

新東名高速道路建設における重金属含有土の掘削土の粒径と 溶出量の関係に着目した新たな分別方法

A classification method focused on the relationship between particle size and leachate concentration of heavy metal in excavated soil in SHIN-TOMEI Expressway

立松和憲¹，平尾義男²，中野正樹³，三嶋信雄⁴，米田英治⁵

- 1 中日本高速道路株式会社 名古屋支社・保全サービス事業部・k.tatematsu-aa@c-nexco.co.jp
- 2 中日本高速道路株式会社 名古屋支社・豊田工事事務所
- 3 名古屋大学大学院・工学研究科社会基盤工学専攻・教授
- 4 川崎地質株式会社・参与
- 5 川崎地質株式会社

概 要

新東名高速道路の建設においては、環境基準値を超える重金属含有土が発生したため対策を実施しており、第二溶出量基準値を超えた土砂については処理施設に搬出して処理している。特に岡崎市域で施工した額田トンネルの掘削土からは、第二溶出量基準値を超える重金属含有土が当初想定量を大幅に超えて出土した。トンネル施工においては、掘削土で1日1回判定試験を行い重金属の有無を判定し、土運搬先を決定している。大量の重金属含有土に対応するために、簡易に速やかに基準値を超える岩塊の分別が必要となった。掘削土の重金属の溶出量試験における傾向から地質帯に着目し、高濃度の重金属が変質帯に存在する傾向が見られた。そこで、掘削土を粒径ごとに分級し溶出量試験を実施することで、粒径と重金属溶出量の関係を調べた。その結果、100mm以上の掘削土からは環境基準値を超える重金属の溶出がみられないことが分かった。本稿は分級における検討内容と分級された岩塊を用いた盛土の施工について報告するものである。

キーワード：新東名高速道路，重金属含有土，分級

1. はじめに

平成22年4月の改正土壤汚染対策法施行により自然由来の重金属についても同法の対象となった。特に大規模な土地の改変による発生土砂の移動を伴うことの多い公共事業において、同法の施行の影響は大きい。従来、重金属対策は掘削除去が主たる対策となっており、莫大な処理費が必要とされた。このため、事業区域内において重金属含有土を安全かつ有効に活用することが重要である。

中日本高速道路株式会社では、事業区域内に分布する黄鉄鉱・重金属を含有する変成岩類を対象に黄鉄鉱等対策マニュアルを基準化し、本線内に遮水工封じ込めやセメント固化・不要化による処理を行ってきた¹⁾。しかしながら、第二溶出量基準を超える重金属含有土については、処理施設へ搬出して処理している。特に、岡崎市域に施工した額田トンネル及び額堂山トンネルの掘削土からは、第二溶出量基準値を超える重金属含有土が、当初想定量を大幅に超えて出土した。この大量の重金属含有土を短期間に処理するために、簡易に速やかに基準値を超える岩塊の分別が必

要となった。本稿は、掘削土の粒径に着目した分別方法と分別された岩塊を用いた盛土施工について報告するものである。

2. 新東名高速道路における重金属含有土の概要



図1 新東名高速道路周辺の地質概要（文献²⁾に加筆）

図1に示すように、西三河地域は変成岩類（片麻岩）が

広く分布しており、砂質片麻岩および泥質片麻岩が卓越した箇所において重金属含有土が発生している。事前調査により新東名高速道路の建設用地における片麻岩の一部には環境基準を超える自然由来の砒素、鉛、カドミウム、セレンの溶出が確認された。

3. 重金属含有土の判定フロー及びその手法

3.1 重金属含有土の判定フロー

当該地域の重金属含有土は、水への溶け出し易さを示す「溶出量」において環境基準の超過が懸念された。このため、トンネル掘削においては1日1回、明かり部の掘削箇所においては岩質毎に1日1回、簡易分析法による溶出量試験を実施し、盛土施工箇所へ搬出した。掘削土の判定フローを図2に示す。盛土箇所においては、許容値以上の重金属含有土を盛土材として使用していないことを確認するために、公定分析を実施し、その妥当性を確認した。なお、遮水工封じ込めや固化・不溶化盛土を施工した重金属対策盛土に対しては900m³に1回、その他の盛土に対しては5,000m³に1回実施している。

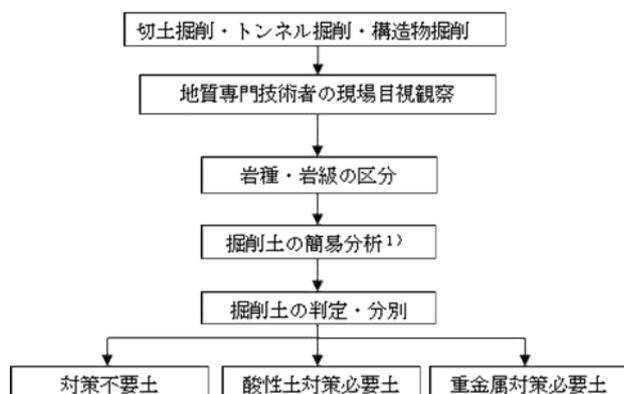


図2 掘削土の判定フロー

3.2 重金属含有土の判定手法

本判定フローの大きな特徴は、掘削箇所と盛土箇所の2箇所環境基準の管理をしたことである。実際、環境基準の判定には、公定分析法を用いなければならない。しかし分析には約1週間を要するため、工事進捗に大きな影響を与えてしまう。そこで、掘削箇所では、最短約10時間で検査結果が得られるボルタンメトリー法³⁾を用いた。区分された材料は盛土箇所では公定分析法を確実に実行している。もちろん、図3に示すように、事前に公定法とボルタンメトリー法と相関を求め、掘削箇所では、ボルタンメトリー法による新たな管理基準値を設定している。

4. 重金属含有土の発生状況

愛知県西三河地域で施工した切土および4箇所のトンネルから土壌汚染対策法に定める溶出量基準(0.01mg/l)

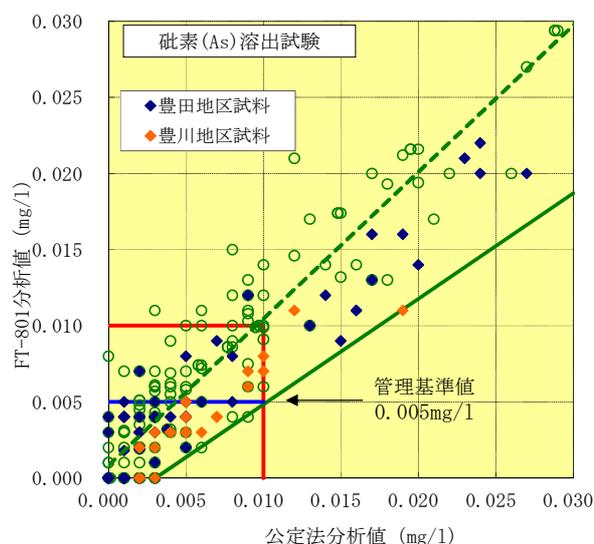


図3 公定分析とボルタンメトリー法の相関関係

を超過する砒素が発生した。特に額田トンネル、額堂山トンネルからは溶出量基準値を大幅に超過する砒素が検出された。図4、図5に額田トンネル及び額堂山トンネルにおける重金属含有土の発生状況(砒素の溶出状況)を示す。

図に示すとおり、額田トンネルにおいては、3.0mg/l、額堂山トンネルにおいては、6.9mg/lと第二溶出量基準値0.3mg/lを大幅に超過する砒素が検出されている。高濃度砒素が確認された区間における岩石を分析した結果、緑色岩中の輝コバルト鉱や硫砒ニッケル鉱に高濃度の砒素が含まれることが確認された。トンネル施工時の切羽観察記録によれば、両トンネルにおいて、熱水変質を伴う褶曲した粘土化帯が確認されており、この周辺に高濃度の砒素が分布していると推察された。

5. 掘削土の粒径による分別方法の検討

土壌汚染対策法では、岩盤は本来同法の適用外とみなされている。岩盤とみなされる適用外の岩盤とは、マグマ等が直接固結した火成岩、堆積物が固結した堆積岩及びこれらの岩石が応力や熱により再固結した変成岩で構成された地盤とされている。また、固結した状態とは、原位置において指圧程度で土粒子に分離できない状態、すなわち2mm以下とならないものとされている。これらの事を勘案すれば、前章で述べた発生土を分級することにより、無対策で盛土材として利用できるものと思われる。

そこで粒径と重金属溶出量の関係を調べるために、実施工をも考慮し4つの粒径について検討を行った。

5.1 掘削土の粒径と砒素溶出量の関係

高濃度砒素が分布していると推察される変質を受けた地質帯が掘削により細粒化していることに着目し、掘削土の粒径と砒素溶出量の関係について検討した。重金属含有土と判定された切羽において、発破後、粒径ごとに試料を採取した。試験は、各々の試料に対しボルタンメトリー法による溶出量試験を実施し、その関係について調べた。溶

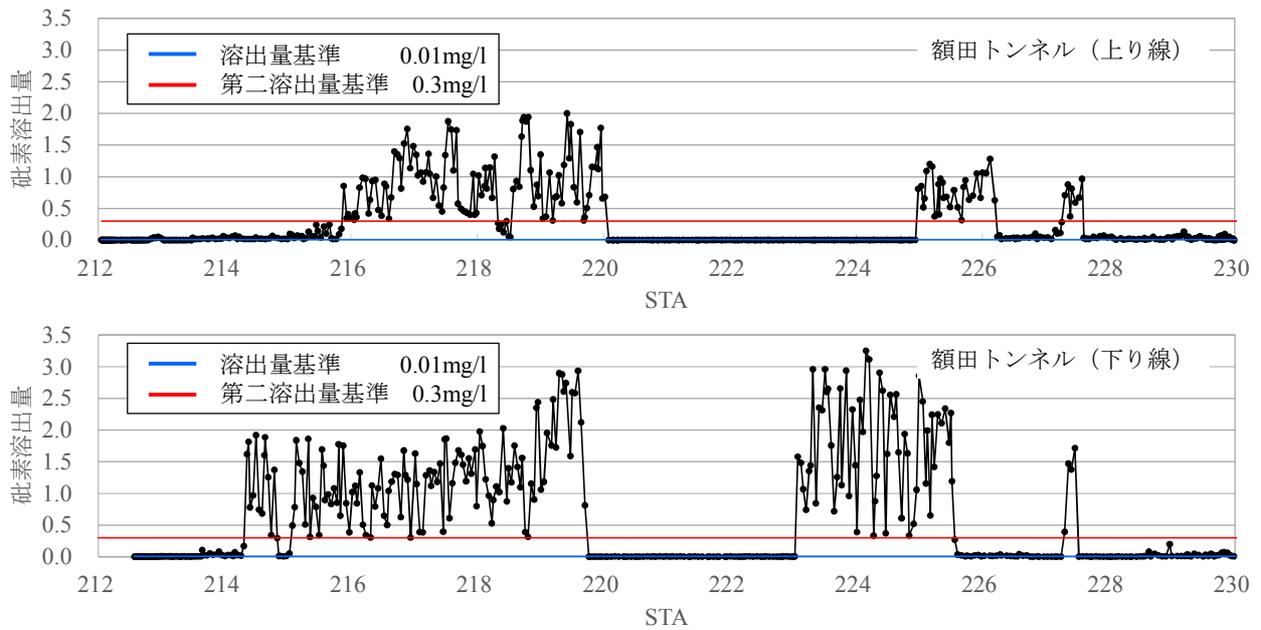


図4 額田トンネルの砒素出現状況

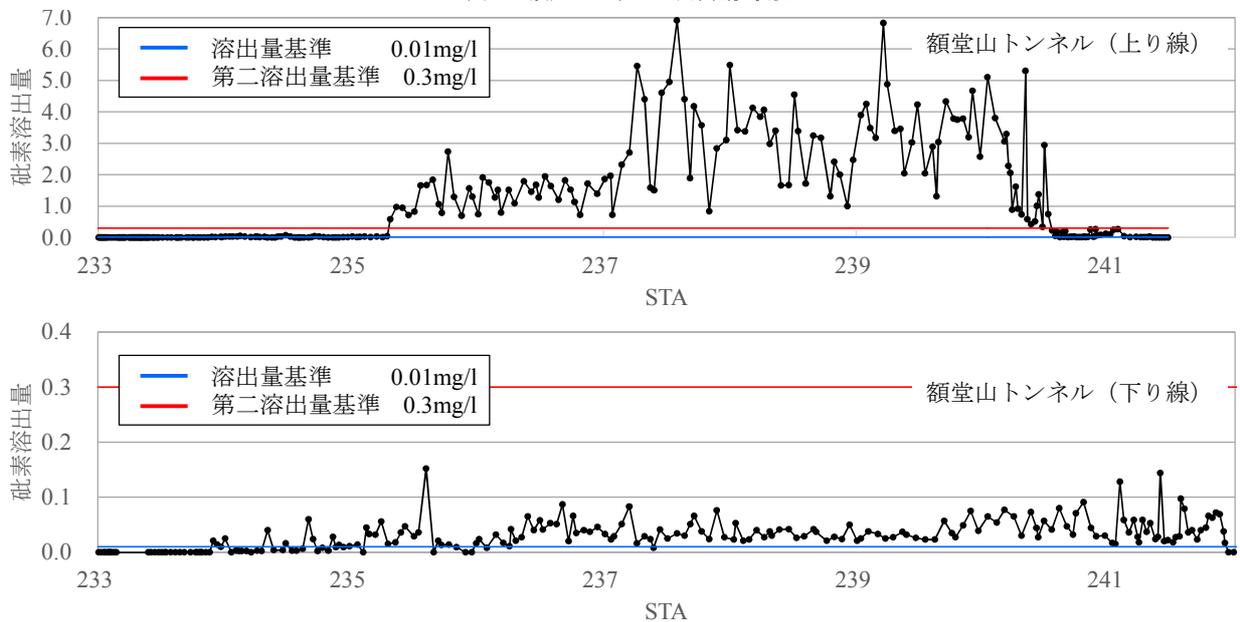


図5 額田トンネルの砒素出現状況

出量試験はいずれの粒径試料も土壌汚染対策法に基づき、礫を2.0mm以下に粉砕した上で行った。

図6に試験結果を示す。掘削土の粒径が小さい試料ほど、砒素の溶出量が大きく、そのばらつきも大きい傾向にあった。一方、粒径が大きい試料ほど、砒素溶出量が小さくなり、そのばらつきも小さくなる傾向となった。特にφ100mm以上の試料においては、砒素の溶出はほとんど認められず、いずれもボルタンメトリー法による管理基準値(0.005mg/l)以下となった。この結果から、変質を伴う緑色岩系統の脆弱部や破碎質な片麻岩は、掘削時に細粒化しやすい傾向にあることがわかった。さらに、細粒化した掘削土ほど変成作用の影響を大きく受けており、砒素の溶出量が大きくなる傾向が見られた。一方で、φ100mm以上の岩礫は変質が少なく、堅岩硬質であるため掘削時は大礫となって搬出される。

5.2 サンプルング手法別による砒素溶出量の検証

掘削土の分級による重金属含有土の分別が可能かを確かめるために、重金属含有土と判定された切羽に対し、切羽破碎直後に粒径ごとに採取した試料と、トンネルより搬出後の掘削土を仮置場で分級し採取した試料を用いて、溶出量を比較した。実施工で適用するためには、トンネル切羽において目視観察による分級は不可能であることから、掘削土仮置場で採取した試料で公定分析による砒素溶出量を下回る必要がある。試料は、各々の箇所φ100mm以上のずりとφ100mm未満の土砂を含むずりの2種類を採取し、公定分析による溶出量試験を実施した。図7にサンプルング手法別に整理した粒径と砒素溶出量の関係を示す。切羽で採取した試料も仮置場で採取した試料ともに、φ100mm以上の試料からは砒素の溶出が確認されなかった。これより、掘削土仮置場まで搬出した後に分級することにより、重金属含有土の分別が可能であることが確認された。

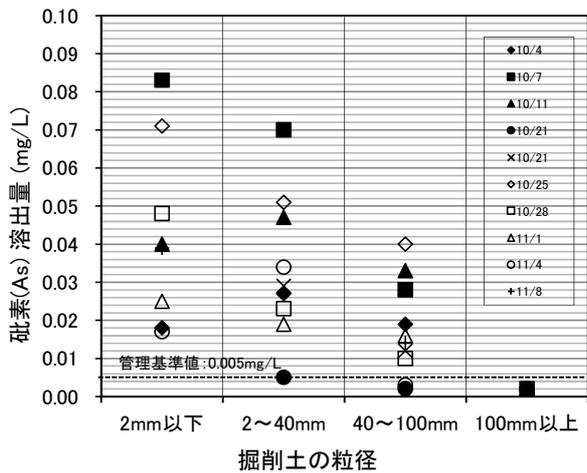


図 6 掘削土の粒径と砒素溶出量の関係

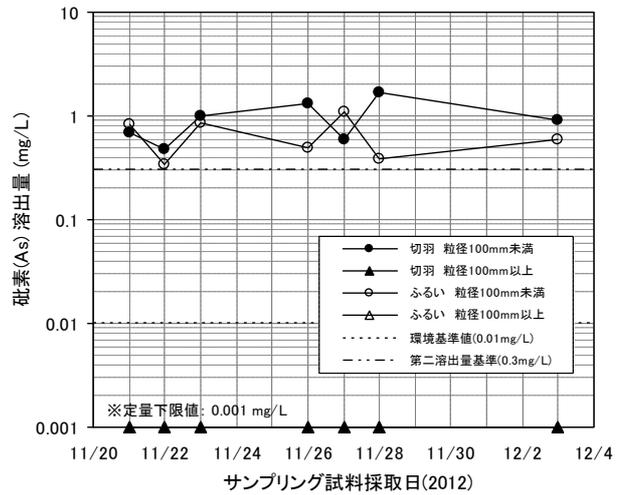


図 7 サンプリング手法別の砒素溶出量の関係

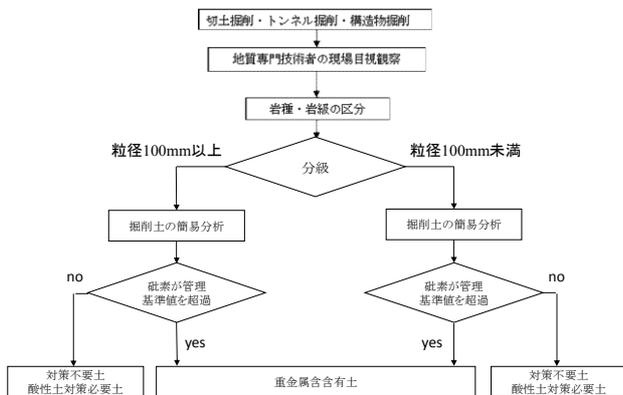


図 8 分級を考慮した掘削土の判定フロー



写真 1 仮置場での分級状況写真

6. 掘削土の分級

6.1 原則

図 8 にトンネル掘削土の分級を考慮した掘削土の判定方法と土配管理について示す。新東名の施工においては、図 2 に示したとおり、1日の施工量に対し、ボルタンメトリー法による溶出試験を実施し、土配管理を行っていた。分級を実施するにあたり、分級後の土に対し重金属含有土であるかどうかを判断するために、φ100mm で区分し、1日の施工量に対し、2回ボルタンメトリー法による溶出量試験を実施することとした。

写真 1 は分級の状況を示す。分級は掘削土仮置場で実施し、φ100mm 以上で健全土と判定された掘削土はすべてを本線路体に活用した。なお、盛土された分級土についても、溶出量を確認するために、5,000m³に1回の割合で盛土側での公定分析を実施している。この結果においても、溶出量が基準値を超えていないことを確認している。よって、掘削土を分級する方法は、今回の現場においては重金属含有土の分別に有効な手段であったといえる。今回の施工においては、分級を実施した土量約 12 万 m³ に対して、健全土約 5 万 m³、重金属含有土約 7 万 m³ という結果であった。重金属含有土を分別することにより、5 万 m³ であるが、本線路体に活用することができた。

7. おわりに

改正土壌汚染対策法の施行により、自然由来の重金属含有土についても同法の対象となったため、建設現場において、その対応が必要となる事例が今後増えてくると思われる。重金属含有土の処分については、全体工程への影響や工費の増加が懸念されるため、その処理量の適正化について、十分に検討する必要がある。今回の重金属含有土の分別の取り組みは、想定以上に発生した第二溶出基準を超過する重金属含有土に対して、破碎帯に重金属含有土が偏在していることに着目し、実施現場において検証した1つの事例である。

なお、本検討は中日本高速道路 名古屋支社 豊田工事事務所において開催している「黄鉄鉱対策検討委員会（委員長 愛知工業大学 内田教授）」において検討したものである。委員の先生方に厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 山脇慎新, 中野正樹, 三嶋信雄: 新東名高速道路盛土建設における重金属含有土対策, 地質と調査, pp.5-49 - 5-57, 2013
- 2) 牧本博, 山田直利, 水野清秀, 高田亮, 駒沢正雄, 須藤定久: 豊橋および伊良湖岬-20 万分の 1 地質図, 2004
- 3) 清水継之介, 新宮正盛, 福田尚生, 油野英俊: ボルタンメトリー法による掘削土の重金属迅速分析, 第 44 回地盤工学研究発表会講演集, 地盤工学会, 2009