ふれている下部混合物においては、ブリージング発生時間、ポットホール発生時間とも軽油散布量の増加と共に短くなり、軽油が特殊開粒度混合物の物性に影響を及ぼしていることが確認できた。特にポットホール発生時間は、軽油散布量0.3 kg/m²であっても発生時間は軽油無しの1/3程度まで短縮した。

軽油と直接ふれていない上部混合物においても、軽油散布量がある値以上になるとポットホールの発生時間は短くなっており、軽油の蒸気も混合物に悪影響を及ぼすことが確認できた。

・重回帰分析結果

シミュレーション試験は、軽油散布量、載荷荷重、試験温度および水位を変数として行ったので、これらを説明変数とし、ブリージング発生時間、ポットホ

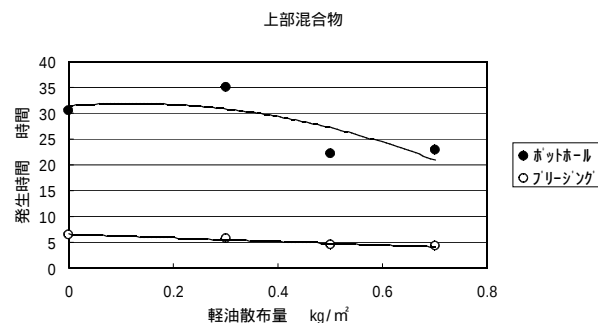


図-12 ポットホール発生シミュレーション試験結果(上部混合物)

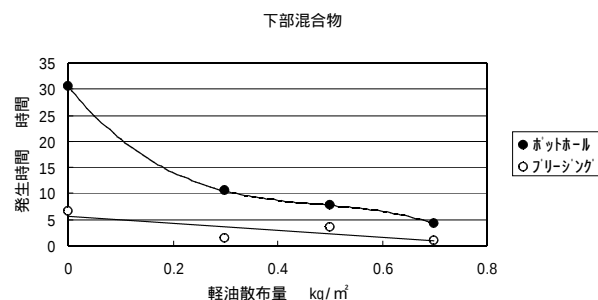


図-13 ポットホール発生シミュレーション試験結果(下部混合物)

表-4 重回帰分析結果(重回帰式)

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	標準誤差	T 値	P 値	判定	偏相関	単相関
軽油散布量	-6.6822	-0.8165	1.7568	3.8036	0.0042	**	-0.7852	-0.4932
荷重	-0.0027	-0.1346	0.0039	0.6837	0.5114		-0.2222	0.2674
水位	0.3187	0.1346	0.4661	0.6837	0.5114		0.2222	-0.2674
温度	-0.3198	-0.8102	0.0777	4.1162	0.0026	**	-0.8081	-0.5208
定数項	26.6396		6.8389	3.8953	0.0036	**		

** : 1%有意 * : 5%有意

表-5 重回帰分析結果(精度)

決定係数	0.7527
修正済決定係数	0.6428
重相関係数	0.8676
修正済重相関係数	0.8017
ゲ-ヒンクソン比	1.3085
赤池のAIC	52.5658

ール発生時間に対する影響度を重回帰分析にて解析した。

ブリージングの発生時間の重回帰分析結果は、次のとおりである。下部供試体におけるブリージング発生時間(目的変数)と軽油散布量、試験荷重、水位および試験温度(以上、説明変数)との関係を重回帰分析にて解析した。

表-4、表-5にすべての説明変数を使用した場合の重回帰分析の結果を示す。以下のことがいえる。

偏回帰係数の符号は、軽油散布量、荷重および温度がマイナスで、水位がプラスになっている。すなわち軽油散布量、荷重および温度が増加すると、また、水位が小さくなるとブリージング発生時間は短くなることを意味している。この傾向は、これまでの経験から妥当性があると判断した。

ブリージングの発生時間には、標準偏回帰係数の絶対値の大きい軽油散布量と温度が大きく寄与しており、それらの影響度はほぼ等しい。一方、荷重と水位の発生時間に与える影響は僅かである。

偏回帰係数は軽油散布量と温度のみが危険率 1 % で有意である。

修正済決定係数が 0.6428、修正済重相関係数が 0.8017 であることから、重回帰式の精度は良好である。

ポットホール発生時間の重回帰分析結果は、次のとおりである。

下部供試体におけるポットホール発生時間（目的変数）と軽油散布量、試験荷重、水位および試験温度（以上、説明変数）との関係を重回帰分析にて解析した。

表-6、表-7にすべての説明変数を使用した場合の重回帰分析の結果を示す。以下のことがいえる。

偏回帰係数の符号は軽油散布量、荷重および温度がマイナスで、水位がプラスになっている。すなわち軽油散布量、荷重および温度が増加すると、また、水位が小さくなるとポットホール発生時間は短くなることを意味している。この傾向は、これまでの経験から妥当性があると判断した。

ポットホール発生時間には、標準偏回帰係数の絶対値の大きい軽油散布量が大きく寄与しており、次いで荷重と温度、そして水位の順で影響している。

偏回帰係数は軽油散布量が危険率 1 %、その他の説明変数が危険率 5 % で有意である。

修正済決定係数が 0.7464、修正済重相関係数が 0.8639 であることから、重回帰式の精度は良好といえる。

上記、重回帰分析のすべての説明変数を使用した場合の結果を示したが、その他の解析も含めた重回帰分析結果は、次のとおりであった。

ブリージング発生時間は、軽油散布量と温度に大きく影響し、これらが増加すると短くなった。

軽油散布量が一定の場合、ブリージング発生時間は、温度に大きく影響し、温度が高くなると短くなった。

ポットホール発生時間には、軽油散布量が大きく寄与しており、次いで荷重と温度、そして水位の順

表-6 重回帰分析結果（重回帰式）

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	標準誤差	T 値	P 値	判定	偏相関	単相関
軽油散布量	-36.9159	-1.1692	5.7109	6.4642	0.0001	**	-0.9071	-0.7366
荷重	-0.0392	-0.5143	0.0126	3.1012	0.0127	*	-0.7187	-0.0091
水位	3.8991	0.4268	1.5153	2.5732	0.0300	*	0.6510	-0.0930
温度	-0.7665	-0.5034	0.2525	3.0352	0.0141	*	-0.7112	0.0036
定数項	101.9471		22.2311	4.5858	0.0013	**		

**1%有意 *5%有意

表-7 重回帰分析結果（精度）

決定係数	0.8244
修正済決定係数	0.7464
重相関係数	0.9080
修正済重相関係数	0.8639
ダービンソン比	1.0345
赤池のAIC	85.5741

で影響していた。

軽油散布量が一定の場合、ポットホール発生時間には荷重、温度、水位の順で影響していた。

以上、ポットホール発生シミュレーション試験の結果をまとめると以下のとおりであった。

軽油を含有した特殊開粒度混合物は、高温時に荷重を受けると早期にブリージングを生じ、その後のポットホールへと進行する速度は荷重、温度、水分の影響を大きく受ける。すなわち、油類の影響によりブリージングなどの軽微な破損は早期に発生するものの、その後の進行（規模拡大、骨材飛散、ポットホールなどへの進行）は、交通量、交通荷重、温度などの条件に大きく依存し、これら条件が過酷になるほど早期に進行していくと考えられた。

ダンプの荷台に散布される軽油により、特殊開粒度混合物の耐久性は低下し、その低下度合いは軽油散布量に大きく影響することが確認できた。

密粒度混合物は骨材のかみ合わせとバインダの接着力で混合物の強度を確保しているが、特殊開粒度混合物の強度は、これと比べるとバインダの接着力に大きく依存していると考えられる。したがって、軽油のようなバインダの接着力を低下させる物質が浸入すると、密粒度混合物よりも早期に破損すると考えられるため、施工時に軽油の使用は極力さけた方が良いといえる。

4. ポットホールの発生抑制に関する検討

軽油の混入によるブリージングとそれに伴うポットホールの発生抑制に関する検討を以下の2点に着目し、それぞれにおける発生抑制の効果を検討した。

施工時に使用される軽油による破損の発生抑

制.

供用時に滴下した軽油による破損の発生抑制.

(1) 施工時に使用される軽油による破損の発生抑制に関する検討

施工時に軽油が使用されるのは、ダンプトラックの荷台や使用具とアスファルト混合物の付着を防止するためである。現在、アスファルト混合物の付着を防止する付着防止剤が数社から市販されており、これを使用することによって、カットバックによる混合物の早期破損は抑制できると考えた。

そこで、表-8に示す市販の付着防止剤を使用し3章のシミュレーション試験を実施した。試験条件は表-3とし、付着防止剤散布量は荷台のへこみ部分に溜まっていた軽油量が $0.59\text{kg}/\text{m}^2$ であったことから、これより多い $0.7\text{kg}/\text{m}^2$ とした。

試験結果は、図-14に示すとおりである。

ポットホール発生時間は付着防止剤の種類により相違はあるが、いずれにおいても、軽油よりも2～4倍長くなっていた。

また、これらの値は軽油散布量 $0.3\text{kg}/\text{m}^2$ の時よりも同等以上であることから、付着防止剤を使用することにより、軽油を使用した場合より耐久性をかなり改善出来ると考えられた。

また、作業周辺や現場作業員への環境面からも、臭気の強い軽油よりも、臭気のほとんどない付着防止剤を使用した方が望ましいといえる。なお、表-8のABCはほとんど臭気がなく、DEは植物油臭がする。

(2) 供用時に滴下した軽油による破損の発生抑制に関する検討

現場調査結果より供用時に車両等から滴下した軽油が原因と思われるブリージング箇所が多く見られていた。

そこで、供用時に滴下した軽油に対する破損の抑制として、耐油性のある樹脂コートとしてアクリル系材料をあらかじめ路面に塗布しておく方法とブリージングが生じた後に塗布する方法の2通りで検討した。

a) 予備実験

試験供試体に散布する軽油量とポットホール発生時間を把握するために予備実験を実施した。

供試体への軽油散布は図-15に示すように二層供試体の中央部にマーシャル供試体作製の型枠を置き、そこに所定量の軽油を型枠から漏れないようにゆっくりと注いだ。

破損箇所にはアスファルト量の10%～40%にあたる油分が混入していたことから、これを参考に、 $\phi 10$

表-8 付着防止剤

付着防止剤	主成分	使用方法
A	界面活性剤	ストレート
B	シリコン系	水で5倍希釈
C	シリコン系	水で4倍希釈
D	植物油系	水で5倍希釈
E	植物油系	水で10倍希釈

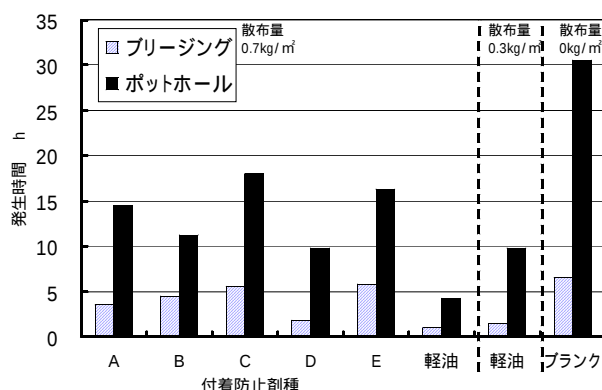


図-14 付着防止剤によるポットホール発生抑制効果

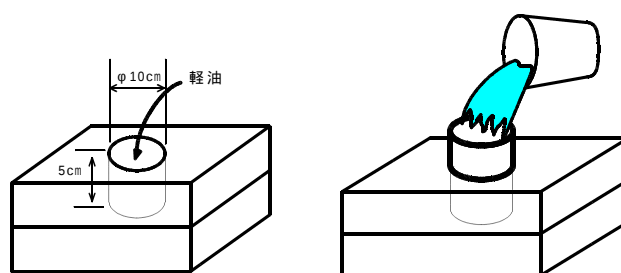


図-15 軽油の散布方法

cm、高さ5cmの円柱状混合物中のアスファルト量に対して30% (12g)～130% (51g)の軽油を散布して予備実験を行った。

この $\phi 10\text{cm}$ 、高さ5cmの円柱状混合物への軽油散布量130%とした場合の散布量を、表層全体 ($30\text{cm} \times 30\text{cm} \times 5\text{cm}$) の散布量に換算すると、アスファルト量に対する割合として約11%となる。これは、表-1に示した面状ブリージングの軽油混入量の最小値10%に相当する。

試験結果を図-16に示す。

なお、試験はシミュレーション試験であり、試験条件は表-3のとおりとした。

ブリージング発生時間は軽油散布量が多くなるにつれて短くなり、軽油散布量70%以上の範囲では1時間で横這いとなった。

ポットホール発生時間は軽油散布量が多くなるにつれて短くなり、軽油散布量130%では0% (軽油散布

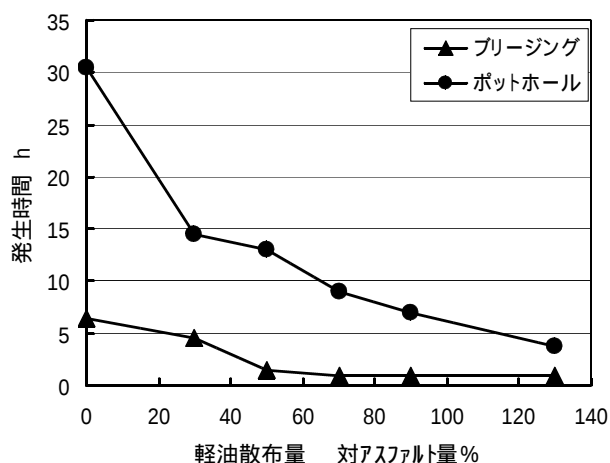


図-16 軽油散布量と各破損の発生時間との関係

無し)の約1/8の時間(3.75h)でポットホールが発生した。

このように、供用中に軽油が滴下した場合であっても、特殊開粒度混合物の耐久性は、低下していくことが確認できた。

b) あらかじめ路面に破損抑制剤を塗布する場合

試験は、次の手順で行った。

供試体に、破損抑制剤として樹脂コート塗布。
軽油を散布。

60 の気中養生 6 時間以上。

水浸ホイールトラッキング試験。

フリージングの発生時間測定。

ポットホールの発生時間測定。

なお、試験は水浸ホイールトラッキング試験を使用したシミュレート試験であり、試験条件は表-3のとおりとした。

破損抑制剤の樹脂コートは、表-9に示すアクリル系樹脂であり、骨材飛散対策として使用されているものである⁶⁾。

破損抑制剤塗布量は、空隙詰まりによって排水機能が低下しないよう0.5kg/m²と1.0kg/m²とした。塗布の方法は一層で0.5kg/m² + 硬質骨材0.25kg/m²とし、塗布量1.0kg/m²の場合は1層目硬化後に同様の作業を行った。軽油の散布量は過酷側の条件である90%(36g)および130%(51g)とした。

図-17に破損抑制剤の塗布量0.5kg/cm²の結果をす。ポットホール発生時間は破損抑制剤を塗布しておくことで、ブランクに比べ3~4倍長くなった。

ポットホール発生時間については、軽油散布量が多くなるに従い発生時間が短くなる傾向が見られたが、ブランク(破損抑制剤無し)と比較すると、その割合は小さかった。また、破損抑制剤の種類によって発生時間に大きな差は見られなかった。

表-9 ポットホール発生破損抑制剤

名称	成分
破損抑制剤A	メタクリル樹脂
破損抑制剤B	アクリルモノマー変性ビニルエステル樹脂

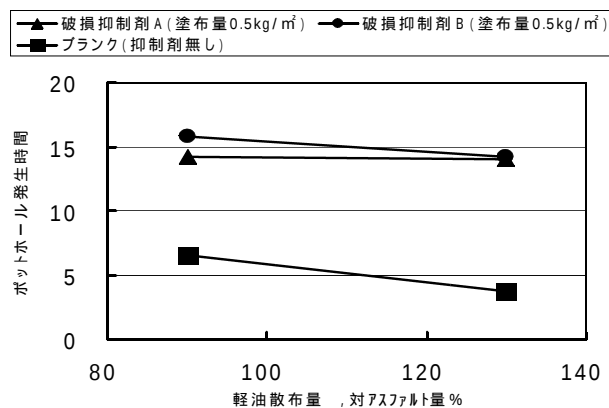


図-17 破損抑制剤の塗布効果

なお、破損抑制剤の塗布量を1.0kg/m²にした場合のポットホール発生時間は、塗布量0.5kg/m²の時とほとんど変化が無かった。

以上より、あらかじめ破損抑制剤を塗布しておくことにより、軽油による破損を抑制できる可能性があることを確認できた。その時の塗布量は、特殊開粒度混合物の空隙を閉塞しないことを考慮すると0.5kg/m²で十分であった。

c) フリージングが生じた後に塗布する場合

試験は次の手順で行った。

供試体に軽油を散布。

60 の気中養生 6 時間以上。

水浸ホイールトラッキング試験。

フリージングの発生時間測定。

気中乾燥。

破損抑制剤塗布

60 の気中養生 6 時間以上。

水浸ホイールトラッキング試験。

ポットホールの発生時間測定。

破損抑制剤塗布量は、すでにフリージングが生じ空隙詰まりを起こしていることから1.0、1.5kg/m²の2点とした。塗布は、一層で0.5kg/m² + 硬質骨材 0.25kg/m²とし、所定の塗布量になるまで同様の作業を繰り返して行った。試験条件は、表-3のとおりとした。軽油の散布量は130%(51.4g)とした。

試験結果は、図-18に示すとおりである。

フリージングが発生した箇所に破損抑制剤を塗布することでポットホール発生時間は長くなり、塗布量1.0kg/m²では塗布なしの約4倍程度、1.5kg/m²では約6倍程度となった。

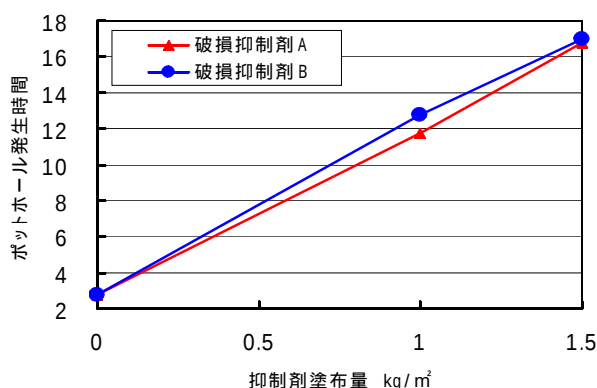


図-18 破損抑制剤の塗布効果

以上より、軽油が原因でブリージングを発生した箇所に破損抑制剤を塗布した場合においても、ポットホールへの発生を抑制できる可能性があることを確認できた。

軽油によるブリージングおよびポットホールの発生を抑制する方法を検討した結果以下のことが得られた。

施工時、アスファルト混合物との付着防止に用いられている軽油の代わりに、市販の付着防止剤を使用することで、アスファルト混合物の破損を抑制できる可能性がある。

供用時に滴下する軽油に対し、あらかじめ樹脂コートとしてアクリル系材料を路面に塗布しておくことや、ブリージングが発生した箇所に塗布することにより、ポットホールまでの発生を抑制できる可能性がある。

5. まとめ

低騒音舗装のポットホール発生原因の一つとして、油類によるブリージングに着目し、発生抑制方法を検討した結果、以下の結果が得られた。

H14年度に調査した30箇所における部分補修の発生件数は226件であり、H12年度調査時の約1.9倍に増加していた。

部分補修は、交差点手前停車部や交通流のある路肩側でない車線で多く発生していた。

部分補修の発生原因の一つとして、ブリージングがポットホールへと進行しているものが認められた。

ブリージングは面状と帯状の2つの形態で発生しており、前者は路上駐車が多い箇所、バス停および店舗への出入り口に、後者は施工起終点で多く発生していた。

面状ブリージングは、軽油、潤滑油あるいはその

混合油により表層部のバインダがかなりカットバックされており、混合物の強度も低下していた。

ただし、基層混合物は、健全部と同程度の物性であり、損傷は認められなかった。

帯状ブリージングは、表層、基層部とも健全部と同程度の物性であり、破損は認められなかった。当初、このブリージングは舗装内にはく離が生じ、アスファルトが上昇してきたと推察したが、今回の調査箇所にはそのような箇所は見られなかったことから、供用時にタイヤに付着したタックコート材などが後から付着したと考えた方が適当である。

プラントで荷台に散布される軽油の量は、通常0.2～0.25kg/m²であったが、荷台のへこみ部分には、0.4～0.6kg/m²の軽油が溜まっている場合があった。

水浸ホイールトラッキング試験を使用したポットホール発生シミュレーション試験により、ブリージングやポットホール発生時間は、軽油散布量の増加と共に短くなった。

軽油散布量が同じ場合、ブリージング発生時間は試験温度に、ポットホール発生時間は荷重、温度、水分の順に影響を受けることが確認できた。

すなわち、油類の影響によりブリージングなどの軽微な破損は早期に発生するものの、その後の進行(規模拡大、骨材飛散、ポットホールなどへの進行)は、交通荷重、交通量、温度などの条件に大きく依存し、これら条件が過酷になるほど早期に進行していくと考えられた。

施工時、アスファルト混合物との付着防止に用いられている軽油の代わりに、市販の付着防止剤を使用することで、アスファルト混合物の破損を抑制できる可能性があることを確認した。

供用時に滴下する軽油に対し、あらかじめアクリル系材料を路面に塗布しておくことや、ブリージングが発生した箇所に塗布することにより、ポットホールの発生を抑制できる可能性があることを確認した。

6. おわりに

今回の調査は、ポットホールの発生原因のうち、ブリージングに注目して検討してきた。その結果、面状で生じているブリージングは油により軟化したバインダで空隙を閉塞されており、特に軽油によりカットバックされた混合物は、強度低下などかなり損傷していることが確認された。

水浸ホイールトラッキング試験によるシミュレーション試験により、軽油によるブリージングは、早期

に発生するが、ポットホールまでの進行には、油の量、温度、荷重、水分量が大きく関わっていることが判明した。この結果は、現場においても路上駐車が多い最も路肩側の車線よりも、交通流の多い車線で部分補修が多く発生していることと一致していた。

また、水浸ホイールトラッキング試験によるシミュレート試験により、施工時に使用される軽油や供用時に車両等から滴下する軽油によって、低騒音舗装はブリージングを起こし、その後ポットホールへと進行していくことを再現できた。

そして、これら軽油が原因で発生するポットホールを抑制する方法として、施工時の油対策としては軽油の代わりに付着防止剤を使用することで、供用時の油対策としては、事前にあるいはブリージングが生じた時点で、アクリル系樹脂を塗布することが有

効であるとの結果が得られた。

今後は、室内試験の結果を現場で検証し、これらの効果について確認していく予定である。

参考文献

- 1) 峰岸順一, 田中輝栄: 低騒音舗装のポットホール破損の実態と原因, 舗装, Vol. 37, No. 3, pp3~9, 2002.
- 2) (社) 日本道路協会: 舗装試験法便覧, 1991
- 3) 齋藤安俊: 物質科学のための熱分析の基礎, 共立出版(株)
- 4) 神戸博太郎, 小澤丈夫: 新版熱分析, 講談社サイエンティク
- 5) (社) 日本道路協会: 舗装試験法便覧別冊, 1996
- 6) (社) 日本道路協会: 排水性技術指針(案), 1996

THE CAUSE OF THE POT HOLE BY THE OIL OF LOW NOISE PAVEMENT AND THE EXAMINATION OF THE REPRESSION COUNTERMEASURE

Junichi MINEGISHI

Pot hole came to occur in low noise pavement frequently. Pot hole it did though a point smelled bad as for the oil. Binder became soft, and cut-back was being done. I paid attention to the pot hole damage, and did the progress actual condition, cause study and the examination of the repression countermeasure. Bleeding occurred more than oil, and cut-back was done, and the cause of the damage reached pot hole. It could get to be effective to use adhesion prevention medicine instead of the light oil by this research to control pot hole. And, it could get to be effective that a top coat had it, too.