

放射性セシウム挙動解析業務委託仕様書

1 背景・目的

一般廃棄物最終処分場（以下、処分場と称する。）の環境安全性を検討する上で、放射性セシウムが雨水とともに処分場内部を移行する挙動を明らかにすることは重要である。同様に、一般廃棄物焼却炉（以下、焼却炉と称する。）の環境安全性を検討する上で、放射性セシウムが高温の燃焼ガスとともに焼却炉内部を移行する挙動を明らかにすることは重要である。しかしながら、処分場や焼却炉の内部で起こる挙動を実験的に評価することは容易ではない。そこで、本業務委託では、これらの移行挙動を数値シミュレーションによって明らかにすることを目的とする。

2 業務委託期間

契約締結日から令和 8 年 3 月 25 日（水）まで

3 業務委託の内容

本業務委託の詳細を別紙「放射性セシウム挙動解析業務委託実施計画書」に示す。

本業務委託は次の 5 項目からなる。

- ① 受注者は、処分場や焼却炉の内部を雨水または燃焼ガスによって放射性セシウムが移行する挙動をシミュレーションによって予測するための入力データを、発注者が提示する複数の条件に対して作成すること。
- ② 受注者は、一部の作成した入力データに対しては解析を行い、出力データを得ること。
- ③ 受注者は、出力データを基に発注者が指定する 2 次元／3 次元静止画、アニメーション、アニメーション作成用静止画、テーブル等を発注者と協議の上作成すること。
- ④ 特にアニメーション作成のためのデータファイルの保存に関して、時間刻みや保存する時間間隔などの詳細は事前に発注者と協議の上行うこと。時間刻みごとのデータファイル等は発注者が貸与するデータ保存用ハードディスクに保管し、納品物として提出すること。必要に応じて複数台のデータ保存用ハードディスクを発注者は受注者に貸与する。
- ⑤ 受注者は、一連の作業結果を業務報告書にまとめること。

受注者は、次の点を了解の上作業を行うこと。

- a) 汎用熱流動コード ANSYS Fluent を使って数値シミュレーションを行うこと。したがって、モデリングデータ、メッシュデータ、入力データ、出力データなどは全て Fluent のデータ形式を用いること。
- b) 発注者は、受注者が作成した全ての Fluent データ（モデリングデータ、メッシュデータ、入力データ、出力データなど）を発注者が保有する Fluent ソフトウェアを使って正常に読み込めること及び実行できることを常に確認することができる。受注者が作成した全ての Fluent データを発注者が正常に読み込めない場合や実行できない場合は、受注者は発注者が正常に読み込めて実行できるよう対応すること。発注者による確認は適時行うものとする。

- c) 発注者は業務状況の確認、未確定事項の確定等のために受注者と打ち合わせを行う。受注者は、打ち合わせ後一週間以内に打ち合わせた内容についての議事録を提出すること。提出は電子メールにファイルを添付して行うこと。
- d) 受注者は業務を行った週について、業務内容を簡単にまとめた週報を発注者に提出すること。提出は電子メールにファイルを添付して行うこと。
- e) 受注者は、業務報告書のまとめ方について作成前に発注者と協議すること。
- f) 受注者は、業務報告書の提出前に内容を発注者に説明すること。
- g) 受注者は、モデリングデータ、メッシュデータ、入力データ、出力データを基にした作成物等の作成方法や実行方法などを発注者に提示すること。前述の提示は基本的に WEB を介して行うこととするが、必要に応じて実際にパソコンを操作しながら対面で行うものとする。
- h) 本業務を行う際に生じた不具合事項、疑問点などに関して、受注者は速やかに発注者に連絡すること。発注者は連絡を受けた後、速やかに検討結果を受注者に回答するものとする。

4 成果品

契約書に定める成果物、提出部数は次のとおりである。

① 成果物

業務報告書

Fluent データ（モデリングデータ、メッシュデータ、入力データ、出力データなど）

作成物等（コンター図、ベクトル図、2次元図/3次元図、アニメーション、アニメーション用静止画、テーブルなど）

② 提出部数等

- ・業務報告書 3部
- ・入力データの電子データ 3式
- ・電子データは DVD に収録して提出すること。
- ・電子データのファイル形式は契約締結後に提示する。
- ・データ保存用ハードディスク 1式

③ 提出先

福島県田村郡三春町深作 10 番 2 号 福島県環境創造センター 研究部

5 提出書類

受注者は契約書に定めるもののほか、次の各号に挙げる書類を発注者の指定する日時までに提出しなければならない。

- ① 業務委託着手届（別記様式第 1 号）
- ② 業務委託完了報告書（別記様式第 2 号）

令和 年 月 日

福島県環境創造センター所長

受注者 住 所
名 称
代表者

印

業務委託着手届

令和 年 月 日付けで契約を締結した下記業務委託について着手したので、届け出ます。
記

- 1 業務委託の名称
放射性セシウム挙動解析業務委託
- 2 業務委託料
円
(うち、取引にかかる消費税及び地方消費税額 円)
- 3 委託の期間
着 手：令和 年 月 日
履行期限：令和 8 年 3 月 2 5 日
- 4 着手年月日
令和 年 月 日

令和 年 月 日

福島県環境創造センター所長

受注者 住 所
名 称
代表者 印

業務委託完了報告書

令和 年 月 日付けで締結した下記業務委託について完了したので、成果品を添えて報告します。

記

- 1 業務委託の名称
放射性セシウム挙動解析業務委託
- 2 業務委託料
円
(うち、取引にかかる消費税及び地方消費税額 円)
- 3 業務委託の着手及び完了年月日
着手：令和 年 月 日
完了：令和 年 月 日
- 4 成果品
報告書（別添のとおり）

「放射性セシウム挙動解析業務委託」実施計画書

1. 背景と目的

一般廃棄物最終処分場（以下、処分場と称する。）の環境安全性を検討する上で、放射性セシウムが雨水とともに処分場内部を移行する挙動を明らかにすることは重要である。同様に、一般廃棄物焼却炉（以下、焼却炉と称する。）の環境安全性を検討する上で、放射性セシウムが高温の燃焼ガスとともに焼却炉内部を移行する挙動を明らかにすることは重要である。しかしながら、処分場や焼却炉の内部で起こる挙動を実験的に評価することは容易ではない。そこで、本業務委託では、これらの挙動を数値シミュレーションによって明らかにすることを目的とする。数値シミュレーションは、処分場シミュレーションと焼却炉シミュレーションに分かれる。

2. 処分場シミュレーション

2.1 処分場概要

図 2.1.1 に処分場構造の模式図を示す。処分場には焼却灰や不燃ごみなどの廃棄物が鉛直方向に対して何層にも埋め立てられる。処分場に降った雨水は、一部は表層除去水となって処分場表面を横方向に流れる。残りは処分場表面から内部に侵入して浸透水になり、処分場底部に位置する浸出水集排水管を通して外部に流出する。

処分場表面に降った雨は埋立物内を浸透（浸透水）し、処分場底部から外部に配管を通して浸出（浸出水）する。

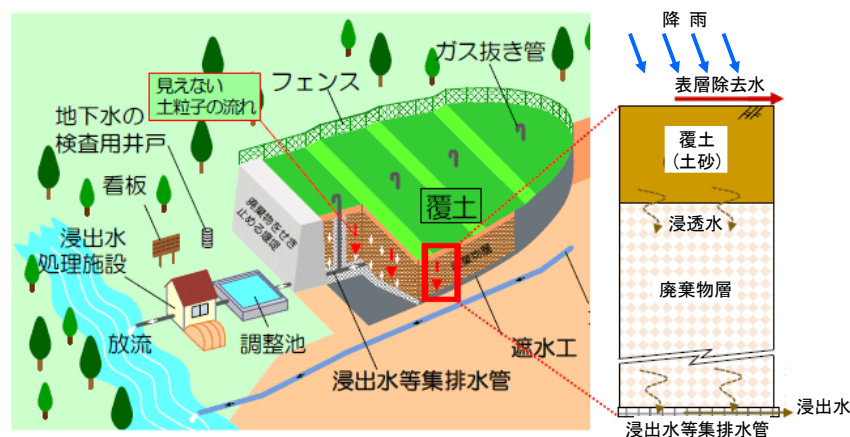


図 2.1.1 処分場模式図

（放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト（環境省）より引用し一部改変）

2.2 浸透水シミュレーション

処分場内の埋立物を多孔質体と仮定し、多孔質体の固体部と空気や水が停滞する空間部の体積を基に埋立物に空隙率を設定する。空隙率 0 はすべて固体部であり、空隙率 1 はすべて空間部を意味する。流体部には Darcy 則、Forchheimer 式、Corey モデル等を適用する。多孔質体の空間部は初期に空気で満たされているが、水が流れ込むことで空気と水が存在する二相流となり、十分な時間経過後には空間部はすべて水で満たされる。このように時間とともに浸透する水の挙動を解析する。

図 2.2.1 では最上面が入口境界であり、ここに雨水流量（流速に変換すると 10^{-5} m/s 程度）を与える。図 2.2.1 において処分場表面上方の側面は下方が壁、上方が流入流出境界であり、雨水は処分

場表面に構成される液膜を介して処分場内部に浸透する。一方、ガス抜き管を上昇した空気は前述の流入流出境界から外部に流出する。ガス抜き管の上端はエルボ形状とする。詳細な寸法や形状は別途協議の上決定するものとする。

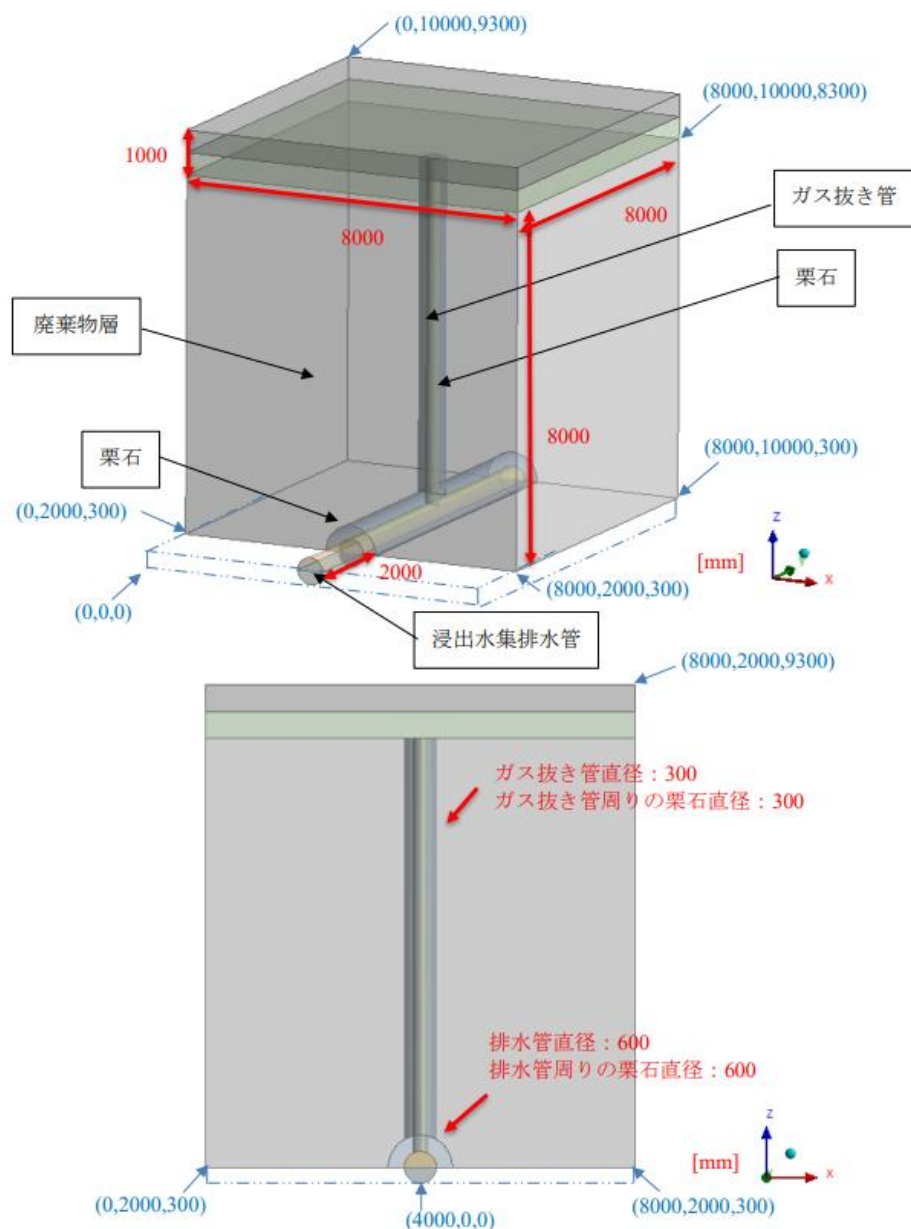


図 2.2.1 浸透水シミュレーションの解析体系概略

浸透水シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケースを表 2.2.1 に示す。入力データ作成ケースは Fluent 用 CAS ファイルを作成するためのケースである。一方、フル解析実施ケースは入力データ作成ケースの中から数ケースをピックアップして設定するもので、一定時間以上の計算を行って後述の 4 章に示すデータ処理を行うケースである。ここで一定時間とは、非定常計算の結果が定常に達するまでの時間を意味するが、詳細は別途協議とする。表 2.2.1 の解析体系の項目で「図 2.2.1 の改良」と記載したのは、図 2.2.1 をベースにガス抜き管の上端をエルボ状に改良した体系を意味する。受注者は、エルボ状に改良した体系のモデリングを作成し、さらに計算格子を作成すること。表 2.2.1 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

表 2.2.1 浸透水シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	解析体系	入口流量 (m/s)	処分場初期温度 (K)	空隙率			フル解析実施
					廃棄物層	栗石	配管部分	
1	2.2.1	図 2.2.1 の改良	10^{-5}	300	<u>0.35</u>	0.75	1.0	○
2	2.2.2	〃	〃	〃	<u>0.75</u>	〃	〃	○
3	2.2.3	〃	10^{-3}	〃	0.35	〃	〃	○
4	2.2.4	〃	〃	〃	0.75	〃	〃	○

2.3 溶存態 ^{137}Cs シミュレーション

処分場内が完全に水で飽和した状態で、Fluent のユーザ定義スカラー変数の輸送方程式を使って処分場内に存在する放射性セシウムの濃度拡散挙動を解く。初期条件として処分場内の任意の 3 次元位置に放射性セシウム濃度 100% の線源を配置する。初期設置位置（表 2.3.1 の A1～A4）は別途提示する。入口境界から水は常に流れている状態とする。表 2.3.1 に溶存態 ^{137}Cs シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケースを示す。表 2.3.1 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

表 2.3.1 溶存態 ^{137}Cs シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	解析体系	入口流速 (m/s)	処分場初期温度 (K)	空隙率			^{137}Cs 条件		フル解析実施
					廃棄物層	栗石	配管部分	初期配置位置	拡散係数 (m/s)	
1	2.3.1	図 2.2.1 の改良	10^{-5}	300	0.35	0.75	1.0	A1	<u>2×10^{-9}</u>	○
2	2.3.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A2	2×10^{-9}	
3	2.3.3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A3	2×10^{-9}	
4	2.3.4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A4	2×10^{-9}	
5	2.3.5	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A1	<u>8×10^{-9}</u>	○
6	2.3.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A2	8×10^{-9}	
7	2.3.7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A3	8×10^{-9}	
8	2.3.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A4	8×10^{-9}	
9	2.3.9	〃	〃	〃	0.75	〃	〃	A1	2×10^{-9}	○
10	2.3.10	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A2	2×10^{-9}	
11	2.3.11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A3	2×10^{-9}	
12	2.3.12	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A4	2×10^{-9}	
13	2.3.13	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A1	8×10^{-9}	○
14	2.3.14	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A2	8×10^{-9}	
15	2.3.15	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A3	8×10^{-9}	
16	2.3.16	〃	〃	〃	〃	〃	〃	A4	8×10^{-9}	

2.4 懸濁態 ^{137}Cs シミュレーション

処分場内が完全に水で飽和した状態に対して、放射性セシウムが付着した廃棄物の微粒子の移行挙動を解く。初期条件として処分場内の任意の位置（表 2.4.1 の B1～B4）に微粒子を 1000 個配置する。配置位置の詳細は別途提示する。また、微粒子の密度は $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 、形状は直径 0.1mm の真球を考えているが、詳細は別途提示する。入口境界から水は常に流れている状態とする。表 2.4.1 に懸濁態 ^{137}Cs シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケースを示す。表 2.4.1 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

表 2.4.1 懸濁態 ^{137}Cs シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	解析体系	入口流量 (m/s)	処分場初期温度 (K)	空隙率			^{137}Cs 条件		フル解析実施
					廃棄物層	栗石	配管部分	初期配置位置	設置個数	
1	2.4.1	図 2.2.1 の改良	10^{-5}	300	<u>0.35</u>	0.75	1.0	B1	1000	○
2	2.4.2	〃	〃	〃	〃	〃	〃	B2	〃	
3	2.4.3	〃	〃	〃	〃	〃	〃	B3	〃	
4	2.4.4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	B4	〃	
5	2.4.5	〃	〃	〃	<u>0.75</u>	〃	〃	B1	〃	○
6	2.4.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	B2	〃	
7	2.4.7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	B3	〃	
8	2.4.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	B4	〃	

2.5 分岐管 1 シミュレーション

解析体系を図 2.5.1 に示す。受注者は図 2.5.1 を基にモデリング及び計算格子を作成すること。解析体系の寸法は図 2.2.1 を参考にするが、形状を含めて詳細は別途提示する。

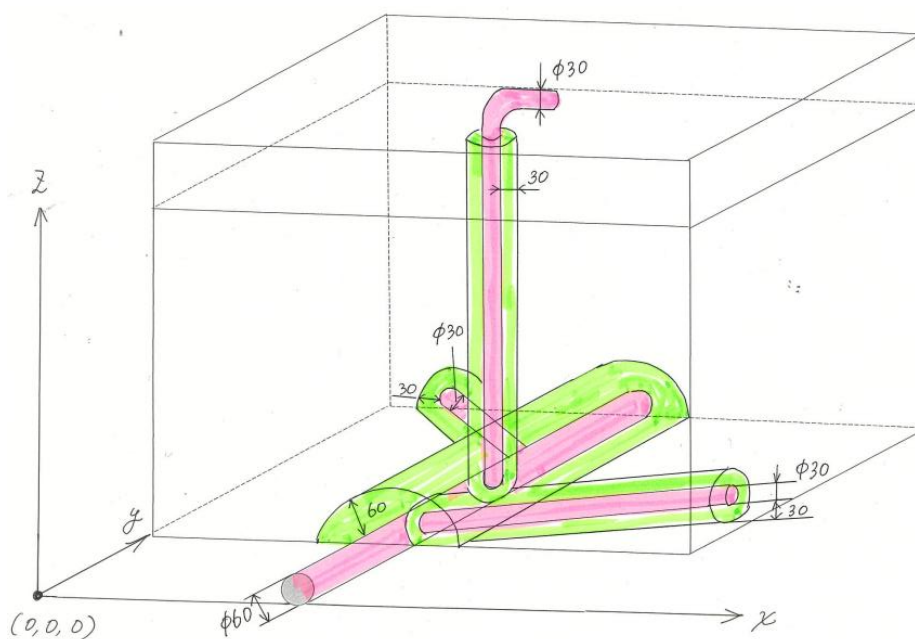


図 2.5.1 分岐管 1 の概略構造

分岐管 1 は処分場最底部に敷設された浸出水集排水管の異なる位置に 2 本の分岐管が 45°Cの角度で接続した体系である。浸出水集排水管にはガス抜き管が接続する。ガス抜き管の上端はエルボ状である。処分場表面から上方の設定は、入口境界を含めて図 2.2.1 と同様とする。詳細は別途協議とする。表 2.5.1、表 2.5.2 及び表 2.5.3 に分岐管 1 シミュレーションで作成する入力データケース及びフル解析を実施するケースを示す。表 2.5.1、表 2.5.2 及び表 2.5.3 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

表 2.5.1 分岐管 1 の浸透水シミュレーションのための入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	解析体系	入口流量 (m/s)	処分場初期温度 (K)	空隙率			フル解析実施
					廃棄物層	栗石	配管部分	
1	2.5.1	図 2.5.1	10 ⁻⁵	300	0.35	0.75	1.0	○
2	2.5.2	〃	〃	〃	0.75	〃	〃	○
3	2.5.3	〃	10 ⁻³	〃	0.35	〃	〃	○
4	2.5.4	〃	〃	〃	0.75	〃	〃	○

表 2.5.2 分岐管 1 の溶存態 ¹³⁷Cs シミュレーションのための
入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	解析体系	入口流速 (m/s)	処分場初期温度 (K)	空隙率			¹³⁷ Cs 条件		フル解析実施
					廃棄物層	栗石	配管部分	初期配置位置	拡散係数 (m/s)	
1	2.5.5	図 2.5.1	10 ⁻⁵	300	0.35	0.75	1.0	C1	2×10 ⁻⁹	○
2	2.5.6	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C2	2×10 ⁻⁹	△
3	2.5.7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C3	2×10 ⁻⁹	△
4	2.5.8	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C4	2×10 ⁻⁹	△
5	2.5.9	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C1	8×10 ⁻⁹	○
6	2.5.10	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C2	8×10 ⁻⁹	△
7	2.5.11	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C3	8×10 ⁻⁹	△
8	2.5.12	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C4	8×10 ⁻⁹	△
9	2.5.13	〃	〃	〃	0.75	〃	〃	C1	2×10 ⁻⁹	○
10	2.5.14	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C2	2×10 ⁻⁹	△
11	2.5.15	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C3	2×10 ⁻⁹	△
12	2.5.16	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C4	2×10 ⁻⁹	△
13	2.5.17	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C1	8×10 ⁻⁹	○
14	2.5.18	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C2	8×10 ⁻⁹	△
15	2.5.19	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C3	8×10 ⁻⁹	△
16	2.5.20	〃	〃	〃	〃	〃	〃	C4	8×10 ⁻⁹	△

表 2.5.3 分岐管 1 の懸濁態 ^{137}Cs シミュレーションのための
入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	解析体系	入口流量 (m/s)	処分場初期温度 (K)	空隙率			^{137}Cs 条件		フル解析実施
					廃棄物層	栗石	配管部分	初期配置位置	設置個数	
1	2.5.21	図 2.5.1	10^{-5}	300	0.35	0.75	1.0	D1	1000	○
2	2.5.22	〃	〃	〃	〃	〃	〃	D2	〃	／
3	2.5.23	〃	〃	〃	〃	〃	〃	D3	〃	／
4	2.5.24	〃	〃	〃	〃	〃	〃	D4	〃	／
5	2.5.25	〃	〃	〃	0.75	〃	〃	D1	〃	○
6	2.5.26	〃	〃	〃	〃	〃	〃	D2	〃	／
7	2.5.27	〃	〃	〃	〃	〃	〃	D3	〃	／
8	2.5.28	〃	〃	〃	〃	〃	〃	D4	〃	／

2.6 分岐管 2 シミュレーション

分岐管 2 は処分場最底部に敷設された浸出水集排水管の左右に 2 本の分岐管が 45°C の角度で接続し、さらにガス抜き管が鉛直上方から接続した体系である。ガス抜き管の上端はエルボ状である。処分場表面から上方の設定は、入口境界を含めて図 2.2.1 と同様とする。詳細は別途協議とする。表 2.6.1、表 2.6.2 及び表 2.6.3 に分岐管 2 シミュレーションで作成する入力データケース及びフル解析を実施するケースを示す。表 2.6.1、表 2.6.2 及び表 2.6.3 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

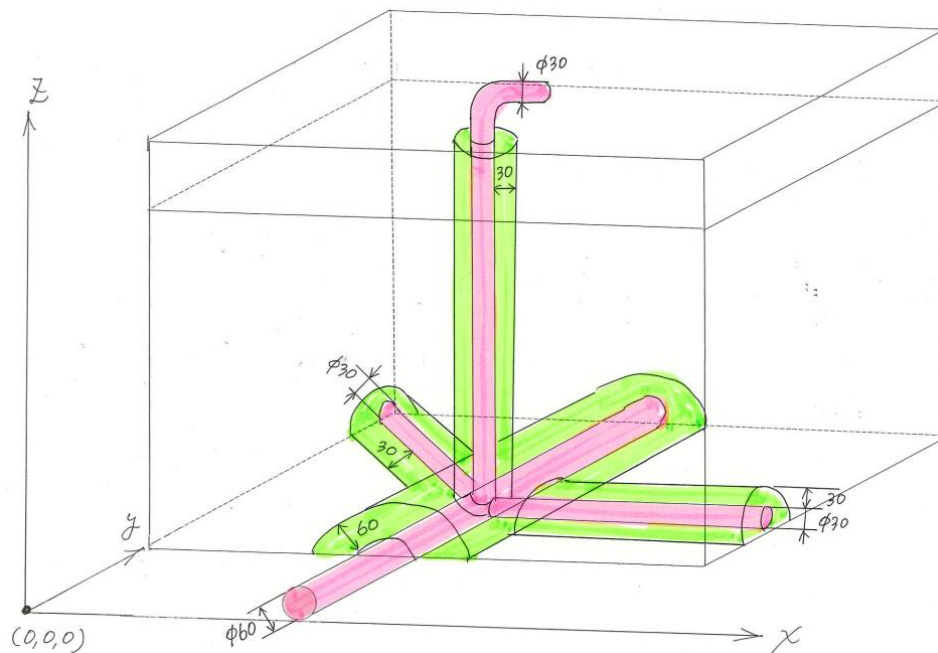


図 2.6.1 分岐管 2 の解析体系概略

4	2.6.24	//	//	//	//	//	//	D4		
5	2.6.25	//	//	//	<u>0.75</u>	//	//	D1	//	○
6	2.6.26	//	//	//	//	//	//	D2	//	
7	2.6.27	//	//	//	//	//	//	D3	//	
8	2.6.28	//	//	//	//	//	//	D4		

3. 焼却炉シミュレーション

3.1 焼却炉の概要

福島県内で稼働している一般廃棄物焼却炉はすべてストーカ炉と呼ばれる形式である。図 3.1.1 にストーカ炉の概略を示す。ストーカ炉に投入されたごみはストーカ（火格子）の上を一方方向に移動する。同時にストーカ底部から燃焼用空気が送り込まれ、ごみは焼却される。ストーカ炉の燃焼は、ごみが最初に到達する乾燥ストーカ、その次に位置する燃焼ストーカ及び最後に位置する後燃焼ストーカの 3 工程で構成される。

図 3.1.2 に焼却炉形状の概略を示す。概略寸法は高さ 13 m x 幅 15 m x 奥行き 2 m である。燃焼を促進させるための空気がストーカ部の下方から一次燃焼室内に送られる。そのほか、第一及び第二燃焼室の側壁の複数個所から空気が注入される。焼却炉の上部には複数の水噴出口があり、焼却炉内に発生する高温の燃焼ガスを冷却するために水が噴射される。噴出した水は高温燃焼ガスによって完全に蒸発するため、焼却炉内部には液状の水は残らない。

焼却炉の入口から投入された廃棄物はストーカ上を移動しながら加熱されて燃焼し、CO₂、CO、H₂、NO₂ などの高温の燃焼ガスが発生するが、解析では廃棄物はガス状であると仮定し、組成、温度、流量などを入力する。

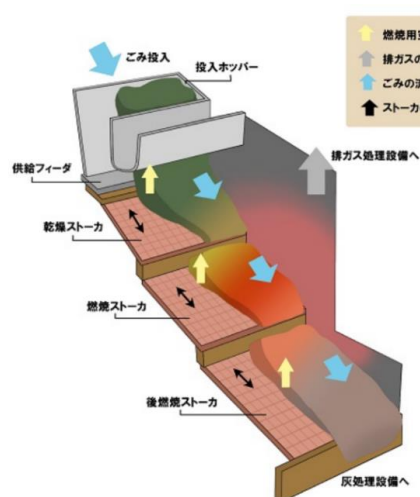


図 3.1.1 ストーカ炉概要

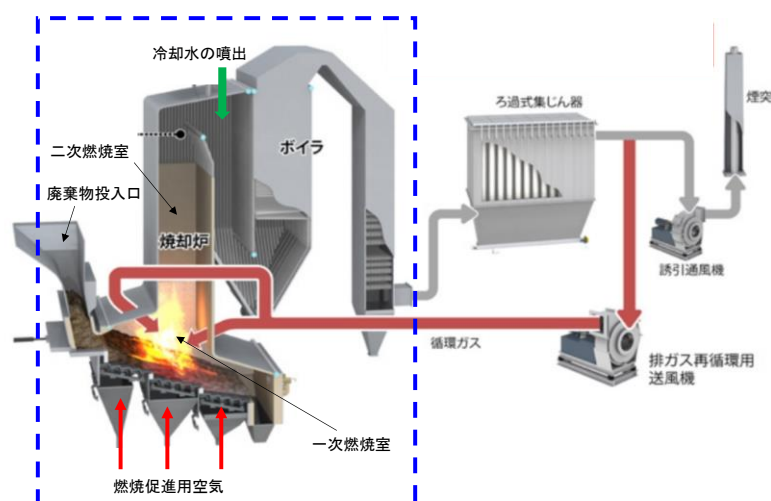


図 3.1.2 解析領域の概略

3.2 燃焼ガス流シミュレーション

ガス状の廃棄物が空気を受けて燃焼し、燃焼室内の温度が時間とともに上昇する挙動、高温の燃焼ガスが流動する挙動、燃焼によって生成される各種化合物の挙動を解析する。また、焼却炉の天

井から噴霧する水によって燃焼ガスの温度が低下する挙動を解析する。複数の水噴出ノズルから噴出する水によって高温の燃焼ガスは冷やされる。これによって燃焼ガス温度は 900～950℃程度から 250～300℃程度まで減少する。噴出した水は完全に蒸発する。シミュレーションは図 3.2.1 の体系で行うものとする。モデリング及び計算格子はすでに作成済みであり、それらを発注者は受注者に提供するものとする。

シミュレーションに際し、受注者は、焼却炉出口雰囲気温度が 950℃程度になるような廃棄物注入量及び空気注入量の組み合わせを探索するための予備解析を行うこと。予備解析は次のように実施する。初めに、仮に設定した廃棄物注入量及び空気注入量で燃焼解析を行う。その結果を基に、廃棄物注入量及び空気注入量を増加または減少させて再度予備解析を実施する。この作業を繰り返して、最終的に焼却炉出口雰囲気温度が 950℃程度になるような廃棄物注入量及び空気注入量を求める。

また、水噴出ノズルから噴出する水によって 950℃の燃焼ガスが 250～300℃まで減温される挙動を解析するにあたり、水噴出ノズルからの最適な噴出水量を求めるために受注者は予備解析を実施すること。予備解析は次のように実施する。先に求めた焼却炉出口雰囲気温度が 950℃程度になるような廃棄物注入量及び空気注入量の条件に対し、仮に設定した噴出水量を使って減温解析を実施する。燃焼ガスが 250～300℃まで低下しない場合は噴出水量を変えて減温解析を繰り返して行い、最終的に燃焼ガスが 250～300℃まで低下する噴出水量を求める。

表 3.2.1 に、燃焼ガス流シミュレーションの入力データ作成ケースとフル解析実施ケースを示す。表 3.2.1 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。焼却炉内の初期温度は 400℃とするが、詳細は別途協議とする。

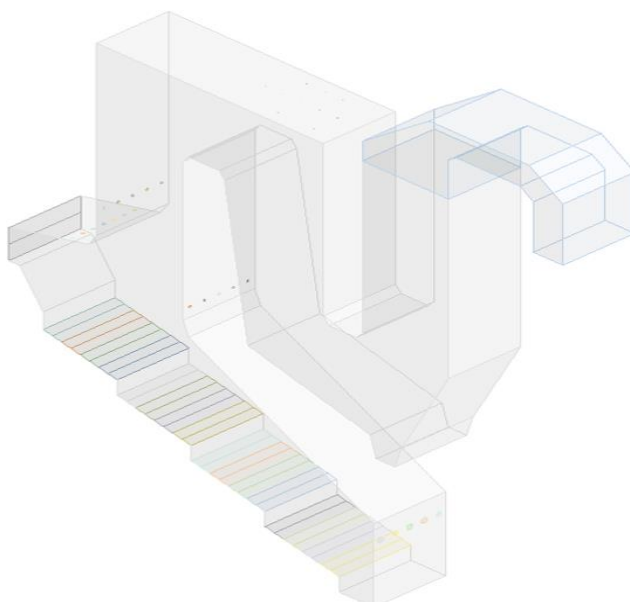


図 3.2.1 燃焼ガス流シミュレーションの体系（モデリング及び計算格子作成済み）

表 3.2.1 燃焼ガス流シミュレーションの入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	燃料注入量 (m ³ /h)			空気注入量 (m ³ /h)					噴出水量 (m ³ /h)	フル解析実施
		FDF1~4	A	B	FDF1~4	FDF5	CDF1	CDF2	CDF3		
1	3.2.1	予備解析結果を基に決定する			予備解析結果を基に決定する					なし	○
2	3.2.2	予備解析結果を基に決定する			予備解析結果を基に決定する					あり	○
3	3.2.3	前述 3.2.1 とは異なる条件とする			前述 3.2.1 とは異なる条件とする					なし	
4	3.2.4	前述 3.2.2 とは異なる条件とする)			前述 3.2.2 とは異なる条件とする					あり	

3.3 ¹³⁷Cs 濃度拡散シミュレーション

¹³⁷Cs の濃度拡散挙動を解く。¹³⁷Cs の塊が焼却炉内に存在する条件を模擬する。¹³⁷Cs の塊は焼却炉内の任意の位置に濃度 100% の線源として与える。線源の形状寸法や初期配置位置などの詳細は別途提示する。拡散係数は温度依存を考慮できるものとするが、詳細は協議の上決定する。本シミュレーションは前節 3.3 で行った燃焼ガス流が定常に達した状態を初期条件とする。表 3.3.1 に ¹³⁷Cs 濃度拡散シミュレーションの入力データ作成ケースとフル解析実施ケースを示す。表 3.3.1 で、噴出水量が「あり」の場合は前節 3.2 に記述した予備解析の結果から噴出水量を設定するものとする。また、¹³⁷Cs 初期配置位置に示す E1~E4 は焼却炉内の任意の領域を示し、詳細は別途提示とする。表 3.3.1 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

表 3.3.1 ¹³⁷Cs 濃度拡散シミュレーションの入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	燃料注入量 (m ³ /h)			空気注入量 (m ³ /h)					噴出水量 (m ³ /h)	¹³⁷ Cs 条件		フル解析実施
		FDF1~4	A	B	FDF1~4	FDF5	CDF1	CDF2	CDF3		初期配置位置	拡散係数 (m ² /s)	
1	3.3.1	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E1	<u>10⁻⁵</u>	○
2	3.3.2	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E2	〃	
3	3.3.3	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E3	〃	
4	3.3.4	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E4	〃	
5	3.3.5	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E1	<u>10⁻¹⁰</u>	○
6	3.3.6	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E2	〃	
7	3.3.7	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	E3	〃	

8	3.3.8	予備解析結果から決定	予備解析結果を基に決定する	なし	E4	〃	
9	3.3.9	予備解析結果から決定	予備解析結果を基に決定する	あり	E1	10 ⁻⁵	○
10	3.3.10	予備解析結果から決定	予備解析結果を基に決定する	〃	E2	〃	
11	3.3.11	予備解析結果から決定	予備解析結果を基に決定する	〃	E1	10 ⁻¹⁰	○
12	3.3.12	予備解析結果から決定	予備解析結果を基に決定する	〃	E2	〃	

3.4 ¹³⁷Cs 付着微小粒子シミュレーション

¹³⁷Cs が付着した微小粒子が燃焼ガスに同伴されて焼却炉内を移動する挙動を解く。微小粒子は焼却炉内の任意の位置に一定個数（例えば 1000 粒子）を配置する。微小粒子の密度とサイズはそれぞれ 1.6g/cm³、0.1mm 相当とするが、焼却炉内への配置場所を含めて詳細は別途提示する。本シミュレーションは前節 3.2 で行った燃焼ガス流シミュレーションが定常に達した状態を初期条件とする。表 3.4.1 で、噴出水量が「あり」の場合は前節 3.2 に記述した予備解析の結果から噴出水量を設定するものとする。また、¹³⁷Cs 微粒子初期配置位置に示す F1~F4 は焼却炉内の任意の領域を示し、詳細は別途提示とする。表 3.4.1 に示す各パラメータの値は概略値であり、詳細は別途提示とする。

表 3.4.1 燃焼ガス流シミュレーションの入力データ作成ケースとフル解析実施ケース

ケース数	入力データ作成ケース	燃料注入量 (m ³ /h)			空気注入量 (m ³ /h)					噴出水量 (m ³ /h)	¹³⁷ Cs 微粒子条件		フル解析実施
		FDF 1~4	A	B	FDF 1~4	FDF 5	CDF 1	CDF 2	CDF 3		初期配置位置	粒子数	
1	3.5.1	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	F1	1000	○
2	3.5.2	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	F2	1000	
3	3.5.3	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	F3	1000	
4	3.5.4	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	F4	1000	
5	3.5.5	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					あり	F1	1000	○
6	3.5.6	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					あり	F2	1000	
7	3.5.7	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					あり	F3	1000	
8	3.5.8	予備解析結果から決定			予備解析結果を基に決定する					なし	F4	1000	

4. データ処理

フル解析実施ケースでは、受注者は、シミュレーションが十分に定常に達した段階で出力ファイルを作成し、次の処理を行うものとする。

a) 3次元アニメーション作成

可視化する際の3次元位置は別途協議の上決定するものとする。3次元アニメーションの主な対象は、ボイド率分布、速度ベクトル分布、流速分布、温度分布、濃度分布、微小粒子分布、化学反応生成物分布などであるが、詳細は別途協議とする。アニメーション作成にあたり、静止画が必要になるが、これは計算途中で出力するデータから作成する。計算途中で出力するデータの保存方式、出力するデータの時間間隔や静止画総数などについても詳細は別途協議とする。

b) 2次元アニメーション作成

3次元アニメーションは物理現象を可視的に理解する上で特に重要であるとともにインパクトのある映像が期待できる一方、奥行方向にデータが重なる場合がある。そこで、3次元データを水平方向及び鉛直方向にカットした面に対して2次元アニメーションを作成する。カットする面の位置やカット数については別途協議とする。対象とする物理量は、前述の3次元アニメーションに示すように、ボイド率分布、速度ベクトル分布、流速分布、温度分布、濃度分布、微小粒子分布、化学反応生成物分布などである。計算途中で出力するデータについては前述する「3次元アニメーション作成」と同様とするが、詳細は別途協議とする。

c) 各種物理量の静止画像

具体的には、ボイド率分布、速度ベクトル分布、流速分布、温度分布、濃度分布、微小粒子分布、化学反応生成物分布などの任意時刻の画像である。アニメーション結果を確認する場合はディスプレイ等が必要であるが、静止画像は例えば印刷物として容易に確認できるように現象の理解に重要である。詳細は別途協議とする。

d) その他

上述のa)、b)及びc)の他に発注者が必要と考えるデータ処理についても受注者は対応すること。ただし、詳細は別途協議とする。

5. 特記事項

作業を行う上での注意点等は次のとおりである。

- i) 解析体系のモデリングを行う際は、受注者は発注者と事前に協議し、発注者の意向を十分に理解した上で実施すること。計算格子、入力データの作成についても同様である。
- ii) 作成するデータの形式（CAS ファイル、DAT ファイルなど）は発注者が別途提示する。
- iii) 入力データはすべて3次元、非定常の条件で作成すること。
- iv) フル解析のケースは結果が定常になるまで実行すること。定常状態判別は協議の上決定する。
- v) フル解析を実施しないケースでは、受注者は試計算による実行確認を行って作成した入力データが問題なく計算できることを確認すること。試計算等の確認方法については別途協議とする。
- vi) 計算格子分割は最大 50 万格子を目安とすること。流れ場や温度場に及ぼすメッシュの影響が極力ないように分割には配慮すること。
- vii) 作業を行う上で不具合等が発生した場合や発注者が解析体系や解析条件の修正等を提案した場合は、発注者と受注者が協議を行い、解決するものとする。場合によっては代替策等を講じることも可能とする。

viii) 本仕様書に示すケース数は次のとおり。() 内の数字はフル解析を行うケース数を示す。

処分場シミュレーションにおいて、

ー浸透水シミュレーション

- ・図 2.2.1 の改良のモデリング作成 1 ケース
- ・図 2.2.1 の改良の計算格子作成 1 ケース
- ・入力データ作成 (表 2.2.1) 4 ケース (4)

ー溶存態 ^{137}Cs シミュレーション

- ・入力データ作成 (表 2.3.1) 16 ケース (4)

ー懸濁態 ^{137}Cs シミュレーション

- ・入力データ作成 (表 2.4.1) 8 ケース (2)

ー分岐管 1 シミュレーション

- ・図 2.5.1 のモデリング作成 1 ケース
- ・図 2.5.1 の計算格子作成 1 ケース
- ・入力データ作成 (表 2.5.1) 4 ケース (4)
- ・入力データ作成 (表 2.5.2) 16 ケース (4)
- ・入力データ作成 (表 2.5.3) 8 ケース (2)

ー分岐管 2 シミュレーション

- ・図 2.6.1 のモデリング作成 1 ケース
- ・図 2.6.1 の計算格子作成 1 ケース
- ・入力データ作成 (表 2.6.1) 4 ケース (4)
- ・入力データ作成 (表 2.6.2) 16 ケース (4)
- ・入力データ作成 (表 2.6.3) 8 ケース (2)

焼却炉シミュレーションにおいて、

- ・適切な廃棄物注入量及び空気注入量を求める予備解析の実施 1 ケース
- ・水噴出ノズルから適切な噴出水量を求める予備解析の実施 1 ケース
- ・入力データ作成 (表 3.2.1) 4 ケース (2)
- ・入力データ作成 (表 3.2.2) 12 ケース (4)
- ・入力データ作成 (表 3.2.3) 8 ケース (2)

合計 116 ケース (38)

入力データを作成する全ケース数 116のうち、フル解析を実施するケース数は 38である。