

# 二酸化炭素を用いたPS発泡成形において超音波照射が気泡数密度に及ぼす影響

## Effect of ultrasonic irradiation on cell number density in PS foaming by supercritical CO<sub>2</sub>

(山形大院) ○浅川智洋、(正) 杉本昌隆、(正) 小山清人

In this research, ultrasonic irradiation was used for the polystyrene foaming with supercritical CO<sub>2</sub>. We investigated the effect of frequency on cell structure. We found that increasing frequency from 300KHz to 1MHz, improved cell number density.

key words : supercritical CO<sub>2</sub>; ultrasonic; foaming

### 1. 緒言

近年、プラスチックの発泡成形において、超臨界流体を用いて微細な発泡構造を付与させる成形法が注目されている。従来は、ブタンやフロンといった可燃性や環境負荷が大きい発泡剤を用いていたが、超臨界二酸化炭素（以下、SC-CO<sub>2</sub>）は不燃でクリーンであり環境に優しい。しかし、SC-CO<sub>2</sub>を用いた場合、従来の発泡剤に比べ発泡倍率等を向上させる事は難しい。過去の知見 [1] より、超音波が発泡倍率や気泡数密度に影響を及ぼす事が報告されている。しかし、超音波の周波数や振幅が発泡成形性に及ぼす影響は明らかにされていない。

本研究では、超音波照射型発泡装置を作製し、SC-CO<sub>2</sub>を用いた発泡成形に超音波照射が及ぼす影響を検討した。

### 2. 実験

#### 2.1 サンプル

サンプルは、Mw=270,000 g/molのポリスチレン(PS685, PSジャパン製)を用い、直径20 mm、厚さ0.5mmの円板状に190℃でプレス成形した。

#### 2.2 実験方法

図1に実験方法の概略図を示す。バッチ発泡装置にサンプルをセットし、温度40℃、圧力15MPaで2時間、CO<sub>2</sub>を含浸させる。含浸後、減圧し装置から取出したサンプルを超音波照射型発泡装置に固定して、温度80℃の湯につけた直後超音波を照射し、発泡成形性を検討した。

減圧から発泡開始までは、サンプル中のCO<sub>2</sub>溶解量に変化しない時間（3分以内）で実験を行った。超音波の照射条件を周波数28, 300, 500, 1000KHz、印可電圧20, 40Vの一定条件で行った。発泡したサンプルを凍結破断し、断面を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察した。

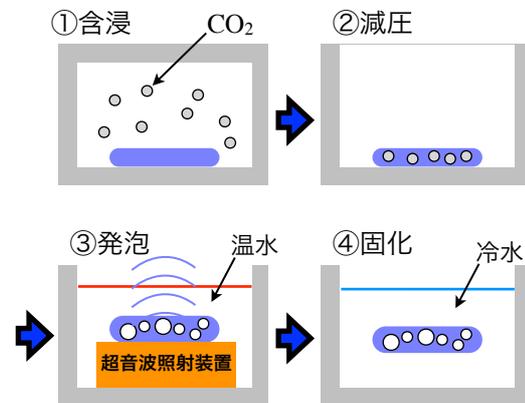


図1 実験方法の概略図

### 3. 結果・考察

図2に印可電圧20Vの時のSEM画像を示す。また、図3に周波数と気泡数密度の関係を示す。周波数の増加に伴って気泡数密度が増加している事がわかる。一般的に気泡核が増加すると、気泡数密度が増加すると考えられている。均一核生成において気泡核の生成は密度の揺らぎに起因していると考えられているため、超音波による疎密波が含浸したCO<sub>2</sub>を高密度な状態にして気泡核を形成しやすくさせ、気泡数密度が上昇したと考えられる。

図4に周波数と気泡径の関係を示す。一般的に気泡数密度が増加すると、気泡径は減少する。しかし、本実験では、気泡数密度が増加しているにもかかわらず、気泡径は未照射とほぼ同じ結果になった。

Tomohiro ASAKAWA\*, Masataka SUGIMOTO, and Kiyohito KOYAMA  
Graduate School of Science and Engineering,  
Yamagata University,  
Yonezawa, Yamagata, 992-8510, Japan  
TEL: 0238-26-3058, FAX: 0238-26-3411  
E-mail: asakawa@ckpss.yz.yamagata-u.ac.jp

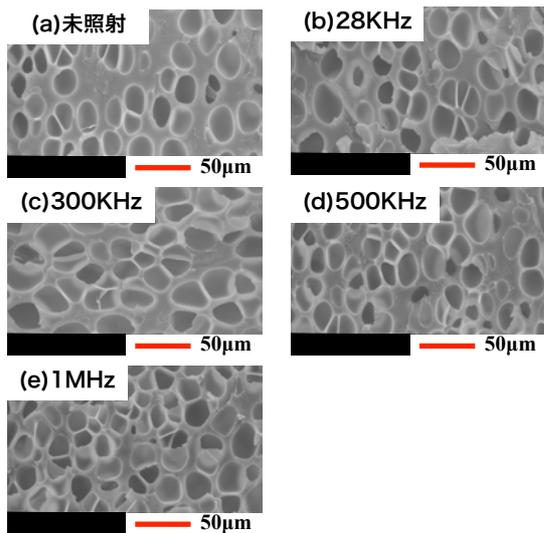


図2 各周波数のSEM画像

サンプル:PS 含浸圧力:15MPa 含浸温度:40°C  
発泡温度:80°C 発泡時間:30s 印可電圧:20V

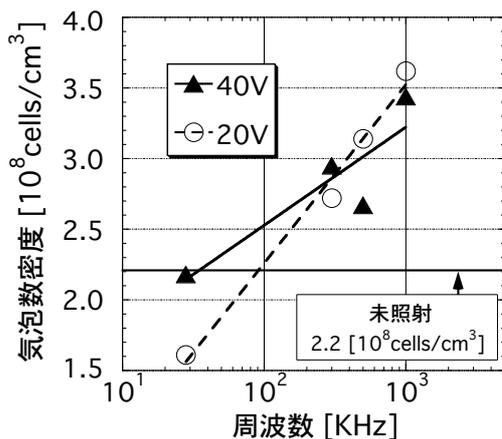


図3 各周波数に対する気泡数密度

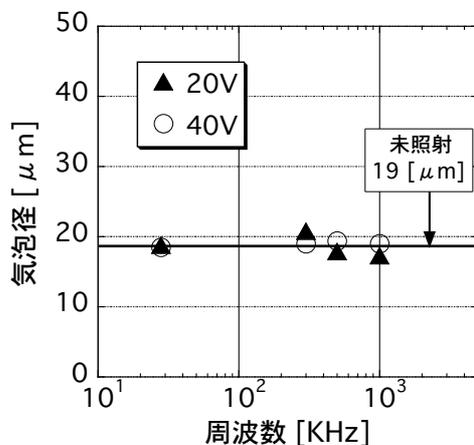


図4 各周波数に対する気泡径

また、特に顕著な効果が発現した1MHzについての発泡温度依存性に関して図5にSEM画像、図6に各発泡温度における気泡数密度の関係を示す。各温度において超音波を照射した場合、気泡数密度の一定上昇が見られた。

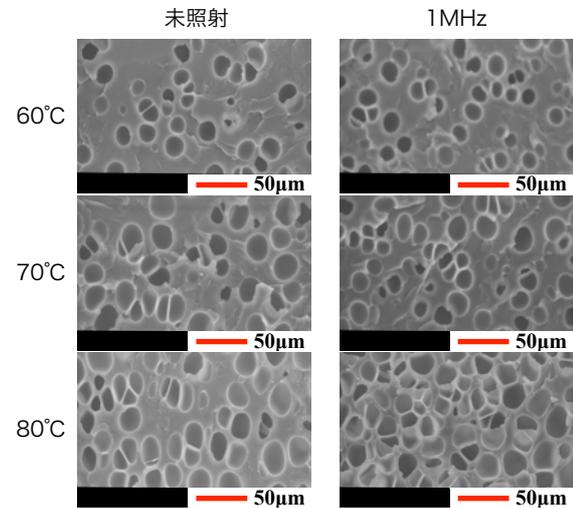


図5 各発泡温度のSEM画像

サンプル:PS 含浸圧力:15MPa 含浸温度:40°C  
発泡時間:30s 周波数:1MHz 印可電圧:20V

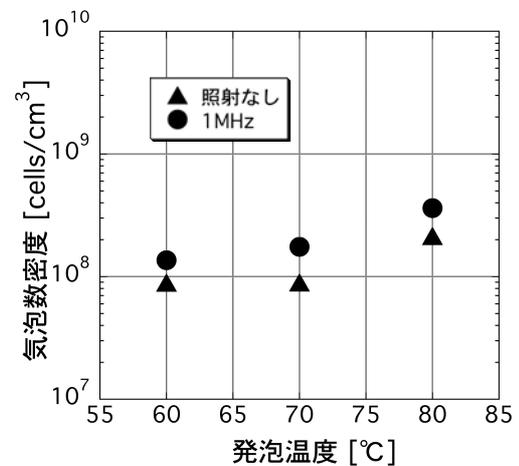


図6 各発泡温度に対する気泡数密度

#### 4. まとめ

超音波の周波数を変化させることにより気泡数密度を増加させることが明らかになった。また、増加量は発泡温度によらずほぼ一定であった。

#### 5.参考文献

【1】 W. Zhai, J. Yu, J. He, Polymer, **49**, 2430-2434, (2008)