HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	掘削ずりからの自然由来重金属等を含む多様なpHを有する浸出水に対する吸着層工法に関する研究［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	龍原, 毅
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第11909号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58750
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Takeshi_Tatsuhara_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学　位　論　文　内　容　の　要　旨

博士の専攻分野の名称　　博士（工学）　　氏名　龍原 毅

学　位　論　文　題　名

掘削ずりからの自然由来重金属等を含む多様な pH を有する浸出水に対する吸着層工法に関する研究

(Study on adsorption layer for leachate containing heavy metals with a variety of pH from excavated rocks)

近年、トンネル工事等の公共事業で発生する掘削ずりの中に自然由来の重金属等が含まれ、周辺環境への影響が問題とされる事例が増えている。地質・地盤は、これまでにさまざまな物理・化学・生化学作用などを受けて現在の状態にあり、岩石や土壌中に重金属等を含有している現象は、特別なことではない。重金属等はもともと地殻に含まれているものであり、熱水作用による変質鉱物の生成、温泉水や鉱泉水による濃集、堆積作用にともなう濃縮などにより、重金属等をバックグラウンドよりも多く含有する地層が存在する。

平成 3 年 8 月に土壌環境基準が、平成 9 年 3 月に地下水の水質汚濁に係る環境基準が告示されたことで、自然由来の重金属等に関する検討を行う事例が徐々に増え、さらに平成 15 年 2 月に土壌汚染対策法が施行され、平成 22 年 4 月の改正法により自然由来の重金属等も法の対象となったことから、近年は自然由来の重金属等を環境問題として検討することが一般的になっている。環境に配慮することは望ましいことではあるが、重金属等により生じるリスクに応じて適切に対応することが必要である。一部の事業では、想定されるリスク以上に厳重な対策を行い、事業コストが高騰するという状況も生じている。そこで、直接飲用する可能性がほとんどないトンネル工事により発生する掘削ずり盛土浸出水の対策に膨大なコストをかけることは、公共事業費の有効活用の観点から問題があると考える。

そのような背景を受け、本論文では、自然由来の重金属等に関する合理的対策の一つとして吸着層工法に着目し、掘削ずりからの浸出水がアルカリ性を示す場合、あるいは酸性を示す場合のそれぞれについて、pH が重金属等の吸着効果に与える影響を評価し、吸着層工法を合理的に構築するためにバッチ法とカラム法とを併用し検討した。また、盛土内における吸着層の最適配置に関しても考察した。

第 1 章では、本研究の背景として自然由来の重金属等に関する既往知見を整理し、重金属等に関する対策の考え方を示した。また、掘削ずりに重金属等が含まれる場合、もとの地山においては水や空気に接触しにくい還元状態にあったものが、掘削により粒径や酸化還元環境が変化して酸化状態におかれ、酸化が進行することにより重金属等が溶出しやすくなることを示した。とくに酸化にともなう酸性化が重金属等の溶出特性に影響することは、合理的対策を講じる際に重要な事項であり、吸着層工法のように溶出量に応じて吸着材の性能を設計する場合は、pH を適切に調整することでより合理的な対策とすることができる可能性について言及した。

第 2 章では、掘削ずりの浸出水がアルカリ性を示す場合に、天然火山灰を吸着材として用いた場合の対策効果を検討した。環境中で陰イオンを形成しやすい As や B は非晶質 Al や Fe の量とともに吸着量が増加することを示した。また As の吸着量は pH に依存することから、As の吸着現象

を一定の分配係数だけで表現するだけでは十分ではなく、pH 変化を考慮したモデルの構築が必要になることを示した。一方、B は吸着効果の pH 依存性があまり大きくなく、一定の分配係数を設定することで評価が可能となることを示した。

第 3 章では、掘削ずりの浸出水が酸性を示す場合について検討した。熱水変質作用を被った掘削ずりは、酸性浸出水を発生する場合がある。酸性水を発生させる掘削ずりに対して、炭酸カルシウムによる中和と天然火山灰による吸着を組合せた対策を検討した。その結果、バッチ試験では炭酸カルシウムで溶出液を中和することで Pb や As などの重金属等の溶出を抑制でき、カラム試験でも炭酸カルシウムを加えることにより浸出水の重金属等濃度を低減できた。すなわち、炭酸カルシウムを中和材として pH を中性付近に調整した上で火山灰を吸着材として用いることが有効であることを示した。

第 4 章では、盛土内における吸着層の最適配置について検討した。吸着層を盛土の中間部や底面部に敷設することが考えられるが、同じ量の吸着材で重金属等を効果的に吸着するためには、高濃度の重金属等が存在する場所に吸着層を設置することが効果的であることを明らかにした。現場において吸着層を施工する場合には、あらかじめ盛土底面に使用する予定の吸着材をまとめて敷設した方が効果的であり、吸着層の敷設工程も最小限にすることが可能である。ただし、トンネル工事等では、工事の進行とともに重金属等の溶出値が判明する場合もあるため、現場状況に応じて対処する必要がある。

第 5 章では、本研究で得られた知見をまとめた。