超高圧水素処理ナノポーラスカーボンの細孔構造と水素放出量

Pore Structure and Hydrogen Released Amounts on Nanoporous Carbon With Ultra-High Pressure Hydrogen Treatment

○前田 光[1]、李 恒[1]、津田 欣範[2]、小松 啓志[1]、齋藤 秀俊[1]

(1.長岡技科大, 2.ヒューズ・テクノネット)

°Hikari Maeda[1], Heng Li[1], Yoshinori Tsuda[2], Keiji Komatsu[1], Hidetoshi Saitoh[1]

(1. Nagaoka Univ. Tech. 2.Fuse Technonet.)

E-mail: hts@nagaokaut.ac.jp

【緒言】廃籾殻を原料とするナノポーラスカーボン(NPC:Nanoporous carbon)は、温度 77K 圧力 12 MPa の条件で 4.0-6.7 wt%の水素吸蔵量を示す[1]。これは NPC のミクロ孔内では水素分子同士が強い相互作用により、高い水素吸蔵密度で吸蔵できるからである。この現象はミクロ孔充填現象とよばれる[2]。これらの水素充填の構造は一般的なボンベの圧力である 12 MPa までの結果である。本研究では数百 MPa での超高圧領域を水素吸蔵のターゲットとした。水素雰囲気下で加圧する方法として CIP(Cold Isostatic Pressing)装置を用いて NPC に超高圧水素処理を行い、水素放出量と細孔構造の解析を行った。

【実験方法】原料であるもみ殻炭に対して、重量比 5 倍のアルカリ賦活を行うことで NPC を作製した。水素雰囲気下での超高圧の印加方法として、冷間等方圧装置(神戸製鋼所製 CIP 装置)を使用した。超高圧の試料準備として各試料をアルミニウムバッグ(GL Science 製)に導入した。次に、水素吸蔵特性評価装置(Lesca 製、PCT-C08-01)に接続し真空引きを 3 回行った後、水素ガスを導入し密封した。これらのアルミニウムバックを 100、200、300、400 MPa の各加圧条件で 30 min 冷間等方圧下において加圧した。加圧後の NPC と純水 15 mL をバイアル管(40 mL)に入れ、混合し 35 ℃、24 h 振とうさせた後、バイアル管内の気相を 100 μL 採取し GC(島津製、GC-2010Plus Tracera)にて水素放出量を測定した。比表面積および細孔容積の測定には高精度比表面積・細孔径分布測定装置(マイクロトラック・ベル社製、BELSORP-max)を用いた。

【結果と考察】図 1 に NPC に対して 100-400 MPa 加圧水素処理したミクロ孔容積と 1 g 当たりの水素放出量を示す。ミクロ孔容積は 100、200 MPa で約 1.0 cm^3g^{-1}、300、400 MPa は約 1.4 cm^3g^{-1} であった。1 g 当たりの水素放出量は 100、200 MPa では 31000 ppm、110000 ppm、300、400 MPa では 266000 ppm、246000 ppm であった。どちらも 200 MPa から 300 MPa で大幅な増加が確認され、ミクロ孔容積では 30%以上、水素放出量では 100%以上の増加であった。以上より超高圧水素処理は NPC のミクロ孔構造を変化させ、ミクロ孔容積の増加に伴いより多くの水素放出量を示す可能性が示された。

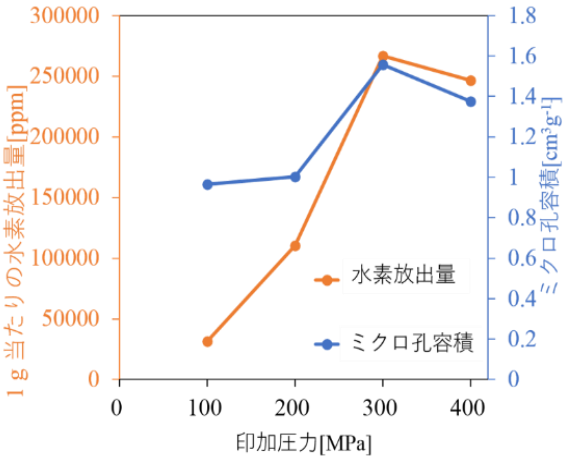

図1.各圧力でのミクロ孔容積と水素放出量

1) I. Toda, et al, J. Porous Mater., 25(6) (2018) 1765-1770.
2) I. Toda et al., J. Solid Mech. Mater. Eng., **3** (2009) 1306-1311.