Zr 水素化物における割れの結晶方位観察

Crystal orientation measuring of crack in Zr hydride

*小林 翔太 [1]，栄藤 良則 [2]，大石 佑治 [1]，黒崎 健 [1]，牟田 浩明 [1]
[1] 大阪大学，[2] 日本核燃料開発株式会社

Zr 水素化物は脆く、軽水炉燃料被覆管の健全性に影響を与えるため、その物性評価が進められている。本研究では、結晶方位が Zr 水素化物における機械的特性に及ぼす影響を評価するため、δ相 Zr 水素化物のバルク試料を作製し、結晶方位の観察、機械的特性の測定を行ったのでその結果を報告する。

キーワード：Zr 水素化物，機械的特性，結晶方位

1. 緒言

軽水炉で用いられる Zr 合金燃料被覆管では、原子炉運転中に冷却水との腐食反応により内部に Zr 水素化物が析出する。水素化物の破壊靭性値が著しく小さいが、水素化物の物性については報告例が少なく、クラックと結晶方位との関係性は評価されていない。本研究では大粒径水素化物を作製し、押し込み試験法により結晶粒内にクラックを形成させ、電子後方散乱回折（EBSD）法によりその結晶方位を推定した。

2. 実験

アーク熔解した Zr インゴットを高真空ジーベルツ装置で水素化し、δ-$ZrH_{1.6}$ を作製した。この際、熱処理温度及び保持時間を調整し大粒径化を試みた。フッ酸と硝酸の混合液を用いて試料の表面処理を施し、EBSD 観察により粒径及び結晶方位を確認した。ビッカース硬さ試験によりクラックを形成させ、ビッカース圧痕大きさおよびクラック長さについてはレーザー顕微鏡観察で測定し、また周囲の結晶方位を観察した。

3. 結果・考察

EBSD 観察で得られた δ-$ZrH_{1.6}$ の結晶方位マップを図 1 に示す。δ 相単相領域での長時間熱処理により、最大約 1 mm の結晶粒が確認できた。EBSD 観察であらかじめ確認した{100}面に対して垂直方向から押し込み試験した際の、ビッカース圧痕像及び形成されたクラックを図 2 に示す。図 2(a)は圧痕対角線が<110>方向に平行であり、圧痕頂点から{110}面にクラックが発生している。(b)は圧痕対角線が<100>方向に平行であり、このときは圧痕頂点からの{100}面のクラックが形成されにくい傾向が見られた。クラックの発生及び伝播には結晶方位が影響することが示唆される。

図 1 δ-$ZrH_{1.6}$ の結晶方位マップ

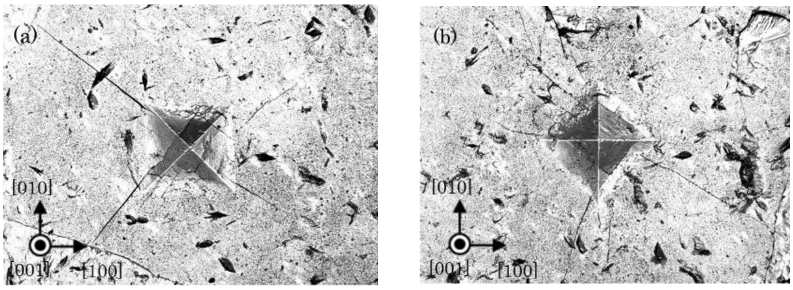

図 2 {100}面におけるビッカース圧痕及びクラックのレーザー顕微鏡写真（圧痕の対角線は (a) <110>、(b) <100> に平行）

*Shota Kobayashi[1], Yoshinori Etoh[2], Yuji Ohishi[1], Ken Kurosaki[1], Hiroaki Muta[1]
[1]Osaka Univ., [2]NFD