



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the Effects of Covering and Adsorption layers on Immobilizing Arsenic from Hydrothermally Altered Rock [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Tangviroon, Pawit
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第12911号
Issue Date	2017-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/67471
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Tangviroon_Pawit_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (工学) 氏名 Tangviroon Pawit

審査担当者 主 査 教 授 五十嵐 敏文

副 査 教 授 川崎 了

副 査 特任教授 高橋 正宏

学位論文題名

Study on the Effects of Covering and Adsorption layers on Immobilizing Arsenic from Hydrothermally Altered Rock

(熱水変質岩からのヒ素の不溶化に及ぼす覆土層および吸着層の影響に関する研究)

北海道の多くのトンネルの建設にともない熱水変質を被った岩石(掘削ずり)が発生する。それらは一般にヒ素含有量が高い。これらの掘削ずりを適切に処分しなければ、ヒ素などの重金属類が土壌、地下水などの周辺環境を汚染する可能性がある。とくに、道路建設、新幹線建設にともない大量の熱水変質を被った掘削ずりが発生する。従来は、管理型処分場のような土捨て場に処分されてきたが、経済性や持続可能性の観点から好ましくない。そのため、このような掘削ずりを合理的に処分するための技術開発を行うために、熱水変質岩から溶出するヒ素の挙動を制御する影響因子に関する多くの研究が実施されてきており、近年はカラム試験によるヒ素の溶出・移行の機構に関する研究が実施されている。本論文では、ヒ素の移行挙動を制御する機構を詳細に研究するために、カラム内に水分量および酸素濃度センサーを挿入し、ヒ素の移行挙動に及ぼす覆土層、吸着層の影響を水分量および酸素濃度の変化から実験的に検討するとともに、Hydrus 1-D という一次元地下水流動・溶質移行解析モデルを用いてヒ素の移行挙動を評価できるかどうかを検討した。これらの結果を用いることによって、実際の熱水変質を被った掘削ずりの処分のための設計法の確立に寄与できると考えられる。本論文は5章から構成されている。

第1章は、ヒ素に関する性状、人体への影響、含有鉱物、除去技術などの既往知見をレビューした。さらに、吸着理論および不飽和層における溶出・移行モデルの基礎についてもレビューした。これらのレビューを踏まえ、本論文の目的、構成を記述した。

第2章は、覆土層や吸着層の有無によって酸素濃度や水分量がどのように変化するのか、それにとともなうヒ素溶出挙動への影響はどの程度かを明らかにするためのカラム試験の結果を記述した。それによると、覆土層や吸着層を加えることによってヒ素の浸出濃度が低下した。これは、吸着層によるヒ素の吸着のほか、掘削ずり層内部の水分量と酸素濃度の変化に起因している。すなわち、覆土層や吸着層の付加によって間隙中の水分量が増加し、それにとともない酸素濃度が低下した。その結果、掘削ずり中のヒ素含有鉱物の酸化が抑制され、ヒ素溶出量が低減した。さらに、吸着層では鉄の酸化水酸化物の沈殿を誘起したことも考えられる。すなわち、掘削ずりや吸着層中の地球化学環境がヒ素の溶出・移行に影響を及ぼしていることが示唆された。

ヒ素移行に及ぼす覆土層や吸着層の影響を明確にした上で、第3章では、不飽和層における降水の降下浸透現象を評価した。不飽和層では水分流動現象が複雑になるため、降雨条件に対応した降水の非定常の降下浸透を評価した。そのため、複数の地層からなる不飽和層に対して Hydrus 1-D

を適用した。その結果、実験結果と解析結果とがよく一致し、各降雨に対応した水分量変化を表現することができた。この結果を踏まえ、ヒ素の移行挙動を次章で評価した。

第4章では、カラム試験に供した河川堆積物を吸着層とした場合のヒ素の移行抑制機能を実験結果に基づき Hydrus 1-D を用いて評価した。カラム試験結果から、ヒ素の移行は抑制されるが、ヒ素の破過曲線が3パターンに区分できた。はじめのパターンは吸着層による可逆吸着、2つめのパターンは酸素濃度低下によるヒ素の溶出抑制、吸着層での鉄沈殿物生成にともなう不可逆吸着、3つめのパターンはさらなる酸化抑制にともなうヒ素溶出濃度の低下である。実験的に得られた破過曲線は、可逆・不可逆吸着を考慮することによってこの3パターンを評価できた。

第5章では、上記の結果を踏まえ、ヒ素含有量の高い掘削ずりを処分する方策として、同程度に透水性の低い覆土層および吸着層を掘削ずりで挟み、掘削ずり中の中和鉱物量が少ない場合は、中和材を添加する設計が合理的であることを提案した。

以上、これを要するに、著者はヒ素を溶出する熱水変質を被った岩盤への対策として、吸着層によるヒ素の可逆・不可逆吸着のほか、覆土層および吸着層を設けることにより掘削ずりの酸化反応を抑制し、ヒ素の溶出を低減する方法の有効性を検証した。これは環境地盤工学に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。