福島原子力事故関連情報アーカイブ
FNAA Fukushima Nuclear Accident Archive

Title	処分施設コンクリートへの Cs 浸透の試算
Alternative_Title	Trail calculation of Cs penetration in concrete used for disposal facilities
Author(s)	山田 一夫(国立環境研究所), 大迫 政浩(国立環境研究所) Yamada, Kazuo(National Inst. for Environmental Studies); Osako, Masahiro(National Inst. for Environmental Studies)
Citation	第 10 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.47 The 10th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment
Subject	セッション：除染と減容化
Text Version	Publisher
URL	https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/230602
Right	© 2021 Author
Notes	禁無断転載 All rights reserved. 「第 10 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。

Japan Atomic Energy Agency

処分施設コンクリートへの Cs 浸透の試算

○山田一夫 1)、大迫政浩 1)
1)(国研)国立環境研究所

１．はじめに

放射能汚染した廃棄物の処分施設には鉄筋コンクリートが用いられ、コンクリートには封じ込め性能が求められるが、廃棄物から Cs が溶出した際のコンクリートへの浸透を評価しておくことが必要である。既往の研究成果 1)をもとに、コンクリートの変質を考慮したコンクリートへの Cs 吸着と、コンクリートへの Cs 浸透速度を評価した 2)。その結果から、コンクリートへの Cs-137 の浸透プロファイルを試算した。

２．計算の前提条件

(1) 処分対象物と施設形状と状態

処分対象物は溶融飛灰とし、かさ密度 1.2 g/cm^3、安定 Cs 濃度 11 ppm、Cs-137 濃度 50 万 Bq/kg とした。施設はコンクリートピットとし、形状は深さ 3 m×幅 30 m×長さ 50 m(容量 4500 m^3)、表層 0.5 cm の炭酸化層を有するとした。コンクリート密度は 2.3 g/cm^3、水セメント比 50%、単位水量 320 kg/m^3 とし、水量の 50%(160 L/m^3)が残存し、ここをイオン拡散するものと仮定したコンクリートにはひび割れは含まれないとし、最悪シナリオとして内部が水没した条件を考慮した。

(2) 計算の過程

健全なコンクリートはセメント由来の K が Cs の数 100 倍程度存在するため、固液間の分配比で 1 程度と Cs 吸着能力は小さい。しかし、炭酸化することで、アルミノケイ酸水和物が生成し、アルカリ吸着能を示すようになり、Cs 選択性も高い。そこで、処分対象物から Cs はすべて溶出するとし、その Cs 濃度での固液間の Cs 分配比を 1000 と仮定し、液相の Cs 濃度を減じた。Cs-137 濃度は全 Cs に比例計算した。

炭酸化部分の実効拡散係数は健全部分に比べ無視し得るほどに大きいと仮定した。健全コンクリート部分への Cs 浸透はフィックの拡散方程式に従うとし、見かけの拡散係数を対応する Cs 濃度においてモルタル試験により得られた値、4×10^{-12} m^2/s とした。表面 Cs 濃度は、処分物からの全 Cs がコンクリートの炭酸化部分への吸着を考慮し、液相濃度を低下させ、固液間の分配比を 1 とし、コンクリートの表面 Cs 濃度は液相濃度を等しくした。処分物中の Cs 濃度は一定とした。Cs-137 の減衰も考慮した。

３．結果

溶融飛灰の Cs-137 濃度 50 万 Bq/kg は、炭酸化コンクリートへの吸着で、8.3 万 Bq/kg まで低下した。この条件で計算したコンクリート中の Cs-137 濃度プロファイルを図 1 に示す。厚さ 5mm の炭酸化部は深部に比較し 1000 倍の農集が起きている。放射性同位元素を用いた飽水状態への炭酸化モルタルへの 25 μM の CsCl および 90 μM の Sr_2Cl 溶液への 53 日間の浸透において、6 mm の範囲で 5 桁の濃度減少が計測されており、図 1 の結果はおおよそ実験を再現できている。より長期材齢では、拡散により、Cs 浸透深さが深くなる。100 Bq/kg となる時間を目安として考えると、材齢 100 年において 40 cm 深さに到達する。

この計算では、モルタルの拡散係数を用いているが、一般にコンクリートの拡散係数はより小さいので、コンクリートでの浸透深さはより小さくなると考えられる。また、表層部分の Cs-137 濃度は 100 年間にわたり、1000 万～1 億 Bq/kg であり、水素ガス発生対策を考慮する必要がある。

なお Sr は拡散係数が 1×10^{-13} m^2/s と小さいため、Cs-137 に比較し濃度が 1/1000 であることを無視したとしても、100 年時点での浸透深さは 7 mm であり漏洩のリスクは低い。

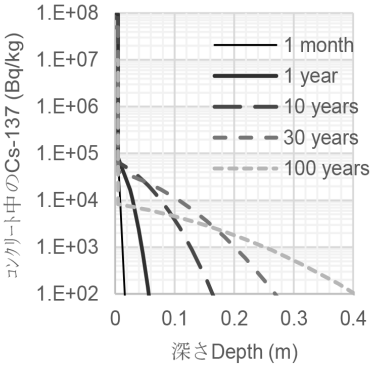

図 1　溶融飛灰からのコンクリートへの Cs 浸透

参考文献：(1) 名古屋大学, 放射性物質によるコンクリート汚染の機構解明と汚染分布推定に関する研究, 平成 31 年度文部科学省 国家課題対応型研究開発推進事業英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業成果報告書, 2020, 128p. (2) K. Yamada, G. Igarashi, N. Osawa, R. Kiran, K. Haga, S. Tomita, I. Maruyama, Experimental study investigating the effects of concrete conditions on the penetration behaviors of Cs and Sr at low concentration ranges, J. Adv. Concrete Tech., 19, 756-770 (2021).

Trail calculation of Cs penetration in concrete used for disposal facilities

(NIES) ○K. Yamada, M. Osako

発表目次
口頭発表
ポスター発表
企画セッション