

廃プラスチックの再利用技術に関する研究*

酒井 晃二**、佐々木 秀幸**、根守 章**

小向 隆志**、瀬川 晃児**、佐々木 英幸**

穴沢 靖**、鈴木 一孝**

岩手県内で排出されるプラスチック系産業廃棄物の有効利用方法として、アスファルト舗装などの道路構造体への応用を目標として基礎的な性状を調査した。また、耐凍上性の骨材を目指し、凍上量の基礎的な試験も行った。その結果、廃プラスチック類は一般的な骨材の試験に適合しないものもあった。凍上量は、廃プラスチックを骨材として用いることで抑制されることが分かった。

キーワード：廃プラスチック、再利用、舗装道路、骨材

Study of Reusing techniques for the Postindustrial Plastic Wastes

SAKAI Koji, SASAKI Hideyuki, NEMORI Akira

KOMUKAI Takashi, SEGAWA Koji, SASAKI Hideyuki

ANAZAWA Yasushi and SUZUKI Kazunori

We analyzed the fundamental compositions of some postindustrial plastic wastes in Iwate prefecture, aims to apply for asphalt pavement. And also the frost heaving test was carried out, it aims to the aggregates that prevent frost heaving. The results showed that some of test for the aggregates and soil inapplicable to the postindustrial plastic wastes. The amount of frost heave was prevented by using plastic wastes as an aggregate.

Key words : plastic waste, reuse, paved road, aggregate

1 緒 言

事業活動に伴って排出されるプラスチック類は、全国で909万トンに達し、その61%が再利用されずに埋立または焼却処分されている¹⁾。しかしながら、プラスチック類は燃焼時に高カロリーを出し燃焼炉を傷め、ダイオキシン等の有害物質やガスを排出する可能性も指摘されている。また、今後プラスチック類の埋立基準が見直される可能性があり²⁾、埋立禁止となるプラスチック類の処理方法開発は急務である。現在、再利用されている廃プラスチック類の76%が均一の材料が得られやすい生産加工ロス品であり、不純物の混入したプラスチック類の再利用技術開発が困難であることを示している。当所では平成10年度から3ヵ年計画で地域活性化連携事業の一

環として、コストのかかる洗浄や高度の分別をせずに廃プラスチックを再利用するため、路盤材等土木資材への応用研究を実施している。平成10年度は廃プラスチック類を表層アスファルト路盤材用骨材、凍上抑制骨材としての適用試験を実施したので報告する。

2 実験方法

2-1 試料

実験には表1に示す岩手県内企業から排出されている廃プラスチック類の粉砕物等を使用した。PVCは被覆電線より銅を回収している企業から排出される廃棄物であり、性状により2種類の試料を試験に供した。これら

*廃プラスチック類用途開発研究(第1報)(地域活性化連携事業)

**化学部

には電線に含まれる紙、ジュート、難燃処理PEが混入しており単純再生できず埋立処分されている(図1 黒色以外は上記混入物)。また、PETはブロー成形工場の不良品で、再生メーカーに委託して再生されているものを使用した。PMMAおよびPSは射出成形工場のランナー等工程排出物であるが、透明性が重視される加工品であるため若干のゴミが混入するだけで再生できず埋立処分されている。

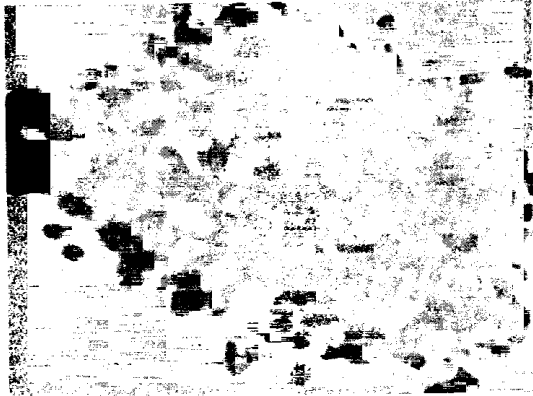


図1 PVC外観

表1 使用したプラスチック廃棄物

プラスチックの種類	排出企業業種	性状	試験内容
PVC (ポリ塩化ビニル; 軟質)	リサイクル業	フレーク	溶出・骨材・マーシャル
PET (ポリエチレンテレフタレート)	包装容器製造業	板状破砕物	溶出・骨材・マーシャル
PMMA (ポリメチレンメタクリレート)	成形加工業	板状破砕物	溶出・骨材・マーシャル
PS (ポリスチレン)	成形加工業	板状破砕物	溶出・骨材・マーシャル
PVC+PS+無機汚泥(ガラス)	上記に光学レンズ製造業	粒状破砕物	骨材

2-2 溶出試験

廃プラスチック類については安定型処分場への埋立が認められているため溶出試験の義務づけはないが、骨材としての利用を考え環境庁告示第13号の試験方法に従って溶出試験を実施した。

2-3 骨材試験及びマーシャル安定度試験

プラスチックを舗装材料に利用する場合、その基準は特に定められていない。そこで、使用する廃プラスチック類について舗装試験法便覧³⁾に規定される試験方法に従い、骨材試験およびアスファルト混合物のマーシャ

表2 試験内容

骨材試験	試験内容	
	測定可否	試験内容
フルイ分け試験	可	密度 [g/cm ³]
比重・吸水率	一部可	空隙率 [%]
単位容積重量試験	可	飽和度 [%]
粘土塊質量試験	不可(粘土無)	安定度 [kgf]
形状試験	一部可	フロー値 [1/100mm]
すり減り減量試験	不可(粒径小さすぎ)	
安定度試験	可	
軟石量試験	不可	

ル安定度試験⁴⁾を実施した。試験内容を表2に示すが、骨材試験は砕石類を対象としているため廃プラスチック類では実施できない試験もあった。

2-4 凍上量測定試験

凍上量測定装置を図2に示す。試料は、塩化ビニル製の円柱(内径100mm、厚さ3mm、長さ200mm)中に所定の付き堅め回数で締め堅めた。組成を表3に示す。ここに、試料C-25は天然採石を25号砕石にしたものである。また、試料PS-b(図3に外観を示した)はポリスチレン溶融物を砕石状に加工したものであり、試料PS-

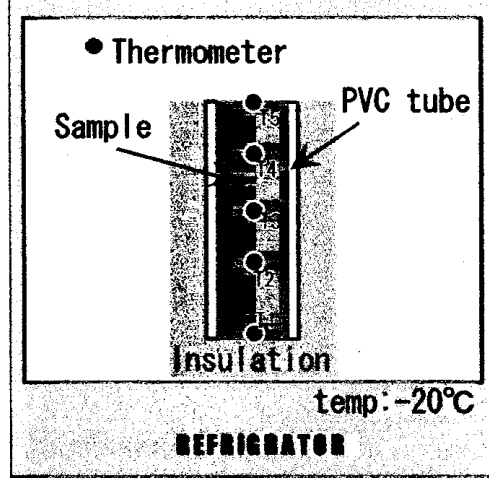


図2 凍結深測定装置構成図

表3 配合及び組成

試料	混合比 [vol. %]	最適含水比 [%]	最大乾燥密度 [g/cm ³]
C-25	100	3.6	2.238
PS-b/C-25	50/50	2.8	1.445
砕石粉	100	8.2	2.244
PS-b/砕石粉	50/50	6.2	1.502
PS-t/砕石粉	50/50	6.5	1.204

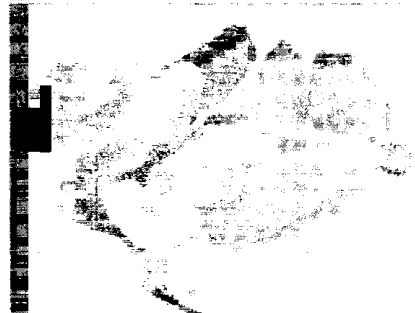


図3 PS-b外観

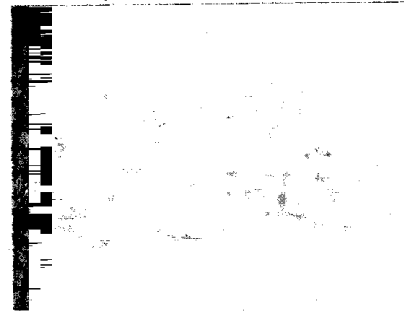


図4 PS-t外観

t (図4) は粒状に加工したものである。試験は、-20℃で24時間冷却、24時間室温放置を1サイクルとして合計10サイクルの累積凍上量を求めた。なお、凍上量は24時間冷却直後取り出し、ノギスで測定した。

3 結果及び考察

3-1 溶出試験結果

溶出試験結果を表4に示す。規制項目物質についてはすべてが埋立環境基準値以下であった。

3-2 骨材試験結果

フルイ分け試験の結果、各プラスチックは7号採石サイズから砂程度の大きさであった。骨材として使用するための大きさは5号から7号サイズへの粉碎が望まれるが、企業から排出される廃プラスチック類は処理業者への委託等を考えて小さく破碎されている。

廃プラスチック単体の単位容積重量は0.43~0.64 (kg/l) で、市販の人工骨材の1.5 (kg/l) に比べかなり小さい値を示した。このため、廃プラスチック類はアスファルトプラントの通常混合方法ではよく混じらない可能性があり今後検討が必要である。ただし、比重、強度を上げるために無機汚泥を混練した廃プラスチック類は0.90 (kg/l) となり混合の効果が認められた。

一方、扁平な骨材の含有量を測定する形状試験の結果、板状破砕物は11.5~34.4%となっており基準の10%以下を満足できず、骨材として使用する場合、混合不良や転圧時の破壊の原因となる可能性がある。

安定度試験は硫酸ナトリウム溶液の結晶圧による破砕物がほとんどなく良好な結果を示した。これは、廃プラスチック類の吸水率の低さ、粉碎品の亀裂の少なさ、

ねばり強さが影響していると思われる。

3-3 マーシャル安定度試験結果

5種類の供試プラスチックを重量比5%、10%でアスファルト混合物に添加してマーシャル安定度試験を実施した。

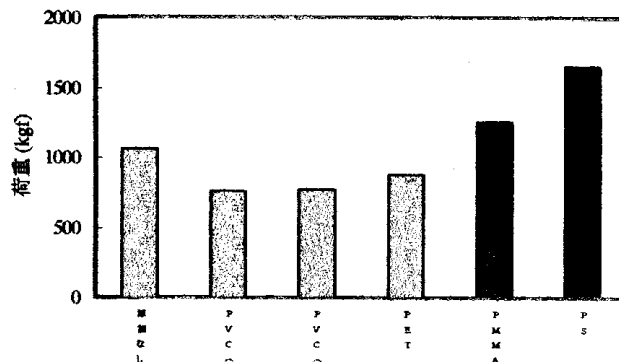


図5 マーシャル安定度試験結果 (アスファルト添加量 = 6.5wt%)

図5に示す安定度は、アスファルト混合物の破壊荷重を示している。道路舗装材の基準値は500 (kgf) 以上であり、試験したすべての混合物で基準を満たしているが、PVCとPETを添加すると安定度が低下し、PMMAとPSでは増加した。アスファルトは180℃で骨材と混合されるため、すべての廃プラスチック類が軟化するが溶融しない温度で混合されたことになる。各々の強度の違いはアスファルトとの馴染み具合 (相溶性) の差異によると考えられる。

マーシャル安定度試験は舗装道路表層のアスファルト

表4 溶出試験結果

項目	試料	アスファルト混合物	PVC (粗粒)	PVC (細粒)	PVC (再洗)	PS	PVC(粗粒)入りアスファルト	廃棄物埋立基準
カドミウム	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.3
鉛	-	-	<0.1	<0.1	<0.1	-	<0.1	0.3
クロム	<0.5	<0.5	<0.5	-	<0.5	-	<0.5	1.5
ヒ素	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	-	0.3
総水銀	-	-	-	-	-	-	-	0.005
セレン	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.3
ジクロロメタン	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	0.2
四塩化炭素	-	-	-	-	-	-	-	0.02
1,2-ジクロロエタン	-	-	-	-	-	-	-	0.04
1,1-ジクロロエチレン	-	-	-	-	-	-	-	0.2
cis-1,2-ジクロロエチレン	-	-	-	-	-	-	-	0.4
1,1,1-トリクロロエタン	<0.01	-	-	-	-	-	-	3
1,1,2-トリクロロエタン	-	-	<0.01	-	-	-	-	0.06
トリクロロエチレン	-	-	-	-	-	-	-	0.3
テトラクロロエチレン	-	-	-	-	-	-	-	0.1
1,3-ジクロロプロペン	-	-	-	-	-	-	-	0.02
ベンゼン	-	-	-	-	-	<0.01	-	0.1

※ - : 検出せず 単位 (mg/l)

量を決定するための試験であるが、比重の小さいアスファルト骨材を使用したため、通常のアスファルト混合物の基準をすべて満たす最適条件は得られなかった。廃プラスチック類を用いた舗装道路表層の最適アスファルト量は検討中である。

3-4 凍上量測定試験結果

図6に凍上量測定試験結果を示す。砕石粉は最適含水比が試料中では大きいため、最も大きな凍上量を示した。これを体積比50%のPS-b(図中スチレンバー)で置き換えることにより凍上量は約1/4に減少した。砕石については、PS-bで置換しても両者に大きな差はみられなかった。粘土の最適含水比は25.8%と砕石の約3倍であるが、凍上量は砕石のほぼ半分であった。

使用する砕石粉によってシルト分(粒径1/16~1/256mm)など凍上しやすい成分を多く含む場合があるため、含水比だけで凍上量を推定することは不可能である。現在、他の配合割合、組成などを試み、水分量やPSによる置換割合で凍上量がどのように変化するかについて検討中である。また、凍上抑制のメカニズムについても検討中である。

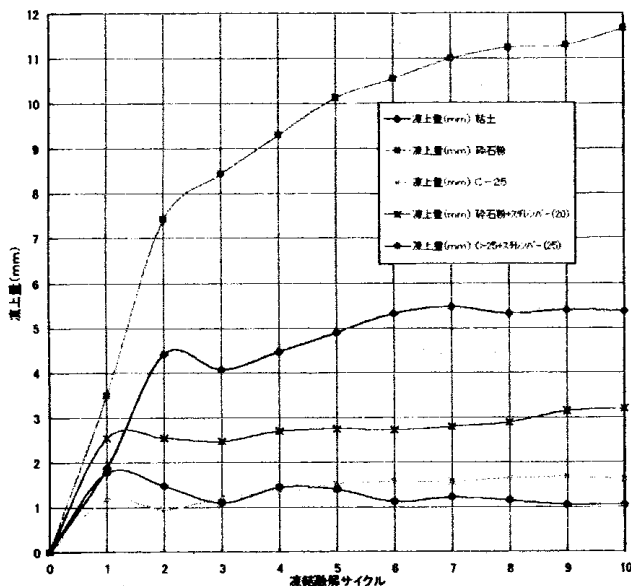


図6 凍上量測定試験結果

4 結 論

上記試験結果から次の知見が得られた。

- 1) 供試PVCからは0.1mg/l以下の微量の鉛が溶出するが、いずれも埋立基準以下であった。
- 2) 比重が小さい廃プラスチックは無機系産業廃棄物を混練して比重の大きい材料にできる。
- 3) 現状の廃プラスチックは形状、粒度が骨材として不適当なものが多い。
- 4) 廃プラスチックは、凍結・融解による破碎の危険性は小さい。
- 5) 通常骨材用の試験であるマーシャル安定度試験からは最適アスファルト量を把握することは困難であり、プラスチックに適した試験を考える必要がある。
- 6) PMMAとPSの添加はマーシャル安定度を向上させた。
- 7) 路盤材にPSを混合することにより凍上量は小さくなった。

文 献

- 1) (社)プラスチック処理促進協会資料より
- 2) 中杉修身、廃棄物学会誌, Vol. 10, No. 2, pp128-137, 1999
- 3) (社)日本道路協会編:舗装試験方法便覧、丸善(1998)
- 4) 山田優、稲葉慶成:廃棄物学会研究発表会講演論文集、385(1993)
- 5) JIS A1210