竹粉プレス成形体の強度特性 Mechanical Properties of Press Molding Products using Bamboo Powder

正 越智真治 (宮城高専) ○ 千葉洸 (宮城高専)

Shinji OCHI, Miyagi National College of Technology,
48 Nodayama, Medeshima-Shiote, Natori-shi, Miyagi
HIROSHI CHIBA, Miyagi National College of Technology

Key words: bamboo powder, hot press, mechanical properties, natural fiber

1. 緒言

現在、私たちの生活を支えているのはプラスチックであると言っても過言ではないだろう。プラスチックは成形、加工が容易であるため、様々な用途で使用されている。しかしプラスチックは原油の埋蔵量減少に伴う枯渇によって、将来的に産業が成り立たなくなる恐れがある。また、原油価格の異常高騰により、生活に甚大な影響を及ぼした。さらには、地球温暖化を始めとする環境問題が叫ばれる今日、プラスチックの燃焼処分によって発生する二酸化炭素が温暖化の要因の一つであるとされている。これらの問題は早急に対策を講じる必要がある。よって原油を使用せず、なおかつ処分する際に二酸化炭素の排出量が少ない材料の開発が必要とされる。

本研究はプラスチックの代替材料として、竹が工業資源として有用かを調査することが目的である。竹は日本に群生している孟宗竹を使用し、粉末化した試料（以降、竹粉と呼ぶ）から試験片を加熱プレスによって作製した。粉末化は竹本来が持つ高強度の繊維構造は失われてしまうが、工業資源として、成形のしやすさは重要な因子となるため行うことにした。竹粉を使用した成形体の強度特性として、引張試験、曲げ試験を行い、プラスチックの代表的な材料である、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアセタールとの強度比較を行った。

2. 実験方法

2.1 供試材料

本研究では、孟宗竹の内皮を粉体にし、デジタル高制御圧シケーター（AS ONE, RCD-PC-P）を用いて 25℃、50% RH で保存した竹粉を使用した。Fig.1 に外観写真とマイクロスコープで撮影した写真を示す。竹稈は柔細胞（基本組織）と、柔細胞の中を縦に通る維管束鞘で構成されている。Fig.1 から粉砕された丸く細かい基本組織である柔細胞と、細長い維管束鞘を見ることができる。寸法は 100 μ m ~ 1mm である。

2.2 引張試験

試験片は JIS K 7139-1996 プラスチック多目的試験片の A

Fig.1 Photographs of bamboo powder

a) Over view b) Microscope

形を参考にて作製した。Fig.2 に作製した試験片の写真を示す。各部分の寸法は、全長が 152mm、平行部分の長さが 86mm、平行部分の幅が 10mm、厚さが 3mm である。成形温度は 150℃、180℃、200℃、240℃、設定圧力 72MPa である。

作製した試験片を JIS K 7162-1994 プラスチック-引張特性の試験方法を参考に試験を行った。個数は、各設定温度に対し 5 個である。試験片は荷重測定機(AIKOH ENGINEERING, MODEL-1301D)に取り付け、5mm/min の試験速度で行い、各々の引張強さと 95%の信頼区間を求めた。

2.3 曲げ試験

試験片は、引張試験で使用する試験片と同じ物から機械加工によって作製した。Fig.2 に作製した平板状の試験片写真を示す。各部分の寸法は、長さが 80mm、幅が 10mm、厚さが 3mm である。

作製した試験片を JIS K 7171 プラスチック-曲げ特性の試験方法を参考に試験を行った。個数は、各設定温度に対し 5 個である。引張試験同様、荷重測定機(AIKOH ENGINEERING, MODEL-1301D)に取り付け、曲げ試験用の治具を用いて行った。試験速度は 5mm/min、支点間距離 48mm である。各々の曲げ強さと 95%の信頼区間を求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 試験片外観

成形した試験片は 150℃で竹粉本来の淡黄色をしているが、成形温度が高くなるにつれ褐色が強くなり、240℃が特に褐色が強くなった。このことから 180℃と 240℃の間で熱分解が進み、炭化によって褐色になったと思われる。また、維管束鞘と柔細胞が分かれていることが観察できる。成形温度が高くなるにつれ、維管束鞘は小さくなり、柔細胞との境が明確ではなくなっている。240℃になると全面がほぼ黒色の褐色と

Fig.2 Photographs of specimen

a) tension specimen b) flexural specimen

なり、維管束鞘と柔細胞の境はまったく見る事ができない。

3.2 引張強度特性

Fig.3 にマイクロSCOPEで撮影した試験後の破面写真(150℃と 240℃)を示す。150℃では維管束鞘のブルアウトが顕著に現れていることがわかる。成形温度が高くなるとブルアウトが減っており、240℃では見られなくなっている。以上のことから、低温の成形温度では熱分解が活発に行われておらず、維管束鞘および柔細胞の結合も不完全であると考えられる。

Fig.4 に引張強さおよびヤング率と成形温度との関係を示す。どちらも成形温度が高くなるほど、大きくなっている。最も大きい値は、引張強さが 17.94MPa、ヤング率が 57.60MPa である。竹の細胞壁の主な構成成分は、セルロース、ヘミセルロース、リグニンである。熱分解はそれぞれ 240℃, 180℃, 260℃程度から盛んに行われると言われている。このため、成形温度 180℃付近からヘミセルロースの熱分解が盛んに行われた。これにより、接着剤を添加せずに自己接着性による接着、バインダレス接着を起こしたため、熱分解がより進んだ高温の成形温度の方が、引張強さ、およびヤング率が共に高くなったと考えられる。

3.3 曲げ強度特性

Fig.5 に曲げ強さおよび曲げ弾性率と成形温度との関係を示す。曲げ試験でも成形温度が高くなると、曲げ強さ、曲げ弾性率、どちらも値が大きくなった。最も大きい値は、曲げ強さが 29.27MPa、曲げ弾性率が 110.40MPa である。

3.4 プラスチックとの比較

今回作製した竹粉成形体において、最大の引張強さは 17.94MPa であった。これに対してポリエチレン PE は 11.77~37.27MPa、ポリプロピレン PP は 29.42~39.23MPa、ポリアセタール POM は 68.65MPa である¹⁾。竹粉を用いた成形体は、

Fig.3 Photographs of fracture behavior

a) 150℃

b) 240℃

Fig.4 Relationship between tensile properties and molding temperature

Fig.5 Relationship between flexural properties and molding temperature

工業方面で使われるポリアセタールと比較すると見劣りする。しかし、日常で触れる頻度の高いポリエチレンとは値が拮抗している。このことから、今後の発展によっては竹粉プレス成形体が日用雑貨の材料として、活用の可能性があると考えられる。

4. 結言

本研究では、プラスチックの代替材料として、竹が工業資源として有用かを調査することが目的である。引張強度特性、曲げ強度特性の調査および、プラスチックの強度特性とも比較を行った。また、竹粉の成形は本研究のどの温度でも作製ができた。以下に調査結果を示す。

- 1) 引張強さ、ヤング率、曲げ強さ、曲げ弾性率は全て、成形温度が高くなるほど大きくなることがわかった。
- 2) 本研究の成形条件では、ヘミセルロースの熱分解が試験片作成に大きく関わってくることがわかった。また、試験片の密度は、成形温度が高くなるほどに大きくなった。ヘミセルロースの熱分解が盛んに行われるほど、竹粉の流動性の向上により高くなることもわかった。
- 3) 今すぐにプラスチックにとって代わることはできないが、竹はその可能性を有することがわかった。

参考文献

- 1) 松崎啓, 佐倉武久, 山田準吉: 日本科学会編産業科学シリーズ・プラスチック, (1974), 巻末付表, 大日本図書株式会社