

33 セメント及びセメント系固化材を使用した
改良土等の六価クロム溶出試験実施要領(案)

セメント及びセメント系固化材を使用した改良土等の六価クロム溶出試験実施要領 (案)

(大阪市建設局)

1. 適用範囲

本試験要領は、セメント及びセメント系固化材を原位置若しくはプラントにおいて土と混合する改良土の六価クロムの溶出試験に適用するものとし、対象工法は表-1のとおりとする。ここで、セメント及びセメント系固化材とは、セメントを含有成分とする固化材で、普通ポルトランドセメント、高炉セメント、セメント系固化材、石灰系固化材をいい、これに添加剤を加えたものを含める。

2. 試験の種類及び方法

本試験要領における六価クロム溶出試験は、以下の方法で構成される。

2-1 セメント及びセメント系固化材の地盤改良に使用する場合の試験

本試験では原地盤内の土と混合して施工される地盤改良を対象とする。

(1) 配合設計の段階で実施する環境庁告示46号溶出試験（以下、「試験方法1」という）

環境庁告示46号の溶出試験は、土塊・団粒を粗砕した2mm以下の土壌を用いて6時間連続振とうした後に、六価クロム溶出量を測定する方法である^{注1)}。この試験は、固化材が適切かどうかを確認することを目的に行う。

(2) 施工後に実施する環境庁告示46号溶出試験（以下、「試験方法2」という）

改良された地盤からサンプリングした試料を用い、実際に施工された改良土からの六価クロムの溶出量を確認する目的で行う。

(3) 施工後に実施するタンクリーチング試験（以下、「試験方法3」という）

タンクリーチング試験は、塊状にサンプリングした試料を溶媒水中に静置して六価クロム溶出量を測定する方法である（添付資料2を参照）。この試験は、改良土量が5,000m³^{注2)}程度以上又は改良体本数が500本程度以上の改良工事のみを対象に、上記(2)で溶出量が最も高かった箇所について、塊状の試料からの六価クロムの溶出量を確認する目的で行う。

(4) 試験方法2及び3の実施をしない場合

試験方法1で六価クロム溶出量が土壤環境基準を超えなかったセメント及びセメント系固化材を地盤改良に使用する場合、試験方法2及び3を実施することを要しない。ただし、火山灰質粘性土を改良する場合は、試験方法1の結果にかかわらず、試験方法2及び3を実施するものとする。

注1) 環境庁告示46号溶出試験

(添付資料1)のとおり、平成3年8月23日付け環境庁告示46号に記載された規格で行う。

注2) 施工単位がm²となっている場合はm³への換算を行う。

2-2 セメント及びセメント系固化材を使用した改良土を再利用する場合の試験

本試験は、以下に示すような再利用を目的とした改良土を対象とする。

- 1) 建設発生土及び建設汚泥の再利用を目的として、セメント及びセメント系固化材によって改良する場合
- 2) 過去若しくは事前にセメント及びセメント系固化材によって改良された改良土を掘削し、再利用する場合

表-1 溶出試験対象工法

工種	種別	細別	工法概要
地盤改良工	固結工	粉体噴射攪拌 高圧噴射攪拌 スラリー攪拌	<深層混合処理工法>地表からかなりの深さまでの区間をセメント及びセメント系固化材と原地盤土とを強制的に攪拌混合し、強固な改良地盤を形成する工法
		薬液注入	地盤中に薬液（セメント系）を注入して透水性の減少や原地盤強度を増大させる工法
	表層安定処理工	安定処理	<表層混合処理工法>セメント及びセメント系固化材を混入し、地盤強度を改良する工法
	路床安定処理工	路床安定処理	路床土にセメント及びセメント系固化材を混合して路床の支持力を改善する工法
舗装工	舗装工各種	下層路盤 上層路盤	<セメント安定処理工法>現地発生材、地域産材料又はこれらに補足材を加えたものを骨材とし、これにセメント及びセメント系固化材を添加して処理する工法
仮設工	地中連続壁工 (柱列式)	柱列杭	地中に連続した壁面等を構築し、止水壁及び土留擁壁とする工法のうち、ソイルセメント柱列壁等のように原地盤土と強制的に混合して施工されるものを対象とし、場所打ちコンクリート壁は対象外とする。
<p><備考></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 土砂にセメント及びセメント系固化材を混合した改良土を用いて施工する。盛土、埋戻、土地造成工法についても対象とする。ただし、石灰のみを添加して改良された改良土については、対象外とする。 2. 本試験要領では、石灰パイル工法、薬液注入工法（水ガラス系・高分子系）、凍結工法、敷設材工法、表層排水工法、サンドマット工法、置換工法、石灰安定処理工法は対象外とする。 			

(1) 配合設計、プラントにおける品質管理、若しくは改良土の供給時における品質保証の段階で実施する環境庁告示46号溶出試験（以下、「試験方法4」という）

この試験は、固化材が適切かどうか、若しくは再利用を行う改良土からの溶出量が土壌環境基準値以下であるかを確認する目的で行う。本試験は改良土の発生者（以下、「供給する者」という）が実施し、利用者（以下、「施工する者」という）に試験結果を提示しなければならない。また、利用者は発生者から試験結果の提示を受けなければならない。環境庁告示46号溶出試験の方法は2-1(1)に同じ。

(2) 施工後に実施する環境庁告示46号溶出試験（以下、「試験方法5」という）

2-1(2)に同じ。ただし、本試験は改良土を施工する者が実施する。

(3) 施工後に実施するタンクリーチング試験（以下、「試験方法6」という）

2-1(3)に同じ。ただし、本試験は改良土を施工する者が実施する。

3. 供試体作成方法及び試験の個数

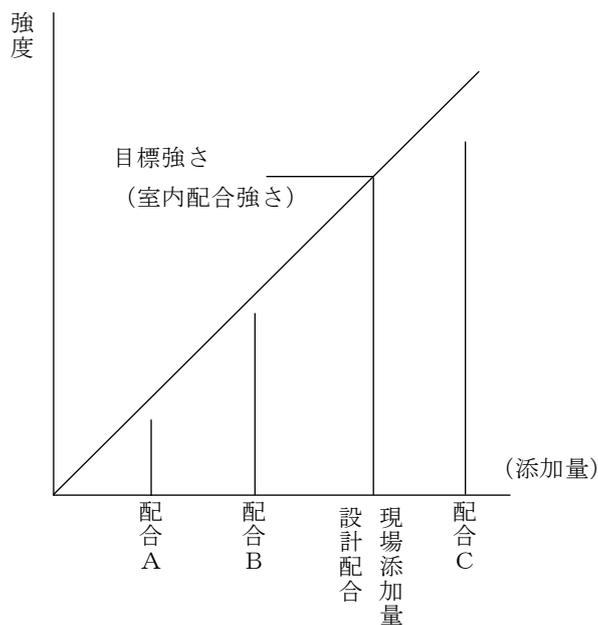
工事の目的・規模・工法によって必要となる供試体作成方法及び試験の数は異なるが、以下にその例を示す。

3-1 セメント及びセメント系固化材を地盤改良に使用する場合

(1) 配合設計の段階で実施する環境庁告示46号溶出試験（「試験方法1」に対して）

室内配合試験時の強度試験等に使用した供試体から、400～500g程度の試料を確保する。

配合設計における室内配合試験では、深度方向の各土層（あるいは改良される土の各土質）ごとに、添加量と強度との関係が得られるが、実際には右図のように、室内配合試験を行った添加量（配合A、B、C）と、現場添加量（目標強さに対応した添加量）とが一致しない場合が多い。そのため、室内配合試験のなかから、現場添加量に最も近い添加量の供試体（配合C）を選び、各土層（あるいは改良される土の各土質）ごとに供試体（材齢7日を基本とする）を1検体ずつ環境庁告示46号溶出試験に供する。（添付資料3参照）



(2) 施工後に実施する環境庁告示46号溶出試験（「試験方法2」に対して）

現場密度の確認あるいは一軸圧縮強さなどの品質管理に用いた、若しくは同時に採取した試料（材齢28日を基本とする）から、400～500g程度の試料を確保する。なお、試料の個数は、（添付資料4）のとおりとする。

(3) タンクリーチング試験（「試験方法3」に対して）

改良土量が5,000m³程度以上又は改良体本数が500本以上の規模の工事においては、施工後の現場密度の確認あるいは一軸圧縮強さなどの品質管理の際の各サンプリング地点において、できるだけ乱れの少ない十分な量の試料（500g程度）を確保し、乾燥させないよう暗所で保管する。タンクリーチング試

験は、保管した試料のうち「試験方法2」で溶出量が最大値を示した箇所の1試料で実施する。

3-2 セメント及びセメント系固化材を使用した改良土等を再利用する場合

(1) 配合設計、土質改良プラントの品質管理、改良土の供給時における品質保証の段階で実施する環境庁告示46号溶出試験（「試験方法4」に対して）

1) 建設発生土及び建設汚泥の再利用を目的として、セメント及びセメント系固化材によって改良する場合

室内配合試験による配合設計を行う場合は3-1(1)に同じ。ただし、配合設計を行わない場合においては、製造時の品質管理若しくは供給時における品質保証のための土質試験の試料を用いて、1,000m³程度に1検体の割合で環境庁告示46号溶出試験を行う。（添付資料3参照）

2) 過去若しくは事前にセメント及びセメント系固化材によって改良された改良土を掘削し、再利用する場合

利用者に提示する品質保証のための土質試験の試料を用いて、1,000m³程度に1検体の割合で環境庁告示46号溶出試験を行う。（添付資料3参照）

(2) 施工後に実施する環境庁告示46号溶出試験（「試験方法5」に対して）

3-1(2)に同じ。ただし、「試験方法2」を「試験方法5」と読み替える。（添付資料4参照）

(3) タンクリーチング試験（「試験方法6」に対して）

3-1(3)に同じ。ただし、「試験方法2」を「試験方法5」と、「試験方法3」を「試験方法6」と読み替える。（添付資料4参照）

土壌の汚染に係る環境基準について(抜粋)

(平成3年8月23日環境庁告示第46号)

改正 平成5環告19・平成6環告5・平成6環告25・平成7環告19・平成10環告21

公害対策基本法(昭和42年法律第132号)第9条の規定に基づく土壌の汚染に係る環境基準について次のとおり告示する。

環境基本法(平成5年法律第91号)第16条第1項による土壌の汚染に係る環境上の条件につき、人の健康を保護し、及び生活環境を保全するうえで維持することが望ましい基準(以下「環境基準」という。)並びにその達成期間等は、次のとおりとする。

第1 環境基準

- 1 環境基準は、別表の項目の欄に掲げる項目ごとに、同表の環境上の条件の欄に掲げるとおりとする。
- 2 1の環境基準は、別表の項目の欄に掲げる項目ごとに、当該項目に係る土壌の汚染の状況を的確に把握することができると思われる場所において、同表の測定方法の欄に掲げる方法により測定した場合における規定値によるものとする。
- 3 1の環境基準は、汚染がもつばら自然的原因によることが明らかであると認められる場所及び原材料の堆積場、廃棄物の埋立地その他の別表の項目の欄に掲げる項目に係る物質の利用又は処分を目的として現にこれらを集積している施設に係る土壌については、適用しない。

第2 環境基準の達成期間等

環境基準に適合しない土壌については、汚染の程度や広がり、影響の態様等に応じて可及的速やかにその達成維持に努めるものとする。

なお、環境基準を早期に達成することが見込まれない場合にあつては、土壌の汚染に起因する環境影響を防止するために必要な措置を講ずるものとする。

別表

項目	環境上の条件	測定方法
六価クロム	検液1ℓにつき0.05mg以下であること。	規格65.2に定める方法
備考	1 環境上の条件のうち検液中濃度に係るものにあつては付表に定める方法により検液を作成し、これを用いて測定を行うものとする。	

付表

検液は、次の方法により作成するものとする。

1 カドミウム、全シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、アルキル水銀、PCB及びセレンについては、次の方法による。

(1) 採取した土壌の取扱い

採取した土壌はガラス製容器又は測定の対象とする物質が吸着しない容器に収める。試験は土壌採取後直ちに行う。試験を直ちに行えない場合には、暗所に保存し、できるだけ速やかに試験を行う。

(2) 試料の作成

採取した土壌を風乾し、中小礫、木片等を除き、土塊、団粒を粗砕した後、非金属製の2mmの目のふるいを通させて得た土壌を十分混合する。

(3) 試料液の調製

試料(単位g)と溶媒(純水に塩酸を加え、水素イオン濃度指数が5.8以上6.3以下となるようにしたもの)(単位ml)とを重量体積比10%の割合で混合し、かつ、その混合液が500ml以上となるようにする。

(4) 溶出

調製した試料液を常温(おおむね20℃)常圧(おおむね1気圧)で振とう機(あらかじめ振とう回数を毎分約200回に、振とう幅を4cm以上5cm以下に調整したもの)を用いて、6時間連続して振とうする。

(5) 検液の作成

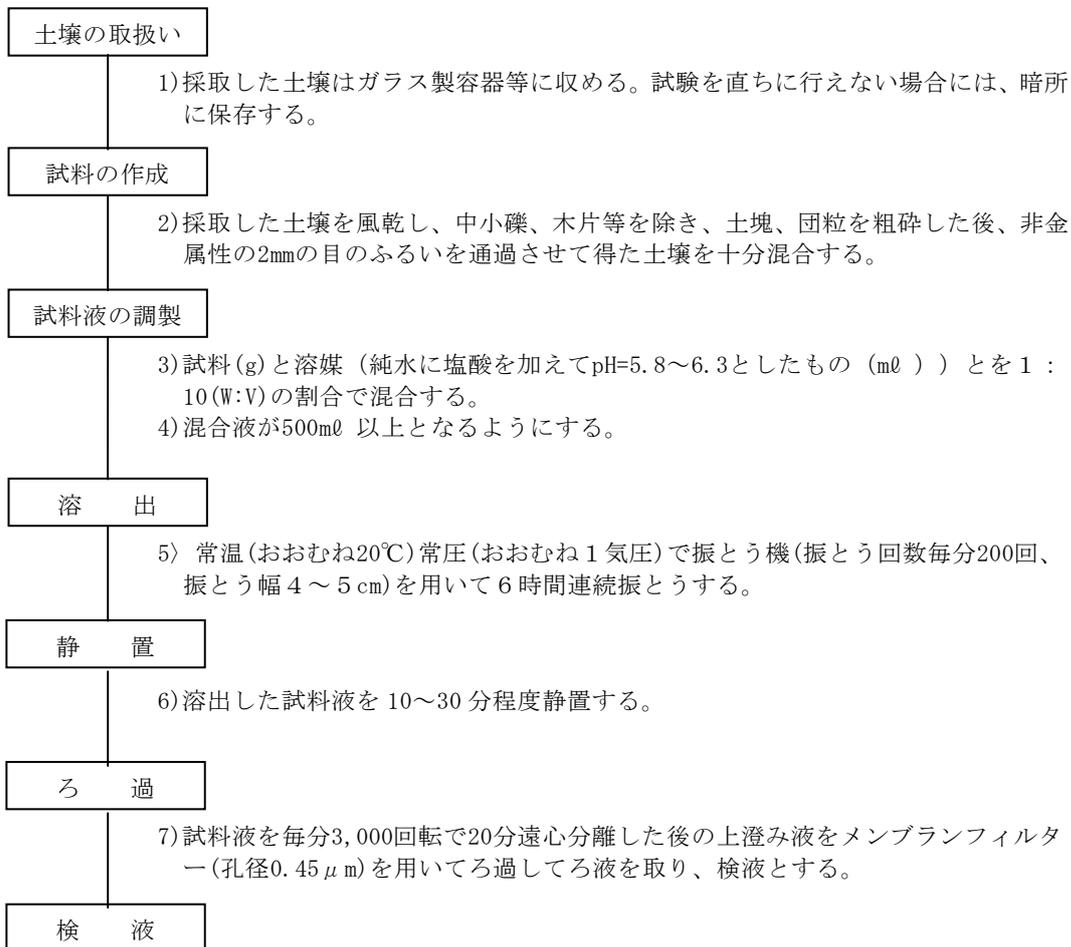
(1)から(4)の操作を行って得られた試料液を10分から30分程度静置後、毎分約3,000回転で20分間遠心分離した後の上澄み液を孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過して液を取り、定量に必要な量を正確に計り取って、これを検液とする。

分析方法と留意点

本指針で示した汚染土壌に係る分析方法の概要とその留意点は、次のとおりである。

(1) 土壌中重金属等の溶出量分析方法(土壌環境基準、平成3年8月23日付け環境庁告示第46号に掲げる方法)

①検波の作成(溶出方法)



②定量方法

ア カドミウム、鉛、六価クロム

(ア)フレイム原子吸光法(JIS K0102の55.2、54.2、65.2.2)

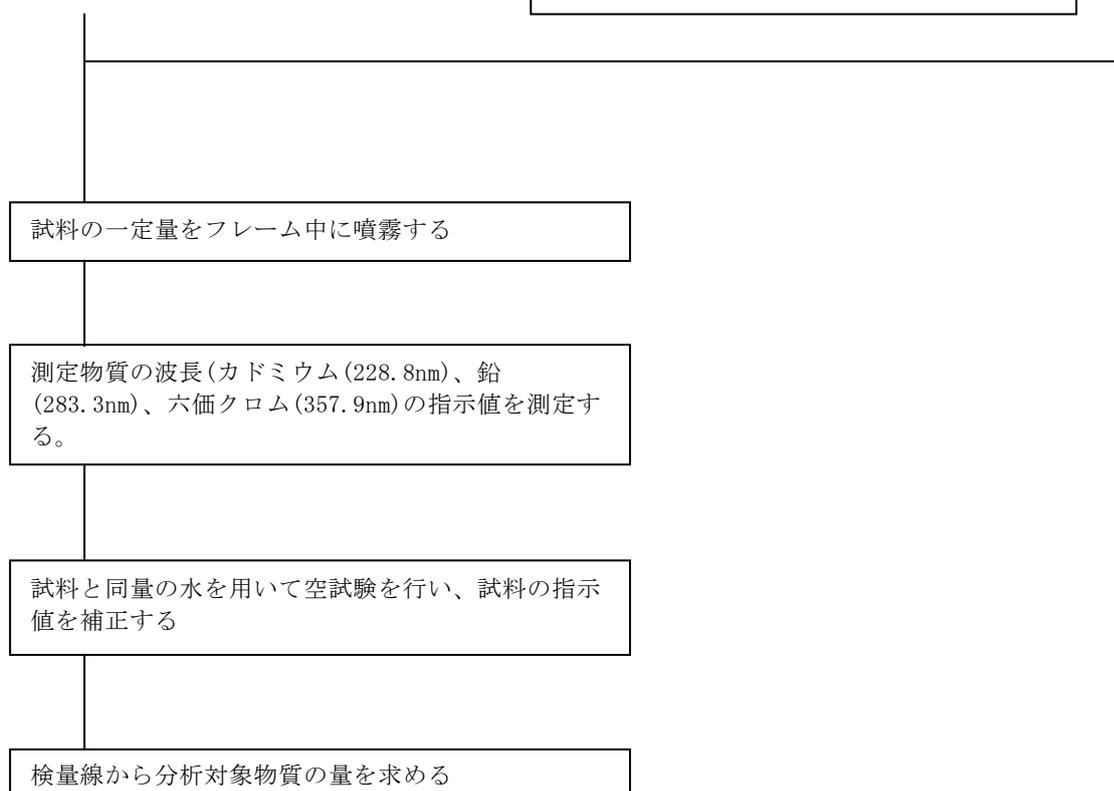
六価クロム

①試料の適量を採り、0.1~1mol/lの硝酸溶液とする。
(注)懸濁物を含む場合はろ過する。

クロム(Ⅲ)が含まれる場合

(鉛、カドミウムの記述につき省略)

②500ml以下の試料を採り、硫酸アンモニウム鉄(Ⅲ)溶液1ml、アンモニア溶液を加え、微アルカリ性で煮沸する。ろ過し、温硝酸アンモニウム溶液で洗浄する。ろ液と洗液を合わせ、硝酸を用いて0.1~0.5mol/lの硝酸溶液とする。



イ ICP発光分析法(JIS K0102の55.4、54.4、65.2.4)

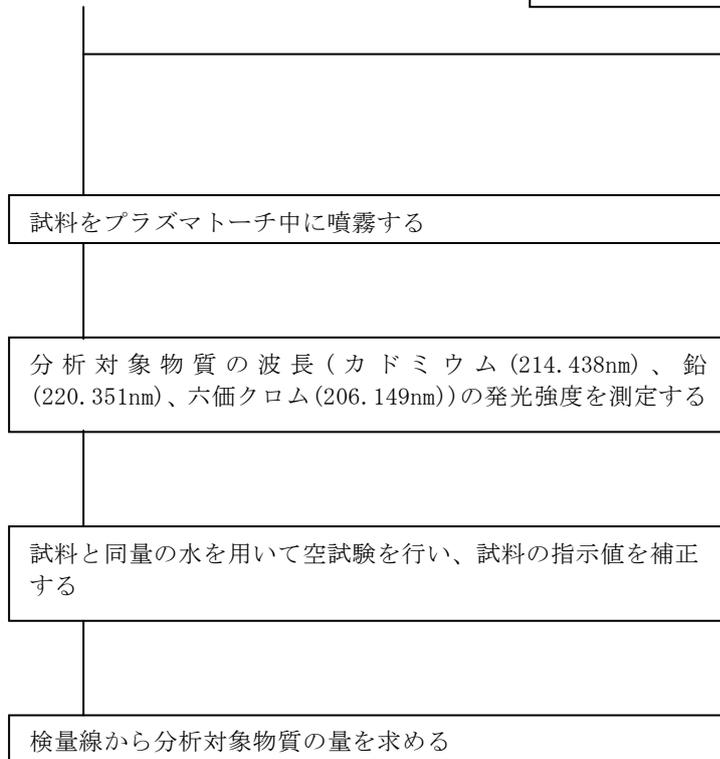
六価クロム

①試料の適量を採り、0.1~1mol/lの硝酸溶液とする。
(注)懸濁物を含む場合はろ過する。

クロム(Ⅲ)が含まれる場合

(鉛、カドミウムの記述につき省略)

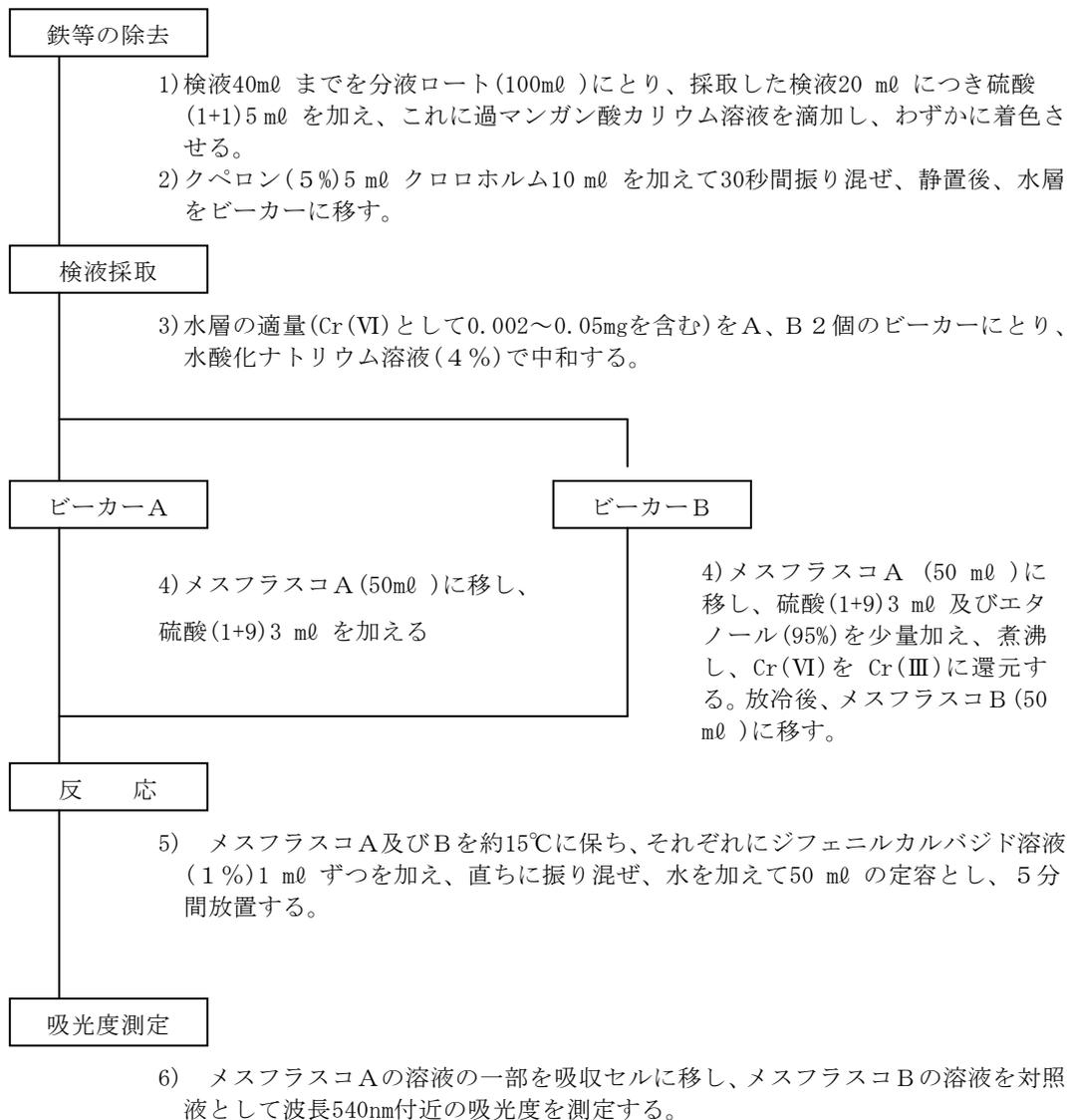
②500ml以下の試料を採り、硫酸アンモニウム鉄(Ⅲ)溶液1ml、アンモニア溶液を加え、微アルカリ性で煮沸する。ろ過し、温硝酸アンモニウム溶液で洗浄する。ろ液と洗液を合わせ、硝酸を用いて0.1~0.5mol/lの硝酸溶液とする。



※ジフェニルカルバジド吸光光度法は、三価クロムを含有する場合の全クロム量の測定には適用できない。

ウ 六価クロム

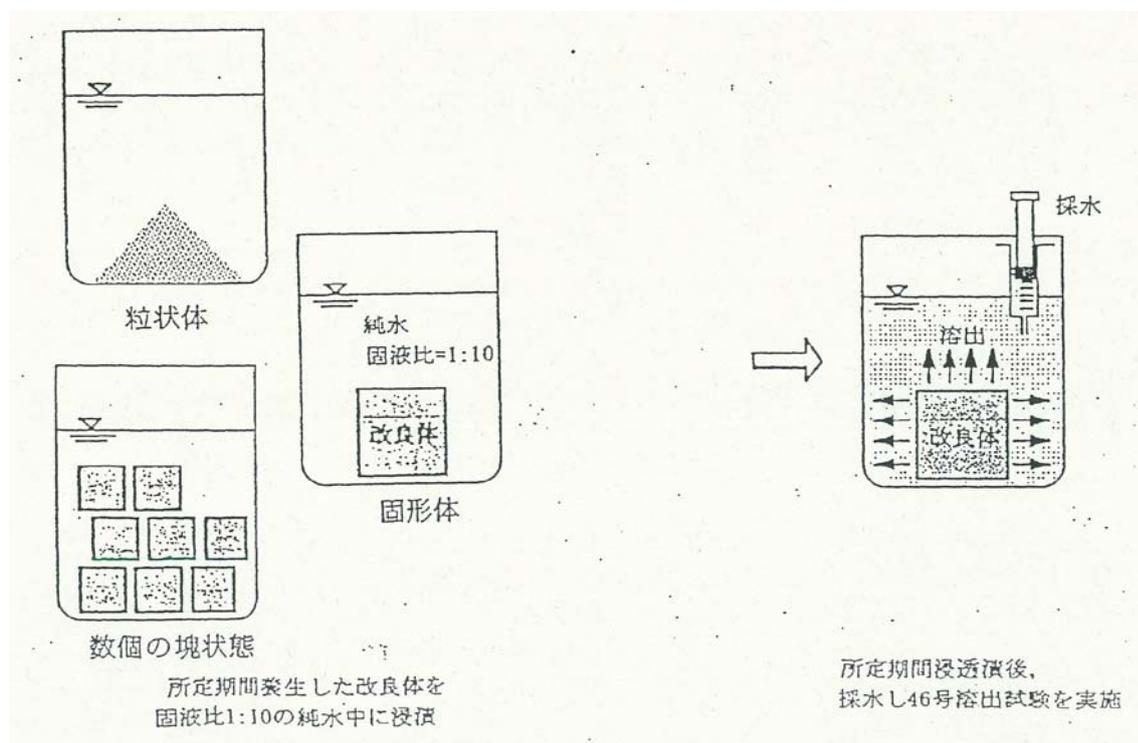
ジフェニルカルバジド吸光光度法 (JIS K0102の65.2.1)



タンクリーチング試験について

タンクリーチング試験は下図のように、施工後の品質管理等の際に確保した試料を、塊状のまま溶媒水中に水浸し、水中に溶出する六価クロムの濃度を測定するものである。試験方法及び手順は以下のとおりである。

1. 施工後のサンプリング等で確保していた試料から400 g程度の供試体を用意する。供試体は環境庁告示46号の溶出試験のように、土塊や団粒を2 mm以下に粗砕せず、できるだけ塊状のものを用いる。その際、
 - 1) 一塊の固形物として確保できる場合は、固形物のまま
 - 2) 数個の塊に分割した状態の場合は、分割した塊の状態のまま
 - 3) 形状の保持が困難な粒状の状態では確保されるものについては、粒状のままを供試体とする。形状寸法は定めない。
2. 溶媒水として純水を使用する。純水の初期のpHは5.8～6.3とする。
3. 非金属製の容器を準備し、採取試料400 g程度を容器内に置く。その後、所定量の溶媒水(固液比1:10、試料の乾燥重量の10倍体積の溶媒水=40 程度)を充填し、供試体のすべてが水中に没するよう水浸させる。水浸の際にはできるだけ供試体の形状が変化しないよう注意し、水浸直後の供試体の状況をスケッチにより記録する。
4. 容器を密封後、20℃の恒温室内に静置する。この間、溶媒水のpH調整は行わない。
5. 水浸28日後に溶媒水を採水し、六価クロムの濃度測定を行う。濃度測定は(添付資料1)に示したJIS K0 102の65.2に定める方法とする。採水の際には溶媒水を軽く攪拌した後、濃度測定に必要な分量を採取し、孔径0.45 μmのメンブランフィルターにてろ過する。
6. 試験終了後には、水中での供試体の状態をスケッチし記録する。



配合設計の段階（施工前）に行う溶出試験

ケース	条件		検体数	試験実施段階	備考
セメント及びセメント系固化材を地盤改良に使用する場合			各土層×1検体	設計時又は現場着手前	表層安定処理工法、路床工、上層・下層路盤工、改良土盛土工などの工法にセメント系の改良土等を使用する場合で、その土量が100m ³ 未満の場合は省略
セメント及びセメント系固化材を使用した改良土等を再利用する場合	建設発生土及び建設汚泥をセメント及びセメント系固化材によって改良する場合	配合設計を行う場合	各土層×1検体	プラント供給時	
		配合設計を行わない場合	1,000m ³ に1検体		
	過去等にセメント及びセメント系固化材によって改良された改良土を掘削し、再利用する場合		1,000m ³ に1検体		

注) 石灰のみ添加の改良土については、本試験の対象外とする。

施工後に実施する試験（環境庁告示46号溶出試験）

工 法	工 事 規 模		検 体 数	試験実施段階	備 考
表層安定処理工法、 路床工、 上層・下層路盤工、 改良土盛土工など	1 工事あたりの改良土量	100 m ³ 未満	—	—	
		100～1,000 m ³ 未満	1 検体	施工後	
		1,000～5,000 m ³ 未満	3 検体		
		5,000 m ³ 以上	1,000 m ³ 毎に 1 検体		
深層混合処理工法 薬液注入工法 地中連続壁土留工など	改良体の長さ（5m未満）	改良体本数100本未満	1 本× 1 深度	施工後	代表 1 深度 （1 検体／本）
		100～500本未満	3 本× 1 深度		
		500本以上	（3 本+250本増毎に 1 本）× 1 深度		
	改良体の長さ（5m以上）	改良体本数100本未満	1 本× 3 深度		上・中・下 3 深度 （3 検体／本）
		100～500本未満	3 本× 3 深度		
		500本以上	（3 本+250本増毎に 1 本）× 3 深度		

施工後に実施する試験（タンクリーチング試験）

工 法	対 象 工 事	検 体 数	試験実施段階	備 考
表層安定処理工法、 路床工、 上層・下層路盤工、 改良土盛土工など	1 工事あたりの改良土量が5,000 m ³ 以上の工事	1 検体	施工後	施工後の溶出試験で最大値を示した箇所の検体を使用
深層混合処理工法 薬液注入工法 地中連続壁土留工など	改良体の本数が500本以上の工事			

注) 石灰のみ添加の改良土については、両試験の対象外とする。

「六価クロム溶出試験」の実施フロー（大阪市建設局）

