

新田弘之* 西崎 到**

— 38 —

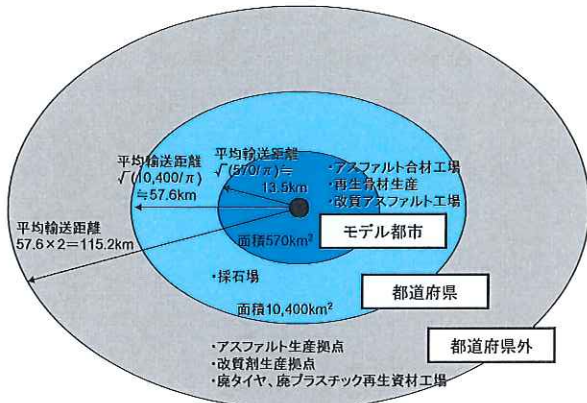


図-2 各種資材の生産地の配置と輸送距離の設定

舗装に用いられる材料の輸送距離に係わる環境負荷を算出するために、各資材の生産拠点の配置、分散状態を調査し、それらの配置から平均的な輸送距離を図-2のように設定した。

(2) 検討ケースの設定

検討ケースとしては、廃タイヤも廃プラスチックもアスファルト混合物への利用の可能性があり、廃タイヤはアスファルトの添加剤としての利用、廃プラスチックは混合物の代替利用の検討事例があったため、検討ケースは表-2のように設定した。ケース3が廃タイヤを利用する場合であり、ケース4、ケース5が廃プラスチックを利用する場合である。

また、もし廃タイヤ、廃プラスチックを舗装に使用してしまうと、これらは発電するための燃料でもあったので、この分の発電量が不足してしまう。したがって、サーマルリカバリーで発電されるはずの電力量と同じ量の公共電力が必要になるため、これも設定した。

表-2 検討ケース

	ケース1 (比較用)	ケース2 (比較用)	ケース3	ケース4	ケース5
舗装部分	密粒度アスファルト混合物 13 (ストレートアスファルト)	密粒度アスファルト混合物 13 (改質アスファルト II型)	密粒度アスファルト混合物 13 (ゴム粉 15% アスファルト)	密粒度アスファルト混合物 13 (プラスチック 5%)	密粒度アスファルト混合物 13 (プラスチック 10%)
	粗粒度アスファルト混合物 20 (ストレートアスファルト)	粗粒度アスファルト混合物 20 (改質アスファルト II型)	粗粒度アスファルト混合物 20 (ゴム粉 15% アスファルト)	粗粒度アスファルト混合物 20 (プラスチック 5%)	粗粒度アスファルト混合物 20 (プラスチック 10%)
電力	廃プラスチック発電	廃タイヤ発電	公共電力	公共発電 + 廃プラスチック発電	公共電力

3. 資源需要量の算定

3.1 基本資材の需要量

リサイクル材の利用用途は混合物への混合に

絞った。ストレートアスファルト使用の混合物の耐用年数は5年、改質アスファルト使用の混合物の耐用年数は耐わだち掘れ性の違い（動的安定度が6倍程度）からこの6倍と仮定した。アスファルト混合物層の厚さは10cmとした。この条件とモデル空間都市の条件（表-1）から舗装資材の需要量を算出した結果を表-3に示す。

これら舗装資材の需要量をもとに、必要な基本資材量を算出した。また、廃タイヤ、廃プラスチックの再生資材を使用した舗装における資材量は、表-2のケースに従って算出した。なお、廃タイヤ利用混合物は、改質アスファルト II型相当の性状が見込める^{3),4)}として改質アスファルト II型と同じ耐用年数に、廃プラスチック利用混合物は、通常のストレートアスファルト利用の舗装と同じ程度の耐久性であるとして耐用年数も同じに設定した。

表-3 舗装資材の需要量

混合物種	項目	設定値	単位	備考
ストレートアスファルト混合物	年間舗装面積	3,534,000	m ² /年	道路面積 ÷ 耐用年数
	アスコン需要量	353,400	m ³ /年	年間舗装面積 × アスコン層厚
改質アスファルト混合物	年間舗装面積	589,000	m ² /年	道路面積 ÷ 耐用年数
	アスコン需要量	58,900	m ³ /年	年間舗装面積 × アスコン層厚

3.2 検討ケースにおける発電量

本検討では、廃タイヤ、廃プラスチックを舗装に利用しない場合、全て発電に使用するとした。ケース3～5において必要となる最大の廃プラスチック量は4.00×10⁴t、廃タイヤは1.05×10³tとなったので、この量を基本として発電量などを考えた。各ケースの資材・電力等の検討範囲は図-3,4のようになった。文献より、廃タイヤ質量当たりの発電量⁵⁾は2.18×10³kWh/t、廃プラスチック質量当たりの発電量⁶⁾は1.79×10³kWh/tであったので、使用する再生資材の量から発電量を算出した。廃タイヤ、廃プラスチックを舗装に使用する場合、都市内全体で見れば、同じ電力量を公共電力から供給しなければならないため、比較対象毎に電力量を等しく設定した。

4. 環境負荷原単位の補充

4.1 一般燃料・資材等に係わる原単位

環境負荷原単位は、燃料などの一般的なものは

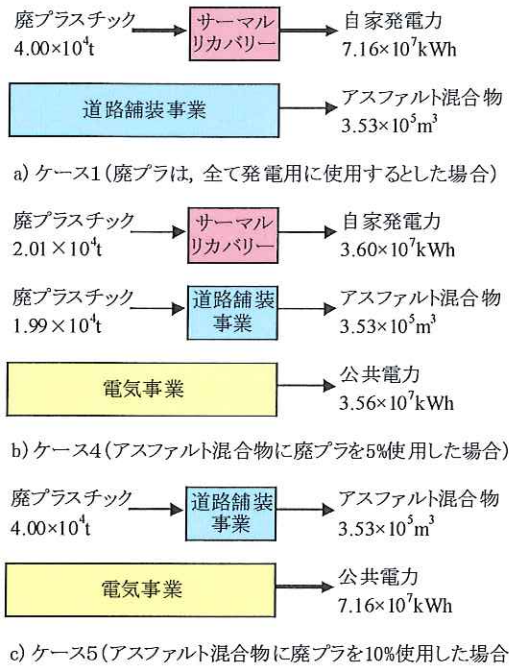


図-3 ストレートアスファルト舗装利用の場合

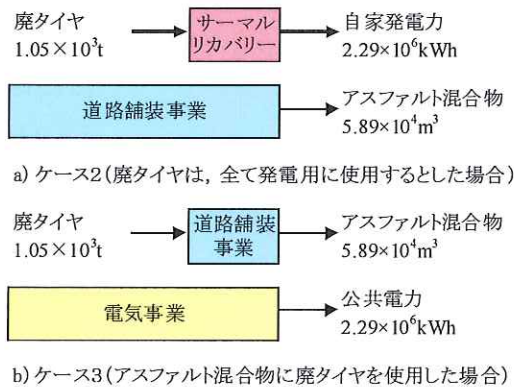


図-4 改質アスファルト舗装利用の場合

表-4 燃料・資材等の環境負荷原単位

	エネルギー (MJ)	CO ₂ (kg)	SOx (kg)	NOx (kg)	SPM (kg)	出典
電力(kWhあたり)	9.58E+00	4.46E-01	8.36E-05	2.39E-04	3.50E-06	文献7)
重油(Lあたり)	4.04E+01	2.83E+00	1.40E-03	8.32E-04	1.03E-04	文献7)
軽油(Lあたり)	3.92E+01	2.72E+00	1.53E-04	8.49E-04	1.01E-04	文献7)
アスファルト(tあたり)	4.33E+00	2.48E-01	1.64E-03	1.14E-03	—	文献8)
ポリマ改質アスファルトII型(tあたり)	6.04E+00	4.74E-01	1.57E-03	1.12E-03	2.02E-06	文献8)
新規骨材(tあたり)	8.89E+01	5.39E+00	8.35E-04	2.02E-03	1.52E-04	文献9)
新規混合物製造(tあたり)	4.44E+02	2.89E+01	1.26E-02	9.57E-03	9.23E-04	文献9)

表-5 再生資材・発電の環境負荷原単位

	エネルギー (MJ)	CO ₂ (kg)	SOx (kg)	NOx (kg)	SPM (kg)	出典等
再生ゴム粉生産 (ビートワイヤ除去、切断、破碎、粉砕)(kg)	8.24E-01	3.84E-02	7.19E-06	2.06E-05	3.01E-07	電力消費量 86kWh/tより 算出
再生PO-ペレット(kg)	7.14E+00	5.90E-01	1.78E-05	1.86E-04	1.62E-05	文献7)
廃プラ発電 (tあたり)	2.93E+04	2.83E+03	1.40E-01	1.63E+00	—	※1 文献10) ※2 文献6)
廃タイヤ発電 (tあたり)	3.32E+04	1.77E+03	—	—	—	※1 文献10) ※2 文献11)

これまで公表されているものを用いた。使用した原単位一覧を表-4に示す。舗装用に使われる資材については、生産方法などを調査して、積み上げ法により原単位作成を行ってきたものを用いた。

4.2 廃タイヤ・廃プラスチックに係わる原単位

使用した廃タイヤ再生資材(ゴム粉)・廃プラスチック骨材の原単位、また発電に関する原単位を表-5に示す。廃タイヤ再生資材については公表されたデータが見あたらなかったため、ヒアリング調査を行い、原単位を作成した。廃タイヤからゴム粉を生産するプロセスは、2tあたりビートワイヤ除去11kWh、切断11kWh、破碎75kWh、粉砕75kWhであったので、質量当たりの消費電力を $(11\text{kWh}+11\text{kWh}+75\text{kWh}+75\text{kWh}) \div 2\text{t}=86\text{kWh/t}$ として計算した。また、廃プラスチック骨材については、再生プラスチックペレットの生産と同様の工程で生産されるものと仮定し、「再生POペレット」として公表されているデータを流用した。

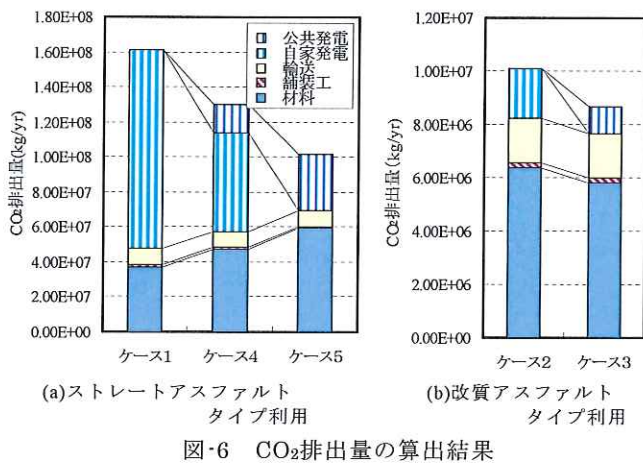
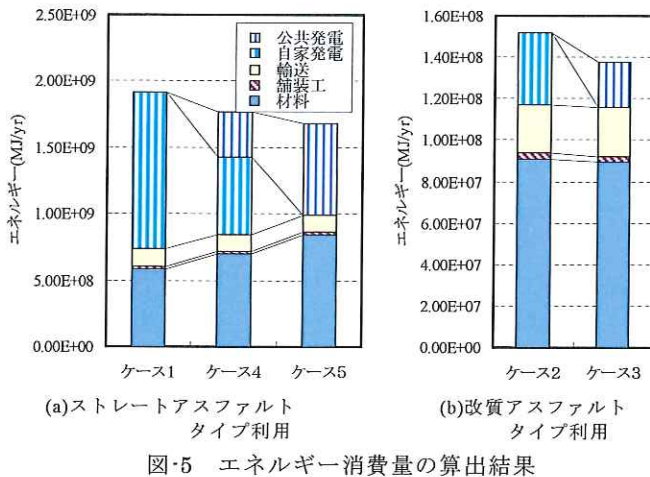
廃タイヤ、廃プラスチックによる発電に係わる原単位としては、様々な文献^{6),10),11)}に分散していたので、これらを収集して設定した。なお、廃タイヤ発電に関しては、エネルギー量、CO₂排出量以外の原単位について情報が得られなかった。

5. リサイクル材利用舗装の環境負荷量算定

設定した条件を基に、廃ゴム、廃プラスチックを舗装に使用した場合の環境負荷量を算定した。図-5,6は、そのうちの、エネルギー消費量およびCO₂排出量の結果である。

廃プラスチック利用舗装のケース4、5は、ストレートアスファルトタイプ利用であることからケース1と比較した。舗装部分(材料、舗装工、輸送)で見ると廃プラスチックを利用することによりエネルギー消費、CO₂排出量ともに増大した。しかし、トータルで見ると、サーマルリカバリーによる発電の負荷が大きくなり、廃プラスチック利用舗装の環境負荷は小さくなるのが分かった。

廃ゴム利用舗装のケース3は、改質アスファルトタイプの利用であるため、ケース2と比較した。舗装部分だけを見ても改質アスファルトを利用するよりゴム粉を利用した方がエネルギー消費、CO₂排出量が若干減少している。これは、改質アスファルトに用いられる改質材(SBS)の原単位が大きいのに対し、ゴム粉はリサイクル品のため



原料の調達などが環境負荷として含まれず、原単位が小さいためと考えられる。サーマルリカバリーによる発電まで考慮すると、環境負荷低減効果はさらに大きくなった。

これらの結果より、廃タイヤ、廃プラスチックを利用した舗装では、舗装部分だけを見ると環境負荷が増大している場合もあるが、舗装以外での利用までを考慮するとトータルでは環境負荷が減少する可能性があることが示された。

6. まとめ

本研究では、再生資材利用の舗装の環境負荷を評価することを目的に、国内の平均的な都市内で再生資材を利用した場合を想定し、LCA評価を行った。その結果、廃タイヤ、廃プラスチックを利用した舗装では、舗装部分だけを見ると環境負荷が増大している場合もあるが、舗装以外での利用まで考慮するとトータルでは環境負荷が減少する可能性があることが分かった。

謝 辞

本研究に実施にあたり、日本改質アスファルト協会、(社)日本自動車タイヤ協会、(社)プラスチック処理促進協会等の諸団体から数多くの製造工程データ等を提供していただいた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- (1) (社)日本自動車タイヤ協会：タイヤリサイクルハンドブック、p.25、2007
- (2) (社)プラスチック処理促進協会：プラスチック製品の生産・廃棄・再資源化・処理処分の状況、p.3、2007.12
- (3) R. Souza 他：乗用車タイヤゴム粉を添加した AR 密粒度混合物の性状、土木学会第 60 回年次学術講演会、2005.9
- (4) 小野他：アスファルトラバーを用いた密粒度混合物の疲労破壊特性、土木学会第 61 回年次学術講演会、2006.9
- (5) ブリヂストン：社会・環境報告書 2005、p.66、2005.7
- (6) プラスチック処理促進協会：プラスチック製容器包装の処理に関するエコ効率分析 2006 年度、p.102、2006.9
- (7) 産業環境管理協会：JEMAI-LCA Pro ver.2.1.2、(財)産業環境管理協会、CD-ROM、2005.11
- (8) 新田他：舗装資材の環境負荷原単位に関する検討、第 63 回土木学会年次学術講演会、V-064、2008.9
- (9) 新田他：舗装材料の生産に関する環境負荷原単位について、第 11 回北陸道路舗装会議、2009.6
- (10) 資源エネルギー庁：総合エネルギー統計 2006 年度、2008.5
- (11) 環境省、経済産業省：温室効果ガス排出量算定・報告マニュアル、p.II-62、2008.5

新田弘之*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所材料地
盤研究グループ新材料
チーム 主任研究員 博
士(工学)
Dr. Hiroyuki NITTA

西崎 到**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所材料地
盤研究グループ新材料
チーム 上席研究員 博
士(工学)
Dr. Itaru NISHIZAKI