

7 再生資源材料

7.1 一般

(1) 再生資源材料（以下「リサイクル材料」という）を有効に利用することは、持続可能な社会の発展のために極めて重要であり、港湾工事はその特性上、材料を大量に使用するという特徴を有していることから、リサイクル材料を有効に利用して天然資源の使用を減少させることにより環境保全・持続的発展に寄与することが求められる。

資源の有効な利用の促進に関する法律（平成3年法律第48号）（以下「資源有効利用促進法」という）によっても、リサイクル材料の有効利用が強く求められており、発生材料の特徴を活用して積極的に利用する必要がある。

一方、リサイクル材料の利用に当たっては、関係法令の規定に基づき、環境安全に問題が生じないように、十分に検討して取り扱う必要がある。

リサイクル材料の利用の基本的な考え方は、港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン（改訂）¹⁾が参考となる。

(2) リサイクル材料を利用する場合においては、材料の特性及び施設の特性を十分に考慮する必要がある¹⁾。

(3) 本節に述べるリサイクル材料を使用する場合に関連する法律として、資源有効利用促進法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45年法律第137号）（以下「廃棄物処理法」という）、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律（昭和45年法律第136号）（以下「海洋汚染防止法」という）、土壤汚染対策法（平成14年法律第53号）等がある。資源有効利用促進法においては、有限な資源の有効利用を図るとともに、廃棄物の発生の抑制に資するために国、地方公共団体、建設工事の発注者等がそれぞれの対策を促進することとしている。

(4) 港湾工事に使用されるリサイクル材料には、スラグ、石炭灰、コンクリート塊、浚渫土、アスファルト・コンクリート塊等があり、ほとんどが土石材料として埋立材、路盤材、地盤改良材、コンクリート骨材等に利用することができる。

港湾工事に使用されるその他のリサイクル材料の品質性能及び利用実績等については、現行の技術的知見が文献1) に整理されており、参考となる。

(5) スラグ、石炭灰、コンクリート塊、アスファルト・コンクリート塊等をリサイクル材料として使用するときは、廃棄物処理法、海洋汚染防止法、土壤汚染対策法等の適用について検討する必要がある。リサイクル材料が廃棄物か否かは、材料ごとの物性として客観的、本来的に定まっているものではない。一般的にはその材料が有用で、他人に有償売却できる場合には、その材料は廃棄物でないことになる。

(6) 建設副産物及び産業副産物について、廃棄物として海洋投入処分（埋立をする場所を含む）を行う場合は、海洋汚染防止法、廃棄物処理法等の法令において有害物質の基準が規定されている。一方、それらを有効利用するために海洋投入する場合については、海洋汚染防止法、廃棄物処理法等の法令の適用を受けないが、その場合も文献8) 等において規定を設けており、参考となる。

本節に述べるリサイクル材料の環境安全品質に関して、文献2) ～5) 等が参考にできる。また、工事中のpH等の監視目標値等の観点から安全上留意する事項として、リサイクル材料のみを対象とした基準ではないが、文献6) 7) 等も参考となる。

(7) リサイクル材料の中には、性状に比較的ばらつきが大きいものもあるため、使用に先立ち、その物理的・力学的性質や供給量（発生量）等を十分に調査し、使用目的に合致するかを検討する必要がある。

(8) リサイクル材料を活用した施設の施工にあたっては、天然資源と異なる材料特性を有するものがあることから、材料特性に応じて、適切に運搬、貯蔵するとともに、適切な施工管理及び検査を行うものとする。

(9) リサイクル材料を活用した施設においては、材料特性を踏まえ、適切に維持管理を行うものとする。なお、リサイクル材料は天然資源と異なり、経時的に性質が変化することがあることから、適切な維持管理を行うため、維持管理上の配慮事項を維持管理計画書等に記載しておくことが望ましい。また、施設の補修・補強、改良等を行う場合、リサイクル材料の露出や建設副産物としての取扱いも想定されることから、使用したりリサイクル材料の種類、品質、量等を維持管理計画等に記載しておくことを標準とする。

(10) リサイクル材料の利用が、天然資源と比べて同等もしくはそれ以上の海域環境改善効果を有することが期待される場合には、藻場・浅場・干潟造成、覆砂材、人工海浜等に有効利用することも可能である¹⁾。リサイクル材料の海域環境改善のための有効利用の事例としては生物生息基盤への利用についての実証実験を参考にできる^{9)~13)}（〔参（共）〕第3章3 自然環境の保全・再生）。

7.2 スラグ

7.2.1 一般

スラグには、鉄鋼スラグ（高炉スラグ及び製鋼スラグ）、非鉄スラグ（銅スラグ、フェロニッケルスラグ、亜鉛スラグ等）、エコスラグ等がある。以下、各スラグの特徴を述べる。なお、高炉スラグ、電気炉酸化スラグ、フェロニッケルスラグ、銅スラグ及びエコスラグについては、コンクリート用骨材としてのJISが制定されている^{1) 14)}。

7.2.2 鉄鋼スラグ

(1) 鉄鋼スラグ¹⁵⁾は、製鉄業から大量に発生する産業副産物で、高炉スラグと製鋼スラグとに大別される。高炉スラグは、銑鉄を造る過程で発生するスラグであり（銑鉄1t当たり約300kg生成）、徐冷処理した高炉徐冷スラグと、加圧水を噴射し急激に冷却した高炉水砕スラグとに分けられる。製鋼スラグは、銑鉄を鋼にする製鋼工程で発生するスラグであり、製鋼炉の種類により転炉スラグと電気炉スラグとに分けられる（転炉スラグの場合、粗鉄1t当たり約130kg生成）。鉄鋼スラグの化学組成、物理特性、利用方法等については、港湾・空港等整備におけるリサイクルガイドライン（改訂）¹⁾を参照することができる。

(2) 高炉徐冷スラグは、主に道路用材等に用いられる粒状材料で、有効利用が進んでいる。

(3) 高炉水砕スラグは、軽量で砂状の材料である。高炉セメントの原料として利用されているほか、その軽量性を活かして、港湾の裏込材、サンドコンパクションパイル用材等としての利用も進められている。高炉水砕スラグを港湾工事に適用する際は、港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル¹⁶⁾を参照することができる。また、高炉水砕スラグを裏込材として利用する場合は、〔施〕第2章5.7 高炉水砕スラグ置換工法を参照すること。

(4) 製鋼スラグは、粒子の密度が砂等よりも大きく、粒度分布のよい粒状材料である。製鋼スラグには、成分として含まれる遊離石灰が水と反応することで膨張崩壊を起こす性質がある。そのため、蒸気を利用したエージング等により安定化処理を行った後に使用するのが一般的である。製鋼スラグは、道路用材、地盤改良用材等に使用されている他、せん断抵抗角が大きい特性を活かして、サンドコンパクションパイル用材として用いた例がある¹⁷⁾。エージング以外の安定化処理の方法として、石炭灰を多く混合することで膨張崩壊を抑制できることが知られており、鹿島港等でコンクリート用骨材に使用した例がある^{15) 18)}。近年では、製鋼スラグを浚渫土と混合して用いる方法も開発されている（本章7.6 浚渫土砂を参照）。製鋼スラグを港湾工事に適用する際は、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²⁾を参照することができる。

(5) 近年、異形ブロック、根固方塊等の港湾用土木材料として、鉄鋼スラグ水和固化体の利用が進んでいる。詳細については、鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル¹⁹⁾を参照することができる。