

298K におけるナノポーラスカーボンのヘリウム吸着等温線の測定

Measurement Helium Adsorption Isotherm of Nanoporous Carbon at 298K

長岡技科大(院)¹、ヒューズ・テクノネット²

○工藤 悠人¹、小松 啓志¹、津田 欣範^{1,2}、齋藤 秀俊¹

Nagaoka Univ. Tech.¹, Fuse Technonet.²

○Yuto Kudo¹, Keiji Komatsu¹, Yoshinori Tsuda^{1,2}, Hidetoshi Saitoh¹

E-mail: hts@nagaokaut.ac.jp

【緒言】本研究室ではナノポーラスカーボン(NPC)のような極めて高いガス吸着性を有する多孔質材料の正確な真密度を測定する新しい方法として、改良型ヘリウム置換法を提案している。本法で種々の NPC の真密度を測定した結果、Fig.1 のようなグラフが得られた。Figure 1 からわかるように、近似直線の傾きは試料により異なる。我々はこの差がヘリウムガスの吸着性の違いに関連すると考えた。一般的にガス吸着特性を評価する場合は 77K での窒素吸着等温線を利用する。本法による真密度測定では 298 K でヘリウムガスを使用するので、室温でのヘリウム吸着等温線を測定し、吸着挙動を調査した。

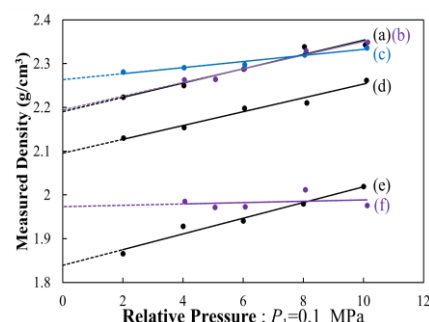


Fig.1 Density values at each relative pressure, (a)MAXSORB, (b)RHA3, (c)graphite, (d)RHA4, (e)RHA5 and (f)CRH.

【実験方法】Figure 2 に示す装置を用いて、以下の手順により本研究室で作製した NPC(以下、RHA5)のヘリウム吸着等温線を測定した。試料管に RHA5 を充填し真空加熱(<100Pa、150℃)して 6 時間脱ガスを行った。298 K に設定した恒温水槽に測定装置を入れ温度を一定にした後、脱ガス後の圧力(P_2)を測定した。接続弁を閉じてから、導入管にヘリウムガスを導入し圧力(P_1)を測定した。続いて、接続弁を開放し、試料管と導入管の圧力が一定になったときの圧力(平衡圧; P_e)を測定した。 P_e を次ステップの P_2 とし、 P_1 は 0.01 MPa から 0.1 MPa の間で段階的に変化させて測定を継続した。圧力は 0.5 秒間隔で 15 分間測定し、その平均値を代表値とした。測定した各圧力の代表値から各ステップにおけるヘリウム吸着量を算出した。

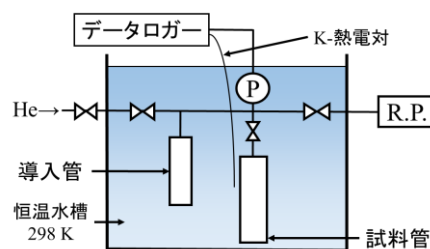


Fig.2 Schematic of the apparatus for measuring Helium adsorption isotherm.

【結果と考察】横軸に各ステップでの平衡圧、縦軸に吸着量をプロットしたグラフを作成した結果、Fig.3 に示すようなヘリウム吸着等温線が得られた。吸着等温線の概形は、IUPAC 分類の I 型に相当し、低圧での吸着量が急激に増加した。これは、ミクロ孔への吸着を示すものである。また、大気圧付近でみられた吸着量の微小増加は、粒子同士の隙間にヘリウムが吸着したことによると考えられる。この吸着等温線から、RHA5 の 298 K におけるヘリウム最大吸着量は $P_e=0.44$ MPa で $0.9378 \text{ cm}^3/\text{g}$ であり、ヘリウム原子の吸着断面積より算出した比表面積は $430 \text{ m}^2/\text{g}$ だった。

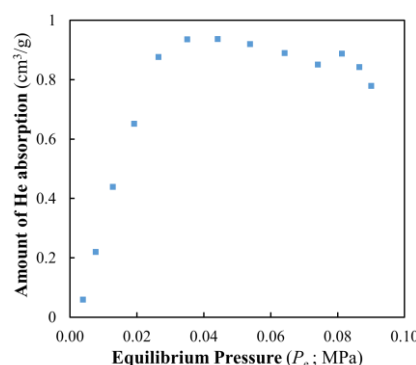


Fig.3 Helium adsorption isotherm of RHA5 measured at 298 K.

1) 工藤 悠人 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 15p-424-8(2017).