

国際共同研究 DECOVALEX におけるニアフィールド連成挙動に関する検討

ハザマ 正会員 ○千々松正和*
 京都大学 正会員 大西有三、小林晃
 核燃料サイクル開発機構 正会員 藤田朝雄、伊藤彰

1. はじめに

高レベル放射性廃棄物地層処分における人工バリア定置後のニアフィールドでは、ガラス固化体の発熱、周辺岩盤から人工バリアへの地下水浸潤、地下水浸潤による緩衝材の膨潤圧の発生、緩衝材／間隙水化学の変化など、熱的、水理学的、力学的、化学的なプロセスが相互に影響を及ぼし合う連成挙動が発現する。このようなニアフィールド連成挙動のモデル化は、ニアフィールド環境の時間的／空間的変遷を明確化し、人工バリア設計評価（オーバーパック腐食など）や性能評価（核種移行など）で採用されるニアフィールド環境条件を精度よく評価する上で、重要な研究開発課題の一つである。国際共同研究 DECOVALEX は、ニアフィールドにおける熱-水-応力（THM）連成挙動の理解および評価モデルの開発、検証・確認の場として世界各国の機関が参画しているものであり、解析コードの妥当性を確認し、高度化を図る上で重要な役割を果たしているプロジェクトである。本プロジェクトではこれまでに様々な課題に対して検討が行なわれているが、本稿では第3フェーズの DECOVALEX III における Task3 BMT1（ニアフィールド連成挙動に関するベンチマークテスト解析）の検討結果について報告する。

2. DECOVALEX III Task3 BMT1 の概要

DECOVALEX III Task3 BMT1 では、3つのサブタスクが設定された¹⁾。サブタスク A（BMT1A）は原位置試験結果を対象とした連成解析コードの検証・確認として、釜石粘土充填・熱負荷試験の結果が採用された²⁾。この後に、仮想地質環境／人工バリアを想定したニアフィールド連成解析タスクとして、サブタスク B（BMT1B）では均質岩盤におけるニアフィールド連成挙動に関する検討³⁾、サブタスク C（BMT1C）では亀裂が存在する岩盤におけるニアフィールド連成挙動に関する検討が実施された⁴⁾。本タスクに参加した機関および各機関が使用した解析コードは表-1 に示す通りである。

3. BMT1A の概要

釜石粘土充填・熱負荷試験を対象とした解析結果の比較例を図-1 に示す。比較は温度、含水比、応力、ひずみについて実施されている。図-1 において、INERIS チームが実測値と大きな相違をなしている。同チームの解析コードは二相流解析コードであるが、物性値の設定が不適切であったため実測値と大きな相違を生じたと考えられる。温度に関しては、各チームとも実測値と良い一致が得られている。応力および歪に関しては、各チームとも実測値との隔たりが認められるものの、定性的な傾向を再現する結果が得られている。

表-1 Task3 BMT1 に参加した機関および解析コード

参加機関	解析コード
CNSC (Canada)	FRACON
JNC (Japan)	THAMES
KTH/SKI (Sweden)	ROCMAS
CEA/IRSN (France)	Castem 2000
INERIS/ANDRA (France)	FLAC
ISEB/ZAG (Germany)	RF/RM

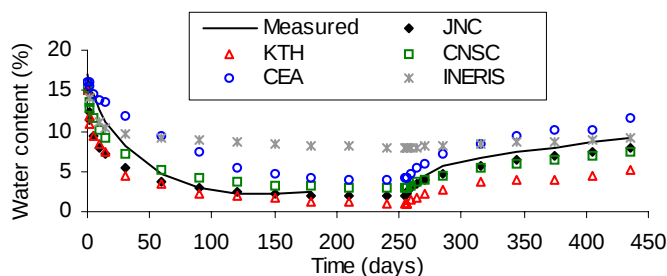


図-1 解析結果と実測値との比較

4. BMT1B の概要

BMT1B では図-2 に示す解析モデルを対象に検討が実施された。各チームの解析結果の比較の例を図-3 に示す。温度は、THM 連成解析を実施した ISEB を除いたチーム（THM 連成解析）は良い一致を示しているが、飽和度に関しては若干異なる結果となっている。これは、緩衝材の不飽和浸透特性の設定方法の差異による影響と考えられる。BMT1B では連成挙動を考慮した場合／考慮しない場合で、結果にどのような差が生じるのかの検討がなされている。図-4 には CNSC により実施された温度の経時変化の比較、図-5 には SKI により実施された飽和度の経時変化の比較、図-6 には CNSC により実施された掘削時の安定性の比較を示す。図-4 より温度に関しては、連成挙動の影響は少ないことが分かる。飽和度の経時変化においては、力学に比べ温度の影響が大きいことが分かる。掘削時の力学安定性に関しては、THM 連成挙動を考慮することで、結果

キーワード 高レベル放射性廃棄物、国際共同研究、連成解析、ニアフィールド、温度、再冠水

*連絡先〒107-8658 東京都港区北青山 2-5-8 TEL 03-3405-1124 FAX 03-3405-1814 E-MAIL mchiji@hazama.co.jp

が大きく変わる傾向となっている。これらの結果は表-2のように整理されている。ここで、high/medium/lowは連成挙動の影響度合いを示すものであり、highになるほど連成解析の必要性があるとの結論となっている。ただし、本表は、本ベンチマークテスト解析で設定された低透水性の地質環境に対する結論であり、本表を結論付けるに当たって岩盤の透水性によって連成解析の必要性の度合いが異なることも指摘された。

5. BMT1Cの概要

BMT1Cにおいては、図-2と同じ解析モデルについて、処分孔を横切る水平亀裂および処分孔と平行な鉛直亀裂の存在の有無の影響について検討が実施されている。その結果、亀裂の透水性よりは亀裂の水圧状況（解析における水理境界条件）の影響の方が大きいという結果となっている。

6. おわりに

国際共同研究 DECOVALEX において実施された検討結果を報告した。今後は、性能評価とのリンクや化学的プロセスとの連成について検討が行なわれる予定となっている。

【参考文献】1)T.S.Nguyen et al.(2003):GeoProc, Stockholm, Sweden., 2) M.Chijimatsu et al.(2003):GeoProc, Stockholm, Sweden., 3)A.Millard et al.(2003):GeoProc, Stockholm, Sweden., 4) J.Rutqvist et al. (2003):GeoProc, Stockholm, Sweden.

表-2 連成の影響に関するまとめ

Indicator	THM	TH	TM	HM
Temperature	low	low	low	-
Resaturation	medium/high	medium	-	low
Swelling stress	high	-	low	high
Rock failure	high	-	low	high
Permeability change	medium/high	medium	medium	low

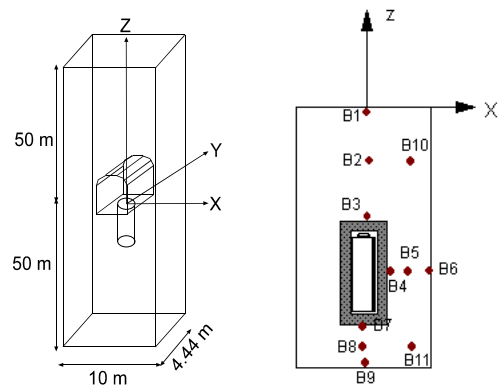


図-2 解析モデルおよび結果の比較ポイント

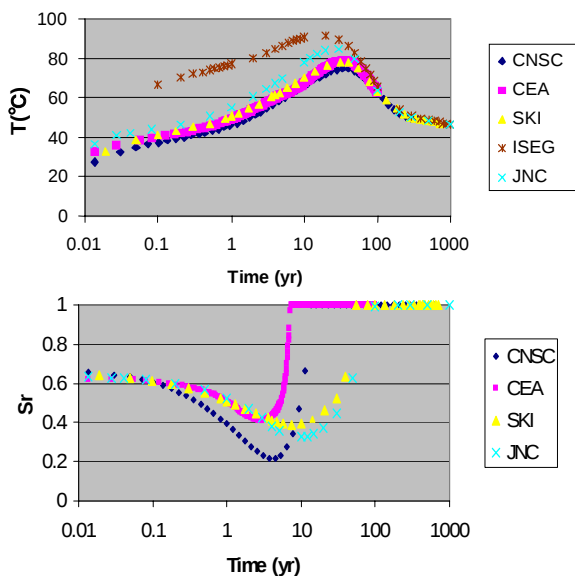


図-3 各チーム間の温度と飽和度の比較

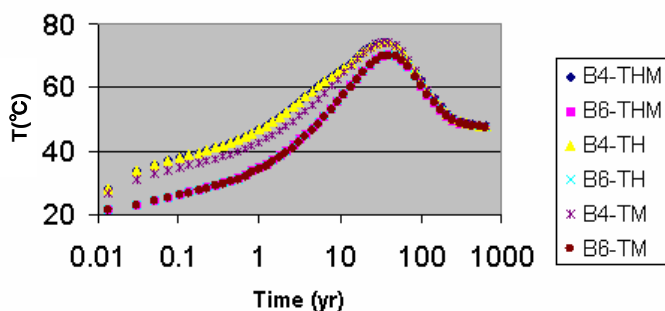


図-4 温度の経時変化における連成の影響

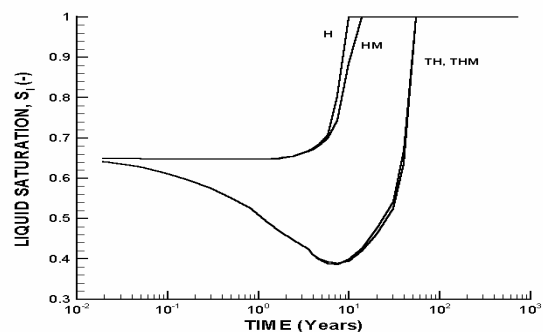


図-5 飽和度の経時変化における連成の影響

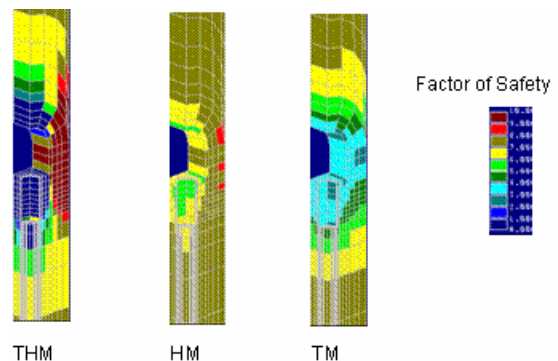


図-6 空洞安定性における連成の影響