

# POLYURETHANES RECYCLE & RECOVERY

テクニカルレポートVOL.2

## 日本ウレタン工業協会

ウレタンフォーム工業会 TEL (03) 3504-1828  
ウレタン原料工業会 TEL (03) 3591-1855

---

1. はじめに .....	1
---------------	---

---

2. 熱プレス成形法 .....	2
3. 接着プレス成形法 .....	3
4. フィラー用途 .....	4
5. 押出、射出成形法 .....	5

---

6. リサイクル事例集 .....	6
7. リサイクル品の 自動車への応用 .....	29

---



資源保護のため再生紙を使用しております。  
00.02.



# POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

## 1. はじめに

本資料では、ポリウレタンのマテリアルリサイクルについて御紹介します。

ポリウレタンは、リサイクル問題が話題になる以前から実用化、企業化され、リサイクルの先駆けともいえる樹脂であります。

例えば軟質フォーム（自動車シートクッション、寝具、家具など）は、20数年前からチップフォームとしてカーペット裏打材やクッション材として使用されてきました。

またRIM製品やエラストマーは、粉碎後ウレタン材料に混合して土木建築資材（グラウンド材、舗装材、床材）などに使用されたり、RIMバンパー廃材を粉碎し、接着プレス法でマッドガードに再生する技術も既に、1980年頃から実用化されています。

硬質フォームのリサイクルは、ケミカルリサイクルによる原料ポリオールへの再生技術の実用化が先行したこともあって、マテリアルリサイクルの実用化例はまだ限られたものに留まっています。用途や組成的な点を考慮すると今後ともマテリアルリサイクルは限定された範囲に留まり、ケミカルまたはサーマルリサイクルがより適しているといえます。

半硬質フォーム及びインテグラルスキンフォームは、複合材としての応用が主であり廃材の量もまとまっていないことから、マテリアルリサイクルの実用化より、他の方法でのリサイクルが中心になると思われます。

ポリウレタンのマテリアルリサイクルの概要を表1に示し、以下に各リサイクルの方法について、プロセス、成形条件、再生品物性、応用例などを順を追って紹介します。

表1 ポリウレタンのマテリアルリサイクルの概要—方法と応用例

リサイクル方法	軟質フォーム	硬質フォーム	半硬質/ISF*	RIM/エラストマー
熱プレス成形法	○			◎エアディフレクター
接着プレス法	◎カーペット ◎クッション材	○	○	◎マッドガード ◎テニスコート
フィラー用途	○	◎軽量モルタル	○	◎グラウンド材 ◎スポイラー
押出/射出成形			○	○

◎：実用化、企業化中      ○：開発段階

\* インテグラルスキンフォーム

## 2. 熱プレス成形法

### 2.1 プロセスの概要

粉碎、チップ化またはスライスされたポリウレタン回収品を、接着剤を一切使用しないで加熱圧縮することのみで成形加工する方法であります。これは、ポリウレタンが160~220℃で熱可塑性を帯び、加圧により自己接着する性質を利用した成形技術です。

回収品の形状、厚み、成形圧力、温度、時間などの設定条件により、発泡または無発泡の成形品が得られます。

適用されるポリウレタン回収品は、軟質フォーム、RIM製品などがあります。

### 2.2 プロセスフロー

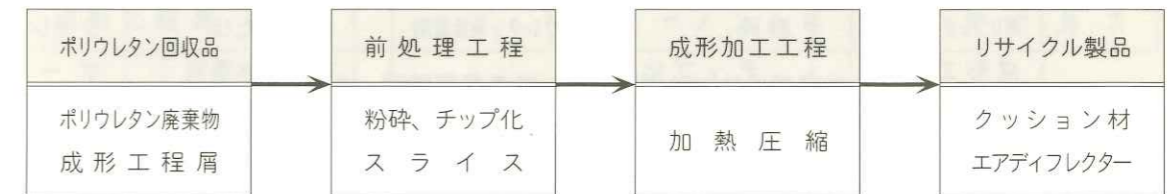


図1 熱プレス成形法のプロセスフロー

### 2.3 プロセスの詳細および使用原材料

#### (1)ポリウレタン回収品

ポリウレタン成形品を製造する際の工程屑またはポリウレタン製品の使用済み回収品を使用します。対象となるポリウレタン回収品としては、家具寝具類（ソファ、マットレス、枕などのクッション）、自動車内装材（シートクッション、RIMバンパー）などがあります。

#### (2)前処理工程

ポリウレタン回収品を熱プレスしやすいように、再生品の形状、大きさに合わせて、粉碎、チップ化またはスライスします。粉碎、チップ化はハンマーミルで、2~10mm径の大きさにします。スライス品の厚さは10~100mmとします。

#### (3)熱プレス成形

再生品を作るためのモールドの中に、粉碎、チップ、またはスライス品を装入し、所定の温度に設定した後、圧縮成形します。

通常の軟質フォームの熱プレス成形条件は、フォーム厚み2~10mmの時、圧力10~300kg/cm<sup>2</sup>、温度160~220℃、プレス時間 数10秒~数分です。

### 2.4 再生品の応用例

発泡品…クッション材、制振シート（ダッシュサイレンサー、フロアマット）

無発泡品…マッドガード、トランクマット、エアディフレクター



# POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

## 3. 接着プレス成形法

### 3.1 プロセスの概要

ポリウレタン回収品のリサイクル方法として代表的な方法です。

ポリウレタン回収品を粉砕、チップ化してウレタン系接着剤を均一に塗布し、型に充填した後、加熱硬化させるかまたは型内に水蒸気を圧入し硬化させることにより成形します。

### 3.2 プロセスフロー

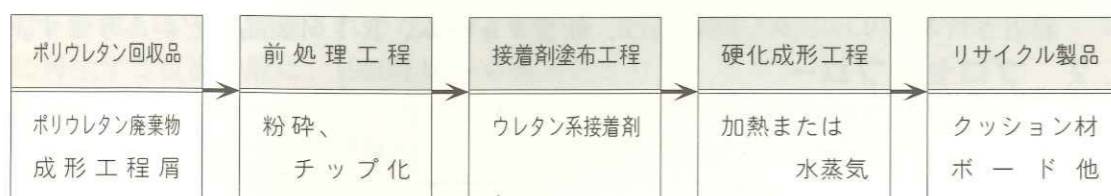


図2 接着プレス成形法のプロセスフロー

### 3.3 プロセスの詳細および使用原材料

#### (1)ポリウレタン回収品

ほとんどすべてのポリウレタン回収品に適用が可能で、表皮材（プラスチック、繊維）などが付いていても必ずしも問題になりません。軟質フォーム（寝具家具、自動車内装材等）、半硬質フォーム（自動車インパネパッド等）、インテグラルスキンフォーム（ステアリングホイール等）、硬質フォーム（電気冷蔵庫、建材断熱パネル、スプレーフォーム等）、RIM製品（自動車バンパー等）、エラストマー製品等が可能です。

#### (2)前処理工程

ポリウレタン回収品をハンマーミルで粉砕、チップ化し、0.5~10mm（場合により、30~100mm）の大きさに粉砕します。回収品の表皮材の分離は必ずしも必要としません。

#### (3)接着剤塗布工程

接着剤としてはウレタン系接着剤が適当です。一液タイプでは、ポリイソシアネートを部分的にポリオールと反応させて得られるNCO末端基を有するプレポリマーを溶剤に溶解させたものが使用されます。

接着剤塗布方法は、粉砕、チップ化されたポリウレタン回収品を混練機に入れ、ウレタン系接着剤をスプレーしながら均一に塗布します。

#### (4)硬化成形工程

一液タイプ湿気硬化型接着剤を用いる場合は、接着剤を塗布した粉砕品を、水蒸気を圧入する孔のついたモールドに装入し、湿気硬化させます。

二液タイプ接着剤を用いる場合は、接着剤を塗布した粉砕品をモールドに装入し、加熱硬化させます。

### 3.4 再生品の応用例

カーペットアンダーレイ、自動車シートクッション、寝具家具芯材、テニスコート

## 4. フィラー用途

### 4.1 プロセスの概要

ポリウレタン回収品を粉砕して、新ポリウレタン樹脂等と混合してエラストマーなどの増量材、改質材または強化材として使用します。

また、微粉砕してポリウレタン原料に添加してフィラーとして使用します。

### 4.2 プロセスフロー

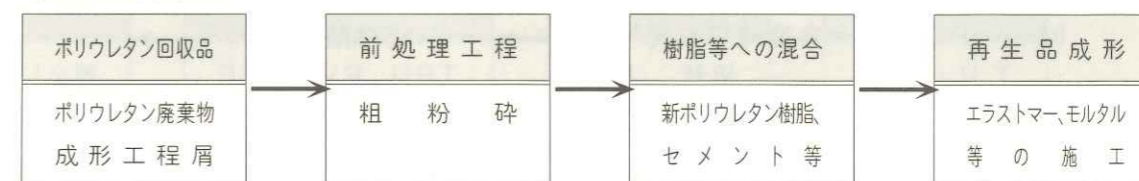


図3 粗粉砕品のフィラー用途のプロセスフロー

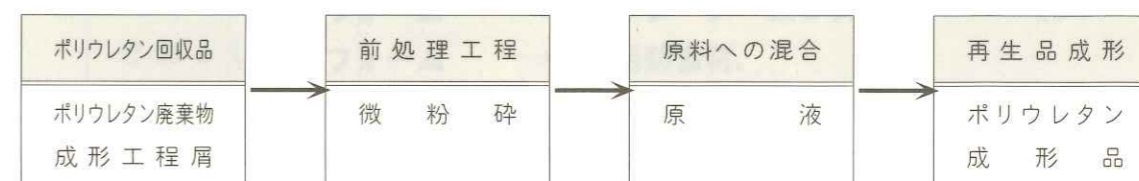


図4 微粉砕品のフィラー用途のプロセスフロー

### 4.3 プロセスの詳細および使用原材料

#### (1)ポリウレタン回収品

ほとんどすべてのポリウレタン回収品に適用が可能であり、表皮材（プラスチック、繊維）などが付いていても必ずしも問題になりません。軟質フォーム（寝具家具、自動車内装材等）、半硬質フォーム（自動車インパネパッド等）、インテグラルスキンフォーム（ステアリングホイール等）、硬質フォーム（電気冷蔵庫、建材断熱パネル、スプレーフォーム等）、RIM製品（自動車バンパー等）、エラストマー製品等が可能です。

#### (2)前処理工程

ポリウレタン回収品をハンマーミルで粉砕、チップ化し、2~10mmまたは100ミクロン以下の大きさに粉砕します。回収品の表皮材の分離を必ずしも必要としません。

微粉砕する方法には、回転速度の異なるロールを組み合わせた粉砕機により一段で数10ミクロンに粉砕する方法もあります。

#### (3)原料または樹脂への混合

原料に混合する場合は、5~20%まで原液に添加できます。

樹脂に混合して、土木建築用途（床材、グラウンド材、舗装材等）に使用する場合は、5~25%まで添加使用できます。

#### (4)施工

既存の施工法、成形法が適用できます。

### 4.4 再生品の応用例

軟質フォーム(微粉砕品)・・・軟質フォーム製品 硬質フォーム(粗粉砕品)・・・軽量モルタル RIM製品(粗粉砕品)・・・グラウンド材 RIM製品(微粉砕品)・・・R-RIM製品



# POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

## 5. 押出し、射出成形法

### 5.1 プロセスの概要

架橋度の低いポリウレタンを粉砕し、熱可塑性プラスチックと混合後、押出し或いは射出成形し、靴底等に再利用します。

### 5.2 プロセスフロー

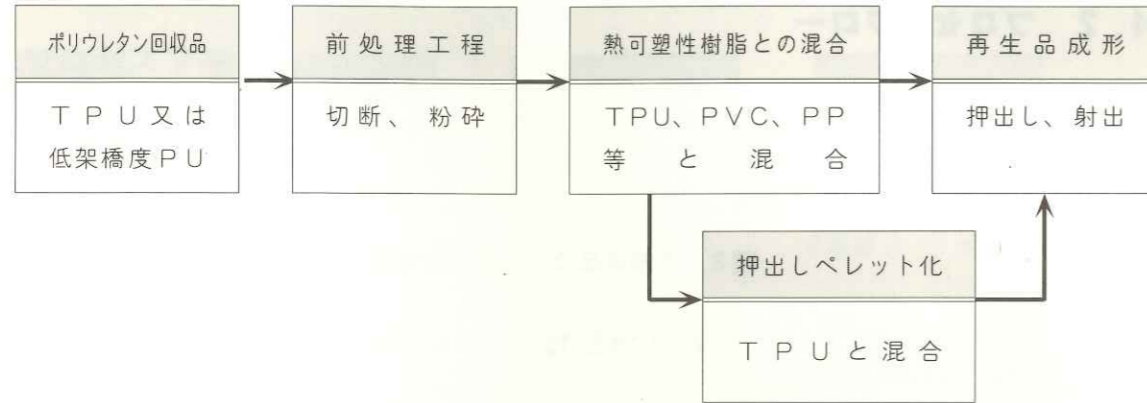


図5 押出し、射出成形法のプロセスフロー

### 5.3 プロセスの詳細および使用原材料

#### (1)ポリウレタン回収品

架橋度の低いポリウレタン成形品、例えば熱可塑性成形品、グリコール架橋型ウレタンフォームやRIM、インテグラルスキンフォーム等。靴底スクラップ、ダッシュボードの中に詰められた半硬質フォーム、EAフォーム、ハンドル等。

#### (2)前処理工程 (粉砕工程)

回収されたポリウレタン成形品を切断後、0.5~10mmの大きさに粉砕します。

#### (3)熱可塑性樹脂との混合および成形

ポリウレタン粉砕品に対し、0~30%の熱可塑性樹脂 (TPU、PVC、PP等) を加え、170~200℃で押出し又は射出成形します。

TPUとペレット化して使用する場合、成形前に乾燥を行ないます。

### 5.4 再生品の応用例

靴底、自動車カーペットアンダーレイ、バッテリートレイ

## 6. マテリアルリサイクル事例集

(リサイクル方法)	(回収品)	(リサイクル品)	(ページ)
熱プレス成形法	軟質フォーム	→ マット、シート	7
	軟質フォーム	→ 弾性床材、マット	8
	RIMバンパー	→ マッドガード	9
	RIMバンパー	→ エアディフレクター	10
接着プレス法	軟質フォーム	→ シートクッション	11
	軟質フォーム	→ シートクッション	12
	軟質フォーム	→ センターアームレスト	13
	軟質フォーム	→ 床用防音材、 カーペットアンダーレイ	14
	硬質フォーム	→ パーセルシェルフ	15
	硬質フォーム	→ 断熱ボード	16
	硬質ポリイソシアヌレートフォーム	→ パーチクルボード	17
	ウレタン複合材	→ 物置壁材	18
	ウレタン複合材	→ パーチクルボード	19
	RIMバンパー	→ マッドガード	20
RIMバンパー	→ 透水型テニスコート	21	
フィラー用途	軟質フォーム	→ シートクッション	22
	硬質フォーム	→ 軽量モルタル	23
	半硬質フォーム	→ 半硬質フォーム	24
	RIMバンパー	→ グランド材	25
	RIMバンパー	→ 自動車バンパー	26
押出/射出成形	半硬質フォーム	→ 自動車バッテリートレイ	27
	RIM製品	→ カーペットアンダーレイ	28



POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

熱プレス/1

回収ウレタンの分類	軟質フォーム																																				
回収ウレタンの内容	マットレス、椅子クッション																																				
成形プロセスの概要	スライス又は粉砕 → モールド装入 → 加熱圧縮成形																																				
前処理法 (スライス又は粉砕)	スライス厚み： 10~100mm																																				
成形法	<p>所定厚みにスライスされた回収フォームを、モールドに装入し加熱圧縮する。 加熱圧縮条件を選ぶことにより、各種密度の製品が得られる。</p> <table border="0"> <tr> <td>加熱圧縮条件</td> <td>温度</td> <td>: 160~220℃</td> </tr> <tr> <td></td> <td>圧力</td> <td>: 10~300kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td></td> <td>時間</td> <td>: 数10秒~数分</td> </tr> </table>	加熱圧縮条件	温度	: 160~220℃		圧力	: 10~300kg/cm <sup>2</sup>		時間	: 数10秒~数分																											
加熱圧縮条件	温度	: 160~220℃																																			
	圧力	: 10~300kg/cm <sup>2</sup>																																			
	時間	: 数10秒~数分																																			
リサイクル品の物性例	<p>原料サンプル：</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="3">軟質ホットモールドフォーム</th> </tr> <tr> <td>密度(コア) (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td></td> <td>0.030</td> </tr> <tr> <td>25%ILD (kg/314cm<sup>2</sup>)</td> <td></td> <td>11.0</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td></td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ (kg/cm)</td> <td></td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td></td> <td>160</td> </tr> </table> <p>再生シート物性：</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>外 観</th> <th>(白色シート)</th> <th>(透明シート)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密度(コア) (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td>0.48</td> <td>1.05</td> </tr> <tr> <td>硬度(ショアA)</td> <td>55</td> <td>82</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td>37.8</td> <td>125.2</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ (kg/cm)</td> <td>38.0</td> <td>48.8</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>80</td> <td>210</td> </tr> </tbody> </table>	軟質ホットモールドフォーム			密度(コア) (g/cm <sup>3</sup> )		0.030	25%ILD (kg/314cm <sup>2</sup> )		11.0	引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )		1.00	引裂強さ (kg/cm)		0.70	伸び (%)		160	外 観	(白色シート)	(透明シート)	密度(コア) (g/cm <sup>3</sup> )	0.48	1.05	硬度(ショアA)	55	82	引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	37.8	125.2	引裂強さ (kg/cm)	38.0	48.8	伸び (%)	80	210
軟質ホットモールドフォーム																																					
密度(コア) (g/cm <sup>3</sup> )		0.030																																			
25%ILD (kg/314cm <sup>2</sup> )		11.0																																			
引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )		1.00																																			
引裂強さ (kg/cm)		0.70																																			
伸び (%)		160																																			
外 観	(白色シート)	(透明シート)																																			
密度(コア) (g/cm <sup>3</sup> )	0.48	1.05																																			
硬度(ショアA)	55	82																																			
引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	37.8	125.2																																			
引裂強さ (kg/cm)	38.0	48.8																																			
伸び (%)	80	210																																			
リサイクル品の応用例	<p>無発泡シート： マッドガード、トランクマット 防振シート： ダッシュサイレンサー、フロアマット クッション材： ドアパッド、ダッシュボード その他カバー材</p>																																				

出典/三井東圧化学(株) ウレタン事業部技術資料 (1992)

熱プレス/2

回収ウレタンの分類	軟質フォーム																																					
回収ウレタンの内容	自動車シートクッション廃材																																					
成形プロセスの概要	粉砕 → 予備賦形 → モールド装入 → 加熱圧縮成形																																					
前処理法 (粉砕)	<p>①自動車シートクッションをシュレッダーにかけ破砕。 ②風選にて軟質フォーム破砕廃材を分別・回収し、粉砕に供する。 粉砕機：ハンマーミル 粉砕品サイズ：3~5mm</p>																																					
成形法	<p>熱プレスを用い下記の手順で成形する。 ①フォーム粉砕物を型枠に入れ、常温で圧縮し予備成形する。 ②熱プレスの温度を180℃に設定する。 ③圧力をリサイクル品の設定物性に応じ、25~100kg/cm<sup>2</sup>に保ち、150秒間圧縮する。 (必要に応じて、途中、気泡を除くために30秒間程度圧抜きをする。) ④ボードを取り出して冷却後、トリミングする。 ⑤加圧条件に応じて、密度0.5~1.10 g/cm<sup>3</sup>のものが得られる。</p> <table border="0"> <tr> <td>圧力</td> <td>: 25~100kg/cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>温度</td> <td>: 180℃</td> </tr> <tr> <td>時間</td> <td>: 150sec</td> </tr> </table>	圧力	: 25~100kg/cm <sup>2</sup>	温度	: 180℃	時間	: 150sec																															
圧力	: 25~100kg/cm <sup>2</sup>																																					
温度	: 180℃																																					
時間	: 150sec																																					
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">物性項目 (注)</th> <th rowspan="2">単 位</th> <th colspan="3">リサイクル品</th> </tr> <tr> <th>低密度品</th> <th>中密度品</th> <th>高密度品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>密 度</td> <td>g/cm<sup>3</sup></td> <td>0.50</td> <td>0.75</td> <td>1.10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">硬 さ</td> <td>H<sub>SA</sub></td> <td>57</td> <td>67</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>H<sub>C</sub></td> <td>72</td> <td>80</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>引張強さ</td> <td>kg/cm<sup>2</sup></td> <td>6</td> <td>20</td> <td>135</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ</td> <td>kg/cm</td> <td>4</td> <td>8</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>伸 び</td> <td>%</td> <td>30</td> <td>55</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>(注) 物性はJIS K6301等に準じて測定。</p>	物性項目 (注)	単 位	リサイクル品			低密度品	中密度品	高密度品	密 度	g/cm <sup>3</sup>	0.50	0.75	1.10	硬 さ	H <sub>SA</sub>	57	67	92	H <sub>C</sub>	72	80	—	引張強さ	kg/cm <sup>2</sup>	6	20	135	引裂強さ	kg/cm	4	8	31	伸 び	%	30	55	100
物性項目 (注)	単 位			リサイクル品																																		
		低密度品	中密度品	高密度品																																		
密 度	g/cm <sup>3</sup>	0.50	0.75	1.10																																		
硬 さ	H <sub>SA</sub>	57	67	92																																		
	H <sub>C</sub>	72	80	—																																		
引張強さ	kg/cm <sup>2</sup>	6	20	135																																		
引裂強さ	kg/cm	4	8	31																																		
伸 び	%	30	55	100																																		
リサイクル品の応用例	<p>低密度品：弾性床材、フローリング用防音材、ヘッドレスト、アームレスト 中密度品：フロアマット、防振材、ダッシュボード 高密度品：フローリングタイル、マッドガード、トランクマット</p>																																					

出典/日本ポリウレタン工業(株) 技術資料 (1992)



## POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

熱プレス/3

回収ウレタンの分類	RIM製品																																																																								
回収ウレタンの内容	ウレタンバンパー																																																																								
成形プロセスの概要	切断・粉砕 → 予熱 → モールド装入 → 加熱圧縮成形																																																																								
前処理法 (スライス又は粉砕)	粉砕機：汎用回転破砕機 粉砕品サイズ：0.5～3mm																																																																								
成形法	切断・粉砕された回収バンパーを予熱後モールドに装入し、加熱圧縮成形する。 予熱条件 温度：140～180℃ 時間：5～8分 圧縮成形条件 温度：180～190℃ 圧力：200バール以上 時間：1～4分																																																																								
リサイクル品の物性例	<p>原料系：内部離型剤入り BAYFLEX® 110/50システム</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>元の材料</th> <th>試験1</th> <th>試験2</th> <th>試験3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>粒子サイズ (mm)</td> <td></td> <td>6</td> <td>1</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>圧力 (バール)</td> <td></td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>脱型時間 (分)</td> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>密度 (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td>1.04</td> <td>1.12</td> <td>1.12</td> <td>1.12</td> </tr> <tr> <td>曲げモジュラス (MPa)</td> <td>390</td> <td>370</td> <td>330</td> <td>300</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (MPa)</td> <td>23</td> <td>14</td> <td>16</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>破断伸び (%)</td> <td>160</td> <td>40</td> <td>120</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>表面品質</td> <td>◎</td> <td>△</td> <td>◎</td> <td>◎</td> </tr> </tbody> </table> <p>◎ (良) - △ (劣)</p> <p>RIMポリウレタンの熱圧縮成形品</p> <p>原料系：BAYFLEX® 110/50システムとその改良システム</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">BAYFLEX® 110/50</th> <th colspan="2">改良システム</th> </tr> <tr> <th>元の材料</th> <th>熱圧縮成形品</th> <th>元の材料</th> <th>熱圧縮成形品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>引張強さ (MPa)</td> <td>28.6</td> <td>11.1</td> <td>29.5</td> <td>26.0</td> </tr> <tr> <td>破断伸び (%)</td> <td>242</td> <td>8</td> <td>135</td> <td>124</td> </tr> <tr> <td>曲げモジュラス (MPa)</td> <td>397</td> <td>310</td> <td>462</td> <td>392</td> </tr> </tbody> </table>					元の材料	試験1	試験2	試験3	粒子サイズ (mm)		6	1	0.5	圧力 (バール)		200	200	200	脱型時間 (分)		4	4	4	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.04	1.12	1.12	1.12	曲げモジュラス (MPa)	390	370	330	300	引張強さ (MPa)	23	14	16	20	破断伸び (%)	160	40	120	150	表面品質	◎	△	◎	◎		BAYFLEX® 110/50		改良システム		元の材料	熱圧縮成形品	元の材料	熱圧縮成形品	引張強さ (MPa)	28.6	11.1	29.5	26.0	破断伸び (%)	242	8	135	124	曲げモジュラス (MPa)	397	310	462	392
	元の材料	試験1	試験2	試験3																																																																					
粒子サイズ (mm)		6	1	0.5																																																																					
圧力 (バール)		200	200	200																																																																					
脱型時間 (分)		4	4	4																																																																					
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.04	1.12	1.12	1.12																																																																					
曲げモジュラス (MPa)	390	370	330	300																																																																					
引張強さ (MPa)	23	14	16	20																																																																					
破断伸び (%)	160	40	120	150																																																																					
表面品質	◎	△	◎	◎																																																																					
	BAYFLEX® 110/50		改良システム																																																																						
	元の材料	熱圧縮成形品	元の材料	熱圧縮成形品																																																																					
引張強さ (MPa)	28.6	11.1	29.5	26.0																																																																					
破断伸び (%)	242	8	135	124																																																																					
曲げモジュラス (MPa)	397	310	462	392																																																																					
リサイクル品の応用例	マッドガード																																																																								

出典/住友バイエルウレタン (株) 技術資料 (1993)

熱プレス/4

回収ウレタンの分類	RIM製品											
回収ウレタンの内容	RIMバンパー											
成形プロセスの概要	破断粉砕 → モールド装入 → 高温圧縮成形											
前処理法 (粉砕)	バンパー成形工程で発生する廃材を回収し、粉砕する。 粉砕品サイズ：0.2～1.0mm											
成形法	<ol style="list-style-type: none"> <li>① ウレタンバンパー廃材を回収する(10%ミルドガラス入りRIM品)。</li> <li>② バンパー廃材を0.2～1.0mmに粉砕する。</li> <li>③ 粉砕品を180℃で10分間予備加熱する。</li> <li>④ 粉砕品を80℃の金型に投入し、600kg/cm<sup>2</sup>の圧力で加圧する。</li> <li>⑤ 約60秒間保圧した後、成形品を金型より取り出す。</li> </ol>											
リサイクル品の物性例	<p>エアディフレクター</p> <table> <tr> <td>比重</td> <td>1.24</td> </tr> <tr> <td>曲げ弾性率 (MPa)</td> <td>622</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (MPa)</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>表面硬度 (ショアD)</td> <td>65</td> </tr> </table>		比重	1.24	曲げ弾性率 (MPa)	622	引張強さ (MPa)	26	伸び (%)	250	表面硬度 (ショアD)	65
比重	1.24											
曲げ弾性率 (MPa)	622											
引張強さ (MPa)	26											
伸び (%)	250											
表面硬度 (ショアD)	65											
リサイクル品の応用例	<p>エアディフレクター (BMW E-31に採用、HAPPICH GmbH社が生産)</p> 											

出典/ダウケミカル・ヨーロッパ RECYCLE '92 5th, Annual Forum - Davos, Switzerland April 1992)



## OLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

接着プレス/1

回収ウレタンの分類	軟質フォーム																																																												
回収ウレタンの内容	軟質フォーム端材、シートクッション、マットレス																																																												
成形プロセスの概要	破断粉碎 → 接着剤塗布 → モールド装入 → 水蒸気加熱																																																												
前処理法 (粉砕)	粉砕機：ハンマーミル 粉砕品サイズ：2～10mm																																																												
成形法	破断、粉碎されたフォームチップに、ウレタン系接着剤を均一に塗布した後、水蒸気の通るモールドに装入する。モールドに水蒸気を通し、加熱硬化する。  加熱硬化条件 温度：100℃ 圧力：～10kg/cm <sup>2</sup> 時間：～10分																																																												
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th>密度 (kg/m<sup>3</sup>)</th> <th>硬さ (kg)</th> <th>引張強さ (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>伸び (%)</th> <th>圧縮残留歪み (%)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>35 ± 5</td> <td>8 ± 3</td> <td>0.20 以上</td> <td>40 以上</td> <td>15.0 以下</td> <td>粗粉碎</td> </tr> <tr> <td>40 ± 5</td> <td>11 ± 5</td> <td>0.30 "</td> <td>40 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>45 ± 5</td> <td>13 ± 3</td> <td>0.40 "</td> <td>40 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>50 ± 5</td> <td>18 ± 10</td> <td>0.40 "</td> <td>60 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>45 ± 5</td> <td>9 ± 3</td> <td>0.30 "</td> <td>40 "</td> <td>15.0 "</td> <td>微粉碎</td> </tr> <tr> <td>54 ± 5</td> <td>14 ± 3</td> <td>0.40 "</td> <td>40 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>63 ± 6</td> <td>22 ± 10</td> <td>0.40 "</td> <td>40 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>75 ± 6</td> <td>29 ± 3</td> <td>0.70 "</td> <td>50 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> <tr> <td>105 ± 6</td> <td>*55 ± 15</td> <td>0.90 "</td> <td>50 "</td> <td>15.0 "</td> <td>"</td> </tr> </tbody> </table> <p>*印 社内試験法からの換算による</p>	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	硬さ (kg)	引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	伸び (%)	圧縮残留歪み (%)	備考	35 ± 5	8 ± 3	0.20 以上	40 以上	15.0 以下	粗粉碎	40 ± 5	11 ± 5	0.30 "	40 "	15.0 "	"	45 ± 5	13 ± 3	0.40 "	40 "	15.0 "	"	50 ± 5	18 ± 10	0.40 "	60 "	15.0 "	"	45 ± 5	9 ± 3	0.30 "	40 "	15.0 "	微粉碎	54 ± 5	14 ± 3	0.40 "	40 "	15.0 "	"	63 ± 6	22 ± 10	0.40 "	40 "	15.0 "	"	75 ± 6	29 ± 3	0.70 "	50 "	15.0 "	"	105 ± 6	*55 ± 15	0.90 "	50 "	15.0 "	"
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	硬さ (kg)	引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	伸び (%)	圧縮残留歪み (%)	備考																																																								
35 ± 5	8 ± 3	0.20 以上	40 以上	15.0 以下	粗粉碎																																																								
40 ± 5	11 ± 5	0.30 "	40 "	15.0 "	"																																																								
45 ± 5	13 ± 3	0.40 "	40 "	15.0 "	"																																																								
50 ± 5	18 ± 10	0.40 "	60 "	15.0 "	"																																																								
45 ± 5	9 ± 3	0.30 "	40 "	15.0 "	微粉碎																																																								
54 ± 5	14 ± 3	0.40 "	40 "	15.0 "	"																																																								
63 ± 6	22 ± 10	0.40 "	40 "	15.0 "	"																																																								
75 ± 6	29 ± 3	0.70 "	50 "	15.0 "	"																																																								
105 ± 6	*55 ± 15	0.90 "	50 "	15.0 "	"																																																								
リサイクル品の応用例	自動車シートクッション、家具用椅子																																																												

接着プレス/2

回収ウレタンの分類	軟質フォーム															
回収ウレタンの内容	軟質フォーム端材、シートクッション、マットレス															
成形プロセスの概要	破断粉碎 → 接着剤塗布 → モールド装入 → 水蒸気加熱															
前処理法 (粉砕)	粉砕機：ハンマーミル 粉砕品サイズ：2～10mm															
成形法	破断、粉碎されたフォームチップに、ウレタン系接着剤を均一に塗布した後、水蒸気の通るモールドに装入する。モールドに水蒸気を通し、加熱硬化する。  接着剤塗布量：15重量% 加熱硬化条件 温度：100℃ 圧力：～10kg/cm <sup>2</sup> 時間：～10分															
リサイクル品の物性例	<p>フォーム密度：40～120 kg/m<sup>3</sup> クッション性：バージンのものより良好</p> <p>物性</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>密度</td> <td>(kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>25%ILD</td> <td>(kg/314cm<sup>2</sup>)</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>引張強さ</td> <td>(kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ</td> <td>(kg/cm)</td> <td>0.2</td> </tr> <tr> <td>伸び</td> <td>(%)</td> <td>80</td> </tr> </tbody> </table>	密度	(kg/m <sup>3</sup> )	55	25%ILD	(kg/314cm <sup>2</sup> )	11	引張強さ	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.4	引裂強さ	(kg/cm)	0.2	伸び	(%)	80
密度	(kg/m <sup>3</sup> )	55														
25%ILD	(kg/314cm <sup>2</sup> )	11														
引張強さ	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.4														
引裂強さ	(kg/cm)	0.2														
伸び	(%)	80														
リサイクル品の応用例	自動車シートクッション、家具用椅子															

## POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

接着プレス/3

回収ウレタンの分類	軟質フォーム																		
回収ウレタンの内容	軟質フォーム端材、シートクッションモールド等																		
成形プロセスの概要	破断粉碎 → 計量 → 接着剤スプレー → モールド装入 → 水蒸気加熱硬化																		
前処理法 (粉砕)	粉砕機：汎用回転粉砕機 粉砕品サイズ：2～10mm																		
成形法	<ol style="list-style-type: none"> <li>破断、粉碎されたフォームチップに、非溶剤系ウレタン接着剤をスプレー塗布する。</li> <li>接着剤塗布品を計量後型に投入し、必要な厚みサイズに圧縮する。</li> <li>型に水蒸気を通じて加熱硬化する。</li> </ol> <p>加熱硬化条件 温度：100℃ 時間：～5分</p>																		
リサイクル品の物性例	<p>センターアームレストの例</p> <table border="1"> <tr> <td>密度(オーバーオール)</td> <td>(kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>50～80</td> </tr> <tr> <td>25%ILD</td> <td>(kg/314cm<sup>2</sup>)</td> <td>16±3 (センター密度 65kg/m<sup>3</sup>にて)</td> </tr> <tr> <td>引張強さ</td> <td>(kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td>0.3～0.6</td> </tr> <tr> <td>伸び</td> <td>(%)</td> <td>50～80</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ</td> <td>(kg/cm)</td> <td>0.3～0.5</td> </tr> <tr> <td>反発弾性</td> <td>(%)</td> <td>40～45</td> </tr> </table>	密度(オーバーオール)	(kg/m <sup>3</sup> )	50～80	25%ILD	(kg/314cm <sup>2</sup> )	16±3 (センター密度 65kg/m <sup>3</sup> にて)	引張強さ	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.3～0.6	伸び	(%)	50～80	引裂強さ	(kg/cm)	0.3～0.5	反発弾性	(%)	40～45
密度(オーバーオール)	(kg/m <sup>3</sup> )	50～80																	
25%ILD	(kg/314cm <sup>2</sup> )	16±3 (センター密度 65kg/m <sup>3</sup> にて)																	
引張強さ	(kg/cm <sup>2</sup> )	0.3～0.6																	
伸び	(%)	50～80																	
引裂強さ	(kg/cm)	0.3～0.5																	
反発弾性	(%)	40～45																	
リサイクル品の応用例	自動車アームレスト、野球ベース、家具用クッション																		

出典/東洋ゴム工業(株) 技術資料

接着プレス/4

回収ウレタンの分類	軟質フォーム																																												
回収ウレタンの内容	シートクッション、マットレス																																												
成形プロセスの概要	破断粉碎 → 接着剤塗布 → モールド中で圧縮し水蒸気硬化																																												
前処理法 (粉砕)	粉砕機：ハンマーミル 粉砕品サイズ：2～5mm																																												
成形法	<p>破断粉碎されたウレタンフォームチップに、ウレタン系接着剤を均一に塗布した後、水蒸気の圧入できるモールド中で一定の厚みに圧縮する。モールドに水蒸気を通し、加熱硬化させる。</p> <p>加熱硬化条件 温度：100℃ 時間：5～10分</p>																																												
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th>サンプルNo.</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>サンプル硬さ (F硬度)</td> <td>58～60</td> <td>68～70</td> <td>70～73</td> </tr> <tr> <td>チップフォーム量 (g)</td> <td>200</td> <td>488</td> <td>775</td> </tr> <tr> <td>バインダー量 (g)</td> <td>40</td> <td>78</td> <td>124</td> </tr> <tr> <td>成形品密度 (g/cm<sup>3</sup>)</td> <td>0.103</td> <td>0.231</td> <td>0.329</td> </tr> <tr> <td>25%ILD (kg/314cm<sup>2</sup>)</td> <td>15.8</td> <td>39.2</td> <td>115.8</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (kg/cm<sup>2</sup>)</td> <td>0.61</td> <td>2.12</td> <td>2.91</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>62</td> <td>59</td> <td>58</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ (kg/cm)</td> <td>0.46</td> <td>1.78</td> <td>1.92</td> </tr> <tr> <td>反発弾性 (%)</td> <td>41</td> <td>45</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>乾熱圧縮歪み (%)</td> <td>10.7</td> <td>13.4</td> <td>12.5</td> </tr> </tbody> </table>	サンプルNo.	1	2	3	サンプル硬さ (F硬度)	58～60	68～70	70～73	チップフォーム量 (g)	200	488	775	バインダー量 (g)	40	78	124	成形品密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.103	0.231	0.329	25%ILD (kg/314cm <sup>2</sup> )	15.8	39.2	115.8	引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.61	2.12	2.91	伸び (%)	62	59	58	引裂強さ (kg/cm)	0.46	1.78	1.92	反発弾性 (%)	41	45	40	乾熱圧縮歪み (%)	10.7	13.4	12.5
サンプルNo.	1	2	3																																										
サンプル硬さ (F硬度)	58～60	68～70	70～73																																										
チップフォーム量 (g)	200	488	775																																										
バインダー量 (g)	40	78	124																																										
成形品密度 (g/cm <sup>3</sup> )	0.103	0.231	0.329																																										
25%ILD (kg/314cm <sup>2</sup> )	15.8	39.2	115.8																																										
引張強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	0.61	2.12	2.91																																										
伸び (%)	62	59	58																																										
引裂強さ (kg/cm)	0.46	1.78	1.92																																										
反発弾性 (%)	41	45	40																																										
乾熱圧縮歪み (%)	10.7	13.4	12.5																																										
リサイクル品の応用例	床用防音材、カーペットアンダーレイ																																												

出典/三洋化成工業(株) 技術資料



POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

接着プレス/5

回収ウレタンの分類	硬質フォーム			
回収ウレタンの内容	ウレタン成形天井 (ヘッドライナー)			
成形プロセスの概要	粉碎 → 接着剤塗布 → 加熱圧縮成形			
前処理法 (粉碎)	粉碎機: ハンマーミル 粉碎品サイズ: 3~5mm			
成形法	天井廃材をハンマー式粉碎機で3~5mm径の大きさに粉碎する。分別することなくそのまま、MDIを10~15%重量部塗布し、加熱プレスにて、圧縮し成形硬化する。廃材のみでは強度がでないため、ガラス繊維をサンドイッチに使用し、一体成形することにより、強度の高いものが得られる。尚表面に化粧板を使用してもよい。  成形条件 温度: 160℃ 圧力: 30バール 時間: 30~60秒/mm厚			
リサイクル品の物性例		(例1)	(例2)	(例3)
	半製品加工工程 (第1段工程)			
	クルードMDI接着剤添加量(%)	10	10	15
	グラニュールサイズ (mm)	<10	<10	<10
	圧力 (バール)	20	20	20
	温度 (℃)	25	25	25
	脱型時間 (秒)	60	60	60
	最終製品加工工程 (第2段工程)			
	圧力 (バール)	30	30	30
	温度 (℃)	160	160	160
	脱型時間 (秒)	180	180	180
	パーセルシェルフ形状の製品の物性			
	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	1,000	1,000	1,000
	ショアD硬度	70-80	65-75	70-80
	引張強さ (MPa)	20	20	25
	曲げ強さ (MPa)	55	50	60
	伸び (%)	1.5	1.5	1.5
	曲げモジュラス (MPa)	2,000	1,800	2,200
リサイクル品の応用例	パーセルシェルフ			

出典/住友バイエルウレタン (株) 技術資料 (1993)

接着プレス/6

回収ウレタンの分類	硬質フォーム	
回収ウレタンの内容	断熱硬質フォームボード (複合材を含む)	
成形プロセスの概要	粗粉碎 → 硬質ウレタン原液注入 → 加熱圧縮成形	
前処理法 (粉碎)	粉碎機: ハンマーミル 粉碎品サイズ: 30~100mm (粉碎が粗粉碎のため粉にならない。)	
成形法	断熱硬質フォームの廃材をハンマーミルにて粒径30~100mmのチップに粗粉碎する。パネル (900×900×40mm) モールドの中にチップを敷きつめ、硬質ウレタン原液をバインダーとして全面に注入する。直ちにプレス成形する。  チップ/バインダー (重量比): 1/2 加熱硬化条件 温度: 40~45℃ 時間: 5~7分	
リサイクル品の物性例		
	密度(オーバーオール)	(kg/m <sup>3</sup> ) 70
	(コア)	(kg/m <sup>3</sup> ) 60
	圧縮強さ	(kg/cm <sup>2</sup> ) 1.89
	曲げ強さ	(kg/cm <sup>2</sup> ) 2.6
	熱伝導率	(kcal/mhr℃) 0.0252
リサイクル品の応用例	断熱ボード	

出典/ (株) イノアックコーポレーション 技術資料



# POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

接着プレス/7

回収ウレタンの分類	硬質ポリイソシアヌレートフォーム																					
回収ウレタンの内容	ガラス繊維入り断熱硬質フォームボード																					
成形プロセスの概要	破断粉碎 → 接着剤塗布 → 加熱圧縮成形																					
前処理法 (粉砕)	粉砕機：ハンマーミル 粉砕品サイズ：3～5mm																					
成形法	<p>断熱硬質ポリイソシアヌレートフォームの廃材をハンマーミルにて粒径3～5mmにチップ化し、ウレタン系接着剤を塗布し、表面にクラフト紙を使用した型にいれ、加熱圧縮成形する。</p> <p>接着剤塗布量：10～15 重量% 加熱硬化条件 温度：160℃ 圧力：30kg/cm<sup>2</sup>以上 時間：8分</p>																					
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th>密度 g/cm<sup>3</sup></th> <th>0.1</th> <th>0.2</th> <th>0.3</th> <th>0.4</th> <th>0.5</th> <th>0.6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>圧縮荷重 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>1.3</td> <td>5.0</td> <td>17.0</td> <td>22.0</td> <td>25.0</td> <td>28.0</td> </tr> <tr> <td>面材剥離強度 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>0.25</td> <td>0.65</td> <td>1.0</td> <td>1.5</td> <td>1.6</td> <td>1.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>化粧合板との一体成形により、綺麗な強度のあるボードが得られる。</p>	密度 g/cm <sup>3</sup>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	圧縮荷重 kg/cm <sup>2</sup>	1.3	5.0	17.0	22.0	25.0	28.0	面材剥離強度 kg/cm <sup>2</sup>	0.25	0.65	1.0	1.5	1.6	1.8
密度 g/cm <sup>3</sup>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6																
圧縮荷重 kg/cm <sup>2</sup>	1.3	5.0	17.0	22.0	25.0	28.0																
面材剥離強度 kg/cm <sup>2</sup>	0.25	0.65	1.0	1.5	1.6	1.8																
リサイクル品の応用例	パーティクルボード																					

出典/ (株) イノアックコーポレーション 技術資料

接着プレス/8

回収ウレタンの分類	硬質フォーム
回収ウレタンの内容	建築用天井材 (ガラス繊維マット強化硬質ウレタンフォーム)
成形プロセスの概要	粉砕 → 接着剤塗布 → モールド装入 → 常温圧縮 → 面材装入 → 加熱圧縮成形
前処理法 (粉砕)	<p>①天井材のトリミングによって発生するガラス繊維マットを入りポリメリックMDI系硬質ウレタンフォーム廃材を回収し、粉砕に供する。 ②粉砕機：ハンマーミル ③粉砕品サイズ：5～10mm</p>
成形法	<p>接着剤を用い熱プレスにより下記手順で成形する。 ①チップブレンダー中で粉砕廃材を攪拌しながら水系ポリイソシアネート接着剤をスプレー塗布する。(接着剤塗布量は粉砕廃材重量に対して約5%) ②アスファルト含浸紙を敷いた型枠内に接着剤付着粉砕廃材を充填し常温で予備賦形する。 ③予備賦形ボードの上面にアスファルト含浸紙を挿入し、160℃に加熱された熱プレスで圧力15kg/cm<sup>2</sup>程度で4分間圧縮成形する。 ④ボードを取り出して冷却後、鋸機でトリミングする。</p>
リサイクル品の物性例	<p>芯材密度：0.1 g/cm<sup>3</sup>程度 面材付き硬質フォームボード ボード構成：  </p>
リサイクル品の応用例	建築・土木材料 (物置壁材、野地板等)

出典/日本ポリウレタン工業 (株) 技術資料 (1992)




POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

接着プレス/9

回収ウレタンの分類	ウレタン複合材			
回収ウレタンの内容	サンドイッチ構造ヘッドライナー			
成形プロセスの概要	粉碎→接着剤塗布→圧縮成形(マット状半製品)→型へ装入→加熱圧縮成形			
前処理法 (粉碎)	粉碎機：汎用回転粉碎機 粉碎品サイズ：<10mm			
成形法	2段成形法(例) ①使用済みヘッドライナーをチップ化する。 ②鋤刃型混合機でチップ表面にイソシアネート接着剤をつける。 ③型枠の中へそのチップを移す。 ④アルミニウム板(離型紙等を使用)の間でチップを押し固めてマット状半製品を作る。 ⑤その半製品を例えばパーセルシェルフ型の中へ移す。 ⑥加熱下で圧縮成形する。 ⑦出来上がった製品を型から取り出す。			
リサイクル品の物性例	BAYNAT <sup>®</sup> ヘッドライナーの接着プレス法によるリサイクル例			
		(例1)	(例2)	(例3)
	半製品加工工程(第1段工程)			
	MDI系接着剤添加量(%)	10	10	15
	チップサイズ(mm)	<10	<10	<10
	圧力(バー)	20	20	20
	温度(°C)	25	25	25
	脱型時間(秒)	60	60	60
	最終製品加工工程(第2段工程)			
	圧力(バー)	30	30	30
	温度(°C)	160	160	160
	脱型時間(秒)	180	180	180
	パーセルシェルフ形状の製品の物性			
	密度(kg/m <sup>3</sup> )	1,000	1,000	1,000
	ショアD硬度	70-80	65-75	70-80
	引張強さ(MPa)	20	20	25
	曲げ強さ(MPa)	55	50	60
	伸び(%)	1.5	1.5	1.5
	曲げモジュラス(MPa)	2,000	1,800	2,200
	装飾表面材付BAYNAT <sup>®</sup> ヘッドライナーの接着プレ			
	チップサイズ(サイズ:mm)	10	3	
	密度(g/cm <sup>3</sup> )	1.01	1.05	
	ショアD硬度	67	70	
	破断伸び-引張り(%)	1.5	1.5	
	曲げ強度(MPa)	32.0	40.0	
	破断伸び-曲げ(%)	5.2	3.8	
	曲げモジュラス(MPa)	1,350	1,800	
リサイクル品の応用例	パーティクルボード 建築用床板、仕切壁、一般用羽目板 自動車用パーセルシェルフ、スペアタイヤカバー			

出典/住友バイエルウレタン(株) 技術資料(1993)

接着プレス/10

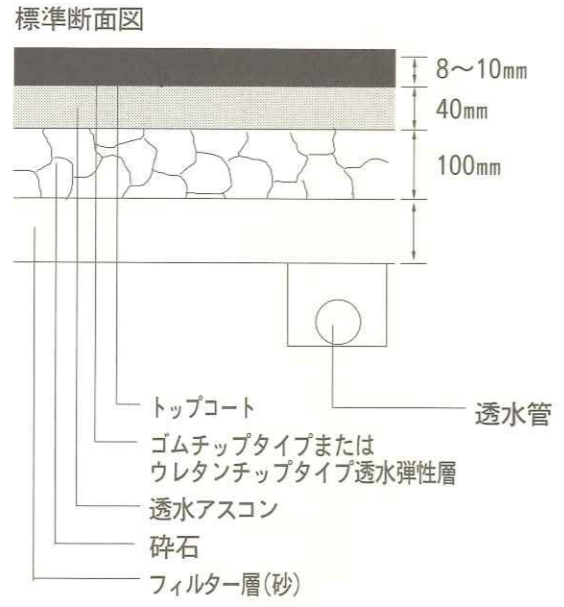
回収ウレタンの分類	RIM製品	
回収ウレタンの内容	自動車バンパー	
成形プロセスの概要	粉碎 → 接着剤塗布 → モールド装入 → 加熱圧縮成形	
前処理法 (粉碎)	粉碎機：ハンマーミル又はディスクミル 粉碎品サイズ：0.5~1.5mm	
成形法	RIMバンパー粉碎品に、ウレタン系接着剤を塗布しモールドに装入したのち、熱プレスを使い、加熱圧縮成形する。  接着剤塗布量：10~15重量% 加熱硬化条件 温度：160°C 圧力：1200 g/cm <sup>2</sup> 以上 時間：3分	
リサイクル品の物性例	マッドガード 硬さ(Hs) 98 密度(g/cm <sup>3</sup> ) 1.15 引張強さ(kg/cm <sup>2</sup> ) 154 伸び(%) 100	
リサイクル品の応用例	マッドガード 	

出典/株 イノアックコーポレーション 技術資料



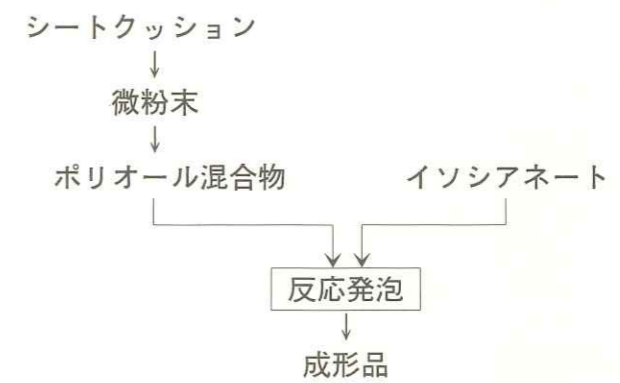
POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

接着プレス/11

回収ウレタンの分類	RIM製品、エラストマー
回収ウレタンの内容	RIMバンパー、ウレタンエラストマー
成形プロセスの概要	粉碎 → 接着剤塗布 → 施工 → 加熱圧縮成形
前処理法 (粉碎)	粉碎機：ハンマーミル 粉碎品サイズ：2~10mm
成形法	RIMバンパー粉碎品にウレタン系接着剤を混合したものを、透水アスコンの上に施工する。熱ロールにより加熱プレス硬化する。カラートップを塗布して仕上げる。   <p>標準断面図</p> <p>8~10mm 40mm 100mm</p> <p>トップコート 透水管 ゴムチップタイプまたはウレタンチップタイプ透水弾性層 透水アスコン 碎石 フィルター層(砂)</p>
リサイクル品の物性例	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 優れた透水性：空隙率30%を有する特殊弾性構造舗装システムによる透水構造のため雨中でも水が溜まらない</li> <li>* メンテナンス不要：連通性空隙構造のため下地の水分影響が無く、全天候舗装に特有のフクレがなく、四季を通じて平坦なサーフェスが得られる</li> <li>* 優れた耐久性：チップ自体がウレタンのため、耐久性と耐磨耗性に優れ、且つ高弾性のため上級者向けコートとして最適</li> </ul>
リサイクル品の応用例	透水型テニスコート

出典/三井東圧化学(株) ウレタン事業部 パンフレット“グランドマスター”(1988)

フィルター/1

回収ウレタンの分類	軟質フォーム																					
回収ウレタンの内容	シートクッション																					
成形プロセスの概要	微粉碎 → ポリオール混合物に添加 → 発泡成形																					
前処理法	粉碎機：ロールミル(ロールギャップ：25~1,000 $\mu$ )(剪断速度：100~100,000 1/秒) 粉碎品サイズ：70~100 $\mu$																					
成形法	軟質フォームの微粉末をポリオール混合物に添加し、高圧発泡機で成形する。 微粉末添加量：15重量%   <p>シートクッション ↓ 微粉末 ↓ ポリオール混合物      イソシアネート ↓ 反応発泡 ↓ 成形品</p>																					
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>標準シート</th> <th>再生シート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>製品重量 (g)</td> <td>1,320</td> <td>1,320</td> </tr> <tr> <td>リサイクル品含有量 (%)</td> <td>-</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>圧縮強さ (N)</td> <td>360</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>50%圧縮永久歪み (%)</td> <td>5.6</td> <td>7.0</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (kPa)</td> <td>152</td> <td>144</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>132</td> <td>103</td> </tr> </tbody> </table>		標準シート	再生シート	製品重量 (g)	1,320	1,320	リサイクル品含有量 (%)	-	15	圧縮強さ (N)	360	360	50%圧縮永久歪み (%)	5.6	7.0	引張強さ (kPa)	152	144	伸び (%)	132	103
	標準シート	再生シート																				
製品重量 (g)	1,320	1,320																				
リサイクル品含有量 (%)	-	15																				
圧縮強さ (N)	360	360																				
50%圧縮永久歪み (%)	5.6	7.0																				
引張強さ (kPa)	152	144																				
伸び (%)	132	103																				
リサイクル品の応用例	シートクッション																					

出典/Hennecke社(独)資料 (1992年10月 ドイツ K'92にて)



# POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

フィラー/2

回収ウレタンの分類	硬質フォーム																																
回収ウレタンの内容	硬質フォーム																																
成形プロセスの概要	粉砕 → セメントに混合 → 施工硬化																																
前処理法 (粉砕)	粉砕機: ハンマーミル 粉砕品サイズ: 2~10mm																																
成形法	硬質フォーム粉砕品65ℓ、水18ℓ、砂27ℓ、セメント40kg、更に水7ℓの順にミキサーに入れ、よく混合攪拌の上使用する。																																
リサイクル品の物性例	釘打ちが可能で、安定した保釘力が得られる。 〔軽量モルタルの物性〕 <table border="1" style="margin: 10px 0;"> <tr> <th>モルタル 性能</th> <th>気乾比重 (kg/ℓ)</th> <th>熱伝導率 (kcal/mh°C)</th> <th>圧縮強さ (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>曲げ強さ (kg/cm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <td></td> <td>1.27</td> <td>0.32</td> <td>94</td> <td>28</td> </tr> </table> <table border="1" style="margin: 10px 0;"> <tr> <th rowspan="3">保釘力 (kg/本)</th> <th colspan="3">材令一週で釘打ち</th> <th colspan="4">各材令で釘打ち、引き抜き</th> </tr> <tr> <th>2週</th> <th>3週</th> <th>4週</th> <th>1週</th> <th>2週</th> <th>3週</th> <th>4週</th> </tr> <tr> <td>45</td> <td>52</td> <td>55</td> <td>41</td> <td>43</td> <td>45</td> <td>46</td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">※使用釘: コロニアル釘 (3.0φ×32mm) 銅釘 (2.5φ×26mm)</p>	モルタル 性能	気乾比重 (kg/ℓ)	熱伝導率 (kcal/mh°C)	圧縮強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )		1.27	0.32	94	28	保釘力 (kg/本)	材令一週で釘打ち			各材令で釘打ち、引き抜き				2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週	45	52	55	41	43	45	46
モルタル 性能	気乾比重 (kg/ℓ)	熱伝導率 (kcal/mh°C)	圧縮強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )																													
	1.27	0.32	94	28																													
保釘力 (kg/本)	材令一週で釘打ち			各材令で釘打ち、引き抜き																													
	2週	3週	4週	1週	2週	3週	4週																										
	45	52	55	41	43	45	46																										
リサイクル品の応用例	屋根下地用モルタル軽量骨材																																

出典/宇部興産(株) “ウレサンドーU” 取扱マニュアル (1992)

フィラー/3

回収ウレタンの分類	半硬質フォーム																		
回収ウレタンの内容	エネルギー吸収 (EA) フォーム																		
成形プロセスの概要	粉砕 → ポリオール混合物に添加 → 発泡成形																		
前処理法	粉砕機: (第1段) ナイフミル (第2段) インパクトホイールミキサー 粉砕品サイズ: (第1段) 3mm (第2段) 180~300μm (80~50メッシュ)																		
成形法	EAフォーム粉末をポリオール混合物に添加し、既存の発泡設備で加工する。 粉末の添加量: 5~20% <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <pre> graph TD     A[EAフォーム部品] --&gt; B[微粉末]     B --&gt; C[ポリオール混合物]     D[イソシアネート] --&gt; E[反応発泡]     C --&gt; E     E --&gt; F[成形品]             </pre> </div>																		
リサイクル品の物性例	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th></th> <th>標準品</th> <th>回収粉末添加品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回収粉末添加量 (%)</td> <td>—</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>密度 (kg/m<sup>3</sup>)</td> <td>45</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>圧縮強さ (kPa)</td> <td>220</td> <td>267</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (kPa)</td> <td>215</td> <td>212</td> </tr> <tr> <td>圧縮歪み (%) (22時間/70°C50%圧縮)</td> <td>42</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table>		標準品	回収粉末添加品	回収粉末添加量 (%)	—	7	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	45	50	圧縮強さ (kPa)	220	267	引張強さ (kPa)	215	212	圧縮歪み (%) (22時間/70°C50%圧縮)	42	44
	標準品	回収粉末添加品																	
回収粉末添加量 (%)	—	7																	
密度 (kg/m <sup>3</sup> )	45	50																	
圧縮強さ (kPa)	220	267																	
引張強さ (kPa)	215	212																	
圧縮歪み (%) (22時間/70°C50%圧縮)	42	44																	
リサイクル品の応用例	半硬質フォーム、インテグラルスキンフォーム																		

出典/住友バイエルウレタン(株) 技術資料 (1993)



## POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

フィラー/4

回収ウレタンの分類	RIM製品、エラストマー
回収ウレタンの内容	RIMバンパー、ウレタンエラストマー
成形プロセスの概要	粉砕 → ウレタン混合液に混合 → 施工
前処理法 (粉砕)	粉砕機：ハンマーミル 粉砕品サイズ：2~10mm
成形法	<p>ウレタン粉砕品を2液型ウレタン配合液のポリオール側に添加、混合して、グラウンド材の弾性層及びトッピング仕上げ材として使用する。 ウレタンエラストマーは、粉砕してチップ化し、陸上競技場、ジョギングコース、多目的グラウンド等の弾性層及びトッピング仕上げ材として使用される。</p>
リサイクル品の物性例	弾性層の圧縮強度：ウレタンチップ入り > チップ無し > EVAチップ入り 1~2割高 基準 1~2割低
リサイクル品の応用例	グラウンド材、床材、舗装材

出典/三井東圧化学(株) ウレタン事業部 パンフレット "グラウンドマスター" (1988)

フィラー/5

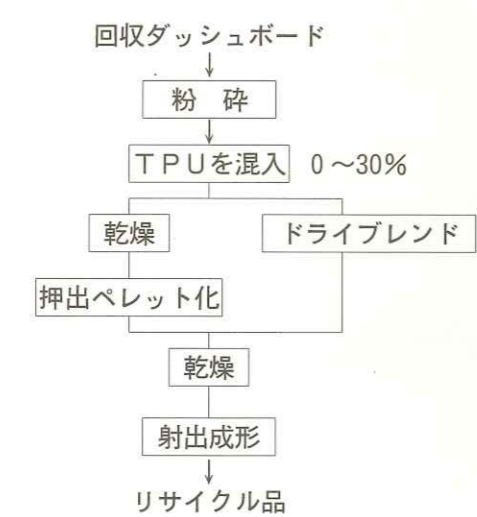
回収ウレタンの分類	RIM製品																																										
回収ウレタンの内容	RIMバンパー																																										
成形プロセスの概要	粉砕 → ポリオールに混合 → 3成分系RIM成形																																										
前処理法	粉砕機：ハンマーミルで粗粉砕の後、ディスクミルで微粉砕 粉砕品サイズ：100ミクロン以下																																										
成形法	<p>RIMバンパーを微粉砕の後、R-RIMのフィラーとして原料系に混合し再利用する。 成形機械：R-RIM成形機、3成分系</p>																																										
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">標準品</th> <th colspan="2">回収粉末添加品</th> </tr> <tr> <th>塗装RIM回収品</th> <th>塗装RIM回収品</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回収粉末添加量 (%)</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>比重</td> <td>1.04</td> <td>1.05</td> <td>1.08</td> </tr> <tr> <td>曲げ弾性率 (MPa)</td> <td>350</td> <td>328</td> <td>365</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (MPa)</td> <td>24.9</td> <td>26.0</td> <td>24.0</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>240</td> <td>265</td> <td>260</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ (kN/m)</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>101</td> </tr> <tr> <td>ヒートサグ (mm) 6インチ、1時間/121℃</td> <td>18</td> <td>18</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>ガードナー衝撃強度 (J) 24℃</td> <td>27.1</td> <td>27.1</td> <td>25.3</td> </tr> <tr> <td>-29℃</td> <td>&gt;36.2</td> <td>&gt;36.2</td> <td>&gt;36.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>微粉末サイズ：80メッシュ</p>		標準品	回収粉末添加品		塗装RIM回収品	塗装RIM回収品	回収粉末添加量 (%)	-	10	10	比重	1.04	1.05	1.08	曲げ弾性率 (MPa)	350	328	365	引張強さ (MPa)	24.9	26.0	24.0	伸び (%)	240	265	260	引裂強さ (kN/m)	100	100	101	ヒートサグ (mm) 6インチ、1時間/121℃	18	18	18	ガードナー衝撃強度 (J) 24℃	27.1	27.1	25.3	-29℃	>36.2	>36.2	>36.2
	標準品			回収粉末添加品																																							
		塗装RIM回収品	塗装RIM回収品																																								
回収粉末添加量 (%)	-	10	10																																								
比重	1.04	1.05	1.08																																								
曲げ弾性率 (MPa)	350	328	365																																								
引張強さ (MPa)	24.9	26.0	24.0																																								
伸び (%)	240	265	260																																								
引裂強さ (kN/m)	100	100	101																																								
ヒートサグ (mm) 6インチ、1時間/121℃	18	18	18																																								
ガードナー衝撃強度 (J) 24℃	27.1	27.1	25.3																																								
-29℃	>36.2	>36.2	>36.2																																								
リサイクル品の応用例	車のバンパー、フェイスア、リアスポイラー、サイドプロテクター																																										

出典/R.E.Morgan, et al., "The Processing and Use of RIM Regrind", SPI, '91, POLYURETHANE WORLD CONGRESS p653




## POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

射出成形 / 1

回収ウレタンの分類	半硬質フォーム																																				
回収ウレタンの内容	ダッシュボード																																				
成形プロセスの概要	粉碎 → (場合により熱可塑性ポリウレタン (TPU) をブレンド) → 射出成形																																				
前処理法 (粉碎工程)	粉碎機: 汎用回転破碎機 粉碎品サイズ: 10mm																																				
成形法																																					
リサイクル品の物性例	<p>回収ダッシュボードの射出成形品の物性</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>材料 表皮 半硬質フォーム 支持台</td> <td>PVC PU 0741A -</td> <td>PVC/ABS PU 0745 PP/タルク</td> <td>PVC/ABS PU 0741G Cellulosic</td> </tr> <tr> <td>材料温度 (°C)</td> <td>170</td> <td>190</td> <td>190</td> </tr> <tr> <td>型温 (°C)</td> <td>25</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>サイクル時間 (秒)</td> <td>40</td> <td>44</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>射出速度 (mm/秒)</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>予備乾燥 (°C/時間)</td> <td>80/1</td> <td>100/1</td> <td>80/1</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>56</td> <td>10</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (MPa)</td> <td>4.8</td> <td>12</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	材料 表皮 半硬質フォーム 支持台	PVC PU 0741A -	PVC/ABS PU 0745 PP/タルク	PVC/ABS PU 0741G Cellulosic	材料温度 (°C)	170	190	190	型温 (°C)	25	25	25	サイクル時間 (秒)	40	44	44	射出速度 (mm/秒)	100	100	100	予備乾燥 (°C/時間)	80/1	100/1	80/1	伸び (%)	56	10	20	引張強さ (MPa)	4.8	12	15
	A	B	C																																		
材料 表皮 半硬質フォーム 支持台	PVC PU 0741A -	PVC/ABS PU 0745 PP/タルク	PVC/ABS PU 0741G Cellulosic																																		
材料温度 (°C)	170	190	190																																		
型温 (°C)	25	25	25																																		
サイクル時間 (秒)	40	44	44																																		
射出速度 (mm/秒)	100	100	100																																		
予備乾燥 (°C/時間)	80/1	100/1	80/1																																		
伸び (%)	56	10	20																																		
引張強さ (MPa)	4.8	12	15																																		
リサイクル品の応用例	自動車バッテリーのトレイ																																				

出典/住友バイエルウレタン (株) 技術資料 (1993)

射出成形 / 3

回収ウレタンの分類	RIM製品																																																										
回収ウレタンの内容	靴底、自動車バンパー、自動車ハンドル																																																										
成形プロセスの概要	粉碎 → 熱可塑性樹脂とブレンド → 射出成形又は押出成形																																																										
前処理法	粉碎機: 汎用回転破碎機 粉碎品サイズ: 0.5~10mm																																																										
成形法																																																											
リサイクル品の物性例	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">新原料使用フォーム (BAYFLEX® 30)</th> <th colspan="2">射出成形回収品</th> </tr> <tr> <th>A</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>回収Bayflex 30フォーム (%)</td> <td></td> <td>100</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>熱可塑性ポリウレタン (TPU)</td> <td></td> <td>0</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>材料温度 (°C)</td> <td></td> <td>180</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>型温 (°C)</td> <td></td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>サイクル時間 (秒)</td> <td></td> <td>44</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>射出速度 (mm/秒)</td> <td></td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>予備乾燥 (°C/時間)</td> <td></td> <td>80/1</td> <td>80/1</td> </tr> <tr> <td>密度 (g/cm³)</td> <td>0.4</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>硬度 (ショアA)</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>伸び (%)</td> <td>120</td> <td>300</td> <td>280</td> </tr> <tr> <td>引張強さ (MPa)</td> <td>コア 0.4 皮付 5</td> <td>6</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>引裂強さ (kN/m)</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>圧縮歪み (%)</td> <td>20&gt;</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		新原料使用フォーム (BAYFLEX® 30)	射出成形回収品		A	B	回収Bayflex 30フォーム (%)		100	90	熱可塑性ポリウレタン (TPU)		0	10	材料温度 (°C)		180	180	型温 (°C)		25	25	サイクル時間 (秒)		44	44	射出速度 (mm/秒)		100	100	予備乾燥 (°C/時間)		80/1	80/1	密度 (g/cm³)	0.4	1	1	硬度 (ショアA)	60	60	60	伸び (%)	120	300	280	引張強さ (MPa)	コア 0.4 皮付 5	6	9	引裂強さ (kN/m)	5	5	12	圧縮歪み (%)	20>	-	-
	新原料使用フォーム (BAYFLEX® 30)			射出成形回収品																																																							
		A	B																																																								
回収Bayflex 30フォーム (%)		100	90																																																								
熱可塑性ポリウレタン (TPU)		0	10																																																								
材料温度 (°C)		180	180																																																								
型温 (°C)		25	25																																																								
サイクル時間 (秒)		44	44																																																								
射出速度 (mm/秒)		100	100																																																								
予備乾燥 (°C/時間)		80/1	80/1																																																								
密度 (g/cm³)	0.4	1	1																																																								
硬度 (ショアA)	60	60	60																																																								
伸び (%)	120	300	280																																																								
引張強さ (MPa)	コア 0.4 皮付 5	6	9																																																								
引裂強さ (kN/m)	5	5	12																																																								
圧縮歪み (%)	20>	-	-																																																								
リサイクル品の応用例	自動車カーペットアンダーレイ																																																										

出典/住友バイエルウレタン (株) 技術資料 (1993)



# POLYURETHANES MATERIAL RECYCLE

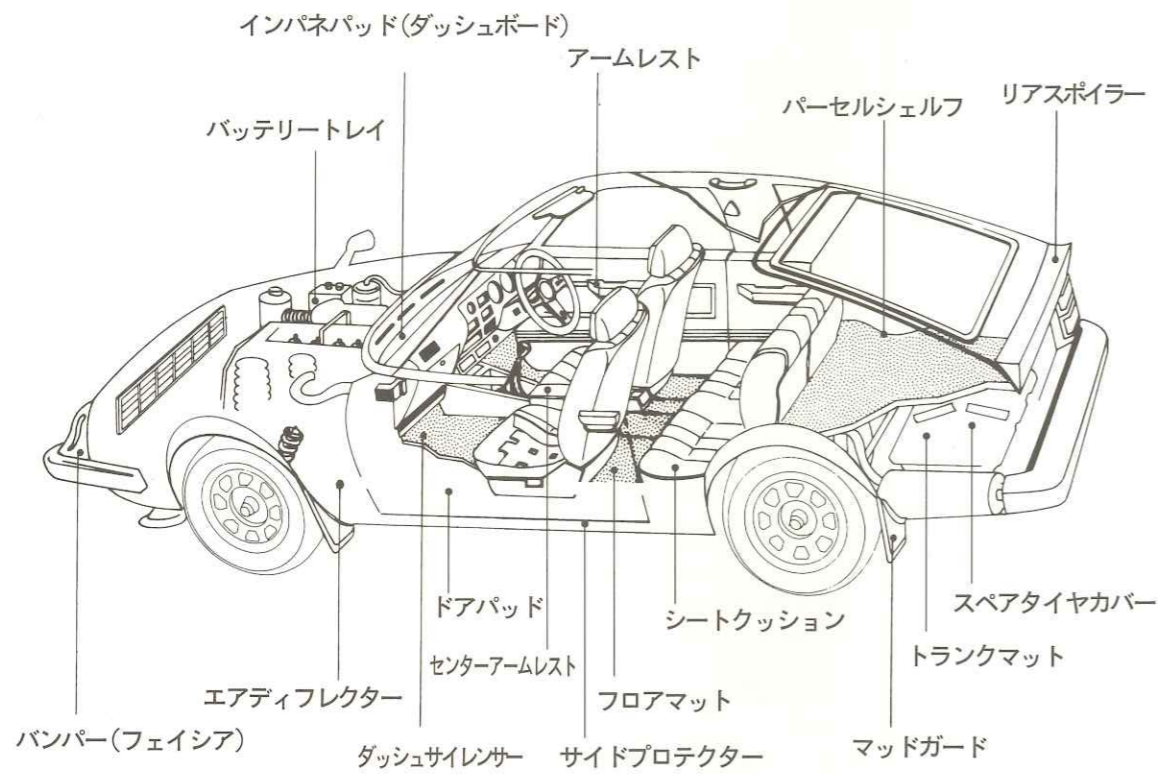


図6 リサイクル品の自動車への応用