

高速道路における密粒度アスファルト舗装の わだち掘れ量の実態調査と耐流動性の評価

飯田章夫¹，七五三野茂²，金田政博³，佐藤正和³

1正会員 日本道路公団試験研究所道路研究部 部長 (町田市忠生1-4-1)

2正会員 博(工) 日本道路公団試験研究所道路研究部 舗装研究室 室長 (町田市忠生1-4-1)

3正会員 日本道路公団試験研究所道路研究部 舗装研究室 主任 (町田市忠生1-4-1)

高速道路におけるわだち掘れ量の追跡調査内容を分析した結果、1日一方向当たりの大型車日交通量が5,000台/未満の区間においては、ストレートアスファルトを使用して目標DSは800以上とすることにより、5,000台以上の区間においては、改質アスファルトを使用し、目標DSは2,000以上とすることで、わだち掘れの進行を抑え、補修の時間間隔を現状と同等以上とすることができることが明らかとなった。また、回転式舗装試験機による改質アスファルトの性状に関する試験結果より、耐流動対策に使用する改質アスファルトの性状の参考値として、軟化点は60℃、60℃粘度は1000pa・s以上、タフネスは20N・m以上およびテナシティは15N・m以上が必要であることがわかった。ただし、データ数が限られており今後の調査が必要である。

Key Words : Plastic Flow Rutting, DS(Dynamic Stability), Modified Asphalt, Number of Heavy vehicle

1. はじめに

高速道路における舗装補修工事の主な損傷要因は従前より流動わだち掘れであり、現在、状況はかなり改善されているものの、なお、大きな位置を占めている。過去においては、1980年代の後半に流動わだち掘れによる損傷が著しくなり、早急な対応を求められた。このため、日本道路公団(以下、JHという)ではそれまでの摩耗わだち掘れに重点を置いたアスファルト混合物ならびに配合設計からの変更を余儀なくされ、平成4年4月に耐流動わだち掘れ用の混合物を導入するなど、設計要領の改定¹⁾を行った。

この改定では、耐流動性を向上させるために従来よりも粒度を粗くした密粒度アスファルト混合物を導入したことや改質アスファルトの適用を可能にしたことなどが特徴としてあげられるが、動的安定度(Dynamic Stability, 以下DSという。)を大型車交通量、地域区分に応じて目標値を掲げたことも特徴のひとつである。

本報告は、その後の高速道路におけるわだち掘れ量の追跡調査結果ならびに回転式舗装試験機による試験結果を踏まえ、密粒度アスファルト混合物を用いた舗装について耐流動性の評価を行い、目標とするDSや改質アスファルトの性状等について述べ、今後の耐流動対策の参考とするものである。

なお、流動わだち掘れの要因として、表層に使用する材料の他に、大型車交通量、路面温度、走行速度や基層以下の支持力などの影響を受けるが、ここでは諸条件を勘案して、特にDSと大型車交通量に着目して耐流動性の評価を行ったものである。

2. 調査内容

(1) 調査箇所

表-1に示す路線についてわだち掘れ量の追跡調査を実施した。調査箇所は本州に広く分布し、気象および交通条件について多様となっている。また、調査箇所の基層以下は概ね健全でほぼ同じ状態であった。調査期間については、わだち掘れの進行がほぼ安定する時期までの表層の施工または打換え後3年から4年とした(平成4年から7年)。

(2) 調査項目および調査方法

① 大型車累積交通量

業務統計による交通量からその路線の大型車累積交通量を算出し、わだち掘れ量の測定箇所と同一車線の車線分担率を考慮した通過交通量とした。

表-1 調査箇所

東北自動車道	71箇所
北陸自動車道	14箇所
名神高速道路	5箇所
中国自動車道	31箇所
合計	121箇所

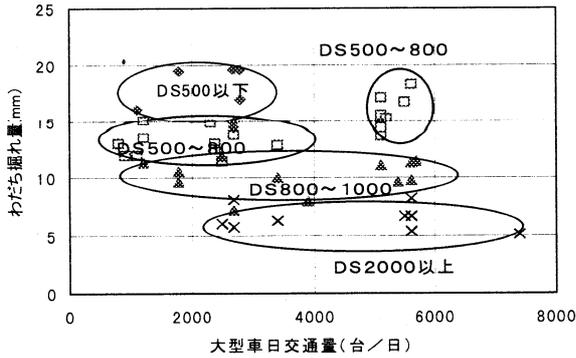


図-1 大型車交通量 200 万台到達時のわだち量と大型車交通量

②気象条件

路面温度について近傍の管理事務所での定点観測データを調べた。

③わだち掘れ量

路面性状測定車(JHS225-1992)²⁾にて春と秋の2回測定した。測定箇所はすべて本線走行車線である。

④DS値、骨材粒度

配合設計時における粒度およびホイールトラッキング試験(JHS230-1992)²⁾結果を用いた。

⑤使用アスファルト種別およびバインダー性状

工事の材料使用届品質証明書より確認した。

3. 調査結果

(1)動的安定度とわだち掘れ量

わだち掘れ量の進行は、夏の高温(夏日日数などで示される)の影響を最も強く受け、春から秋にかけて進むことがわかっているため³⁾⁴⁾、調査箇所における舗装路面温度を調べた。その結果、平成6年夏は猛暑でわだち掘れ進行量と有為な関係がある路面温度45℃以上の発現頻度が高く、全国的にわだち掘れ進行量が大きくなっているが⁵⁾、調査箇所の間での年間を通してのわだち掘れ進行量に著しい差は見られなかった。そこで、調査期間中のわだち掘れ量の調査結果をDSの範囲区分ごとに大型車累積交通量との関係に整理した。

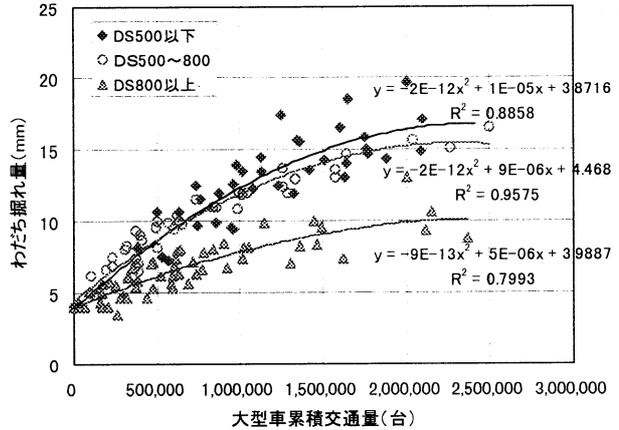


図-2 DS別のわだち掘れ量(5000台/日/一方向未満)

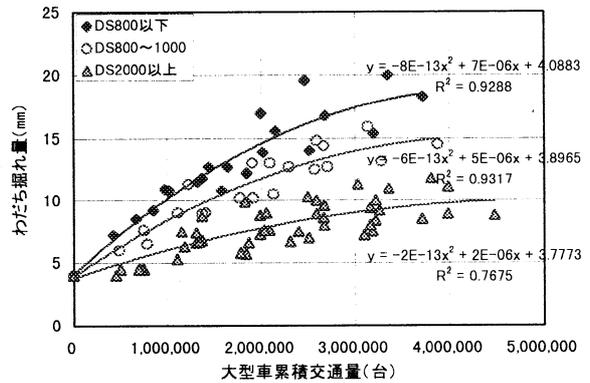


図-3 DS別のわだち掘れ量(5000台/日/一方向以上)

はじめに、図-1はわだち掘れの進行量が安定する大型車累積交通量が200万台の時点のわだち掘れ量と大型車日交通量の関係を示したものである。同じDSのグループでも大型車日交通量の範囲が広がっているが、概ね大型車日交通量が多くなるにつれてより大きなDSが必要になる傾向を示している。大型車日交通量が一方向当たり5000台付近でDSが500~800から2000以上まで広く分布していることから、大型車日交通量が一方向当たり5000台以上と未満に分けてわだち掘れ量と大型車累積交通量の関係についてDS別に整理することとした。

図-2は、大型車日交通量が一方向当たり5000台未満の測定箇所についてDSのグループ別にわだち掘れ量の変化を示したものである。同じDSのグループでもわだち掘れ量の上限と下限では3~5mm程度の違いが見られるが、DSが大きくなるにつれわだち掘れ量が小さくなっており、DS800以上で他のグループと比べて小さくなる傾向を示している。いずれのグループでも大型車累積交通量が概ね150万台(2年経過)になるとわだち掘れ増加量がほぼ一

表一2 大型車交通区分とDS別の平均補修間隔(年)

大型車 日交通量 (台/日)	アスファルト 種別 DS	ストレートアスファルト			改質 アスファルト 2000以上
		500以下	500~800	800~1,000	
2000		6	8	11	-
4000		-	7	10	-
6000		-	3	5	7
8000		-	-	-	7

定になる傾向を示している。

図一3は、大型車日交通量が一方方向あたり5000台以上の測定個所についてDSのグループ別にわだち掘れ量の変化を示したものである。ここでもDSが大きくなるにつれわだち掘れ量が小さくなっており、DSが2000以上で他のグループと比べて小さくなる傾向を示している。この場合も同様に、いずれのグループでも200万台~300万台(概ね1年経過)になるとわだち掘れ増加量がほぼ一定になる傾向を示している。

表一2は、大型車日交通量とDSグループ別の平均補修間隔の関係を示したものである。年間わだち進行量はDSグループ内の平均的なわだち掘れ量の変化(図一2、3の回帰曲線)に基づき以下の式(1)より求めた。

$$MT = (RDmt - Rdi) / Rdyear + Ni \quad (1)$$

MT: 平均補修間隔(年)

RDmt: わだち掘れ量の管理目標値

大型車日交通量5000台/日以上 20mm

大型車日交通量5000台/日未満 25mm

Rdi: 初期わだち掘れ量

大型車日交通量5000台/日以上 1年後の

わだち掘れ量(mm)

大型車日交通量5000台/日未満 2年後の

わだち掘れ量(mm)

Rdyear: 年間わだち掘れ進行量(2または3mm/年)

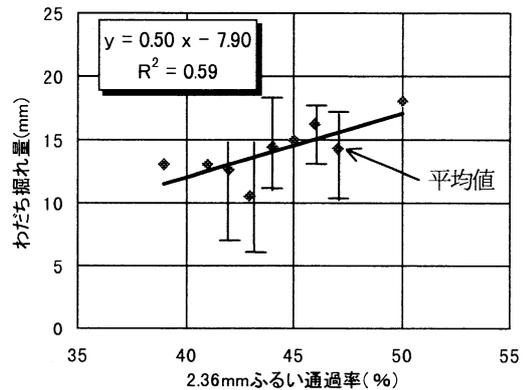
Ni: わだち掘れの進行量が一定になるまでの年数

大型車日交通量5000台/日以上 1年

大型車日交通量5000台/日未満 2年

式(1)の前提として、図一2および3に見られるように1~2年経過した以降の年間わだち掘れ進行量については2mmとするが、5000台/日以上でDSが800以下と800~1000ではわだち掘れ進行量が大きいため、3mmとした。

表一2より、大型車日交通量が一方方向あたり5000台以上では、DSが2000以上でなければ現状の補修間隔(7年程度)以上とできない。また、大型車日交通量が一方



図一4 2.5mmふるい通過量と大型車200万台通過時のわだち量

5000台未満では、DSが800以上で現状の補修間隔以上とすることができるが、DSが500~800でも現状程度(7年程度)の補修間隔程度を確保できることを示している。この場合、交通量が少ない地域や積雪寒冷地域で耐流動対策以外の補修が必要とされる個所に適用することが望ましい。

そこで、以上より耐流動対策として大型車日交通量とDSの関係をまとめると次のとおりである。

- ① 大型車日交通量が一方方向あたり5000台未満の場合、DSは800~1000が望ましい。また、交通量が少ない地域や積雪寒冷地域ではDSが500~800が適用できる。
- ② 大型車日交通量が一方方向あたり5000台以上の場合、DSは2000以上が必要である。この場合、バインダーには改質アスファルトを用いなければならない。

(2) 骨材粒度とわだち掘れ量

DSは、アスファルト混合物の耐流動性を示す良い指標であることが確認された。DSには材料や配合が影響を及ぼすことが知られているが、ここでは骨材粒度とわだち掘れ量の関係について調べる。

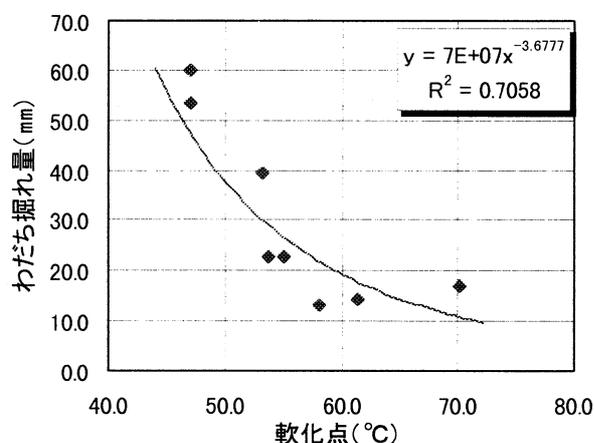
図一4は、ストレートアスファルトを使用した混合物の骨材粒度とわだち掘れ量の関係を示したものである。わだち掘れ量は大型車累積交通量が200万台通過時のものを表している。一般に2.5mmふるい通過率が低いほど耐流動性に優れた混合物となるが、今回の調査結果からもわだち掘れ量にバラツキは見られるものの、その平均値については2.5mmふるい通過率と相関が見られた。2.5mmふるい通過率が42%程度以下の場合にはわだち掘れ量が約13mmである。年間のわだち掘れ進行量を2mmとして(1)式により補修間隔を計算すると約8年となり、耐流動対策用の混合物としての適用が十分可能である。

表一3 回転式舗装試験機の試験条件

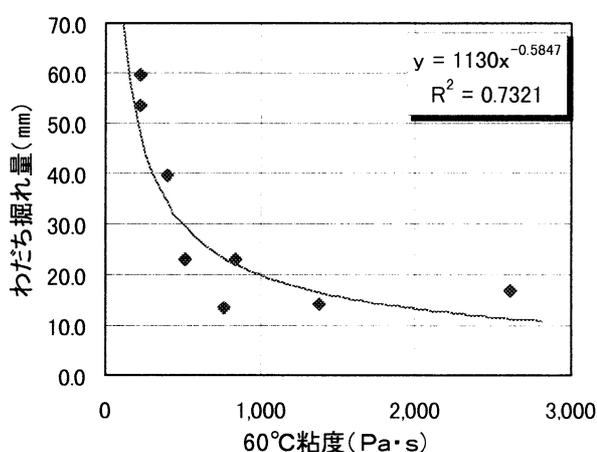
項目	条件
検討内容	耐流動
軌道	外軌道
タイヤ	ノーマルシングル
載荷重(t)	25
速度(km/hr)	80
最終到達温度(°C)	53
シフト量(mm)	±50
路面状態	乾燥
最終通過回数(回)	17000

表一4 検討混合物の配合

配合No.	Dmax (mm)	合成粒度(%)		空隙率 (%)	アス量 (%)	DS値 (回/mm)	バインダー種別
		2.36mm	75 μm				
①	13	45.0	6.0	4.0	6.5	1,330	改質I①
②					6.5	580	改質I②
③					6.5	890	改質I③
④					6.5	3,200	改質II①
⑤					6.5	1,980	改質II②
⑥					6.5	2,500	改質II③
⑦					6.5	590	ストアス60/80
⑧					42.0	6.0	6.2



図一5 わだち掘れ量と軟化点



図一6 わだち掘れ量と60°C粘度

4. 室内試験結果

上記の追跡調査の分析結果から交通量が多い場合の耐流動対策に使用するバインダーには、改質アスファルトが必要である。現在、改質アスファルトの標準性状はアスファルト舗装要綱に示されているが、耐流動対策として用いる改質アスファルトの品質規格は示されていない⁹⁾。

そこで、アスファルトの性状とわだち掘れ量の関係を調べるため実路に近い条件で耐久性試験の可能な回転式舗装試験機による試験を行った。

表一3に回転式舗装試験機の試験条件、表一4に検討対象とした混合物の配合を示す。

図一5、6、7、8に試験結果を示す。わだち掘れ量は、夏の路面温度に近い状態での試験を続けたため、相対的にかなり大き目の値となっている。

図一5は、軟化点とわだち掘れ量の関係を示している。軟化点が60°C前後で、わだち掘れ量はほぼ一定となる傾向を示している。名古屋周辺の高速度道路の調査結果⁹⁾では、軟化点が約57°C以上で年間わだち掘れ進行量が2mm以下と

なっており、同様の傾向を示している。図一6は、60°C粘度とわだち掘れ量の関係を示したものであり、60°C粘度が1000pa・sを超えると一定となる傾向を示している。同じく、名古屋周辺の高速度道路の調査結果⁹⁾から、60°C粘度が約1300pa・s以上で年間わだち掘れ進行量が2mm以下となっている。図一7、8は、タフネス・テナシティとわだち掘れ量の関係を示したものであり、データ数が限られるが両者には相関関係が見られた。また、60°C粘度とタフネスおよびテナシティの間にも相関関係が認められている。その結果を用いると、タフネスが20N・m以上およびテナシティが15N・m以上でわだち掘れ量が一定になる結果が得られた。

以上の結果より、耐流動対策に使用する改質アスファルトとして求められる性状の参考値としては、軟化点は60°C、60°C粘度は1000pa・sで以上ある。また、同様にタフネスは20N・m以上およびテナシティは15N・m以上となる。

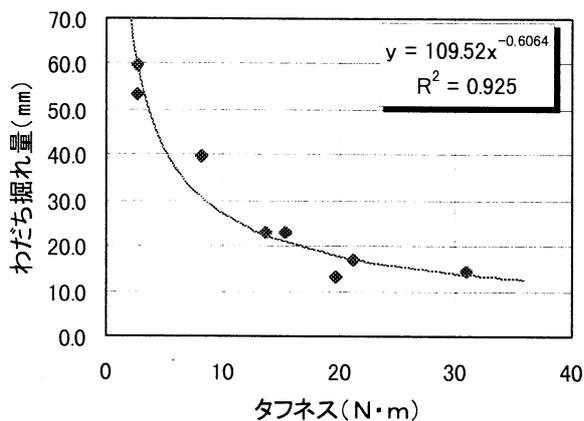


図-7 わだち掘れ量とタフネス

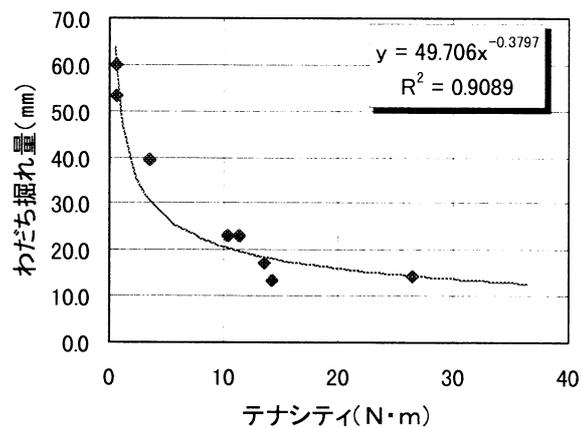


図-8 わだち掘れ量とテナシティ

5. まとめ

高速道路におけるわだち掘れ量の追跡調査結果の分析ならびに回転式舗装試験機による改質アスファルトの性状に関する試験結果より、以下の内容が明らかとなった。

- ① 大型車日交通量が一方方向あたり5,000台未満の区間においては、ストレートアスファルトを使用し、目標DSは800以上とすることによりわだち掘れの進行を抑え、補修間隔を現状と同等以上とすることができる。
- ② 大型車日交通量が一方方向あたり5,000台以上の区間においては、改質アスファルトを使用し、目標DSは2,000以上とする。
- ③ 骨材粒度とわだち掘れ量の関係から、ストレートアスファルトを使用した混合物では、2.5mmふるい通過量は約42%以下とすることで耐流動性の改善が図れる。
- ④ 耐流動対策に使用する改質アスファルトの性状の参考値としては、軟化点は60℃、60℃粘度は1000pa・s以上、タフネスは20N・m以上およびテナシティは15N・m以上となった。ただし、これはデータ数に限りがあり、今後、更に調査が必要である。

6. おわりに

高速道路におけるわだち掘れの追跡調査から、耐流動性の評価指標であるDSとわだち掘れ量の関係を分析した結果、大型車日交通量とDSの目標値を明確にすることができた。また、従来適用していた大型車日交通量とDSの区分について簡略化することができた。

今回の調査結果から高速道路におけるこれまでの耐流

動対策が概ね妥当であったことが確認された。高速道路と一般道路では交通条件や走行環境が異なるものの、今回の調査結果が広く参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 日本道路公団, 設計要領第1集舗装編, 1992.4
- 2) 日本道路公団, 日本道路公団試験法, 1992.4
- 3) 青木 秀郎, 西尾 宗雄, アスファルト舗装の流動わだち掘れ, 舗装 Vol.30 No.3, 1995.3
- 4) 竹田 豪文, 七五三野 茂, 神谷 恵三, 浅野 勝巳, 回転式舗装試験機によるアスファルト混合物の耐流動性試験について, 土木学会第51回年次学術講演会概要集 第5部, 1996.9
- 5) 明石 達雄, 佐藤 正和, 高速道路における舗装修繕の現状について, アスファルト 第39巻 第188号, 1996.7
- 6) 日本道路協会, アスファルト舗装要綱, 1992.12

Evaluation of Plastic Flow Rutting Resistance of Dense-Graded Asphalt Pavements on Expressways

Akio IIDA, Shigeru SHIMENO, Masahiro KANEDA , Masakazu SATOU

An analysis of rutting depth on expressways was conducted and it was made clear that the Dynamic Stability (DS) of more than 800 should be a target value to plastic flow rutting on expressways with daily heavy traffic volume of less than 5000 vehicles in one direction and the DS of more than 2000 to restrain plastic flow rutting on expressways with daily heavy traffic volume of less than or equal to 5000 vehicles. Tests to determine the property of modified asphalt cements was conducted with the Accelerated Pavement Testing Machine , and following properties were found to be desired to have enough resistance to the plastic flow rutting; softening point of 60°C, viscosity at 60°C of more 1000pa · s, though more data are required.