# <u>モンテリ岩盤研究所における原位置ヒーター試験の再現解析</u>

佐藤伸<sup>1</sup>, 深谷正明<sup>1</sup>, 山本修一<sup>1</sup>, 田原康博<sup>2</sup>, 田中啓<sup>2</sup>, Florian Kober<sup>3</sup>, 榊利博<sup>4</sup>

- 株式会社大林組、東京都港区港南2-15-2品川インターシティB棟
- 2:株式会社地圏環境テクノロジー、東京都千代田区神田淡路町2-1NCO神田淡路町3階 3:NAGRA (National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste), Hardstrasse 73, 5430 Wettingen Switzerland
- 4:京都大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻,京都府京都市西京区京都大学桂0クラスター 01-3-352

## 概要

- 対象:
- > スイスのモンテリ岩盤研究所で実施されている原位置ヒーター試験(HE-E試験: 2011年6月4日試験開始)
- ▶ 坑道延長50m, Φ1.3mのマイクロ坑道内に模擬廃棄体(ヒーター)を設置し, ヒーター周辺に100%粒状ベント ナイトあるいは粒状ベントナイトを65%配合させた砂ベントナイト混合土で埋め戻している
- 試験の狙い:
- ▶ THM連成解析の検証に必要な試験データベースの構築
- ▶ 要素試験から得られた材料物性をフィールドスケールにUpscalingする妥当性検証
- 再現解析:
- ▶一次元モデルによる逆解析を適用しモデルパラメータを同定し、三次元モデルによ るTH連成解析による再現性の確認 ⇒ 解析手法, モデル化手法の妥当性
- ▶ 要素試験から得られたモデルパラメータと逆解析から同定されたフィールドスケ ルモデルパラメータの相違を考察 ⇒ Upscaling問題への考察
- ▶ 使用する解析コードは地圏流体シミュレータGETFLOWS®を使用



モンテリ岩盤研究所概要図

Natural water inflow

一次元逆解析概念図 Thermal conduction

1D axisymmetrical mo



Mt.Terri



HE-E試験場配置図

Vapor diffusion

#### 逆<u>解析</u> 解析方針:

- 逆解析はGETFLOWS®とUCODE\_2014を組み合わせて実施
- ▶ HE-E試験の廃棄体から岩盤までを一次元で表現し逆解析を実施
- ▶ 目的関数は相対湿度の実測と解析結果の残留誤差が最小となるように設定

#### 初期設定値:既往の文献より設定

																	Rela	tive perme	ability knw	(-)		Capillar	v pressure	$P_{c}(Pa)$				1						
	$K(m^2)$	Re	elative perm	ability k <sub>ru</sub>	(-)		Capilla	iry pressur	e P <sub>c</sub> (Pa)		Porosity	C_(1/Pa)	τ (-)	a (-)	Materials	熱容量 (J/kg/K)	熱伝導率 (W/m/K)				$K(m^2)$					Mode		Γ			φ(-)	C,	τ(-)	α(-)
		Model	$S_{wr}(-)$	$S_{gr}(-)$	n (-)	Model	S <sub>wr</sub> (-)	$S_{gr}(-)$	$P_0$ (Pa)	n (-)	φ(-)				Heater1, 2	Constant temperature						Model	$S_{wr}(-)$	$S_{gr}(-)$	n (-)	1	$S_{wr}(-)$	$S_{gr}(-)$	$P_0(Pa)$	n (-)		(1/Pa)		
Heater										-			(		Steel liner			- 1			<u> </u>		<u> </u>	+		<u> </u>					$ \longrightarrow $	$\rightarrow$	$\mapsto$	
1, 2	-	-	-	N	flow.	Consta	nt temper	ature	-		-	-	-	-	Sand/ Bentonite	920	1.35	1 1	10				0.01	0.01			0.01	0.01	1.05.5		0.41	2.0E-09	1 '	0.13
Steel line		-	-		1-	- 1 -	-	-	-	-	-	-	-	-	Bentonite	964	1.35		오 Sand Banto	Sand/	3.5E-21 ↓	vG			2.5	vG			1.8E+5	1.82			1.0	
Sand/	3.5E-21	vG	0.01	0.01	2.5	vG	0.01	0.01	1.8E+5	1.82	0.41	2.0E-09	1.0	0.13 0.013	Bentonite block 1, 2	964	1.35	2	元 一	tonite	1.8E-19								1.8E+6				Ľ	0.013
Bentonin															Cabling box	-	-	li								+			$ \rightarrow $	$\mapsto$				
Bentonit	1.4E-21	vG	0.01	0.001	1.82	vG	0.01	0.001	1.8E+5	1.82	0.475	2.0E-09	1.0	0.13	Plug 1, 2, 3	964	1.35	12	<b>解</b> Bentonite		1 4F-21				1.82				1.8E+5 ↓	1.82	0.475		1	
Bentonite														0.13	Opalinus Clay	946.5	2.5	112		ntonite	↓	vG	0.01	0.001		2 vG	0.01	0.001				2.0E-09	1.0	0.13
block 1,	block 1, 2 2.5E-21		0.01	0.001	1.82	vG	0.01	0.001	3.0E+5	1.82	0.475	2.0E-09	1.0	0.013	Reference: I. Gaus, 2011. M	1	1/1		3.5E-20	,							1.8E+6				1	0.015		
Cabling box	-	-	-	-	N	o flow,	ow, Cavity -		-	-	1.0 <b>- 水</b>		水蒸気拡散は圧力と温度の依存性を考慮した			1	結			-				+			$\vdash$	⊢ →			$\vdash$			
Plug 1, 2, 3	1.0E-20	vG	0.01	0	1.49	vG 0.01 0 1.5E+7 1.4				1.49	0.15	2.0E-09	1.0	0.13 0.013	$D_0\left(\frac{1013.25}{P_g}\right)[(T + 27)]$	$2.23 \times 10^{-6} \ (m^2/s)$	ļ	果 <sub>Opalinus</sub>	alinus	5.0E-20	vG	0.3	0.01	1.67	vG	0.3	0.01	3.0E+4	1.67	0.14	2.0E-09	1.0	0.13	
Opalinus Clay	5.0E-20	vG	0.3	0.01	1.67	vG	0.3	0.01	3.0E+4	1.67	0.14	2.0E-09	1.0	0.13 0.013	参考文献 近藤純正:水環境 <b> 蒸発/凝縮は温度に依</b>	Д	Ĺ	Clay									9.0E+5					0.013		

### 解析モデル

- ▶ マイクロトンネルを中心に上下,左側に25m,右側に15m,奥行き方向に 30mの範囲でモデル化(モデル格子数66,560)
- ▶ 境界条件はGallery98側の面のみNo Flow境界とし、それ以外は定圧境界
- ▶ 解析ステップは,静水圧場を作成し,その後,Gallery 98の掘削解析,マ イクロトンネル内の換気試験の再現解析を実施し、初期状態を作成し、 そ のあと過熱を行った





解析モデル全体図

