

高速炉格納容器内事象解析コード CONTAIN-LMR の開発 ナトリウム-コンクリート反応解析モデルの検証

Development of Fast Reactor Containment Safety Analysis Code, CONTAIN-LMR

Validation Study of Sodium-concrete Reaction Model

*河口 宗道¹, 山本 郁夫¹, 清野 裕¹

¹ 日本原子力研究開発機構

ナトリウム冷却高速炉のシビアアクシデント時における格納容器内の事象進展挙動を解析する計算コード CONTAIN-LMR を開発してきた。同コードのナトリウム-コンクリート反応解析モデル (SLAM) について、開発状況及び検証例を報告する。

キーワード: 高速炉, シビアアクシデント評価, 格納容器, ナトリウム-コンクリート反応, CONTAIN-LMR

1. 緒言 格納容器内事象解析コード CONTAIN-LMR には、ナトリウム (Na) 冷却高速炉のシビアアクシデント時に想定される様々な格納容器内事象の解析モデルが組み込まれている。本報では、事故時に生じ得る事象の中でも重要となる Na-コンクリート反応現象を対象として、同反応の試験解析を通じた CONTAIN-LMR の当該解析モデル (SLAM) の妥当性確認結果について述べる。

2. 解析モデル SLAM[1]は一次元の解析モデルであり、Na またはその化合物とコンクリート成分との化学反応に伴い、反応領域 (コンクリートの侵食面) が深さ方向に進展していく状況や水素発生等を計算する。この際、各種化学反応にはアレニウス型の反応速度を、コンクリート中の水分移動にはダルシー則 (駆動力は圧力差) を考慮している。また、主に玄武岩・硬質砂岩系コンクリート (主成分: 二酸化ケイ素) や石灰岩系コンクリート (主成分: 炭酸カルシウム) の計算が可能である。

3. 実験解析 SLAM の妥当性確認のため、硬質砂岩系コンクリート (0.2mφ × ①0.3mH, ②0.6mH, ③0.9mH) を使用した JAEA 試験[2-3] 及び玄武岩系コンクリート (0.9m□ × 0.6mH) を使用した HEDL 試験[4] を対象にした検証解析を行った。JAEA 試験についてコンクリート侵食量及び水素発生量を比較した結果を図 1 に示す。同図より、最初は Na 温度が低いために反応が起らないこと、同温度が約 530°C を超えると激しく反応すること、時間の経過と共に反応が緩やかになるといった全体的な挙動を再現できていることがわかる。また、主要物理量であるコンクリート侵食量及び水素発生量の定量値についても概ね再現できている。さらに、HEDL 試験についても同様の結果を得ることができた。

4. 結言 JAEA で開発・整備してきた CONTAIN-LMR の Na-コンクリート反応解析モデルについて、シリカ系コンクリートを対象にした試験解析を行った結果、コンクリート侵食量及び水素発生量を概ね再現できることが分かり、その妥当性を確認することができた。

参考文献 [1] A. J. Suo-Anttila, SAND83-7114 (1983)、 [2] 冨本敏行他, PNC TJ270 82-02 (1982)、 [3] M. Kawaguchi et al., JNST 53(12) 2098-2107 (2016)、 [4] M. W. McCormick et al., HEDL-TME-80-57 (1981)

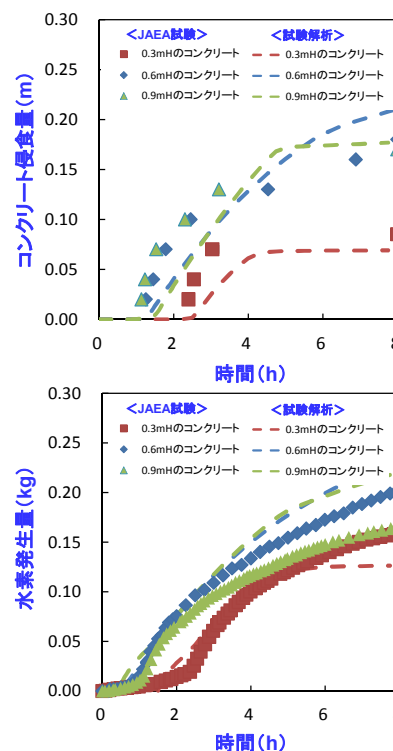


図 1. JAEA 試験[2-3]の試験解析

*Munemichi Kawaguchi¹, Ikuro Yamamoto¹ and Hiroshi Seino¹ / ¹Japan Atomic Energy Agency