

# 評価モデルによる環境安全性の 評価

独立行政法人 国立環境研究所  
循環型社会・廃棄物研究センター  
肴倉 宏史・遠藤 和人

# 建設系再生製品の環境安全評価システム全体フレーム案

## 基本特性評価

<選択>

平成3年環境庁告示46号

JIS有姿攪拌試験

<必修>

全含有量

環境最大溶出可能量

## 製品使用シナリオに基づく詳細評価

### シナリオの記述

- (1) 形態(粒状/塊状/成型)
- (2) 注目物質
- (3) 使用環境
- (4) 使用期間
- (5) 評価地点と評価基準

### 暴露促進試験

<選択>

乾湿サイクル試験

炭酸化促進試験

凍結融解サイクル試験

### 溶出挙動試験

<選択>

カラム通水試験

シリアルバッチ試験

pH依存性試験

環境最大溶出可能量

### 結果の解析・評価

## 品質管理

<選択> ⇔ 形態

平成3年環境庁告示46号

JIS有姿攪拌試験

新規・単一バッチ試験

# (1) シナリオの記述

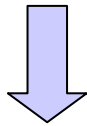
## 例：スラグ類

	試験試料	利用シナリオ	曝露環境	リスク解析用試験	
				物理試験	溶出試験など
I	スラグ類 粒状物単体	堆積場保管	酸性雨 乾湿サイクル	乾燥密度 間隙率 透水係数 粒度分布	全含有量 最大溶出可能量 カラムまたは シリアルバッチ
II		路盤材	酸性雨 乾湿サイクル		
III		ケーソン中詰め材	海水		
IV		サンドコンパクションパイル材	海水		
V	密粒度アスコン、排水性アスコン	アスファルト混合材	酸性雨 乾湿サイクル	乾燥密度 間隙率 透水係数	全含有量 最大溶出可能量 シリアルバッチ
VI	コンクリート試験体	コンクリート骨材	酸性雨 乾湿サイクル 海水	乾燥密度 間隙率 透水係数	全含有量 最大溶出可能量 シリアルバッチ <sup>3</sup>

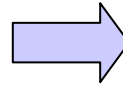


写真: 非鉄スラグ

ストックヤード<粒状>



コンクリート骨材  
<成型体>



アスファルト合材  
<成型体>

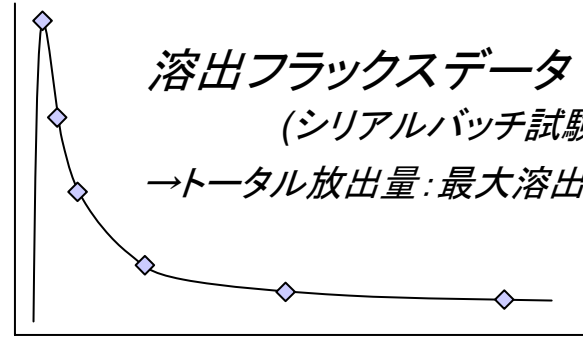
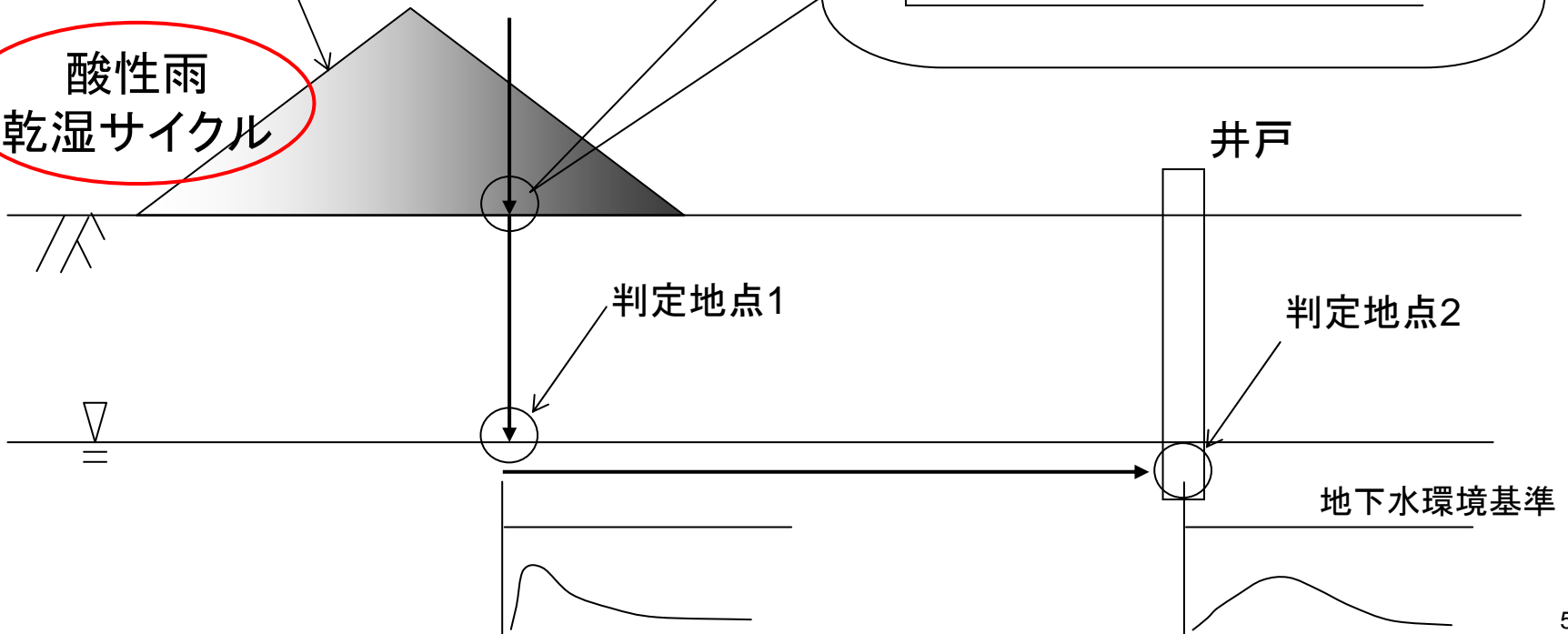
写真: 金沢工場

路盤材<粒状>

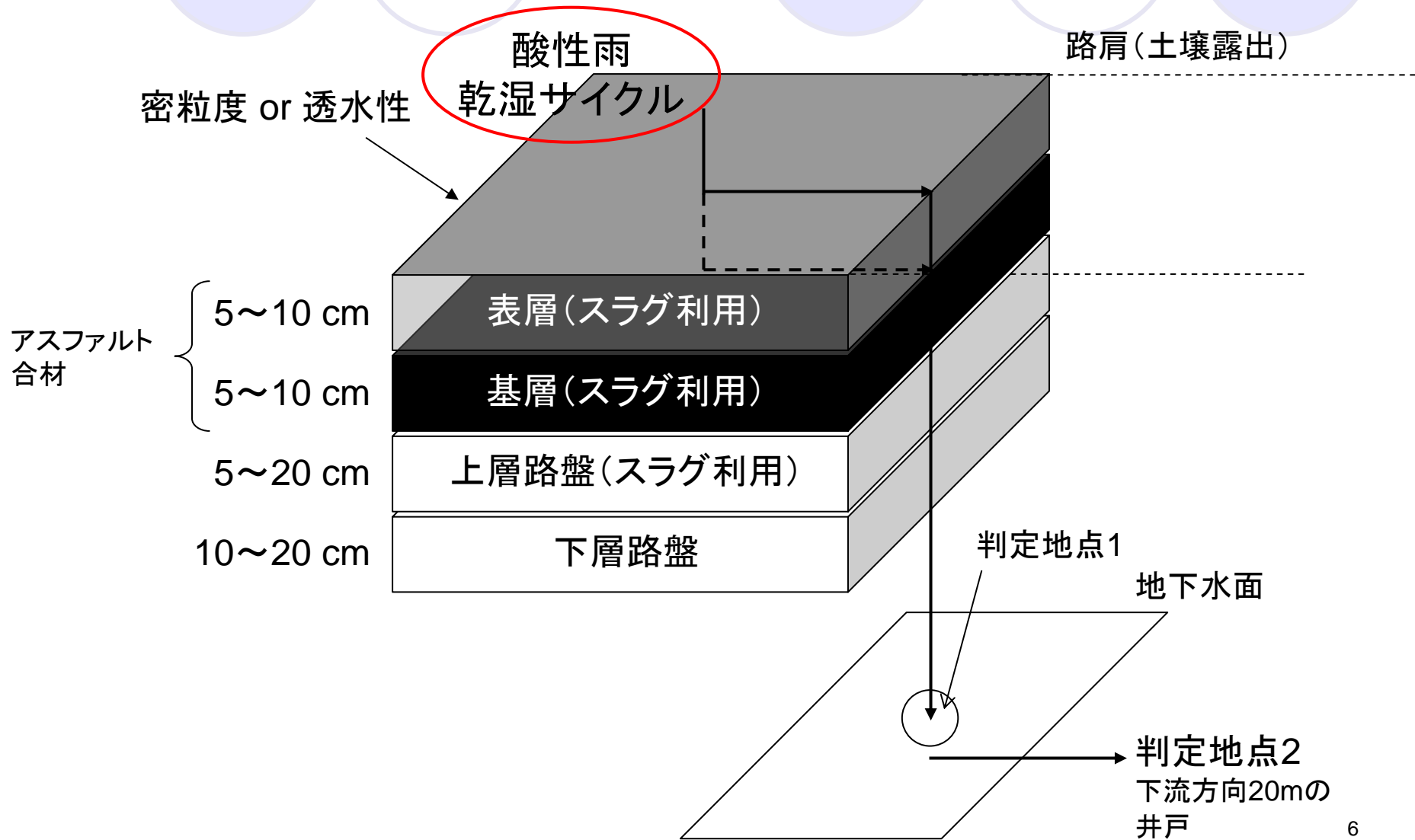
# 利用シナリオ例：ストックヤード

スラグ堆積場  
円錐型(直径20 m, 高さ10 m)

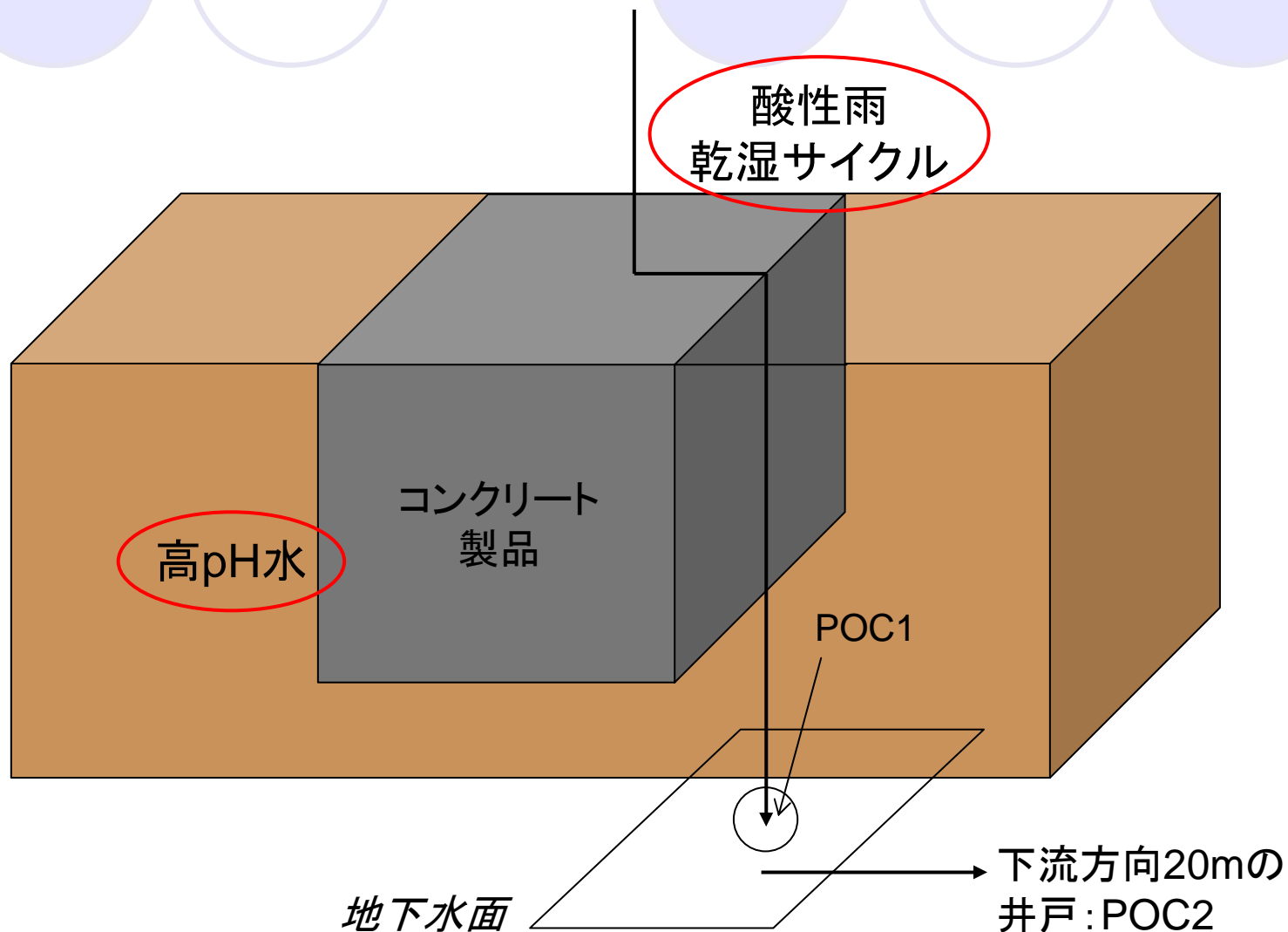
酸性雨  
乾湿サイクル



# 利用シナリオ例：アスファルト合材・路盤材



# 利用シナリオ例：コンクリート製品



# 建設系再生製品の環境安全評価システム全体フレーム案

## 基本特性評価

<選択>

平成3年環境庁告示46号  
JIS有姿攪拌試験

<必修>

全含有量  
環境最大溶出可能量

## 製品使用シナリオに基づく詳細評価

### シナリオの記述

- (1) 形態(粒状/塊状/成型)
- (2) 注目物質
- (3) 使用環境
- (4) 使用期間
- (5) 評価地点と評価基準

### 暴露促進試験

<選択>

乾湿サイクル試験  
~~炭酸化促進試験~~  
凍結融解サイクル試験

### 溶出挙動試験

<選択>

カラム通水試験  
シリアルバッチ試験  
pH依存性試験  
環境最大溶出可能量

結果の解析・評価

## 品質管理

<選択> ⇔ 形態  
平成3年環境庁告示46号  
JIS有姿攪拌試験  
新規・単一バッチ試験

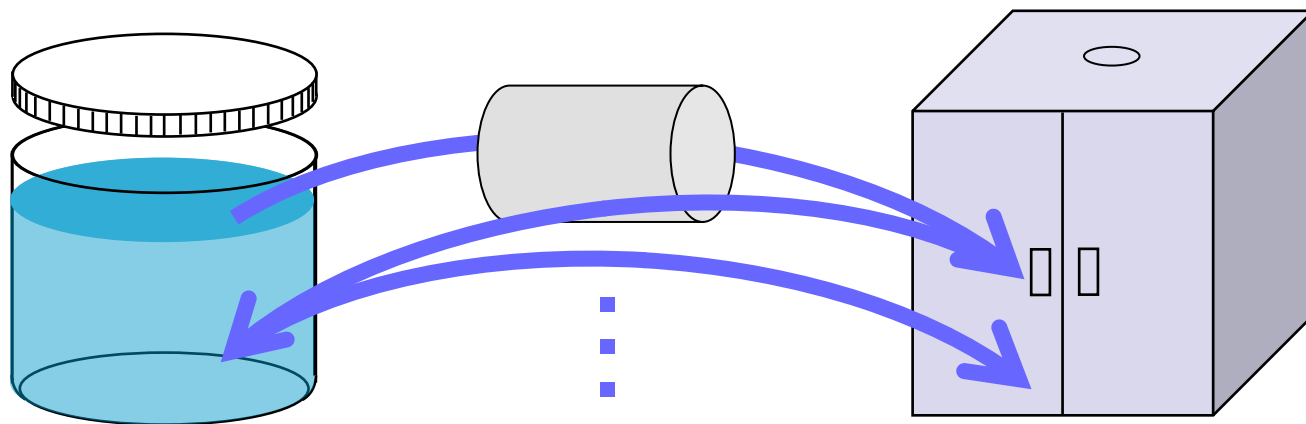


# (1) シナリオの記述

## 例：スラグ類

	試験試料	利用シナリオ	曝露環境	リスク解析用試験	
				物理試験	溶出試験など
I	スラグ類 粒状物単体	堆積場保管	酸性雨 乾湿サイクル	乾燥密度 間隙率 透水係数 粒度分布	全含有量 最大溶出可能量 カラムまたは シリアルバッチ
II		路盤材	酸性雨 乾湿サイクル		
III		ケーソン中詰め材	海水		
IV		サンドコンパクションパイル材	海水		
V	密粒度アスコン、 排水性アスコン	アスファルト混合材	酸性雨 乾湿サイクル	乾燥密度 間隙率 透水係数	全含有量 最大溶出可能量 シリアルバッチ
VI	コンクリート試験体	コンクリート骨材	酸性雨 乾湿サイクル 海水	乾燥密度 間隙率 透水係数	全含有量 最大溶出可能量 シリアルバッチ <sup>9</sup>

# 浸漬操作を伴う乾湿サイクル試験(案)

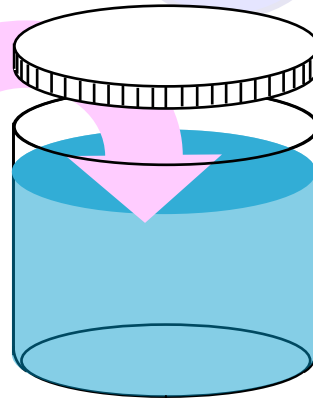


浸漬行程  
25°C・液固比 2 L/kg (蒸発水分を補充)  
6時間

乾燥行程  
60°C・17時間  
室内放冷 1時間

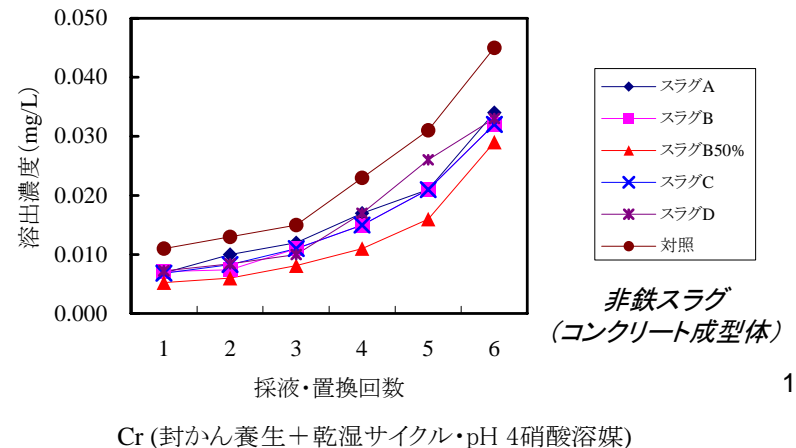
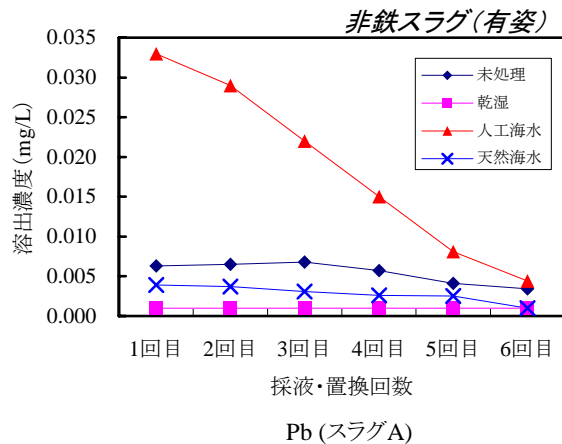
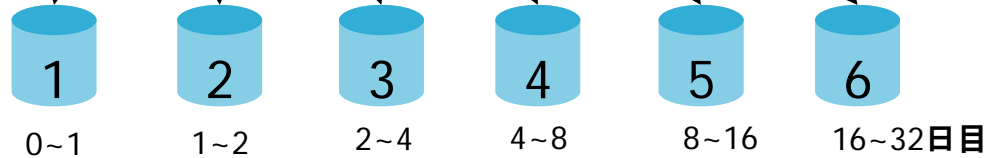
浸漬－乾燥行程各 1 回を1サイクルとし、これを 8 サイクル実施  
→ サイクル試験後の浸漬液を分析  
→ 乾湿サイクル試験後の試料について、シリアルバッチ試験を適用

# シリアルバッチ試験 (概要と結果例)



粒状物: 浸漬液固比 2 L/kg  
 成型体: 溶媒体積試料表面積比 5.0

## 溶出液画分



# 建設系再生製品の環境安全評価システム全体フレーム案

## 基本特性評価

<選択>

平成3年環境庁告示46号

JIS有姿攪拌試験

<必修>

全含有量

環境最大溶出可能量

粒子密度  
乾燥密度  
粒度分布  
透水係数

## 製品使用シナリオに基づく詳細評価

### シナリオの記述

- (1) 形態(粒状/塊状/成型)
- (2) 注目物質
- (3) 使用環境
- (4) 使用期間
- (5) 評価地点と評価基準

### 暴露促進試験

<選択>

乾湿サイクル試験

炭酸化促進試験

凍結融解サイクル試験

### 溶出挙動試験

<選択>

カラム通水試験

シリアルバッチ試験

pH依存性試験

環境最大溶出可能量

### 結果の解析・評価

## 品質管理

<選択> ⇔ 形態

平成3年環境庁告示46号

JIS有姿攪拌試験

新規・単一バッチ試験

# 評価モデルへのデータ入力

成分の放出～涸渇  
までの挙動を反映  
できるモデルを作成

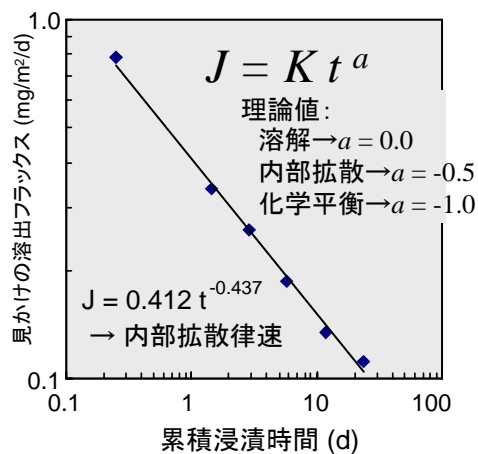
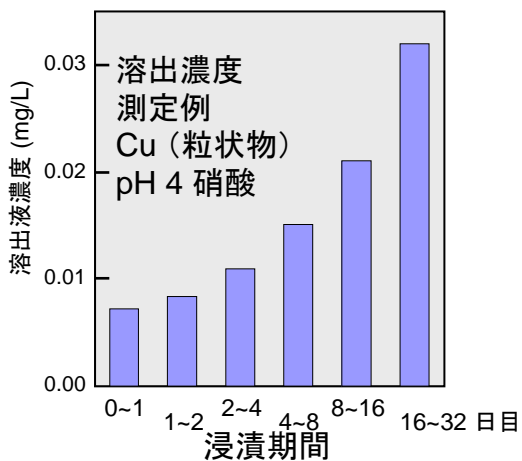


表. 入力データセットの例

	試料	スラグA 粒子単体 出荷有姿	スラグB 密粒度アスコン 試験体	スラグA コンクリート試験体 乾湿暴露試験後
成分		Pb	As, Pb	Cr
シリアルバッチ 試験データ (mg/L)	第1画分	0.0063	<0.001	0.007
	第2画分	0.0065	<0.001	0.010
	第3画分	0.0068	<0.001	0.012
	第4画分	0.0057	<0.001	0.017
	第5画分	0.0041	<0.001	0.021
	第6画分	0.0034	<0.001	0.034
乾燥密度	t/m <sup>3</sup>	1.937	2.458	2.265
間隙率	%	44.5	3.7	0.081
透水係数	cm/s	7.09E-03	2.35E-05	3.56E-11
$K$		0.0126	0.0033	0.207
$a$		-0.5	-0.5	-0.452
$M_{max}$	mg/kg or mg/m <sup>2</sup>	5.9	1.57	55000
$C_{max}$	mg/L	0.0068	0.001*	0.034

$K, a$  ... シリアルバッチ試験データから決定する速度定数

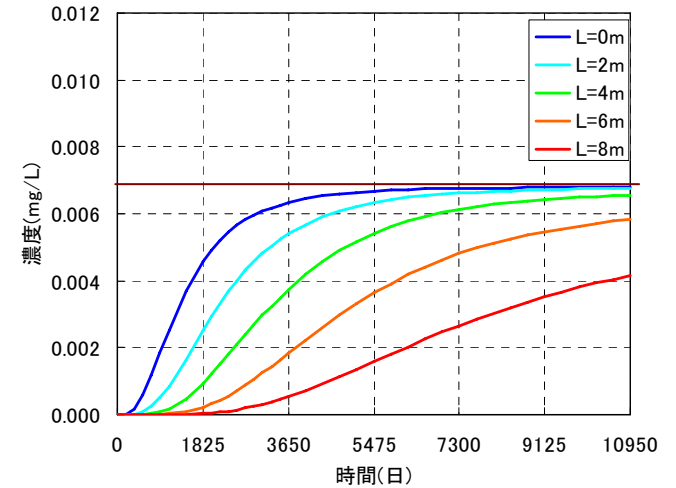
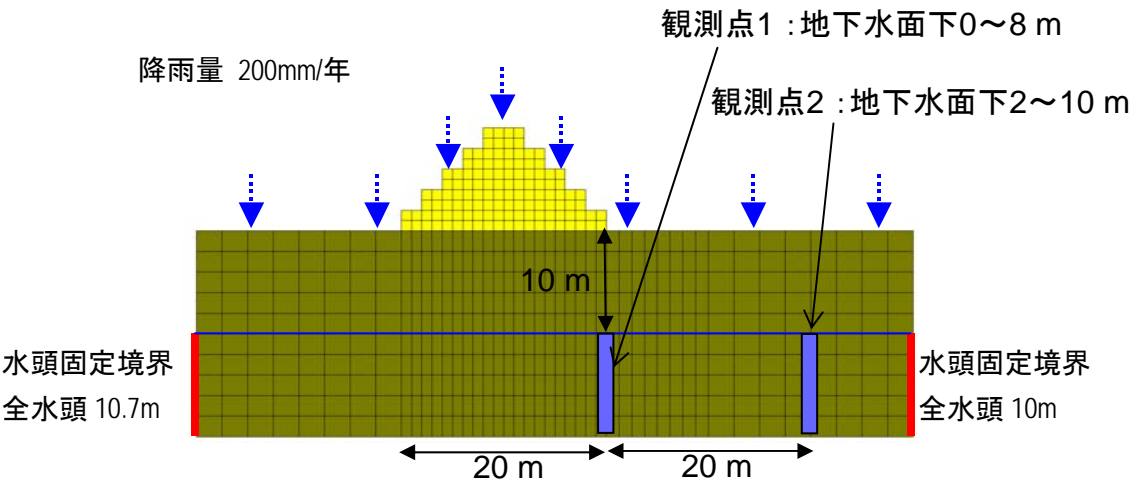
$M_{max}$  ... 環境最大溶出可能量

$C_{max}$  ... 最大溶出濃度

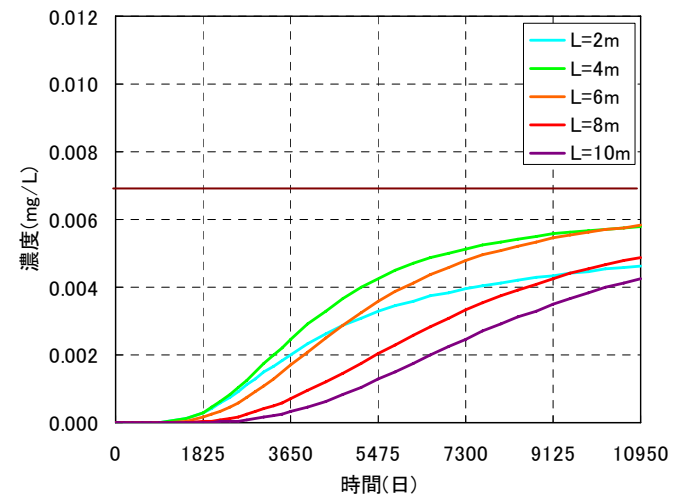
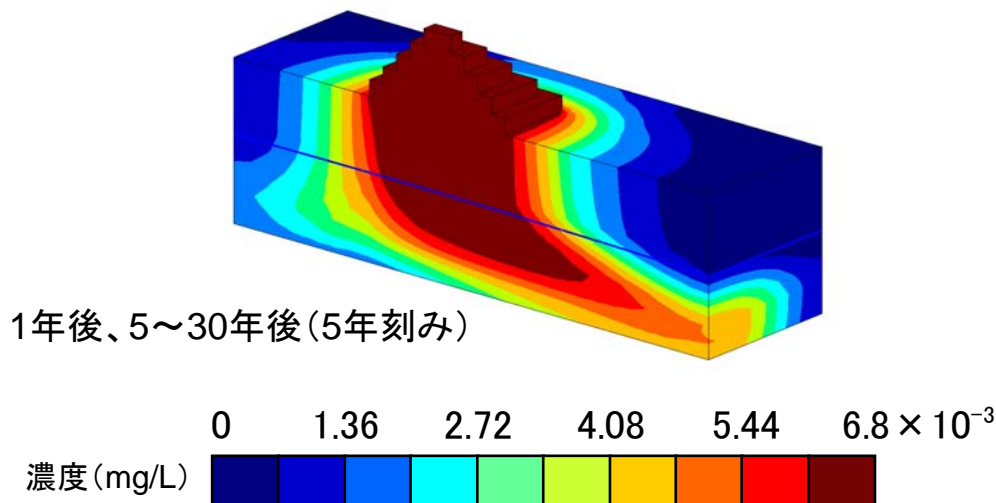
材料	透水係数 (m/s)	間隙率 (-)	乾燥密度 (kg/m <sup>3</sup> )	分散長 縦方向(m)	分散長 横方向(m)
地盤	$1.0 \times 10^{-6}$	0.2	2,080	2	0.2

# モデル計算結果（ストックヤード）

※吸着項なし



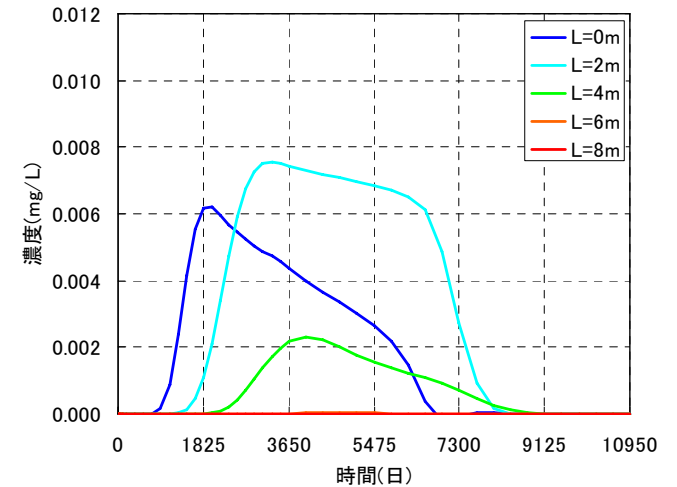
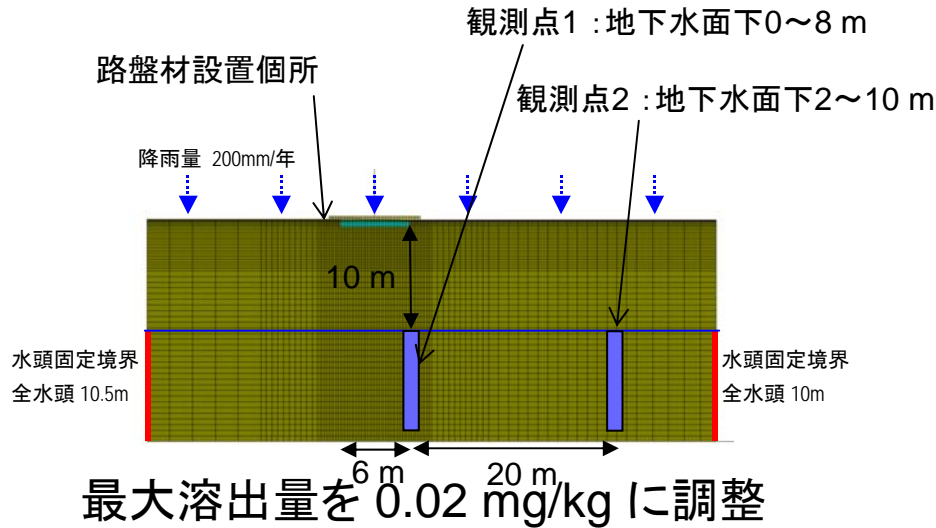
観測点1 : 地下水面下0~8 m



観測点2 : 地下水面下2~10 m

# モデル計算結果（路盤材利用）

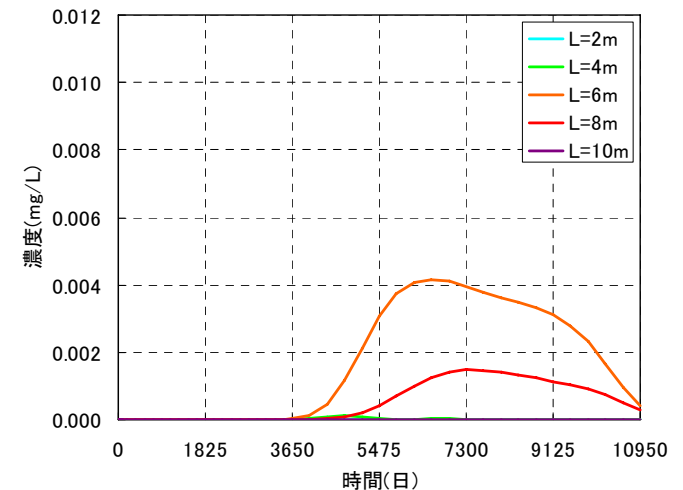
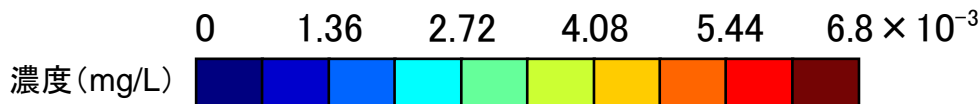
※吸着項なし



観測点1 : 地下水面下0~8 m



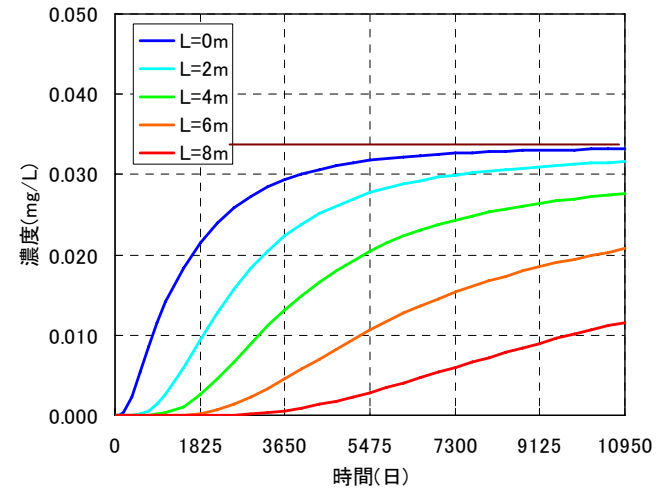
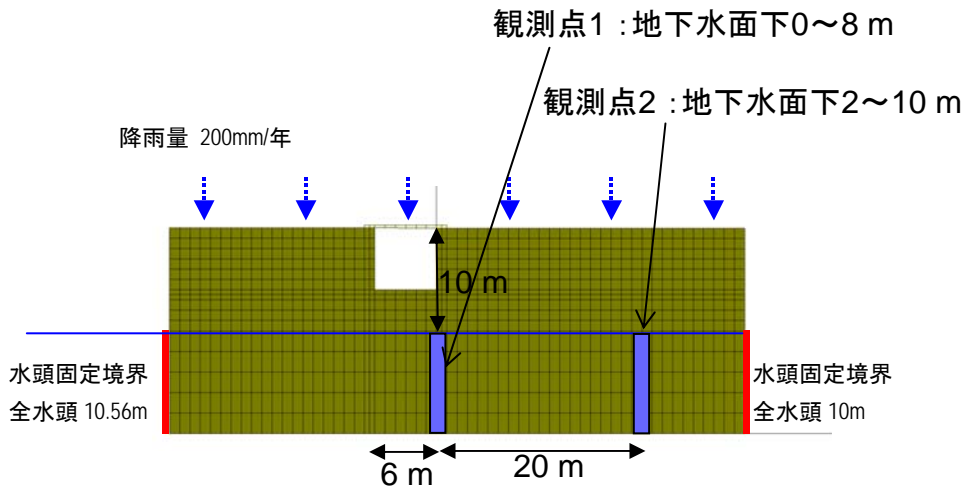
1年後、5~30年後(5年刻み)



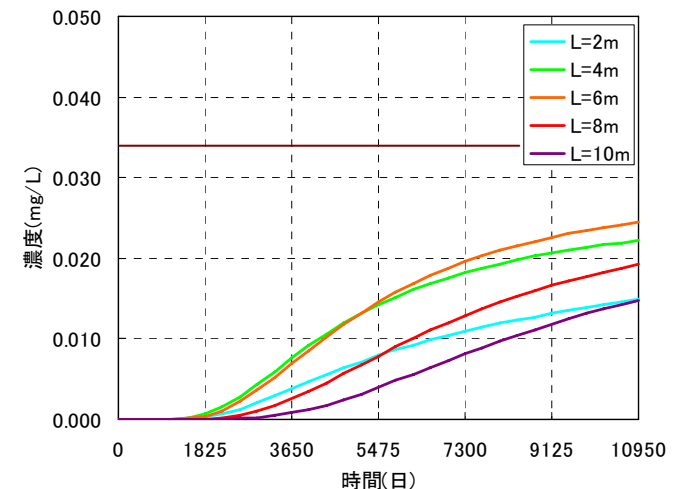
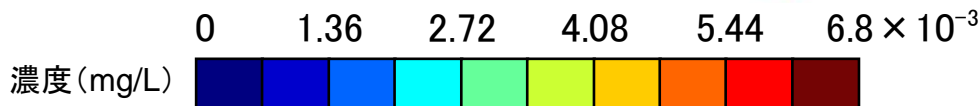
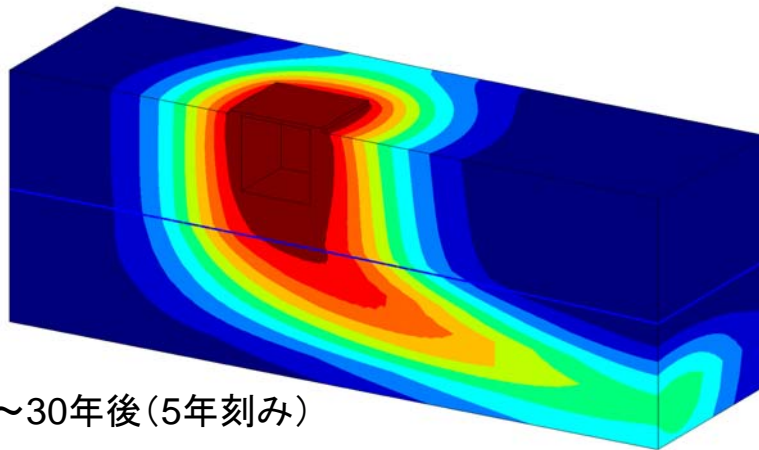
観測点2 : 地下水面下2~10 m

# モデル計算結果(コンクリート骨材利用)

※吸着項なし



観測点1 : 地下水面下0~8 m



観測点2 : 地下水面下2~10 m



# 本報告のまとめ

- シナリオ設定～試験適用～モデル評価までの一連の流れを示し、非鉄スラグの路盤材利用、コンクリート骨材利用を具体例として示した。
- 地盤での吸着を考慮しない場合（本モデル）、溶出濃度データの最大値≒地下水濃度最大値となる。
  - 溶出試験条件がカギとなる（適切な試験方法）
  - 適切な評価方法は？