

東京電力福島第一原子力発電所炉内状況把握の解析・評価 (70) MCCI 解析における侵食コンクリート移流拡散モデルの開発

Assessment of Core Status of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants

(70) Development of Model for Advection and Diffusion of Eroded Concrete

in Analysis of Molten Core Concrete Interaction

*日高 政隆^{1,2}, 藤井 正^{1,2}, 酒井 健^{1,2}

¹IRID, ²日立 GE

デブリ形状の予測精度向上を目的に、侵食コンクリートのデブリ内への混合挙動を解く 3 次元移流拡散モデルを開発し、SAMPSON コード DSA モジュールの 3 次元 MCCI (Molten Core Concrete Interaction) モデルに組み込んだ。OECD-MCCI 計画の CCI 試験データで検証し、実炉体系で解析機能を確認した。

キーワード：福島第一原子力発電所、シビアアクシデント、SAMPSON、デブリ拡がり、コンクリート侵食

1. 緒言：福島第一原子力発電所(1F)の廃炉にあたり、コンクリート床面上のデブリ拡がりや床内部のデブリ侵食の事前評価に、解析コードの活用が期待される。3次元の自然対流、溶融凝固、拡がり、侵食の連成モデルを有するデブリ拡がり解析(DSA)モジュールは、コンクリートの侵食形状を精度良く予測可能である¹⁾。本報ではさらなるデブリ形状の予測精度向上を目的に、侵食されたコンクリートのデブリ内部への混合挙動を解くモデルを開発して DSA モジュールに組み込み、デブリ形状を試験データ²⁾と比較した。また、1F-1号炉の体系で試解析を行い、解析機能を確認した。

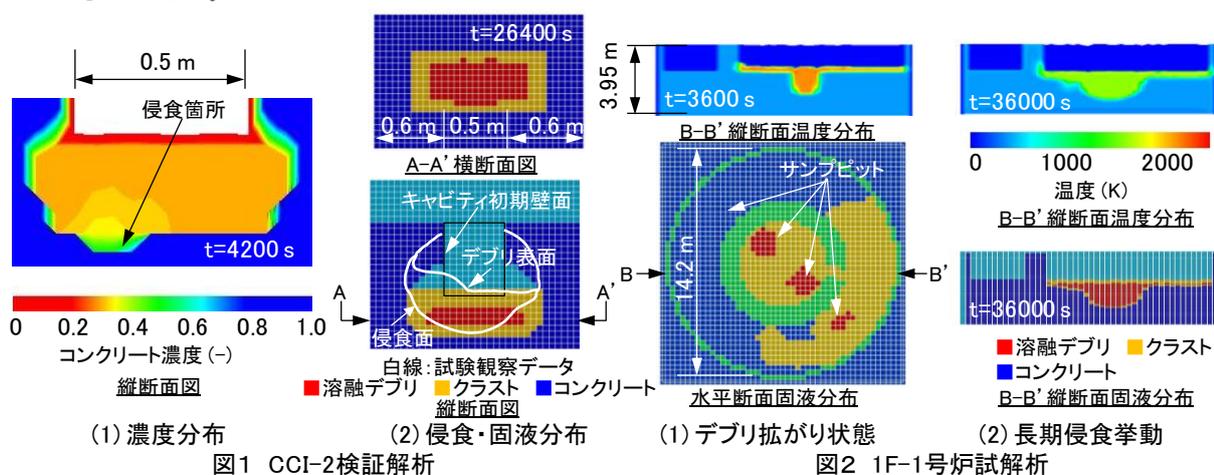
2. 物理モデルと解析結果

2-1. 侵食コンクリートの移流拡散モデル：Fick の第二法則による拡散項と移流項で方程式を構築し、体積輸送の式に変形させた((1)式)。侵食コンクリートの体積減少は、試験データを基に減容比で模擬した。

$$\frac{\partial V_c}{\partial t} + u \frac{\partial V_c}{\partial x} + v \frac{\partial V_c}{\partial y} + w \frac{\partial V_c}{\partial z} = V_d \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial C_c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D \frac{\partial C_c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(D \frac{\partial C_c}{\partial z} \right) \right] \quad (1)$$

2-2. 解析結果：CCI-2 試験²⁾体系におけるデブリ内コンクリート濃度分布を計算し(図1(1))、これを反映して得られた最終デブリ形状を比較した(図1(2))。最終デブリ形状は、最大厚さ-7%、中央部厚さ+12%の精度で試験データと一致した。また、コンクリートへの熱負荷が高いケースを対象に 1F-1号炉の体系で試解析を行い、デブリ拡がりやコンクリート侵食、デブリの沈降等の解析機能を確認できた(図2)。

謝辞 本件は、資源エネルギー庁の平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金」において IRID が補助事業者となり、その組合員である日立 GE ニュークリア・エナジーが実施した成果の一部をとりまとめたものである。



参考文献[1] Hidaka, M, et al., JNST, 2015, DOI: 10.1080/00223131.2015.1096850.

[2] Farmer, M. T., et al., OECD MCCI project final report. OECD/MCCI-2005-TR06, 2006 Feb 28.

*Masataka Hidaka^{1,2}, Tadashi Fujii^{1,2} and Takeshi Sakai^{1,2}

¹International Research Institute for Nuclear Decommissioning., ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.