

植物系バイオマスの熱圧縮成形による新素材開発

パシフィックコンサルタンツ株式会社 つくば技術研究センター 正会員 ○利田 賢次
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 つくば技術研究センター 正会員 市山 誠
 パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 斉藤 泰久

1. はじめに

カーボンニュートラル実現に向け現在、主として焼却処分されている刈草等の植物系バイオマスを材料として熱圧縮成形し、土木・建築・造園資材や業務用品・民生品などの付加価値商品となり得る新素材を開発している。本研究では、作製した成形体の用途を考える指標として、作製条件と各種物性の関係を検討した。また、元素分析により植物系バイオマスに固定された CO_2 量を求め、作製時の消費電力量から算出される CO_2 排出量との比較を行った。本研究の成果は、植物系バイオマスを利用して CO_2 排出量を削減するための基礎となるものである。

2. 実験の概要

(1). 材料、装置、条件

- ①. イタドリ(葉)またはイネ科の雑草(全草)を刈り取り、室内で乾燥したのち、家庭用ミキサーで粉碎した。
- ②. さらに 105°C の乾燥機で2時間乾燥させたのち、石灰乾燥剤とともに密封容器に保存した。
- ③. ②の材料を 10 g 量りとり、図-1 に示す装置を用いて、温度(40°C 、 60°C 、 80°C 、 100°C)、圧力(5 ton、10 ton、15 ton)、加熱時間(5 分、10 分、15 分)を変えて成形体を作製した($n=2$)。

* 金型寸法(雄型断面: $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ 四隅 $R=5\text{ mm}$ 、雌型穴面: $51\text{ mm} \times 51\text{ mm}$ 四隅 $R=5\text{ mm}$)

(2). 物性・組成分析

体積: ノギス法で小数点2桁まで計測した。

重量: 成形後の重量を小数点2桁まで測定した。

硬度: リーブ式硬度計を用いて5カ所の測定値を平均した。

吸水率: 秤量皿中で成形体に蒸留水 30 mL を添加し、室温(21°C)で1時間静置したのち、容器を傾けて(あるいはピペティングで)水を除去し吸水量を測定した。吸水量を成形体重量で除したものを吸水率とした。

* 密度が1未満の成形体はステンレス製ナットを重りとして完全に灌水させた状態で吸水させた。

ラバーヒーター
390W
金型
カートリッジ
ヒーター
250W×2



図-1. 成形体作製装置

測定した物性値を目的変数、作製条件を説明変数として重回帰分析を行い、 t 値から影響の有無を評価した。

元素分析: 各材料および 100°C 、15 ton、15 分の条件で作製した成形体を CHN コーダーで分析した。

消費電力: 成形体作製中の消費電力量について、室温(21°C)から各温度までの昇温中および設定温度到達後でそれぞれ測定した。 CO_2 排出量への換算は、連続して100個作製した場合の1個あたりの消費電力量に2021年の東京電力の CO_2 排出係数 $0.452\text{ kg- CO}_2/\text{kWh}$ を乗した。

キーワード 熱圧縮成形、未利用資源、カーボンニュートラル

連絡先 〒300-4204 茨城県つくば市作谷 642-1 TEL 029-869-1041 FAX 029-869-0269

3. 実験結果

(1). 密度・硬度・吸水率

成形体の各種作製条件における密度、硬度、吸水率を図-2 に示す。

密度は、いずれの材料でも作製時の温度、圧力、加熱時間の全てとの間で $t > 2$ となり、増加する傾向が見られた。一方でイネ科雑草の 100℃ においては、高温で流動性が増し、雌型を押し上げたため 80℃ より密度が低下している。

硬度は、いずれの材料でも温度と圧力との間でのみ $t > 2$ となり増加したが、加熱時間との間では $|t| < 2$ となり変化がなかった。コンクリートでは、硬度は表面の緻密さの影響を受ける。同様に考えると成形体の表面の緻密さは作製開始から 5 分以内で上限に達したと推察される。

吸水率は、いずれの材料でも温度との間で $t < -2$ となり低下したが、他

の条件ではいずれも $|t| < 2$ となり変化が見られなかった。コンクリートでは密度が大きいほど、内部空隙率が低下するので吸水率は低下する傾向がある。一方で、植物系バイオマスは吸水により膨潤する。また、表面にある疎水性のクチクラ層により、表面が粗いほど撥水性が増す可能性がある。他にも作製条件によっては、減圧時に膨張して側面にクラックが見られた。このような成形体の膨潤、撥水やクラックによる表面積の増加に加えて試料の不均一性などが影響し、成形体の吸水率は密度と異なる挙動を示したと推察される。イネ科雑草については、イタドリより吸水速度が速く同条件で試験すると 80℃ 以下で作製した成形体は、ほぼ全てが吸水量の上限に達した。

(2). 元素分析、作製時の消費電力

元素分析の結果から、成形体材料 10 g 中に固定されている CO₂ は、イタドリ(葉) 17.43 g、イネ科雑草(全草) 15.65 g であった。これらの値と成型体作製時の消費電力量から換算した CO₂ 排出量を比較したグラフを図-3 に示す。作製時の CO₂ 排出量は、80℃ で 13.7 分以上、100℃ で 6.6 分以上加熱した場合に、イネ科雑草に固定されている CO₂ 量を上回った。

4. まとめ

植物系バイオマスから作製した成形体は、作製時の温度、圧力、加熱時間の全てが密度に関係した。硬度は温度と圧力のみ、吸水率は温度のみが関係した。また、80℃ で 13.7 分以上、100℃ で 6.6 分以上の条件で

は、作製時の CO₂ 排出量がイネ科雑草の固定する CO₂ 量を上回った。今後は、成形体の耐水性などの評価項目を追加し、材料の組成、含水比、粒度など変えてデータの蓄積を図っていく予定である。最後に、熱圧縮整形について指導いただいた東京大学生産技術研究所酒井雄也准教授、fabula 株式会社町田紘太氏に感謝します。

5. 参考文献

町田紘太 酒井雄也 (2020): 可食性の材料を用いた新建設材料の開発, 日本材料学会第 9 期学術講演会, 2020.5

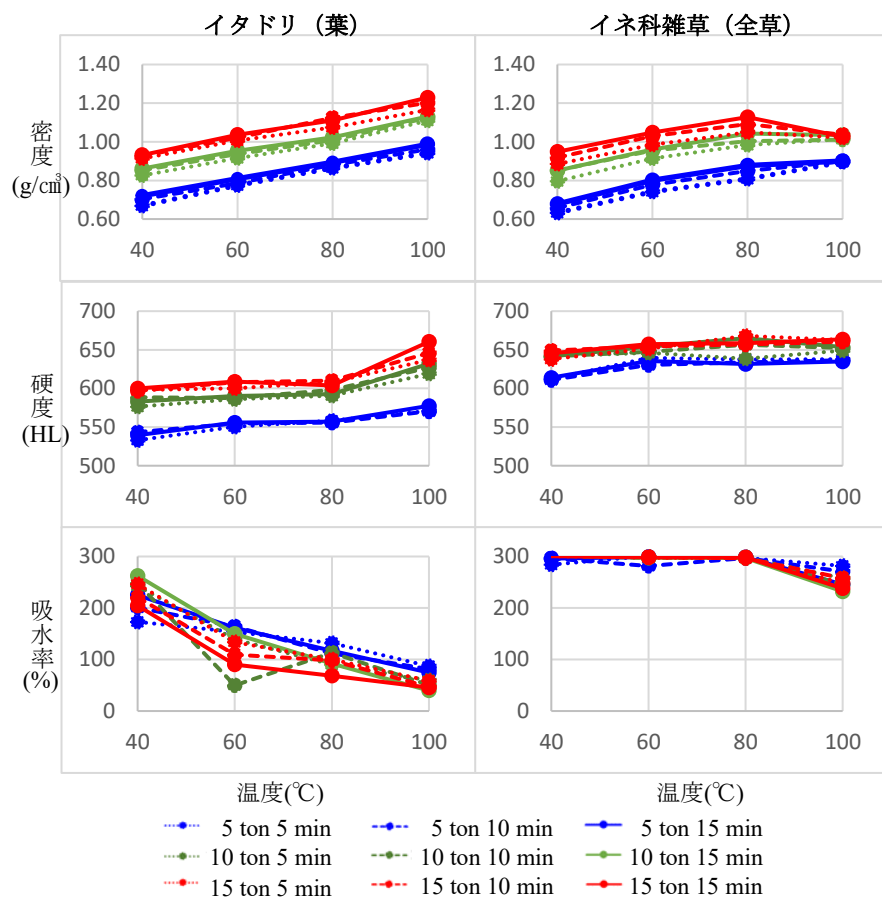


図-2. 成形体の各種作製条件 (温度、圧力、加熱時間) における密度、硬度、吸水率

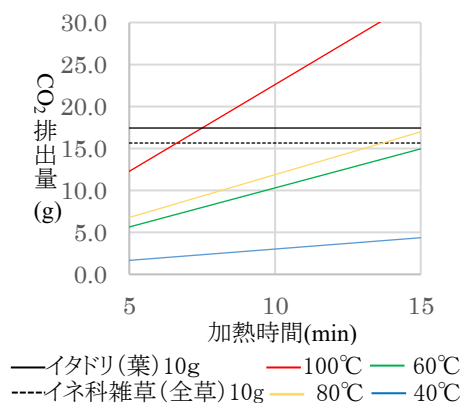


図-3. 成形体作製時の CO₂ 排出量