

東京外環トンネル発生土に関する 対応マニュアル

令和4年1月

東京外環トンネル発生土検討会

はじめに

東京外かく環状道路（関越～東名間）は、実質的にわが国ではじめて大深度地下領域を全面的に活用し、本線トンネルは全長約 16 キロ、片側 3 車線の大断面（セグメント 外径 15.8m）・長大トンネルであるとともに、早期供用が求められる中、高速での施工を目指している。

本マニュアルは、東京外環のシールドトンネル発生土が短期間に大量に発生し、随時、工事区域外に搬出する必要があることから、シールドトンネル発生土の対応方針等について、とりまとめたものである。

目 次

1. 適 用	1
2. シールド発生土管理の基本的な考え方	2
2. 1 対象区域の設定	2
2. 2 シールド発生土の取扱い	4
2. 3 シールド発生土の管理の流れ	6
3. シールド発生土の仮置き方法	8
4. シールド発生土の判定方法	9
4. 1 判定方法	9
4. 2 試験・分析方法	11
4. 3 分析結果に基づく搬出先の選定	12
5. シールド発生土の運搬管理	13
6. 添加材等の配合の考え方	14
6. 1 基本的な考え方	14
6. 2 添加材等の配合	15

1. 適 用

- (1) 本マニュアルは、東京外かく環状国道事務所、東日本高速道路株式会社、中日本高速道路株式会社が東京外かく環状道路（関越～東名間）の事業地内において施工するシールドトンネルの発生土対応等に適用する。
- (2) 本マニュアルは、東京外かく環状道路（関越～東名間）における発生土対応等について、「設計要領（令和 3 年 7 月、東・中・西日本高速道路株式会社）」等の設計図書を補足するものである。
- (3) 一般的な事項や本マニュアルに記載のない事項等については、設計図書を適用するものとする。

- ① 本マニュアルは、東京外かく環状道路（関越～東名間）（以下、「東京外環」という）の事業地内におけるシールド発生土の処理方法等の対応方法について必要な基本事項をとりまとめたものである。
- ② 本マニュアルに関連する法令・指針等を以下に示す。本マニュアルや設計図書に記載のない事項については、以下を参考とする。また、これらの発行年月日については改正により読み替えを行うものとする。

- 1) 環境基本法：（平成 5 年法律第 91 号）
- 2) 土壌汚染対策法：（平成 14 年法律第 53 号、改正 平成 29 年 5 月）
- 3) 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第 3 版）：（平成 31 年 3 月）
- 4) 汚染土壌の運搬に関するガイドライン（改訂第 4.1 版）：（令和 3 年 5 月）
- 5) 水質汚濁防止法：（昭和 45 年法律第 138 号）
- 6) 廃棄物処理法：（昭和 45 年法律第 137 号）
- 7) 建設廃棄物処理指針（平成 22 年度版）：（環廃産第 110329004 号、平成 23 年 3 月 30 日）
- 8) 建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)：（平成 22 年 3 月、建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会）

- ③ 本マニュアルは、受入先や受入条件の変更等により改定を行うものとする。

2. シールド発生土管理の基本的な考え方

2. 1 対象区域の設定

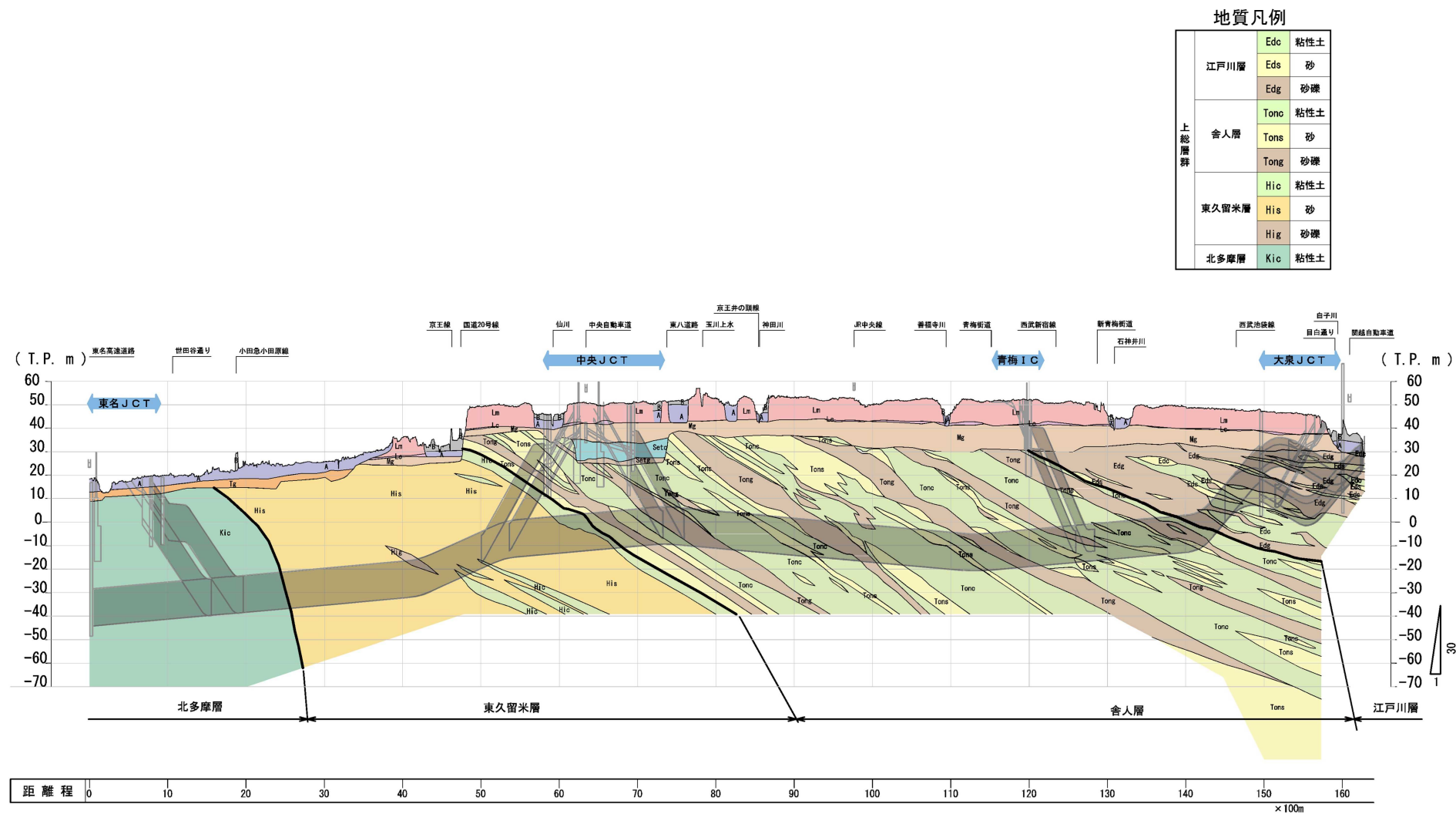
- (1) 本マニュアルは、東京外環のシールドトンネル部のうち、泥土圧シールド工法にて施工する区域を対象とする。
- (2) 本マニュアルでは、上記のシールドトンネル部から発生したシールド発生土を対象とする。

- ① 本マニュアルの対象区域を図-2.1 に示す。
- ② 東京外環の本線シールドトンネルは、主に北多摩層、東久留米層、舎人層、江戸川層の4つの地質を通過する。それらの地層の特徴を下表に示す。

表-2.1 本線シールドトンネルが通過する主な地層

地質名	各地質の特徴
江戸川層 (互層)	全体に砂礫層が卓越する地層であり、砂層、シルト層を伴う。砂礫層に含まれる礫径は5mm～30mmの亜角礫～亜円礫が主体である。
舎人層 (互層)	砂礫層・砂層・シルト層の互層。砂礫層に含まれる礫径は5mm～30mmの亜角礫～亜円礫が主体。砂層は細砂～中砂が主体。シルト層は塊状の固結したシルト。
東久留米層 (砂質土主体)	全体に淘汰の良好な砂層が主体。起点側(下位)では細砂が主体となり、終点側(上位)にかけては淘汰の良い中砂～粗砂が分布する。
北多摩層 (固結シルト)	固結シルトを主体とする。全体に層相の変化に乏しい。一部にシルト優勢のシルト・細砂の互層がみられる。

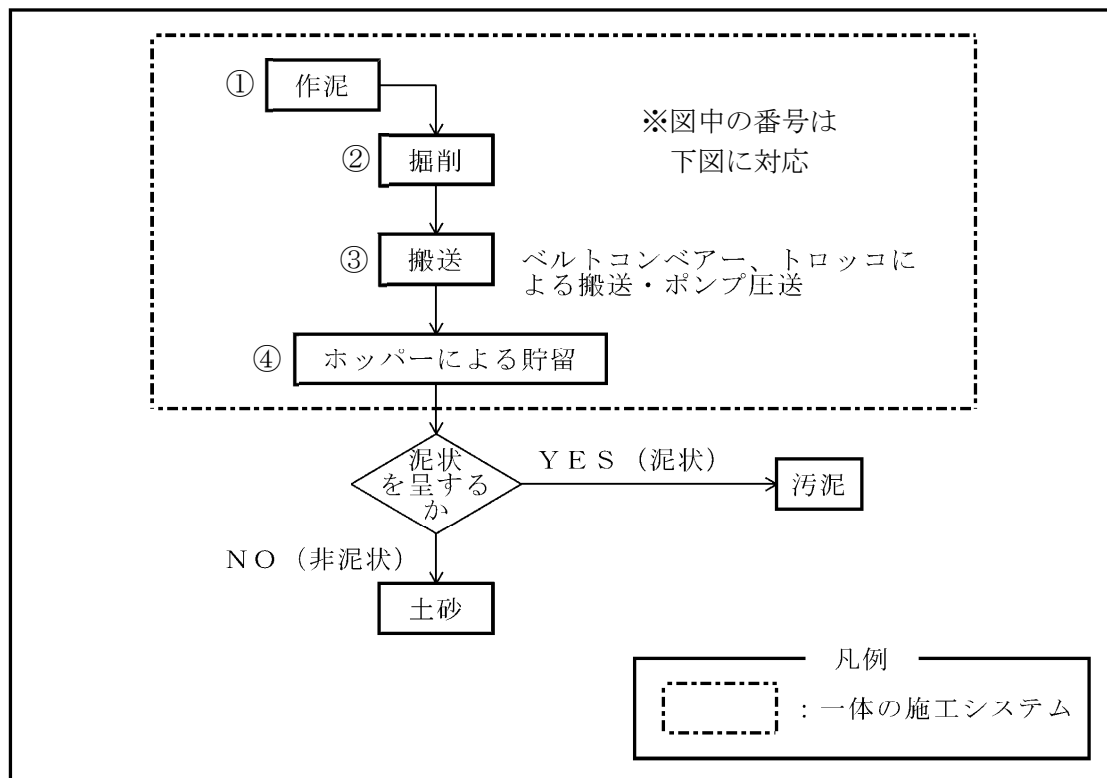
- ③ 東京外環のシールドトンネルが主として通過する地下深部においては、人為由来による土壤汚染は存在しないと考えられる。



2. 2 シールド発生土の取扱い

- (1) 東京外環のシールド発生土は「建設廃棄物処理指針」でいう『土砂』として取り扱うことを基本とする。
- (2) なお、施工中に掘削物が土砂となり得ない性状を有することが確認された場合は、関係法令等に基づき適切に対応する。

- ① シールド発生土の取扱いについては、「建設廃棄物処理指針（平成 22 年度版）」（環廃産第 110329004 号、平成 23 年 3 月 30 日）でいう『一体の施工システム』から排出された時点の掘削物の性状により、土砂か汚泥かの判断を行うこととなっている。（図-2.2 参照）
- ② ただし、東京外環のシールド発生土は、受入先で盛土等に有効利用するために必要となる強度を確保する必要があるため、ホッパー等による貯留の前に改質材を添加する。そのため、改質前の搬送工程の時点での掘削物の性状を基に、土砂か汚泥かの判断を行うこととした。（図-2.3 参照）
- ③ 改質前の搬送工程の時点のシールド発生土の性状を再現するため、実施工で想定される掘削対象の地層の試料や添加材を用いて、改質前の搬送工程の時点のシールド発生土を再現した試料を配合し、各種試験を実施している（表-6.1 に掲載した添加材を配合）。その結果、いずれも土砂として取扱うために必要となる条件（コーン指数 200kN/m^2 超過など）を満足することが確認されている。
- ④ 掘削物の強度（コーン指数）は、掘削物の性状や添加材の配合量により変化することが想定される。そのため、施工中は掘削物の状況を目視確認する。掘削対象の地層の地質特性の変化等により掘削物の性状が変化した場合は、「締固めた土のコーン指数試験（JIS A 1228）」を実施する。その結果、コーン指数が 200kN/m^2 以下となった掘削物は、建設汚泥（産業廃棄物）として取り扱う必要があるため、廃棄物処理法（昭和 45 年 法律第 137 号）等の関係法令等に基づき適切に対応する。



泥水非循環工法の一例
(泥土圧シールド工法)

図-2.2 「建設廃棄物処理指針（平成 22 年度版）」（環廃産第 110329004 号、平成 23 年 3 月 30 日）に示された「一体の施工システム」

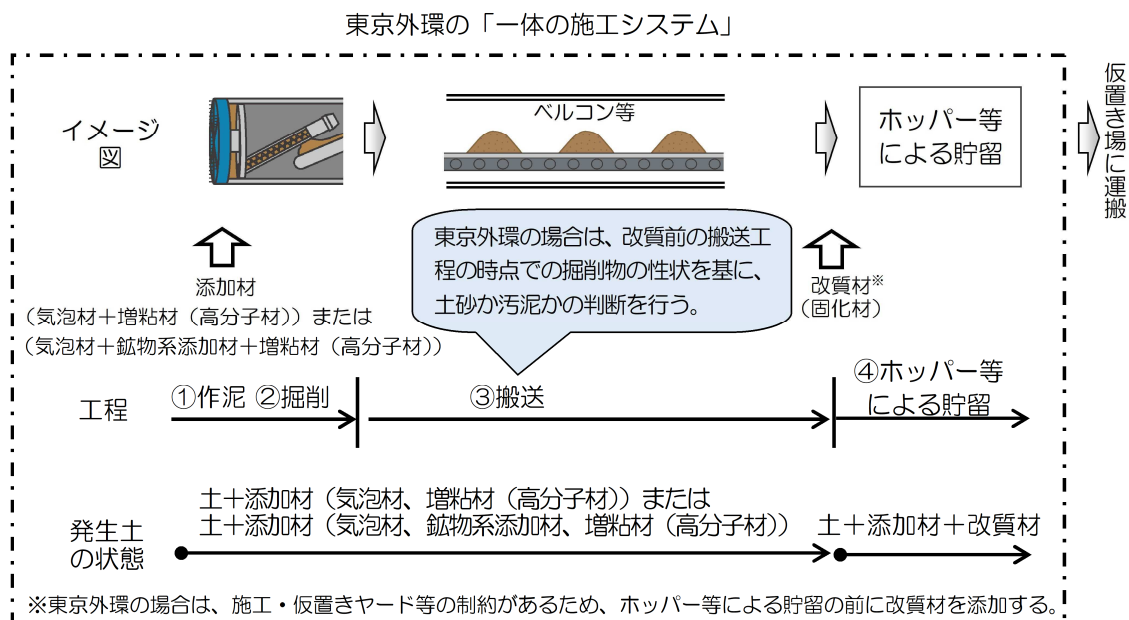
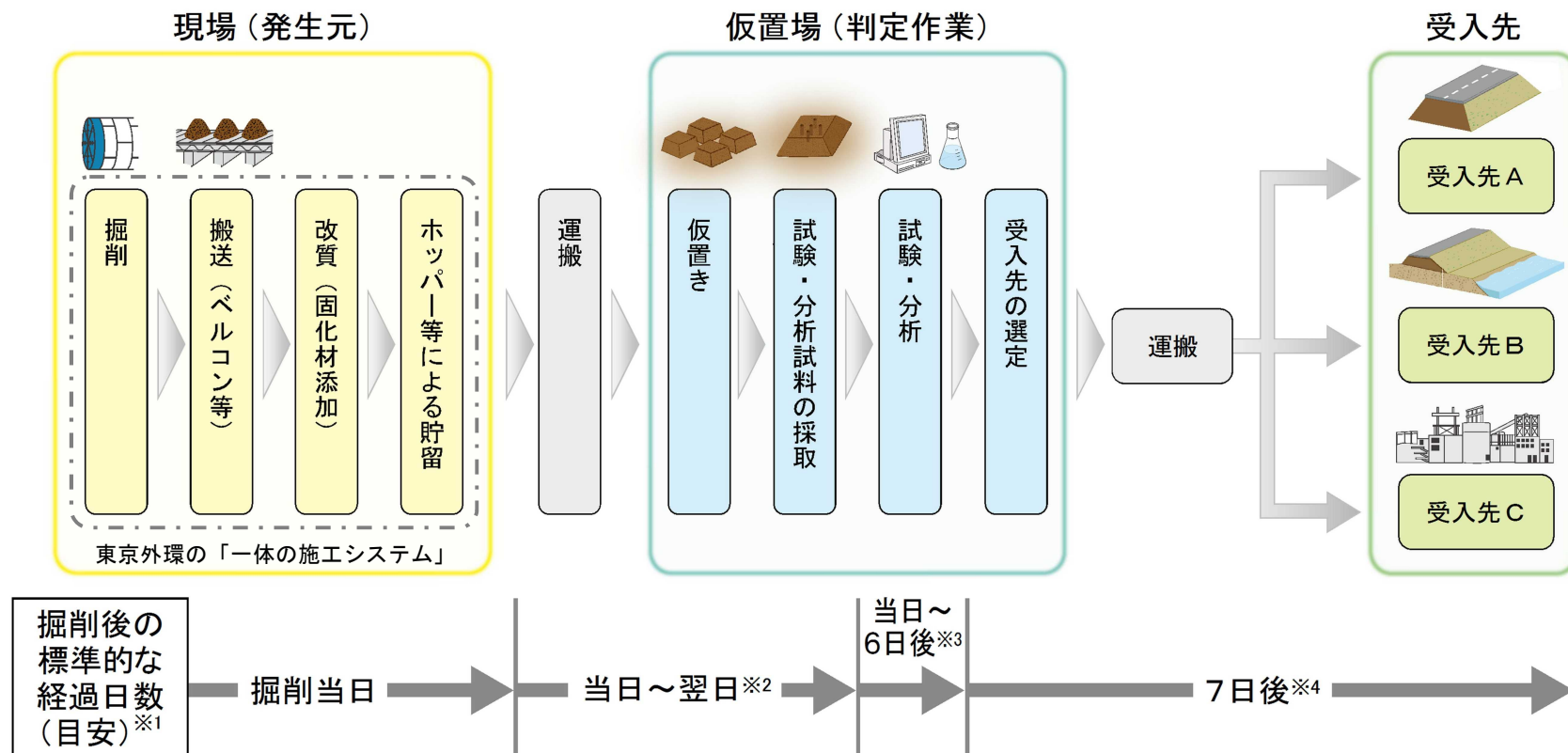


図-2.3 東京外環の「一体の施工システム」

2. 3 シールド発生土の管理の流れ

- (1) シールド発生土の管理の流れは、図-2.4 の手順による。
- (2) シールド発生土は、ダンプトラック等にて現場（発生元）から仮置き場に搬出する。
- (3) シールド発生土は、判定作業を行うため仮置き場に運搬し仮置きする。仮置き場にて仮置き土 1 区画毎に判定作業を行い、判定結果が確認されたシールド発生土は、その判定結果に応じて受入先を選定し速やかに搬出する。

- ① 開削部や立坑等の地表改変部は、「土壤汚染対策法（平成 14 年法律第 53 号）」で定められている 3,000m²以上の「土地の形質変更」に該当するため、別途、「土壤汚染対策法（平成 14 年法律第 53 号）」や「東京都環境確保条例（平成 12 年 12 月 条例第 215 号）」の手続き等を実施する。



※1：経過日数（目安）は、荒天や休日の影響により遅延する場合がある。

※2：掘削は24時間工程のため、『運搬』～『試験・分析試料の採取』は掘削の翌日になる場合がある。

※3：『試験・分析』は、重金属等8項目の溶出量と「pH」（※詳細は4.1に記載）を想定しており、試験・分析期間は5日程度を想定している。

※4：重金属等8項目の溶出量と「pH」の土壌分析結果が確認された後は、速やかに事前に計画しておいた受入先を選定し搬出する。受入先までの距離・運搬方法等により受入先への到着が8日後以降になる場合もある。なお、受入先が定めるその他の試験・分析項目については、全ての試験・分析結果が確認され次第、速やかに受入先に提出する。

図 2.4 シールド発生土の管理の流れ

3. シールド発生土の仮置き方法

- (1) シールド発生土は、地山状態の土量 $5,000\text{m}^3$ を最大とする 1 区画毎に適切に区分して仮置きすることを基本とする。ただし、可能な限り仮置き土 1 区画の性状を均質にするため、同一区画内でシールド発生土の性状が著しく変化する場合は $5,000\text{m}^3$ 未満の複数の区画に分けて仮置きする。
- (2) 仮置きする方法として、仮置き土 1 区画を 1 山に盛土して仮置きする方法と土砂ピットで区分する方法等が考えられる。いずれの方法でも、仮置き土 1 区画が他の区画の土壌と混在しないよう仕切り等を用いて適切に区分する。
- (3) 仮置き場は、シート・屋根等による雨水対策や飛散防止対策、地下水対策、施工基面对策等を仮置き場の状況に応じて講じるものとする。
- (4) 排水の処理については、側溝等の排水施設を設置し適切に処理する。また、場外排水される前の時点で、定期的（1 回/月を目安）に水質検査（モニタリング）を行い、「水質汚濁防止法」の排水基準を満足することを確認する。排水基準を満足しない場合は、濁水処理設備等により処理した後に排水する。

- ① 上記（1）の「同一区画内でシールド発生土の性状が著しく変化する場合」とは、北多摩層（固結シルト）の掘削中に挟在する砂質土が支配的となった場合や東久留米層（砂質土）の掘削中に挟在する粘性土が支配的となった場合を想定している。そのような場合は、砂質土と粘性土のシールド発生土を分けて仮置きする。
- ② 仮置き土 1 区画を 1 山に盛土して仮置きする方法（盛土方式）と土砂ピットで区分する方法（土砂ピット方式）のイメージ図を図-3.1 に示す。

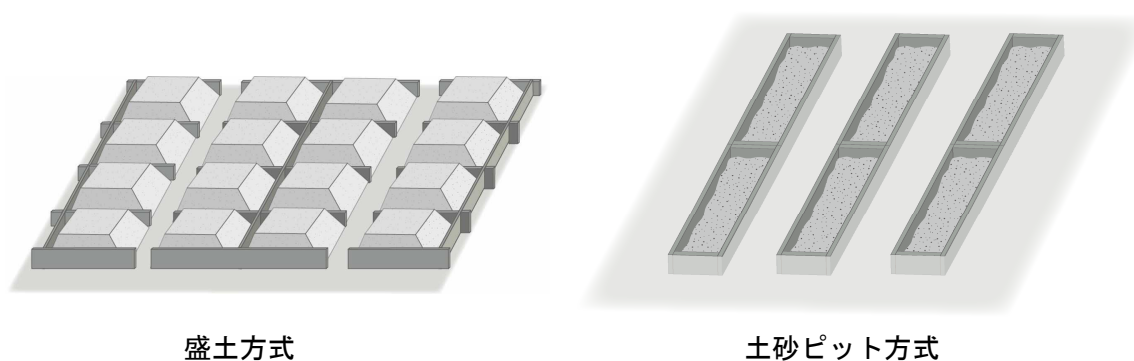


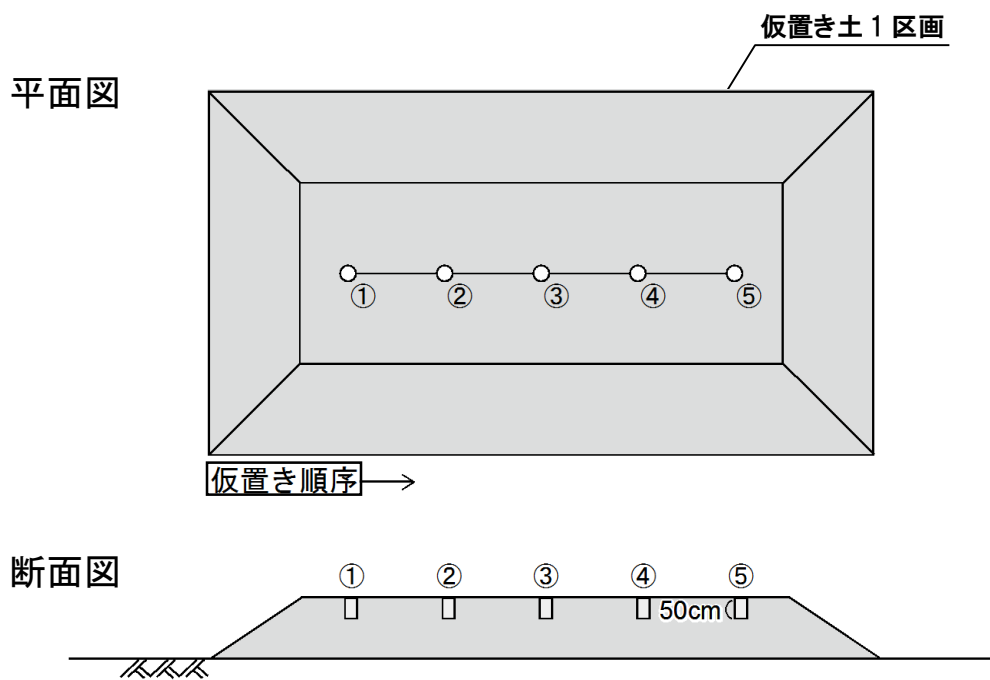
図-3.1 仮置きのイメージ図（盛土方式と土砂ピット方式）

4. シールド発生土の判定方法

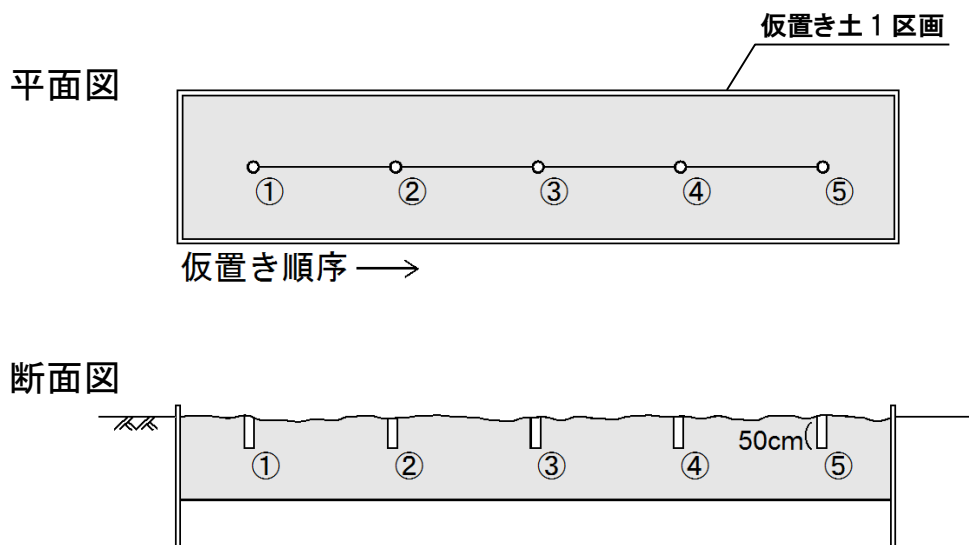
4. 1 判定方法

- (1) シールド発生土は、仮置き場にて1区画毎に試験・分析を実施することにより、搬出予定の受入先で定められている基準（以下、「受入基準」という）の適合性を判定する。
- (2) 試験・分析試料は、仮置き場にて1区画毎に5地点から採取し、それらを均等に等量（重量）ずつ混合して仮置き土1区画を代表する土壌試料とし、試験・分析を実施する（5地点均等混合法）。その結果より仮置き土を1区画毎に判定する。
- (3) 試験・分析試料の採取方法は、仮置き土からダキスコップ等を用いて、深度0～50cm程度の土壌試料を採取することを基本とする。
- (4) 試料採取のタイミングは、1区画の仮置きが完了した後とする。
- (5) 化学試験は計量証明事業者（濃度）が実施する。
- (6) 試験・分析項目は、人為由来による土壌汚染が存在する可能性はないため、自然由来により含まれる可能性のある重金属等8項目の溶出量と「pH」を基本とする。なお、その他の項目については、受入先との協議により決定する。
- (7) 各試験・分析項目の基準は、重金属8項目の溶出量については土壌汚染対策法で定める土壌溶出量基準を基本とする。「pH」及びその他の項目については、受入先との協議により決定する。

- ① 試料採取地点は、仮置き土1区画を代表する5地点から偏りなく試料採取する必要があるため、シールド発生土の仮置き順序等も勘案し採取地点を設定する。（図-4.1参照）
- ② 上記（6）に記載した自然由来により含まれる可能性のある重金属等8項目とは、「カドミウム」、「六価クロム」、「水銀」、「セレン」、「鉛」、「砒素」、「ふっ素」、「ほう素」とする。
- ③ 上記（6）に記載した試験・分析項目は、施工中の判定結果や地層状況に応じて見直すことを受入先と協議する。
- ④ 施工中に土壌溶出量基準などを満足しないシールド発生土が確認された場合等は、必要に応じて、仮置き土1区画を地山状態の土量5,000m³未満の1,000m³や2,500m³とする対応等について関係者間で協議するものとする。
- ⑤ 「pH」の受入基準には、「土壌の汚染に係る環境基準について」（平成3年8月23日環境庁告示第46号）に準じて作成した溶出液のpHを測定する「pH（溶出液）」と土懸濁液のpHを測定する「土懸濁液のpH試験」（JGS0211）の2種類がある。そのため、「pH」の試験は、それら2種類の試験を実施する。



1) 仮置き土 1 区画毎を 1 山に盛土して区分する場合



2) 仮置き土 1 区画毎を土砂ピットで区分する場合

図-4.1 試料採取箇所（例）

4. 2 試験・分析方法

- (1) 重金属等 8 項目の溶出量は、「土壤の汚染に係る環境基準について」（平成 3 年 8 月 23 日環境庁告示第 46 号）に準じて分析する。
- (2) 「pH（溶出液）」は、「土壤の汚染に係る環境基準について」（平成 3 年 8 月 23 日環境庁告示第 46 号）に準じて作成した溶出液の pH を測定する。
- (3) 「土懸濁液の pH 試験」は、JGS 0211 による方法に基づき実施する。
- (4) その他の試験・分析項目の方法は、受入先との協議により決定する。

- ① 重金属等 8 項目の土壤分析に用いるシールド発生土は、「土壤の汚染に係る環境基準について」（平成 3 年 8 月 23 日環境庁告示第 46 号）に準じて、2mm の目のふるいを通過させて得た土壤とする。

4. 3 分析結果に基づく搬出先の選定

- (1) シールド発生土の搬出先は、仮置き場での試験・分析の結果や対象となるシールド発生土の土質特性、各受入先の状況等を踏まえ選定する。
- (2) シールド発生土の試験・分析結果が確認され、搬出先が決定した仮置き土については、ダンプトラック等に積み込み、速やかに受入先に搬出する。
- (3) 物理性状に関する受入基準を満足しなかったシールド発生土は、他の土砂と混合することによる粒度調整等により受入基準を満足するように改良できないか検討する。

5. シールド発生土の運搬管理

- (1) シールド発生土の運搬については管理表等を用いて適切に管理する。
- (2) ダンプトラック等の運搬車両等に土が付着した場合は、土が敷地外へ出ないような対策を講じる。
- (3) シールド発生土の運搬に関しては、周辺の環境に配慮し、過積載の防止や飛散の防止、騒音、振動、排ガス等に配慮する。積載状況は運搬中も随時確認する。

- ① シールド発生土の運搬は、他の工事資材等の運搬も併せ、錯綜することが想定される。また、発生元から受入先に至るまでのシールド発生土のトレーサビリティを確保することが重要である。そのため、ICT も活用した運搬マネジメント方法について別途検討することにより、円滑な事業の進行を図る。
- ② シールド発生土のトレーサビリティ確保の観点から、仮置き場から受入先へのシールド発生土の運搬では、異なる区画の仮置き土を混合しないように、区画毎に仮置き土を区分して運搬する。

6. 添加材等の配合の考え方

6. 1 基本的な考え方

- (1) 東京外環の事業地内において施工するシールドトンネルの添加材等の配合について、次の基本的な考え方に基づき対応する。
- (2) シールドトンネルの掘進時に添加される添加材は、「気泡材」および「増粘材（高分子材）」（以下、「高分子材」という）の2種、もしくは「気泡材」、「鉱物系添加材」および「高分子材」の3種を基本とする。
- (3) シールド発生土は、計画している全ての受入先での有効利用を可能とするため、様々な土質に対して必要となる強度を確保する必要がある。さらに、改質後の pH 上昇を出来る限り抑制する必要があるため、シールド発生土は「中性固化材」による改質を実施する。

- ① 添加材は、「気泡材」および「高分子材」の2種、もしくは「気泡材」、「鉱物系添加材」および「高分子材」の3種を基本とし、シールドトンネルの掘進時に、掘削土の流動性や止水性の向上、チャンバ内での掘削土の付着を防止すること等を目的として添加する。
- ② 改質後のシールド発生土のコーン指数は、各受入先の受入基準では、第3種建設発生土（コーン指数 400kN/m²）以上と設定されている。
- ③ 本マニュアルでいう「中性固化材」とは、改質後の土壌試料の pH が早期に中性域または中性域に近い pH で推移するよう製造された固化材のことをいう。なお、計画している受入先では、周辺の公共用水域への影響や植生への影響を考慮して、受入基準で pH が規定されているところが多い。

6. 2 添加材等の配合

- (1) 事前の検討で「6. 1 基本的な考え方」に基づき試験を行った参考配合を表-6.1 に示す。
- (2) 施工業者の判断により、事前の検討で試験を行った参考配合の添加量を変更することは可能とする。ただし、施工前に施工で予定している添加材等を用いて、事前にこれまでの検討と同等の検証試験（次頁参照）を行い、その試験結果を発注者に提出する。
- (3) 中性固化材を配合する際の粗砕・混合方法については、事前に実際の施工で使用する改質機等を用いて、シールド発生土に中性固化材が均質に混合されていることを確認する。

- ① シールド発生土は、坑内および立坑でベルコン等にて搬送されることから、適切に搬送するために十分な強度（コーン指数）が確保される範囲で添加材の添加量を調整する必要がある。また、地質の不均質性や改質方法等の影響により、添加材や中性固化材の添加量に幅があることが想定される。そのため、これらを考慮し、添加量の最大値と最小値など、複数ケースの添加量で検証試験を実施する。
- ② 掘削物に中性固化材を均質に配合するため、改質機は北多摩層（固結シルト）など土塊で発生する掘削物も可能な範囲で細粒化できるものを選定する。

表-6.1 事前の検討で試験を行った参考配合

（気泡材および高分子材の2種の添加材を使用した場合）

種 類	添加材		改質材
	気泡材	増粘材(高分子材)	中性固化材
添加量	200L/m ³ ※掘削地層の粒度等から 技術資料集を基に設定	5.0kg/m ³	粘性土系:30kg/m ³ 砂質土系:25kg/m ³
備 考	「技術資料集－気泡シールド工法・シールド工法技術協会」を基に土質特性や施工状況を考慮して設定		コーン指数などの基準を満足する配合を設定

（気泡材、鉍物系添加材および高分子材の3種の添加材を使用した場合）

種 類	添加材			改質材
	気泡材	鉍物系添加材	増粘材(高分子材)	中性固化材
添加量	100L/m ³	30～50L/m ³	2.5～5.0kg/m ³	25～30kg/m ³
備 考	「技術資料集－気泡シールド工法・シールド工法技術協会」を基に土質特性や施工状況を考慮して設定	掘削地層の粒度等により使用（スラリー濃度7%）	坑内をベルコンにて適切に搬送できる添加量を施工状況を考慮して設定	コーン指数などの基準を満足する配合を設定

- ③ 検証試験は、次頁に示す事項に留意し試験を実施する。

■ 検証試験の方法・留意事項など

1. 検証試験で必要となる添加材（気泡材および高分子材の2種、もしくは気泡材、鉱物系添加材および高分子材の3種）、改質材（中性固化材）、および計画している掘削対象の地層の試料を準備する。
2. 試験に供する試料は、実際の掘削対象の地層の試料を用いることを基本とし、可能な限り空気酸化が進行していない試料を用いる。なお、残存する掘削対象の地層の試料のみでは試験を実施するのに不足する場合、立坑工事等の掘削土の活用を検討する。
3. コア試料の含水比が実際の施工時に想定されるシールド発生土の含水比と同程度であることを確認する。砂質土等の場合で試験に供する試料の含水比が著しく異なる場合には、実際の掘削対象の地層の含水比を再現するため、上記の含水比を目安としてコア試料に加水等を行う。
4. シールド発生土を再現した試料（以下、「発生土再現試料」という）を作製する。配合・混練りの際は、試料に計画配合量の添加材および改質材を添加し、実際の施工で想定される混合方法により混練りする。
5. 養生方法は、密封養生とする。
6. 材齢7日時点の発生土再現試料を用いて、重金属等8項目の溶出量と「pH（溶出液）」、「土懸濁液のpH試験」、「締固めた土のコーン指数試験（JIS A 1228）」の試験・分析を行い、土壌溶出量基準などの各種基準値を満足することを確認する。「pH」については、これまでの検討結果のように長期的にpHが中性域をほぼ横ばいに推移するようになることを確認する。参考のため、これまでの検討結果で確認されている「土懸濁液のpH試験」の結果を図-6.1に示す。
7. 重金属等8項目の溶出量と「pH」については、材齢の進行に伴い変化する可能性がある。そのため、材齢3ヶ月程度の長期材齢（例えば、材齢7, 28日, 2, 3ヶ月など）まで試験を行い、それらの長期的な経時変化を把握する。材齢3ヶ月時点でもなお溶出量やpHが著しく変化している場合は更に長期の試験が必要となる点に留意し、予備試料も含めて発生土再現試料を作製する。
8. 中性固化材の種類や掘削対象の地層によっては、材齢の進行に伴い試料の空気酸化（pH低下）が進行することがある点に留意する。

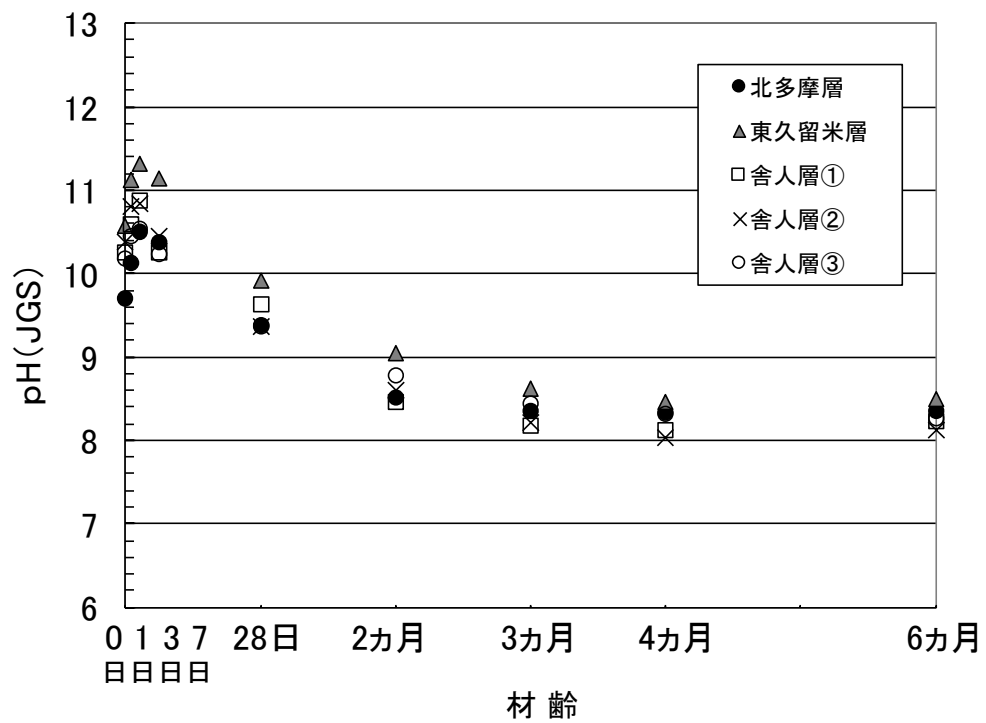


図-6.1 これまでの検討結果で確認されている
「土懸濁液の pH 試験」の結果（密封養生）
（気泡材および高分子材の 2 種の添加材を使用した場合）