

3. 遮熱性舗装のはがれ状況評価手法の検討

Verification for flaked situation of Solar Heat-Blocking Pavement

技術支援課 西岡佑介、峰岸順一

1. まえがき

遮熱性舗装は、路面温度の上昇を抑制するとともに騒音低減効果があることから、都市部で発生している熱帯夜の原因であるヒートアイランド現象対策や騒音対策として、東京都では平成 19 年度からセンターコアエリアを中心に施工されている。

また、平成 26 年 12 月に発表された東京都長期ビジョンにおいて、マラソンコースを含む都道の暑さ対策として、遮熱性舗装および保水性舗装を 2015 年度から 2017 年度までの 3 年間で 30km 整備する予定としており、2020 年のオリンピック・パラリンピックに向けて遮熱性舗装および保水性舗装の環境対策型舗装の整備が非常に重要な取り組みとして位置づけられている。

このような状況の中で、供用して数年経過した遮熱性舗装において、路面温度低減効果の低下や遮熱材のはがれ等が生じている。これまで、供用後の遮熱性舗装における性能調査としては、路面温度低減効果は路面付近に温度センサーを設置し、経年変化の把握を行ってきた。一方で、遮熱材のはがれ状況については、定量的な評価方法が無いため、目視による定性的な把握に留まっている。今後、遮熱性舗装の路面温度低減効果の確保に向けた取り組みを行うためには、はがれ状況を定量的に評価し、必要に応じて遮熱材仕様の見直しを行っていく必要がある。

そのため、遮熱性舗装におけるはがれ状況について、路面性状測定車を用いて撮影した路面写真から定量的な評価を行ったので報告する。

2. 検討手法の概要

(1) 路面性状測定車による写真撮影

検討対象となる遮熱性舗装箇所を表-1 に示す。また、今回の検討フローを図-1 に示す。写真撮影は路

表-1 検討対象箇所一覧

ID	箇所名称	建設事務所	施工年度	路線名
S00	市谷本村町	第三	H26	302(主)新宿両国線 靖国通り
S01	神保町	第一	H19	302(主)新宿両国線 靖国通り
S04	有楽町1	第一	H20	304(主)日比谷豊洲埠頭東雲町線 晴海通り
S08	芝公園3	第一	H20	301(主)白山祝田町線
S09	北品川	第二	H21	317(主)環状六号線
S11	青山1	第一	H21	319(主)環状三号線 外苑東通り
S12	二重橋前	第一	H21	406(都)皇居前鍛冶橋線
S14	鶴巻町	第三	H21	319(主)環状三号線 外苑東通り
S15	江戸川橋	第六	H21	008(主)千代田線馬田無線 新目白通り
S16	東銀座5	第一	H21	316(主)日本橋芝浦大森線 旧海岸通り
S19	月島	第一	H21	463(都)上野月島線 清澄通り
S20	中目黒	第二	H21	317(主)環状六号線 山手通り
S24	竜閑橋	第一	H22	405(都)外濠環状線 外堀通り
S25	日本橋	第一	H22	405(都)外濠環状線 外堀通り
S27	芝公園2	第一	H23	409(都)日比谷芝浦線 日比谷通り
S28	神田須田町1	第一	H23	302(主)新宿両国線 靖国通り
S29	元赤坂2	第一	H23	405(都)外濠環状線 外堀通り
S32	津久戸町	第三	H23	025(主)飯田橋石神井新座線
S34	東陽6	第五	H23	465(都)深川吾嬭町線 四ツ目通り
S35	小石川5	第六	H23	436(都)小石川西巢鴨線 千川通り
S36	高輪1	第一	H24	436(都)小石川西巢鴨線 千川通り
S37	高輪2	第一	H24	415(都)高輪麻布線
S39	原町1	第三	H24	433(都)神楽坂高円寺線 大久保通り
S40	市谷田町2	第三	H24	405(都)外濠環状線 外堀通り
S41	要町1	第五	H24	441(都)池袋谷原線
S42	亀戸3	第五	H24	306(主)王子千住南砂町線 明治通り
S43	新砂2	第五	H25	306(主)王子千住南砂町線 明治通り
S44	錦糸3	第五	H25	465(都)深川吾嬭町線
S45	石原4	第五	H25	315(主)御徒町小岩線
S46	台東2	第六	H25	315(主)御徒町小岩線
S47	浅草6	第六	H25	319(主)環状三号線
S48	千石2	第六	H21	436(都)小石川西巢鴨線 仙川通り
S49	向丘1	第六	H22	455(都)赤羽本郷線 本郷通り

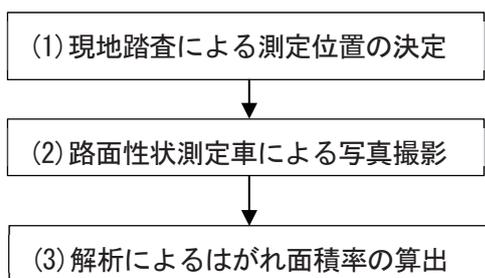


図-1 検討フロー図

面写真と前方写真の2種類とした。路面写真は、「舗装調査・試験法便覧」における舗装路面のひび割れ測定方法の路面性状測定車による方法¹⁾線撮影方式に準拠し撮影した。線撮影方式は、ラインセンサカメラと路面照明により、車両が1mm進むごとに横断方向4.1m×進行方向1mmの線画像を撮影するものである。

今回用いたラインセンサカメラは日照条件等により撮影した画像の明るさが変化するため、撮影時間帯は昼間および夜間とした。

また、前方写真は、車両上部に設置した3CCDカメラを距離計の信号に同期させ、車両が5m進むごとに車両前方の写真を撮影した。撮影時間帯は昼間のみとした。なお、前方写真は人の目線で見た路面状況を参考として把握するために撮影したもので、はがれ面積率などの解析には用いていない。

(2) 路面写真の画像解析によるはがれ面積率の算出

路面性状測定車で撮影した路面写真の画像データから、遮熱性舗装のはがれ面積率を求める手法について検討を行った。画像は白黒で、はがれの無い箇所は明るく、はがれのある箇所は暗く写っており、画像の1画素の大きさは実際の路面の1mm×1mmである。また、これらの画素一つひとつに256階調の濃淡情報（明るさレベル）が付与されている。そのため、明るさレベルを画素単位に集計し、あるレベルにてはがれ有無を判定するしきい値を設定すればはがれ面積率を定量的に評価できるとした。今回用

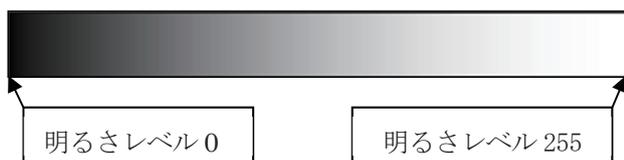


図-2 明るさレベルのグラデーション

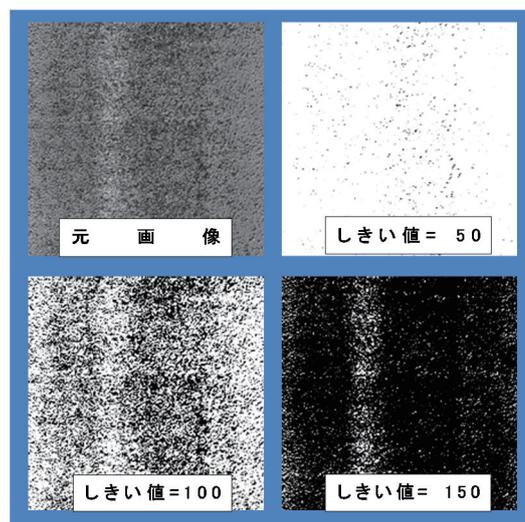


図-3 しきい値の違いによる路面画像の変化

いたはがれ面積率の算出式を式(1)に示す。

はがれ面積率(%) = しきい値よりも暗い画素数 / 路面写真全体の画素数 × 100・・・式(1)

画素の明暗を示す明るさレベルの256階調のイメージを図-2に示す。図の左端は明るさレベルが0で、右端が255を表す。また参考に、しきい値の違いによる路面画像の変化を図-3に示す。

(3) 明るさレベルのしきい値の設定

明るさレベルのしきい値を設定する方法として、施工1年未満のはがれが無い新設遮熱性舗装の路面画像から設定する方法および、上記の路面画像に加えて遮熱材を塗布していない低騒音舗装の路面画像の2つの画像を用いて設定する方法が考えられた。そのため、以下の2つの方法でしきい値を設定し、それぞれのしきい値により求めたはがれ面積率の比較を行うこととした。

設定方法①: 新設遮熱性舗装の画像データから設定する方法

設定方法②: 新設遮熱性舗装と低騒音舗装の画像データから設定する方法

設定方法①では、新設遮熱性舗装の画像データを用いて、はがれ有無の境界とする明るさレベルを変化させていき、はがれが無い(画像全面が白い状態)状態となった明るさレベルの境界値をしきい値とする方法である。

また、設定方法②では、新設遮熱性舗装と低騒音舗装の画像を用いて、それぞれの代表箇所と考えら

れる1m四方における明るさレベルの平均値を求め、それら2つの平均値を平均した値をしきい値とする方法である。

上記の2つの方法により昼間および夜間測定としきい値の設定結果を表-2示す。

表-2 しきい値設定結果

設定方法	昼間測定	夜間測定
方法①	39	65
方法②	70	115

(4) 路面画像の評価範囲

路面画像からはがれ面積率を評価する範囲は、対象路線における1車線のうち延長100mを評価範囲とした。この評価範囲内の画像を判読する際に、図-4の3パターンの方法で判読し、方法による違いの比較を行った。

パターン①：100m区間全域

パターン②：車線全幅×1mを延長方向に3箇所

パターン③：OWPとBWPでの1m格子を延長方向にそれぞれ3箇所

パターン②および③については、100m区間を4等分し、その境界で判読を行った。また、路面標示とマンホールについては、判読範囲から除外した。

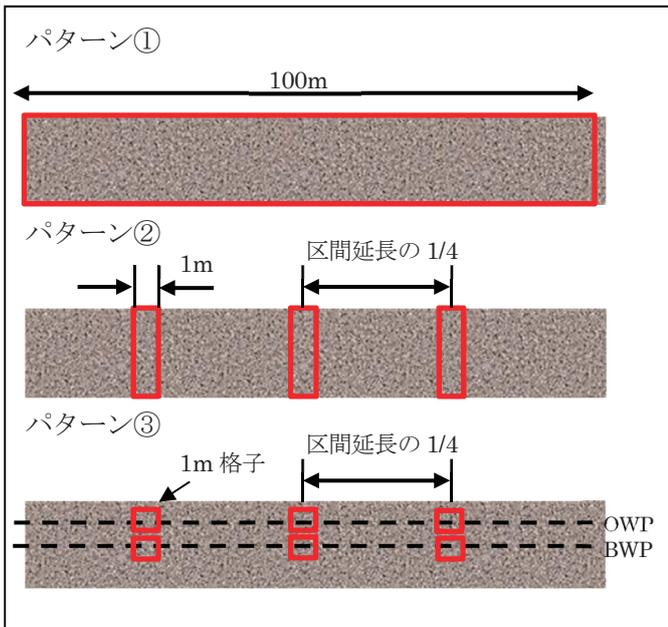


図-4 はがれ面積率の評価範囲

3. 検討結果

(1) 測定時間帯によるはがれ面積率算出の比較

表-2のしきい値を用いて昼間および夜間に測定した路面画像からはがれ面積率を算出した結果を表-3に示す。表-3では、はがれ面積率に加え、現地踏査による人の目ではがれ状況を判定した目視ランクを合わせて示している。目視ランクとはがれ状況の関係を表-4に示す。また、図-5から図-8に測定時間および設定方法による目視ランクとはがれ面積率の関係を示す。

図より、昼間測定した結果(図-5および図-6)よりも夜間測定した結果(図-7および図-8)の方が、目視ランクが大きくなるに伴い、はがれ面積率が大きくなる傾向を強く示している。これは、昼間測定では路面への太陽光の反射や建物等の日陰が判定に影響したものと考えられる。また、同じ時間帯では方法①よりも方法②の方が目視ランクに近いはがれ面積率の結果となっている。これは、新設舗装の画像データのみでしきい値を設定するよりも遮熱材が塗布されていない

表-3 昼間および夜間測定結果

調査箇所	はがれ面積率(%)				目視ランク	施工年度	経過年度
	昼間測定		夜間測定				
	方法① しきい値 = 39	方法② しきい値 = 70	方法① しきい値 = 65	方法② しきい値 = 115			
S00	0.0	2.0	0.0	2.5	1	H26	1
S01	35.6	93.4	21.7	75.2	3	H19	8
S04	3.0	30.8	9.2	52.8	3	H20	7
S08	0.3	40.9	19.2	77.0	5	H20	7
S09	0.2	10.1	24.1	82.6	5	H21	6
S11	0.0	6.1	23.8	80.8	4	H21	6
S12	1.1	44.7	2.3	40.7	2	H21	6
S14	0.0	0.5	8.7	55.4	3	H21	6
S15	1.0	37.7	5.8	53.3	2	H21	6
S16	0.1	22.3	7.5	53.1	5	H21	6
S19	0.6	51.0	18.8	75.2	4	H21	6
S20	5.9	42.4	14.9	56.9	5	H21	6
S24	31.1	86.5	10.7	60.2	3	H22	5
S25	17.6	93.6	19.5	85.4	3	H22	5
S27	14.3	70.3	10.8	61.6	4	H23	4
S28	6.6	73.7	10.5	59.7	3	H23	4
S29	4.3	58.2	2.0	26.3	1	H23	4
S32	6.1	47.2	11.5	63.8	3	H23	4
S34	0.0	31.1	15.5	66.2	4	H23	4
S35	7.9	89.6	7.3	63.8	4	H23	4
S36	0.0	5.0	1.9	23.1	3	H24	3
S37	0.0	29.3	17.9	73.4	4	H24	3
S39	0.3	8.5	1.9	28.8	2	H24	3
S40	0.0	2.7	4.1	63.3	4	H24	3
S41	0.1	47.3	2.5	35.6	3	H24	3
S42	0.2	37.3	5.8	50.5	2	H24	3
S43	0.0	10.7	12.3	57.6	4	H25	2
S44	0.1	15.7	2.9	40.5	2	H25	2
S45	0.1	32.1	4.1	37.8	4	H25	2
S46	3.7	61.2	7.5	49.7	3	H25	2
S47	0.5	33.2	1.1	23.9	3	H25	2
S48	12.3	95.3	22.5	87.4	3	H21	6
S49	23.1	91.4	20.2	76.2	4	H22	5

舗装の路面画像も合わせて用いた方が、人が見た感覚に近い結果となるしきい値を設定出来ることを表している。そのため、はがれ面積率算出にあたっては、測定時間帯としては夜間、しきい値の設定方法としては設定方法②が適切であると考えられる。

表-4 はがれ状況と目視ランクの関係

目視ランク	遮熱性舗装のはがれ状況
1	はがれは発生していない
2	局部的なはがれが散見される
3	IWP、OWP 部に連続してはがれが生じている
4	IWP、OWP 部とその周辺にはがれが生じている
5	全面にはがれが生じている

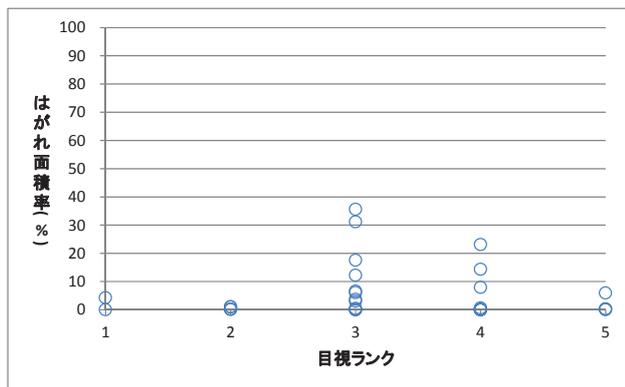


図-5 測定時間および設定方法による目視ランクとはがれ面積率の関係(昼間：方法①)

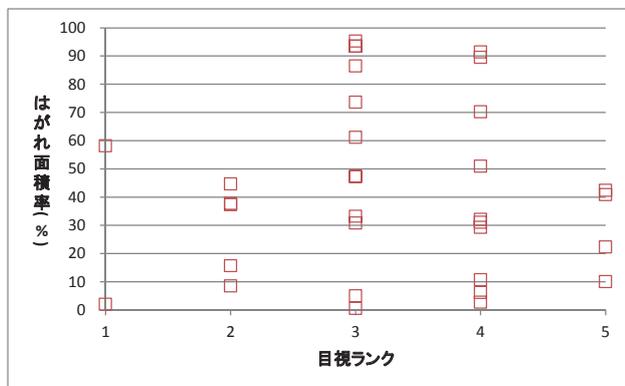


図-6 測定時間および設定方法による目視ランクとはがれ面積率の関係(昼間：方法②)

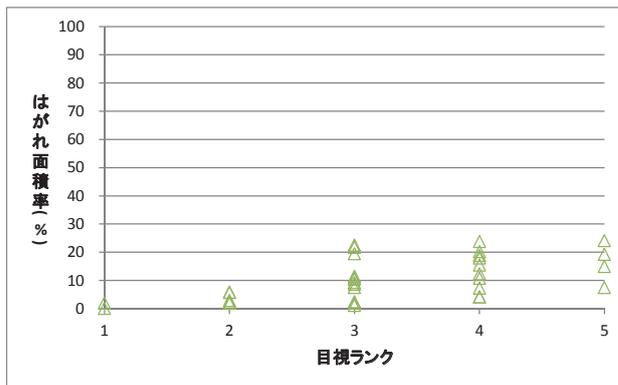


図-7 測定時間および設定方法による目視ランクとはがれ面積率の関係(夜間：方法①)

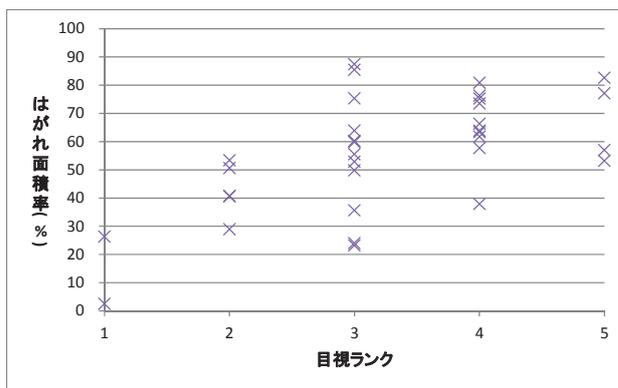


図-8 測定時間および設定方法による目視ランクとはがれ面積率の関係(夜間：方法②)

(2) 評価範囲の比較

評価範囲をパターン①からパターン③とした場合ははがれ面積率の比較を行った。表-5 および図-9 にパターン毎のはがれ面積率を示す。また、パターン①と②とはがれ面積率の比較を図-10、パターン①と③の比較を図-11 に示す。ここで、測定時間帯は夜間、しきい値の設定方法は方法②で行った。

図-10 および図-11 より、100m区間全てを評価したパターン①と比較して、パターン②および③もほぼ同じ値を示している。そのため、今回の検討では評価範囲による差が生じない結果となった。しかし、パターン②および③では評価位置の決定に人の判断が介在するため、結果に個人差が生じるおそれがある。

また、100m区間において局所的なはがれが生じている場合、評価箇所の設定によっては全域を評価するパターン①と算出結果が異なることも考えられる。一方で、パターン①は 100m区間全域を評価するため、②や③に比べてはがれ面積率の算出に時間がかかること

が想定されたが、実作業においては、パターンによる作業時間は大きな差はなかった。そのため、はがれ面積率算出における評価範囲としては、局所的なはがれなどにも対応可能なパターン①が良いものと考えられる。

表-5 評価範囲によるはがれ面積率の比較

調査箇所	評価範囲別はがれ面積率(%)			目視ランク	施工年度	経過年度
	パターン①	パターン②	パターン③			
S00	2.5	2.3	2.2	1	H26	1
S01	75.2	73.4	67.5	3	H19	8
S04	52.8	38.5	33.6	3	H20	7
S08	77.0	80.6	81.6	5	H20	7
S09	82.6	82.9	79.3	5	H21	6
S11	80.8	81.7	77.5	4	H21	6
S12	40.7	38.6	34.9	2	H21	6
S14	55.4	54.8	53.1	3	H21	6
S15	53.3	47.7	45.7	2	H21	6
S16	53.1	58.0	50.4	5	H21	6
S19	75.2	76.1	72.2	4	H21	6
S20	56.9	59.4	56.9	5	H21	6
S24	60.2	59.7	58.1	3	H22	5
S25	85.4	86.5	85.4	3	H22	5
S27	61.6	62.6	51.3	4	H23	4
S28	59.7	59.0	53.5	3	H23	4
S29	26.3	23.8	24.0	1	H23	4
S32	63.8	64.2	63.3	3	H23	4
S34	66.2	63.4	54.8	4	H23	4
S35	63.8	66.3	58.7	4	H23	4
S36	23.1	24.5	23.9	3	H24	3
S37	73.4	75.4	71.2	4	H24	3
S39	28.8	27.5	23.9	2	H24	3
S40	63.3	61.3	71.9	4	H24	3
S41	35.6	34.1	26.7	3	H24	3
S42	50.5	52.2	42.1	2	H24	3
S43	57.6	57.9	56.3	4	H25	2
S44	40.5	42.3	44.1	2	H25	2
S45	37.8	38.7	37.5	4	H25	2
S46	49.7	51.0	48.4	3	H25	2
S47	23.9	24.2	25.1	3	H25	2
S48	87.4	87.8	82.8	3	H21	6
S49	76.2	75.9	77.3	4	H22	5

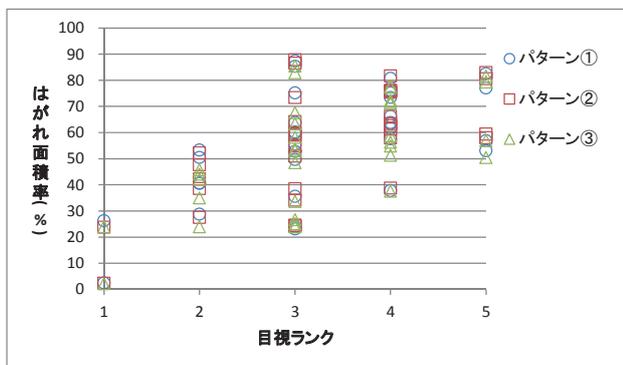


図-9 評価範囲による目視ランクと
はがれ面積率の関係

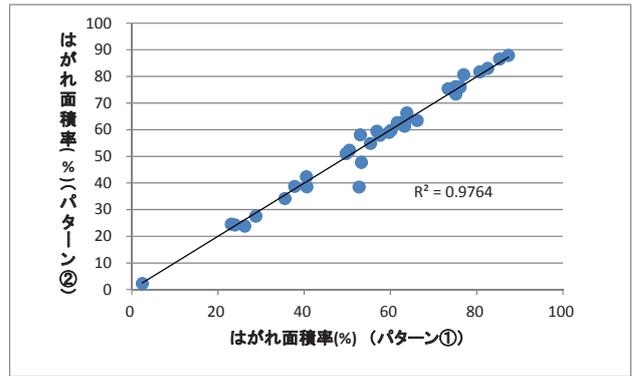


図-10 パターン①と②でののはがれ面積率の比較

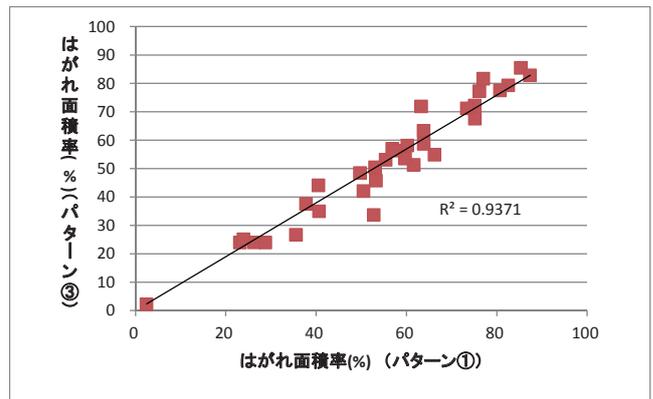


図-11 パターン①と③でののはがれ面積率の比較

(3) 経過年数によるはがれ面積率の変化

遮熱性舗装施工後の経過年数によるはがれ面積率の変化を確認した。図-12 に経過年数とはがれ面積率の関係を示す。ここで、はがれ面積率は夜間測定における設定方法②の設定方法とし、評価範囲はパターン①とした。

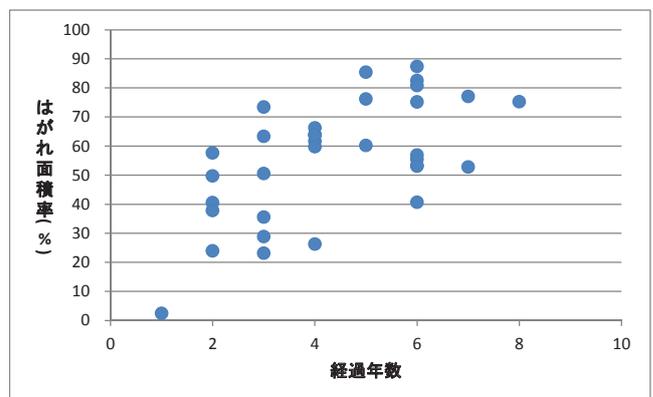


図-12 経過年数とはがれ面積率の関係

図-12 より、同じ年数にてばらつきがあるものの、全体的な傾向として、経過年数が大きくなるほどはが

れ面積率が増加していることが分かる。ここで、ばらつきが生じている理由としては、当該箇所の交通量や通行車両の走行環境等による様々な道路環境条件の違いにより生じているものと考えられる。

4. まとめ

路面性状測定車により撮影した路面画像を用いて、明るさレベルをしきい値として画像を解析することで遮熱性舗装のはがれ状況を示すはがれ面積率を算出することができた。また、撮影する時間帯やしきい値の設定方法、評価範囲などを検討した結果、以下の設定等を行うことで目視に近いはがれ面積率の算出ができることが分かった。

- ①夜間測定した画像を用いる
- ②新設遮熱性舗装と低騒音舗装の画像データからしきい値を設定する
- ③評価範囲は1車線100m区間全域とする

また、図-13のようなはがれ面積率と路面画像、前方写真を今後さらに整理していくことで、はがれ状況を定量的、定性的な視点の両面から評価する上での参考資料となるものと考えられる。

はがれ面積率算出における今後の課題としては、しきい値の設定方法について、使用する機器や初期値設定のために採用した新設舗装の状態によって、算出されるはがれ面積率が異なる可能性がある。そのため、今後はしきい値の設定方法の一般化を図るべく、設定方法について検討を進める予定である。

はがれ面積率	路面画像	前方写真
約 0%		
約 20%		
約 40%		
約 60%		
約 80%		

図-13 はがれ面積率と路面画像の関係
および前方写真

参 考 文 献

- 1) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧【第一分冊】、平成19年6月、[1]-157～[1]-166