

第7章 各 論

第7.1節 既設堤防の嵩上げ・拡幅

7.1.1 総 論

1) 目的

本節は、既設河川堤防の嵩上げ・拡幅工事の現場において、施工にたずさわる技術者が工事の基本的考え方、および対策工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して工事を適切に施工していくために必要な技術的事項について記述したものであり、本節を適用した施工によって、設計された所要の事項が担保され、良質な河川堤防の整備に資することを目的とする。

(解説)

既設の河川堤防（以下 既設堤防という）における嵩上げ・拡幅は、河川改修の段階的な施工、計画高水流量の改訂による計画堤防断面の変更などに伴って実施されてきている。

一般に、既設堤防は、過去の長い治水工事の歴史の中で築造された構造物であり、以下のように大きく条件の異なるものがある。

- ・ 堤体材料が良質なもののほか、必ずしも良質とはいえない現地発生土を利用したもの
- ・ 施工方法が人力、軌条式土運車によるまき出し、ブルドーザによる施工など
- ・ 基礎地盤が普通地盤のほか、軟弱地盤、透水性地盤など

図7.1.1に堤防開削調査の事例を示した。この事例では最初は明治44年計画、その後昭和24年計画、そして昭和55年計画に基づいた工事が行われ、併せて2度の嵩上げ・拡幅が行われたことがわかる。本節を適用して実施される嵩上げ・拡幅も、上記の事例に類似した築堤履歴を1度追加する工事となる概念をもって入念に現場の状況を観察し、施工にあたることを肝要である。

例えば、前述の図7.1.1の断面において3度目の嵩上げ・拡幅を行おうとして川表側の表土を剥いだことを想定すれば、上部には昭和55年計画で嵩上げ・拡幅された堤体土、下部には明治44年計画で築堤された堤体土が観察できることになる。この川表側の表土を剥がした断面において上部と下部の堤体土の締固め状況、使用されている堤体土質の差、基礎地盤の状況、地下水位などをよく観察し、これに嵩上げ・拡幅される完成後の堤体を想定して降雨・計画高水位に相当する河川水との関係から堤防全体の安定がどうなるかを考察できる貴重な情報が得られることになる。

一般に既設堤防の工事では、設計時点で、このような詳細な情報が得られていることは稀であり、上記のような情報は施工時点のみで把握できる情報である場合が多いことから、工事着手後に、上記のような情報を把握することによって使用材料、施工方法、改良範囲などの設計、施工仕様を変更するケースも想定されるところである。また、土で構成される河川堤防では、完成された堤防の質は施工の出来に大きく左右されることを常に念頭におくことが重要である。

つまり、完成された堤防の質的向上を図るためには、施工に関係する技術者が土工の基本的事項および設計内容をよく理解し、施工現場の諸条件を把握して、施工の各段階における判断と対応を的確に行って施工していくことが大切である。

本節は、「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案) 設計編 [I]」(平成9年10月) および「河川堤防設計指針」(平成19年3月改訂)、「河川堤防質的整備技術ガイドライン」(平成16年3月)の河川土工に係る部分を補完し、既設堤防の嵩上げ・拡幅工事において、設計された所要の事項が担保され、良質な河川堤防の整備に資することを目的として作成されたものである。

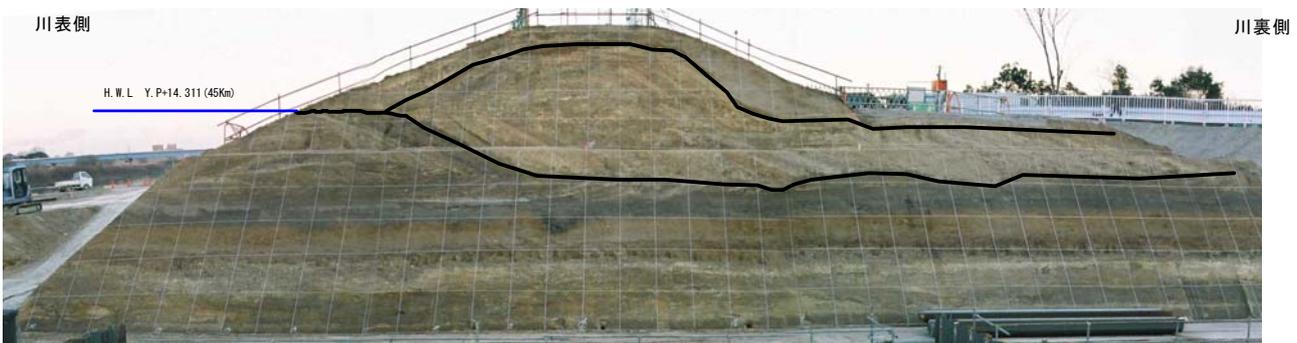
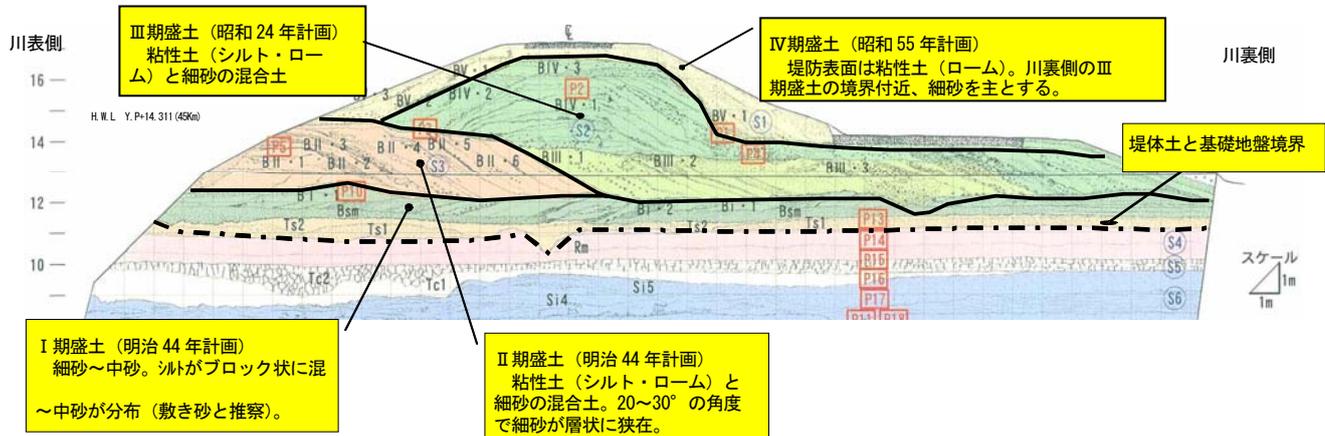


図 7.1.1 堤防開削調査の事例

2) 適用範囲

本節は、主として直轄河川において実施される、土で築造された既設堤防の嵩上げ・拡幅工事の施工について適用する。

(解説)

一般に、既設堤防の構造に係わる基本的な条件は、河川ごと、施工された場所の状況、施工された時代などによって大きく異なっており、嵩上げ・拡幅の施工においては、現場の諸条件に応じた臨機の対応が望まれる。

本節は、このような、あらゆる状況の既設堤防の嵩上げ・拡幅における施工上の技術的事項を網羅しているものではなく、主として直轄河川において実施される標準的な工事を対象として記

述したものである。

なお、高規格堤防については「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」（(財)リバーフロント整備センター、平成12年）がある。

河川堤防の材料および構造には、土で築造される土堤のほか、その全部、もしくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれに準ずるものによる構造の、いわゆる自立式構造の特殊堤がある。本節は、既設堤防のうち、土で築造された堤防の嵩上げ・拡幅工事について適用する。

7.1.2 普通地盤上の嵩上げ・拡幅の施工

普通地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅工事は、既設堤防の堤体土質をよく把握し、嵩上げ・拡幅後の堤防に所定の機能が確保されるよう、堤体嵩上げ・拡幅材料の選定、および施工中の含水比や既設堤体とのなじみ等の現場条件に留意して適切に施工するものとする。

(解説)

既設堤防には、築造されてきた経緯によって条件の異なる堤防があることは既述したとおりである。嵩上げ・拡幅を実施しようとする既設堤防は、大別して以下のような条件を単独に備えている堤防と複数の条件を備えている堤防とがある。

- ① 基礎地盤の条件（嵩上げ・拡幅工事の実施にあたって、基礎地盤に強化対策の要・不要）
 - (a) 対策が不要な普通地盤上にある既設堤防
 - (b) 対策が必要な軟弱地盤上にある既設堤防
- ② 堤体の条件（嵩上げ・拡幅工事の施工にあたって、堤体に強化対策の要・不要）
 - (a) 堤体に対策が不要な既設堤防
 - (b) 堤体に対策が必要な既設堤防

本節では、上記の①. (a)すなわち普通地盤上にある既設堤防で、かつ②. (a)すなわち堤体に対して特に対策が必要でない既設堤防における嵩上げ・拡幅について記述する。

一般に、既設堤防のうち、普通の基礎地盤上にあつて、堤体に特別な対策が必要でない堤防の嵩上げ・拡幅（以下 普通地盤上の嵩上げ・拡幅という）の施工では、堤体材料の選定に留意し、一般的な施工方法によって施工することにより、所定の品質を確保することができる。したがって、こうした条件下にある堤防の嵩上げ・拡幅工事は、既設堤体の土質条件をよく把握し、嵩上げ・拡幅する堤外側および堤内側の、それぞれの部分に使用する堤体材料の選定に留意し、適切に施工するものとする。

軟弱な基礎地盤における既設堤防の嵩上げ・拡幅の施工については7.1.3に後述する。

また、既設堤防の堤体および基礎地盤に浸透機能強化対策が必要となる場合の施工については、「第7.2節 既設堤防の浸透対策」に示す。

1) 堤体材料の選定

嵩上げ・拡幅に用いる堤体材料は、既設堤防の堤体の状況を考慮して、施工される堤防に所定の機能が確保されるよう適切に選定するものとする。

(解説)

(嵩上げ・拡幅に用いる堤体材料の選定)

嵩上げ・拡幅に使用される堤体土の透水性は、拡大される位置と既設堤防との関係から、図 7.1.2 に示すように選定する。つまり、表腹付けには既設堤防より透水性の小さい材料を、裏腹付けには既設堤防より透水性の大きい材料を使用するのが原則となる。

これは河川堤防に「水が浸透しにくく、かつ一旦、浸透した水は速やかに安全に排水する」という考え方に基づいたものである。

ただし、使用する堤体材料は使用する部位によって以下の2つの要件を満足していなければならない。

- ・ 拡大された堤体部が既設堤防と同等以上のせん断強さを有すること
- ・ 所定の透水性を有すること

また、築堤材料として不良土にセメント系固化材等を混合し利用する際には、クラックの発生、混合量、混合材の選定に留意する必要がある。

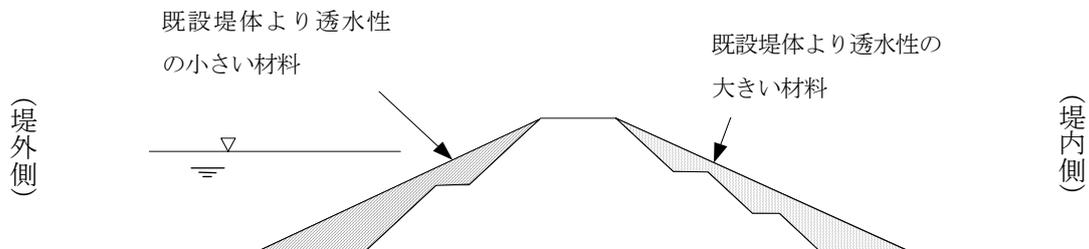


図 7.1.2 拡幅に用いる堤体材料

(施工現場での堤体材料の取り扱い)

近年、自然環境への負荷の軽減などから公共工事現場でのゼロ・エミッションが推進されていることもあり、実際の築堤工事の施工現場では、大別して以下に示すような4種類の堤体材料の取り扱いが行われている。

- ① 現場発生土（他の河川掘削工事で発生した土砂も含む）を利用する場合
一般に自然環境への負荷の軽減が図られ、運搬距離も短い場合が多い。しかしながら河道の流下能力拡大の目的で実施される河川掘削工事では、掘削場所の地下水位が高く、掘削して得られる土砂は含水比の高い不良土である事例が多い。
- ② 採取土を用いる場合
一般に、河川敷の指定された区域の中から堤体材料を掘削・採取して運搬する。
- ③ 購入土を用いる場合
河川の中から適切な土砂が得られない場合に土質を指定され、購入土によって築堤土砂を調達する。
- ④ 河川工事以外の他の公共工事等で発生した土砂を搬入する。

以下に、上記①～③のケースについて事例を挙げて施工上の要点を記述する。

なお、④については、「第7.5節 建設発生土対策」に記述した。

(1) 現場発生土（河川掘削工事で発生した土砂）を利用する場合

特記仕様書において、他の河川掘削工事で発生した現場発生土を堤体材料に使用することが定められている場合には、土質試験により物性値を確認し、必要に応じて改良を行い、所定の品質を確保して築堤に使用する。

現場発生土のうち、不良土を改良して堤体材料に使用する代表的な方法として以下の3つの方法がある。

・高含水比の不良土を自然乾燥（曝気乾燥）によって改良する方法

この方法は、高含水比の不良土を自然乾燥することによって、適正な含水比を有する土砂に改良し、堤体材料として使用する方法である。

この方法では、曝気乾燥する際に広い仮置ヤードと、自然乾燥させるために長い工期が必要となる。また、仮置期間が長くなると表面に繁茂する雑草の除草なども必要となる場合がある。

しかしながら、河川における掘削工事で発生土をそのまま用いるため、堤体法面や堤防近傍の植生類などへの自然環境にやさしく、掘削工事と築堤工事が互いに無関係に実施される場合と比較すれば、河川事業全体として経済的になる場合が多い。

・高含水比の不良土に石灰、セメントなどを混合して改良する方法

この方法は、高含水比の不良土に石灰やセメントなどを混合して改良し、堤体材料として使用する方法である。

この方法では、短期間に土質改良が可能となるので工期短縮が図られ、広い処理ヤードも必要とならない。しかしながら、施工中の粉塵対策、築堤後の植生類等や地下水への影響、改良土からの六価クロムの溶出等の環境面への配慮が必要である。

一般に、この方法における土質改良のための適正な添加量は、試験配合によって決定している。

・粒度や土性が適正でない複数の不良土を混合して改良する方法

この方法は、他の河川工事で発生し、使用を指定された土砂をそのまま用いると粒度分布や土性が堤体材料として適正でないものについて、複数の土砂を混合することによって適正な土性に改良し、堤体材料として使用する方法である。

この方法では、仮置や混合のためのヤードが必要となる。また、一旦、複数箇所に分類して仮置いた性質の異なる土砂を混合ヤードに2次運搬して複層に重ね置きし、これを切返し混合して改良したものを築堤箇所に3次運搬するなど、何度も積み込み・運搬が必要となる場合がある。

この方法では、発生する土砂の土性に、ある程度の変動がある度に、その都度、土質試験を行って適正な混合・管理を行い所定の品質を確保する必要がある。

具体的な粒度の調整法として以下に粒度曲線を利用した図解法を紹介する。この方法はRuthfuchsの提案によるもので、図7.1.3に示すように、次の手順で検討する。

- (a) 求めようとする粒度の粒径加積曲線を通過百分率で表わし、粒子の大きさの分布を直線で表わされるように図示する。
- (b) 同一尺度を用いて、混合する原材料の粒径加積曲線を記入し、この曲線をほぼ近似する直線

になおす (PG、BD、CO)。

- (c) これらの直線と反対端を結び (BG、CD)、求めようとする粒径加積曲線 (直線) との交点を求めると (L、M)、その百分率が配合割合を示すことになる。

以上の方法で設定された性質の異なる土を混合する作業においては一般に、バックホウ、スタビライザなどが用いられ、粘性土の均質な混合が困難な場合には、スタビライザのような粉砕・混合効果の高い施工機械が用いられる。

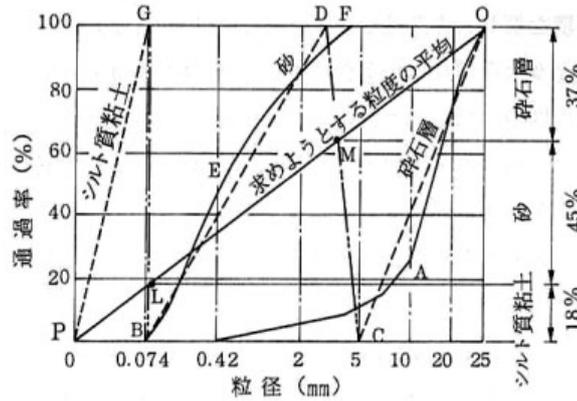


図7.1.3 粒度調整の図解例

(高含水比の不良土を自然乾燥によって改良した事例)

上述のように、他の河川掘削工事で発生する不良土を改良して堤体材料に使用するする方法は、いくつか考えられるが、以下に、もっとも代表的な方法として多用される高含水比の不良土を自然乾燥によって曝気改良し、堤体材料に使用した事例について記述する。

この現場では、他の目的で行われた河川掘削工事で発生する多量の土砂を堤体材料に使用した。

掘削場所は河川敷で図7.1.4に示すように、掘削深は約11m、掘削予定地の土層は、表層から粘性土(AC1)(約3.5m)、砂質土(AS)(約4.0m)、粘性土(AC2)(約3.5m)の3層で構成されていた。

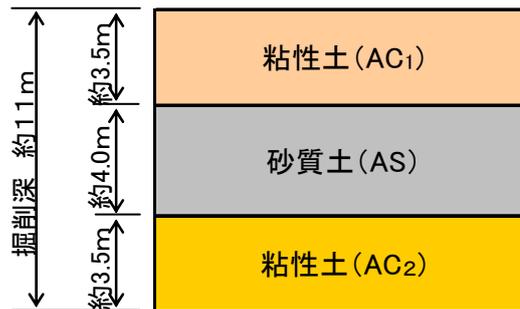


図7.1.4 地質構成

この工事では、掘削土の自然含水比が最適含水比を大きく上回っていたことから以下の方法により掘削土の含水比を低下させ、堤体材料として使用することとした。

- ① 先行して、掘削予定地の周辺に深さ 4.5m のトレンチを掘削して地下水位を低下させた。このトレンチとして掘削した土砂は直接、築堤予定地に運搬し、一旦、仮置した。一定期間曝気乾燥して敷き均し、締め固めた。

- ② トレンチ掘削によって地下水位が下りきった時点で、表層の1層目、約 3.5m の掘削を行い、直接築堤に使用した。
- ③ 2層目以深の土砂についても、順次1層目と同様に地下水位低下を目的としたトレンチを先行掘削し、地下水位が下がりきった時点で当該地層の掘削をした。
- ④ 2層目以深の掘削土砂は、一旦、別の仮置ヤードに仮置して曝気乾燥により改良した後、2次運搬して堤体材料として使用した。

(試験工事)

この工事では、本工事の着工前に別途の本格的な試験工事を行って、トレンチ掘削後の地下水位低下に要する期間、仮置の形状と含水比低下の比較、必要な曝気乾燥期間を決定し、本格施工を実施した。

以下に工事の概要を記述する。

・トレンチ掘削による含水比の改善

地下水位の高い掘削予定地に本掘削に先行して一定間隔でトレンチを掘り、地下水位を自然低下させ、掘削予定土の含水比を低下させることを目的に実施した。

トレンチののり勾配は、湧水によるのり面の崩壊がないように1：2に設定した。又、のり面は排水を考慮し、無仕上げとした(写真7.1.2参照)。

トレンチ掘削の施工順序は、平面的に見て図7.1.5の①を先行して、端部に釜場を設け、流下してくる地下水をポンプにより強制排水した。その後②～④のトレンチを順次①側に排水勾配を取りながら掘削した(写真7.1.3)。

断面的には、図7.1.6(左図)のように本掘削の各段に先行して掘削し、排水した。



写真 7.1.2 トレンチ掘削状況

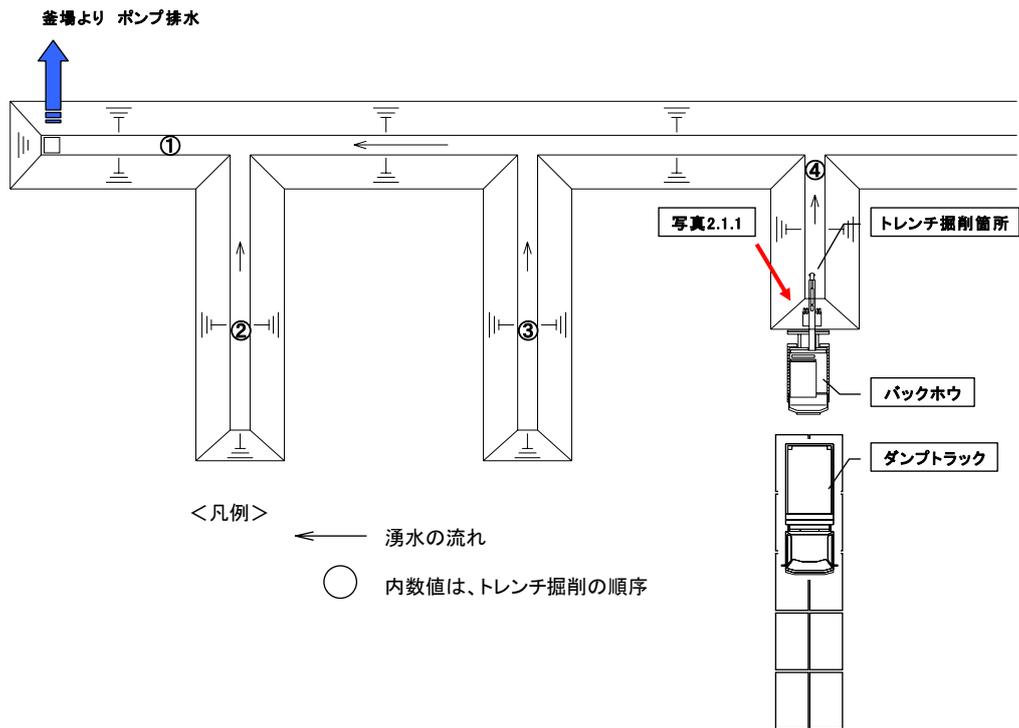


図 7.1.5 トレンチ掘削平面略図



写真 7.1.3 トレンチ掘削状況

施工順序	掘削形状	運土	仮置き形状	仮置き期間
1 トレンチ掘削 1 (AC ₁ 層)		築堤箇所に 仮置き		3~4ヶ月
2 本掘削 1 (AC ₁ 層)		地下水位の 低下確認後 (3~4ヶ月後) 築堤箇所へ 直接盛土		
3 トレンチ掘削 2 (AS層)		仮置きヤード に仮置き		1ヶ月
4 本掘削 2 (AS層)		地下水位の 低下を確認後 (1ヶ月後) 築堤箇所へ 直接盛土		
5 トレンチ掘削 3 (AC ₂ 層)		仮置きヤード に仮置き		8ヶ月
6 本掘削 3 (AC ₂ 層)				

図 7.1.6 施工順序・掘削形状・仮置き形状・仮置き期間図

・仮置きヤードの整地

仮置きヤードは、事前にブルドーザ等で表土を 10~15cm 剥ぎ取り、草木根、腐植土を除去した。その後、整地し、現場発生砂質土でサンドマットを厚さ 20cm に敷き均した。(写真 7.1.4 参照)



写真 7.1.4 仮置きヤードのサンドマット敷設状況

・掘削場所への進入運搬路

原地盤を掘削するための進入運搬路は、掘削土を築堤工事に利用することから、堤体材料に碎石が混入することを避けるため、碎石敷設とせず、鉄板を敷いて運搬路に供用した。

・仮置の形状

仮置ヤードにおける仮置土の形状は、点在する円錐形、帯状ドーム形、帯状台形等(図7.1.7)について試験施工した結果、

- ・ 表面積が比較的大きく曝気乾燥の効果が大きいこと
- ・ 出来形管理がしやすいこと
- ・ 長期間の仮置によって表面に繁茂する雑草の除草が容易であること

などを考慮して、③の帯状台形を選択した。

仮置形状の概略値は図7.1.7に示す各値を以下のとおりとした。

- ・ AS(砂質土)層：上幅15m、下幅19m、高さ2m
- ・ AC2(粘性土)層：上幅6m、下幅8m、高さ1m

長さは共に45mとした(写真7.1.5)。

なお、仮置土の天端には、雨水排水に配慮して50cm程度の片勾配を付けた。

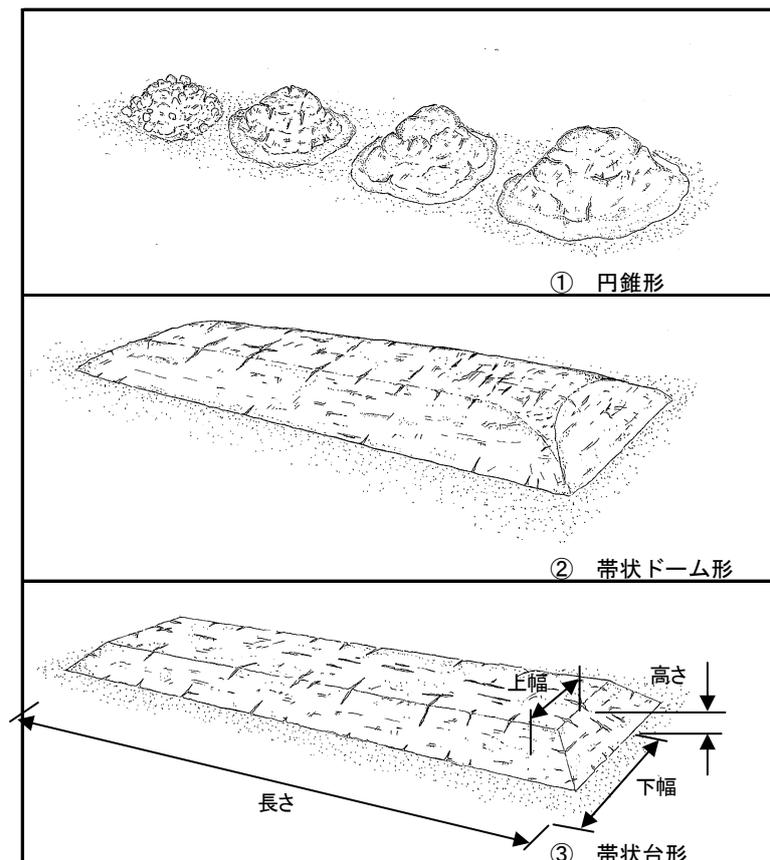


図7.1.7 仮置形状略図

・土質改良の確認

仮置土については土質試験を行い、含水比、コーン指数、飽和度・空気間隙率、若しくは締固め度を適宜指標として管理し、堤体材料として使用開始する時期を決定した。この結果、仮置期間は、上部粘性土 (AC₁) は3~4ヶ月、中間砂質土 (AS) は1ヶ月、下部粘性土 (AC₂) は8ヶ月程度とすることとした。



写真 7.1.5 仮置状況

(2) 採取土を用いる場合

特記仕様書において河川敷内の採取地域および使用する土質が指定されている場合は、採取予定地域の試料を採取して土質試験を行い、指定された土質を満足していることを再確認する。確認の頻度は、一般に5,000m³および土質が変化することに行われている。

採取土を用いた事例を以下に示す。

この現場では2箇所の採取予定地があり、各々の箇所で土質試験を実施した結果、図7.1.8に示す結果が得られた。

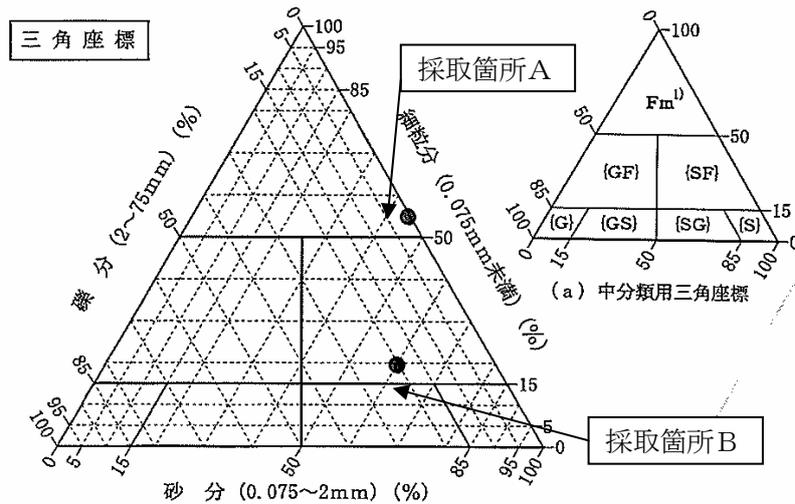


図 7.1.8 2箇所の採取予定地の土質試験結果（粒度試験からの三角座標）

どちらの採取土も河川堤防の堤体材料として不適と判定する範囲ではないが、採取箇所Aの

土は細粒分が多く、採取箇所Bの土は砂分と礫分が多いという特徴があった(写真7.1.6参照)。本事例においては、この2種類の土を混合して使用することより、築堤に、より適した材料となると判断されたため、施工にあたっては、この2種類の材料を混合して築堤に使用した。



写真 7.1.6 採取箇所Bにおける採取土の状況

(3) 購入土を用いる場合

特記仕様書において使用する土砂が購入土であることと、使用する堤体材料の土質が指定されている場合には、購入先の土質データを吟味し、その物性値を確認する。

購入土を用いた施工現場における留意点を以下に示す。

- ・購入土は、十分な締固めが得られるものでなければならない。
- ・法律で定める産業廃棄物、ベントナイト、温泉余土、酸性白土、凍土、氷雪、草木、切り株などが含まれないものでなければならない。
- ・地盤材料の工学的分類方法(地盤工学会基準 JGS0051-2000)による分類で、高有機質土 Pt 以外の粗粒土(礫質土 G、砂質土 S)、粘性土 Cs を使用すること。

2) 試験施工

試験施工は、規定された品質を確保するための施工方法を設定することを目的として、堤体材料が選定された後に適切に行うものとする。

(解説)

築堤の施工における締固めを行う場合には、土質および現場条件に応じた適切な機械を選定し、試験施工を行い、締固め方法等を設定する必要がある。

試験施工の目的は、施工条件(敷均し厚さ、締固め回数、施工含水比など)とその効果を確認することであり、この結果を用いて施工方法を設定する。具体的には、図7.1.9に示す事例のように堤体材料をまき出したものについて、想定する転圧機械を用いて転圧回数(例1~5往復)を変化させ(図7.1.10参照)、転圧回数ごとに現場密度試験(図7.1.11参照)を行うとともに、沈下量の測定を行って転圧回数ごとの密度および仕上がり厚さを求めるものである。

全ての築堤の施工に先駆け試験施工が行われることが望ましいが、特に以下の場合には留意する。

- ① 大規模土工事
- ② 良質な盛土材が得られない場合

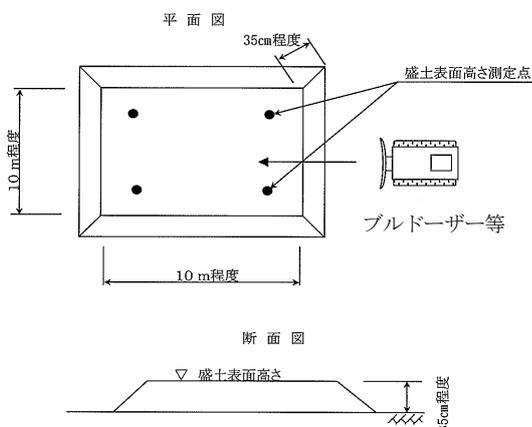


図 7.1.9 試験施工のまき出しの事例

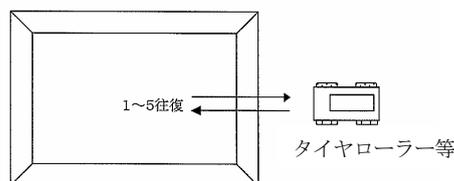


図 7.1.10 試験施工の締固めの事例

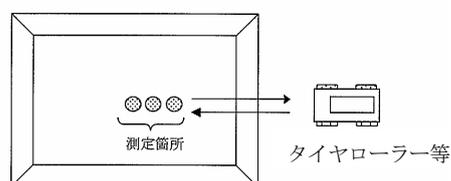


図 7.1.11 試験施工の密度測定箇所の事例

試験施工で得られる項目は、以下のとおりである。

- ・適正なまき出し厚と締固め回数
- ・施工含水比と乾燥密度

堤体材料として関東ロームなどの火山灰質粘性土を使用する場合は、過転圧となる場合がある。このような土砂を堤体材料として使用する場合は、試験施工の観察を詳細に行い、過転圧にならない締固め機械および方法を決定する。

3) 盛土の施工

断面拡大工法における盛土の施工は、適正に管理された堤体材料を搬入し、既設堤体とのなじみ等に留意しながら、堤防に所定の機能が確保されるよう適切に施工するものとする。

(解説)

(a) 基礎地盤処理

① 基礎地盤の伐開除根および表土処理

断面拡大工法の施工予定地の地表面に、草木や切株を残したまま盛土をすると、盛土施工後にこれらが腐食することによって堤体に空洞・ゆるみや有害な状況が生じ、築造後の堤防の安定に影響を及ぼす恐れがある。これらの影響を防止するため、以下の処置を行う。

断面拡大工法の施工予定地の地表面に、樹木・切株・その他の障害物(雑石、コンクリート塊など)が存在する場合には、これらを入念に除去し、盛土と基礎地盤の密着を十分に図らなければならない。また、施工予定地の地表面が草本の場合には、その根までを除去する。この深さの目安としては20～30cm程度とする。(写真7.1.7)

なお、表層が腐植土(有機質土や高有機質土)などの場合には、盛土に悪影響を及ぼす場合もあり、必要に応じて盛土材料で置換えるなどの配慮が必要である。



写真7.1.7 表土剥ぎ取り状況(関東地方整備局)

表土は、通常植物の生育にかけがえのない有機物質を含む表層土壌で、原則的に盛土材には利用しない。緑化基盤材料として有効利用することが望ましい。

② 基礎地盤の不陸処理

堤体の盛土は、均質で一様な品質のものが要求される。築堤予定地の基礎地盤に極端な凹凸や段差がある場合、凹部や段差等により、堤体土の締固めが不十分となるばかりではなく、円滑な盛土作業にも支障をきたすことになる。

このような凹部や段差等は盛土に先がけて、できるだけ平坦に掻き均す必要がある。

③ 既設堤防の段切り

一般に、既設の河川堤防は、施工後、時間の経過とともに土粒子のセメンテーション効果などが進み、築堤時よりは安定していると考えられる。しかしながら、堤防の表層は降雨、凍結融解等の自然条件や動植物などの影響によって劣化しているのが普通である。したがって、新旧堤体の接続部付近については、(1)で記述したようにこの表層を除去する必要がある。また、腹付け部と既設の堤体とのなじみを良くし、一体化させるために、段切りを行う。段切りにあたっては既設堤体を必要以上に乱すことがないようにしなければならない。

段切り部は掘削後長期間放置することは避け、盛土に先立って必要分を逐次施工することが大切である。

勾配が1：4より急なのり面における段切りは、**図7.1.12**に示すように行う。

- (a) 1段当りの段切高は転圧厚の倍数とする。
- (b) 最小高は0.5m、最小幅は1.0mとする。
- (c) 水平部分には3～5%程度の外向きの勾配を付すことが多い。

図7.1.12および上記の(a)～(c)は、最小高、最小幅を示したものであり、具体の施工現場においては、拡幅の幅、のり面勾配、施工機械などの諸条件を考慮し、腹付け部の締固めが十分行える最も良い高さ・幅を計画する必要がある。一般に1層のまき出し厚さは30cmとしていることから、段切りの高さは60cmとすることが多く、幅はのり面勾配により決定される。

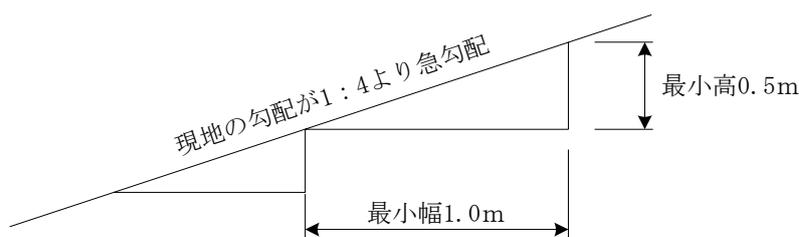


図7.1.12 既設堤防の段切り



写真 7.1.8 段切作業の状況 (関東地方整備局)



写真 7.1.9 段切の幅・高さの確認状況（関東地方整備局）

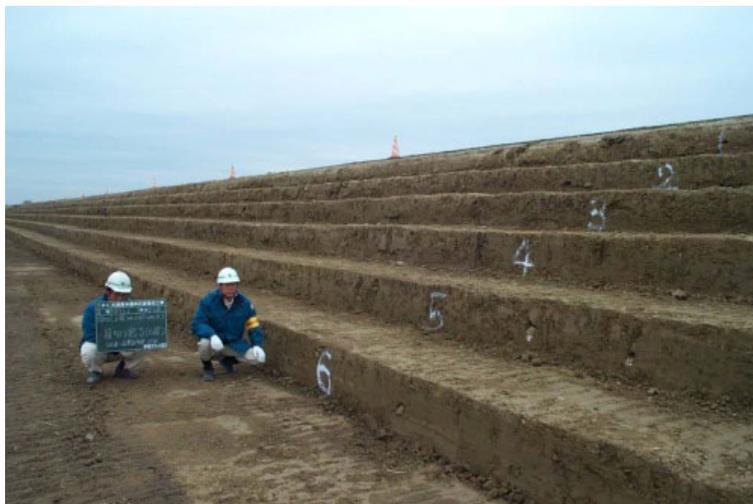


写真 7.1.10 段切作業終了時の状況（関東地方整備局）



写真 7.1.11 段切作業終了時の状況（北陸地方整備局）

④ 盛土施工開始時の掻き起こし

盛土の施工開始にあたっては、拡幅部分と接する基礎地盤と盛土の一体性を確保することを目的として、地盤の表面を、盛土における一層仕上り厚の1/2厚さ程度まで掻き起こす。その後、掻き起こした土砂は、盛土材料とともに締固めを行う。

また、堤体の一部に搬入路等で碎石等が敷きこまれた層がある場合は、これを除去した後に盛土を行わなければならない。

(b) 敷均し

運搬機械で搬入された堤体材料は、締固めのために所定の厚さに敷均す。

敷均しは盛土を均一に締固めるために最も重要な作業であり、適正な厚さで均等に敷均（写真7.1.12参照）されて締固められた堤防は、均質でより安定した堤防になる。もし、敷均し厚さが厚過ぎる状況で、施工された堤防は、締固めが不十分になり、施工後に圧縮沈下、耐浸透機能のばらつきなどが起きやすい。このように敷均し作業は、堤防の品質を確保する上で最も留意すべき工程の1つである。

粘性土を堤体材料として使用する場合は、盛土上に堤体材料を搬入する際、運搬機械によるわだち掘れができやすく、こね返しによって施工される堤体に著しい強度低下をきたす場合があるので、こうした状況を防止するために別途の運搬路を設けたり、運搬路から盛土個所までの二次運搬を行うことがある。

粘性土を堤体材料として用いる施工現場において、築堤運搬路わきの荷おろし個所から盛土する個所までを敷均し機械で押土する場合は、接地圧の小さいブルドーザを使用することが望ましい（写真7.1.13参照）。



写真7.1.12 まき出し厚管理標尺（関東地方整備局）



写真7.1.13 ブルドーザによる敷均し作業状況(関東地方整備局)

(c) 締固め作業および締固め機械

締固め作業にあたっては土質および現場条件に応じた適切な締固め機械を選定し、できるだけ試験施工などによりその効果を把握した上で所定の品質の堤体が確保できるように施工することが大切である。施工に際しては次の点に留意しなければならない。

- a) 堤体材料の含水比は、特に天候が大きく変化した時点において確認する。
- b) 盛土全体を均等に締固める。盛土端部や隅部などは、締固めが不十分とならないように一部計画範囲を超えて盛土を行い、削り取りにより仕上げを行うなど適切に施工する。

(図7.1.13)、(写真7.1.14)

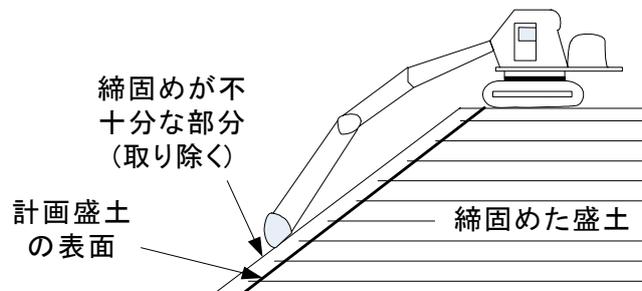


図7.1.13 削り取りによる仕上げ作業の概念図

- c) 締固め作業においては、締固め回数と締固め度の関係を事前に把握しておく。
- d) 締固めは河川堤防法線に平行に行うことが望ましく、締固めに際しては締固め幅が重複して施工されるように常に留意する必要がある。
- e) 盛土施工中、盛土面に凸凹ができていない段階で降雨が予測される場合は、盛土表面を平滑にして、雨水の浸透などが生じないようにする。
- f) 盛土面は、4%程度の緩やかな横断勾配をつけ、施工中の表面排水に注意する。
- g) 表腹付けに粘性土を用いる場合には、乾燥収縮によるひびわれが生じないように施工時に適切な含水量管理を行い施工する必要がある。

h) 関東ロームなどの火山灰質粘性土を堤体材料として用いる場合には過転圧に注意する。



写真7.1.14 のり面整形状況（関東地方整備局）

一般的な締固め機械の選定に対する目安を表7.1.1に示す。

表 7.1.1 土質と締固め機械の一般的な適応

土質区分	締固め機械					備 考
	普通ブルドーザ	タイヤローラ	振動ローラ	振動コンパクタ	タンバ	
砂 礫混り砂	○	○	○	●	●	単粒度の砂、細粒分の欠けた切込み砂利、砂丘の砂など
砂、砂質土 礫混り砂質土	◎	◎	○	●	●	細粒分を適度に含んだ粒度配合の良い締固め容易な土、マサ、山砂利など
粘性土 礫混り粘性土	○	○	○	×	●	細粒分は多いが鋭敏性の低い土、低含水比の関東ローム、くだけ易い土丹など
高含水比の砂質土 高含水比の粘性土	○	×	×	×	×	含水比調節が困難でトラフィカビリティが容易に得られない土、シルト質の土など

◎：有効なもの

○：使用できるもの

●：施工現場の規模の関係で、他の機械が使用できない場所などで使用するもの

×：不適當なもの

主要な締固め機械の作業特性の概略を示すと次のとおりである。

① タイヤローラによる締固め

タイヤローラによる締固めは、空気入りタイヤの特性を利用して締固めを行うもので、タイヤの接地圧は載荷重および空気圧により変化させることができる。タイヤ圧は締固め機能に直接関係するもので、一般の土砂の締固めには接地圧を高くして使用し、粘性土などの場

合には接地圧を低くして使用している。

タイヤローラを使用した締固め作業にあたっては、所定の締固め度を確保できるように荷重およびタイヤ圧の調整に留意しなければならない（写真7.1.15）。



写真7.1.15 タイヤローラによる締固め状況（関東地方整備局）

② ブルドーザによる締固め

高含水比盛土材料の場合等、やむを得ずブルドーザを締固め機械として用いる場合には盛土の品質が低下しないように十分に注意して施工しなければならない。また、堤体材料によっては敷均し厚さを薄くするなど締固め効果の向上を図る必要がある。

③ 振動ローラによる締固め

振動ローラは、ローラと起振機を組み合わせ、振動によって土の粒子を密な配列に移行させ、小さな重量で大きな締固め効果を得ようとするものである。振動ローラは、一般に粘性に乏しい砂礫や砂質土の締固めに効果があるが、使用にあたってはローラの重量、振動数などを適切に選ぶ必要がある。

振動ローラは従来から小型のものが多く用いられていたが、最近では大型のものも使用される傾向にある。大型の振動ローラは深さ方向への締固め効果がほかの機種にくらべて大きい。

なお、振動ローラは岩塊や岩片が混入した土、粒子が揃っていない砂などでは、ローラがスリップし走行不能になることがある（写真7.1.16～写真7.1.18）。



写真7.1.16 振動ローラ(11t級)による締固め状況



写真7.1.17 振動ローラ(4t級)による締固め状況 (九州地方整備局)



写真7.1.18 小型振動ローラによる締固め状況 (九州地方整備局)

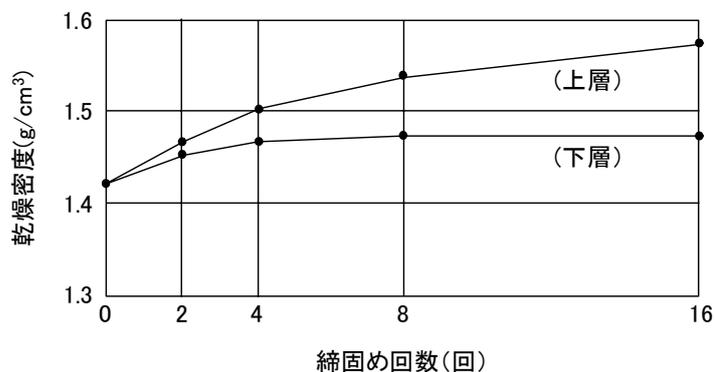
④ 振動コンパクタおよびタンパによる締固め

平板の上に直接起振機を取付け、振動を利用して締固めを行う振動コンパクタやタンパは、軽量の機械であるために他の機械では施工が困難な個所、たとえば構造物の周辺(写真7.1.19参照)、盛土ののり肩やのり面および小規模の締固めなどに使用される。



写真7.1.19 構造物周辺盛土の締固め(関東地方整備局)

なお、図7.1.14はタイヤローラによる締固め実験結果の一例を示したものである。図中の曲線は1層の締固め厚さの中で得られたもので、(上層)は締固められた層の上層の密度であり、(下層)は下層の密度を示している。この図をみると下層の密度は上層の密度にくらべて小さく、下層ほど締固まりにくいことを示しており、1層の敷ならし厚さをある限度以下にする必要があることがわかる。



注1) 建設機械化研究資料より抜粋。

注2) 締固め機械はタイヤローラで、土のまき出し厚さは67cmである。

注3) 上層とは表面から深さ20cmまでの位置、下層とは深さ45cm程度のものをいう。

図7.1.14 締固め回数と密度の変化

(d) 張芝工

堤防のり面の保護のため施工する張芝工は、以下の手順で実施する。なお、一般的に張芝の施工の適期は新芽の発芽する3月下旬～6月中旬である。

- ① 芝設置
- ② 目串打ち込み（下から芝1段施工毎に2～3本/枚）（写真7.1.20）
- ③ 表土敷均し
- ④ 土羽打ち作業（写真7.1.21）
- ⑤ 耳芝※の設置（写真7.1.22）
- ⑥ 耳芝土羽打ち（写真7.1.23）

※耳芝とは、堤防ののり肩を保護するために、のり肩に沿って堤防天端に幅10～15cm程度に張る芝のことをいう。



写真7.1.20 目串打ち込み状況（関東地方整備局）



写真7.1.21 土羽打ち状況（関東地方整備局）



写真 7.1.22 耳芝設置状況（関東地方整備局）



写真 7.1.23 耳芝土羽打ち状況（関東地方整備局）

7.1.3 軟弱地盤上の嵩上げ・拡幅の施工

1) 軟弱地盤上の嵩上げ・拡幅

軟弱な基礎地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅工事は、基礎地盤の強度等の特性を把握・評価し、必要に応じて軟弱地盤対策工を実施した後、普通地盤上における嵩上げ・拡幅の施工において留意すべき事項を遵守するほか、施工中に必要とされる諸観測や管理を行うとともに、既設堤体、嵩上げ・拡幅中の堤体および周辺地盤の微細な変状を注視しながら適切に施工するものとする。

(解説)

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅では、既設堤防下および、堤防に沿った川表・川裏側の周辺地盤の強度等の特性を適切に把握・評価することが重要である。上記地盤の強度特性は、既設の堤防の施工形態・断面形等と築堤後の経過年数、沈下記録、川表・川裏側の堤防敷沿いの地盤の圧密特性状況などから類推することができる。

上述のような事項が設計段階で考慮されている場合は、それらの事項について設計図書などを参照して確認する。

次に、設計図書において盛土に先立つ軟弱地盤対策工が定められている場合は、これを適切に実施した後、普通地盤上の嵩上げ・拡幅工事において留意すべき事項を遵守して施工を進めるほか、施工中に必要とされる諸観測、施工速度、手順などの管理を行うとともに、既設堤体、嵩上げ・拡幅中の堤体および周辺地盤の微細な変状などを注視しながら適切に施工しなければならない。

軟弱地盤の強度等の特性が把握・評価されていない場合は、堤防横断方向の調査を実施して直接確認することが望ましい。

軟弱地盤上で河川堤防を拡幅した場合の一般的な沈下形態の概念を図7.1.15に示した。

嵩上げ・拡幅を行った場合、圧密沈下により堤防が完成形状を割る場合も考えられるため、余盛等を行い、動態観測を行いながら既設堤防の拡幅工事を実施することが望まれる。

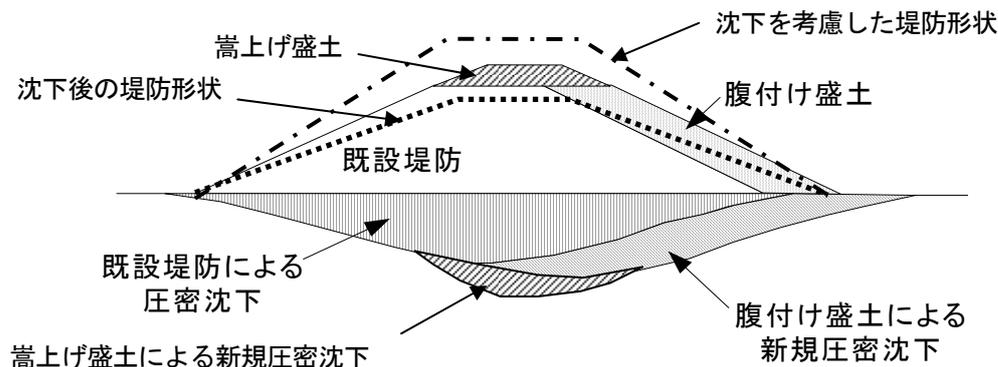


図7.1.15 嵩上げ・拡幅工事による堤防下の軟弱地盤の沈下概念図

2) 軟弱地盤対策工

既設堤防の嵩上げ・拡幅における軟弱地盤対策工は、所定の強度と安定性が得られるよう適切に施工する。

(解説)

軟弱地盤対策工の施工においては、設計図書などに示されている工法について、その選定の過程を十分に把握しておくことが重要である。工法選定の過程では、一般に周辺の制約条件、地盤の特性、安定性を確保するための方策、経済性などが比較・検討されている。したがって、これらの比較・検討された事項から当該現場において工事を行う際の留意点が抽出できる。

例えば、軟弱地盤対策工に深層混合処理が採用されている工事において、改良を行う施工区域の端部に排土方式の低変位型の深層混合処理工法、その内側に通常の深層混合処理工法が採用されている場合には、以下のような施工上の留意点を読み取ることができると考えられる。

- ・周辺地盤への影響が懸念されるため、端部には高価であるが低変位型の地盤改良が採用されている。この事項から施工計画の作成にあたっては、周辺地盤の変位に関する動態観測が必要であること。
- ・工事施工中においては、施工の方法と動態観測結果を評価し、周辺の土地利用状況を勘案して、当初設計に計上してある高価な低変位型の地盤改良範囲がどこまで必要なのか、また、この範囲をいかに狭めてコスト縮減できるかを検討しながら進めなければならないこと。

上記例示のように、設計図書などを介して工法選定の過程を把握することによって、当該施工現場における施工時の留意点を抽出することができる。また、施工段階において、より合理的な施工を行うための基本的情報を得ることができる。

以下に上述した既設堤防の嵩上げ・拡幅において実施されている主要な軟弱地盤対策工の施工時の留意点について概要を記述する。

(1) 表層処理工法

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅において表層処理工法による対策工を行う場合は、設計された内容と現場条件を把握して改良地盤に所定の強度が確保できるよう適切に施工するものとする。

(解説)

表層処理工法に類別される軟弱地盤対策工には、表層排水工法、表層混合処理工法、敷設材工法などがあり、いずれも基礎地盤の表層に簡易な工法を適用して所要の改良をしようとするものである。施工に際しては設計で意図している内容と現場条件を把握して、簡易に所要の改良ができるよう適切に実施するものとする。

(a) 表層排水工法

この工法は、基礎地盤の表面付近が軟弱層で地下水位が高い場合に、地表面に幅0.5m、深さ0.5～1.0m程度のトレンチを掘削して、地表水および表層にある軟弱層の含水比を低下させることによって地盤改良し、併せて施工機械のトラフィカビリティを確保するものである。

トレンチの配置は、設計内容を良く確認して決定するものとするが、排水先までの地形の勾配、盛土の沈下にもなう勾配および排水が盛土に入らないように配慮する必要がある。特に、堤体位置と設置するトレンチの構造・位置については完成後の堤防の止水機能を損なわないように配慮しなければならない。

施工上の主な留意点としては以下の事項が考えられる。

- ・ 効果的かつ効率的な排水溝の配置
- ・ 現場の詳細な起伏などの調査と、排水が円滑に行われるような排水路の幅、勾配の確保

なお、本工法の排水溝設置に関する技術事項の要点は、前掲1-1, 1) 堤体材料の選定で高含水比の不良土を自然乾燥によって改良した事例の項に記述している。

(b) 表層混合処理工法

表層混合処理（浅層混合処理ともいう）工法は、生石灰や消石灰、セメントなどの添加剤を軟弱な表土層に混入し、地盤の圧縮性や強度特性などを改良することによって改良層の支持力の増大を図り、併せて施工機械のトラフィカビリティの確保を図ろうとするものである。施工は、軟弱地盤上にあらかじめ添加剤を散布し、ロータリータイン方式あるいはトレンチャー方式等の攪拌機械により攪拌・混合し、一定期間養生後にローラやブルドーザなどによって転圧するものである。

① 施工基面の設定

一般に、表層改良を行う箇所の軟弱地盤の表面は草本に覆われている場合、砂利・採石が敷込まれている場合、河川敷通路などで簡易な舗装などが存在する場合など様々である。こうした工事では、一般に設計において設定されている施工基面と現地における表層の状況との関係を最初に確認しておく必要がある。

特に、改良しようとする基礎地盤層に混合・攪拌作業の支障となるようなものが存在する場合には、その深さ・範囲を確認することが重要である。

施工基面の設定については、他の軟弱地盤対策工においても共通である。

② 添加材の添加量

添加材、添加量は、事前に配合試験を実施して決定することが原則であり、当初設計時点で配合試験が行われていない場合には、配合試験を実施する。有機物の混入状況や含水量によっては、改良効果が期待できない場合があることから、この点に留意して配合試験用の試料を採取するものとする。

なお、添加量は、土の自然状態、ほぐした状態、締固めた状態など、どの状態を対象とするのかについて条件を明確にして試験を行う必要がある。

③ 施工機械

表層混合処理工に用いる施工機械は、スタビライザやバックホウの先端に攪拌装置を取り付けたものが一般に用いられている。バックホウの先端に取り付ける攪拌装置には、バケット内に攪拌翼が付いたもの、攪拌翼のみのもの、フォーク状のもの、杭状の改良ができるものなど様々なタイプがある。

施工の目的・条件に適応した適切な機械を選定した後、必要に応じて試験施工を行って施工仕様を設定する。本工事では、施工開始時の条件と混合剤が改良土層中に均質に混合されていることを確認する必要がある。

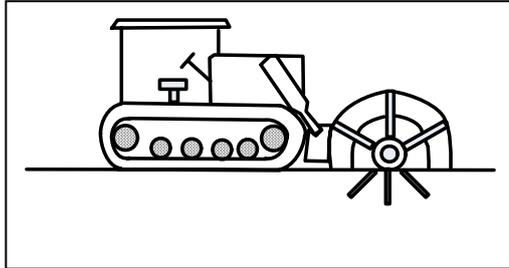


図 7.1.16 スタビライザータイプの
機械概念図

図は進行方向に攪拌機のあるタイプであるが、機械の後方に攪拌機が付くタイプもある。



写真 7.1.24 バックホウタイプの機械
バケット部分に攪拌装置が取り付けられている。



写真 7.1.25 トレンチャー式攪拌機
(中国地方整備局)

④ 添加材の保管

添加剤は、使用前に水分を吸水することがないように適切に保管する必要がある。施工規模が小さい場合には、紙袋やトンパックなどと呼ばれる袋で施工日毎に現場に搬入する場合がある。このような場合には、現場で施工前に添加剤が吸水することがないように管理する。

施工規模が大きい場合には、一定量の添加剤を現場で保管することになる。このような場合にはサイロ等を設置して適切な保管を行う。

⑤ 施工管理

表層混合処理工法では、施工後に改良によって所要の強度が確保されていることを確認しなければならない。確認は、施工された場所から一定頻度でサンプリングを行って実施する。

一般に、改良強度を確認する場合はサンプリング試料を一軸圧縮試験により行い、CBR値の場合はCBR試験により実施されており、その頻度については「土木工事共通仕様書」などを参照されたい。

(2) 盛土下面引張張力力補強工法

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅における盛土下面引張力補強工は、設計図書の内容と現場条件を十分に把握して敷設した補強材と盛土との一体化を図るとともに、補強材を挿入した面が堤体の止水機能を損なわないように適切に施工するものとする。

(解説)

この工法の効果は図 7.1.17 に示すように、堤防と基礎地盤の間にジオテキスタイル等の補強材を敷設し、補強材を盛土と一体化させることによって地盤の側方流動・すべり破壊を抑制する工法である。また、敷設材の設置によって堤体のせん断力および引張力が増大し、トラフィカビリティの確保、盛土荷重の基礎地盤への均等な伝達が図られるものである。

この工法は他の対策工法の補助的な目的で用いられる場合があるが、ここでは単独の工法として用いられることを想定して記述する。

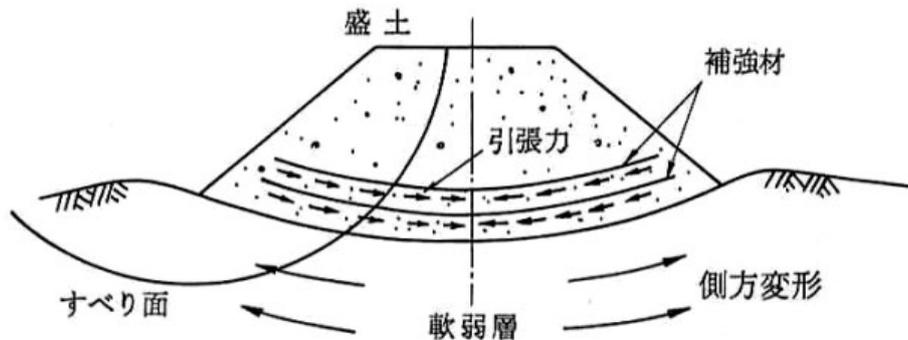


図 7.1.17 盛土下面引張力補強工法の概念

(a) 盛土材料の土性の確認

盛土下面引張力補強工法において重要な事項は、補強材の部分が完成後の堤防の止水機能を損なうようなミズミチにならないことの確認しなければならない。

施工にあたり具体的な盛土材料が決定した時点で、必要な土質試験を行い、設計時点で想定されている盛土材料の土性と比較し設計条件を満足することを確認する。

この場合、一般的に行われる確認事項は、強度試験(三軸圧縮試験など)、物理試験(含水量、粒度など)、締固め試験などから得られる、強度・物理特性・施工性に関する事項である。

(b) 補強材の品質の確認および保管

近年使用されている補強材は、ジオテキスタイル等の製品が一般的である。補強材の品質についてはメーカーの保証書などで確認することになる。このとき設計で規定されている条件を満足していることを確認しなければならない。

一般的に用いられている補強材は短期間で劣化することはないので、保管について特段の留意事項はないが、取り扱いに当たっては施工時の支障となるような折れ曲がり、汚れの付着などが発生しないように注意する。

(c) 補強材の敷設および上部への盛土の施工

補強材の敷設方向は、一般に堤防横断方向にロールを伸ばすように敷設している。これは、前出の図7.1.17に示す築堤後の変形の方向性を考慮してのことである。特に敷設面が堤防横断方向に傾斜しているような場合には、敷設の施工性もよくなることになる。

敷設する面が曲面である場合やジョイント部分の施工については、設計図書に従って実施することが原則となるが、一般には監督職員と協議を行い、その承諾を得る方法が取られている。

敷設された補強材の上に施工する盛土については、補強材の下が十分なトラフィカビリティを有している場合は通常の施工方法で問題になることは少ないが、トラフィカビリティが十分でない場合は、小型の施工機械を使用するなどして、施工中に補強材の移動やズレが発生しないように施工しなければならない。このような場合の対処方法には、補強材の端部を短い杭などで止める、あるいは端部にあらかじめ土を盛っておくなどの対応がとられている。

なお、締固め試験の結果から盛土の締固めに関する施工方法を検討することについては「7.1.2 普通地盤の嵩上げ・拡幅の施工」に記述している。



写真 7.1.26 補強材の材料検収状況



写真 7.1.27 補強材の敷設状況



写真 7.1.28 補強材のジョイント部の施工状況

(3) 緩速盛土工法

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を緩速盛土工法によって行う場合は、所要の動態観測、変状監視等を行いながら、上載盛土荷重および、その施工速度と地盤強度の増加を定量的に把握した上で適切に施工するものとする。

(解説)

緩速盛土工法は、直接的に軟弱地盤の改良を行うことなく、築堤荷重により基礎地盤の圧密が進行して強度が漸増して行くメカニズムを利用して盛土する工法である。

この工法では、築堤の全期間を通じてすべり破壊に対する安全率が所定の値以上となるようにしながら徐々に、または段階的に盛土を実施する。したがって本工法は、施工上、特別な材料や施工機械を必要としないことから、工期を十分にとることができれば最も経済的な工法と言える。河川堤防の築造には、計画断面に達するまでに何段階かの段階的な盛土（「暫定断面」という）と長い休止期間をとる“段階施工”という改修方式をとる場合も多くあり、こうした方式をとる河川堤防の嵩上げ・拡幅工事には適した工法の一つである。

実際の施工では、図 7.1.18 に示すような手順が考えられる。

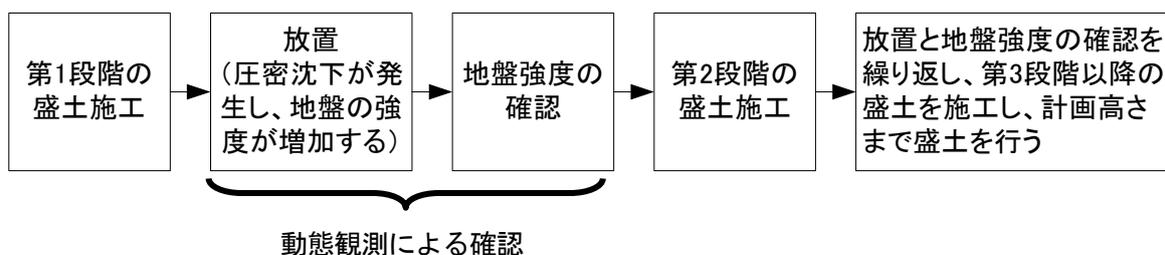


図 7.1.18 緩速盛土工法の施工手順

(a) 盛土の施工

一般に、軟弱地盤上の嵩上げ・拡幅工事では、早い速度で盛土すればすべり破壊が発生し易やすく周辺の地盤に有害な変形が発生することなどが経験的に知られていることから、盛土によるすべり破壊の防止・有害な周辺地盤の変形を抑制するために盛土の施工速度をコントロールする方法がとられている。

盛土の方法は大別して、一つの工事期間中に盛土荷重によって漸増する強度と沈下量を監視しながら一定の安全率を保持しつつ徐々に盛土する場合と長い休止期間をとって段階的に盛土施工をする場合がある。この漸増盛土と段階的盛土の施工管理には根本的な差異はなく、いずれの場合においても盛土に伴う動態観測（沈下量・側方移動量・間隙水圧など）が必要不可欠な事項となる。

一般的な軟弱地盤上の盛土では、1層を30cmとした場合に6日程度毎に1層を施工（日換算すれば5 cm/day程度）する事例があるが、既設堤防の嵩上げ・拡幅工事の施工では盛土の速度が3 cm/dayから10cm/day程度（1層の施工厚が30cmの場合には、10日間から3日間に1層を施工）の事例があった。

なお、盛土そのものの施工は、基本的に「Ⅲ. 普通地盤の嵩上げ・拡幅の施工」に記述したとおりであり、盛土材料の土性の確認、施工方法（締固め機械・撒き出し厚さなど）の検討を

行って施工することになる。

(b) 動態観測

緩速盛土工法を用いた工事において一旦すべり破壊が生ずれば基礎地盤の軟弱層が乱されて強度低下が発生し、設計どおりの施工が不可能となり大規模な対策工を要する場合が多い。このため盛土施工中は、すべりに対する安定、周辺変位の状況を常に把握し、注意深く監視しながら施工する必要がある。

具体的な動態観測の方法については「第5.7節 沈下および安定管理」で記述している。

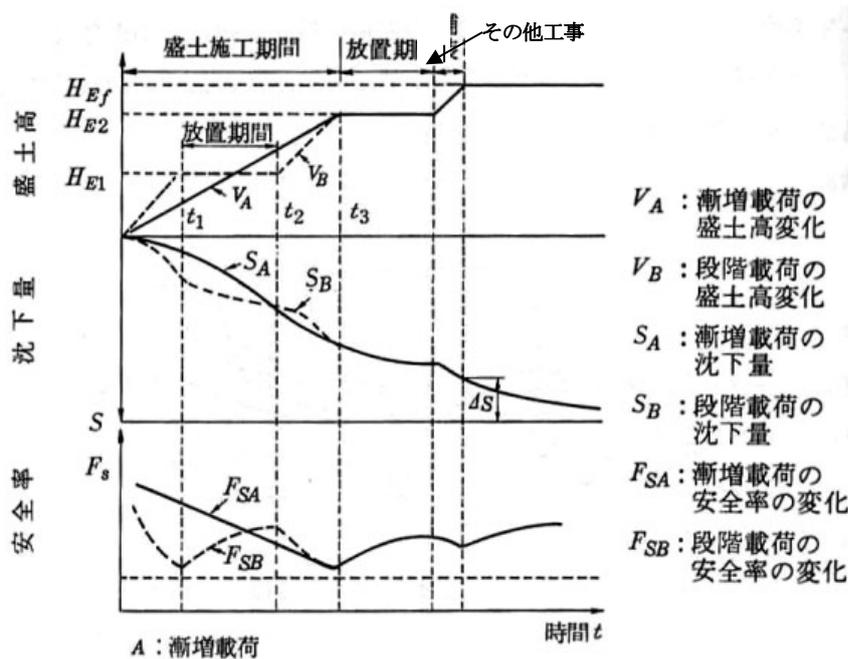


図 7.1.19 施工速度と沈下量・安全率の概念比較

(c) 地盤強度の確認

緩速盛土工法によって軟弱地盤上に盛土を行う場合は、当該現場で得られた軟弱地盤強度と設計時に想定されていた強度との整合について確認しなければならない。この確認は、段階载荷を行う工事にあつては放置期間終了時に、漸増载荷を行う工事にあつては盛土期間中の必要とされる適切な時点において、それぞれ実施するものとする。

一般に、設計では一定期間経過後に地盤の強度が増加することを予測して安定計算が行われており、施工にあたって上述のように地盤強度を確認することにより設計で考慮されている強度増加が実際に発生していることを確認するものである。

軟弱地盤の強度増加の確認は、一般に設計時点で適用された手法を用いて確認するが、何らかの理由によって確認手法を変更する場合は、ある時点において設計時の手法と変更した手法の両者によって結果を確認しておくことが望ましい。

軟弱地盤の強度増加の確認のための調査手法には、以下に記述するようなものがある。

① ボーリング、不撓乱試料採取、室内土質試験による分析

最も精度の良い確認方法であり、不撓乱試料の採取は固定ピストン式シンウォールサンプラー、室内土質試験は一軸圧縮試験によるのが一般的である。それぞれの調査法については、参照資料として、ボーリングおよび不撓乱試料採取は「地盤調査の方法と解説(地盤工学会)」、室内土質試験については「土質試験の方法と解説(地盤工学会)」などがある。

不撓乱試料の採取および一軸圧縮試験の深度方向の実施頻度は、「河川砂防技術基準(案)調査編」を参考にして軟弱な粘性土層では深度2m毎に1回の不撓乱試料の採取を行い、その試料について一軸圧縮試験を行うのが一般的である。ただし、地層が複雑な場合には地層に合わせて不撓乱試料の採取および一軸圧縮試験の頻度を決定する必要がある。

なお、一般に軟弱な粘性土の土質特性を把握する場合には、含水量試験、粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験を実施する。これらの試験は、一軸圧縮試験の結果を評価する(設計に用いた土質試験結果との整合性を判断する)場合に必要なデータとなる。

② コーン貫入試験

上記の①に比して簡易に実施できる手法として、一般的にオランダ式二重管コーン貫入試験、電気式静的コーン貫入試験が用いられている。深度が浅い場合にはポータブルコーン貫入試験でも目的を達することができるが、この試験は人力で押し込むことから比較的強度が大きな地盤や深度が深い場合には調査深度が不足する場合がある。なお、動的なコーン貫入試験は地盤の強度増加の精度が把握できないことから採用されない場合が多い。

コーン貫入試験についての参照資料としては、「地盤調査の方法と解説(地盤工学会)」がある。

軟弱地盤上に盛土する場合の基礎地盤の強度確認をする調査位置は、図7.1.20に示す位置が基本となる。のり尻、のり肩などの盛土端部の地盤強度は、盛土安定を支配する重要な位置であり、この2地点の調査は必須である。盛土の中央は最も強度増加が大きい箇所であり、強度増加が計算どおりに発生していることを確認するために実施することが望まれる。また、のり面の中央付近は安定性を評価する上で重要な箇所であるが、調査時に機器の足場が必要となること、工事中の盛土のり面での調査となること、のり面が小さい場合には調査地点が近接しすぎることなどから、のり尻、のり肩の次に必要な箇所とされ、のり面が大きい(盛土高さが高い)場合に調査する。

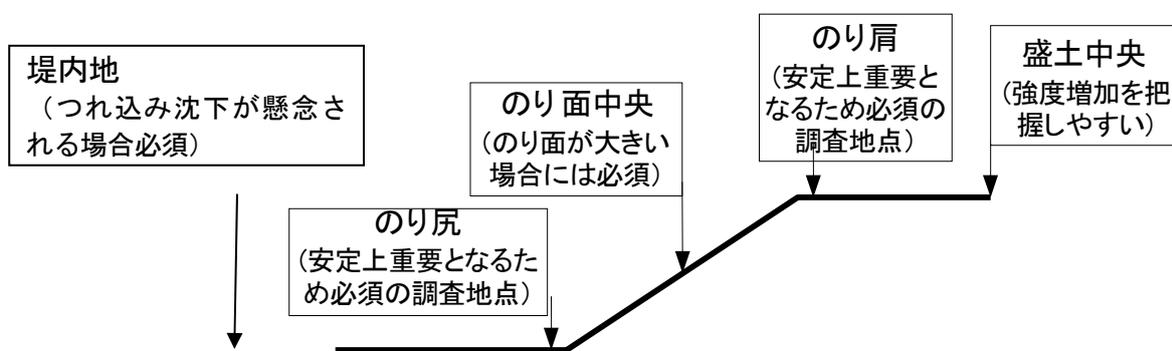


図 7.1.20 軟弱地盤の強度確認をする上で調査すべき位置

(d) 強度増加が確認できない場合の措置

一般に、強度が増加していないことが確認された場合の措置には以下のような対応がとられている。

- ・施工速度を緩やかにする
- ・放置期間を長くする
- ・設計計算の再実施と安定管理の頻度増加など

また、強度増加が明確でない場合や放置期間においても増加が期待できない場合には、別途の軟弱地盤対策工を実施することなどの抜本的な対応が必要になる。

一般に、設計時に推定された強度増加発生しない要因としては、軟弱な粘性土が乱されたことによる強度低下の発生、軟弱地盤が側方に移動して軟弱層に圧密による強度増加が発生しにくいなどの事象が考えられる。

(4) その他の工法—その1

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を置換工法、押え盛土工法、締固め工法および固結工法によって行う場合は、現場状況との整合を図り、各工法の施工において留意する事項を遵守して適切に施工するものとする。

(解説)

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を行う場合の軟弱地盤対策として採用される置換工法、押え盛土工法、締固め工法および固結工法の施工については、基本的に「第7.3節 既設堤防の耐震対策」に記述されている施工上の留意事項が適用されると考えられる。ただし、設計上の考え方として耐震対策は基礎地盤が緩い砂層から形成されている堤防下の地盤の液状化防止または抑制を目的としたものであるが、本節では、基礎地盤が砂層である場合以外にも軟弱な粘土層である基礎地盤の強度増加を図りつつ、築堤時の盛土の安定性を確保することが求められる。

例えば、軟弱な粘性土は乱すことによって強度低下が発生する事象など、施工に際して「既設堤防の耐震対策」に記述されている事項以外の施工上の留意事項がある。

ここでは、各工法の基本的な施工方法などは「第7.3節 既設堤防の耐震対策」を参照することを前提として、軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を置換工法、押え盛土工法、締固め工法および固結工法によって行う場合の施工上の主要な留意点を以下に記述する。

(a) 置換工法

代表的な置換工法には掘削による置換工法がある。この工法は、盛土の安定と沈下に対しては確実な効果が得られる。ただし、置換すべき軟弱層が残存した場合には対策の効果が著しく低減されることから、施工に際しては現場の状況を正確に把握し、確実に軟弱層を置き換えたことを確認する必要がある。

① 置換すべき部分の確認

設計時点では限られた土質調査の点情報から軟弱層の下面を設定して置換土量などを算出している場合が多いことから、実際の掘削置換の施工にあたっては軟弱層の下面を確認す

ることが重要である。

② 置換した軟弱土の処分

置換え掘削で発生した残土の処理は、捨場が近くに確保できない場合や、再利用土として活用する際に土質安定処理が必要となり、経済性の面から厳しい条件になることも想定される。こうしたことから、設計時点で想定されている掘削残土の処分方法を確認し、必要に応じて処分方法を変更することも念頭において工事前の確認を行っておくことが望ましい。

特に、設計時点から施工までに長期間を要した工事においては、現場周辺の条件や残土処分計画を見直さなければならない事例もある。

(b) 押え盛土工法

押え盛土工法は、すべり出そうとする堤体に対して抵抗させるために盛土を施工し、すべり破壊に対処する方法である。この方法は事前対策として設計施工される場合もあるが、実際にすべり破壊を生じた河川堤防の応急または復旧対策としても用いられる。ただし、押え盛土と基礎地盤との関係によっては、すべり抑止機能が得られず、大きなすべり破壊を誘発させる可能性があるため、盛土形状、盛土材料、現場条件等に留意する必要がある。

(c) 締固め工法

締固め工法のうち、振動締固め工法（サンドコンパクション工法）、低振動締固め工法（バイブロフローテーション工法）、動圧密工法（重錘落下締固め工法）の3種類については「既設堤防の耐震対策」に記述している。

このうち、動圧密工法（重錘落下締固め工法）は砂地盤の密度を上昇させることを目的とした工法であり、軟弱地盤対策とはならない。ただし、軟弱な粘性土層と緩い砂層の両方が存在する土質構成である場合には軟弱な粘性土が存在する場合でも設計において採用されている可能性がある。軟弱な粘性土が存在する地盤において動圧密工法（重錘落下締固め工法）を行う場合には振動による粘性土の強度低下に十分に注意する必要がある。設計時点では振動による軟弱な粘性土の強度低下を考慮していない場合があり、設計時の計算内容を確認する必要がある。強度低下が考慮されていない場合には、動圧密工法（重錘落下締固め工法）の施工前と施工当初において土質調査を行って強度低下の有無を確認する。調査方法は本節の「(3) 緩速盛土工法」の「(c) 軟弱地盤の強度の確認」に記述した。なお、強度低下が確認された場合には設計計算を再度行う。

振動締固め工法（サンドコンパクション工法）、低振動締固め工法（バイブロフローテーション工法）は、軟弱な粘性土層の対策工として用いられるが、この2つの工法とも程度は異なるものの振動を伴う工法であり、上記の動圧密工法（重錘落下締固め工法）において記述したように振動による軟弱な粘性土の強度低下が発生する可能性があることから、動圧密工法（重錘落下締固め工法）と同様に強度低下の状況を土質調査により把握し、適切に対応する必要がある。

(d) 固結工法

固結工法は、軟弱な粘性土にセメントなどの固化材を混合して改良することによりその強度を増加させる工法である。地盤の比較的浅い部分を改良する「浅層混合処理工法」と地盤の深

い部分までパイル状の改良体を築造する「深層混合処理工法」に大別される。

「浅層混合処理工法」については上記の「(1)表層処理工法」で記述している。また「深層混合処理工法(写真1.1.29参照)」については、「第7.3節 既設堤防の耐震対策」に記述している。



写真 7.1.29 深層混合処理工法(九州地方整備局)

(5) その他の工法—その2

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を構造物による工法および軽量盛土工法によって行う場合は、工法の特徴、設計図書において採用された根拠等を把握した上で現場状況との整合を図り適切に施工するものとする。

(解説)

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を、その他の軟弱地盤対策工法によって行う場合として構造物による工法および軽量盛土による工法の事例がある。

(a) 構造物による工法

軟弱地盤上における既設堤防の嵩上げ・拡幅を構造物によって行う工法には、矢板(鋼管矢板を含む)工法、パイルネット工法などがある。

矢板(鋼管矢板を含む)工法(写真7.1.30参照)は、経済的に不利なことから築堤に関する軟弱地盤対策の目的で用いられる事例は少ない。



写真 7.1.30 鋼矢板工法（九州地方整備局）

パイルネット工法は、厚い泥炭地盤などのように大きな沈下が予想される北海道地方で用いられている事例がある。この工法は、写真7.1.30に示すように短い間隔（設計上は群杭として取り扱われる間隔）で木杭を打設し、その頭部を鉄筋で連結する工法である。

木杭は、一般に末口や目通しの径で規定するため頭部の直径が異なる。また、打設された杭頭の間隔には施工上のバラツキがあつて微妙に異なる。このため杭の頭部を連結する鉄筋は、現場において加工するのが一般的である。

パイルネットは、施工上、以下のような留意事項が考えられる。

① 変形量（沈下量・側方変位量）が大きい地盤への適用について

この工法は、沈下量・側方変位量といった変形量を抑制する工法ではあるが、地盤中に写真7.1.31に示すような構造体を構築するものであることから、沈下が偏った場合や側方変位量が多い場合には構造体自体に不都合が生じることが考えられる。このことから、設計時に沈下・側方変位について十分な検討がなされていることが原則であるが、施工時にも部分的に高い盛土を行つて偏った沈下を発生させることなどは厳に慎まなければならない。また動態観測を実施して偏った沈下がな　　いこと、有害となる側方変位量が発生していないことを確認しながら施工することが求められる。

② クッション材の選定について

従来、杭の頭部にはクッション材として砂層を敷設施工していた。近年、この砂層が完成後の地震によって液状化する事象が懸念されるようになっている。このため、クッション材の選定には液状化防止の観点から十分な配慮が必要になる。クッション材の具体的な対応策としては、透水性を許容できる部位であれば砕石を用いる。透水性を許容できない部位の場合は通常の盛土材を用いる事例がある。

③ 木杭の鉛直性の確保

この工法における木杭の鉛直性に関する打設精度は、設計図書を確認して群杭効果が確保できる程度に決定する必要がある。ただし、木杭は素材が曲がっている場合があり、材料検収にあたっては、曲がり著しい木杭は使用しないような配慮が必要となる。

④ 鉄筋の組立て

鉄筋の施工方法としては、現場で施工された杭に直接鉄筋を巻きつける方法と、台座を作成し、そこで鉄筋を曲げて打設した杭に設置する方法の2法がある。前者は作業性において後者に劣ることになり、後者は木杭ごとの頭部の形状を考慮する手間が必要となる。

鉄筋の加工・組立ては、現場条件を勘案して適切な方法を採用する。

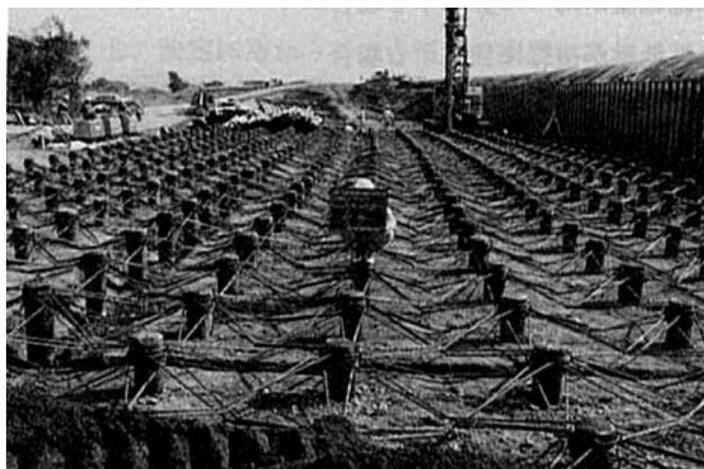


写真 7.1.31 パイルネット工法

(b) 軽量盛土工法

軽量盛土工法とは、堤体材料自体に人工的な材料を加えることなどにより盛土自体を軽くする工法である。盛土を軽くすることによって、すべり安定性の向上、圧密沈下量の減少、周辺地盤に及ぼす影響の低減などの効果が得られる。

具体的な軽量盛土工法に採用されている材料の事例としては、以下のようなものがある。

- ・流動化ソイルと呼ばれる土・セメント・水の混合材料
- ・ビーズ状の発泡スチロールを土に混合した材料
- ・ブロック状の発泡スチロールを土に埋め込むタイプ

ただし、河川堤防の定規断面内に軽量盛土を使用することは避けている。これは、河川堤防には「土堤原則」があり、河川堤防の機能（耐侵食機能など）は土の自重に起因するものもあると考えられていることなどから、上記のような人工的な材料を河川堤防内に入れることが、この原則になじまない事由による。

したがって、軽量盛土材料は、堤防に隣接した道路や宅地の盛土、橋台背面の土圧の軽減を目的とした埋戻し材料などで用いられている。

(6) 既設堤防に発生する亀裂対策

既設の河川堤防における嵩上げ・拡幅の施工中、既設堤防に亀裂が発生した場合は、速やかに適切な処置を行うものとする。

(解説)

(a) 亀裂の発生の要因

既設堤防の基礎地盤が軟弱な粘性土で構成されている場所において、嵩上げ・拡幅の施工中、既設堤防の天端に亀裂が発生する場合がある。

この現象は、一般に図7.1.21に示すように、腹付け盛土の荷重によって基礎地盤に新規の圧密沈下が進行し、既設の河川堤防の天端付近に引張り力が作用して亀裂が発生するものである。

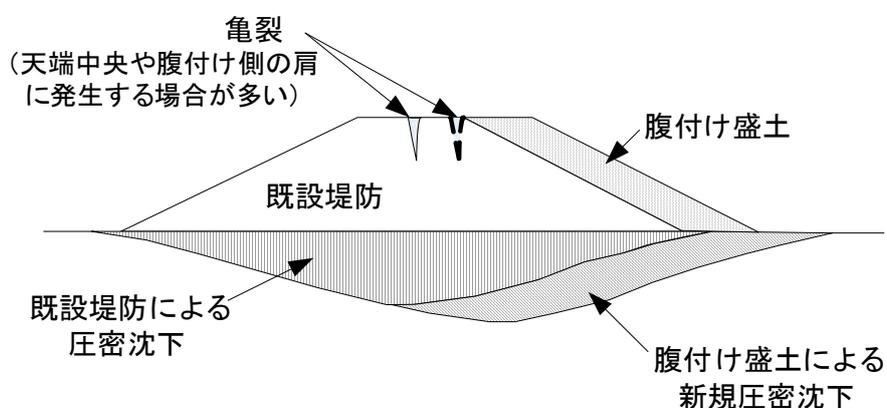


図 7.1.21 軟弱地盤上の腹付け盛土による亀裂と圧密沈下の概念

写真7.1.32に、腹付け盛土の施工現場で発生した既設堤防の亀裂の事例を示す。



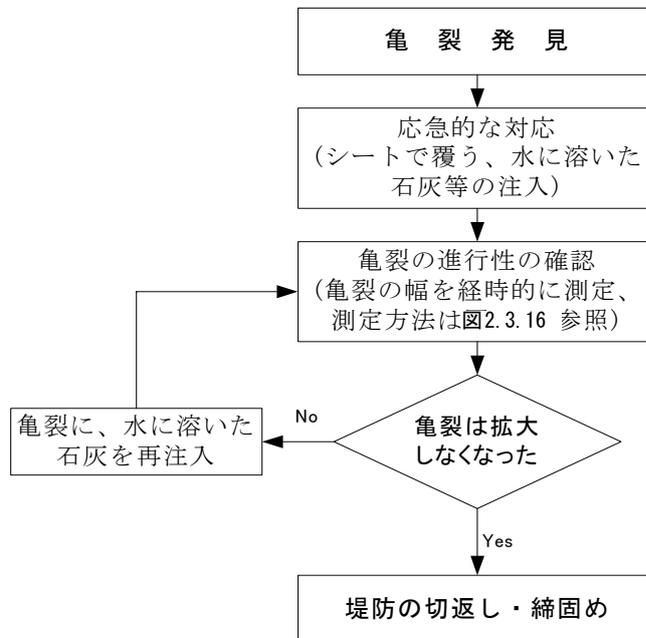
写真 7.1.32 腹付け盛土により天端に発生した亀裂の事例

(b) 発生している亀裂への対策

緊急対応として、既設堤防の嵩上げ・拡幅の施工中に、既設付近に亀裂が発生した場合は、速やかに適切な措置をとらなければならない。亀裂が発見された場合は、「亀裂に雨水等の水を入れない」ために、シート等で亀裂を覆う。また、恒久的な対策としては亀裂の深さを確認し、弱体化した堤体を切り返し、締固めを行う。

この場合、盛土の荷重による圧密沈下は、その進行が長時間に及び、沈下の途中で切り返し・締固めを行っても新たな亀裂が発生することになる。

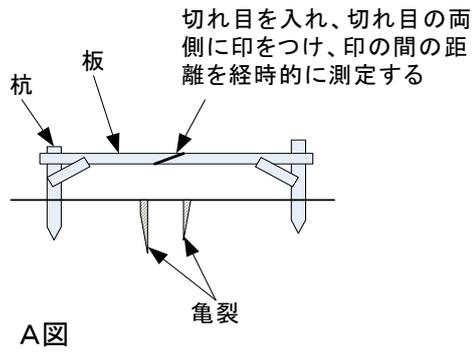
このような場合には、水に溶いた石灰などを亀裂に注入して応急的に亀裂をふさぎ、亀裂が拡大した場合には、さらに石灰を再注入して、亀裂の進行が終了するのを待つものとする。この時、応急処置を行うとともに、亀裂の幅を経時的に観測およびスケッチを行い、亀裂の進行が終了したことを確認する。亀裂の進行が終了したことが確認されれば、堤防を切り返し、締固めを行う。切り返しの深さは、石灰が注入された深さまで行う。



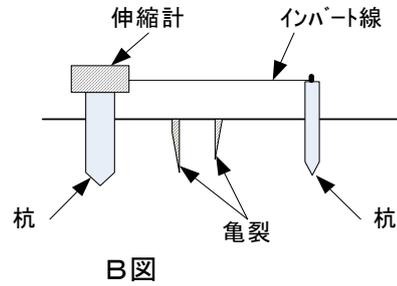
注) 亀裂が大きい場合には「全面切り返し」
小さい場合には「部分切り返し」となる。

図 7.1.22 施工中に発生した亀裂への対策フロー

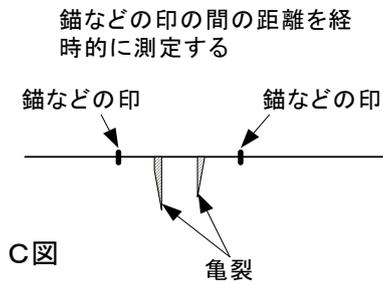
地表に観測機器が設置できる場合



伸縮計には電気式、記録紙式などの種類があり、現場条件により選定する。



地表に観測機器が設置できない場合



注) ・測定精度はB図に示す伸縮計を用いる方法が最も良い。
 ・長期間の測定にA図の方法を用いる場合には、板の変形や腐蝕に留意する必要がある。

図 7. 1. 23 亀裂の進行性を確認する測定方法例

第 7.2 節 既設堤防の浸透対策

7.2.1 総論

1) 目的

本節は、既設河川堤防の耐浸透機能強化対策工事の現場において、施工にたずさわる技術者が堤防強化対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、工事を円滑に施工するために必要な技術的事項について記述したものであり、本節を適用した適切な施工によって、所要の設計事項が担保され、良質な河川堤防の整備に資することを目的とする。

(解説)

河川堤防の耐浸透機能強化対策は、「河川堤防設計指針」(平成19年3月改訂)に則って評価した結果、浸透について所要の安全性が確保されていないとされた既設堤防において実施されてきている。

一般に既設の河川堤防は、過去の長い治水工事の歴史の中で築造された構造物であり、耐浸透機能の観点から、以下のように大きく条件の異なるものが存在している。

- ・堤体材料 (必ずしも良質とはいえないものも含まれる)
- ・施工方法 (人力、軌条式土運車によるまき出し、ブルドーザによる施工など)
- ・基礎地盤 (軟弱地盤、透水性地盤など)

また、土で構成される河川堤防に所要の機能を確保することは、工事施工の出来に大きく左右される。従って、堤防の質的向上を図るためには、工事に関係する技術者が耐浸透機能強化対策工法の基本的考え方、河川土工の基本的事項を良く理解し、施工現場の諸条件を把握して、施工の各段階において的確な判断と対応策を講じて、施工していくことが大切である。

本節は、「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案) 設計編 [I]」(平成9年10月)および「河川堤防設計指針」(平成19年3月改訂)、「河川堤防質的整備技術ガイドライン(案)」(平成16年6月)の河川土工に係る部分を補完し、既設の河川堤防における耐浸透機能強化対策が適切に実施されることによって、設計された所要の事項が担保され、良質な河川堤防の整備に資することを目的として作成されたものである。

2) 適用範囲

本節は、主として直轄河川において実施される、既設堤防の耐浸透機能強化対策工事の施工に適用する。

(解説)

一般に、既設堤防は、既述のように各河川の状況に応じて条件が大きく異なっており、耐

浸透機能強化対策工事の施工においては、現場の状況に応じた臨機の対応が望まれる。

本節は、このような、あらゆる状況での既設堤防の耐浸透機能強化対策工事における施工に関する技術的事項を網羅しているものではなく、主として直轄河川において実施される、標準的な工事を対象として記述したものである。

河川堤防の材料および構造には、土で築造される土堤のほか、その全部、若しくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれに準ずるものによる構造の、いわゆる自立式構造の特殊堤がある。本節は、既設の河川堤防のうち、土で築造された堤防の耐浸透機能強化対策工事の施工について適用する。

高規格堤防については、「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」（（財）リバーフロント整備センター、平成12年）がある。

7.2.2 対象とする耐浸透機能強化対策工法

1) 対象とする耐浸透機能強化工法の種類と効果

本節では、以下に記述する耐浸透機能強化対策工法を対象とする。

■堤体を対象とした強化対策工法

- (1) 断面拡大工法（断面拡大工法）
- (2) 表のり面被覆工法（遮水シート工法）
- (3) 裏のり尻における浸潤面の低下工法（ドレーン工法）

■基礎地盤を対象とした強化対策工法

- (1) 川表遮水工法（鋼矢板工法）
- (2) 高水敷における浸透防止工法（ブランケット工法）

（解説）

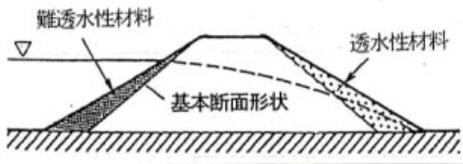
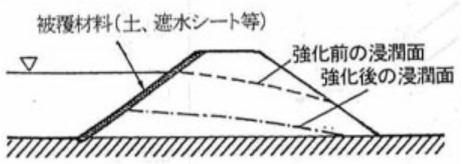
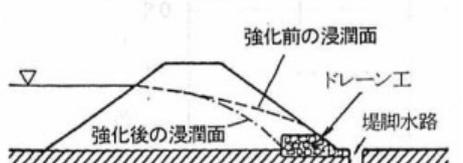
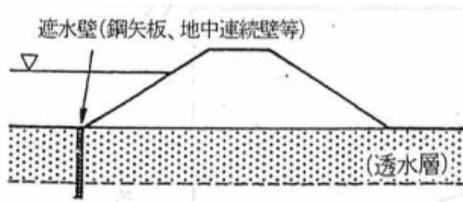
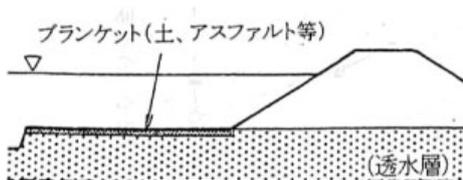
既設河川堤防の耐浸透機能強化対策工事における工学上の効果の基本的な考え方は以下の通りである。

- ① 堤体には、せん断強さの大きい材料を使用する（堤体のせん断強さを増す）
- ② 堤体内に浸透した水（降雨および河川水）を速やかに排水する
- ③ 堤体および基礎地盤内に浸透させた水流の動水勾配を小さくする（特に裏のり尻近傍）
- ④ 堤体内に降雨および河川水を浸透させない（降雨および河川水の浸透を抑制、防止する）

浸透に関する代表的な対策工の概念図と対策工の効果を表7.2.1に示した。表7.2.1に示す対策工の中で、遮水シート工法、鋼矢板工法およびブランケット工法は、上記の③④に、ドレーン工法は②③に相当する。

また、断面拡大工法において、表のり面部分を透水性の小さい材料で施工した場合には④の効果が、裏のり面部分を透水性の大きな材料で施工した場合には②③の効果が期待できる構造となる。

表 7.2.1 耐浸透性機能強化対策工法とその効果

	代表的な工法の概念図	対策工の効果・現場条件の留意点
堤体を対象とした強化対策工法	<p style="text-align: center;">断面拡大工法</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防断面を拡大することにより浸透路長の延長を図り、平均動水勾配を減じて堤体の安全性を増加させる。 ・のり勾配を緩くすることによりすべり破壊に対する安全性を増加させる。 ・川裏のり尻近傍の基礎地盤のパイピングを防止する押え盛土としての機能も兼ねる。 ・川表側および川裏に用地を必要とする。 ・築堤材料が容易に入手できることが望ましい。
	<p style="text-align: center;">表のり面被覆工法</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・表のり面を難透水性材料(土質材料あるいは人工材料)で被覆することにより、高水位時の河川水の表のりからの浸透を抑制する。 ・透水性の大きい礫質土や砂質土の堤体で効果が期待される。 ・難透水性地盤の場合は排水対策を要する。 ※本マニュアルでは「遮水シート工法」を記述する。
	<p style="text-align: center;">裏のり尻における浸潤面の低下工法</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・堤体の川裏のり尻を透水性の大きい材料で置き換え、堤体に浸透した水を速やかに排水する。 ・堤体内浸潤面上昇を抑制し、堤体のせん断抵抗力の低下を抑制する。 ・のり尻部をせん断強度の大きいドレーン材料で置き換えるため安定性が増加する。 ・堤脚水路が必要である(用地の確保が必要)。 ・堤体の透水係数が $10^{-7} \sim 10^{-4} \text{cm/sec}$ のオーダーの場合に有効である。 ※本マニュアルでは「ドレーン工法」を記述する。
基礎地盤を対象とした強化対策工法	<p style="text-align: center;">川表遮水工法</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・川表のり尻に止水矢板等により遮水壁を設置することにより、基礎地盤への浸透水量を低減する。 ・地下水流を遮断するので、周辺への影響を検討する必要がある。 ・透水層の礫径が大きい場合は鋼矢板の挿入が困難となる場合がある。 ※本マニュアルでは「鋼矢板工法」を記述する。
	<p style="text-align: center;">高水敷における浸透防止工法</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・高水敷を難透水性材料(主として土質材料)で被覆することにより、浸透路長を延伸させ、裏のり尻近傍の浸透圧を低減する。 ・高水敷が礫質土や砂質土の場合に効果が期待される。 ※本マニュアルでは「ブランケット工法」を記述する。

2) 各種強化工法の施工

(1) 堤体を対象とした耐浸透機能強化対策工法

(a) 断面拡大工法

既設河川堤防の耐浸透機能強化対策を断面拡大工法によって行う場合は、堤防強化対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、新旧堤体が一体となって所定の耐浸透性機能が確保できるよう適切に施工するものとする。

(解説)

断面拡大工法は、基本断面形状を有していても所要の耐浸透性機能が確保できない堤防において、これに表腹付け、裏腹付けあるいは表裏両腹付け盛土を施工することにより、浸透路長の延伸を図り、平均動水勾配を低減させるとともに、のり勾配を基本断面形状より緩くすることにより、すべり破壊に対する安全性を向上させる工法である。

(断面拡大工法の種類)

断面拡大工法には以下に示す種のタイプがある。

- a) 表腹付けタイプ
- b) 裏腹付けタイプ
- c) 表・裏腹付けタイプ

腹付けする位置による確保すべき腹付け部の透水性の概要を図7.2.1に示す。

(施工計画の立案にあたっての留意事項)

上記タイプの施工にあたっては、以下のような事項を念頭において施工計画・仮設計画等を考えることが必要である。なお、拡幅に用いる堤体材料等については「3.4.3 拡築材料の選定」に記述している。

- a) 表腹付けタイプ・・・施工断面付近における河積阻害の回避
- b) 裏腹付けタイプ・・・必要な用地の確保
- c) 表・裏腹付けタイプ・・・上記の両面に関する配慮

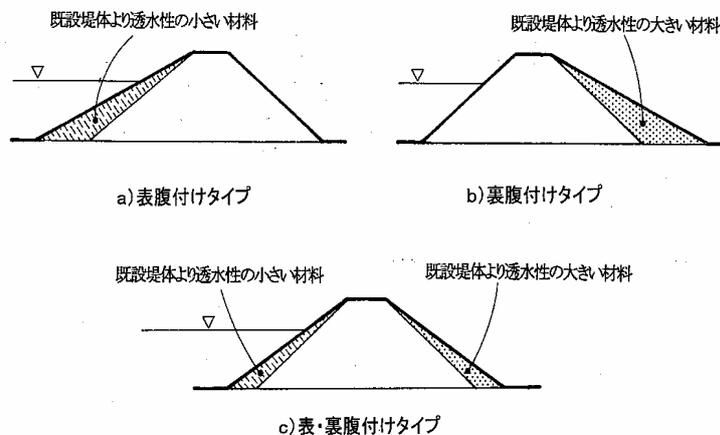


図7.2.1 断面拡大工の種類

(b) 表のり面被覆工法（以下 遮水シート工法という）

① 遮水シート工法の施工

既設河川堤防の耐浸透機能強化対策を遮水シート工法によって行う場合は、堤防強化対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、全体として所定の耐浸透性機能が確保できるよう適切に施工するものとする。

(解説)

表のり面被覆工法は、図7.2.2に示すように高水時に表のり面から堤体内へ河川水が浸透するのを抑制することを目的として、表のり面に難透水性材料（遮水シートあるいは土質材料）を設置する。本節では、表のり面被覆工法のうち施工事例が多い表のり面に遮水シートを用いた遮水シート工法について記述する。

なお、難透水性材料に土質材料を用いる場合の施工上の主要な事項は、(a)断面拡大工法に記述した。

表のり面の覆工の範囲は、原則として表のり尻から天端のり肩までの範囲とする必要がある。

また、施工にあたっては難透水性材料（以下 遮水シートという）で被覆したのり面が、降雨や河川水位の急低下時にすべり破壊を生じないように留意しなければならない。

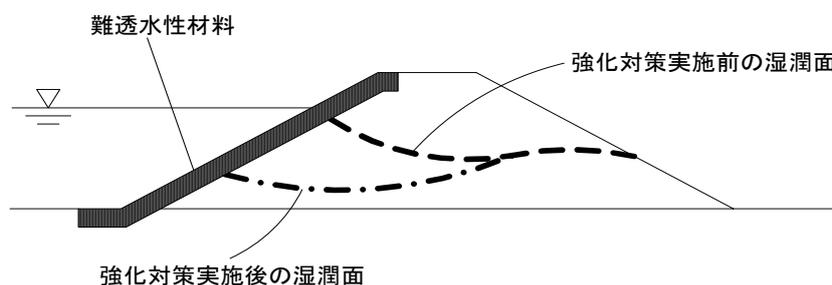


図 7.2.2 表のり面被覆工法の基本的な断面形状

② 材料の選定

遮水シート工法に用いる遮水シートは、設計された耐浸透機能が確保されているものを適切に選定するものとする。

(解説)

遮水シート工法に用いる遮水シートは、設計された条件を満足するよう以下の点に配慮して選定しなければならない。

- a) 所定の遮水性を有する
- b) 施工時および施工後とも十分な強度を有する
- c) のり面の変状に追従できる屈撓性を有する
- d) 堤体土や覆土に対して十分な摩擦抵抗を有する
- e) 風雪、日射等による劣化に対して適度な耐久性を有する

一般に、国内の施工現場においては、遮水シートとして純ポリ塩化ビニールのシボ（突起：標準菱形）付きのものと、シボがついていない平滑なシートの2種類が使用されている。また、シートは被覆材（補強布付繊維性フェルト、厚さ10mmなど）と一体となっている。

③ 材料の保管

現場に搬入された遮水シートは、劣化防止の観点から直射日光にさらされないよう、シートがけ等を行って保管する。

④ 施工

遮水シートの敷設は、設計された耐浸透機能が確保されるよう、シートの敷設方向および重ね合わせ等に配慮して適切に施工するものとする。

（解説）

a) 既設堤防の土羽の剥ぎ取り

遮水シートの敷設に先立ち、既設堤体の土羽をバックホウ等によって剥ぎ取り、敷設するのり面を平滑に仕上げる。

b) シートの敷設方向

遮水シートの敷設は、堤防横断方向に敷設することを原則とする。（これは、遮水シートを堤防縦断方向に敷設した場合に、シートがずり落ちるのを回避するためである。現場の条件によって、やむを得ず遮水シートを堤防縦断方向に敷設する場合は、Lピン、土のうなどによってシートの仮止めを行うなどの処置が必要である。）

遮水シートは、図7.2.3に示すように、河川水の流向に対して下流から順次上流に向かって敷設する。

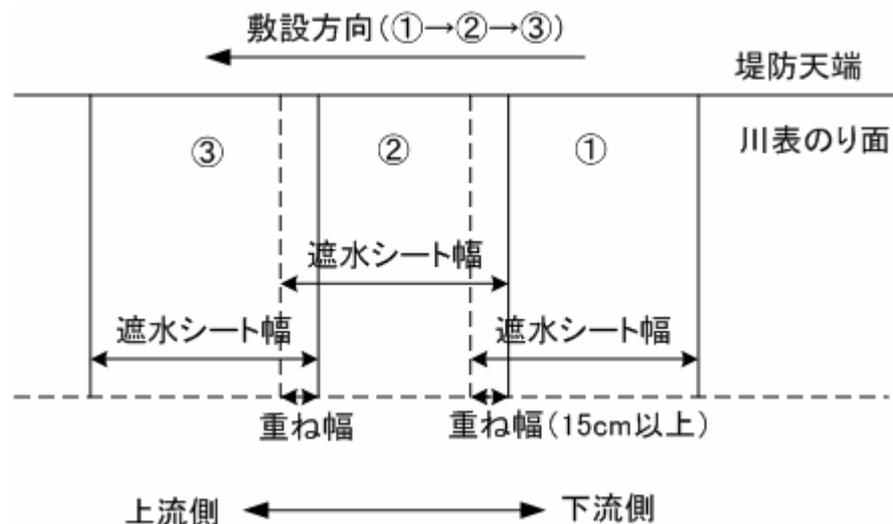


図 7.2.3 遮水シートの敷設方法（川側から堤防を見た図）

c) 遮水シートの継ぎ目部における重ね合わせ幅

隣り合う遮水シートの重ね幅は、一般に15cm以上としている例が多い。ただし、特殊な場合には（のり面が一様でない、縦断方向に敷設するなど）、重ね幅をさらに大きくとる必要がある。

施工区間の端部継ぎ手や小規模な構造物（水位計、キロ杭など）がある場合は、構造物等に貼り付けた止水シートと遮水シートの重ね幅は図7.2.4及び写真7.2.1に示すように20cmとする。ただし、端部で曲線となるよう特殊な条件がある場合には、重ね幅をさらに大きくとる必要がある。

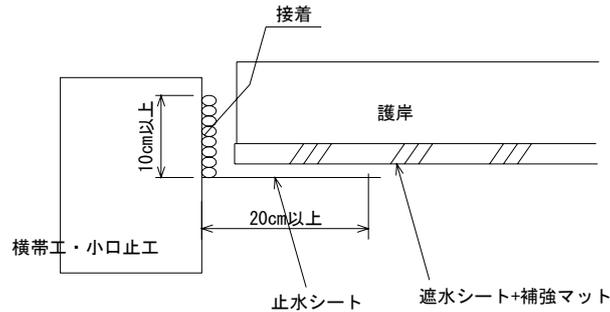


図 7.2.4 端部のシートの重ね図



写真 7.2.1 端部のシートの重ね状況

d) 覆土

遮水シートの流出防止のため、覆土を行う。覆土厚は、50cm程度とすることが多い。遮水シートの上面に直接覆土を行う場合には、土砂の滑落が生じないように十分な転圧を行って仕上げるものとする。また、シート上面に、押えの目的で覆土ブロックを施工することが多い。

e) 覆土や護岸の施工時におけるシートの破断・ズレへの対応策

遮水シートの敷設後に、その上面に覆土やブロック張りの護岸を施工する場合には、遮水シートの損傷、引っ張りによる破断またはズレを防止しなければならない。

万一、覆土やブロック張りの護岸施工の際に、遮水シートが損傷、破断またはズレたりした場合には再度、遮水シートの敷設を行い、遮水性を確保しなければならない。

なお、部分的に遮水シートの破断箇所を補修する場合には、当該部分に所要のシートの重ね幅を確保しなければならない。

f) 残留水圧や流水等に起因するはらみ出し・浮き上がりへの対応策

表のり面被覆工として遮水シートを敷設した後、降雨の浸透や流水等に起因する残留水圧によって、シートにはらみ出しや浮き上がりが発生する場合がある。このような場合の対応方策には、排水機能付きの遮水シートへの変更をする場合もある。

遮水シートの排水機能を確保するためには、**図7.2.5**及び**写真7.2.2**に示すようなウィープホールを設置する事例がある。

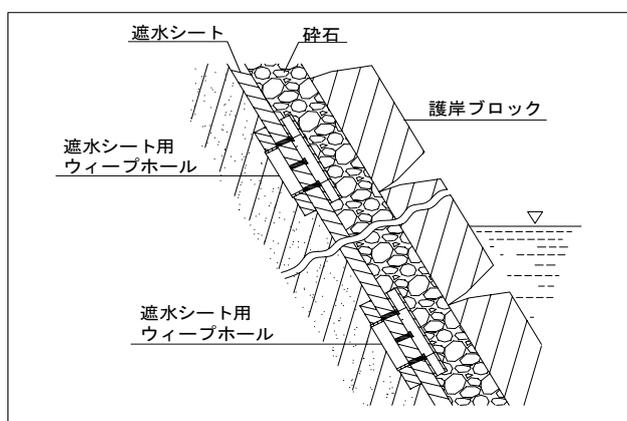


図 7.2.5 シート用ウィープホールの設置概念図



写真 7.2.2 遮水シート用ウィープホールの設置状況

① ドレーン工法の施工

既設河川堤防の耐浸透機能強化対策をドレーン工法によって行う場合は、堤防強化対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、ドレーン部・フィルター部・堤脚水路と既設堤体が一体となって所定の耐浸透性機能が確保できるよう適切に施工するものとする。

(解説)

ドレーン工法は、図7.2.6に示すように、既設堤防の裏のり尻部に透水性材料で構成されるドレーン部を設置し、降雨あるいは河川水の浸透によって堤体内に形成される浸潤面を低下させる。さらに、堤体の一部をドレーン材料で置換えることにより、せん断強度の向上を図り、堤防の浸透に対する安全性を確保しようとするものである。

ドレーン工法は、図7.2.6に示すような部分から構成されている。

- a) ドレーン部・・・洪水時に堤体に浸透した降雨ならびに河川水を集め、排水する。
ドレーン部は中詰め用の石材と、必要に応じてこれを包むかご材から構成される。
- b) フィルター部・・・堤体を構成する土粒子が移動してドレーン部に目詰まりが発生することを防止する。吸出し防止材を使用する場合が多い。
- c) 堤脚水路・・・ドレーン部からの排水を受けて所定の流末に導く。
- d) その他（縦・横断パイプ）
・・・基礎地盤が軟弱な場合において、のり尻部に堤脚水路を設置すると、排水された水が堤体に浸透することによって堤体の安定を損なう恐れがあることから、のり尻部から離れた場所に排水路を設ける。裏のり尻から排水路までの距離は、川裏側に確保されている用地の状況によって5m～10m程度の事例がある。
この場合、ドレーン部と排水路を縦・横断パイプで結び、ドレーン部からの排水処理を行う。このとき、堤体横断方向の有孔パイプは堤防延長方向に20m毎に設置している事例がある。また、泥炭地盤上では、施工後の圧密沈下によって、堤体横断方向の有孔パイプが逆勾配になることを防止するため、ドレーン施工後、一定期間経過後に、堤体横断方向の有孔パイプを布設する事例もある。

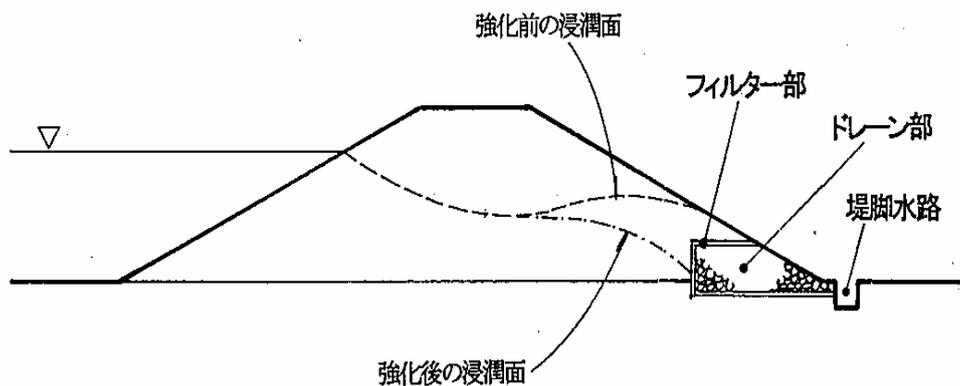


図 7.2.6 ドレーン工法の基本的な構造

② 材料の選定

ドレーン工法に用いる材料は、設計された耐浸透機能が確保されるよう適切に選定するものとする。

(解説)

a) ドレーン部の材料

一般に、ドレーン部の材料については、中詰には砕石が使用される。また、必要に応じてかご材が用いられる。

・かご材

かご材には、一般に表7.2.2に示す鉄線かご（以下 かごマット という）が用いられている。

表 7.2.2 かごマットの仕様

名 称	かごマットの厚さ 30cm		かごマットの厚さ 50cm	
	鉄線径	枠および骨線径	鉄線径	枠および骨線径
蓋金網	4.0mm	5.0mm	5.0mm	6.0mm
その他の金網	2.0mm	4.0mm	4.0mm	6.0mm

かごマットの網目の大きさは、内部に詰められた中詰用の砕石が出ない大きさとし、蓋金網部で小さく、その他の金網部で若干大きくするのが一般的である。写真7.2.3にかごマットの組み立て状況を示す。



写真 7.2.3 かごマットの組み立て状況

・中詰用の石材

中詰用の石材は、以下のような事項を満足する材料を選定する。

- (i) 堤体あるいは基礎地盤から浸出する浸透水を小さな損失水頭で排水できるもの
- (ii) せん断強さの面から、内部摩擦角 ϕ が概ね 40° 以上を有するもの
- (iii) 施工時や施工後に劣化して細粒化しないもの

一般にかごマットの厚さにより中詰用の石材は、以下の事項を参考に選定する。

- ・かごマットの厚さが 30cm の場合、直径 5cm～15cm の天然石や割ぐり石
- ・かごマットの厚さが 50cm の場合、直径 15cm～20cm の天然石や割ぐり石

b) フィルター材料

フィルター材料は、天然材料と人工材料に大別できるが、材料の入手の容易さ、品質の安定性および施工性を考慮して、吸出し防止材あるいは目詰まり防止材と称される人工材料（以下 吸出し防止シートという）を使用することが多い。

吸出し防止シートについては、「河川護岸用吸出し防止シート評価書」（国土交通大臣認可）を有している製品のうち、表 7.2.3 に示す規格を満足しているシートを選定する。

表 7.2.3 吸出し防止シートの規格

項目	基準	備考
透水性	10^{-2} (cm/sec) 以上	JIS L204 準拠
厚さ	10mm以上	
引張強度	1.0tf/m 以上	縦・横方向共
化学的安定性 (強度保持率)	70%以上 10%以下	JIS K7114 準拠 (PH5～9)
耐候性 (強度保持率)	70%以上 10%以下	JIS A1410・1415 準拠

なお、上記の評価書を有していない製品についても、別に「公的試験機関による技術証明書」（表7.2.4参照）を有しているシートについては使用することができる。

表 7.2.4 「公的試験機関による吸出し防止シートの技術証明書」の内容

評価項目	評価基準	試験方法
開孔径	○95/D85 \leq 1.0 (なお、○95 \leq 0.2mm は上記判定不要)	振動式開孔径試験
垂直方向透水性	10 ⁻² (cm/sec) 以上	JIS L204 準拠
引張強度	1.0tf/m 以上 (縦・横方向共)	JIS L204 準拠
化学的安定性 (強度保持率)	70%以上 10%以下	JIS K7114 準拠(PH5-9)
耐候性 (強度保持率)	70%以上 10%以下	JIS A1410・1415 準拠
摩擦 (静止摩擦係数)	$\mu \geq 0.5$ (適用勾配 1 : 2 以上) 0.3 (適用勾配 1 : 3 以上)	(財) 国土技術研究センター統一試験

○95 ; ジオテキスタイル 95%開口径

③ 施 工

ドレーン工は、既設の堤体とフィルター部、ドレーン部、排水パイプおよび堤脚水路等の全体に設計された諸元・機能が確保されるよう適切に施工するものとする。

(解説)

ドレーン工の施工では、比較的狭い空間において既設堤防を必要以上に傷めないよう丁寧な施工を行うことが要求されることなどから、以下のような事項について綿密な施工計画を作成しておくことが必要である。

- a) 既設堤防の掘削
- b) ドレーン部やフィルター部の施工
- c) 排水パイプの設置
- d) 堤脚水路の施工
- e) ドレーン部上の盛土
- f) 重機や人員の配置
- g) 材料や掘削土の搬入・搬出
- h) 施工の方法や手順

a) 既設堤防の掘削

ドレーン工の施工に先立つ堤体の掘削にあたっては、必要以上に既設の堤体や敷設地盤面を乱さないよう留意する必要がある。特に後者についてはドレーン工の沈下の原因となるので注意が必要である。

掘削面は必ずしも平滑に仕上げる必要はないが、フィルターの敷設精度を高める程度の不陸の整正が必要である。写真7.2.4に基礎地盤の掻き起し状況を示す。



写真 7.2.4 基礎地盤の掻き起し状況

b)-1 フィルター部の施工

- (i) 吸出し防止シートを長期に仮置する場合には、劣化を防ぐためにシート等で覆い、直射日光を遮断する。
- (ii) 保管中の吸出し防止シートは、雨水を含むと重くなり、施工性が低下するとともに施工中に破損する可能性が大きくなる。このことから、保管中は、シート等で覆って、水分の吸収を防止しなければならない。
- (iii) 吸出し防止シートは、既設の堤体および地盤との間に空隙が生じないように、密着して敷設する。この場合、密着性の向上を図るためには敷設面に厚さ cm～5cm の砂質土（堤体土よりも透水性の大きいもの）を敷きならすとよい。特に敷設面が傾斜している部分では空隙ができやすいので、吸出し防止シートと敷設面の間を砂質土で充填することが望ましい。この場合、砂質土を締固め過ぎると透水性が低下するおそれがあるので注意が必要である。
- (iv) 吸出し防止シートの重ね幅は 10cm～20cm 程度を確保し、隙間が生じないようにしなければならない。ドレーン材料の中詰め作業によって隙間が生じた場合には、隙間を同種の材料で補完しなければならない。
- (v) 吸出し防止シートの敷設にあたっては、重機等による損傷防止に注意し、仮に損傷した場合は、その部分に同種の材料を重ねる等の処置をとらなければならない。
- (vi) 吸出し防止シートの敷設には、品質の劣化や目詰まり防止のため、泥水等の侵入を避けなければならない。
- (vii) ドレーン工の施工後に吸出し防止シートが露出していると、日照等により劣化するおそれがあるので、覆土等で被覆しなければならない。

b)-2 ドレーン部の施工

- (i) ドレーン材料のまき出し、敷均しにあたっては、土砂・雑物などの混入を防止するとともに、吸出し防止シートを損傷しないよう施工しなければならない。
- (ii) ドレーン材料として粒径の大きいものを使用する場合には、吸出し防止シートの損傷を防止するため、周囲に粒径が相対的に小さい材料を配置することが望ましい。

ドレーン部の施工状況を写真 7.2.5 に示す。



写真 7.2.5 川裏のり尻ドレーン部の施工状況

c) 排水パイプの設置

排水パイプには、一般に有孔塩ビ管が用いられる。排水パイプの設置にあたっては、施工後の落ち着いた時点においても堤体から排水される水が逆流しないように、パイプの排水方向に緩やかな勾配をつけて敷設する。

d) 堤脚水路の施工

一般に、堤脚水路の堤防側の壁面は、図 7.2.7 に示すような空石積、あるいは透水性を有するポーラスコンクリートのプレキャスト側溝を設置する。

また、必要に応じてドレーン部と堤脚水路を結ぶ横断方向の排水パイプを敷設する。排水パイプには逆流防止弁を設置するとよい。

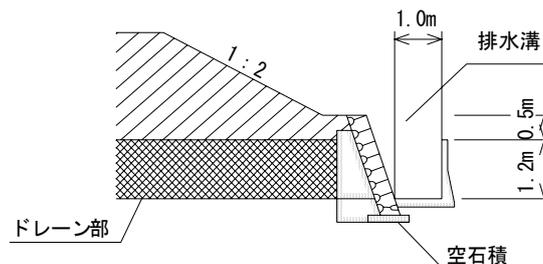


図 7.2.7 堤脚水路の構造の例

e) ドレイン部上の盛土

ドレイン部上の盛土を締固める場合には、ドレイン部に沈下や変形等の損傷を与えないよう十分に注意して施工する。また、ドレイン部上の盛土の緑化を図る場合には、土羽土の厚さを50cm以上としてタンバ等によって締固める。

④ 施工後の観察・観測について

ドレイン工施工後において、ドレイン内の機能を監視するために、水位観測孔を設置する必要がある。観測孔には、施工中および施工後のドレイン上部への、何らかの荷重を考慮して、孔あきガスパイプが用いられる。図7.2.8に観測孔設置の概念図を示し、写真7.2.6に水位計設置状況を示す。

この場合、観測孔はドレインの機能（堤体内水位の低下機能）を確実に把握するために、ドレイン内部のみでなく、ドレイン前面の既設堤体中にも併せて設置する必要がある。

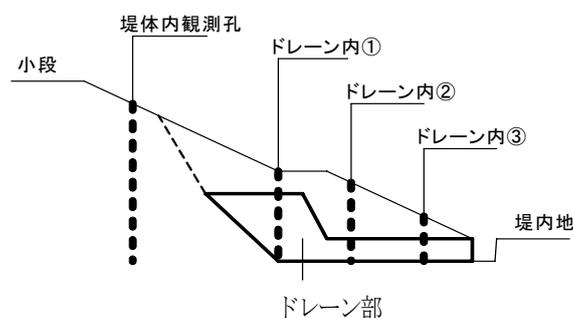


図 7.2.8 観測孔設置概念図

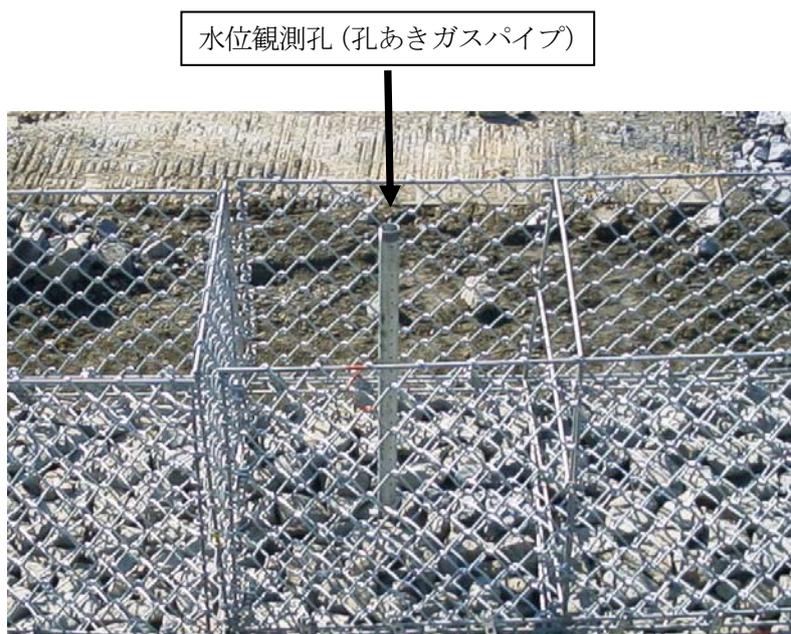


写真 7.2.6 水位観測孔設置例

(2) 基礎地盤を対象とした耐浸透機能強化対策工法

(a) 川表遮水工法（以下 鋼矢板工法という）

① 鋼矢板工法の施工

既設河川堤防の耐浸透機能強化対策を鋼矢板工法によって行う場合は、堤防強化対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、鋼矢板と既設堤体・基礎地盤が一体となって所定の耐浸透性機能が確保できるよう適切に施工するものとする。

(解説)

川表遮水工法には表7.2.5に示すように、大別して矢板工法、連続地中壁工法がある。以下では、河川堤防において適用事例の多い矢板工法のうち、鋼矢板工法について記述する。

表 7.2.5 川表遮水工法の種類と特徴

大分類	小分類	特 徴
矢板工法	鋼 矢 板 工 法	<ul style="list-style-type: none"> ・施工性に優れ、多用されている。 ・継目からの漏水があり、特に礫質土を対象とした場合には打設により継目が開口し、効果が半減することがある。
	コンクリート矢板工法	<ul style="list-style-type: none"> ・RC矢板やPC矢板がある。長さは5m以内に限られ、使用実績は少ない。
	薄型鋼板止水壁工法	<ul style="list-style-type: none"> ・幅広の薄型鋼板をパイプロハンマとウォータージェットを併用して打設し、継目にグラウト材を充填して止水性を確保する。 ・鋼矢板に比較して経済性と止水性に優れているが、薄型のため無理な貫入ができず、地盤によっては施工性が問題となる。
連続地中壁工法	スラートレンチ工法	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤にトレンチを掘削し、掘削土にベントナイトとセメント加えた混合液で埋め戻して遮水壁をつくる。 ・スラートレンチ内に止水材として軟質塩化ビニールシートを挿入し、止水性を高める工法も開発されている。 ・海外ではフィルダムや河川堤防の遮水壁としての実績はある。国内での実績は少ないが、経済的で施工性も良く、多様な地盤に適用できる利点がある。
	コンクリート壁工法	<ul style="list-style-type: none"> ・トレンチを利用してコンクリート壁を構築するものであるが、経済性や施工性から河川ではほとんど実績がない。

鋼矢板工法の基本的な構造は、図7.2.9に示すとおりで、川表のり尻付近の基礎地盤に遮水壁として鋼矢板を設置し、河川から基礎地盤に浸透する水量と水圧を軽減し、基礎地盤のパイピング破壊の防止を図る工法である。

この工法は基礎地盤が透水性地盤の場合に適用されるものであるが、透水層が厚い場合には他の工法と併用されることがある。

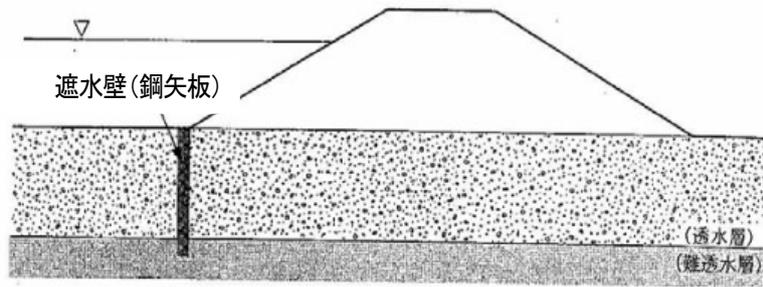


図 7.2.9 鋼矢板工法の基本的な構造

② 材料の選定

鋼矢板工法に用いる材料は、設計された耐浸透機能が確保されるよう適切に選定するものとする。

(解説)

鋼矢板工法に用いる矢板は、設計図書類に定められた材質・規格等を満足していることをミルシートで確認する。また、所要の耐浸透機能を確保するためには、鋼矢板の継ぎ手部が良好な状態に保たれていることが重要である。特に、継ぎ手部の損傷・変形等が無いことを確認する。

また、耐浸透機能強化対策工事に使用する鋼矢板は、打設後の矢板の先端が難透水性地盤まで貫入されていなければならないことから、所定の矢板長が確保されていることが重要であり、長さについては特に注意して検尺する必要がある。

施工区間内における透水層の深さの変化部や、隣接工区との境界部に用いる異形鋼矢板の検収は所要の溶接が適切に行われている状況と、溶接部に関する各種試験（超音波探傷試験、浸透探傷試験など）の結果に関する資料と搬入材料との整合を確認しなければならない。写真7.2.7に試験状況を示す。

継ぎ手部の損傷・変形等の確認を除いて、発注者の立会い或いは確認が必要である。

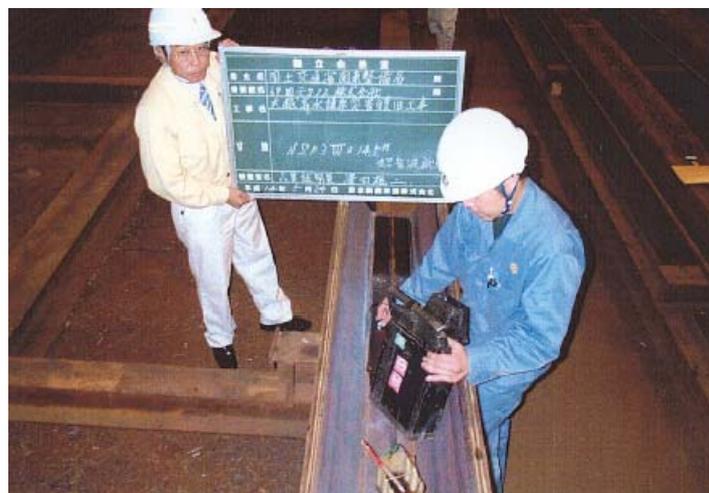


写真 7.2.7 異形鋼矢板の超音波探傷試験の状況

③ 施 工

鋼矢板工法の施工においては、設計された耐浸透機能が確保されるよう、鋼矢板継ぎ手部の止水性の確保、矢板の先端が所定の深さまで打設されていること等を確認しなければならない。

(解説)

鋼矢板のよじれや継ぎ手部の損傷は、止水機能の低下に直接影響する事項であり、現場に搬入された鋼矢板の保管は、よじれや継ぎ手部の損傷等が生じないように、長さ方向に適切な間隔で枕木（角材）を配置して、これに上載する。

また、鋼矢板を積み重ねて保管する場合は、積み重ねによる鋼矢板の変形などを防止するため、型式や長さにもよるが、～5枚程度以内ごとに枕木を挟んで、保管することが望ましい。（写真7.2.8参照）



写真 7.2.8 搬入された鋼矢板の保管状況

鋼矢板の打設に使用するバイブロハンマは、小さめの規格のものを使用すると効率が低下する。また、大きめの規格のものを使用すると矢板頭部の損傷、継ぎ手部の損傷、および、バイブロハンマの過剰な振動によって矢板周辺の砂層地盤の緩みを誘発するなどの問題があることから、適切な規格のものを選定する。

一般には、事前に試験打ちを行って使用するバイブロハンマの選定を行う。

施工時の振動・騒音を低減するには油圧式超高周波杭打機あるいは油圧式杭圧入引抜機を用いる。

油圧式杭圧入引抜機は完成杭の引抜抵抗力を反力とし、次の杭（矢板）に静荷重を加えて地中に押し込んでいくものである。次の矢板への移動は図7.2.10、写真7.2.9に示すように自走で行うことができる。

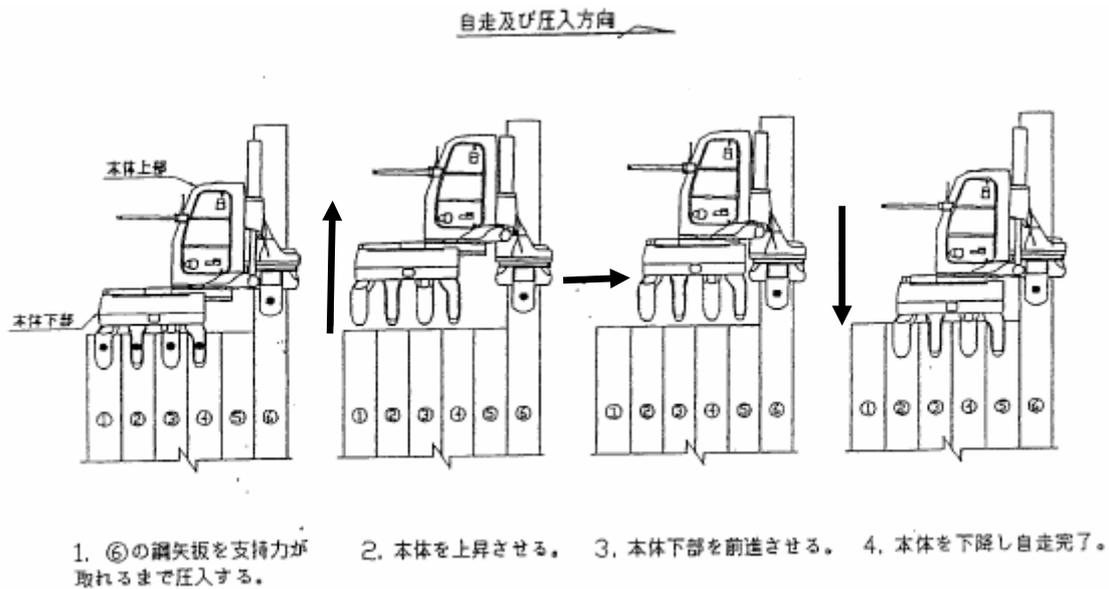


図 7.2.10 油圧式杭圧入・引抜機の自走順序



写真 7.2.9 油圧式杭圧入・引抜機による打ち込み状況

鋼矢板工の施工に際しては、写真7.2.10に示すように導材を設置するなどして、矢板のぶれ、よじれ、倒れを防止するとともに、隣接矢板が共下りしないように施工しなければならない。



写真 7.2.10 鋼矢板打設時の導材設置状況

礫質土等の地盤における施工では、矢板の打設中に継ぎ手部が損傷して、止水効果が損なわれることも考えられる場合がある。このような場合には、継ぎ手部にグラウトを充填する等の適切な措置をとらなければならない。

なお、矢板の打設深度を検討するための事前の土質調査は特に慎重に行い、打設に際しては打設毎の貫入量を観測する等、施工中の土質の変化と貫入状況に十分な注意を払わなければならない。

矢板の先端部が所定の難透水性地盤まで到達したことの判断は、試験打ちによって得られた資料、矢板の打設時の貫入抵抗とあらかじめ調査された柱状図におけるN値との関係を考慮して注意深く監視しながら施工・確認する。

(b) 高水敷における浸透防止工法（以下 ブランケット工法という）

① ブランケット工法の施工

既設河川堤防の耐浸透機能強化対策をブランケット工法によって行う場合は、堤防強化対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、ブランケット工と既設堤体・基礎地盤が一体となって所定の耐浸透性機能が確保できるよう適切に施工するものとする。

(解説)

ブランケット工法は、図7.2.11に示すように、川表側の高水敷の表層を難透水性材料で被覆することによって基礎地盤の浸透路長を延伸し、基礎地盤の浸透圧を低減することによって、裏のり尻での浸透に対する安定性を向上させるものである。

一般的にブランケットは、被覆する材料に粘性土を用いて施工する。ブランケットは、施工後の高水位時の流水による洗掘等を考慮して機能が確実に継続できるよう、1.0m程度以上の厚さが望ましい。

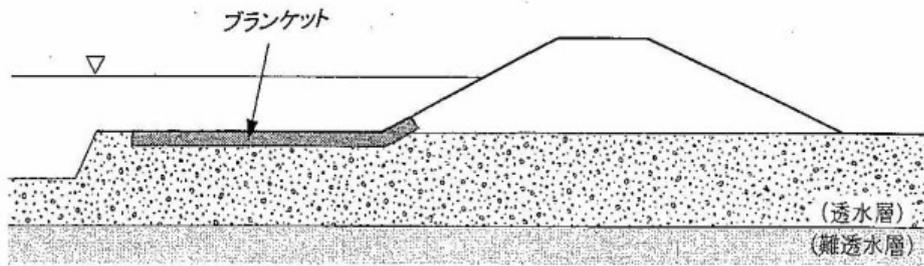


図 7.2.11 ブランケット工法の基本的な構造

② 材料の選定

ブランケットに用いる被覆材料は、設計された耐浸透性機能が確保されるよう適切に選定するものとする。

(解説)

一般に、ブランケット工に用いる被覆材料は、飽和透水係数で $1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ 以下の透水性を有しているものを選定しなければならない。このような条件を満たすものとして、土質材料とアスファルト舗装が考えられる。両者の材料選定における留意点を表 7.2.6 に示す。

表 7.2.6 ブランケット工法に用いる被覆材料の選定上の留意点

種 類	留 意 点
土 質 材 料	<ul style="list-style-type: none"> ・締固め後の土の透水係数が$1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$以下で、変形し難く、有害なひび割れを生じない ・粒度組成は表のり面被覆工法と同じ ・締固めが容易で、施工性が良く、かつ入手が容易
アスファルト舗装	<ul style="list-style-type: none"> ・被覆効果は大きいですが、一般には施工が大掛かりで、広いスペースが必要

ブランケット工法には、上述のように土質材料を用いたもの、およびアスファルト舗装による事例がある。ここでは、被覆材料として土質材料を用いたものについて記述する。

③ 施 工

ブランケットの施工にあたっては、設計された耐浸透性機能が確保されるよう、被覆材の締め、乾燥によるひび割れ等に十分に配慮して適切に施工するものとする。

(解説)

a) 施工計画

ブランケット工法の施工計画立案に際しては、特に以下の点に留意する必要がある。

- (i) 粒度が均質な材料を多量に確保するための土取場の選定を行う。
- (ii) ブランケットは粘性土を用いるため、降雨時の施工は行わない。
- (iii) 表土掘削をした残土（後に覆土として再利用する場合）については、仮置き場の容量、施工能力、運搬路の配置等を考慮して施工区間を分割する。
- (iv) 施工前の基礎地盤は、当該堤防に求められている耐浸透性機能が不足していることを考慮して、非出水期に施工することを原則としているが、施工範囲が大規模になる場合や、やむを得ず出水期に施工する場合も含めて、施工中の出水に備えて施工区間の適切な分割を行い、注意深く施行を進めていかなければならない。図 7.2.12 に施工区間の分割の例を示す。
- (v) 出水に備えて必要な監視体制・連絡方法を確保する。

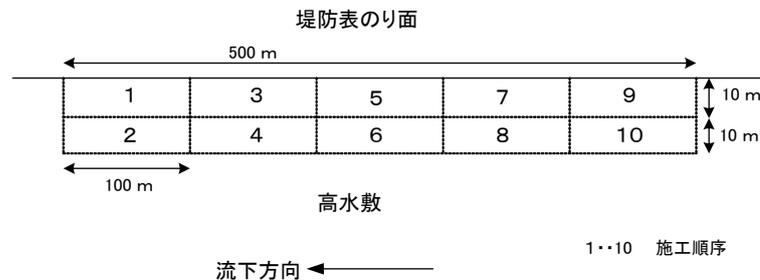


図 7.2.12 施工区間の分割の例

b) 材料採取

(i) 材料採取場所の選定

必要な土質性状および量の確認、運搬経路・距離、採取上の法的問題などを確認する。

(ii) 材料採取と土質試験

土砂の採取は、作業日に必要土量のみを採取することとし、箇所以上の採取土を

試掘して目視・触感により観察するとともに、採取試料を持ち帰って室内土質試験（粒度、含水量、液性限界、塑性限界、透水、突き固め）を行う。
土質試験は、採取試料の土質が変化する毎に行う。

(iii) 採取土の運搬

土砂の採取は、作業日に必要土量のみを掘削し、運搬する。材料の品質劣化を防止するために、原則として採取場所でのストックは行わない。

(iv) 降雨時の対応

降雨については週間の天気予報に関する情報を把握しておき、降雨が予想される場合は前日から翌日の作業中止に向けた準備を行うなどの注意が必要である。

作業日であっても降雨があれば直ちに材料採取の作業を中止する。

(v) 同じ土取場であっても採取位置による土質変化及び日々の含水比に注意する。

c) ブランケットヤードでの施工

(i) 高水敷の伐開除根および表土処理

高水敷の地表面に、樹木・切株・その他の障害物（雑石、コンクリート塊など）が存在する場合には、これらを入念に除去し、ブランケット材料と地盤との密着を十分に図らなければならない。また、高水敷の地表面が草本の場合には、その根までを除去することが原則となるが、この深さの目安は20~0cm程度である。

(ii) 施工時の勾配および場内排水

ブランケットは、川側に 2%程度の横断勾配を持たせるとともに、特に日々の作業終了時には、転圧面の排水勾配が確保できるように作業を終了する。

(iii) ブランケットの敷均し・締固め

ブランケットは、所定の難透水性が確保され、かつ施工後に高水時の流水による洗掘に耐えられるよう入念に締固める。

一般には、締固め工事の施工に先立って、試験施工などを実施して施工条件とその効果（施工機械、転圧順序、回数、方向、まき出し厚、沈下量、含水比等）を確認する。

締固めの施工に際しては以下の点に留意しなければならない。

- ・土取場からブランケットヤードに材料が搬入された時点で土質及び含水比を確認する。
- ・一般に、山土は乾燥している場合が多い。現場着後の締固め施工に先立って、必要に応じて散水して施工する。
- ・締固め作業の1層の厚さが0cmであっても、まず20cm程度の厚さに敷均して、盛土材をローラで踏締めて盛土材の中に固まりがない状態にして、ローラで締固める。

- ・ブランケットと遮水シートの重ね合せ部の施工は、遮水シートが破断するのを避けるため、機械が直接遮水シートの上に乗らないように注意する。ブランケットと遮水シートの重ね合せ部の施工は人力併用の敷均し・転圧とする。
- ・分割した施工区間の接続部は余盛りを行って締固めておき、次の作業開始時に、この余盛りの一部を除去して新たな締固め作業を行う（図 7.2.13 参照）

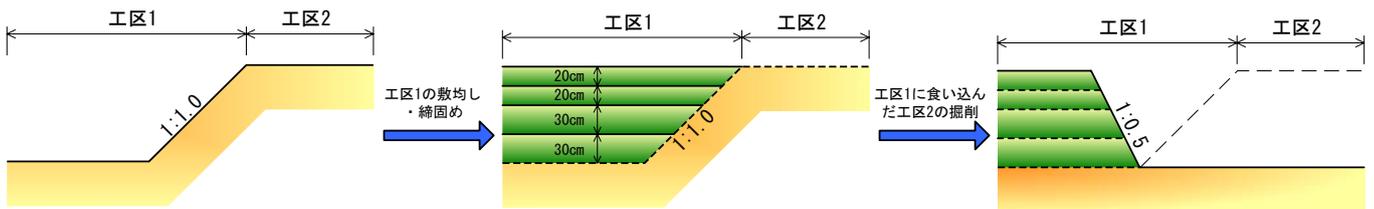


図 7.2.13 接続部の施工例

- ・施工途中でのひび割れ防止対策として、締固め済みのブランケットに必要な応じて散水し、クローラで十分に踏締めた後、ローラによって締固める。

写真 7.2.11、写真 7.2.12 にブランケット工における盛土のまき出し、および締固め状況を示す。



写真 7.2.11 ブランケット盛土のまき出し状況



写真 7.2.12 ブランケット盛土の締固め状況

(iv) 端部の施工

ブランケットの端部や隅部などは、締固めが不十分にならないように、図 7.2.14 に示すように、一部計画範囲を超えて盛土を行い、適切に施工する。

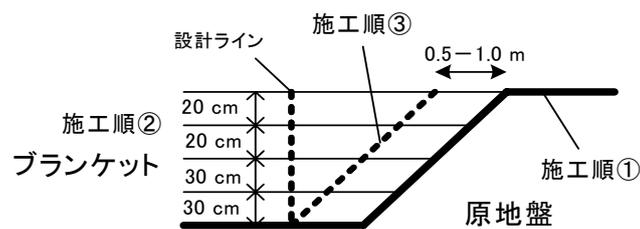


図 7.2.14 ブランケット端部の施工例

(v) 覆土の施工

ブランケットの上面には、施工後の高水時の流水による洗掘に耐えられるよう、覆土を施工するとともに、表面に張り芝等を施工する場合もある。

覆土の堤体に近い範囲の施工に際しては、ブランケットの上面の溜まり水を除去した後、まき出した土をタイヤローラ等で入念に締固める。

(vi) 出水対応

ブランケットは、出水期をはずして施工することを原則とするが、非出水期の施工にあっても、常に出水状況を厳重に監視し、関係部所等との連絡を密にしなければならない。

出水の恐れがある場合は気象・水象等の各種情報の把握を行い、原形復旧するための機材・人員配置等を準備し、万一に備えなければならない。

ブラケット工の構造概念図を図 7.2.15 に示す。

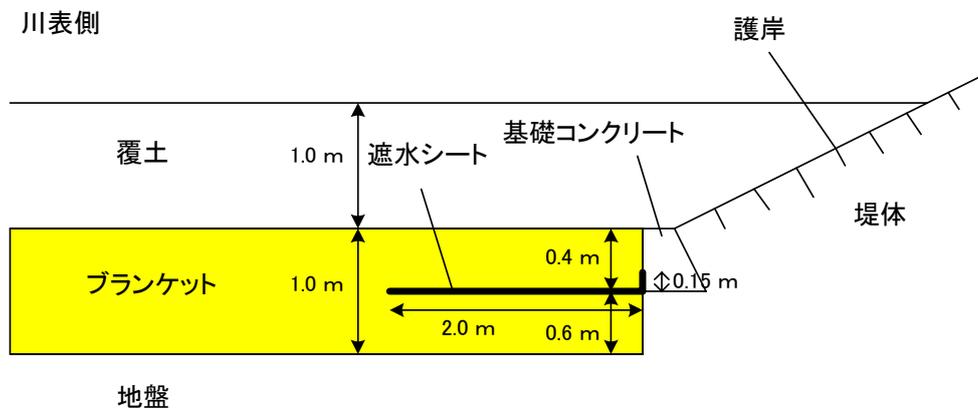


図 7.2.15 ブラケット工法の構造例

④ ブラケットの密度及び透水性管理

ブラケットの密度管理及び透水性管理は、所定の機能が確保されるように適切に行われなければならない。

(解説)

a) 密度管理 (締固め管理)

ブラケットの締固め管理は 1,000m に 1 回または 1 工事単位に 1 回行う。

b) 透水性管理

透水試験は変水位法により行い、施工済み部分の透水係数が $k = 1 \times 10^{-5}$ cm/sec 以下となっていることを確認する。試験結果が所定の難透水性を確保できていないものについては、一定区域を掻き起こして再施工し、再度透水試験を実施して確認しなければならない。

ブラケットの透水性試験の事例を参考資料として次頁に示す。

参考資料：〈ブランケットの透水性試験の事例〉

- ・試験方法 変水位法
- ・試験頻度 1000 mまたは1 工事単位に1 回
- ・透水係数計算式（但し、 $H/r > 1$ の場合）

$$k = Q / (2 \pi H^2) [\log e \{H/r + ((1 + (H/r)^2))^{1/2}\} - 1]$$

k: 透水係数 (cm/sec)

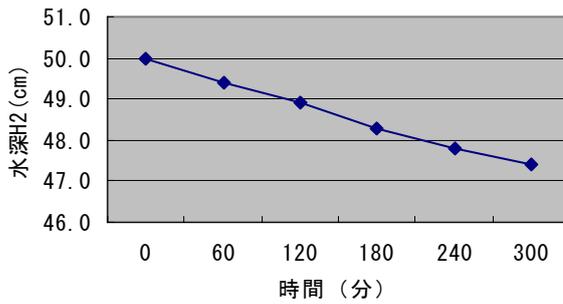
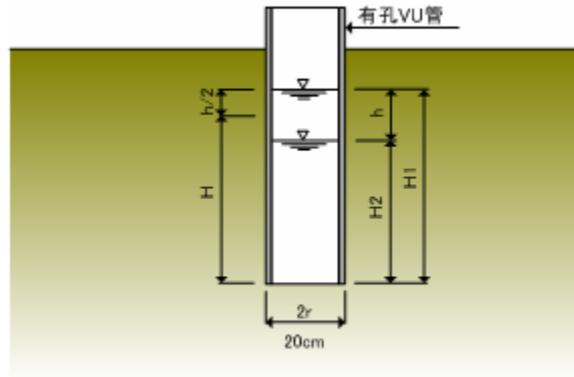
Q: 浸透量 (cm/sec) = $\pi \gamma^2 h / hr$

H: 平均水深 (cm) $((H_1 + H_2) / 2)$

r: 試験孔の半径 (cm) 10 cm

h: 水位 (cm)

hr: 測定時間 (sec)



透水係数の算出 (左図の直線部分を使用)	
初期時間	60分
終期時間	300分
初期水深(H1)	49.4cm
終期水深(H2)	47.4cm
透水係数(cm/sec)	3.8169×10^{-6} $\leq 1.0 \times 10^{-5}$ OK



写真 7. 2. 13 ブランケットの透水試験の状況

第 7.3 節 既設堤防の耐震対策

7.3.1 総論

1) 目的

本節は、既設河川堤防の耐震対策工事の現場において、施工にたずさわる技術者が耐震対策の基本的考え方、および工事の設計内容を理解するとともに、既設堤防の堤体、基礎地盤および周辺状況などの諸条件を把握して、工事を円滑に施工するために必要な技術的事項について記述したものであり、本編を適用した適切な施工によって、所要の設計事項が担保され、良質な河川堤防の整備に資することを目的とする。

(解説)

河川堤防における耐震対策工事は、大別して以下の 3 つの形態で実施されてきている。

- ① 新設の堤防における対策
- ② 既設堤防における事前対策
- ③ 既設堤防が地震によって被災したものに対する復旧工事として実施される対策

本節では、上記対策工事のうち設計・施工事例の多い「②既設堤防における事前対策」として実施されている耐震対策工事を対象に記述している。

既設河川堤防の耐震対策工事は、地震によって沈下・変形した堤防から外水が堤内地側に流出するなどして 2 次的な災害が発生するおそれがあると考えられるゼロメートル地帯などに設置されている堤防のうち、所要の耐震性能が確保されていないとされた堤防において実施されてきている。

一般に既設の河川堤防は、過去の長い治水工事の歴史の中で築造された構造物であり、部分的には以下のように耐震評価上も課題があるものも存在している。

- ・ 耐震上必ずしも良質でない現地発生土を堤体材料として使用しているもの
- ・ 堤体の締め固めが十分とは言えないもの
- ・ 高水敷がなく、堤体が常時外水に接しているもの
- ・ 地震で液状化しやすい緩い砂地盤上に築堤されているもの

耐震対策が必要とされる既設堤防には、上述のような条件を単独、または複数包含しているものがある。

また、各現場において選定される耐震対策工法は、対策の目的、対策を講じる部位、経済性および施工現場の各種制約条件等を考慮して行われる。

本節では、既設堤防の耐震対策工事を適切に実施していくために必要となる技術的事

項として、地震による既設堤防の被害、対策工法の原理、対策工法の選定、土工の基本的事項、耐震対策工事の設計内容、施工現場の諸条件の把握、さらには施工上の留意事項などについて記述している。

本節は、「改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案) 設計編 [I]」(平成9年10月)および「河川堤防設計指針」(平成19年3月改訂)、「河川堤防質的整備技術ガイドライン(案)」(平成16年6月)の河川土工に係る部分を補完し、既設の河川堤防の耐震強化対策工事において、設計された技術的事項が担保され、良質な河川堤防の整備に資することを目的として作成されたものである。

2) 適用範囲

本節は、主として直轄河川において実施される、土で築造された既設堤防の耐震対策工事の施工について適用する。

(解説)

一般に、既設堤防の構造は、河川ごとに、あるいは同一河川であっても場所ごとに条件が大きく異なっており、耐震対策工事の施工においては、現場の状況に応じた多様な対応がとられている。本節は、このような、あらゆる状況での既設堤防の耐震対策工事における施工面に関する技術的事項を網羅しているものではなく、主として直轄河川において実施されている標準的な工事を対象として記述したものである。

河川堤防の材料および構造には、土で築造される土堤のほか、その全部、若しくは主要な部分がコンクリート、鋼矢板若しくはこれに準ずるものによる構造の、いわゆる自立式構造の特殊堤がある。本編は、既設の河川堤防のうち、土で築造された堤防の耐震強化対策工事の施工について適用する。

なお、既設堤防の耐震対策工事で取り扱う堤体そのものの施工に関する主要な事項は、「第7.1節 既設堤防の拡幅・嵩上げ」に記述した。

高規格堤防については、「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」((財)リバーフロント整備センター、平成12年)がある。

3) 堤防の地震被害と主な耐震対策工法

既設堤防における耐震対策工事に携わる技術者は、地震による河川堤防の被災形態と耐震対策の基本的な原理について理解しておくことが望ましい。

また、既設堤防の耐浸透性機能強化対策として適用される工法には副次的に耐震対策効果も期待できるものもあり、こうした基本的な技術事項も併せて理解しておくことが望ましい。

(解説)

地震による河川堤防の被災形態、主な耐震対策工法とその原理、および耐震対策工法と他の対策工との関連性について概要を以下に記述する。

(1) 地震による河川堤防の被災形態

地震発生直後に、地震によって沈下した河川堤防から外水が堤内地側に浸水するなどの二次災害が発生するおそれのある区間にある堤防については、これを防止するために耐震対策工事が実施されてきていることは既述のとおりであるが、施工現場の技術者は、地震による河川堤防の被災形態、対策工法とその原理を理解しておくことが望ましい。

地震による河川堤防の被災事例には、大別して以下のようなものがある。

(被災箇所の特徴)

- 旧河道、沼沢地上などに築堤された堤防
- 堤防を横断する構造物に接した堤防
- 堤防の川表側に高水敷がなく、常時外水に接している堤防
- 堤防の川裏側に支川や排水路が流れていて常時外水に接している堤防

(被災の主要因・被災部位の特徴)

- 主として基礎地盤が液状化したことによって堤体が変形したもの
- 主として堤体そのものの一部が液状化して変形したもの
- 基礎地盤および堤体の両者にすべりや液状化が発生して変形したもの

(堤防断面における発生亀裂の種類)

- 縦断亀裂
- 横断亀裂
- 斜め亀裂

地震による既設堤防の被災形態は多様であるが、過去の地震によって被災した河川堤防のうち、大規模な沈下・変形を伴う被災事例には基礎地盤の液状化が主要因と考えられるものが多い。

(2) 既設堤防における耐震対策工法

既設堤防の耐震強化対策には、主に基礎地盤の液状化を防止、または抑制する以下のような工法が採用されてきている。(基礎地盤の液状化防止工法)

堤防の基礎地盤が緩い砂層で構成され、地下水位が高い、いわゆる液状化層に対して液状化防止を目的として以下のような工法が適用されている。

- 締め固めにより密度を増大させる
- 固結させて液状化を防止する
- 液状化しにくい材料で置換する

(基礎地盤の液状化の抑制、流動化の抑制、または堤体変形抑制工法)

基礎地盤の液状化は防止できないものの、以下のような工法により堤体変形量を抑制する対策がとられている。

- 地震時に発生する過剰間隙水圧を低減して土粒子間の有効せん断応力の低下を抑制
- 鋼矢板などの剛性により液状化に伴う側方への流動を抑制
- 堤体の緩傾斜化により、変形量を抑制できる形状にする

表 7.3.1 に、既設堤防に対して適用されてきている主な耐震対策工法と原理の概要を示した。

表 7.3.1 既設堤防における主な耐震対策工法と原理

工 法		工法の原理の概要	留意事項		
基礎地盤の液状化防止	置換工	<ul style="list-style-type: none"> 堤防のり尻付近の液状化層を、液状化の発生しにくい材料で置換 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位以下の施工では、締め切りや地下水位低下工法を併用 		
	締固め工	サンドコンパクションパイル工法 (動的締固め工法)	<ul style="list-style-type: none"> 先端閉塞の鋼管ケーシングを地中に貫入 所定の深さに達したところでケーシングを通じて砂を圧入しながらケーシングを引き抜き、締固められた砂杭を構築 周辺地盤の側方圧縮と振動締固めにより密度増大を図る。補給材は砂、碎石、再生碎石など。 	<ul style="list-style-type: none"> 対象地盤に細粒分が多いと改良によるN値上昇が小 周辺地盤の変位、振動・騒音が大 広い施工ヤードが必要 	
		サンドコンパクションパイル工法 (静的締固め工法)	<ul style="list-style-type: none"> 強制昇降装置、回転駆動装置などを用いて、鋼管ケーシングを先端閉塞の状態 で地中に貫入 所定の深さに達した後に材料 (砂) を排出しながら引き抜き、打ち戻しを細かく繰り返して地中に締った砂杭を構築。周辺地盤も側方圧縮により密度を増大。 補給材は砂、碎石、再生碎石など。 	<ul style="list-style-type: none"> 対象地盤に細粒分が多いと効果が低い 近接施工の際には地盤の変位に留意する必要がある 	
	固結工	深層混合処理工法	<ul style="list-style-type: none"> セメントを主体とした固化材と原地盤を攪拌混合し、液状化層を固化 	<ul style="list-style-type: none"> 周辺地盤の変位監視が必要 大礫があれば不適 地下水汚染に注意 	
		浅層混合処理工法	<ul style="list-style-type: none"> 表層部にセメント系固化材を添加混合して改良層を造成する工法である 	<ul style="list-style-type: none"> 土質に適した固化を選定する必要がある 固化の散布に伴う粉塵に注意を要する 	
		高圧噴射攪拌工法	<ul style="list-style-type: none"> 特殊なロッドヘッドからセメントグラウト等を高圧で噴射し、液状化層を固化する 	<ul style="list-style-type: none"> 大礫があれば不適 地下水汚染に注意 	
	液状化の発生・拡大の抑制	押え盛土工 (高水敷造成・緩傾斜化を含む)	<ul style="list-style-type: none"> 粘性土で表層に非液状化層を構築、上載土荷重を増大して液状化を抑制 緩傾斜化により堤体変形量を抑制 	<ul style="list-style-type: none"> 効果は浅層の範囲 	
		排水工	グラベルドレーン工法	<ul style="list-style-type: none"> ケーシングオーガーを所定の位置に回転貫入 後、碎石を土中に排出してケーシングを引き上げ、土中に碎石杭を構築 地震時に碎石杭から過剰間隙水圧を消散 	<ul style="list-style-type: none"> 地震後に、ある程度の沈下が生じる可能性
			裏のり尻ドレーン工法	<ul style="list-style-type: none"> 堤体裏のり尻部にドレーン工を設置、堤体内の地下水位を低下。 ドレーン部が基礎地盤の液状化層に接していれば地震時の過剰間隙水圧を低減 	<ul style="list-style-type: none"> 堤外側への設置は不可
変形抑制工		鋼矢板 (鋼管矢板) 工法	<ul style="list-style-type: none"> 鋼矢板等の剛性で液状化層の側方流動を抑制 	<ul style="list-style-type: none"> 鋼矢板単独の場合の効果は浅層の範囲 	

(3) 他の対策工法との関連性

耐震対策として実施される工法と、耐浸透性機能強化対策として実施される工法との間には、対策の効果が重複するものがある。こうした工法が適用される場合には、どちらか一方の対策工事を実施することによって他方の対策効果が副次的に期待できる。したがって施工時に適切な配慮をしていくことが望ましい。

表 7.3.2 に、耐浸透性機能強化対策として適用されている主な工法について、副次的に期待できると考えられる耐震上の効果を整理して示した。

表 7.3.2 主な耐浸透性機能強化対策工法と副次的に期待できる耐震効果

	施工位置	対策工法	期待できると考えられる耐震効果
主な耐浸透性機能強化対策工法	川表側	高水敷造成	<ul style="list-style-type: none"> ・粘性系土砂で造成された高水敷が表層の非液状化層として液状化の発生を抑制 ・造成された高水敷部分の上載荷重増により液状化の発生を抑制
		緩傾斜・表腹付け	<ul style="list-style-type: none"> ・腹付け部分の上載荷重増で、液状化の発生を抑制し、堤体の沈下・変形量を抑制 ・堤体形状の緩傾斜化で地震時の堤体変形量を抑制
		鋼矢板	<ul style="list-style-type: none"> ・鋼矢板の剛性により液状化層の側方流動を抑制
	川裏側	緩傾斜・裏腹付け	<ul style="list-style-type: none"> ・緩傾斜表腹付けに同じ
		裏のり尻ドレーン	<ul style="list-style-type: none"> ・ドレーン工の排水機能により堤体内の液状化を抑制 ・ドレーン工が基礎にある表層の液状化層に接していれば、液状化に伴う過剰間隙水圧の低減に効果

4) 対象とする工法

本節では、既設堤防の耐震対策として以下に記述する工法を対象に記述する。

(基礎地盤の液状化防止) 工 法

- (1) 締固め工・・・動的締固め工法、静的締固め工法
- (2) 固結工・・・深層混合処理工法、高圧噴射攪拌工法、浅層混合処理工法
- (3) 置換工

(基礎地盤の液状化発生の抑制・液状化による側方流動の抑制)

- (4) 排水工・・・グラベルドレーン工法
- (5) 変形抑制工・・・鋼矢板（鋼管矢板）工法

(解説)

既設堤防の耐震対策として採用されている工法には、前掲表7.3.1のようなものがある。

本編では、これらの工法の中から施工事例が多く、かつ本マニュアルの他編に記述されているものを除いて上記、枠書の工法に関する技術的事項について記述する。

既設堤防の耐震対策工事では、経済性、効率性のほか、各現場における堤体と基礎地盤条件、周辺の諸条件等、多くの制約を考慮して工法の選定が行われている。

特に、既設堤防の耐震対策は、人口・資産の集中した都市部のゼロメートル地帯等を中心として実施されてきており、工事の施工に携わる技術者は、当該工事における工法選定理由と制約条件などをよく把握して、現地の状況と照合し適切な施工計画の立案に努める必要がある。

表7.3.3は、本節で記述する対策工法と現場諸条件に対する適用性等について整理して示したものである。

表 7.3.3 主な耐震対策工法と現場への適用性等

工 法		環境条件			地盤条件			
		振動騒音	施工による地盤変位	地下水遮断	粒径	液状化層厚	事例での深度 ^{注)}	
基礎地盤の液状化防止	置換工		小				6 m	
	締固め工	サンドコンパクションパイル工法 (動的締固め工法)	大	大		細粒分に注意	厚くても効果あり	2.8 m
		サンドコンパクションパイル工法 (静的締固め工法)	小	小		細粒分に注意	厚くても効果あり	m
	固結工	深層混合処理工法	小	中	あり		厚くても効果あり	2.8 m
		高圧噴射攪拌工法	小	施工法による	あり	大礫は不適	厚くても効果あり	ボーリング可能深度
液状化の発生・拡大の抑制	押え盛土工 (高水敷造成・緩傾斜化を含む)		小				浅層に効果あり	3 m程度の液状化層に適用
	排水工	グラベルドレーン工法	小	小		大礫は不適	厚いと効果は小さい	2.8 m
		裏のり尻ドレーン工法	小			細粒分に注意	堤体・表層部に効果あり	
	変形抑制工	鋼矢板(鋼管矢板)工法	施工法による		あり	礫注意		浅層のみ

注) 施工事例より

7.3.2 耐震対策工

以下に既設堤防における耐震対策工事の施工上で必要となる技術的留意事項を対策工法ごとに記述する。

1) 締固めによる工法

既設堤防の耐震対策工事に採用されている代表的な締固めによる工法には、「サンドコンパクションパイル工法(動的締固め工法)及びサンドコンパクションパイル工法(静的締固め工法)」の2工法がある。

(1) 動的締固め工法

動的締固め工法による施工は、改良する地盤の液状化を防止できるよう振動・騒音・地盤の変形などの周辺環境に留意し、適切に実施するものとする。

(解説)

動的締固め工法は、振動荷重により改良する地盤中に砂を圧入して砂ぐいを構築し、地盤の密度を増大させて、基礎地盤が液状化に抵抗する強度を増大させるものである。

動的締固め工法の施工方法は図 7.3.1 に示すような方式がある。動的締固め工法の施工状況は写真 7.3.1 に示したとおりであり、振動する振動機を上端に備えたケーシングパイプを地中に貫入し、下端より中詰め材を振動・圧入しながら砂ぐいを構築するとともに、砂ぐい構築時の側方圧力により周辺地盤の密度も増大させるものである。

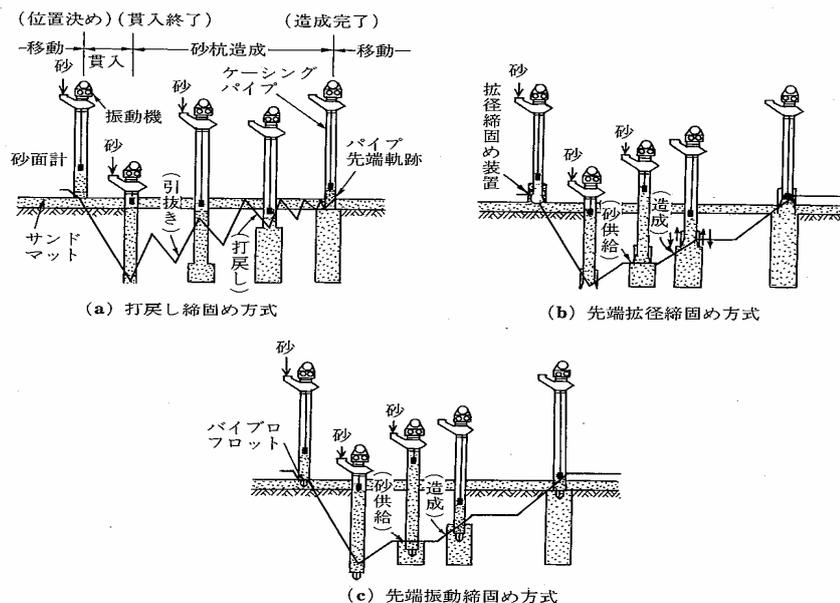


図 7.3.1 動的締固め工法の施工方式



写真 7.3.1 動的締固め工法の施工状況

(a) 現場条件の照合・確認

動的締固め固法による地盤改良においては、施工に先立ち、工法選定の経緯、堤体と基礎地盤条件、周辺の環境など現場条件の照合・確認を適切に行うものとする。

(解説)

振動締め固めによる動的締固め工法は、以下のような現場条件を備えた工事に適用される。

- 広い施工ヤードが確保できる
- 住宅・市街地などから、ある程度離れている
- 大量の材料搬入路、粒度調整などの作業環境が確保される

動的締固め工法では、経済性、効率性などの観点に加えて、上述のような現場環境を考慮して工法が選定されていると考えられるが、施工に先立って、施工中の砂塵、振動・騒音などによる周辺の居住環境、自然環境への影響などについては、設計図書類、施工計画書の内容と現場条件の照合・確認を適切に実施しておくことが必要である。

(b) 基礎地盤の地質確認

動的締固め工法の施工においては、改良する基礎地盤の地質確認を適切に行うものとする。

(解説)

動的締固め工法の施工に先立って、既存の治水・地形分類図、周辺地質情報および施工前のボーリング等によって基礎地盤の地質、地層分布を確認し、改良対象とさ

れている液状化層を適切に特定することが必要である。

ボーリングを行なう場合は、同時に標準貫入試験を行いN値の確認をする。

こうして得られた諸データから、必要に応じて改良深度、改良幅、改良率、すりつけ区間などの施工仕様を決定する。

堤防の特性として、改良区間の始点および終点付近においては、地盤改良区間と無処理区間との間に地盤剛性の極端な相違が生じ、施工後の堤防に亀裂や段差等が発生しやすい条件が生まれる。

このような境界部付近では、上述のような条件の急変を緩和するために、必要に応じて図7.3.2に示すような「すりつけ区間」を設定する場合がある。

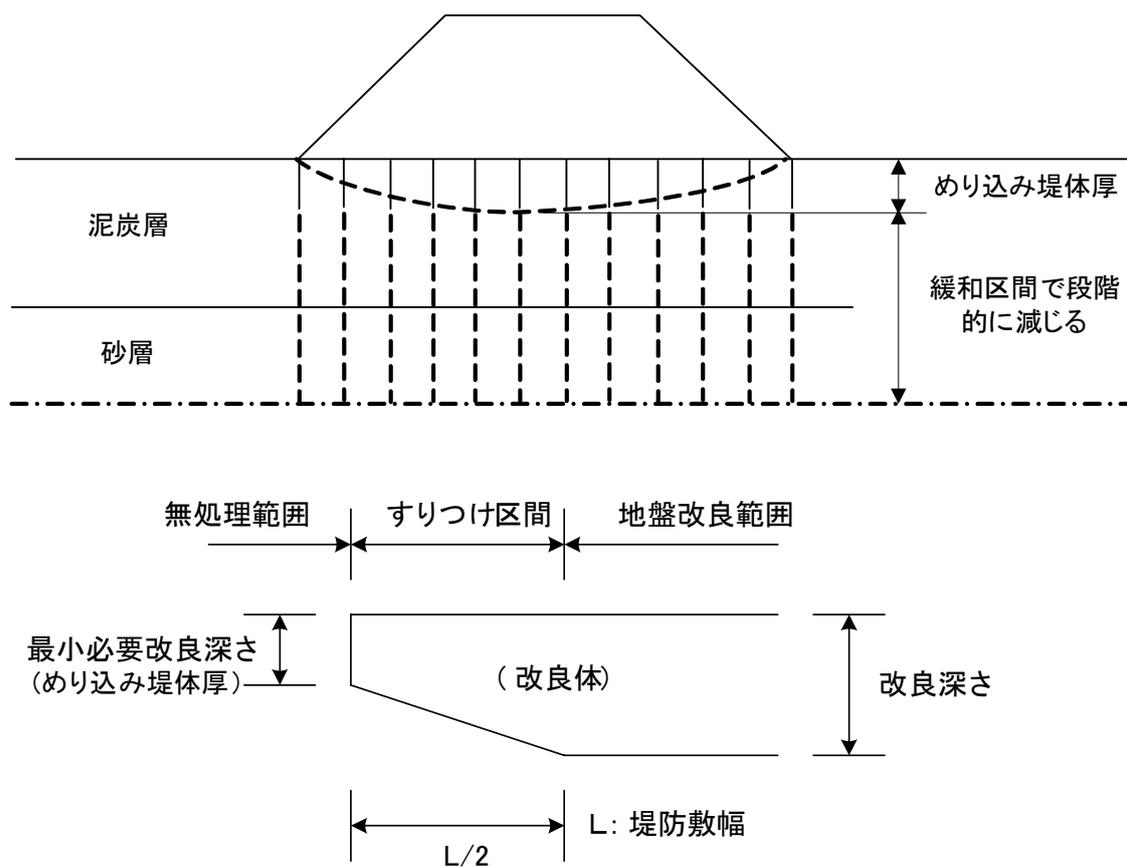


図 7.3.2 すりつけ区間の設定方法 (例)

(c) 材料選定

動的締固め工法によって地盤改良を行う際に用いる材料は、試験等を行って適切に選定しなければならない。

(解説)

動的締固め工法に用いる材料は、必要に応じて試験などを行ない適正な材料であることを確認しておかなければならない。

動的締固め工法の材料には以下のものが使用されている。

- 砂
- 碎石
- 再生碎石

以下に使用する材料選定にあたっての留意事項を記述する。

(砂を使用する場合)

- 締め固め効果が発現しにくい細粒分の含有率が少ないこと
- 粒度分布が偏らないこと
- 施工時に土粒子が細粒化しないものであること

(碎石、再生碎石を使用する場合)

- 堤体と基礎地盤が一体となって発揮している堤防本来の必要な止水効果に影響がない範囲のものであること
- 再生碎石は、特に環境面での安全性が確認されていること

表7.3.4に、施工事例の中から粒度試験（JIS A1204）による材料の品質管理基準の例を示した。

図7.3.3に、動的締固め工法における使用材料の実績範囲、および碎石を用いた場合の実績範囲を整理して示した。

表 7.3.4 材料（再生砂）の品質基準（施工計画書の例）

管理項目	管理基準	試験方法	試験頻度
材料	0.074mm以下の含有率 5%以内	JIS A-1204	2000m ³ 毎

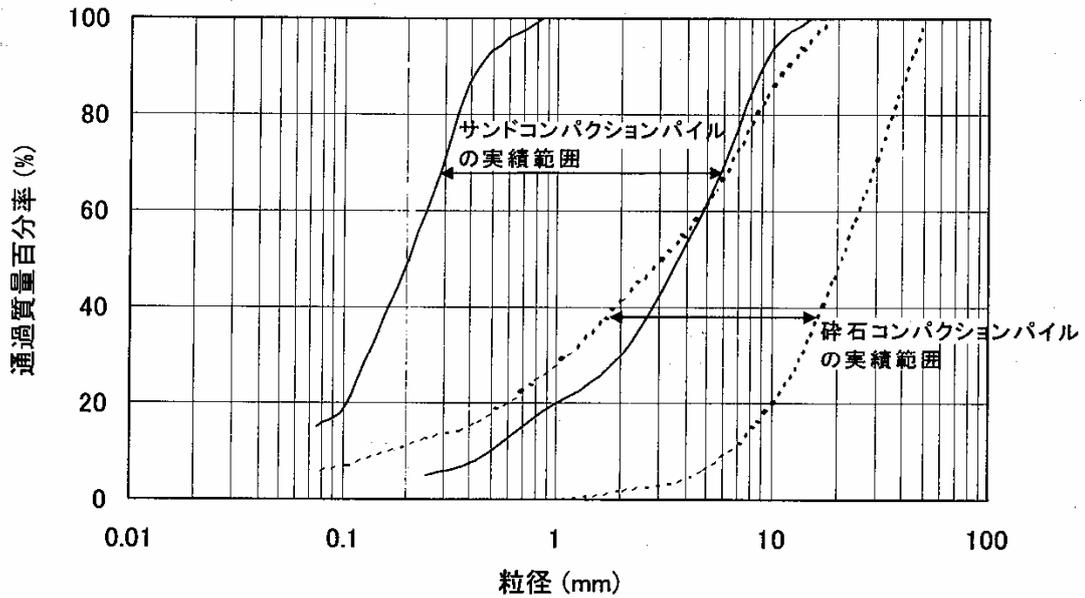


図 7.3.3 使用材料の粒径加積曲線（施工事例資料から）

(d) 試験施工

動的締固め工法による地盤改良においては、改良効果と施工仕様の確認・決定のために、必要に応じて適切な試験施工を行うものとする。

(解説)

動的締固め工法では、改良効果と施工仕様の確認・決定のために、必要に応じて試験施工を実施する。

動的締固め工法の施工では、所定の改良効果が確保されるように施工仕様を作成するが、作成された施工仕様で所定の改良効果が得られることを確認し、施工仕様を決定するために、必要に応じて試験施工を行なう場合がある。試験施工は、改良する基礎地盤に砂ぐいを構築し、改良効果の確認としてパイル打設前後における杭間及び杭芯の標準貫入試験結果を整理して、その結果をもとに改良効果を確認する。

また、一般に改良層の表層部付近においては、施工時の側方圧力が上方、または斜め上方に逸散して側方地盤への締め固め効果が発現しにくい傾向がある。この点について表層部付近の改良効果の確保のために、必要と考えられる場合は、改良すべき地盤の上に、一定の土被り層を置いて、砂ぐいを構築し、その後に土被り層を撤去する。

以下は、この表層の土被り層の厚さを決定するために実施された試験施工の事例である。この事例では、表7.3.5及び図7.3.4に示すように試験施工を行った。ここでは、施工天端を変化させてパイルを打設し、杭間及び杭芯における打設前後の標準

貫入試験値から改良効果を判定した。その結果、「計画開削面まで堤体を撤去し、施工マットを1 m敷設後パイルを打設し、ブルドーザで静的に転圧」する施工法（施工ケース①-2）を採用した。

表 7.3.5 試験施工の内容 例

ケース	試験施工内容
①	計画開削面まで堤体を撤去し、施工マット1 m敷設後にパイルを打設する
①-1	①の施工後にタンパを施工する
①-2	①の施工後にブルドーザによって静的に転圧する
②	既設堤体を1 m残し、施工マット0.5m敷設後にパイルを打設する
③	既設堤体を2 m残し、施工マット0.5m敷設後にパイルを打設する

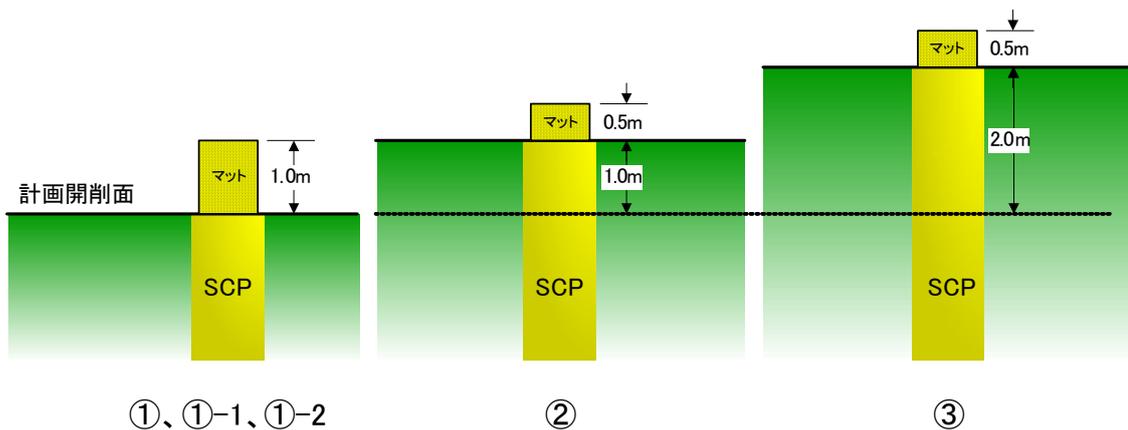


図 7.3.4 試験施工の方法 例

(e) 施工の管理

動的締固め工法の施工においては、所定の改良効果が得られるよう深度・砂量管理等に配慮して施工中の管理を適切に行なわなければならない。

(解説)

動的締固め工法の施工においては、所定の改良効果が得られるように適切な施工管理を実施しなければならない。施工中の主な管理項目には、以下の事項が挙げられる。

- 砂ぐいの平面位置
- 現場状況に応じた適切な打設順序
- 支持層への着底確認
- 深度・砂量確認
- 周辺の変状観測

上記事項について、以下に施工時における留意事項を記述する。

(砂ぐいの平面位置)

打設する各砂ぐいの平面位置は、基準点から測量して設置した引照点から、光波測量及びテープ測量によって杭心の位置を求め、杭心に目杭を打込んで位置出しを行う。杭心の位置測量は施工時の施工機械機的位置、打設の順序や進捗度、材料の仮置など、施工状況に応じて必要分を1～2回毎に行う。

図7.3.5に砂ぐいの平面位置を設定する場合の模式図の事例を示した。

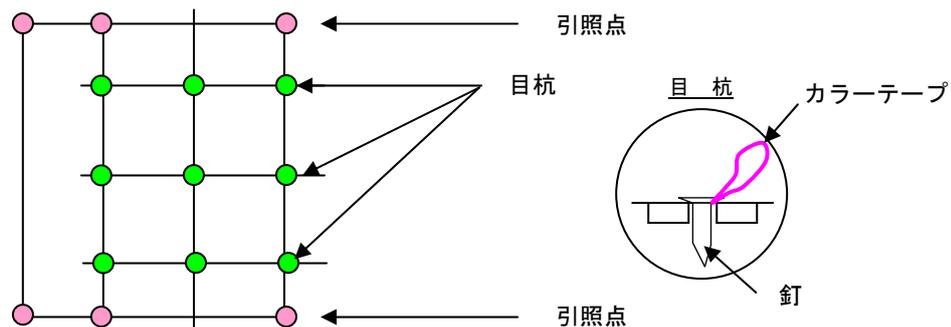


図 7.3.5 砂ぐいの杭心位置の平面測量模式図 例

(砂ぐいの打設順序)

砂ぐいの打設は、一般的に3列を1ブロックとして施工する。

この場合の打設順序は、図7.3.6に示すように堤防側から低水路側に向かって進めるような順序で計画する。これは、一般に、河川の低水路側には変位に厳しく対処しなければならない構造物が少ないことと、これと反対側の堤防、堤内地側の各種構造物や埋設物などに対する打設時の側方圧力による影響を回避するための方策である。

しかしながら、既設堤防の耐震対策工事では、各工事箇所には、それぞれに異なった状況が存在し、必ずしも一般的な打設順序が適切でないことが考えられる。したがって、施工時の打設順序は、上記のような一般的な配慮事項に加えて現場の風向き、気象状況等による作業上の都合で随時変更することとなる。

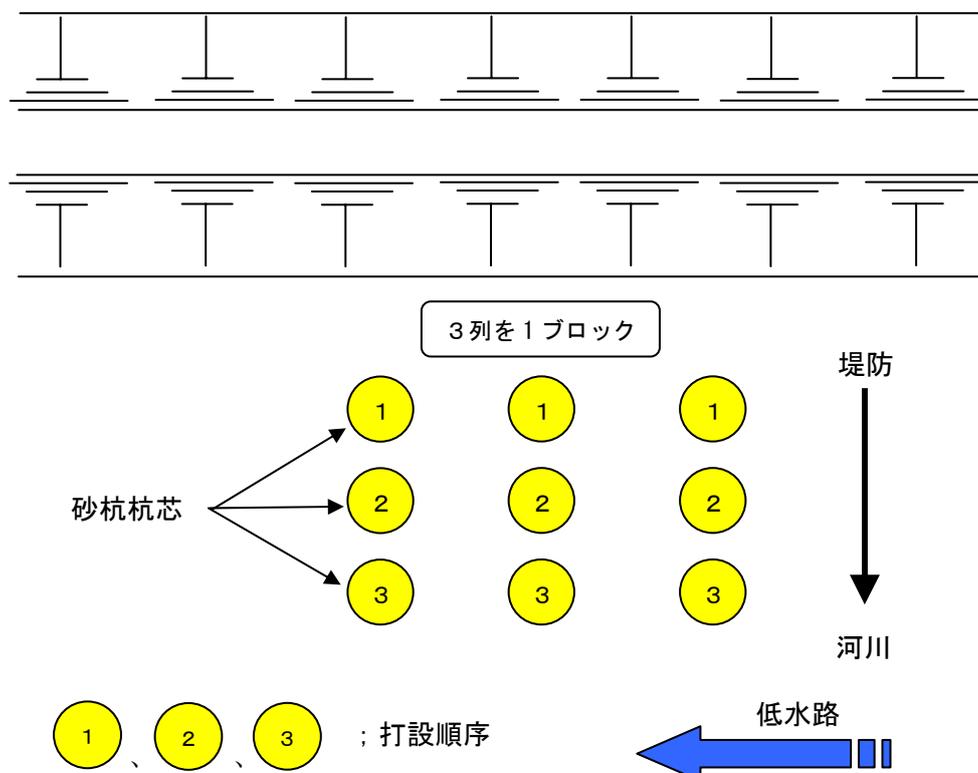


図 7.3.6 砂ぐいの一般的な打設順序

(支持層への着底確認)

動的締固め工法では、必要に応じて、打設される砂ぐいの先端が液状化層の下にある所定の支持力を持つ支持層に着底している事を適切に確認しなければならない。

支持層への着底の確認は、あらかじめ調査されているボーリングの柱状図のN値とケーシングパイプの貫入速度などを注意深く観視することによって確認して施工する。この着底管理の目安は、あらかじめ土質調査実施地点で試験施工を行って、貫入速度と支持層の関係を把握しておくといよい。

(深度・砂量確認)

サンドコンパクションパイル工の施工中は、砂が所定の深度に所要量投入されていることを適切に管理しなければならない。この管理については、以下の2点がある。

- ケーシングパイプ先端の深度の確認
- ケーシングパイプ内にある砂面の高さの確認

実際の施工は、あらかじめ設定されたケーシングパイプ先端の深度とケーシングパイプ内にある砂面の高さの両方を管理するシステム管理計により常に確認しながら行う。

ケーシングパイプ先端の深度を検知する装置を深度計（G L計）、ケーシングパイプ内の砂面の高さを検知する装置を砂面計（S L計）という。

（周辺の変状監視）

動的締固め工法の施工中は、周辺地盤の変位や亀裂などの監視を行ない、必要に応じた対策を適切に実施しなければならない。

（施工管理項目と内容）

動的締固め工法の施工前、施工中、施工後に行う主な管理項目と内容等を表7.3.6に示した。上表に示したものは一般的に行われる管理で、その他に砂ぐいの鉛直度の管理や砂ぐい径の調査等を行うこともある。

これらの調査は、目的に応じ、結果に過不足のないよう配慮しなければならない。また、原地盤の標準貫入試験では、改良効果に影響を及ぼす細粒分含有率を別途測定しておくなどの留意が必要である。

施工直後に行なう改良効果確認のための標準貫入試験は、チェックボーリングと呼ばれる。チェックボーリングの本数は、施工量、施工機械台数、地盤の複雑さ、構造物の重要度などを考慮して決める。

表 7.3.6 サンドコンパクションパイル工の主な施工管理項目と内容

時期	管理項目	管理内容	管理基準項目
施工前	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用材料の品質 ・ 施工管理計器のチェック ・ 施工機械のチェック 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 粒度試験など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用材料の規定
施工中	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工位置の確認 ・ 施工深度の確認 ・ 深度毎の砂量の確認 ・ 使用材料の品質 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 測量 ・ 目杭で表示 ・ 自動記録計（G L計）による施工深度の管理 ・ 自動記録計（S L計）による砂量の管理 ・ 粒度試験 ・ 体積変化率の測定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工位置のずれ量 ・ 施工深度 ・ 深度毎の砂量 ・ 使用材料の規定 ・ 使用材料の割り増し率
施工後	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改良効果の確認 砂杭間強度 砂杭強度 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標準貫入試験 ・ 粒度試験 ・ PS 検層 ・ 孔内水平載荷試験など 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 改良目標強度の規定

（日々の施工記録）

動的締固め工法の施工においては、施工管理状況を日々の記録として整理する。日々の整理は、定められた事項・様式がある場合は、それらにしたがって行う。以

下は、施工事例の資料等を用い、加筆するなどして例示したものである。

- 進捗管理：パイル配置図を日々に色分けする
- 打設日報
- オシログラフ（記録紙）：図 7.3.7 に模式図を示す
- 残尺確認（貫入長確認；100 本に 1 本）：図 7.3.8 に測定要領を示す

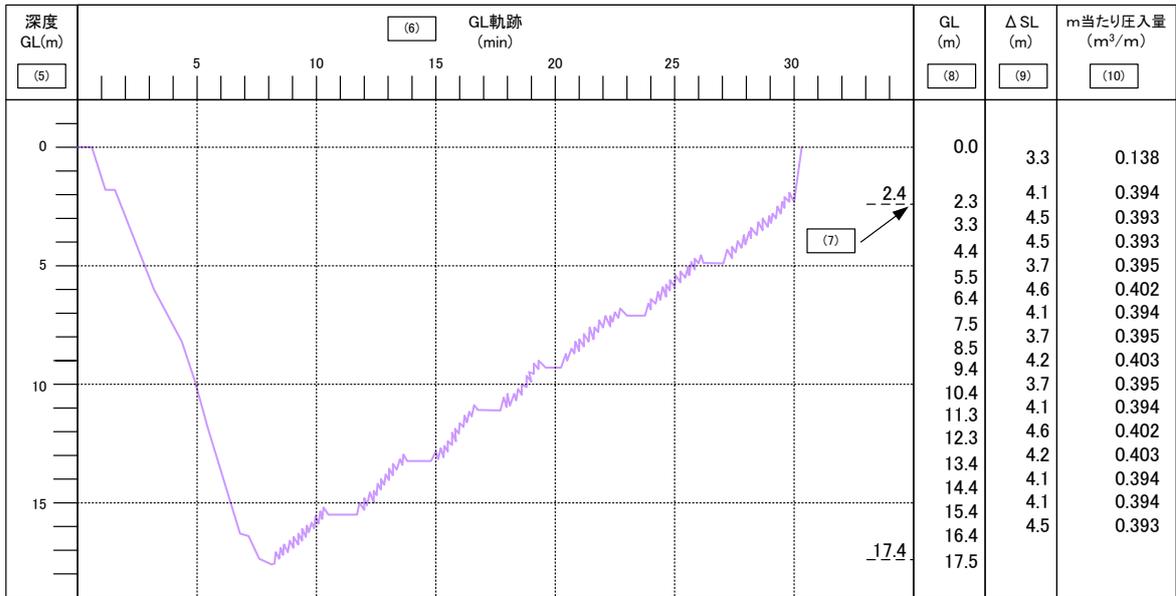


図 7.3.7 オシログラフ模式図

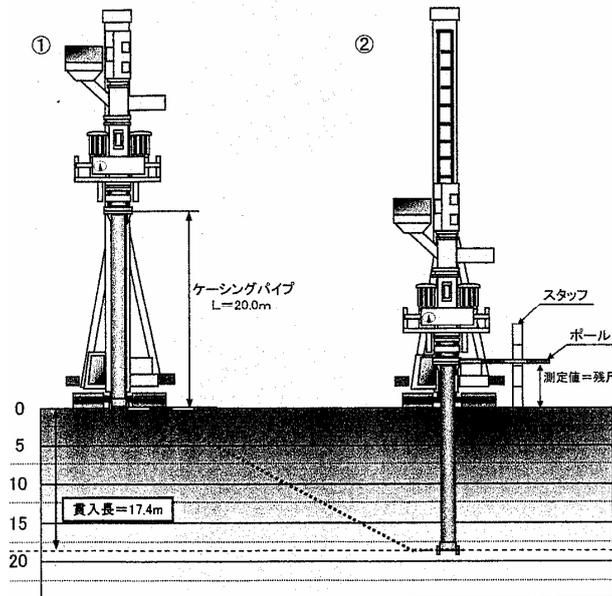


図 7.3.8 残尺確認の例（貫入長確認）

測定要領 イ. ケーシングパイプを GL=0m にセットし、記録計 0m を確認

- ロ. ケーシングパイプを GL=17.4m（施工深度）まで貫入し、マーキング位置等までの残尺を測定し貫入長を確認する
- ハ. 実測値と記録計を対比確認

(出来形管理)

動的締固め工法における出来形管理基準の施工例を表7.3.7に示した。

表 7.3.7 動的締固め工法の出来形管理基準 例

項目	規格値	測定基準	測定箇所
位置・間隔 W	-100 +100	100 本に 1 箇所 100 本以下は 2 箇所測定	
杭径 D	設計値以上	1 箇所に 4 本測定	
打込長さ h	設計値以上	全本数	
砂投入量	—	全本数	

上表における杭位置・間隔の確認記録を図7.3.9に、同事項の確認状況を写真7.3.2に、杭径確認記録を図7.3.10に、同事項の確認状況を写真7.3.3に、それぞれ例示した。

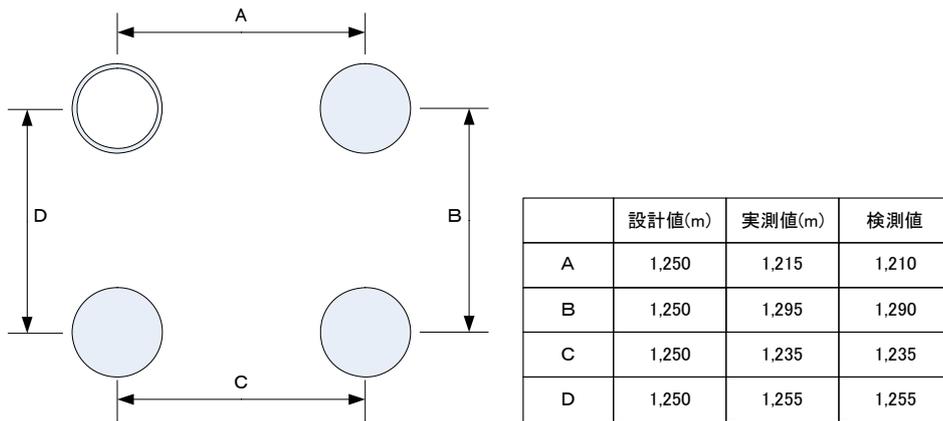


図 7.3.9 杭ピッチ確認記録 例

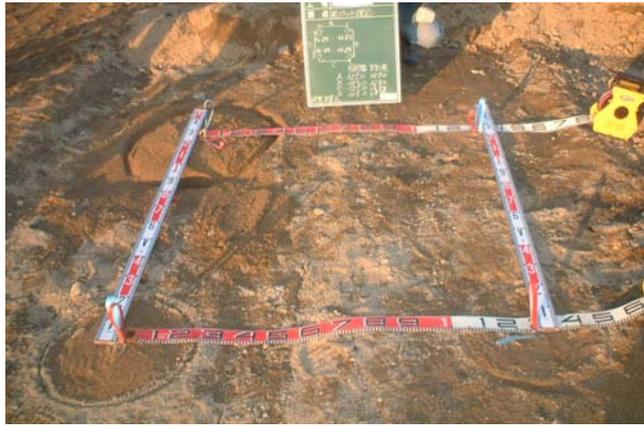
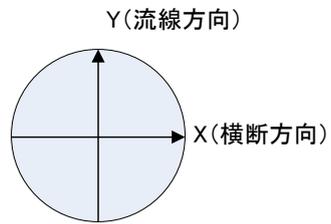


写真 7.3.2 杭ピッチ確認状況 例



杭番号	偏心方向	設計値(m)	実測値(m)	検測値	偏心量(mm)
G-61	1,215	700	700	700	
	1,295	700	700	700	

図 7.3.10 杭径確認記録例



写真 7.3.3 杭径確認状況 例

(事業による損失防止)

動的締固め工法の施工においては、付近に民家等がある場合は、必要に応じて周辺地盤の変位（高さ）を監視して事業損失防止に努める。この場合の測定頻度は、地盤条件、施工規模、施工機械、民家等との近接度などによって異なるが、2～4回／月程度とした事例もあった。写真7.3.4は、堤内地盤高の測定状況の例を示した。

なお、隣接地に対する施工中の地盤振動低減対策としては、側方の隣接地との境界付近にあらかじめ設置した空溝（からみぞ）、空気マット+モルタルなどを用いて対応した事例などがある。



写真 7.3.4 堤内地盤高の測定状況

(f) 改良効果の確認

動的締固め工法によって施工された基礎地盤は、標準貫入試験、粒度試験、PS検層、孔内水平載荷試験等において所定の耐震強度が確保されていることを適切に確認しなければならない。

(解説)

動的締固め工法によって施工された基礎地盤における、地盤改良効果の確認は、砂ぐい、および砂ぐい間の地盤強度を適切に確認することによって行う。

地盤強度の確認に用いられる試験には、標準貫入試験、粒度試験、PS検層、孔内水平載荷試験などがあるが、標準貫入試験を用いるのが一般的である。

一般に、地盤強度の具体的な確認方法は、液状化抵抗率 (F_L)、および内部摩擦角等について一定の目標値を定めておき、施工後のチェックボーリングなどの試験結果などを用いて求めた値によって改良の程度、および所定の耐震強度を有していることを確認する。

砂ぐい間の地盤における改良効果を標準貫入試験によって確認した例を図7.3.11に示した。なお、この図では動的締め固め方式によるサンドコンパクションパイル工 (SCP) とともに、後述する静的締固め方式によるサンドコンパクションパイル工 (SAVE) によって地盤改良し、改良効果を確認した結果も併記して例示している。

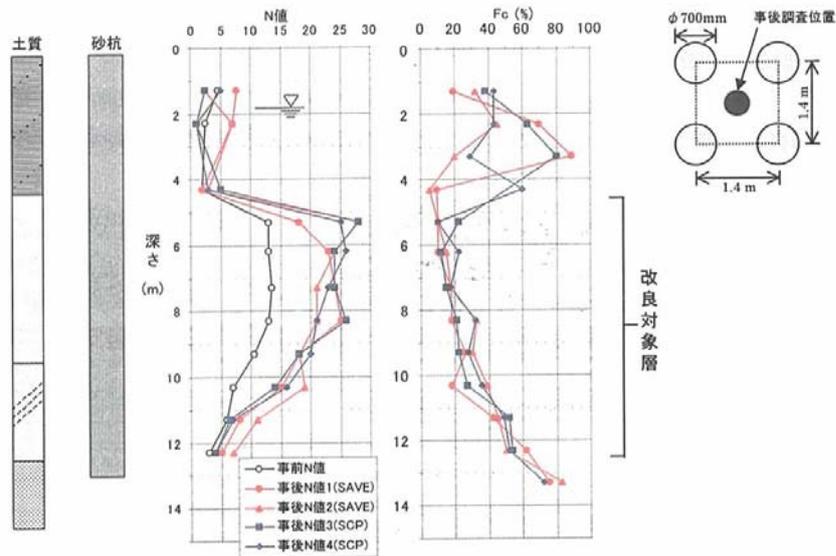


図 7.3.11 改良効果の確認例 (砂ぐい間の地盤強度)
(SCP (青色) と SAVE (赤色) の確認事例)

(g) 築堤

動的締固め工法によって改良された基礎地盤上に行う築堤では、地盤改良の施工中に敷設された砂層を撤去するなど堤防の耐浸透性機能などが損なわれることのないよう適切に施工しなければならない。

(解説)

動的締固め工法によって地盤改良された施工箇所は、施工前の原地盤が軟弱であることから、重機による施工中の安全確保のためにサンドマットを敷設したり、砂ぐい打設に関連する作業によって多量の砂が付近一帯に散乱している状況が一般的である。

基礎地盤改良後に実施される築堤に際しては、築堤の基盤上に散乱している砂によって堤防横断方向への漏水経路（水みち）が生じることのないように、地盤改良後の地表面に存在している砂を除去するなどして、堤防の耐浸透性機能を損なうことのないように十分留意して施工しなければならない。

(2) 静的締固め工法

静的締固め工法による施工は、改良する地盤の液状化を防止できるよう地盤の変形などの周辺環境に留意し、適切に実施するものとする。

(解説)

静的締固め工法は、強制昇降装置と回転駆動装置などを用いて鋼管ケーシングを先端閉塞の状態で行う改良する地盤中に貫入させ、所定の深さに達した後に材料を排出しながら、引き抜きと再貫入を細かく繰り返して地中に締った砂ぐいを構築するとともに、砂ぐい間の周辺地盤も側方圧力により、これを締固める工法である。補給材には、砂、砕石、再生砕石などを用いる。

本工法による施工では、前掲の動的締固め工法と共通している事項のほかに以下のような特徴と施工中の留意事項が考えられる。

- 施工中の振動・騒音が低減でき、既設構造物への近接施工が可能である
- 近接施工の際には、地盤の変位に留意する必要がある

静的締固め工法の施工手順の例を図 7.3.12 に、同施工状況を写真 7.3.5 に示した。

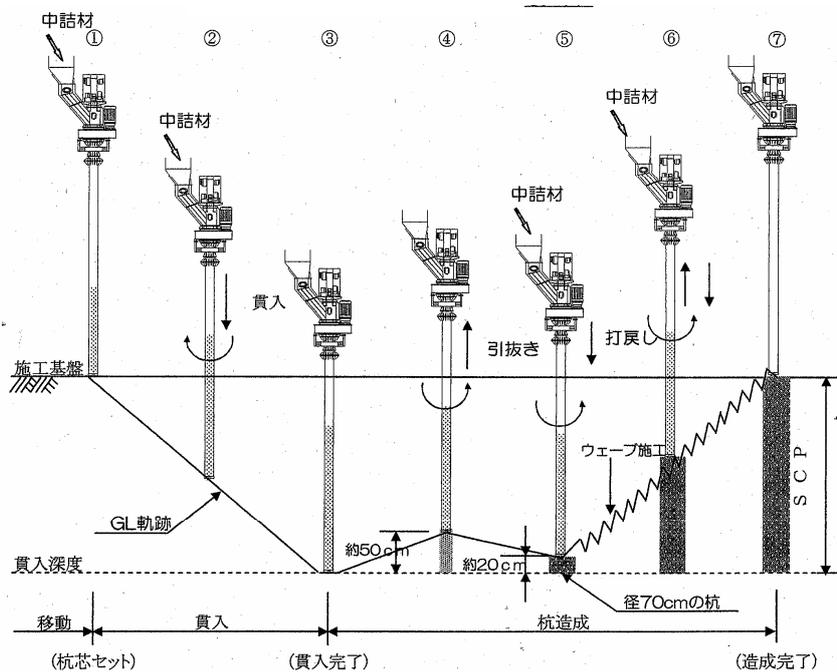


図 7.3.12 静的締固め砂杭工の施工手順 (例)

上掲の図 7.3.12 における施工手順は、概略、以下のとおりである。

- ① ケーシングパイプを所定位置にセットし、材料をケーシング内に投入してパイプ先端ポイント部に充填する。
- ② ケーシングパイプを回転させながら地中に貫入させる。貫入中にケーシング内に材料を補給する。
- ③ 所定深度までケーシングを貫入させる。
- ④ ケーシングを回転させたまま所定量引き抜きケーシング内の材料を圧縮空気によって排出。
- ⑤ ケーシングを回転させたまま所定の高さまで再度貫入させ、排出した材料と周囲の地盤を締固める。
- ⑥ ④～⑤を細かく繰り返して拡径すること（ウェーブ施工という）により、砂杭を構築する。
- ⑦ 地盤改良完了

下掲の写真 7.3.5 の下段に、施工手順を記述している。この写真では、記述の施工手順に従って、最上部に設置されている駆動部、砂補給ホッパー、およびケーシングパイプの位置が上下していることがわかる。

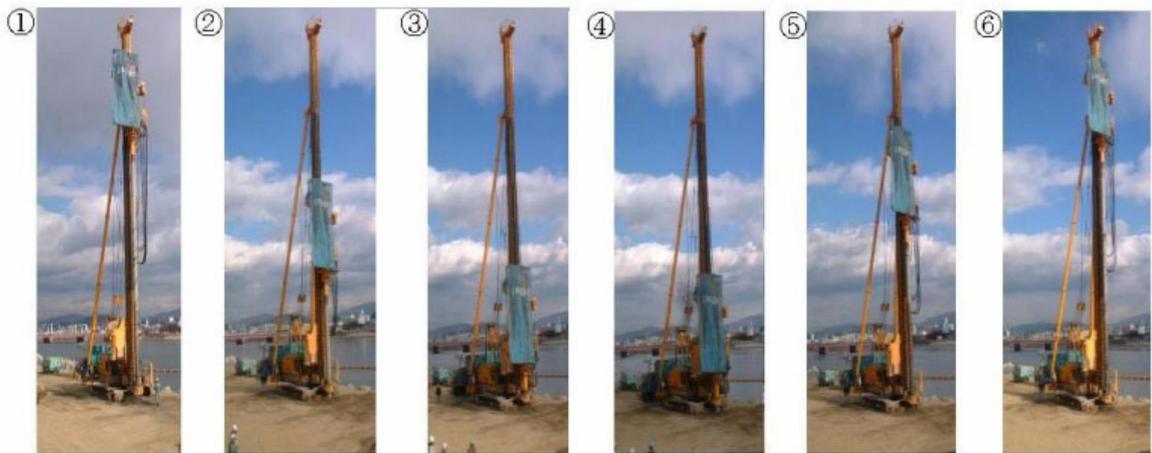


写真 7.3.5 静的締固め工法の施工状況

- ① 移動し・機械を杭芯にセットして停止
- ② ケーシングパイプ貫入中
- ③ ケーシングパイプの貫入完了
- ④ 砂ぐい構築の開始
- ⑤ ケーシングパイプの引き抜き、砂圧入、再貫入の繰り返し作業
- ⑥ 砂ぐい構築完了

以下、前掲 「(1) 動的締固め工法」において記述した以下の事項については、「静的締固め工法」とほぼ共通であり、それらの各事項を参照することとし、重複記述しないものとした。

- (1) 現場条件の照合・確認
- (2) 基礎地盤の地質確認
- (3) 材料選定
- (4) 試験施工

また、前掲 「(1) (e) 施工の管理」についても前掲内容と共通な事項については、重複記述しないものとし、前掲内容と共通しない内容として以下の留意事項を特記する。

(a) 施工の管理

静的締固め工法の施工においては、所定の改良効果が得られるよう、深度・砂量確認等に配慮して施工中の管理を適切に行わなければならない。

(解説)

砂ぐいを構築するための材料として使用される砂は、湿潤・乾燥の状態やケーシングパイプ内における圧縮空気の圧力により体積変化する。

静的締固め工法の施工においては、前掲の動的締固め工法に比較して、施工中にケーシングパイプ内に存在する砂は、「緩く置かれた状態と締固まった状態」の中間的な状態にある体積を呈している。

このように静的締固め砂杭工では、ケーシングパイプ内で砂の体積が中間的な値にある状態から、締固まった状態を推定した体積に相当する砂量を供給しながら施工するため、施工中の適切な砂量管理が必要である。なお、前掲「(1) 動的締固め工法」において記述した以下の事項については、「静的締固め工法」とほぼ共通であり、それらの各事項を参照することとし、重複記述しないものとした。

(f) 改良効果の確認

(g) 築堤

2) 固結工

既設堤防の耐震対策工事において採用されている、固結方式による主な地盤改良工法には、以下の2工法がある。

- 深層混合処理工法
- 浅層混合処理工法
- 高圧噴射攪拌工法

以下では、耐震対策としての実施事例の多い深層混合処理工及び高圧噴射攪拌工の2工法について、工事の施工上で必要となる技術的事項について記述する。

(1) 深層混合処理工法

深層混合処理工法による施工は、改良する地盤の液状化を防止できるよう適切に実施するものとする。なお、施工中の騒音・振動・地盤の変形や発生する泥土・泥水の処理等に留意するものとする。

(解説)

深層混合処理工法は、スラリー状あるいは粉体状のセメント系や石灰系の安定材を改良しようとする地盤の軟弱土と強制混合し、原位置で強固な柱状あるいはブロック状の安定処理土を形成し、地震時の液状化を防止する工法である。

ここでは、代表的な工法として、スラリー状態の安定材を用いる施工法を中心に記述

する。

本工法による一般的な施工手順を図 7.3.13 に示した。

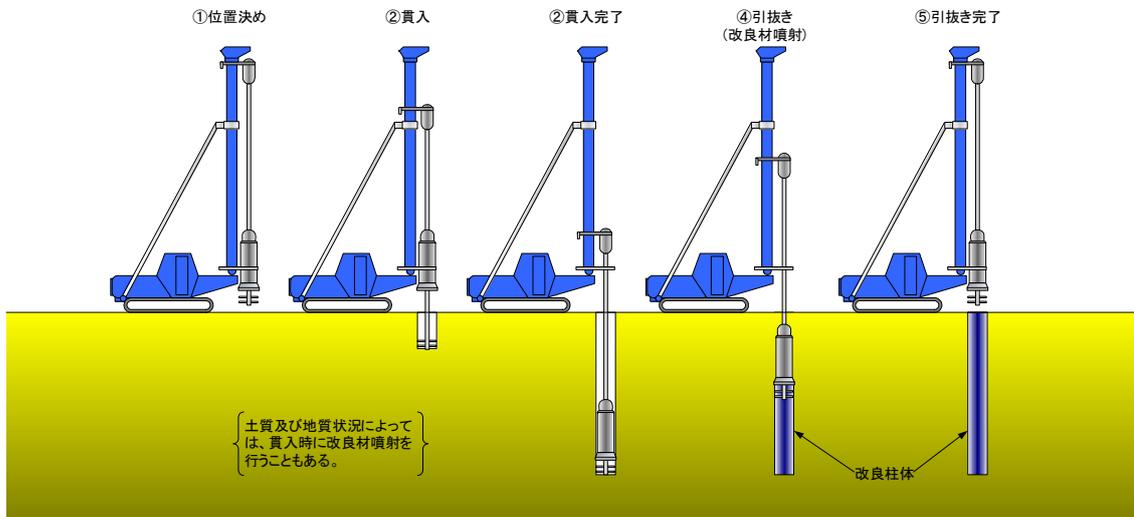


図 7.3.13 深層混合処理工法の施工手順

本工法を既設堤防の耐震対策に適用して、基礎地盤の液状化防止を図ろうとする原理は以下のとおりである。

- 改良後の砂層地盤は、土粒子が安定材によって固化され液状化しない
- 改良体を格子状あるいはブロック状に配置した場合は、格子状の改良地盤に囲まれた砂層

地盤、あるいはブロック状の改良地盤に挟まれた砂層地盤が地震時に受けるせん断変形を抑止することができる。

(a) 現場条件の照合・確認

深層混合処理工法による地盤改良においては、施工に先立ち、工法選定の経緯、堤体と基礎地盤条件、周辺の環境など現場条件の照合・確認を適切に行うものとする。

(解説)

深層混合処理工法は、以下のような現場条件を備えた工事に適用される。

- 低騒音、低振動工法であるため、市街地の施工や既設構造物に接近しての施工が可能
- 地盤の土質性状に応じたセメント添加量設定が可能で、幅広い強度の地盤改良が可能

深層混合処理工法では、経済性、効率性などの観点に加えて、上述のような堤体と地盤条件のほか市街地や既設構造物に近接した作業環境での施工が必要な現場条件

を考慮して工法選定されているものと考えられる。

施工に先立って、施工中の振動・騒音、地盤変位、地下水問題など居住環境への影響、自然環境への影響などについては、設計図書、施工計画書の内容と現場条件の照合・確認を適切に実施しておくことが必要である。

(b) 基礎地盤の地質確認

深層混合処理工法の施工においては、標準貫入試験、粒度試験を行い地質確認を適切に行うものとする。

(解説)

深層混合処理工法の施工に先立って、既存の地形・地質情報および施工前のボーリング等によって基礎地盤の地質、地層分布を確認し、改良対象とする液状化層を適切に特定する必要がある。

ボーリングを行なう場合は、同時に標準貫入試験を行いN値の確認をする。

地質確認では、特に、混合処理の施工に支障となりそうな転石等の分布を確認しておく必要がある。

以下、前掲 1) 動的締固め工法 (2) 基礎地盤の地質確認の項を参照。

(c) 材料及び室内配合試験

深層混合処理工法の施工に際しては、改良する基礎地盤に設計された耐震機能が確保されるよう、材料選定、事前の室内配合試験等を行って施工仕様を適切に決定するものとする。

(解説)

深層混合処理工法における使用材料は、一般に以下のものが使用されている。

- ① セメント セメントは以下の中から選定されている。
 - ・普通ポルトランドセメント
 - ・高炉セメント B 種
 - ・高炉セメント C 種
 - ・セメント系固化材
- ② 水セメント比 標準的には、 $W/C=80\sim 120(\%)$ 程度となっている。
- ③ 遅延材

オーバーラップ部の施工性向上のため、必要に応じて遅延材を使用する。遅延材の種類を表 7.3.8 に示すが、その使用量は、事前の試験により強度の発現傾向を把握し決定されている。

表 7.3.8 遅延材の種類と使用例

主 成 分	性 質	セメント重量に対する使用量 (%)
オキシカルボン酸化合物ポリオール系有機高分子複合体	比重 1.18、液状、pH 12	0.3~1.2
オキシカルボン酸塩	比重 1.20、液状、pH 5±1	0.5~0.8

(室内配合試験)

事前の配合試験は、一般に以下のように行われている。

- 事前配合試験は、施工前に現場の試料土を使用して固化材と混合し、材令 7 日及び 28 日の一軸圧縮強度（室内／現場比を考慮）より現場配合を決定。
- 事前配合試験は、一般に改良対象土のうち粘性土及び砂質土の 2 土質について実施。
- 試料土は土質調査で得たものを使用。
- 配合試験の実施数量は、2 土質 1 材料 3 配合（含水比・湿潤密度含む）程度。
- 固化材の配合量は設計配合量を含むように適切に設定。
- 配合試験の際に、六価クロム溶出試験を実施。

室内配合試験の標準的な仕様の例を表 7.3.9 に示した。

表 7.3.9 室内配合試験の標準仕様の例

表 7.3.9 室内配合試験の標準仕様の例 項 目	仕 様	ケース数
安定材の種類	普通ポルトランドセメント、高炉セメント B 種セメント系固化材の中より選定	1~2
安定材添加量 (α)	3 種類が標準 (α = 120、160、200 kgf/m ³) など	3
練り混ぜ水	水道水	1
水セメント比 (W/C)	W/C = 80~120 (%) が標準	1
材 令	7 日、28 日 (必要に応じて 1 日を追加)	2~3
同一条件の試料数	3 個	3
使用する試料の量	全モールド数 × 0.196 × 1.2 リットル	

(d) 試験施工

深層混合処理工法による地盤改良においては、必要に応じて攪拌装置の形状確認や各種施工管理計器の動作確認チェックを実施するために試験施工を行うものとする。

(解説)

本施工に先立ち、深層混合処理工法の攪拌装置の形状確認や各種施工管理計器の動作を確認チェックし、本施工における確実な品質管理・施工管理を行えるよう、必要に応じて事前に試験施工を実施するものとする。

試験施工の実施内容には、以下に示すような事項が考えられる。

(形状確認)

- ① 攪拌軸長
- ② 攪拌翼径
- ③ 軸間距離
- ④ 攪拌翼間隔

(機器のキャリブレーション)

- ① 回転計
- ② 深度計
- ③ プラント計量器

写真7.3.6に攪拌翼の形状確認状況の事例を示した。



写真 7.3.6 攪拌翼の形状確認状況

(e) 施工の管理

深層混合処理工法の施工においては、所定の改良効果が得られるよう材料の注入量の確認、管理等を計器によって監視しながら施工中の管理を適切に行わなければならない。

(解説)

深層混合処理工法の施工は、改良する基礎地盤の地中の改良状況を目視することができない情况下で、改良される地盤に所定の耐震機能が確保されるよう、材料の注入量の確認、管理等を計器によって監視しながら適切に実施しなければならない。

また、深層混合処理工法の施工においては、改良体の施工管理のほかに、以下の2点に留意する必要がある。

a) 水質汚濁

改良材のグラウト流失による水質汚濁事故等の発生。

b) 余剰グラウト材の処理

施工に伴って発生する余剰（かえり）グラウト材の適切な処理。

(改良体の施工時の管理)

深層混合処理工法では、出来形を直接肉眼で観察しながら施工することができないため、施工管理は各種計測器による計器管理が主体となる。

改良体について施工時に行われる、主な施工管理項目を以下に示した。また、これらを整理して図7.3.14に示した。

- ① 使用材料の計量
- ② セメントスラリー注入量（多軸機の場合は各軸毎に管理）
- ③ 攪拌軸昇降速度
- ④ 攪拌翼回転数
- ⑤ 改良深さ
- ⑥ 攪拌軸トルク
- ⑦ ベースマシンリーダーの鉛直性

上記の施工管理項目の内、①～⑥の項目は他の地盤改良工と、ほぼ同様であるが、深層混合処理工法では、この外に、改良壁体としての一体性及び止水性を考慮して接合部の確実な施工を確保するため、ベースマシンリーダーの鉛直性（⑦）を確認する傾斜計による管理が必要である。

粉体噴射攪拌工の施工管理要領の例を表7.3.10に示した。

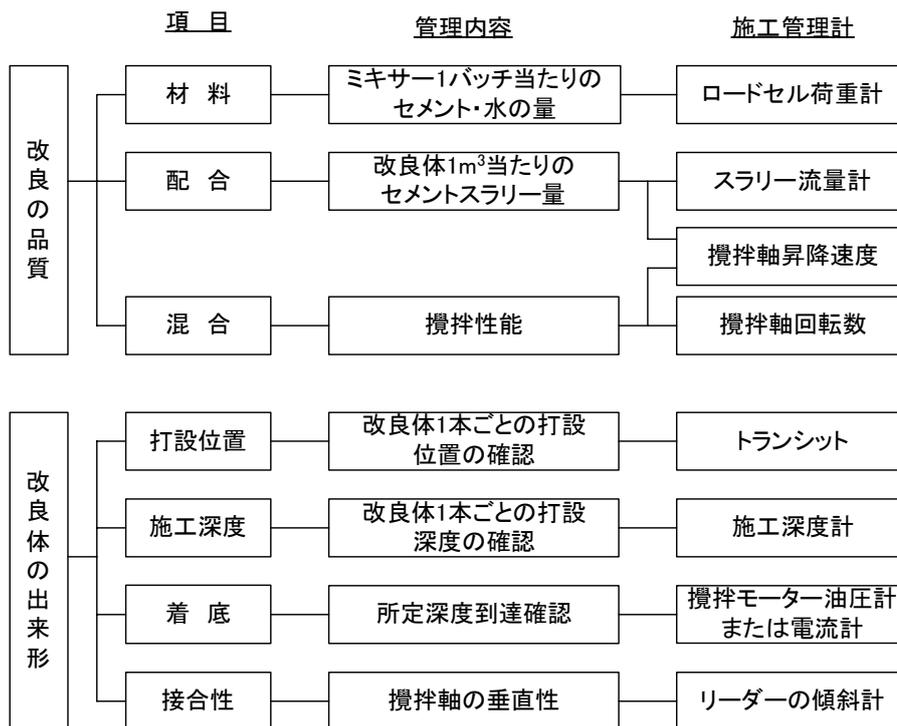


図 7.3.14 深層混合処理工法の施工管理項目

表 7.3.10 施工管理要領の例（粉体噴射攪拌工の場合）

施工管理項目		管理値	頻度	管理機器	記録様式
セメント	材料の管理	計画数量	打設毎	納品伝票	セメント管理表 材料受け払い表
		JIS規格	1回/月	品質管理	セメント試験成績表
注の 度入 の管 理・ 施 工 深	昇降速度	引抜吐出時 0.7m/分	打設中	ム施 装工 置管 理シ ステ ム	速度計 深度計 電流 計量器
	打設長 改良長	設計値	打設中		
	セメント 投入量	設計値	打設中		
打設位置の管理			打設前 打設中	テーピング	
鉛直度の管理			打設前 打設中	テーピング	

(f) 改良効果の確認

深層混合処理工によって改良された基礎地盤は、所定の耐震強度が確保されていることを基礎地盤の改良土の強度および改良体相互のラップなどにより適切に確認しなければなら

(解説)

深層混合処理工法の施工によって改良された基礎地盤における改良効果の確認は、基礎地盤の改良土の強度および改良体相互のラップについての品質を確認することによって行う。

地盤強度の確認は、一般にチェックボーリングによって行われている。チェックボーリングの調査計画作成にあたっては以下のような事項について検討する。

- 養生期間、調査時期
- 調査位置、深度、数
- ボーリング径、サンプラーの種類
- 試験項目および方法（改良土の一軸圧縮強度、含水比、単位体積重量等）

チェックボーリングでは、改良土を乱さないでサンプリングする必要がある。このためには、改良土の強度と採取目的に応じてサンプラーを選定する必要がある。

事例によると、チェックボーリングは、2000～3000m³に1本程度の頻度で実施されている。また、良質なコアの採取のため、サンプラーの外径はφ86mm以上で行われている。

施工事例によると、供試体の作成本数は深度1mごとに1本作成することを標準として、現場の土質条件、施工条件に応じて適宜設定している。

(2) 高圧噴射攪拌工法

高圧噴射攪拌工法の施工は、改良する地盤の液状化を防止できるよう適切に実施するものとする。なお、施工中の地盤の変形や発生する泥水、地下水汚染などに留意するものとする。

(解説)

高圧噴射攪拌工法は深層混合処理工法の一つであり、固化材スラリーを高圧で噴射させながら、改良する地盤と固化材を強制的に攪拌混合させることにより、原位置で強固な柱状の安定処理土を形成する工法である。

高圧噴射攪拌工法は切削する方法により、グラウト噴射系、エア－グラウト噴射系、水・エア－グラウト噴射系の方法がある。

高圧噴射攪拌工法は、安定材を高圧で噴射させながら地盤を化学的に改良することにより、液状化層が固結され、液状化を防止できるよう適切に施工しなければならない。

施工に際しては、変位の発生などの周辺環境対策に努めなければならない。高圧噴射攪拌工法の施工手順を図 7.3.15 に示した。

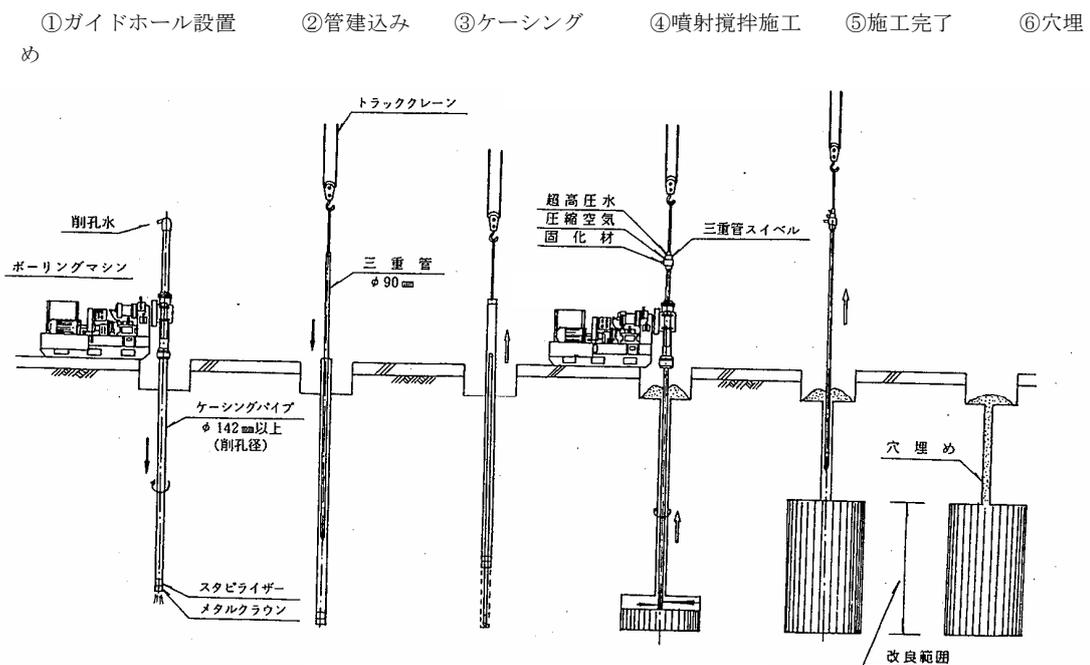


図 7.3.15 高圧噴射攪拌工法の施工手順

(a) 施工の管理

高圧噴射攪拌工法の施工においては、所定の改良効果が得られるよう施工中の噴射時間、吐出圧・吐出量等の管理を適切に行わなければならない。

(解説)

高圧噴射攪拌工法の施工においては、グラウトを高圧で地中に噴射するため、周辺地盤および構造物の変位を監視する必要がある。一般には、施工時のエアーや排泥は、地表に排出するが、施工中に一時的にロッド周辺に土塊が詰まり、ジャーミングを誘発したりする場合には排泥が出にくくなり、その結果として地盤の隆起が生じることもあるので監視が必要である。

また、施工に際しては、必要に応じて、周辺地盤および構造物の変位抑制や水質汚濁防止などの周辺環境対策に努めなければならない。

一般的な施工手順は、以下に記述するとおりである。

(削孔)

改良体の造成に先行して削孔を行い、ガイドホールとする。

(改良体造成及び穴埋め注入)

削孔後、管を建て込む。造成工は、一定圧力・一定引き上げ速度を原則として施工する。造成完了後は、削孔穴にセメントミルクを注入して穴埋めする。

(排泥等の処理)

施工中、随時バキューム車を配置して、排出する泥土を所定の場所に運搬する。(写真7.3.7、7.3.8参照) 地表面や地下水等への硬化材及び排泥の流出が発生しないよう監視・管理を行う。



写真 7.3.7 排泥処理状況



写真 7.3.8 排泥仮置き状況

(改良体に関する施工時の管理)

高圧噴射攪拌工法の施工においては、改良体に関して以下のような事項の管理が行われる。

- ① 固化材管理
- ② レベル管理
- ③ 噴射時間管理
- ④ 吐き出し圧力・流量管理

(b) 改良効果の確認

高圧噴射攪拌工法によって施工された基礎地盤は、ボーリングコアの一軸圧縮試験等により所定の耐震強度が確保されていることを適切に確認しなければならない。

(解説)

高圧噴射攪拌工法による改良効果の確認は、基礎地盤のボーリングにより、杭長、改良深度、杭径を確認することによって行われている。

また、品質管理として、採取したコアの一軸圧縮試験が行われている。試験位置は、杭長が長い場合には上・中・下の3箇所、短い場合には上・下の2箇所で行われている。

3) 排水工

既設堤防の耐震対策工事として実施されている主な排水工法には、グラベルドレーン工法と裏のり尻ドレーン工法があるが、裏のり尻ドレーン工法については「浸透対策」に記述しているので、ここでは、重複記述しないものとした。

(1) グラベルドレーン工法

グラベルドレーン工法は、地震時に基礎地盤中に発生する過剰間隙水圧を消散させられるよう適切に施工しなければならない。なお、ドレーン材の選定には留意するものとする。

(解説)

グラベルドレーン工法は、地盤中に排水材（砕石杭）を設置し、地震時に基礎地盤中に発生する過剰間隙水圧を消散させることによって、堤体の変形を抑制しようとする工法である。

本工法は、液状化対策工法としてどこにでも適用できるが、特に、施工に伴う振動・騒音、あるいは近接構造物への影響が問題となる都市部や既設構造物の近傍などで採用される工法である。

グラベルドレーン工法の砕石は、地中構造物周辺の埋め戻し材料として、地中構造物を巻き立てるようにして設置される場合と、柱状に等間隔に設置される場合がある。

既設堤防の耐震対策工事として採用される場合は、裏のり尻部に砕石柱を構築する工法が採用されている。柱状グラベルドレーンは、一般にケーシングオーガー方式で、直径 50cm のものが施工されている。

図 7.3.16 にケーシングオーガー方式のグラベルドレーンの施工手順を示した。

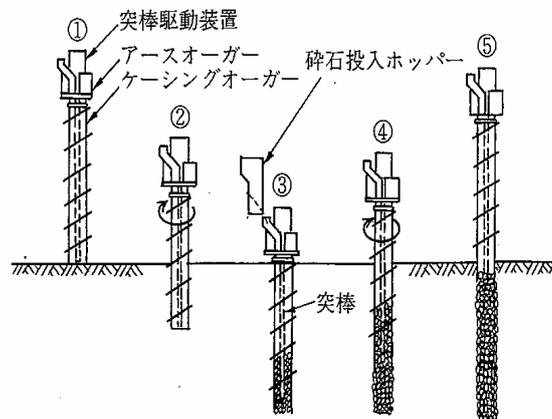


図 7.3.16 ケーシングオーガー方式のグラベルドレーンの施工手順

- ① ケーシングオーガー先端の鉛直性を確認しながら杭芯にセットする
- ② ケーシングオーガーを回転し、排土しながら所定の深さまで貫入する
(写真 7.3.9 参照)
- ③ ケーシング上部より砕石を投入する (写真 7.3.10 参照)

- ④ 突棒で碎石を突き固め、碎石を地中に排出しながらケーシングを回転させて引き上げる
- ⑤ ケーシングオーガーを引き抜き、碎石杭を完成させる

なお、グラベルドレーンの施工中におけるケーシング先端部の地山の安定は、ケーシング内へ注水、あるいは圧縮空気を送り込むことによって確保している。

また、施工に伴うケーシング周辺部などの緩みを防止するために締固めをすることもある。



写真 7.3.9 ケーシングオーガーの貫入状況



写真 7.3.10 碎石投入状況

(a) 基礎地盤の確認

一般的に、ボーリングを行うとともに、標準貫入試験を行いN値を確認する。

(b) 使用材料の選定

グラベルドレーン工に用いる材料は、試験等を行って適切に選定しなければならない。

(解説)

ドレーン工に用いる材料の選定にあたっては、原地盤の土質を考慮し、長期的に排水性を確保するため、目詰まりを起こさない材料を選定する。

一般に、排水効果を高めるためには、碎石の径を大きくし、透水性を高めればよいが、原地盤の粒径に比べて碎石の粒径が大きすぎると目詰まりが生じ、透水性の低下を招くことがある。一方、目詰まりを防止するために碎石の粒径を小さくするとその透水性が低下し、ドレーンの効果が低くなる。

従って、材料は、目詰まりしない材料の中で透水性が最も高いものを選定することになる。

最適な碎石の選定では、実材料を用いた目詰まり試験を実施することも行われている。このような試験装置を用いて行った実験結果から、下式のような材料選定基準も提案されている。

$$D_{G15}/D_{S85} < 9$$

D_{G15} : 排水材の 15% 粒径

D_{S85} : ドレーン周辺土粒子の 85% 粒径

(c) 施工の管理

グラベルドレーン工法の施工においては、所定の改良効果が得られるよう施工中の管理を適切に行わなければならない。

(解説)

グラベルドレーン工法の施工にあたっては、以下のような事項について適切に施工の管理を行って所要の耐震機能が確保されるようにしなければならない。

(改良地盤・貫入長と適用機械)

グラベルドレーン工法は、ケーシングオーガーで砂地盤に貫入打設するが、あらかじめ実施されている地質調査結果にもとづいて、貫入深度に余裕を持たせた規格の施工機械を準備しておくことが望ましい。最大深度は16～28m程度である。

(ドレーンの配置)

既設堤防の耐震対策工事で一般的に採用されている柱状ドレーン工では、改良域における柱状ドレーンの平面配置として、正方形配置と正三角形配置がある。

一般には、施工機械の位置決め容易さなどから正方形配置が採用されている。

(施工管理及び品質管理)

グラベルドレーン工法の砕石柱は、所定の断面積を有する連続したパイルを構築しなければならない。そのため施工においては、砕石面計・深度計・砕石投入度数計によりグラベルドレーンの長さ・直径・連続性などを確認することによって施工管理を行っている。

本工法では、原位置における改良効果を直接確認することは出来ないため、設計仕様を確認する方法がとられている。

一般的に行われている施工管理及び品質管理項目等を表7.3.11に示した。

表 7.3.11 施工管理及び品質管理項目等の例

時 期	管理項目	管理目的
施工前	目詰り試験	材料品質
	砕石粒度	材料品質
	深度計	計器チェック
	砕石面計	計器チェック
施工中	砕石粒度	材料品質
	連続性	ドレーン出来形
	下端深度	ドレーン出来形
	打設位置	ドレーン出来形
	ドレーン径	ドレーン出来形
	排土率	締固め効果*
	砕石使用量	地盤変状防止、締固め効果*

*締固め効果については、締固めを伴う場合のみ管理を行う

なお、計器類の確認方法は、以下のとおりである。

- 砕石面計は、ケーシングの引抜き長さに応じた削孔部への材料残置量を連続的に確認する。
- 深度計は、ケーシングパイプ先端の軌跡を表示し、砕石柱の施工深度を確認する。

砕石面計記録確認状況を写真7.3.11に、深度計記録の例を図7.3.17に示した。

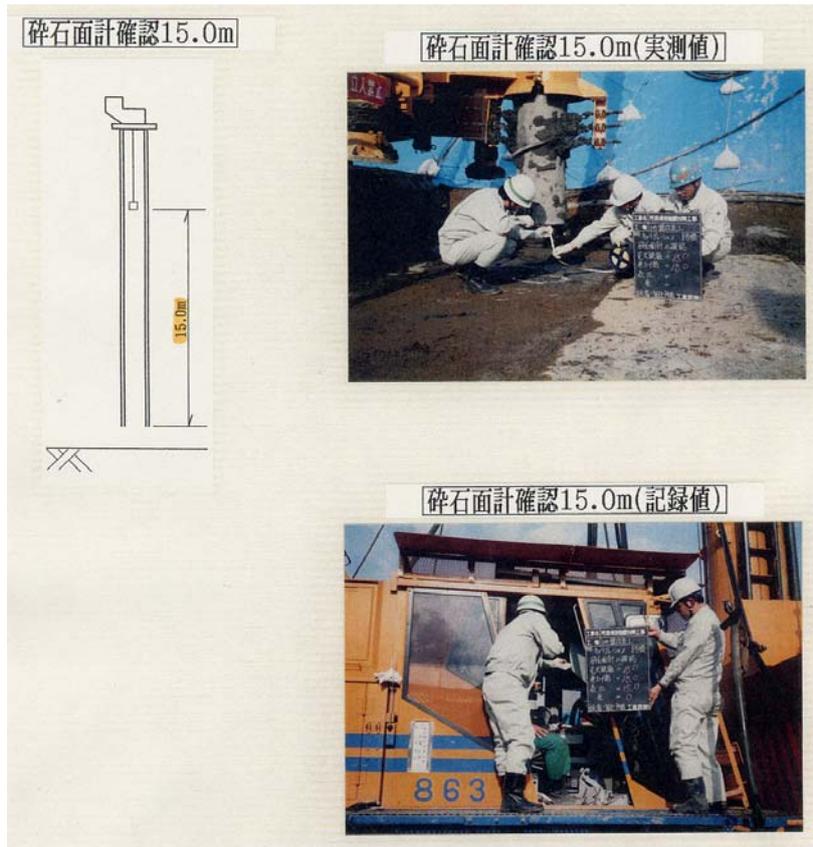


写真 7.3.11 碎石面計記録確認状況

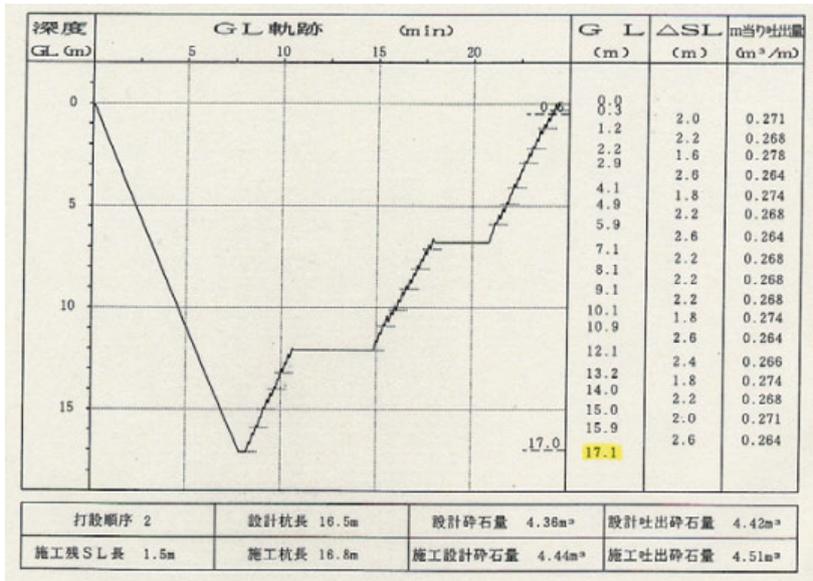


図 7.3.17 深度計記録の例

排土量／設計ドレーン体積で定義される排土率は、通常のグラベルドレーン工法では、標準70%、締固め式グラベルドレーン工法では標準30±10%である。これらの数

値は、地盤変状をきたさないために、これまでの実績で経験的に用いられている値である。排土量確認方法の例を図7.3.18に、確認状況を写真7.3.12に示した。

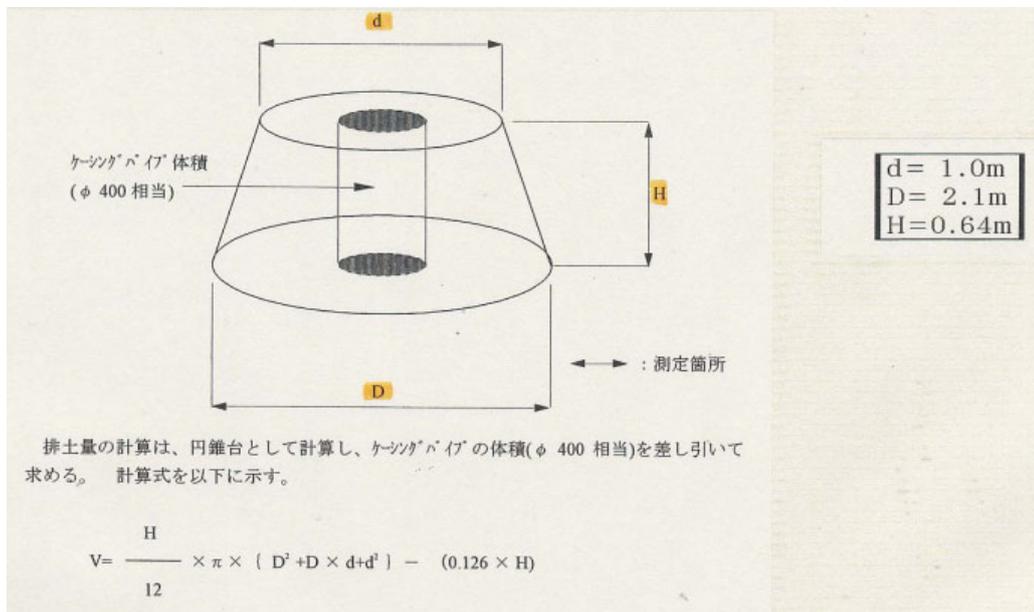


図 7.3.18 排土量確認方法の例



写真 7.3.12 排土量確認状況

砕石使用量については、密度の高い砕石柱の造成及びスパイラルによる地盤の乱れを修復するために、砕石使用率（標準140%）で施工されたことを確認する。

砕石の変化率、施工ロス、砕石押し広げによる柱の拡大等もこれに含まれる。

なお、砕石使用率は、砕石使用量／設計ドレーン体積で定義される。

4) 変形抑制工

(1) 鋼矢板工法

鋼矢板工法は、地盤の液状化に伴う堤防盛土の沈下変形を抑制する機能が確保されるよう適切に施工しなければならない。施工中の振動・騒音・地盤の変形等に留意するものとする。

(解説)

鋼矢板工法は、鋼矢板を堤防盛土ののり尻などに打ち込み、地震時の盛土のすべり破壊防止、地盤の液状化に伴う側方流動の防止、および盛土の沈下変形量を抑制しようとするものである。

既設堤防の耐震対策工事に本工法が選定されている主な理由は、以下のとおりである。

- 施工機械が一般的であり、工期も短い。
- 施工条件に応じた施工機械・施工法を選択することにより、周辺環境に影響が少ない低振動・低騒音の施工、狭い場所や既設構造物に近接した場所あるいは橋梁桁下などでの施工が可能である。
- 既設の堤防に対して、堤防を切削することなく対策を行うことが出来る。
- 長期的な維持管理が不要である。
- 大礫に注意を要するほかは、土質による適用範囲に制約が少ない。
- 耐震対策工事の多くは河川の下流域で実施されており、施工箇所が汽水域である場合には、周辺の汽水域に貴重な塩生植物（ハマサジ、ハママツナなど）、干潟の生き物（アシハラガニ、シジミ、ウミナナなど）等の動植物が生息・生育していることがある。こうした箇所ではできるだけ施工による影響範囲を縮減し、水質汚濁対策などに心がけるなど貴重な環境条件の改変抑制に配慮する必要がある。

(排水機能付き鋼矢板)

鋼矢板工法に排水機能を有する鋼矢板を用いることによって、鋼材としての鋼矢板の機能・効果に加え、地震時に鋼矢板周辺地盤の過剰間隙水圧の上昇を抑えることにより地盤の液状化強度の増大が期待できる場合がある。このような場合、鋼矢板に図 7.3.19 に示すような、孔部に土砂侵入防止フィルターが設けられた有孔溝形鋼やドレーンパイプが用いられている事例もある。

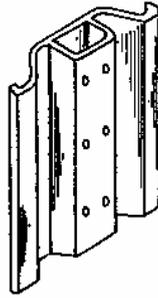


図 7.3.19 排水機能付き鋼矢板

ただし、排水機能付き鋼矢板工法では、以下のような事項に配慮が必要である。

- 地盤の N 値が 5 程度を超えると、排水部材によって貫入抵抗が大きくなるため矢板打設が困難になる
- 運搬・仮置き時にかさばったり、変形を回避するために打設効率が低くなる。

なお、鋼矢板工法の施工上の留意事項については「浸透対策」においても記述している。

(2) 鋼矢板打設等

鋼矢板の打設等は、液状化した地盤の流動化を抑制できるよう鋼矢板継ぎ手部の遮水性確保等に留意しながら適切に施工しなければならない。

(解説)

鋼矢板工法の施工に際しては、以下のような事項に留意する必要がある。

(先行掘削)

鋼矢板圧入に先立ち、チャックの掴みしろを確保するため、先行掘削（幅 1.5m、深さ 1.0m 程度）を行う。

(鋼矢板継ぎ手部の遮水性確保)

鋼矢板の打設においては、地震によって基礎地盤が液状化した場合の流動化を抑制できるよう鋼矢板継ぎ手部の遮水性確保等に留意しながら適切に施工しなければならない。

また、耐震対策として液状化した基礎地盤の流動化を抑制するために打設される鋼矢板に、その耐震対策工事中に仮締切りの効用を兼ねさせる場合がある。このような工事では、鋼矢板継ぎ手部（噛み合わせ部）にジュートヤーン（麻紐）をこじ入れるなどして、さらに高い遮水性を確保する施工事例がある。

(鋼矢板打設)

鋼矢板の施工に用いられている工法には以下のようなものがある。

- ハンマによる打撃工法
- バイブロハンマによる振動工法
- 圧入機による圧入工法
- オーガー併用圧入工法

一般的には、バイブロハンマによる振動工法、圧入機による圧入工法が多く用いられている。

施工時の振動・騒音を低減するには油圧式超高周波杭打機あるいは油圧式杭圧入引抜機を用いる。油圧式杭圧入引抜機は完成杭の引抜抵抗力を反力とし、次の杭（矢板）に静荷重を加えて地中に押し込んでいくものである。次の矢板への移動は図 7.3.20、写真 7.3.13 に示すように自走で行うことができる。

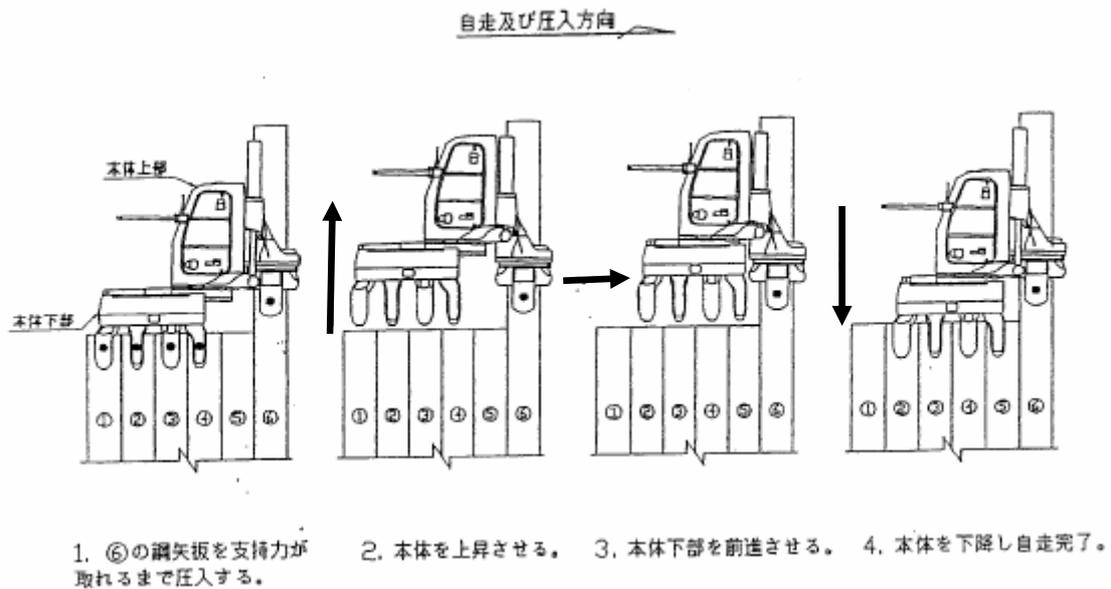


図 7.3.20 油圧式杭圧入・引抜機の自走順序



写真 7.3.13 油圧式杭圧入・引抜機による打ち込み状況

(笠コンクリートの養生)

笠コンクリートの施工では、コンクリートの硬化に必要な温度及び湿度を保つために、
 図 7.3.21 に示すように、露出面を養生マット、シート等で覆い湿潤状態を保つて養生
 する施工例がある。

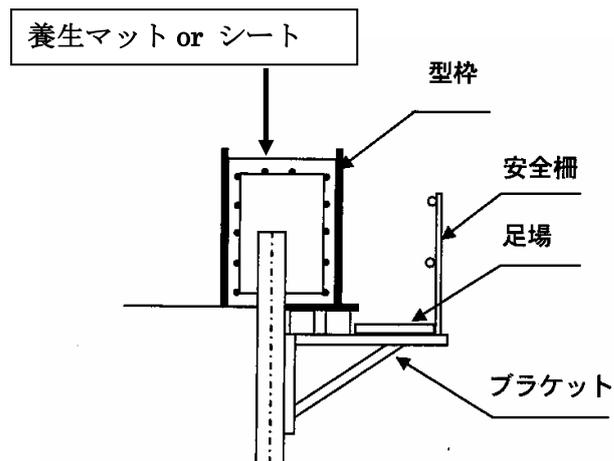


図 7.3.21 笠コンクリートの養生方法 例

5) 置換工

置換工の施工は、改良する地盤の液状化を防止できるよう適切に実施するものとする。なお、置換した掘削土の処理や置換する材料の選定等に留意するものとする。

(解説)

置換工は、液状化層を掘削除去し、他の材料で置き換えたり、薄層まき出し転圧することによって地盤の液状化強度を高めるものである。

置換工は、液状化の危険性のある層が表層部に比較的薄く堆積しており、地下水位低下などの掘削に伴う仮設工が小規模な場合には有効な対策工となる。

堤防においては、堤防のり尻付近の液状化層を、液状化の発生しにくい材料で置き換える。

置換工の施工順序は一般的に次のように行われている。

- ① 地下水位低下（必要に応じ）
- ② 置換対象層の掘削排土
- ③ 置換材の薄層まき出し
- ④ 転圧（③の繰り返し）
- ⑤ 完了

施工に際しては、以下の点に留意する必要がある。

地下水位以下の地盤を対象として置き換え工を施工する場合は、良好な改良効果を確認するため締め切りや地下水位低下工法を併用する必要がある。また、このような場合は、必要に応じて地下水位低下に伴う周辺地下水環境等への影響等を評価しておく事例がある。

置換工では特殊な施工機械を必要とせず、まき出しはブルドーザで、転圧はタイヤローラ、振動ローラなどで行う。従って、転圧機械の選定には既存情報の調査や試験施工を行って、機種・仕様及び機械の組合せ等を決定する。

(改良効果の確認)

置換工では、置換工事終了後に必要に応じて平板載荷試験、チェックボーリング、標準貫入試験、粒度試験などを行い、改良目標値と対比し、改良効果の確認を行う。

第7.4節 浚渫

7.4.1 総論

1) 目的

本節は、河川における浚渫工事の施工上、必要となる技術的事項について記述したものであり、本編を適用した適切な施工によって、良質な河川整備に資することを目的とする。

(解説)

河川工事の目的は、①「洪水、高潮等による災害の発生防止又は軽減」、②「河川の適正な利用及び流水の正常な機能の維持」、③「河川環境の整備と保全」である。浚渫工事では、以下に記述するように、①、②の洪水災害対策として河積の拡大・確保を目的として河道の土砂を浚渫するものと、③の河川環境の整備と保全を目的に堆積した川底の底泥を浚渫するものがある。

(1) 洪水対策を目的とした浚渫工事

洪水対策として実施される河川の浚渫には、改修計画に基づいて河積を拡大する工事として行われる場合と、所要の通水断面積を回復する工事として行われる場合がある。

本節は、以下に洪水対策として河道の拡大を目的として行われている浚渫工事について必要となる技術的事項について記述しており、本編を適用して河川における浚渫工事が適切に実施され、良質な河川整備に資することを目的としている。

(2) 環境対策を目的とした浚渫工事

一方、河川において行われている環境対策を目的とした浚渫には、主に底泥を除去して水質を改善するものがある。

近年、上記のいずれの浚渫工事においても、工事中の水辺環境の保全、水質汚濁の防止、排土される土砂の処分などに対する多様な要望等があり、各種の規制などが厳しくなっている。

こうした多様な要望や工事に対する規制の下で行われる浚渫工事を効率的、かつ円滑に推進するためには、工事に関係する技術者が浚渫工事に係わる河川土工の基本的事項を良く理解し、施工現場の諸条件を把握して、施工の各段階において的確な判断と対応策を講じて施工していくことが大切である。

2) 適用範囲

本節は、主として直轄河川において実施される、浚渫工事の施工について適用する。

(解説)

一般に、河川の浚渫工事では、浚渫の規模、工期、排土の処分方法などによって工事の対応が大きく異なる。また、浚渫を行う河川の規模、流況、河道の線形、河床勾配、さらには浚渫する河床及び河岸状況なども各河川の特性によって大きく異なっており、各浚渫工事の現場では、こうした施工現場の状況に応じた多様な対応が求められる。

本節は、上記のような多様な現場の条件を網羅して記述しているものではなく、主として直轄河川において実施されている標準的な浚渫工事を対象として、施工上必要となる技術的事項について記述したものである。

3) 対象工種

本節においては、以下の2つの浚渫方式を対象とする。

- ① ポンプ浚渫
- ② グラブ・バックホウ浚渫

(解説)

河川の浚渫工事には、ポンプ船による浚渫、台船によるバックホウ浚渫やグラブ浚渫などがある。

本編においては、以下に河川工事で施工事例の多いポンプ浚渫とグラブ・バックホウ浚渫の2つの方式による浚渫を対象として、工事の施工上必要となる技術的事項を記述するものとする。

4) 現地調査

河川における浚渫工事では、適切な施工計画の作成のために、現場における事前調査を行うものとする。

(解説)

河川の浚渫工事に際しては、適切な施工計画作成のために、事前に現場の調査を実施して、必要に応じて工事前、および工事中に諸対策の検討を行い、必要となる対策を適切に実施するものとする。浚渫工事の施工に先立って、必要に応じて以下のような事項について事前調査するものとする。

(1) 河川利用状況調査

河川の浚渫工事においては、河川域を生活の場としている人々やレクリエーションの場として利用している人々に、工事の影響が及ぶ可能性がある場合は、事前に現場周辺の河川利用状況を調査しておくものとする。

また過去の履歴を調査し、浚渫箇所には不発爆弾が埋没している可能性があつて、不発弾の磁気探査を行い、確認された爆弾を処理して浚渫した事例もあり、土地利用履歴についても必要に応じた調査が必要である。

(2) 生活環境調査

河川の浚渫工事にあたっては、必要に応じて工事現場周辺の生活環境への影響を調査しておくものとする。

河川の浚渫工事は、浚渫土砂の除去に起因した濁水や、水中の底質を大気に出出することによる悪臭、浚渫土を処理する際の騒音等の発生により、周辺的生活環境に直接影響が及ぶ可能性がある場合は、工事に先立って、必要に応じて以下に記述するような事項について周辺的生活環境等を把握するとともに、工事着工前、施工中において監視、注視すべき事項を決めておくことが望ましい。

(a) 水質の調査

既存の水質調査結果、河川の流況、工事中の水質監視項目・注意項目

(b) 悪臭の調査

既存の底質調査結果、周辺の家屋状況、浚渫土の排出による悪臭発生の可能性など

(c) 振動・騒音の調査

浚渫工事で次のような工事を行う場合は、騒音・振動の発生が予想されることから、振動・騒音に留意すること。

① 濁水処理施設や脱水処理施設等のプラントを昼夜連続運転する場合

② 仮設ヤードなどで鋼矢板等を打設・引き抜きする場合

③ その他、排土先でバックホウやブルドーザ等を運転する場合の振動・騒音

(d) 砂塵の調査

浚渫工事における資材運搬用車輛、土砂運搬車輛等による砂利道の砂塵

(e) 土砂運搬路沿道への影響調査

浚渫土砂を場外に運搬する場合の運搬路の沿道における運搬車輛による影響

(f) その他、履歴などの情報調査

浚渫箇所及び周辺に不発弾が埋没している可能性などの情報などがある場合は、必要に応じて、磁気探査などを行い、調査結果によっては必要となる対策を実施していくものとする。こうした場合においては、通常の施工計画作成のほか、不発弾処理などに係わる特別の体制や安全対策などが必要となる場合もある。

(3) 生物環境調査

河川の浚渫工事においては、事前に工事区域周辺における生物環境調査を適切に行うものとする。

河川における浚渫工事によって、現場周辺の河川域に生息する生物群などに工事の影響がおよぶ可能性がある場合は、工事着工前に、必要に応じて生物環境調査を行い、そのデータを整理、保管するとともに、必要に応じて事前または施工中の対策を検討・実施するものとする。

河川の浚渫工事においては、施工現場周辺の既存生態調査結果のほかに、必要がある場合は、以下のような事項について現状を把握するものとする。

(a) 植物の調査項目

植物調査では、特定種等の有無、水域およびその周辺の状況など

(b) 動・植物プランクトンの調査項目

動・植物プランクトンの出現時期、富栄養化・貧酸素化現象、用水・内水面漁業等への影響、

(c) 魚類の調査項目

回遊魚の遡上、降下時期、魚類の繁殖状況、禁漁水域（区間）・時期、特定種の分布状況、産卵地点・産卵時期、漁獲状況等

(d) 昆虫類の調査項目

特定種の有無等

(e) 鳥類の調査項目

渡りおよび繁殖等の時期、特定種等の生息の有無、水域およびその周辺の状況など河川の浚渫工事では、上記の河川利用状況調査、生活環境調査、生物環境調査によって得られた資料に基づいて、必要がある場合には、工事前、工事中における影響回避・軽減対策を実施するものとする。また、工事中に諸条件が変化した場合にも事前の状況と比較できるようなデータの整理・保管をしておくことが望ましい。

特に、漁獲が行われている地区では、調査結果をもとに河川利用者（漁協等）との協議も必要となる。

5) 仮設の共通事項

河川の浚渫工事における施工計画を作成するために必要となる全体の仮設は、浚渫方式、現場の条件等を考慮して適切に行うものとする。

(解説)

河川の浚渫工事でもっとも主要な仮設には、河床土の浚渫から土砂の最終処分までの浚渫全体のシステム（以下 浚渫システムという）に係わる仮設がある。

これは、図7.4.1に示すように浚渫の方式と排土の最終処分方法までの作業をどのような浚渫システムで行うのかによって異なるが、主な作業と必要となる仮設には以下のようなものがある。

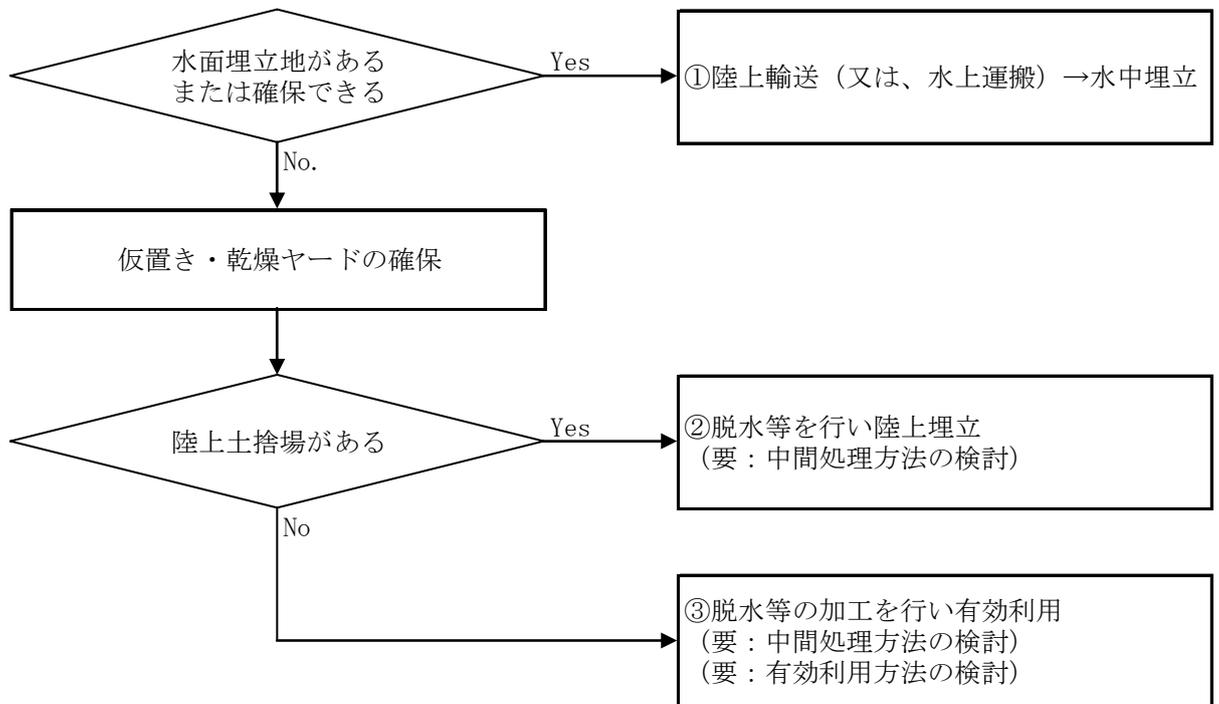


図 7.4.1 河床土の浚渫から土砂の最終処分までの概念

- 浚渫から排土先までの排砂管や仮敷鉄板等の仮設
- 土砂の含水状況の改良に係わる仮置き、乾燥ヤード、水切り設備等の仮設
- 土砂の埋め立てに係わる粉塵防止柵や濁水処理設備等の仮設
- 他工事への有効利用のための運搬などの仮設

浚渫工事においては、上述のような仮設が必要となるが、これらの仮設は、経済性、効率性、現場条件等を考慮し、あくまでも仮設であることから過大なものとならないよう適切に実施するものとする。

また、浚渫工事区域一帯での、一般船舶等の通航、河川使用の調整、生活環境への影響の軽減、河川環境への影響の軽減・保全等などについて必要となる仮設も必要に応じて実施するものとする。

6) 浚渫土砂と土質区分

浚渫工事の施工にあたっては、排土される土砂の土質と取り扱い区分を適切に把握しておくものとする。

(解説)

(1) 工法による含泥率と含水比

浚渫された土砂の含泥率、含水比などは、施工される浚渫方式によって概略の値が定まることとなる。ポンプ浚渫とバックホウ浚渫による排土直後の土砂の含泥率、含水比の概略値は、以下のとおりである。

表 7.4.1 浚渫工法別の排土直後の含泥率 例

浚渫方式	含泥率	地山土量(100m ³ 当り)			浚渫土量		
		土砂	水	計	土砂	水	計
ポンプ浚渫	5～20%	24m ³	76m ³	100m ³	24m ³	1226m ³	1250m ³
バックホウ浚渫+空気圧送	60～80%				24m ³	143m ³	167m ³
バックホウ浚渫+土運船	80%(仮定)				24m ³	101m ³	125m ³

注 1) 地山含水比を 120%と想定

注 2) 含泥率とは浚渫された土砂混合水の中に含まれる土砂の割合を百分率で示した値

(a) ポンプ浚渫

自然含水比120%程度の土砂をポンプ浚渫した場合は、含泥率を5～20%程度とすると運搬時の含水比は3, 100～750%程度となる。

(b) バックホウ浚渫

また、自然含水比120%程度の土砂をバックホウ浚渫した場合の含泥率は60～80%程度が目安であり、運搬時の含水比は230～160%程度となる。

(2) 浚渫土の有効利用に関する法規および判断基準

浚渫工事において発生する土砂を建設発生土として有効利用する場合は、当該土砂が表 7.4.2 に示す、発生土の種別について概要を把握しておくことが必要である。

また、浚渫工事によって発生する土砂を、他の工事において有効利用しようとする場合に準拠、または参考とすべき法令等には、以下のようなものがある。

(a) 建設省令

「再生資源の利用の促進に関する法律(平成 3 年 10 月)」(以下「リサイクル法」という)に係る建設省令は次のとおりである。

- ①建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断基準となるべき事項を定める省令(第 19 号平成 3 年 10 月 25 日)
- ②建設業に属する事業を行う者の指定副産物に係る再生資源の利用促進に関する判断基準となるべき事項を定める省令(第 20 号平成 3 年 10 月 25 日)

(b) 建設発生土利用技術マニュアル

前記の省令を基に、「建設発生土利用技術マニュアル(独) 土木研究所編」では発生土の土質区分はコーン指数と日本統一土質分類を指標として判定することとしている。

表 7.4.2 建設発生土の土質区分と含水比の目安

区分	コーン指数 q _c (kN/m ²)	日本統一土質分類	含水比 (地山)
		土質名	w _n (%)
第1種建設発生土	—	礫、砂	—
		(改良土)	—
第2種建設発生土	800kN/m ² (8kgf/cm ²)以上	礫質土	—
		砂質土 (FC=15~25%)	—
		砂質土 (FC=25~50%)	30%程度以下
		(改良土)	—
第3種建設発生土	400kN/m ² (4kgf/cm ²)以上	砂質土 (FC=25~50%)	30~50%程度
		シルト、粘性土	40%程度以下
		火山灰質粘性土	—
		(改良土)	—
第4種建設発生土	概ね 200kN/m ² (2kgf/cm ²)以上	砂質土 (FC=25~50%)	—
		シルト、粘性土	40~80%程度
		火山灰質粘性土	—
		有機質土	40~80%程度
		(改良土)	—
泥土	概ね 200kN/m ² (2kgf/cm ²)以下	砂質土 (FC=25~50%)	—
		シルト、粘性土	80%程度以上
		火山灰質粘性土	—
		有機質土	80%程度以上
		高有機質土	—

(c) 各自治体の基準

土砂の有効利用については、自治体で独自に設定した基準の有無について確認し、必要により基準の適合性について関係部局に確認する。

7.4.2 浚渫の施工

1) ポンプ浚渫

(1) 準備作業

ポンプ浚渫における準備作業は、全体の作業内容、作業手順等を考慮して適切に行うものとする。

(解説)

ポンプ浚渫における工事の着工から終了までの主な作業内容と手順は、一般に、**図 7.4.2** に示すとおりである。ポンプ浚渫船は、船を海上回航させる場合と、分解したものを陸上運搬して組み立てるものがある。海上回航の場合は、必要な回航日数の計上と回航保険などを考慮しておかなければならない。

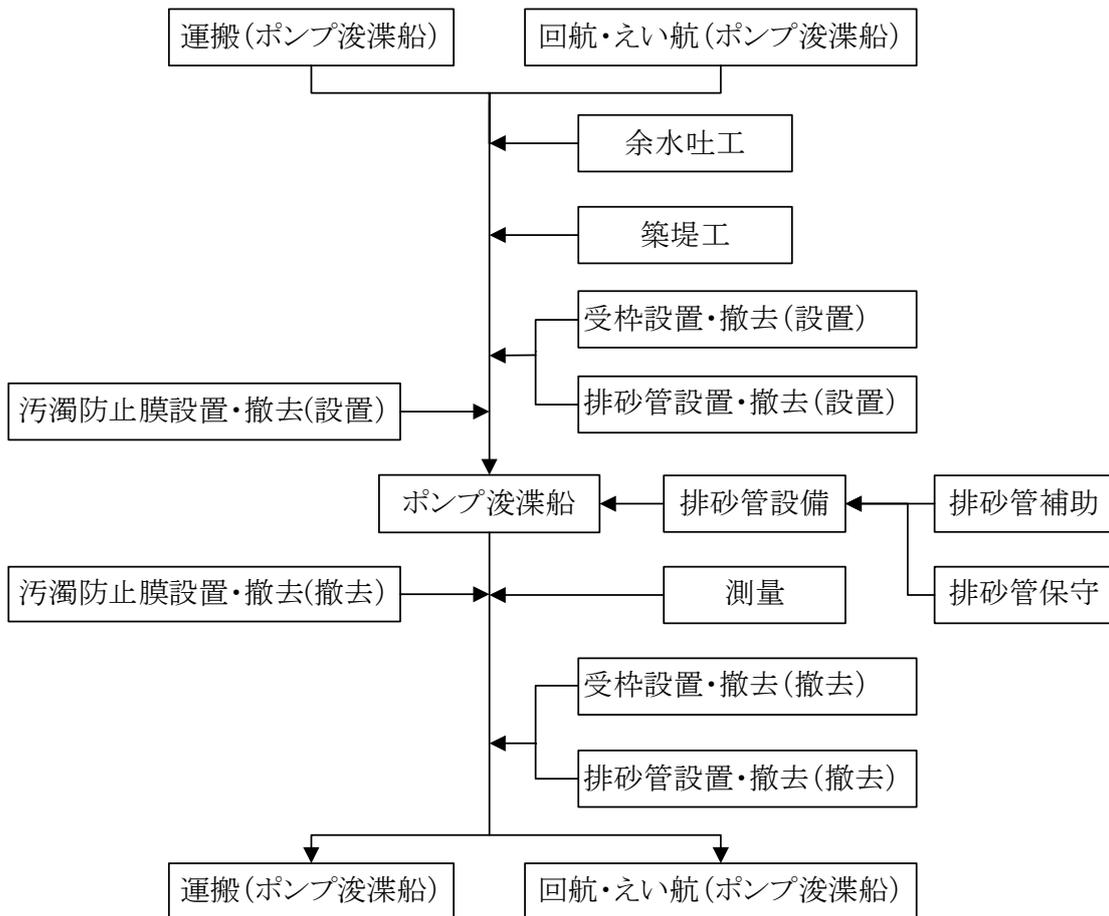


図 7.4.2 ポンプ浚渫船による施工フロー図



写真 7.4.1 ポンプ浚渫船作業状況

(2) 仮設計画

ポンプ浚渫における仮設計画は、浚渫船の規模、能力、現場条件などを考慮して適切に実施するものとする。

(解説)

ポンプ船浚渫船の規模と能力との関係は、表 7.4.3 に示したとおりである。

表 7.4.3 ポンプ浚渫船の標準仕様

		公称浚渫能力			船体主要目				
		浚渫深度 (m)	浚渫能力 (m ³ /h)	排送距離 (m)	全長 (m)	長さ (m)	幅 (m)	深さ (m)	満載吃水 (m)
電動船	E200型	8	92	500	23.0	15.0	6.6	1.5	0.9
	E500型	12	160	1,000	36.0	23.0	8.2	1.9	1.3
ディーゼル船	D250型	8	92	500	28.5	16.0	6.4	1.5	1.5
	D420型	10	120	850	35.0	19.0	7.2	1.8	1.8
	D600型	12	160	1,000	40.0	23.0	8.0	2.0	2.0
	D1350型	15	300	1,200	56.0	37.0	12.2	2.7	2.7

ポンプ浚渫船による施工では、主な仮設として揚水を開放し、自然沈殿できる広い排砂ヤードを確保し、船と排砂ヤードを結ぶ排砂管を布設することが必要である。

排砂ヤードの規模・構造、排砂距離などは、上掲の表を参考にし、これに必要とされる排土地での乾燥日数、上澄み揚水の排出先などを考慮して適切に決定するものとする。

また、上記の排送距離が実用限度を超える場合や、工程の関係上時間当たり浚渫土量の能力アップが必要な時は、その経済的な検討より、主たるポンプ浚渫船に加えて中継ポンプ船を配置する必要がある。中継ポンプ船を採用した場合は、その親船の時間当たり浚渫土量は低減することに留意しなければならない。

(3) 排砂管の設置

ポンプ浚渫で吸い上げた泥水を排送する排砂管には、図 7.4.3 に示すように、船内管から船の稼働や揺れに支障のないように可撓性のフロータ管が接続され、これから排出口まで順次、排砂管が接続される。

排砂管には、設置場所により以下のような呼称がある。

- (a) 受枠管：水上で水深の浅いところでは受枠をつくりその上に布設する。
- (b) 沈設管：水深の深い箇所や航路を横断する場合などは水底に沈めて布設する。
- (c) 水上管：フロータを使用して水上に布設する。
- (d) 陸上管：陸上では受枠上か地面に直接丸太などを敷いて布設する。

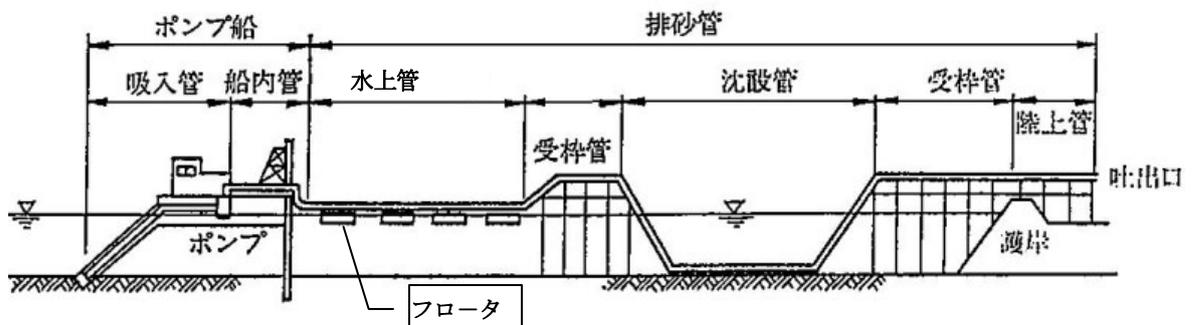


図 7.4.3 排砂管の布設形態

布設する排砂管には、一般に鋼管が用いられている。また、管径は、浚渫船の機種によって概略、表 7.4.4 に示すような大きさのものが用いられている。

表 7.4.4 ポンプ船の機種と排砂管の管径

機種	規格	浚渫ポンプの規格範囲	排砂管径範囲
電気船	電動機式 200PS型	200PS型以上 350PS型未満	200mm以上300mm未満
	電動機式 500PS型	500PS	350mm以上380mm未満
ディーゼル船	ディーゼル式 250PS型	200PS型以上 350PS型未満	250mm以上300mm未満
	ディーゼル式 420PS型	350PS型以上 440PS型未満	300mm以上350mm未満
	ディーゼル式 600PS型	540PS型以上 650PS型未満	350mm以上400mm未満
	ディーゼル式 800PS型	720PS型以上 850PS型未満	400mm
	ディーゼル式 1350PS型	1,000PS型以上 1,350PS型未満	400mm以上560mm未満

写真 7.4.2 に排砂管の布設状況を示した。



写真 7.4.2 排砂管配備状況

水上管の布設は、陸上で排砂管をフロートに取り付け、組み立てた後にホイールクレーン(25t~50t)、で順次、河川内に吊り下ろして、ゴムスリーブ管を用いて水上で連結する。

(4) 浚渫

ポンプ船による浚渫は、工事対象区間の河道に所定の断面積が確保されるよう適切に施工するものとする。

(解説)

ポンプ船による浚渫は、工事関係区域の気象、水象に関する諸情報の収集と現場条件を把握しながら、施工中の安全に留意して、工事対象区間の河道に所定の断面積が確保されるよう適切に施工するものとする。

(a) 施工時の出来形管理

一般に、河川における浚渫工事では、施工直後から時々刻々と川の流れによって河床が変化する。

このような河床の変化によって完成時の出来形形状に変化が予想される。また、水面下の出来形は、目視確認が出来ない。このため出来形管理は、工事中も、一定の範囲ごとに浚渫が完了した断面ごとに監督員の段階確認検査を受けると共に、記録写真による管理を行う。また、この検査結果は、随時監督員に提出する。

施工中は、浚渫区域内に水位標を設置（写真7.4.3）して、日々の作業開始前に必ず水位の確認を行い、浚渫作業中は、絶えず水位の変動に注意しながら施工する。

施工中の浚渫深度の確認は、現況水位を基準として所定の深度（計画河床高）まで掘削する。

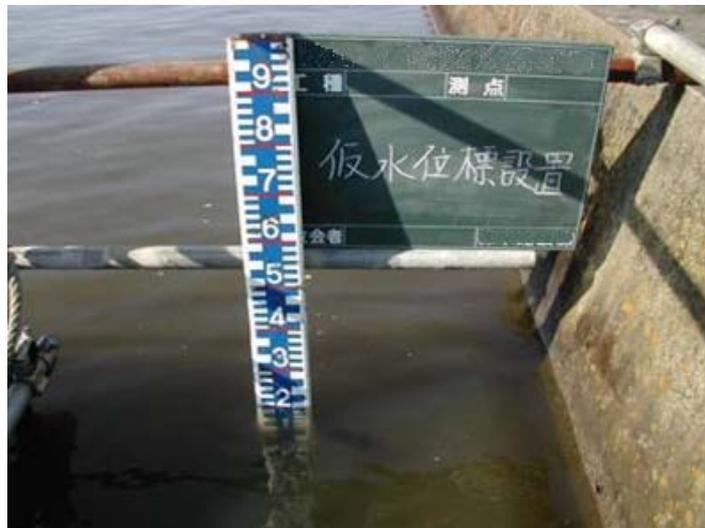


写真 7.4.3 水位標の設置

(b) 施工断面の測定時期

浚渫の施工断面を測定する時期は、以下のように行う。

① 事前測量

浚渫区域の深浅測量を行う。縦断及び横断方向に測点を設定し、水準測量によって河床高を測定する。

② 事後測量

浚渫完了後、事前測量と同様の方法で河床高の測量を行い、出来形確認を行う。また、出来高管理写真や出水時あるいは流速の大きい河川で、浚渫箇所の土砂の移動が激しい場所では出来高の検収方法を事前に取り決めておくことが大切である。

③ 測定間隔・測定方法

浚渫の跡坪確認の測定間隔は、通常 20m～50m ごとの横断面において実施する。土量算定に必要な測線・測点間隔には、表 7.4.5 に示すような事例がある。

表 7.4.5 測線・測点間隔

区分	現地盤の状況、土質		測点・測点間隔(m)	摘要
浚渫工	平坦な地盤	普通土砂	20～50	
		岩盤	10～30	
	起伏の激しい地盤		10～20	

④ 測定方法

浚渫深度の確認方法は、レッド測量、水中スタッフ測量、測定範囲が広い場合には音響探査等によって確認する。これらの測定方法は、日常管理、段階検査、最終検査に適用される。

レッド測量は、図 7.4.4 に示すように紐のついた鉛塊を水底に投下し、測深する方法である。この方法は、流速の大きい場所では測定精度が落ちる。

水中スタッフ測量は、図 7.4.6 に示すような方法で比較的水深が浅い場合に用いられる。

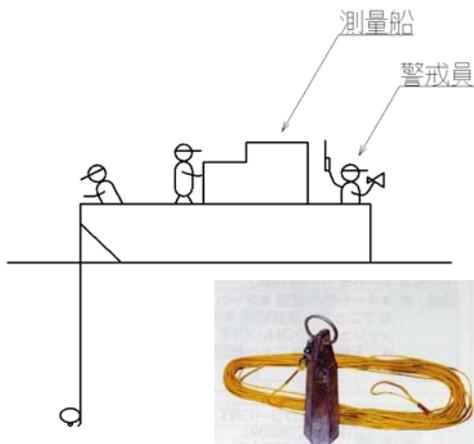


図 7.4.4 レッド測量概念図

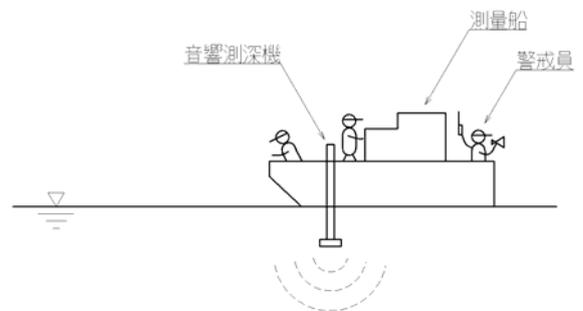


図 7.4.5 音響探査測量概念図

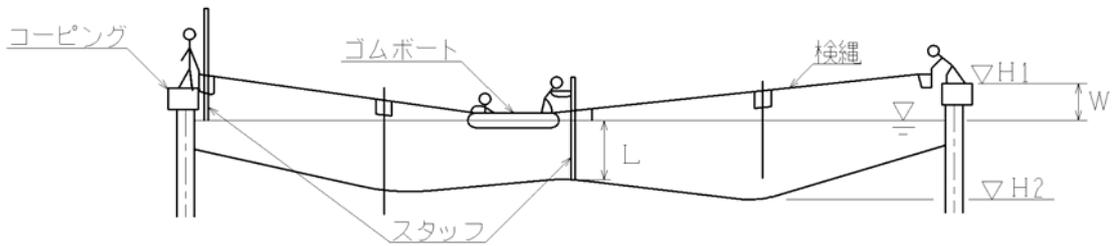


図 7.4.6 水中スタッフ測量概念図



写真 7.4.4 測深状況

(c) 施工時の余掘

ポンプ船による浚渫では、指定された所定の深さ、幅が確保されるように施工するが、一般には、作業としては計画の深さや幅の外側に安全を見込んだ余掘を行う。しかし、余掘は浚渫土量と埋立土量を増やす結果となるため、出来るだけ少ない方が望ましい。

河川工事では「余掘量は契約対象土量としないが、浚渫取扱土量中に含め積算の対象とする」（国土交通省土木工事積算基準）とされている。

余掘については統一的な仕様はなく現場条件に合わせて定めており、波浪や潮流の激しい水域での浚渫、浮泥土層の浚渫、潮位測定・深浅測量等の困難な水域での浚渫では、底面の余掘量について別途検討が必要となることもある。

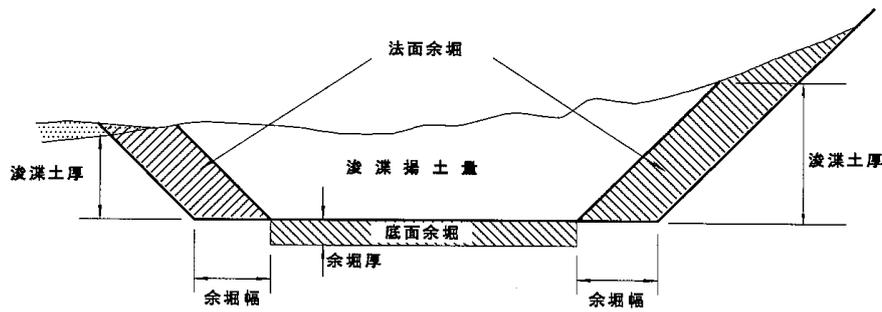


図 7.4.7 土量算定要領図 (例)

(d) 排砂管の巡視・点検

ポンプ浚渫船の運転中は、陸上、および水上の排砂管全体にわたり、漏水、漏気、管の損傷などに起因する事故を防止するために継続的な巡視・点検を行う。

(e) 排砂管の管内流速の確保

浚渫施工中に、以下のような条件の変化で排砂管の管内流速が減少し、管内に土砂が沈殿するようになることがある。

- 浚渫対象土の粒径が大きくなる
- 排送距離が長くなる

このような場合には、いったん浚渫を止めて送水運転を行い沈殿した土砂を洗浄する必要がある。

洗浄運転を行う必要が、たびたび発生するようになると浚渫作業が断続的になり、浚渫能力は急速に低下する。

このような場合の対応策としては、以下のような対応策が考えられる。

- より大型の浚渫船を使用する
- 中継ポンプを併用して増圧し、管内の流速を増大させる。

(f) 排砂管の吐き出し付近の管理

浚渫の施工中は、一般に、排砂管の吐出口付近には粒径の大きい良質の砂が堆積し、吐出口から離れるに従って、細かい粒子の土砂が堆積して、埋立地の地盤にムラができることとなる。

このような状況になることを避けるためには、あらかじめ浚渫土の粒径、埋立地完成後の用途、構造物、道路の配置等を考慮して、排砂管の幹線に分岐支線を何本か布設し、分岐点に切り替えバルブを設けておき、埋め立ての進行に伴って吐出口の位置をバルブ操作により変更しながら施工するものとする。



写真 7.4.5 バルブ操作状況

(g) 埋め立て作業の終盤における施工上の対応

一般的に、埋め立て工事の終盤にさしかかると、別途、沈殿地を設置している場合以外では、沈殿に必要な滞留時間や流下距離、流水断面を確保できなくなり、余水の排水質を一定値以下に保つことが困難になることが多い。このような場合には、以下に記述するような施工上の対策をとる場合がある。

- 浚渫船の隻数を減じて搬入水量を減らす
- 小型の浚渫船に切り替えて流量を減じる
- 浚渫作業を断続的に行って、沈殿時間を確保する

2) グラブ・バックホウ浚渫

以下にグラブ・バックホウ浚渫の施工に関する技術的事項を記述するが、ポンプ浚渫において記述した事項と重複するような事項については、重複記述をしないものとする。

(1) 準備作業

グラブ・バックホウ浚渫における準備作業は、全体の作業内容、作業手順などを考慮して適切に行うものとする。

(解説)

グラブ・バックホウによる浚渫の主な特徴には、ポンプ浚渫に比較して、以下のような事項が考えられる。

- (a) 小規模の排砂ヤード、乾燥ヤードで対応が可能である
- (b) 濁水処理、排土先の余水処理、泥土の臭気拡散による障害などへの対応が軽微となる
- (c) 発生土の有効利用における、利用側の用途、利用条件に対して広く柔軟な対応が可能である
- (d) 施工現場、およびその周辺における施工中の条件変化等に柔軟に対応できる

グラブ・バックホウ浚渫は、上記のような特徴があることから、近年、河川における浚渫での施工事例が多くなってきている。

グラブ・バックホウ浚渫における工事の着工から終了までの主な作業内容と手順は、一般に、図 7.4.8 に示すとおりである。この図に示したように、グラブ・バックホウ浚渫における掘削土砂の運搬方法には、大別して以下の 2 つの方法がある。

- 浚渫船に接げんした土運搬船に積み込み、引き舟、または押し舟で土捨場まで運搬
- 掘削土砂を空気圧送により搬送

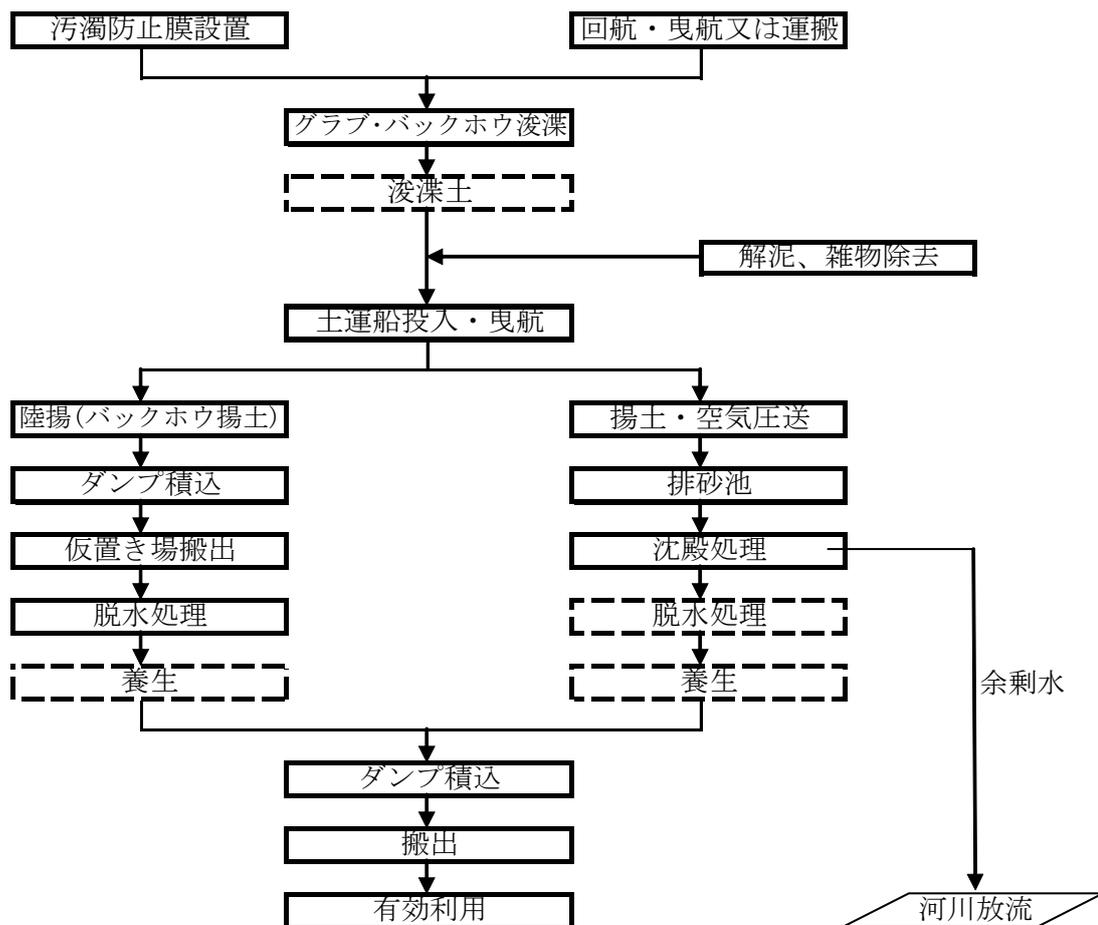


図 7.4.8 バックホウ浚渫による施工フロー



写真 7.4.6 土運船による運搬状況



写真 7.4.7 空気圧送方式による搬送状況

バックホウ浚渫船の規格と施工深度・能力は、表 7.4.6 に示すとおりである。

表 7.4.6 バックホウ浚渫船の規格と施工能力

浚渫船規格	標準最大水深		船体主要目 (目安)				
	浚渫深度 (m)	浚渫能力 (m ³ /日)	全長 (m)	全幅 (m)	高さ (m)	吃水 (m)	乾舷 (m)
1.0m ³ D	4 (4~5.5)	170~310	24	10	1.8	0.8	1.0
2.0m ³ D	6 (7~10.7)	350~630	26	11	2.0	1.0	1.0

注) 浚渫船規格は、バケット容量

バックホウ浚渫船の施工にあたっては、掘削予定箇所の土砂の種類、硬度によって施工の効率が異なり、全体の施工計画に及ぼす影響が大きい。表 7.4.7 は、1 日当たり標準 7 時間の運転をした場合の浚渫量の事例を示したものである。

表 7.4.7 バックホウ浚渫船の施工能力の例

土質条件		バケット容量(m ³)	
		1.0	2.0
粘性土	N値 10 未満	310	630
砂質土及び砂	N値 10～30 未満	210	430
礫質土	N値 30～50 未満	170	350

注) 1 日あたり、標準 7 時間運転での施工量 (m³/日)

河川工事で使用されるグラブ浚渫船のバケット容量は 2m³ 程度以下が対象と想定される。この規模でのグラブ浚渫船の船体寸法は、積載重量や平面形状、深さ等によって様々であるが、対象河川への適用性や運搬時の目安として既存の作業船寸法例を表 7.4.8 に示す。

表 7.4.8 グラブ浚渫船形状寸法例

グラブ 容量	船体主要目				公称能力 (m ³ /日)	浚渫深度 (m) (最大深度)
	全長 (m)	全幅 (m)	高さ (m)	吃水 (m)		
0.8m ³	17.0	7.2	2.0	0.8	140～240	6.0(10)
1.2m ³	24.0	9.0	2.0	0.8	210～350	7.5(15)
2.5m ³	27.0	12.0	2.0	1.2	480～730	7.5(16)

(2) 運搬方法の選定

グラブ・バックホウ浚渫における土砂の運搬方法は、掘削条件、掘削場所の堆積土砂の分布、排土先の現場状況等を考慮して適切に選定するものとする。

(解説)

(a) 運搬工法

グラブ・バックホウ浚渫において、一般的に採用されている掘削土砂の運搬・輸送方法には、以下に示すように大別して 2 つの方法がある。(図 7.4.9)

- 掘削土を連続的に輸送する方法 (連続作業)
- 掘削土を間欠的に輸送する方法 (バッチ作業)

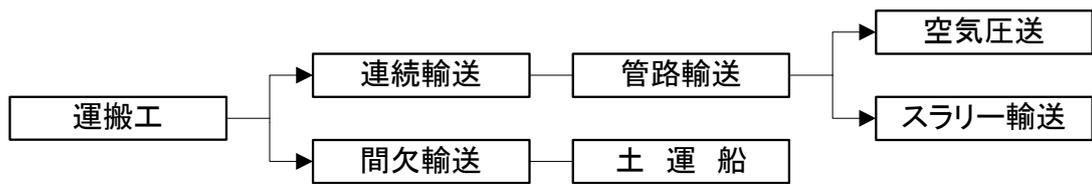


図 7.4.9 掘削土の運搬・輸送方法

掘削土砂の運搬・輸送方法は、一般に、以下のような事項を考慮して選定されている。

- ① 経済性、効率性
- ② 輸送距離（目的地までの距離は適切か）
- ③ 施工能力（設定工期に対応できる能力をもっているか）
- ④ 適用土質（浚渫土の土質に適用できる方式か）
- ⑤ 浚渫土の水分含有量（掘削時の土砂の含水状況に適した方式か）
- ⑥ 適用地形（周辺の地形および目的地までの地形に適用できるか）
- ⑦ 環境（周囲に民家がある場合は、振動・騒音、ホコリなどの発生度合い）
- ⑧ 受入地の受入基準（強度、性状、土壌環境基準等）及び受入環境（位置、運搬条件等）
- ⑨ 水切り後の水を河川へ放流するための水質基準

(3) 土運搬船による土砂の運搬

グラブ・バックホウ浚渫において、土運船によって掘削土砂を運搬する場合の、掘削量と運搬船の船数の標準的な組み合わせは、以下の表 7.4.9 に示すようになる。

表 7.4.9 掘削土量と土運船及び引船の標準機種

作業船規格区分		土運船		引船	
		規格（密閉式）	隻数	規格（鋼製）	隻数
平均 浚渫量	215m ³ /日以下	100m ³ 積	2	D300PS 型	2
	215m ³ /日以上 645m ³ /日以下	300m ³ 積	2	D500PS 型	2

出典：「国土交通省土木工事積算基準」（財）建設物価調査会編

なお、掘削土砂を土運搬船によって運搬する場合は、運搬先までの航路の検討、陸揚げ施設等の検討が必要となる。土運船の形状寸法は、水域の特性等に合わせて造船されることから、地域や所有者によって異なるが、目安として一例を示す。

表 7.4.10 土運船の形状 例

土運船 規格	船体主要目（目安）				引船 規格	船体主要目（目安）			
	全長 (m)	全幅 (m)	高さ (m)	吃水 (m)		全長 (m)	全幅 (m)	高さ (m)	吃水 (m)
100m ³	26	6	1.9	1.7	D300PS	11.5	4.2	1.8	1.3
300m ³	30	8	3.5	2.4	D500PS	12.0	4.3	2.0	1.9

(4) 空気圧送による土砂の搬送

掘削土の空気圧送は、土砂を圧縮空気といっしょに排砂管に送り込み、気体・液体・固体の混合体として排砂管内の摩擦抵抗を少なくして長距離輸送する工法である。

この方法は、浚渫土を高濃度で圧送することができるため、軽微な余水処理設備が可能となる。

空気圧送方式による圧送距離別の1日当たり施工能力には、表 7.4.11 に示すような事例がある。

表 7.4.11 グラブ・バックホウ浚渫における空気圧送船の施工能力 (m³/日)

土質	圧送距離 (m)					
	500	1000	1500	2000	2500	3000
粘土①	160～600	160～540	150～470	150～410	140～340	140～270
粘土②	200～720	190～650	190～570	180～490	180～410	170～330
粘性土	280～1020	280～910	270～800	270～680	260～570	260～450
砂質土	250～900	240～810	230～710	220～610	210～510	200～400
砂	150～550	130～450				

注) 粘土①：浚渫土の含水比が 100%未満、
粘土②：浚渫土の含水比が 100%以上

(5) 浚渫

グラブ・バックホウ浚渫による浚渫は、工事対象区間の河道に所定の断面積が確保されるよう適切に施工するものとする。

(解説)

(a) 施工時の出来形管理

河川におけるバックホウ浚渫においては、工事関係区域の気象、水象に関する諸情報の収集と現場条件を把握しながら、施工中の安全に留意して、工事対象区間の河道に所定の断面積が確保されるよう適切に施工するものとする。

①浚渫土量の出来高管理方法、項目、基準

ポンプ浚渫の節でも記述したように、掘削施工後は、できるだけ早期に監督職員の立会いの下に、浚渫の跡坪測量を行って出来形の確認を行うものとする。

(b) 施工時の余掘

浚渫工事の施工に当たっては、常に施工箇所の水位測定をしながら、計画浚渫断面として指定された所定の深さ、幅が確保されるよう施工する。

ポンプ浚渫船の余掘でも述べたように、河川工事では余掘量を契約対象土量としないが、浚渫取扱土量中に含め積算の対象とすることとなっている。余掘については統一的な仕様はなく、現場条件に合わせて定めている。

3) ヤードおよび土捨場

(1) 仮置きヤード、乾燥ヤード

浚渫土の仮置きヤード、乾燥ヤードは、必要となる広さと構造を考慮して適切に設置するものとする。

(解説)

浚渫土砂を仮置きする場合や、自然乾燥による土質改良を行う場合は、必要となる広さと適切な水切り構造を備えた仮置きヤード、乾燥ヤードを確保しなければならない。

(a) 仮置きヤード

浚渫土砂の処分地が浚渫現場から遠い場所にある場合や、浚渫土砂の含水比を改善する場合には、浚渫した土砂を一時仮置きして、需要先との調整を図る必要がある。仮置きヤードは、こうした排土後の処理能力と、浚渫能力とを比べて、適切な規模を設定する

(b) 乾燥ヤード

ポンプ浚渫船等で浚渫した土砂は含水比が高く、水中埋め立て処分以外の用途に供する場合は、乾燥させて土質改良を行うことが一般的である。

乾燥ヤードは、土砂の利用用途に応じた用途基準に適合させるように土質改良できる必要な広さと構造を確保しなければならない。

仮置きヤードや乾燥ヤードは、地盤条件が悪い場所が多いことから、盛土に伴う地盤沈下や地盤変形が発生する可能性が高いことから、安定等について事前に検討を行っておくことが望ましい。

(2) 土捨場

浚渫土の土捨場は、排土量、土質、現場状況などを考慮して、土砂が土捨場外に流出しないように適切な措置を講じなければならない。

(解説)

浚渫工事に伴って発生した土砂を、工事区域外に運搬して埋め立てて最終処分する場所を土捨場という。土捨場は、一般に山間、傾斜地、池沼、低湿地など、地形、地質的に不

良個所に設置されることが多く、捨土が捨場外に流出することのないよう所要の容量を確保するとともに、必要に応じて適切な流出防止対策を行うものとする。また、工事中は、整然とした作業管理に心掛けることが必要である。

土捨場の容量は、土量の変化率、搬入時の運搬車輛、敷き均し機械のトラフィカビリティを確保するために敷き入れる良質土などの土量も考慮して、必要となる規模を確保しなければならない。

また、土捨てした後土捨場を水田や畑に再利用する場合は、捨土の土質によっては、当初の水田や畑の表土を別の場所に集積しておき、捨土工事完了後に復旧するなどの配慮も必要である。この表土の仮置についても、雨水による流出防止対策などを行っておくことが必要である。

(3) 排砂ヤードの余水処理

ポンプ浚渫船から排砂管で排送されてきた土砂の余水は、周辺の水質に影響が生じないように適切に処理しなければならない。

(解説)

(a) 余水吐の構造

排砂管から排送された土砂が沈殿した後、その余水の出口を余水吐という。

余水吐の構造形式には、以下の2つの形式がある。

- 排砂池の一部を低くして、余水を越流させる形式
- 木製の舁を設けてそこから余水を落下させ、ますの下部の排水管から排水する形式

いずれの場合も余水吐は、せき状にして、せきの高さを調節できる構造とする。



写真 7.4.8 余水吐の構造 例

(b) 余水処理

余水の処理には、概略、以下に示すような方法がとられている。

- 排砂ヤードの流水断面積を大きくとる。または勾配を緩やかにする。
- 別途沈殿池を設置する。
- 沈殿地の設置に加えて凝集剤を用いる。

埋立に用いる土砂の水切りが良好であれば、吐出口から余水吐に至る間の埋立地そのものを沈殿池として土粒子を沈殿させるだけで十分な場合もある。埋立土砂にシルト以下の粒子が多い場合、あるいは、埋立地が狭いときには、埋立地を沈殿池とするだけでは不十分なことが多いので、埋立地外に別途沈殿池を設けたり、凝集剤を用いたりする。

なお、水質汚濁防止を目的とした余水処理等については、次頁の「濁水拡散防止対策」に記載する。

4) 濁水拡散防止対策

(1) 浚渫・掘削箇所における濁水拡散防止対策

河川の浚渫工事では、浚渫・掘削箇所において発生する濁水に対して濁水防止枠、濁水防止膜などを設置して、濁りの拡散を防止・低減する。

(a) 濁水防止枠

濁水防止枠は、グラブ・バックホウ浚渫などによって局所的に濁りが発生する箇所において使用される。この方法は、図7.4.10に示すように水深に応じてカーテン長を自在に調整できる構造になっている場合が多い。

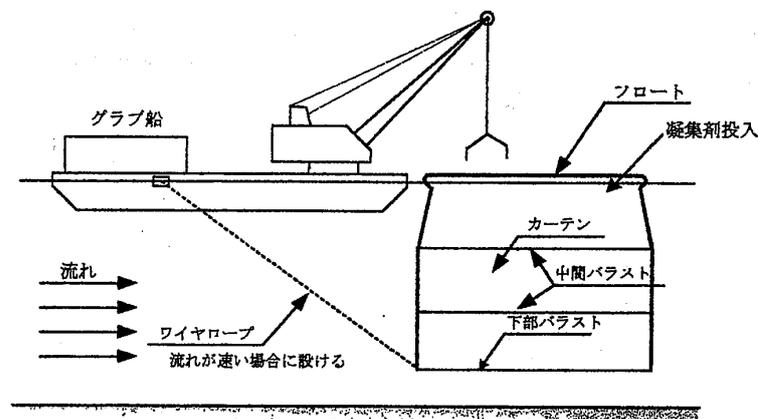


図 7.4.10 濁水防止枠概念図

(b) 濁水防止膜

濁水防止膜は、比較的設置が容易で任意の場所で設置することが可能であるため、河川の浚渫工事において頻繁に利用されている。

ただし、この方法は、流速が速い場所では、場合により破損、流失などの恐れもあり、このような条件の工事現場では、施工中の管理に難がある。

濁水防止膜の設置範囲には、大別して以下の2つの方法がある。

- 浚渫区域の全体を大きく囲んで設置する場合
- 浚渫船周辺の狭い範囲を囲む場合

濁水防止膜の形式には、垂下型、自立型、垂下+自立併用型などがある。

表 7.4.12 濁水防止膜の形式

形 式	特 徴	概 要 図
垂下型	水面からフロートでカーテンを垂下するタイプで、最も一般的な濁水防止膜である。	
自立型	河床面からフロートでカーテンを立ち上げるタイプである。	
中間フロート型	水位変動が大きい場合、水面の昇降に対応できるようにカーテンの中間にフロートを取り付けたタイプである。	
通水型	通水性のある材料をカーテンに用いた垂下型のタイプである。余水吐や沈澱池で用いられる。	



写真 7.4.9 汚水防止膜の事例（中国地方整備局）

(2) 排砂ヤード、乾燥ヤード、土捨て場における濁水処理

河川における浚渫工事の排出砂ヤード、乾燥ヤード、土捨て場から流出する濁水は、事前に定めた排出先の水質が確保されるように適切に処理して排出しなければならない。

図 7.4.11 に排出砂ヤードにおける余水処理の概念図を示した。

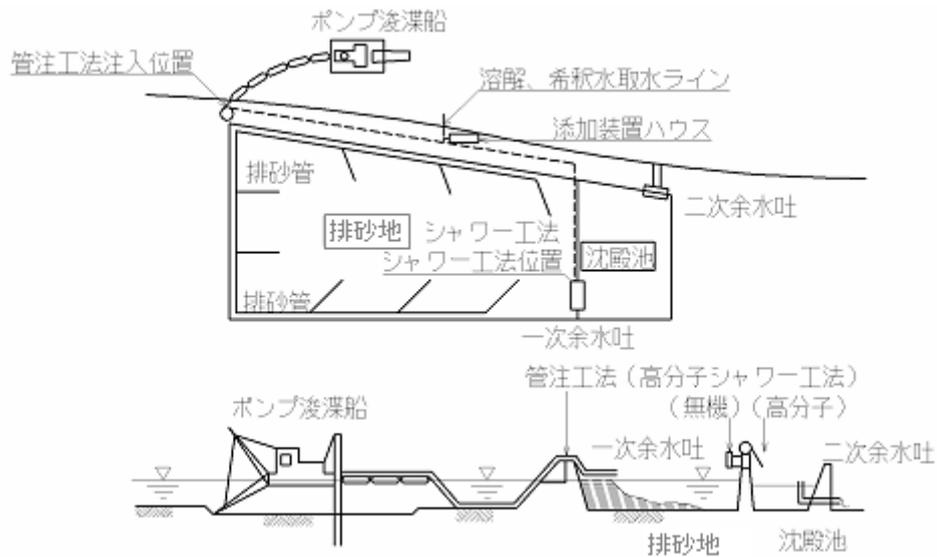


図 7.4.11 排砂ヤードの余水処理概念図

排砂ヤード、乾燥ヤード、土捨て場などにおける濁水は、自然沈澱のみでは所要の沈澱効果が達成できない場合がある。こうした工事においては、濁水に凝集剤を添加して、濁りを構成する微細粒子を結合させてフロックを形成させ、沈降を促進させる方法がとられる事例がある。



写真 7.4.10 濁水処理状況

表 7.4.13 に凝集剤の種類と主な使用法を示した。

表 7.4.13 凝集剤の種類と主な使用法

凝集剤の名称	主な使用法
無機凝集剤	排砂池の余水の濁水処理にシャワー方式で使用する。
高分子凝集剤	<ul style="list-style-type: none"> 排砂池の余水の濁水処理にシャワー方式で使用する。 排砂管の浚渫泥水の濁水処理に直注方式で使用する。
無機凝集剤＋ 高分子凝集剤	<ul style="list-style-type: none"> 排砂池の余水の濁水処理にシャワー方式で使用する。 排砂管の浚渫泥水の濁水処理に直注方式で使用する。

凝集剤の添加量については、現地土砂による泥水、余水処理試験を実施し決定することが望ましいが、試験等の実施が困難な場合また試験の目安として表 7.4.14 に凝集剤の標準添加量を示す。

表 7.4.14 凝集剤の標準添加量

土質分類	無機 (PAC) 量 (kg/m ³)			高分子量 (g/m ³)		
	管注	シャワー	合計	管注	シャワー	合計
有機質土	5～7	1	6～8	60～80	20	80～100
粘土	3～5	1	4～6	50～60	20	70～80
シルト質砂	2～3	1	3～4	40～50	20	60～70
粘土質シルト	1～2	1	2～3	40～50	10	50～60
シルト・砂質粘土	0～1	1	1～2	30～40	10	40～50
砂質シルト	0～0.5	0.5～1	0.5～1.5	20～30	10	30～40
シルト質砂・粘土質砂	0～0.5	0～1	0～1.5	10～20	5～10	15～30
砂	0～0.5	0～0.5	0～1	0～10	0～5	0～15

※単位体積は地山体積

また、排砂池等で確保すべき目標のSS濃度と余水処理工法の組み合わせは次表のとおりである。

表 7.4.15 目標SS濃度と排砂ヤード等の余水処理工法

目標SS濃度	余水処理工法	沈殿池水面積負荷率
1 150(mg/L)	管注入(無機＋高分子)	2.0(m ³ /m ² ・h)
2 100(mg/L)	砂質土) 管注入(高分子)	1.5(m ³ /m ² ・h)
3 75(mg/L)	粘性土) 管注入(無機＋高分子)	1.2(m ³ /m ² ・h)
4 50(mg/L)	シャワー(無機＋高分子)	1.0(m ³ /m ² ・h)
5 30(mg/L)	管注入(無機＋高分子)＋シャワー(無機＋高分子)	0.75(m ³ /m ² ・h)
6 20(mg/L)	管注入(無機＋高分子)＋シャワー(無機＋高分子)	0.5(m ³ /m ² ・h)
7 <10(mg/L)	管注入(無機＋高分子)＋シャワー(無機＋高分子)＋砂ろ過	1.0～0.5(m ³ /m ² ・h)

5) ダイオキシン類対策

河川の浚渫工事において、ダイオキシン類対策特別措置法に基づく告示等で定める環境基準を超える底質のダイオキシン類を確認し処理する場合は、「河川・湖沼等における底質ダイオキシン類対策マニュアル」（案）（平成15年6月、国土交通省河川局河川環境課編）（以下マニュアルという）等の関連法令を遵守して適切に対処しなければならない。

(1) ダイオキシン類対策に関する法的規制

関係法令で規定するダイオキシン類の環境基準値は次のとおりである。

- ・土壌環境基準値：1,000pg-TEQ/g 以下
- ・水質環境基準値：1pg-TEQ/L 以下
- ・底質環境基準値：150pg-TEQ/g（含有濃度）

(2) ダイオキシン類対策の目安

(a) 水質監視項目（濁度）

水中のダイオキシン類は、主に微細な浮遊物質（SS）に付着して存在している。浚渫工事における工事中の河川水のダイオキシン類対策は、試験等によって求めたダイオキシン類とSSの相関から事前に現場において対策を必要とする監視基準値を設定しておいて、作業水のSSを監視することにより、ダイオキシン類の量を間接的に監視することができる。

しかしながら、SSの測定も比較的煩雑で時間も要することから、実際の現場では、監視方法としてSSと相関が認められる濁度で監視することが行われている。

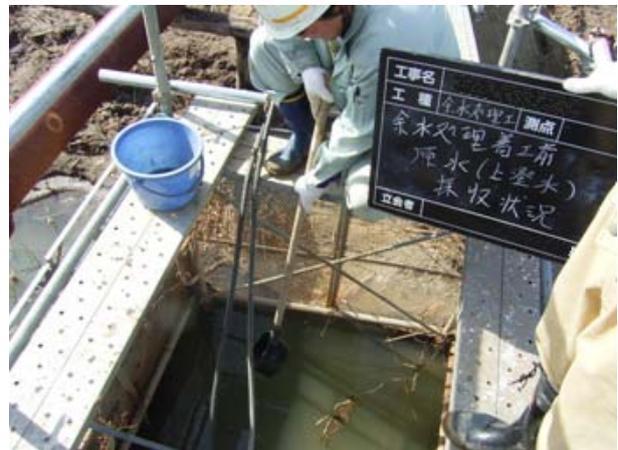


写真 7.4.11 濁度測定状況

(b) 監視基準値を超える場合の対策

浚渫工事中に、監視点における濁度監視基準値を超過する濁水が発生した場合は、 7.4.12に示すように工事を中断し、所要の対策をとった後、工事を再開するなどの対応をとらなければならない。

(3) 水質監視方法の概要

ダイオキシン類の水質管理の手法については、マニュアルを参考とする。

なお、マニュアルでは、表 7.4.16 に示すように基本監視点、バックグラウンド、補助監視点等における調査項目、頻度等を定めることが記載されている。

表 7.4.16 工事中の調査項目、調査頻度

監視地点区分	調査項目		調査頻度	監視基準値又は監視の目的
基本監視点	主要生活環境項目		1回/月	環境基準値又は現状水質濃度
	濁り	SS	1回/日	濁度の連続測定を補足する
バックグラウンド	濁り	SS	1回/日	対策実施中の各地点のSSの把握
補助監視点	濁り	SS	1回/日	基本監視点の補足
工事地点周辺	異常な濁り、油膜等の有無		常時	目視による監視で異常がないこと

「河川、湖沼等における底質ダイオキシン類（案）平成15年6月」より

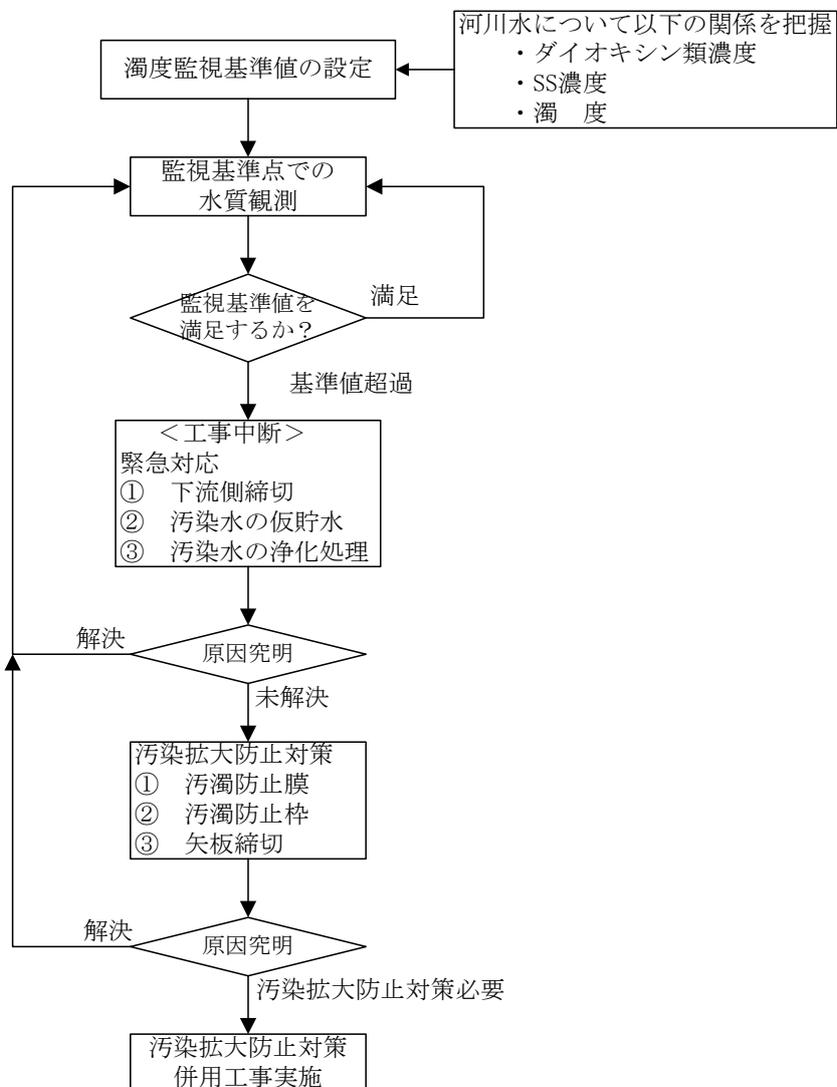


図 7.4.12 監視基準値を超える場合の対策フロー図 例

6) 浚渫土の土質改良

浚渫土砂を有効利用する場合は、対象とする用途基準などを考慮して適切に土質改良するものとする。

(解説)

浚渫土砂の最終処分としては、水面の埋め立て、陸上の埋め立て、あるいは他の工事での有効利用などがあるが、水面埋め立て以外では、含水比の高い浚渫土を自然乾燥などによって適切に土質改良して利用するのが一般的である。なお、河川における浚渫工事では、発生した土砂を築堤材料として有効利用した事例が多い。

浚渫工事によって発生した土砂を有効利用する場合は、こうした資料などを参考にして土質の区分、用途標準などに応じて適切に改良するものとする。

浚渫工事によって排出された土砂の含水状態を改良する一般的な工法には、表7.4.17に示したようなものがある。

表 7.4.17 浚渫土の含水状態の改良法 例

原 理	改 良 法	
自 然 乾 燥	天 日 乾 燥 法	
補 助 的 脱 水 法	トレンチ法	敷砂脱水法
	底面脱水法	袋詰脱水処理法
	強制脱水法	サンドイッチ法 (陸上埋立)

図7.4.13は、自然乾燥によって浚渫土砂の含水比を改善した施工事例を整理したものである。この資料によると、含水比の低下は、概略以下のようにになっている。

- ・ 砂質土 (As) 1ヶ月程度で急激に40～50%程度に改善される。
その後の改善速度は、緩やかになる
- ・ 粘性土 (Ac) 1ヶ月程度で60～80%程度に改善される。
その後の改善速度は、緩やかになる

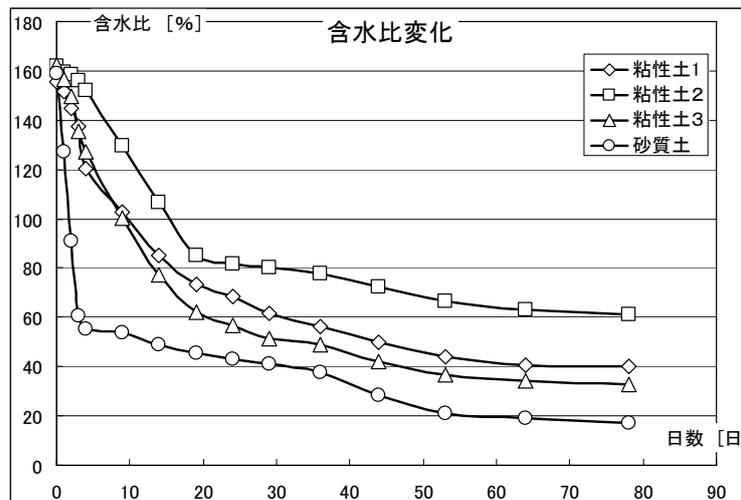


図 7.4.13 自然乾燥による浚渫土の含水比改善事例

上掲の表7.4.17に示した各種工法の概要は以下のとおりである。

(1) 自然乾燥

自然乾燥は、浚渫土砂を敷き均し、天日によって自然乾燥させる方法である。改良状況の調査事例を写真7.4.12に示した。



写真 7.4.12 土質改良状況調査

(2) 補助的脱水法

補助的脱水法は、簡易な方法で人為的に手を加えることによって脱水・乾燥を促進する方法で、以下に示すような方法がある。

(a) トレンチ工法

排出された浚渫土の表面にトレンチを掘削し、大気に暴露する泥土の表面積の増大を図り、乾燥を促進する

(b) 底面脱水工法

土砂の処分先において浚渫土の底面、または垂直面に暗渠排水管や不織布を設置して、これを介して泥土中の水を、懸濁物の少ない水にして排出し脱水、乾燥を促進する

(c) 強制脱水工法

処分先に敷き均された浚渫土に対して、プラスチック・ボード・ドレーンを多段に、水平埋設し、ドレーン材の一端からポンプにより泥土中の水を負圧吸引して急速改良する

(d) 敷砂脱水工法

処分地の表面にドレーンパイプを設置し、その上に浚渫土を置く。さらにその表面に、一定厚の砂を敷均す。この2つの対策によって浚渫土中の水分は、表面からの蒸発と、底面からの排水との両面から排水させる

(e) その他の工法

上記の工法のほか、「発生土利用促進のための改良工法マニュアル」(独)土木研究

所編)には、浚渫土のような泥土を対象に各種の改良工法が紹介されている。

7) 生活環境対策・生物環境対策

浚渫工事の施工前には、必要に応じて生活環境、生物環境等に関する調査を行って、工事前、工事中に必要な対策を講じる必要があることは既述のとおりである。

浚渫の施工中には、特に多くの工種の関係者や施工機械類が錯綜することとなるので、対策場所の点検・巡視については、担当を特定しておいて点検項目、時期、回数など事前に定められた計画に沿って適切に実施するものとする。

なお、生物環境については、生物、植物などの専門家にアドバイザーとして点検・巡視に同行していただきながら支援・協力を得て工事推進に努めている事例もある。

第 7.5 節 建設発生土対策

7.5.1 総論

1) 目的

本節は、河川土工の現場における建設発生土の有効利用について必要となる技術的な事項について記述したものであり、本編を適用した適切な施工によって環境への負荷の軽減、トータルコストの縮減を図るとともに、良質な河川整備に資することを目的とする。

(解説)

建設発生土の有効利用は、公共事業の発注者が具体的な行動計画を定めて発生土砂の適正な利用や処分に取り組み、自然環境、生活環境、生物環境及び外来種や有害植物の拡散防止等への負荷軽減に努めようとするものである。また、建設発生土の有効利用を促進することによってトータルコストの縮減に貢献しながら、良質な河川整備に資することができると考えられる。上記目的を達成するための具体的な行動計画の内容には、以下のような事項がある。

- 発生土砂の搬出先を指定する指定処分の徹底
- 発生土砂の搬出の抑制
- 発生土砂の利用に係わる情報交換の促進
- スtockヤードの整備と工事間の利用の促進

上記の背景から実際の河川土工の施工現場においては、関係者(発注者、受注者、他工事の関係者、Stockヤード関係者等)が、発生側、受け入れ側のそれぞれの立場で、発生土の土質・運搬・Stockヤードの利用・土質改良方法・経済的効果、環境負荷軽減等についての基本的な考え方や技術的内容を良く理解し、施工現場の諸条件に対応した的確な判断と対策を講じていかなければならない。

2) 適用範囲

本節は、主として直轄河川の河川土工において実施される建設発生土の有効利用に適用する。

(解説)

一般に河川土工の現場状況は、各河川において施工時期、施工場所、施工内容等の条件によって大きく異なり、建設発生土の有効利用においては、現場の状況に応じて臨機の対応が必要となる。

本節は、上記のようなあらゆる現場条件に適用できる内容を網羅しているものではなく、主として直轄河川の現場において実施されている標準的な河川土工を対象として必要となる技術的事項について記述している。また、堤防については一般的なもの(高規格堤防を除く)を対象としている。

7.5.2 取扱う土砂と遵守規定

1) 関係法規類

建設発生土の有効利用にあたっては、利用する土砂に係る法規類に定められた諸規定を遵守して適切に実施しなければならない。

(解説)

建設発生土の有効利用を促進しようとする場合には、工事着手前、施工中、および施工後の各段階において遵守しなければならない関係法規類がある。以下に施工前、施工中、および施工後に遵守すべき、または参考となると考えられる主な関係法規、指針、マニュアル類を表7.5.1に示した。

表 7.5.1 関連する主な法令・指針・マニュアル等

関連する主な法令等

作業別	法律・法令・省令・告示・通達名 等	施行	最終改正	備考
施工前・中	建設工事に係る資材の再資源化に関する法律(建設リサイクル法)	平成12年5月31日	平成16年12月1日	
施工前・中	建設工事に係る資材の再資源化に関する法律施行規則	平成14年3月5日	-	
施工前・中	建設工事に係る資材の再資源化に関する法律施行令	平成12年11月29日	平成17年11月16日	
施工前・中	発生土利用基準について	国官技第241号、国官総第669号 国土交通大臣官房技術調査課長・公共事業調査室長通達	-	
施工前	建設リサイクル推進計画2002(国土交通省)	平成14年5月	-	
施工前	建設発生土等の有効利用に関する行動計画	国土交通省事務次官通達	-	
施工前・中	循環型社会形成推進基本法(循環基本法)	平成12年6月2日	-	
施工前	資源の有効な利用の促進に関する法律(再生資源有効利用促進法)	平成3年4月26日	平成14年2月8日	
施工後	廃棄物の処理および清掃に関する法律(廃棄物処理法)	昭和45年12月25日	平成18年6月2日	
施工前・中	セメント及びセメント系固着材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の処置につ	審議官通達	-	
施工前・中	セメント及びセメント系固着材を使用した改良土の六価クロム溶出試験実施要領(案)	国土交通省大臣官房技術調査室長通達	-	
施工中・後	土壌汚染対策法	平成14年5月29日	平成18年6月2日	
施工中・後	土壌汚染対策法施行令	平成14年11月13日	平成16年12月15日	
施工中・後	土壌汚染対策法施行規則	平成14年12月26日	平成19年2月19日	
施工中・後	ダイオキシン類対策特別措置法	平成11年7月16日	平成18年6月14日	
施工中・後	ダイオキシン類対策特別措置法施行令	平成11年12月27日	平成17年8月15日	
施工中・後	ダイオキシン類対策特別措置法施行規則	平成11年12月27日	平成17年9月20日	
施工前・中・後	環境基本法	平成5年11月19日	平成18年2月10日	
施工前・中・後	環境基本計画	平成12年12月27日		

関連する主な指針・マニュアル類

作業別	指針・マニュアル類	出版年月	監修	編集	発行
施工前・中	建設発生土利用技術マニュアル(第3版)	平成16年9月	建設発生土利用技術マニュアル検討委員会	独立行政法人 土木研究所	財団法人 土木研究センター
施工前・中	発生土利用促進のための改良工法マニュアル	平成9年12月	建設省大臣官房技術調査室	建設発生土利用促進検討委員会	財団法人 土木研究センター
施工前・中	建設汚泥リサイクル指針	平成11年3月	建設大臣官房技術調査室 建設省建設経済局事業統括調整官室 建設省建設経済局建設課	財団法人 先端建設技術センター	株式会社 大成出版社
施工中・後	建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版)	平成15年7月	建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル検討委員会	独立行政法人 土木研究所	鹿島出版会
施工中・後	河川、湖沼等における底質ダイオキシン類対策マニュアル(案)	平成15年6月	-	国土交通省河川局河川環境課	-

※平成19年4月1日時点

2) 建設発生土の体系的分類

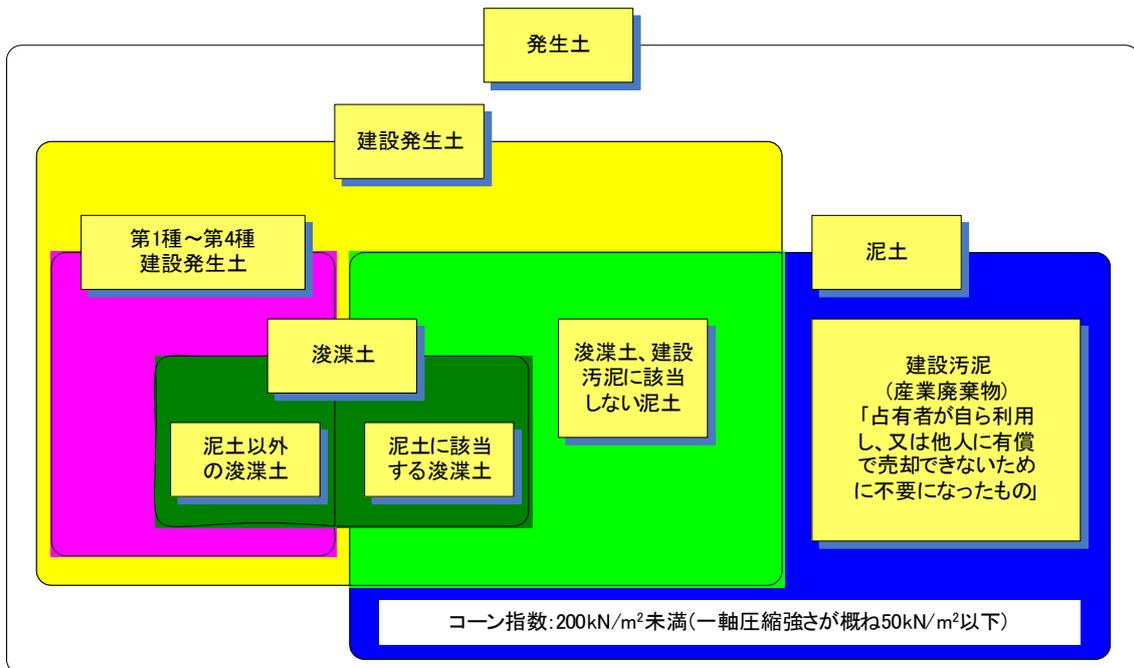
建設発生土は、建設発生土と建設汚泥に分類され、それぞれの分類ごとに適切に取り扱うものとする。

(解説)

建設発生土は、建設工事に伴い副次的に発生する土砂で、建設汚泥とそれ以外に大別され、どちらに属するものであるかによって取り扱いが異なる。

また、発生土の中には、含水比や土砂の呈している状態によって、土砂としての取り扱いではなく産業廃棄物として取扱わなければならないものもある。したがって、諸法規類を遵守しつつ、経済的、効率的に施工を進めるためには、こうした土砂の取り扱いに際し、取り扱う土砂を体系的に分類して適切に取り扱う必要がある。

建設発生土を体系的に分類すると図7.5.1に示すような構成になる。同図の中央から右側に属する土砂については、十分留意して取扱うことが必要である。



注) 建設発生土；建設工事に伴い副次的に発生する土砂。建設汚泥に該当しないもの。また、発生土は後述する表7.5.2に従い、第1種～第4種建設発生土および泥土に分類する。

浚渫土；港湾、河川等の浚渫に伴って生じる土砂。その他、これに類するもの

浚渫土、建設汚泥に該当しない泥土；

- ① 泥水などを使用しない地山掘削から発生した泥土
- ② そのままの状態では他に売却するもの（余剰泥水の再利用、スラリー化安定処理の調整泥水等）

図7.5.1 建設発生土の構成（体系的分類）

7.5.3 土砂の種類・用途

1) 土質区分基準

建設発生土は、有効利用を促進するため適切に土質区分するものとする。

(解説)

河川土工によって発生する土砂は、岩から泥土まで様々な形態を有している。発生土の有効利用を促進するためには、土砂を利用する際の判断基準に資するため「発生土利用基準について」(平成16年3月31日、国官技第341号、国官総第669号)に規定されている「土質区分基準」に準じて区分するものとする。

上記「土質区分基準」は、原則として、発生する土砂のコーン指数と土質材料の工学的分類体系を指標とし、表7.5.2に示すように定められている。

表 7.5.2 土質区分基準

区分 (国土交通省令)*1)	細区分 (注2), 3), 4)	コーン 指数 (kN/m ²)	土質材料の工学的分類*6), 7)		備 考	
			大分類	中分類 土質(記号)	含水比 (地山) Wn (%)	掘削方法
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれらに準ずるもの)	第1種	-	礫質土	礫(G)、砂礫(GS)	-	*排水に考慮するが、降水、浸出地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、1ランク下の区分とする。 *水中掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。
	第1種改良土*8)		砂質土	砂(S)、礫質砂(SG)	-	
	人工材料		改良土(I)	-		
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの)	第2a種	800以上	礫質土	細粒分まじり礫(GF)	-	
	第2b種		砂質土	細粒分まじり砂(SF)	-	
	第2種改良土		人工材料	改良土(I)	-	
第3種建設発生土 (通常の施工性が確保される粘性土及びこれに準ずるもの)	第3a種	400以上	砂質土	細粒分まじり砂(SF)	-	
	第3b種		粘性土	シルト(M)、粘土(C)	40%程度以下	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土(V)	-	
第3種改良土	人工材料	改良土(I)	-			
第4種建設発生土 (粘性土及びこれに準ずるもの(第3種発生土を除く))	第4a種	200以上	砂質土	細粒分まじり砂(SF)	-	
	第4b種		粘性土	シルト(M)、粘土(C)	40~80%程度	
			火山灰質粘性土 有機質土	火山灰質粘性土(V) 有機質土(O)	40~80%程度	
第4種改良土	人工材料	改良土(I)	-			
泥土*1), *9)	泥土a	200未満	砂質土	細粒分まじり砂(SF)	-	
	泥土b		粘性土	シルト(M)、粘土(C)	80%程度以上	
			火山灰質粘性土 有機質土	火山灰質粘性土(V) 有機質土(O)	- 80%程度以上	
			高有機質土	高有機質土(Pt)	-	
泥土c						

*1) 国土交通省令(建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令59、建設業に関する事業を行う者の指定副産物に係る再生資源の利用の促進に関する判断の基準となるべき事項を定める省令)

*2) この土質区分基準は工学的判断に基づく基準であり、発生土が産業廃棄物であるか否かを定めるものではない。

*3) 表中の第1種~第4種改良土は、土(泥土を含む)にセメントや石灰を混合し化学的安定処理したものである。例えば第3種改良土は、第4種建設発生土または泥土を安定処理し、コーン指数400kN/m²以上の性状に改良したものである。

*4) 含水比低下、粒度調整などの物理的な処理や高分子系や機械材料による水分の土中への固定を主目的とした改良材による土質改良を行った場合は、改良土に分類されないため、処理後の性状に応じて改良土以外の細区分に分類する。

*5) 所定の方法でモールドに締め固めた試料に対し、コーンペネトロメーターで測定したコーン指数。

*6) 計画段階(類体系)((社)地盤工学会)と備考欄の含水比(地山)、掘削方法から概略の区分を選定し、掘削後所定の方法でコーン指数を測定して区分を決定する。

*7) 土質材料の工学的分類体系における最大粒径は75mmと定められているが、それ以上の粒径を含むものについても本基準を参照して区分し、適切に利用する。

*8) 砂及び礫と同等の品質が確保できているもの。

*9) ・港湾、河川等のしゅんせつに伴って生ずる土砂その他これに類するものは廃棄物処理法の対象となる廃棄物ではない。(廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施工について 昭和46年10)

月 16 日 準整 43 環境庁通知)

- ・地山の掘削により生じる掘削物は土砂であり、土砂は廃棄物処理法の対象外である。(建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について 平成 13 年 6 月 1 日 環産業 276 環境省通知)
- ・建設汚泥に該当するものについては、廃棄物処理法に定められた手続きにより利用が可能となる。

2) 適用用途標準

建設発生土は、有効利用を促進するため、発生する土砂の用途を想定した適用性を適切に評価しておくものとする。

(解説)

河川土工で発生する土砂は、有効利用を促進するため発生側の工事および利用側の工事の双方において、利用する用途を想定して、用途分野に応じて必要とされる土砂の用途を想定した適用性を評価した標準を定めておくものとする。

この場合の適用用途標準は、有効利用しようとする分野における土工材料としての適用性を評価するものである。適用用途標準は、個々の現場条件に応じて、以下のような事項について検討するものとする。

- ① 経済性
- ② 効率性
- ③ 土質改良の条件 (プラント等の能力、処理ヤード、工期等)
- ④ 周辺環境等

前掲の表 7.5.2 に示した土質区分基準ごとの適用用途の標準を表 7.5.3 に示した。

表 7.5.3 適用用途標準

適用用途	工作物の埋戻し		土木構造物の表込め		道路用盛土				河川築堤		土地造成		水面埋立			
	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項	評価	留意事項		
第1種 建設発生土 砂、礫及びこれらに準ずるもの	第1種	◎ 最大粒径注意 粒度分布注意	◎	◎ 最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	○		◎	◎ 最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	◎ 表層利用注意	◎	◎ 粒度分布注意				
	第1種改良土	◎ 最大粒径注意	◎	◎ 最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	○		◎	◎ 最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	◎ 表層利用注意	◎	◎ 淡水域利用注意				
第2種 建設発生土 砂質土、礫質土及びこれらに準ずるもの	第2a種	◎ 最大粒径注意 粒度分布注意	◎ 最大粒径注意 粒度分布注意	◎ 最大粒径注意	◎ 最大粒径注意	◎	◎ 最大粒径注意 礫混入率注意 透水性注意 表層利用注意	◎	◎ 最大粒径注意 透水性注意		◎	◎ 最大粒径注意 礫混入率注意 表層利用注意	◎	◎ 表層利用注意	◎	
	第2b種改良土	◎ 粒度分布注意	◎ 粒度分布注意	◎	◎	◎	◎ 表層利用注意	◎		◎	◎	◎ 表層利用注意	◎	◎ 表層利用注意	◎	◎ 淡水域利用注意
第3種 建設発生土 通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準ずるもの	第3a種	○	○	○	◎	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎	◎ 粒度分布注意
	第3b種改良土	○	○	○	◎	◎ 施工機械選定注意	◎ 表層利用注意 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎ 施工機械選定注意	◎	◎ 淡水域利用注意
第4種建設発生土 粘性土及びこれらに準ずるもの	第4a種	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎ 粒度分布注意
	第4b種改良土	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎ 淡水域利用注意
粘土	粘土a	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	粘土b	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○
	粘土c	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△

【評価】

- ◎ : そのままで使用が可能なもの。留意事項に使用時の注意を示した。
- : 適切な土質改良 (含水低下、粒度調整、機能付加・補強、安定処理等) を行えば使用可能なもの。
- △ : 評価が○のものと比較して、土質改良にコスト及び時間がより必要なもの。
- × : 良質土との混合など行わない限り土質改良を行っても使用が不適なもの。

土質改良の定義

含水比低下：水切り，天日乾燥，水位低下掘削等を用いて、含水比の低下を図ることにより利用可能となるもの。

粒度調整：利用場所や目的によっては細粒分あるいは粗粒分の付加やふるい選別を行うことで利用可能となるもの。

機能付加・補強：固化材、水や軽量材等を混合することにより発生土に流動性、軽量性などの付加価値をつけることや補強材等による発生土の補強を行うことにより利用可能となるもの。

安定処理等：セメントや石灰による化学的安定処理と高分子系や無機材料による水分の土中への固定を主目的とした改良材による土質改良を行うことにより可能となるもの。

【留意事項】

最大粒径注意：利用用途先の材料の最大粒径、または一層の仕上り厚さが想定されているもの。

細粒分含有率注意：利用用途先の材料の細粒分含有率の範囲が想定されているもの。

礫混入率注意：利用用途先の材料の礫混入率が想定されているもの。

粒度分布注意：液状化や土粒子の流出などの点で問題があり、利用場所や目的によって粒度分布に注意を要するもの。

透水性注意：透水性が高く、難透水性が要求される部位への利用は適さないもの。

表層利用注意：表面への露出により植生や築造等に影響を及ぼすおそれのあるもの。

施工機械の選定注意：過転圧などの点で問題があり、締固め等の施工機械の接地圧に注意を要するもの。

淡水域利用注意：淡水域に利用する場合、水域のpHが上昇する可能性があり、注意を要するもの。

7.5.4 建設発生土の有効利用に関する情報

1) 情報の収集および提供

建設発生土の有効利用を促進するため、土砂の需給に関する諸情報の把握を適切に行うものとする。

(解説)

公共工事については、公共工事土量調査及び建設発生土の工事間利用調整が行なわれている。

公共工事の発注者は、上記調整に基づいて「予定調査」の取りまとめ結果、または建設副産物情報交換システム（(財)日本建設情報センター(JACIC)）等を活用して発生土の利用先の情報を収集しているところである。

公共工事土量調査及び建設発生土の工事間利用調整は、具体的に以下の①～③で行うこととされている。

- ① 公共工事発注者は、建設発生土の搬出入の状況を工事発注前から「予定調査」により把握する。なお、「予定調査」の対象は、工事間利用調整を行う年度以降に発注予定の工事であって、原則として 1000m³以上の土砂の搬出または 500m³以上の土砂の搬入を行う工事である。
- ② 各地方建設副産物対策連絡協議会等で実施する建設発生土利用調整作業のための基礎資料を作成し、建設発生土の工事間利用を行う。
- ③ 建設発生土の工事間利用調整等の結果を実績調査によって確認する。

なお、(財)日本建設情報センター（JACIC）において運用している建設副産物情報交換システム（JACICホームページ(<http://www.jacic.or.jp/>)）は、建設残土が発生する建設工事または埋土等土砂を利用する建設工事を対象に、設計、積算、発注、施工から完了まで、事業の各段階における建設発生土の工事間利用に関する情報を、インターネットを利用して工事担当者に提供している。

建設副産物情報交換システムの概要を図7.5.2に示した。

また、“再生資源利用計画書”の記載事例を巻末資料に示した。

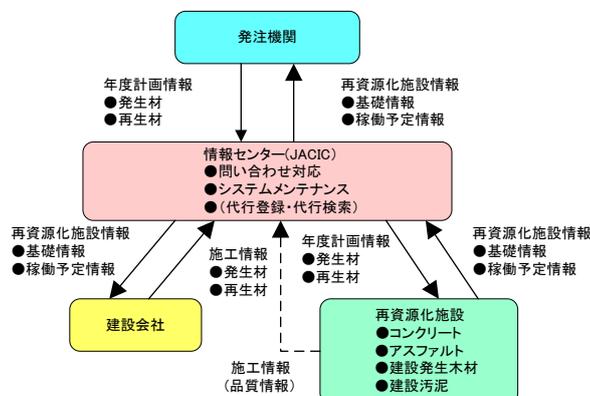


図 7.5.2 建設副産物情報交換システムの概要 (JACIC 資料より)

7.5.5 河川土工における建設発生土の有効利用

1) 有効利用に関する工事間の調整

河川土工における建設発生土は、有効利用を促進するため、工事間の利用調整等を適切に行うものとする。

(解説)

河川土工において建設発生土の有効利用を促進するためには、土砂を発生・搬出する工事と土砂を受入れて有効利用する工事間において、取扱う土砂の場所、時期、量、品質、概算費用などについて適切に調整を行っていく必要がある。

また、河川土工の工事間において行われている土砂の有効利用に係わる流れには、大別して以下のような形態がある。

- 掘削土を、そのまま同一河川内の他工事に利用
- 掘削土を、同一河川内に設置した土質改良プラントやストックヤードを経由して、同一河川内の他工事に利用
- 第三者の設置したストックヤードを利用して搬入して利用、または搬出・処理

上記の形態について、図7.5.3に、土砂発生側の工事から有効利用側の工事への土砂の流れを模式的に示した。

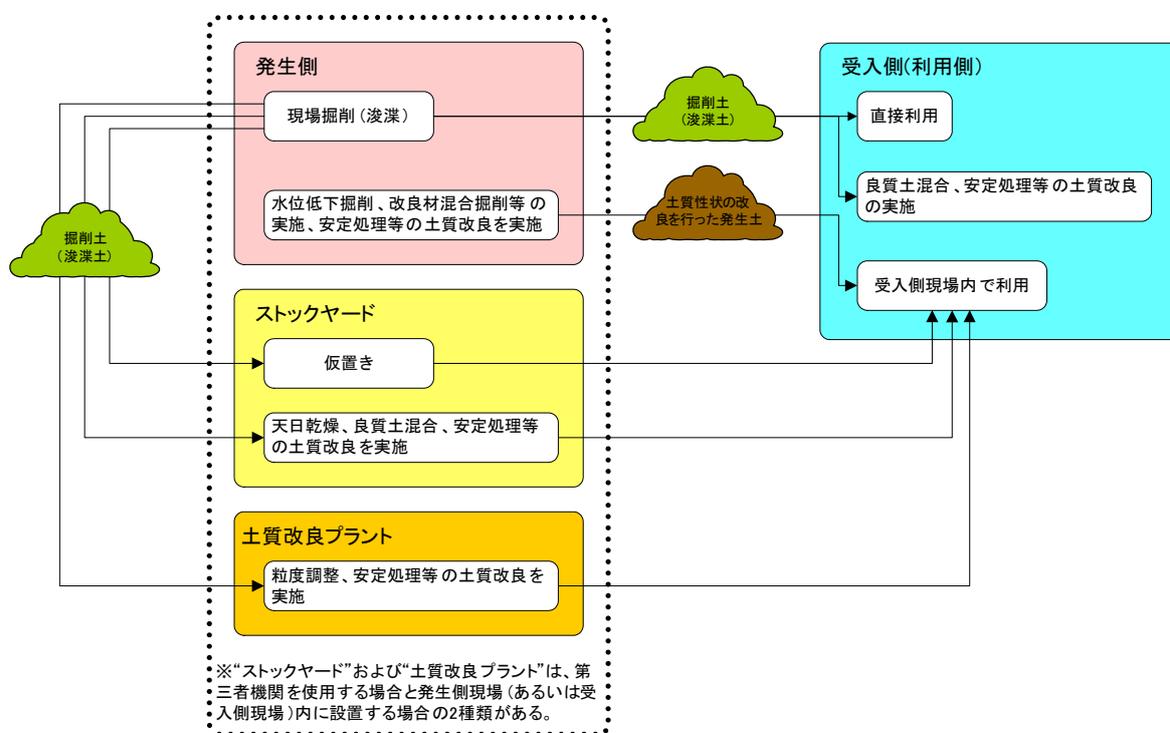


図 7.5.3 建設発生土の有効利用における土砂の流れ模式図

(発生側から利用側へ)

2) 築堤材料に用いる土砂の選定

建設発生土を河川堤防の築堤に使用する場合は、築堤材料としての機能を満足するように適切に選定もしくは改良するものとする。

(解説)

河川堤防の築堤には、以下のような性質を備えた土砂がふさわしいとされている。

- ・ 敷きならし、締固めの施工が容易で、かつ締固め後の強度が大きいこと
- ・ 圧縮性が少ないこと
- ・ 河川水や雨水などによる侵食に対して抵抗力が大きいこと
- ・ 吸水による膨潤性が低いこと

建設発生土を河川堤防の築堤材料として有効利用する場合は、上記の性質を備えた良質の土砂を優先して使用することが望ましい。

しかしながら、河川事業においては、従来から掘削した土砂を利用して築堤することが事業の通例であり、掘削土を遠地に搬出・処分する場合に比較して経済的、効率的である場合が多い。また、築堤には極めて大量の土砂を必要とすることから低品質の発生土を土質改良や粒度調整等を行い、有効利用することも、併せて検討する。

表7.5.4に、河川堤防の築堤材料としての適用用途標準として、前掲の表5.3.2の河川堤防の欄を再掲して示した。

表 7.5.4 河川堤防の築堤材料としての適用用途標準

(出典:「発生土利用基準」国官技第341号、国官総第669号、H16.3.31 より抜粋)

発生土の区分		評価	留意事項	
第1種	砂・礫及びこれらに準じるもの	第1種	○	
		第1種改良土	○	
第2種	砂質土・礫質土及びこれらに準じるもの	第2a種	◎	最大粒径注意 透水性注意
		第2b種	◎	
		第2種改良土	◎	
第3種	通常の施工性が確保される粘性土及びこれらに準じるもの	第3a種	◎	施工機械選定注意
		第3b種	◎	施工機械選定注意
		第3種改良土	◎	施工機械選定注意
第4種	粘性土及びこれらに準ずるもの	第4a種	○	
		第4b種	○	
		第4種改良土	○	
		粘土a	○	
泥 土		粘土b	△	
		粘土c	×	

【評価】

- ◎: そのままで使用が可能
- : 適切な土質改良(含水比低下、粒度調整、機能付加・補強、安定処理等)を行えば使用可能
- △: 評価が○のものと比較して、土質改良にコスト及び時間が必要
- ×: 良質土との混合などを行わない限り土質改良を行っても使用が不適

【土質改良の定義】

含水比低下: 含水比により利用可能

粒度調整: 利用場所や目的によっては細粒分あるいは粗粒分の付加やふるい選別を行うことで利用可能

安定処理等: セメントや石灰による化学的安定処理、高分子系・無機材料を使用した改良材による土質改良を行うことにより利用可能

【留意事項】

最大粒径注意: 利用用途先の材料の最大粒径、または1層の仕上がり厚さが規定されているもの

透水性注意: 透水性が高く、難透水性が要求される部位への利用が適さないもの

施工機械の選定注意: 過転圧などの点で問題があり、締固め等の施工機械の接地圧に注意を要するもの

「発生土」は表中の第1種～第4種および粘土に区分される。

3) 低品質土の築堤材料への有効利用

河川土工において建設発生土の有効利用を促進するため、河川堤防の築堤材料に低品質土を使用する場合は、これを適切に改良して用いるものとする。

(解説)

河川土工の現場において堤防の築堤材料に低品質の発生土を有効利用しようとする場合に行われている代表的な土質改良法には、以下のようなものがある。

① 含水比低下のための工法

- ・掘削予定地における地下水位低下のためのトレンチ掘削・・・掘削前
- ・仮置き乾燥ヤードにおける天日乾燥・・・・・・・・・・・・掘削後
- ・改良材と掘削土との混合・・・・・・・・・・・・掘削前・後

② 築堤材料として必要な粒度調整のための工法・・・・・・・・掘削後

以下に河川土工で発生した低品質土砂を有効利用し、築堤材料として利用するために実施されている代表的な工法について記述する。

なお、改良材を原位置で混合した土に対しては、六価クロム溶出試験を実施し、溶出量が環境基準値以下であることを確認する必要がある。

(1) 掘削前の土質改良

地下水位の高い掘削現場において、掘削予定土の含水比を低下させるための工法として、表7.5.5に示すように掘削前に地下水位低下のためのトレンチを掘削する工法と、改良材を原位置で混合して土質改良する工法がある。

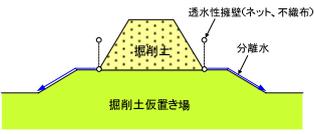
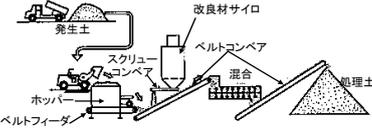
表 7.5.5 掘削前の発生土の適用工法

分類	掘削前の適用工法
工法名	水位低下(含水比低下)
工法原理・特徴	 <p>地下水位の高い砂質系の地盤を掘削する場合、掘削地山の地下水位を予め低下させ、掘削土自体の含水比を下げる掘削補助工法。 水位を低下させる方法は、トレンチ掘削の他、ウエルポイント工法等が多く用いられている。なお、ウエルポイント等の工法を採用する場合、掘削地山周辺に不透水性の土留壁等を設置し、実施する場合が多い。</p>
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ★土の性状：砂質土系地盤 ★所要面積：ウエルポイント工法の場合、ポンプ設置場所程度 ★所要時間：トレンチ掘削の場合、1～2ヶ月程度、ウエルポイント工法の場合、排水開始後、数日間掘削可能。 ★機械設備：ウエルポイント工法の場合、集水管、揚水管、ウエルポイント、ポンプ、水槽。
工法名	改良材混合掘削
工法原理・特徴	 <p>含水比の高い軟弱地盤の掘削時に石灰・セメント等の改良材を原位置で混合しながら掘削し、掘削土の含水状態とハンドリングを改善し搬出する方法。混合の方法には改良材を地盤に散布し、掘削機で攪拌する方法と予め石灰パイルを打設した地盤面を表層から掘削することで土と改良材が混合される方法がある。</p>
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ★土の性状：砂質土系・粘性土系地盤 ★所要面積：散布混合では、改良材(フレコンバック)置き程度、石灰パイルの打設では上記の他、打設機械の稼働スペース。 ★所要時間：散布混合では特に待ち時間は不要。石灰パイルは打設して数日後から掘削。 ★機械設備：石灰パイルでは、クローラクレーン、3点式ケーシングオーガー等。

(2) 掘削後に別の場所で行う土質改良

河川において掘削した低品質土を別の場所に運搬して改良する工法には、掘削した土砂を表7.5.6に示すように、天日乾燥して含水比低下させる工法、他の土砂を混合して含水比を低下させる工法、または複数の粒度の異なる土砂を混合して粒度調整を図る工法、あるいはプラントにおいて安定処理する工法がある。

表 7.5.6 掘削した発生土の適用工法

分類	掘削した発生土の適用工法	
工法名	水切り(含水比低下)	プラント安定処理(安定処理等)
工法原理・特徴		
適用条件	<p>水を多量に含んだ掘削土を、水はけの良い地盤上に山状に仮置きし、脱水を図る。 安価であり、大量の掘削土を比較的早期に脱水でき、特別な設備は不要である等の利点があるが、掘削土を仮置きするヤードの確保や流動性のある土の場合は、仮置き場周囲を透水性のある擁壁で囲む等の工夫をする必要がある。</p>	<p>定置式の混合プラントを用いて、発生土と改良材を所定の配合にしたがって計量・混合する方法である。改良原理や期待する効果などは原位安定処理と同様であるが、巨礫やガラの除去も含めて品質の安定した処理土とすることが可能で、発生土の性状変化にも対応が可能である。</p>
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ★土の性状：礫、砂礫、砂などの粗粒土。 ★所要面積：1日～数日間の掘削土量に対応した仮置き可能な敷地。 ★所要時間：1日～数日。 ★機械設備：不要 	<ul style="list-style-type: none"> ★土の性状：全ての土に適用可能。ただし、対象とする土質性状に適応した混合装置を選定する必要がある。 ★所要面積：混合プラント用に100㎡以上必要である。この他、未改良土および処理土を仮置きするスペースが必要である。 ★所要時間：連続式では、処理能力50㎡/hが標準。バッチ式では1バッチ(1～2㎡)当たり、2～5分程度のサイクルタイムが標準。 ★機械設備：ミキサー、材料サイロ、ベルトコンベヤ、計量装置、ホッパー
工法名	天日乾燥(含水比低下)	良質土混合(含水比低下、粒度調整)
工法原理・特徴		
適用条件	<p>土を平面上に薄く広げ、天日にさらして乾燥を待つ。 含水比の低下を図るため、数日ごとに油圧ショベル等で攪拌や天地返しを行う必要もある。 安価であり、特別な設備は不要であるが、天候、季節、地域、掘削土の土質等で効果に差が出る。</p>	<p>粒度分の多い軟弱土に砂等の良質土を混合して粒径分布を変えることにより、締固め特性を改善する。 混合の方法としては、ミキサー等によるプラント混合と油圧ショベル等を利用した現場混合があるが、軟弱土と良質土をサンドイッチ状に盛り上げた状態でショベル等により掘削して混合する方法もある。</p>
適用条件	<ul style="list-style-type: none"> ★土の性状：砂質土系、粘性土系地盤でも適用可能であるが、攪拌(曝気)を行わないと効果が低い場合もある。 ★所要面積：広大な敷地が必要。できるだけ薄く広げる程、含水比低下効果が期待できる。 ★所要時間：数日～数ヶ月(土質により異なる。粘性土地盤の場合は1ヶ月～2ヶ月程度の放置が必要な場合もある)。 ★機械設備：油圧ショベル等(攪拌用)。 	<ul style="list-style-type: none"> ★土の性状：シルト、粘性土、有機質土、火山灰質粘性土が対象となるが、含水比があまり高くない泥土についても適用が可能である。 ★所要面積：対象土と同等程度の良質土の置き場(数日分)が必要となる。 ★所要時間：プラント混合ではさらに50㎡程度のプラント用地が必要である。 ★所要時間：施工する土構造物の規模、仕様による。 ★機械設備：混合プラント、トラクターショベル等。

4) 低品質土を改良して築堤材料に使用した事例

この事例は、土砂発生側の工事、および土砂利用側の双方の工事で、高含水比の低品質土を改良して築堤材料に有効利用した事例であり、第7.1節に「高含水比の不良土を自然乾燥によって改良した事例」として記述している。

5) 低品質土を改良して運搬通路の盛土材料として利用した事例

この事例は、河川の工事で発生した低品質土をダンプトラックの走行が可能なトラフィカビリティにまで安定処理し、浄化施設周辺の埋戻土および盛土材料として有効利用したものである。

以下に、低品質土の改良の概要を示した。

改良した掘削土の土質；粘性土

改良した土量；1390 m³

目標強度（コーン指数）；1200kN/m²

使用固化材；高炉セメントB種

添加量；82kg/m³

使用量；114 t

施工方法；バックホウに取り付けたツイヘッ

ダーで攪拌(施工状況を写真7.5.1

及び写真7.5.2に示した)。

施工フロー；図7.5.4に示した。

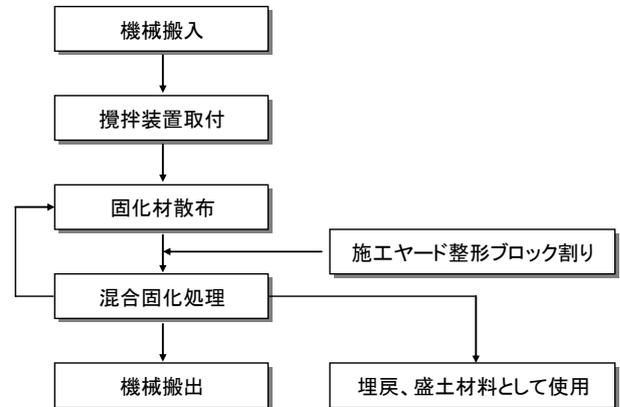


図 7.5.4 施工フロー



写真 7.5.1 セメント散布状況



写真 7.5.2 混合攪拌状況

7.5.6 スtockヤード

1) 河川土工において設置するStockヤード等

河川土工において、発生土の有効利用を促進するためのStockヤード等は、関係する法規類を遵守して適切に設置、運営するものとする。

(解説)

河川土工において、建設発生土の有効利用を促進するためのStockヤード、土質改良プラントは、目的、規模、取り扱う発生土の量、土質に応じて、経済性、効率性の検討を行うほか、関係する法規類を遵守して周辺の環境対策などを行い適切に設置・運営するものとする。

(1) Stockヤード、土質改良プラントの設置場所の選定

河川土工におけるStockヤード、土質改良プラントの設置場所は、一般的に以下のような事項に配慮して適切に選定する。

- ① 利用に対する十分な広さが確保できること
- ② 発生場所や利用場所が近いこと
- ③ 搬入・搬出の運搬車両が頻繁に通行し、粉塵・振動・騒音等が発生しやすいことを考慮して、住宅・市街地などから離れていること
- ④ 構造物に近接しないこと
- ⑤ 希少動植物の有無や生物環境に大きな影響を与えないこと

(2) Stockヤードに必要な機能・付帯設備の概略検討

Stockヤードに必要な機能・付帯設備については、一般的に以下に示すような事項について適切に検討する。

- ① 利用時期の調整
土砂の搬入・搬出時期（発生側の工事期間、および利用側の工事期間）の調整。
- ② 発生土の仮置き
仮置きされる土砂量の時期的、時間的変動。
- ③ 車両間の積み替え・中継基地
運搬効率を高めるための車両間の積み替え。
- ④ 簡易改良
発生土の含水量低減、木材等の異物の選別等、簡易的な土質改良の内容。
- ⑤ 土質改良のための事前Stock及び養生
安定処理前の発生土の事前調整、改良後の必要強度発現までの仮置き。

(3) 土質改良プラントの設置

土質改良プラントの設置にあたっては、取り扱う土質の種類に応じて、一般的に以下

に示すような事項を参考にして、具備する機能等を適切に検討する。

(a) 第1種～第4種建設発生土の処理

① 受入れヤード

ヤードの広さ：発生量、発生時期、利用時期等。

② 異物の選別

- ・磁性金属類の選別：磁気選別機の使用。
- ・木片、布、プラスチック等：手選別の実施。
- ・選別されたものの処理：可能限りリサイクルを実施。

③ ガラ等の選別

- ・選別機械：スケルトンバケット付バックホウ、振動ふるいの使用。
- ・ガラ等の選別：初期段階での除去。
- ・選別されたガラ等の処置：再生プラントへ原料として供給・利用。
- ・やむをえない場合のみ廃棄処分。

④ 土塊をほぐす

土塊は、可能な限りほぐし、発生土の利用率を向上。

⑤ 混合（良質土、改良材）

- ・混合：土と土、あるいは土と改良材のそれぞれの量の管理。
- ・混合の仕様の決定：事前にキャリブレーションを実施。
- ・土質改良を行う場合：改良目的、対象土質に応じて改良材を選定、事前に土質試験、配合試験および六価クロム溶出試験を実施。

⑥ ふるい分け

- ・ふるい分け：網、またはバー式スクリーンによる振動型ふるい分け装置の使用。
- ・付着土による網目の目詰まり：除去装置の設置。

⑦ 改良土ストックヤード

- ・ストックヤードの広さ：利用先の使用量を確保。
- ・付帯機能：降雨等の影響による品質低下防止設備。

(b) 泥土の処理

① 受け入れ槽

泥土の沈殿等による濃度変化を防止するための攪拌機を設置。

② ガラ等の選別

- ・異物・ガラ等：選別および排除。
- ・分別された砂礫等：原料等の再利用。

③ 強制脱水

高含水比の土を短時間で機械的に脱水する加圧ろ過、遠心分離脱水機の設置。

④ 改良材混合

泥土及び改良材の定量供給ができる装置の設置および事前にキャリブレーションを行い、供給量を確認。

⑤ 養生槽

改良材を混合し必要強度が確保されるまで貯留する養生槽を設置。

図7.5.5に土質改良プラントの事例を示した。

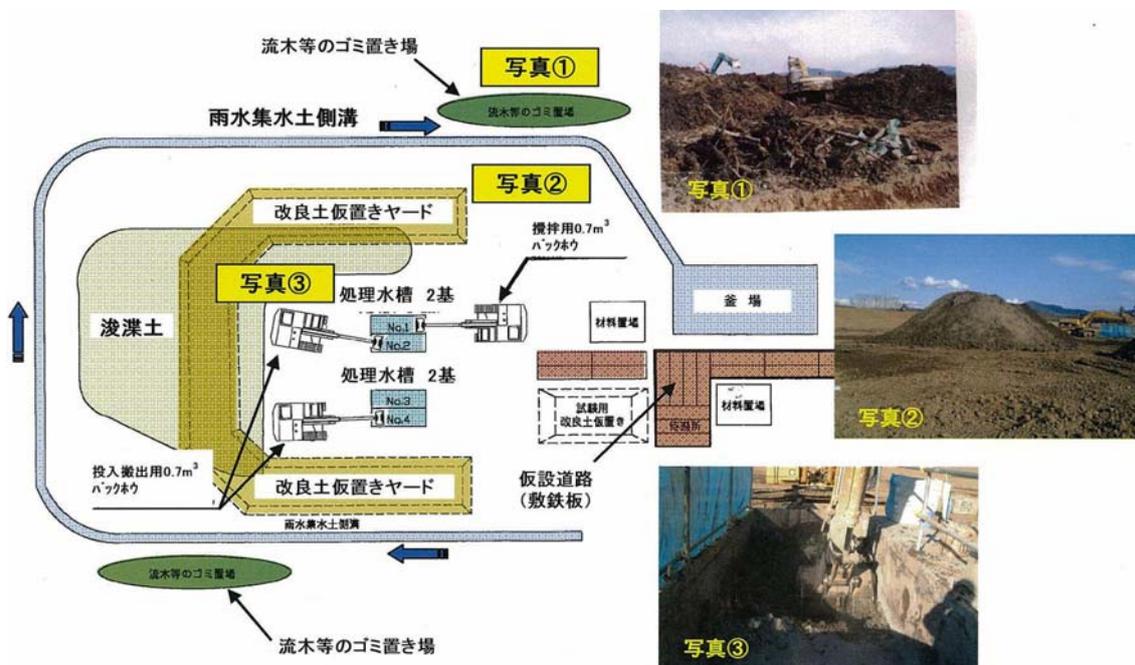


図 7.5.5 現場内に設置したストックヤード、土質改良プラント設置例

(4) ストックヤード等の設置・運営と関連法規類

ストックヤードの設置・運営は、関係法規類を遵守して適切に行うものとする。

表7.5.7に、ストックヤード、土質改良プラントの諸設備等に関する、主な関係法規等と、その適用対象となる規模等を示した。

表 7.5.7 代表的な関係法規と対象となる施設の規模等

対象	項目	適用法律			備考
		法律名	種類	規模	
粉塵	土石の堆積場	大気汚染防止法	面積	1000m ² 以上	粉塵発生施設設置の届出
	ベルトコンベア	大気汚染防止法	ベルト幅	75cm以上	〃
	ふるい	大気汚染防止法	原動機	15kw以上	〃
騒音	ふるい	騒音規正法	原動機	7.5kw以上	特定施設の届出
	集塵機	騒音規正法	送風機	7.5kw以上	〃
	事務所等	建築基準法	建築物		建築確認

また、ストックヤード、土質改良プラントで泥土を取り扱う場合、関係法規類を遵守し、必要がある場合は、事前に周辺環境を調査し、覆土・敷土・排水処理等の環境対策

を行い生活環境の保全に対処しなければならない。

図7.5.6に、環境対策に関する調査・検討フロー（例）を、図7.5.7に排水処理フロー（例）を示した。

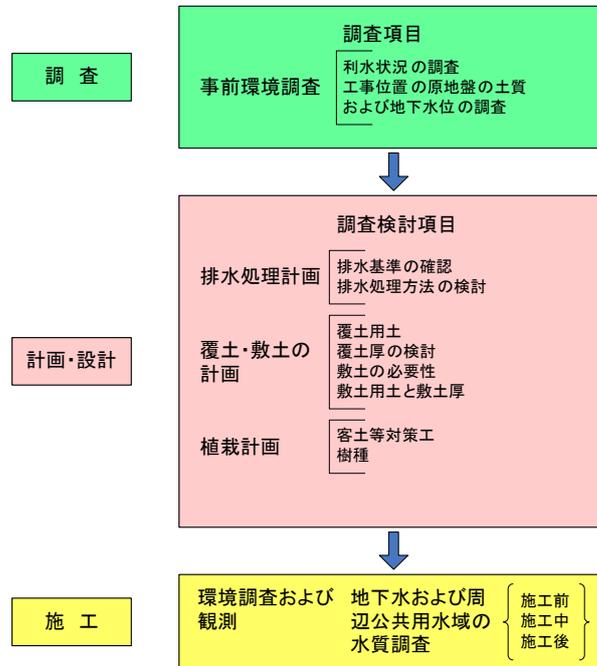


図 7.5.6 環境対策に関する調査・検討フロー

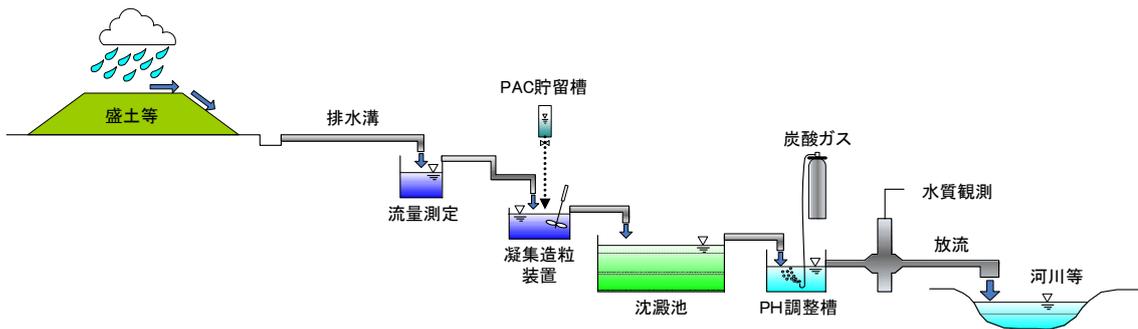


図 7.5.7 排水処理フロー（例）

2) 第三者が設置しているストックヤードの利用

河川土工において発生する土砂を、第三者が設置しているストックヤードに搬出して有効利用する場合は、定められた諸ルール・手続きを遵守して適切に対処するものとする。

(解説)

河川土工において発生する土砂を、第三者が設置しているストックヤードに搬出・処理し、有効利用を促進しようとする場合は、事前に定められている諸ルール、手続きを調べ適切に対処するものとする。

河川土工で発生した土砂を第三者機関が設置している中継型のストックヤードを利用して、有効利用の促進を図ろうとする場合は、以下の事項について確認しておかなければならない。

- ① 受入れできる土砂の土質区分
- ② 受入れ可能な土量・搬入方法
- ③ 受入れられない土砂
- ④ 必要な書類と手続き

(受入れできる土砂の土質区分の確認)

- 事前に受入れ可能な土砂の土質区分を確認。
- 第四種建設発生土や泥土の土質改良、搬入基準値の確認。
- 改良土の搬入条件の確認。

(受入可能な土量等の確認)

- 搬入できるトータル土量、1回に搬入できる土量、搬入方法、搬入時間帯等の確認。

(受け入れられない土砂の確認)

- “廃棄物混合土砂”、“建設汚泥”等の受入れできない土砂の確認。

(必要な手続きと書類の作成、提出の確認)

ストックヤードによっては、第四種建設発生土、泥土等について受け入れができない土砂と規定している場合がある。このような土砂を搬入する場合は、土質試験や土壌分析を実施し、証明書等を作成・提出しなければならないこともあるため、事前に必要な手続きや関係書類の作成や提出について確認する。

(第三者機関が設置しているストックヤードの事例)

以下に、第三者機関が設置している比較的規模の大きいストックヤードの事例を示した。

- 受入時間時間及び受入休業日・停止日
 - (1) 受入時間

昼間 8時30分～17時00分

夜間 22時00分～翌日5時00分

(2) 受入休業日

日曜日、祝日（祝日振替日を含む）

8月13日～8月16日及び12月28日～翌年1月4日 その他定める日

● 受入建設発生土の対象地域及び土質基準

(1) 受入建設発生土の対象地域

都内全域の公共系工事から発生する建設発生土。

(2) 土質基準

対象とする建設発生土は、通常の埋立地（安定型）または海洋に投棄可能なものであり、「建設発生土の受入基準等」を満足するもの。

<建設発生土の受入基準例>

- ① 「土壌汚染に係わる環境基準」及び「ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁（水底の底質汚濁を含む）及び土壌に係わる環境基準について」に示す、有害物質が含まれていない建設発生土であること（利用申請時には、有害物質が含まれていないことを証明する所定の試験表を提出する）。
- ② 建設廃棄物（発生木材、アスファルト・コンクリート塊、金属、がれき等）と分別し、混入していない建設発生土であること。
- ③ 受入土質及び土質区分は、下表に合致すること。

受入土質	土質区分
細砂及び砂質シルト・粘土	第一種建設発生土 第二種建設発生土 第三種建設発生土
関東ローム	第三種建設発生土 第四種建設発生土

土質区分は、「資源の有効利用の促進に関する法律」第10条の規定に基づく国土交通省令第4条別表第一による。

● 搬入方法

(1) 搬入車輛

搬入ダンプ車は、荷台枠の高さで大型60cm、小型車40cm以下のものとし、差枠車、高枠車は使用できない。

(2) 搬入経路

建設発生土の運搬に当たっては所定の経路を通行する。

(3) 運搬時の注意

運搬に当たっては、過積載が無いようにすると共に、積載物が飛散、流出又は落下しないように十分な措置を講じるなど、道路交通法規を遵守する。また、トラックスケールによっては、積載量を無線で飛ばすシステムもあるため、トラックスケール付近では無線機・携帯電話の使用に注意する。

(4) 受入基地での注意

受入基地に到着した際は、荷台のシートを取り除き、係員の検査を受け、係員の

指示に従う。

なお、巻末の参考資料に、このストックヤードで定めている建設発生土の受入に必要な試験基準、申込書などの見本を示した。

7.5.7 建設発生土の運搬

1) 運 搬

河川土工における建設発生土の有効利用を推進するための土砂の運搬は、通過経路の諸条件を考慮して適切に行うものとする。

(解説)

河川土工における建設発生土の有効利用を促進するための土砂運搬にあたっては、沿道環境、運搬時の安全、運搬土の品質などを考慮し、適切な経路を選択し、必要に応じて適切な対策等を実施するものとする。

河川土工における建設発生土の運搬は、安全を確保し、効率的かつ円滑な運搬（運搬距離、運搬時間、経路等）とするよう、以下に示すような事項について配慮し、必要に応じて諸対策を講じるなどして実施する。

(1) 沿道の環境

- 発生土の運搬にあたっては、騒音、振動、塵埃の防止に努め、運搬時間等の設定、走行頻度、走行速度等の検討や、散水や防塵剤の散布等を適切に行う。
- 泥土の運搬にあたっては、荷こぼれや飛散等を防止するため適切な容器、車輛等を使用する。また、車輛の出入口は、泥土を外部に拡散させないように必要に応じ運搬車輛の洗浄設備（湿潤式）や濁水処理機能を備えた排水施設を設置する。なお、表 7.5.8 に泥土を運搬する際の車輛形式を示す。
- 水上運搬を行う場合は、周辺水域の利用状況、気象、水象を考慮し、適切な航路を設定する。また、運搬中は、荷こぼれ等による河川の汚濁等防止を適切に行う。

表 7.5.8 泥土の運搬車輛

物理的性状	車輛形式
①分離液もなく運搬中の繰り返しにより液状化しないもの	標準仕様ダンプトラック
②分離液のない泥状のもの	深あおりダンプトラック
③泥状から液状のもの	蓋付箱型ダンプトラック タンクローリー車

(2) 運搬時の安全

事前に道路管理者、公安委員会（警察）等と協議し、適切な運搬経路を選定する。また、運搬路は、以下に示す事項などに留意して選定するものとする。なお、写真7.5.3に、土運搬車の走行経路上の注意箇所マップの事例を示した。



写真 7.5.3 走行経路上の注意箇所マップの事例

- 通勤、通学、買物等で特に歩行者が多い道路は可能な限り避ける。また、歩車道の区別のない道路は可能な限り避ける。
- 必要に応じ往路、復路を別経路とする。可能な限り舗装道路や幅員の広い道路を選定する。急な坂道や急カーブの多い道路は避ける。

(3) 過積載の防止対策

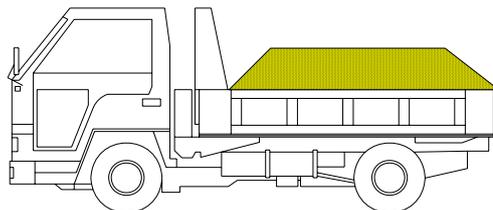
土砂の運搬時にあたっては、ダンプトラック等の過積載防止対策を実施する。

写真7.5.4にトラックスケール、自重計等を使用した運搬土量の管理事例を示した。また、図7.5.8に、ダンプトラックの定量積載と過積載の土砂の積み込み方についての参考資料を示した。

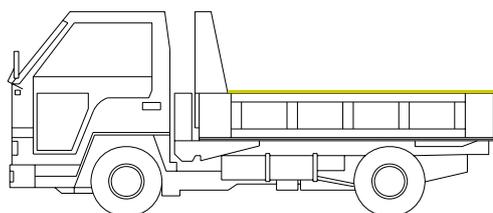


写真 7.5.4 トラックスケールを使用した積載重量の管理
(左側：積載重量検測状況、右側：検測状況モニター画面)

過積載の例



定量積載の例



一般的に土量の最大積載量は、ほぼ荷台の高さ。

図 7.5.8 定量積載と過積載の例

(“過積載防止対策指針”、H14.4、東京都建設局資料より)

(4) 運搬土の品質と運搬車両形式等

ダンプトラック等への積み込み時には泥状を呈していないが、運搬中の振動により泥状を呈してくる恐れのある土砂は、適切な車両形式、容器等を使用して運搬する必要がある。

前掲の表7.5.8に、泥土と運搬車両形式の事例を示した。

また、運搬中、降雨等に遭遇して発生土の物理的性状や力学的性状が変化する恐れがある土砂については、あらかじめ積載された発生土をシートで覆うなどの適切な処置が必要である。

7.5.8 建設発生土の品質管理

1) 品質管理

複数の工事間において建設発生土の有効利用を行う場合は、各々の工事において必要となる品質の管理を適切に行うものとする。

(解説)

複数の工事間において、建設発生土の有効利用を行う場合は、それぞれの工事において土砂の品質について適切な管理を行わなければならない。

土砂を利用する工事では、用途毎に必要な発生土の品質について発生側の工事担当者に提示し、発生側は、利用者側の用途に適合するようにこれらを管理することとなる。その際、発生側では、掘削・仮置き等の施工方法によって、利用側の用途に適した品質が確保されるように適切な品質管理を行うものとする。

また、利用側の工事においては、受入土の品質を確認し、対象用途に適合するように出来形管理を行う。

土砂の品質管理・出来方管理は、以下に示すような項目に従って、実施されている。

(1) 発生側の品質管理・出来形管理

(a) 土質サンプルと土質試験結果の提示

土質試験は、各関係機関の指針、マニュアルおよび仕様書等で定められた試験方法に準じる。表7.5.9は、河川堤防における品質管理試験および頻度を示したものである。

発生側は、代表的な発生土を選んで採取し、利用側の要求する品質（表7.5.10に示す）に関してコーン指数の測定と土質試験を実施する。土質サンプルと土質試験結果は、利用側へ提示する。その後、利用側との協議により決められた頻度ごとにコーン指数の測定と土質試験を実施する。

表 7.5.9 土質試験項目例

種別	試験区分	試験項目	試験方法	試験基準	備考
材料	必須	土の締め試験 土の粒度試験 土粒子の密度試験 土の含水量試験 土の液性限界試験 土の塑性限界試験	JIS A 1210 JIS A 1204 JIS A 1202 JIS A 1203 JIS A 1205 JIS A 1206	当初および土質の変化時 但し土量が 5,000m ³ 未満の場合も実施する。	最大乾燥密度と最適含水比 } 土の分類
	その他	土の一軸圧縮試験 土の三軸圧縮試験 土の圧密試験 土のせん断試験 土の透水試験	JIS A 1216 地盤工学会 JGS0521~24-2000 JIS A 1217 地盤工学会 JGS0560-2000 JIS A 1217	必要に応じて	

表 7.5.10 用途毎の要求品質（参考）

用途	工作物の埋戻し	土木構造物の表込め	道路用盛土		河川築堤		土地造成		水面 準立	
			路床	路体	高規格堤防	一般堤防	宅地造成	公園・緑地造成		
材料 規定	最大粒径	50mm以下	(100mm以下)	—	—	100mm以下	(150mm以下)	100mm以下(軽石 300mm以下)	—	—
	粒度	Fc≤25%	(細礫分以下≥25%) (Fc≤25%)	—	—	φ37.5mm以上の混入率40%以下	(Fc=15~50%)	φ37.5mm以上の混入 率40%以下	—	—
	コンシス テンシー	—	(PI≤10)	—	—	—	—	—	—	—
	強度	規定のCBR以上	圧縮性の小さい材料	規定のCBR以上	—	qc≥400kN/m2	—	qc≥400kN/m2場合に よりqc≥200kN/m2	—	—
施工 管理 規定	施工含水比	監督員の指示	最適含水比とDc90%の 得られる湿潤側の含 水比の範囲	最適含水比とDc90%の 得られる湿潤側の含 水比の範囲	最適含水比とDc90%の 得られる湿潤側の含 水比の範囲	最適含水比より湿潤側で、規定の乾 燥密度が得られる範囲	Dc≥90%の締固め度 が得られる湿潤側の含水比 の範囲	最適含水比に近い状 態	—	—
	締固め度	Dc≥90%	Dc≥90~95%	Dc≥90~95%	Dc≥90%	RI計器：締固め度平均値Dc≥90% 砂置換法締固め度最低値Dc≥85%	RI計器：締固め度平均値 Dc≥90% 砂置換法締固め度規定値 Dc≥85%	RI計器：Dc≥87% 砂置換法：Dc≥85%	—	—
	空気間隙率 または飽和 度	—	—	—	粘性土 Va≤10% Sr≤85% 砂質土 Va≤15%	粘性土 Va=2~10% Sr=85~95% 砂質土 Va≤15%	粘性土 Va=2~10% Sr=85~95% 砂質土 Va≤15%	RI計器：Va≥13% 砂置換法：Va≥15%	—	—
	層の 上り厚さ その他	30cm 路床部20cm以下	20cm以下	20cm以下	30cm以下	30cm以下	30cm以下	30cm以下	まき出し厚さ30~ 50cm	—
基準等	建設省：「建設省 総合技術開発プロ ジェクト開発事業 への産物利用技 術の開発事業報告 書」昭和61年11月	社団法人日本道路協 会：「道路土工-施工 指針 改定版」昭和 61年11月	社団法人日本道路協 会：「道路土工-施工 指針 改定版」昭和 61年11月	社団法人日本道路協 会：「道路土工-施工 指針 改定版」昭和 61年11月	社団法人国土開発技術研究センター 「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」平成12年3月	—	—	都市基盤整備公団「工 事共通仕様書」平 成12年9月	—	—

※) 本表に示した要求品質は、本マニュアルでは参考扱いとしており、実際の適用にあたっては、利用側で定められている諸基準等に従うこととする。なお、RI 計器とは、放射性同位元素 (radioisotope, RI) を利用して土の湿潤密度および含水量を測定するための計器である。

凡例 Fc：細粒分含有率 Va：空気間隙率 —：特に規定なし
PI：塑性指数 Sr：飽和度 ()：望ましい値
qc：コーン指数
Dc：締固め度
Dc：平均締固め度

(b) 土質別発生土量の提示

代表的な発生土を土質区分毎に分類し、表 7.5.11 に示す土量変化率を考慮し、発生土量を算定する。

土工計画にとって極めて重要な指数であり、同時に工事費算定の重要な指数であるので、慎重に検討し上で、利用者側に提示する。

表 7.5.11 土量の変化率

分類名称	番号	変化率 L		変化率 C	
		標準値	標準範囲	標準値	標準範囲
礫質土	礫 (GW) (GP)	1.15	1.05~1.25	0.95	0.85~1.05
	礫質土 (GM) (GC)	1.20	1.10~1.30	0.95	0.85~1.05
砂質土 および 砂	砂 (SW) (SP)	1.20	1.10~1.30	0.95	0.85~1.05
	砂質土 (普通土) (SM) (SC)	1.20	1.10~1.30	0.90	0.80~1.00
粘性土	粘性土 (ML) (CL) (OL)	1.30	1.20~1.40	0.90	0.80~1.00
	高含水比粘性土 (MH) (CH) (OH) (V)	1.25	1.15~1.35	0.90	0.80~1.00

注) 範囲については、固結または締まった状態にあるものは上限値近くを、ルーズな状態にあるものは下限値近くを標準値とする。

(c) 計画土質と相違する場合

計画した土質と違った土質が発生した場合、発生側は速やかにその旨を利用者側に通知し、その発生土を採取して土質試験を実施する。土質サンプルと土質試験結果は、利用者側へ提示する。その結果が要求品質に適合しない場合は、利用者側と十分協議し適切な対策をとる。

(d) 土質改良を行う場合の処理土の土質サンプルと土質試験結果の提示

発生側が土質改良を行う場合は、利用側との協議により決定した改良工法で、発生側が処理土の土質試験を実施する。また、処理土の土質サンプルと土質試験結果は利用者側へ提示する。その後の本施工では、利用者側との協議により決められた頻

度ごとに土質試験を実施する。

(e) 土壌汚染の恐れがある場合

発生側において、発生土に土壌汚染の恐れがある場合は、「第7.6節 土壌汚染対策編」に準じて適切に対応する必要がある。また、条例や利用者側の意向により発生土中の特定有害物質の測定が求められる場合もあり、留意が必要である。なお、詳細については本編-土壌汚染対策編-を参照のこと。

(2) 利用者側の品質管理・出来形管理

(a) 受入土の品質管理

利用者側は、土質試験を実施し、要求する品質に適合することを確認する。

(b) 受入土量の検測

利用者側は、受入時に受入土量を検測する。

(c) 利用者側が土質改良を行う場合における改良土の品質の確認

改良土の土質試験を行い、要求品質に適合することを確認する。

(d) 出来形管理

用途毎の基準に基づいて出来形管理を行い、同基準に適合していることを確認する。

【安定化処理工の品質管理計画及び出来形管理の事例】

この工事での安定化処理工の品質管理計画及び出来形管理を表 7.5.12 に示す。

表 7.5.12 品質管理計画及び出来形管理内容

品質管理計画表

工種	種別	試験項目	試験方法	規格	試験基準	管理方法	適用
安定化処理工	施工前	六価クロム溶出試験	環境庁告示第46号	0.05mg/ℓ	施工前1回		
	施工中	一軸圧縮試験	JIS A 1216	qu=1/5qcより 埋戻土については qu=160kN/m ² 以上 盛土については qu=240kN/m ² 以上	1000m ³ に1回	工程能力図	供試体及び試験状況を写真8.1及び写真8.2に示す。
コンベネトロメータ試験		JGS 1431-1995	埋戻土については qu=800kN/m ² 以上 盛土については qu=1200kN/m ² 以上	初回は、σ3、σ7、σ28で管理する。 次回は、σ7、σ28で管理する。			

写真管理(撮影箇所一覧表)

区分	番号	工種	撮影項目	撮影時期	撮影頻度	提出頻度	適用
施工状況	1	工事施工中	施工中の写真(種別毎)	施工中	工種・種別毎に1回	適宜	
使用材料写真	2	使用材料	形状寸法	使用前	1回	不要	
品質管理写真	3	コンベネトロメータ試験	施工中の写真(種別毎)	施工中	種別毎に1回	不要	
出来形管理写真	4	使用材料	空袋数量確認(種別毎)	施工後	種別毎に1回	種別毎に1回	

出来形管理

工種	測定項目	規格値	測定基準	出来形図	出来形成果表	測定箇所
安定化処理工	空袋数量	設計数量以上	種別毎に1回			



写真 7.5.5 供試体作成状況

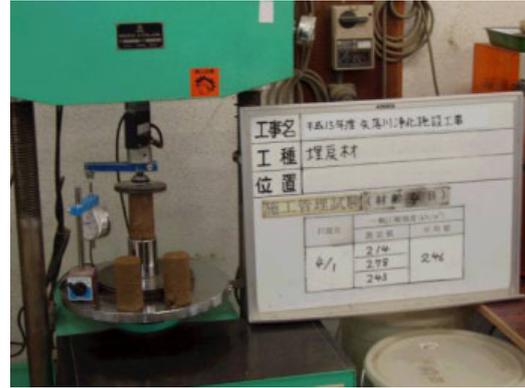


写真 7.5.6 一軸圧縮試験実施状況

<参考資料>

- ① 再生資源利用計画書 記載事例
- ② 建設発生土の受入に必要な試験基準、申込書 見本

例

年 月 日

土砂搬入申込書

〔新規/変更(増・減 承諾番号_____)〕

(株)建設資源広域利用センター
代表取締役社長 様

郵便番号 123-4567
住所 東京都千代田区大手町1-2-3
法人名 首都圏建設株式会社
代表者職氏名 首都圏 太郎 印

現場代理人 建設 次郎
電話
FAX

申請(郵送到着見込日)以降の日付としてください。

当社は、次の建設発生土を貴社が管理する(青梅地区(ア))受入地への搬入を申込みます。
なお、受入段階及び引き渡し後、搬入された土砂の中に受け入れ先の品質基準に適合しないものの混入が発見された場合は速やかに撤去します。

1 工事名	平成16年水23号 広域町水道送水管敷設工事		
2 発注機関	広域町水道建設事務所		
3 契約工期	平成16年 7月 1日 ~	平成17年 2月 15日	搬入予定完了日を契約工期以降に設定することはできません。
4 工事場所	広域町大字利用		
5 搬入土量(地山)	当初(変更前) (小数点第2位以下切り捨て) 3,300m ³	変更後 m ³	差引増減 m ³
6 土質	シルト (第3種建設発生土)		
7 搬入予定期間	平成16年7月1日 ~ 平成16年11月6日		
8 一日当搬入予定土量	23.8 m ³ (受入地通行証 3枚)		
9 受入料金等	当初(変更前) 4,704,000 円(税込)	変更後 円(税込)	差引増減 円(税込)
受入地毎に異なります。	土砂搬入管理券枚数(昼・夜の別) 当初(変更前) (端数切上げ) 361 枚	変更後 枚	使いまわしが原則です。必要最低限の枚数を記入してください。
10 受入料金支払方法	一括支払・分割購入(2回) (管理券・支払内訳等は発券申請書に記載)		

添付書類

1. 発券申請書
2. 土質調査表
3. 地質分析結果証明書(試料採取位置を記入した平面図・写真を添付のこと。なお、原本を提出のこと。)
4. 土質試験結果
5. 土砂搬入計画表
6. 工事位置図(S1/2,500程度)
7. 運搬経路図(S1/25,000程度)

上記申込記載事項(1、3~6)については、計画と相違ないことを申し添えます。

発注機関	担当者氏名 (所属)	(氏名) 印
	連絡先 電話	FAX

利用申込者が「1.工事名」から「10.受入料金支払方法」欄を記入した後、発注機関の担当者の確認を受けてください。

例

管理券に印字されますが
完了予定日以降でも
そのまま利用できます。

搬入申込書と計画表(カレンダー含
む)が一致するようにしてください

土砂搬入計画表

- 1 工事名
- 2 工事請負者 首都圏建設株式会社
- 3 土砂搬入予定期間 平成16年 7月 1日 ~ 平成16年 11月 6日
- 4 搬出全土量(地山) 2,000m³ ダンプ総台数 361台(10t)
- 5 搬入予定 (m³)

4月	5月	6月	7月	8月	9月
			444.00	362.80	180.20
10月	11月	12月	1月	2月	3月
600.00	413.00				

・小数点以下も記入してください。
・合計が搬入全土量と合致するようにしてください。

①16年 7月分 土量 444.00 m³/月、平均土量 19.3m³/日、ダンプ延 4台/日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
○	○	○	○			○	○	○	○				○	○	○	○					○	○	○	○	○		○	○	○	○

②16年 8月分 土量 362.80m³/月、平均土量 22.6 m³/日、ダンプ延 5台/日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
○			○	○	○	○													○	○	○	○			○	○	○	○		

③16年 9月分 土量 180.20m³/月、平均土量 9.0m³/日、ダンプ延 2台/日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
○	○	○	○	○			○	○	○									○	○	○			○	○	○		○	○		

④16年 10月分 土量 600.00m³/月、平均土量 27.2m³/日、ダンプ延 5台/日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
○	○	○			○	○	○	○					○	○	○	○				○	○	○	○			○	○	○	○	

⑤16年 11月分 土量 413.00m³/月、平均土量 137.6m³/日、ダンプ延 25台/日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
			○	○	○																									

⑥ 年 月分 土量 m³/月、平均土量 m³/日、ダンプ延 台/日

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

例

発券申請書

(新規・変更)

1 工事名

2 工事請負者

首都圏建設株式会社

電話

3 分割支払回数及び受入料金額等

搬入土量を元に枚数を算出してください

分割回数	土砂搬入管理券 発券枚数		積土 量 (q)	搬入土量 (Q)	A 搬入土量の合計 ()は累積土量 (Q)	B 受入料金額 (税込)	払込予定日
	車種	枚数 (Q÷q) <small>(端数切上げ)</small>					
第1回	10t車券	217枚	5.55m ³	1,200m ³	A1 1,200m ³	B1 2,822,400円	6月15日
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			
第2回	10t車券	144枚	5.55m ³	800m ³	A2 800m ³ (2,000m ³)	B2 1,881,600円	8月15日
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			
第3回	10t車券	枚	m ³	m ³	A3 m ³	B3 円	
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			
第4回	10t車券	枚	m ³	m ³	A4 m ³	B4 円	
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			
第5回	10t車券	枚	m ³	m ³	A5 m ³	B5 円	
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			
第6回	10t車券	枚	m ³	m ³	A6 m ³	B6 円	
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			
合計	10t車券	361枚	5.55m ³	2,000m ³	At 2,000m ³	Bt 4,704,000円	
	4t車券	枚	m ³	m ³			
	2t車券	枚	m ³	m ³			

合計量から差し引いた数量となります

(Q 搬入申込土量 2,000 m³)

注意

- 一括支払いの場合は、第1回と合計の欄のみご記入下さい。
- 分割支払い回数は、6回までの希望の回数を選べます。なお、各回の発券枚数を2か月分以上の土量となるようにお申し込み下さい。
- 払込予定日は、受入料金払込確認に必要ですので必ず記入して下さい。
- 積載土量は車輛トン数を単位体積重量(標準の場合1.8t/m³)で除し、小数第三位以下を切り捨てた数量とします。

例 10トン車・・・5.55m³
4トン車・・・2.22m³
2トン車・・・1.11m³

合計土量は土砂搬入申込書と一致させてください

則と

第 例 頁)

土砂等発生元証明書

特定事業者名 _____ 年 ____ 月 ____ 日

指定がない場合は記入しないでください。
様

記入しないでください。

工事請負者を記入してください。
Ⓞは現場責任者の私印で結構です。

発生元事業者
 郵便番号 _____
 住 所 広域町大字利用
 事業者名 首都圏建設株式会社
 代表者又は現場責任者 建設 次郎
 電話番号 _____

印

次のとおり搬出する土砂等が次の工事現場から発生し、又は採取された土砂等であることを証明します。

なお、これらの土砂等は、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和 45 年法律第 137 号）第 2 条第 1 項に規定する廃棄物ではありません。

工 事 名		
工事施工場所	広域町大字利用	
発 注 者		
工事施工期間	平成 16 年 6 月 1 日～平成 17 年 2 月 15 日	契約工期を記入してください
当該工事に係る土砂等発生総量	2, 0 0 0 m ³ (うち契約処分量 2, 0 0 0 m ³)	
今回の証明に係る土砂等の量	2, 0 0 0 m ³ (5, 000m ³ 以内)	
発生土砂等の地質分析（濃度）結果証明書の有無	有・無 別紙のとおり	運搬業者名を記入してください。
発生土砂等の区分	第 3 種建設発生土	
発生土砂運搬契約者名	住所 広域町中央 1-2	氏名 株式会社 資源工業
	住所	氏名
	住所	氏名
	住所	氏名
発生土砂最終処分事業者名	(一時たい積特定事業場) 住所	指定がない場合は記入しないでください。
	氏名	
	(埋立て等の事業場) 住所	
	氏名	

注 発生土砂等の区分の欄には、建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令別表第 1 に規定する区分を記載すること。

例

発注者が記入

年 月 日

土質調査表

株式会社 建設資源広域利用センター
代表取締役社長 岡田 重信 様

管理職以上の印が必要です

郵便番号
住所 ○○県広域町1-2
発注機関 職氏名 広域水道建設事務所長 水道 建夫 印
電話
FAX

下記工事について、受入条件を満たす建設発生土であることを認めます。

1 工 事 名	
2 工 事 場 所	広域町大字利用
3 土地利用の状況	当該地 道路 ----- 周辺地 住宅地
4 地 形	・山地 ・丘陵地 ・台地 ・ <u>低地</u>
5 土 の 区 分	資源の有効な利用の促進に関する法律第15条の規定に基づく国土交通省令第4条の別表第一に掲げる 第一種建設発生土・第二種建設発生土・ <u>第三種建設発生土</u> ・第四種建設発生土 (第一種改良土・第二種改良土・第三種改良土・第四種改良土) ----- 発生土の掘削工法 ----- シールド工事・地盤改良を含む工事・軟弱地盤地帯における工事 構造物の取り壊しを含む工事・地中壁を含む工事・建築物の建て替え工事 河川等しゅんせつ工事 <u>一般土木工事</u> その他 ()
6 色 相	黒色 <u>褐色</u> 、黄色、白色、その他 ()
7 臭 気	<u>無臭</u> 、 様の臭気あり
8 特 記 事 項	搬入土の平均単位体積重量： <u>1.8</u> t/m ³ <div data-bbox="954 1585 1380 1720" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> 通常土の場合、1.8t/m³ となります。 その場合、10t車に5.55 m³ 積載可となります。 </div>
9 判定及び判定者	土質調査の結果、上記のとおり判定いたします。 職名 印

監督員の印が必要です。

注) 該当項目に○印をご記入ください。

平均単位体積重量が1.8 t/m³以外の場合、根拠資料を添付して下さい

例

地質分析（濃度）結果証明書

様

年 月 日

16年度より土量に関係なく必要です。
調査には約2週間必要です。
採取場所を図示すると共に写真を撮影して添付してください。

発行番号
分析機関名
代表者
所在地
電話番号
計量証明事業者の登録番号
環境計量士

印

印

年 月 日に依頼のあった検体について、平成3年環境庁告示第46号付表に定める方法により検液を作成し、計量した結果を次のとおり証明します。

(検体区分・番号)

計量の対象	単位	測定値	定量下限値	基準値	計量方法
溶出	カドミウム	mg/l		0.01	日本工業規格 K0102 55、農用地 昭和49農林省令47号 (1mg/kg未満)
	全シアン	mg/l		不検出	日本工業規格 K0102 38(38.1.1の方法を除く)
	有機磷	mg/l		不検出	昭和49. 環告第64号付表1、日本工業規格K0102 31.1のガスクロマトグラフ以外のもの
試験	鉛	mg/l		0.01	日本工業規格 K0102 54
	六価クロム	mg/l		0.05	日本工業規格 K0102 65.2
	砒素	mg/l		0.01	日本工業規格 K0102 61
試験	総水銀	mg/l		0.0005	昭和46. 環告第59号付表1
	アルキル水銀	mg/l		不検出	昭和46. 環告第59号付表2、昭和49. 環告第64号付表3
	PCB	mg/l		不検出	昭和46. 環告第59号付表3
	ジクロロメタン	mg/l		0.02	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.2
	四塩化炭素	mg/l		0.002	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.4.1, 5.5
	1,2-ジクロロエタン	mg/l		0.004	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.2
	1,1-ジクロロエタン	mg/l		0.02	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.2
	1,1,2-ジクロロエタン	mg/l		0.04	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.2
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/l		1	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.4.1, 5.5
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/l		0.006	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.4.1, 5.5
	トリクロロエタン	mg/l		0.03	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.4.1, 5.5
	テトラクロロエタン	mg/l		0.01	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.4.1, 5.5
	1,3-ジクロロプロペン	mg/l		0.002	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.1
	チウラム	mg/l		0.006	昭和46. 環告第59号付表4
	シマジン	mg/l		0.003	昭和46. 環告第59号付表5第1、第2
	チオベンカルブ	mg/l		0.02	昭和46. 環告第59号付表5第1、第2
	ベンゼン	mg/l		0.01	日本工業規格 K0125 5.1, 5.2, 5.3.2
	セレン	mg/l		0.01	日本工業規格 K0102 67.2, 67.3
	ふっ素	mg/l		0.8	日本工業規格 34.1、昭和46. 環告第59号付表6
	ほう素	mg/l		1	日本工業規格 47.1、47.3、昭和46. 環告第59号付表7
含有量試験	農用地 田に限る	砒素 銅	mg/kg mg/kg	15 125	昭和50. 総令第31号第1条第3項及び第2条 昭和47. 総令第66号第1条第3項及び第2条
検体の性状	形状		色		におい
備考	発生場所： 発生土事業者名	工事名：			

* 計量証明の事業の工程の一部を外部の者に行わせた場合の当該工程を実施した事業者の氏名又は名称及び事業者の所在地：

第三

例

第八号及び第五号第三号)

検査試料採取調書

記入しないでください

年 月 日

採取者
住所

所属

職氏名

連絡先電話

発生元事業者
(工事請負者) } いずれでも可
分析機関

印

必ず押印してください

別添地質分析(濃度)結果証明書(排水汚染状況測定(濃度)結果証明書)の検査試料を次のとおり採取しました。

検体区分	□ 1+10 (地質分析(濃度)結果証明書の献体区分を記入)
報告区分	地質 (表土・搬入・定期・廃止・完了・終了) 排水 (定期・廃止・完了・終了)
採取年月日	平成16年度5月6日 (分析機関への依頼日の差は1~3日とする。)
採取日の天候	晴
地質分析の場合の 採取深度	GL-0.5m

注 検体区分の欄には、この調書に係る地質分析(濃度)結果証明書、排水汚染状況測定(濃度)結果証明書に記載された番号等を記載すること。

土量が申込と同じ場合

例

年 月 日

土砂搬入完了届

株式会社 建設資源広域利用センター
代表取締役社長 岡田 重信 様

完了確認書の宛先になります。

郵便番号
住所 東京都千代田区大手町1-2-3
工事請負者 法人名 首都圏建設株式会社
代表者名 首都圏 太郎 印
電話
F A X

次の建設発生土を貴社管理の 青梅地区（ア） 受入地へ搬入する業務が完了しましたので届出いたします。

1 承諾番号	第 都-012345 号	承諾書の右肩にある番号です。	
2 承諾年月日	平成16年6月10日		
3 工事名			
4 発注機関			
5 工事場所	広域町大字利用		
6 土砂搬入開始日	平成16年7月1日 から		
7 土砂搬入完了日	平成16年11月6日 まで		
8 搬入土量（地山）	搬入申込土量	2,000.00 m ³	
	搬入完了土量	2,000.00 m ³	
	差引増減（搬入完了土量－搬入申込土量）	0 m ³	
9 土砂搬入管理券	発券枚数	使用枚数	差引残（要返却）
	10t車券 361枚	361枚	0枚
	4t車券 枚	枚	枚
	2t車券 枚	枚	枚
10 完了確認書の要否	<input checked="" type="radio"/> 要 <input type="radio"/> 不要		

実際に搬入した期間を記入してください。

当社使用欄

特に申し出がない場合、完了確認書の送付先は『工事請負者』になります。

受領日	事業課確認	経理確認	確認書発行日

第 7.6 節 土壤汚染対策

7.6.1 総論

1) 目的

本節は、河川土工の現場において、汚染土壌や汚染地下水に遭遇した場合の技術的な対応方法について記述したものであり、工事に伴う汚染の拡散を防止し、良質な河川の整備に資することを目的とする。

(解説)

河川土工においては、工事施工現場の関係技術者(発注者、受注者、自治体関係者、土壤汚染対策法やダイオキシン類特別措置法に基づく関係機関)が、汚染土壌や汚染地下水に遭遇した場合の対応方法を良く理解し、的確な判断と対応策を講じて施工を進めていくことが大切である。

本節は、河川土工の現場において、汚染土壌や汚染地下水に遭遇した場合の技術的な対応方法について記述したものであり、本節を適用した適切な対応によって、工事に伴う汚染の拡散を防止し、良質な河川の整備に資することを目的として作成されたものである。

2) 適用範囲

本節は、主として直轄河川において実施される河川土工について適用する。

(解説)

一般に、既設堤防・高水敷・河床などの河川区域の状況は、各河川あるいは施工された場所の状況によって条件が大きく異なっており、汚染土壌や汚染地下水に遭遇した場合には、現場の状況に応じた臨機の対応が望まれる。

本節は、このような、あらゆる状況での汚染土壌や汚染地下水に遭遇した場合の技術的対応方法を網羅しているものではなく、主として直轄河川において実施される、標準的な工事を対象として、工事による汚染の拡散を防止し、良質な河川の整備を進めるために必要となる基本的な調査、対策、モニタリングに関する考え方や技術的な事項について記述したものである。

3) 用語の定義

河川の土工において一般的に実施される地盤汚染対策に係る主要な用語は、関係法規、マニュアル類によると以下に記述するようなものがある。

本マニュアルでは、以下のように用語を定義する。

(1) 特定有害物質による汚染に係る用語

- ・ 土壌汚染 : 土壌に含まれる特定有害物質が土壌溶出基準もしくは土壌含有基準を超過している状態
- ・ 汚染土壌 : 上記の状態にある土壌
- ・ 地下水汚染 : 地下水に含まれている特定有害物質が地下水基準を超過している状態
- ・ 汚染地下水 : 上記の状態にある地下水
- ・ 地盤汚染 : 土壌汚染および地下水汚染の総称
- ・ 汚染地盤 : 汚染された土壌および地下水の総称
- ・ 指定基準 : 土壌汚染対策法に規定される土壌含有量基準および土壌溶出量基準
- ・ 土壌含有量基準 : 土壌汚染対策法に規定される指定区域の指定に係る基準のうち土壌に含まれる特定有害物質の量に関するもの
- ・ 土壌溶出量基準 : 土壌汚染対策法に規定される指定区域の指定に係る基準のうち土壌に水を加えた場合に溶出する特定有害物質の量に関するもの
- ・ 地下水基準 : 土壌汚染対策法に規定される基準のうち地下水から検出される特定有害物質の量に関するもの
- ・ 緊急調査 : 汚染の可能性のある地盤に遭遇した際に、含まれる有害物質の種類を明らかにするための調査
- ・ 資料等調査 : 汚染の経緯の推定および地盤・地下水条件を把握するために主として既存資料を対象として行う調査
- ・ 汚染状況調査 : 地盤汚染の範囲の確定、地下水状況を把握するために主として現地を対象に行う調査
- ・ 影響検討 : 合理的な汚染の除去等の措置を実施するために、定性的もしくは定量的な手法により地盤汚染による周辺への影響を予測すること
- ・ 保全対象 : 飲用井戸など、汚染されることにより人の健康被害が生ずるおそれのあるもの
- ・ 安全確保のための応急措置 : 直ちに汚染の拡散がある、もしくは作業員の健康などに影響を与えることが懸念される場合に、緊急に実施される措置
- ・ 汚染の除去の措置 : 調査等の結果、地盤汚染対策が必要であると判断される場合に実施する措置
- ・ 搬出汚染土壌 : 敷地外へ搬出する汚染された土壌
- ・ 公定法 : 土壌汚染対策法に規定される測定方法（平成 15 年 3 月 6 日環境省告示第 16～19 号）
- ・ 簡易測定法 : 簡易分光光度法、簡易比色法、検知管、ガスモニター等

(2) ダイオキシン類汚染に係る用語の解説

- ・ダイオキシン類 : ダイオキシン類は、工業等で意図的に製造する物質ではなく、ものの焼却の過程などで自然に生成してしまう物質（非意図的生成物）であり、環境中には広く存在しているが、量は非常にわずかである。
一般に、ポリ塩化ジベンゾーパラジオキシン（PCDD）とポリ塩化ジベンゾフラン（PCDF）をまとめてダイオキシン類と呼び、コプラナーポリ塩化ビフェニル（コプラナーPCB）のようなダイオキシン類と同様の毒性を示す物質をダイオキシン類似化合物と呼んでいる。なお、ダイオキシン類対策特別措置法においては、PCDD および PCDF にコプラナーPCB を含めて“ダイオキシン類”と定義されている。
- ・ダイオキシン類対策特別措置法：ダイオキシン類による環境の汚染の防止およびその除去等をするため、ダイオキシン類に関する施策の基本とすべき基準を定めるとともに、必要な規制、汚染土壌に係る措置等を定めることにより、国民の健康の保護を図ることを目的とする法律。
- ・土壌に関するダイオキシン類の環境基準：ダイオキシン類対策特別措置法第七条に従い定めた、人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準（1000pg-TEQ/g 以下）。なお、土壌にあつては、土壌中のダイオキシン類の量が調査指標である 250pg-TEQ/g 以上の場合には、必要な調査を実施することとなる。
- ・対策地域 : ダイオキシン類対策特別措置法第二十九条に従い、都道府県知事がダイオキシン類による土壌の汚染の状況が土壌の汚染に関する基準を満たさない地域であつて、当該地域内の土壌のダイオキシン類による汚染の除去等をする必要があるものとしてダイオキシン類土壌汚染対策地域として指定した地域。
- ・TEQ : ダイオキシン類は、物質により毒性の強さがそれぞれ異なっており、PCDD の一種である 2,3,7,8-TCDD がダイオキシン類の中で最も毒性が強いことが知られている。そのため、ダイオキシン類としての全体の毒性を評価するためには、合計した影響を考えるための手段が必要となる。そこで、最も毒性が強い 2,3,7,8-TCDD の毒性を 1 として他のダイオキシン類の毒性の強さを換算した係数が用いられている。多くのダイオキシン類の量や濃度のデータは、この毒性を足し合わせた値（通常、毒性等量（TEQ : Toxic Equivalent）という単位で表現）が用いられている。

4) 地盤汚染に係る関係法規および汚染指定基準

河川土工に際しては、特定有害物質及びダイオキシン類による汚染地盤に遭遇した場合を想定して、関係法規の内容を調査しておく必要がある。

(解説)

(1) 特定有害物質による地盤汚染に係る関係法規及び汚染指定基準

(a) 関係法規・マニュアル類

特定有害物質による土壌汚染に係る主な関係法規及び汚染指定基準には、以下のものがある。

法令・法律・マニュアル名	制定・施行年
環境基本法	平成5年11月
土壌汚染対策法	平成14年5月
水質汚濁防止法	昭和45年12月
建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル（暫定版）	平成15年7月

※) 上記の他、自治体が定める条例は、別途参照する必要がある。

以上、平成17年11月1日時点

なお、これら関係法規や汚染指定基準は、随時改訂が行われているため、適用の際には、最新の改正・改訂の状況を確認する必要がある。

現時点での関係法規については、巻末の参考資料にまとめて示した。

平成14年に制定された「土壌汚染対策法」における「土壌汚染」とは、「環境基本法」（平成5年法律第91号）第2条第3項に規定する、人の活動に伴って生ずる土壌の汚染に限定されたものであり、自然的原因により有害物質が含まれる土壌については、本法の対象とはならない。

但し、自然的原因によるものであっても場合によっては、実際には工事の中で、土壌汚染対策の対象となっている場合があるので、留意が必要である。

河川の土工を行うにあたって、通常遵守すべき有害物質は、以下の25物質が定められている。

① 第一種特定有害物質（揮発性有機化合物の11物質）

四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、ベンゼン

② 第二種特定有害物質（重金属等の9物質）

カドミウム、六価クロム、シアン、水銀（アルキル水銀）、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素（それぞれその化合物を含む。）

③ 第三種特定有害物質（農薬等の5物質）

シマジン、チオベンカルブ、チウラム、PCB、有機りん化合物

(b) 河川土工に係る汚染指定基準

河川土工においては、以下に示す汚染指定基準が適用される。

- 土壤汚染対策法施行規則に定められている各有害物質に関する基準
- 公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準
土壤汚染対策法では、特定有害物質について、健康被害を起こしやすい有害物質が指定されており、その基準値（地下水基準、指定基準、第二溶出基準）が定められている。

土壤汚染対策法施行規則に定められている各有害物質に関する基準および公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準は巻末の参考資料に示した。

(2) ダイオキシン類による地盤汚染に係る関係法規及び汚染指定基準

(a) 関係法規・マニュアル類

ダイオキシン類による土壤汚染に関わる関係法規及び汚染指定基準には、以下のものがある。

法令・法律・マニュアル名	制定・施行年
環境基本法	平成15年11月
ダイオキシン類対策特別措置法（法律第105号）	平成11年7月
水質汚濁防止法	昭和45年12月
廃棄物処理及び清掃に関する法律（法律第137号）	昭和45年12月
建設工事で遭遇するダイオキシン類汚染土壤対策マニュアル[暫定版]	平成15年7月

※) 上記の他、自治体が定める条例は、別途参照する必要がある。

以上、平成17年11月1日時点

なお、これら関係法規や汚染指定基準は、改訂が行われるため、適用の際には、改正・改訂の状況を確認する必要がある。また、関係法規は、巻末の参考資料にまとめて示した。

河川の土工を行うにあたって、通常遵守すべきダイオキシン類は、地盤に含まれることに起因して健康被害を生ずるおそれがあるもので、ダイオキシン類対策特別保護法で以下の3種のダイオキシン類が規定されている。

ポリ塩化ジベンゾフラン（PCDD）、ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ジオキシン（PCDF）、
コプラナーポリ塩化ビフェニル（コプラナーPCB）

(b) 河川土工に係る汚染指定基準

河川土工においては、以下の示す汚染指定基準が適用される。

- ダイオキシン類による大気汚染、水質の汚濁（水底の底質の汚染を含む。）及び土壤汚染に係る環境上の条件につき人の健康を保護する上で維持されることが望ましい基準
- 公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準

ダイオキシン類対策特別措置法では、健康被害を起こしやすいダイオキシン類が指定されており、その基準値（環境基準、作業基準、排出基準）が定められている。

環境省告示 ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁（水底の底質汚染を含む）及び土壌汚染に係る環境基準に定められているダイオキシン類に関する基準および公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準は参考資料に示した。

5) 汚染地盤に遭遇した場合の安全確保等のための応急措置

河川区域内の土工事において、通常の状態ではない土と遭遇した場合や廃棄物等が確認された場合は、緊急調査を行い、必要とされる応急措置を適切に実施しなければならない。

（解説）

河川区域内の土工事において、刺激臭や異臭など通常の状態ではない土と遭遇した場合や有害物質が収納された容器や廃棄物等が確認された場合には、その原因が特定有害物質及びダイオキシン類であるか否かを明らかにするための緊急調査を実施するとともに、汚染の拡散や飛散、作業員への曝露、周辺住民等第三者への被害を防止するための応急措置を講じなければならない。

なお、緊急調査では、特定有害物質については土壌含有基準や土壌溶出量基準以上、ダイオキシン類については調査指標以上の汚染物質が含まれているか確認する。

応急措置としては、暴露経路の遮断や直接摂取の防止のため、立入禁止の措置（写真7.6.1参照）とともに、シートや覆土等による措置を講じる。また、直ちに自治体、警察、消防等の関係機関と協議し、その後の対応を検討する必要がある。

特に、特定有害物質により、急性毒性による健康被害が生じたり、その可能性がある場合には、住民説明とともに、作業員や周辺住民の避難等の措置も講じる必要がある。また、ダイオキシン類汚染が存在する場合や収納容器が破損して緊急に対応が必要な場合、あるいは、簡易測定法により調査指標以上のダイオキシン類の存在の可能性がある場合には、応急措置を実施するとともに、危険度が高いと判断される場合には、警備員等を配置することも検討する。

特定有害物質による地盤汚染に遭遇した場合の応急措置を表7.6.1に、ダイオキシン類による地盤汚染に遭遇した場合の緊急措置を表7.6.2に示した。

なお、汚染粉塵等が飛散する可能性のあるエリアは密閉する必要がある（参-243参照）、応急措置は特定有害物質については土壌含有基準や土壌溶出量基準未満、ダイオキシン類については調査指標未満の汚染であることが確認された場合に解除するものとする。



写真 7.6.1 立入禁止柵の設置状況

表 7.6.1 特定有害物質による遭遇した場合の応急措置の例

安全確保等のための応急措置が必要な状況の例	応急措置の例
汚染された土壌が露出しており、作業等が直接摂取したり、飛散し、汚染が拡大するおそれのある状況	・ 立入禁止
土壌が悪臭（ガス臭等）を発生しており、作業等による吸引や拡散により周辺に汚染が及ぶおそれがある状況	・ 覆土（盛土） ・ その他のシート等による覆い
有害物質収納容器の破損など工事中の事故により有害物質が漏洩している状況	・ 立入禁止 ・ 有害物質および汚染された周辺土壌等の掘削除去あるいは盛土
汚染された地下水が用地外へ流出するおそれがある状況	・ 矢板等による遮水

表 7.6.2 ダイオキシン類による遭遇した場合の応急措置の例

対応ランク	状況	応急措置の例
Aランク 危険度：高	・ 有害物質収納容器と予想されるものが、工事中の事故により破損した場合	・ 立入禁止、シート等による暴露経路の遮断 ・ 保護具の着用による作業 ・ 有害物質と周辺土壌等の掘削除去 ・ 公共水域への流出の可能性がある場合は水域管理者へ通報
Bランク 危険度：中	・ 都道府県等の調査により、ダイオキシン類の存在が確認された土壌が表層に露出している場合 ・ ダイオキシン類汚染の可能性がある地盤（廃棄物や農薬、廃油等の異物の混入）が表層に露出している場合	・ 立入禁止、シート等による暴露経路の遮断 ・ 保護具の着用による作業
Cランク 危険度：小	・ 有害物質収納容器と予想されるもの存在する場合 ・ 都道府県等の調査により、ダイオキシン類の存在が確認された土壌が地中に存在している場合 ・ ダイオキシン類汚染の可能性がある地盤（廃棄物や農薬、廃油等の異物の混入）が地中に存在している場合	・ 立入禁止

なお、河川区域内の土工事において安全確保等のための応急措置が必要な状況に遭遇することを勘案し、シート、粉塵マスク、ガスマスクや手袋(写真7.6.2参照)、酸素ボンベ等を現場に常備するとともに、緊急時の対応マニュアルの作成や訓練を行い、適切な応急措置ができるように努める必要がある。

また、消防や警察、救急病院を含めた緊急時の連絡体制を確立しておくものとする。



写真 7.6.2 保護具の着用状況(例)

7.6.2 河川土工における特定有害物質による地盤汚染対策

1) 現場における対応手順

河川土工に際しては、特定有害物質による汚染地盤に遭遇した場合を想定して、調査から対策に至るまでの対応手順をあらかじめ理解しておくことが望ましい。

(解説)

(1) 特定有害物質による汚染の可能性がある地盤に遭遇した場合の対応手順

河川土工において土壌汚染に遭遇するケースとしては、河川土工において以下に示すケースが想定される。

- 悪臭や特異な色を示す土が発見された場合
 - 不法投棄された廃棄物等が発見された場合
 - 掘削された建設発生土の搬出・搬入に伴う品質検査によって汚染が判明した場合
- 一般的な対応手順については図 7.6.1 に示した。

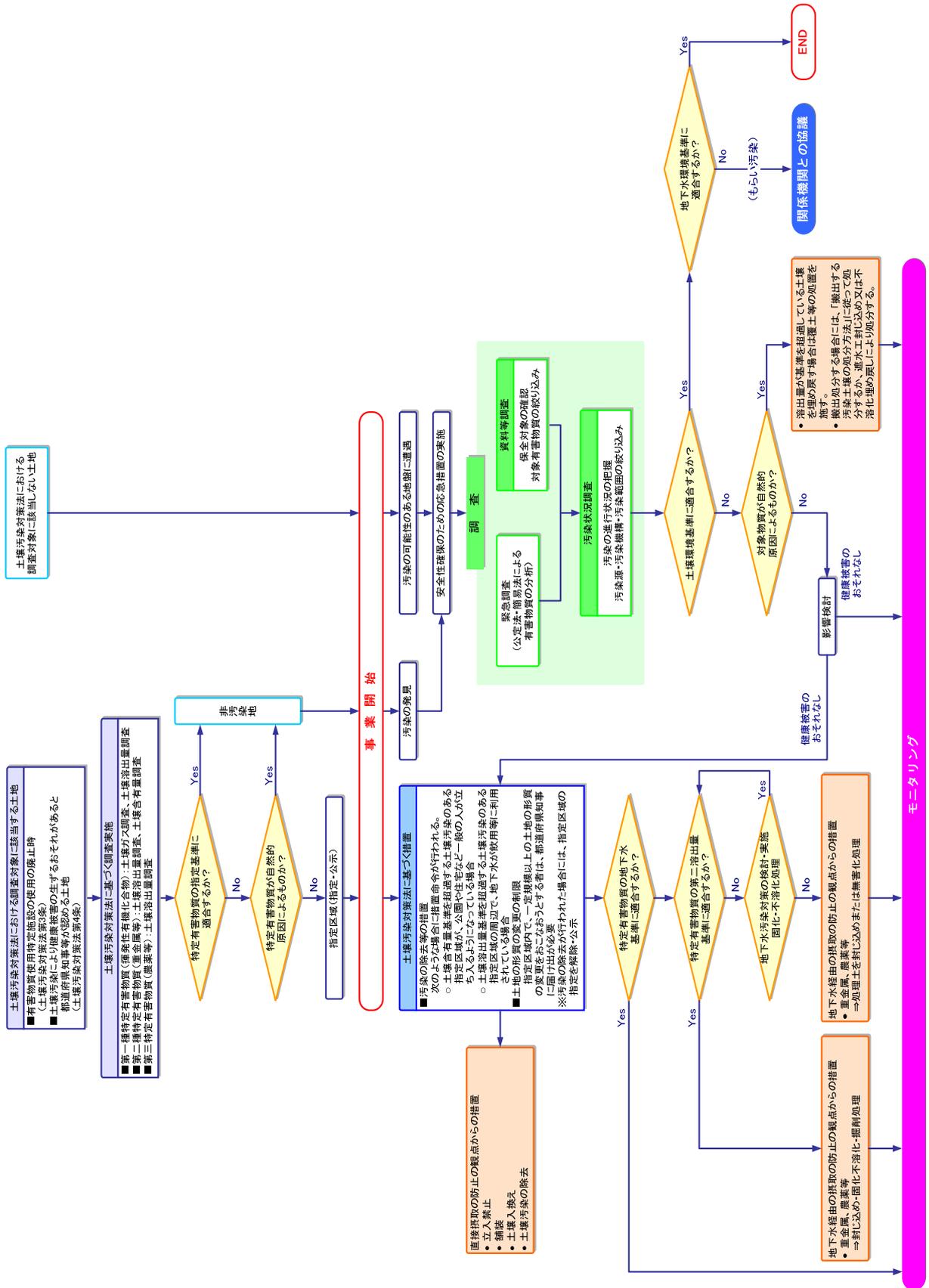


図 7.6.1 河川土工において特定有害物質による汚染地盤に遭遇した場合の一般的な対応手順

2) 調査

河川における土工事の施工中に特定有害物質による汚染の可能性のある地盤に遭遇した場合には、汚染状況を把握すること及び対策工の立案に必要な調査を適切に行うものとする。

(解説)

河川区域内での土工事中に特定有害物質による汚染の可能性のある地盤に遭遇した場合、実施しなければならない調査は、以下の3種類がある。

- (1) 緊急調査
- (2) 資料等調査
- (3) 汚染状況調査

ただし、土壤汚染対策法や自治体の条例の適用を受ける場合には、これらの法令で定められた調査を実施しなければならない。一般的な調査から地盤汚染対策の実施に至るまでの手順としては、図7.6.2に示すものがある。

調査に際して、汚染原因が敷地外にあることが想定される場合は、工事上の安全確保はもちろんのこと、作業員や周辺住民の健康被害に関わる問題であるので、速やかに自治体を含む関係機関に相談することが望ましい。また、調査は、その結果を計量証明書として公的機関に報告する必要があることから、土壤汚染対策法に基づく指定調査機関を介して実施するものとする。

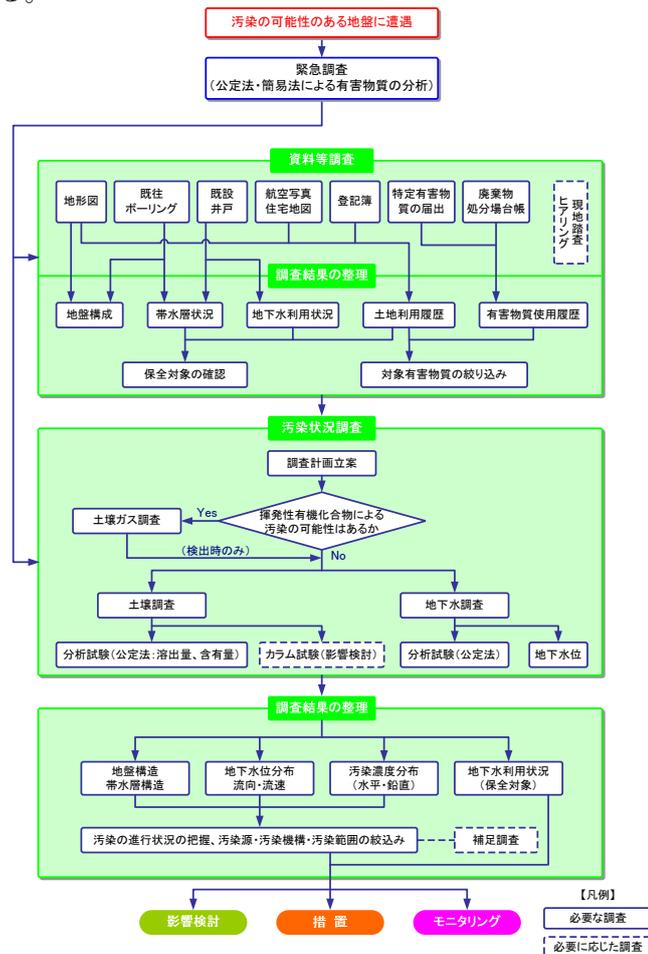


図 7.6.2 特定有害物質による汚染地盤の一般的な調査フロー

(1) 緊急調査

河川土工の現場において、通常の状態ではない地盤に遭遇した場合は、実態を把握するため、緊急調査を行なわなければならない。

河川区域内の土工事において外観での確認や五感を通じて発見される地盤汚染に遭遇するケースは、以下のような状況が考えられる。

- 焼却灰や廃材を混入する廃棄物の掘削
- 朽ちたドラム缶や石油缶から内容物の漏出
- 刺激臭や異臭、異様な色を呈した土壌・地下水の認知
- 掘削土を残土として処分する場合に受け入れ側基準に従う分析を行なって判明する場合
- その他

また、汚染物質の種類により、以下に示すような特徴を有するものもある。

- 六価クロムなどは、濃度が高い場合、黄色に着色しているケースがある。
- シアンは青色に着色しているケースがある。
- 砒素やカドミウムなどは視認することは困難であるので注意が必要である。
- PCBは少量でも毒性が大変高いので注意が必要である。
- 水銀は重金属であるが揮発する場合もある。

河川土工の現場において、通常の状態ではない地盤に遭遇した場合、まず地盤汚染であるのか否か、含まれる物質が特定有害物質であるのか否かを緊急に調査する。

具体的にはその土壌試料と周囲の水を採取し、環境省告示第 16～19 号（平成 15 年 3 月 6 日）に規定されている測定法または適切な簡易測定法（簡易分光光度法、簡易比色法、検知管、ガスモニター等）による分析を行なう。

なお、簡易測定法については、「土壌・地下水汚染の調査及び対策実務」（(社)土壌環境センター）等を参照されたい。特定有害物質としての分析対象については巻末の参考資料に示した「各特定物質の基準値」に示されている 25 項目とする。

分析結果から、特定有害物質が特定された場合は、特定された有害物質を中心として資料等調査や汚染状況調査を進める。また、緊急調査の結果から、有害物質の濃度が高く、作業員への曝露等のおそれがあると判明した場合には、安全確保等のための応急措置（7.6.1 5）安全確保等のための応急処置 参照）を検討する。

一方、緊急調査により当該土壌に有害物質の存在が認められない場合についても、周辺において、より濃度の高い有害物質が存在している可能性もあるので、資料等調査や汚染状況調査を行い、有害物質の有無を把握する必要がある。

(2) 資料等調査

河川土工において特定有害物質による汚染地盤に遭遇した場合は、対策等の計画立案のために、既存資料等に基づいた調査を適切に行うものとする。資料収集は、以下に示す1)～4)の4項目について行う。

なお、これらの資料は、以後の汚染状況調査から地盤汚染対策、およびモニタリングまでの検討における基礎資料とする。

(a) 地盤構成

特定有害物質による土壌汚染、地下水汚染などの汚染経路の推定を行うため、以下の項目について調査する。

- 水文地質の状況、特に水系、地下水盆
- 地下水の流向、流速
- 地形、地質

水文地質状況等を調査する場合には、遭遇した汚染現場から上流側を重点的に実施する。必要に応じて現地踏査を行う。

(b) 帯水層状況

既往のボーリング資料等をもとに、以下の項目について調査する。

- 帯水層の透水性、
- 帯水層の分布・連続性
- 地下水位

(c) 地下水利用状況

保全すべき対象として、以下の項目について調査する。

- 対象箇所周辺の既設井戸等、
- 地下水の利用状況
- ため池の分布、構造
- その他

(d) 土地利用履歴・有害物質使用履歴

汚染の原因を推定するため、以下の項目について調査する。

- 汚染箇所とその周辺の土地利用履歴
- 周辺地域での特定有害物質使用履歴
- 有害物質に係る廃棄・排出などの履歴調査
- 過去の地形図、住宅地図、空中写真などを収集・整理
- 必要に応じて現地踏査
- 必要に応じて周辺の施設、官公庁、住民などを対象としたアンケートや聞き取り調査

(3) 汚染状況調査

河川土工において汚染地盤に遭遇した場合は、汚染の三次元的広がりを把握し、地盤汚染対策及びモニタリングの検討に必要な情報を得るため、汚染状況調査を行なうものとする。

調査計画の立案にあたっては、資料等調査で得た情報等をもとに、あらかじめ汚染源、汚染範囲および汚染機構について仮説を立て、これを調査によって検証する形で進めることが望ましい。

(a) 調査範囲

汚染状況調査の範囲については、資料等調査の結果に基づき、保全すべき対象や汚染濃度が高いと想定される範囲、汚染源の位置関係、周辺の地盤条件、特定有害物質の種類・性質などを考慮して設定する。

汚染源が敷地外にある「もらい汚染」の場合、あるいは汚染が敷地外に拡散している可能性が高い場合には、用地外側の調査の必要性について、自治体を含む関係機関と協議することが望ましい。

(b) 調査内容

調査項目は、以下のように特定有害物質の種類に応じて選定する。

- 揮発性有機化合物に対しては、土壌ガス調査を主体とし、土壌調査（土壌溶出量）および地下水調査も併せて行う。
- 揮発性有機化合物以外の有害物質に対しては、土壌ガス調査は必要なく、土壌調査（土壌溶出量および土壌含有量）および地下水調査を行う（土壌含有量は重金属等に対してのみ）。

なお、特定有害物質の測定方法は、汚染範囲を絞り込む場合では簡易測定法でもよいが、汚染の有無を評価する場合は公定法（土壌ガス調査（平成15年3月6日環境省告示第16号）、土壌溶出量調査（平成15年3月6日環境省告示第18号）、土壌含有量調査（平成15年3月6日環境省告示第19号））による。

(c) 調査の留意点

調査に際しては、その調査によって汚染を拡大・拡散させること（二次汚染）を防止するよう細心の注意を払うものとする。

また、試料の運搬などに当たっては、運搬中に化学的な性質が変化しないよう留意する。

(4) 調査結果の評価及び利用

対策を実施すべき範囲は、調査結果を指定基準をもとに評価して設定するものとする。

また、確認された汚染が自然的原因によるものかどうか、汚染源が当該工事区域外にある（いわゆる「もらい汚染」）かどうかを判断し、適切な処理を行わなければならない。

なお、これらの評価結果は、影響検討、地盤汚染対策、モニタリング等の検討の際の資料として利用するものとする。

(a) 調査結果の整理

各調査結果は以下の観点から整理するものとする。

- ① 特定有害物質の種類、濃度および深度
- ② 地下水位（汚染が地下水まで達しているか）
- ③ 地下水の流向・流速

(b) 汚染の除去等の措置を実施すべき範囲の設定

①汚染土壌の場合

平面範囲は、10m×10mのメッシュで実施した汚染状況調査の結果、「基準値に適合しないことが認められた区域」とし、深度範囲は、深度1m毎に実施した汚染状況調査の結果、「基準値に適合しないことが認められた深度」以深の「基準値に適合することが認められた深度」までの範囲とする。

②汚染地下水の場合

汚染の除去等の措置を実施すべき汚染地下水の範囲は、地下水基準に適合しない範囲を基本とする。

(c) 自然的原因によるものかどうかの判定

汚染が自然的原因によるものかどうかの判定は「土壌中の特定有害物質が自然的原因によるものかどうかの判定方法」（「土壌汚染対策法の施行について」（環水土第20号，平成15年2月4日）（巻末の参考資料を参照）に基づいて判定する。

なお、汚染が自然的原因によるものと判定された場合にも、工事の中で土壌汚染対策の対象となっている場合があるので、留意が必要である。特に自然的原因による汚染土を当該工事区域外に搬出する際は、汚染土と同じ取り扱いをしなければならない。

①「もらい汚染」と判断された場合の対応

汚染土壌がもらい汚染と判断された場合において当該工事区域内で汚染土の除去等を行う場合は、汚染を工事区域外に拡散させるおそれがあるので、自治体を含む関係機関と協議することが必要である。

②調査結果の利用

上記①に示した調査の結果は、地盤汚染対策、モニタリングを検討する上で必要となる他、土壌汚染対策法の適用の有無を検討する際にも必要となる。

3) 対策

(1) 対策計画の検討

河川土工において、特定有害物質による汚染地盤に遭遇した場合は、汚染の拡散を防止のための対策計画を適切に検討するものとする。

(解説)

調査等の結果、特定有害物質が土壌や地下水中に基準を超過して存在することが確認された場合には、対策を検討するものとする。対策工選定に際しては、調査結果をもとに河川区域外への影響を検討しなければならない。また、地盤汚染対策の検討にあたっては、自治体を含む関係機関と協議を行うことが望ましい。なお、当該の地盤汚染が、土壌汚染対策法の措置命令、水質汚濁防止法の地下水浄化命令の対象となる場合には、同法に基づき対応しなければならない。

地盤汚染対策における土壌汚染対策と地下水汚染対策の選定手順を図 7.6.4 に示す。

土壌に含まれる特定有害物質が土壌溶出基準を超過して存在する場合には、土壌汚染と地下水汚染の対策を併せて計画する。

また、本節で対象とする特定有害物質以外の物質（例えば油）による汚染の場合は、別途、対策を検討するものとする。

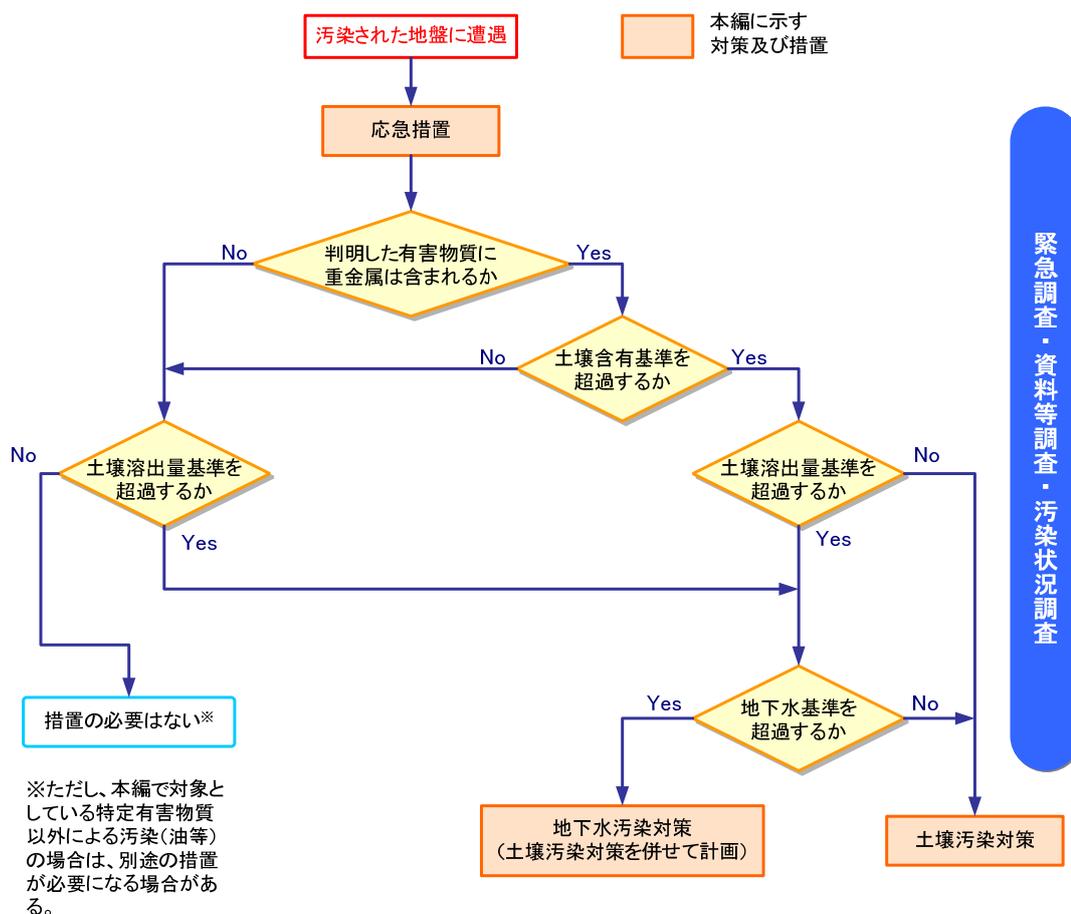


図 7.6.4 特定有害物質による地盤汚染対策の種類の選定手順

(2) 特定有害物質による汚染地盤対策工

特定有害物質による汚染地盤の除去にあたっては、関係する法規類に定められた規定を遵守して適切な対策を行わなければならない。

(解説)

土壤汚染対策法施行規則「汚染の除去等の措置の実施に関する技術的基準」（法第7条第4項）においては、特定有害物質による汚染除去等の措置の種類として、直接摂取の防止と地下水等摂取の防止の2種類の措置が示されている。

特定有害物質による汚染の除去等の措置を表7.6.3に示すとともに、掘削除去した汚染土壌の対策工、原位置における汚染土壌や地下水および揚水された地下水の対策工を特定有害物質ごとに巻末の参考資料に示した。

表 7.6.3 特定有害物質による汚染の除去等の措置と対策工の種類

措置の種類	措置の内容	対策工の種類		
直接摂取の防止	①暴露管理の措置	立入禁止措置	立入禁止	
		舗装措置	舗装	
	②暴露経路の遮断の措置	覆土措置	覆土	
		土壌入れ換え措置	土壌入れ換え	
	③土壤汚染の除去の措置	掘削除去の措置	原位置浄化措置	掘削除去
			掘削除去+土壌洗浄法	
			掘削除去+熱処理法 (低温加熱、高温加熱、高温熱処理、水蒸気加熱処理)	
			掘削除去+溶融処理法	
			掘削除去+溶剤抽出法 (塩化揮発処理、アルカリ触媒分解処理)	
			掘削除去+バイオフィール法	
掘削除去+スラリー生物処理				
掘削除去+ランドファームing				
掘削除去+溶媒抽出処理				
掘削除去+気泡連行				
掘削除去+セメント工場				
地下水等摂取の防止	④土壤汚染の除去の措置	掘削除去の措置	掘削除去	
			掘削除去+土壌洗浄法	
			掘削除去+熱処理法 (低温加熱、高温加熱、高温熱処理、水蒸気加熱処理)	
			掘削除去+溶融処理法	
			掘削除去+溶剤抽出法 (塩化揮発処理、アルカリ触媒分解処理)	
			掘削除去+バイオフィール法	
			掘削除去+スラリー生物処理	
			掘削除去+ランドファームing	
			掘削除去+溶媒抽出処理	
			掘削除去+気泡連行	
	掘削除去+セメント工場			
	原位置浄化の措置	土壌ガス吸引法		
		地下水揚水処理工法 (二重吸引法)		
		バイオメディエーション工法 (バイオベンディング、地下水循環処理)		
		浄化壁工法		
		エアースパーシング		
		土壌洗浄処理		
		電気的分離処理		
		高温熱処理		
		⑤土壤汚染拡散防止の措置	原位置不溶化措置 (重金属等に限る)	原位置固化・不溶化工法
不溶化埋め戻しの措置 (重金属等に限る)			不溶化埋め戻し工法	
原位置封じ込めの措置	遮水壁工法			
遮水工封じ込めの措置	バリア井戸工法			
遮断工封じ込めの措置 (揮発性有機化合物を除く)	覆土・敷土工法			
遮断工封じ込め工法				

※ : 参考資料で紹介した対策工法

(3) 搬出する特定有害物質による汚染土壌の処分方法

河川土工において特定有害物質による汚染土壌を工事区域外に搬出する場合は、適切な処分及び管理を行わなければならない。

(解説)

特定有害物質による汚染土壌は、原則として当該工事区域内で処置する。やむをえず当該工事区域外へ搬出する場合は、適正な処分および管理を行わなければならない。

表 7.6.4 に示す「指定区域以外の土地から搬出される汚染土壌の取扱指針」（環境省通知 環水土第 24 号 平成 15 年 2 月 14 日）により、搬出する汚染土壌の処分方法および当該処分に係る確認方法を定める環境省告示に基づき、処分等を行うものとする。

なお、特定有害物質による汚染土壌を工事区域外に搬出して処分する場合は、陸上処分を原則とし、それが困難な場合に限り埋め立て場所での処分を行うものとする。また、工事区域外に搬出する場合には、汚染の拡散を防止するため、タイヤ洗浄機（写真 7.6.3）を用いて、運搬車両に付着した汚染土壌を洗浄しなければならない。

また、処分を行う施設のうち、浄化施設、セメント製造設備や一部の種類の最終処分場・埋め立て場所等については都道府県知事が認めたものでなければならない。

なお、搬出する特定有害物質による汚染土壌の処分に係る確認は、「搬出する汚染土壌の処分に係る確認方法」（環境省告示第 21 号 平成 15 年 3 月 6 日）により「搬出汚染土壌管理票」（巻末の参考資料 参照）を用いて行うことが義務付けられている。



写真 7.6.3 タイヤ洗浄機(湿式)

表 7.6.4 特定有害物質による汚染土壌の処分方法
 (搬出する汚染土壌の処分方法(平成15年3月6日環境省告示第20号)による)

特定有害物質の種類		第一種特定有害物質(揮発性有機化合物)		第二種特定有害物質(重金属等)			第三種特定有害物質(農薬等)		
基準	第二溶出量基準	不適合	適合	不適合	適合		不適合	適合	
	土壌溶出量基準	—	不適合	—	不適合	海防法判定基準不適合	適合	—	不適合
	土壌含有量基準	—	—	—	—	—	不適合	—	—
処分場	遮断型	×	×	○	○	○	○	×	×
	管理型 (一般廃棄物・産業廃棄物)	×	○	×	○	○	○*	×	○
	安定型	×	×	×	×	×	○	×	×
埋め立て場所	遮断型	×	○	○	○	○	○	×	○
	管理型処分場相当	×	○	×	○	×	○	×	○
	安定型	×	×	×	×	×	○	×	×
汚染土壌浄化施設での浄化		都道府県知事等が認めたもの							
セメント等の原材料として利用		都道府県知事等が認めたセメント製造施設等							

(備考) ・「処分場」とは廃棄物処理法の最終処分場をいう。
 ・「埋め立て場所」とは海洋汚染防止法の埋め立て場所等をいう。
 ・「安定型」「管理型処分場相当」とは処分場又は埋め立て場所の所在地、区域を管轄する都道府県知事等が認めたものに限る。
 ・「海防法判定基準」とは海洋汚染防止法施行令第5条第1項に規定する埋め立て場所等に排出しようとする金属等を含む廃棄物に係る判定基準を定める省令第1条第2項又は第3項に規定する基準をいう。
 *海洋汚染防止法の埋め立て場所等であるものを除く

4) モニタリング

特定有害物質による汚染土壌の除去等の施工中および施工後には、周辺環境への影響の把握や措置の効果確認のために適切なモニタリングを行わなければならない。

(解説)

土壌汚染対策法によると、特定有害物質による汚染土壌の除去等の対策施工後には、モニタリングを実施する。以下にモニタリングの内容を要約して示した。

(1) 目的

モニタリングは以下の目的で実施する。

- ①用地外もしくは保全対象への汚染拡散の有無の確認（監視）
- ②措置の効果の確認
- ③措置施工中の周辺環境への影響の把握および作業環境の確認

(2) モニタリングの計画

モニタリングは、特定有害物質の移行特性を考慮し、適切な位置や範囲および方法について計画する。表 7.6.5 に、モニタリング計画の目安を示した。

(3) モニタリング結果の利用

モニタリング結果から、特定有害物質の濃度の時間変化や分布を把握し、予測される濃度や分布との差異を比較することにより汚染の拡散状況や汚染の除去等の措置の効果、作業環境の安全性を確認する。

モニタリング結果が予測と大きく異なる場合には、その原因を検討し、必要に応じて影響検討条件の見直しや再調査を行う。

また、敷地外への特定有害物質の漏出や、作業環境の安全が損なわれる危険のある場合には、新たな対策について検討する。

表 7.6.5 有害物質による汚染地帯のモニタリング計画の目安

措置の種類	措置内容	工法	項目	方法	位置	期間	頻度	備考	
地下水等採取の防止	土壌汚染除去の措置	掘削除去	地下水の水質	分析(公定法)	汚染区域内	2年間	4回以上/年		
		掘削除去+土壌洗浄	地下水の水質	分析(公定法)	汚染区域内	2年間	4回以上/年		
		掘削除去+熱処理	地下水の水質	分析(公定法)	汚染区域内	2年間	4回以上/年		
		土壌ガス吸引法	地下水の水質	分析(公定法)	汚染区域内	2年間	4回以上/年		
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	1年目 2~10年 11年目以降※	4回以上/年 1回以上/年 1回以上/2年※	※10年以上、浄化基準を超えない場合に限る	
			地下水の水質	分析(公定法)	汚染区域内	2年間	4回以上/年		
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	1年目 2~10年 11年目以降※	4回以上/年 1回以上/年 1回以上/2年※	※10年以上、浄化基準を超えない場合に限る	
			地下水の水質	分析(公定法)	汚染区域内	2年間	4回以上/年		
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	1年目 2~10年 11年目以降※	4回以上/年 1回以上/年 1回以上/2年※	※10年以上、浄化基準を超えない場合に限る	
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	1年目 2~10年 11年目以降※	4回以上/年 1回以上/年 1回以上/2年※	※10年以上、浄化基準を超えない場合に限る	
土壌汚染拡散防止の措置	原位置不溶化措置	原位置不溶化措置	地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	2年間	4回以上/年		
		遮水壁工法(根入れ型)	地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	2年間	4回以上/年		
			内部地下水水位	地下水水位測定	封じ込め内	2年間	4回以上/年	水位上昇の有無の確認	
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	2年間	4回以上/年		
			内部地下水水位	地下水水位測定	封じ込め内	2年間	4回以上/年	水位上昇の有無の確認	
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	1年目 2~10年 11年目以降※	4回以上/年 1回以上/年 1回以上/2年※	※10年以上、浄化基準を超えない場合に限る	
			地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	1年目 2~10年 11年目以降※	4回以上/年 1回以上/年 1回以上/2年※	※10年以上、浄化基準を超えない場合に限る	
			不溶化埋め戻し工法	地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	2年間	4回以上/年	
			覆土・敷土工法	地下水の水質	分析(公定法)	下流地点	2年間	4回以上/年	
			遮水工封じ込め措置	内部地下水水位	地下水水位測定	封じ込め内	2年間	4回以上/年	水位上昇の有無の確認
	遮断工封じ込め措置	内部地下水水位	地下水水位測定	封じ込め内	2年間	4回以上/年	水位上昇の有無の確認		

7.6.3 河川土工におけるダイオキシン類による地盤汚染対策

1) 現場における対応手順

河川土工に際しては、ダイオキシン類による汚染地盤に遭遇した場合を想定して、調査から対策に至るまでの現場における対応手順をあらかじめ理解しておくことが望ましい。

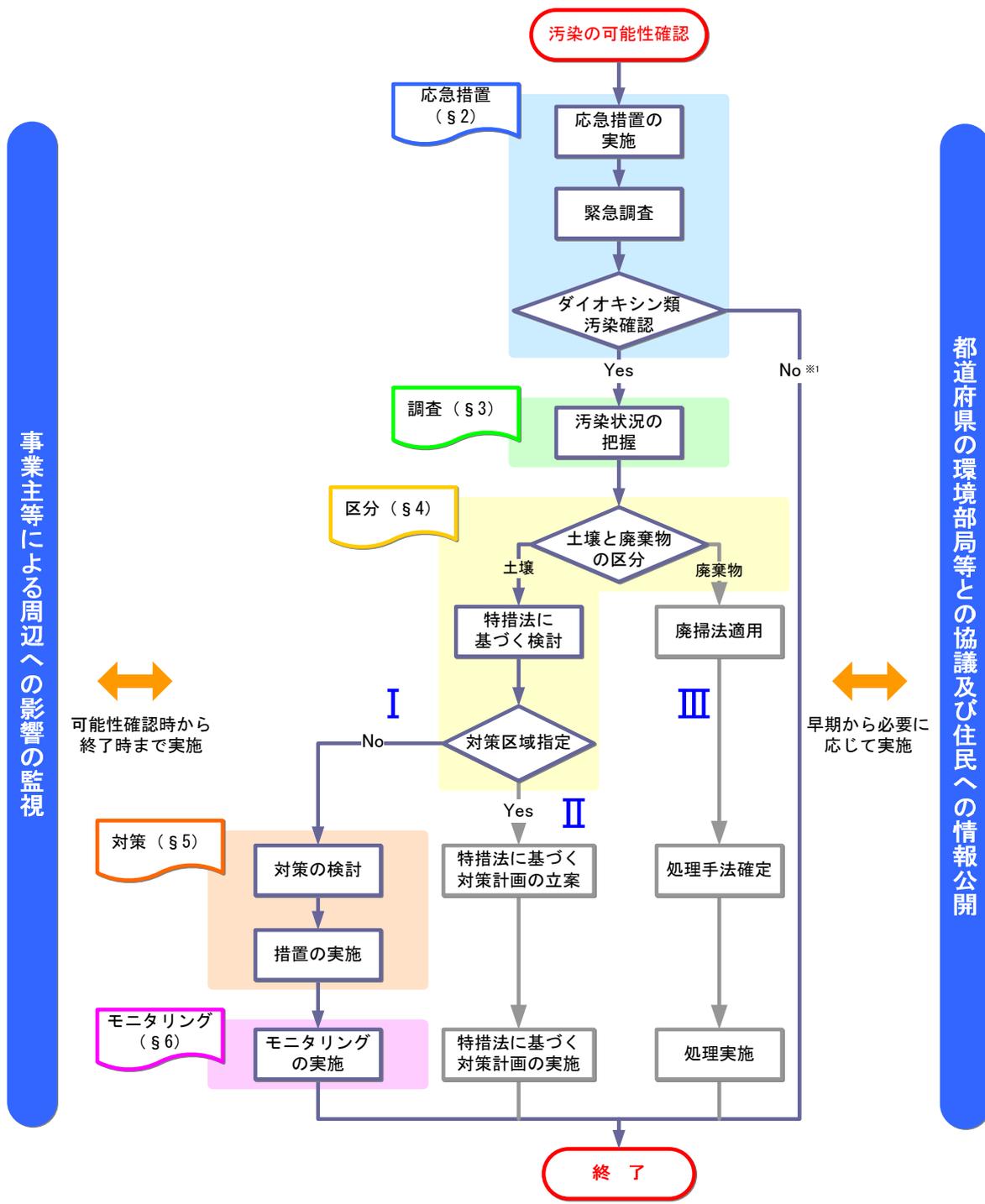
(解説)

ダイオキシン類による汚染の可能性がある地盤に遭遇した場合の対応手順を以下に示した。河川土工においてダイオキシン類による土壌汚染に遭遇するケースとしては、河川土工において悪臭や特異な色を示す土が発見された場合、不法投棄された廃棄物等が発見された場合、掘削後に建設発生土の搬出・搬入に伴う品質検査により判明する場合などが想定される。一般的な対応手順について、図7.6.5に示した。

なお、ダイオキシン類を含む土壌の取り扱いは、都道府県等の環境部局等と協議の上、決定する。また、法的な取り扱いには、図7.6.5、表7.6.6に示すⅠ～Ⅲまでの3つがあり、そのうち、Ⅱは「ダイオキシン類対策特別措置法」（特措法）に基づいた対策、Ⅲについては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（廃掃法）に基づいた処理が必要となるため、ここでは、対象としないこととする。

表 7.6.6 ダイオキシン類汚染の法的な取扱いと必要な措置

	法的な取り扱い	必要となる措置
Ⅰ	土壌として取り扱い、特措法に基づく対策地域に指定されない場合	本マニュアルを参考に措置を実施
Ⅱ	土壌として取り扱い、特措法に基づく対策地域に指定される場合	特措法に基づいた対策計画の策定 (本マニュアル対象外)
Ⅲ	廃棄物として取扱い、廃掃法の適用を受ける場合	廃掃法に基づいた処理 (本マニュアル対象外)



※1 ダイオキシン類以外の有害物質による汚染の場合は「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版)」参照

図 7.6.5 河川土工において、ダイオキシン類汚染地盤に遭遇した場合の一般的な対応手順

2) 調査

河川における土工事の施工中にダイオキシン類による汚染の可能性のある地盤に遭遇した場合は、応急的な措置、汚染状況の把握、および対策工の立案に必要な調査を適切に行うものとする。

(解説)

河川区域内での土工事中にダイオキシン類による汚染の可能性のある地盤に遭遇した場合、実施しなければならない調査には、以下の3種類がある。

- (1) 緊急調査
- (2) 資料等調査
- (3) 汚染状況調査

一般的な応急措置から地盤汚染対策の実施に至るまでの手順としては、図7.6.6に示すものがある。

なお、ダイオキシン類の調査に関しては、調査結果を公的機関に計量証明書を提出する必要があることから、特定計量証明事業者かつ環境省が定めるダイオキシン類の請負業者の受注資格を有する機関が実施する必要がある。

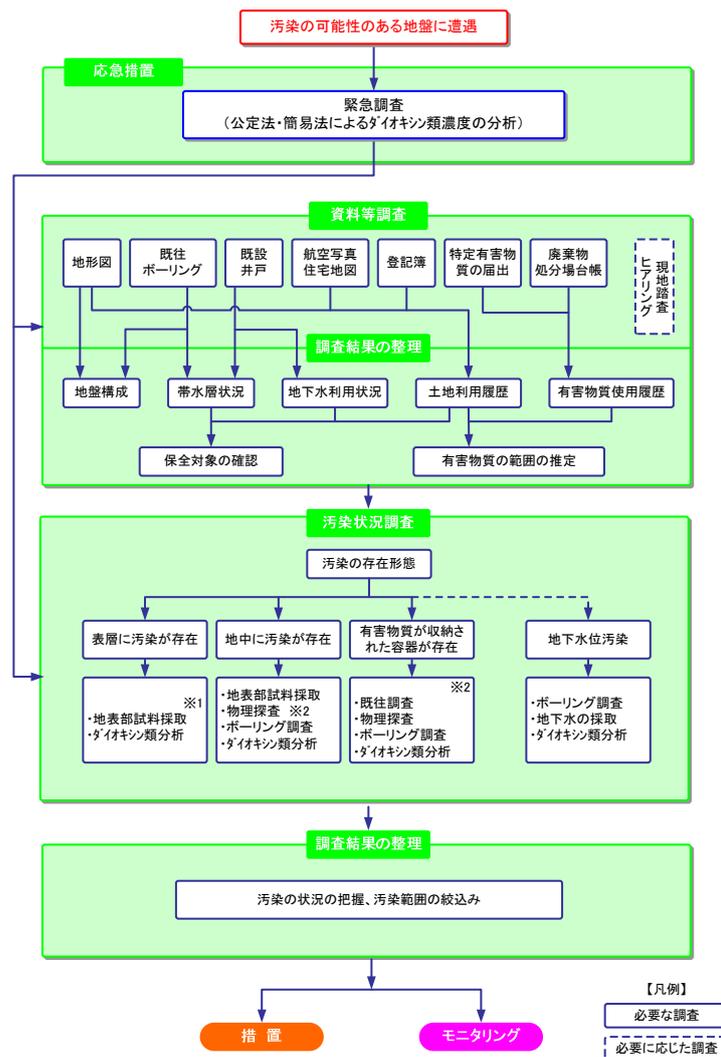


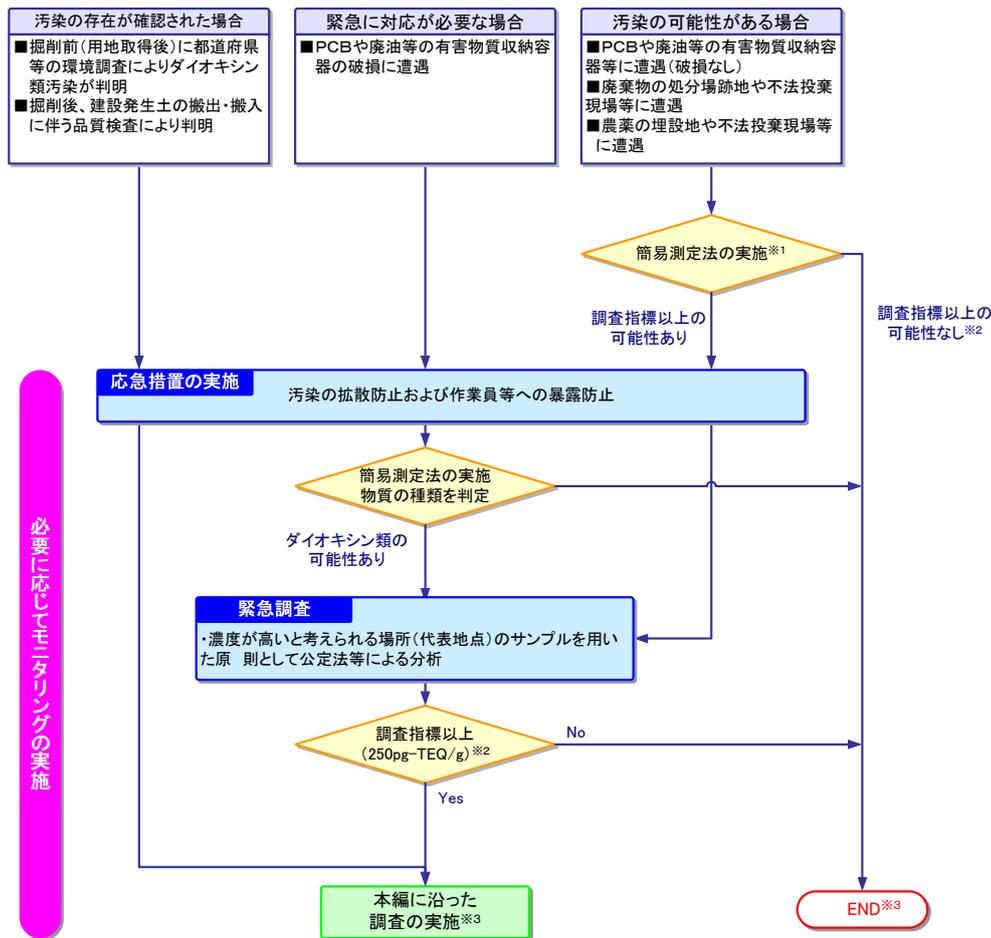
図 7.6.6 ダイオキシン類に遭遇した場合の一般的な調査フロー

(1) 緊急調査

河川区域内の掘削等において、通常の状態ではない土に遭遇した場合やPCB等の有害物質が収納された容器や廃棄物等が確認された場合は、図 7.6.7 に示すように、汚染の拡大防止や作業員への暴露防止を目的とした応急措置(7.6.1 5)汚染地盤に遭遇した場合の安全確保等のための応急措置 参照)を実施するとともに、調査指標以上のダイオキシン類が含まれているか確認するために緊急調査を行う。

緊急調査は、ダイオキシン類の汚染の可能性のある地盤の代表的な数点を選定し、5地点混合方式により採取した試料を用いて、調査指標以上のダイオキシン類が含まれているか公定法による分析(平成12年1月環水士第12号、JIS K 0312)を行うことを基本とする。また、簡易測定法を用いて調査対象地点数を増加させることや分析期間を短縮させることも可能である。なお、簡易測定法の適用に際しては、都道府県等の環境部局等と協議する必要がある。

緊急調査の結果、調査指標以上のダイオキシン類が確認された場合は、資料等調査や汚染状況調査等の適切な調査を行う。一方、ダイオキシン類が調査指標未満であることが確認された場合には、応急処置を解除する。



※1: 必要に応じて簡易測定法を実施することにより、迅速かつ経済的な対策が可能となる

※2: 他の有害物質による汚染も懸念される場合には、それらについても分析を実施する

※3: ダイオキシン類以外の有害物質による汚染が確認された場合には「建設工事で遭遇する地盤汚染対応マニュアル(暫定版)」等に沿った対応を行う

図 7.6.7 ダイオキシン類の汚染の可能性がある場合の応急処置から調査までの一般的な流れ

(2) 資料等調査

河川土工においてダイオキシン類による汚染地盤に遭遇した場合は、汚染状況や汚染原因把握のために、既存資料等に基づいた調査を適切に行うものとする。

資料収集は、以下に示す 1)～2)の 2 項目について行う。

(a) 汚染状況の把握のための資料調査

- 地形、地質
- 地下水状況
- 土地利用の履歴
- 有害物質の使用履歴

(b) 汚染原因の把握のための資料調査

- ダイオキシン類による汚染箇所とその周辺の土地利用履歴
- 現在も含めた周辺地域の廃棄物処分台帳
- 有害物質に関わる廃棄・排出などの履歴調査
- 法令上、届出のある資料の収集
- 過去の地形図・住宅地図
- 空中写真

なお、必要に応じて現地踏査と周辺の施設、官公庁、住民などを対象としたアンケートや聞き取り調査を実施する。

(3) 汚染状況調査

ダイオキシン類による地盤汚染の三次元的広がりを把握し、地盤汚染対策およびモニタリングの検討に必要な情報を得るため、汚染状況調査を行う。

調査計画の立案にあたっては、表 7.6.7 に示すダイオキシン類による汚染の存在形態や資料等調査で得た情報等をもとに、あらかじめ汚染源、汚染範囲および汚染機構について仮説を立て、これを調査によって検証する形で進めることが望ましい。

廃棄物の分布範囲の推定方法の事例として、過去の航空写真の比較により、当該地が旧農地で、過去に工場等がないことから、用地区画毎に廃棄物の投棄の有無が決まる可能性が高いと考え、用地区画の単位ごとに調査を進めた事例がある。

表 7.6.7 推定されるダイオキシン類による汚染の存在形態

状況	推定される汚染の存在形態
・有害物質収納容器と想定されるものが工事中に事故等により破損	(c) 有害物質が収納された容器が存在 (b) 地中に汚染が存在
・都道府県等の調査によりダイオキシン類の存在が確認された土壌が表層に露出	(a) 表層に汚染が存在 (b) 地中に汚染が存在
・ダイオキシン類汚染の可能性がある土壌等（廃棄物や農薬、廃油等の異物の混入）が表層に露出	(a) 表層に汚染が存在 (b) 地中に汚染が存在 (c) 有害物質が収納された容器が存在
・有害物質収納容器と想定されるものが存在	(c) 有害物質が収納された容器が存在 (b) 地中に汚染が存在
・都道府県等の調査によりダイオキシン類の存在が確認された土壌が地中に存在	(b) 地中に汚染が存在
・ダイオキシン類汚染の可能性がある土壌等（廃棄物や農薬、廃油等の異物の混入）が地中に存在	(b) 地中に汚染が存在 (c) 有害物質が収納された容器が存在

※表中には可能性が高いと想定される存在形態の順に示すが、現場の状況により別の存在形態が想定される場合は、適切と思われる調査方法を追加する。

(a) 調査範囲

ダイオキシン類による汚染状況調査の範囲は、資料等調査の結果に基づき、以下の項目を考慮して設定する。

- 保全すべき対象
- ダイオキシン類による汚染濃度が高いと想定される範囲
- ダイオキシン類による汚染源の位置関係
- 周辺の地盤条件
- ダイオキシン類の性質

なお、調査の範囲は、用地境界までの範囲とする。

(b) 土壌に関する調査内容

現地調査方法は、表7.6.7に示す推定されるダイオキシン類の存在形態をもとに検討する。

①表層にダイオキシン類による汚染が存在する場合

「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」（環境省水質保全局土壌農薬課 平成12年1月）に基づき調査を実施する。

②地中にダイオキシン類による汚染が存在する場合

平面範囲は、既往資料や試掘等により、異物の混入する範囲とし、廃棄物等が確認された箇所を中心に4方位に概ね30m程度を目安として、地形や土地の利用状況を勘案して行い、汚染が確認されなくなるまで、同じ要領で追加調査を行う。なお、三次元的な広がり把握するためには、物理探査が有効である。

深度範囲は、ボーリング調査等により分析用試料を採取しながら行う。ボーリングを行う際、深度方向への汚染を攪拌や遮水シートがある場合には、その破損に十分注意する。また、深度方向への調査深度は、最小限に留める。

③有害物質が収納された容器が存在する場合

有害物質が収納された容器と遭遇した場合、「埋設農薬調査・掘削等暫定マニュアル改訂版」(環境省環境管理局水環境部 平成17年3月30日)などを参考に行う。

なお、ダイオキシン類の調査は、汚染の有無を評価する場合は公定法(平成12年1月環水士第12号、JIS K 0312)により行う。なお、ダイオキシン類による汚染範囲を絞り込む場合や措置実施時の周辺環境モニタリング、掘削除去実施時の工事範囲や効果の確認などには、簡易測定法があるが、用いる場合には、都道府県等の環境部局等と協議が必要である。

(c) 地下水に関する調査内容

地下水に関しては、ダイオキシン類による汚染の周辺への影響を把握するために、その汚染範囲の地下水の流れの上・下流部において、ボーリング調査により地下水を採取しダイオキシン類の濃度を測定する。

また、ダイオキシン類による汚染範囲の近傍に既設井戸がある場合には、飲用や散水等の利用が考えられることから、井戸調査により分布状況や利用状況を調査するとともに、試料を採取し分析する。

なお、調査によって汚染が拡大・拡散すること(二次汚染)のないように細心の注意を払う必要がある。

3) 対策

(1) 対策計画の検討

河川土工において、ダイオキシン類による汚染地盤に遭遇した場合は、汚染の拡散を防止のための対策計画を適切に検討するものとする。

(解説)

地盤汚染対策の検討にあたっては、ダイオキシン類を含む土壌の取り扱いも含め、都道府県等の環境部局等と協議の上、決定する。また、ダイオキシン類を含む土壌の法的な取り扱いについては、「ダイオキシン類対策特別措置法」に基づいた対策、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」に基づいた処理が必要となるため、自治体の環境関連部局と協議を行う。

また、対策工は、土壌中のダイオキシン類の濃度や汚染土壌の搬出の有無に応じて、「掘削搬出処分」、「浄化处理」、「汚染拡大防止の措置」の中から選択する。

土壌中に廃棄物の混入が見られるようなダイオキシン類を含む土壌等の法的な取り扱いは、都道府県等の環境部局等と協議して決定する。法的な取り扱いは、その性状により「土壌」もしくは廃棄物となるため、遭遇した汚染土壌の選別を実施するにあたっては、土壌の有効利用の可能性や廃棄物の減少、周辺環境への影響について技術的あるいは経済的観点から総合的に検討を行う。

一方、「廃棄物」に区分され、現地で対策を実施する場合には、廃棄物処理施設の設置に関する手続きを踏み、中間処理施設あるいは、最終処分場を設置する必要があり、環境アセスメントなどの手続きを要する。また、場外に搬出する場合には、運搬には許可を受けた産業廃棄物収集運搬業者による運搬が必要である。なお、中間処理および最終処理などの処理施設においても産業廃棄物処理業の許可が必要となる。

ダイオキシン類の汚染土壌の対策については、措置方法の選択の目安を表 7.6.8 に、地盤汚染対策の検討の一般的な流れを図 7.6.8 に示した。

表 7.6.8 土壌中のダイオキシン類の濃度に応じた措置

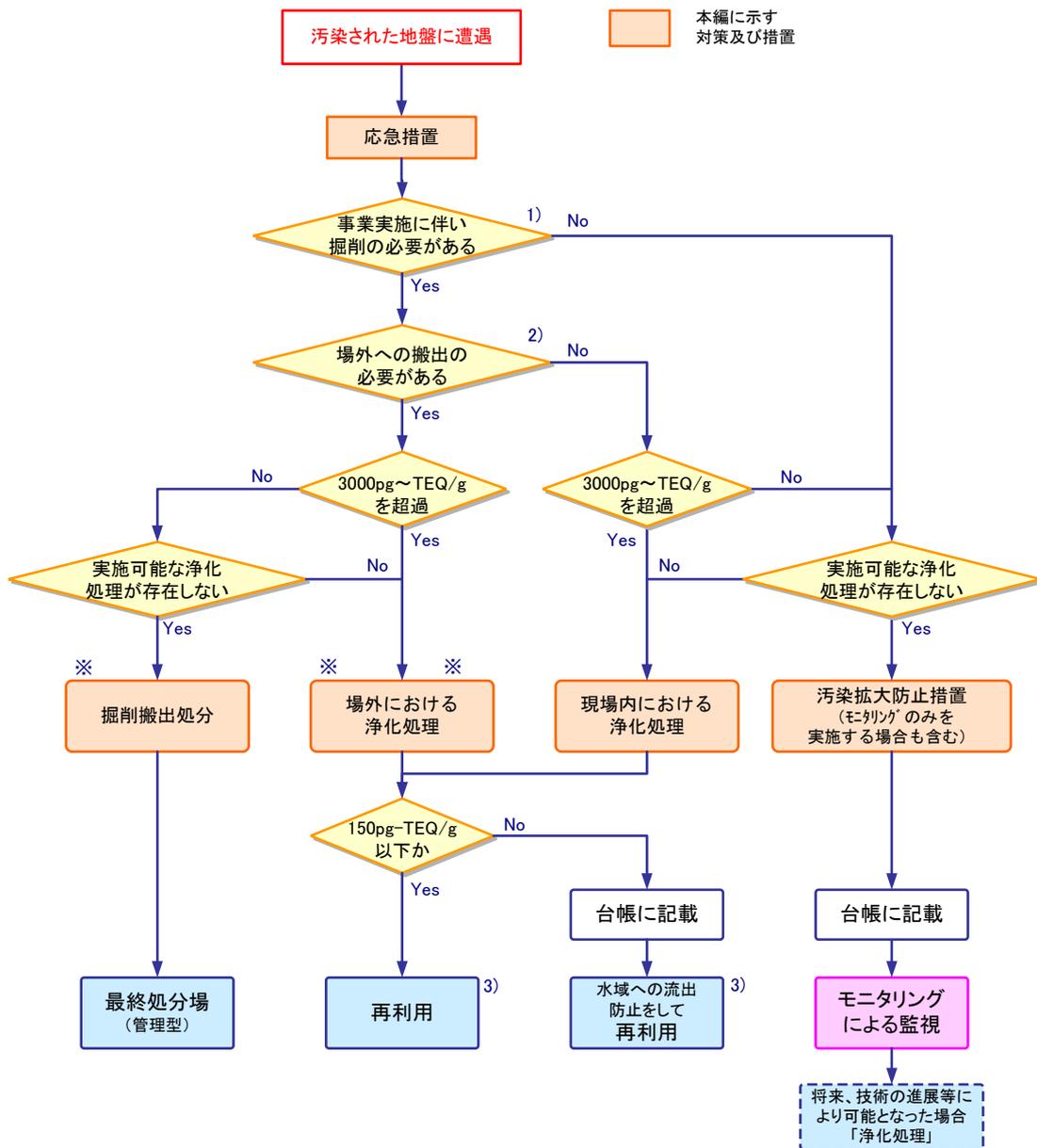
土壌中のダイオキシン類の濃度	現場内	搬出土壌
1,000pg-TEG/g 超過 ¹⁾	①浄化处理 ²⁾ ②汚染拡大防止措置	①浄化措置 ²⁾ ②掘削搬出処分 ³⁾

1) 掘削等により新たな汚染拡大が生じないように留意する

2) 掘削した土砂が 3,000 pg-TEG/g を超過する場合は、浄化处理を原則とする

3) 3,000 pg-TEG/g を超過する場合は、3,000 pg-TEG/g 以下に処理後、管理型処分場に搬入することを原則とする

なお、原則として、ダイオキシン類による対策は、土壌の環境基準である 1,000pg-TEG/g を超えるものを対象とするが、現場の状況等によっては土壌の環境基準以下のものに対しても対策が必要となる場合があることに留意する必要がある。また、浄化处理の実施後において、150pg-TEG/g 以下にならない土壌については、河川、湖沼、港湾等の水域へ流出しないように留意する必要がある。



※ 措置の早期実施が困難な場合は、汚染拡大防止措置などの暫定措置を行うとともに、モニタリングによる監視を行い、二次汚染の発生を防止する。また、措置の早期実施を検討し、実施可能となった場合には速やかに措置の実施を行うことが望ましい。

- 1) 削除により新たな汚染の拡大が生じないよう留意する。
- 2) 搬出した汚染土壌の受入れが可能な浄化処理施設および最終処分場を確保できるか、現場内に浄化処理や汚染拡散防止措置を実施する場所が確保できるか、などの観点から検討する。
- 3) 浄化処理後再利用できない場合があるため、事前に都道府県等の環境部局に確認する。

図 7.6.8 ダイオキシン類による地盤汚染対策の検討の一般的な手順

また、対策工事を行う際には、掘削時の汚染土壌の飛散等による汚染の拡大防止のほか、作業員への暴露を防止する必要がある。

汚染の拡大や暴露防止の事例としては、以下に示すものがある。

周辺への汚染の拡散防止として、テント等を設置(写真 7.6.4 参照)し作業を行うとともに、掘削に伴う排水や当該区域内の雨水の排水に対しては、貯水槽に貯め、水処理施設(写真 7.6.5 参照)により処理後、環境基準以下であることを確認した後、放流していた。

また、汚染土壌を場外に搬出する際には、湿式スパッツを利用し、車両の洗浄が行われた。

一方、作業員への暴露防止としては、フィルター付換気扇の設置、マスク・メガネや専用の作業着の着用などを行った。



写真 7.6.4 作業エリアをテントで覆った事例



写真 7.6.5 排水の水処理施設 事例

(2) ダイオキシン類による汚染地盤対策工

ダイオキシン類による汚染地盤についての対策は、関係する法規類に定められた規定を遵守して適切に実施しなければならない。

(解説)

ダイオキシン類の汚染土壌の対策は、土壌中のダイオキシン類の濃度や汚染土壌の搬出の有無に応じて、「掘削搬出处分」、「浄化処理」、「汚染拡大防止の措置」の中から選択する。

なお、対策の早期実施が困難な場合には、暫定的な汚染拡大防止措置を行い、モニタリングを実施することより二次汚染の発生を防止する。そして、対策の早期実施を検討し、実施可能となった場合には対策を速やかに実施するものとする。

汚染対策の方法は、ダイオキシン類を含む土壌の取り扱いも含め、都道府県等の環境部局等と協議の上、決定しなければならない。

それぞれの対策については、巻末の参考資料に示すとともに、以下に概要をまとめる。

(a) 掘削搬出处分

土壌の環境基準 1,000pg-TEQ/gを超過するダイオキシン類汚染土壌を掘削搬出し、最終処分場などで適切に処分する方法である。

掘削搬出处分の実施にあたっては、汚染土壌のダイオキシン類濃度、処分が必要な土壌の量、搬出土壌の受け入れ先および条件、運搬方法等を検討する。

また、掘削搬出处分の実施に際しては、測量や土壌調査により搬出土量や掘削除去後に土壌の環境基準を満足することを確認する必要がある。

さらに、掘削除去したダイオキシン類汚染土壌は、土壌汚染対策法に準じた汚染土壌管理票（巻末の参考資料 参照）により、その搬出、運搬および処分といった措置全体を管理する必要がある。

掘削除去処分を行う上では、作業員の安全を確保しつつ汚染の拡大のないよう十分配慮する必要がある。

(b) 浄化処理

浄化処理とは、土壌に含まれるダイオキシン類を熱処理などの方法により分解し、ダイオキシン類濃度を土壌の環境基準以下にするものである。浄化処理技術の選定にあたっては、処理土量、処理期間や費用、浄化処理を実施する場所や周辺条件等を総合的に検討する。

浄化処理技術を大きく分類すると熱分解法、化学分解法およびその他の分解方法に分けられるが、浄化処理技術はまだ確立されていない。このため、浄化処理の実施にあたっては、最新技術の動向について調査する必要がある。

なお、浄化処理後の土壌についても再利用できない場合があるため、事前に都道府県等の環境部局等に確認する必要がある。

(c) 汚染拡大防止措置

汚染拡大防止措置は、土や現場内で遮水壁、固化材などを用いて周辺環境とダイオキシン類汚染土壌を分離・封じ込めることにより、ダイオキシン類のリスクを低減し、汚染拡大を防止するものである。

汚染拡大防止措置の方法は、現地の状況およびその周辺の条件のほか、暴露の有無、掘削の有無、汚染土壌の分布位置等を総合的に検討して選定する。

汚染拡大防止措置の工法には、覆土・敷土工法、遮水壁工法、固化工法がある。

汚染拡散防止措置を実施した事例として、現時点で浄化措置ができないため、将来の浄化処置の可能性を勘案して、汚染の濃度の違いを考慮した汚染拡大防止措置が行われた事例がある。

この汚染拡大防止措置では、深層混合処理工法(TRD)により遮水壁を築造し、比較的濃度の低い汚染区域の周辺部の改良体内にはポリエチレンシートを挿入し、基準値を上回る濃度の高い区域の周辺部の改良体内には鋼矢板(図7.6.9参照)を挿入している。

また、工事区域内で、汚染土を一時保管箇所まで運搬しており、その流れを図7.6.10に示した。

●鉛直遮水壁A標準断面図

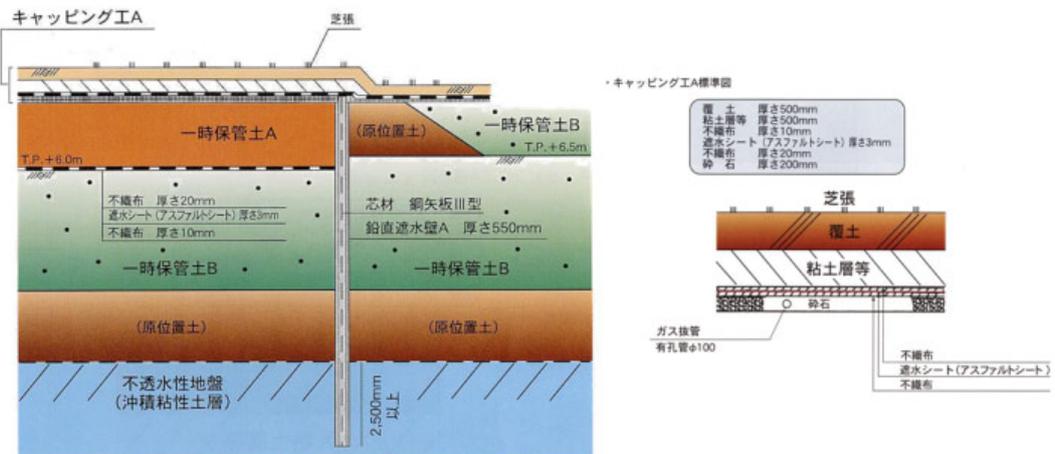


図 7.6.9 遮水壁及び覆土構造例

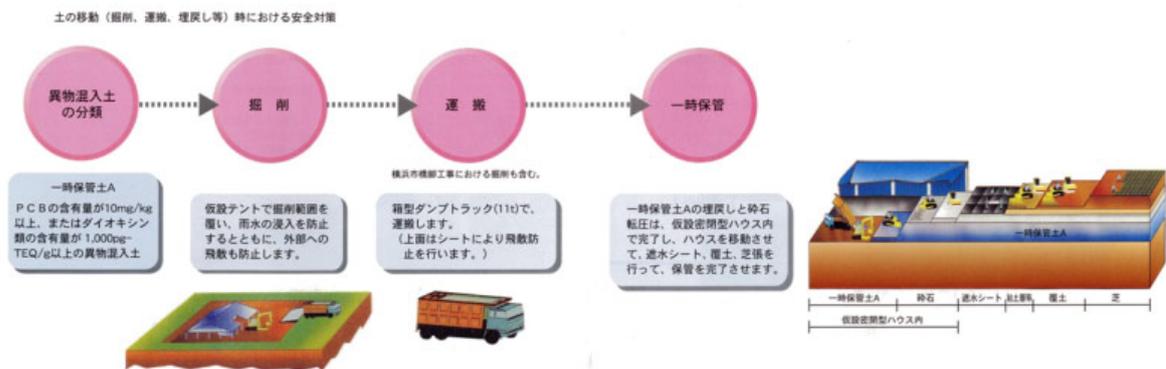


図 7.6.10 工事区域内での汚染土の一時保管を実施した事例

4) モニタリング

ダイオキシン類による汚染土壌については、応急措置時、対策実施時、さらには必要に応じて対策後においてダイオキシン類の汚染の拡大を監視するためのモニタリングを適切に実施しなければならない。

(解説)

ダイオキシン類による汚染土壌に対する応急措置、対策措置さらには必要に応じて対策後に、ダイオキシン類を監視するためのモニタリングを適切に実施しなければならない。

モニタリングは、周辺環境への汚染の拡大や措置時の作業員の作業環境を監視することを目的として実施する。モニタリング箇所の事例を写真7.6.6に示す。

モニタリングの対象、観測箇所、基準、観測頻度についての目安を表7.6.9に示すが、これらは、現場状況、現場の要請などにより変化するものであり留意する必要がある。

また、測定方法は、公定法で行うことを基本とするが、必要に応じて、短期間で判断が可能な簡易測定法や管理指標による方法を適用して測定箇所および測定頻度を高めることも考える。また、措置の施工時には、観測結果を速やかに施工管理に反映



写真 7.6.6 モニタリング箇所の事例

させることが重要であることから、短期間で判断が可能な簡易測定法や管理指標による方法の活用を検討する。

なお、措置実施後のモニタリングでは、公定法による測定を定期的に年4回以上実施することを目安とし、地下水基準を超過しない状態が2年間継続することを確認する。

現状のままでリスクが低いと考えられ、モニタリング自体が対策として位置付けられる場合は、公定法による測定を最初の1年は定期的に年4回以上、その後1年に1回以上、10年経過し変化が見られない場合は、2年に1回以上行うことを目安とする。

また、周辺住民への配慮として、工事中や対策完了後に、汚染の拡大がないことを知らせるために、汚染土壌の対策の状況やモニタリングの結果を公開するためのインフォメーションセンターを設置した事例もある。

表 7.6.9 モニタリング項目とその実施時期と頻度の目安

対 象		大 気		排水水	地下水	観測頻度の目安 および (測定方法)
観測箇所		敷地境界もしくは は保全対象近傍	作業場所近傍 (作業環境測定)	施設境界もしくは は処理施設の 排水口	汚染範囲の 上下流	
基 準 ¹⁾		0.6pg-TEQ/m ³ ⁶⁾	労働基準監督署 などと協議の上 設定	10pg-TEQ/L ⁷⁾	1pg-TEQ/L ⁶⁾	
進行 状況	応急 措置時 ²⁾	○	○	○	○	○期間中1回程度(公定法) ※簡易測定法もしくは管理指標による 方法により測定箇所および測定頻度 を増やすことも可
	対策 検討時	—	—	—	○	○年1回以上(公定法) ※簡易測定法により測定箇所および 測定頻度を増やすことも可
	措置 施行時	○	○	○	○	○施行開始直後1回(公定法) ○工事実施期間中 ・1~2ヶ月に1回程度(公定法) ・1~2日に1回程度(簡易測定法 もしくは管理指標による方法)
	措置 実施後 ³⁾	—	—	—	○	○汚染拡大防止措置を実施 ・年4回以上, 2年間(公定法) ○モニタリング自体を対策として実施 ・年4回以上, 1年間 ・その後, 年1回以上 ・10年経過後, 2年に1回以上 (公定法) ※簡易測定法により測定箇所および 測定頻度を増やすことも可

1) 基準については、地方自治体が条例等で独自に定めている場合があるため、調査を行う必要がある。ここでは目安として、
排出基準や環境基準を示した。

2) 土壌の環境基準を超過する汚染の存在を確認した時点から観測。

3) 汚染拡大防止措置やモニタリング自体を対策として実施する場合のみ観測。

<参考資料>

- ① 土壤汚染に係る法規類、指針・マニュアル類
- ② 特定有害物質の基準値
- ③ 公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準
- ④ 土壤中の特定有害物質が自然的原因によるものかどうかの判定方法
- ⑤ 汚染状況調査方法
- ⑥ 特定有害物質による地盤汚染対策工法
- ⑦ ダイオキシン類の基準値
- ⑧ ダイオキシン類の汚染状況調査方法
- ⑨ ダイオキシン類による地盤汚染対策工法
- ⑩ 浄化技術の概要
- ⑪ 搬出汚染土壌管理表による管理の流れと記入例
- ⑫ モニタリング項目と配置

① 土壌汚染に係る法規類、指針・マニュアル類

土壌汚染に関わる関連法規及び汚染指定基準 一覧表-1

(平成17年11月1日時点)

	法律・法令・省令・告示・通知名	制定	最終改正	備考	
土壌関連	環境基本法	法律第91号	平成5年11月19日	平成16年6月2日 第78号改正	
	土壌汚染対策法	法律第53号	平成14年5月29日	平成17年4月27日 第33号改正	
	土壌汚染対策法施行令	政令第336号	平成14年11月13日	平成16年12月15日 第396号改正	
	土壌汚染対策法施行規則	環境省令第29号	平成14年12月26日	平成17年9月22日 第28号改正	
	土壌汚染対策法の施行について	環水土第20号	平成15年2月4日	-	
	指定区域から搬出する汚染土壌の取扱いについて	環水土第25号	平成15年2月14日	-	
	指定区域以外の土地から搬出される汚染土壌の取扱い指針について	環水土第24号	平成15年2月14日	-	
	土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針運用基準について	環水基第30号・ 環水土第12号	平成15年1月29日	-	
	農用地の土壌の汚染防止等に関する法律	法律第139号	昭和45年12月25日	平成17年4月27日 第33号改正	
	農用地の土壌の汚染防止等に関する法律施行令	政令第204号	昭和46年6月24日	平成12年6月7日 第313号改正	
	鉱山保安法	法律第70号	昭和24年5月16日	平成16年6月9日 第94号改正	
	土壌汚染対策指針	東京都告示大150号 (東京都の場)	平成15年2月14日	-	
	土壌ガス調査に係る採取及び測定の方法を定める件	環境省告示第16号	平成15年3月6日	-	
	土壌溶出量調査に係る測定方法を定める件	環境省告示第18号	平成15年3月6日	-	
	土壌含有量調査に係る測定方法を定める件	環境省告示第19号	平成15年3月6日	-	
	土壌の汚染に係る環境基準について	環境省告示第46号	平成3年8月23日	平成13 第16号改正	
	微生物を用いた環境浄化の実施に伴う環境影響の防止のための指針について	環企技第82号	平成11年3月24日	-	
	搬出する汚染土壌の処分方法を定める件	環境省告示第20号	平成15年3月6日	-	
	搬出する汚染土壌の処分に係る確認方法を定める件	環境省告示第21号	平成15年3月6日	-	
	ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法	法律第65号	平成13年6月22日	平成17年5月18日 第42号改正	
	ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法施行令	政令第215号	平成13年6月22日	平成17年9月30日 第310号改正	
	ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法施行規則	環境省令第23号	平成13年6月22日	平成17年9月20日 第20号改正	
	ダイオキシン類関連	ダイオキシン類対策特別措置法	法律第105号	平成11年7月16日	平成17年4月27日 第33号改正
		ダイオキシン類対策特別措置法施行令	政令第433号	平成11年12月27日	平成17年8月15日 第277号改正
		ダイオキシン類対策特別措置法施行規則	総理府令第67号	平成11年12月27日	平成17年9月20日 環境省令第20号改正
		ダイオキシン類対策特別措置法の施行について	環企第11号・環保安第6号・ 環大企第11号・環大第5号・ 環水管第14号・環水管第1号・ 環水規第5号・環水土第7号	平成12年1月15日	-
ダイオキシン類による大気汚染、水質汚濁及び土壌汚染に係る環境基準について		環境庁告示第68号	平成12年1月15日	平成14年7月 第46号改正	
廃棄物関連	ダイオキシン類対策特別措置法に基づく廃棄物の最終処分場の維持管理の基準を定める省令	総理府・厚生省令第2号	平成12年1月14日	平成12年8月14日 第3号改正	
	ダイオキシン類対策特別措置法における土壌の常時監視に係る法定受託事務の処理基準について	環水土第137号 環境庁水質保全局長通知	平成12年6月16日	平成16年3月 改正	
	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	法律第137号	昭和45年12月25日	平成17年5月18日 第42号改正	
	廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令	政令第300号	昭和46年9月23日	平成17年9月30日 第310号改正	
廃棄物関連	廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則	厚生省令第35号	昭和46年9月23日	平成17年9月30日 環境省令第30号改正	
	一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令	総理府・厚生省令第1号	昭和52年3月14日	平成16年10月27日 環境省令第24号改正	

土壌汚染に関わる関連法規及び汚染指定基準 一覧表-2

(平成17年11月1日時点)

	法律・法令・省令・告示・通知名	制定	最終改正	備考
地下水関連	水質汚濁防止法	法律第138号	昭和45年12月25日	平成17年4月27日 第33号改正
	水質汚濁防止法施行令	政令第188号	昭和46年6月17日	平成16年10月27日 第323号改正
	水質汚濁防止法施行規則	総理府・通商産業省令第2号	昭和46年6月19日	平成17年9月20日 環境省令第20号改正
	地下水の水質汚濁に係る環境基準について	法律第91号	平成9年3月13日	平11年 環境省告示第16号改正
	水道法	法律第177号	昭和32年6月15日	平成17年7月26日 第87号改正
	特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質保全に関する特別措置法	法律第9号	平成6年3月4日	平成17年4月27日 第33号
	地下水に含まれる調査対象物質の量の測定方法を定める件	環境省告示第17号	平成15年3月6日	-
	公共用水域における農薬の水質評価指針について	環水土第86号	平成6年4月15日	-
	下水道法	法律第79号	昭和33年4月24日	平成17年6月22日 第70号改正
大気関連	大気汚染防止法	法律第97号	昭和43年6月10日	平成17年5月25日 第51号改正
	大気汚染防止法施行令	政令第329号	昭和43年11月30日	平成17年12月21日 第378号改正
	大気汚染防止法施行規則	厚生省・通商産業省令第1号	昭和46年6月22日	平成17年12月21日 環境省令第34号改正
	ベンゼン等による大気汚染に係る環境基準について	環境省告示第4号	平成9年2月4日	平成13年4月20日 第30号改正
	悪臭防止法	法律第91号	昭和46年6月1日	平成12年5月17日 第65号改正
	悪臭防止法施行規則	総理府令第39号	昭和47年5月30日	平成17年3月4日 環境省令第3号改正
労働安全関連	労働安全衛生法	法律第57号	昭和47年6月8日	平成17年11月2日 第108号改正
	労働安全衛生法施行令	政令第318号	昭和47年8月19日	平成15年12月19日 第535号改正
	労働安全衛生法規則	労働省令第32号	昭和47年9月30日	平成17年12月1日 第170号改正
	廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策について 別添 廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱	基発第401号	平成13年4月25日	-
その他	騒音規制法	法律第98号	昭和43年6月10日	平成17年4月27日 第33号改正
	振動規制法	法律第64号	昭和51年6月10日	平成16年6月9日 第94号改正
	振動規制法施行規則	総理府令第58号	昭和51年11月10日	平成13年3月5日 環境省令第5号改正

②特定有害物質の基準値

各特定有害物質の基準値 一覧

土壌汚染対策法施行規則より

分類	特定有害物質の種類	地下水基準 (mg/l)	指定基準		第二溶出量基準 (mg/l)
			土壌溶出量 基準 (mg/l)	土壌含有量 基準 (mg/l)	
第一種特定有害物質 (揮発性有機化合物等)	四塩化炭素	0.002以下	0.002以下	—	0.02以下
	1,2-ジクロロエタン	0.004以下	0.004以下	—	0.04以下
	1,1-ジクロロエチレン	0.02以下	0.02以下	—	0.2以下
	シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04以下	0.04以下	—	0.4以下
	1,3-ジクロロプロペン	0.002以下	0.002以下	—	0.02以下
	ジクロロメタン	0.02以下	0.02以下	—	0.2以下
	トリクロロエチレン	0.03以下	0.03以下	—	0.3以下
	1,1,1-トリクロロエタン	1以下	1以下	—	3以下
	1,1,2-トリクロロエタン	0.006以下	0.006以下	—	0.06以下
	テトラクロロエチレン	0.01以下	0.01以下	—	0.1以下
	ベンゼン	0.01以下	0.01以下	—	0.1以下
第二種特定有害物質 (重金属等)	カドミウム及びその化合物	0.01以下	0.01以下	150以下	0.3以下
	六価クロム化合物	0.05以下	0.05以下	250以下	1.5以下
	シアン及びその化合物	不検出	不検出	遊離シアン 50以下	1以下
	水銀及びその化合物	0.0005以下 アルキル水銀は不検出	0.0005以下 アルキル水銀は不検出	15以下	0.005以下 アルキル水銀は 不検出
	セレン及びその化合物	0.01以下	0.01以下	150以下	0.3以下
	鉛及びその化合物	0.01以下	0.01以下	150以下	0.3以下
	砒素及びその化合物	0.01以下	0.01以下	150以下	0.3以下
	ふっ素及びその化合物	0.8以下	0.8以下	4000以下	24以下
第三種特定有害物質 (農薬等)	ほう素及びその化合物	1以下	1以下	4000以下	30以下
	ポリ塩化ビフェニル (PCB)	不検出	不検出	—	0.003以下
	チウラム	0.006以下	0.006以下	—	0.06以下
	シマジン	0.003以下	0.003以下	—	0.03以下
	チオベンカルブ	0.02以下	0.02以下	—	0.2以下
有機りん化合物	不検出	不検出	—	1以下	

(備考) 地下水基準：地下水汚染が生じているかどうかを判定する基準

指定基準：都道府県知事が人の健康に害があるとして、「指定区域」として指定する際の基準。

第二溶出量基準：汚染の除去等の措置の選定に関わる基準

③公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準

公共用水域の水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準 一覧

(「水質汚濁に係る環境基準について」(昭和46年12月28日、環境庁告示第59号、平5環庁告16・全改、平7環庁告17・平10環庁告15・平11環庁告14・一部改正)による)

項目	基準値	測定方法
カドミウム	0.01mg/l 以下	日本工業規格K0102(以下「規格」という。)55に定める方法
全シアン	検出されないこと。	規格38.1.2及び38.2に定める方法又は規格38.1.2及び38.3に定める方法
鉛	0.01mg/l 以下	規格54に定める方法
六価クロム	0.05mg/l 以下	規格65.2に定める方法
砒素	0.01mg/l 以下	規格61.2又は61.3に定める方法
総水銀	0.0005mg/l 以下	付表1に掲げる方法
アルキル水銀	検出されないこと。	付表2に掲げる方法
P C B	検出されないこと。	付表3に掲げる方法
ジクロロメタン	0.02mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
四塩化炭素	0.002mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
1,2-ジクロロエタン	0.004mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1又は5.3.2に定める方法
1,1-ジクロロエチレン	0.02mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
シス-1,2-ジクロロエチレン	0.04mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
1,1,1-トリクロロエタン	1mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
1,1,2-トリクロロエタン	0.006mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
トリクロロエチレン	0.03mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
テトラクロロエチレン	0.01mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2、5.3.1、5.4.1又は5.5に定める方法
1,3-ジクロロプロペン	0.002mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.1に定める方法
チウラム	0.006mg/l 以下	付表4に掲げる方法
シマジン	0.003mg/l 以下	付表5の第1又は第2に掲げる方法
チオベンカルブ	0.02mg/l 以下	付表5の第1又は第2に掲げる方法
ベンゼン	0.01mg/l 以下	日本工業規格K0125の5.1、5.2又は5.3.2に定める方法
セレン	0.01mg/l 以下	規格67.2又は67.3に定める方法
硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素	10mg/l 以下	硝酸性窒素にあつては規格43.2.1、43.2.3又は43.2.5に定める方法、 亜硝酸性窒素にあつては規格43.1に定める方法
ふっ素	0.8mg/l 以下	規格34.1に定める方法又は付表6に掲げる方法
ほう素	1mg/l 以下	規格47.1若しくは47.3に定める方法又は付表7に掲げる方法

備考

- 1 基準値は年間平均値とする。ただし、全シアンに係る基準値については、最高値とする。
- 2 「検出されないこと」とは、測定方法の欄に掲げる方法により測定した場合において、その結果が当該方法の定量限界を下回ることをいう。
- 3 海域については、ふっ素及びほう素の基準値は適用しない。
- 4 硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の濃度は、規格43.2.1、43.2.3又は43.2.5により測定された硝酸イオンの濃度に換算係数0.2259を乗じたものと規格43.1により測定された亜硝酸イオンの濃度に換算係数0.3045を乗じたものの和とする。

④土壌中の特定有害物質が自然的原因によるものかどうかの判定方法

土壌中の特定有害物質が自然的原因によるものかどうかの判定方法

(「土壌汚染対策法の施工について」(環水土第20号、平成15年2月4日))

(1) 土壌溶出量基準に適合しない場合の判定基準

特定有害物質の種類等、特定有害物質の含有量の範囲等、特定有害物質の分布特性の3つの観点からの検討を行い、そのすべてについて以下の条件を満たすときは、自然的原因によるものであると判断する。

①特定有害物質の種類等

土壌溶出量基準に適合しない特定有害物質が、砒素、鉛、ふっ素、ほう素、水銀、カドミウム、セレン又は六価クロムの8種類のいずれかであることとする。

なお、8種類のいずれかである場合にも、土地の履歴、周辺の同様な事例、周辺の地質的な状況、海域との関係等の状況を総合的に勘案し、次の事項を踏まえつつ判断する必要がある。

- i) 砒素、鉛、ふっ素及びほう素については、自然的原因により土壌溶出量基準に適合しない可能性が高いこと。
- ii) 溶出量が土壌溶出量基準の10倍を超える場合は、人為的原因である可能性が比較的高くなり、自然的原因であるかどうかの判断材料の一つとなり得ること。しかし、その場合も、もっぱら自然的原因であることもあることに留意する必要があること。

②特定有害物質の含有量の範囲等

特定有害物質の含有量が概ね以下の表に示す濃度の範囲内にあることとする。なお、この際の含有量の測定方法は、土壌汚染状況調査における含有量調査の測定方法(酸抽出法)ではなく、全量分析による。

なお、表に示す濃度の範囲を超える場合でも、バックグラウンド濃度との比較又は化合物形態等の確認から、自然的原因によるものと確認できる場合には、自然的原因によるものと判断する。

表 自然的原因による含有量の上限値の目安(単位 mg/kg、全量分析による)

特定有害物質	砒素	鉛	ふっ素	ほう素	水銀	カドミウム	セレン	六価クロム
上限値の目安	39	140	700	100	1.4	1.4	2.0	—

※ 土壌汚染状況調査における含有量の測定方法(酸抽出法)により、上限値の目安を超えた場合には、人為的原因によるものと判断する。

土壌汚染状況調査における含有量の測定値(酸抽出法)のすべてが、表の上限値の目安の範囲内にある場合は、測定値が最も高い試料について、全量分析により含有量を求め、表の上限値の目安との比較をすることとする。

なお、表の上限値の目安は、全国主要10都市で採取した市街地の土壌中の特定有害物質の含有量の調査結果を統計解析して求めた値(平均値+3σ)であるので、鉱脈・鉱床の分布地帯等の地質条件によっては、この上限値の目安を超える場合があり得ることに留意する必要がある。

③特定有害物質の分布特性

特定有害物質の分布に、当該特定有害物質の使用履歴のある場所等をとの関連性を示す局在性が認められないこととする。

(2) 土壌含有量基準に適合しない場合の判定基準

特定有害物質の種類、周辺のバックグラウンド濃度との比較、化合物形態等の観点から、以下の2つの条件を満たすときは、自然的原因によるものであると判断する。

①バックグラウンド濃度との比較又は化合物形態等の確認から、自然的原因によるものであると確認できること。

②特定有害物質の含有量の分布に、当該特定有害物質の使用履歴のある場所等をとの関連性を示す局在性が認められないこと。

なお、これまでの知見からは、自然的原因により土壌含有量基準に適合しないこととなる可能性がある物質は、鉛及び砒素であると考えられる。

⑤汚染状況調査方法

1) 土壌ガス調査

土壌ガス調査は、基本的には、土壌汚染対策法に規定される土壌ガス調査方法（平成 15 年 3 月 6 日環境省告示第 16 号）により実施する。

広い範囲について、あるいは多数の地点で調査する場合には、検知管、携帯型ガスクロマトグラフ等の簡易測定法により汚染の状況を把握することが、迅速、簡便かつ安価であるので効果的であるが、汚染の有無については、土壌汚染対策法に規定されている調査方法による結果をもって判断する。

土壌ガスの試料採取は、 100m^2 に 1 点の頻度で行う（図 1(a) 参照）。但し、資料等調査の結果などから、汚染の可能性が低いと判断される場合は、 900m^2 に 1 点の頻度で行う（図 1(b) 参照）。

試料採取に当たっては、ボーリングバーやハンドオーガーなどを用いて直径 2～6cm、深さ 0.8～1m 程度の孔を設け、孔底から土壌ガスを吸引する。地下水が深度 1m 以浅に存在する場合には、地下水中の第一種特定有害物質の濃度を測定する。

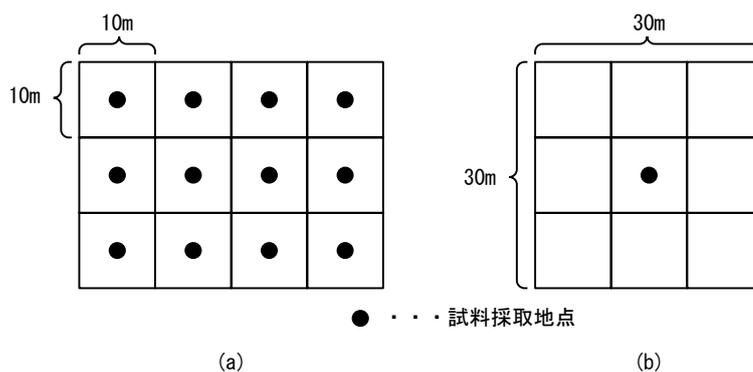


図 1 試料採取地点の配置

2) 土壌調査

有害物質が重金属等および農薬等の場合には、地表面から 50cm までの深さを対象として表層土壌の試料採取と分析を行う。表層土壌の試料採取は、100m²に 1 点の頻度で行う（1 点あたり 1 検体を採取，図 2(a)参照）。

資料等調査の結果などから、汚染の可能性が低いと判断される場合は、900m²に 1 点の頻度で行う（この場合は 5 地点混合法により採取，図 2(b)参照）。5 地点混合法は、それぞれから土壌を均等に採取するものであり、これらを均等に混合して 1 検体とする。その際、原則として表層下 5cm と、それ以深 50cm までの均等混合とする。

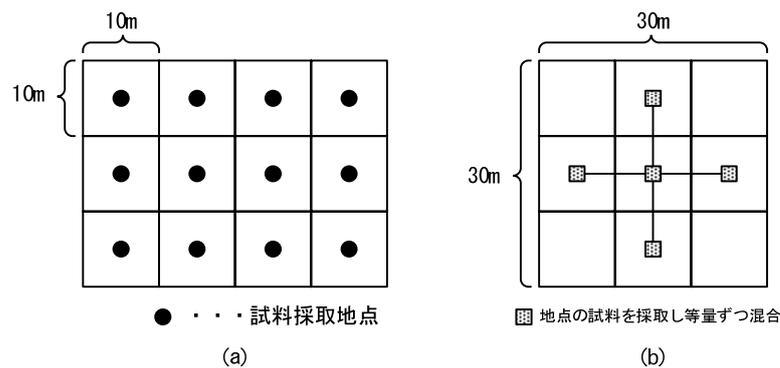


図 2 試料採取地点の配置

分析方法については、汚染範囲の推定には簡易測定法を用いてもよいが、有害物質の濃度等の測定を行う場合には公定法を用いる。

分析項目については、資料等調査から明らかに汚染のおそれがない特定有害物質は、分析の対象からはずしてよいが、項目が絞り込めない場合には、所定のすべての項目を対象とする。

また、汚染の存在が明らかで汚染の除去等の措置を実施することが前提となっているエリアについては、調査密度を小さくしてもよい。

土壌ガス調査および表層土壌調査の結果、特定有害物質が指定基準を超えて存在していると認められた場合や、掘削地点もしくは地下水汚染の存在が明らかである場合には、深さ 10m の深部までの土壌をボーリングにより採取して土壌溶出量を測定する。

試料採取深度は、汚染の三次元分布を把握できるよう、表面から 10m 程度の深さまで 1m 間隔で採取することを基本とし、各深度を中心とするコアから分析に必要な量を採取する。なお、10m 以浅に帯水層の基底がある場合にはその面まででよい（図 3 参照）。

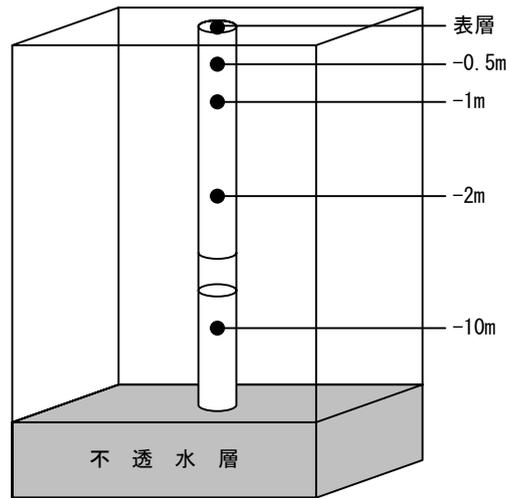


図3 サンプルング深度

これらの基本サンプルング深度の間に異なる地層がある場合には、この異なる地層からも代表的な試料を採取する。また、旧地表面の上に盛土・埋土が施されている場合等には、旧地表面から深度を設定するなど、現地の状況を勘案して適切に設定する。

揮発性有機化合物の場合には、汚染の濃度分布や地質構造を勘案して、必要に応じて下位の帯水層基底まで適宜サンプルング深度を追加する。

また、この土壌サンプルングと並行して、影響検討に必要なカラム試験や、土壌汚染対策の検討に必要な室内試験のための供試体を得るために、必要に応じて、化学的に乱さない状態で試料を採取する。

3) 地下水調査

地下水調査は、水質調査と地下水流動調査に分けられる。

①水質調査

水質調査では、できるだけ土壌調査の際の調査孔、既設の井戸等を利用するが、必要に応じて新たに観測井を設置する。既設井戸での調査に当たっては、その井戸がどの帯水層の状況を反映しているかを調べるのが重要である。

水質の分析は汚染の程度、広さを考慮し、汚染範囲の推定には簡易測定法、汚染の有無の判定を行う場合には公定法を用いるのがよい。

②地下水流動状況調査

汚染源の推定や将来の影響予測を行う上で、現状の地下水の流動状況を把握しておくことが重要である。

地下水の流動状況（流向・流速）は地下水位のコンター図を作成することにより把握することができる。地下水位コンター図は、資料調査等により把握された地形、地質構造、帯水層の分布状況、ボーリング調査地点や既存井戸で把握された地下水位、河川水位などの情報をもとに作成する。

4) 地盤の物理的性質の調査

地盤の物理的性質を把握するための調査は、通常、当該工事の事前調査として行われているが、データが不足する場合には、土壌調査や観測井設置の際に行われるボーリング時に追加調査を計画、実施する。また、必要に応じて、帯水層の透水性を把握するための調査も追加することが望ましい。

⑥特定有害物質による地盤汚染対策工法

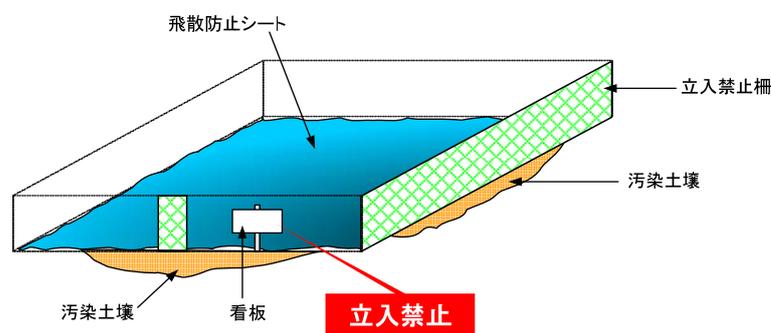
1) 直接摂取の防止－暴露管理の措置

(1) 立入禁止措置

汚染区域に第三者が立ち入らないようにするとともに、汚染の周辺部への拡散を防止するための応急的な措置である。

汚染区域の周囲に、みだりに人が汚染区域内に立ち入ることが防止できる囲いを設ける。また、汚染区域外に、特定有害物質やそれを含む汚染土壌が飛散、揮散および流出しないように、当該区域内全面をシートで覆う等の必要な措置を講じる。

堤外側で特定有害物質に遭遇した場合、洪水により流出する汚染が拡散する恐れがあるため、早急な対応を行う必要がある。



2) 直接摂取の防止－暴露経路の遮断の措置

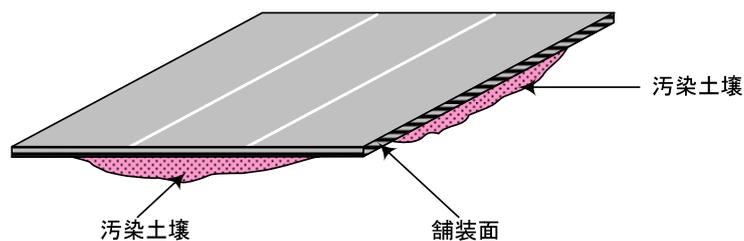
土壌汚染の拡散を防止するための措置としては、以下の工法がある。

- 舗装措置
- 覆土措置
- 土壌入れ換え措置

(1) 舗装措置：第二種特定有害物質に対応

汚染土壌の存在する範囲の表面を、厚さ 10cm 以上のコンクリート層、または、厚さが 3cm 以上のアスファルト層により覆うこと。その際に、覆いの破損を防止するために必要な措置を講じる。

堤外側では、河川水の浸透等により、汚染物質が拡散する恐れがあることから、適用には十分検討する必要がある。

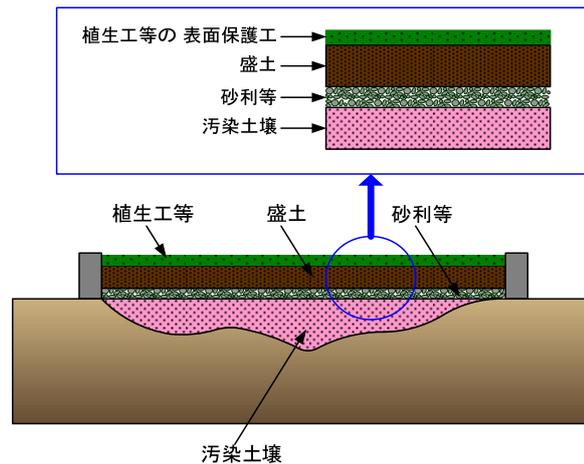


舗装工法 概念図

(2) 覆土措置：第二種特定有害物質に対応

汚染土壌の存在する範囲の上面を砂利等の仕切りにより覆った上で、厚さ 50cm 以上の汚染されていない土壌層により覆う。その際、覆いの破損を防止するために必要な措置を講じる。

堤外側では、覆土により、流下阻害を生じたり、洗掘される恐れがあること、さらに、河川水の浸透等により、汚染物質が拡散する恐れがあることから、適用には十分検討する必要がある。



舗装工法 概念図

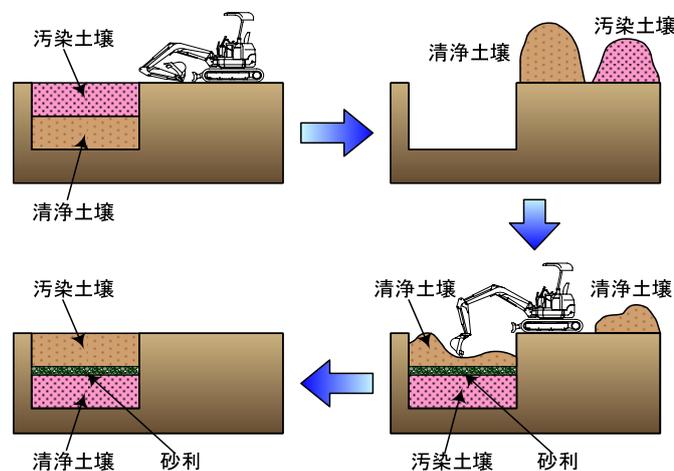
(3) 土壌入れ換え措置：第二種特定有害物質に対応

汚染土壌の範囲内において、深さ 50cm 以上を掘削除去し、その上面を砂利等の仕切りにより覆った上で、厚さ 50cm 以上の汚染されていない土壌で覆う。

汚染されていない土壌を掘削除去し、汚染土壌を埋め戻し、その上面を砂利等の仕切りにより覆った上で、厚さ 50cm 以上の汚染されていない土壌で覆う。

その際に、覆いの破損を防止するために必要な措置を講じる。

堤外側では、河川水の浸透等により、汚染物質が拡散する恐れがあることから、適用には十分検討する必要がある。



土壌入れ換え措置 概念図

3) 直接摂取の防止－土壤汚染の除去の措置

土壤汚染の除去措置としては、以下の工法がある。

- 原位置浄化措置
 - 土壤ガス吸引法
- 掘削除去措置
 - 掘削除去
 - 掘削除去＋土壤洗浄
 - 掘削除去＋熱処理

(1) 原位置浄化措置

原位置抽出法、または、原位置分解法等により、汚染土壤から原位置にて有害物質を取り除く措置である。

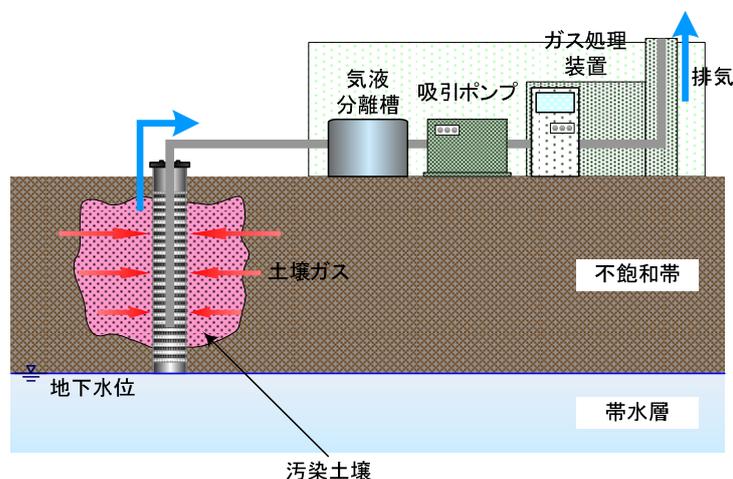
原位置抽出法の例として、土壤ガス吸引法を示す。

土壤ガス吸引法：第一種特定有害物質に対応

第一種特定有害物質に汚染された土壤中に吸引井戸を設置し、不飽和土壤中に存在する土壤ガスを吸引する方法。地中における汚染状況を詳細に解明し、効果的な位置に吸引井戸を設置することで大きな効果が得られる。砂質土など通気性の高い地盤に適しており、粘性土に対しては適用が難しい。また、地下水汚染がある場合には地下水揚水法などを併用する必要がある。

本措置は第1種特定有害物質を対象とした土壤汚染の除去であるため、完全に分離できた場合には敷地内に汚染土壤は残らない。このため措置完了後は、土地利用上の制約を受けず、維持管理の必要もない（一定条件を満たすまで、地下水モニタリングだけは必要である）。

プラントが必要になることや対策の完了までに期間を要することが多いことから、堤外側の汚染では、適用には十分検討する必要がある。



土壤入れ換え措置(土壤ガス吸引法) 概念図

(2) 掘削除去の措置

掘削除去の措置は、汚染土壌の処理方法により、掘削除去、掘削除去＋土壌洗浄、掘削除去＋熱処理の方法がある。以下にこれらの方法を示す。

i) 掘削除去

：第一種特定有害物質、第二種特定有害物質、第三種特定有害物質に対応

掘削除去は汚染土壌を掘削・除去し、掘削した汚染土壌を浄化や無害化したり、処分場に処分する方法である。土壌の浄化を行った場合は再度現場に搬入して埋め戻すことができる。汚染土壌を指定区域外に搬出する際には、搬出車両の車体に付着した土砂の除去や飛散の防止等の処置を行う必要がある。また、土壌の浄化技術方法には、さまざまなものがあるので、個々の技術を適用するには土壌処理試験を行いその浄化効果等を確認する必要がある。

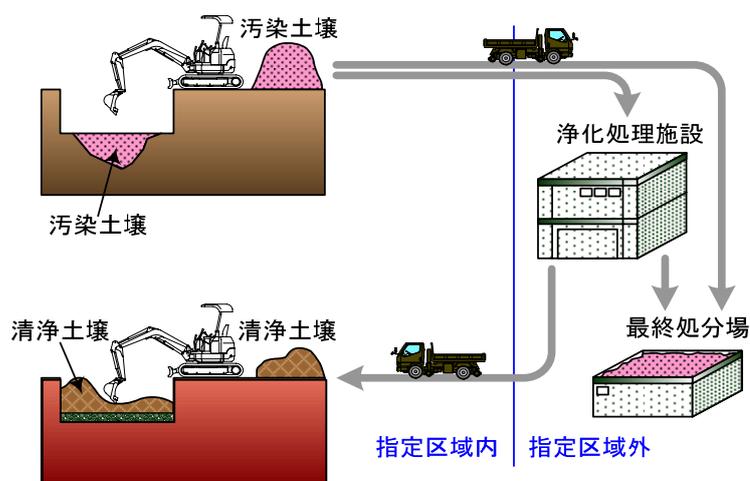


車両スパッツによる付着土砂の除去

なお、掘削除去を行い、都道府県知事に効果の確認を受けた場合は指定区域から解除される。

掘削除去は土壌汚染の除去であるため、直接摂取によるリスクと地下水経由の摂取リスクの両方に適用でき、敷地内に汚染土壌は残らない。このため措置完了後は、土地利用上の制約を受けず、維持管理の必要もない（一定条件を満たすまで、地下水モニタリングだけは必要である）。

なお、掘削除去は、ダイオキシン類や油分の処理にも対応可能である。



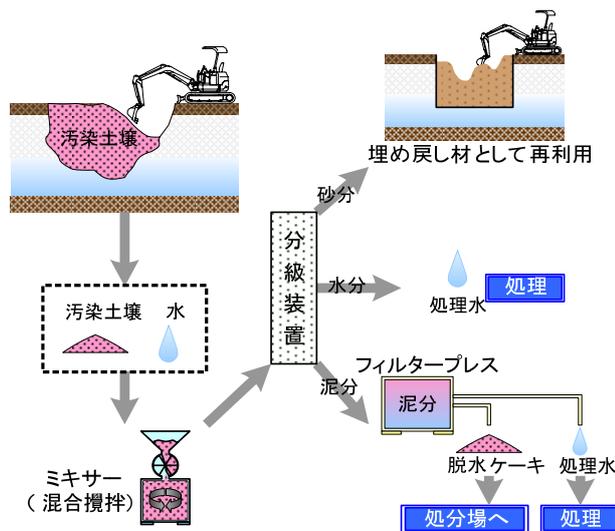
掘削除去 概念図

ii) 掘削除去+土壌洗浄：第二種特定有害物質、第三種特定有害物質に対応

汚染土壌を掘削した後、水や温水または特殊な水溶液で洗浄し汚染物質を土粒子から分離する。分離した汚染物質は粘土分などの微細粒子に吸着される部分と水溶液に移行する部分とに分かれる。微細粒子に吸着された部分は分級操作により粒子ごと選別回収し別途処理する。洗浄液は水処理装置により汚染物質を回収したのち再利用される場合が多い。洗浄液には界面活性剤や pH 調整剤等を使用する。汚染物質の特性を十分把握し、効果的に除去できる最適な洗浄液を選択する事が重要である。重金属と有機物との複合汚染の場合は、特に洗浄液の組成に留意しなければならない。汚染土壌を指定区域外に搬出する際には、搬出車両の車体に付着した土砂の除去や飛散の防止等の処置を行う必要がある。なお、土壌洗浄後の浄化土壌は再度現場に搬入して埋め戻すことができる。

掘削除去+土壌洗浄は、直接摂取によるリスクと地下水経由の摂取リスクの両方に適用でき、敷地内に汚染土壌は残らない。このため措置完了後は、土地利用上の制約を受けず、維持管理の必要もない（一定条件を満たすまで、地下水モニタリングだけは必要である）。

なお、掘削除去+土壌洗浄は、油分の処理にも対応可能である。



掘削除去+土壌洗浄 概念図

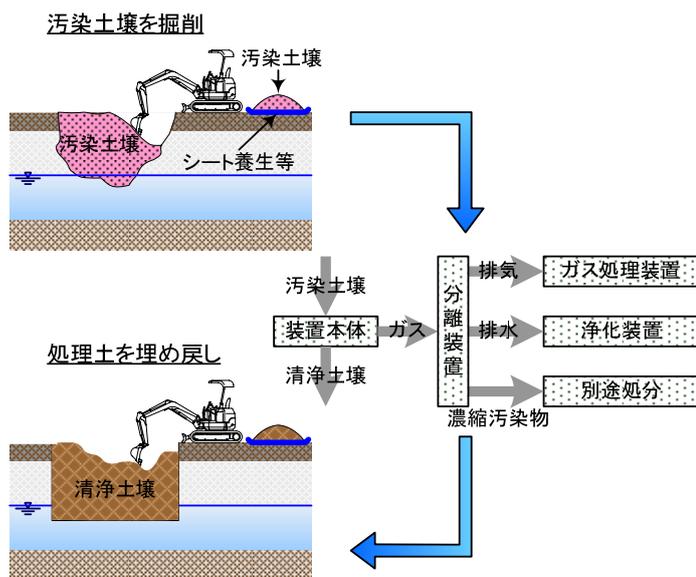
iii) 掘削除去+熱処理：第二種特定有害物質に対応

汚染土壌を掘削した後、800～1200℃程度の高温で処理し、汚染物質を揮散させるものである。加熱炉としてロータリーキルン、流動床炉、熔融キルンなどが使用される。

処理温度が高温であるため水銀、砒素、カドミウム、亜鉛、セレン、鉛を揮散させることが可能である。これらの物質はガス側に移行するので排ガス処理が必要である。排ガス処理では冷却、集塵、酸性ガスの中和を行う。集塵灰には金属類が含まれているため不溶化して埋め立てるか、金属を回収して再利用する。汚染土壌を指定区域外に搬出する際には、搬出車両の車体に付着した土砂の除去や飛散の防止等の処置を行う必要がある。

掘削除去+熱処理は、直接摂取によるリスクと地下水経由の摂取リスクの両方に適用でき、敷地内に汚染土壌は残らない。このため措置完了後は、土地利用上の制約を受けず、維持管理の必要もない（一定条件を満たすまで、地下水モニタリングだけは必要である）。

なお、掘削除去+熱処理は、油分にも対応可能である。



掘削除去+熱処理 概念図

4) 地下水等摂取の防止－土壤汚染除去の措置

土壤汚染の除去措置としては、以下の工法がある。

○掘削除去の措置

掘削除去（直接摂取の防止の措置と同じ）

掘削除去＋土壤洗浄（直接摂取の防止の措置と同じ）

掘削除去＋熱処理（直接摂取の防止の措置と同じ）

○原位置浄化の措置

土壤ガス吸引法（直接摂取の防止の措置と同じ）

地下水揚水処理工法

バイオレメディエーション工法

浄化壁工法

各工法の概要を以下に示す。なお、直接摂取の防止の措置と同じ工法については、省略する。

(1) 原位置浄化の措置

i) 地下水揚水処理工法：第一種特定有害物質に対応

第二種特定有害物質に対応

第三種特定有害物質に対応

汚染された帯水層中に揚水井戸を設置し、有害物質を含む地下水を揚水し、地盤中から取り除く技術。地中における汚染状況を詳細に解明し、効果的な位置に揚水井戸を設置することで大きな効果が得られる。砂質土など透水性の高い地盤に適しており、粘性土に対しては適用が難しい。また、下記に示すように汚染物質の種類に応じた水処理装置が必要である。

本工法は土壤汚染の除去であるため、完全に分離できた場合には敷地内に汚染土壌は残らない。このため措置完了後は、土地利用上の制約を受けず、維持管理の必要もない（一定条件を満たすまで、地下水モニタリングだけは必要である）。

なお、本工法は、油分にも対応可能である。

(揚水処理後の水処理方法)

①重金属

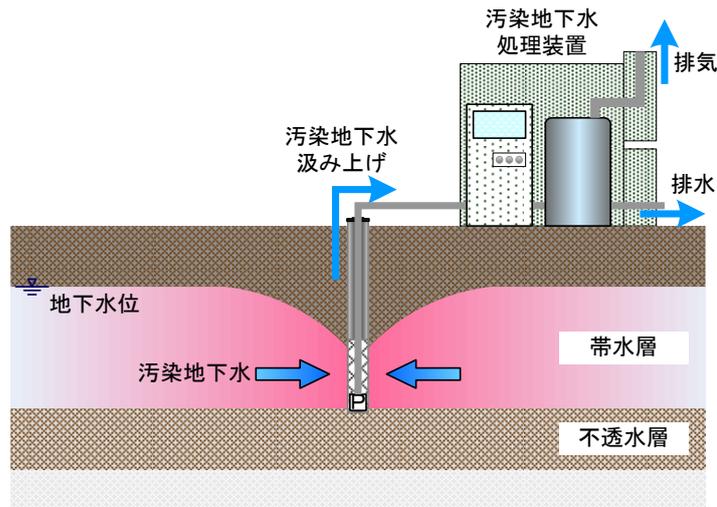
- ・凝集沈殿法（薬剤等を加え、難溶性塩として沈殿回収する）
- ・吸着法（イオン交換樹脂やキレート樹脂に吸着して回収）

②ふっ素・ほう素

- ・逆浸透膜法（溶質を通さない性質を有する逆浸透膜にて回収）

③揮発性有機化合物

- ・曝気法（空気接触により気相に移行させ、活性炭等に吸着して回収）



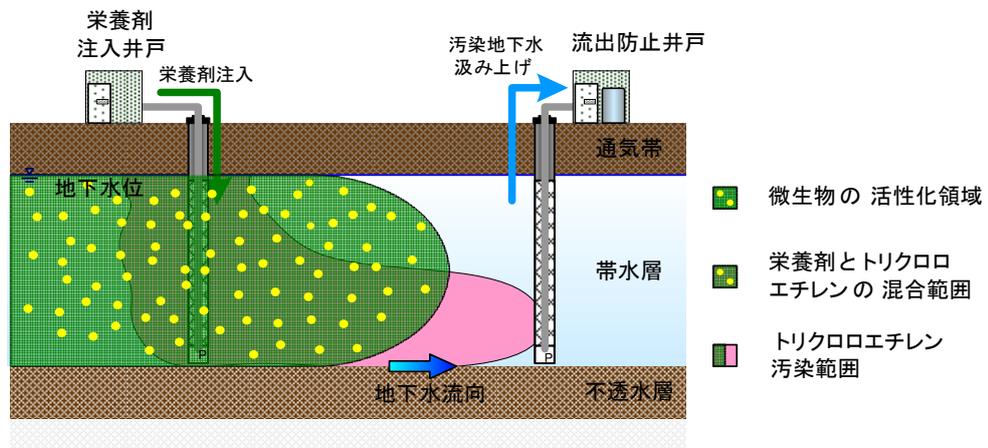
地下水揚水処理工法 概念図

ii) バイオレメディエーション工法：第一種特定有害物質に対応

原位置土壌中に生息する微生物の分解能力によって揮発性有機化合物を分解させる方法。地下水の上流側に設置した注入井戸、下流側に揚水井戸を設置し、栄養塩や空気などを上流側から下流側に循環し注入することによって、微生物の活動を活性化し、分解効率を高める。

本措置は第1種特定有害物質を対象とした土壌汚染の除去であるため、完全に分解できた場合には敷地内に汚染土壌は残らない。このため措置完了後は、土地利用上の制約を受けず、維持管理の必要もない（一定条件を満たすまで、地下水モニタリングだけは必要である）。

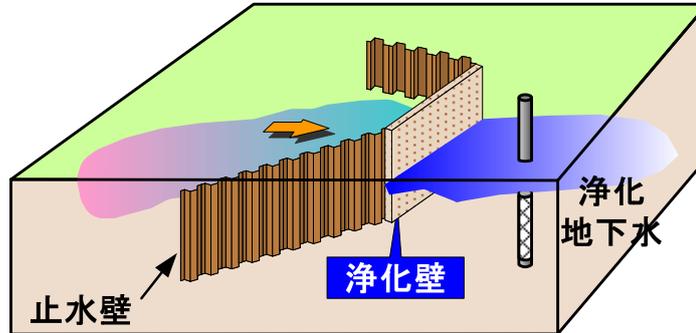
なお、本工法は、油分にも対応可能である。



バイオレメディエーション工法 概念図

iii) 浄化壁工法

汚染地下水の通り道に化学的な反応剤の壁を設け、汚染地下水を通過させて無害化する工法である。



浄化壁工法 概念図

5) 地下水等摂取の防止－土壤汚染拡散防止の措置

土壤汚染の拡散を防止するための措置としては、以下の工法がある。

- (1) 原位置不溶化措置（重金属等に限る）
原位置固化・不溶化工法
- (2) 不溶化埋め戻しの措置(重金属等に限る)
不溶化埋め戻し工法
- (3) 原位置封じ込めの措置
遮水壁工法
バリア井戸工法
- (4) 遮水工封じ込め措置
覆土・敷土工法
- (5) 遮断工封じ込め措置(揮発性有機化合物を除く)

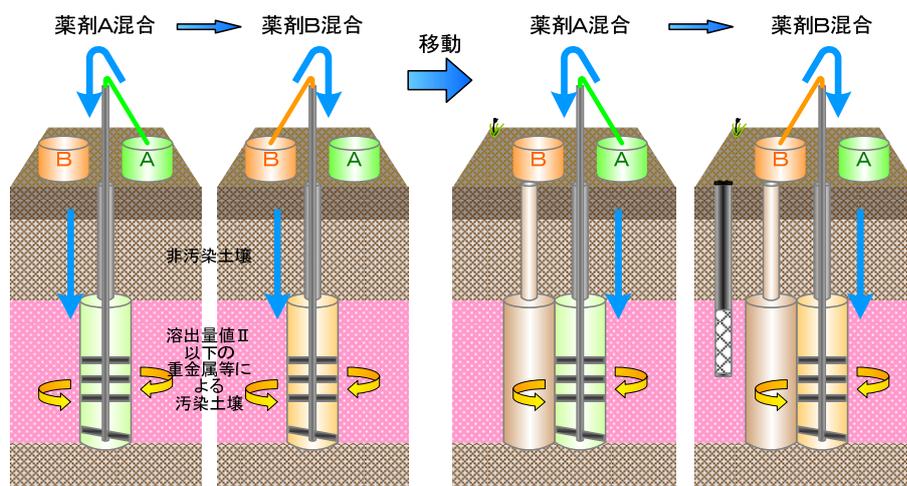
各工法の概要を以下に示す。なお、直接摂取の防止の措置と同じ工法については、省略する。

(1) 原位置不溶化の措置

原位置固化・不溶化工法：第二種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応

固化・不溶化工法は、汚染土壌の範囲に不溶化剤を注入、あるいは注入・攪拌することで土壌溶出量を指定基準に適合させる方法である。不溶化措置後は措置範囲の上部に適切な飛散防止策を行う。本工法では、不溶化剤を汚染土壌中に注入するので、不溶化剤が周辺に拡散するおそれがあるため、鋼製矢板を周囲に打ち込んだり、周辺地下水を揚水するなどして、不溶化剤の周辺地下水への拡散を防止する必要がある。

本工法は暴露経路の遮断であるため、敷地内に汚染土壌が残る。このため将来にわたり必要な性能を維持管理する必要があり、土地利用上の制約も受ける。将来、工事などで当該土壌を搬出する必要がある場合には、汚染土壌として扱い、適切な施設へ搬出する必要がある。



原位置固化・不溶化工法 概念図



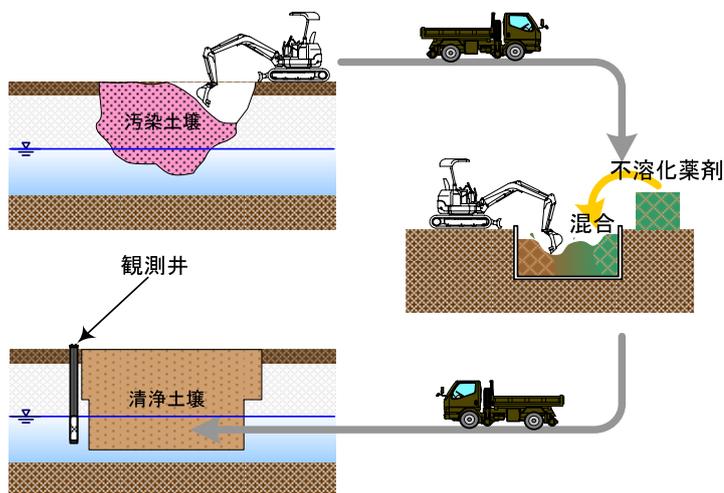
パワーブレンダー工法による原位置不溶化の処置状況

(2) 不溶化埋戻しの措置

不溶化埋め戻し工法：第二種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応

不溶化埋め戻し工法は、汚染土壌を掘削し、汚染土壌と不溶化剤を地上で混合・攪拌して土壌溶出量を指定基準に適合させた後、元の位置に埋め戻す方法である。埋め戻し後に措置範囲の上部に飛散防止措置を行う。汚染土壌が、地下水位の下にまで達している場合は、鋼矢板等で遮水して掘削を行い、地下水汚染の拡散を防止する必要がある。また、不溶化土壌を地下水位以下に埋め戻す場合には適切な遮水構造とするなどの配慮を行う必要がある。また、不溶化埋め戻しを行う際には、掘削した汚染土壌を仮置きし、不溶化処理を行うが、この場合の汚染土壌の仮置きは汚染土壌の指定区域外の搬出とはみなされない。なお、汚染土壌を指定区域外に搬出する際には、搬出車両の車体に付着した土砂の除去や飛散の防止等の処置を行う必要がある。

本工法は暴露経路の遮断であるため、敷地内に汚染土壌が残る。このため将来にわたり必要な性能を維持管理する必要があり、土地利用上の制約も受ける。将来、工事などで当該土壌を搬出する必要がある場合には、汚染土壌として扱い、適切な施設へ搬出する必要がある。



不溶化埋め戻し工法 概念図

(3) 原位置封じ込めの措置

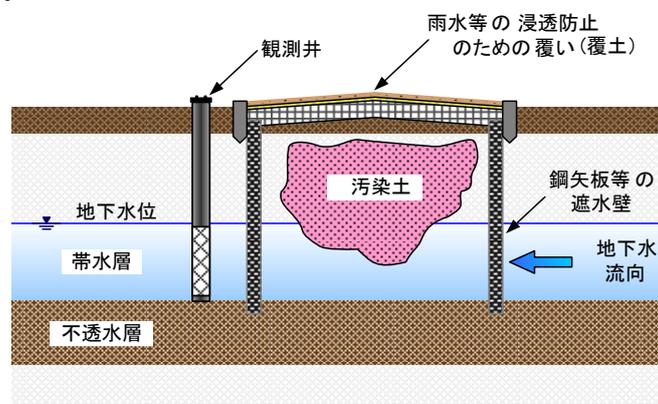
- i) 遮水壁工法：第一種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応
- 第二種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応
- 第三種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応

遮水壁工法は、土壌溶出量基準に適合しない汚染土壌の周囲を不透水層で封じ込め、周囲の汚染されていない土壌や地下水との接触経路を断つことによって、周囲への汚染の拡散を防止する方法である。遮水壁には鋼矢板や地下連続壁などの工法が用いられ、遮水壁の深さは汚染土壌の下の最初の不透水層まで到達するようにする。汚染土の上面は遮水性材料で覆い、降雨等の浸透による封じ込め内部の地下水位上昇を防止する（根入れ型遮水壁）。

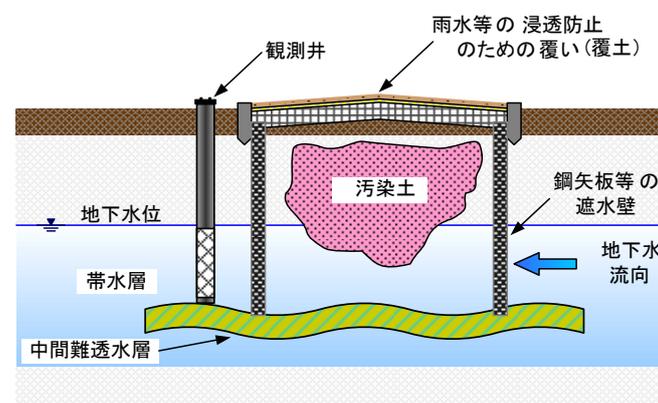
本措置は暴露経路の遮断であるため、敷地内に汚染土壌が残る。このため将来にわたり必要な性能を維持管理する必要があり、土地利用上の制約も受ける。将来、工事などで当該土壌を搬出する必要がある場合には、汚染土壌として扱い、適切な施設へ搬出する必要がある。

なお、透水層内の汚染区域の下位に連続した中間難透水層が分布する場合には、この中間難透水層に遮水壁を根入れする場合もある（中間根入れ型遮水壁）。

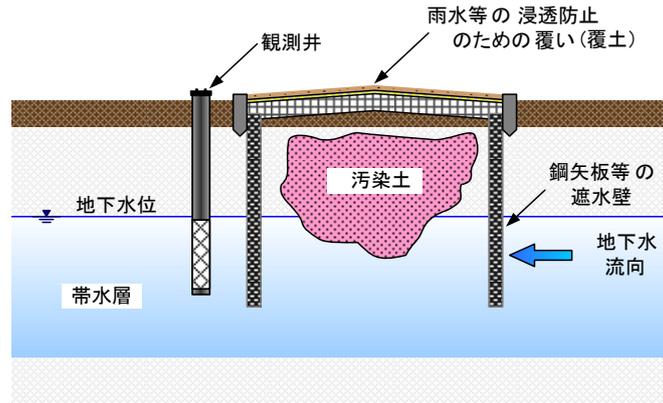
なお、特定有害物質の拡散速度を低減する応急的な対策として、透水層の下位に分布する不透水層まで根入れしないで、汚染領域以深まで遮水壁を挿入する場合もある（浮き型遮水壁）。



遮水壁工法（根入れ型遮水壁） 概念図



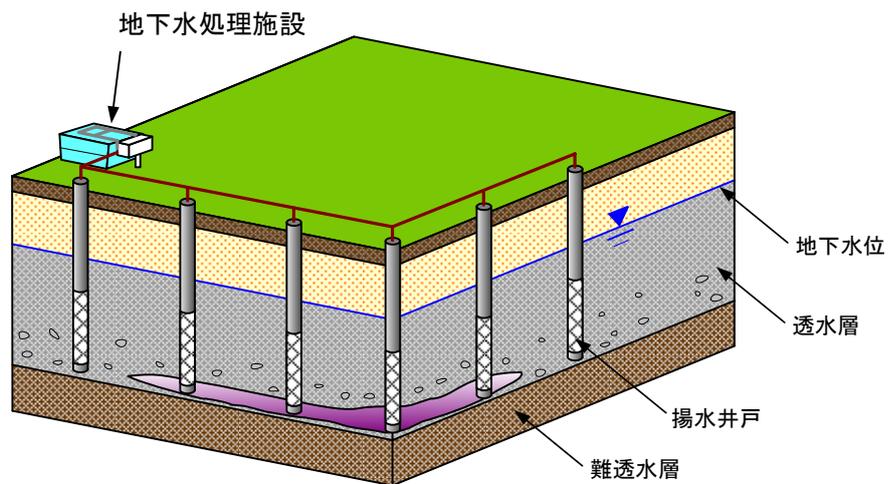
遮水壁工法（中間層根入れ型遮水壁） 概念図



遮水壁工法（浮き型遮水壁） 概念図

ii) バリア井戸工法

汚染域の下流側に揚水井戸を設置して、汚染域から流れてきた地下水を揚水し下流域への汚染の拡散を防止する工法である。揚水された地下水が汚染されている場合には浄化して放流する。バリア井戸の設計に当たっては、対象地盤の透水係数と揚水井戸の影響半径の関係を把握し、井戸配置を適切に設定することが重要である。



バリア工法 概念図

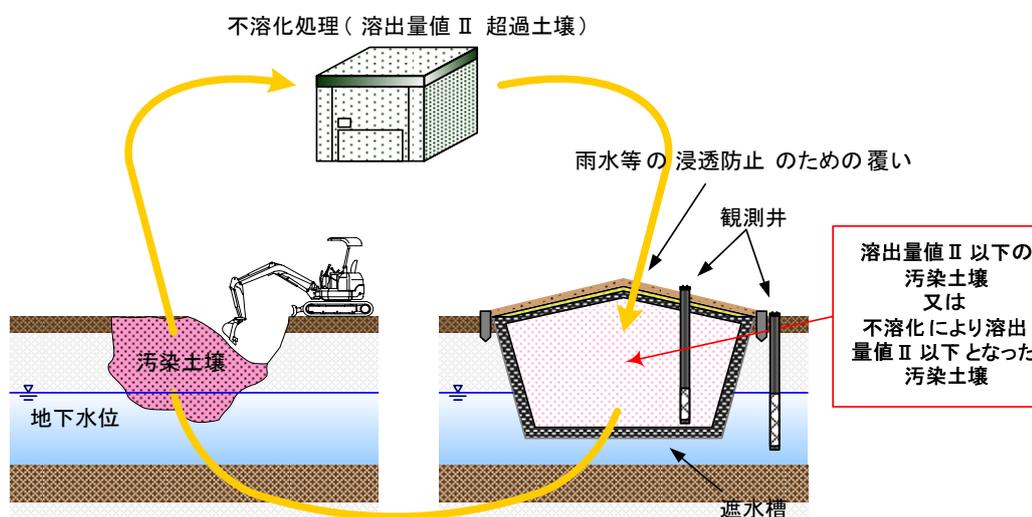
(4) 遮水工封じ込め措置

- ：第一種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応
- 第二種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応
- 第三種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応

覆土・敷土工法

遮水工封じ込め措置は、汚染土壌を掘削除去し、地下水との接触を防止するための遮水性の設備（遮水工）の中に埋め戻して封じ込める方法である。遮水工は底面及び側面に遮水シートなどの遮水層を敷設した空間で、その中に汚染土壌を埋め戻す。埋め戻しの終了後は降雨や流水等の流入を防止するために上面を舗装などによって覆う。

本工法は暴露経路の遮断であるため、敷地内に汚染土壌が残る。このため将来にわたり必要な性能を維持管理する必要がある、土地利用上の制約も受ける。将来、工事などで当該土壌を搬出する必要がある場合には、汚染土壌として扱い、適切な施設へ搬出する必要がある。



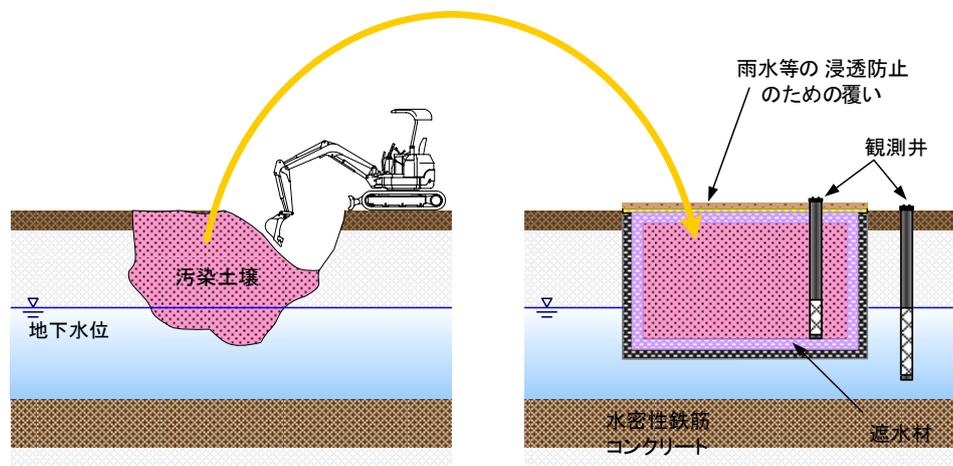
覆土・敷土工法 概念図

(5) 遮断工封じ込め措置：第二種特定有害物質

第三種特定有害物質：第二溶出量基準適合の場合に限り対応

遮断工封じ込め措置は、汚染土壌を掘削除去し、鉄筋コンクリート製の遮水構造物内（一軸圧縮強度が 25 N/mm²以上の水密性を有する鉄筋コンクリートで造られ、その厚さが 35 cm 以上又はこれと同等以上の遮断の効力を有し、埋め戻す汚染土壌と接する面が遮水の効力及び腐食防止の効力を有する材料により十分に覆われていること）に埋め戻し、外部との接触経路を封じる方法である。遮断工は底面及び側面を鉄筋コンクリートによって築造した箱状構造物で、その中に汚染土壌を埋め戻した後、上部にコンクリート製の蓋を築造し、降雨や流水等の流入を防止する。遮断工封じ込め措置は、第一種特定有害物質はコンクリートを透過するため、適用できない。

本措置は暴露経路の遮断であるため、敷地内に汚染土壌が残る。このため将来にわたり必要な性能を維持管理する必要があり、土地利用上の制約も受ける。将来、工事などで当該土壌を搬出する必要がある場合には、汚染土壌として扱い、適切な施設へ搬出する必要がある。



遮断工封じ込め措置 概念図

⑦ダイオキシン類の基準値

	区分	基準	検定方法
環境基準	屋外一般大気環境	0.6pg-TEQ/m ³ 以下 ※ ¹	ダイオキシン類による大気の汚染、水質の汚濁および土壌の汚染にかかる環境基準について(平成11年12月環境省告示第68号)の一部を改訂する件、平成14年7月22日、環境省告示第46号
	環境水(地下水を含む)	1pg-TEQ/L以下 ※ ¹	
	土 壌	1,000pg-TEQ/g以下 (調査指標 250pg-TEQ/g)※ ²	
	底 質	150pg-TEQ/g以下	
作業環境	作業環境	2.5pg-TEQ/m ³ 以下	ダイオキシン類による健康障害防止のための対策について、平成11年12月基発第668号
排出基準	排水(放流水)	10pg-TEQ/L以下	ダイオキシン類対策特別措置法施行規則第1条 別表第二

※¹ 大気および地下水の基準は、年間平均値とする。

※² 土壌にあつては、調査指標以上の場合には必要な調査を実施する必要がある。

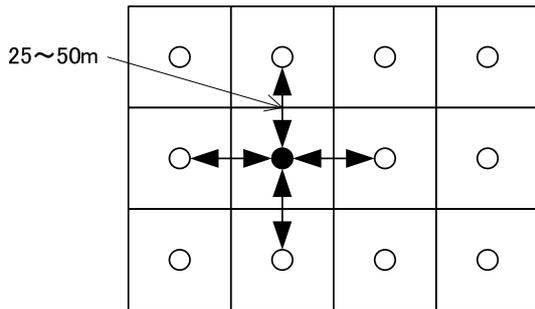
⑧ダイオキシン類の汚染状況調査方法

6) 土壌に関する調査内容

現地調査は、表1に示す推定されるダイオキシン類の存在形態をもとに調査方法を検討する。各々の存在状態について調査方法を示す。

①表層に汚染が存在する場合

「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」(環境省水質保全局土壌農薬課 平成12年1月)に基づき調査を実施する。調査の概要図を図1に示す。

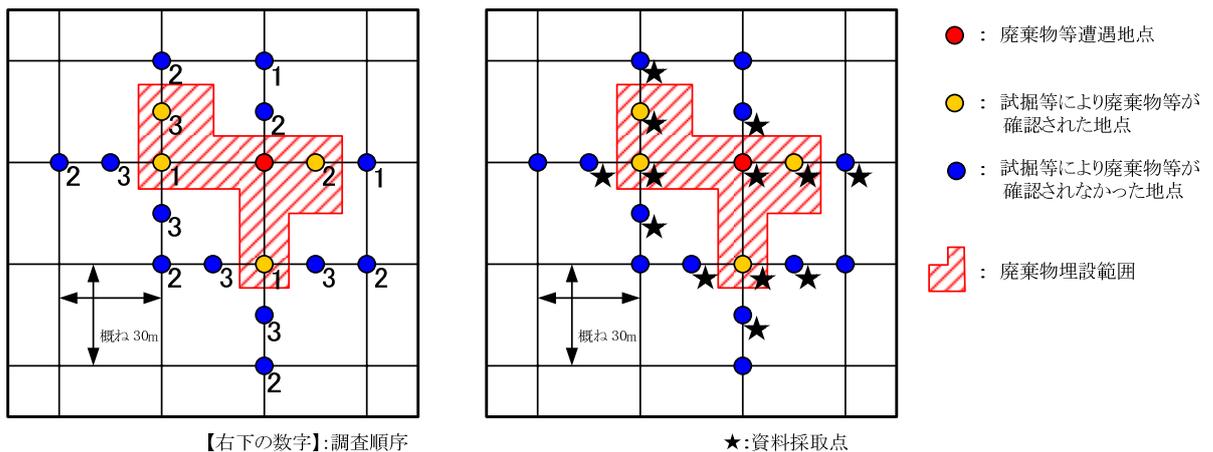


位置:1000㎡に1点程度
(分布状況に応じて調査密度を検討することも必要)
深さ:地表から5cm程度。最も高濃度のダイオキシン類が検出された地点において、表層から5cmまでに加え、5~10cm、10~15cm、15~20cm。
採取:5地点混合方式によるサンプリング

図1 表層に汚染が存在する場合の調査位置の配置 概念図

②地中に汚染が存在する場合

既往資料や試掘等により、異物の混入する平面的な範囲を調査する。調査地点は、図2に示すように、廃棄物等が確認された箇所を中心に4方位に概ね30m程度を目安として、地形や土地の利用状況を勘案して設定する。そして、汚染が確認された場合は、汚染が確認されなくなるまで、同じ要領で追加調査を行う。なお、廃棄物等は、周辺地盤と異質であることや掘削して埋められていることが多く、その三次元的な広がりを把握するために、地中レーダー探査等の物理探査が有効である。



【右下の数字】:調査順序

★:資料採取点

図2 地中に汚染が存在する場合の平面的な調査位置の配置 概念図

表 1 汚染物質の種類と物理探査の適用性

(「埋設農薬調査・掘削等暫定マニュアル改訂版」(環境省環境管理局水環境部 平成 17 年 3 月 30 日 一部加筆)

	廃棄物層	石油缶などの 金属容器	コンクリート槽 (鉄筋なし)	鉄筋コンクリート槽 または金属性蓋	作業性
地中レーダー探査	○	○	○	○	優
電磁探査(時間領域、 周波数領域)	△	○	△	○	優
磁気探査	×	○ (磁性金属)	×	○ (磁性金属)	優
電気探査(比抵抗法)	△	△	△	△	良
反射法地震探査	△	△	△	△	劣
表面波探査	△	△	△	△	良
重力探査	△	△	△	△	良または劣

○：適用可能と考えられる場合
 △：ある条件の下で適用可能と考えられる場合
 ×：理論的に適用が困難と考えられる場合
 作業性については、相対的に判断した。

廃棄物等の埋設深度については、図 3 に示すように、ボーリング調査等により行う。調査の際には、深度方向に分析用試料を採取しながら行うが、ボーリングを行う際、深度方向に汚染を攪拌することのないようにケーシングの使用等の対策を講じる必要がある。また、調査深度は、遮水シートがある場合は、その上位とし、ない場合には、廃棄物層を貫通したと思われる深度から 30～50cm 程度に留め、地下水層に達しないように十分注意する。

ボーリングや試掘により調査を行う際には、遮水シートや難透水層の損傷させた場合、汚染を拡大する恐れがあることから十分注意する必要がある。ボーリング調査に先立ち、資料調査結果や物理探査により、廃棄物等のおおまかな分布深度を把握することも重要である。

万が一、遮水シートを損傷した場合には、速やかにベントナイトミルクなど充填材を注入し、ボーリング底面の封鎖を行う。

なお、分布範囲の特定には、採取した試料を用いて、ダイオキシン類の分析を行う。

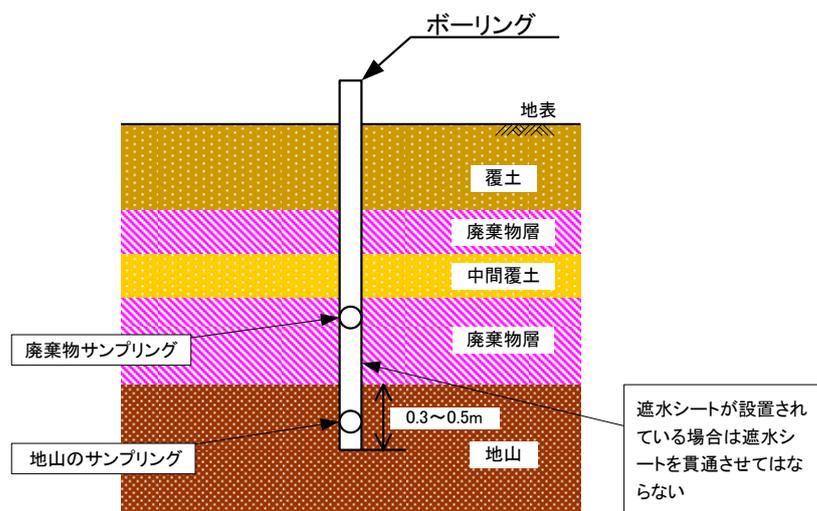


図3 ボーリング調査の概念図

③有害物質が収納された容器が存在する場合

有害物質が収納された容器と遭遇した場合、「埋設農薬調査・掘削等暫定マニュアル改訂版」(環境省環境管理局水環境部 平成17年3月30日)などが参考となる。

調査は、容器を破壊しないように埋設位置を資料調査や物理探査等で調査する。そして、図4に示すように、容器の埋設位置の近傍の4方位においてボーリング調査を行い、容器埋設深度の0.5m~1.0m程度深いところで試料を採取し、分析を行うことで、周辺部に汚染が拡散しているか確認する。

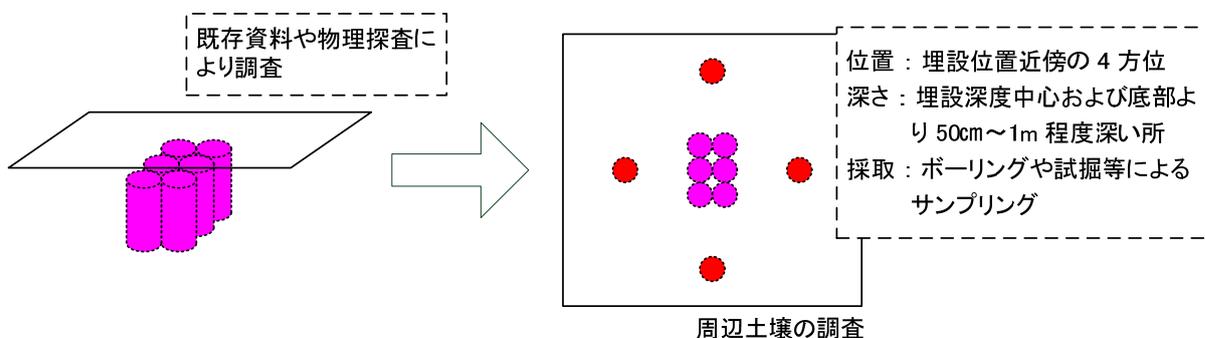


図4 有害物質が収納された容器が存在する場合の調査 概念図

なお、ダイオキシン類の調査は、汚染の有無を評価する場合は公定法により行う。公定法は、土壌と大気に関しては、環境省の定める公定法(平成12年1月環水土第12号)、や地下水に関しては、日本工業規格(JIS K 0312)に準じる。

なお、汚染範囲を絞り込む場合や措置実施時の周辺環境モニタリング、掘削除去実施時の工事範囲や効果の確認などに利用できる。簡易測定法には、迅速前処理法や迅速測定法等があるが、用いる場合には、その特徴や公定法測定値との精度を確認の上で、都道府県等の環境部局等と協議して用いる。なお、詳細については、「土壌のダイオキシン類簡易測定法マニュアル」(土木研究所編)を参照されたい。

7) 地下水に関する調査内容

ダイオキシン類の汚染の周辺への影響を把握するために、汚染範囲の地下水の流れの上・下流部において、ボーリング調査により地下水を採取しダイオキシン類の濃度を測定する。

地下水採取のためのボーリングに際して、モニタリング孔として利用することも考え位置を選定する。

なお、地下水中からバックグラウンド値より高い塩素イオン濃度が確認された場合は、地下水中に廃棄物の影響が出ている可能性があることから監視に利用可能である。

また、汚染範囲の近傍に既設井戸がある場合には、飲用や散水等の利用が考えられることから、井戸調査により分布状況や利用状況を調査するとともに、試料を採取し分析する。

⑨ダイオキシン類による地盤汚染対策工法

(1) 掘削搬出処分

土壌の環境基準 1,000pg-TEQ/gを超過するダイオキシン類汚染土壌を掘削搬出し、最終処分場などで適切に処分する方法である。

掘削搬出処分の実施にあたっては、汚染土壌のダイオキシン類濃度、混入物の有無、処分が必要な土壌の量、搬出土壌の受け入れ先および受け入れ条件、運搬距離やその運搬方法等を検討する。なお、最終処分場(管理型)には、ダイオキシン類濃度が、3,000pg-TEQ/gを超過する場合は受け入れられない可能性があり、事前処理を求められる場合があることに留意する必要がある。また、ダイオキシン類以外の有害物質が存在する場合は受け入れられない可能性がある。

また、掘削搬出処分の実施に際しては、測量や土壌調査マニュアルに準じた調査により、搬出土量を確認するとともに、取り残しや過度の掘削がないように入念に実施する必要がある。掘削除去を実施した範囲もついて、土壌の環境基準を満足することを確認する必要がある。

さらに、掘削除去したダイオキシン類汚染土壌は、土壌汚染対策法に準じた汚染土壌管理票により、その搬出、運搬および処分といった措置全体を管理する必要がある。

なお、掘削搬出処分の早期実施が困難な場合には、暫定的な汚染拡大防止措置を行い、モニタリングを実施することより二次汚染の発生を防止する。その後、掘削搬出処分の早期実施を検討し、実施可能となった場合には速やかに実施する。

掘削除去処分を行う上では、作業員の安全を確保しつつ汚染の拡大のないよう十分配慮する必要がある。

1) 作業員の安全確保

作業員へのダイオキシン類の暴露による健康被害を防止するために保護具を着用する。保護具は労働基準監督署などと協議し、選定する。

また、作業員へのダイオキシン類に関する教育を事前に行うことで、適切なダイオキシン類汚染土壌の取り扱い方を周知徹底させるとともに、終了時に手洗いを励行するなどしてダイオキシン類の経口摂取を防止する。必要に応じて、作業員の健康診断の実施も検討する。さらに、ダイオキシン類汚染の可能性のある作業着や作業用具などは、現場から持ち出すことのないよ

う管理を行い、作業完了時には適切に処分する。

なお、作業員への事前教育の内容は、「安全衛生特別教育規程」（労働省告示第 92 号，昭和 47 年 9 月 30 日，資料-2）第 21 条に示される特別教育および「廃棄物焼却施設内作業におけるダイオキシン類ばく露防止対策要綱」（基発第 401 号，平成 13 年 4 月 25 日付通達の別添）を参考にして行い，それらの教育結果の記録を保存する必要がある。

2) 土工作業時

ダイオキシン類汚染の拡大は，主として露出面からの風による飛散や，雨・排水による流出が考えられる。

① 掘削

土壌がほぐれた状態になり，飛散や流出が起こりやすくなる。それらを防止するため，必要に応じて図 1 に例示するような防護壁の設置や仮設建造物内での作業および集水・排水処理施設の設置を検討する。

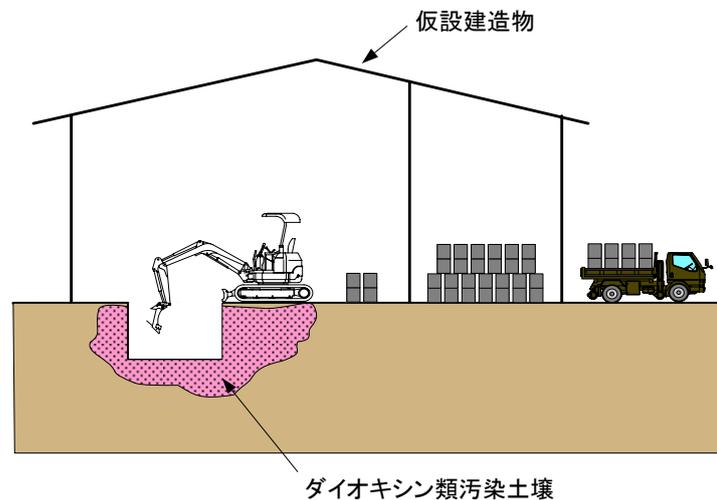


図 1 汚染土壌の飛散防止対策の例

また，施工機械が現場外へ移動することにより汚染が拡散するのを防ぐためには洗浄施設などの設置が有効である。さらに，掘削物をダンプトラックや容器に積込む際に土壌がこぼれないよう，ホッパーなどの設備の仕様についても留意する。

② 埋戻し，盛立て

土壌の風による飛散や雨水による流出などが考えられる。盛土を行う場合には，盛土の安定を考慮して盛土高さや，法勾配を決定するほか，土壌の表面が乾かないよう敵時散水などを行う。また，降雨時には表面をシートで覆うなどの措置が必要である。なお掘削時と同様，必要に応じて図 1 に示すような盛土や埋戻し場所についても仮設建造物で覆うことも検討する。

③ 仮置き時

仮置き場所としては、現場内のほか、現場の近傍の土地が考えられる。図2に示すように、事業用用地内外を問わず土壌の飛散や流出による拡散防止のため、表面とともに底部をシートで覆う等の処置やコンテナ、密閉式ドラム缶等の容器を用いることが必要である。また、仮置きする場合は掘削搬出した土壌の量と保管量が一致するような管理をするとともに、必要に応じて仮置きしていることを標識で明示する。

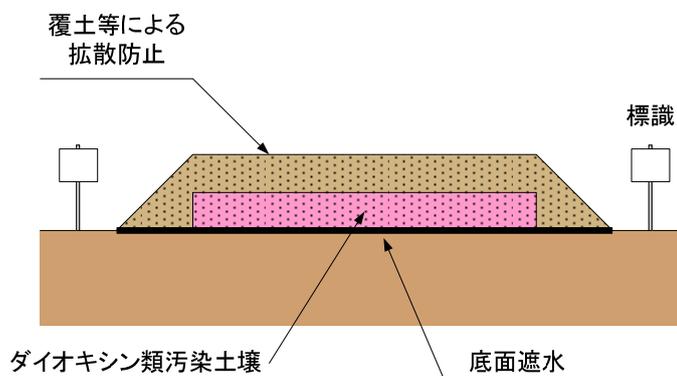


図2 汚染土壌の仮置き時の例

④ 運搬時

ダイオキシン汚染土壌の運搬においては、汚染土壌を運搬経路中に飛散させないように密閉ダンプトラック、コンテナや密閉式のドラム缶等の容器を用いて、周辺環境へ与える影響の少ない運搬方法を検討する。また、運搬経路や運搬時間など運搬計画を関係自治体と協議することが必要である。なお、場外に搬出して措置を実施する際には、土壌汚染対策法に準じた汚染土壌管理票を用いて搬出された土壌の適切な取り扱いを担保する。

⑤ 排水処理

施工に伴い排出される排水やダイオキシン汚染土壌が含まれる可能性がある表流水等に関しては、適切な処理を行い、河川管理者や下水道管理者との協議を経て定めた基準を満足する状態を確認して放流しなければならない。

排水処理手法は、水質分析および処理試験を行い、その結果に基づいて適切な方式を選定する。排水処理手法には、活性炭や人工膜などを用いたろ過処理、凝集剤や凝集助剤による凝集沈澱処理、紫外線などによる化学分解処理などがある。

⑥ その他

周辺住民が不用意に対策現場に入らないよう、現場の状況に応じて、バリケード、柵、ロープや壁体などを設置するとともに、特に注意を必要とする場合には、標識の設置や警備員の配置も検討する必要がある。

(1) 浄化処理

浄化処理とは、土壤に含まれるダイオキシン類を熱処理などの方法により分解し、ダイオキシン類濃度を土壤の環境基準以下にするものである。浄化処理技術の選定にあたっては、処理が必要な土壤の量、処理に必要な期間や費用とともに浄化処理を実施する場所や周辺条件等を検討する。

浄化処理技術を大きく分類すると熱分解法、化学分解法およびその他の分解方法に分けられる。土壤処理技術の概要を表1に示す。

表1 ダイオキシン類の浄化処理技術一覧表

方法	特徴	プラント ^{※1}	浄化処理実績 ^{※2}
熱分解	溶融方式	○	○
	高温処理方式	○	○
	低音処理方式	○ ※3	○
化学分解	触媒方式	○	△
	超臨界水酸化分解方式	○	×
その他	生物処理方式	×	×
	溶剤抽出方式	○	○

※1 [プラント(プラントの必須)]=○:必要, ×:不要

※2 [浄化処理実績]=○:土壤に対してあり, △:焼却灰に対してあり, ×:なし

※3 平成15年度に環境省が実施した実証調査の結果であり, 実現場での実績ではない。

(平成15年度ダイオキシン類汚染土壤浄化技術等確立調査, 環境省)

なお、浄化処理技術は研究・開発・実証事件中ものが多く、簡便かつ安価に用いることのできる方法はまだ確立されていない。このため、今後新たな処理方法が開発される可能性があるため、浄化処理の実施にあたっては、最新技術の動向について調査する必要がある。

また、浄化処理技術の選定にあたっては、対象土壤のダイオキシン類濃度、混入物の有無、土質や運搬方法および処理後の土壤利用用途等をもとに、浄化処理技術およびその実施場所を検討する。また必要に応じて、事前に現場の試料を用いた実施実験(トリータビリティ試験)を行い、浄化効果を確認する。

現場内に浄化処理施設を設置する場合には、プラント施設のために必要な敷地面積、処理過程で発生する排気処理や周辺環境を検討する必要がある。一方、現場外へ搬出して浄化処理を

行う場合には、処理場までの距離、運搬方法および処理可能量等を検討する。

浄化処理に際しては、二次汚染の発生に努めるとともに、適切に浄化処理が行われているか一定の処理ごとに原則として環境基準を満足することを確認する必要がある。

なお、浄化処理の早期実施が困難な場合には、暫定的に汚染拡大防止措置を行い、モニタリングを実施することにより二次汚染の発生を防止する必要がある。その後、浄化処理の早期実施を検討し、実施可能となった場合には速やかに実施する。

また、浄化処理後の土壌を再利用できない場合があるため、事前に都道府県等の環境部局等に確認する必要がある。

(2) 汚染拡大防止措置

汚染拡大防止措置は、土や現場内で遮水壁、固化材などを用いて周辺環境とダイオキシン類汚染土壌を分離・封じ込めることにより、ダイオキシン類のリスクを低減し、汚染拡大を防止するものである。汚染拡大防止措置方法の選定にあたっては、現地の状況およびその周辺の条件等を検討する必要がある。なお、措置の実施後にはモニタリングにより監視を行う。

汚染拡大防止措置は、ダイオキシン類汚染土壌の暴露の有無、掘削の有無、ダイオキシン類汚染土壌の位置および地下水の条件、当該土地の利用用途等に応じて適切な汚染拡大防止措置を選定する。

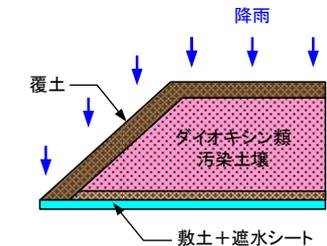
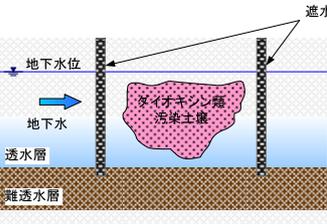
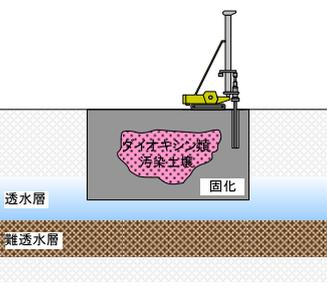
暴露の有無については、表2に示す、直接摂取によるダイオキシン類の暴露と地下水等を介したダイオキシン類の暴露の両方の可能性について検討し適切な措置を講じる必要がある。

表2 ダイオキシン類の暴露経路と対策の考え方

①直接摂取による ダイオキシン類の曝露 (雨・雨水による汚染の 拡大防止措置)	暴露 経路	粉塵等を介して、あるいは土壌が直接口に入ること等によりダイオキシン類を摂取する可能性。以下の場合には、その可能性が存在。 －ダイオキシン類汚染土壌が地表に露出 －地表からダイオキシン類汚染土壌までの深さが50cm未満
	対 策	以下の措置を実施（土壌汚染対策法施行規則第28条別表第5等） －覆土措置（50cm） －舗装措置（厚さが10cm以上のコンクリートもしくは厚さが3cm以上のアスファルト）
②地下水等を介した ダイオキシン類の曝露 (地下水等による汚染拡 大防止措置)	曝露 経路	地下水等を介して、ダイオキシン類を摂取する可能性。以下の場合は、その可能性が存在。 －地下水中のダイオキシン類が環境基準を超過 －ダイオキシン類汚染土壌が地下水に水没
	対 策	以下の措置を実施 －雨水の浸透を防止するための上部遮水（遮水シートの敷設等） －地下水の流入出を防止する固化処理、遮水壁の設置等

ダイオキシン類汚染拡大防止措置の工法には、覆土・敷土工法、遮水壁工法、固化工法がある。各工法の概要を表3に示す。

表3 汚染拡大防止措置の概要

工法	概要	工法選定の条件
<p>■覆土・敷土工法</p> 	<p>遮水性の高い敷土材料により土壌に含まれるダイオキシン類の汚染拡大を防止する工法。</p> <p>覆土中は、ダイオキシン類汚染土壌の大気中への飛散を防止するとともに、雨水の浸透を防止することを目的として設置。</p> <p>遮水効果を有する敷土により、ダイオキシン類汚染土壌と周辺土壌を分離するとともに土粒子に付着したダイオキシン類の外部への流出を防止。</p>	<p>ダイオキシン類汚染土壌が地表面に露出している場合に、直接摂取防止の措置に適用。また、掘削されたダイオキシン類汚染土壌の汚染拡大を防止しながら、保管する場合に適用する。なお、必要に応じて遮水壁工法、固化工法と併用する。</p>
<p>■遮水壁工法</p> 	<p>遮水性能が高い壁構造と難透水層の底盤からなる構造でダイオキシン類汚染土壌を封じ込め、汚染経路の遮断によりダイオキシン類の汚染拡大を防止する工法。</p>	<p>ダイオキシン類汚染土壌を掘削せず、原位置での汚染拡大防止を図る場合、あるいは、掘削したダイオキシン類汚染土壌を埋め戻す際に地下水位以下にしか埋め戻す場所が確保できない場合であって、壁構造が難透水層に根入れが可能な場合に適用する。</p>
<p>■固化工法</p> 	<p>固化工法は、セメント系材料を用いて土壌を固化処理することによって、周辺環境へのダイオキシン類の汚染拡大を防止する工法。</p> <p>セメント系材料の水和反応により土壌の物理特性が改善され、高い強度発現性（ダイオキシン類の付着した土粒子の移動を防止）と遮水性（内部からの水の移動を抑制するとともに降雨などによる外部からの水の浸入を防止）を発揮。</p>	<p>ダイオキシン類汚染土壌を掘削せず、原位置での汚染拡大防止を図る場合、難透水層が深く、遮水壁の設置が困難な場合、あるいは地下埋設物等が存在し遮水壁の設置が不可能な場合に適用する。</p>

(3) 覆土・敷土工法

覆土・敷土工法は、ダイオキシン類汚染土壌が地表面に露出している場合や掘削されたダイオキシン類汚染土壌の汚染の拡大を防止しながら保管する場合に適用する工法である。なお、必要に応じて遮水壁工法や固化工法を併用する。

覆土工法は、ダイオキシン類汚染土壌の大気中への飛散や直接摂取の防止を主な目的として設置するもので、その厚さは50cm以上を必要とする。また、覆土に用いる材料は、礫などを含まず、締固め性がよく変形性の少ないものを選定する必要がある。一方、敷土は、ダイオキシン類汚染土壌を浸透した雨水が地下水に流水することを防止することを主な目的として設置し、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(廃掃法)にいう管理型処分場の基準を満たす遮水

構造*が必要である。また、「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める命令の運用に伴う留意事項について」環水企301・衛環63、平成10年7月16日にも留意する。

※：一環廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に係る技術上の基準を定める省令（昭和52年3月14日 総・厚令1、最終改訂 平成13年3月30日 環令10；第一条5項）

- (イ) 厚さ50cm以上、透水係数が $1 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 以下である粘土等の層に遮水シートを敷設。
- (ロ) 厚さ5cm以上、透水係数が $1 \times 10^{-9} \text{m/s}$ 以下であるアスファルト・コンクリートの層に遮水シートを敷設
- (ハ) 不織布その他の物の表面に二重の遮水シートを敷設

(4) 遮水壁工法

遮水壁工法はダイオキシン類汚染土壌を掘削せず、原位置での汚染拡大防止を図る場合、あるいは掘削したダイオキシン類汚染土壌を埋め戻す際に地下水位以下にしか埋め戻す場所が確保できない場合であって、遮水壁が難透水層に根入れが可能な場合に適用する。

遮水壁工法としては、鋼矢板・鋼管矢板等を用いる矢板工法、コンクリート、モルタル、ソイルセメントやソイルベントナイト等を用いる地中連続壁工法および高密度ポリエチレンシート等を用いるシート工法がある。工法の選定に際しては、適用可能な地盤、材料の耐久性等に留意する。また、遮水壁の根入れ深さについては、一般に不透水層として透水係数 $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 以下の層が厚さ5m以上必要とされていることを勘案し、流路長さを5m以上確保できるように2.5m程度以上とする。

(5) 固化工法

固化工法はダイオキシン類汚染土壌を掘削せず、原位置での汚染拡大防止を図る場合、難透水層が深部に存在し、遮水壁の設置が困難な場合、あるいは地下埋設物が存在し、遮水壁の設置が不可能な場合に適用する。

配合設計は、ダイオキシン類の移動や拡散を防止するために必要な固化材の種類や添加量の決定することを目的として実施する。配合設計では、室内配合試験において、一軸圧縮試験等が目標値を満足するとともに、土壌においては、不透水とされる $1 \times 10^{-8} \text{m/s}$ 以下の透水係数を確保する。また、ダイオキシン類以外の有害物質が確認された場合には、それらの有害物質への適用性も十分に考慮して配合設計を行う必要がある。なお、透水係数の確認を行う必要があるが、その計測が困難な場合には、既往の検討結果等を引用して透水係数と固化強度の関係から、固化強度を設計目標とすることも可能である。

施工方法は、固化材との混合攪拌においては、土質条件に応じてダイオキシン類汚染土壌と固化材が均一に混合攪拌できるような施工方法を選定する。なお、固化工法の内、円柱状の改良体を造成する深層混合処理工法を用いる際には、未改良部が残らないように改良柱の配置と改良柱間のラップ幅から適切な改良率を設定する。その他の工法においても、固化材とダイオキシン類汚染土壌が十分に混合されるような確実な施工を行う。

⑩浄化技術の概要

1) 掘削除去された汚染土壌の浄化技術

技術名称	対象有害物質	技術の概要
低温加熱	揮発性有機化合物質油 (軽質油)	汚染土壌を対象有害物質の沸点以上に加熱することにより、有害物質を熱脱着(揮発分離)して浄化する技術である。熱脱着した物質は活性炭などで吸着し回収する。加熱温度は有害物質によって異なるが、200～300℃が一般的で、加熱温度や加熱時間などの運転管理を適切に行うことにより、汚染濃度の高低や土壌の種類にかかわらず短時間で確実に指定基準以下に浄化することが可能である。加熱方法は有害な二次生成物が生じないように間接加熱方式が望ましい。
高温加熱 (無酸素分解法)	農薬・PCB PAH(多環式芳香族炭化水素) 油	PCB等による汚染土壌を沸(PCB:600～650℃)で乾留(空気を遮断して行う蒸焼き)することにより、土壌からPCB等を還元蒸発させ分離・回収する技術である。分離されたPCB等は、化学分解(アルカリ触媒分解法や化学抽出分解法等)などで別途処理する。
高温加熱 (無酸素分解法)	揮発性有機化合物 農薬 重金属(Hgなど揮発しやすい重金属) 油	汚染土壌を高温で加熱することにより有機化合物の熱分解を行う技術である。また、重金属はこの処理によって揮発・除去したり、安定な化合物となり不溶化を図ることができる。処理温度は、対象有害物質により異なるが、一般に800～1,000℃である。加熱炉は一般にロータリーキルンが使われる。排ガス中に非意図的な副生成物が生じることもあり、適切な排ガス処理が必要になる場合がある。
水蒸気加熱処理	農薬・PCB 油	汚染土壌を加熱蒸気(300～800℃)と接触させることで、土壌から有害物質を揮発・脱離させ浄化する技術である。排ガスは活性炭吸着等で処理する。洗浄廃液は適切に水処理する。
溶融処理	重金属等 農薬・PCB ダイオキシン類 油	汚染土壌を溶解するまで過熱処理し、有機物を熱分解するとともに高温で揮発する重金属を除去し、揮発しない重金属はスラグのマトリックス中に閉じ込めて不溶化を図る技術である。処理温度は一般に1,300～1,600℃程度である。炉の加熱方式には、燃料油で加熱する燃料式溶融炉とアークやジュール熱を利用する電気加熱式溶融炉がある。排ガス中に非意図的な副生成物が生じることもあり、適切な排ガス処理が必要になる場合がある。
塩化揮発処理	重金属等 農薬・PCB 油	汚染土壌に塩化カルシウム水溶液を加え、重金属を塩化物にして沸点を低下させ、800～1000℃程度に加熱して重金属を揮発・除去する技術である。排ガスの活性炭吸着等による処理や、廃液の水処理が必要となる。
アルカリ触媒分解処理 (BCD法)	農薬・PCB ダイオキシン類	汚染土壌に重曹(NaHCO ₃)を混合し、土壌水分やPCBやダイオキシン類を凝縮液として分解し、水素供与体、添加剤およびアルカリの存在下で、窒素雰囲気中で300～350℃に加熱して分解を行う技術である。
バイオパイル	揮発性有機化合物 農薬 油	有機質資材もしくは分解菌を混合した汚染土壌を台形状の畝に盛り立てる。この畝をフロントローダー等を用いて切り返しを行い、通気や微生物の拡散を促して有害物質を生物分解する技術である。
スラリー生物処理	揮発性有機化合物 農薬 油	汚染土壌に水を加えてスラリー状にして、生物反応プラント内で機械式あるいは散気式ばっ気によって混合し、懸濁状態を維持しながら好氣的生物分解を進める技術である。窒素、リンなどの栄養塩を必要に応じて添加する。
ランドファームング	揮発性有機化合物 農薬 油	汚染土壌に微生物に必要な栄養塩類等を添加・混合し、耕起により通気して微生物分解を進める技術である。環境中に有効な分解微生物が存在しない場合は、別途分解菌を添加する場合がある。
分級・洗浄処理	重金属等 農薬・ポリ塩化ビフェニル ダイオキシン類 油	汚染土壌をスラリー状にして、水溶性の有害物質を溶解して分離、または有害物質が多く含有されている微粒子を分級・分離して土壌を浄化する技術である。分級・分離方式には浮遊選鉱方式や、サイクロンやデカンタによる遠心分離方式等がある。分離された微粒子からなるスラリーは脱水処理され、微粒子分は浄化処理するか、最終処分する。また、分離水は水処理して有害物質を除去する。
溶媒抽出処理	農薬・ポリ塩化ビフェニル ダイオキシン類 油	有機溶媒で汚染土壌を洗浄し難溶性の有害物質を抽出して土壌を浄化する技術である。抽出された有機溶媒を濃縮し、溶媒中の有害物質を生物処理や紫外線酸化処理などの方法で分解する。
気泡連行	油	スラリー状にした汚染土壌にアルカリ剤および過酸化水素を添加して気泡を発生させ、土壌から油類を気泡に付着させて浮上・分離し、土壌を浄化する技術である。分離水は油を除去した後再使用される。

2) 原位置における汚染土壌および汚染地下水の浄化技術

技術の種類	対象有害物質	技術の概要
土壌ガス吸引	揮発性有機化合物油 (低沸点油類)	土壌中に有孔管の抽出井を配置して真空ポンプまたはブローで吸引し、土壌中に空気の流れを発生させ、揮発性を利用して液状の有害物質をガス状にして回収・除去する技術である。回収ガスからは活性炭吸着等により有害物質の除去処理を行う。砂礫、砂等の透気性地盤に適用される。
二重吸引法	揮発性有機化合物	井戸のスクリーン不飽和帯と飽和帯にわたって設置し、揚水ポンプおよび真空ポンプを同時に稼動してガス吸引と地下水揚水を同時に行い、地盤中から有害物質を除去する技術である。
エアースパージング	揮発性有機化合物油 (低沸点油類)	飽和帯に井戸(垂直井戸、水平井戸)を通して空気を送り込み、地盤中の有害物質の揮発を促進し、有害物質をガス吸引などで除去する技術である。
バイオペンティング	揮発性有機化合物 その他生物分解性有機物	不飽和帯を対象に、地上から多孔管を介して空気あるいは酸素を送り込むか、あるいは減圧吸引により空気を地中に吸い込み、地中の好気性微生物の活性を高めて有害物質の生物分解を促進する技術である。
地下水循環処理	揮発性有機化合物 その他生物分解性有機物	飽和帯を対象に揚水井戸と注水井戸により地下水を循環させ、地上で地下水に酸素や栄養塩(窒素、りん等)を加えて再注入することにより、地盤中で有害物質の好気生物分解を促進する技術である。
土壌洗浄処理 (ソイルフラッシング)	重金属等 農薬	水または界面活性剤溶液を地盤に注入して特定有害物質を抽出・除去する技術である。有害物質を含んだ洗浄液を地下水とともに揚水し、水処理により有害物質を除去する。
電気的分離処理	重金属等	飽和帯に電極を設置し、地盤中に直流電流を流して電気泳動方式より有害物質を移動させて除去する技術である。
高温熱処理	農薬・PCB ダイオキシン類	地盤中に電極を設置し通電させることによりジュール熱を発生させ、難分解性の有機物を熱分解する技術である。土壌も熔融されガラス化し、重金属等もガラス固化体中に封じ込められて不溶化される。熱処理時に発生する排ガスに有害物質が含まれるため、活性炭吸着処理等により処理する。
透過性反応壁 (浄化壁)	揮発性有機化合物	揮発性有機化合物による汚染地下水のブルームを対象に、地下水の下流域に鉄粉などによる人工的反応壁(浄化壁)を構築し、通過する地価水中の揮発性有機化合物を分解処理する技術である。浄化壁は、周辺地盤より透過性を高める必要がある。

3) 揚水した汚染地下水の浄化技術

技術の種類	対象有害物質	技術の概要
揚水ばっ気処理	揮発性有機化合物	揚水した地下水を空气中に噴霧するか、あるいはばっ気によって水中に空気を吹き込むなど、地下水を空気を接触させることにより溶存している揮発性物質をガス化させ、地下水中から有害物質を除去する技術である。ばっ気方式には、充填塔式、段塔式、空気吹込み式などがある。気化された排気ガスは、活性炭吸着、熱分解、触媒分解などにより処理する。
ガス状揮発性有機化合物の触媒酸化処理	ガス状揮発性有機化合物	揮発性有機化合物が含まれる地下水から分離されたガスや土壌吸引ガスを、気液分離器でミストなどを取り除き加熱した後に、チタン-シリカ複合酸化触媒と接触させて揮発性有機化合物を分解する。分解ガスは塩化水素を取り除いた後に放出する。
ガス状揮発性有機化合物の還元処理	ガス状揮発性有機化合物	揮発性有機化合物を含むガスに水素ガスを注入した混合ガスを加熱し、貴金属触媒と接触させて揮発性有機化合物を脱塩素化し分解する。トリクロロエチレンの場合、脱塩素化されてエタンとなり、200℃前後の触媒反応槽内で酸化され炭酸ガスと水に分解される。
紫外線酸化処理	揮発性有機化合物	地下水に酸化剤(オゾン、過酸化水素)を添加し紫外線を照射すると、強力な酸化反応が生じて有機化合物を酸化分解する。分解後の水は残留する酸化剤の分解処理が必要となるが、排ガス処理は必要としない。
液相活性炭吸着処理	ほとんどすべての有害物質	地下水を活性炭吸着設備を通過させて水中に含まれている有害物質を除去する技術である。活性炭吸着設備には固定床、流動床、移動床などがあるが、一般には固定床の例が多い。また、活性炭は対象とする有害物質に適合するものを選択する。
凝集沈殿処理	主に重金属等	重金属が溶解している地下水に石灰、アルミニウム塩、鉄塩などを添加して重金属を不溶性の固形物とし、凝集沈殿あるいはろ過により理科水中から除去する技術である。対象とする有害物質の化学特性に合わせて、固形化のための化学薬品を選定する。また、固形物にならない有害物質(例えば農薬・PCBやダイオキシン類など)の場合でも、凝集助剤(例えば吸着性が高い粘土など)に吸着させて凝集沈殿することにより除去できる場合がある。

⑪ 搬出汚染土壌管理表による管理の流れと記入例

汚染土管理票システムとは？

汚染土管理票の概要

指定区域から搬出する汚染土壌は、「搬出する汚染土壌の処分方法」(環境省告示)に基づき適正に処分し、処分されるまでを「搬出する汚染土壌の処分に係る確認方法」(環境省告示)にしたがって管理する必要があります。

指定区域となった土地について、汚染の除去等の措置を命じられた者は、都道府県知事等に対する特定完了報告の申請を行い、申請結果を提出しなければなりません。したがって、このシステムによって搬出汚染土壌が適正に処分されたことを確認する必要があります。

また、指定区域で土地の形質を変更しようとする者は、「土地の形質の変更に係る計画書」を都道府県知事等に届け出た後、計画書の中で搬出汚染土壌が適正に処分されたことをこのシステムにより行う旨を明記し、実施することになります。

汚染の除去等の措置や土地の形質変更を行い、汚染土壌を搬出する者(以下「交付(責任)者」といいます)は、「汚染土管理票」を交付し、処分を委託した「処分者」(最終処分場・埋立地、汚染土壌浄化施設、セメント工場等)から「汚染土管理票」の送付を受け、運搬及び処分を行う際に、計画書の中で搬出汚染土壌が適正に処分されたことを確認しなければなりません。なお、「交付(責任)者」に代わって、搬出工事の委託を受けた者(搬出実施者)が交付作業を行うこともできます。(この場合、「搬出実施者」を「交付(責任)者」といいます。)

そして、「交付(責任)者」は、処分が完了したことを確認した上で、「汚染土管理票」の写しを都道府県知事等に提出することになります。

搬出汚染土壌の処分を行う際は、運搬・処分を他人に委託する場合だけでなく、自ら行う場合にも、必ず「汚染土管理票」の使用をお願いします。

法に基づく指定区域以外から搬出される汚染土壌についても、人の健康に係る被害を未然に防止するため、「指定区域以外から搬出される汚染土壌の指図指針」(環境省通知)に基づいて、この「汚染土管理票」のシステムを用いた適正な管理を図ることが求められています。

都道府県知事等への報告等、法に基づく義務付けはありますが、指定区域以外から搬出される汚染土壌についても、「汚染土管理票」の使用をお願いします。

「搬出汚染土壌管理票」による管理手順

これが汚染土管理票の記入方法です

複写式の汚染土管理票の例です。

「搬出汚染土壌管理票(A票)」の記入方法について、以下の説明を参照してください。

「交付(責任)者」が「汚染土管理票」を交付した年月日を記入します。

「交付(責任)者」の所属、氏名を記入します。

「搬出実施者」の名称、連絡先、住所、担当者を記入します。「搬出実施者」は、汚染土壌を搬出する業務を「交付(責任)者」より委託した者が記入しますが、「交付(責任)者」と同一の場合、記入する必要はありません。

「交付(責任)者」が伝票管理のために任意の番号を必ず記入します。

「交付(責任)者」の名称、連絡先、住所、担当者を記入します。また、汚染場所の住所についても記載します。その際、汚染場所が指定区域であるか否かをチェックします。

該当する指定基準超過物質にチェック印をつけます。特定有害物質以外の物質を扱う場合は、空欄を適宜使用します。

「交付(責任)者」が自ら運搬する場合、搬出実施者や処分者に運搬も委託する場合、それ以外の他人に運搬を委託する場合に応じて、チェックをします。

搬出実施者でも処分者でもない他人に運搬を委託する場合に、その運搬実施者の名称等を記入します。この場合、「運搬実施者」が「搬出(責任)者」となります。

「処分者」の名称、連絡先、住所、担当者を記入します。

「搬出する汚染土壌の処分方法」(環境省告示)から指定した方法、「汚染土壌浄化施設での浄化」の場合にはその浄化方法についても記入します。

最終処分場等に搬入された日付とともに、処分が終了した日付についても記入します。

浄化された土壌について、搬出元に埋め戻すなど再利用する場合に記入します。

浄化された土壌を「搬出元での再利用等」に使用するために搬出した日付を記入します。

「汚染土管理票」に携った法人名、担当者を記入します。

「交付(責任)者」は「汚染土管理票」を交付した者が記入します。以降、「汚染土管理票」に残る全ての欄に記入する欄となります。

「交付(責任)者」は「汚染土管理票」の最終的な確認を行った後、「交付(責任)者」が「汚染土管理票」に記入します。

「交付(責任)者」が「汚染土管理票」に記入する欄は、「交付(責任)者」が「汚染土管理票」に記入する欄と同一の場合もあれば、異なる場合があります。この欄は、ただで搬出された汚染土壌に関わったかを確認するためのものですので適宜に記入します。

「交付(責任)者」は「E票」が返送されてきたとき、それぞれ「A票」と「E票」を確認した上で「E票」に日付を記入します。

汚染土壌の荷姿を記入します。(例：バラ積み、コンテナ積み、ドラム缶など)

汚染土壌の数量を記入します。(例：m³、kg、t)については該当するものに印を付けます。

「交付(責任)者」又は「搬出実施者」のどちらかにチェックを記入します。

「E票」の返送先を明らかにするものですので、適宜に記入します。

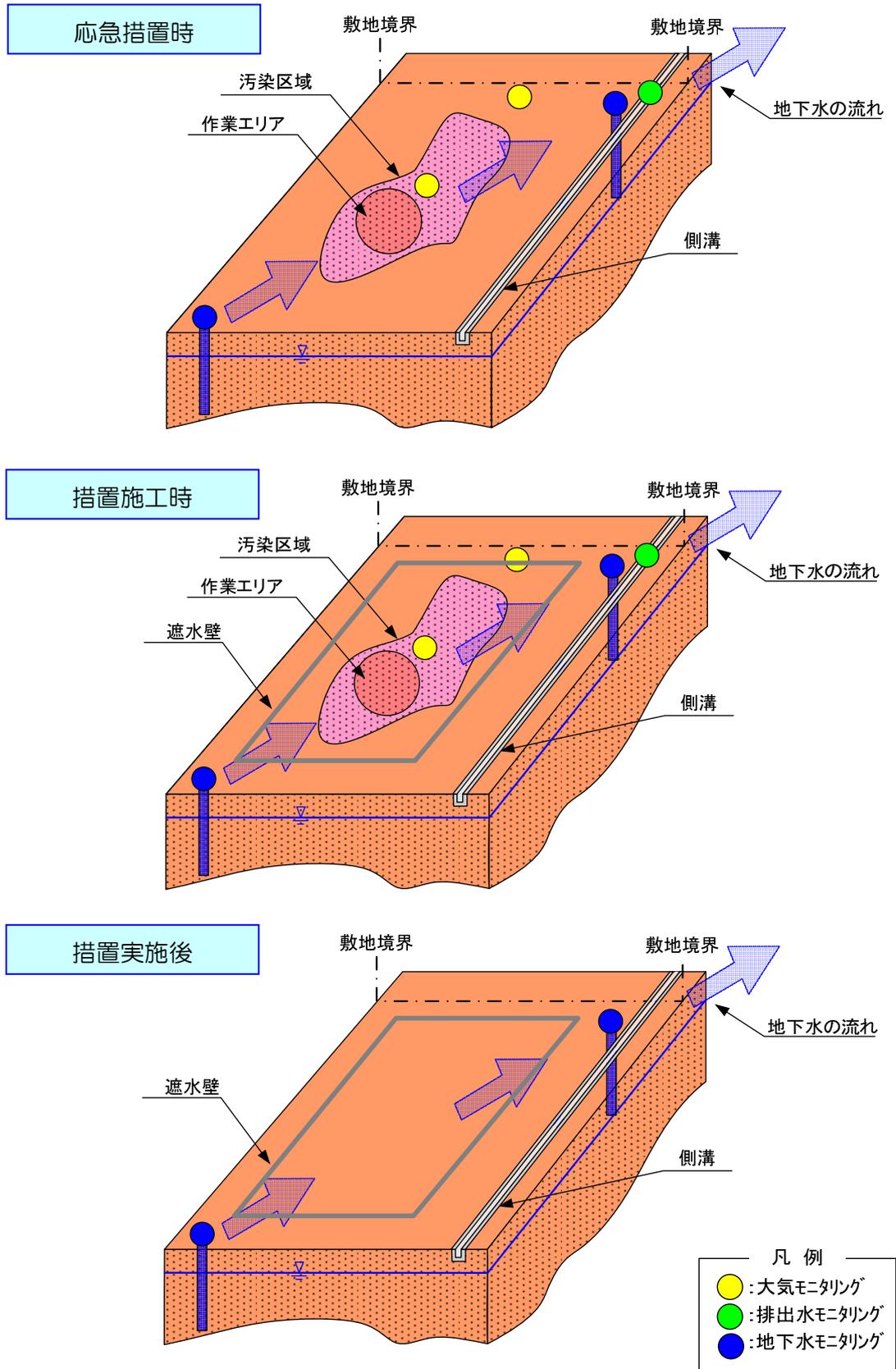
汚染土壌浄化施設業者が浄化しきれない場合、「最終処分場」等までの搬送実施者について記入します。

「搬出元での再利用等」がある場合に、その名称、連絡先、住所、担当者を記入します。

浄化された土壌を「搬出元での再利用等」に使用するために搬出した日付を記入します。

「搬出汚染土壌管理票」記入例

⑫モニタリング項目と配置



モニタリング 観測箇所配置 概念図