

Zr 水素化物の破面観察

Observation of fracture surface of Zr hydride

* 實延 秀明¹, 大石 佑治¹, 牟田 浩明¹

¹大阪大学

軽水炉被覆管の腐食反応により脆い Zr 水素化物が生成することが知られている。しかしながら、この水素化物の破壊靱性に対する結晶方位の影響は、実験的な難しさからこれまで評価されていない。本研究では δ 相 Zr 水素化物試料を作製し、その破面を観察し面方位などの評価を試みた。

キーワード: Zr 水素化物, 燃料被覆管

1. 緒言

軽水炉被覆管と冷却水の反応に伴い、Zr 合金被覆管中には脆い Zr 水素化物が析出する。半径方向に析出した水素化物は被覆管の健全性を劣化させるため、水素化物が晶癖面関係をもって析出することを利用し、被覆管の集合組織を調整することで水素脆化に対する耐性を高めている。一方で、Zr 水素化物自体の破壊靱性における結晶方位の影響は評価されていない。水素化した被覆管の正確な靱性の評価には、この Zr 水素化物の破面観察が重要と考えられる。このため、単相の Zr 水素化物試料を作製し、その破面を直接観察して面方位などを評価してきた^[1]。本研究では試料作製・評価方法を工夫し、より詳細な観察を試みた。

2. 実験方法

アーク溶解によって作製した Zr インゴットを成形、研磨し、あらかじめ切り欠きを加えた試料をジーベルツ法で水素化することで水素化物試料を作製した。水素化においては 10^{-6} Pa オーダーの真空中で活性化処理を行い、 β 相 Zr 領域で水素ガスを吸収させ、 $H/Zr=1.60$ となるよう水素吸収量を調整した。その後切り欠き部から試料を割り、破面を電子顕微鏡により観察したほか、一部の観察面においてアルゴンイオンミリング処理を行ったのち面方位を EBSP 法によって評価した。

3. 結果と考察

観察した破面の一部を図 1 に示す。リバーパターンが見られており、へき開破壊が起こったと考えられる。このへき開面の結晶面観察結果を表 1 に示す。34 個の粒の破面の面方位を評価したところ、その多くが $\{111\}$ か $\{110\}$ であった。明確にこれらの面方位を示さなかった破面は全体の 1 割ほどしかなかった。この結果は過去に行った押し込み試験時に見られた傾向^[2]と一致する。Zr 水素化物のへき開は、ほぼこの 2 面においてのみ生じると考えられる。

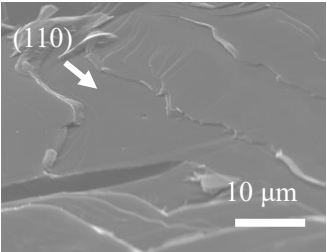


図 1 水素化物の破面

表 1 破面の結晶面集計 N=34

	$\{111\}$	$\{110\}$	その他*
観察数	15	9	10
割合(%)	44	26	29

* $\{111\}$ 、 $\{110\}$ に近いもの含む

参考文献

[1] 實延秀明 他, “Zr 水素化物における割れの結晶方位評価”, 日本原子力学会 2020 年春の大会, 予稿集 2M04.
[2] 小林翔太 他, “Zr 水素化物における割れの結晶方位観察”, 日本原子力学会 2018 年秋の大会, 予稿集 2E06.

*Hideaki Sanenobu¹, Yuji Ohishi¹ and Hiroaki Muta¹

¹ Osaka University