

北港処分地（夢洲1区）における災害廃棄物の焼却によって生じる焼却灰の埋立処分にかかる個別評価について

平成24年6月5日

環境省

1. 評価の目的

東日本大震災により発生した災害廃棄物の広域処理を行うにあたり、災害廃棄物の焼却により生じた焼却灰の埋立処分が安全に実施可能であるか、北港処分地特有の条件を勘案した埋立方法等について総合的に評価を行った。

2. 基本的考え方

「東日本大震災により生じた災害廃棄物の処理に関する特別措置法」（平成23年法律第99号）に基づき、「東日本大震災により生じた災害廃棄物の広域処理に関する基準等について」を平成24年4月17日に告示として定めたところ。この中で、災害廃棄物の水面埋立処分を行う場合の基準は以下のように整理されており、水面埋立処分を行う最終処分場について、個別にこの基準を満たすことを確認する必要がある。

- ① 陸域化した部分…陸上の最終処分場と同じ。
- ② 水面部分…水面埋立地の残余水面部の内水の放射能濃度が最終処分場周辺の公共の水域の放射能濃度限度以下（下記の式を満たすこと。）であることを要する。

$$\frac{134\text{Csの濃度(Bq/L)}}{60\text{ (Bq/L)}} + \frac{137\text{Csの濃度(Bq/L)}}{90\text{ (Bq/L)}} \leq 1$$

3. 北港処分場における埋立処分の概要

大阪市では、災害廃棄物を受け入れ、焼却したのち、北港処分地の夢洲に埋立処分することを検討している。埋立てを想定している領域は、管理型最終処分場である夢洲1区の第3層目であり、すでに陸域化された区域である。これは、残余水面から3.75mの高さの上部に相当する。平面図を図1に、断面図を図2に示す。

埋立予定区域の面積は約20,000m²であり、焼却灰の埋立て高さが4.0mとなることから、おおよそ80,000m³（約11万トン）の埋め立て可能な領域が予定されている。

この埋め立て可能容量の範囲内に収まるように、災害廃棄物を受け入れ、その焼却残渣を北港処分地に埋立処分する計画を検討している。

大阪府の「大阪府域における東日本大震災の災害廃棄物処理に関する指針」（以下「指針」という。）に定める受け入れる災害廃棄物の目安値（100Bq/kg）及び想定される混焼率（10%～20%）をもとに、焼却灰の放射性セシウムの放射能濃度（以下「放射能濃度」とする。）の最大濃度を推計すると、仮に混焼率20%で、焼却の際に放射性セシウムが全量飛灰に移行するとして大阪府域の飛灰発生実績（2.86%）から焼却前の放射性セシウム濃度に対して、飛灰の濃度は35.0倍の濃度になるこ

とから、最大で約 700Bq/kg（以下「最大濃度」という。）となると想定される。また、指針では焼却灰等を埋立処分する場合の目安値を 2,000Bq/kg としていることから、この最大濃度 700Bq/kg 及び 2,000Bq/kg のケースについて安全性評価を行うこととする。

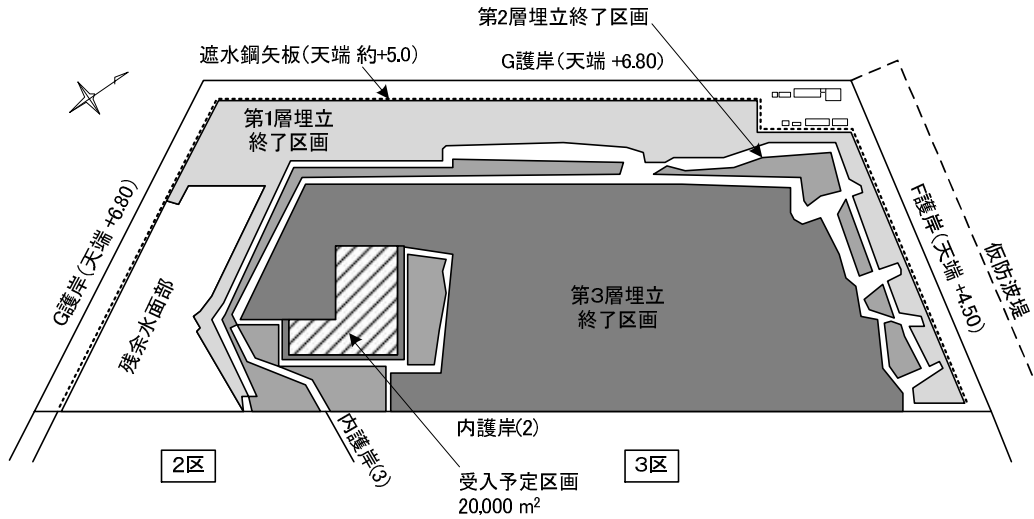


図 1 受入予定区画の平面図

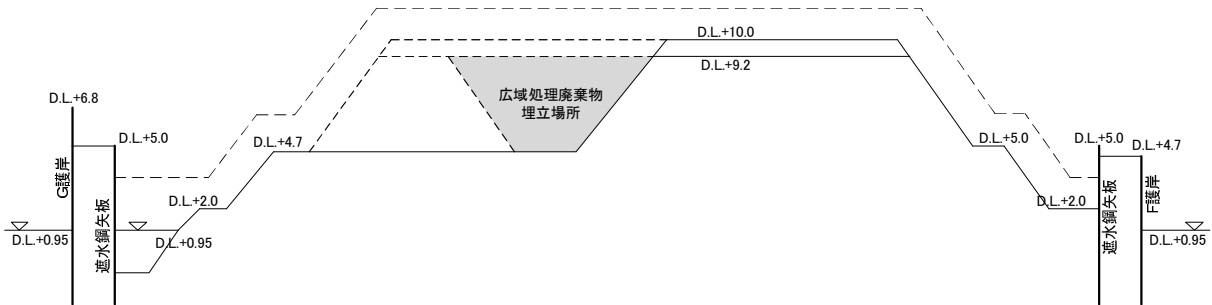


図 2 受入予定区画の断面図

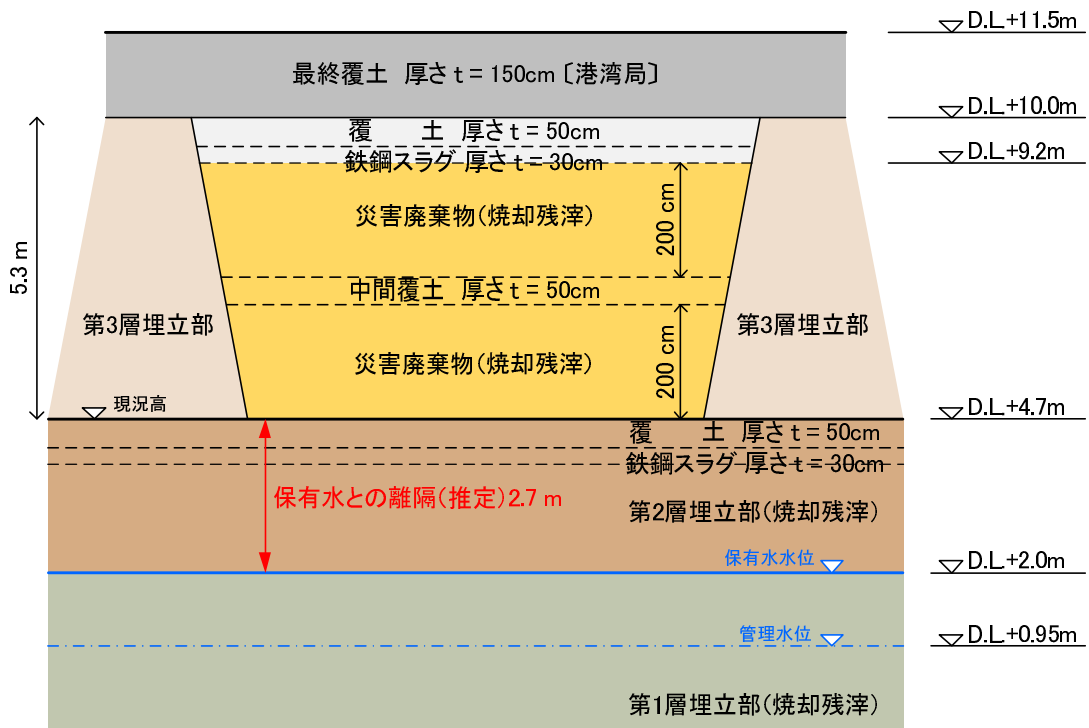


図3 第3層目埋立における焼却残滓の埋立標準断面図

4. 北港処分地における個別評価

① 水面埋立を行う場合

まず、海面埋立の特殊性を考慮して、仮に最大濃度の飛灰全量を水面投入する場合の残余水中の放射能濃度を推計する。

推計に当たっては、「北港処分地（夢洲1区）における広域処理災害廃棄物焼却灰埋立時の放射性セシウムの挙動に関する評価報告書（平成24年6月5日、独立行政法人国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター）」（以下「報告書」という。）のP33～36に示すように、投入する焼却灰から溶出する放射性セシウムの放射エネルギーを総水量（残余海面の水量と水処理水量）で除して算出した。具体的には以下の式になる。

$$\text{焼却灰から溶出する放射エネルギー (Bq)} / \text{総水量 (L)} = \text{残余海面における放射能濃度 (Bq/L)}$$

算出の際には、降雨や海水の蒸発、余剰水の排水を考慮して放射能濃度の評価を行うと、結果は表1のとおりとなる。

表 1 水面埋め立てを行った場合の残余水中放射能濃度

	焼却灰から溶出する放射能 (MBq)	総水量 (m ³)	残余水中の放射能濃度 (Bq/L)
1 年目	6000	1, 225, 522	検出下限値以下 (計算上は 4. 90)
2 年目	6000	1, 217, 534	検出下限値以下 (計算上は 9. 82)

※大阪市は 2 年間で災害廃棄物を受け入れる計画のため、2 年目まで評価した。

これは、2. の放射能濃度限度を下回っており、仮に水面埋め立てを行った場合でも、告示に示す基準を満足する。

② 陸域埋立を行う場合

次に、大阪市では、残余水への影響をできるだけ軽減する観点から、図 1, 2 に示す場所における陸域化された場所での埋立を検討している。そこで次に、図 3 のような陸域化部分での埋立処理を行った場合の残余水への影響について推計する。

推計に当たっては、報告書 P7 に示すような移流分散反応方程式を設定して、放射能濃度を算出した。

放射能濃度の評価点について、公共用水域である外海で濃度限度を超過しないことが求められるが、個別評価ではより安全側の評価として、残余水面に到達した時点の評価点 (図 4 の POC) として放射能濃度の評価を行う。想定される飛灰の最大濃度 (700Bq/kg) 及び指針で定められた目安値 2, 000Bq/kg の 2 つのケースについての評価を行う。

この際、報告書 P18~22 のように将来的な埋立層の沈下を考慮した上で推計を行うこととする。具体的には、将来的に焼却灰埋立区画底面から保有水水位までの距離はほぼゼロとなる (焼却灰底面と保有水が接する) ことが予想される。保有水に到達した放射性セシウムは真横には移動せず、一度、保有水深部に潜り込んでから徐々に横方向に向きを変えるが、保守的な評価を行うため、第 2 覆土層 0. 5 m 及び第 2 鉱滓層 0. 3 m を垂直に沈下したあと、残余水に向かって水平に移動すると仮定した。

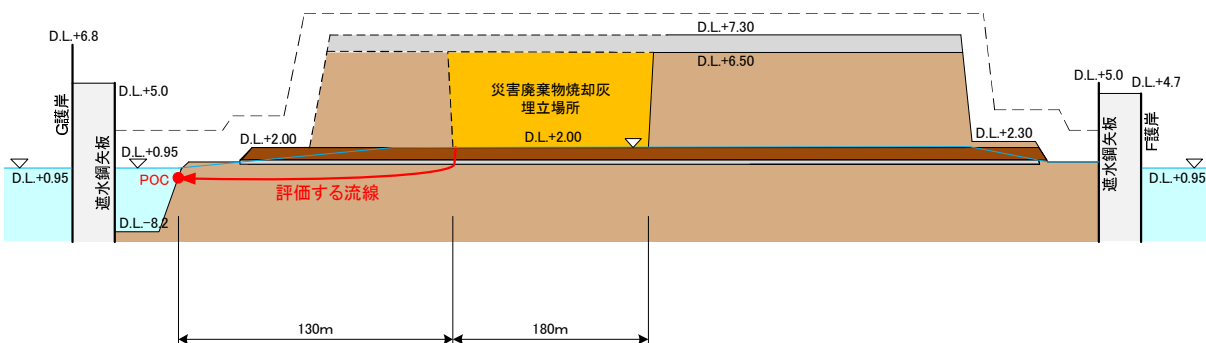


図 4 放射性セシウム移動による評価の考え方

推計の結果は表2のとおりとなり、2,000Bq/kgの場合でも、通常の排水モニタリングの検出下限値（10Bq/L）※を下回り、検出されないレベルとなることから、残余水への影響を低減する上で極めて有効であり、十分な安全性が得られるものと評価できる。なお、浸出水ピーク濃度は焼却灰等中のセシウム濃度に比例する。

※…事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の処理等に関するガイドライン（平成23年12月環境省）P5-32

表2 陸域埋立の場合の残余水面到達時セシウム濃度

	残余水中のセシウム 137 濃度※	ピーク出現年数
飛灰濃度 700Bq/kg	検出下限値以下（計算 上は1.89Bq/L）	166年
飛灰濃度 2000Bq/kg	検出下限値以下（計算 上は5.39Bq/L）	166年

※セシウム134については、0.0001Bq/L以下になることからセシウム137の結果のみを表示している。

5. まとめ

焼却灰を陸域化部分に埋め立てることで、残余水面に到達する時点での放射能濃度は、2.②の濃度限度を満たすと同時に、検出下限値を下回り、十分な安全性が確保できると評価される。

ゼオライト敷設の効果

5. の結果から、陸域部分に焼却灰の埋立処分を行うことにより、十分な安全性を確保できることは確認されたが、参考のため、廃棄物層からの溶出を直接抑制する手法として、たとえば、廃棄物層の下にセシウムの吸着能が高いゼオライト（分配係数：300 mL/g）を 20cm 敷いた場合の第2覆土層の直下（図5の第二覆土層直下）での放射能濃度の推計を行った。

推計イメージは下図のとおり。

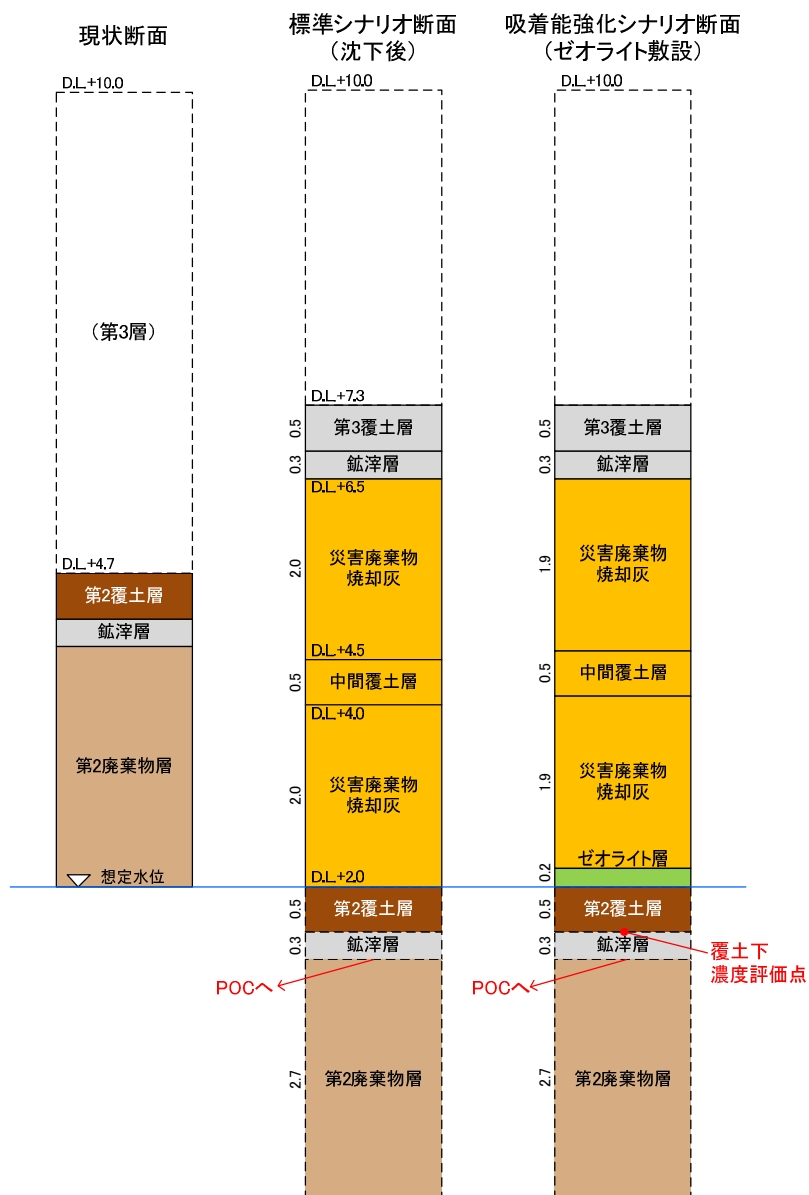


図5 吸着能を強化した埋立模式断面図

報告書参考資料 1 から、焼却灰の最大濃度 (700Bq/kg) 及び指針による目安値 (2,000 Bq/kg) を想定した場合の覆土層直下の濃度を表 3 に示す。焼却灰の濃度が 700Bq/kg の場合及び 2000Bq/kg の場合の両方について、第 2 覆土層下部における放射性セシウム濃度のピークは検出下限値を下回ることが確認された (計算上は 3.32 Bq/L、9.5Bq/L)。このことから、ゼオライトの敷設の効果については、ゼオライト層直下の第 2 覆土層下部でも放射能濃度を検出下限値以下に低下させることが可能となることが確認された。

ゼオライトが無い場合、ある場合の第二覆土層直下、POC における最大濃度を、焼却灰濃度が 700Bq/kg 及び 2,000Bq/kg の場合において整理すると表 3 のようになる。ピーク濃度は焼却灰中のセシウム濃度に比例する。

表 3 評価の結果

ゼオライト有無		なし		20cm	
評価地点		第二覆土層直下	POC	第二覆土層直下	POC
最大濃度 (700Bq/kg) の場合	セシウムピーク濃度 (Bq/l)	552Bq/L	検出下限値以下 (計算上は 1.89Bq/L)	検出下限値以下 (計算上は 3.32Bq/L)	検出下限値以下 (計算上は 0.0604Bq/L)
2,000Bq/kg の場合	セシウムピーク濃度 (Bq/l)	1578Bq/L	検出下限値以下 (計算上は 5.39Bq/L)	検出下限値以下 (計算上は 9.5Bq/L)	検出下限値以下 (計算上は 0.172Bq/L)
ピーク出現年数 (年)		8	166	77	243

※セシウム 134 については、0.001Bq/L 以下になることからセシウム 137 の結果のみを表示している。

津波災害時の検討

「東日本大震災を踏まえた大阪府の津波避難対策の基本的な考え方（平成23年7月6日）」等の文献から、大阪市では、想定津波最高高をDL+7.5mと想定している。

これは、G護岸高さ（DL+6.8m）をこえることから、津波の際には、処分場内に海水が浸入してくることが考えられる。

そこで、ここでは、津波があった場合の、

- ① 引き波で、埋設した焼却灰の層が崩壊し、残余水に広がった場合
- ② 埋設した焼却灰の層は崩壊しないものの、残余水の処理施設が破壊され、5年間は残余水高さが護岸高さで固定されてしまう場合

の2つのケースについて検討を行う。

① について

4. ①において、焼却灰を残余水に直接投入した場合でも、2. の放射能濃度限度を下回っている。津波で残余水量がさらに増えた場合には、この濃度をさらに下回ることから、告示に示す基準を満足する。

② について

報告書参考資料2にあるように、5年間は残余水の水位が廃棄物層の下部にひたった場合、浸出水が残余水の向きに水平方向に移動するが、その場合でも、埋立地内に築堤された土堰堤等によって封じ込めることが可能であり、その後、水処理施設が稼働することで、残余水面が廃棄物層下部より下に維持されるため、結果としては、浸出水は4. ②で評価した結果とほぼ同じになり、告示に示す基準を満足する。

このことから、大阪府で想定されている津波を受けた場合でも、十分な安全性が確保できると評価される。