

# 廃ペットボトルを利用した 高耐久舗装の開発と適用事例

山崎 健作・菊池 玲児・村田 雷安

近年の道路維持管理は、増幅した道路延長に対して維持修繕の需要が増加しており、ライフサイクルコストの優れた長寿命型の高耐久舗装材料が求められている。一方で、2015年国連サミットにおいて、SDGsが提唱された。これにより、建設業界ではCO<sub>2</sub>の排出抑制技術や廃棄物の有効活用技術などが注目されている。

本検討は、廃ペットボトルをリサイクルした樹脂を利用することで、耐流動性、耐据え切り抵抗性・耐油性等に優れた高耐久アスファルト混合物を開発し、室内試験での検討結果と実路における施工を検証したので報告する。

キーワード：SDGs, 廃ペットボトル, 耐流動性, 長寿命

## 1. はじめに

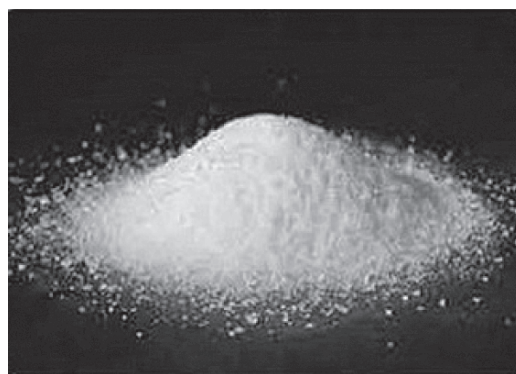
近年の道路維持管理は、舗装ストックの増大から維持修繕の需要が増加しており、ライフサイクルコスト（以下LCC）の優れた長寿命な技術の活用への要望が高まっている。また、国連サミット（2015年9月）においてSDGs（持続可能な開発目標：Sustainable Development Goals）が提唱され、建設業界ではCO<sub>2</sub>の排出抑制技術や廃棄物の有効活用技術などが注目されている。このような状況を背景に道路舗装材料においても、環境に配慮し高耐久な加熱アスファルト混合物（以下、混合物）の開発が求められている。

そこで本研究では、廃ペットボトル由来のポリエステル樹脂（以下、廃ペット樹脂）を混合物に添加することで、耐流動性・耐据え切り抵抗性・耐油性等に優れ、廃棄物の再利用により環境に配慮した混合物（以下、廃ペットアスコン）を開発した。

本報は、廃ペットアスコンの開発にあたり検討した室内試験の結果と、実路における適用事例について紹介する。

## 2. 廃ペット樹脂の特徴

当該混合物へ用いる廃ペット樹脂は、廃ペットボトル粉末を約40%混入し、アスファルト改質剤として化学処理を行った熱可塑性の添加剤である。廃ペット樹脂は、外観は粉末状（写真—1）で融点が100℃程



写真—1 廃ペット樹脂の外観

度であるため、従来の混合物と同様の温度で製造することができる。

## 3. 室内試験における評価方法と比較混合物

室内試験における評価方法を表—1に、比較に用いた混合物を表—2に示す。なお、廃ペットアスコンの配合は、密粒度アスファルト混合物（以下、密粒度アスコン）をベースに緻密な仕上がりとするために、新たに開発した比率である。

## 4. 室内試験結果

### (1) 耐流動性の評価

耐流動性評価の試験条件を表—3に示す。また、各混合物における耐流動性の評価結果を、図—1お

表一 評価方法

評価方法	目的	試験条件	試験方法
ホイールトラッキング試験	耐流動性の評価	60℃, 42回/min	調査・試験法便覧 B003
高温低速ホイールトラッキング試験		70℃, 21回/min	独自試験
繰り返し表面剥奪試験	据え切り抵抗性の評価	60℃	独自試験
貫入試験	耐静荷重の評価	60℃, 60 min	調査・試験法便覧 C001
耐油性試験	耐油性の評価	灯油に 48 h 浸漬	独自試験
曲げ疲労試験	疲労抵抗性の評価	5℃ 500μ	調査・試験法便覧 B016T

表二 比較用混合物

混合物名	バインダー種
密粒度アスコン 20 (廃ペットアスコン)	改質Ⅱ型 + 廃ペット樹脂
密粒度アスコン 20	改質Ⅱ型
密粒度アスコン 20	改質Ⅲ型
半たわみ混合物	母体ストアス

表三 試験条件 (耐流動性)

試験方法	ホイールトラッキング試験機による耐流動評価	
	ホイールトラッキング試験	高温低速ホイールトラッキング試験
項目	長さ×幅×厚さ = 300 × 300 × 50	
供試体養生方法	室温 12 時間養生後	
60℃ 接地圧 Mpa	0.63	
走行温度 ℃	60	70
走行速度 A 回/分	42	21
試験時間 分	60	75
走行回数 回	2,520	1,575

よび図一 2 に示す。耐流動性の評価は、混合物の動的安定度が 6,000 回/mm 以上となる場合、明確な有意差を判定出来ないとされるため、通常のホイールトラッキング試験 (以下 WT 試験) と、試験条件をより厳しくした高温低速 WT 試験を行い評価した。

廃ペットアスコンは、通常 WT 試験では半たわみ性混合物と同等の 6,000 回/mm 以上の結果となっていたが、高温低速 WT 試験では、半たわみ性混合物より若干劣る結果となった。しかしながら、ポリマー改質Ⅱ型アスファルト (以下、改質Ⅱ型) を用いた混合物の約 5 倍、ポリマー改質Ⅲ型アスファルト (以下、改質Ⅲ型) を用いた混合物の約 1.5 倍の値となっており、高い水準で耐流動性を有していると判断できる。

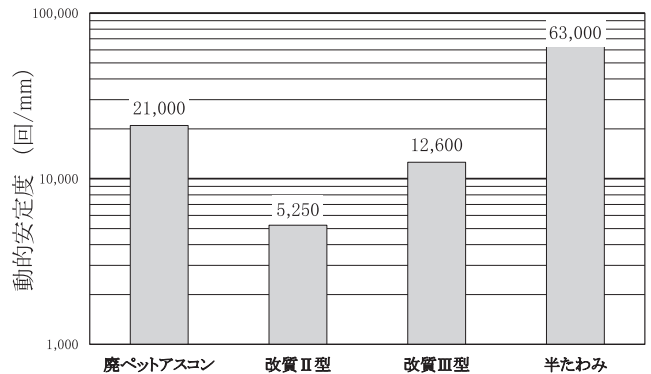
(2) 耐据え切り抵抗性の評価

繰り返し表面剥奪試験状況を写真一 2 に示す。各混合物における耐据え切り抵抗性の評価結果を、図一 3 に示す。据え切り抵抗性の評価は、試験温度を 60℃ とし、大型車両の据え切りを模した繰り返し表面剥奪試験により行った。評価は、1,000 回据え切り後の深さで比較した。

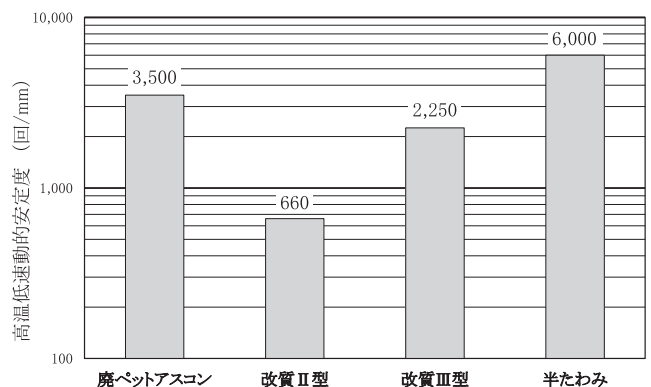
廃ペットアスコンの据え切り抵抗性は、半たわみ性混合物には及ばないものの、改質Ⅱ型および改質Ⅲ型を用いた混合物の約 2 倍の据え切り抵抗性が得られた。

(3) 耐静荷重の評価

貫入抵抗試験条件を表一 4 に、各混合物における耐静荷重の評価結果を、図一 4 に示す。耐静荷重の



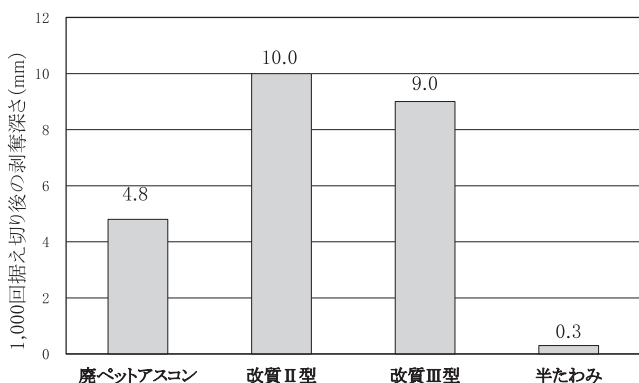
図一 1 通常 WT 試験結果



図一 2 高温低速 WT 試験結果



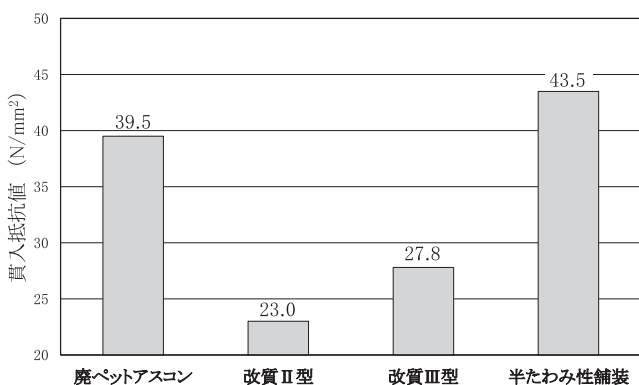
写真一 2 繰り返し表面剥奪試験



図一 3 繰り返し表面剥奪試験結果

表一 4 試験条件 (耐静荷重)

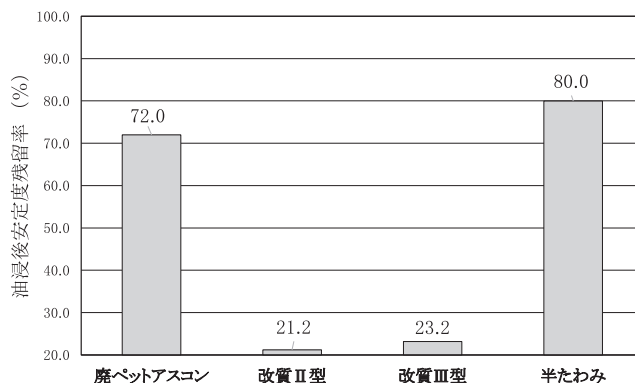
項目	養生条件
試験温度 ℃	20
貫入速度 mm/min	1
測定のタイミング	貫入後 2.5 mm 沈下時
貫入治具	幅 20 mm 長さ 50 mm



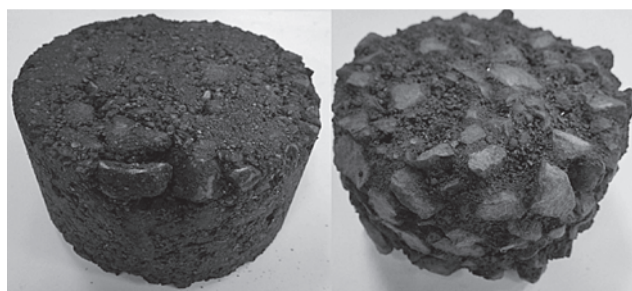
図一 4 貫入抵抗試験結果

評価は、貫入抵抗性試験で実施し、評価は、2.5 mm 貫入時の抵抗値で行った。

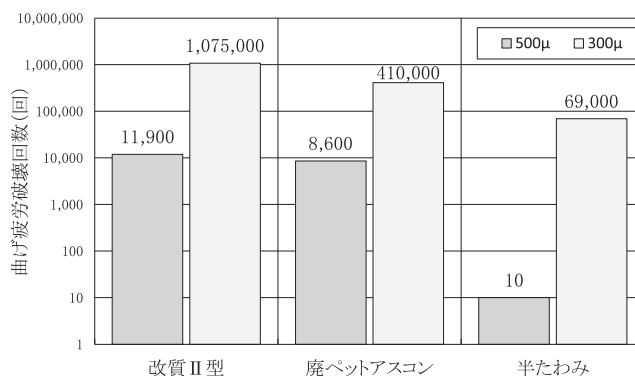
廃ペットアスコンの耐静荷重への耐久性は、改質II型や改質III型を用いた混合物より優れ、半たわみ性混合物と同程度の貫入抵抗値が得られた。



図一 5 耐油性の評価結果



写真一 3 油浸後の供試体 (左: 廃ペット 右: 改質II型混合物)



図一 6 繰り返し曲げ試験結果

#### (4) 耐油性の評価

各混合物における耐油性の評価結果を、図一 5 に、試験後の供試体状況を写真一 3 に示す。耐油性の評価は、マーシャル供試体を灯油に 48 時間油浸したのち、通常のマーシャル安定度試験を行い、通常安定度と油浸後安定度の残留率を求めて評価を行った。

改質II型および改質III型を用いた混合物は、油浸した段階でモルタルの飛散がみられた。一方で廃ペットアスコンは、半たわみ性混合物と同程度の耐油性が得られた。

#### (5) 繰り返し曲げ試験

繰り返し曲げ試験による疲労抵抗性の評価結果を、図一 6 に示す。試験条件は試験温度 5℃、ひずみ 500 μ および 300 μ で行った。

繰り返し曲げ試験による疲労抵抗性の評価は、改質Ⅱ型混合物>廃ペットアスコン>半たわみ性混合物の順となった。廃ペットアスコンは、半たわみ性混合物に比べ、同程度のひずみを繰り返し与えた場合、疲労抵抗性に優れる結果であった。

表一五 工事概要 (事例①)

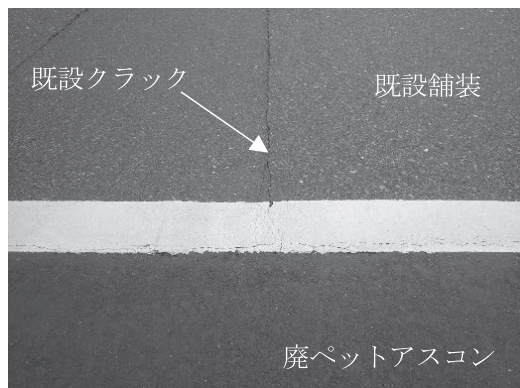
場 所	川崎市内
用 途	構内道路, 大型トレーラ搬入口
面 積	270 m <sup>2</sup>
厚 さ	5 cm



写真一四 状況写真 (事例①)



写真一五 舗装面写真



写真一六 既設のクラックとの接続部

## 5. 適用事例

### (1) 事例① (民間工場の構内道路)

民間工場の構内道路に適用した工事概要を表一五に、施工後6カ月経過後の状況を写真一四、五および写真一六に示す。廃ペットアスコンを施工した場所は、大型トレーラの搬入口となっており、頻繁に車両が往来し制動や据え切りの負荷が掛かる交通条件であった。

民間工場の構内道路に適用した廃ペットアスコンは、供用6カ月経過後においても良好な路面を維持していた。また、既設舗装のクラック(構造物を埋設した際のカタ痕)との接続部も、クラックが誘発されていない状況が確認された。

### (2) 事例② (供用中の実道)

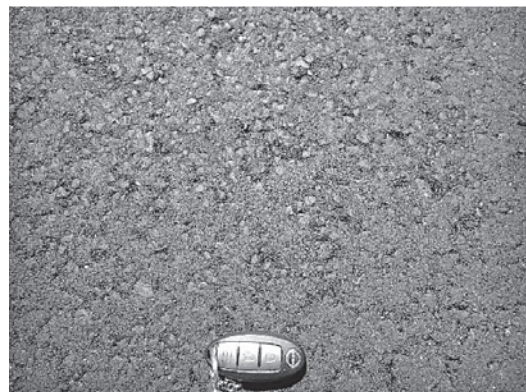
供用中の実道に適用した工事概要を表一六に、状況写真を写真一七および写真一八に示す。廃ペット

表一六 工事概要 (事例②)

場 所	釧路市内
用 途	市道, 港湾道路
面 積	125 m <sup>2</sup>
厚 さ	4 cm



写真一七 施工状況



写真一八 舗装面写真 (施工直後)

アスコンを施工した場所は、釧路市西港の工業地帯にある市道で、大型車の往来が多い場所となっている。また当箇所は、工場の出入り口と接しており、制動や据え切りの負荷が掛かる交通条件であった。適用した廃ペットアスコンは、舗装厚を4cmとするため、最大粒径は13mmとし施工を行った。

供用中の実道に適用した廃ペットアスコンの施工直後は、路面の仕上がりが緻密で良好な状況が確認された。

## 6. おわりに

廃ペットアスコンは、室内試験結果から改質Ⅱ型や改質Ⅲ型を用いた混合物と比較すると、耐流動性、据え切り抵抗性、耐静荷重、耐油性について大幅に優れた混合物であることが確認された。また、繰り返し曲げ試験結果より、半たわみ性混合物と比較して疲労抵抗性に優れた評価が得られた。

なお、民間工場の構内道路や供用中の実道に施工した廃ペットアスコンは、いずれも問題なく良好な路面状態が確認されている。

昨今、環境に配慮した舗装材料が注目される中、廃ペットアスコンは、廃ペットボトルのリサイクルが可

能（100 m<sup>2</sup>あたり約1,400本）となる混合物で、環境にやさしい高耐久舗装といえる。

今後は、追跡調査を実施し長期供用性を確認するとともに、再生混合物を廃ペットアスコンに適用することで更なる環境配慮型の開発検討を行う所存である。

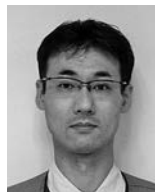
JCMA

### [筆者紹介]

山崎 健作 (やまさき けんさく)  
 (株)NIPPO  
 総合技術部 技術研究所 第二グループ  
 主任研究員



菊池 玲児 (きくち れいじ)  
 (株)NIPPO  
 総合技術部 技術研究所 第二グループ  
 主任研究員



村田 雷安 (むらた らいあん)  
 (株)NIPPO  
 関東第一支店 技術部 試験所  
 試験主任

