

## 第2章 リサイクル材料の用途別の適用技術

### 第2章 リサイクル材料の用途別の適用技術

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 2.1 コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材 .....    | 2-1-1  |
| 2.2 バーチカルドレーン及びサンドマット材 .....    | 2-2-1  |
| 2.3 サンドコンパクションパイル材 .....        | 2-3-1  |
| 2.4 深層混合処理固化材 .....             | 2-4-1  |
| 2.5 捨石 .....                    | 2-5-1  |
| 2.6 中詰材 .....                   | 2-6-1  |
| 2.7 被覆石、根固・消波ブロック .....         | 2-7-1  |
| 2.8 裏込材 .....                   | 2-8-1  |
| 2.9 裏埋材 .....                   | 2-9-1  |
| 2.10 盛土材、覆土材、載荷盛土材 .....        | 2-10-1 |
| 2.11 埋立材 .....                  | 2-11-1 |
| 2.12 路床盛土材 .....                | 2-12-1 |
| 2.13 路盤材、As 舗装骨材、As フィラー材 ..... | 2-13-1 |
| 2.14 藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等 ..... | 2-14-1 |
| 2.15 その他 .....                  | 2-15-1 |



## 第2章 リサイクル材料の用途別の適用技術

### 2.1 コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材

#### 2.1.1 対象とするリサイクル材料

コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材には、表 2.1.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。  
各材料の利用の検討に当たっては、第3章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点でコンクリート用細骨材・粗骨材、混和材として利用可能性のある材料は、表 2.1.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第3章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.1.1 コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                                 | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章)                 | コンクリート工              |  |              |           |   |   |
|--------------------------------------|----------------|---|----------------------|--|--------------|-----------|---|---|
|                                      |                |   | ①コンクリート用細骨材          | ②コンクリート用粗骨材                                    | ③混和材         |           |   |   |
| 建設副産物                                | 建設発生土          | 01-                                       | 3.1 建設発生土            | -  | -            | -         |   |   |
|                                      | 浚渫土砂           | 砂質系<br>粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む)          | 02 1                 | 3.2 浚渫土砂                                       | -            | -         | - |   |
|                                      |                |   | 2                    |  | -            | -         | - |   |
|                                      | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊   | x  | x            | -         |   |   |
|                                      | コンクリート塊        | 04-                                       | 3.4 コンクリート塊          | ◎<br>(再生骨材)                                    | ◎<br>(再生骨材)  | -         |   |   |
|                                      | 建設発生木材         | 05-                                       | 3.5 建設発生木材           | -  | -            | -         |   |   |
|                                      | 建設汚泥           | 06-                                       | 3.6 建設汚泥             | -  | -            | -         |   |   |
| 産業副産物                                | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ<br>高炉スラグ骨材<br>高炉スラグ微粉末<br>土工用水砕スラグ  | 07 1                 | 3.7 高炉スラグ                                      | ◎<br>(水砕)    | ◎<br>(検冷) | - |   |
|                                      |                |   | 2                    |  | -            | -         | ◎ |   |
|                                      |                |   | 3                    |  | -            | -         | - |   |
|                                      | スラグ            | 製鋼<br>コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材<br>土工用・地盤改良用製鋼スラグ | 08 1                 | 3.8 製鋼スラグ                                      | ◎            | ◎         | - |   |
|                                      |                |   | 2                    |  | -            | -         | - |   |
|                                      | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 道路用鉄鋼スラグ<br>水硬性スラグコンパクション材                | 09 1                 | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -            | -         | - |   |
|                                      |                |   | 2                    |  | -            | -         | - |   |
|                                      | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体<br>鉄鋼スラグ炭酸固化体              | 10 1                 | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    | -            | -         | - |   |
|                                      |                |   | 2                    |  | -            | -         | - |   |
|                                      |                | 3   | -                    |  | -            | -         |   |   |
|                                      |                | 4   | -                    |  | -            | -         |   |   |
|                                      | 石炭灰            | フライアッシュ                                   | JIS灰<br>非JIS灰        | 11 1   | 3.11 フライアッシュ | ◎         | - | ◎ |
|                                      |                |   |                      | 2  |              | ◎         | - | △ |
|                                      |                | クリンカアッシュ                                  | 12-                  | 3.12 クリンカアッシュ                                  | △            | -         | - |   |
|                                      |                | 製二<br>品次                                  | フライアッシュ固化体<br>石炭灰造粒物 | 13 1   | 3.13 石炭灰二次製品 | -         | - | - |
|                                      |                |   |                      | 2  |              | -         | - | - |
| 非鉄スラグ                                | 銅スラグ           | 14-                                       | 3.14 銅スラグ            | ◎  | -            | -         |   |   |
| フェロニッケルスラグ                           | 15-            | 3.15 フェロニッケルスラグ                           | ◎                    | ◎  | -            |           |   |   |
| 垂鉛スラグ                                | 16-            | 3.16 垂鉛スラグ                                | -                    | -  | -            |           |   |   |
| 貝殻                                   | カキ殻等           | 17 1                                      | 3.17 貝殻              | △<br>(砂混合)                                     | x            | -         |   |   |
|                                      | ホタテ殻等          | 2   |                      | ◎+<br>(砂混合)                                    | -            | -         |   |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ)          | 18-            | 3.18 エコスラグ                                | ◎                    | △  | -            |           |   |   |
| 破砕瓦                                  | 19-            | 3.19 破砕瓦                                  | ○                    | -  | -            |           |   |   |
| ボ<br>ル<br>ス<br>ト<br>膏                | 再生石膏粉          | 20-                                       | 3.20 再生石膏粉           | -  | -            | -         |   |   |
| 廃<br>ス<br>ガ<br>ラ                     | ガラス再生資材        | 21-                                       | 3.21 ガラス再生資材         | △  | -            | -         |   |   |
|                                      | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材    | -  | -            | -         |   |   |
| ペ<br>ー<br>パ<br>ー<br>ス<br>ラ<br>ッ<br>ジ | ペーパーラッジ        | 23-                                       | 3.23 ペーパーラッジ         | -  | -            | -         |   |   |
|                                      | ペーパーラッジ焼却灰     | 24-                                       | 3.24 ペーパーラッジ焼却灰      | -  | -            | -         |   |   |
| 古紙                                   | 25-            | 3.25 古紙                                   | -                    | -  | -            |           |   |   |
| 砕石微粉末                                | 26-            | 3.26 砕石微粉末                                | △<br>(乾燥状砕石粉)        | -  | -            |           |   |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                            | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材                            | -                    | -  | -            |           |   |   |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- ◎+ : 利用実績が多いものまたは◎に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- x : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.1.2 リサイクル材料利用の基本方針

コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材として用いるリサイクル材料及びリサイクル材料を用いたコンクリートは、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等に示す品質を満足することとする。

(解説)

コンクリートの品質及び性能について「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」に規定されている。これらは港湾における海水作用や波浪、気象作用に対する抵抗性及び空港においては航空機等の重交通荷重やすり減り抵抗性等といった特殊性について規定されており、その他の一般的事項についてはコンクリート標準示方書（土木学会）に従うことを原則としている。よってリサイクル材料を用いたコンクリートは、これらを満足する品質及び性能を有する必要がある。

また、コンクリートの材料として用いる骨材（細骨材・粗骨材）及び混和材の品質については、表 2.1.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。しかし、一部のリサイクル材料は品質のばらつきが大きいことや、これらの規定に適合させるために経済的に割高になる等の制約が生じることもある。これらについては、高い強度・高い耐久性が要求されない構造物等への適用を検討し、当該構造物の要求品質を勘案して、試し練り等においてコンクリートの品質・性能を確認することとする。

表 2.1.2 (1) 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材）

| 工種<br>用途                              | コンクリート工   |   |
|---------------------------------------|---|---|
|                                       | コンクリート用細骨材、コンクリート用粗骨材   | 混和材   |
| 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]                 | コンクリート用砕石及びコンクリート用スラグ骨材は、以下の規格に適合しなければならない。<br>・JIS A 5005 コンクリート用砕石及び砕砂<br>・JIS A 5011 コンクリート用スラグ骨材(高炉スラグ、フェロニッケルスラグ、銅スラグ、電気炉酸化スラグ)<br>・JIS A 5021 コンクリート用再生骨材H<br>セメントコンクリート用骨材について、粒度分布、品質、試験方法を規定。                        | 混和材のフライアッシュ、高炉スラグ微粉末、コンクリート用膨張材は、以下の規格に適合しなければならない。<br>・JIS A 6201 コンクリート用フライアッシュ<br>・JIS A 6206 コンクリート用高炉スラグ微粉末<br>・JIS A 6202 コンクリート用膨張材  |
| 港湾工事<br><br>港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月] | 骨材は、以下の規格を満足する品質のものを用いる。<br>・JIS A 5308 (レディミクストコンクリート) 附属書A<br>清浄、堅硬、耐久的で適切な粒度を持ち、有機不純物、塩化物等の有害物質を一定量以上含んでいないものを用いる必要がある。また、ゴミ、泥、薄い石片、細長い石片を含むもの、吸水性の高いもの、膨潤性のあるもの等は不相当である。<br>JIS を満足しない骨材（サンゴ由来の骨材等）を用いる際は、事前に十分な検討が必要である。 | 混和材としてのフライアッシュ、高炉スラグ微粉末は、以下の規格に適合したものを用いる。<br>・JIS A 6201 コンクリート用フライアッシュ<br>・JIS A 6206 コンクリート用高炉スラグ微粉末<br>前者を用いる場合はフライアッシュを用いたコンクリートの施工指針（案）、後者を用いる場合は高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの施工指針（案）を参照することができる。上記以外の混和材は、試験、過去の実績等によってその性能を確認する必要がある。 |

表 2.1.2 (2) 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（コンクリート用細骨材・粗骨材、混和材）

| 工種<br>用途                          |                                 | コンクリート工   |  |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|--|
|                                   |                                 | コンクリート用細骨材、コンクリート用粗骨材   | 混和材  |
| 空港<br>土木<br>工事                    | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]         | <p>コンクリート用砕石及びコンクリート用スラグ粗（細）骨材は、以下の規格に適合するものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS A 5308（レディミキストコンクリート）附属書A（レディミキストコンクリート用骨材）</li> <li>・JIS A 5005 コンクリート用砕石及び砕砂</li> <li>・JIS A 5011 コンクリート用スラグ骨材（高炉スラグ、フェロニッケルスラグ、銅スラグ、電気炉酸化スラグ）</li> <li>・JIS A 5021 コンクリート用再生骨材H</li> </ul> <p>セメントコンクリート用骨材について、粒度、すりへり減量等を規定。</p>  | <p>混和材として用いるフライアッシュ、高炉スラグ微粉末、コンクリート用膨張材は、以下の規格に適合するものを標準とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS A 6201 コンクリート用フライアッシュ</li> <li>・JIS A 6206 コンクリート用高炉スラグ微粉末</li> <li>・JIS A 6202 コンクリート用膨張材</li> </ul> |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月] | <p>空港土木施設に使用するコンクリートの材料は、施設の要求性能を確保するために必要な品質を有するものとする。なお、この条件を満足するものの一例として、日本産業規格に適合するものがある。</p>   |  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）[平成31年4月] | <p>特になし</p>   |  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS A 5022 再生骨材Mを用いたコンクリート</li> <li>・JIS A 5023 再生骨材Lを用いたコンクリート</li> <li>・JIS A 5031 一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材</li> <li>・JIS A 5041 コンクリート用砕石粉</li> <li>・コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準 [国土交通省通知、平成28年3月]</li> <li>・高炉スラグ骨材コンクリート施工指針 [土木学会、平成5年7月]</li> <li>・高炉スラグ細骨材を用いたプレキャストコンクリート製品の設計・製造・施工指針（案） [土木学会、平成31年3月]</li> <li>・電気炉酸化スラグ骨材を用いたコンクリートの設計・施工指針（案） [土木学会、平成15年3月]</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版） [（一財）石炭エネルギーセンター、平成30年2月]</li> <li>・銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの設計施工指針 [土木学会、平成28年7月]</li> <li>・フェロニッケルスラグ骨材を用いたコンクリートの設計施工指針 [土木学会、平成28年7月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル [（一財）沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・港湾構造物へのジェルコンクリート適用ガイドライン（案）改訂版 [山台港湾空港技術調査事務所、平成21年3月]</li> <li>・建設工事における他産業リサイクル材料利用技術マニュアル [編著：（独）土木研究所、出版：（株）大成出版社、平成18年4月]</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの設計・施工指針 [土木学会、平成30年9月]</li> <li>・フライアッシュを用いたコンクリートの施工指針（案） [土木学会、平成11年4月]</li> <li>・混和材を大量に使用したコンクリート構造物の設計・施工指針（案） [土木学会、平成30年9月]</li> </ul>           |

## 2.1.3 要求品質及び性能

### (1) 骨材（細骨材・粗骨材）

リサイクル材料による骨材には、用途に見合う所要の品質を満足するコンクリートが得られるものを用いることとする。

#### （解説）

リサイクル材料による骨材は、通常の骨材と同様に清浄、堅硬、耐久性で、適切な粒度を持ち、有機不純物、塩化物等の有害量を含んでいないものを用いる必要がある。また、ゴミ、泥、薄い石片、細長い石片を含むもの、吸水率の高いもの、膨潤性のあるもの等は不適當である。

リサイクル材料による骨材の品質に係る品質規格の規定の状況は、表 2.1.3 に示すとおりである。コンクリート塊、鉄鋼スラグ（高炉スラグ、電気炉酸化スラグ）、非鉄スラグ（銅スラグ、フェロニッケルスラグ）、エコスラグ（一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ）、砕石微粉末を利用した骨材の品質については、JIS で規定されており、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることを原則とする。

なお、骨材は粒度により細骨材（10mm ふるいを全部通り 5mm ふるいを質量で 85%以上通る骨材）と粗骨材（5mm ふるいに質量で 85%以上とどまる骨材）に分類され、試験方法等が異なるため留意が必要である。

表 2.1.3 リサイクル材料による骨材の品質に係る品質規格

| リサイクル材料の名称 | 骨材の名称        | 品質規格の名称   |     |
|------------|--------------|---|-----|
|            |              | 細骨材   | 粗骨材 |
| コンクリート塊    | 再生骨材 H（高品質）  | JIS A 5021 「コンクリート用再生骨材 H」                            |     |
|            | 再生骨材 M（中品質）  | JIS A 5022 「再生骨材 M を用いたコンクリート」                        |     |
|            | 再生骨材 L（低品質）  | JIS A 5023 「再生骨材 L を用いたコンクリート」                        |     |
| 高炉スラグ      | 高炉スラグ骨材      | JIS A 5011-1 「コンクリート用スラグ骨材-第 1 部：高炉スラグ骨材」             |     |
| 製鋼スラグ      | 電気炉酸化スラグ骨材   | JIS A 5011-4 「コンクリート用スラグ骨材-第 4 部：電気炉酸化スラグ骨材」          |     |
| 銅スラグ       | 銅スラグ骨材       | JIS A 5011-3 「コンクリート用スラグ骨材-第 3 部：銅スラグ骨材」              | —   |
| フェロニッケルスラグ | フェロニッケルスラグ骨材 | JIS A 5011-2 「コンクリート用スラグ骨材-第 2 部：フェロニッケルスラグ骨材」        |     |
| エコスラグ      | 溶融スラグ骨材      | JIS A 5031 「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化したコンクリート用溶融スラグ骨材」 |     |
| 砕石微粉末      | コンクリート用砕石粉   | JIS A 5041 「コンクリート用砕石粉」                               | —   |

## (2) 混和材

リサイクル材料による混和材には、用途に見合う所要の品質を満足するコンクリートが得られるものを用いることとする。

### (解説)

混和材は、コンクリートの品質を改善することを主な目的として、コンクリートに混合するセメント・水・骨材以外の材料の総称である。

リサイクル材料による混和材の品質に係る品質規格の規定の状況は、表 2.1.4 に示すとおりである。高炉スラグ微粉末、石炭灰(フライアッシュ)を利用した骨材の品質については、JIS で規定されており、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることを原則とする。ただし、フライアッシュについては、JIS に適合しない材料(非 JIS 灰)についても、コンクリートの圧縮強度及び乾燥収縮ひずみ、フレッシュ性状及び硬化性状が JIS に適合する材料(JIS 灰)を使用したものと同程度の性能を有することを確認された事例<sup>1</sup>があり、コンクリートを利用しようとする用途への利用可能性を十分検討した上で利用することができる。

表 2.1.4 リサイクル材料による混和材の品質に係る品質規格

| リサイクル材料の名称 | 混和材の名称   | 品質規格の名称                      |
|------------|----------|------------------------------|
| 高炉スラグ      | 高炉スラグ微粉末 | JIS A 6206 「コンクリート用高炉スラグ微粉末」 |
| フライアッシュ    | フライアッシュ  | JIS A 6201 「コンクリート用フライアッシュ」  |

## (3) コンクリート

リサイクル材料をコンクリート用細骨材や粗骨材、あるいは混和材として用いたコンクリートは、通常のコンクリートと同様に、品質のばらつきが少なく、作業に適するワーカビリティを有するとともに、硬化後は所要の強度、耐久性、水密性、ひび割れ抵抗性並びに鋼材を保護する性能などを有するものでなければならない。

### (解説)

コンクリートは構造物の種類、環境条件、部材断面に応じて、所要の品質及び性能を有する必要がある。

港湾コンクリート構造物のうち海水の作用を受けるコンクリートは、凍結融解作用、海水中の塩類の作用による劣化、水酸化カルシウムの溶脱、鉄筋の腐食による劣化、有害な骨材反応による劣化及び波浪や漂流固化物の作用による劣化等の有害な作用に対する抵抗性を有する必要がある。

また、空港舗装のコンクリートは設計基準曲げ強度が  $5.0\text{N/mm}^2$  と道路舗装用のものより大きいこと、更にすり減り抵抗性を有する必要があることに注意する。

<sup>1</sup> 非 JIS 石炭灰のコンクリート用材料としての有効利用に関する研究(日本建築学会九州支部研究報告、平成 14 年 3 月)

## 2.1.4 適用方法

### (1) コンクリート構造物の設計

リサイクル材料を用いたコンクリート構造物の設計は、通常のコンクリート構造物と同様に関係する基準類に基づいて行うことを標準とする。

#### (解説)

リサイクル材料を港湾・空港等施設のコンクリート用材として用いる場合は、通常のコンクリート構造物と同様に、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）」等によって設計することを標準とする。また、以下の設計に関する基準が参考にできる。

- (a) 道路橋示方書・同解説（日本道路協会）
- (b) 舗装の構造に関する技術基準・同解説（日本道路協会）
- (c) 鉄道構造物等設計標準・同解説（コンクリート構造物）（鉄道総合技術研究所編）
- (d) 海洋コンクリート構造物設計施工指針（土木学会）

### (2) 配合設計

リサイクル材料を用いたコンクリートの配合設計は、通常のコンクリートと同様の方法によることを標準とする。

#### (解説)

リサイクル材料を用いたコンクリートの配合は、通常のコンクリートと同様に所要の強度、耐久性、水密性、ひび割れ抵抗性、鋼材を保護する性能及び作業性に適するワーカビリティをもつ範囲内で、単位水量をできるだけ少なくするよう定める必要がある。また、通常のコンクリートと同様に所要の品質（一般に強度、水密性、耐久性及びワーカビリティなど）をもつコンクリートが経済的に得られるよう定める必要がある。

## 2.2 バーチカドレーン及びサンドマット材

### 2.2.1 対象とするリサイクル材料

バーチカドレーン及びサンドマット材には、表 2.2.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第3章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点でバーチカドレーン及びサンドマット材として利用可能性のある材料は、表 2.2.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第3章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.2.1 バーチカルドレーン及びサンドマット材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 地盤改良工               |               |  |   |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|---------------------|---------------|--|---|
|                             |                |                           | ④バーチカルドレーン及びサンドマット材 |               |  |   |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土           | △<br>(砂質系)    |  |   |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1                | △             |  |   |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                   | -             |  |   |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊  | -             |  |   |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊         | △             |  |   |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材          | -             |  |   |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥            | △             |  |   |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | コンクリート用高炉スラグ骨材      | 07 1          | -  |   |
|                             |                |                           | 高炉スラグ微粉末            | 2             | 3.7 高炉スラグ                                  | - |
|                             |                |                           | 土工用水砕スラグ            | 3             | ◎<br>(サンドマット)                              |   |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材   | 08 1          | -  |   |
|                             |                |                           | 土工用・地盤改良用製鋼スラグ      | 2             | 3.8 製鋼スラグ                                  | - |
|                             | 鉄鋼スラグ混合製品      | 鉄鋼スラグ                     | 道路用鉄鋼スラグ            | 09 1          | -  |   |
|                             |                |                           | 水硬性スラグコンパクション材      | 2             | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグコンパクション材) | - |
|                             | 鉄鋼スラグ二次製品      | 鉄鋼スラグ<br>水酸化物             | 鉄鋼スラグ水和固化体          | 10 1          | -  |   |
|                             |                |                           | 鉄鋼スラグ炭酸固化体          | 2             | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化体・その他)                    | - |
|                             |                | その他                       | 浚渫土改質材              | 3             | -  |   |
|                             |                |                           | 生物共生材               | 4             | -  |   |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰                | 11 1          | -  |   |
|                             |                |                           | 非JIS灰               | 2             | 3.11 フライアッシュ                               | - |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                 | 3.12 クリンカアッシュ | △  |   |
| 製二次品                        |                | フライアッシュ固化体                | 13 1                | -             |  |   |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品        | ○             |  |   |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ           | -             |  |   |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ     | ○+            |  |   |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ          | -             |  |   |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻             | -             |  |   |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         | ○<br>(砂混合)          |               |  |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥熔融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                   |               |  |   |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                   |               |  |   |
| ボロ石膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉          | -             |  |   |
| 廃ガラス                        | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材        | ○<br>(再生砂)    |  |   |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材   | -             |  |   |
| ペーパーパルプ                     | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ       | -             |  |   |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰    | -             |  |   |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                   |               |  |   |
| 碎石微粉末                       | 26-            | 3.26 碎石微粉末                | -                   |               |  |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                   |               |  |   |

【総合評価】  
◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能  
○+ : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの  
○ : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの  
△ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの  
× : 現段階では利用は難しいと考えるもの  
— : 用途対象外

## 2.2.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料をバーチカルドレーン及びサンドマット材として用いる場合、「港湾工事共通仕様書」、「空港土木工事共通仕様書」等に示す品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料をバーチカルドレーン及びサンドマット材として用いる場合、利用場所に応じて「港湾工事共通仕様書」または「空港土木工事共通仕様書」に示される品質基準を満足するものを利用するとともに、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して適切に行う必要がある。バーチカルドレーン及びサンドマット材に利用する材料の品質については、表 2.2.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、ドレーン排水やサンドマット内を通過した雨水等による影響、陸域での施工においては粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響が考えられる。実際に使用する材料の溶出特性を把握した上で、必要であれば排水処理等についても検討し、周辺環境に対して十分に配慮する必要がある。

表 2.2.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（バーチカルドレーン及びサンドマット材）

| 工種                                |                                   | 地盤改良工   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---|
| 用途                                |                                   | バーチカルドレーン及びサンドマット材  |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]             | 使用する砂は、透水性の良いものでなければならない。また、粒度分布について規定。シルト含有量は設計図書のとおりによる。  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]         | 砂杭に用いる砂は透水性が良く、しかも粘土粒子による目詰まりが生じないような粒度の良いものを用いる。   |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]           | 使用する砂は、透水性の良いものとし、粒度分布について規定。シルト含有量は特記仕様書の定めによる。<br>砂の種類、品質、形状寸法は設計図書の定めによる。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]   | 特になし  |
|                                   | 空港土木施設舗装設計要領及び設計例（舗装設計編）[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル [(財) 沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版） [(一財) 石炭エネルギーセンター、平成30年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針（案） [土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル [(一財) 沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・港湾工事前用スラグ利用手引書 [(社) 日本産業機械工業会、(財) 沿岸技術研究センター、平成18年10月]</li> <li>・リサイクルガラス造粒砂 サンドウエーブG 技術資料 2022年4月版 [ガラスリソーシング株式会社]</li> </ul> |

### 2.2.3 要求品質及び性能

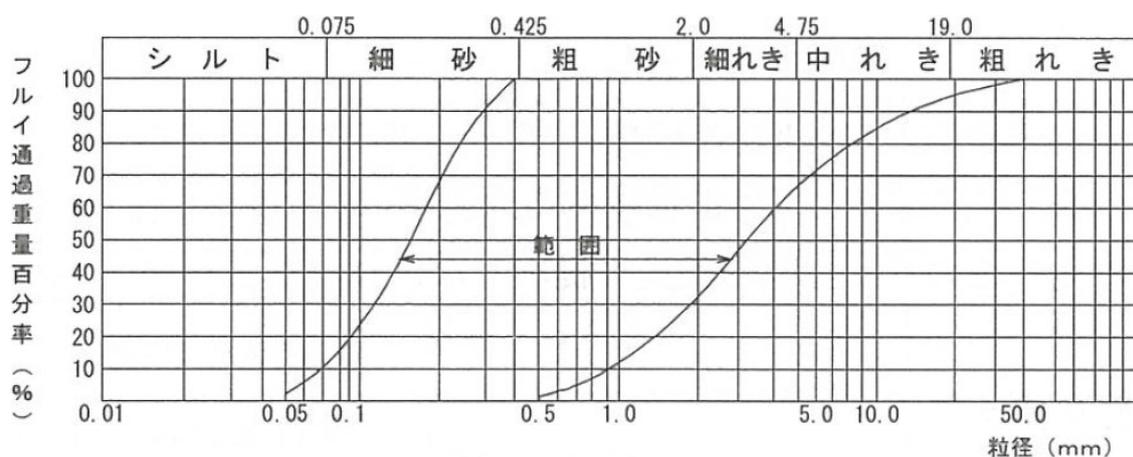
バーチカルドレーン及びサンドマット材には、透水性が良い材料を利用することとする。

(解説)

一般に、バーチカルドレーン及びサンドマットに用いる砂は透水性がよく、粘土粒子による目詰まりが生じないようなものを使用される。

「港湾工事共通仕様書」及び「空港土木工事共通仕様書」において、バーチカルドレーン及びサンドマット材として使用する砂または砕石について、図 2.2.1 のとおり粒径分布を定めるとともに透水性のよいものとするとしている。

一方、リサイクル材料の中には水和反応によって経時的に硬化し透水性が低下していくものもあるため、留意が必要である。



出典) 空港土木工事共通仕様書 (令和 4 年 4 月)

図 2.2.1 使用砂の粒径加積曲線の例 (空港土木工事共通仕様書)

### 2.2.4 適用方法

リサイクル材料を用いたバーチカルドレーン及びサンドマットの設計は、粒状材料として、材料の持つ透水性、水硬性等の性質をよく把握した上で「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して適切に行うこととする。

(解説)

リサイクル材料を用いたバーチカルドレーン及びサンドマットの設計は、粒状材料としてその性質をよく把握した上で天然の材料との違いに注意しながら「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法によって行う。ただし、リサイクル材料には性質にばらつきがあるものも多く、水硬性等のような天然の砂や砂利にはない性質を持つものもあるので、材料の選定に際しては改良後の土地利用を考慮するとともに、設計においては実際に利用するリサイクル材料の性質をよく把握して、適切な設計定数を用いて設計を行うことが肝要である。

## 2.3 サンドコンパクションパイル材

### 2.3.1 対象とするリサイクル材料

サンドコンパクションパイル材には、表 2.3.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第3章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点でサンドコンパクションパイル材として利用可能性のある材料は、表 2.3.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第3章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.3.1 サンドコンパクションパイル材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 地盤改良工              |                         |                    |   |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|---|
|                             |                |                           | ⑤サントコンパクションパイル材    |                         |                    |   |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | ◎<br>(砂質系)              |                    |   |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               | △                       |                    |   |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂<br>△           |                    |   |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -                       |                    |   |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | ○+                      |                    |   |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -                       |                    |   |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | △                       |                    |   |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07 1               | コンクリート用高炉スラグ骨材          | -                  |   |
|                             |                |                           | 2                  | 高炉スラグ微粉末                | -                  |   |
|                             |                |                           | 3                  | 土工用水砕スラグ                | ○+<br>(粘性土であれば高置換) |   |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | 08 1               | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材       | -                  |   |
|                             |                |                           | 2                  | 土工用・地盤改良用製鋼スラグ          | ◎<br>(粘性土であれば高置換)  |   |
|                             | 鉄鋼スラグ混合製品      | 鉄鋼スラグ                     | 09 1               | 道路用鉄鋼スラグ                | -                  |   |
|                             |                |                           | 2                  | 水硬性スラグコンパクション材          | ◎<br>(粘性土であれば高置換)  |   |
|                             | 鉄鋼スラグ二次製品      | 鉄鋼スラグ 水酸化物                | 10 1               | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化体・その他) | -                  |   |
|                             |                |                           | 2                  |                         | -                  |   |
|                             |                | その他                       | 3                  | 浚渫土改質材                  | -                  |   |
|                             |                |                           | 4                  | 生物共生材                   | -                  |   |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1                    | 3.11 フライアッシュ       | - |
|                             |                |                           | 非JIS灰              | 2                       |                    | - |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ           | ○+                 |   |
| 製二次品                        |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               | 3.13 石炭灰二次製品            | -                  |   |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | ○+                 |                         |                    |   |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | ○+                      |                    |   |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | ◎                       |                    |   |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -                       |                    |   |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻            | △<br>(砂混合)              |                    |   |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         |                    | ○<br>(砂混合)              |                    |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | ○+                 |                         |                    |   |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                  |                         |                    |   |
| ボド膏                         | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -                       |                    |   |
| 廃ガラス                        | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | ○<br>(再生砂)              |                    |   |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | -                       |                    |   |
| ペーパー                        | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -                       |                    |   |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -                       |                    |   |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |                         |                    |   |
| 碎石微粉末                       | 26-            | 3.26 碎石微粉末                | -                  |                         |                    |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |                         |                    |   |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

### 2.3.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料をサンドコンパクションパイル材として用いる場合、要求性能に応じた品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料をサンドコンパクションパイル材として用いる場合、砂質土地盤、粘性土地盤によって要求品質及び性能が異なることに留意し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「**港湾の施設の技術上の基準・同解説**」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して適切に行う必要がある。特に、置換率の低い用途に用いる場合、固化が生じないように注意が必要である。

サンドコンパクションパイル材に利用する材料の品質については、表 2.3.2 に示す通り、「**港湾工事共通仕様書**」、「**港湾の施設の技術上の基準・同解説**」、「**空港土木工事共通仕様書**」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。なお、破碎しやすい材料については、締固め後の粒度分布が規定に適合するよう注意が必要である。

環境に対する影響としては、砂杭からの溶出水による海水や地下水への影響、陸域での施工においては粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。実際に使用する材料の溶出特性を把握した上で周辺環境に対して十分に配慮する必要がある。

表 2.3.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（サンドコンパクションパイル材）

| 工種<br>用途                          |                                     | 地盤改良工<br>サンドコンパクションパイル材   |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 港湾<br>工事                          | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 使用する砂は、透水性の良いものでなければならない。また、粒度分布について規定。シルト含有量は設計図書のとおりによる。  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 砂杭の材料としては、透水性が高く、細粒分(75 $\mu$ m未満)の含有量が少なく、粒度分布が良く、締まりやすく、十分な強度が期待でき、かつ、ケーシングからの排出が容易なものが望ましい。  |
| 空港<br>土木<br>工事                    | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 砂杭の施工範囲、置換率、締固め度は設計図書のとおりによる。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]     | 特になし  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル [(財) 沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ利用技術マニュアル [(一財) 沿岸技術研究センター、平成27年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版） [(一財) 石炭エネギセンター、平成30年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針（案） [土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル [(一財) 沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・港湾工事事用スラグ利用手引書 [(社) 日本産業機械工業会、(財) 沿岸技術研究センター、平成18年10月]</li> <li>・リサイクルガラス造粒砂 サンドウエーブG 技術資料 2022年4月版 [ガラスリソーシング株式会社]</li> </ul> |

### 2.3.3 要求品質及び性能

#### (1) 砂質土地盤を対象とする場合

材料のせん断抵抗角や単位体積重量等の物理・力学的性質についての要請は小さい。

##### (解説)

砂質土を締固めるためのサンドコンパクションパイル工法では、一般的に置換率が低く、杭自体のせん断強度や重量等の性質は改良地盤にはほとんど影響しない。そのため設計においても材料のせん断抵抗角や単位体積重量等の物理・力学的性質についての要請は小さく、これらの諸性質は通常設計において考慮されない。一方で、粒子破碎する材料は利用に適さない。

#### (2) 粘性土地盤を対象とする場合

杭自体のせん断強度や重量等の性質が改良地盤の性質に影響する。

##### (解説)

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」において、サンドコンパクションパイル材は、透水性が高く、細粒分(75 $\mu$ m未満)の含有量が少なく、粒度分布が良く、締まりやすく、十分な強度が期待でき、かつケーシングからの排出が容易なものが望ましいとされている。

粘性土地盤の改良を目的としたサンドコンパクションパイル工法では、通常砂地盤の締固めを目的とした場合よりも置換率が高く、杭自体のせん断強度や重量等の性質が改良地盤の性質に影響する。設計においても、改良地盤を杭と粘性土地盤との複合地盤として扱うため、材料の単位体積重量やせん断抵抗角等の物理・力学的性質が改良地盤の性質に影響する。

具体的には、単位体積重量が大きい方が、安定計算上有利になる場合が多い。また、せん断特性が強い方が、複合地盤の強度が増すため有利であり、材料の締固め性が良い方が強固な杭を形成しやすい。ただし、固化が生じる材料については、沈下量が過剰に減少することや周囲の土の強度が向上しにくいことから注意が必要である。

### 2.3.4 適用方法

リサイクル材料を用いたサンドコンパクションパイル工法の設計は、粒状材料として材料の特性をよく把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して行うこととする。

##### (解説)

サンドコンパクションパイル工法には、砂質土地盤の締固めを目的とするものと、粘性土地盤を改良するためのものがあり、要求品質が異なるため留意が必要である。また、リサイクル材料の選定に際しては、水硬性等天然材料に無い性質を有するものもあるため、改良後の土地利用計画にも配慮する必要がある。

リサイクル材料を用いたサンドコンパクションパイル工法の設計は、粒状材料として材料の特性をよく把握した上で、天然の材料との違いに注意しながら「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法によって行う。ただし、リサイクル材料には性質にばらつきがあるものも多く、水硬性等の天然の砂や砂利には無い性質を持つものもあるので、設計においては実際に利用するリサイクル材料の性質をよく把握しておき、適切な設計定数を用いる必要がある。

## 2.4 深層混合処理固化材

### 2.4.1 対象とするリサイクル材料

深層混合処理固化材には、表 2.4.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で深層混合処理固化材として利用可能性のある材料は、表 2.4.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.4.1 深層混合処理固化材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種<br>用途       | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 地盤改良工              |               |  |    |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|---------------|--|----|
|                             |                |                           | ⑥深層混合処理固化材         |               |  |    |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | -             |  |    |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               |               | -  |    |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂      | -  |    |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -             |  |    |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | -             |  |    |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -             |  |    |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | -             |  |    |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | コンクリート用<br>高炉スラグ骨材 | 07 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 高炉スラグ微粉末           | 2             | 3.7 高炉スラグ                                      | △  |
|                             |                |                           | 土工用水砕スラグ           | 3             |  | -  |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材  | 08 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 土工用・地盤改良用製鋼スラグ     | 2             | 3.8 製鋼スラグ                                      | -  |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 鉄鋼スラグ                     | 道路用鉄鋼スラグ           | 09 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 水硬性スラグコンパクション材     | 2             | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -  |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>固化体              | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体     | 10 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 鉄鋼スラグ炭酸固化体         | 2             | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    | -  |
|                             |                | その他                       | 浚渫土改質材             | 3             |  | -  |
|                             |                |                           | 生物共生材              | 4             |  | -  |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1          |  | ○+ |
|                             |                |                           | 非JIS灰              | 2             | 3.11 フライアッシュ                                   | ○+ |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ | -  |    |
| 製二次<br>品                    |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               |               | -  |    |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | -             |  |    |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -             |  |    |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | -             |  |    |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -             |  |    |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      |                    | -             |  |    |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         | 3.17 貝殻            | -             |  |    |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | -                  |               |  |    |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                  |               |  |    |
| ボロ石膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | △             |  |    |
| 廃ガラ                         | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | -             |  |    |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | -             |  |    |
| ペーパー<br>スラッジ                | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -             |  |    |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -             |  |    |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |               |  |    |
| 碎石微粉末                       | 26-            | 3.26 碎石微粉末                | -                  |               |  |    |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |               |  |    |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.4.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を深層混合処理固化材として用いる場合、標準材料と同等程度の強度を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料を深層混合処理固化材として用いる場合、利用場所に応じて「港湾工事共通仕様書」または「空港土木工事共通仕様書」に示される標準材料と同等の品質を満足するものを利用するとともに、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法に準拠して適切に行う必要がある。深層混合処理固化材に利用する材料の品質については、表 2.4.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、材料によっては改良地盤からの溶出水による海水や地下水への影響、陸域での施工においては粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。実際に使用する材料の溶出特性を把握した上で周辺環境に対して十分に配慮する必要がある。

表 2.4.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（深層混合処理固化材）

| 工種                                |                                     | 地盤改良工   |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 用途                                |                                     | 深層混合処理固化材   |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 固化材の配合は設計図書の定めによる。  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 特になし  |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 硬化材添加量は設計図書の定めによる。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]     | 特になし  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・FGC 深層混合処理工法技術マニュアル-フレッシュを用いた軟弱地盤改良工法-[（財）沿岸技術研究センター、平成14年12月]</li> <li>・再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）[国立研究開発法人国立環境研究所、令和元年5月]</li> </ul> |

### 2.4.3 要求品質及び性能

設計上必要な強度を満足する材料を用いることとする。

(解説)

深層混合処理に用いる安定処理材は一般にセメントやセメント系固化材が用いられる。これらの標準材料を用いる場合に準じ、設計上必要な強度を満足する材料を用いる必要がある。

「港湾工事共通仕様書」及び「空港土木工事共通仕様書」において、工事に利用するセメントについては、以下の規格に適合するものとされている。

- ・ JIS R 5210 「ポルトランドセメント」
- ・ JIS R 5211 「高炉セメント」
- ・ JIS R 5212 「シリカセメント」
- ・ JIS R 5213 「フライアッシュセメント」
- ・ JIS R 5214 「エコセメント」

### 2.4.4 適用方法

リサイクル材料を用いた深層混合処理工法の設計は、材料及び対象地盤の特性をよく把握した上で「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法に準拠して行うこととする。

(解説)

リサイクル材料を用いた深層混合処理工法の設計は、材料及び対象地盤の特性をよく把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法によって行う。

JIS に適合する高炉セメント、フライアッシュセメント、エコセメントについては、配合試験で所定の設計基準強度を満足すれば用いることができる。また、セメントにフライアッシュと石膏を適当な配合比率で加えて安定材とし、低強度においても改良強度に変動の少ない、経済的な固結工法をねらった FGC-DM 工法が提案されている。

また、深層混合処理工法の適用に当たっては、以下のマニュアル類を参考とすることができる。

- ・ 港湾・空港における深層混合処理工法技術マニュアル（平成 30 年 12 月、（一財）沿岸技術研究センター）
- ・ 陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル【増補版】（令和 4 年 4 月、（一財）土木研究センター）
- ・ FGC 深層混合処理工法技術マニュアル-フライアッシュを用いた軟弱地盤改良工法-（平成 14 年 12 月、（財）沿岸開発技術研究センター）

## 2.5 捨石

### 2.5.1 対象とするリサイクル材料

捨石には、表 2.5.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で捨石として利用可能性のある材料は、表 2.5.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.5.1 捨石へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                                      | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 基礎工                |  |              |   |
|---|----------------|---------------------------|--------------------|--|--------------|---|
|   |                |                           | ⑦捨石                |  |              |   |
| 建設副産物                                     | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | △  |              |   |
|   | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               |  | -            |   |
|   |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂                                       | -            |   |
|   | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -  |              |   |
|   | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | △  |              |   |
|   | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -  |              |   |
|   | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | -  |              |   |
| 産業副産物                                     | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07 1               |  | -            |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.7 高炉スラグ                                      | -            |   |
|   |                |                           | 3                  |  | -            |   |
|   | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | 08 1               |  | -            |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.8 製鋼スラグ                                      | -            |   |
|   | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 道路用鉄鋼スラグ                  | 09 1               |  | -            |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -            |   |
|   | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体            | 10 1               |  | ◎            |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    | -            |   |
|   |                | その他                       | 浚渫土改質材             | 3  |              | - |
|   |                |                           | 生物共生材              | 4  |              | - |
|   | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1   |              | - |
|   |                |                           | 非JIS灰              | 2  | 3.11 フライアッシュ | - |
|   |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ                                  | -            |   |
| 製二次<br>品                                  |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               |  | -            |   |
|   | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | -  |              |   |
| 非鉄スラグ                                     | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -  |              |   |
|   | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | -  |              |   |
|   | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -  |              |   |
| 貝殻  | カキ殻等           | 17 1                      |                    | -  |              |   |
|   | ホタテ殻等          | 2                         | 3.17 貝殻            | -  |              |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ)               | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                  |  |              |   |
| 破砕瓦                                       | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                  |  |              |   |
| ボ<br>ー<br>ド<br>膏                          | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -  |              |   |
| 廃<br>ス<br>ラ<br>                           | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | -  |              |   |
|   | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | -  |              |   |
| ペ<br>ー<br>パ<br>ー<br>ス<br>ラ<br>ッ<br>ジ<br>ス | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -  |              |   |
|   | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -  |              |   |
| 古紙  | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |  |              |   |
| 砕石微粉末                                     | 26-            | 3.26 砕石微粉末                | -                  |  |              |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                                 | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |  |              |   |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.5.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を捨石として用いる場合、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「港湾工事共通仕様書」等に示す品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料を捨石として用いる場合、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「港湾工事共通仕様書」等に示される品質基準を満足するものを利用するとともに、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法に準拠して適切に行う必要がある。捨石に利用する材料の品質については、表 2.5.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、材料によっては有害物質の溶出や pH 上昇等の可能性が考えられる。実際に使用する材料について、その特性を把握しておくことが重要である。

表 2.5.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（捨石）

| 工種<br>用途                          |                                 | 基礎工<br>捨石  |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 港湾<br>工事                          | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]           | 工事に使用する石は、以下の規格に適合しなければならない。<br>・JIS A 5006 割ぐり石<br>(割ぐり石の原石には鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材を含む。ただし、軟石は使用してはならない。)<br>偏平細長でなく、風化東壊のおそれのないものでなければならない。<br>比重及び規格等は設計図書のとおりによる。 |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]       | 基礎捨石に用いる石材は、偏平や細長でなく、堅硬、ち密で耐久性があり、風化や凍結融解のおそれのないものとするべきである。  |
| 空港<br>土木<br>工事                    | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]         | 割ぐり石は、以下の規格に適合するものとする。<br>・JIS A 5006 割ぐり石<br>雑石(粗石)は天然石または破碎石とし、うすつぺらなもの及び細長いものであってはならない。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例(構造設計編)[平成31年4月] | 港湾の施設の技術上の基準・同解説を参考とすることができる。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例(舗装設計編)[平成31年4月] | 特になし   |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                 | 鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル(改訂版)[(財)沿岸技術研究センター、平成20年2月]  |

### 2.5.3 要求品質及び性能

構造物の基礎捨石には、寸法の大きさやせん断強さ、長期的な耐久性が要求される。

(解説)

構造物の基礎捨石は、波力の影響に対して安定している必要があるため、寸法の大きさやせん断強さが要求される。また、長期的な耐久性も必要となる。

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」において、基礎捨石に用いる石材については、偏平や細長でなく、堅硬、ち密で、耐久性があり、風化や凍結融解のおそれのないものとするべきとされている。また、使用石材の決定に当たっては、試験を行い、十分に材質を把握した上で、入手の難易、運搬能力、価格等を考慮すべきとされている。

「港湾工事共通仕様書」において、工事に利用する石については、JIS A 5006「割ぐり石」に適合するものとされ、JISに規定する割ぐり石の原石には鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材を含むものとされている。

### 2.5.4 適用方法

捨石にリサイクル材料を用いる場合の設計は、その特性をよく把握した上で行うこととする。

(解説)

捨石にリサイクル材料を用いる場合の設計は、材料の特性をよく把握した上で、天然の材料との違いに注意しながら行う。リサイクル材料には品質にばらつきがあるものも多く、膨張性や水硬性等のような、天然の石にはない性質を持つものもあるので、設計においては、実際に使用するリサイクル材料の性質をよく把握し、適切な設計定数を用いて設計を行う必要がある。

## 2.6 中詰材

### 2.6.1 対象とするリサイクル材料

中詰材には、表 2.6.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で中詰材として利用可能性のある材料は、表 2.6.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.6.1 中詰材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 本体工                |  |             |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|--|-------------|
|                             |                |                           | ⑧中詰材               |  |             |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | ◎<br>(砂質系)                                     |             |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02-1               | ◎  |             |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂                                       | -           |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -  |             |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | △  |             |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -  |             |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | ×  |             |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07-1               | ◎  |             |
|                             |                |                           | 2                  | 3.7 高炉スラグ                                      | -           |
|                             |                |                           | 3                  | △  |             |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | 08-1               | ◎  |             |
|                             |                |                           | 2                  | 3.8 製鋼スラグ                                      | △<br>(安定化材) |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 鉄鋼スラグ                     | 09-1               | ◎  |             |
|                             |                |                           | 2                  | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -           |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水酸化物             | 10-1               | ◎  |             |
|                             |                |                           | 2                  | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(水酸化物・その他)                       | -           |
|                             |                | その他                       | 3                  | ◎  |             |
|                             |                |                           | 4                  | ◎  |             |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | 11-1               | ◎  |             |
|                             |                |                           | 2                  | 3.11 フライアッシュ                                   | △           |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ                                  | △           |
| 製二次                         |                | フライアッシュ固化体                | 13-1               | ◎  |             |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | -  |             |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | ◎  |             |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | ◎  |             |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | ◎  |             |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17-1                      | 3.17 貝殻            | -  |             |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         | △<br>(砂混合)         |  |             |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥熔融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                  |  |             |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                  |  |             |
| ボロ石膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -  |             |
| 廃ガラス                        | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | -  |             |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | -  |             |
| ペーパー<br>スラッジ                | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -  |             |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -  |             |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |  |             |
| 砕石微粉末                       | 26-            | 3.26 砕石微粉末                | -                  |  |             |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |  |             |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- ◎+ : 利用実績が多いものまたは◎に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.6.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を中詰材として用いる場合、「港湾工事共通仕様書」等に示す品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を中詰材として利用できる構造物としては、ケーソン、セル、二重矢板等がある。リサイクル材料を中詰材に利用する場合は、「港湾工事共通仕様書」に示される品質基準を満足するものを利用するとともに、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して適切に行う必要がある。中詰材に利用する材料の品質については、表 2.6.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、材料投入時の余水による影響や、セル及び二重矢板式構造物に用いた場合には矢板の継ぎ目部からの溶出等も考えられる。一方、リサイクル材料の中には溶出水の pH が高いものがある。また、それ以外のものについても、実際に使用する材料について、その溶出特性を把握しておくことが重要である。

表 2.6.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（中詰材）

| 工種                                |                                     | 本體工  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 用途                                |                                     | 中詰材  |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 材料の種類、品質及び形状寸法は設計図書の定めによる。                       |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 特になし   |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 特になし   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]     | 港湾の施設の技術上の基準・同解説を参考とすることができる。                    |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし   |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | ・港湾・空港工事における非鉄鋼利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年9月] |

## 2.6.3 要求品質及び性能

### (1) 共通事項

港湾工事に利用する中詰砂については、「港湾工事共通仕様書」における品質管理基準により品質管理を行うこととする。

#### (解説)

港湾工事に利用する中詰砂については、「港湾工事共通仕様書」において、品質管理基準として、種類、外観、最大粒径、単位体積重量について観察により管理を行うこととされている。

### (2) ケーソン中詰材

ケーソンは重力式構造物であるため、重量の大きなリサイクル材料の利用が有利となる場合が多い。

#### (解説)

ケーソンは重力式構造物であるため、重量の大きなリサイクル材料を用いた方が、経済的な設計断面を得ることができる場合が多い。ただし、重量が大きい分、内部土圧が大きくなることに留意が必要である。

### (3) セル、二重矢板式構造物の中詰材

重量及びせん断抵抗角の大きなリサイクル材料の利用が有利となる場合が多い。

#### (解説)

重量の大きなリサイクル材料を用いた方が、せん断変形に対する安定性や重力式壁体としての安定性が高くなり有利となる場合が多い。ただし、中詰重量が大きい分セルや矢板の張力は大きくなることに留意が必要である。

また、せん断抵抗角の大きな材料を用いた場合にも、せん断変形に対する抵抗モーメントを高めることになり、経済的な設計断面を得ることができる場合が多い。

## 2.6.4 適用方法

中詰材にリサイクル材料を用いた構造物の設計は、リサイクル材料を粒状材料として、その特性をよく把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して行うこととする。

#### (解説)

中詰材にリサイクル材料を用いた構造物の設計は、材料の特性をよく把握した上で、天然の材料との違いに注意しながら「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法によって行う。ただし、リサイクル材料には品質にばらつきがあるものも多く、膨張性や水硬性等のような、天然の砂や砂利にはない性質を持つものもあるので、設計においては、実際に利用するリサイクル材料の性質をよく把握し、適切な設計定数を用いて設計を行う必要がある。固化する材料の場合には固化がケーソンに悪影響を及ぼさないか注意が必要である。固化に伴い膨張する材料の場合には、特に注意が必要である。

## 2.7 被覆石、根固・消波ブロック

### 2.7.1 対象とするリサイクル材料

被覆石、根固・消波ブロックには、表 2.7.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で被覆石、根固・消波ブロックとして利用可能性のある材料は、表 2.7.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.7.1 被覆石、根固・消波ブロックへのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 被覆・根固工、消波工         |               |  |    |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|---------------|--|----|
|                             |                |                           | ⑨被覆石、根固・消波ブロック     |               |  |    |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | -             |  |    |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               |               | -  |    |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂      | -  |    |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -             |  |    |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | △<br>(被覆・根固工) |  |    |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -             |  |    |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | -             |  |    |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | コンクリート用高炉スラグ骨材     | 07 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 高炉スラグ微粉末           | 2             | 3.7 高炉スラグ                                  | -  |
|                             |                |                           | 土工用水砕スラグ           | 3             |  | -  |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材  | 08 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 土工用・地盤改良用製鋼スラグ     | 2             | 3.8 製鋼スラグ                                  | -  |
|                             | 鉄鋼スラグ混合製品      | 鉄鋼スラグ                     | 道路用鉄鋼スラグ           | 09 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 水硬性スラグコンパクション材     | 2             | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグコンパクション材) | -  |
|                             | 鉄鋼スラグ二次製品      | 鉄鋼スラグ<br>水酸化体             | 鉄鋼スラグ水和固化体         | 10 1          |  | ◎  |
|                             |                |                           | 鉄鋼スラグ炭酸固化体         | 2             | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化体・その他)                    | -  |
|                             |                | その他                       | 浚渫土改質材             | 3             |  | -  |
|                             |                |                           | 生物共生材              | 4             |  | -  |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1          |  | -  |
|                             |                |                           | 非JIS灰              | 2             | 3.11 フライアッシュ                               | ○+ |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ | -  |    |
| 製二次品                        |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               |               | ○  |    |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | -             |  |    |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | ○+            |  |    |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | ○+            |  |    |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -             |  |    |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻            | -             |  |    |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         |                    | △<br>(砂混合)    |  |    |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥熔融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                  |               |  |    |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                  |               |  |    |
| ボロ石膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -             |  |    |
| 廃ガラス                        | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | △             |  |    |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | -             |  |    |
| ペーパーパルプ                     | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -             |  |    |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -             |  |    |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |               |  |    |
| 碎石微粉末                       | 26-            | 3.26 碎石微粉末                | -                  |               |  |    |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |               |  |    |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.7.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を被覆石、根固・消波ブロックとして用いる場合、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「港湾工事共通仕様書」等に示す品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料を被覆石、根固・消波ブロックとして用いる場合、「港湾工事共通仕様書」に示される品質基準を満足するものを利用するとともに、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法に準拠して適切に行う必要がある。被覆石、根固・消波ブロックに利用する材料の品質については、表 2.7.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、材料によっては有害物質の溶出や pH 上昇等の可能性が考えられる。実際に使用する材料について、その特性を把握しておくことが重要である。

表 2.7.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（被覆石、根固・消波ブロック）

| 工種                                |                                 | 被覆・根固工、消波工  |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| 用途                                |                                 | 被覆石、根固・消波ブロック   |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]           | 工事に使用する石は、以下の規格に適合しなければならない。<br>・JIS A 5006 割ぐり石<br>(割ぐり石の原石には鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材を含む。ただし、軟石は使用してはならない。)<br>偏平細長でなく、風化凍壊のおそれのないものでなければならない。<br>比重及び規格等は設計図書で定める。 |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]       | 被覆用材は、激しい気象作用や波に含まれて打ち付けられる砂による摩耗作用を受ける。したがって、これに用いる石材は基礎捨石と同様に堅硬、ち密で耐久性があり、風化凍壊のおそれのないものとするべきである。  |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]         | 割ぐり石は、以下の規格に適合するものとする。<br>・JIS A 5006 割ぐり石<br>雑石(粗石)は天然石または破碎石とし、うすっぺらなもの及び細長いものであってはならない。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例(構造設計編)[平成31年4月] | 港湾の施設の技術上の基準・同解説を参考とすることができる。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例(舗装設計編)[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                 | 鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル(改訂版)[(財)沿岸技術研究センター、平成20年2月]   |

### 2.7.3 要求品質及び性能

被覆石、根固・消波ブロックは、寸法の大きさやせん断強さ、長期的な耐久性が要求される。

(解説)

構造物の被覆石、根固・消波ブロックは、波力の影響に対して安定している必要があるため、寸法の大きさやせん断強さが要求される。また、長期的な耐久性も必要となる。

「**港湾の施設の技術上の基準・同解説**」では、被覆用材に用いる石材について、基礎捨石に用いる石材と同様に、偏平や細長でなく、堅硬、ち密で、耐久性があり、風化や凍結融解のおそれのないものとするべきとされている。また、使用石材の決定に当たっては、試験を行い、十分に材質を把握した上で、入手の難易、運搬能力、価格等を考慮すべきとされている。

「**港湾工事共通仕様書**」において、工事に利用する石については、JIS A 5006「割ぐり石」に適合するものとされ、JISに規定する割ぐり石の原石には鉄鋼スラグ水和固化体製人工石材を含むものとされている。

### 2.7.4 適用方法

被覆石、根固・消波ブロックにリサイクル材料を用いる場合の設計は、その特性をよく把握した上で、「**港湾の施設の技術上の基準・同解説**」に示される方法に準拠して行うこととする。

(解説)

リサイクル材料を被覆石、根固・消波ブロックに用いた構造物の設計は、材料の特性をよく把握した上で、天然の材料との違いに注意しながら「**港湾の施設の技術上の基準・同解説**」に示される方法によって行う。ただし、リサイクル材料には品質にばらつきがあるものも多く、膨張性や水硬性等のような、天然の砂にはない性質を持つものもあるので、設計においては、実際に使用するリサイクル材料の性質をよく把握し、適切な設計定数を用いて設計を行う必要がある。

## 2.8 裏込材

### 2.8.1 対象とするリサイクル材料

裏込材には、表 2.8.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で裏込材として利用可能性のある材料は、表 2.8.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.8.1 裏込材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 裏込・裏埋工             |  |   |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|--|---|
|                             |                |                           | ⑩裏込材               |  |   |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | ◎(砂質系) / ○(粘性土系)                               |   |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               | ◎  |   |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | ◎<br>(改良土)                                     |   |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -  |   |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | △  |   |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -  |   |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | -  |   |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07 1               | -  |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.7 高炉スラグ                                      |   |
|                             |                |                           | 3                  | ◎  |   |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | 08 1               | -  |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.8 製鋼スラグ                                      |   |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 道路用鉄鋼スラグ                  | 09 1               | -  |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) |   |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体            | 10 1               | ○+   |   |
|                             |                |                           | 2                  | -  |   |
|                             |                | その他                       | 3                  | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    |   |
|                             |                |                           | 4                  | △<br>(改質土)                                     |   |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1   | - |
|                             |                |                           | 非JIS灰              | 2  | ◎ |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ                                  | ○ |
|                             |                | 製二次                       | フライアッシュ固化体         | 13 1   | ◎ |
|                             |                |                           | 石炭灰造粒物             | 2  | △ |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -  |   |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | △  |   |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -  |   |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻            | -  |   |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         | △<br>(砂混合)         |  |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥熔融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                  |  |   |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | ○+                 |  |   |
| ボロ石膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -  |   |
| 廃ガラス                        | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | -  |   |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | ○  |   |
| ペーパー<br>スラッジ                | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -  |   |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -  |   |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |  |   |
| 碎石微粉末                       | 26-            | 3.26 碎石微粉末                | -                  |  |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |  |   |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.8.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を裏込材として用いる場合、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」等に示す品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料を裏込材として利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法に準拠して適切に行う必要がある。裏込材に利用する材料の品質については、表 2.8.2 に示す通り、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、矢板の継ぎ目部等から浸み出した溶出水による海水への影響や、埋立地内への溶出等が考えられる。リサイクル材料には溶出水の pH が高いものがあるので注意する必要がある。また、浚渫土砂やフライアッシュのようにセメント系の改良材を用いて安定処理したものについては、リサイクル材料や改良材の種類、リサイクル材料の状態など様々な条件により異なるが、場合によっては環境基準を超えた六価クロムが溶出することもあるため、注意する必要がある。

表 2.8.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（裏込材）

| 工種<br>用途                              |   | 裏込・裏埋工<br>裏込材  |
|---------------------------------------|---|--|
| 港湾<br>工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]                   | 材料の種類、品質及び形状寸法は設計図書の定めによる。   |
|                                       | 港湾の施設の技術上の基準・同<br>解説[平成30年5月]           | せん断抵抗角及び単位体積重量等の材料特性を考慮して選定する。一般には割石、切込砂利、玉石、鉄鋼スラグ等が用いられる。鉄鋼スラグは、産出する工場ごとに材質が異なるので、使用に当たっては慎重に調査をしなければならない。  |
| 空<br>港<br>土<br>木<br>工<br>事            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]                 | 特になし   |
|                                       | 空港土木施設設計要領及び設<br>計例（構造設計編）[平成31年<br>4月] | 港湾の施設の技術上の基準・同解説を参考とすることができる。  |
|                                       | 空港土木施設設計要領及び設<br>計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし   |
| その他、リサイクル材料利用のために<br>提案された規格・基準及び手引書等 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通達「発生土利用基準について」[国官技第112号、国官総第309号、国営計第59号、平成18年8月]</li> <li>・建設発生土利用技術マニュアル（第4版）[編著：(独)土木研究所、出版：(一財)土木研究センター、平成25年12月]</li> <li>・事前混合処理工法技術マニュアル（改訂版）[(一財)沿岸技術研究センター、令和元年12月]</li> <li>・港湾・空港における軽量混合処理土工法技術マニュアル（改訂版）[(財)沿岸技術研究センター、平成20年7月]</li> <li>・管中混合固化処理工法技術マニュアル（改訂版）[(財)沿岸技術研究センター、平成20年7月]</li> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル[(財)沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・転炉系製鋼スラグ 海域利用の手引き[(社)日本鉄鋼連盟、平成20年9月]</li> <li>・フライアッシュを護岸の裏込めに利用するための手引書(案)[(財)沿岸技術研究センター、平成8年3月]</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版）[(一財)石炭・エネルギーセンター、平成30年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針(案)[土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・破碎瓦の利活用技術資料[国土交通省中部地方整備局、平成29年3月]</li> <li>・ガラス発泡リサイクル資材 JIS Z 7313 軽量盛土材・スーパーストール 設計・施工マニュアル 第1版[ガラス発泡資材事業協同組合、令和2年11月]</li> </ul> |

### 2.8.3 要求品質及び性能

粒状材料の場合、単位体積重量が小さく、せん断抵抗角の大きな材料の利用が有利となる場合が多い。

(解説)

粒状材料を裏込材として利用する場合、単位体積重量は小さい方が安定計算上有利となる。また、せん断抵抗角や粘着力が大きいなど、せん断抵抗が大きいほうが、土圧が軽減され有利となる。

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」において、裏込材は、せん断抵抗角及び単位体積重量等の材料特性を考慮して選定するものとされている。また、一般に裏込材には割石（JIS A 5006 における割り石に相当する性能を有するもの）、切込砂利（選別されていない砂利で、砂と砂利が半々ぐらいに混じっているもの）、玉石、鉄鋼スラグ等が用いられるとされている。

通達「発生土利用基準について」において、土木構造物への裏込めに利用する建設発生土のコーン指数及び土質材料の工学的分類について適用用途標準が規定されており、目安とすることができる。

### 2.8.4 適用方法

リサイクル材料を用いた裏込めの設計は、材料の特性をよく把握した上で、粒状材料または安定処理土として「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法にて行うこととする。

(解説)

鉄鋼スラグ等の粒状材料を用いた裏込めの設計は、天然の材料との違いに注意しながら「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される天然の砂や砂利を対象とした方法によって行う。また、利用手引書が刊行されているものについては、手引書内に示されている値を設計値として用いることができる。ただし、これらの材料の性質にはばらつきがあり、水硬性等のような天然の砂や砂利には見られない性質を持つものもあるので、設計においては、実際に使用するリサイクル材料について、事前に試験等を行って、性質をよく把握しておき、適切な設計定数を用いて設計を行うことが望ましい。

一方、浚渫土砂及びフライアッシュは、安定処理した後の利用となり、性状も粒状材料とは全く異なるため、天然の砂や砂利を対象とした標準的な方法では設計できない。これらの材料については、それぞれの設計手法に基づいて設計を行うことになる。浚渫土砂については、(一財)沿岸技術研究センターから「事前混合処理工法技術マニュアル(改訂版)」、「港湾・空港における軽量混合処理土工法技術マニュアル(改訂版)」及び「管中混合固化処理工法技術マニュアル(改訂版)」が刊行されている。従って、設計に際しては、それぞれについての技術マニュアル等を、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の補足資料として用いることができる。

## 2.9 裏埋材

### 2.9.1 対象とするリサイクル材料

裏埋材には、表 2.9.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で裏埋材として利用可能性のある材料は、表 2.9.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.9.1 裏埋材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 裏込・裏埋工             |               |  |            |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|---------------|--|------------|
|                             |                |                           | ①裏埋材               |               |  |            |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | ◎             |  |            |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               | ◎             |  |            |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | ◎<br>(改質土)    |  |            |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -             |  |            |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | △             |  |            |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -             |  |            |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | -             |  |            |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | コンクリート用高炉スラグ骨材     | 07 1          | -  |            |
|                             |                |                           | 高炉スラグ微粉末           | 2             | 3.7 高炉スラグ                                  | -          |
|                             |                |                           | 土工用水砕スラグ           | 3             | ◎  |            |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材  | 08 1          | -  |            |
|                             |                |                           | 土工用・地盤改良用製鋼スラグ     | 2             | ◎+   |            |
|                             | 鉄鋼スラグ混合製品      | 鉄鋼スラグ                     | 道路用鉄鋼スラグ           | 09 1          | -  |            |
|                             |                |                           | 水硬性スラグコンパクション材     | 2             | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグコンパクション材) | -          |
|                             | 鉄鋼スラグ二次製品      | 鉄鋼スラグ水酸化体                 | 鉄鋼スラグ水酸化体          | 10 1          | ◎+   |            |
|                             |                |                           | 鉄鋼スラグ炭酸水酸化体        | 2             | -  |            |
|                             |                | その他                       | 浚渫土改質材             | 3             | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(水酸化体・その他)                   | △<br>(改質土) |
|                             |                |                           | 生物共生材              | 4             | -  |            |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1          | -  |            |
|                             |                |                           | 非JIS灰              | 2             | 3.11 フライアッシュ                               | ◎+         |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ | ○  |            |
| 製二次品                        |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               | ◎             |  |            |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | ◎+            |  |            |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -             |  |            |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | ◎+            |  |            |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -             |  |            |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻            | -             |  |            |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         | △<br>(砂混合)         |               |  |            |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥熔融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                  |               |  |            |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | ◎+<br>(陸上施工)       |               |  |            |
| ボド石膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -             |  |            |
| 廃ガラス                        | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | -             |  |            |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | -             |  |            |
| ペーパーラス                      | ペーパーラス         | 23-                       | 3.23 ペーパーラス        | -             |  |            |
|                             | ペーパーラス焼却灰      | 24-                       | 3.24 ペーパーラス焼却灰     | -             |  |            |
| 古紙                          | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |               |  |            |
| 砕石微粉末                       | 26-            | 3.26 砕石微粉末                | -                  |               |  |            |
| 粒調Fe石灰路盤材                   | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |               |  |            |

【総合評価】  
◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能  
◎+ : 利用実績が多いものまたは◎に加えて利用マニュアル等が整備されているもの  
○ : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの  
△ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの  
× : 現段階では利用は難しいと考えるもの  
— : 用途対象外

## 2.9.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を裏埋材として用いる場合、要求性能に応じた品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を裏埋材として利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、要求性能に応じた品質を満足できるよう適切に行う必要がある。裏埋材に利用する材料の品質については、表 2.9.2 に示す通り、参考となる手引き・マニュアル類が発刊されている。

環境に対する影響としては、矢板の継ぎ目部等から浸み出した溶出水による海水への影響や、埋立地内への溶出等が考えられる。リサイクル材料には溶出水の pH が高いものがあるので注意する必要がある。また、浚渫土砂やフライアッシュのようにセメント系の改良材を用いて安定処理したものについては、リサイクル材料や改良材の種類、リサイクル材料の状態など様々な条件により異なるが、場合によっては環境基準を超えた六価クロムが溶出することもあるため、注意する必要がある。

表 2.9.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（裏埋材）

| 工種<br>用途                              |   | 裏込・裏埋工<br>裏埋材  |
|---------------------------------------|---|--|
| 港湾<br>工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]                   | 材料の種類、品質及び形状寸法は設計図書の定めによる。   |
|                                       | 港湾の施設の技術上の基準・同<br>解説[平成30年5月]           | 特になし   |
| 空<br>港<br>土<br>木<br>工<br>事            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]                 | 特になし   |
|                                       | 空港土木施設設計要領及び設<br>計例（構造設計編）[平成31年<br>4月] | 港湾の施設の技術上の基準・同解説を参考とすることができる。  |
|                                       | 空港土木施設設計要領及び設<br>計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし   |
| その他、リサイクル材料利用のために<br>提案された規格・基準及び手引書等 |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル [(財) 沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・港湾・空港・海岸等におけるカルシア改質土利用技術マニュアル[(一財) 沿岸技術研究センター、平成29年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針（案）[土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財) 沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・破碎瓦の利活用技術資料[国土交通省中部地方整備局、平成29年3月]</li> </ul> |

### 2.9.3 要求品質及び性能

通達「発生土利用基準について」における適用用途標準を目安とすることができる。

(解説)

通達「発生土利用基準について」において、土木構造物への裏込めに利用する建設発生土のコーン指数及び土質材料の工学的分類について適用用途標準が規定されており、目安とすることができる。

### 2.9.4 適用方法

リサイクル材料を用いた裏埋めの設計は、材料の特性をよく把握した上で行うこととする。

(解説)

リサイクル材料を裏埋めに利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、要求性能に応じた品質を満足できるよう設計を行う必要がある。

## 2.10 盛土材、覆土材、載荷盛土材

### 2.10.1 対象とするリサイクル材料

盛土材、覆土材、載荷盛土材には、表 2.10.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で盛土材、覆土材、載荷盛土材として利用可能性のある材料は、表 2.10.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.10.1 盛土材、覆土材、載荷盛土材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                                      | 工種<br>用途       | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 土工                 |  |                |   |
|---|----------------|---------------------------|--------------------|--|----------------|---|
|   |                |                           | ⑫盛土材、覆土材、<br>載荷盛土材 |  |                |   |
| 建設副産物                                     | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | ◎  |                |   |
|   | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               |  | ◎              |   |
|   |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂                                       | ◎<br>(改良土)     |   |
|   | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | △  |                |   |
|   | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | △  |                |   |
|   | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -  |                |   |
|   | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | ◎  |                |   |
| 産業副産物                                     | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07 1               |  | -              |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.7 高炉スラグ                                      | -              |   |
|   |                |                           | 3                  |  | ◎<br>(盛土材、覆土材) |   |
|   | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | 08 1               |  | -              |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.8 製鋼スラグ                                      | ○+             |   |
|   | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 道路用鉄鋼スラグ                  | 09 1               |  | -              |   |
|   |                |                           | 2                  | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -              |   |
|   | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体            | 10 1               |  | △              |   |
|   |                |                           | 2                  |  | -              |   |
|   |                | その他                       | 3                  | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    | △<br>(改質土)     |   |
|   |                |                           | 4                  |  | -              |   |
|   | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1   |                | - |
|   |                |                           | 非JIS灰              | 2  | 3.11 フライアッシュ   | ◎ |
|   |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ                                  | ◎              |   |
| 製二次<br>品                                  |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               |  | ○+             |   |
|   |                | 石炭灰造粒物                    | 2                  | 3.13 石炭灰二次製品                                   | ◎              |   |
| 非鉄スラグ                                     | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -  |                |   |
|   | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | ○+   |                |   |
|   | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -  |                |   |
| 貝殻  | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻            | -  |                |   |
|   | ホタテ殻等          | 2                         |                    | -  |                |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ)               | 18-            | 3.18 エコスラグ                | △                  |  |                |   |
| 破砕瓦                                       | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | ○+                 |  |                |   |
| ボ<br>ー<br>ド<br>膏                          | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | ○+<br>(改良土)                                    |                |   |
| 廃<br>ス<br>ラ<br>                           | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | △  |                |   |
|   | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | ◎  |                |   |
| ペ<br>ー<br>パ<br>ー<br>ス<br>ラ<br>ッ<br>ジ<br>ス | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -  |                |   |
|   | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | ◎<br>(改質土)                                     |                |   |
| 古紙  | 25-            | 3.25 古紙                   | ○+<br>(改良土)        |  |                |   |
| 砕石微粉末                                     | 26-            | 3.26 砕石微粉末                | △<br>(脱水ケーキ)       |  |                |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                                 | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |  |                |   |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.10.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を盛土材、覆土材、載荷盛土材として用いる場合、用途毎の要求性能に応じた品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。  
また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を盛土材、覆土材、載荷盛土材に利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、各用途での要求品質を満足することを確認して利用する必要がある。盛土材、覆土材、載荷盛土材に利用する材料の品質については、表 2.10.2 に示す通り、「空港土木工事共通仕様書」、「空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、リサイクル材料の粒子間を通過した雨水排水による影響、粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。本節で扱うリサイクル材料の中には、溶出水が高い pH を示すものがある。また、フライアッシュを用いて地盤を安定処理した場合、処理土の溶出挙動は種々な因子によって複雑に変化する。さらに、安定処理にセメント等を用いた場合には、リサイクル材料や改良材の種類、リサイクル材料の状態など様々な条件により異なるが、場合によっては環境基準を超えた六価クロムが溶出することもあるため、注意する必要がある。

表 2.10.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（盛土材、覆土材、載荷盛土材）

| 工種                                |                                 | 土工   |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 用途                                |                                 | 盛土材、覆土材、載荷盛土材  |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]           | 材料の種類、品質及び形状寸法は設計図書のとおりによる。  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]       | 特になし   |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]         | 空港土工における流用土以外の盛土材について、粒径、塑性指数(PI)、修正CBRを規定。流用盛土材の品質は設計図書のとおりによる。<br>載荷盛土材の種類、品質及び形状寸法は設計図書のとおりによる。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月] | 切土による発生材料または土取場からの搬入材料を盛土材として利用する場合は、盛土材料としての材質を十分調査し、適用性を検討する必要がある。<br>良質な盛土材料とは、敷均し、締固めの施工が容易で、締固め後のせん断強度が大きく、圧縮性が少なく、雨水などの浸食に対して強いとともに、吸水による膨張性の低い材料である。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）[平成31年4月] | 特になし   |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通達「発生土利用基準について」[国官技第112号、国官総第309号、国営計第59号、平成18年8月]</li> <li>・建設発生土利用技術マニュアル（第4版）[編著：(独)土木研究所、出版：(一財)土木研究センター、平成25年12月]</li> <li>・発生土利用促進のための改良工法マニュアル[(財)土木研究センター、平成9年12月]</li> <li>・セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第5版)[(一社)セメント協会、令和3年10月]</li> <li>・通達「建設汚泥処理土利用技術基準について」[国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号、平成18年6月]</li> <li>・建設汚泥再生利用マニュアル[編著：(独)土木研究所、出版：(株)大成出版社、平成20年12月]</li> <li>・事前混合処理工法技術マニュアル（改訂版）[(一財)沿岸技術研究センター、令和元年12月]</li> <li>・港湾・空港における軽量混合処理土工法技術マニュアル（改訂版）[(財)沿岸技術研究センター、平成20年7月]</li> <li>・管中混合固化処理工法技術マニュアル（改訂版）[(財)沿岸技術研究センター、平成20年7月]</li> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル[(財)沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年2月]</li> <li>・転炉系製鋼スラグ海域利用の手引き[(社)日本鉄鋼連盟、平成20年9月]</li> <li>・フライッシュを軟弱地盤の表層処理に利用するための手引書(案)[(財)沿岸技術研究センター、平成7年3月]</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版）[(一財)石炭エネルギーセンター、平成30年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針(案)[土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・破碎瓦の利活用技術資料[国土交通省中部地方整備局、平成29年3月]</li> <li>・再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）[国立研究開発法人国立環境研究所、令和元年5月]</li> <li>・ガラス発泡リサイクル資材 JIS Z 7313 軽量盛土材・スーパーソル 設計・施工マニュアル第1版[ガラス発泡資材事業協同組合、令和2年11月]</li> <li>・無機系吸水性材料を用いた土の改質技術に関する手引き（暫定版-PS 灰系改質材編-）[(公社)地盤工学会関東支部 無機系吸水性材料を用いた土の改質技術の利活用に関する研究委員会、令和3年3月]</li> <li>・建設技術審査証明（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）報告書 建技審証第2001号「HC 複合路床材料」[(一財)土木研究センター、令和2年4月]</li> <li>・Bon Terrain 工法技術資料[(株)森環境技術研究所]</li> </ul> |

### 2.10.3 要求品質及び性能

通達「発生土利用基準について」における適用用途標準を目安とすることができる。  
 空港土工の盛土材については「空港土木工事共通仕様書」に規定された品質を満足することとする。

(解説)

通達「発生土利用基準について」において、道路用盛土、河川築堤、土地造成、空港盛土等に利用する建設発生土のコーン指数及び土質材料の工学的分類について適用用途標準が規定されており、目安とすることができる。

空港土工における流用土以外の盛土材については、「空港土木工事共通仕様書」において粒径、塑性指数(PI)、修正 CBR が規定されているため、これらを満足する必要がある。その他用途への利用に当たっては、各用途に要求される品質を満足する必要がある。

### 2.10.4 適用方法

リサイクル材料を用いた盛土、覆土、載荷盛土の設計は、材料の特性をよく把握した上で、跡地利用や施工性についても考慮し、関連マニュアル、指針等に準拠して行うこととする。

(解説)

盛土、覆土及び載荷盛土の設計を行うに際しては、跡地利用計画や施工時のトラフィカビリティの確保、盛土時の安定等を考慮して、適切に行う必要がある。設計方法は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」や、その他関連基準によることとする。

リサイクル材料の利用にあたっては、現在までに様々な検討がなされてきており、その成果がマニュアル、指針等で示されている。表 2.10.3 に各材料の主なマニュアル、指針等を示す。

表 2.10.3 各材料の主なマニュアル、指針等

| リサイクル材料         | 名 称  | 刊行者              |
|-----------------|--|------------------|
| 建設発生土           | 建設発生土利用技術マニュアル (第4版)                       | (一財) 土木研究センター    |
|                 | 発生土利用促進のための改良工法マニュアル                       | (財) 土木研究センター     |
|                 | セメント系固化材による地盤改良マニュアル (第5版)                 | (一社) セメント協会      |
|                 | 事前混合処理工法技術マニュアル (改訂版)                      | (一財) 沿岸技術研究センター  |
| 浚渫土砂            | 管中混合固化処理工法技術マニュアル (改訂版)                    | (財) 沿岸技術研究センター   |
|                 | 事前混合処理工法技術マニュアル (改訂版)                      | (一財) 沿岸技術研究センター  |
|                 | 港湾・空港における軽量混合処理土工法技術マニュアル (改訂版)            | (財) 沿岸技術研究センター   |
| 建設汚泥            | 建設汚泥再生利用マニュアル                              | (独) 土木研究所        |
| フライアッシュ         | フライアッシュを軟弱地盤の表層処理に利用するための手引き書 (案)          | (財) 沿岸開発技術研究センター |
| 高炉水砕スラグ         | 港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル                    | (財) 沿岸技術研究センター   |
| 製鋼スラグ           | 港湾・空港・海岸等における製鋼スラグ利用技術マニュアル                | (一財) 沿岸技術研究センター  |
| 再生石膏粉           | 再生石膏粉の有効利用ガイドライン (第一版)                     | 国立研究開発法人国立環境研究所  |
| ペーパースラッジ<br>焼却灰 | 無機系吸水性材料を用いた土の改質技術に関する手引き (暫定版-PS 灰系改質材編-) | (公社) 地盤工学会       |

## 2.11 埋立材

### 2.11.1 対象とするリサイクル材料

埋立材には、表 2.11.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で埋立材として利用可能性のある材料は、表 2.11.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.11.1 埋立材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                                      |                | 工種用途                        | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 土工   |               |             |
|---|----------------|-----------------------------|---------------------------|--|---------------|-------------|
|   |                |                             |                           | ⑬埋立材   |               |             |
| 建設副産物                                     | 建設発生土          |                             | 01-                       | 3.1 建設発生土                                      | ◎             |             |
|   | 浚渫土砂           | 砂質系                         | 02 1                      | 3.2 浚渫土砂                                       | ◎             |             |
|   |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む)   | 2                         |  | ◎             |             |
|   | アスファルト・コンクリート塊 |                             | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊                             | -             |             |
|   | コンクリート塊        |                             | 04-                       | 3.4 コンクリート塊                                    | -             |             |
|   | 建設発生木材         |                             | 05-                       | 3.5 建設発生木材                                     | -             |             |
|   | 建設汚泥           |                             | 06-                       | 3.6 建設汚泥                                       | ◎             |             |
| 産業副産物                                     | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ<br>コンクリート用<br>高炉スラグ骨材 | 07 1                      | 3.7 高炉スラグ                                      | -             |             |
|   |                | 高炉スラグ微粉末                    | 2                         |  | -             |             |
|   |                | 土工用水砕スラグ                    | 3                         |  | ○+            |             |
|   | 製鋼スラグ          | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材           | 08 1                      | 3.8 製鋼スラグ                                      | -             |             |
|   |                | 土工用・地盤改良用製鋼スラグ              | 2                         |  | △             |             |
|   | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 道路用鉄鋼スラグ                    | 09 1                      | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -             |             |
|   |                | 水硬性スラグコンパクション材              | 2                         |  | -             |             |
|   | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体              | 10 1                      | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    | ○+            |             |
|   |                |                             | 2                         |  | -             |             |
|   |                | その他                         | 浚渫土改質材                    |  | 3             | ○+<br>(改質土) |
|   |                |                             | 生物共生材                     |  | 4             | -           |
|   | 石炭灰            | フライアッシュ                     | JIS灰                      | 11 1   | 3.11 フライアッシュ  | -           |
|   |                |                             | 非JIS灰                     | 2  |               | △           |
|   |                | クリンカアッシュ                    |                           | 12-  | 3.12 クリンカアッシュ | ○+          |
| 製二次<br>品                                  |                | フライアッシュ固化体                  | 13 1                      | 3.13 石炭灰二次製品                                   | △             |             |
|   |                | 石炭灰造粒物                      | 2                         |  | △             |             |
| 非鉄スラグ                                     | 銅スラグ           |                             | 14-                       | 3.14 銅スラグ                                      | -             |             |
|   | フェロニッケルスラグ     |                             | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ                                | ○+            |             |
|   | 亜鉛スラグ          |                             | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ                                     | -             |             |
| 貝殻  | カキ殻等           |                             | 17 1                      | 3.17 貝殻  | -             |             |
|   | ホタテ殻等          |                             | 2                         |  | -             |             |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ)               |                | 18-                         | 3.18 エコスラグ                | -  |               |             |
| 破砕瓦                                       |                | 19-                         | 3.19 破砕瓦                  | ○+   |               |             |
| ボ<br>ー<br>ド<br>膏                          | 再生石膏粉          |                             | 20-                       | 3.20 再生石膏粉                                     | ○+<br>(改質土)   |             |
| 廃<br>ス<br>ラ<br>                           | ガラス再生資材        |                             | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材                                   | -             |             |
|   | ガラス発泡リサイクル資材   |                             | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材                              | -             |             |
| ペ<br>ー<br>パ<br>ー<br>ス<br>ラ<br>ッ<br>ジ<br>ス | ペーパースラッジ       |                             | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ                                  | -             |             |
|   | ペーパースラッジ焼却灰    |                             | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰                               | ○+<br>(改質土)   |             |
| 古紙  |                | 25-                         | 3.25 古紙                   | -  |               |             |
| 砕石微粉末                                     |                | 26-                         | 3.26 砕石微粉末                | -  |               |             |
| 粒調Fe石灰路盤材                                 |                | 27-                         | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -  |               |             |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.11.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を埋立材として用いる場合、要求性能に応じた品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を埋立材に利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、要求品質を満足することを確認して利用する必要がある。埋立材に利用する材料の品質については、表 2.11.2 に示す通り、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、矢板の継ぎ目部等から浸み出した溶出水による海水への影響や埋立地内への溶出、粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。リサイクル材料には溶出水の pH が高いものがあるので注意する必要がある。また、浚渫土砂やフライアッシュのようにセメント系の改良材を用いて安定処理したものについては、リサイクル材料や改良材の種類、リサイクル材料の状態など様々な条件により異なるが、場合によっては環境基準を超えた六価クロムが溶出することもあるため、注意する必要がある。

表 2.11.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（埋立材）

| 工種                                |                                     | 土工  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 用途                                |                                     | 埋立材   |
| 港湾<br>工事                          | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 材料の種類、品質及び形状寸法は設計図書のとおりによる。   |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 埋立材料は、石材、土砂、海砂、浚渫土砂を含む再生資源材料などがあげられる。廃棄物を埋立材として処分する場合、廃棄物の処理に関する主な法令として、廃棄物の処理及び清掃に関する法律と海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律があり、その規定等に従わなければならない。   |
| 空港<br>土木<br>工事                    | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 特になし  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]     | 埋立材料は、埋立後安定した地盤となり、所要の強度を有する必要があるため、使用する埋立材の材質を事前に十分調査し、適用性を検討する必要がある。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・通達「発生土利用基準について」[国官技第112号、国官総第309号、国営計第59号、平成18年8月]</li> <li>・建設発生土利用技術マニュアル（第4版）[編著：(独)土木研究所、出版：(一財)土木研究センター、平成25年12月]</li> <li>・通達「建設汚泥処理土利用技術基準について」[国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号、平成18年6月]</li> <li>・建設汚泥再生利用マニュアル[編著：(独)土木研究所、出版：(株)大成出版社、平成20年12月]</li> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル [(財)沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・港湾・空港・海岸等におけるカルシウム改質土利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成29年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版）[(一財)石炭エネルギーセンター、平成30年2月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針（案）[土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・破砕瓦の利活用技術資料[国土交通省中部地方整備局、平成29年3月]</li> <li>・再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）[国立研究開発法人国立環境研究所、令和元年5月]</li> <li>・無機系吸水性材料を用いた土の改質技術に関する手引き（暫定版－PS 灰系改質材編－）[(公社)地盤工学会関東支部 無機系吸水性材料を用いた土の改質技術の利活用に関する研究委員会、令和3年3月]</li> </ul> |

### 2.11.3 要求品質及び性能

通達「発生土利用基準について」における適用用途標準を目安とすることができる。

(解説)

水面から土砂を投入して埋立を行い、土地を造成する行為を水面埋立という。埋立後の地盤改良が可能であるため、基本的には利用する材料に強度は要求されない。

通達「発生土利用基準について」において、水面埋立に利用する建設発生土のコーン指数及び土質材料の工学的分類について適用用途標準が規定されており、目安とすることができる。

### 2.11.4 適用方法

リサイクル材料を用いた埋立の設計は、材料の特性をよく把握した上で、跡地利用や施工性についても考慮し、関連マニュアル、指針等に準拠して行うこととする。

(解説)

埋立の設計を行うに際しては、跡地利用計画や施工時のトラフィカビリティの確保等を考慮して、適切に行う必要がある。設計方法は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」や、その他関連基準によることとする。

水中に土砂を投入する場合、水中での締固めは不可能であるため、盛土が水面上に出た後で地盤対策を行うことになる。水中部分については圧密促進工法を採用するか、セメント系や石灰系等の改良材による安定処理を行う等の対策が必要となる場合もある。造成終了後の利用目的が明確な場合、その用途に応じて沈下の許容量を明確にすることで埋立に用いる材料が決定される。

## 2.12 路床盛土材

### 2.12.1 対象とするリサイクル材料

路床盛土材には、表 2.12.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で路床盛土材として利用可能性のある材料は、表 2.12.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.12.1 路床盛土材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                                 | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 舗装工                |  |              |    |
|--------------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|--|--------------|----|
|                                      |                |                           | ⑭路床盛土材             |  |              |    |
| 建設副産物                                | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | ◎  |              |    |
|                                      | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               |  | △            |    |
|                                      |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂                                       | ◎<br>(改良土)   |    |
|                                      | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | △  |              |    |
|                                      | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | ○+   |              |    |
|                                      | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | -  |              |    |
|                                      | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | ◎  |              |    |
| 産業副産物                                | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07 1               |  | -            |    |
|                                      |                |                           | 2                  | 3.7 高炉スラグ                                      | -            |    |
|                                      |                |                           | 3                  |  | ◎            |    |
|                                      | 製鋼スラグ          | コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材         | 08 1               |  | -            |    |
|                                      |                |                           | 2                  | 3.8 製鋼スラグ                                      | -            |    |
|                                      | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 道路用鉄鋼スラグ                  | 09 1               |  | -            |    |
|                                      |                |                           | 2                  | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -            |    |
|                                      | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水和固化体            | 10 1               |  | -            |    |
|                                      |                |                           | 2                  | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(固化<br>体・その他)                    | -            |    |
|                                      |                | その他                       | 浚渫土改質材             | 3  |              | -  |
|                                      |                |                           | 生物共生材              | 4  |              | -  |
|                                      | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1   |              | -  |
|                                      |                |                           | 非JIS灰              | 2  | 3.11 フライアッシュ | ○+ |
|                                      |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ                                  | ○+           |    |
| 製二次<br>品                             |                | フライアッシュ固化体                | 13 1               |  | ◎            |    |
|                                      | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | △  |              |    |
| 非鉄スラグ                                | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -  |              |    |
|                                      | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | ◎  |              |    |
|                                      | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -  |              |    |
| 貝殻                                   | カキ殻等           | 17 1                      |                    | -  |              |    |
|                                      | ホタテ殻等          | 2                         | 3.17 貝殻            | -  |              |    |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ)          | 18-            | 3.18 エコスラグ                | ◎                  |  |              |    |
| 破砕瓦                                  | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | ○                  |  |              |    |
| ボ<br>ー<br>ド<br>膏                     | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | ○+<br>(改良土)                                    |              |    |
| 廃<br>ス<br>ラ<br>ガ                     | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | △<br>(再生砂)                                     |              |    |
|                                      | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | ◎  |              |    |
| ペ<br>ー<br>パ<br>ー<br>ス<br>ラ<br>ッ<br>ジ | ペーパースラッジ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッジ      | -  |              |    |
|                                      | ペーパースラッジ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッジ焼却灰   | -  |              |    |
| 古紙                                   | 25-            | 3.25 古紙                   | -                  |  |              |    |
| 砕石微粉末                                | 26-            | 3.26 砕石微粉末                | ○+<br>(脱水ケーキ)      |  |              |    |
| 粒調Fe石灰路盤材                            | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | -                  |  |              |    |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.12.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を路床盛土材として用いる場合、要求性能に応じた品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を路床盛土材として利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、各用途での要求品質を満足することを確認して利用する必要がある。路床盛土材に利用する材料の品質については、表 2.12.2 に示す通り、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、リサイクル材料の粒子間を通過した雨水排水による影響、粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。本節で扱うリサイクル材料の中には、溶出水が高い pH を示すものがある。また、フライアッシュを用いて地盤を安定処理した場合、処理土の溶出挙動は種々な因子によって複雑に変化する。さらに、安定処理にセメント等を用いた場合には、リサイクル材料や改良材の種類、リサイクル材料の状態など様々な条件により異なるが、場合によっては環境基準を超えた六価クロムが溶出することもあるため、注意する必要がある。

表 2.12.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（路床盛土材）

| 工種                                |                                 | 舗装工   |
|-----------------------------------|---------------------------------|---|
| 用途                                |                                 | 路床盛土材   |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]           | 材料の種類、品質及び形状寸法は設計図書の定めによる。  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]       | 特になし  |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]         | 空港土工における流用土以外の盛土材について、粒径、塑性指数(PI)、修正CBRを規定。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月] | 舗装の構造に関する技術基準・同解説を参考とすることができる。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通達「発生土利用基準について」[国官技第112号、国官総第309号、国営計第59号、平成18年8月]</li> <li>・ 建設発生土利用技術マニュアル（第4版）[編著：(独)土木研究所、出版：(一財)土木研究センター、平成25年12月]</li> <li>・ 通達「建設汚泥処理土利用技術基準について」[国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号、平成18年6月]</li> <li>・ 建設汚泥再生利用マニュアル[編著：(独)土木研究所、出版：(株)大成出版社、平成20年12月]</li> <li>・ 港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル[(財)沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・ フライアッシュを路盤・路床に利用するための手引書(案)[(財)沿岸技術研究センター、平成7年3月]</li> <li>・ 石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版）[(一財)石炭エネルギーセンター、平成30年2月]</li> <li>・ 石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針(案)[土木学会、令和3年3月]</li> <li>・ 港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・ 道路用溶融スラグ品質管理及び設計施工マニュアル（改訂版）[(一社)日本産業機械工業会 エコスラグ利用普及委員会、平成29年3月]</li> <li>・ 再生石膏粉の有効利用ガイドライン（第一版）[国立研究開発法人国立環境研究所、令和元年5月]</li> <li>・ リサイクルガラス造粒砂 サンドウエーブG 技術資料 2022年4月版[ガラスリソーシング株式会社]</li> <li>・ ガラス発泡リサイクル資材 JIS Z 7313 軽量盛土材・スーパーソル 設計・施工マニュアル 第1版[ガラス発泡資材事業協同組合、令和2年11月]</li> <li>・ 建設技術審査証明（土木系材料・製品・技術、道路保全技術）報告書 建技審証第2001号「HC複合路床材料」[(一財)土木研究センター、令和2年4月]</li> </ul> |

### 2.12.3 要求品質及び性能

通達「発生土利用基準について」における適用用途標準を目安とすることができる。

(解説)

路床の主な役割は、その上部の舗装と一体となって交通荷重を支持することであり、そのために路床に使用する材料は十分な強度と支持力を持ち、変形量が少なく、また、水が浸透しても膨潤や強度低下を起こしにくいことが必要である。

通達「発生土利用基準について」において、道路用盛土（路床）に利用する建設発生土のコーン指数及び土質材料の工学的分類について適用用途標準が規定されており、目安とすることができる。

### 2.12.4 適用方法

リサイクル材料を用いた路床盛土の設計は、材料の特性をよく把握した上で、跡地利用計画や施工性についても考慮し、関連マニュアル、指針等に準拠して行うこととする。

(解説)

路床盛土の設計を行うに際しては、跡地利用計画や施工時のトラフィカビリティの確保、盛土時の安定等を考慮して、適切に行う必要がある。設計方法は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」や、その他関連基準によることとする。

## 2.13 路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材

### 2.13.1 対象とするリサイクル材料

路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材には、表 2.13.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材として利用可能性のある材料は、表 2.13.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.13.1 路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                          | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | 舗装工               |                    |                |                |
|-------------------------------|----------------|---------------------------|-------------------|--------------------|----------------|----------------|
|                               |                |                           | ⑮路盤材              | ⑯As舗装骨材、Asフィラー材    |                |                |
| 建設副産物                         | 建設発生土          | 01- 3.1 建設発生土             | -                 | -                  |                |                |
|                               | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02-1 3.2 浚渫土砂     | -                  |                |                |
|                               |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                 | -                  |                |                |
|                               | アスファルト・コンクリート塊 | 03- 3.3 アスファルト・コンクリート塊    | ⊙                 | ⊙<br>(As舗装骨材)      |                |                |
|                               | コンクリート塊        | 04- 3.4 コンクリート塊           | ⊙                 | ×                  |                |                |
|                               | 建設発生木材         | 05- 3.5 建設発生木材            | -                 | -                  |                |                |
|                               | 建設汚泥           | 06- 3.6 建設汚泥              | △                 | -                  |                |                |
| 産業副産物                         | 鉄鋼スラッグ         | 高炉スラッグ<br>コンクリート用高炉スラッグ骨材 | 07-1              | -                  | -              |                |
|                               |                | 高炉スラッグ微粉末                 | 2                 | 3.7 高炉スラッグ         | -              |                |
|                               |                | 土工用水砕スラッグ                 | 3                 | -                  | -              |                |
|                               | スラッグ           | 製鋼<br>コンクリート用電気炉酸化スラッグ骨材  | 08-1              | -                  | -              |                |
|                               |                | 土工用・地盤改良用製鋼スラッグ           | 2                 | ⊙<br>(未舗装道路)       | -              |                |
|                               | 鉄鋼スラッグ<br>混合製品 | 道路用鉄鋼スラッグ                 | 09-1              | ⊙                  | ⊙<br>(As舗装骨材)  |                |
|                               |                | 水硬性スラッグコンパクション材           | 2                 | -                  | -              |                |
|                               | 鉄鋼スラッグ<br>二次製品 | 鉄鋼スラッグ<br>水和固化体           | 10-1              | -                  | -              |                |
|                               |                | 鉄鋼スラッグ炭酸固化体               | 2                 | -                  | -              |                |
|                               |                | 浚渫土改質材                    | 3                 | -                  | -              |                |
|                               |                | 生物共生材                     | 4                 | -                  | -              |                |
|                               | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰              | 11-1               | -              | ⊙<br>(Asフィラー材) |
|                               |                |                           | 非JIS灰             | 2                  | ○+             | -              |
|                               |                | クリンカアッシュ                  | 12-               | 3.12 クリンカアッシュ      | ○              | -              |
| 製二次品                          |                | フライアッシュ固化体                | 13-1              | ⊙                  | -              |                |
|                               | 石炭灰造粒物         | 2                         | -                 | -                  |                |                |
| 非鉄スラッグ                        | 銅スラッグ          | 14-                       | 3.14 銅スラッグ        | -                  | ○+<br>(As舗装骨材) |                |
|                               | フェロニッケルスラッグ    | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラッグ  | ⊙                  | ○+<br>(As舗装骨材) |                |
|                               | 亜鉛スラッグ         | 16-                       | 3.16 亜鉛スラッグ       | -                  | -              |                |
| 貝殻                            | カキ殻等           | 17-1                      | 3.17 貝殻           | -                  | -              |                |
|                               | ホタテ殻等          | 2                         | △                 | ○<br>(As舗装骨材、石粉混合) |                |                |
| エコスラッグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラッグ) | 18-            | 3.18 エコスラッグ               | ⊙                 | ⊙<br>(As舗装骨材)      |                |                |
| 破砕瓦                           | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | ○                 | △<br>(As舗装骨材)      |                |                |
| ボド膏                           | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉        | -                  | △<br>(Asフィラー材) |                |
| 廃ガラ                           | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材      | ○+                 | ○+<br>(As舗装骨材) |                |
|                               | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材 | -                  | -              |                |
| ペーパー<br>スラッグ                  | ペーパースラッグ       | 23-                       | 3.23 ペーパースラッグ     | -                  | -              |                |
|                               | ペーパースラッグ焼却灰    | 24-                       | 3.24 ペーパースラッグ焼却灰  | -                  | -              |                |
| 古紙                            | 25-            | 3.25 古紙                   | -                 | -                  |                |                |
| 碎石微粉末                         | 26-            | 3.26 碎石微粉末                | △<br>(砕水ケーキ)      | -                  |                |                |
| 粒調Fe石灰路盤材                     | 27-            | 3.27 粒調Fe石灰路盤材            | ⊙                 | -                  |                |                |

【総合評価】  
 ◎：既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能  
 ○+：利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの  
 ○：標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの  
 △：利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの  
 ×：現段階では利用は難しいと考えるもの  
 —：用途対象外

## 2.13.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材として用いる場合、「舗装再生便覧」、JIS 等に示す品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材として利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、「舗装再生便覧」、JIS 等に示す要求品質を満足することを確認して利用する必要がある。路盤材、アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材に利用する材料の品質については、表 2.13.2、表 2.13.3 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」、「空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）」、「空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、リサイクル材料の粒子間を通過した雨水排水による影響、粉じん等を人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。本節で扱うリサイクル材料の中には、溶出水が高い pH を示すものがある。また、有害物質の溶出等についても関連する基準類を満足することを確認する必要がある。

表 2.13.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（路盤材）

| 工種<br>用途                          |                                 | 舗装工<br>路盤材   |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| 港湾<br>工事                          | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]           | 下層・上層路盤材の種類及び品質は設計図書で定める。最大粒径は設計図書に定めのない場合、下層路盤材は50mm以下、上層路盤材は40mm以下とすることができる。<br>砕石及び切込砕石は、JIS A 5001 道路用砕石に適合しなければならない。<br>鉄鋼スラグはJIS A 5015 道路用鉄鋼スラグに適合しなければならない。<br>上層路盤材の粒度調整路盤材の粒度分布について規定。   |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]       | 路盤材は、所要の支持力が得られるものであって、締固めの容易さ及び耐久性を考慮して選定する。通常、粒状材料（砕石、鉄鋼スラグ、切込砂利、山砂利、切込砕石、砕石ダスト、砂等）、セメント安定処理材、瀝青安定処理材等が用いられる。  |
| 空港<br>土木<br>工事                    | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]         | 下層路盤に使用する材料は、砕石、砂利、砂、鉄鋼スラグ、その他監督職員の承諾を得た材料又はそれらの混合物で、粘土塊、有機物、ごみ等の有害物を含んではならない。再生路盤材に関する品質及び使用方法は「舗装再生便覧」による。最大粒径は設計図書に定めのない場合は50mm。また、塑性指数(PI)、修正CBRを規定。<br>上層路盤（粒度調整路盤）に使用する材料は、堅固で耐久的な砕石等に、砂、その他の適当な材料を混合したもの又は鉄鋼スラグとし、規定の品質及び粒度をもち、粘土塊、有機物、ごみ、その他の有害物を含んではならない。<br>再生クラッシャーラン、クラッシャーラン鉄鋼スラグ、粒土調整鉄鋼スラグ等について、塑性指数(PI)、修正CBR等を規定。  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月] | 舗装の構造に関する技術基準・同解説を参考とすることができる。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）[平成31年4月] | 路盤材料としては、一般に粒状材、セメント安定処理材、石灰安定処理材、アスファルト安定処理材、鉄鋼スラグを用いることとしている。  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装再生便覧〔社〕日本道路協会、平成22年版</li> <li>・コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準〔国土交通省通知、平成28年3月〕</li> <li>・通達「建設汚泥処理土利用技術基準について」〔国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号、平成18年6月〕</li> <li>・建設汚泥再生利用マニュアル〔編著：（独）土木研究所、出版：（株）大成出版社、平成20年12月〕</li> <li>・転炉系製鋼スラグ 海城利用の手引き〔（社）日本鉄鋼連盟、平成20年9月〕</li> <li>・JSTMH8001「土工用製鋼スラグ 砕石」〔（一財）建材試験センター、平成28年3月改正〕</li> <li>・フライッシュを路盤・路床に利用するための手引書（案）〔（財）沿岸技術研究センター、平成7年3月〕</li> <li>・石炭灰混合材料有効利用ガイドライン（統合改訂版）〔（一財）石炭エネルギーセンター、平成30年2月〕</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針（案）〔土木学会、令和3年3月〕</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル〔（一財）沿岸技術研究センター、平成27年9月〕</li> <li>・JIS A 5032「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」〔平成28年10月改正〕</li> <li>・道路用溶融スラグ 品質管理及び設計施工マニュアル（改訂版）〔（一社）日本産業機械工業会、平成29年3月〕</li> <li>・建設工事における他産業リサイクル材料利用技術マニュアル〔編著：（独）土木研究所、出版：（株）大成出版社、平成18年4月〕</li> <li>・岩石資源及び副産物を利用した新規事業・リサイクル促進のための市場及び事業環境調査〔中国経済産業局、平成19年3月〕</li> <li>・土木工事設計要領 第三編 道路編〔国土交通省九州地方整備局、令和5年4月〕</li> </ul> |

表 2.13.3 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類

(アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材)

| 工種                                |                                     | 舗装工  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 用途                                |                                     | As舗装骨材、Asフィラー材   |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 工事に使用する骨材の種類及び最大粒径は設計図書の設定による。<br>骨材の粒度分布について規定。<br>粗骨材及び細骨材は、十分な硬度及び耐久性を有し、ごみ、泥、有機物等の有害物を含んではならない。<br>スクリーニングスは、「JIS A 5001 道路用砕石」に適合しなければならない。<br>フィラーは、石灰岩、火成岩等を粉砕したもので、十分乾燥し、固まりもなく200℃に熱しても変質しないものでなければならない。また、粒度分布、水分、比重について規定。  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 舗装用材料については、特殊な作用を受ける区域を除き、一般に舗装設計施工指針、舗装設計便覧、舗装施工便覧に準じることができる。ここでいう、「特殊な作用を受ける区域」とは、例えばエプロンである。  |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 粗骨材は、原則として「JIS A 5001 道路用砕石」に適合しなければならない。また、砕石の粒度、品質等について規定。<br>細骨材は、天然砂、スクリーニングス又は砕砂とし、品質について規定。また、スクリーニングスの粒度について規定。<br>フィラーは、石灰岩やその他岩石を粉砕した石粉、消石灰、セメント、回収ダスト及びフライアッシュなどを用いる。また、粒度等について規定。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例(構造設計編)[平成31年4月]     | 付帯施設(空港の場周道路、保安道路、構内道路、駐車場)：<br>舗装の構造に関する技術基準・同解説を参考とすることができる。   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例(舗装設計編)<br>[平成31年4月] | 基本施設等：<br>アスファルト混合物は、加熱混合方式アスファルト・コンクリートを用いるものとし、アスファルト混合物の種類は、求められる性能に応じて適切に選定する。<br>再生アスファルト混合物については、基本施設では、基層と上・下層路盤に適用することができるが、基本施設の基層においては、再生材混合率の上限は40%を標準とする(十分な検討をした上でこれ以上の再生混合率によることも可能である)。特に再生材を基本施設の基層に使用する場合は、新材の基層に関するマーシャル試験に対する基準値を満足することに加え、水浸ホールトラッキング試験による剥離面積率が5%以下であるアスファルト混合物を使用することを標準とする。   |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装再生便覧[(社)日本道路協会、平成22年版]</li> <li>・舗装施工便覧[(社)日本道路協会、平成18年]</li> <li>・JIS A 5015「道路用鉄鋼スラグ」[平成30年12月改正]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財)沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・JIS A 5032「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」[平成28年10月改正]</li> <li>・道路用溶融スラグ品質管理及び設計施工マニュアル(改訂版)[(一社)日本産業機械工業会、平成29年3月]</li> <li>・再生石膏粉の有効利用ガイドライン(第一版)[国立研究開発法人国立環境研究所、令和元年5月]</li> <li>・建設工事における他産業リサイクル材料利用技術マニュアル[編著:(独)土木研究所、出版:(株)大成出版社、平成18年4月]</li> </ul> |

### 2.13.3 要求品質及び性能

#### (1) 路盤材

下層路盤及び上層路盤に利用する再生路盤材の品質についてそれぞれ「舗装再生便覧」に規定されている。

鉄鋼スラグ、エコスラグを利用した路盤材の品質については、JISで規定されており、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることを原則とする。

#### (解説)

再生路盤材は、アスファルト・コンクリート発生材、セメントコンクリート発生材、路盤発生材などから製造された再生骨材を単独または相互に組み合わせ、必要に応じてこれに新規骨材や安定材を加えて所要の品質が得られるように調整したものである。「舗装再生便覧」に規定された下層路盤に用いる再生路盤材の品質を表 2.13.4 に、上層路盤に用いる再生路盤材の品質を表 2.13.5 に示す。品質規定の詳細については「舗装再生便覧」を参照されたい。

表 2.13.4 下層路盤材に用いる再生路盤材の品質規格

| 適用   | 材 料            | 修正 CBR (%)    | 一軸圧縮強さ (MPa)    | PI   |
|--|----------------|---------------|-----------------|------|
| 舗装計画交通量 (台/日・方向), T<100, 信頼度 50% の舗装 <sup>[注1]</sup> | 再生クラッシュラン      | 10 以上 [20 以上] | —               | 9 以下 |
| アスファルト舗装   | 再生クラッシュラン      | 20 以上 [30 以上] | —               | 6 以下 |
|  | 再生セメント安定処理路盤材料 | —             | 材令 7 日, 0.98 以上 | —    |
|  | 再生石灰安定処理路盤材料   | —             | 材令 10 日, 0.7 以上 | —    |
| セメントコンクリート舗装   | 再生クラッシュラン      | 20 以上 [30 以上] | —               | 6 以下 |
|  | 再生セメント安定処理路盤材料 | —             | 材令 7 日, 0.98 以上 | —    |
|  | 再生石灰安定処理路盤材料   | —             | 材令 10 日, 0.5 以上 | —    |

[注1] 舗装計画交通量 (台/方向・日) T<100, 信頼性 50%の舗装は, 交通量が少ない道路であり, 舗装設計施工指針に示す N<sub>3</sub> 交通以下の道路に相当する。

[注2] アスファルトコンクリート再生骨材を含む再生クラッシュランを用いる場合で, 上層路盤および基層・表層の合計厚が次に示す数値よりも小さい場合には修正 CBR の基準値に[ ]内の数値を適用する。  
 北海道地方 ……20cm  
 東北地方 ……30cm  
 その他の地域 ……40cm  
 なお, 40℃で修正 CBR 試験を行う場合は通常の値を満足すればよい。

[注3] 下層路盤に用いる再生路盤材料の修正 CBR の規格値は, 下記の理由により決めたものである。  
 1) アスファルトコンクリート再生骨材を含む再生路盤材料は, 20℃から 40℃へ温度が上昇すると, その配合率の程度にもよるが修正 CBR は 10 程度低下する。  
 2) 過去の路盤温度測定データから推定すると, [注2] で示した数値より下層路盤面の位置が浅い場合は, 下層路盤の温度が 40℃を超える可能性がある。

[注4] アスファルトコンクリート再生骨材をセメント, 石灰などによって安定処理する場合においても, 室内データでは温度の影響が認められるが, 長期にわたって硬化が進むこと, 過多のセメントや石灰の添加は路盤の収縮ひび割れの原因となることなどを考慮して一軸圧縮強さの割増しは行わないこととする。

[注5] セメントコンクリート再生骨材に対するすり減り減量 50%の値は路盤材料の施工時の細粒化を防ぐために設けた値であり, これに適合しない場合はセメント, 石灰などによる安定処理路盤材料などの素材として利用するとよい。なお, セメントコンクリート再生骨材以外については, ロサンゼルス試験機による粗骨材のすり減り減量試験を行う必要はない。

[注6] 再生クラッシュランの素材として路盤再生骨材もしくは路盤発生材を用いる場合のみ PI の規定を適用する。

[注7] 現在生産されている再生路盤材料の PI は, 基準を満足するものがほとんどであるが, 路盤発生材への路床土の混入などにより品質の劣るものをチェックするために PI の規格を設けてある。

[注8] セメントコンクリート舗装に再生クラッシュランを用いる場合, 試験施工などにより路盤の支持力が確認できるときや過去の例で経験的に耐久性が確認されているときは, 425μm ふるい通過分の PI を 10 以下としてもよい。また, この場合で 425μm ふるい通過量が 10%以下の材料では PI が 15 のものまで用いることができる。

出典) 舗装再生便覧 (平成 22 年版) ((社) 日本道路協会)

表 2.13.5 上層路盤材に用いる再生路盤材の品質規格

| 適用  | 項目 | 材 料                | 修正 CBR %         | 一軸圧縮強さ MPa          | マーシャル安定度 kN | その他の品質                                |
|---|----|--------------------|------------------|---------------------|-------------|---------------------------------------|
| 舗装計画交通量 (台/日・方向), T<100, 信頼度 50%の舗装 <sup>[注1]</sup> |    | 再生粒度調整碎石           | 60 以上<br>[70 以上] | —                   | —           | PI 4 以下<br>安定性損失率20%以下                |
|   |    | 再生加熱アスファルト安定処理路盤材料 | —                | —                   | 3.43 以上     | フロー値<br>10~40(1/100cm)<br>空隙率 3~12%   |
|   |    | 再生セメント安定処理路盤材料     | —                | 材令 7 日,<br>2.5 以上   | —           | —                                     |
|   |    | 再生石灰安定処理路盤材料       | —                | 材令 10 日,<br>0.7 以上  | —           | —                                     |
| アスファルト舗装  |    | 再生粒度調整碎石           | 80 以上<br>[90 以上] | —                   | —           | PI 4 以下<br>安定性損失率 20%以下               |
|   |    | 再生加熱アスファルト安定処理路盤材料 | —                | —                   | 3.43 以上     | フロー値<br>10~40(1/100cm)<br>空隙率 3~12%   |
|   |    | 再生セメント安定処理路盤材料     | —                | 材令 7 日,<br>2.9 以上   | —           | —                                     |
|   |    | 再生石灰安定処理路盤材料       | —                | 材令 10 日,<br>0.98 以上 | —           | —                                     |
|   |    | 再生セメント・瀝青安定処理路盤材料  | —                | 1.5~2.9MPa          | —           | 一次変位量<br>5~30(1/100cm)<br>残留強度率 65%以上 |
| セメントコンクリート舗装  |    | 再生粒度調整碎石           | 80 以上<br>[90 以上] | —                   | —           | PI 4 以下<br>安定性損失率 20%以下               |
|   |    | 再生加熱アスファルト安定処理路盤材料 | —                | —                   | 3.43 以上     | フロー値<br>10~40(1/100cm)<br>空隙率 3~12%   |
|   |    | 再生セメント安定処理路盤材料     | —                | 材令 7 日,<br>2.0 以上   | —           | —                                     |
|   |    | 再生石灰安定処理路盤材料       | —                | 材令 10 日,<br>0.98 以上 | —           | —                                     |
|   |    | 再生セメント・瀝青安定処理路盤材料  | —                | 1.5~2.9MPa          | —           | 一次変位量<br>5~30(1/100cm)<br>残留強度率 65%以上 |

[注1] 舗装計画交通量(台/方向・日) T<100, 信頼性 50%の舗装は、交通量が少ない道路であり、舗装設計施工指針に示す N<sub>3</sub> 交通以下の道路に相当する。

[注2] アスファルトコンクリート再生骨材を含む再生粒度調整碎石は、修正 CBR の基準値に[ ]内の数値を適用する。ただし、40℃で修正 CBR 試験を行う場合は通常の値を満足すればよい。

[注3] 再生粒度調整碎石の素材として路盤再生骨材もしくは再生路盤材料を用いる場合のみ PI の規定を適用する。

[注4] セメントコンクリート舗装に再生粒度調整碎石を用いた場合は、表-2.4.4 の規格を満足するものを用いることが望ましいが、それ以外の材料であっても試験施工などにより路盤の支持力が確認されている場合は、425μm ふるい通過分の PI を 6 以下としてもよい。また、この場合で 425μm ふるい通過量が 10%以下の材料では PI が 10 のものまで用いることができる。

出典) 舗装再生便覧(平成 22 年版)((社) 日本道路協会)

鉄鋼スラグ、エコスラグを利用した路盤材の品質については、以下の JIS で規定されている。

- ・鉄鋼スラグ：JIS A 5015「道路用鉄鋼スラグ」
- ・エコスラグ：JIS A 5032「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」

(2) 加熱アスファルト混合物（アスファルト舗装骨材、アスファルトフィラー材）

再生加熱アスファルト混合物の品質について「舗装再生便覧」に規定されている。  
 製鋼スラグ、エコスラグを利用したアスファルト舗装骨材の品質については、JIS で規定されており、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることを原則とする。

（解説）

再生加熱アスファルト混合物は、アスファルト・コンクリート再生骨材に所要の品質が得られるように必要に応じて再生用添加剤、新アスファルト及び新規骨材を加えて加熱混合したものである。「舗装再生便覧」では、再生加熱アスファルト混合物は表 2.13.6 に示す基準値を満足するものとし、その粒度及びアスファルト量は表 2.13.7 を満足するものとされている。品質規定の詳細については「舗装再生便覧」を参照されたい。

表 2.13.6 再生加熱アスファルト混合物のマーシャル安定度試験に対する基準値

| 混合物の種類  | ①                      | ②                             | ③                      | ④                          | ⑤                               | ⑥                           | ⑦                       | ⑧                           | ⑨                      |
|---|------------------------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------------|
|   | 再生粗粒度アスファルト混合物<br>(20) | 再生密粒度アスファルト混合物<br>(20)   (13) | 再生細粒度アスファルト混合物<br>(13) | 再生密粒度ギャップアスファルト混合物<br>(13) | 再生密粒度アスファルト混合物<br>(20F)   (13F) | 再生細粒度ギャップアスファルト混合物<br>(13F) | 再生細粒度アスファルト混合物<br>(13F) | 再生密粒度ギャップアスファルト混合物<br>(13F) | 再生開粒度アスファルト混合物<br>(13) |
| 突固め回数<br>(両面)   | T ≥ 1,000              |                               | 75                     |                            | 50                              |                             |                         |                             | 75                     |
|   | T < 1,000              |                               | 50                     |                            |                                 |                             |                         |                             | 50                     |
| 空隙率 %   | 3~7                    | 3~6                           |                        | 3~7                        | 3~5                             |                             | 2~5                     | 3~5                         | —                      |
| 飽和度 %   | 65~85                  | 70~85                         |                        | 65~85                      | 75~85                           |                             | 75~90                   | 75~85                       | —                      |
| 安定度 kN  | 4.90 以上                | 4.90 (7.35) 以上                | 4.90 以上                |                            |                                 | 3.43 以上                     | 4.90 以上                 | 3.43 以上                     |                        |
| フロー値<br>1/100cm   | 20~40                  |                               |                        |                            |                                 |                             | 20~80                   | 20~40                       |                        |
| <p>[注1] ( ) 内は、舗装計画交通量 T ≥ 1,000 で突固め回数が両面 75 回の場合とする。</p> <p>[注2] 積雪寒冷地域の場合など、1,000 ≤ 舗装計画交通量 T ≤ 3,000 であっても流動によるわだち掘れのおそれが少ないところでは突固め回数を 50 回とする。</p> <p>[注3] 積雪寒冷地域の舗装の表層に適用する場合には、再生加熱アスファルト混合物の耐摩耗性などを十分調査して使用することが望ましい。</p> <p>[注4] 水の影響を受けやすいと思われる再生加熱アスファルト混合物またはそのような箇所に舗設される再生加熱アスファルト混合物の場合は、次式で求めた残留安定度が 75% 以上であることが望ましい。</p> <p style="text-align: center;">残留安定度 (%) = (60℃, 48 時間水浸後の安定度 / 安定度) × 100</p> <p>また、必要に応じて消石灰、セメントまたははく離防止剤を使用するなどの対策を行うことが望ましい。</p> |                        |                               |                        |                            |                                 |                             |                         |                             |                        |

出典) 舗装再生便覧 (平成 22 年版) ((社) 日本道路協会)

表 2.13.7 再生加熱アスファルト混合物の種類と粒度範囲

| 混合物の種類      | ①              | ②              |        | ③              | ④                  | ⑤      |        | ⑥                  | ⑦              | ⑧                  | ⑨              |
|-------------|----------------|----------------|--------|----------------|--------------------|--------|--------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
|             | 再生粗粒度アスファルト混合物 | 再生密粒度アスファルト混合物 | (13)   | 再生細粒度アスファルト混合物 | 再生密粒度ギャップアスファルト混合物 | (20F)  | (13F)  | 再生細粒度ギャップアスファルト混合物 | 再生細粒度アスファルト混合物 | 再生密粒度ギャップアスファルト混合物 | 再生開粒度アスファルト混合物 |
|             | (20)           | (20)           | (13)   | (13)           | (13)               | (20F)  | (13F)  | (13F)              | (13F)          | (13F)              | (13)           |
| 仕上がり厚 cm    | 4~6            | 4~6            | 3~5    | 3~5            | 3~5                | 4~6    | 3~5    | 3~5                | 3~4            | 3~5                | 3~4            |
| 最大粒径 mm     | 20             | 20             | 13     | 13             | 13                 | 20     | 13     | 13                 | 13             | 13                 | 13             |
| 通過質量百分率 %   | 26.5mm         | 100            | 100    | 100            | 100                | 100    | 100    | 100                | 100            | 100                | 100            |
|             | 19.0mm         | 95~100         | 95~100 | 100            | 100                | 100    | 95~100 | 100                | 100            | 100                | 100            |
|             | 13.2mm         | 70~90          | 75~90  | 95~100         | 95~100             | 95~100 | 75~95  | 95~100             | 95~100         | 95~100             | 95~100         |
|             | 4.75mm         | 35~55          | 45~65  | 55~70          | 65~80              | 35~55  | 52~72  | 60~80              | 75~90          | 45~65              | 23~45          |
|             | 2.36mm         | 20~35          | 35~50  | 50~65          | 30~45              | 40~60  | 45~65  | 45~65              | 65~80          | 30~45              | 15~30          |
|             | 600μm          | 11~23          | 18~30  | 25~40          | 20~40              | 25~45  | 40~60  | 40~65              | 40~65          | 25~40              | 8~20           |
|             | 300μm          | 5~16           | 10~21  | 12~27          | 15~30              | 16~33  | 20~45  | 20~45              | 20~45          | 20~40              | 4~15           |
| 150μm       | 4~12           | 6~16           | 8~20   | 5~15           | 8~21               | 10~25  | 15~30  | 15~30              | 10~25          | 4~10               |                |
| 75μm        | 2~7            | 4~8            | 4~10   | 4~10           | 6~11               | 8~13   | 8~15   | 8~15               | 8~12           | 2~7                |                |
| 再生アスファルト量 % | 4.5~6          | 5~7            | 6~8    | 4.5~6.5        | 6~8                | 6~8    | 6~8    | 7.5~9.5            | 5.5~7.5        | 3.5~5.5            |                |

出典) 舗装再生便覧 (平成 22 年版) ((社) 日本道路協会)

製鋼スラグ、エコスラグを利用したアスファルト舗装骨材の品質については、以下の JIS で規定されている。

- ・製鋼スラグ : JIS A 5015 「道路用鉄鋼スラグ」
- ・エコスラグ : JIS A 5032 「一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を溶融固化した道路用溶融スラグ」

## 2.13.4 適用方法

リサイクル材料を用いた舗装の構造設計は、関連する基準、指針等に示されている方法によって行うこととする。

(解説)

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」では、舗装についての詳細は、「セメントコンクリート舗装要綱」、「アスファルト舗装要綱」及び「コンクリート標準示方書（舗装編）」に基づいて設計するものとしている。一方、空港の施設に関しては、「空港土木施設設計基準」及び「空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）」等に基づいた設計となる。従って、リサイクル材料を舗装用材として利用した場合も、これらに基づいた設計方法をとることになる。

参考となる要綱・指針類としては次のものがあるので、必要に応じて参照されたい。

「コンクリート副産物の再生利用に関する用途別品質基準」

(平成 28 年 3 月) 国土交通省 (通知) 国官技 379 号

「舗装再生便覧」(平成 22 年 12 月) 日本道路協会

「舗装の構造に関する技術基準・同解説」(平成 13 年 9 月) 日本道路協会

「舗装施工便覧」(平成 18 年 12 月) 日本道路協会

「舗装設計施工指針」(平成 18 年 2 月) 日本道路協会

「道路維持修繕要綱」(昭和 53 年 7 月) 日本道路協会

「舗装調査・試験法便覧」(平成 31 年 3 月) 日本道路協会

「アスファルト舗装工事共通仕様書および解説」(平成 4 年 12 月) 日本道路協会

「道路土工—盛土工指針」(平成 22 年 5 月) 日本道路協会

「道路土工要綱」(平成 21 年 7 月) 日本道路協会

「陸上空港の施設の設置基準・同解説」(平成 31 年 3 月) 港湾空港総合技術センター

「空港土木工事共通仕様書」(令和 4 年 4 月) 港湾空港総合技術センター

「空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）」(平成 31 年 4 月) 港湾空港総合技術センター

「空港土木施設施工要領」(平成 21 年 4 月) 港湾空港総合技術センター

「鉄鋼スラグ路盤設計施工指針」(平成 27 年 9 月) 土木研究センター

「製鋼スラグを用いたアスファルト舗装設計施工指針」(昭和 57 年 7 月) 鉄鋼スラグ協会

「建設工事における他産業リサイクル材料利用技術マニュアル」(平成 18 年 4 月) 編著：(独)土木研究所、出版：(株)大成出版社 等

道路舗装に関しては、再生資材を対象として「舗装再生便覧」に各種品質が示されており、これは「舗装の構造に関する技術基準・同解説」、「舗装設計施工指針」、「舗装施工便覧」に準じたものである。

一方、港湾・空港舗装では、設計荷重が大きいという点が道路舗装と大きく異なる。また、空港舗装では平坦性やすべり抵抗性などに厳しい条件が要求されている。このため、港湾・空港施設の一部では道路舗装より厳しい条件が設定されている。

## 2.14 藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等

### 2.14.1 対象とするリサイクル材料

藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等には、表 2.14.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点で藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等として利用可能性のある材料は、表 2.14.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.14.1 藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        |                | 工種用途                      | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | その他   |                         |           |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|---|-------------------------|-----------|
|                             |                |                           |                           | ①藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工砂浜等                           |                         |           |
| 建設副産物                       | 建設発生土          |                           | 01-                       | 3. 1 建設発生土                                      | ○<br>(浅場・干潟、覆砂、人工砂浜、養浜) |           |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1                      | 3. 2 浚渫土砂                                       | ◎<br>(浅場・干潟、覆砂、人工砂浜)    |           |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                         |   | ◎<br>(浅場・干潟、覆砂)         |           |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 |                           | 03-                       | 3. 3 アスファルト・コンクリート塊                             | -                       |           |
|                             | コンクリート塊        |                           | 04-                       | 3. 4 コンクリート塊                                    | -                       |           |
|                             | 建設発生木材         |                           | 05-                       | 3. 5 建設発生木材                                     | -                       |           |
|                             | 建設汚泥           |                           | 06-                       | 3. 6 建設汚泥                                       | -                       |           |
|                             | 産業副産物          | 鉄鋼スラグ                     | 高炉スラグ                     | 07 1  | 3. 7 高炉スラグ              | -         |
| 2                           |                |                           |                           | -   |                         |           |
| 3                           |                |                           |                           | ○+<br>(浅場・干潟、覆砂)                                |                         |           |
| スラグ                         |                | 製鋼                        | 08 1                      | 3. 8 製鋼スラグ                                      | -                       |           |
|                             |                |                           | 2                         |   | ○+<br>(藻場、浅場、覆砂)        |           |
| 鉄鋼スラグ                       |                | 混合製品                      | 09 1                      | 3. 9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -                       |           |
|                             |                |                           | 2                         |   | -                       |           |
| 鉄鋼スラグ                       |                | 固化体                       | 10 1                      | 3. 10 鉄鋼スラグ二次製品(固化体・その他)                        | ◎<br>(浅場、藻場)            |           |
|                             |                |                           | 2                         |   | ○+<br>(藻場)              |           |
|                             |                | 二次製品                      | 3                         |   | ○+<br>(藻場、浅場・干潟、覆砂)     |           |
|                             |                |                           | 4                         |   | ○(藻場)                   |           |
| 石炭灰                         |                | フライアッシュ                   | JIS灰                      | 11 1  | 3. 11 フライアッシュ           | -         |
|                             |                |                           | 非JIS灰                     | 2   |                         | -         |
|                             |                | クリンカアッシュ                  |                           | 12-   | 3. 12 クリンカアッシュ          | △<br>(覆砂) |
|                             |                | 二次製品                      | フライアッシュ固化体                | 13 1  | 3. 13 石炭灰二次製品           | -         |
|                             |                |                           | 石炭灰造粒物                    | 2   |                         | ◎<br>(覆砂) |
| 非鉄スラグ                       |                | 銅スラグ                      |                           | 14-   | 3. 14 銅スラグ              | -         |
|                             |                | フェロニッケルスラグ                |                           | 15-   | 3. 15 フェロニッケルスラグ        | ○+        |
|                             | 亜鉛スラグ          |                           | 16-                       | 3. 16 亜鉛スラグ                                     | -                       |           |
| 貝殻                          | カキ殻等           |                           | 17 1                      | 3. 17 貝殻  | ○<br>(浅場・干潟、覆砂)         |           |
|                             | ホタテ殻等          |                           | 2                         |   | -                       |           |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ) |                | 18-                       | 3. 18 エコスラグ               | -   |                         |           |
| 破砕瓦                         |                | 19-                       | 3. 19 破砕瓦                 | △   |                         |           |
| ホド膏                         | 再生石膏粉          |                           | 20-                       | 3. 20 再生石膏粉                                     | -                       |           |
| スガラ                         | ガラス再生資材        |                           | 21-                       | 3. 21 ガラス再生資材                                   | △<br>(再生砂)              |           |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   |                           | 22-                       | 3. 22 ガラス発泡リサイクル資材                              | -                       |           |
| ペーパーバジス                     | ペーパースラッジ       |                           | 23-                       | 3. 23 ペーパースラッジ                                  | -                       |           |
|                             | ペーパースラッジ焼却灰    |                           | 24-                       | 3. 24 ペーパースラッジ焼却灰                               | -                       |           |
| 古紙                          |                | 25-                       | 3. 25 古紙                  | -   |                         |           |
| 碎石微粉末                       |                | 26-                       | 3. 26 碎石微粉末               | △   |                         |           |
| 粒調Fe石灰路盤材                   |                | 27-                       | 3. 27 粒調Fe石灰路盤材           | -   |                         |           |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.14.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等に用いる場合、用途毎の要求性能に応じた品質を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

### (解説)

リサイクル材料を藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等に利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、各用途での要求品質を満足することを確認して利用する必要がある。藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等に利用する材料の品質については、表 2.14.2 に示す通り、「港湾工事共通仕様書」、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」、「空港土木工事共通仕様書」等において規定されているため、これらの規定に適合するリサイクル材料を用いることが原則となる。

環境に対する影響としては、材料によっては溶出水による海水への影響や近傍に生息する生物への影響、人が立ち入る場合は人が直接摂取（摂食及び皮膚接触）することによる健康影響等が考えられる。本節で扱うリサイクル材料の中には、溶出水が高い pH を示すものがある。また、浚渫土砂やフライアッシュのようにセメント系の改良材を用いて安定処理したものについては、リサイクル材料や改良材の種類、リサイクル材料の状態など様々な条件により異なるが、場合によっては環境基準を超えた六価クロムが溶出することもあるため、注意する必要がある。

表 2.14.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等）

| 工種                                |                                     | その他  |
|-----------------------------------|-------------------------------------|--|
| 用途                                |                                     | 藻場、浅場・干潟造成、覆砂材、人工砂浜等   |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 特になし   |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 海浜の性能照査にあたっては、海岸保全施設の技術上の基準・同解説若しくは面的な海岸防護方式の計画・設計マニュアルを参考にすることができる。<br>底質粒径は海浜の安定や断面勾配のみならず、海浜利用者の満足度や生物の生息分布や環境浄化機能、透水性（保水性）にも影響を与えている。底質の粒度組成は、それらを考慮して適切に定める。  |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 特になし   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]     | 特になし   |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし   |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・浚渫土砂の海洋投入及び有効利用に関する技術指針[国土交通省港湾局、平成25年7月(改訂案)]</li> <li>・港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル [(財) 沿岸技術研究センター、平成19年12月]</li> <li>・転炉系製鋼スラグ 海域利用の手引き[(社) 日本鉄鋼連盟、平成20年9月]</li> <li>・同上別冊：転炉系製鋼スラグと浚渫土との混合改良工法技術資料[(社) 日本鉄鋼連盟、平成20年9月]</li> <li>・鉄鋼スラグ 水和固化体技術マニュアル(改訂版) [(財) 沿岸技術研究センター、平成20年2月]</li> <li>・鉄鋼スラグ 炭酸固化体利用マニュアル-藻場・サンゴ礁の再生に向けて-[(財) 港湾空間高度化環境研究センター 藻場着生基盤技術研究会委員会、平成16年3月]</li> <li>・港湾・空港・海岸等におけるカルシウム改質土利用技術マニュアル[(一財) 沿岸技術研究センター、平成29年2月]</li> <li>・浚渫土と転炉系製鋼スラグの混合材の海域利用のための技術マニュアル(案) [鉄鋼スラグ等の実海域適用に関する研究会、平成29年3月]</li> <li>・石炭灰造粒物による底質改善手法の手引き [広島港湾空港技術調査事務所、平成25年3月]</li> <li>・石炭灰混合材料を地盤・土構造物に利用するための技術指針(案) [土木学会、令和3年3月]</li> <li>・港湾・空港工事における非鉄スラグ利用技術マニュアル[(一財) 沿岸技術研究センター、平成27年9月]</li> <li>・PIANC (2006): Biological Assessment Guidance for Dredged Material, PIANC EnviCom, Report of WG8, 56p.</li> <li>・PIANC (2009): Dredged material as a resource, options and constraints, PIANC EnviCom, Report of WG14, 54p.</li> <li>・ガラス瓶等破砕材の環境修復材料としての活用に向けたタイドプール実証試験研究に関する委託業務報告書[ (一社) 大阪湾環境再生研究・国際人材育成コンソーシアム・コア、実証試験研究委託者：藤野興業株式会社、令和3年3月]</li> <li>・環境省 令和4年度環境技術実証事業 資源循環技術領域 実証報告書 実証番号140-2201[実証機関：株式会社MAcS、実証対象技術名：人工珪砂製造技術・人工珪砂、実証申請者：株式会社あさひ]</li> </ul> |

### 2.14.3 要求品質及び性能

「浚渫土砂等の海洋投入及び有効利用に関する技術指針」における有効利用の考え方、及び各材料のマニュアル・ガイドライン類に準拠することとする。

(解説)

「浚渫土砂等の海洋投入及び有効利用に関する技術指針(改訂版)」(平成25年7月、国土交通省港湾局)において、干潟・浅場造成材、覆砂材等として、浚渫土砂、建設発生土、及び産業副産物等を有効利用する際の考え方が示されており、これらの考え方に準拠する必要がある。

また、適用しようとする用途への利用について記載されたマニュアル・ガイドライン類がある場合は、これらに従う必要がある。

### 2.14.4 適用方法

リサイクル材料を用いた藻場、浅場・干潟、覆砂、人工海浜等の設計は、材料の特性をよく把握した上で「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される方法にて行うこととする。

(解説)

リサイクル材料を用いた藻場、浅場・干潟、覆砂、人工海浜等の設計は、材料の特性をよく把握した上で、天然の材料との違いに注意しながら、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される海浜の設計方法によって行う。また、「海の自然再生ハンドブック」を参考にすることができる。

リサイクル材料には品質にばらつきがあるものも多く、膨張性や水硬性等のような、天然の材料にはない性質を持つものもあるので、設計においては、実際に使用するリサイクル材料の性質をよく把握し、適切な設計定数を用いて設計を行う必要がある。

## 2.15 その他

### 2.15.1 対象とするリサイクル材料

その他の用途には、表 2.15.1 に示すリサイクル材料の利用可能性がある。各材料の利用の検討に当たっては、第 3 章の該当材料に係る記載を参照のこと。

#### (解説)

現時点でその他の用途に利用可能性のある材料は、表 2.15.1 に示す◎～△評価の材料である。なお、利用に当たっての条件（用途、材料特性、加工・改良の必要性等）がある場合、評価の下に括弧書きで示している。

◎、○<sup>+</sup>、○、△評価の材料を利用する場合は、第 3 章の該当材料に係る記載を参照し、具体的な適用条件等について検討を行うこととする。△評価の材料については、利用可能性はあるが今後の検討を要する材料であるため、利用に当たっては十分検討を行うこととする。

表 2.15.1 その他の用途へのリサイクル材料の利用可能性

| 対象材料                        | 工種用途           | 技術情報の記載箇所<br>(本ガイドライン第3章) | その他                |  |              |   |
|-----------------------------|----------------|---------------------------|--------------------|--|--------------|---|
|                             |                |                           | ⑩その他               |  |              |   |
| 建設副産物                       | 建設発生土          | 01-                       | 3.1 建設発生土          | -  |              |   |
|                             | 浚渫土砂           | 砂質系                       | 02 1               |  | -            |   |
|                             |                | 粘性土系<br>(浚渫土改質材による改良土を含む) | 2                  | 3.2 浚渫土砂                                       | -            |   |
|                             | アスファルト・コンクリート塊 | 03-                       | 3.3 アスファルト・コンクリート塊 | -  |              |   |
|                             | コンクリート塊        | 04-                       | 3.4 コンクリート塊        | -  |              |   |
|                             | 建設発生木材         | 05-                       | 3.5 建設発生木材         | ◎<br>(木-材料等)                                   |              |   |
|                             | 建設汚泥           | 06-                       | 3.6 建設汚泥           | -  |              |   |
| 産業副産物                       | 鉄鋼スラグ          | 高炉スラグ                     | 07 1               |  | -            |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.7 高炉スラグ                                      | -            |   |
|                             |                |                           | 3                  |  | -            |   |
|                             | 製鋼スラグ          | 製鋼                        | 08 1               |  | -            |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.8 製鋼スラグ                                      | -            |   |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>混合製品  | 鉄鋼スラグ                     | 09 1               |  | -            |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.9 鉄鋼スラグ混合製品<br>(道路用鉄鋼スラグ・水硬性スラグ<br>コンパクション材) | -            |   |
|                             | 鉄鋼スラグ<br>二次製品  | 鉄鋼スラグ<br>水酸化体             | 10 1               |  | -            |   |
|                             |                |                           | 2                  | 3.10 鉄鋼スラグ二次製品(水酸化体・その他)                       | -            |   |
|                             |                | その他                       | 3                  |  | -            |   |
|                             |                |                           | 4                  |  | -            |   |
|                             | 石炭灰            | フライアッシュ                   | JIS灰               | 11 1   |              | - |
|                             |                |                           | 非JIS灰              | 2  | 3.11 フライアッシュ | - |
|                             |                | クリンカアッシュ                  | 12-                | 3.12 クリンカアッシュ                                  | -            |   |
| 製二次品                        |                | フライアッシュ水酸化体               | 13 1               |  | -            |   |
|                             | 石炭灰造粒物         | 2                         | 3.13 石炭灰二次製品       | -  |              |   |
| 非鉄スラグ                       | 銅スラグ           | 14-                       | 3.14 銅スラグ          | -  |              |   |
|                             | フェロニッケルスラグ     | 15-                       | 3.15 フェロニッケルスラグ    | -  |              |   |
|                             | 亜鉛スラグ          | 16-                       | 3.16 亜鉛スラグ         | -  |              |   |
| 貝殻                          | カキ殻等           | 17 1                      | 3.17 貝殻            | ○<br>(水質浄化材料)                                  |              |   |
|                             | ホタテ殻等          | 2                         |                    | -  |              |   |
| エコスラグ<br>(一般廃棄物及び下水汚泥溶融スラグ) | 18-            | 3.18 エコスラグ                | -                  |  |              |   |
| 破砕瓦                         | 19-            | 3.19 破砕瓦                  | -                  |  |              |   |
| ボ-ド膏                        | 再生石膏粉          | 20-                       | 3.20 再生石膏粉         | -  |              |   |
| 廃ガラ                         | ガラス再生資材        | 21-                       | 3.21 ガラス再生資材       | -  |              |   |
|                             | ガラス発泡リサイクル資材   | 22-                       | 3.22 ガラス発泡リサイクル資材  | △<br>(水質浄化材)                                   |              |   |
| ペ-パ-スラ-ジ-ス                  | ペ-パ-スラ-ジ-ス     | 23-                       | 3.23 ペ-パ-スラ-ジ-ス    | ○<br>(充填材)                                     |              |   |
|                             | ペ-パ-スラ-ジ-ス焼却灰  | 24-                       | 3.24 ペ-パ-スラ-ジ-ス焼却灰 | -  |              |   |
| 古紙                          |                | 25-                       | 3.25 古紙            | △<br>(コンクリート型枠)                                |              |   |
| 砕石微粉末                       |                | 26-                       | 3.26 砕石微粉末         | -  |              |   |
| 粒調Fe石灰路盤材                   |                | 27-                       | 3.27 粒調Fe石灰路盤材     | -  |              |   |

【総合評価】

- ◎ : 既に当該用途を想定した品質基準が設けられている等、利用が可能
- + : 利用実績が多いものまたは○に加えて利用マニュアル等が整備されているもの
- : 標準材料と同等、または利用実績や実証実験などで品質が確認され利用可能性の高いもの
- △ : 利用可能性はあるが、既存資料からは判定できず、今後の検討を要するもの
- × : 現段階では利用は難しいと考えるもの
- : 用途対象外

## 2.15.2 リサイクル材料利用の基本方針

リサイクル材料を 2.1～2.14 以外の用途に用いる場合、用途毎の要求品質及び性能を満足することを確認し、リサイクル材料の性質を良く把握した上で適切に利用することとする。

また、利用に際しては、周辺環境に十分配慮することとする。

(解説)

リサイクル材料を各用途に利用する場合は、リサイクル材料の性質を良く把握した上で、利用しようとする用途での要求品質及び性能を満足することを確認して利用する必要がある。その他の用途に利用する材料の品質については、表 2.15.2 に示す通り、参考となる手引き・マニュアル類が発刊されている。

環境に対する影響については、利用用途や適用先の周辺環境の特性を十分考慮し、関連する基準類を満足することを確認する必要がある。

表 2.15.2 港湾・空港等工事で使用する材料の基準類（その他）

| 工種                                |                                     | その他   |
|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 用途                                |                                     | その他   |
| 港湾工事                              | 港湾工事共通仕様書<br>[令和5年3月]               | 特になし  |
|                                   | 港湾の施設の技術上の基準・同解説[平成30年5月]           | 特になし  |
| 空港土木工事                            | 空港土木工事共通仕様書<br>[令和4年4月]             | 特になし  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（構造設計編）[平成31年4月]     | 特になし  |
|                                   | 空港土木施設設計要領及び設計例（舗装設計編）<br>[平成31年4月] | 特になし  |
| その他、リサイクル材料利用のために提案された規格・基準及び手引書等 |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・建設発生木材リサイクルの手引き(案) [編著：(独) 土木研究所、出版：(株) 大成出版社、平成 17 年 12 月]</li> <li>・建設工事における他産業リサイクル材料利用技術マニュアル [編著：(独) 土木研究所、出版：(株) 大成出版社、平成 18 年 4 月]</li> <li>・廃棄物処理の環境浄化への活性化研究 [岩手県環境保健研究センター年報、第 4 号、岩手県環境保健研究センター、平成 16 年度]</li> <li>・パルフォースモルタル工法説明資料 [パルフォースモルタル工法協会]</li> </ul> |

### 2.15.3 要求品質及び性能

利用しようとする用途に関連するマニュアル・ガイドライン類、研究成果等を基に要求品質及び性能について十分確認することとする。

#### (解説)

利用しようとする用途への利用について記載されたマニュアル・ガイドライン類がある場合は、これらに従い、要求品質及び性能を確認する必要がある。マニュアル・ガイドライン類がない場合は、類似用途のマニュアル・ガイドライン類、研究成果等を参考とし、要求品質及び性能について十分確認する必要がある。

### 2.15.4 適用方法

設計は、材料の特性をよく把握した上で適切に行うこととする。

#### (解説)

リサイクル材料をその他の用途に用いる場合の設計は、材料の特性をよく把握した上で、天然の材料との違いに注意しながら行う。リサイクル材料には品質にばらつきがあるものも多く、膨張性や水硬性等のような、天然の材料にはない性質を持つものもあるので、設計においては、実際に利用するリサイクル材料の性質をよく把握し、適切な設計定数を用いて設計を行う必要がある。