

改質アスファルトを用いた耐流動舗装について (中間報告)

Anti-flow Pavement using Modified Asphalt (Interim Report)

島多 昭典* 高橋 守人** 野竹 俊雄***

Akinori SHIMATA, Morito TAKAHASHI, Toshio NOTAKE

従前、北海道の舗装の寿命はスパイクタイヤによる冬期の摩耗によるわだち掘れが決定的な要因であった。いかに摩耗を防ぐかを追求した結果、アスファルトモルタル分の多い細粒度ギャップアスコンを標準として用いてきている。しかし、平成3年度の札幌地区を皮切りに道内各地で順次スパイクタイヤの使用規制が行われ、舗設後数年で基層が現れてしまうような摩耗が見られなくなった。

ところが幹線道路を中心に、わだち掘れのもう一つの要因である夏期の流動による変形が相対的に目立つようになり、これが舗装寿命の新たな決定要因となってきている。そこで、凍結融解作用や低温クラックなどスパイクタイヤとは無関係に依然存在する問題を考慮しつつ、耐流動効果のある舗装として改質Ⅱ型アスファルトを用いた試験舗装を提案し、平成7年度に全道14箇所において試験施工を行った。1年経過後の短期的な供用性についてはあるが、中間報告する。

《流動、わだち掘れ、改質Ⅱ型》

In Hokkaido, wear from studded tires during winter used to develop rutting on asphalt pavements, which was crucial to the life span of an asphalt pavement. To prevent wear, fine and gap-graded asphalt concrete, a larger proportion of its content being asphalt mortar, has been used as the standard material. Since studded tires were banned in Sapporo in 1991, followed by other municipalities across Hokkaido, no severe wear to expose the base course in the few years of service has been observed.

However, deformation generated by flow of asphalt during summer, another cause of rutting, has become relatively apparent, mainly on trunk roads. This has newly emerged as a vital element determining the life span of an asphalt pavement. We considered such factors as freezing and thawing actions and low-temperature cracks, which are present despite the absence of studded tires. We proposed an anti-flow pavement containing modified asphalt, which was placed at 14 sites in Hokkaido in 1995. This is an interim report on the short-term serviceability of the test anti-flow pavement one year after its placement.

Keywords: flow of asphalt, rutting, modified asphalt

1. はじめに

財政再建が強く求められている現在、公共事業をいかに効率的に行うかが大きな課題となっている。道路舗装の場合、車両の走行や気象作用によって劣化していくという特徴があり、一定期間毎の維持修繕が欠かせないものである。従って、建設時のコストはもちろん、供用後の維持修繕コストをいかに低く押さえるかが重要となる。

舗装の路面の状態を示す数値としてはいくつかの指標が提案されているが、北海道開発局においては、建設省が国道の路面管理指標として提唱したMCIを用いている¹⁾。このMCIは舗装表面の①ひび割れ率(%)、②わだち掘れ量(mm)、③縦断凹凸量(mm)の3要素の総合評価を4種類の評価式の最低値で表すものであり、修繕箇所選定基準の一つとなっている(表-1)²⁾。評価点は10~0点であり、10が全く欠陥が認められない状態で、数値が小さくなるほど状態が悪いことを示す。

表-1 MCIによる維持修繕の要否の判断

| MCI | 必要な維持修繕の規模 |
|---------|------------|
| 5以上10以下 | 通常の維持 |
| 3以上5未満 | 小規模な修繕が必要 |
| 3未満 | 大規模な修繕が必要 |

$$MCI = 10 - 1.48C^{0.9} - 0.29D^{0.7} - 0.47\sigma^{0.2} \quad \dots(1)$$

$$MCI_0 = 10 - 1.51C^{0.3} - 0.3D^{0.7} \quad \dots(2)$$

$$MCI_1 = 10 - 2.23C^{0.3} \quad \dots(3)$$

$$MCI_2 = 10 - 0.54D^{0.7} \quad \dots(4)$$

C: ひび割れ率 (%)

D: わだち掘れ量 (mm)

σ : 縦断凹凸量 (mm)

北海道の国道に関しては、この4式中の(1)式または(4)式による値が最も低いことが多く、わだち掘れの影響が大きいことがわかる。実際、舗装の維持・修繕工数の多くが、わだち掘れによって車両の走行に支障が出てきたときに行われている。よって、このわだち掘れをいかに防ぐかが、舗装の寿命を延ばし、維持管理費用を低く押さえるための条件となる。

また、わだち掘れは除雪の際に路面に圧雪を残す原因となる。これが再凍結して氷盤の原因にもなるため、

安全上からもわだち掘れの発生は望ましくない。

わだち掘れの原因は主に摩耗によるものと流動によるものに分類できる。北海道内では平成3年度の札幌地区を皮切りに道内各地で順次スパイクタイヤの使用規制が行われたため、舗設後数年間で基層が現れてしまうような摩耗が観測されなくなってきた(図-1³⁾、図-2)。一方で大型車交通量の多い路線を中心に、夏期の路面温度が高い時にわだち掘れが進行する流動が大きな問題となってきている。

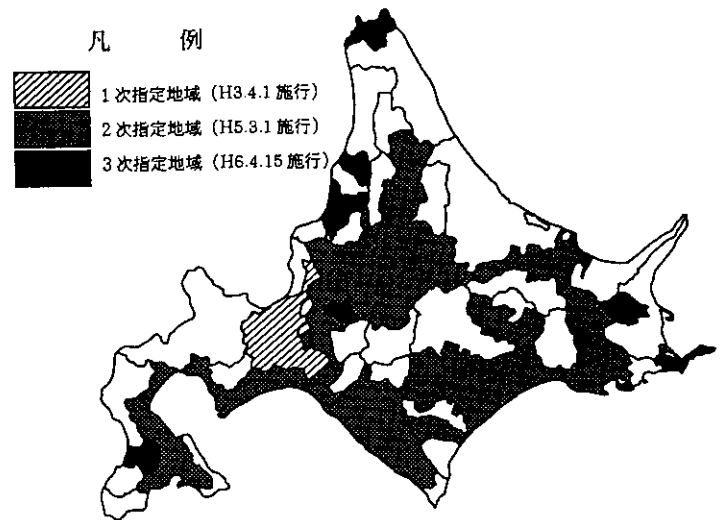


図-1 スパイクタイヤ使用規制地域

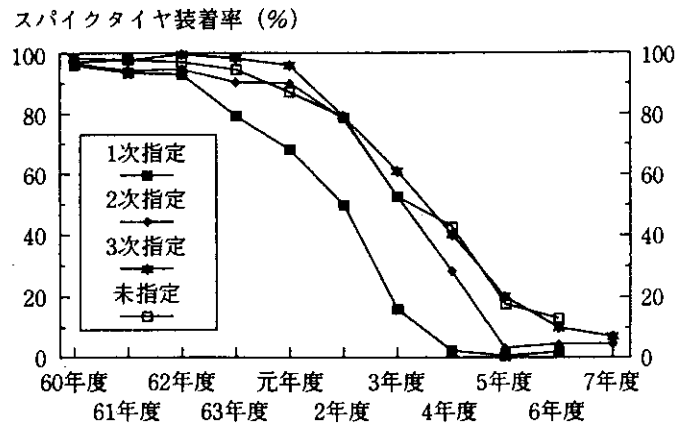


図-2 規制地域別のスパイクタイヤ装着率

開発土木研究所では、平成3年から路面の流動対策に本格的に取り組んでおり、室内試験や現場での試験施工結果を基に平成6年度に「耐流動舗装の仕様書化に向けての提案」をまとめた。これに基づき、細粒度ギャップアスコンの粒度範囲の下限値寄りの粒度に改質II型アスファルトを用いた混合物を同年度より試験施工している。平成7年度はさらに対象を広げて検証を行うために、流動が発生しやすい全道14箇所を選定

表-2 平成3年度施工後調査箇所

| 調査地点 | 交通区分 (A~D) | 片側車線 (車線) | 24時間交通量 (台/車線) | 大型車混入率 (%) | 施工日 | 混合物種類 | アスファルト | 施工厚 (cm) |
|------------|---------------|--------------|-------------------|---------------|---------|----------|--------|-------------|
| R234 早来町早来 | C | 1 | 4656 | 41.2 | H3.6.17 | 細粒G13F40 | ストアス | 4 |
| R38 赤平市文京町 | C | 1 | 6292 | 20.0 | H3.9.19 | 細粒G13F40 | ストアス | 4 |
| R36 白老町竹浦 | D | 1 | 7888 | 31.9 | H3.6.24 | 細粒G13F40 | ストアス | 4 |
| R36 白老町竹浦 | D | 1 | 7888 | 31.9 | H3.6.24 | 細粒G20F50 | 改質Ⅱ型 | 4 |
| R12 深川市音江 | D | 1 | 4991 | 33.7 | H3.7.15 | 細粒G20F50 | 改質Ⅱ型 | 4 |
| R12 岩見沢市岡山 | D | 1 | 12475 | 19.3 | H3.7.22 | 細粒G20F50 | 改質Ⅱ型 | 4 |
| R5 小樽市張碓 | D | 1 | 14053 | 24.4 | H3.8.20 | 細粒G13F40 | 改質Ⅱ型 | 4 |

して試験施工を行った。以下にその内容を紹介する。

2. 平成3年度施工箇所の実態調査

平成3年度に施工された修繕箇所から、交通量、大型車混入率、車線数、調査の行き易さ等を考慮して6地点を選定した(表-2)。調査は、①路面の変形量、②施工から交通開放までの舗装体の温度変化、③動的安定度、について行った。⁴⁾

2.1 路面の変形量

1 調査箇所につき20m おきに3横断測線を設定し、横断形状を追跡調査した。測線の両端には高さの基準となるピンを打ち、この間の横断形状を横断プロファイルメータ(図-3)で測定した。3測線の測定結果を平均してその地点の横断形状とした。

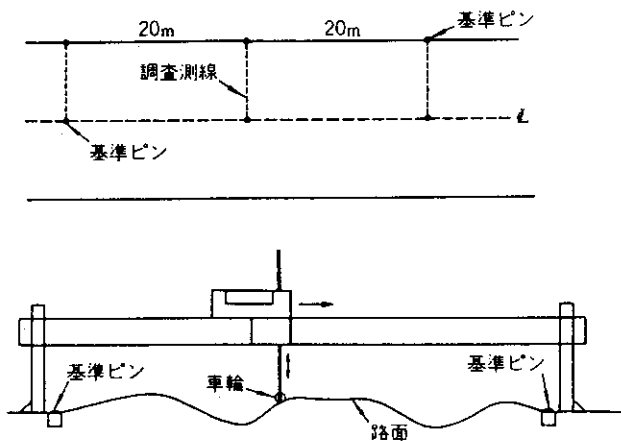


図-3 路面の変形量の測定

わだち掘れ量の評価方法としては、交通開放前の横断形状を初期値とし、この値からの最大変形量を路面のわだち掘れ量とした。その内、秋から春にかけての変形量を摩耗量、春から秋にかけての変形量を流動量とした。測定は交通開放前、開放24時間後、10日後、以後1月ごとに行い、次年度からは春秋の年2回行っ

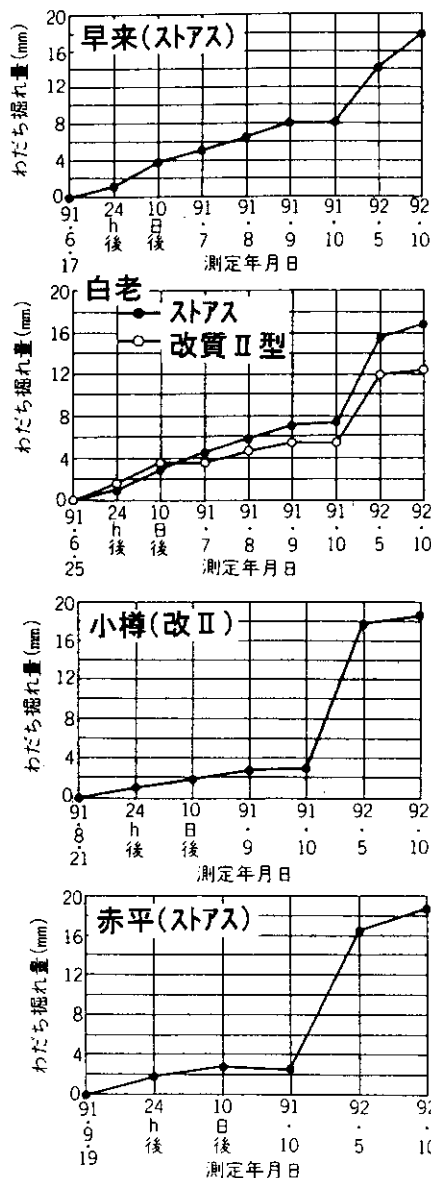


図-4 わだち掘れ量の経年変化 (平成3年度施工箇所)

た。

主な地点のわだち掘れ量の経年変化を図-4に示す。全体的な傾向として、流動は初期の内に大きく進行し、

その後緩やかになることがわかる。これは、交通荷重によって初期圧密が起こることによると考えられる。また、当時スパイク装着率の高かった小樽、赤平では依然として摩耗量が大きかった。

各地点の施工初年度と2年目の流動量を比較すると、初年度は各地点ともある程度の流動が発生しているが、2年目では改質アスファルト使用箇所において流動が抑えられている。

2. 2 舗設時の舗装体の温度変化

交通開放時の温度が高すぎると、初期流動を引き起こす可能性がある。アスファルト舗装要綱⁵⁾では舗装表面の温度がおおむね50℃以下となってから交通開放を行うこととしており、開発局の工事仕様書⁶⁾もこれに準じている。実際にどの程度の温度で交通開放を行っているのか舗設時から交通開放までの舗装体の温度変化を調査した。温度センサをオーバーレイ層下面および上面に設置し、10分間隔で舗設開始から24時間後までの温度変化を測定した(図-5)。

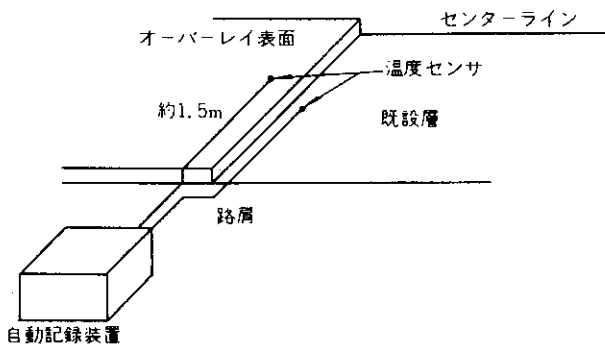


図-5 舗装体の温度測定方法

夜間施工であった白老と日中施工であった赤平の結果を示す(図-6)。

両箇所とも舗設約3時間後に開放を行っている。しかし、夜間の白老では、舗設後急激に舗装体温度が低下しており、気温16.1℃の時に舗装体表面温度29.5℃、内部温度27.8℃で開放しているのに対し、日中の赤平では気温21.4℃の時に舗装体表面温度44.0℃、内部温度46.0℃と内部の方が高い値であった。

本州方面に比べて冷涼な北海道においても、地域によっては日中の気温が30℃を超えることも多い。このような際の交通開放では舗装体表面温度が50℃以下になっても、内部がまだ高温である可能性もあると考えられることから、開放時温度に十分注意を払う必要があるといえる。

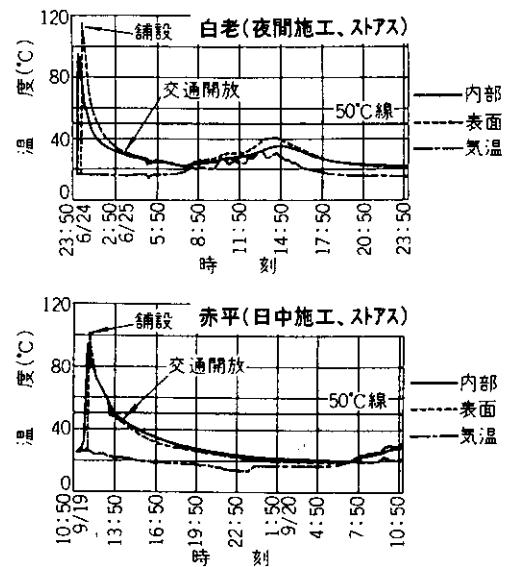


図-6 舗装体の温度変化

2. 3 動的安定度 (DS)

舗装体の耐流動性を評価する指標として、ホイールトラッキング試験の結果から得られる動的安定度 (Dynamic Stability: 以下DS) が用いられている。ホイールトラッキング試験は、表層舗装の供試体上を一定条件にて車輪が往復した際の供試体変形量を計測する試験であり(写真-1、表-3)、供試体が1mm変形する間の車輪の走行回数がDSである。

$$DS = \frac{630}{d_{60} - d_{45}}$$

$$630 = 42 \text{ 回/分} \times 15 \text{ 分}$$

d_{60} 、 d_{45} : 試験開始後60分後、45分後の変化量

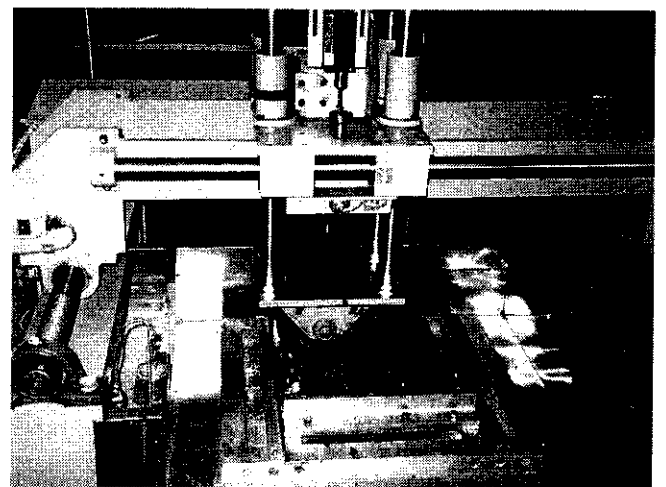


写真-1 ホイールトラッキング試験機

表-3 ホイールトラッキング試験の試験条件

| | |
|-------|---------------------|
| 供試体寸法 | 長 300×幅 300×厚 50mm |
| 締固め度 | 基準密度の 100±1% (室内作製) |
| 養生温度 | 60±2°C |
| 養生時間 | 5～24時間 |
| 試験温度 | 60±0.5°C (供試体表面) |
| 試験輪荷重 | 70±1kgf |
| 試験輪速度 | 42±1 回/分 (供試体中央) |

各調査地点で使用した混合物について室内作成供試体によりDSを確認した。

各地点のDS結果を図-7に示す。ストレートアスファルトに比較すると、改質アスファルトの使用によるDSの改善効果が確認された。ただし、この配合が耐摩耗を重視した細粒分およびアスファルト量の多いものであるため、DSの値自体は低いものであった。このことから、北海道での流動対策としては、改質アスファルトの採用だけではなく、混合物の種類やアスファルト量などの配合も合わせて検討する必要があることが確認された。

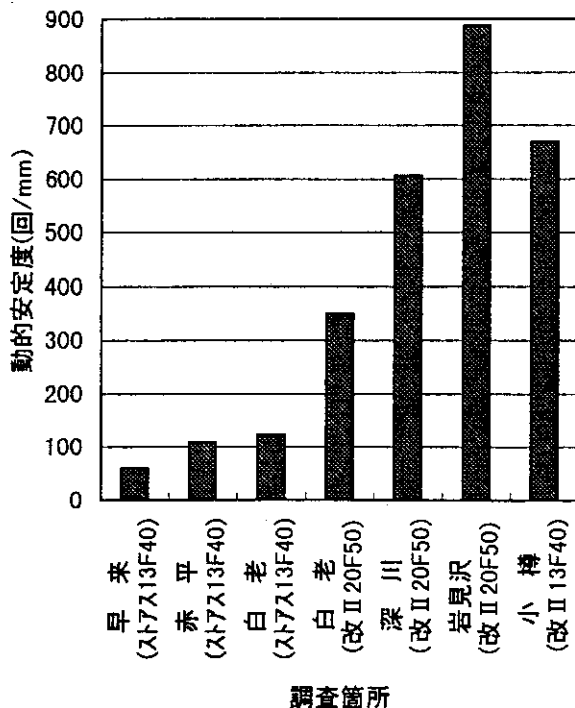


図-7 各地点の室内供試体のDS

3 室内試験による検討

先の実態を踏まえ、DSに影響を与える要因の分析

及び改質アスファルトによるDSの改善効果の把握のための室内試験を行った。

3.1 ホイールトラッキング試験に関する試験

3.1.1 試験温度の影響

従来、ホイールトラッキング試験の試験温度は本州方面の60°Cに対し、北海道では気象条件を考慮して45°Cが主流であった⁷⁾。しかし、北海道でも60°C近くまで舗装体温度が上昇する可能性もあるため、試験温度がDSに与える影響に関する試験も行った⁸⁾。さらに、試験温度(T)を説明変数として各配合について回帰分析を行い、以下の式を得た。

① 細粒度ギャップ13F50(アス針入度80/100)

$$DS(\text{回/mm}) = 5.14948E+15 \times T^{-7.28227} \quad R=0.87$$

② 密粒度13(60/80)

$$DS(\text{回/mm}) = 1.102E+17 \times T^{-8.19543} \quad R=0.97$$

③ 密粒度13(80/100)

$$DS(\text{回/mm}) = 1.04215E+18 \times T^{-8.83902} \quad R=0.97$$

いずれも高い相関を示し、これらの混合物については試験を行った温度範囲であればDSの推定が可能である。次に上で得られた式を用いて試験温度60±0.5°C、45±0.5°Cの温度変化で生じるDSの変動を推定した結果を表-4に示す。

表中のDSは各条件における3回の試験の平均値である。また、試験の配合から密粒よりも細粒、60/80よりも80/100の方が温度による影響を受けやすいことがわかる。しかし、最も変動の大きかった細粒ギャップ13F50でもその最大値は10%程度であり、60°Cにおいても北海道で使用されている混合物を評価することが可能である。

3.2 針入度の影響

密粒度アスコンにおいて針入度を60/80と80/100の2水準設定し、針入度の違いによるDSの変動を調査した。

この結果、針入度60/80を使用した場合、試験温度45°C、60°Cともに針入度80/100に比べ、DSが約2倍になることがわかった。

3.3 アスファルト量の影響

アスファルト量の多少がDSに影響を与えられられるため、アスファルト量を最適アスファルト量(以下OAC)から上下に変動させ、ホイールトラ

表-4 DS測定値(45.0°C, 60.0°C)と推定値(各±0.5°C)

| | 44.5°C | 45.0°C | 45.5°C | 59.5°C | 60.0°C | 60.5°C |
|----------------------------|---------------|--------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| ① 細粒度ギャップ13F50 (80/100) | 2806 10.4% | 2542 0.0% | 2305 -9.3% | 215 7.5% | 200 0.0% | 186 -7.0% |
| ② 密粒度13 (60/80) | 5507 8.4% | 5078 0.0% | 4686 -7.7% | 668 6.4% | 628 0.0% | 592 -5.7% |
| ③ 密粒度13 (80/100) | 3400 9.6% | 3103 0.0% | 2834 -8.7% | 314 7.2% | 293 0.0% | 274 -6.4% |
| 針入度比②/③ | | 1.64 | | | 2.14 | |

上段:DS 下段:45°Cまたは60°Cに対するDSの増減

キング試験を行った。配合は細粒ギャップ13F50、アス量はOAC、OAC±0.2、OAC±0.4の5種類、試験温度は60°Cとした。

結果、OAC(6.0%)を中心にアス量を増やした場合、DSに大きな影響は無いのに対し、減らした場合は指数的にDSが向上した(図-8)。このことから、アスファルト量を調整するだけでもある程度の耐

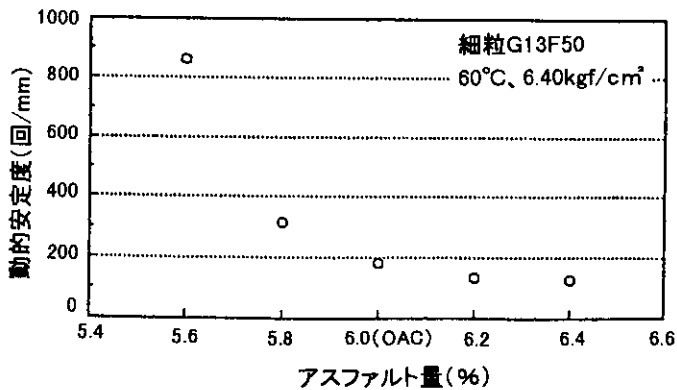


図-8 アスファルト量と動的安定量の関係

流動効果が得られることがわかった。

3.4 骨材配合の影響

混合物種類、粒度分布、最大粒径、フィラー量の各要因について2つの水準を設定し、すべての組合せ $2^4=16$ 種類の配合について、ホイールトラッキング試験を行った⁹⁾。

試験に用いた配合、結果および各要因の単純平均による比較を表-5・6、図-9に示す。これから、細粒度混合物より密粒度混合物、スムーズ粒度よりギャップ粒度が高いDSを得られることがわかった。一方、最大粒径、フィラー量に関しては、水準間に差が見られなかった。

一般にはF/Aが高いほどDSは低下すると考えられるが、今回はF/Aを上げるとOACが下がり、その結果DSが低下した配合もあったためこのような結果になったと考えられる。

以上の結果について分散分析を行い、DSに対して各要因がどのような影響を及ぼすのか検討した。

表-5 合成粒度(フルイ目残留率)

| no. | 配合名称 | 26.5 | 19.0 | 13.2 | 4.75 | 2.36 | 0.60 | 0.30 | 0.15 | 0.075 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1 | 細粒G13F | | 100 | 99.1 | 73.1 | 59.0 | 51.5 | 36.8 | 12.1 | 9.3 |
| 2 | 細粒G13 | | 100 | 98.8 | 64.7 | 46.0 | 36.1 | 25.2 | 7.9 | 5.4 |
| 3 | 細粒G20F | 100 | 99.6 | 90.2 | 74.2 | 59.6 | 51.5 | 35.8 | 12.1 | 9.3 |
| 4 | 細粒G20 | 100 | 99.6 | 89.2 | 63.5 | 46.6 | 36.6 | 26.9 | 7.7 | 5.4 |
| 5 | 細粒13F | | 100 | 99.5 | 86.1 | 74.1 | 51.0 | 34.5 | 14.0 | 9.3 |
| 6 | 細粒13 | | 100 | 99.2 | 75.2 | 55.7 | 36.1 | 24.0 | 9.1 | 5.4 |
| 7 | 細粒20F | 100 | 99.6 | 89.3 | 80.4 | 68.8 | 54.7 | 37.9 | 12.9 | 9.3 |
| 8 | 細粒20 | 100 | 99.7 | 90.5 | 72.0 | 55.8 | 36.5 | 24.2 | 9.0 | 5.4 |
| 9 | 密粒G13F | | 100 | 98.6 | 58.0 | 42.1 | 35.8 | 26.8 | 11.7 | 9.3 |
| 10 | 密粒G13 | | 100 | 98.3 | 48.5 | 34.1 | 27.5 | 19.8 | 7.5 | 5.4 |
| 11 | 密粒G20F | 100 | 99.6 | 89.2 | 56.9 | 43.1 | 38.6 | 28.8 | 11.5 | 9.3 |
| 12 | 密粒G20 | 100 | 99.7 | 90.1 | 50.1 | 38.3 | 33.7 | 23.9 | 7.3 | 5.4 |
| 13 | 密粒13F | | 100 | 98.8 | 65.2 | 49.6 | 37.2 | 27.0 | 12.5 | 9.3 |
| 14 | 密粒13 | | 100 | 98.7 | 62.0 | 39.7 | 24.9 | 17.5 | 8.3 | 5.4 |
| 15 | 密粒20F | 100 | 99.5 | 86.3 | 65.5 | 53.8 | 37.7 | 26.7 | 12.9 | 9.3 |
| 16 | 密粒20 | 100 | 99.4 | 83.3 | 56.6 | 39.8 | 25.9 | 18.0 | 8.2 | 5.4 |

表-6 DSに影響を及ぼす要因

| | ① 平均DS | ② 平均DS | ②/① | 分散分析F |
|-------|----------|----------|------|--------|
| 混合物種類 | 細粒 188 | 密粒 516 | 2.74 | 670.34 |
| 粒度分布 | ギャップ 459 | スムーズ 245 | 0.53 | 287.90 |
| 最大粒径 | 13ミリ 376 | 20ミリ 328 | 0.87 | 15.86 |
| フィラー量 | Fつき 365 | Fなし 339 | 0.93 | 4.30 |

上側確率1% : F = 7.56

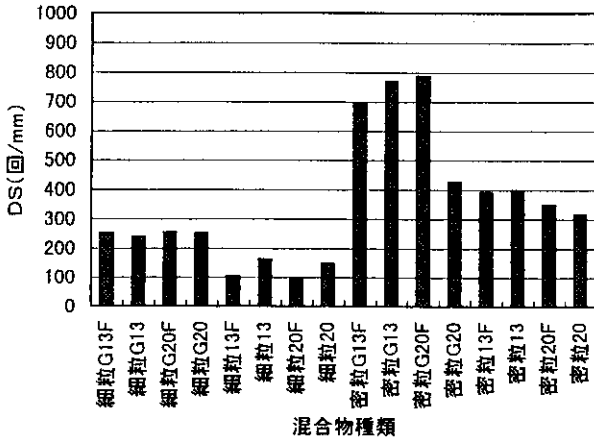


図-9 DSの比較試験結果

その結果、主効果で混合物種類、粒度分布、最大粒径とも1%水準で有意であった。

単純平均による比較と同様に、混合物種類と粒度分布による影響が非常に大きい結果となった。

3. 5 密粒度混合物の剥離抵抗性

密粒度混合物は細粒度混合物に比較して耐流動性は高いが、粗骨材が多く最適アスファルト量が少ないため長期にわたり凍結融解作用を受けた場合、骨材の剥離が懸念される。そこで、数種類の密粒度混合物に凍結融解作用を200サイクル与え、その後のチェーンラベリング試験を行って剥離抵抗性の評価を行った¹⁰⁾。

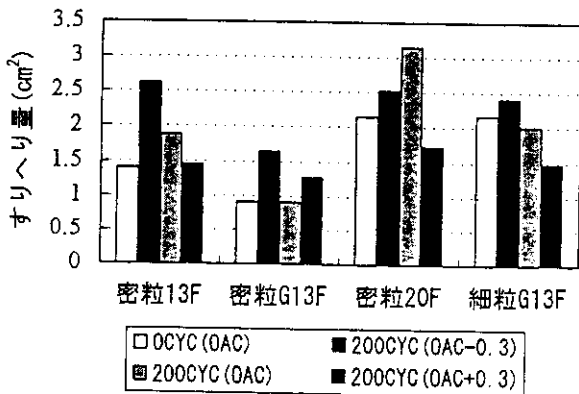


図-10 チェーンラベリング試験結果

配合の際にそれぞれの配合についてアスファルト量をOAC、OAC±0.3の3種類設定した。

結果を図-10に示す。4つの配合中全ての試験条件において密粒度ギャップ13Fのすりへり量が最も少なかった。また、密粒度20Fは凍結融解試験が終了した時点で既に骨材剥離による損傷がかなり見られた。

4 目標DSと配合の決定

以上の試験施工および室内試験結果と後述の資料をを基に、耐流動舗装の仕様書化に向けての提案がなされた¹¹⁾。

4. 1 目標DSの設定

耐流動混合物として基準化するにあたり、最初に目標DSを設定する必要がある。今回は、①アスファルト舗装要綱の記述、②建設省土木研究所資料による関係式、③平成5年度試験施工の結果、を総合的に判断して目標DSを1500に設定した。各々の内容は以下の通りである。

① アスファルト舗装要綱の記述

アスファルト舗装要綱では、重交通道路における耐流動対策のDS目標値は1500以上で設定し、特に重交通が多い箇所では3000以上とすることもであるとされている。北海道は比較的寒冷地であるので、この最低値を採用する。

② 建設省土木研究所資料による関係式¹²⁾

土研資料「耐流動耐摩耗の選定手法に関する調査研究報告書」によればDSとわだち掘れ量の関係式として以下の式が提案されている。

$$DS = 0.679 \times (Y \cdot L \cdot W \cdot V \cdot T / D)$$

ここで、Y：供用日数

L：日大型車交通量

W：輪荷重補正係数

V：走行速度補正係数

T：温度補正係数

D：わだち掘れ量

本州と北海道を比較した場合、大きく異なるのはT(温度補正係数)である。関東~九州の温度補正係数 $1.5 \sim 2.0 \times 10^{-2}$ に対して北海道は 0.5×10^{-2} とされており、1/3~1/4である。従って、本州の耐流動対策と同等の効果を北海道で得るには、その1/3~1/4が良いことになる。つまり、本州でのDS5000が、北海道での1250~1600に相当する。

③ 平成5年度試験施工

目標DSを明らかにする目的で、平成5年度に全道13箇所ではDSのランクを4段階に設定した混合物を舗設し、室内DSおよび現場切取DSの試験とわだち掘れの継続調査を行った。

- DS ランク 1 = 200以下 細粒度 G13F40(ストアス)
- 2 = 300~1000密粒度 G13F (ストアス)
- 3 = 1000~3000細粒度 G20F (改質Ⅱ)
- 4 = 3000以上 細粒度 G20F (改質Ⅱ)

室内作製供試体DSと供用約1年後の最大わだち深さの関係を図-11に示す。明確な関係は見られないものの、全体としてはDSが大きい改質Ⅱ型アスファルトを用いた方が最大わだち深さが小さくなっていることがわかる。

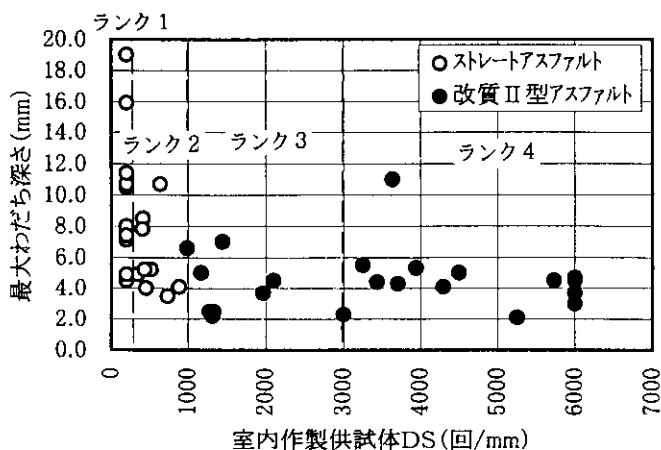


図-11 室内DSとわだち掘れ量の関係

流動については大型車交通量が関係していると考えられるため、施工翌年の平成6年夏期のわだち掘れ変化量を下記の式で補正した大型車1台当りの流動量でも検証を行った(図-12)。

大型車当流動量

$$= \frac{\text{H6.10わだち掘れ量} - \text{H6.5わだち掘れ量}}{\text{大型車交通量} \times \text{車線数}}$$

その結果においてもわだち深さの場合と同様の傾向を示し、DSが1000~1500の配合の耐流動効果が確認された。また、これよりも高いDSについては効果に差異が見られなかった。

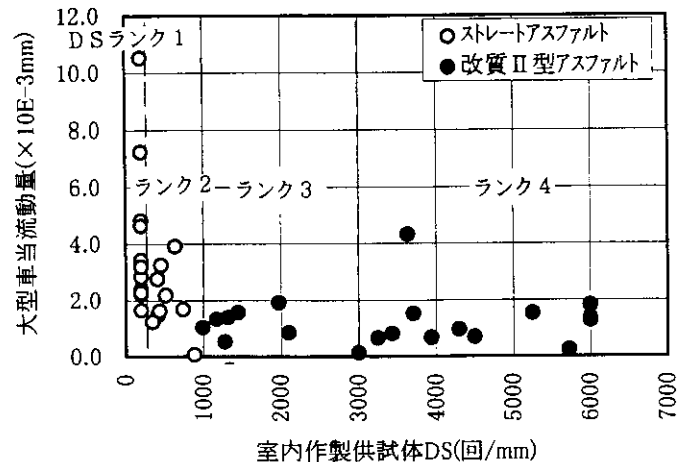


図-12 室内DSと流動量の関係

しかし、室内作製供試体DSと施工後の現場切取DSの相関は良くなかった(図-13)。

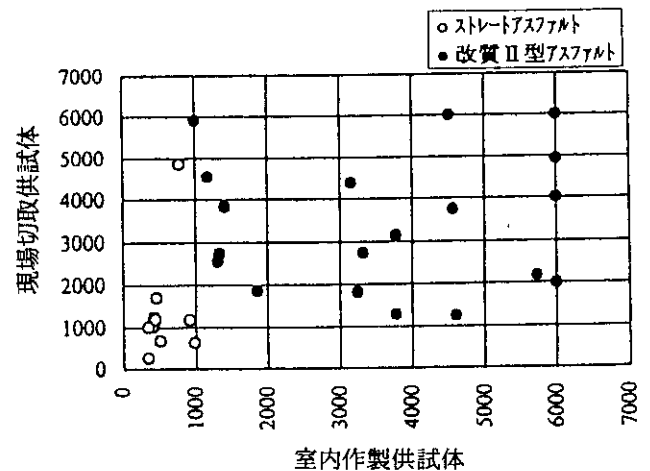


図-13 室内作製供試体と現場切取供試体のDS比較 (H5)

以上を総合して検討した結果、北海道における目標DSは1500で十分効果を得られると考えた。

4. 2 配合設計への留意点

先の室内試験結果より、最大粒径13mmの密粒度混合物であれば凍結融解作用に耐えられることがわかった。しかし、目標DSを確保するためには、高粘度である改質Ⅱ型アスファルトの使用が不可欠である。

改質Ⅱ型アスファルトは、ストレートアスファルトに改質剤としてゴム・熱可塑性エラストマーを添加したものである。アスファルト性状としての規格値はアスファルト舗装要綱等に示されているが、改質成分については、各社各製品により異なるため、選択時の確認が必要である。

後述する現在試験中の骨材配合は細粒度ギャップア

スコン13F55と呼んでいるもので、図-14、表-7に示すとおり細粒度ギャップアスコンの粒度範囲の下限値側をとっている。これは、積雪寒冷地での表層舗装として実績のある現行細粒度ギャップアスコンの耐久

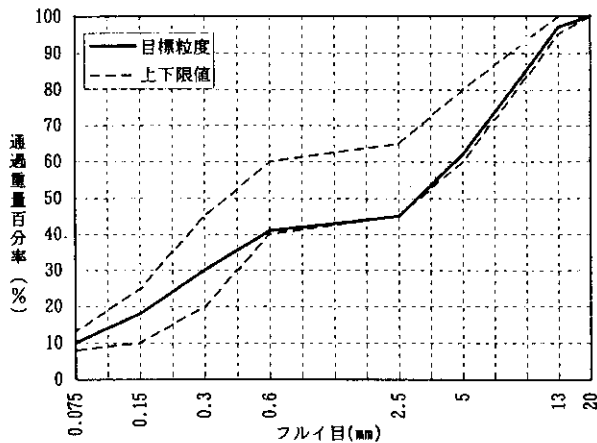


図-14 細粒度ギャップアスコン 13F55

表-7 細粒度ギャップアスコン 13F55 粒度

| フルイ目 (mm) | 粒度範囲 (%) | 目標粒度 (%) |
|-----------|----------|----------|
| 20 | 100 | 100 |
| 13 | 95~100 | 97 |
| 5 | 60~80 | 62 |
| 2.5 | 45~65 | 45 |
| 0.6 | 40~60 | 41 |
| 0.3 | 20~45 | 30 |
| 0.15 | 10~25 | 18 |
| 0.075 | 8~13 | 10 |

性のレベルを落とさずに施工性、耐流動性を考慮した結果である。

特に粗骨材率 (2.5mmフルイ目での残留重量百分率) については、従来の仕様書では44%を超えないように設定されていたが、マーシャル試験法による最適アスファルト量でのチェーンラベリング試験結果では粗骨材率が高いほど摩耗量が減少していることから、この仕様書の基準を削除した¹³⁾。

5 平成7年度試験施工

以上の仕様を基に全道の流動わだちが予測される14箇所において従来細粒度ギャップアスコン (ストアスまたは改質I型アス使用、粗骨材率45~50%) と細粒度ギャップアスコン13F55 (改質II型アス) の比較試験施工を行った (表-8)。

5.1 使用材料

本試験施工での使用骨材は、各プラントで通常用いている骨材とし、その配合比で目標粒度にできる限り近付けることとした。

改質II型アスファルトも各プラントで選択したが、あらかじめ改質剤が添加されているプレミックスタイプが12箇所、プラントにおいてストレートアスファルトに改質剤を添加するプラントミックスタイプが2箇所であった。

5.2 最適アスファルト量

マーシャル試験によって求める最適アスファルト量は、これまで耐摩耗性を考慮して共通範囲の中央値から若干多めのアスファルト量としていたが、平成7年度から耐流動性を考慮して中央値とした。

表-8 平成7年度 耐流動試験舗装箇所

| 調査地点 | 交通区分 (A~D) | 片側車線 (車線) | 24時間交通量 (台/車線) | 大型車混入率 (%) | 施工厚 (cm) | 比較混合物 アスファルト |
|----------------|------------|-----------|----------------|------------|----------|--------------|
| R12 奈井江町奈井江 | D | 2 | 4245 | 30.4 | 5 | 改質I型 |
| R36 恵庭市柏木 | D | 2 | 9861 | 27.4 | 5 | 改質I型 |
| R275 新十津川町新十津川 | C | 1 | 4671 | 35.6 | 4 | ストアス |
| R337 札幌市山口 | D | 2 | 5438 | 40.4 | 5 | 改質I型 |
| R5 小樽市若竹 | D | 2 | 8152 | 16.2 | 5 | 改質I型 |
| R5 小樽市征里 | D | 2 | 7269 | 24.2 | 5 | ストアス |
| R36 苫小牧市植苗 | D | 2 | 8931 | 35.0 | 5 | 改質I型 |
| R36 苫小牧市樽前 | D | 1 | 9838 | 27.7 | 5 | ストアス |
| R36 登別市栄町 | D | 2 | 8110 | 20.4 | 5 | ストアス |
| R12 旭川市4条通 | D | 2 | 7381 | 9.4 | 5 | 改質I型 |
| R38 富良野市東山 | C | 1 | 3643 | 26.6 | 4 | ストアス |
| R39 愛別町中愛別 | C | 1 | 5599 | 25.9 | 4 | ストアス |
| R38 幕別町千住 | D | 1 | 7993 | 21.2 | 5 | ストアス |
| R38 浦幌町万年 | C | 1 | 4519 | 34.0 | 4 | ストアス |

細粒度ギャップアスコン13F55の最適アスファルト量は、各現場毎に使用している骨材の質や粒径が異なっていることから5.5～6.4%と広く分布しているが、従来細粒度ギャップアスコンに対して平均で約0.6%減少した(図-15)。

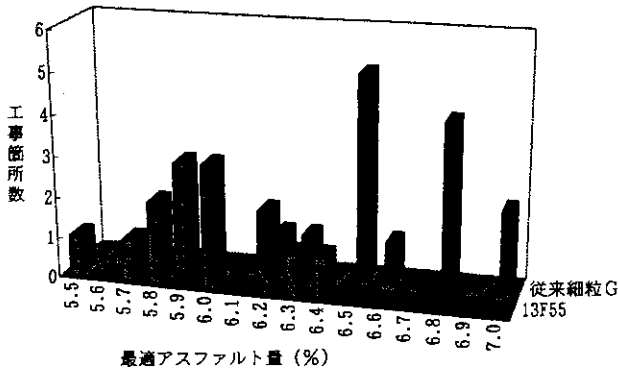


図-15 最適アスファルト量の分布

5. 3 ホイールトラッキング試験

最適アスファルト量の配合にてホイールトラッキング試験を行い、耐流動性の確認を行った(図-16)。現場切取DS1500を得るために、室内DSの管理基準を2400～5000に設定した。

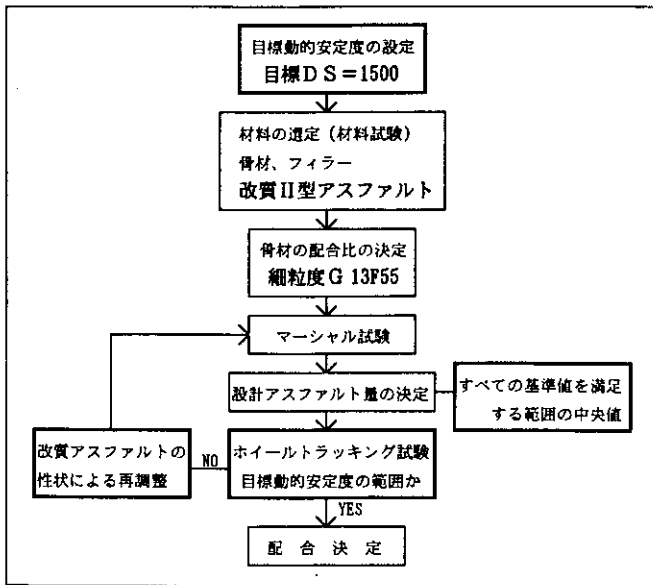


図-16 耐流動混合物の配合フロー

2400という下限値を設けたのは、先の試験施工において室内作製供試体DSと現場切取供試体DSの相関が良くなかったことによる。一方、上限を5000としたのは、冬期のひび割れ、剥離に留意したためであり、

アスファルト舗装要綱においても「DSが5000以上の混合物はひび割れ抵抗性なども併せて検討する」と記述されている。

配合設計でこの基準値内に収まらなかった場合には、アスファルトの改質成分を調整することとした。これは、まず合成粒度によるDS向上を優先し、これを補うために改質II型アスファルトを用いるとの考えからである。

平成5年度と同様に室内DSと現場切取DSの比較を行った。室内DSで基準値を設定したこともあり、現場切取DS1500以上をほぼ確保することができたがやはり相関は得られなかった(図-17)。この原因としては、室内と現場での温度差、締固めの方法・タイミングの違い等のほか、DSの算出過程において高いレベルのDSほどホイールトラッキング試験における変形量が小さく、誤差が増幅されやすい点も考えられる。

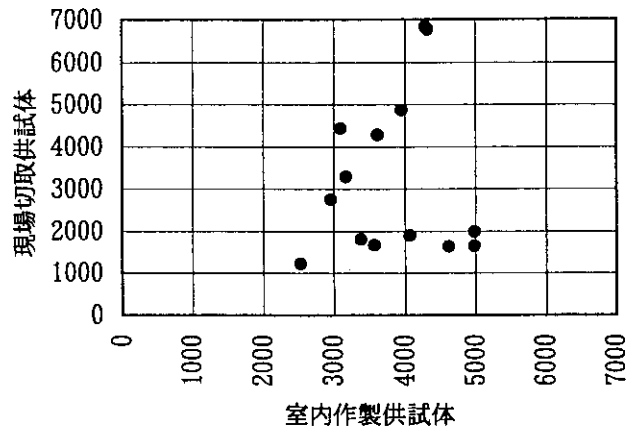


図-17 室内作製供試体と現場切取供試体のDSの比較(H7)

5. 4 施工

施工手順そのものは通常のアスファルト舗装と同じであるが、改質II型アスファルトを用いるための留意点がある。

図-18は、あるストレートアスファルトと改質II型アスファルトの温度と動粘度の関係を指数関数で示したものである。動粘度は施工性に直接関係するため、混合、締固めの際に同じ施工性を期待した場合、改質II型アスファルトを用いた混合物は20℃程度高い温度にする必要がある。しかし、混合温度が上限値(185℃程度)を超えると劣化が進むため、温度管理が重要となる。特に、夜間・冬期間などの低温時は混合から締固めまでの間、混合物温度の低下が速くなることから長時間ダンプに積載しない、フィニッシャーから間を

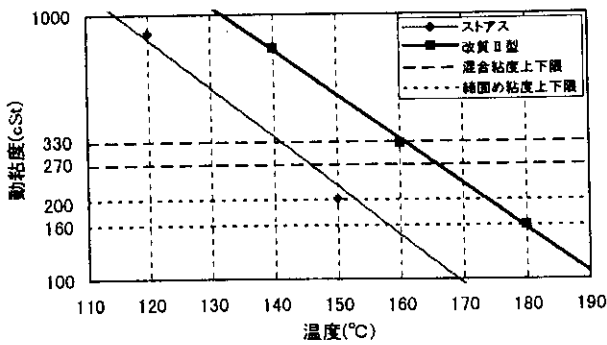


図-18 温度と動粘度の関係の例

置かずに転圧を行うなどの注意が必要である。

結果としては、ストレートアスファルトと同様の締固め度も得られ、円滑に施工完了した (図-19)。

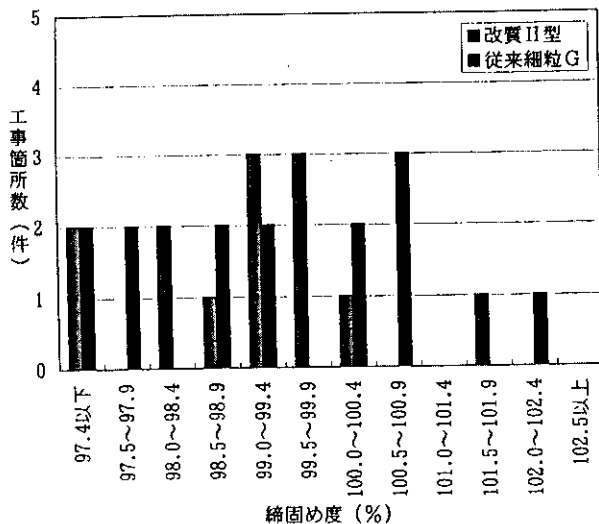


図-19 現場切取供試体の締固度の分布

5. 5 供用性調査結果

施工後の調査としては舗装路面形状の測定を毎年5月と10月に予定している。これは、5月から10月までの変形を流動によるもの、10月から翌年5月までの変

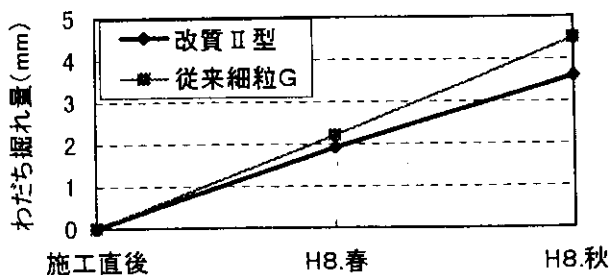


図-20 わだち掘れ量の比較 (H7 施工箇所: 14カ所の平均)

形を摩耗によるものとする考えに基づいている。クラックおよび剥離についても同時に注目し、変化が見られた時点から測定を行う予定である。

施工直後からのわだち掘れ量を比較したのが図-20である。施工時期が7~11月に分布していたため、初期値から翌年5月までの期間は箇所によって多少異なる。

6 まとめ

これまでの研究から以下のことが明らかになった。

- 北海道のわだち掘れは摩耗のほか流動によっても生じる。
- 北海道における流動対策としてはDS1500が必要である。
- 流動によるわだち掘れの対策としては、骨材粒度の粗粒化、改質II型アスファルトの使用が有効である。
- 室内DSと現場切取DSの相関は良くないため、室内DSを検討する段階でやや高めめの基準を設定しておく必要がある。
- 改質II型アスファルトを用いた耐流動混合物については、特に温度管理に注意してすみやかに施工する必要がある。

おわりに

現在は、平成7年度の試験施工箇所の継続調査を行っている段階である。これまでのところ問題点は指摘されていないものの、従来舗装と明確な差が生じていないのも事実である。今後もわだち掘れ(横断変形量)、剥離、ひび割れ状況を中心に調査を継続し、結果から仕様書化を提案したいと考えている。

最後に、試験施工にあたっては各開発建設部の担当者、施工会社各位の協力によってなされたもので紙上を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土木学会: 舗装工学、1995
- 2) 寺田章次・森永教夫・菊川滋: 道路維持ポケットブック、1991
- 3) 北海道開発局の冬期道路管理、1994
- 4) 石田樹・武田裕輔・川村和幸: 北海道におけるアスファルト舗装の流動実態調査、舗装28-6、1993
- 5) 日本道路協会: アスファルト舗装要綱、1992
- 6) 北海道開発局: 道路河川工事仕様書
- 7) 日本道路協会: 舗装試験法便覧、1988
- 8) 石田樹・川村和幸・武田裕輔: 北海道で使用されている表層用アスファルト混合物の耐流動性に関する一考察、土木学会北海道支部 論文報告集 平成4年度、1993
- 9) 石田樹・川村和幸・武田裕輔: 北海道における耐流動表層用ア

スファルト混合物に関する研究、第20回日本道路会議論文集、1993

- 10) 石田樹・武田裕輔・小笠原章：北海道におけるアスファルト舗装の流動対策について、土木学会第50回年次学術講演会、1995
- 11) 島多昭典・小笠原章・小山田輝美：耐流動舗装の試験施工につ

いて、第39回(平成7年度)北海道発局技術研究発表会、1996

- 12) 安崎裕・伊藤正秀・長谷川強・池田拓哉：耐流動耐摩耗対策の選定手法に関する調査研究報告書、土木研究所資料、1991
- 13) 塚原和昭・熊谷茂樹・星卓見：寒冷地舗装の表層選定について、開発土木研究所月報 No.422、1988



島多 昭典*

開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
研究員



高橋 守人**

開発土木研究所
道路部
維持管理研究室長



野竹 俊雄***

開発土木研究所
道路部
維持管理研究室
副室長