

3. 遮熱性舗装のはがれ抵抗性に関する評価法の設定

Evaluation Method for Flaking Resistance Performance of Solar Heat-blocking Pavement

技術支援課 上野慎一郎、橋本喜正、峰岸順一

1. はじめに

東京都建設局の遮熱性舗装は、平成 20 年度に本格施工を開始してから 6 年が経過した。これまで、遮熱性舗装のすべり抵抗性能やはがれ抵抗性能等に関する評価法及び基準値を設定するなど耐久性の向上に努めてきた¹⁾。しかし、設定した基準を満たしていても供用後の経年変化によりはがれが目立つ箇所がある。これは、これまでのはがれ抵抗性試験がすえ切り等のねじりに対する抵抗性を評価する手法を用いたものであるため、走行する車両のタイヤが路面に与える衝撃（以下、「打撃」という。）を評価できていないためと考えられる。

そこで、チェーンラベリング試験機（往復チェーン型）（写真-1）を用いて遮熱性舗装供試体のはがれ抵抗性試験を行い、遮熱性舗装（遮熱材）のはがれ抵抗性の評価方法を設定するとともに、従来のはがれ抵抗性試験との比較を行ったので報告する。

以下、従来のはがれ抵抗性試験方法を「ねじり法」、新しい試験方法を「打撃法」とする。

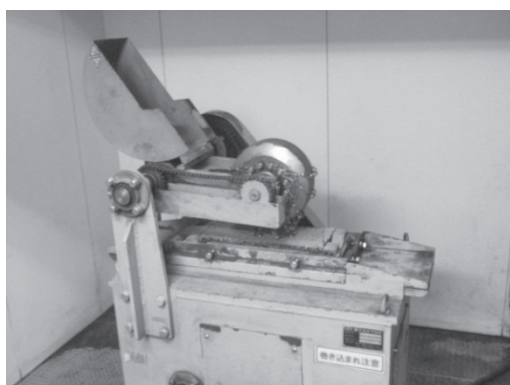


写真-1 チェーンラベリング試験機（往復チェーン型）

2. 打撃法の概要

以下に、打撃法に用いる測定機器、供試体の概要を示す。

なお、この測定機器による試験は、通常、積雪寒冷地などにおいてタイヤチェーンを装着した車両が通行することにより発生する表層の摩耗やわだち掘れを評価するために用いられる。しかし、本試験の目的はタイヤによる打撃に対する遮熱性舗装のはがれ抵抗性を確認するものであり、積雪時に車両に装着したタイヤチェーンに対するはがれ抵抗性を評価するものではない。

(1) 測定機器

打撃法は、供試体が往復運動し、クロスチェーンあるいはサイドチェーン（写真-2）を装着した車輪が回転して供試体表面に衝撃を加える「チェーンラベリング試験機（往復チェーン型）²⁾」（以下、「はがれ試験機」という。）を用いて行った。

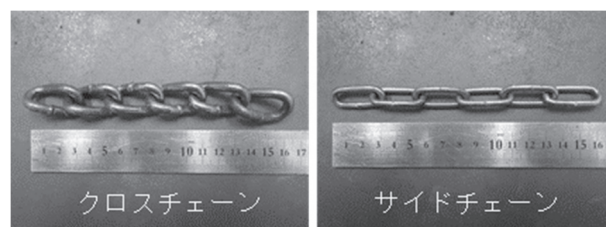


写真-2 チェーンの種類（各6コマ）

(2) 供試体

厚さ 5cm、幅 15cm、長さ 40cm のポーラスアスファルト混合物供試体の表面をサンダー等で研磨した後、遮熱材を塗布した遮熱性舗装供試体を使用した。

(3) 試験条件

試験条件を表-1 に示す。

試験温度、養生時間、試験時間、チェーンの種類、チェーン数量、及び遮熱材塗布量を変化させ、予備試験Ⅰ、予備試験Ⅱ、本試験を行った。

(4) 評価方法

はがれ抵抗性の評価は、既報のD法³⁾によるはがれ面積率によることとした。

手順は以下のとおりである。

- ① 試験後の供試体の上に、1辺5mmのメッシュを印刷した透明なフィルムを載せる。
- ② メッシュ内のはがれを表-2 で示す区分（目視評価）に従いフィルムに直接印をつける。
- ③ フィルムに各印をつけたメッシュ数をカウントし、それぞれの印の換算係数を乗じた値を算出する。
- ④ 解析対象メッシュ数と③で求めた値の比をはがれ面積率とする。
- ⑤ 解析対象メッシュ数は、750メッシュ(37.5cm×5cm:1メッシュ5mm×5mm)とする。

解析対象範囲は、打撃法による試験の結果、写真-3 上段に示すように、チェーンの打撃が最初に当たる部分(右端部から2.5cm)が早期に大きく破損し、骨材飛散が著しいこと、チェーンが供試体を常に打撃する範囲が幅15cmのうち中央5cm程度であることを考慮して、右端部を除く37.5cm×5cmとした。

表-1 試験条件一覧

項目	条件
試験温度	5℃, 20℃, 40℃
養生時間	5時間, 8時間
試験時間	300秒, 600秒
チェーンの種類	クロスチェーン, サイドチェーン
チェーン数量	10こま×3本, 10こま×6本, 10こま×12本
遮熱材の塗布量	標準, 少量
車両数量	1輪
車輪回転数	200回/分
供試体回転数	66往復/分
チェーン取り付けボルトと供試体上面の間隔	10cm
評価方法	はがれ面積率

表-2 はがれの区分と換算係数

メッシュ内のはがれの割合	換算係数	印
50%以上	1.00	○
50~25%	0.50	/
25~1%	0.25	.
0%	0.00	無印

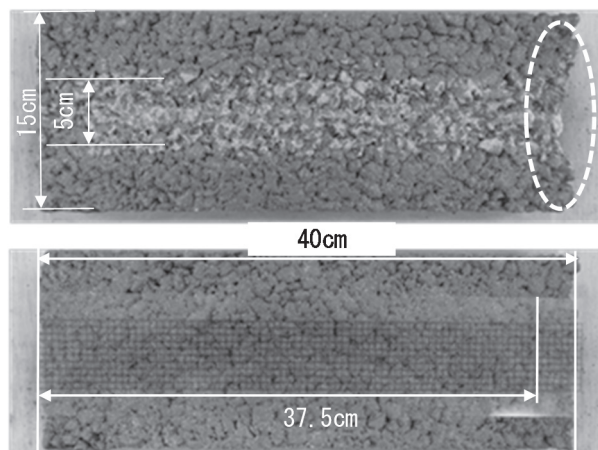


写真-3 解析対象範囲 (37.5cm×5cm)

3. 予備試験Ⅰ

はがれ試験機によりはがれ抵抗性を評価するために必要な時間、遮熱材の塗布量、取り付けるチェーンの本数を確認するために予備試験を行った。

(1) 使用した遮熱材

MMA樹脂を主体とした遮熱材を2種類(通常タイプ、低臭タイプ)を使用した。

(2) 試験条件

1) 試験温度

ねじり法と同様の20℃とした。

2) 試験時間

600秒とした。ただし、骨材飛散、骨材摩耗により供試体の破損が進行し、はがれ抵抗性の評価が困難となった場合は300秒で中止した。

はがれ面積率は60秒毎に測定した。

3) チェーンの種類、本数

クロスチェーンを用いた。車輪に取り付ける本数は3本または12本(写真-4)とした。

4) 遮熱材塗布量

遮熱材塗布量の多寡による違いを確認するため、

標準の塗布量（上・下塗り各層 0.4kg/m²）と標準より少ない塗布量（上・下塗り各層 0.2kg/m²）で供試体を作製し試験を行った。



写真-4 チェーン取り付け状況（12本）

(3) 試験ケース数

上記(1)、(2)から予備試験 I は表-3 に示す 8 種類の試験条件で実施した。

表-3 試験条件（予備試験 I）

試験条件	分類	塗布量	チェーン本数	試験時間
1	通常タイプ	標準	3	600s
2			12	
3		少量	3	300s
4			12	
5	低臭タイプ	標準	3	600s
6			12	
7		少量	3	300s
8			12	

(4) 試験結果

1) 通常タイプ

通常タイプの試験結果を図-1 に示す。

① 試験時間

どのケースも試験時間に比例してはがれ面積率が大きくなった。

チェーン 12 本の条件では、180 秒から骨材の飛散、摩耗が見られた。300 秒を超えると遮熱材のはがれよりも骨材の飛散、摩耗が多くなり、480 秒以降は、はがれ抵抗性の評価が困難な状態となった。

② チェーン本数

チェーン本数 12 本と 3 本の比較では、標準塗布量、少量ともにチェーン 12 本のはがれ面積率が大きくなった。300 秒時点のはがれ面積率（以下、「はがれ

面積率(300 秒)」という。)では、標準塗布量で 7.3%、少量で 15.8%の差が生じた。

③ 遮熱材の塗布量

塗布量の違いによる比較では、チェーン 12 本の場合、少量塗布のはがれ面積率(300 秒)が標準塗布より 10.6%大きくなった。チェーン 3 本での差は 2.1%であり大きな違いはなかった。

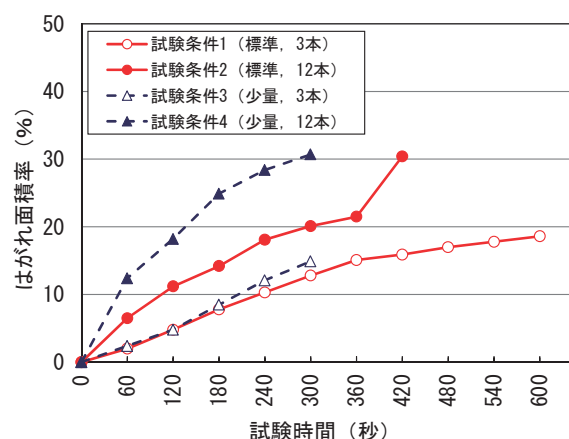


図-1 予備試験 I 結果（通常タイプ）

2) 低臭タイプ

低臭タイプの試験結果を図-2 に示す。

① 試験時間

通常タイプの結果から、はがれが少ないと推測される試験条件 5 のみ 600 秒とし、その他は 300 秒で実施した。

標準塗布量のチェーン本数 3 本（試験条件 5）では、300 秒以降でも骨材の飛散、摩耗が増加するなどの大きな変化はなく、はがれ面積率も 10%以下で推移した。

その他のケースでは、通常タイプと同様に、試験時間に比例してはがれ面積率が大きくなった。

② チェーン本数

チェーン本数 12 本と 3 本のはがれ面積率(300 秒)の差は、8.0%（標準）、11.7%（少量）と通常タイプと同様に 12 本のはがれ面積率が大きくなった。

③ 遮熱材の塗布量

塗布量の違いによるはがれ面積率（300 秒）の比較では、少量塗布の方が標準塗布よりチェーン 12 本で 12.4%、3 本では 8.7%大きくなった。

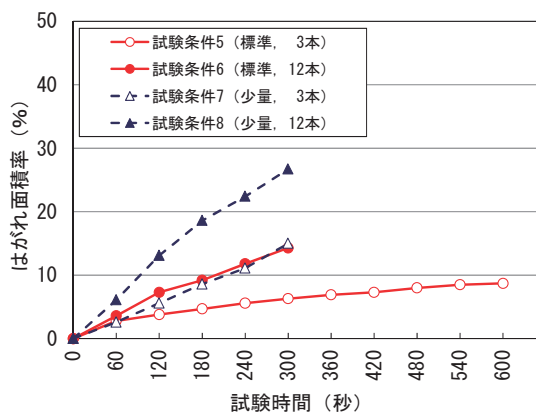


図-2 予備試験 I 結果 (低臭タイプ)

(5) 予備試験 I のまとめ

1) 試験時間

180 秒付近から骨材の飛散、摩耗が始まり 300 秒を超えると遮熱材のはがれよりも骨材の飛散、摩耗が卓越することが分かった。

2) チェーン本数

チェーンの本数が多い方が早期にはがれが大きくなった。

3) 遮熱材塗布量

同一の材料では、塗布量が少ない方がはがれ抵抗性が低くなることを確認した。はがれ面積率が大きい少量塗布での試験により、材料の差別化を図ることは有効であると考えられる。しかし、標準より少ない塗布量で試験を実施した場合、現場と室内試験の結果が乖離する可能性がある。そのため、以下、塗料メーカーが規定する標準塗布量で試験を行うこととした。

4) 遮熱材のタイプによる違い

通常タイプの方がはがれ面積率が大きくなった。値の違いはあるが、通常タイプ、低臭タイプともにはがれ面積率は、時間の経過とともに大きくなる傾向を示した。また、両タイプとも、打撃法によりはがれ抵抗性を評価できることを確認した。

4. 予備試験 II

予備試験 I の結果を踏まえ、チェーンの種類、本数、試験温度を変えて予備試験 II を行った。

(1) 使用した遮熱材

通常タイプ、低臭タイプで同様の傾向を示したた

め、予備試験 I に使用した通常タイプのみで試験を実施した。塗布量は標準とした。

(2) 試験条件

1) 試験温度

試験温度の違いによるはがれ抵抗性の変化を確認するため、5℃、20℃、40℃の3水準とした。

2) 試験時間

骨材の飛散、摩耗と遮熱材のはがれの程度を勘案し、300 秒とした。

はがれ面積率は 60 秒毎に測定した。

3) チェーンの種類、本数

チェーンの本数が多いほどはがれが早期に大きくなることを確認したが、さらにチェーンの種類、本数を変えて試験を実施した。

車輪に取り付ける本数は 6 本、12 本とし、クロスチェーンとサイドチェーンを用いた。

4) 試験回数

測定結果のばらつきを確認するため、試験温度 5℃、20℃は 3 回ずつ、40℃は 1 回の測定を行った。

(3) 試験ケース数

上記(1)、(2)から予備試験 II は表-4 に示す 7 種類の試験条件で実施した。

表-4 試験条件 (予備試験 II)

試験条件	分類	塗布量	試験時間	チェーン		試験温度	試験回数
				種類	本数		
9	通常タイプ	標準	300s	クロス	6	5	3
10						20	
11						5	
12					20		
13					40		
14				サイド	12	5	
15	20						

(4) 試験結果

1) 試験温度による違い

クロスチェーン 12 本で行った試験温度 5℃、20℃、40℃ (試験条件 11, 12, 13) の試験結果を図-3 に示す。5℃、20℃のはがれ面積率は、3 回の試験の平均値とした。

いずれの温度でも時間経過とともにはがれ面積率が大きくなることを確認した。また、温度が低いほどはがれ抵抗性が低下し、はがれ面積率が大きくな

ることが分かった。これは遮熱材が低温になると樹脂が硬くなり靱性が低下するためと考えられる。一方、高温では、遮熱材が温められ樹脂が柔らかくなり靱性が向上し、打撃に対する抵抗性が高まったと考えられる。

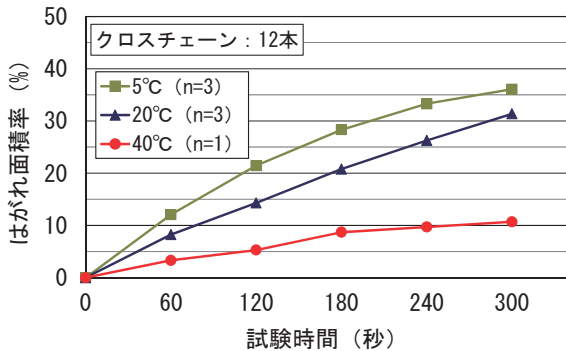


図-3 試験温度による比較 (試験条件 11, 12, 13)

2) チェーンによる違い (試験温度 20°C)

試験温度 20°C (試験条件 10, 12, 15) の試験結果 (3回の平均値) を図-4 に示す。

はがれ面積率は、クロスチェーン 12 本 (試験条件 12) が最も大きく、次にクロスチェーン 6 本 (試験条件 10)、サイドチェーン 12 本 (試験条件 15) が最小となった。クロスチェーンより軽いサイドチェーンによる試験のはがれ面積率 (300 秒) は 6.6%と低いはがれ面積率であり、クロスチェーン 12 本 (31.4%) の約 1/5、6 本 (19.4%) の 1/3 のはがれ面積率となった。強制的にはがれた状態を作り、はがれ抵抗性を評価するためには、サイドチェーンの打撃エネルギーでは不十分であることが分かった。

次に、各試験条件のすべての試験結果 (n=3) を図-5~7 に示す。

クロスチェーン 6 本 (図-5) では 180 秒で最大値と最小値の差が 11.6%、300 秒で 15.5%とばらつきが大きくなったが、クロスチェーン 12 本 (図-6) では 180 秒で 3.3%、300 秒で 8.1%とばらつきは小さかった。また、サイドチェーン 12 本 (図-7) では 180 秒で 0.4%、300 秒で 1.4%であり、ばらつきはほとんどなかった。

以上のことから、供試体を打撃するチェーンの本数を多くすることで測定結果のばらつきを小さくできることが分かった。

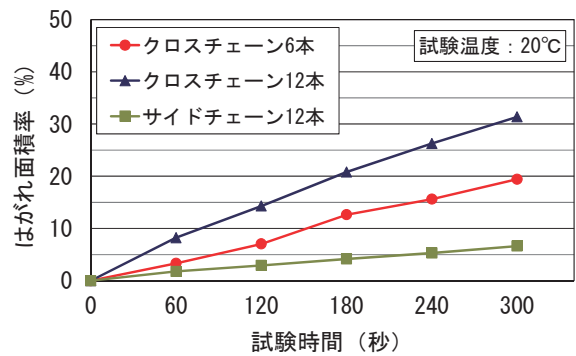


図-4 チェーンの種類・本数による比較 (20°C)

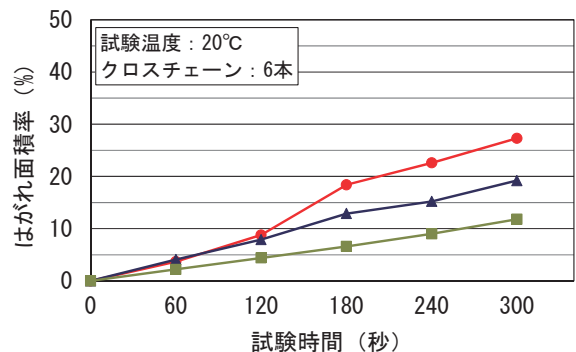


図-5 測定結果 (試験条件 10)

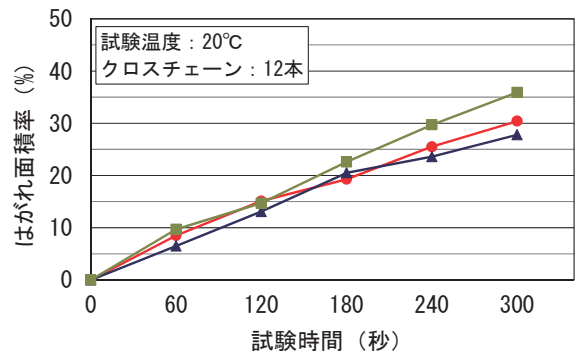


図-6 測定結果 (試験条件 12)

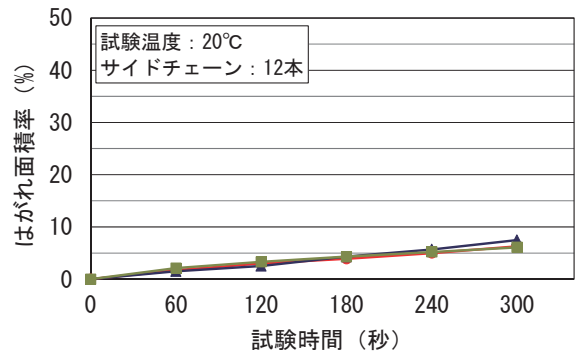


図-7 測定結果 (試験条件 15)

3) チェーンによる違い (試験温度 5°C)

試験温度 5°C (試験条件 9、11、14) の試験結果 (3 回の平均値) を図-8 に示す。

20°C のケースと同様に、はがれ面積率はクロスチェーン 12 本 (試験条件 11) が最も大きく、次にクロスチェーン 6 本 (試験条件 9)、サイドチェーン 12 本 (試験条件 14) が最小となった。

次に、各試験条件のすべての試験結果 (n=3) を図-9~11 に示す。

クロスチェーン 6 本 (図-9) のはがれ面積率の最大値と最小値の差は、180 秒で 7.0%、300 秒で 9.8%、クロスチェーン 12 本 (図-10) では、3.8% (180 秒)、2.4% (300 秒) と 20°C での試験より小さくなった。

一方、サイドチェーン 12 本 (図-11) では 4.3% (180 秒)、8.4% (300 秒) と、ばらつきが 20°C での試験より大きくなった。

(5) 予備試験Ⅱのまとめ

1) はがれ面積率

試験温度 5°C、20°C で実施した 180 秒と 300 秒時点の測定結果 (3 回の平均値) の試験結果を図-12、13 に示す。

5°C、20°C ともにはがれ面積率はクロスチェーン 12 本、クロスチェーン 6 本、サイドチェーン 12 本の順で大きく、どのケースも試験温度 5°C の方が 20°C より大きくなった。

また試験回数が 1 回であるが 40°C でののはがれ面積率は、5°C、20°C よりも小さくなった。

2) ばらつき

クロスチェーン 6 本のケースではばらつきが大きく、12 本ではばらつきが小さかった。

3) 測定時間

以上から、測定はクロスチェーン 12 本、温度は 5°C または 20°C で試験を行うことが望ましいと考える。また、この条件で比較すると、180 秒時点でのばらつきは小さいこと、予備試験Ⅰで確認したとおり 180 秒付近から骨材の飛散、摩耗が始まっていたことから、はがれ抵抗性を評価するための測定時間は 180 秒が望ましいと考えられる。

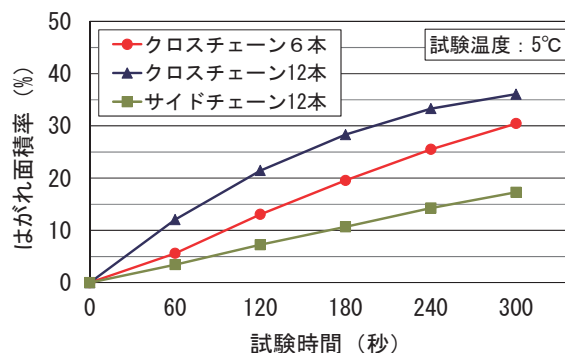


図-8 チェーンの種類・本数による比較 (5°C)

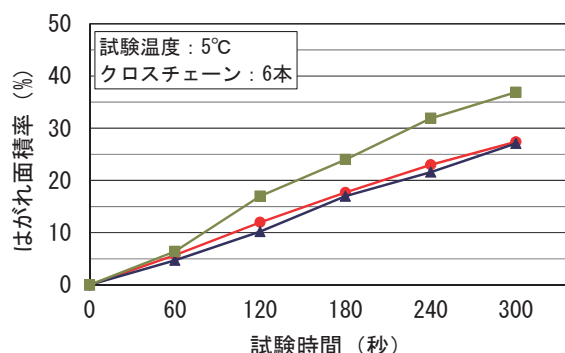


図-9 測定結果 (試験条件 9)

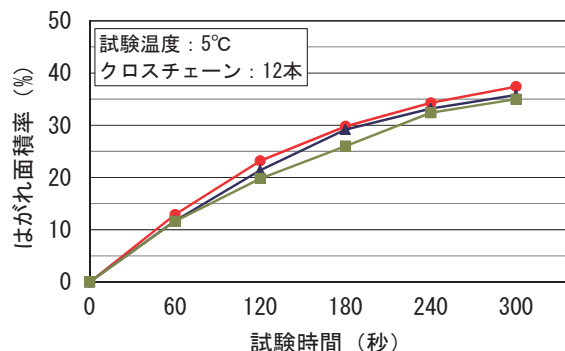


図-10 測定結果 (試験条件 11)

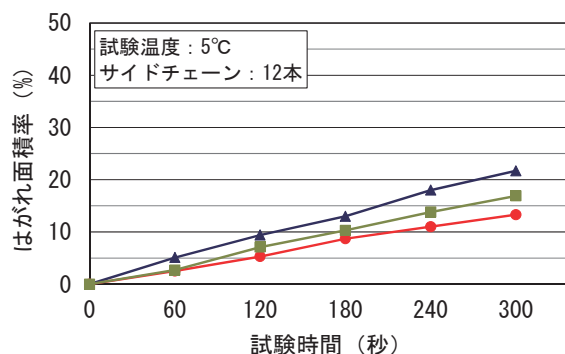


図-11 測定結果 (試験条件 14)

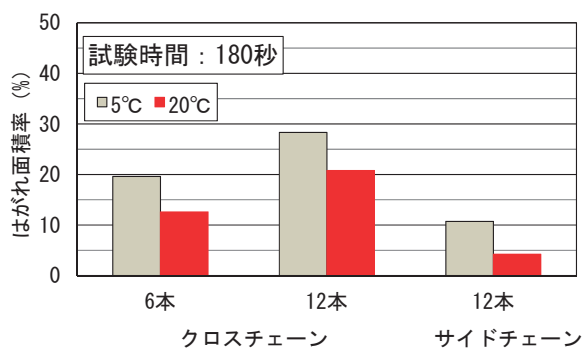


図-12 はがれ面積率 (180 秒)

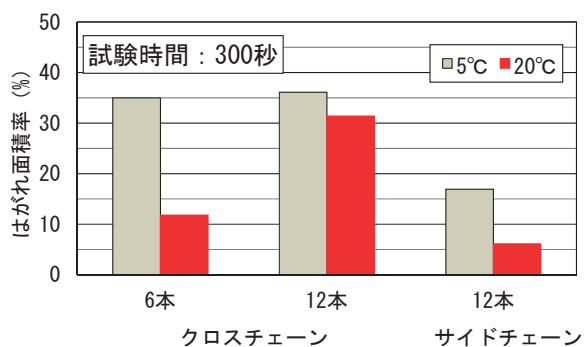


図-13 はがれ面積率 (300 秒)

5. 打撃法の試験条件の設定 (本試験)

予備試験 I、II の結果から得られた知見を踏まえ、都道での遮熱性舗装の施工に多く使用されている遮熱材を用いて、新しい試験法における試験温度を決定するために試験を行った。

(1) 試験条件

予備試験 I、II の結果から、試験条件は表-5 に示すとおり、試験温度は 5°C、20°C の 2 水準、その他の項目は同一条件で試験を行い、比較検討した。

試験回数はそれぞれ 2 回とした。

(2) 使用した遮熱材

都道での施工実績の多い塗料メーカー 5 社の遮熱材から、通常タイプ 3 種類、低臭タイプ 5 種類の計 8 材料を選定し試験を行った。使用材料の一覧及び試験回数を表-6 に示す。

(3) 試験結果

各材料の試験結果 (n=2) を表-7、図-14~21、180 秒時点と 300 秒時点におけるはがれ面積率の差 (ばらつき) を図-22、23 に示す。

予備試験と同様に、全てのケースで時間の経過とともに はがれ面積率が大きくなった。

表-5 試験条件

項目	条件
試験温度	5°C, 20°C
養生時間	5時間
試験時間	300秒
チェーンの種類	クロスチェーン
チェーン数量	10こま×12本
遮熱材の塗布量	標準
車両数量	1輪
車輪回転数	200回/分
供試体回転数	66往復/分
チェーン取り付けボルトと供試体上面の間隔	10cm
評価方法	はがれ面積率

表-6 使用材料

塗料メーカー	遮熱材のタイプ	記号	試験回数	
			20°C	5°C
A	低臭タイプ	Al	2	2
B	通常タイプ	Bn	2	2
	低臭タイプ	Bl	2	2
C	通常タイプ	Cn	2	2
	低臭タイプ	Cl	2	2
D	通常タイプ	Dn	2	2
	低臭タイプ	Dl	2	2
E	低臭タイプ	El	2	2

ばらつきを見ると、①5°C、20°Cともに測定値のばらつきが小さい材料 (Al、Bn)、②5°C、20°Cともに温度でもばらつきの大きい材料 (El)、③20°Cのみばらつきが大きい材料 (Bl、Cn、Cl、Dn)、④5°Cのみばらつきが大きい材料 (Dl) の 4 グループに大別できる。図-22、23 のとおり、180 秒と 300 秒時点のばらつきは同様の傾向を示しており、材料毎のばらつきは試験時間によらず一定の傾向を示した。

また、20°Cのはがれ面積率 (300 秒) のばらつきが小さい材料 (グループ①、④) は、20°C、5°Cいずれの温度でもはがれ面積率が小さくなった。一方、20°Cのばらつきが大きい材料 (グループ②、③) のはがれ面積率は、20°C、5°Cともに大きい値を示した。

図-24 に各材料のはがれ面積率 (n=2) の 180 秒時点の差と 300 秒時点の差の関係を示す。

180 秒での差が 5%未満の材料は、300 秒でも概ね 5%以内とばらつきは小さかった。180 秒で 5%を超える材料は、300 秒で 10%以上の差があり、ばらつきがより大きくなった。

表-7 試験結果

遮熱材	試験温度	はがれ面積率 (%)					
		0 秒	60 秒	120 秒	180 秒	240 秒	300 秒
Al	20°C	0.0	2.7	4.6	6.1	9.7	12.8
		0.0	1.2	3.6	6.0	9.2	11.6
	5°C	0.0	2.0	4.6	6.1	7.6	9.5
		0.0	2.9	6.6	8.4	10.1	10.7
Bn	20°C	0.0	5.4	7.9	9.4	11.7	13.0
		0.0	4.7	8.6	10.3	12.4	15.1
	5°C	0.0	2.2	5.4	7.6	9.0	12.0
		0.0	4.3	8.4	10.3	13.0	14.4
Bl	20°C	0.0	6.8	9.3	14.9	20.0	25.5
		0.0	3.9	5.7	6.9	8.6	9.3
	5°C	0.0	4.5	8.0	10.9	13.5	14.3
		0.0	5.2	9.3	12.7	14.6	18.2
Cn	20°C	0.0	14.1	27.7	36.8	42.6	45.7
		0.0	10.9	17.0	22.4	26.4	29.7
	5°C	0.0	7.9	17.1	25.6	33.9	38.6
		0.0	11.7	21.8	29.2	34.0	36.8
Cl	20°C	0.0	10.1	16.6	22.2	28.5	33.7
		0.0	6.7	11.6	14.6	16.5	18.6
	5°C	0.0	11.8	17.9	23.1	25.7	27.9
		0.0	8.9	15.1	19.7	20.8	25.0
Dn	20°C	0.0	5.4	11.8	19.2	25.0	28.3
		0.0	5.0	10.2	12.5	14.9	16.9
	5°C	0.0	5.1	9.7	17.6	22.6	26.3
		0.0	6.5	14.2	22.2	23.6	31.8
DI	20°C	0.0	4.3	7.6	11.2	14.6	16.1
		0.0	4.5	7.5	9.7	11.8	14.3
	5°C	0.0	3.3	7.9	12.2	19.3	25.0
		0.0	5.2	5.5	8.8	11.3	13.6
EI	20°C	0.0	11.0	18.8	25.5	31.7	38.3
		0.0	3.2	7.4	13.6	18.3	22.8
	5°C	0.0	12.0	22.9	31.8	38.3	44.3
		0.0	6.5	13.3	20.4	23.4	27.5

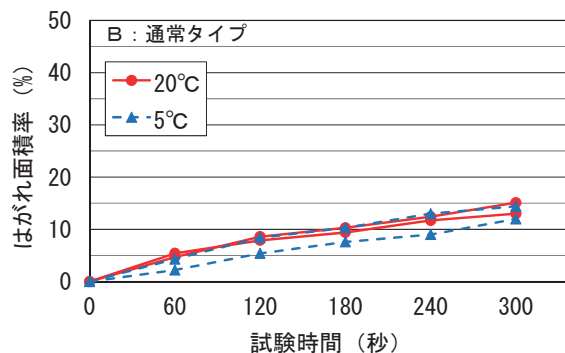


図-15 はがれ面積率 (Bn)

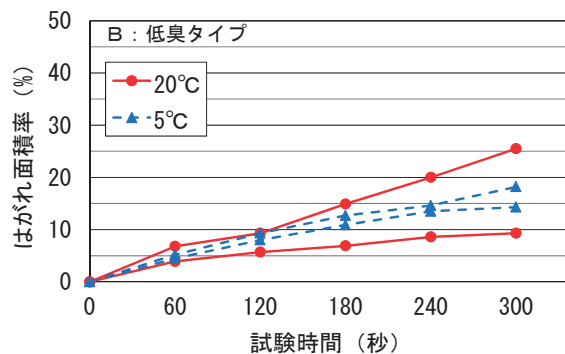


図-16 はがれ面積率 (Bl)

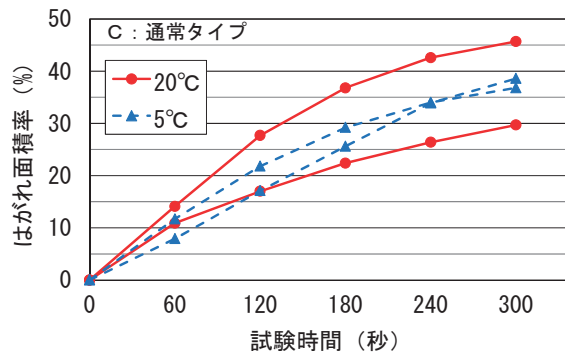


図-17 はがれ面積率 (Cn)

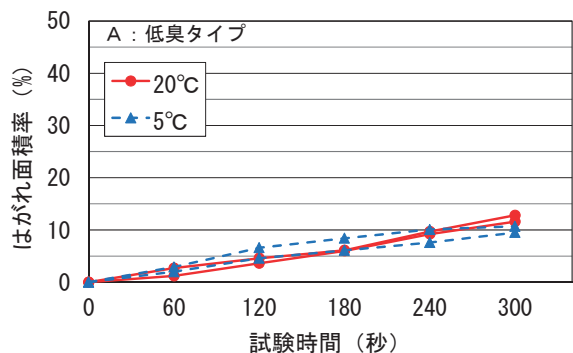


図-14 はがれ面積率 (Al)

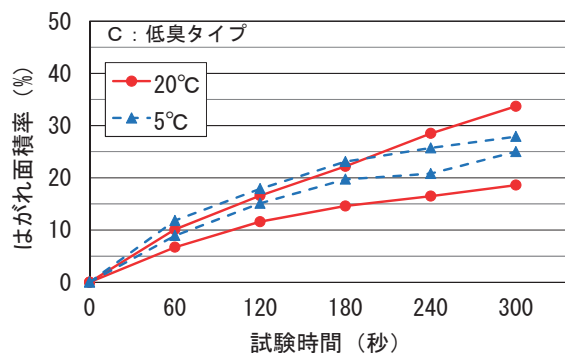


図-18 はがれ面積率 (Cl)

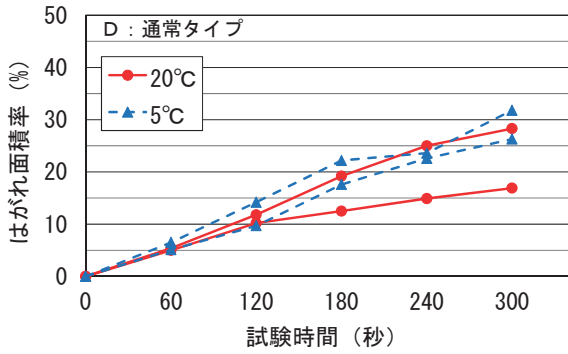


図-19 はがれ面積率 (Dn)

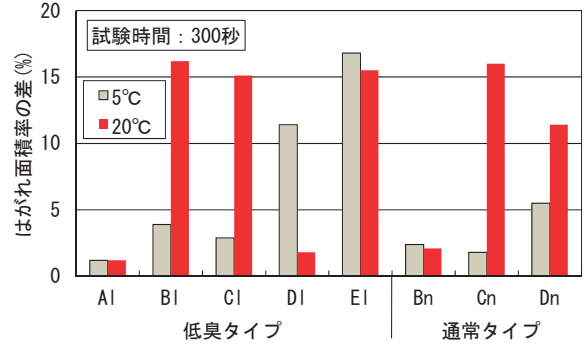


図-23 はがれ面積率 (300 秒) の差

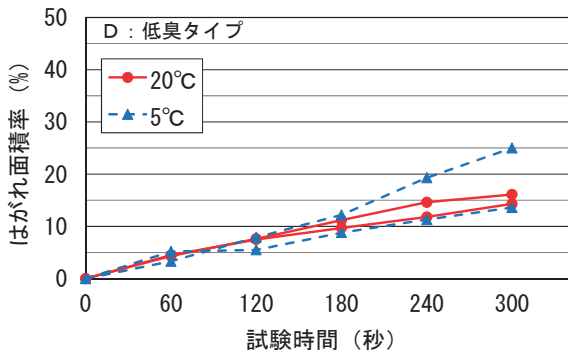


図-20 はがれ面積率 (DI)

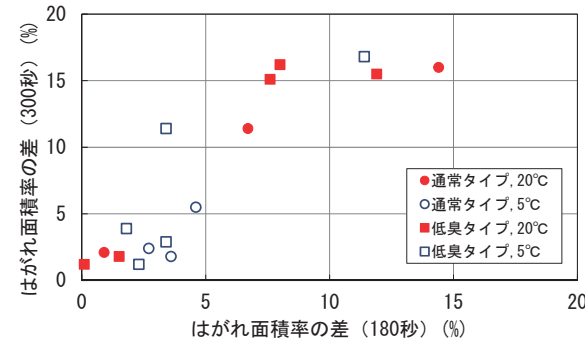


図-24 はがれ面積率の差の比較

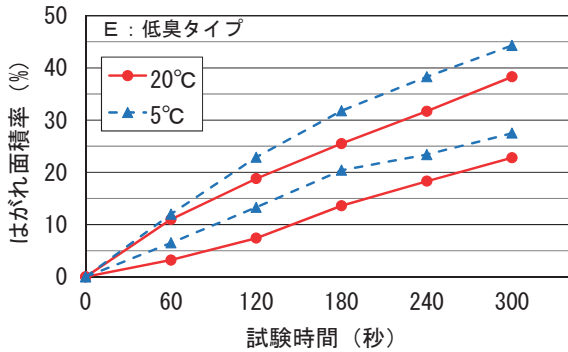


図-21 はがれ面積率 (EI)

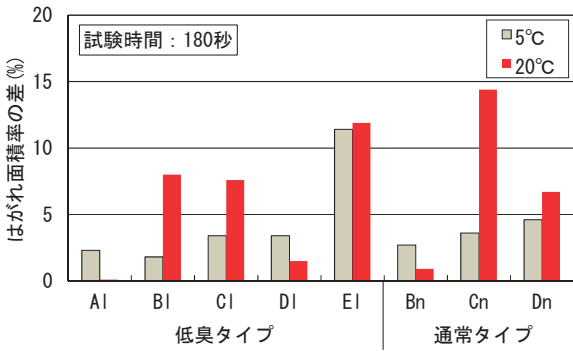


図-22 はがれ面積率 (180 秒) の差

次に、測定値 (n=2) を平均したはがれ面積率 (180 秒) を図-25、図-26、表-8 に示す。

試験温度 20°C、5°C でののはがれ面積率はともに、
通常タイプ B<D<C

低臭タイプ A<D<B<C<E

であった。試験温度を変えてもはがれ易さの傾向に変化はなかった。通常タイプと低臭タイプを比較すると、前者のはがれ面積率が大きくなる傾向があった。また低臭タイプは全ての材料で予備試験と同様に低温時 (5°C) のはがれ面積率が大きくなった。しかし、通常タイプでは明確な傾向は見られなかった。

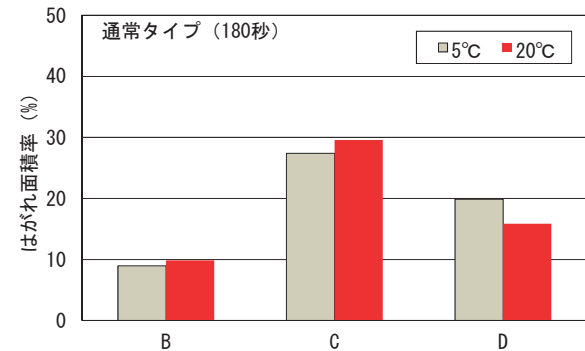


図-25 通常タイプのはがれ面積率 (180 秒)

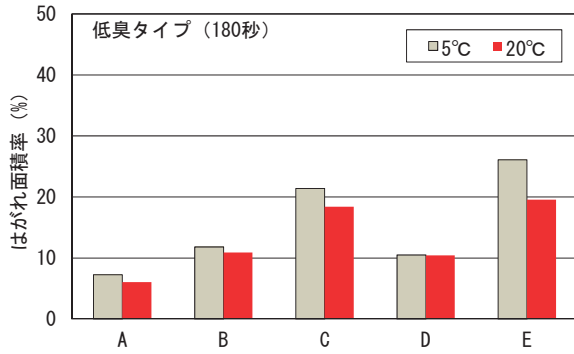


図-26 低臭タイプのはがれ面積率 (180 秒)

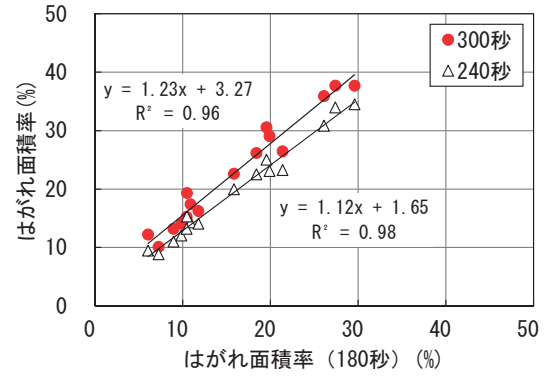


図-27 はがれ面積率 (経時変化の比較)

表-8 はがれ面積率 (平均値)

遮熱材	試験温度	はがれ面積率 (%)		
		180秒	240秒	300秒
Al	20°C	6.1	9.5	12.2
	5°C	7.3	8.9	10.1
Bn	20°C	9.9	12.1	14.1
	5°C	9.0	11.0	13.2
Bl	20°C	10.9	14.3	17.4
	5°C	11.8	14.1	16.3
Cn	20°C	29.6	34.5	37.7
	5°C	27.4	34.0	37.7
Cl	20°C	18.4	22.5	26.2
	5°C	21.4	23.3	26.5
Dn	20°C	15.9	20.0	22.6
	5°C	19.9	23.1	29.1
Dl	20°C	10.5	13.2	15.2
	5°C	10.5	15.3	19.3
El	20°C	19.6	25.0	30.6
	5°C	26.1	30.9	35.9

平均したはがれ面積率 (180 秒) とはがれ面積率 (240 秒、300 秒) の比較を図-27 に示す。240 秒との決定係数は 0.98、300 秒では 0.96 と共に強い相関があり、180 秒の測定で骨材の飛散、摩耗が卓越し始める時点 (300 秒) までのはがれ抵抗性を確認できることが分かった。

次に、試験温度 20°C と 5°C のはがれ面積率 (180 秒) を比較すると (図-28)、決定係数は 0.96 と強い相関がある。前述のように 20°C の個々のデータではばらつき大きい材料があるが、平均値による評価では、室温に近い 20°C の試験で低温時のはがれ抵抗性を想定できることが分かった。

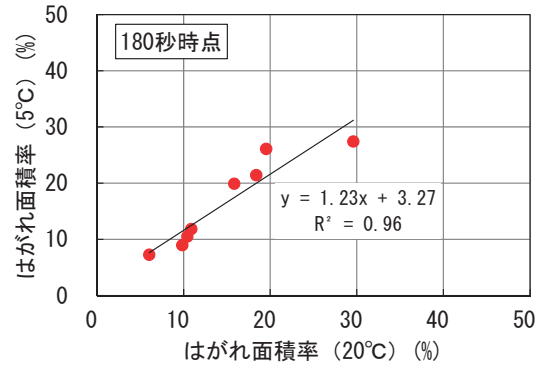


図-28 はがれ面積率 (試験温度の比較)

(4) 試験条件の設定

個々の試験値ではばらつき大きい材料があるものの、それらを平均化すると試験温度 20°C で 5°C のはがれ抵抗性、また試験時間 180 秒で、遮熱材のはがれよりも骨材の飛散や摩耗が卓越する 300 秒経過した時点の状態を想定することが確認できた。

以上から、試験条件は、試験温度を 20°C、試験時間を 180 秒とし、その他は表-5 に示した条件とすることとした。この条件によるはがれ面積率を図-29 に示す。

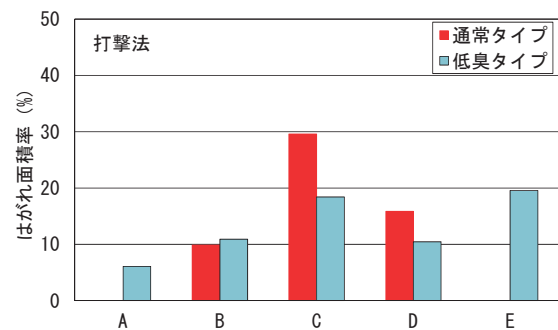


図-29 打撃法によるはがれ面積率

6. ねじり法によるはがれ抵抗性の確認

打撃法と同じ遮熱材を用いて、従来のはがれ抵抗性試験である「ねじり法」によるはがれ面積率の測定を行い、はがれ抵抗性を確認した。

(1) 試験条件及び評価法

試験機の仕様、試験条件については、既報¹⁾³⁾と同様に行い、A法³⁾によるはがれ面積率によって評価した。ねじり法の試験条件を表-9、試験機を写真-5に示す。

(2) ねじり法の試験結果

ねじり法の試験結果を図-30に示す。

はがれ面積率は、

通常タイプ：C<D<B

低臭タイプ：C<D<A<E<B

となった。特に、C社の遮熱材は通常タイプ、低臭タイプともはがれ面積率が1%未満とねじりに対して非常に強い材料であることが分かる。B社の低臭タイプは42%であり、現行の基準値である40%を上回っており、基準を満たしていなかった。

またA社の材料は、26.4%とはがれが比較的大きな値となっている。しかし、A社の遮熱性舗装は、供用後3年以上経過してもはがれがほとんど見られない現場が多く、ねじり法だけでは遮熱性舗装のはがれ抵抗性を適切に評価できていないことを確認した。

打撃法では低臭タイプの方がはがれ抵抗性が大きかったが、ねじり法では低臭タイプより通常タイプのはがれ抵抗性が大きい結果となった。

表-9 ねじり法の試験条件

項目	条件	
供試体寸法	φ10cm、高さ5cm	
試験温度	20±1℃	
試験輪	種類	ホイールトラッキング試験用ソリッドタイヤ
	寸法	直径20cm、幅5cm、ゴムの厚さ1.5cm
	ゴム硬度	JIS硬度78±2 (60℃)
輪荷重	686±10N	
接地圧	0.63MPa	
回転	角度	90度
	回数	650回 (往復)
	速度	0.3Hz
	走行半径	なし (載荷点固定)
供試体の養生時間	試験温度で5時間以上	

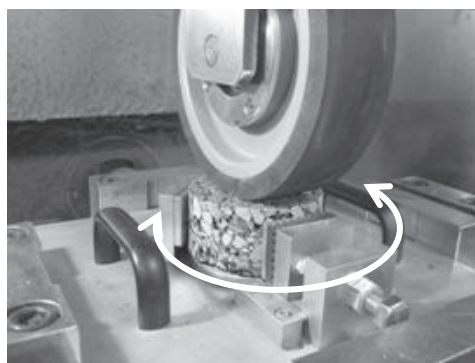


写真-5 はがれ抵抗性試験機（ねじり法）

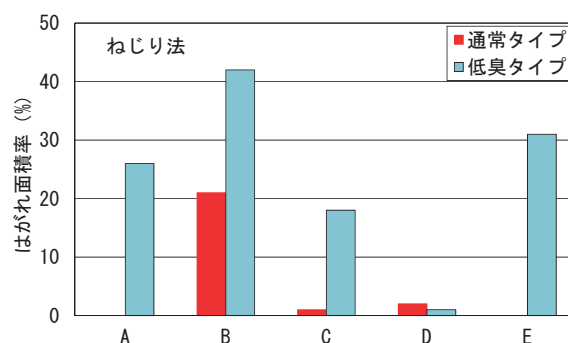


図-30 ねじり法の試験結果

(3) 打撃法とねじり法の比較

5.(4)で決定した試験条件による打撃法とねじり法のはがれ面積率を表-10、図-31に示す。

ねじり法では1%程度の低い値であるが、打撃法では15～30%となる材料(Cn、Cl、Dn)とねじり法では20～40%程度の比較的大きな値となるが、打撃法は10%程度となるの材料(A1、Bn、Bl、D1)の2グループに大別でき、ねじりには強いが打撃に弱い材料、ねじりには弱いが打撃に強い材料があることが分かる。E1はこれらに該当せず、打撃法、ねじり法ともに大きな値となった。

また、前者のグループに含まれる材料には、供用中の都道において、施工後1年程度で激しくはがれる箇所が散見される材料があり、打撃法による評価は妥当なものと考えられる。

従来から採用してきたねじり法は、打撃法では評価できないすえきり等に対するはがれ抵抗性を適切に評価できるため、はがれ抵抗性の評価には2つの試験を併用することが望ましいと考える。

表-10 はがれ面積率の比較

塗料 メーカー	記号	はがれ面積率 (%)	
		打撃法	ねじり法
A	AI	6.1	26.4
B	Bn	9.9	20.6
	BI	10.9	42.4
C	Cn	29.6	0.5
	CI	18.4	0.6
D	Dn	15.9	1.8
	DI	10.5	18.0
E	EI	19.6	30.7

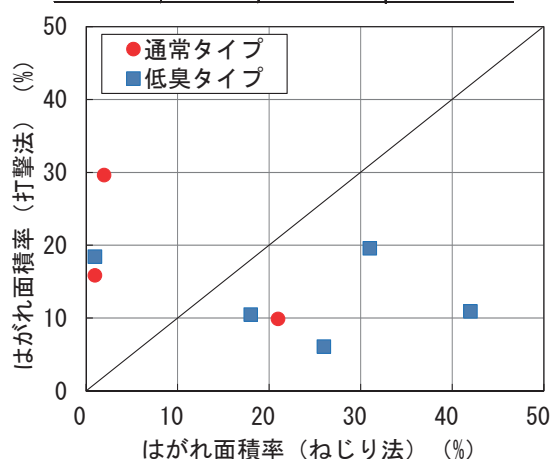


図-31 打撃法とねじり法の比較

表-11 打撃法の試験条件

項目	条件
試験温度	20℃
養生時間	5時間
試験時間	300秒
チェーンの種類	クロスチェーン
チェーン数量	10こま×12本
遮熱材の塗布量	標準
車両数量	1輪
車輪回転数	200回/分
供試体回転数	66往復/分
チェーン取り付けボルト と供試体上面の間隔	10cm
評価方法	はがれ面積率

7. まとめ

(1) 新しいはがれ抵抗性試験（打撃法）

チェーンラベリング試験機（往復チェーン型）を用いた試験により、遮熱性舗装のはがれ抵抗性を評価できることを確認した。

(2) 試験条件（打撃法）

打撃法について、試験時間、試験温度、チェーンの種類等を検討した結果、試験条件を表-11に示すとおりとした。

(3) 基準値の設定（打撃法・ねじり法）

打撃法の基準値は、ばらつき等を考慮し、はがれ面積率20%以下とした。

ねじり法は、はがれ面積率40%以下とし、現行の基準値のとおりとした。

(4) その他

ねじり法では高いはがれ抵抗性を発揮するが、打撃法には弱い遮熱材、またその逆の遮熱材があることから、2つの試験を併用し、はがれ抵抗性を評価することとした。

8. あとがき

上記の結果を踏まえ、東京都建設局では、この評価法（打撃法）による基準値を追加した。これにより、遮熱性舗装の耐久性が向上すると考えているが、供用後の遮熱性舗装の経年変化を確認し、評価法、基準値の見直しが必要であると考えている。

謝辞

本調査を進めるに当たりご協力いただいた道路管理部保全課の方々をはじめ、関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 峰岸順一、上野慎一郎（2010）：遮熱性舗装表面の耐久性に関する性能の設定、平成22都土木技術支援・人材育成センター年報, 41-50
- 2) （社）日本道路協会（2008）：舗装性能評価法別冊、15-23、平成20年3月、丸善（株）
- 3) 橋本喜正、上野慎一郎、峰岸順一（2013）：遮熱性舗装のはがれ対策に関する室内試験による検証、平成25都土木技術支援・人材育成センター年報, 67-75