

積雪寒冷地におけるアスファルト再生骨材の 圧裂試験による品質管理に関する一考察

A Consideration on Quality Control by Splitting Test of Regenerated Asphalt Aggregate in Cold, Snowy Regions

(国研)土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム ○正 員 安倍隆二 (Ryuji Abe)
(国研)土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 正 員 上野千草 (Chigusa Ueno)
(国研)土木研究所 寒地土木研究所 寒地道路保全チーム 正 員 木村孝司 (Takashi Kimura)

1. はじめに

我が国における舗装発生材の再利用は、本州等で1980年代から本格的に行われている。北海道の国道では、1998年度から表層混合物にアスファルト再生骨材（以下、再生骨材）が利用され、今後2回目以降のリサイクルに入り劣化の進んだ再生骨材の発生が予想される。

再生骨材の旧アスファルトの針入度の規格値は20(1/10mm)以上¹⁾とされているが、この規格値は本州で使用されている針入度60-80のストレートアスファルト（以下、ストアス）等を用いた舗装より発生した再生骨材を使用した試験舗装の結果から決定されたものである²⁾。しかし、積雪寒冷地である北海道では、低温時の横断亀裂現象等の問題を考慮し針入度80-100のストアスを使用している。

また、再生アスファルトは、新規の材料と同等の品質が求められるため、北海道では針入度90(1/10mm)を目標に、劣化により硬化したアスファルトに軟化剤である再生添加剤を加え針入度を回復させている。これに対し、本州等の一般地域では針入度50(1/10mm)を目標に劣化したアスファルトの針入度を回復させており、本州の積雪寒冷地では針入度70(1/10mm)を目標に針入度を回復させている¹⁾。

規格下限値である針入度20(1/10mm)まで劣化したアスファルトの針入度を前記の条件で回復させて繰り返し劣化、再生を行った場合、劣化および再生に伴う針入度の変動幅は北海道では70(1/10mm)となるのに対し、本州等では30(1/10mm)あるいは50(1/10mm)となる。このことから、北海道では本州等と比較してアスファルトの針入度の変動幅が大きくなり、舗装材料に蓄積する劣化の影響、および添加剤の性質の影響が大きく現れ、アスファルト性状に大きな変動が生じることが予測される。

さらに、近年は表層に改質アスファルトを用いた舗装が多く利用されており再生骨材の性状が多様化している。

これに伴い、平成22年に「舗装再生便覧」が改訂され、これまでの旧アスファルトの針入度の規格値に代わる方法として、圧裂試験を用いた圧裂係数による品質管理手法が追加されている。

本文では、新たに設けられた圧裂係数による品質管理手法の適用性の検討と、針入度による規格値との比較を行うため、北海道内のアスファルトプラントより、再生骨材および再生アスファルト混合物を提供いただき、圧裂係数を測定した結果を報告するものである。

2. 試料の収集

北海道内の一般向けに再生アスファルト混合物を出荷している104施設のうち、表-1に示すように、各地域から1施設以上を抽出し、計13施設から再生骨材、およびプラントで製造された再生密粒度アスコン13F（以下、再生混合物）を収集した。なお、地域区分は平成26年度アスファルトプラント現状調査³⁾、を参考にした。

表-1 調査対象

地区	プラント数		収集試料	
	稼働数	収集対象	再生骨材	再生混合物
石狩	11	2	○	○
空知	10	1	○	○
小樽	3	1	○	○
函館	9	1	○	○
室蘭	13	2	○	○
旭川	10	1	○	○
留萌・稚内	11	2	○	○
網走	12	1	○	○
帯広	11	1	○	○
釧路	16	1	○	○
合計	106	13	-	-

3. 評価方法

圧裂係数による品質管理手法の適用性の検討と、針入度による規格値との比較を行うため、以下の方法で評価を行った。

3.1 評価対象

評価は、室内において恒温乾燥炉を用いて、アスファルト混合物を熱劣化させて作製したアスファルト骨材（以下、劣化骨材）と、プラントより提供された再生骨材および、再生混合物に対して行った。

3.2 供試体の作製方法

圧裂係数を求めるためにマーシャル安定度試験用供試体を以下の方法でそれぞれ作製した。

(1) 劣化骨材

北海道で用いられているストレートアスファルト80-100を用いた密粒度アスコン13Fおよび再生密粒度アスコン13Fの混合物を室内で練り、練り上がったアスファ

ルト混合物をバットに入れ、100℃の恒温乾燥炉の中で養生する。所定の時間養生した試料を乾燥機より取り出し、舗装再生便覧¹⁾の「アスファルトコンクリートの再生骨材の圧裂係数の求め方」に記載されている方法により、165℃の恒温乾燥炉で3時間養生し、165±2℃で両面75回突き固め、供試体を作製した。

(2) 再生骨材

プラントより提供された再生骨材を、舗装再生便覧¹⁾の「アスファルトコンクリート再生骨材の圧裂係数の求め方」に記載されている方法により、165℃の恒温乾燥炉で3時間養生し、165±2℃で両面75回突き固め、供試体を作製した。

(3) 再生混合物

プラントより提供された再生混合物をそのまま用いた。

3.3 試験方法

試験は、20℃±1℃で5時間以上養生した供試体に対し、写真-1に示すAUTOGRAPHを用い、50(mm/min)の一定な変位速度で載荷し、供試体が破壊するまでの荷重および変位を自動計測した。

3.4 試験結果の整理

各材料につき5個の供試体に対し圧裂試験を実施し、最大及び最小値を除いた3個の平均値を採用した。

4. 試験結果

(1) 劣化骨材（密粒度アスコン 13F の配合）

密粒度アスコン 13F の配合で作製した材料（以下、新材）を熱劣化させた骨材における針入度と圧裂係数の関係を図-1に示す。なお、図中の朱色の曲線は、「舗装再生便覧」に示されている再生アスファルトの針入度と圧裂係数の関係」に示されているストレートアスファルト 40-60 および 60-80 を用いた材料より得られている曲線を示している。

新材は、ストレートアスファルト 80-100 を用いて高温乾燥で劣化した劣化骨材であるが、舗装再生便覧に示されている曲線と概ね一致した。アスファルトコンクリート再生骨材の旧アスファルトにおける針入度の規格値である 20(1/10mm)における圧裂係数は 1.3~1.4(MPa/mm)であり、圧裂係数の規格値である 1.7(MPa/mm)における針入度は 14(1/10mm)程度であった。

(2) 劣化骨材（再生密粒度アスコン 13F の配合）

図-2に再生密粒度アスコン 13F 再生混合率 20%の配合で作製した材料を熱劣化させた骨材（以下、再生 20%）、および再生混合率 50%の配合で作製した材料を熱劣化させた骨材（以下、再生 50%）の針入度と圧裂係数の関係を示す。

再生 20%および再生 50%の試験結果に明確な差は見られなかったが、アスファルトコンクリート再生骨材の旧アスファルトにおける針入度の規格値である 20(1/10mm)程度における圧裂係数に着目すると、再生 20%および再生 50%では、1.1~1.3(MPa/mm)程度であり、新材の 1.3~1.4(MPa/mm)とほぼ同様の傾向が見られた。

また、再生 20%および再生 50%の試験結果を「舗装再生便覧」に記載されている曲線と比較した場合においても、概ね同様の傾向が見られた。

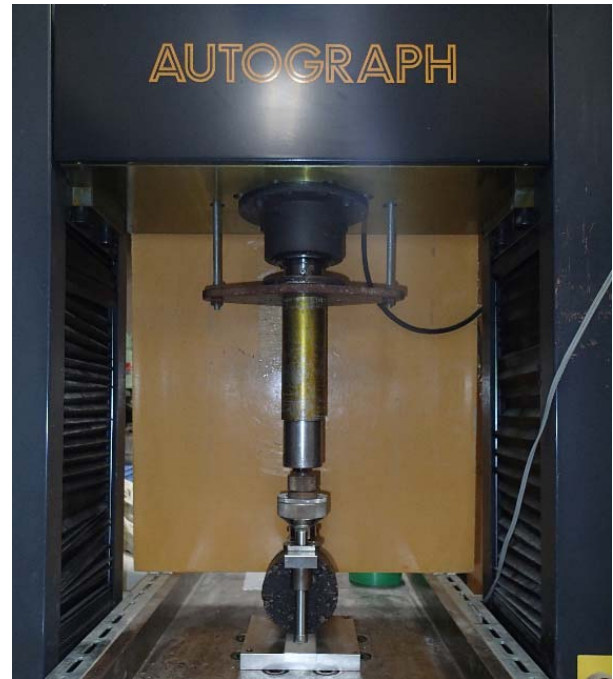


写真-1 載荷装置

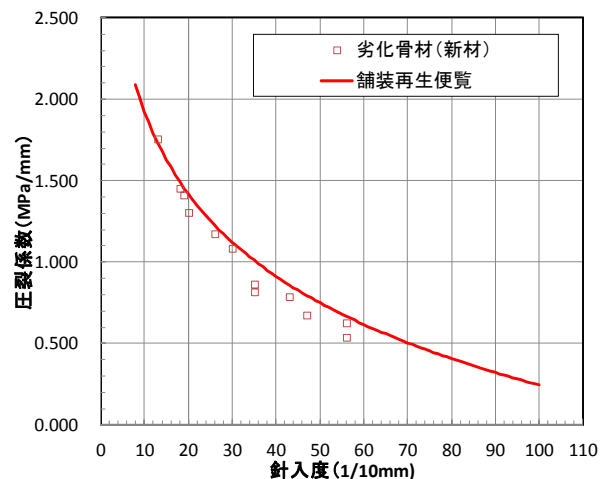


図-1 針入度と圧裂係数の関係（新材）

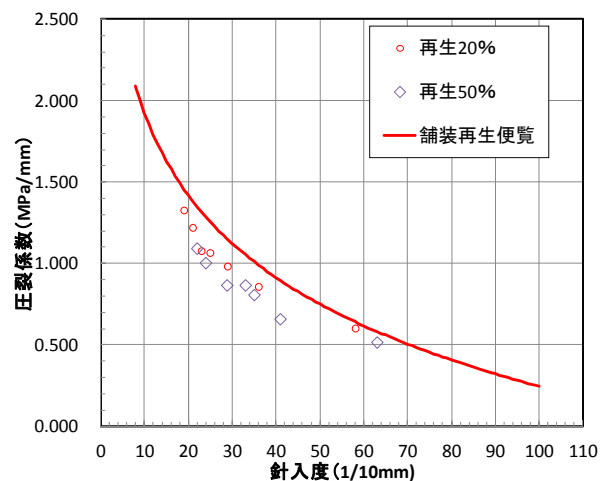


図-2 針入度と圧裂係数の関係（再生 20%, 再生 50%）

(3) 再生骨材

北海道内のアスファルトプラントより提供された再生骨材における針入度と圧裂係数の関係を図-3に示す。

再生骨材の試験結果は、「舗装再生便覧」に示されている曲線よりも上側に試験結果がプロットされた。

また、アスファルトコンクリート再生骨材の旧アスファルトの針入度規格である 20(1/10mm)を下回るような再生骨材は、圧裂係数の規格値である 1.7 (MPa/mm)を上回る結果となった。

さらに、旧アスファルトの針入度が 20(1/10mm)以上 30(1/10mm)未満の再生骨材においても、圧裂係数の規格値である 1.7 (MPa/mm)を上回る結果となった。

前述した劣化骨材では、「舗装再生便覧」に示された曲線と概ね一致したが、再生骨材において曲線と一致しない結果となった要因として、室内の劣化方法と供用時の劣化条件が異なることが考えられる。

既往の研究⁴⁾では、ストレートアスファルト 80-100 を現在の針入度規格の下限值 20(1/10mm)で、繰り返しリサイクル利用した場合、軟化点が大幅に上昇し、ひび割れが発生しやすい性状になり、積雪寒冷地における品質管理手法の課題があることが報告されており、今回の試験結果からも、同様の課題が指摘された。

また、今回の試験結果から、針入度規格ではアスファルトコンクリート再生骨材の旧アスファルトの規格値を

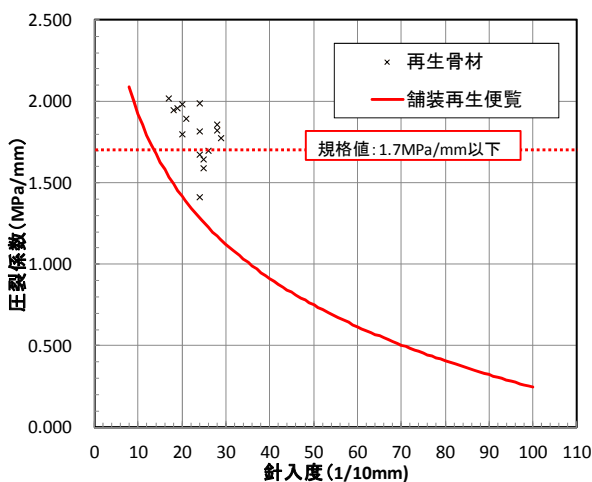


図-3 針入度と圧裂係数の関係 (再生骨材)

用いて管理する場合は利用可能であるが、圧裂係数を用いて管理を行った場合に現在の規格値を適用すると利用不可となる材料があることが確認された。

(4) 再生混合物

北海道内のアスファルトプラントより提供された再生混合物における針入度と圧裂係数の関係を図-4に示す。なお、針入度はストレートアスファルト 80-100 の設計針入度の中央値である 90(1/10mm)であると仮定とした。

また、図中には、「舗装再生便覧」に示されている再生アスファルト 40-60 および 60-80 を用いた再生混合物の配合設計における設計圧裂係数の範囲を併記した。

今回、北海道内のアスファルトプラントより提供された再生混合物の圧裂係数は 0.5~1.3 (MPa/mm)とばらつきがあった。

今回用いた再生混合物は、再生添加剤を用いて設計針入度へ調整を行う方法をとっているが、圧裂係数による手法を用いて設計を行った場合、再生添加剤の添加量が異なる可能性が高いと考えられる。

また、アスファルトコンクリート再生骨材の旧アスファルトの針入度は、図-5に示すように日々変動しているが、アスファルトプラントにおける配合設計は年に1回程度が現状であるため、再生骨材の品質の変動に対応できず、その影響が圧裂係数に表れた可能性がある。

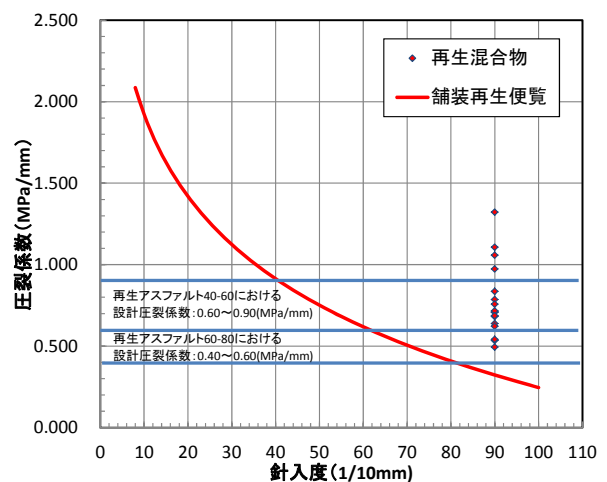


図-4 針入度と圧裂係数の関係 (再生混合物)

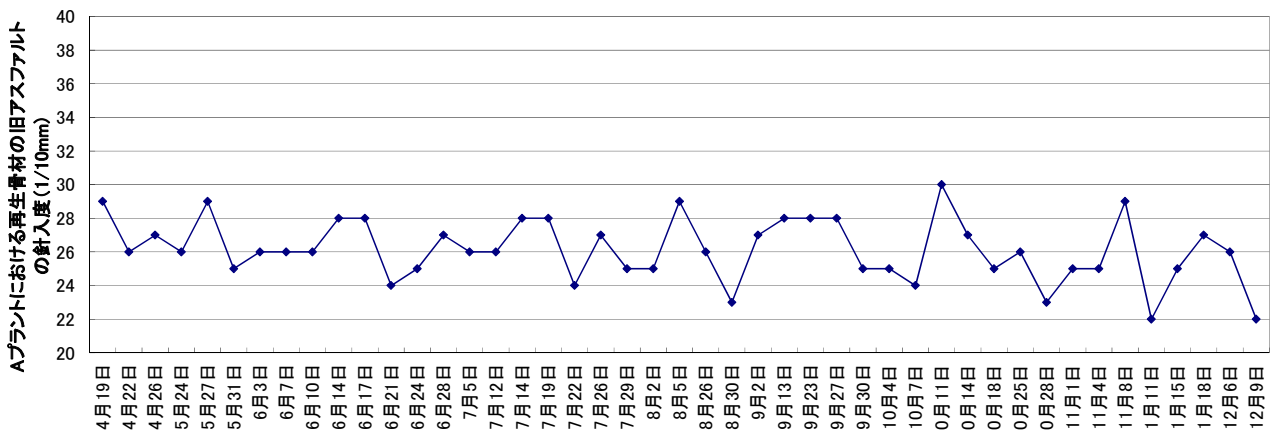


図-5 北海道内の A アスファルトプラントにおける年間の再生骨材の旧アスファルトに針入度の変動

5. まとめ

本検討では、ストレートアスファルト 80-100 を用いた舗装材料を使用している北海道において、圧裂係数によるアスファルトコンクリート再生骨材の品質管理手法の適用性の検討を行った。本研究より得られた知見を以下に示す。

- 1) 恒温乾燥炉で劣化させた劣化骨材は、「舗装再生便覧」に示されている針入度-圧裂係数曲線と概ね一致する性状を示した。
- 2) 北海道内のアスファルトプラントより提供された再生骨材の性状は、「舗装再生便覧」に示されている針入度-圧裂係数曲線や、恒温乾燥炉で劣化させた劣化骨材の性状と必ずしも一致しないことが確認された。
- 3) 北海道内のアスファルトプラントより提供された再生混合物の性状は、「舗装再生便覧」に示されている針入度-圧裂係数曲線と異なる結果となり、設計針入度 90(1/10mm)において、0.5～1.3 (MPa/mm)とばらつきがあった。

6. 今後の課題

平成 22 年より、圧裂係数による品質管理手法が舗装再生便覧に記載されたが、圧裂係数による品質管理は進んでいない現状にある。この一因として、舗装再生便覧には、再生アスファルト 80-100 における設計圧裂係数が示されていないことがある。

しかし、今回の検討では、「舗装再生便覧」に示されている針入度-圧裂係数曲線と、実際にアスファルトプラントで製造された再生混合物との間に性状の差異が見られたため、適用に向けて更なる検討が必要と考える。

また、現在のアスファルトコンクリート再生骨材の旧アスファルトの規格値についても、積雪寒冷地の材料の性状に対応した値の検討が必要と考える。

謝辞

本検討にあたって、北海道舗装事業協会および北海道アスファルト合材協会より試料の提供を受けた。ここに記し、感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：舗装再生便覧、2010.11
- 2) 安崎 裕、片倉弘美、高木信幸：再生加熱アスファルト混合物の供用性評価、土木技術資料、31-9 pp48-53、1989.
- 3) 北海道アスファルト合材協会 一般社団法人北海道舗装事業協会：平成 26 年度アスファルトプラント現況調書、2014.4
- 4) 上野千草、田高淳、安倍隆二：積雪寒冷地における再生アスファルトの長期性状について、舗装工学論文集 第 13 巻、pp.87-95、2010.12