

# 除去土壌等の再生利用の手引き

## 参考資料（イメージ）

平成30年8月7日

## 目次

参考資料 1 再生利用フロー

参考資料 2 再生資材の品質検査項目及び検査方法

参考資料 3 除去土壌等の再生利用に係る安全評価（略）

参考資料 4 実証事業の事例

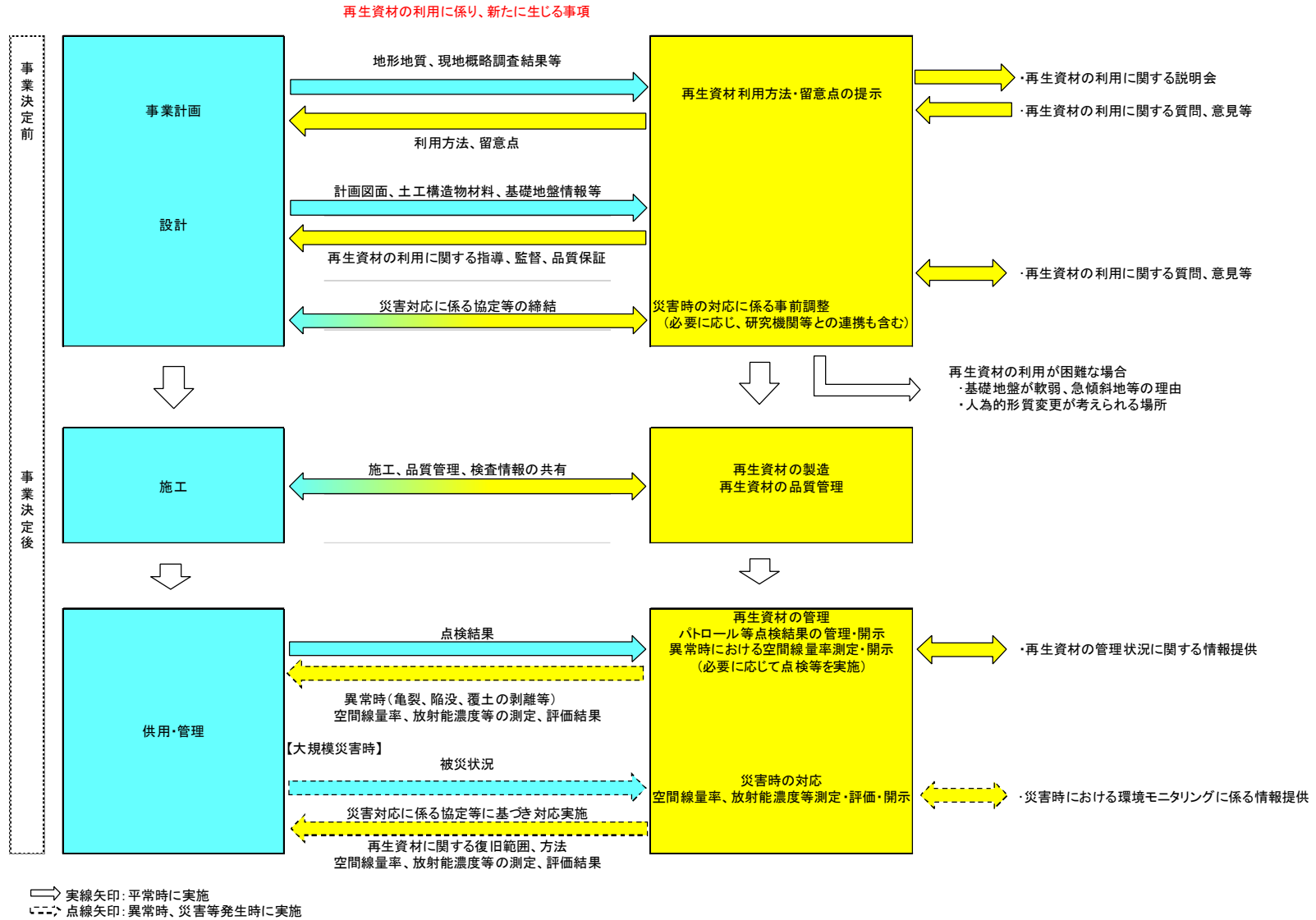
参考資料 4 - 1 南相馬市実証事業概要（略）

# 参考資料1 再生利用フロー

通常の公共事業の流れ  
関係省庁、地方自治体が実施

再生資材利用の流れ  
環境省が実施

住民・関係者  
再生資材の利用に関する



## 参考資料 2 再生資材の品質検査項目及び検査方法

### 1. 土木資材としての品質

表 土木資材としての品質検査項目（全用途共通）

試験項目	規格等	試験・測定手法
土質材料の工学的分類	JGS 0051	土質材料の観察、粒度組成、液性限界・塑性限界などに基づいて、土質材料を分類する。準拠規格においては分類を大分類、中分類、小分類とするが、本試験では中分類まで行う。
土粒子の密度試験	JIS A 1202	目開き 9.5mm のふるいを通過した土粒子について、土の質量と土の固体部分の体積を求め、土の固体部分の単位体積当たりの質量を求める。
土の含水比試験	JIS A 1203	(110±5)℃の炉乾燥によって失われる土中水の質量の、土の炉乾燥質量に対する比を求める。質量百分率で表す。
土の粒度試験	JIS A 1204	目開き 75mm のふるいを通過した土について、土粒子径の分布状態を質量百分率で表す。目開き 75μm のふるいに残留した土粒子についてはふるい分析を行い、目開き 75μm のふるいを通過した土粒子については沈降分析を行う。 なお、目開き 75mm のふるいに残留した石分については、JGS 0132「石分を含む地盤材料の粒度試験方法」に準拠して試験を行う。
土の液性限界・塑性限界試験	JIS A 1205	液性限界については、土が塑性状態から液状に移る（板状にした供試体を黄銅皿の上で二つに分け、黄銅皿を 1cm 落下させることを 25 回繰り返した際に、分けた供試体が合流する）ときの含水比を求める。塑性限界については、土が塑性状態から半固体状に移る（供試体をひも状にしたときに、ひもが切れ切れになる）ときの含水比を求める。
突固めによる土の締固め試験	JIS A 1210	目開き 37.5mm のふるいを通過した土に水を加えて混合し、6～8 種類の含水比の試料を準備する。これらの試料をモールド内でランマーを規定回数自由落下させて突固め、突固めた試料の含水比と乾燥密度を求め、乾燥密度－含水比曲線、最大乾燥密度及び最適含水比を求める。
締固めた土のコーン指数試験	JIS A 1228	目開き 4.75mm のふるいを通過した土をモールド内に突固めによって締固めた供試体について、コーン先端を供試体上端面から 5cm、7.5cm 及び 10cm 貫入したときの貫入抵抗力を測定し、その平均貫入抵抗力とコーン先端の底面積からコーン指数を算出する。

試験項目	規格等	試験・測定手法
土の強熱減量	JIS A 1226	(110±5)℃で一定質量になるまで炉乾燥した土を、(750±50)℃に強熱したときの減少質量を炉乾燥度の質量に対する百分率で表す。
塩化物含有量	JGS 0241	粒径 10mm 以上の土粒子を除去した供試体（乾燥質量約 50g に相当する量の湿潤試料）を 500mL の水と一緒に毎分 200 回、振とう幅 4～5cm で 6 時間振とうして、塩化物を液中に溶出させる。液中の塩化物イオンの量をイオンクロマトグラフ法を用いて測定し、塩化物含有量を算出する。
電気伝導度	JGS 0212	粒径 10mm 以上の土粒子を除去した供試体を質量比 5 倍の水に懸濁させ、30 分～3 時間静置したものを試料液として、電気伝導率計を用いて電気伝導率を測定する。
水素イオン濃度	JGS 0211	粒径 10mm 以上の土粒子を除去した供試体を質量比 5 倍の水に懸濁させ、30 分～3 時間静置したものを試料液として、pH 計を用いて pH を測定する。
吸水膨張率	JGS 2121	供試体は、円柱形で直径 40～60mm、高さ 20mm 程度を標準とする。鋼製リングに入れた供試体に所定の荷重（土被り圧や構造物荷重を考慮して設定）を加えて吸水させ、供試体の高さを測定し、吸水膨張率を求める。

表 土木資材としての品質検査項目（用途ごと）

試験項目	規格	試験・測定手法	対象用途
細粒分の混入率	JIS A 1223	供試体の炉乾燥質量に対して目開き 75 $\mu$ m のふるいを通過した分の炉乾燥質量が占める割合を、百分率で表す。なお、ふるい操作は水浸試料について行いふるいに残留した分の炉乾燥質量を測定することにより、ふるい通過分の炉乾燥質量を間接的に求める。	即日覆土、中間覆土、排水層土、最終覆土（遮水層土）、土堰堤（治水用途）
透水係数	JIS A 1218	試験方法は定水位透水試験と変水位透水試験の2種類があり、透水係数 10-5m/s を目安として、これより小さい場合は変水位透水試験を選択する。変水位試験は、一定の断面及び長さを持つ供試体の中を、ある水位差を初期状態として浸透するときの水位の降下量、及びその経過時間を測定する。これらの測定値と試験体系の寸法を基に、透水係数を算出する。	即日覆土（臭気の発散防止）、中間覆土（遮水層土）、最終覆土（遮水層土）、土堰堤（治水用途）
CBR	JIS A 1211	「JIS A 1210：突固めによる土の締固め試験方法」に従い供試体を作製し、貫入ピストンを供試体に 1mm/分の速さで貫入させ、所定の貫入量（複数）のときの荷重を測定する。荷重を貫入ピストンの断面積で除して荷重強さを求め荷重強さ-貫入量曲線を描く。貫入量 2.5mm 及び 5.0mm における荷重強さを荷重強さ-貫入量曲線より求め、標準荷重強さに対する比率を算出して CBR とする。	道路盛土路床
修正 CBR	舗装調査・試験法便覧	「JIS A 1210：突固めによる土の締固め試験方法」に従い、突固め回数 3 層 92 回/層における試料の最適含水比①を求め、試料の約 50kg を最適含水比との差が $\pm 1\%$ 以内になるように水を加えてよく混ぜる。試料をモールドに入れ、各層 92、42 及び 17 回の突固めによる供試体を 3 個ずつ作る。「JIS A 1211：CBR 試験法」に従い、4 日間水浸後の CBR を測定する。各々 3 個の平均値から求める CBR-乾燥密度曲線と①で求めた含水比-乾燥密度曲線を図示して修正 CBR を求める。	道路の上層路盤、道路の下層路盤
骨材のふるい分け	JIS A 1102	105～110 $^{\circ}$ C の温度で一定質量となるまで炉乾燥した試料について、ふるい分けを行い、各ふるいに残留する試料の質量を測定し、試料全質量に対する百分率で表す。	道路の上層路盤、道路の下層路盤
PI（塑性指数）	JIS A 1205	液性限界については、土が塑性状態から液状に移る（板状にした供試体を黄銅皿の上で二つに分け、黄銅皿を 1cm 落下させることを 25 回繰り返して分けた供試体が合流する）ときの含水比 wL(%) を求める。塑性限界については、土が塑性状態から半固体状に移る（供試体をひも状にしたときに、ひもが切れ切れになる）ときの含水比 wP(%) を求める。塑性指数は、wL -wP より算出する。	道路の上層路盤、道路の下層路盤

試験項目	規格	試験・測定手法	対象用途
粗骨材のすりへり減量	JIS A 1121	粗骨材 5kg 又は 10kg と鋼球数 kg (粗骨材粒度区分による) を一緒に、水平回転軸を有する鋼製円筒内に投入し、毎分 30~33 回の回転数で、500 回又は 1000 回 (粗骨材粒度区分による) 回転させる。その後、試料を取出して 1.7mm の網ふるいでふるい、1.7mm 未満になった分の質量割合を求める。	道路の上層路盤
硫酸ナトリウムによる骨材の安定性	JIS A 1122	試料について粒径による群分けを行い、各群について所定の重量をはかりとって各群の試料とする。各群の試料をそれぞれ別々の金網かごに入れて硫酸ナトリウムの飽和溶液に 16~18 時間浸漬した後、試料を液から取出して乾燥機内で 40°C/hr の割合で昇温して 105±5°C の温度で 4~6 時間を乾燥する。この操作を 5 回繰り返した後、各群について試験前に使用したふるいを用いてふるい、ふるいにとどまった試料の質量を測定し、損失質量分率を求める。	道路の上層路盤
土の一軸圧縮試験方法	JIS A 1216	供試体を一軸圧縮試験機で連続的に圧縮する。圧縮力が最大となってから、引き続きひずみが 2% 以上生じるか、圧縮力が最大値の 2/3 程度に減少するか、又は圧縮ひずみが 15% に達したら圧縮を終了する。この際の応力-ひずみ曲線を図示し、圧縮応力の最大値を一軸圧縮強さ (kN/m <sup>2</sup> ) とし、そのときのひずみを破壊ひずみ (%) とする。	河川堤防、道路盛土路床、道路盛土路体、防潮堤
土の非圧密非排水 (UU) 三軸圧縮試験	JGS 0521	三軸圧力室内に設置して水圧を利用して所定の等方応力状態になるように加圧した供試体について、非圧密非排水状態で軸圧縮を行い、強度・変形特性を求める。圧縮中は軸圧縮力 (N) と軸変位量 (cm) を測定する。主として飽和した粘性土を対象とする。	道路盛土路床、道路盛土路体
土の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験	JGS 0522	三軸圧力室内に設置して水圧を利用して等方応力状態に圧密した供試体について、非排水状態で軸圧縮を行い、強度・変形特性を求める。圧縮中は軸圧縮力 (N) と軸変位量 (cm) を測定する。主として飽和した粘性土を対象とする。	道路盛土路床、道路盛土路体
土の圧密非排水 ( $\overline{CU}$ ) 三軸圧縮試験	JGS 0523	三軸圧力室内に設置して水圧を利用して等方応力状態に圧密した供試体について、非排水状態で軸圧縮を行い、強度・変形特性、及び主応力差最大時の有効応力を求める。圧縮中は軸圧縮力 (N)、軸変位量 (cm) 及び間隙水圧 (kN/m <sup>2</sup> ) を測定する。主として飽和した粘性土を対象とする。	道路盛土路床、道路盛土路体
土の圧密排水 (CD) 三軸圧縮試験	JGS 0524	三軸圧力室内に設置して水圧を利用して等方応力状態に圧密した供試体について、排水状態で軸圧縮を行い、強度・変形特性を求める。圧縮中は軸圧縮力 (N)、軸変位量 (cm) 及び体積変化量 (cm <sup>3</sup> ) を測定する。主として飽和した土を対象とする。	道路盛土路床、道路盛土路体

試験項目	規格	試験・測定手法	対象用途
土の繰返し非排水三軸試験方法	JGS 0541	<p>三軸圧力室内に設置して水圧を利用して等方応力状態に圧密した飽和供試体について、非排水状態で繰返し軸荷重を加え、繰返し回数が 200 回程度を超えるか所定の両振幅ひずみに達したら繰返し载荷を終了する。繰返し軸差応力の片振幅または繰返し応力振幅比と繰返し载荷回数との関係を求める。</p> <p>主として砂質土を対象とし、地震、波浪などによる繰返し応力を非排水条件のもとで受ける飽和土の強度特性（特に砂質土では液状化強度特性）を求めることを目的とする。</p>	道路盛土路床、道路盛土路体
地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法	JGS 0542	<p>等方あるいは異方応力状態にある地盤材料に対して、三軸試験機を用いて排水または非排水条件のもとで、一定振幅で 0.05～1.0Hz の一定の周波数で、正弦波あるいは三角波の繰返し軸荷重あるいは繰返し軸変位を 11 波载荷する。载荷が可能な限り、この繰返し载荷段階を繰返し、繰返し载荷中の変形特性を求める。砂質土、粘性土、礫質土、軟岩、改良土などの地盤材料を対象とし、地震荷重・交通荷重・機械荷重などに対する数値解析に必要となる比較的小さいひずみレベルにおける繰返し载荷のもとでの地盤材料の変形特性を求めることを目的とする。</p>	道路盛土路床、道路盛土路体
道路の平板载荷試験方法	JIS A 1215	<p>地盤を水平にならし、所定の直径の载荷板を据える。载荷板の上にジャッキを置き、反力装置と組み合わせて载荷圧力が 35 kN/m<sup>2</sup> 刻みになるように荷重を段階的に増加していき、荷重を上げるごとにその荷重による沈下の進行が止まるのを待って荷重計と変位計の読みを取る。地盤反力係数 (MN/m<sup>3</sup>) を载荷圧力 (kN/m<sup>2</sup>) と沈下量 (mm) の関係から求める。</p>	鉄道盛土



## 2. 環境安全性（特定有害物質等）に係る品質

表 環境安全性に係る品質検査項目

試験項目	規格	試験・測定手法
土壌溶出量	環境省告示第18号	<p>測定対象物質：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、トリクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、テトラクロロエチレン、ベンゼン、カドミウム、六価クロム化合物、シアン化合物、総水銀、アルキル水銀、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素、PCB、チラウム、シマジン、チオベンカルブ、有機リン化合物。</p> <p>環境庁告示第46号に従い、次のように検液を作成する。</p> <p>風乾して2mmの目のふるいを通過させた試料（単位g）と溶媒（純水に塩酸を加え、pH5.8以上6.3以下にしたもの）（単位mL）を測定対象物質が吸着しない容器の中で重量体積比10%の割合で混合し、振とう機（振とう回数毎分約200回、振とう幅4cm以上5cm以下）で6時間連続して振とうし、振とう後に静置して上澄み液を孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過してろ液を取り、これを検液とする。</p> <p>なお、揮発性有機化合物（四塩化炭素～ベンゼン）を測定対象とする場合は揮発による損失がないようにするため、試料（単位g）と溶媒（純水に塩酸を加え、pH5.8以上6.3以下にしたもの）（単位mL）をねじ口付三角フラスコに重量体積比10%の割合でとり、速やかに密栓して、マグネチックスターラーで4時間連続して攪拌し、振とう後に静置しガラス製注射筒等を用いて上澄み液を孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過してろ液を取り、これを検液とする。</p> <p>測定は、それぞれの対象物質についてJIS等で定められた測定方法で行う。</p>
土壌含有量	環境省告示第19号	<p>測定対象物質：カドミウム、六価クロム化合物、シアン化合物、総水銀、アルキル水銀、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素。</p> <p>風乾して2mmの目のふるいを通過させた試料（単位g）と溶媒（塩酸1mol/L）（単位mL）を測定対象物質が吸着しない容器の中で重量体積比3%の割合で混合し、振とう機（振とう回数毎分約200回、振とう幅4cm以上5cm以下）で2時間連続して振とうし、振とう後に静置して上澄み液を孔径0.45μmのメンブランフィルターでろ過してろ液を取り、これを検液とする。</p> <p>六価クロム化合物については、溶媒を、純水に炭酸ナトリウム0.005mol及び炭酸水素ナトリウム0.01molを溶解して1Lとしたものとして、上記同様の操作を行い、検液を作成する。</p> <p>シアン化合物については、試料5～10gに水250mLを加えて蒸留装置を用いてシアン化水素として留出させ、留出液の受液を水酸化ナトリウム溶液としてシアン化物イオンを回収する。受液を酢酸（1+9）で中和し、水を加えて定量して検液とする。</p> <p>測定は、それぞれの対象物質についてJIS等で定められた測定方法で行う。</p>
ダイオキシン類の測定	「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」（環境省、平成21年3月）	<p>分析試料をはかり取り、内標準物質を添加した後、有機溶媒により抽出を行い、必要に応じて分取しクリーンアップ（硫黄分、有機物の除去）を行う。クリーンアップされた試料を高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計（GC/HRMS）によって測定する。</p>

試験項目	規格	試験・測定手法
	「土壌のダイオキシン類簡易測定法マニュアル」(環境省、平成 21 年 3 月)	試料からの抽出及びクリーンアップ(硫黄分、有機物の除去)は「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」に準じて行う。抽出は「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」で定めている方法に加え、高圧流体抽出を用いることができる。簡易測定法として、高分解能ガスクロマトグラフ質量分析計(GC/HRMS)、ガスクロマトグラフ四重極形質量分析計(GC/QMS)及びガスクロマトグラフ三次元四重極形質量分析計(GC/ITMS/MS)を用いることができる。
油汚染	「油汚染対策ガイドライン」(中央環境審議会、土壌農薬部会、土壌汚染技術基準等専門委員会、平成 18 年 3 月)	人の感覚である嗅覚と視覚で油臭や油膜を把握する。 油臭や油膜が確認された場合は、鉱油類か否かの判定を行うために TPH 試験を行う(TPH; 全石油系炭化水素(Total Petroleum Hydrocarbon)の略)。TPH 試験法には、使用する分析機器等により、水素炎イオン化検出器付きガスクロマトグラフ(GC-FID法)、赤外分光分析法(IR法)、重量法(ノルマルヘキサン抽出法)がある。