



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	pH-dependent leaching of arsenic from shield-tunneling excavated soils and its countermeasures [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Ho, Gia Duc
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14454号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81583
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ho_Gia_Duc_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 Ho Gia Duc

審査担当者 主 査 教 授 五十嵐 敏文

副 査 教 授 川崎 了

副 査 准教授 磯部 公一

学位論文題名

pH-dependent leaching of arsenic from shield-tunneling excavated soils and its countermeasures

(シールド工法によって掘削された土壌からのヒ素溶出の pH 依存性とその対策)

多くの先進国では、地下施設はすでに利用されているが、近年は途上国においても、急激な人口増と都市化により地下空間が利用され始めている。地下鉄、高速道路、高速鉄道、水力発電所、ショッピングモール、駐車場、下水処理施設など多様な目的で地下空間が利用されている。このような施設を建設するにあたりトンネル掘削は重要で、建設のための第一歩になる。一方、軟弱な沖積層におけるトンネル掘削には、シールド工法が一般に使用されている。この工法では、掘削トンネル壁面を補強し、安定化させるために、セメント系材料が使用される。軟弱な土壌、堆積物は、セメント系材料の添加によって力学的特性は改善されるが、土壌、堆積物の pH は上昇し、自然由来ヒ素 (As) の溶出に対して好条件を与えることになる。すなわち、シールド工法は As 溶出を促進させることにつながる。しかし、シールド工法によって発生する掘削土からの As 溶出に及ぼすセメント材料の影響に関する知見はこれまでほとんど得られていない。そこで、本研究では、この影響を解明するとともに、As 溶出を抑制するための対策として、吸着材の添加の効果を実験的に検討した。これらの成果は、アルカリ性を呈する掘削土の管理に関して有用な情報を提供する。本論文は 5 章から構成されている。

第 1 章では、As による土壌汚染、環境中での As の地化学特性、As の除去対策、シールド工法を概説した。

土壌、岩石、産業廃棄物からの As 溶出に関しては、これまで多くの研究がなされてきた。しかし、これらの研究には、シールド工法による掘削土は含まれておらず、さらに pH 調整も塩酸や水酸化ナトリウムなどを添加することによって実施されてきた。そのため、セメント添加をともなうシールド工法による掘削土からの As 溶出に及ぼす pH 影響はあまり検討されていない。第 2 章では、As 溶出に関する最近の研究および本研究の必要性和目的を記述した。

第 3 章では、シールド工法によって掘削された自然由来の As を含有する土からの As 溶出に及ぼすセメント (普通ポルトランドセメント) 添加の影響を実験的に検討した。さらに、As の固相中の形態と溶出性との関係を明らかにするために、逐次抽出試験を実施した。その結果、セメントを添加しない場合は、As の溶出量は固相中の交換態 As 含有量および全 As 含有量とともに増加することがわかった。セメントの添加により、As 溶出量は pH10.3 で最大となり、それよりも pH が高くなると逆に減少した。この傾向は、掘削土の種類にかかわらず同様となった。このことは、シールド工法による掘削土からの As 溶出を抑制するためには、pH 調整が重要であることを示している。また、全反射法フーリエ変換赤外分光光度計 (ATR-FTIR) による測定も行い、セメント添加に

より掘削土の化学的な特性の変化は若干認められるが、As の形態は変化しないことがわかった。

第 4 章では、シールド工法による掘削土からの As 溶出を抑制するための対策を検討した。最も簡易的な方法は吸着材の添加である。ここでは、アルカリ性でも有効に作用し、容易に入手可能と考えられている酸化マグネシウム、半焼成ドロマイト、酸化鉄を使用し、溶出試験からそれらの性能を評価した。この結果、どの吸着材に対しても、掘削土に対して 1% 程度の添加によって As 溶出が抑制された。また、ATR-FTIR を適用し、吸着材の有無による結合形態の変化を確認したところ、本試験での添加率ではその形態に変化は見られなかった。このことは、掘削土がアルカリ性であっても、吸着材が有効に作用し As 溶出が抑制されることを示唆する。

第 5 章では、結論を記述するとともに、アルカリ性を呈する掘削土の管理に関する基礎的な知見を記述した。

以上、要するに、著者はシールド工法によって発生した掘削土からの As 溶出に関して、As 含有量だけでなく pH が大きく作用すること、また各種吸着材によってアルカリ性であってもその溶出が抑制されることを明らかにした。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。