

# 再生骨材を混入した瀝青安定処理路盤材の配合設計に関する研究

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 石田 祐也

## 1. はじめに

近年では地球環境問題への対策として、省資源化があらゆる分野で求められている。アスファルト舗装においては、舗装工事で発生するアスファルトコンクリート塊(アスコン塊)の再資源化が進められている。再資源化されるアスコン塊のことを再生骨材という。

再生骨材の利用における品質規格<sup>1)</sup>は、針入度と圧裂係数があり、どちらかの規格を満たせば旧アスを含めた再生骨材としての利用が可能である。針入度は、再生骨材に付着した旧アスの劣化程度を示す評価指標である。圧裂係数は、再生骨材をアスファルト単体ではなく、アスファルト混合物の状態で評価することが可能で、旧アス回収のプロセスを省略できるメリットもある。これらの試験方法については舗装再生便覧に標準化されている。<sup>2)3)</sup>

また、既往の研究<sup>4)</sup>で再生骨材の繰返し利用は、再生骨材の性能を低下させることが知られている。具体的には、繰返し利用された再生骨材に付着した旧アスの針入度は低下し、圧裂係数は増加する傾向がある。また、これらの劣化した再生骨材を再生アスコンの材料として使用することは再生アスコン自体の性能の低下につながることも知られている。そのため、品質規格を満たさない規格外再生骨材は再生アスコンとして再利用することが出来ない。しかし、現在の高水準の再資源化率を維持するため、繰返し利用された規格外再生骨材の増加が予測される。規格外再生骨材の利用が必要なことは明白であるが、規格外再生骨材が再生アスコンに与える影響は明らかになっていない。

本研究では、上層路盤に用いられる瀝青安定処理路盤材に、規格外再生骨材を混入させ、性能への影響を評価した。上層路盤は、表・基層の下層に位置している。上層路盤の大きな役割は、路面の交通荷重を広く分散させることによる支持力の保持であり、表・基層ほどの耐久性は要求されていない。そこで、瀝青安定処理路盤材に規格外再生骨材を混入させ、「剥離抵抗性」、「変形抵抗性」について比較・検討を行った。また、規格外再生骨材の混入率を0%、10%、20%、30%と変えることで、妥当な混入率の明確化を検討した。本研究に用いた再生骨材の品質規格を表-1に示す。

表-1 再生骨材の品質

	品質規格	使用再生骨材
針入度 (1/10mm)	20 以上	12
圧裂係数 (MPa/mm)	1.7 以下	2.13

## 2. 修正ロットマン試験による剥離抵抗性の評価

### 2.1. 概要

修正ロットマン試験は、水を浸透させて凍結融解を施した供試体と空气中で養生した供試体を作製し、それぞれで間接引張試験を実施する。その測定値から算出された間接引張強度比を指標として、剥離抵抗性を評価する。この試験方法は米国 ASSHTO で標準化されている<sup>6)</sup>。日本においても、剥離抵抗性を評価するために水浸マーシャル安定度試験が実施されている。しかし、本研究では、凍結融解によるシビアな水分によるダメージを与えるため、修正ロットマン試験を実施した。ここでの剥離抵抗性とは、アスファルト混合物への水の浸入と凍結融解への抵抗性を示す。

### 2.2. 試験結果および考察

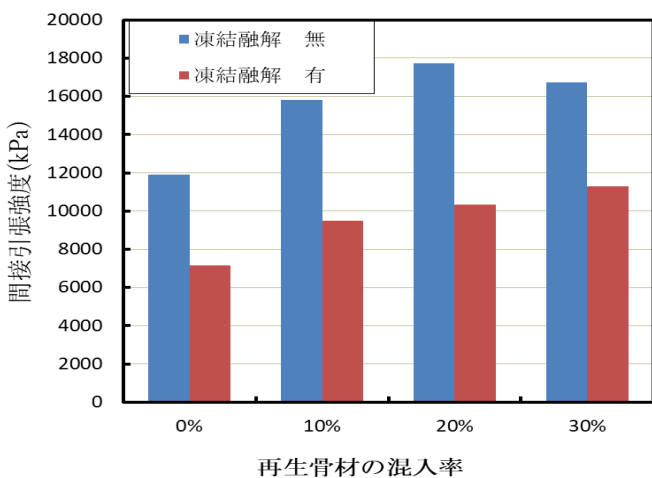


図-1 間接引張強度と再生骨材混入率の関係

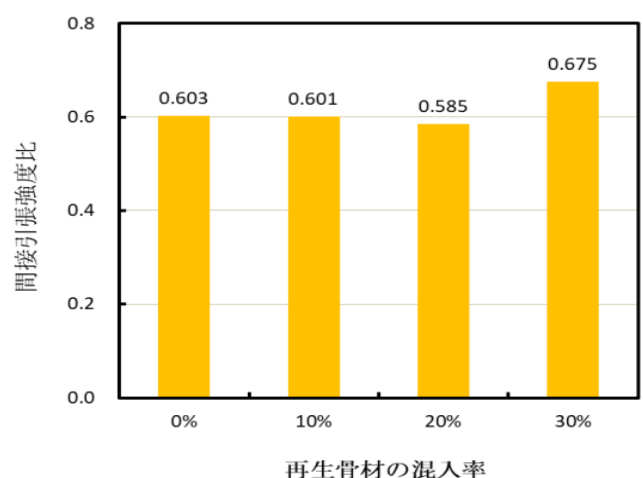


図-2 間接引張強度比と再生骨材配合率の関係

間接引張強度と再生骨材混入率の関係を図-1に示す。再生骨材の混入率に関わらず、空气中で養生させた供試体に比べ、凍結融解を施した供試体は間接引張強度が小さくなった。原因としては、骨材とアスファルトの分離、細粒分の流出や凍結融解時の内部圧力により、アスファルト混合物の耐久性が小さくなっていることが考えられる。また、再生骨材の増加に伴い、間接引張強度は増加傾向を示している。再生骨材に付着する劣化した旧アスが、アスファルト混合物全体を硬化させていると考えられ、早期ひび割れの発生などの懸念が残る結果となった。

間接引張強度比と再生骨材配合率の関係を図-2に示す。間接引張強度比については、全ての混入率で、0.6前後の値になった。ASSHTOの規格では、表層・基層における剥離抵抗性の規格値は0.8以上であるが、本研究は北陸地方整備局設計要領<sup>6)</sup>に準じて、上層路盤に用いられる瀝青安定処理路盤材の配合設計をしている。上層路盤は、表層・基層よりも雨水などの水にさらされる頻度が少なく、米国ASSHTOの剥離抵抗性についての規格値に則した設計にはなっていない。そのため規格値より小さい値になったと考えられる。また、間接引張強度比について、再生骨材を混入させていない新規アスファルト混合物と、他の規格外再生骨材を混入させたものに大きな差異は認められない。これらの結果から、30%までの規格外再生骨材の混入がもたらす剥離抵抗性への影響は小さいといえる。

### 3. 曲げ試験による変形抵抗性の評価

#### 3.1. 概要

アスファルト混合物の変形抵抗性を評価するために、曲げ試験<sup>7)</sup>を実施した。本試験は、供試体の垂直方向に一定速度で載荷し、たわみによる変位を測定する試験である。試験において、荷重がピークとなる状態を破壊と定義し、破壊時の応力とひずみの値を破壊強度、破壊時ひずみとした。

配合率を0~30%の範囲で10%毎に変化させ、新規アスファルト混合物も含めた合計4種類について試験を実施した。

#### 3.2. 試験結果および考察

曲げ試験実施にあたり、供試体の密度測定をした。各混入率における密度を表-2に示す。締固め条件は、全ての混入率で同じにしている。規格外再生骨材の混入率の増加に伴い、密度の低下傾向が認められる。密度の低下が、舗装の支持力や耐久性の低下にどの程度の影響があるかは不明であるが、間接引張強度比の結果から、締固め不足による水の浸入に対する影響は小さいといえる。

表-2 再生骨材の混入率と密度の関係

かさ密度(g/cm <sup>3</sup> )			
0%	10%	20%	30%
2.367	2.380	2.372	2.315

曲げ試験により得られた破壊強度、破壊時ひずみを図-3、図-4にそれぞれ示す。

曲げ強度については、規格外再生骨材の混入率の増加に伴い、増加傾向にあることが認められる。アスファルトは、空気中に曝されると、紫外線や熱による酸化が生じ硬化する。規格外再生骨材に付着する旧アスファルトは劣化による硬化が進んでいるため、アスファルト混合物の状態にした場合、強度増加につながるとみられる。

破壊時ひずみについては、規格外再生骨材の混入率の増加に伴い、低下傾向にあることが認められる。一定の速度で載荷していったときの、アスファルト混合物の破壊時の変位量をひずみとしており、低下傾向にあるということは早期ひび割れが発生しやすい状態になっているといえる。原因としては、上述の理由からたわみ性に対する抵抗性が小さくなるためだと考えられる。また、混入率30%の場合、破壊時ひずみの顕著な低下がみられる。以上から、アスファルト混合物は、規格外再生骨材の混入率の増加に伴い、変形追従性に劣り、脆化傾向を示すといえる。しかしながら、少ない混入量であれば現状の要求性能に見合う性能を得られることが分かり、規格外再生骨材の再生利用の可能性について知見を得ることができた。

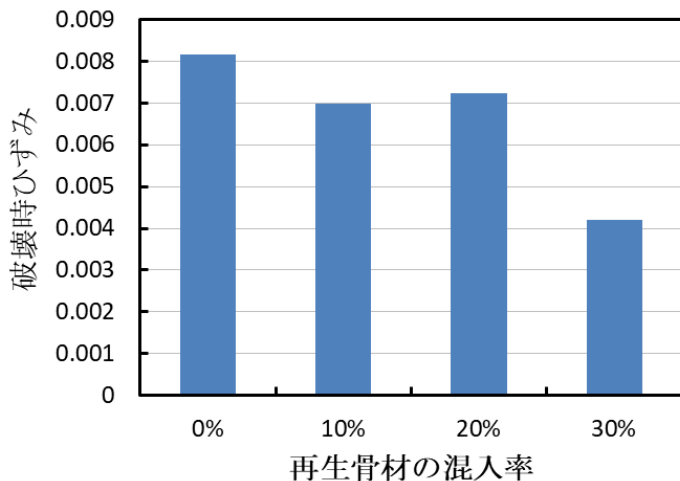


図-3 再生骨材混入率と曲げ強度の関係

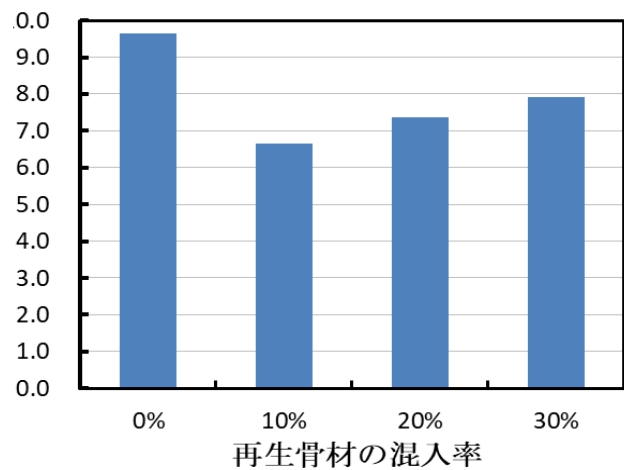


図-4 再生骨材混入率と破壊時ひずみの関係

#### 4. まとめ

本研究では、再生アスファルト混合物の性能評価として、修正ロットマン試験、曲げ試験を実施した。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、規格外再生骨材の混入率が増加しても、間接引張強度比の値に大きな差異は認められなかった。
- (2) 再生骨材の混入率増加に伴い、曲げ試験で破壊時ひずみは低下し、混入率 30% の場合、顕著な低下を示した。ひび割れ抵抗性について、少量であれば冷静安定処理路盤材への混入は、可能である。しかし、30% 程度でひび割れ抵抗性について懸念が残る結果となった。
- (3) 上記 2 つの試験において、規格外再生骨材の増加に伴い、強度面の指標で増加傾向が認められる。混合物の状態にあっても旧アスファルトの劣化の影響を大きく受けていることが認められる。

#### 参考資料

- 1) 1-2. (社) 日本道路協会. アスファルトコンクリート再生骨材の品質, 舗装再生便覧, pp11-12, 2010 年
- 2) (社) 日本道路協会. 針入度試験方法, 舗装調査・試験法便覧[第 2 分冊], pp113-123. 2007 年 6 月.
- 3) (社) 日本道路協会. 付録-2 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. 舗装再生便覧, pp152-159. 2010 年
- 4) 独立行政法人 土木研究所ほか. アスファルト舗装の再生利用に関する共同研究報告書. 2009 年.
- 5) AASHTO. Resistance of Compacted Asphalt Mixtures to Moisture-Induced Damage, T-283-03.
- 6) 国土交通省 北陸地方整備局. 第 8 章 舗装, 設計要領 (道路編), pp31. 2017 年 4 月
- 7) (社) 日本道路協会. 曲げ試験方法, 舗装調査・試験法便覧[第 3 分冊], pp79-86. 2019 年 3 月