

基準外再生骨材を使用した再生アスファルト混合物の 性能評価に関する研究

長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 ○覚張 涼平
長岡技術科学大学 環境社会基盤工学専攻 高橋 修

1. はじめに

アスファルト舗装から発生するアスファルト塊は、中間処理施設で粉砕した後に物性試験を行い、舗装再生便覧の基準に則して品質の評価を行う。そこで基準を満たしたものは、再生アスファルト混合物の再生骨材として利用される。基準を満たさないものは、路盤材や埋戻し材として利用される。しかしながら、近年では再生アスファルト混合物の使用が一般的になってきており、繰返し再利用される再生骨材が増加してきている。そのため、将来的に品質基準を満たす再生骨材の減少が予測されている。

そこで本研究では、基準外再生骨材が再生アスファルト混合物の性能に及ぼす影響について評価を行うため、各種試験を行った。本研究では、密粒度アスファルト混合物（最大骨材粒径 13mm）の配合設計結果を基に、基準内及び基準外の再生骨材を用いて、再生骨材の配合率を変化させた種々の供試体を作製した。これらの供試体を用いて修正ロットマン試験と直接引張試験を行い、再生アスファルト混合物の性能評価を行った。

2. 使用再生骨材の品質

本研究で実験に使用した再生骨材は、新潟県内のリサイクルプラントから採取したものである。

この再生骨材にいくつかのレベルで加熱促進劣化を施すことにより、劣化程度の異なる基準外の試料を準備した。採取した再生骨材は、ロットの違いにより 2 種類あり、これらを再生骨材 A、再生骨材 B とした。再生骨材 A、B それぞれの品質値を表

表-1 に示す。表-1 より、再生骨材 A は舗装再生便の基準を満たしているが、再生骨材 B は基準を満たしていないことが分かった。

表-1 使用再生骨材 A,B の品質値

評価項目	基準値	再生骨材A	再生骨材B
針入度 (1/10mm)	20以上	15	17
圧裂係数 (MPa/mm)	1.7以下	1.41	2.39

3. 修正ロットマン試験による剥離抵抗性の評価

3.1 試験概要

修正ロットマン試験は、水浸養生した供試体と標準養生した供試体の間接引張強度比で剥離抵抗性を評価するものである。本試験では再生骨材 A を使用した。この再生骨材に加熱促進劣化を施すことにより基準内および基準外の 2 種類の試料を準備した。再生骨材 A の劣化後の品質を表-2 に示す。本実験では、新規バインダとしてストレートアスファルト（ストアス）60/80 を使用し、密粒度アスファルト混合物（最大骨材粒径 13mm）の供試体を作製した。新規投入アスファルト量は再生骨材に含まれている旧アスファルト量を考慮し、供試

表-2 再生骨材 A の劣化後の品質

評価項目	劣化時間 (h)	
	0	12
針入度 (1/10mm)	15	14
圧裂係数 (MPa/mm)	1.41	2.36
合否	基準内	基準外

体ごとの総アスファルト量が等しくなるようにした。再生骨材の配合率を 0~50%の範囲で 10%毎に変化させ、新規アスコンも含めて合計 6 種類のアスコン供試体について試験を実施した。

3.2 試験結果および考察

間接引張試験により得られた間接引張強度と骨材配合率の関係を図-1, 2 に示す。図-1, 2 を比較すると、基準内および基準外のどちらの再生骨材を配合した場合でも、配合率が高いほど間接引張強度は大きくなった。これは、再生骨材に付着している旧アスファルトの増加に伴うものと考えられる。基準内と基準外の再生骨材の違いについては、明確な差異は認められなかった。

間接引張強度比の結果を図-3 に示す。間接引張強度比については、いずれの配合条件においても 0.8 以上と高い水準である。基準内、基準外の再生骨材においては明確な差異は認められないが、全体的に基準外の方が高い値となった。

これらの結果より、基準外再生骨材の配合は規準内再生骨材の配合と比較しても混合物の剥離抵抗性に大きな影響はないことが分かる。

4. 直接引張試験によるひび割れ抵抗性の評価

4.1 試験概要

本試験では、再生アスコンのひび割れ抵抗性について検討した。変形しやすさを評価するためにここでは、直接引張試験を実施した。

直接引張試験では、供試体の両端に引張荷重を加えることにより、ひび割れ破壊に至るまでの応力とひずみを測定した。ひび割れが発生する時点における強度とひずみの値を破壊時強度、破壊時ひずみとし、これらを評価値とした。

本実験では、前節の修正ロットマン試験と同様に密粒度アスコン供試体を作製した。

4.2 試験結果および考察（基準内外の再生骨材を使用）

本実験では、前節の修正ロットマン試験と同じく再生骨材 A を使用し、基準内と基準外の再生骨材を用いた場合におけるひび割れ抵抗性の結果について比較を行った。再生骨材の配合率を 0~30%の範囲で 10%毎に変化させ、新規アスコンも含めて合計 4 種類のアスコン供試体について試験を実施した。

直接引張試験によって得られた破壊時ひずみ、破壊強度を図-4, 5 にそれぞれ示す。破壊時ひずみに

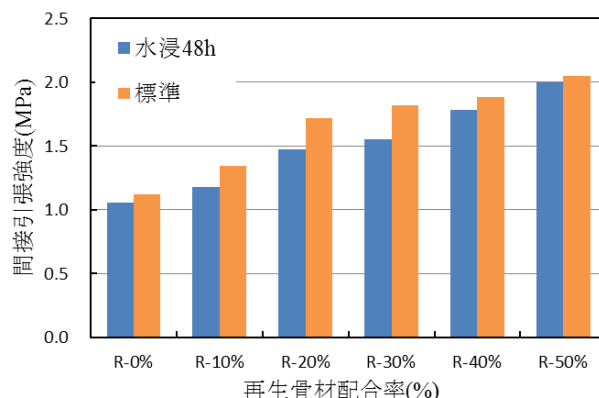


図-1 再生骨材配合率と間接引張強度の関係 (基準内)

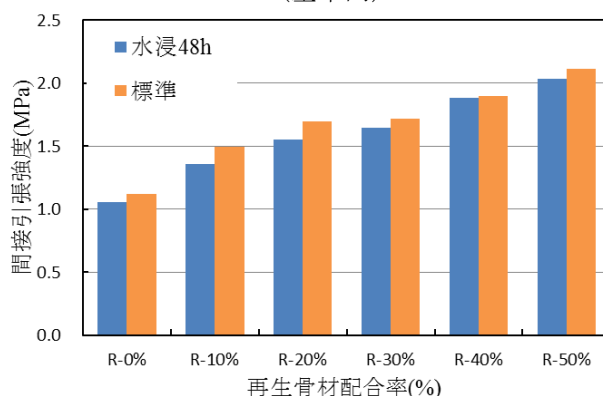


図-2 再生骨材配合率と間接引張強度の関係 (基準外)

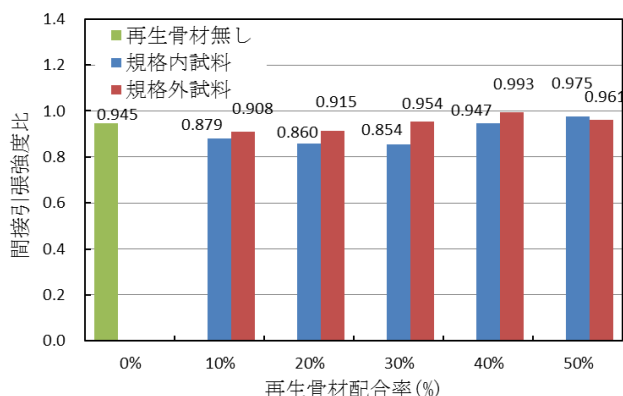


図-3 各試料における再生骨材配合率と間接引張強度比

ついて基準内と基準外の再生骨材を使用した結果を比較すると、基準外再生骨材を用いた再生アスコンのほうがすべての配合率において規準内のものより小さくなっている。また、再生骨材の配合率が高いほど破壊時ひずみは低下する傾向にあることが分かった。

破壊強度については、規準外再生骨材を用いた再生アスコンのほうがすべての配合率において規準内のものよりも大きい値となっている。また、再生骨材の配合率が高いほど、破壊強度は大きくなっている。さらに、破壊強度は、間接引張強度と同様に、配合率の増加に伴って強度が増加している。この傾向は、基準外再生骨材を使用したもののほうが顕著である。これらの結果を踏まえると、再生骨材の配合はアスコンが固く密に締め固まる効果を有しているものの、変形作用に対して脆く変形し難くなる効果があると考えられる。そのため、再生骨材の配合率の増加は、ひび割れ抵抗性の低下につながると考えられる。

北陸地方では、再生骨材の配合率が30%まで認められている。その実態を鑑みると、今回の試験結果から、基準外の再生骨材であってもより少量であれば同程度の性能を担保でき、再生混合物として利用できる可能性があると考えられる。

4.3 試験結果および考察（劣化度合の異なる再生骨材を使用）

本実験では、再生骨材 B を使用し、劣化の程度が異なる再生骨材を用いた場合におけるひび割れ抵抗性を比較した。ここでは、再生骨材の配合率を20~30%の範囲で5%毎に変化させ、新規アスコンも含めて合計4種類のアスコン供試体について試験を実施した。本実験では、加熱促進劣化を施す時間を変化させることにより、劣化の程度が異なる3種類の試料を準備した。再生骨材 B の劣化後の品質を表-3に示す。

96時間加熱促進劣化を施した試料については、劣化が著しくなったことにより、旧アスファルトの抽出及び圧裂試験に用いる供試体の作製が不可能となった。そのため、針入度、圧裂係数の計測結果は得られなかった。また、旧アスファルト量の測定結果が得られないため、ここでは、劣化によるアスファルトの減少量を0.5%と仮定し、旧アスファルト量の暫定値を算出した場合と、旧アスファルト量を0%

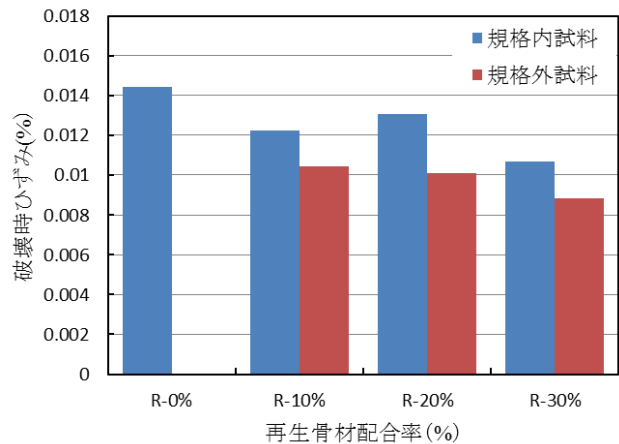


図-4 破壊時ひずみと再生骨材配合率の関係

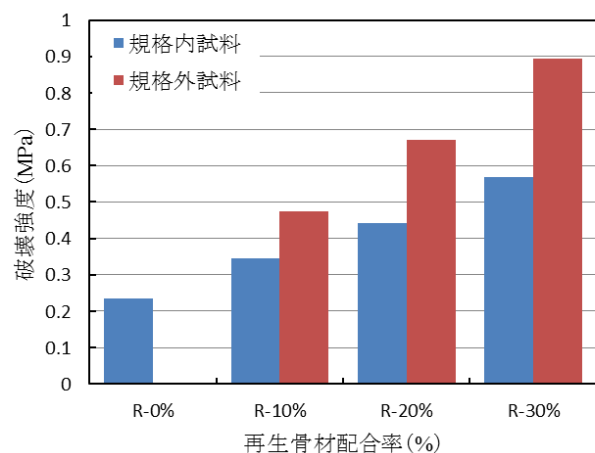


図-5 破壊時ひずみと再生骨材配合率の関係

表-3 再生骨材 B の劣化後の品質

評価項目	劣化時間 (h)		
	0	48	96
針入度 (1/10mm)	17	12	
圧裂係数 (MPa/mm)	2.39	2.46	
合否	基準外	基準外	基準外

と仮定した場合の 2 つのパターンにおいて試験を実施した。

直接引張試験により得られた破壊時ひずみ、破壊強度を図-6、7に示す。破壊時ひずみは、新規アスコンと比較すると再生骨材の配合により小さくなっている。また、劣化が進むにつれ小さくなる傾向にある。ただし、96h (旧 As0%) に関しては、他より比較的に大きくなっており、新規アスコンと値が近くなっている。

破壊強度は、0h、48h までは、新規アスコンと比較すると非常に大きくなっている。また、劣化の度合と配合率の増加に伴い大きくなる傾向にある。しかし、96h、96h (旧 As 0%) に関しては、0h、48h と比較すると小さくなっており、新規アスコンに近い値となっている。このことから、旧アスファルトの劣化がある程度まで進展すると、アスファルトの機能が失われ、破壊強度に影響を及ぼさなくなるものと考えられる。

96h、96h (旧 As0%) の結果を比較すると、96h (旧 As0%) の方が破壊時ひずみ、破壊強度のいずれにおいても新規アスコンに近い値となっている。このことから、針入度、圧裂係数の評価が不可能なまで劣化が進んだ再生骨材については、旧アスファルトをバインダーとしてではなく、一種の骨材として扱うことにより、再生利用が可能であると考えられる。ただし、配合率が高くなるほど破壊時ひずみと破壊応力は小さくなる傾向が見られるため、配合率は小さくする必要があると考えられる。

4.3 まとめ

本研究では、修正ロットマン試験および直接引張試験を実施し、基準外再生骨材を使用した再生アスファルト混合物の性能評価を行った。以下に、本研究によって得られた知見をまとめる。

- (1)修正ロットマン試験において、再生骨材の配合率上昇に伴って間接引張強度の増加が認められた。また、すべての再生アスコンで間接引張強度比の値に大きな差異は認められなかった。
- (3)再生骨材配合率の上昇に伴い、直接引張試験における破壊時ひずみは低下し、破壊時強度は大きくなった。この傾向は規準外再生骨材を用いたものにおいて顕著であった。
- (4)劣化が著しくなった再生骨材は、旧アスファルトを骨材として扱うことにより、再生アスコンとして再利用が可能と考えられる。ただし、再生骨材配合率が高くなるほど破壊時ひずみと破壊応力は小さくなるため、再生骨材配合率は小さくする必要があると考えられる。

参考文献

1. (社)日本道路協会 舗装調査・試験法便覧[3]B006 圧裂試験方法 pp.75-81 (2007 年)
2. (社)日本道路協会 舗装再生便覧 pp.10-11 (2010 年)

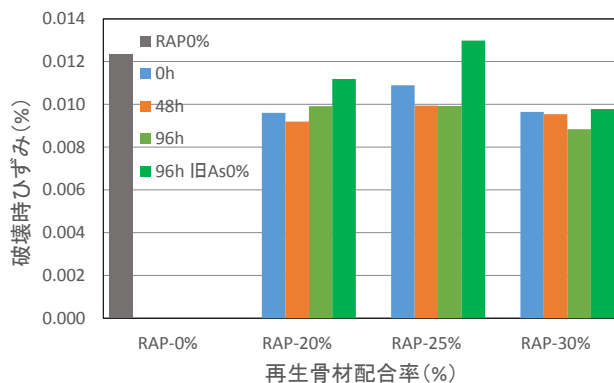


図-6 再生骨材配合率と破壊時ひずみの関係

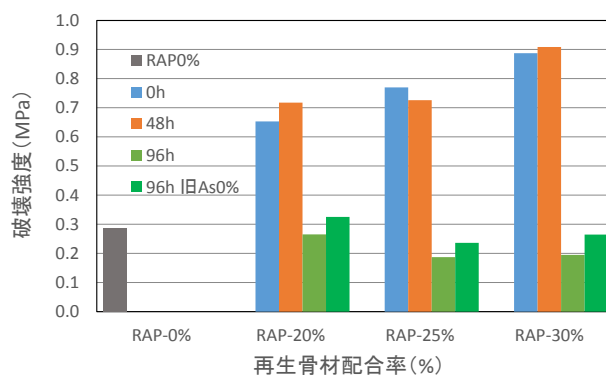


図-7 再生骨材配合率と破壊強度の関係