

積雪寒冷地における再生アスファルト混合物の 圧裂試験による配合設計に関する一考察

A Consideration on Mix design by Splitting Test of Recycled Asphalt Mixture 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 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 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 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、本州等では、1980年代から本格的に行われており、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）が利用されている。

再生骨材の品質管理ならびに再生アスファルト混合物（以下、再生混合物）の配合設計については、日本道路協会より発刊されている舗装再生便覧¹⁾をもとに実施されている。この舗装再生便覧は平成22年度に改訂が行われており、配合設計および品質管理において、これまでの針入度による手法に加え、圧裂係数による手法が新たに示された。

この中で再生骨材の品質管理においては全国一律の規格値が示されているが、再生混合物の配合設計においては地域によって異なる使用材料ごとに設計圧裂係数が示されている（図-1）。具体的には、ストレートアスファルト 40-60 を用いている一般地域では 0.60～0.90(MPa/mm)、ストレートアスファルト 60-80 を用いている積雪寒冷地では 0.40～0.60(MPa/mm)となっている。

しかし、北海道で用いられているストレートアスファルト 80-100 に対する設計圧裂係数は示されておらず、北海道内における設計圧裂係数による配合設計並びに圧裂係数による品質管理は進んでいないのが現状である²⁾。

そこで本文では、既存の針入度による配合設計法で室内において作製した再生混合物、および北海道内の再生アスファルトプラント（以下、プラント）より収集した再生混合物を用いて、圧裂係数による配合設計法および品質管理手法の導入にあたる課題・問題点を検討した。

2. 試料の収集・供試体の作製

北海道内のプラントより、再生混合物および再生骨材を収集した。詳細は以下の通りである。

室内作製再生混合物用試料については、旧アスファルトの針入度が 20(1/10mm)の試料をプラントより収集し、当研究所にて配合設計および供試体作製を行った。

また、プラント収集再生混合物については、平成26年に北海道内の一般向けに再生混合物を出荷している106施設³⁾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、合計16施設からプラント内の試験室で作製した再生混合物のマーシャル供試体を収集した。

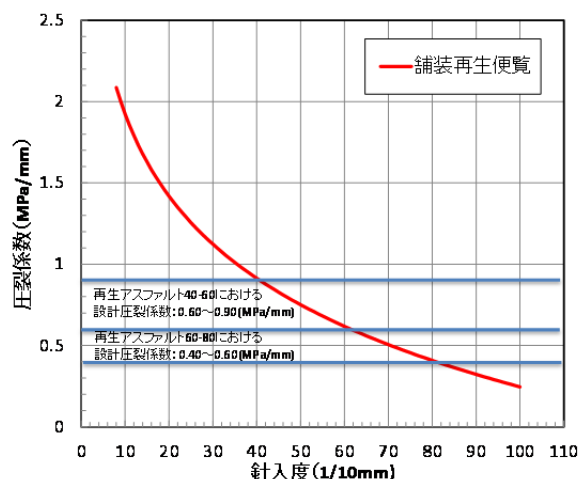


図-1 再生アスファルトの針入度と圧裂係数の関係

表-1 調査対象

	プラント数		プラント型式	
	稼働数	収集対象	Ⅲ型 直接加熱 再生混合率50%	Ⅳ型 間接加熱 再生混合率20%
石狩	11	3	3	0
空知	10	1	1	0
小樽	3	1	0	1
函館	9	2	1	1
室蘭	13	2	2	0
旭川	10	1	1	0
留萌・稚内	11	2	1	1
網走	12	1	1	0
帯広	11	1	1	0
釧路	16	2	0	2
合計	106	16	11	5

3. 評価方法

3.1 配合設計

再生混合物の配合は北海道の国道で一般的に使用されている再生密粒度アスコン 13F とし、アスファルトバインダーは北海道で主として用いられているストレートアスファルト 80-100 とした。

また、再生にあたっては、舗装再生便覧に示されている設計針入度への調整を行う方法を用い、設計針入度はストレートアスファルト 80-100 の中央値である 90(1/10mm)とした。

3.2 圧裂試験

試験は、 $20^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ で5時間以上養生した供試体に対し、AUTOGRAPHを用い、 $50(\text{mm}/\text{min})$ 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。各試料につき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

4.1 室内作製再生混合物の圧裂係数

再生混合率の異なる3条件で再生混合物と新規混合物を作製し、圧裂係数を求めた。結果を図-2に示す。なお、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60-80を用いた再生混合物の設計圧裂係数の範囲を併記した。新規混合物の圧裂係数は $0.54(\text{MPa}/\text{mm})$ と再生アスファルト60-80の設計圧裂係数 $0.40\sim 0.60(\text{MPa}/\text{mm})$ の範囲にあった。また、再生混合物の圧裂係数は $0.29\sim 0.35(\text{MPa}/\text{mm})$ の範囲と新規混合物や再生アスファルト60-80の設計圧裂係数の範囲よりも低い値であった。

4.2 プラント作製再生混合物の圧裂係数

北海道内のプラントより提供された再生混合物の圧裂係数を図-3に示す。

図-1に示した舗装再生便覧における針入度と圧裂係数の関係（図中、朱色曲線）に従うと、再生アスファルト80-100における圧裂係数は、前述の室内作製再生混合物のように $0.40(\text{MPa}/\text{mm})$ 以下となることが想定されるが、今回、北海道内のプラントより収集した再生混合物の圧裂係数は $0.49\sim 1.32(\text{MPa}/\text{mm})$ の範囲であり再生アスファルト40-60の設計圧裂係数の範囲である $0.60\sim 0.90(\text{MPa}/\text{mm})$ よりも高い値の試料が確認された。また、各プラント間の圧裂係数の標準偏差は0.22と、再生アスファルト60-80の設計圧裂係数の範囲である0.2に対してばらつきが大きい状況であった。

4.3 再生骨材の品質

プラント作製の再生混合物の圧裂係数が、室内作製再生混合物に比べ圧裂係数が高く、また、各プラント間でばらつきが見られた。この要因として、再生混合物に使用された再生骨材の性状が影響した可能性が考えられるため、各プラントより再生骨材を採取し、性状を評価した。

評価項目は、現在の品質規格である圧裂係数と再生骨材の旧アスファルト（以下、旧As）の針入度とした。

4.3.1 圧裂係数

各プラントより採取した再生骨材を用いて、舗装再生便覧の「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」に従い、供試体を作製し圧裂試験を実施した。

得られた圧裂係数を図-4に示す。再生骨材の圧裂係数は $1.40\sim 2.12(\text{MPa}/\text{mm})$ の範囲であり、標準偏差は0.21とばらつきが見られた。

次に、再生骨材の圧裂係数と再生混合物の圧裂係数の関係を整理した。結果を図-5に示す。劣化が進んだ圧裂係数の高い再生骨材を用いることにより、再生混合物の圧裂係数が高くなることが想定されたが、両者には明確な相関は確認できなかった。

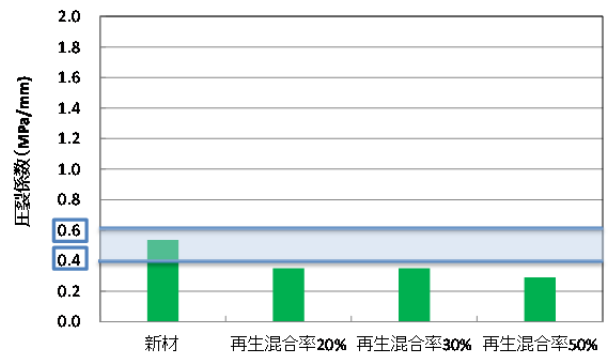


図-2 室内作製再生混合物の圧裂係数

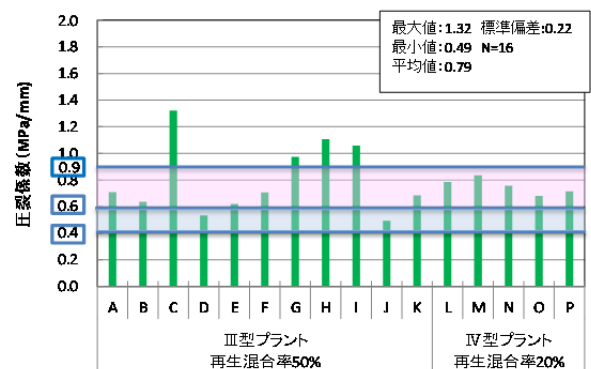


図-3 プラント作製再生混合物の圧裂係数

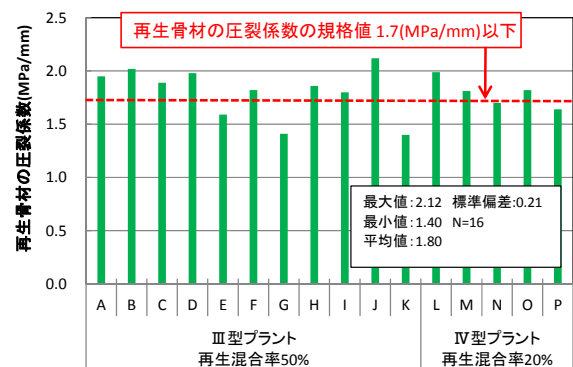


図-4 再生骨材の圧裂係数

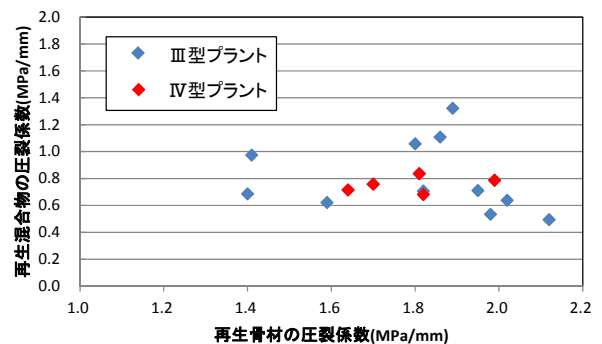


図-5 プラント作製再生混合物の圧裂係数と再生骨材の圧裂係数の関係

4.3.2 針入度

各プラントより採取した再生骨材より回収した旧 As の針入度を図-6 に示す。再生骨材の旧 As の針入度は、17~29(1/10mm)であり、品質規格値である 20(1/10mm)付近の材料が多数確認され、劣化の進んだ材料が多く確認された。

次に、再生混合物の圧裂係数と再生骨材の針入度の関係を整理した。結果を図-7 に示す。再生骨材の劣化による針入度の低下が、再生混合物の圧裂係数に及ぼすことが考えられたが、再生混合物の圧裂係数と再生骨材の旧 As の針入度との間には、再生骨材の圧裂係数と同様に明確な相関は確認されなかった。

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、圧裂係数による配合設計および品質管理手法の導入にあたる課題・問題点の検討を行った。本研究より得られた知見を以下に示す。

- 1) 室内で作製した再生混合物の圧裂係数は、0.29~0.3(MPa/mm)の範囲となり、再生アスファルト 60-80 の設計圧裂係数である 0.40~0.60(MPa/mm)よりも低い値となった。
- 2) 北海道内のプラントより収集した再生混合物の圧裂係数は、0.49~1.32 (MPa/mm)であり、再生アスファルト 40-60 の設計圧裂係数の範囲である 0.60~0.90 (MPa/mm) よりも高い値を示す試料が確認され、大きなばらつきが見られた。
- 3) 再生骨材の品質が再生混合物の圧裂係数に及ぼす影響について検討を行ったが明確な関係性は得られなかった。
- 4) 現在北海道内のプラントで用いられている再生骨材の圧裂係数は 1.40~2.12(MPa/mm)の範囲、旧アスの針入度は 17~28(1/10mm)の範囲であり、劣化の進んだ材料が存在することが確認された。

本検討により、プラント作製混合物の圧裂係数にはばらつきが見られ、再生アスファルト 80-100 の設計圧裂係数の範囲を設定し、配合設計を行う上での課題が確認された。

6. 今後の予定

舗装再生便覧に示されている設計圧裂係数の範囲や、室内作製再生混合物と、北海道内のプラントより収集した再生混合物の圧裂係数の範囲に差異が見られたが、今回の検討ではその要因を特定するまでには至らなかった。

設計圧裂係数の範囲を設定し、実際に配合設計を行う上で、プラント作製再生混合物の圧裂係数のばらつきの要因を解明することは重要であるため、要因解明と適切な配合設計の提案に向け引き続き検討を行っていく。

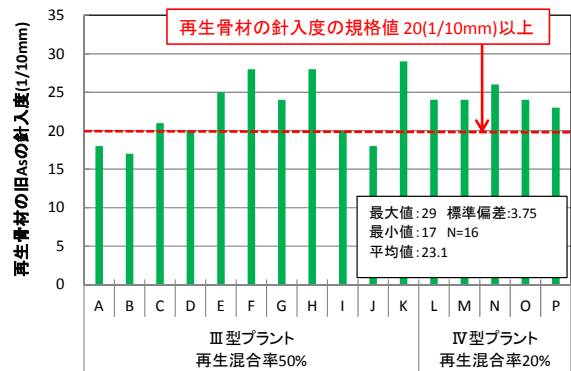


図-6 再生骨材の旧 As の針入度

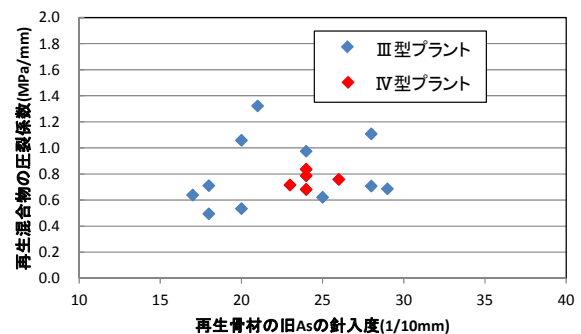


図-7 プラント作製再生混合物の圧裂係数と再生骨材の旧 As の針入度

また、再生骨材の圧裂係数や旧 As の針入度が規格値付近の値である劣化の進んだ材料が多く確認されたことから、再生骨材の品質が舗装の寿命に及ぼす影響について、実道工事における施工時の試料採取並びにその後の供用性状の追跡調査を通じて評価を行っていく予定である。

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) 上野千草、安倍隆二、木村孝司：北海道内におけるアスファルト再生骨材の現状について、第 59 回（平成 27 年度）北海道開発技術研究発表会、2016.2
- 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査、2014.4