

産業用廃プラスチックの再利用技術

金丸 勝彦・上條 幹人・高橋 昭充*

Recycling Technology of Industrial Waste-plastic

Katsuhiko KANEMARU, Mikito KAMIJO and Akimitsu TAKAHASI

要 約

農業用の廃プラスチックシート（ポリエチレン及び酢酸ビニルとポリエチレンの共重合体製）を回収して再生したフレック状ペレットを用いて、歩道用のインターロッキングブロックを製作した。その結果、成形したブロックに河砂を10～15wt%混入することにより歩道資材としての性能に必要な強度が得られた。

1. 緒 言

県内の農業用廃プラスチックシート（ポリエチレン及び酢酸ビニルとポリエチレンの共重合体製）は、(社)山梨県農業用廃プラスチック処理センターによって、年間700～750トンが回収され、そのうちの550～600トンが収率60%の割合でフレック状ペレットに再生されている。したがって、年間約150トンのペースでポリエチレンと酢酸ビニルの廃シートが山積みされ、すでにそれらは1700トンに達している。そこで、本研究では、この山積みされている廃シートをより効果的に減少させるための再利用法を開発する目的で、再生フレック状ペレットを利用したインターロッキングブロックを作製することにした。また作製したブロックを歩道などに使用した場合の弾力性・歩き具合の良否について評価を行った。

2. 実験方法

2-1 インターロッキングブロックの製作

ポリエチレンと酢酸ビニル樹脂（混合比 1:2）が混在している再生フレック状ペレットに河砂（ ϕ :0.8mm以下）を種々の割合（含有量 0, 10, 15, 20, 30wt%）で混合し、ガスコンロで加熱した鉄板上に移して、140～150℃で軟化した。

次に、この軟化した樹脂（重量1.0～1.5kg）をプレス用金型に移し、プレス機（大阪小木曾工業(株)製 油圧ハンマー）を用いて、9.8kgf/cm²の荷重を加え、200×100×60～80mm（厚さ）のインターロッキングブロックを圧縮成形した。

2-2 製作インターロッキングブロックの評価

2-2-1 密度測定

インターロッキングブロックの密度は、縦型フライス盤で直方体に加工し、体積と重量を求めて算出した。なお、使用した砂の密度は、重量200gの砂を、水（600ml）を入れたメスシリンダー（容量1リットル）に沈め、体積を明らかにし算出した結果、2.62g/cm³であった。

2-2-2 曲げ試験

縦型フライス盤で長さ180×幅40×厚さ20mmに切削加工した試験片を、万能引張り圧縮試験機（振興通信工業(株)製 TOM/5000D）を使用し、下記試験条件によって、最大曲げ幅と曲げ弾性率（Ef）、最大曲げ応力（Qf）を測定した¹⁾。

試験条件

使用ロードセル	1 t
支点間距離	100 mm
クロスヘッドスピード	5 mm/min

2-2-3 圧縮試験

製作したインターロッキングブロックから図1に示すような60×60×50mmの試験片をフライス盤で削り出し、A方向とB方向について引張り圧縮試験機（(株)東京衡機製作所製 30tタイプ）を使用し、圧縮弾性率（Ec）を測定した¹⁾。なお、測定は、圧縮量に対する荷重として、1mm間隔で圧縮量10mmまで行った。

また、10mm圧縮変形した試験片を室温で開放状態のまま2時間放置し、圧縮変形率を測定した。

* (社)山梨県農業用廃プラスチック処理センター

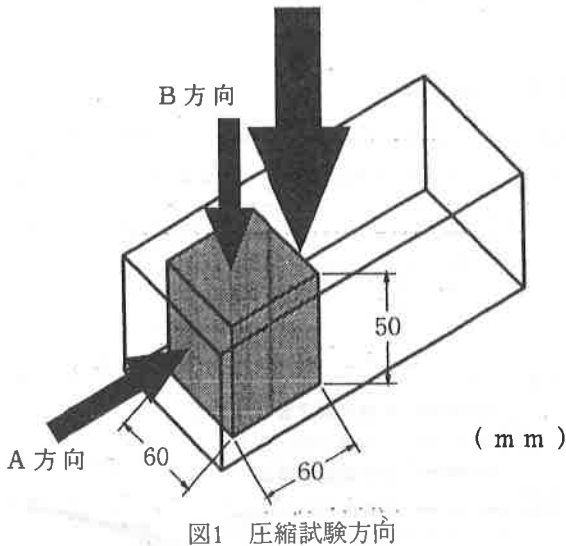


図1 圧縮試験方向

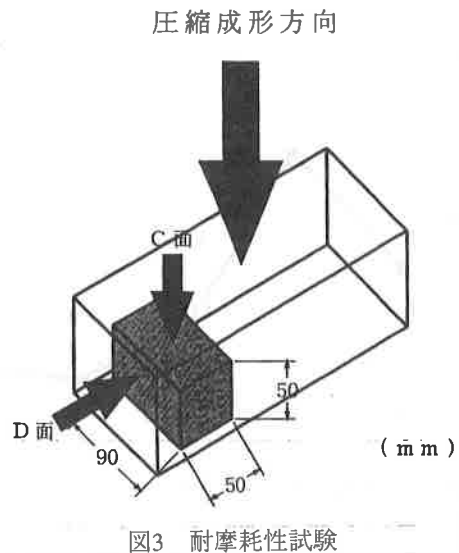


図3 耐摩耗性試験

2-2-4 残留へこみ試験

曲げ試験と同じ試験機を用いて、図1における圧縮成型方向に対する面を試験面として、直径17mmのベアリング球（高炭素クロム鋼）を、速度5mm/minで、深さ2.5, 5.0, 7.5, 10.0mm押し込み、そのまま60秒間保持した。

その時に要した荷重（へこませ力）と1時間後の残留へこみ率を測定した²⁾。

2-2-5 高温伸縮性試験

インターロッキングブロックから、図2に示すようにフライス盤によって削り出した試験片に、長さ100mmの印を付けた。それを乾燥器中で80℃、48時間保持した時と室温で1昼夜放置後の長さの変化率について評価した。

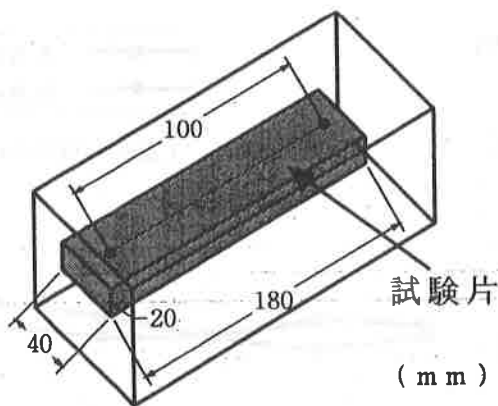


図2 高温伸縮性試験

2-2-6 耐摩耗性試験

図3に示すようにインターロッキングブロックから試験片をフライス盤で削り出し、荷重6.7gf/cm²を試験面CとDに加えながら#80の紙やすりを取り付けた研磨機（ホリヤマ製作所製 石取り研磨機）を用い、1及び2時間摩耗させたときの重量減少率を求め耐摩耗性を評価した。

3. 実験結果および考察

3-1 密度

表1に製作した種々のインターロッキングブロックの密度と砂の体積占有率を示した。

表1から砂を含有した場合は、JIS¹⁾の2種に相当することが分かった。

表1 製作インターロッキングブロックの密度・体積占有率及び種類

含有率 (wt%)	密度 (g/cm ³)	体積占有率 (vol%)	種類
0.0 (樹脂のみ)	0.85	0.0	1種
10.0	1.00	3.5	2種
15.0	1.05	5.4	
20.0	1.09	7.5	
30.0	1.15	12.2	

3-2 曲げ試験

各試験片の最大曲げ応力時の曲げ幅を、図4に示した。

図4から明らかのように、河砂10wt%を混入したとき最大曲げ応力時の曲げ幅は最大となるが、砂の混入率を20, 30wt%と増加させると、逆に樹脂のみの場合より曲げ幅は小さくなった。これは、10wt%程の砂の添加は曲げに対して補強材として働くが、それ以上砂の添加量が増えた場合、逆に、砂によって樹脂と樹脂との接触面積が減少するため樹脂の特性である柔軟性を失い、破断し易くなるのではないかと考えられる。

また、ブロック中の砂含有率と曲げ弾性率 (Ef) および最大曲げ応力 (Qf) の関係をを図5に示した。

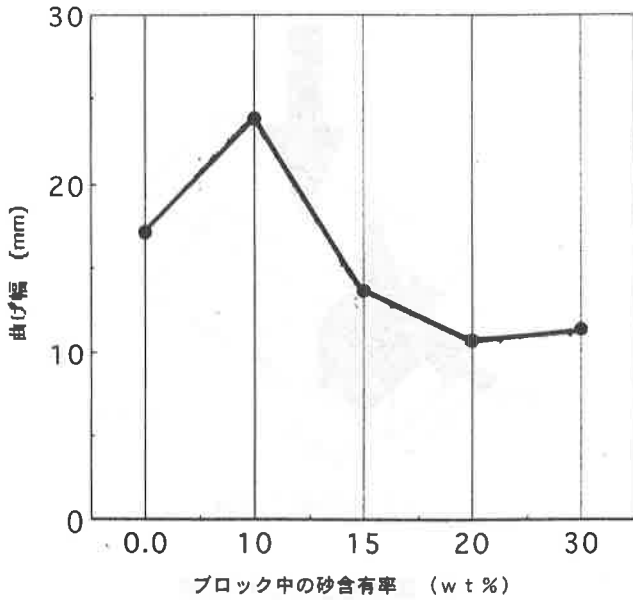


図4 最大曲げ幅

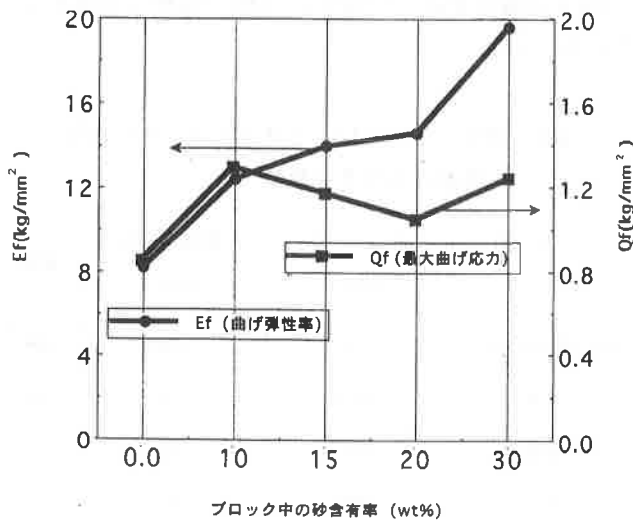


図5 曲げ試験結果

Ef値は、砂の添加率の増加にともなって、増加している。これは、ブロックが硬くなり、曲がり難くなっている事を示している。また、この値は再生プラスチックを使用した製品の規定に関するJIS^①と比較してみると、1種と同程度であった。

Qf値は、砂の添加率が、10wt%のとき最大値1.3kgf/mm²となり、その後、20wt%まで減少傾向を示している。この変化は、図4の最大曲げ応力時の曲げ幅と類似した傾向を示した。また、この値は再生プラスチックを使用した製品の規定に関するJIS^①と比較してみると、2種と同程度であった。

これらの結果からも砂を10wt%添加すると、曲げに対し

て補強材として働くが、それ以上になった場合、逆に脆くなる事が分かる。

3-3 圧縮試験

試験片ブロックのA方向およびB方向の規定歪み（歪み率：0.1）における圧縮弾性率、および10mmまで歪ませた圧縮弾性率を図6に示した。また、10mm歪ませた試験片を開放し、2時間放置した後の圧縮変形率を図7に示した。

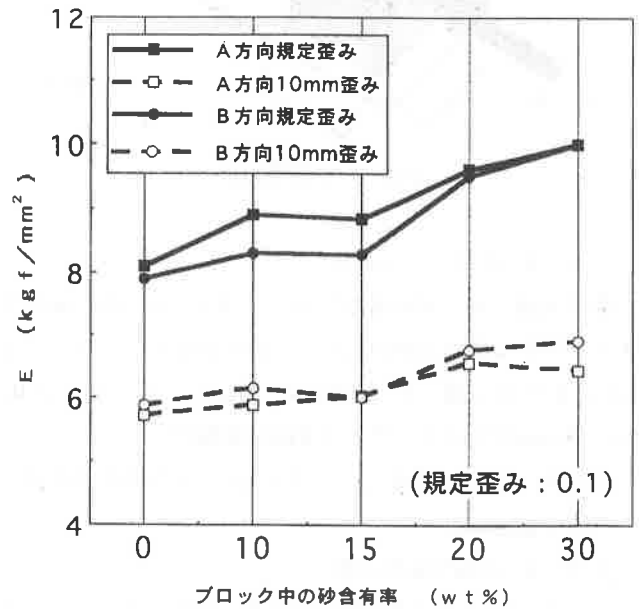


図6 圧縮弾性率

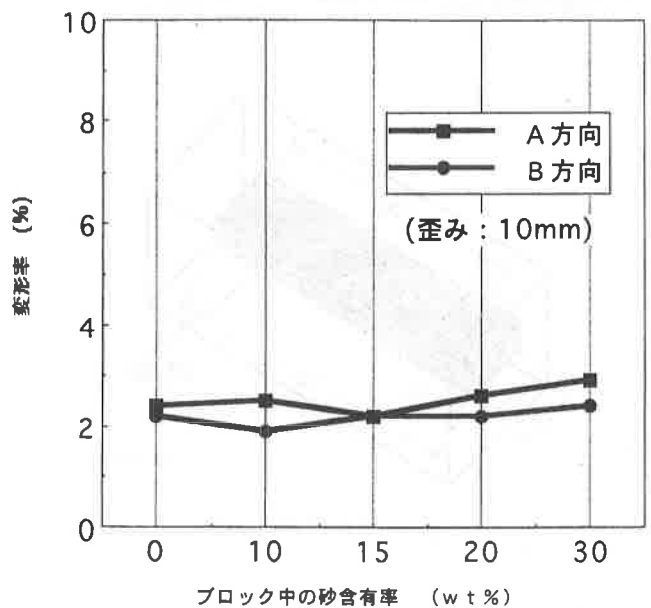


図7 圧縮変形率 (2Hr経過後)

図6の規定歪みにおける圧縮弾性率が示すように、砂の添加により、A方向、B方向の弾性率は1~2kgf/mm²大きくなる。これもまた曲げ試験の結果と同様に、砂が補強材と

して働いているものと考えられる。しかし、図7の圧縮変形率の挙動からは、砂の添加量の増加に対する変形率に変化はなく、圧縮変形に対する復元性能にはあまり変化がないことが分かった。また、図6と図7の結果は、A、B両方向の差が小さいことを示しており、歩道用ブロックとして砂を添加して作製したブロックを評価した場合、圧縮成形方向は問題にならないと考えられる。

3-4 残留へこみ試験

種々のブロックにベアリング球を深さ2.5, 5.0, 7.5, 10.0mm押し込むのに必要な荷重は、図8のとおりである。

図8から分かるように、押し込み深さにかかわらず、へ

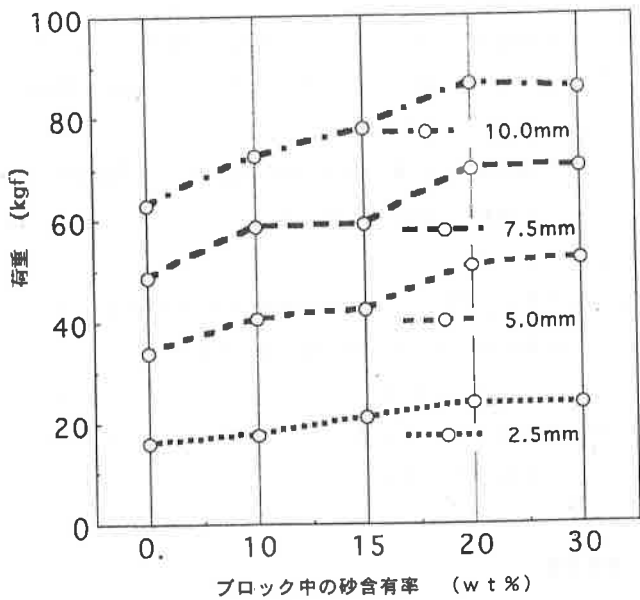


図8 へこませ荷重

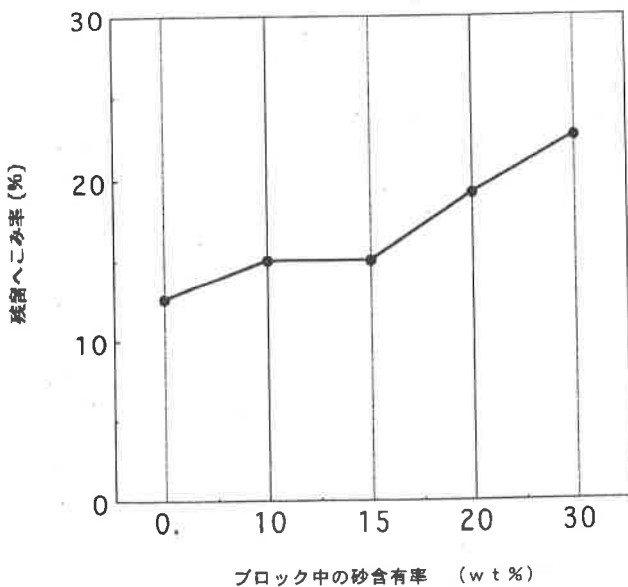


図9 5mm残留へこみ率

こませ荷重は砂の添加量の増加に伴って大きくなっている。

またJIS²⁾の残留へこみ率試験では、直径4.5mmの円柱の鋼棒で10分間36.3kgfの荷重を加えて試験することとしている。しかし本研究では、17mmのベアリング球を用いての試験なので5mm押し込んだ場合の荷重について注目し、残留へこみ率を求めた。その結果を図9に示した。

図9から、残留へこみ率も、砂の添加量の増加に伴って増加している。この値は、樹脂のみの場合でも12%に達し、この値はビニル床材を規定したJIS²⁾と比較してみると、規定されている値(8%)を越えている。したがって、歩道用ブロックに使用する場合、踏みつけた時のくぼみの跡が問題になると考えられる。

3-5 高温伸縮性試験

試験片を80℃、48時間保持した状態の伸縮率およびそれを放冷した後の伸縮率を図10に示した。

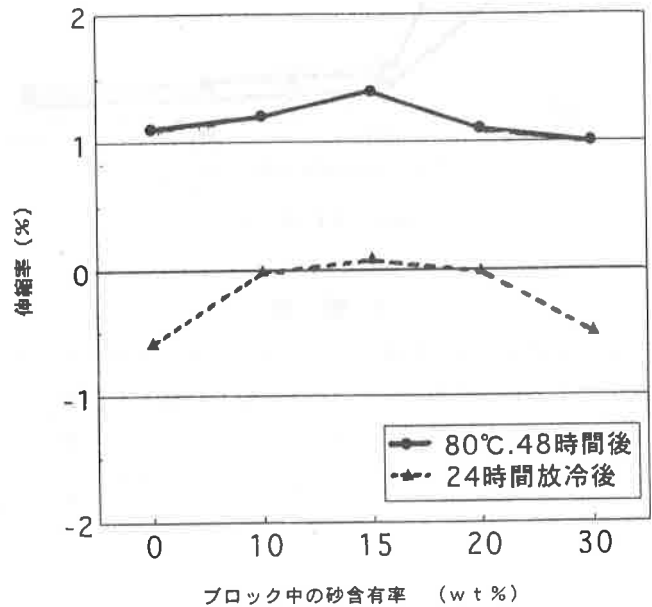


図10 高温伸縮率

高温時の膨張率は1~1.5%でJIS²⁾に規定されているDO(発砲層のある、織布、不織布以外の材料を積層したもの)に相当した。

放冷後の伸縮率の結果から、砂を10~20wt%添加した場合、放冷後はほぼ元のサイズに復元することが分かった。

3-6 耐摩耗性試験

各試験片のC面、D面についての摩耗減少率を図11に示した。

図11の摩耗減少率の結果から、1時間の摩擦試験で、砂を添加しない試験片では砂を添加したものに比べ、C面で5倍、D面では10倍摩耗することが分かった。これは、圧

縮成型による高分子の配向を考えた場合、逆の結果になるはずだが、この試験では、成型時の圧力が上面に強く働くことにより、圧縮成形面が密になりC面はD面より耐摩耗性がよくなったものと考えられる。また、砂を添加した試験片の場合、試験面の違いによる摩耗減少率の差はなく両面とも1.5wt%程であり、砂を添加することで耐摩耗性が向上することが分かった。

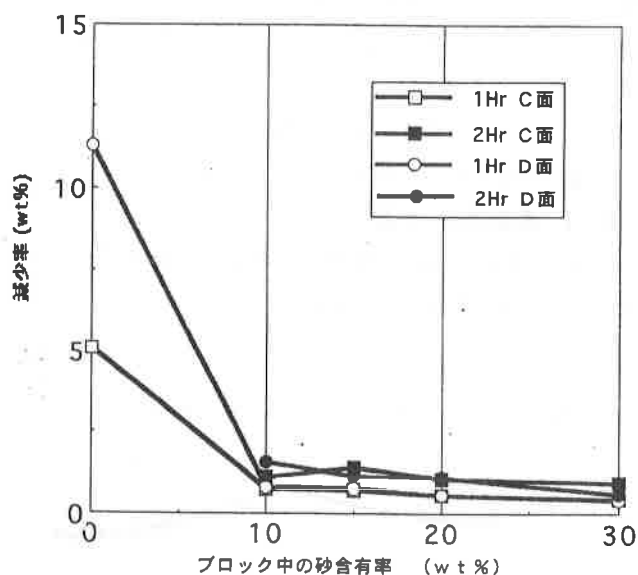


図11 摩耗減少率

4. 結 言

ポリエチレン及び酢酸ビニルとポリエチレンの共重合体製の再生フレーク状ペレットに、河砂を添加して作製したインターロッキングブロックは、プラスチックの特徴である柔軟性を保持するとともに、以下のような性能の向上が

確認された。

- 1) 曲げ弾性率は河砂添加量10wt%の時、12.5kgf/mm²となり、樹脂のみの場合より4.4kgf/mm²増加し、堅くなっていることが明らかになった。
- 2) 最大曲げ応力は河砂添加量10wt%の時、1.3kgf/mm²となり、樹脂のみの場合より0.5kgf/mm²増加し、柔軟性の向上が観察された。
- 3) 圧縮弾性率は河砂添加量10wt%の時、8.1~8.9kgf/mm²となり、樹脂のみの場合より0.2~1.0kgf/mm²増加し、堅くなっていることが分かった。
- 4) 5mm残留へこみ率は、砂の添加量の増加に伴って大きくなり河砂添加量10wt%の時、15%で、樹脂のみの場合より2.5%増加した。
- 5) 高温伸縮率についてみると、80℃、48時間保持したとき、伸び率は、樹脂のみの場合1.1%、河砂10~20wt%添加すると1.2~1.4であった。

また24時間放冷後の伸縮率は樹脂のみの時0.5%であるが、河砂10~20wt%添加すると、ほぼ元のサイズに復元した。

- 6) 耐摩耗性に関しては、河砂10wt%を添加することによって樹脂のみのものに比べ10倍近く向上した。

以上のことから、再生フレーク状ペレットは、10%程度の河砂で補強することにより、インターロッキングブロックとして使用可能と考える。

参考文献

- 1) JIS K6931; 再生プラスチック製棒、板及びくい
- 2) JIS A5705; ビニル系床材