

九州の高速道路舗装の耐久性に及ぼすアスコン層厚と表層工種の影響

元西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 調査設計第二部	正会員	鶴窪 廣洋
西日本高速道路(株)九州支社 建設・改築事業部	正会員	浜崎 智洋
福岡大学 工学部	正会員	佐藤 研一

1. はじめに

高速道路のアスファルト混合物(以下、アスコン)層厚の変動と損傷は、以下の経緯を辿っている。日本初の名神高速道路のアスファルト舗装は、当時の JH 設計要領からアスコン厚が、表層・基層合わせて 10cm と路盤に砕石ベース、切込み砂利サブベースの舗装構成であった。しかし、アスコンの厚さ不足により供用後、2～3 年からひび割れが発生した。この経緯から東名高速道路以降は、上層路盤にアスファルト安定処理路盤(アスベース以下、ABa)工法の採用により、この上層路盤を含むアスコン層厚(以下、アスコン厚)は、18～25cm と増加し、舗装構造は強化された。しかしながら、高速道路のネットワークの拡充により、交通の量・質の状況の変化に伴い舗装の損傷は、混合物に起因する表層以下のわだち掘れが多く発生した。一方、高速道路の表層は交通事故対策等のため、空隙率を大きくして雨天時の雨水を表層から基層面で排水する排水性(高機能)舗装が採用されている。この高機能舗装は、混合物に高粘度バインダーの使用による混合物の強化と高空隙率のため、路面温度上昇が抑制されることから、わだち掘れは解消された^{1), 2)}。

そこで本報告は、九州におけるこれまでの舗装の耐用年数と補修工事歴と FWD 計測による損傷判定結果を用いて、アスコン厚と表層工種が舗装の耐久性に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

2. 九州における舗装の耐久性の分析

2-1 アスコン厚の影響

九州管内の高速道路では、特に交通量が少ない区間において供用後、2～3 年から路面にひび割れが生じ、雨水の浸入により ABa 層の損傷へと広がり、ABa 層の補修が多く見られた³⁾。これは、NEXCO 設計要領で上層路盤を含む最小アスコン厚(18cm)の規定に起因する損傷であると考えられる。そこで、九州管内における損傷実態をアスコン厚(ABa 含む)に着目し、過去の補修記録(2014 年時点で 111 インター間の補修データ)を用いて供用から ABa 層補修までの期間(アスコンが全層打換えとなり舗装の機能が低下)を耐用年数として分析した。なお、表層の工種の違いによる損傷の進行進も予測されるため、密粒度舗装(以下、密粒)と高機能舗装(以下、高機能)の工種別に分けて集計し、アスコン厚と耐用年数の関係を分析して図-1、2 に示す。なお、図-2 に示す高機能は、密粒に比べ採用された年数が浅く、ABa 層補修歴のある t=18、20cm のデータで整理したものであり、同じアスコン厚で密粒の耐用年数と比較すると高機能は、約 1/2 と短くなっている。図-1 から最小アスコン厚(18cm)の耐用年数を 1 として、その倍率でみると、t=20cm は 1.4(22.8 年/16.0 年)倍、t=22cm が 1.6 倍、t=25cm は 1.9 倍、t=30cm も 1.9 倍となっている。また、これ以上厚さが増えても耐用年数の上限となる最適な厚さが 25～30cm になるという結果が得られた。これらの結果をみると舗装の耐久性を支配する最大の要因が最小アスコン厚の見直しであることがわかる。

2-2 表層工種の別影響

一般的にたわみ量は、舗装の健全度評価の指標になっている。九州の高速道路におけるこれまで FWD で測定した約 15,000 箇所データの集計を表-1 に示す。この表から測定箇所のコア採取による損傷判定別に表層工種、ア

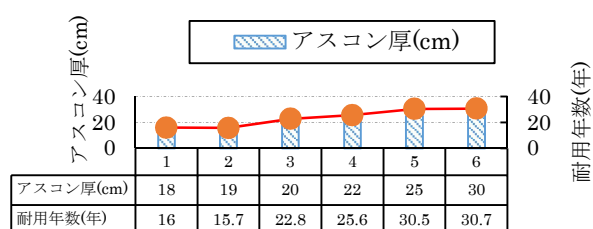


図-1 アスコン厚と ABa 補修までの期間(密粒度舗装)

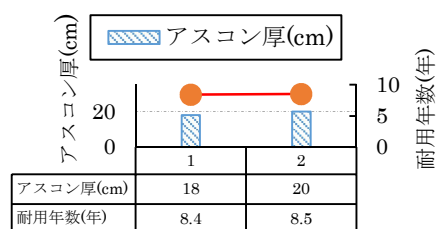


図-2 アスコン厚と ABa 補修までの期間(高機能舗装)

スコン厚の各 D₀ 値について集計した結果を用いて、舗装の耐久性の検討を行う。なお、データ数の割合は、アスコン厚 (ABa 含む) に対し、割合の高い順に、18cm:37%、19cm:18%、30cm:16%、残りは 7%以下である。高機能と密粒の割合は、それぞれ 54%と 46%とほぼバランスしている。同様に A 判定 (ABa 層までの補修)、B 判定 (基層までの補修)、C 判定 (表層の補修) がそれぞれ 45%、34%、21%となっている。次に、損傷判定 A について、アスコン厚と表層工種別に D₀ と損傷率の相関性を表-2 に示す。表から相関係数の高いのは、高機能のコア損傷判定 A、B および密粒のコア損傷判定 A である。また、コア損傷判定に基づく、高機能と密粒のたわみ量の比較を損傷判定 A について図-3 に示す。なお、損傷判定 B、C は図を省略して、高機能と密粒のたわみ量の関係を式のみで示す。

表-1 損傷判定別表層工種・アスコン厚毎の FWD 測定値 D₀ の集計結果

A判定						B判定						C判定						合計
高機能舗装			密粒舗装		データ数（高機能＋密粒）計	高機能舗装			密粒舗装		データ数（高機能＋密粒）計	高機能舗装			密粒舗装		データ数（高機能＋密粒）計	
アスコン厚さ t (cm)	データ数	D o (mm)	データ数	D o (mm)		アスコン厚さ t (cm)	データ数	D o (mm)	データ数	D o (mm)		アスコン厚さ t (cm)	データ数	D o (mm)	データ数	D o (mm)		
18	2397	0.572	931	0.397	3328	18	1230	0.291	568	0.208	1798	18	465	0.168	147	0.109	612	
19	13	0.465	1302	0.351	1315	19	25	0.275	1366	0.200	1391	19	32	0.194	86	0.124	118	
20	88	0.523	1	0.502	89	20	256	0.303	5	0.253	261	20	343	0.192	8	0.144	351	
22	131	0.372	233	0.302	364	22	110	0.257	4	0.177	114	22	10	0.180	0	-	10	
24	445	0.457	0	-	445	24	291	0.284	0	-	291	24	357	0.165	0	-	357	
25	70	0.541	115	0.326	185	25	113	0.274	328	0.243	441	25	978	0.130	30	0.187	1008	
26	35	0.360	0	-	35	26	28	0.262	0	-	28	26	4	0.201	0	-	4	
29	102	0.329	0	-	102	29	44	0.211	0	-	44	29	173	0.105	2	0.149	175	
30	101	0.283	869	0.223	970	30	228	0.178	645	0.155	873	30	147	0.129	370	0.122	517	
計	3382		3451		6833	計	2325		2916		5241	計	2509		643		3152	15226
平均		0.459		0.350				0.263		0.206				0.153		0.139		
割合%	49.5		50.5		100	割合%	44.4		55.6		100	割合%	54.0		46.0		20.4	

たわみ量の関係は、それぞれ式-1、式-2 および式-3 になる。

$$\text{コア損傷判定 A} \quad y=0.637x+0.0576 \quad (R^2=0.5692) \quad \text{式-1}$$

$$\text{〃} \quad B \quad y=0.6842x+0.0261 \quad (R^2=0.657) \quad \text{式-2}$$

$$\text{〃} \quad C \quad y=0.5948x+0.0528 \quad (R^2=0.6385) \quad \text{式-3}$$

ここに、y：密粒たわみ量 (mm)、x：高機能たわみ量 (mm)

密粒に対する高機能のたわみ量の倍率は、式-1～3 に高機能の

D₀ の大きい値 0.5mm と平均的な値 0.3mm を入れて試算し、

表-3 に示す。表から密粒と高機能のたわみ量は、

コア損傷判定の程度に関わらず、高機能のたわみ量が約 1.3 倍大きくになっている。

2-1 で述べたように、アスコン厚が耐用年数に影響を与えており、その中で密粒に比べ高機能の耐用年数が低いのは、後者のたわみ量の大きいことも影響していると考えられる。

3. まとめ

1) 舗装の耐久性を支配する最大の要因は、アスコン厚であり、これ以上厚さが増えても耐用年数が上限となる最適な厚さは 25～30cm の範囲にあることが明らかになり、最小舗装厚の見直しも必要である。

2) 舗装の耐久性は、アスコン厚に左右されるが、更に表層の工種別による両舗装のたわみ量の関係の解析を行うと、密粒に比べ高機能のたわみ量が大きく、たわみ量の影響もあることが示された。

【参考文献】

- 1) 鶴窪廣洋、板倉秀和：九州地区の高速道路技術の変遷と技術的取り組み、舗装、pp9～10、2015.04、Vol.50、No.04
- 2) 七五三野茂、皆方忠雄：日本道路公団における排水性舗装の現況と課題、アスファルト、pp19、1998.4、Vol.41、No.196
- 3) 上原盛久、福島剛：九州におけるクラック発生原因に関する一考察、NEXCO西九州支社業務研究、pp100174、2012.10

表-2 アスコン厚ごと高機能舗装と密粒舗装の FWD 測定値 D₀ と損傷判定の相関性

(上段:相関係数 R, 下段: R²)

〃 : |R| = 0.7～1 (かなり強い相関がある)

項目		アスコ ン厚さ (cm)	デー タ数	D 0 (mm)	デー タ数	D 0 (mm)	データ数 (高機能 +密粒) 計
表層種別				高機能		密粒	
コア 損傷 判定	A	18～30	3382	0.772	3451	0.746	6833
				0.596		0.558	
	B	"	2325	0.834	2916	0.450	5241
				0.697		0.203	
	C	"	2509	0.680	643	0.317	3152
				0.463		0.101	
計				8216		7010	15226

表-3 密粒舗装と高機能舗装の推定たわみ量 (コア損傷判定 A)

項目	コア損傷判定A	コア損傷判定B	コア損傷判定C	平均値
高機能舗装たわみ量 D ₀ (mm) : x	0.5	0.5	0.5	0.5
密粒舗装 y	0.38	0.37	0.35	0.37
密粒舗装に対する高機能舗装の倍率: x/y	1.32	1.35	1.43	1.35
高機能舗装たわみ量 D ₀ (mm) : x	0.3	0.3	0.3	0.3
密粒舗装 y	0.25	0.23	0.20	0.23
密粒舗装に対する高機能舗装の倍率: x/y	1.20	1.30	1.30	1.30

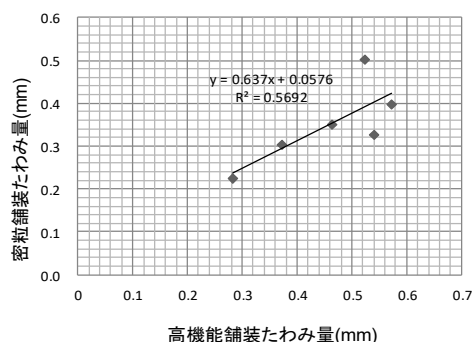


図-3 密粒舗装と高機能舗装のたわみ量の関係 (コア損傷判定 A)