

事故耐性向上を目指した燃料被覆管のコーティング技術に関する研究 II

(3) 高温水蒸気中で酸化試験した Cr コーティング被覆管の金相評価

Study on coating technic to enhance accident tolerance of fuel cladding II

(3) Metallographic evaluation of Cr-coated cladding after oxidation test in high temperature steam

*河合 慶人¹, 藤村 由希², 近藤 啓悦², 阿部 陽介², 石川 法人², 根本 義之²,
山下 真一郎², 石島 暖大², 井岡 郁夫², 舟本 幸大³, 渥美 寿雄¹

¹ 近畿大学, ² 日本原子力開発機構, ³ トーカロ株式会社

事故耐性燃料 (ATF) 被覆管候補として開発が進められているクロム (Cr) コーティング被覆管の高温水蒸気中での酸化及び水素吸収挙動について、コーティングなし試料の場合との比較を行った結果を報告する。

キーワード: 軽水炉, 安全性向上, 事故耐性, 燃料被覆管

1. 緒言

前報では、ジルカロイ 4 被覆管試料及び、その外表面に Cr コーティングを施した試料を用いて 1100°C での高温水蒸気中酸化試験を 20 分間行った場合の酸化挙動と水素吸収挙動を評価し、コーティングありの方がコーティングなしよりも水素吸収量が多くなったことを報告した。今回はそれらの試料の断面観察の詳細を報告し、Cr コーティングの有無による水素化物等の形状や分布の違いを評価した結果について報告する。

2. 実験方法

ジルカロイ 4 被覆管及び Cr コーティング被覆管について 1100°C の高温水蒸気中での酸化試験後、周方向断面の金相観察を走査型電子顕微鏡 (SEM) や電子線後方散乱回折法 (EBSD) を用いて行った。それらの画像から数値解析ソフト (MATLAB) を用いて画像解析を行い、水素化物や析出物の分布などを評価した。

3. 結果

酸化試験後の試料を SEM で観察すると、コーティングなしでは、笹の葉状の水素化物が粒内にまばらに形成されている (図 1 a)。これに対して、コーティングありでは、針状の水素化物が粒界付近に形成され (図 1 b)、さらに、コーティング層に近い領域で粒状の析出物が分散している様子が見られた。これは EDS 分析から Cr の析出物であることが分かった。また、画像解析の結果、それらはコーティング付近に多く析出していることが明らかになった。

4. 結論

断面観察の結果、コーティングありの方がコーティングなしよりも水素吸収量が多くなった原因の一つは、Cr の拡散に関連した水素化物生成の様相の変化である可能性が示された。今後これらの水素化物の形状や析出箇所の変化の原因について詳細を検討する必要があると考えられる。

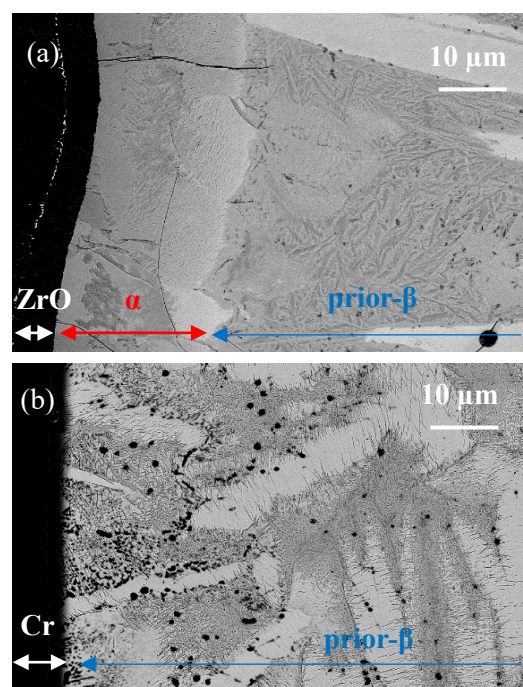


図 1 酸化試験後の外面付近の SEM 観察結果

(a : コーティングなし, b : コーティングあり)

*Keito Kawai¹, Yuki Fujimura², Keietsu Kondo², Yosuke Abe², Norito Ishikawa², Yoshiyuki Nemoto², Shinichiro Yamashita², Yasuhiro Ishijima², Ikuro Ioka², Koudai Funamoto³ and Hisao Atsumi¹

¹ Kindai Univ., ² Japan Atomic Energy Agency (JAEA), ³ TOCALO Co., Ltd.