

九州におけるアスファルト混合物の剥離現象について

九州地方建設局 久留米技術事務所 正員 谷 本 誠 一

1 まえがき

アスファルト舗装が広く施工されるようになってから数年を経過してゐるが、最近の交通量の増加と車輛重量の過大に伴ない舗装が予期以上に早く破壊を生じてゐる。が各所で見られ、その使用成績は満足なものとはいへない。この破壊原因については、交通条件の悪化の外に下層支持層の工質、気象などその地域的条件と、設計・施工上の問題など関係する因子の数が非常に多い。これより明確に掴めず、問題が山積されてゐる。が九州のアスファルト舗装の現状で、今後の調査・研究の成果を待つといふところであろう。

このようななかで、最近アスファルト舗装の破壊の重要な因子と考えられるアスファルト混合物の剥離（骨材に被覆したアスファルトの剥離）という現象が表-1に示すように各所を発生し、新しい大きな問題として取りあげられてゐる。こゝでは、このアスファルト混合物の剥離現象の問題について九州の地域的条件を加味しながらその概要を述べるものである。

2. 剥離現象の発生状況

表-1. 九州におけるアスファルト混合物の剥離状況

番号	発生地	施工年度	舗装構成	骨材の種類	A/C下の質	路面状況	剥離状況
1	熊本	S40	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石	埴川玉研 砂岩ナリ	火山灰土	異状なし	①、②ともに剥離
2	八代	S38	①5 ^{cm} +15 ^{cm} ソルセメント (シラス)	埴川玉研 砂岩	火山灰土	夏季流動 冬季亀裂	①、②ともに剥離
3	八代	S39	①5 ^{cm} +15 ^{cm} ソルセメント (シラス)	埴川玉研 砂岩	火山灰土	夏季流動	①、②ともに剥離
4	鹿児島	S41	①5 ^{cm} +②6.9 ^{cm} +左A/C	安山岩	火山灰土	異状なし	①、②ともに剥離
5	鹿児島	S40	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石	安山岩	火山灰土	亀裂	①、②ともに ①、②ともに剥離
6	鹿児島	S40	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石+粒調研石	安山岩		亀裂	①、②ともに ①、②ともに剥離
7	宮崎	S40	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石	本庄川研 砂岩	火山灰土	異状なし	②下部若干剥離
8	延岡	S40	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石	五ヶ瀬川 砂岩		ポットホール	①、②ともに剥離
9	大分	S39	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +ソルセメント(火山灰)	安山岩	火山灰土	亀裂	①剥離
10	福岡	S39	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石	緑色片岩		亀裂	①、②ともに ①、②ともに剥離
11	福岡	S38	①5 ^{cm} +ソルセメント	緑色片岩		亀裂	①、②ともに剥離
12	熊本	S37	①5 ^{cm} +②5 ^{cm} +粒調研石	埴川玉研 砂岩ナリ		亀裂	①、②ともに ①、②ともに剥離

注) ①は密粒度アスファルトコンクリート、②は粗粒度アスファルトコンクリート

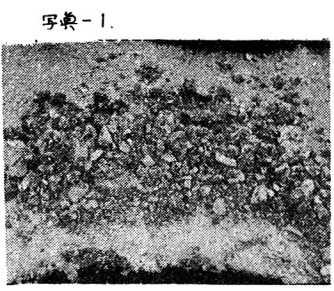
最初アスファルト混合物の剥離現象を取り上げたのは昭和39年度シラスを母材としたソルセメントを基層とした山岳道路の舗装であったが、その後2、3箇所が発生したことから一般国道の3、10号線を対象として昭和41年9月ランダムに14箇所調査した結果表-1に示す箇所においてアスファルト混合物の剥離現象の発生が認められた。

この剥離現象は、施工後最初の春先から初夏に

かけて急激に発生し、供用期間の極めて短い時期に発生している。またこの発生は表-1に示すように使用骨材の種類では砂岩が一番多く、ついで安山岩(吸水量の大きい)の順で、石灰岩、玄武岩を使用した箇所にはこの剥離現象はみられなかった。下層の工質では、シラス、コナなど安山灰土地帯で多く発生しているようである。この剥離現象を生じた路面状況は、その初期にフダチ堀れ、波、ポットホールなどの型で異状を発生し、その後冬季を経過するに従って亀裂を生じることがほとんどであった。

3. 剥離したアスファルト混合物の状態とその性状

剥離したアスファルト混合物は、車輛の繰り返し荷重とツイスト、スラストにより大きくみだれどおり、骨材は層状になっていた。アスファルトは写真-1に示すように骨材から剥離し、歴青中水の状態で茶褐色を呈し骨材間隙の大きい箇所に集中しており、このアスファルトは20℃程度の気温下で指先に簡単に付着し、その粘性特性は失われた状態であった。その進行状態はほとんど舗装(断面的に)の下部から発生し上部に移行していることが観察により判明した。



また剥離したアスファルト混合物のマーシャル性状は、表-2に示すように安定度が大きく低下し安定度/フローは20以下という値を示している。このマーシャル安定度の低下が舗装の破壊に大きく影響したものと推察される。

表-2 剥離したアスファルト混合物の性状の一例

品質特性		設計値	x_{max}	x_{min}	R	$\bar{x}$	n	σ	$\sqrt{V}$	Mの信頼限界 (95%)	平均値の 差の検定
厚さ (cm)		5.0	6.3 6.6	4.9 5.0	1.4 1.6	5.30 5.90	8	0.47 0.50	0.50 0.54	4.88 ~ 5.72 5.45 ~ 6.35	有意差なし
密度 (g/cm ³)		2.310	2.357 2.380	2.305 2.333	0.052 0.047	2.333 2.349	7	0.017 0.013	0.019 0.014	2.332 ~ 2.335 2.348 ~ 2.351	"
空隙率 (%)		6.0	5.14 5.28	3.51 4.31	1.63 0.92	4.354 4.907	7	0.327 0.327	0.359 0.350	4.637 ~ 5.183 4.637 ~ 5.183	"
空隙率 (%)		3.6	6.7 4.6	3.7 2.4	3.0 2.2	5.08 3.40	7	0.88 0.76	0.95 0.81	4.15 ~ 5.91 2.72 ~ 4.08	5%有意水準 で差あり
飽和度 (%)		79.1	76.1 82.9	56.1 68.3	20.0 14.6	66.36 76.94	7	5.48 4.95	5.92 5.29	60.93 ~ 61.87 72.48 ~ 81.32	"
安定度 (kg)		1,195	535 1,409	344 758	191 651	449.6 1,064.5	13	57.8 182.4	60.1 195.4	413.7 ~ 485.5 905.3 ~ 1,223.7	1%有意水準 で差あり
70-値 (% _{max})		33	28 40	20 24	8 16	24.5 34.9	13	1.8 5.4	1.9 5.6	23.4 ~ 25.6 30.5 ~ 39.3	"
安定度 / 70-値 (kg / % _{max})		36.2	21.7 40.0	13.8 25.7	7.9 14.3	18.40 30.75	13	2.34 4.56	2.44 4.87	16.94 ~ 19.86 26.28 ~ 36.72	"
粒度	3/8 Pass (%)	76.8	78.5	66.0	12.5	71.87	10	3.75	3.96	69.66 ~ 73.90	
	No.8	40.2	43.0	39.0	4.0	40.06	10	1.16	1.22	39.19 ~ 40.93	
	No.200 "	6.8	12.0	9.0	3.0	9.52	10	0.82	0.87	8.90 ~ 10.14	

注: 細字は剥離したアスコン、太字は良好箇所。

4. 原因と問題点
通常アスファルトが骨材から剥離する要因としては、剥離試験にみられるように、水、温度、攪拌(振とう)作用の3つが挙げられ、その剥離の度合は、材料であるアスファルト骨材の付着特性によるものであろう。

これを舗装としてのアスファルト混合物について考えて見ると、次に示すように剥離に関係する因子は複雑多岐にわたっている。

- 1). 水 …………… 気象(降水量)条件, 道路の地形と路盤および地下排水状況, 路盤および基層の含水性状, アスファルト混合物の透水性, 路面排水など。
- 2). 温度 …………… 気象(気温 日射時間)条件, 路盤 基層など含水層上のアスファルト混合物の厚さ(鋪装構造),
- 3). 攪拌 …………… 交通(交通量とその重量, 車輛の走行特性)条件, 路盤 基層など含水層上のアスファルト混合物の厚さとその強度特性(鋪装構造),
- 4). 材料の付着特性 …………… アスファルト 感温性(P.I.), アスファルテンの量(成分)
…………… 骨 材, シリカ含有量 表面粗度 吸水量
- 5). 混合物の性状 …………… アスファルト含有量(敷設量) フィラー/アスファルト,

これらの要因の幾つかが重なり合つてアスファルト混合物の剥離を発生するものと考えられる。例えば、同一条件(鋪装構造, 材料, 配合)で施工され、最初の夏季に地区全域に剥離現象が発生した場合に於いても 防災トンネルによって直射日光を遮ざれば鋪装の温度の低い箇所は健全であつたしまた車輪の通過しない路肩部はこの剥離現象は見られなかつた。

また含水層上のアスファルト混合物の厚さが(他の条件は同一)1層5cmの箇所は剥離したが、2層10cmの箇所は健全であつた例もある。

以上のようにアスファルト混合物の剥離は、材料の付着特性と混合物の性状に欠陥がある場合1), 水, 2) 温度, 3) 攪拌のうちの要因によつて発生する。このうちの要因のうちいずれか一つが欠ければ剥離現象は発生しないと考えることができよう。次に各因子と剥離との関係は表-3の如く考えられよう。

表-3 各因子とアスファルト混合物の剥離の関係

要因	水	温 度	攪 拌	材 料		混合物の性状
				アスファルト	骨 材	
剥離を発生しやすい場合	降水量が多い 路盤 地下排水の不度 アスコン下の路盤が基層を含水層 アスコンの透水性大 路面排水の不度	気温が高い 日射時間が長い 路盤 基層が含水層上のアスコンの厚さが薄い	交通量が少くその重量大 車輛の走行が加速減速激しい 箇所が多い 路盤 基層が含水層上のアスコンの厚さが薄い	感温性大 その他	シリカ含量大 表面粗度大 吸水量大	アスファルト含有量小 フィラー/アスファルト小 強度不良
剥離を発生しにくい場合	降水量が少い 路盤 地下排水良好 アスコン下の路盤が基層を含水層 アスコンの透水性小 路面排水良好	気温が低い 日射時間が短い 路盤 基層が含水層上のアスコンの厚さが厚い	交通量が多いその重量小 車輛の走行良好 路盤 基層が含水層上のアスコンの厚さが厚い	感温性小 その他	シリカ含量小 表面粗度小 吸水量小	アスファルト含有量大 フィラー/アスファルト大 強度良好

これらの要因のなかを九州の地域的条件として次のようなことを考えられる。

- 1). 九州地方の気象は6月～7月の気温上昇期に非常に雨が多いこと。
- 2). 九州には 前述のようにシラス ヨナなど親水性に富む粘土鉱物(アロファン)を主成分とする火山灰土が広く分布していること。
- 3). 九州地方の骨材は 表-4に示のようにシリカの含有量が多い親水性に富む砂岩 安山岩が多いこと。

このような地域的悪条件
の上で今後この剥離現象に
対処するには次のような問
題を説明する必要があると
思う。

表-4 九州の主な骨材の化学成分

採取場所	岩石名	化 学 成 分							
		lg-Loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Total
福岡県粕屋郡久山町	角閃石	4.1	52.6	14.4	10.0	9.7	5.6	0.0	96.4
〃 宗像郡宗像町	角閃安山石	5.8	53.7	18.0	8.6	7.5	3.6	0.0	97.2
〃 北九州市門司区白野	砂 岩	4.9	60.2	16.1	6.1	4.8	2.1	0.0	94.2
佐賀県唐津市岩野	玄武岩	1.4	48.6	18.4	11.6	9.2	7.2	0.0	96.4
長崎県東彼杵郡川棚町	〃	2.0	58.2	19.0	7.8	6.0	2.8	0.0	95.8
〃 大村市	安山岩	1.7	63.7	16.8	5.9	4.9	2.9	0.0	95.9
熊本県熊本市(緑川工研)	砂岩・珪岩	2.4	69.9	12.6	4.8	3.1	1.9	0.0	94.7
〃 八代市(球川工研)	砂 岩	2.0	72.9	13.2	4.3	2.5	1.6	0.0	96.5
大分県大分市(大野川工研)	〃	1.7	70.4	13.8	4.4	2.7	1.6	0.0	94.6
宮崎県東諸県郡(枝川工研)	〃	3.5	76.9	10.9	3.5	1.0	1.2	0.0	97.0
大分県津久喜市	石灰岩	42.2	1.4	0.4	0.3	55.0	0.5	0.0	99.8
宮崎県延岡市(五瀬川工研)	砂 岩	4.4	70.8	14.2	4.4	0.6	1.8	0.0	96.2
鹿児島県鹿島市	安山岩	1.5	61.7	16.2	6.5	5.9	3.3	0.0	95.1
〃 鹿屋市	玄武岩	2.4	49.7	14.5	15.7	8.7	6.2	0.0	97.2
宮崎県北諸県郡三股町	砂 岩	2.0	74.6	12.9	2.6	0.8	1.0	0.0	93.6
熊本県鹿本郡植木町	緑色片岩	3.6	48.7	13.3	12.8	11.9	5.0	0.0	97.6
鹿児島県鹿島市	安山岩	1.4	65.4	16.1	5.8	4.9	1.5	0.0	95.1

1). 使用材料の付着性お
とバースファルト混合
物の耐水性などがどう
剥離に影響するかの。

2). シラス、ヨナなど親
水性富む火山灰土の排
水、耐水処理を如何に
するかの。

3). 2)のような火山灰土
で安定処理を行った場
合構造設計を如何にするかの。

4). 実際舗装の剥離現象(実用性状)と現在行っている剥離試験、水浸マーシャル試験の値がどう
いゆう関係にあるかの。

5). 施工管理、特に品質管理を如何に徹底するかの。

このようにアスファルト混合物の剥離現象は、アスファルト舗装全般に共通した問題点が多く含
まれ、その対策が急がれるところである。

現在この問題については、九州地域全般にわたってアスファルト、骨材など材料調査と併行して、
舗装工事の施工調査を行っているが、一朝一夕には問題解決には至らないので、暫定的な基準を作り
これに対処するところが急務と考えている。

5. あとがき

以上九州地方におけるアスファルト混合物の剥離現象について述べたが、一部特定箇所を除き調査
も不十分であり、その原因、今後の対策など決まらずに掴めなかった。しもしながら幾つかの調査によ
り九州の舗装の新しい問題点に手がかりが掴めたことを述べて本報告を終りたい。

なお、この剥離現象について御意見、御指摘をいただければ幸いです。

参考文献

新編 道路工学 竹下春見

南九州における火山性積上“シラス”に関する文献集録 春山元寿 山内豊昭