コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会

総合報告書

平成 24 年 3 月

緒　言

循環資源の利用推進は，天然資源の採取とそれに伴う自然環境の改変の抑制，ならびに空間資源としての廃棄物最終処分場の消費容量の節約により，真の循環型社会の構築に貢献するものである。特に，建設資材として利用される「**循環資材**」は，量的に膨大である中で，その有効利用は既に社会システムの一部となっており，廃棄物としての最終処分は少量のみが可能なバランスとなっている。したがって循環資材利用の仕組みをより強固なものとし，循環資材に対する信頼を将来にわたってより安定なものとしなければならない。特に，循環資材は環境安全性において配慮すべき化学物質を含む場合があるため，資材としての安定した品質の管理とともに，環境安全性に配慮するための品質（以下，「**環境安全品質**」という）の管理を着実に行うことが必要である。

鉄鋼業や非鉄製錬業の副産物として生じる鉄鋼スラグや非鉄スラグ，あるいは，一般廃棄物等を清掃工場等で溶融固化して生じる溶融スラグ（以下，「**スラグ類**」という）はわが国の代表的な循環資材であり，下表に示すように，コンクリート用のスラグ骨材及び道路の路盤ならびに加熱アスファルト混合物用スラグの日本工業規格（JIS）が制定されている。その中で，環境安全品質に関しては，平成 23 年 3 月 31 日現在，溶融スラグを対象とする **JIS A5031** 及び **JIS A5032** において溶出量基準と含有量基準が設定されており，さらに今後，鉄鋼スラグや非鉄スラグの JIS の改正や，新たな JIS の制定の際に，環境安全品質の導入が待たれている状況にある。

表．スラグ類の品質を規定する日本工業規格

JIS A5011-1	コンクリート用スラグ骨材－第 **1** 部：高炉スラグ骨材
JIS A5011-2	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
JIS A5011-3	コンクリート用スラグ骨材－第 **3** 部：銅スラグ骨材
JIS A5011-4	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
JIS A5015	道路用鉄鋼スラグ
JIS A5031	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
JIS A5032	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 24 年 3 月現在。将来制定される規格を併せて，本報告書ではこれらを「**該当 JIS**」という。

ここで，環境安全品質の管理はあらゆる循環資材に必要な共通の課題であるとの認識から,「**コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会**」では，スラグ類に留まらず，スラグ類を含めたあらゆる循環資材に共通化できる環境安全品質とその検査方法を導入するための基本的な考え方を提示し，その考え方に基づき，コンクリート用ならびに道路用のスラグ類の JIS へ環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針を提示することとした。本成果が，循環型社会と低環境リスク社会が両立した社会システムづくりの道標となることを強く望む。

平成 24 年 3 月

コンクリート用骨材又は道路用等のスラグ類に化学物質評価方法を導入する指針に関する検討会

座　長　大 迫 政 浩
（独立行政法人 国立環境研究所）

目　次

緒　言

第 1 章　はじめに
1-1　検討会設置の社会背景と経緯 …… 1
1-2　検討会の目的 …… 3
1-3　検討会の構成 …… 4
1-4　検討会の実施 …… 6

第 2 章　循環資材に共通の基本的考え方
2-1　既往の検討 …… 7
2-2　基本的考え方 …… 8
2-3　基本的考え方の適用の流れ …… 12

第 3 章　コンクリート用スラグ骨材又は道路用スラグへの基本的考え方の適用
3-1　最も配慮すべき曝露環境 …… 14
3-1-1　コンクリート用骨材 …… 15
3-1-2　アスファルト混合物用骨材 …… 16
3-1-3　路盤材 …… 16
3-1-4　地盤改良材，その他土木材料 …… 17
3-2　試験項目 …… 17
3-3　環境安全形式検査における試験方法 …… 18
3-3-1　試料調製方法 …… 18
3-3-2　試験方法ならびに測定方法 …… 19
3-4　環境安全品質基準 …… 19
3-4-1　基準設定項目 …… 19
3-4-2　評価地点の設定と基準レベル …… 20
3-4-3　含有量の上限について …… 20
3-5　検査体系及びその他の項目 …… 21
3-5-1　環境安全形式検査と環境安全受渡検査 …… 21
3-5-2　検査の責任者と試験の実施者 …… 21
3-5-3　検査の実施頻度 …… 22
3-6　検討課題 …… 22

3-6-1　**JIS K0058** の試験精度の向上 ……22
3-6-2　環境安全形式検査における溶出量試験方法の標準化 ……23

第 4 章　建設分野のあらゆる循環資材に共通の環境安全品質及びその検査方法の導入に向けて

4-1　はじめに ……24
4-2　基本的考え方の適用 ……24
4-2-1　最も配慮すべき曝露環境 ……25
4-2-2　試験項目 ……25
4-2-3　試験方法 ……26
4-2-3　環境安全品質基準 ……26
4-2-4　検査体系及びその他の項目 ……27
4-3　環境安全品質の導入に関する今後の展開 ……31

付録

A1　建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針
A2　附属書 I　コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針（本文）
A3　附属書 I　コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針（解説）
A4　附属書 II　道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針（本文）
A5　附属書 II　道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針（解説）

第 1 章　はじめに

1-1　検討会設置の社会背景と経緯

(1)　利用形態に応じた評価の必要性

鉄鋼業や非鉄製錬業の副産物として生じるスラグ，一般廃棄物等を清掃工場等で溶融固化した施設から生じる溶融スラグ，石炭火力発電に伴い排出される石炭灰，建設工事において発生する廃コンクリートや廃アスファルトコンクリート等の「**循環資材**」*に求められる環境安全品質としては，これまで，土壌の汚染に係る環境基準や土壌汚染対策法の評価方法（平成 3 年環境庁告示第 46 号，平成 15 年環境省告示第 18 号，同第 19 号）を援用して，循環資材がどのような状態や利用方法であっても，その試料を 2 mm以下に破砕して評価するケースがほとんどであった。しかしながら，循環資材やそれらを用いた製品の利用状況は，土壌と混合するなどして土壌とほぼ同等の取扱いのものから，成形固化され土壌とは全く異なる取扱いのものまで様々である。したがって，全ての循環資材のあらゆる利用方法に土壌の評価法を一律的に適用することは，科学的立場から適切ではない。この課題については施策上も認識されており, 既に, 環水土第 44 号 平成 13 (2001) 年 3 月 28 日付け都道府県知事・指定都市市長宛環境省通知「土壌の汚染に係る環境基準についての一部改正について」 において次のような見解が示されている。「路盤材，土木用地盤改良材等の再利用物の安全性の評価については，土壌環境基準及びその測定方法の援用が行われているが，現状有姿や利用形態に応じた適切な評価が行われる必要があると考えており，貴都道府県等においてこのような援用が行われている場合には，現状有姿や利用形態に応じた適切な評価につき十分留意されるようお願いしたい。また，再利用物の利用の促進と安全性の確保の観点から，再利用物の利用実態に即したリサイクルガイドライン等が関係省庁により早急に策定される必要があると考えている。」

(2)　日本工業標準調査会における環境側面導入の取り組み

一方，標準化の分野では，環境に配慮した材料・製品のための規格制定の重要性が，近年，ますます大きなものとなっているが，その取り組みの契機は平成 10 (1998) 年に示された **JIS Q0064** (**ISO Guide 64**)「製品規格に環境側面を導入するための指針」によるものである。**JIS Q0064** は，あらゆる製品が原料採取，製造，流通，使用又は処分において環境に何らかの影響を与えるとの認識に立ち，「最終製

---

* 循環資源のうち，建設資材として利用されるもの

品」のみならず,「素材・材料」,「中間材」等も含めた素材・製品へ環境側面を導入するための指針を示すものである。平成 13 (2001) 年 8 月には，日本工業標準調査会 環境・資源循環専門委員会より，今後の JIS 制定や改正の際には **JIS Q0064** を考慮し，製品本来の機能と製品のライフサイクルの各段階を通じた環境のバランスを確保することにより, 環境保全に資する JIS を通じた体系的な環境配慮を推進していくことが提言された。この提言の下, 平成 14 (2002) 年 4 月には「環境 JIS の策定促進アクションプログラム」が決定され，環境配慮規格（環境 JIS）策定のための中期計画 （環境・資源循環に関する約 130 の標準化テーマを含む）とともに，分野別環境配慮規格整備方針の策定が各技術専門委員会へ勧告された。この勧告を受けて，平成 15 (2003) 年 3 月には,「建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針」（以下「**建設分野指針**」という。本報告書付録 A1 に収録）が，土木技術専門委員会及び建築技術専門委員会によってとりまとめられた。これにより，建設工事の企画・計画，設計，施工，供用，維持管理・補修，解体，解体後の処理といったライフサイクルを通しての環境への影響改善に資するための，建設分野における環境 JIS 制定のための環境が整ったこととなる。

(3) 溶融スラグ JIS の制定と環境安全品質に関する課題

これらの JIS や指針の趣旨に従い，平成 17 (2005) 年 3 月には，**JIS K0058-1**「スラグ類の化学物質試験方法－第 1 部：溶出量試験方法」ならびに **JIS K0058-2**「スラグ類の化学物質試験方法－第 2 部：含有量試験方法」が，スラグ類の環境安全品質評価のための試験規格として制定された。続いて，**JIS A5031**「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」ならびに **JIS A5032**「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」が平成 18 (2006) 年 7 月に制定された。これらの **JIS A5031** ならびに **JIS A5032** では, 環境安全品質の項目として溶出量基準ならびに含有量基準が初めて設定され，基準合格を判定するための試験方法として **JIS K0058-1** 及び **K0058-2** が引用された。

JIS K0058-1 溶出量試験は 2 つの溶出量試験方法が規定され，うち一つは試料を有姿で試験するものである。したがって，**JIS K0058-1** の採用は「利用形態に応じた適切な評価」に向けて大きな前進であったが，主に以下の二点から更に適切な評価方法への改善が望まれる。

第一は，試験データの継続性への配慮により，以前より援用されていた土壌環境基準の溶出試験（平成 3 年環境庁告示第 46 号，平成 15 年環境省告示第 18 号）に準じた試験方法が **JIS K0058-1** に並記されたことである。なお，試料調製方法は

土壌の試験では指で押しつぶす程度の強さで土壌試料を粗砕し 2 mm 篩を通過した画分のみを試験に用いるのに対して，**JIS K0058** ではスラグ試料を全て砕き 2 mm 篩を通過させて使用するため，試料の破砕という点で，土壌の試験よりも厳しい調製方法となっている。

第二は，**JIS A5031** ならびに **A5032** では「溶融スラグの製造者による品質保証を前提」としたため，利用形態を考慮した評価については検討の余地が残されたまま，「溶融スラグ単体で土壌環境基準に基づく溶出量基準，及び土壌汚染対策法に基づく含有量の指定基準を満足することを要件」とした点である。なお **JIS A5031** ならびに **A5032** の解説では，これらは暫定的な要件であることが次のように記されており，試験方法等の更なる発展が期待されている：「国際的に再生製品の環境安全管理に関して現在活発な議論がなされていることから，以上の基準の考え方は，新しい知見が科学的に確立されこの JIS が適切に改正されるまでの間の暫定的な措置とする」。

(4)　スラグ類ならびにあらゆる循環資材への展開

JIS A5031 ならびに **A5032** が制定された 2006 年頃より，鉄鋼業や非鉄製錬業の副産物として生じるスラグの環境安全品質に関する詳細な研究が行われるとともに [1-2)]，これらのスラグのコンクリート用骨材ならびに道路用材料の JIS へ環境安全品質を設定するための検討が開始された。検討では，利用有姿としての試料調製方法や，再々利用時の環境安全品質の確保等に関して議論が重ねられた。そしてこれらの検討が進むにしたがい，このような環境配慮のための試験規格や品質規格は，スラグのみにとどまらず，様々な循環資材に今後必要となる可能性が高いことが認識された。

そこで，「コンクリート用スラグ骨材 JIS 改正原案作成委員会」（委員長：愛知工業大学 長瀧重義氏）の下に平成 21 (2009) 年 4 月「スラグ類の化学物質評価方法検討小委員会」（委員長：独立行政法人国立環境研究所 大迫政浩氏）が設置され，1 年間の検討により，「建設系循環資材の化学物質評価方法に関する基本的考え方」の素案，ならびに，この考え方に基づいた「スラグ製品の化学物質評価方法に関する考え方」がとりまとめられた。

1-2　検討会の目的

本検討会は，「循環資材へ環境安全品質及びその検査方法を導入するための基本的考え方」（以下，「**基本的考え方**」という）を提示するとともに，この提案に基

づき,「コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」及び「道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」（それぞれ本報告書付録 A2 及び A4 に収録）を提示することを目的とした。両指針は平成 15 (2003) 年制定の「建設分野指針」の附属書に位置づけられるものであり，該当 JIS（緒言を参照のこと）は，指針の制定から 2 年以内に環境安全品質を導入することが求められている。

1-3　検討会の構成

本検討会は，その成果が利用推進と環境安全確保の両面から現実的かつ合理的なものとなるよう，スラグ製造業者は勿論のこと建設業者等のユーザー，公共調達機関，学識経験者，関係省庁関係部署等から成る以下の委員ならびに関係者で構成した。

＜委員長＞

大迫　政浩　　(独) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター長

＜委　員＞

岡本　誠一郎　(独) 土木研究所 材料地盤研究グループ 上席研究員
（平成 23 年度 第 2 回より 内田 勉）
長田　守弘　　(社) 日本産業機械工業会 代表企業委員
鹿毛　忠継　　(独) 建築研究所 材料研究グループ 上席研究員
菊池　喜昭　　(独) 港湾空港技術研究所　地盤・構造部　部長
久保　和幸　　(独) 土木研究所 道路技術研究グループ 上席研究員
栗栖　一之　　日本鉱業協会 非鉄スラグ委員会 委員長
小林　延房　　(社) 日本土木工業会
肴倉　宏史　　(独) 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 主任研究員
清水　和久　　旭コンクリート工業 (株) 技術部長
陣内　浩　　大成建設 (株) 技術センター 建築技術研究所 主任研究員
副田　康英　　全国生コンクリート工業組合連合会 技術委員長
塚越　浩　　東京二十三区清掃一部事務組合 施設管理部 副参事
辻　　幸和　　群馬大学大学院　教授（平成 22 年度で終了）
戸澤　宏一　　鐵鋼スラグ協会 技術委員長
（平成 22 年度 第 4 回より 薮田 和哉）

長瀧　重義　　愛知工業大学 特任教授
橋本　修治　　日本道路(株) 執行役員技術部長
細見　正明　　東京農工大学大学院 教授
前田　正俊　　JX 日鉱日石金属 (株) 金属事業本部 総括室 主席技師
丸山　暉彦　　長岡技術科学大学 名誉教授
山中　量一　　(株) 神戸製鋼所 鉄鋼部門技術総括部 資源循環グループ
　　グループ長
渡辺　博志　　(独) 土木研究所 材料地盤研究グループ 上席研究員
(50 音順，敬称略)

＜関係者＞
秋山　博　　日本鉱業協会 技術部 兼 環境保安部 部長代理
浅古　勝久　　国土交通省 大臣官房技術調査課 課長補佐
足立　晃一　　環境省 水・大気環境局 土壌環境課
　　（平成 22 年度 第 2 回より 根木 桂三）
石井　芳明　　経済産業省 製造産業局 住宅産業窯業建材課 セメント係長
奥村　博昭　　鐵鋼スラグ協会 技術部長
坂本　浩一　　経済産業省 産業技術環境局 産業基盤標準化推進室 係長
佐々木忠則　　経済産業省 資源エネルギー庁 鉱物資源課 課長補佐
　　（平成 22 年度 第 2 回より 鯉江 雅人）
関野　武志　　経済産業省 産業技術環境局 産業基盤標準化推進室 課長補佐
　　（平成 22 年度 第 3 回より坂元 耕三）
鈴木　澄江　　(財) 建材試験センター 経営企画部 調査研究課 課長
高橋　和敬　　経済産業省 産業技術環境局 環境生活標準化推進室 課長補佐
　　（平成 23 年度 第 1 回より 齋藤 充）
坪井　晴人　　(社) 日本産業機械工業会 部長
中野　治郎　　経済産業省 産業技術環境局 産業基盤標準化推進室 係長
　　（平成 23 年度 第 1 回より 黒木 伸洋）
藤原　忠　　環境省 大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課
堀越　稔　　経済産業省 製造産業局 鉄鋼課製鉄企画室 課長補佐
松井　康治　　国土交通省 住宅局 建築指導課 課長補佐
森戸　義貴　　国土交通省 道路局 国道・防災課 技術企画官
(50 音順，敬称略)

1-4　検討会の実施

下記に示すように，平成 22 年度は全 4 回の検討会と，震災等の影響により書面審議，追加書面審議を行った。平成 23 年度は全 2 回の検討会を行い，さらに書面審議を実施し，最終検討会を委員長他 4 名の出席で実施した（検討会の議事録を本報告書付録 A6 に収録）。

その間，平成 23 年 7 月 12 日付けで本検討会の成果である「コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」ならびに「道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針」（本報告書付録 A2 及び A4 に収録）が日本工業標準調査会 土木技術専門委員会 及び 建築技術専門委員会 の審議を経て制定された。

平成 23 年度の検討会では，主に，指針の解説の内容，ならびに建設分野のあらゆる循環資材への「基本的考え方」導入のあり方について検討を行った。

平成 22 年度

第 1 回	平成 22 年 5 月 14 日	株式会社三菱総合研究所内会議室
第 2 回	平成 22 年 7 月 14 日	株式会社三菱総合研究所内会議室
第 3 回	平成 22 年 9 月 8 日	株式会社三菱総合研究所内会議室
第 4 回	平成 22 年 12 月 10 日	株式会社三菱総合研究所内会議室
書面審議	平成 23 年 3 月 28～30 日	
追加書面審議	平成 23 年 5 月 16～27 日	

平成 23 年度

第 1 回	平成 23 年 9 月 15 日	株式会社三菱総合研究所内会議室
第 2 回	平成 23 年 11 月 8 日	株式会社三菱総合研究所内会議室
書面審議	平成 23 年 12 月 27～平成 24 年 1 月 16 日	
最終検討会	平成 24 年 1 月 17 日	日本鉱業協会会議室

引用文献

1) 「非鉄スラグ製品の有効利用におけるリスク解析調査」報告書（日本鉱業協会，2009）
2) 「製鋼スラグ製品の環境配慮型有効利用技術に関する研究」報告書（（社）産業環境管理協会，製鋼スラグ環境配慮型有効利用研究会，2010）

第 2 章　循環資材に共通の基本的考え方

2-1　既往の検討

循環資材が備えるべき環境安全品質とその管理方策のあり方に関する既往の検討としては，ドイツ，オランダ，日本の環境安全管理制度比較を通して俯瞰的に考察したものがあり[1)]，①循環資材・再生製品と天然資材・製品，廃棄物との環境安全管理手法の関係，②材料段階や製品段階でのチェックゲートによる管理，③トレーサビリティ，④有害性に応じた段階的管理，⑤土壌環境管理との関係，⑥利用状況の想定，⑦利用判定に用いる値の選定，⑧現実的な管理の 8 項目が今後の制度設計において検討すべき課題として指摘している[†]。これと別の検討[2)]では，わが国における環境安全管理制度において，①環境安全品質評価方法の標準化・体系化の必要性，ならびに②ライフサイクルマネジメントの視点の重要性を指摘したものがある。その他の検討として，2009 年末の欧州専門家ヒアリング調査に基づき，環境安全管理制度を検討する際の要点は，①制度の実効レベル，②対象品目の範囲，③利用制限方法や管理方法，④試験方法であることを抽出したものがある[3)]。

これらの考え方の統合を試みた例として，循環資材の環境安全品質レベルに応じて，図-2.1 のようにチェックゲートとトレーサビリティを組合せて管理を行う素案が示されている[4)]。この素案では，分散利用され散逸する可能性のあるものは材料段階で検査を行い，その場合の環境安全品質はどのような環境に置かれても十分に安全なものとなるよう厳しい基準を設定することとし，一方，利用方法や利用場所を制限したり，所在の記録や管理が行われるケースでは，環境安全品質はその利用形態を想定した検査に合格できれば良いこととしている。このように，循環資材の最初の利用形態だけではなく，その後のライフサイクルを考慮することにより，環境安全品質をより適切に評価できる。

なお 2011 年末の欧州専門家ヒアリング調査では，ドイツ，オランダ，フランス，ベルギー，ルクセンブルグの各国で，個別に，製鋼スラグをはじめとする循環資材の利用と環境安全品質に関する取り組みがなされていることが把握された。欧州全体では，建設製品指令（EU Construction Products Directive, CPD）は建設製品規制（EU Construction Products Regulation, CPR）への改正に伴い，基本要求事項の第 7 項に Sustainability が加えられたことから，今後，欧州全体が循環資材の優先使用へ進むものと予想される。

---

†一部の語句は本報告書の語句と一致するよう修正した。

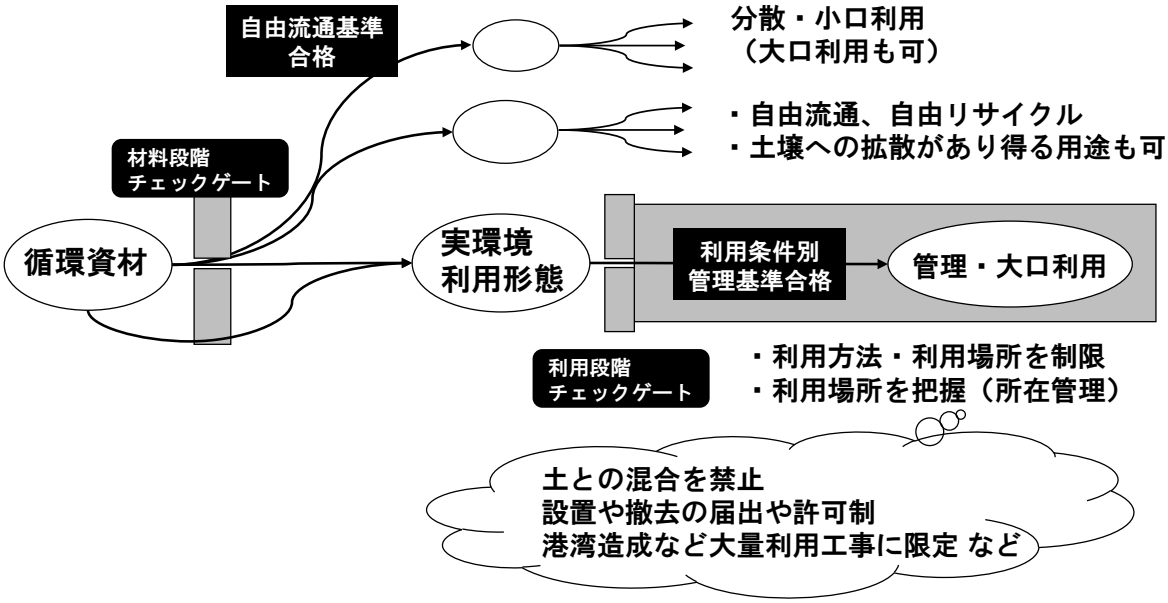


図-2.1　循環資材の環境安全品質管理方策の考え方

2-2　基本的考え方

「循環資材の環境安全品質及び検査方法に関する基本的考え方」(基本的考え方)を次のように提示する。この考え方は，スラグ類に留まらず，スラグ類を含めたあらゆる循環資材に共通化できる環境安全品質とその検査方法を導入するためのものであり，平成 22 年度に設置された「スラグ類の化学物質評価方法検討小委員会」‡ より検討が開始され，本検討会でその内容についてさらに検討を重ね，とりまとめたものである。

‡日本工業標準調査会における位置づけは本検討会とは異なるが，構成委員の多くが本検討会に参画しており，また，検討内容も引き継いでいることから，実質上，本検討会の前身委員会に当たる。

循環資材の環境安全品質及び検査方法に関する基本的考え方

(1) 最も配慮すべき曝露環境に基づく評価： 環境安全品質の評価は，対象とする循環資材の合理的に想定しうるライフサイクルの中で，環境安全性において最も配慮すべき曝露環境に基づいて行う。
(2) 放出経路に対応した試験項目： 溶出量や含有量などの試験項目は，(1) の曝露環境における化学物質の放出経路に対応させる。
(3) 利用形態を模擬した試験方法： 個々の試験は，試料調製を含め，(1) の曝露環境における利用形態を模擬した方法で行う。
(4) 環境基準等を遵守できる環境安全品質基準： 環境安全品質の基準設定項目と基準値は，周辺環境の環境基準や対策基準等を満足できるように設定する。
(5) 環境安全品質を保証するための合理的な検査体系： 試料採取から結果判定までの一連の検査は，環境安全品質基準への適合を確認するための「環境安全形式検査」と，環境安全品質を製造ロット単位で速やかに保証するための「環境安全受渡検査」とで構成し，それぞれ信頼できる主体が実施する。

各項目の関連事項や留意点等を以下に記す。

(1) 最も配慮すべき曝露環境に基づく評価

まず，循環資材が備えるべき環境安全品質は，循環資材が置かれる曝露環境によって異なる。すなわち粒状や塊状のまま露出した状態で使用する場合と，コンクリート等によって成形固化して使用する環境では，前者の方がより高い環境安全品質が必要である。したがって，循環資材が出荷される前の段階であっても，その循環資材の利用，再利用，処分といったライフサイクルの中で最も危険な状態を基準として評価できれば， その循環資材のライフサイクルにおける環境安全品質を保証できる。このように，「最も配慮すべき曝露環境」の決定は基本的考え方の起点となるので，対象とする循環資材のライフサイクルを十分に調査検討し，慎重に決定しなければならない。ここで，極めて希な用途を「合理的に想定しうるライフサイクル」の範囲に含めることは，全体の利用が極端に阻害される恐れ

があることから避けることが適当である。環境影響が懸念される極めて希な用途は，使用禁止等の他の適切な管理を行うべきである。

「最も配慮すべき曝露環境」の決定の仕方として，例えばコンクリート用骨材では次のようになる。コンクリート構造物はコンクリートとしての利用を終えると，破砕され，路盤材等の他の用途へ再利用される場合が多い。したがって最初のコンクリート構造物の状態と再利用後の様々な再利用の状態の中で，環境影響が最も大きいと判断される状態を「最も配慮すべき曝露環境」に決定することとする。別の例として，循環資材が港湾のコンクリート構造物や高規格道路用盛土等のように再利用が想定されない用途の場合は，その用途自体を「最も配慮すべき曝露環境」とすることになる。また，利用場所や利用量等の情報管理が行われる場合は，利用後の撤去や再利用における環境安全品質の管理も着実になされるので，初回の用途を「最も配慮すべき曝露環境」とする。

なお，成形固化されたものの評価方法に対する考え方には，従来，利用推進と環境安全品質確保の両面からの意見があった。利用推進の面からは，使用中の状態を考慮して成形体のままで評価すべきというものであり，環境安全品質確保の面からは，成形固化物であっても長期的な細粒化を前提として，土壌の溶出試験方法である平成 3 年環境庁告示第 46 号に準じて 2 mm 以下に粉砕して評価すべきというものである。しかしながら，前者は利用が終了した後に破砕されて再利用される可能性に対する評価が不十分である懸念が，また，後者は全て 2 mm 以下に粉砕されることは過剰なものであり循環資材利用を過剰に阻害する懸念がそれぞれある。一方，「基本的考え方」では撤去後の再利用や処分も含めたライフサイクルを調査し，その中で環境影響が最も懸念され，最も配慮すべき状態に基づいて評価することとしており，両意見に対して合理的な回答を与えるものである。

(2)　放出経路に対応した試験項目

環境安全品質として考慮すべき化学物質の放出経路には，主に，雨水や地下水との接触による溶出経路，及び，粉じんの発生等による直接摂取経路があり，溶出量試験と含有量試験によって評価を行う。ここで，(1) で決定した「最も配慮すべき曝露環境」において，放出経路として想定されないものについては，その経路についての試験を実施する必要は無い。例えばコンクリート構造物の場合は溶出経路のみが想定されるので，溶出量試験のみを実施するのが適切である。また，道路の場合は粉じんの発生と雨水との接触の両方が想定されるので，溶出量試験と含有量試験の両方を実施するのが適切である。

(3)　利用形態を模擬した試験方法

(1) で決定した「最も配慮すべき曝露環境」に基づく評価を行うために，試料調製では，他の材料との混合，成形固化，破砕，粒度調製等の実際に行われる加工や処理後の状態を模擬して調製した試料（「利用模擬試料」と呼ぶ）を用いるのが最も適切である。ただし，試料調製を効率的に行うために，循環資材単体での試験実施は妨げない。

溶出量試験ならびに含有量試験の方法についても同様に，「最も配慮すべき曝露環境」を模擬した方法が適切である。現状では，それぞれ **JIS K0058-1** の **5.**（有姿撹拌試験）ならびに **JIS K0058-2** が適当である。なお，土壌と混合利用することによって周辺土壌と区別できない利用形態の場合は，土壌汚染対策法に基づく環境省告示 18 号，19 号試験を適用すべきである。

(4)　環境基準等を遵守できる環境安全品質基準

カドミウムや鉛等の環境安全品質基準項目は，溶出経路については周辺土壌や地下水，表流水，海水などの環境媒体の環境基準や対策基準（「環境基準等」という）の項目を，また，直接摂取経路については土壌汚染対策法の含有量基準の項目をそれぞれ基本とする。それらの中で，循環資材の使用原料や製造工程等，ならびに十分な試験データの蓄積に基づき基準値を超過する可能性が極めて低いと判断できる項目は省略できるものとする。

各項目の基準値は，溶出経路については周辺土壌や地下水等の環境媒体が長期にわたってそれぞれの環境基準を遵守できるように設定し，直接摂取経路については，土壌汚染対策法の含有量基準を遵守できるように設定するのが適切である。なお，土壌と混合利用すること等によって周辺土壌と区別できない利用形態の場合は，土壌汚染対策法の基準値と同等の値を設定すべきである。

(5)　環境安全品質を保証するための合理的な検査体系

環境安全品質は　(2) から (4) に基づく検査（「環境安全形式検査」という）によって保証するが，利用模擬試料の調製等には多くの時間と労力を要するため，製品検査により適した方法として，製品ロット単位で迅速な検査が可能な「環境安全受渡検査」を設定することとする。環境安全受渡検査は，環境安全形式検査に合格したものと同じ条件で製造された循環資材を単体で適用することを基本とし，環境安全形式検査に合格したものと同等の品質であることを保証する。これを行うために，環境安全受渡検査判定値を適切に設定する。

また，それぞれの検査の信頼が保たれるように，検査の頻度や各検査の実施主

体を適切に設定する。

2-3　基本的考え方の適用の流れ

ある循環資材の環境安全品質とその検査方法を設定する際に，「基本的な考え方 」を適用するための手順を図-2.2 に示す。はじめに循環資材のライフサイクルを適切な方法で精査・検討し，その結果に基づき (1)「最も配慮すべき曝露環境」を決定する。次に，「最も配慮すべき曝露環境」とそのときの循環資材の状態に基づき，環境安全形式検査の内容，すなわち (2) 試験項目，(3) 試験方法，ならびに (4) 環境安全品質基準を決定する。さらに，(5) 環境安全受渡検査方法，ならびに各検査の頻度や実施主体等を規定する。

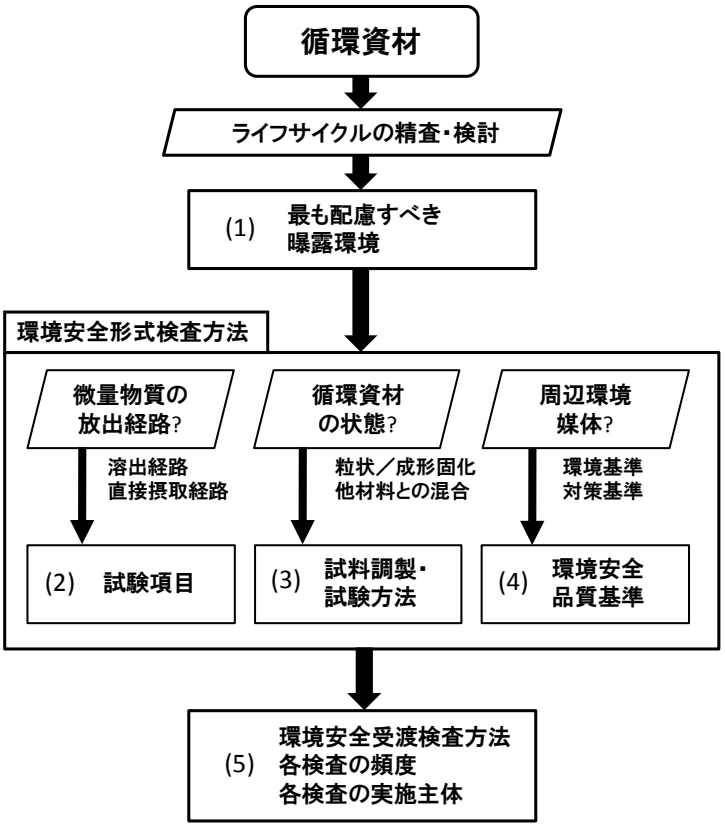


図-2.2　循環資材に環境安全品質と検査方法を設定するための手順の概要

引用文献

1) 田崎智宏，大迫政浩，酒井伸一：一般環境中で利用される再生製品に含まれる有害物質の環境安全性管理制度の比較，廃棄物学会論文誌，Vol.14，No.1，1-9 (2003)
2) 大迫政浩，肴倉宏史：再生製品の環境安全管理に関する現状と今後の展望－建設資材系再生製品に関する評価方法と許容基準－, 廃棄物学会誌, Vol. 17, No. 4, pp.206-233 (2006)
3) 例えば，肴倉宏史 (2009) 副産物の利用に伴う地盤環境リスク,「建設・産業副産物の地盤工学的有効利用」セミナーテキスト，(社)地盤工学会
4) 肴倉宏史，建設材料利用される副産物・廃棄物の欧州における環境安全管理方策，安全工学，49 (2) 87-93 (2010)

第 3 章　コンクリート用スラグ骨材又は道路用スラグへの基本的考え方の適用

前章で示した「循環資材の環境安全品質及び検査方法に関する基本的考え方」に基づき，スラグ類の該当 JIS（本報告書「緒言」参照）へ環境安全品質を導入するための次の二つの指針を規定した。両指針は，日本工業標準調査会 土木技術専門委員会ならびに建築技術専門委員会の審議を経て平成 23 年 7 月 12 日付けで制定されたものである。

- コンクリート用スラグ骨材に環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針（本報告書付録 A2 に収録）
- 道路用スラグに環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針（本報告書付録 A4 に収録）

本章では，図-2.2 に示した手順にしたがい，基本的考え方をスラグ類に適用し，最も配慮すべき曝露環境，試験項目，試験方法，環境安全品質基準及び検査体系を決定した際の考え方について述べる。詳細な内容については，上記の両指針の解説（本報告書付録 A3, A5 に収録）に記述した。

3-1　最も配慮すべき曝露環境

スラグ類のライフサイクルは，関係者からの聞き取り調査や資料調査を行った結果，図-3.1 のように整理された。なお，この調査では，スラグ類の利用実績に基づきコンクリート骨材利用と道路材料利用の他，セメント原材料，地盤改良材（浅層・深層改良，SCP 工法等）及び土木材料（港湾海域・陸上，ケーソン中詰等）も対象とした。

以下に，各用途ごとにライフサイクルの概要ならびに最も配慮すべき曝露環境を規定した際の考え方を述べる。

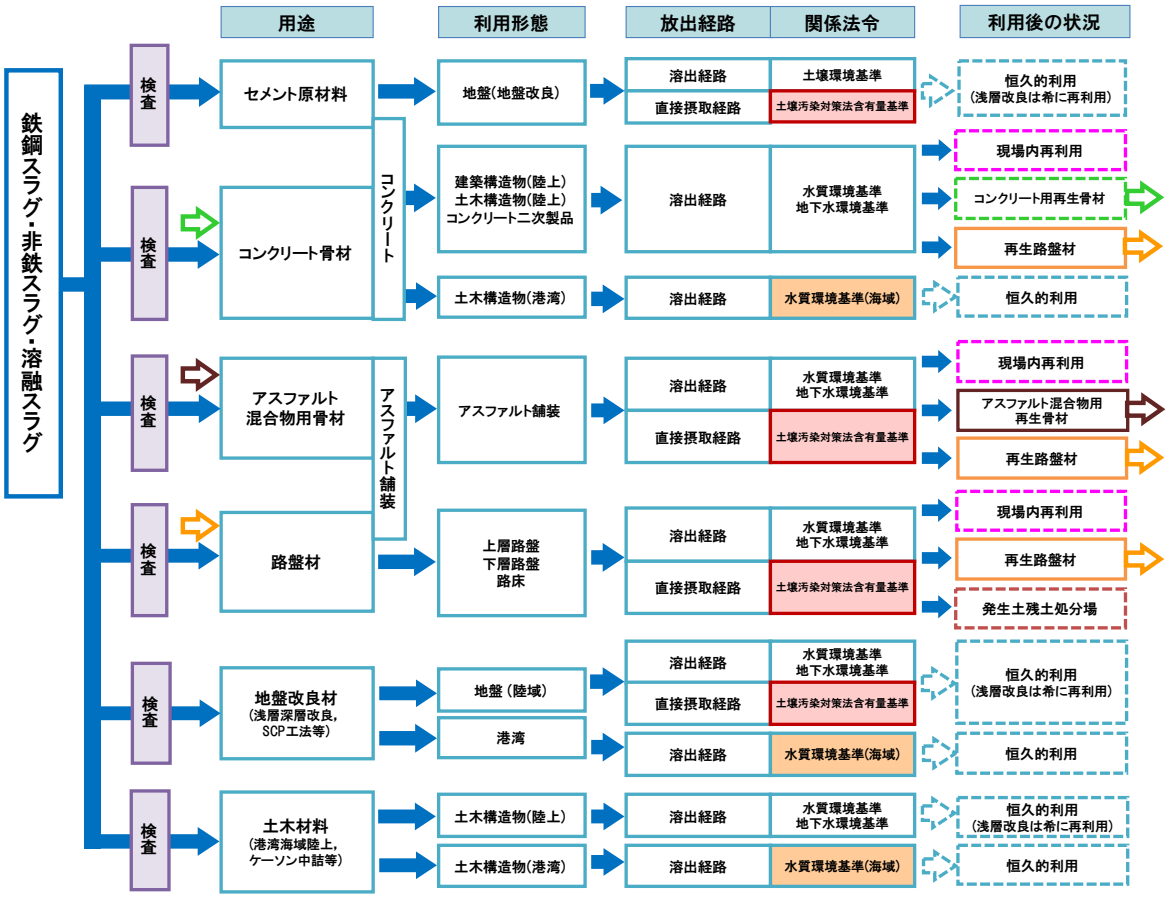


図-3.1　スラグ類のライフサイクル

（利用後の状況に付された矢印はそれぞれの用途へ再利用が想定される）

3-1-1　コンクリート用骨材

コンクリート用骨材は，主に，建築構造物，土木構造物，コンクリート二次製品として利用されており，そのライフサイクルは再利用が想定される場合と想定されない場合に大きく分けられる。再利用が想定されない場合の多くは，土木構造物のうち港湾施設で利用される場合であった。そこで，土木構造物は陸上と港湾に基本的に分けて考えることとした。

調査より，建築構造物，土木構造物（陸上），及びコンクリート二次製品（以上を「一般用途」という）は，利用を終えると，破砕され，再生路盤材，現場内再利用，コンクリート用再生骨材等として再利用されることが明らかとなった。さらに調査では，これらのうち再生路盤材が一般的であり，現場内再利用は破砕・敷設して地盤材料に利用することもあるが，大規模な解体工事での敷石等に限られており非常に希であること，コンクリート用再生骨材は普及があまり進んでい

ないこと，また，再生路盤材は，道路補修時に掘り起こして粒度調製したのち，再生路盤材として再び利用される場合が多く，一部は建設発生土処分場に搬入されることもあるが，限定的であることが把握された。以上より，一般用途のコンクリート用骨材の「合理的に想定しうるライフサイクル」は，初回のコンクリート構造物等の状態と，再生路盤材の状態があり，このうち，破砕されることによって表面積が増加するとともにスラグ骨材の表面への露出も増加することから，再生路盤材の状態を，一般用途における「最も配慮すべき曝露環境」に決定した。

一方，港湾施設のコンクリート構造物は，再利用を前提としておらず，また，もし利用を終えた場合でも港湾施設以外で再利用されることはほとんどないことが関係者ヒアリングより把握された。そこで，再利用が想定されない港湾施設のコンクリート構造物への用途を「港湾用途」と呼び，港湾用途の「最も配慮すべき曝露環境」をコンクリート構造物の状態に規定した。なお，港湾施設の用途であっても再利用が想定される場合は一般用途として取り扱わなければならないこととした。

3-1-2　アスファルト混合物用骨材

道路用材料のうちのアスファルト混合物用骨材は，アスファルト舗装に利用され，利用後の状況としては現場内再利用，アスファルト混合物用再生骨材としてのアスファルト舗装利用，及び再生路盤材利用が挙げられる。このうち現場内再利用はコンクリート骨材で述べたのと同様に希なケースである。

アスファルト舗装（初回または再利用）と再生路盤材を比較すると，アスファルト舗装では損耗による粉じんの発生や雨水との接触による溶出などが想定されるものの，再生路盤材としての利用では破砕されることによって表面積が増加するとともにスラグ骨材の表面への露出も増加することから，再生路盤材をアスファルト混合物用骨材の「最も配慮すべき曝露環境」とした。

3-1-3　路盤材

道路用材料のうちの路盤材については，図-3.1 より，路盤に利用され，利用後の状況としては現場内再利用，再生路盤材としての再利用の他，建設発生土処分場へ搬入されることもあるが，現場内再利用や建設発生土処分場への搬入は限定的であることが把握された。以上より，路盤材の「最も配慮すべき曝露環境」は再生路盤材の状態に規定した。

3-1-4　地盤改良材，その他土木材料

参考として，地盤改良材及びその他土木材料の考え方を以下に示す。

地盤改良材の場合，一部の浅層地盤改良を除いて，再利用が想定されない利用となることから，地盤としての状態を「最も配慮すべき曝露環境」とするのが適当である。一部の浅層地盤改良の場合は再利用の可能性や土壌汚染対策法適用の可能性を検討する必要がある。

その他の土木材料についても同様に，基本的に再利用が想定されないので，これを「最も配慮すべき曝露環境」に決定するのが適当である。

ただし，いずれの場合においても再利用が想定される場合は，再利用後の状態を含めて「最も配慮すべき曝露環境」を改めて検討する必要がある。

3-2　試験項目

前節の検討を受けて決定した「最も配慮すべき曝露環境」に基づき，コンクリート用骨材または道路用材として利用する場合の試験項目を表-3.1 のように決定した。

ここで，路盤材は上部舗装によって通常は表面が露出しないものの，将来に渡り複数回リサイクルされ，中には直接摂取の可能性も考えられることから，含有量試験を実施することとした。

表-3.1　コンクリート用骨材または道路用スラグの試験項目

用途	最も配慮すべき曝露環境	試験項目
コンクリート用骨材 （一般用途）	再生路盤の状態	溶出量試験及び 含有量試験
コンクリート用骨材 （港湾用途）	コンクリート構造物の状態	溶出量試験
アスファルト混合物用骨材	再生路盤の状態	溶出量試験及び 含有量試験
路盤材	再生路盤の状態	溶出量試験及び 含有量試験

3-3　環境安全形式検査における試験方法

前節までで決定した試験項目を実施するための，環境安全形式検査における試料調製方法と試験方法の概要を表-3.2 に示し，その内容を以下に記す。

表-3.2　コンクリート用骨材または道路用スラグの環境安全形式検査における試験方法

用途	試料調製方法		試験方法	
	利用模擬試料	スラグ試料	溶出量試験	含有量試験
コンクリート用骨材（一般用途）	出荷用に調製済みのスラグと他の材料とを利用配合比に合わせて混合して成形体を作製後，破砕し粒度調製したものを用いる。	出荷用に調製済みのスラグをそのまま用いる。	JIS K0058-1 の 5.	JIS K0058-2
コンクリート用骨材（港湾用途）	上記と同様に作製した成形体を，そのまま用いる。	〃	〃	なし
アスファルト混合物用骨材	上記と同様に作製した成形体を破砕し粒度調製したものを用いる。	〃	〃	JIS K0058-2
路盤材	利用配合比に合わせて他の材料と混合し粒度調製したものを用いる。	〃	〃	〃

3-3-1　試料調製方法

2-2 (3) で述べた考え方に基づき，試料調製方法は「最も配慮すべき曝露環境」を模擬した「利用模擬試料」を調製することを基本とし，「スラグ試料」を用いてもよいこととした。

利用模擬試料を選択した場合の試料調製方法は，一般用途のコンクリート用骨材，または，アスファルト混合物用骨材の場合，図-3.1 に示すように，成形体を作製後，破砕し，再生路盤材の粒度へ調製するというものである。再生路盤材は RC40 相当よりも小さい粒度の需要は少ないことから，調製する粒度は RC40 程度とした。港湾用途のコンクリート用骨材の場合は，成形体を作製後，そのままの状態で試験に使用することとした。路盤材の場合は，所定の割合で他の材料と混合し，RC40 相当の粒度範囲となるように調製することとした。

溶出量試験では利用模擬試料をそのまま適用するが，含有量試験では，さらに，利用模擬試料を 2 mm 以下に粉砕して使用することとした。なお，**JIS K0058-2** 含有量試験には 2 mm 以下の粒度区分について規定されていないが，誤差要因となっている可能性があるため，2 mm 以下の粒度をさらに規定した。

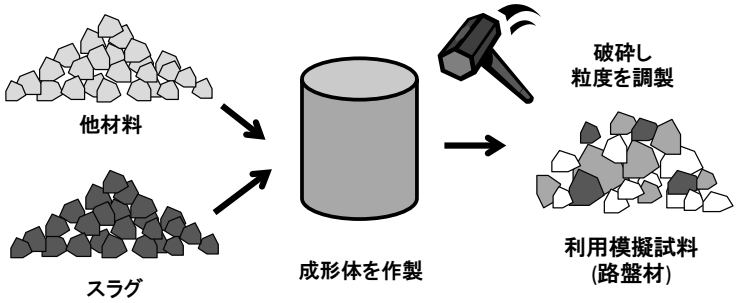


図-3.1　コンクリート用骨材（一般用途）及びアスファルト混合物用骨材の利用模擬試料の調製手順の概要

3-3-2　試験方法ならびに測定方法

(1) 溶出量試験

利用模擬試料を適用できることから，**JIS K0058-1** の **5.**「利用有姿による撹拌試験」とすることとした。

(2) 含有量試験

JIS K0058-2 にしたがうこととした。

3-4　環境安全品質基準

3-4-1　基準設定項目

環境安全品質基準の設定項目は，土壌環境基準，地下水環境基準，水質環境基準，土壌汚染対策法含有量基準等で示されている項目とすることが適当であるが，「基本的考え方」の (4) より，使用原料や製造工程等，ならびに十分な試験データの蓄積に基づき基準値を超過する可能性がないと判断できる項目については省略することとした。具体的には，VOC や農薬・PCB 等はスラグの製造工程で熱分解し，重金属等のうちのシアンは分解・揮発してガス側に移行するため，基準設定項目としないこととし，重金属等のうちのカドミウム，鉛，六価クロム，ひ素，水銀，セレン，フッ素及びホウ素の 8 項目を規定した。なお，これら 8 項目の中にはスラグの種類によっては省略できるものも含まれるが，製造設備の改良，製造プロセス，原料や添加物の変更などが影響を与える可能性があることから，環境安全形式検査の段階では，環境安全品質基準として全 8 項目を設定し，検査を行うこととした。

なお，環境安全受渡検査では，十分な数の試験を行って検出されないことが確

認され，なおかつ，スラグ骨材の使用原料や製造工程を精査してスラグ骨材から検出される可能性が非常に低いと判断された項目については, 該当 JIS において省略できることとした。これは，環境安全受渡検査は簡単かつ迅速に行う内部管理指標の役割を担うことから，検査の必要性が極めて低い項目を除くことで，より効率的に実施できるようにするためである。

3-4-2　評価地点の設定と基準レベル

2-2 節 **(4)** に示したように，環境安全品質基準は，スラグを使用している箇所の周辺の土壌，地下水，海水等の環境媒体が環境基準等を遵守できるように設定しなければならない。設定の方法としては，環境基準等を遵守すべき評価地点（Point of Compliance, POC）を環境媒体中に置き，スラグから放出された化学物質が POC へ移動するまでの挙動を予測計算する場合がある（POC はスラグ利用箇所の直下，敷地境界直下，利用箇所から地下水下流方向のある地点，等で，実際の状況に基づき関係者間の協議によって決定されるべきものである）。ただし，本検討では，スラグと直接接している部分も環境基準等を満足できるように，POC は特定の地点に設定せず，対象とする環境媒体全体を POC とし，環境媒体の一部でも環境基準を超えないことを条件とした。

具体的には次のようになる。一般用途のコンクリート用骨材等は「最も配慮すべき曝露環境」が再生路盤材であるので，溶出経路において環境基準を遵守すべき環境媒体は，土壌及び地下水である。そこで，この場合，溶出量基準は環境基準値と同等の値となる。また，再生路盤材の直接摂取経路については，含有量基準は土壌汚染対策法の含有量基準と同等の値となる。次に，港湾用途のコンクリート用骨材の場合，「最も配慮すべき曝露環境」は再利用が想定されない港湾施設であり，環境基準を遵守すべき環境媒体は海水である。この場合，大量の海水中に放出されることによる濃度低下は期待できるものの，海産物への蓄積による影響等の詳細な検討が必要であることから，当面の間の設定として，環境安全品質基準は環境基準（海域）の 3 倍とした（ただしフッ素とホウ素は海水中の濃度が高く，環境基準（海域）が設定されていないことを勘案した）。港湾用途については，今後，科学的知見を蓄積し基準に反映することが必要である。

3-4-3　含有量の上限について

利用模擬試料を選択した場合，利用模擬試料における環境安全品質基準の範囲内で，含有量の極めて高いスラグ骨材が少量ずつ使用される懸念がある。また，港湾用途のコンクリート用骨材の場合，含有量基準が設定されないため，含有量

の極めて高いスラグが使用される懸念がある。しかしながら，スラグ類の「合理的に想定しうるライフサイクル」における環境安全品質は,「最も配慮すべき曝露環境」に基づく評価によって保証されているとの立場から，これらの懸念に対処するための含有量基準は設けないこととした。

ただし有害物質の拡散防止の観点より，含有量が極めて高いスラグは，本来，廃棄物埋立地へ搬入するなどして，より万全な管理を行うべきであり，該当 JIS において含有量の上限値を設けることは全く妨げるものではない。

スラグ含有量の上限値の設定は，利用模擬試料におけるスラグの配合割合を考慮しても、含有量基準の 10 倍とすべきであり，また合理的に達成可能な範囲で含有量は低減していくことが望ましい。

3-5　検査体系及びその他の項目

3-5-1　環境安全形式検査と環境安全受渡検査

スラグの環境安全品質は「環境安全形式検査」と「環境安全受渡検査」により，効率的に検査することとした。

環境安全形式検査は，3-1 で設定した「最も配慮すべき曝露環境」を想定して，利用模擬試料を用いることを基本として，放出経路に応じた検査項目について環境安全品質基準を満足するかどうかを検査するもので，その概要は 3-2～3-4 で構成される。なお，環境安全形式検査に利用模擬試料を用いる場合，環境安全品質は環境安全形式検査と同じ配合条件で使用される場合のみ保証されるが，スラグの配合割合を下げる場合は「同じ配合条件」に含めて良いこととした。

環境安全受渡検査は，出荷される状態のスラグをそのまま用いることにより，環境安全品質に合格したスラグと同等以上の環境安全品質であることを迅速に判定するために行う。判定は「環境安全受渡検査判定値」を参照して行い，環境安全受渡検査判定値の設定は，利用模擬試料を選択した場合は利用模擬試料による試験値とスラグ単体による試験値との関係に基づき決定し，スラグ単体を選択した場合は環境安全品質基準値を適用することとした。

3-5-2　検査の責任者と試験の実施者

環境安全品質に係る一連の“検査”はスラグの製造業者の責任の下で行うべきものであることから，検査の責任者は，環境安全形式検査及び環境安全受渡検査のいずれもスラグ製造業者とした[§]。

---

§ P.9「基本的考え方」(5) では，環境安全形式検査，環境安全受渡検査については，「それぞ

検査のうちの試料調製ならびに溶出量試験や含有量試験等の試験作業の実施者は，結果の客観性を保つために，環境安全形式試験ではスラグ製造業者以外の試験機関が行うこととした。環境安全受渡試験では，試験の迅速性と製造業者による品質管理面から，スラグ製造業者またはスラグ製造業者から委託を受けた試験事業者が実施することとした。

なお，利用模擬試料を選択した場合の，環境安全受渡検査判定値の設定についてもスラグ製造業者の責任とした。これは，環境安全受渡検査判定値は品質管理値としての役割を担うものであり，環境安全品質は環境安全形式検査によって保証されるという考え方に基づくためである。環境安全受渡検査判定値として過剰に安全な値が設定されることは本来の趣旨にそぐわないものであり，合理的な利用の推進が阻害される恐れがある。

3-5-3　検査の実施頻度

環境安全形式検査は，製造工程等の変更に伴い基準設定項目の値が大きく増加する可能性のある場合，または，スラグの配合条件を新たに定める都度行い（ただし配合量を減らす場合は除く），これらに該当しない場合であっても該当 JIS で有効期限を定めて実施することとした。

環境安全受渡検査の頻度は該当 JIS で定めるが, 製造ロットごとに行うことを基本とした。一般に，ある検査に合格した製造ロットは，要求される品質・性能を満たしているものと解釈されることから，まず，製造ロット内における試験結果の変動が十分に小さいことを確認するのが望ましい。この観点から，試験データが十分に蓄積されるまでの間は 1 製造ロットにつき 1 回以上実施することが望まれる。その後，試験データが十分に蓄積され変動が十分に小さいことが確認された場合は試験頻度を減らすことも可能なものとした。

3-6　検討課題

3-6-1　JIS K0058 の試験精度の向上

JIS K0058-1 及び **JIS K0058-2** の解説より，室間精度はそれぞれ最大 82.0%と 34.7%であり，判定試験としてのさらなる精度向上を図ることが必要である。そこで今回の検討では，溶出量試験や含有量試験の結果に影響が大きいと指摘されて

れ信頼できる主体が実施する」としている。コンクリート用スラグ骨材または道路用スラグについては，製造者責任の立場に基づき，検査の責任者はいずれもスラグ製造業者とした。他の循環資材や他の用途については，製造者責任を基本としつつ，それぞれの利用実態や検査体制などを勘案して，適切な検査主体による検査が行われるべきである。

いる試料の粒度分布や粉砕後の各粒度区分の配合割合を規定して対応した。**JIS K0058-1**及び**JIS K0058-2**はこれらの規定を反映するように改正されることが望ましい。

3-6-2　環境安全形式検査における溶出量試験方法の標準化

環境安全形式検査では，溶出量試験として **JIS K0058-1** の **5**.（利用有姿による撹拌試験）を適用した。**JIS K0058-1** の **5**.のように，溶媒の入れ替えを行わない試験は単一バッチ試験と呼ばれる。単一バッチ試験は環境安全受渡検査のような判定試験に適した方法であるが，水との連続的な接触による溶出濃度の変化を評価することができない。溶出挙動をより適切に評価するためには，カラム通水試験やシリアルバッチ試験等を適用する必要がある。また，溶出挙動は pH に大きく影響を受ける場合が多いため，pH 依存性試験による評価も重要である。さらに，利用中にスラグが劣化することによる影響として，例えば乾湿サイクル試験によって評価できる可能性がある。

欧州では欧州標準化委員会又は各国の標準化団体がこれらの試験法を標準化しており，欧州建設製品指令における環境安全品質の評価法の他，オランダ土壌質政令，ドイツ循環資材連邦政令案，フランス道路用リサイクル骨材ガイドライン等において，形式検査の段階でこれら特性化試験が採用されている。また，日本でも廃棄物資源循環学会や地盤工学会等で特性化試験の標準化が進められている。

そこで，環境安全形式検査の重要性と頻度を勘案すれば，これらの「溶出特性化試験」を単独または複数組み合わせて適用することがより適切であり，より実際の環境条件に即し，科学的根拠基づいた環境安全品質の検査が行われるように，これらの試験方法の標準化を目指すことが重要である。

第 4 章　建設分野のあらゆる循環資材に共通の環境安全品質及びその検査方法の導入に向けて

4-1　はじめに

循環資材はスラグ類の他に，石炭火力発電に伴い排出される石炭灰や建設工事において発生する廃コンクリートや廃アスファルトコンクリート等，様々なものがあるが，建設分野における用途は類似している場合が多いことから，個別に環境安全品質やその検査方法を設けるのではなく，全体としての整合を保つことが，環境安全品質管理と信頼確保の両面から，極めて重要である。

そこで本章では，あらゆる循環資材に共通の環境安全品質及びその検査方法の導入に向けた考え方を提案する。

4-2　基本的考え方の適用

第 2 章で提示した「基本的考え方」はあらゆる循環資材に共通の考え方として提案したものであり，第 3 章ではこれをコンクリート用ならびに道路用のスラグ類に適用した。他の循環資材についても同様に，図-2.2 に基づき基本的考え方を適用することとなる。

具体的な流れとして，まず，(1)「最も配慮すべき曝露環境」を決定し，それに基づき，(2)「試験項目」，(3)「試験方法」及び (4)「環境安全品質基準」を決定し，さらに，(5)「検査方法その他の項目」を決定することとなる。以下に，適用の際の考え方を順に述べる。

なお，(2)「試験項目」と (4)「環境安全品質基準」は，(1)「最も配慮すべき曝露環境」に基づいて設定するので，循環資材の特性によらず，「最も配慮すべき曝露環境」が同じものに対して同じ条件を設定することが可能である。一方，(3)「試験方法」や (5)「検査方法及びその他の項目」については，個々の循環資材の製造方法や特性に基づいて決定する必要がある。

4-2-1　最も配慮すべき曝露環境

循環資材の出荷から繰り返し利用または最終処分に至るまでのライフサイクルを調査し，その合理的な範囲 **の中で，環境へ及ぼす影響が最も大きいと思われる状態を「最も配慮すべき曝露環境」として決定する。

ここで，最初の用途が再利用が想定されるものかどうかによって，「最も配慮すべき曝露環境」を大きく分けることが可能である。

まず，再利用が想定される用途の場合は，再利用を含めた全てのライフサイクルの中で循環資材による環境影響が最も大きいものを選択することになるが，基本的には，破砕され粒状のまま利用される状態を選択するべきであり，路盤材利用はその典型である。

次に，再利用が想定されない用途については，最初の用途のみが検討の対象範囲となるので，最初の用途そのものが「最も配慮すべき曝露環境」となる。港湾施設のコンクリート構造物や地盤材料の多くが該当する。

以上の考え方に基づき，表-4.1 に，建設分野で用いられる循環資材の主な用途ごとに，「最も配慮すべき曝露環境」を整理したものを示す。表-4.1 には，さらに，試験項目，試験方法，及び，環境安全品質基準を併せて整理した。

4-2-2　試験項目

表-4.1 には，それぞれの用途ごとに適用すべき試験項目についても整理した。

どのような用途についても何らかの形で雨水，土間隙浸透水，地下水，河川水その他表流水，海水等の環境水と接触するとの考えから，溶出経路を想定すべきであり，溶出量試験は全ての用途で適用することとした。

含有量試験については，成形固化されない状態で表面に露出しているものは直接摂取の可能性があるので適用することとし，表面に露出していない場合は基本的に適用しないこととした。成型固化されている状態のものについては，摩耗等による粉じん発生が想定される場合や，路盤材のように将来にわたり複数回リサイクルされる可能性がある場合は，含有量試験を適用し，それ以外は適用しないこととした。また，土壌と混合利用するものは，将来，土壌汚染対策法の適用対象となる可能性があることから，含有量試験を適用することとした。

** 極めて希な用途や本来は使用すべきではない用途は検討範囲から除くことが適当である。そもそもそれらの用途で環境影響が最も懸念される場合は，使用禁止等の他の適切な管理を行うべきである。

4-2-3　試験方法

試料調製方法については，利用模擬試料を基本とし，循環資材を単体で適用することも妨げないこととした。利用模擬試料の調製方法は各々の循環資材，各々の用途を考慮する必要がある。

溶出量と含有量の試験方法については，それぞれ **JIS K0058-1** の **5.**及び **JIS K0058-2** とすることを基本とした。ただし，土壌と混合利用する場合は平成 15 年環境省告示第 18 号及び第 19 号を適用することとした。

4-2-4　環境安全品質基準

溶出経路については，影響を与える周辺環境（表流水，地下水，または，海水のうち該当するもの [††]）の環境基準等を遵守できるように表-4.1 のように設定した。まず，影響を与える周辺環境が表流水または地下水の場合は，それらの環境基準値と同等とした（一般用途溶出量基準と呼ぶ）。次に，海水の場合は，海水による希釈が大きく見込まれることから，**3-4-2** で述べたように，水質環境基準（海域）の 3 倍とし [‡‡]，フッ素とホウ素は海水中の濃度が高く，環境基準（海域）が設定されていないことを勘案した（港湾用途溶出量基準と呼ぶ）。なお，現状では海産物への蓄積と水質環境基準との関係が明確ではないため，さらなる科学的知見の蓄積が望まれる。特に，循環資材が海中に直接露出する用途については，海生生物への影響等を十分に検討しておくことが望まれる。

次に直接摂取経路については，土壌汚染対策法の含有量基準と同等とした（含有量基準と呼ぶ）。なお，直接摂取経路が想定されない場合にあっても，高濃度の循環資材の利用は行うべきではなく，**3-4-3** で述べたように 10 倍等の上限値を設けるべきである。

表-4.2 に環境安全品質基準を示す。また，参考として，図-4.1 と図-4.2 に環境安全品質基準の適用例を示す。

なお，環境安全品質基準の設定項目については，循環資材の原料や製造工程，ならびに十分な試験データの蓄積に基づき基準値を超過する可能性がないと判断できる項目については省略できることとする。表-4.2 は熱処理工程を経た循環資材を想定し VOC や農薬・PCB 等を除外して示したが，基準設定項目の省略は個々の循環資材の特性を十分に勘案して決定しなければならない。

---

†† 循環資材の間隙を満たす水ではなく，循環資材が使用されている空間領域の外部へ放出される水を表す。例として，海水とは魚類等が泳いでいる空間領域の海水を意味する。

‡‡ 例えば土壌環境基準では，地下水面から十分に離れていることなどによる地下水への影響度合いを勘案して，基準を 3 倍値とする緩和要件がある。

4-2-5　検査体系及びその他の項目

検査は環境安全形式検査と環境安全受渡検査の 2 段階を基本とし効率的に行えるようにすることが重要である。環境安全形式検査は利用模擬試料によることを基本とし，循環資材単体での適用も可能とすることが適当である。環境安全受渡検査は循環資材を単体で製造ロットごとに検査することを基本とし，他の材料との混合等がなされ実際に施工される状態のものを検査しても良い。

その他の項目として，各検査の責任者は循環資材の製造者を基本とし，検査の頻度等を適切に設定しなければならない。

表-4.1　循環資材の主な用途に対する環境安全品質と環境安全形式検査方法

最初の用途			最も配慮すべき曝露環境	試験項目 （カッコ内に，試験方法※1と環境安全品質基準を順に記す）
再利用が想定される用途	コンクリート工 または コンクリート製品	コンクリート用細骨材，コンクリート用粗骨材，混和材，ブロック	再生路盤の状態	溶出量試験（JIS K0058-1 の 5，一般用途溶出量基準） 含有量試験（JIS K0058-2，含有量基準）
	舗装工	路床材，盛土材，凍上抑制材，路盤材，アスファルト舗装骨材，舗装用ブロック		
再利用が想定されない用途	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	最初の用途の状態	溶出量試験（JIS K0058-1 の 5，周辺環境に基づき決定※2）
	地盤改良工	バーチカルドレーン及びサンドマット材，SCP 用材，深層混合処理固化材		
		浅層混合処理固化材	〃	溶出量試験（平成 15 年環告 18 号，一般用途溶出量基準） 含有量試験（平成 15 年環告 19 号，含有量基準）
	基礎工，本体工，被覆・根固・消波工，裏込・裏埋工（港湾工事）	捨石，中詰材，被覆石，根固，消波ブロック，裏込材，裏埋材	〃	溶出量試験（JIS K0058-1 の 5，港湾用途溶出量基準）
	土工	覆土材，盛土材，埋戻材（表面が露出する場合）	〃	溶出量試験（平成 15 年環告 18 号，一般用途溶出量基準） 含有量試験（平成 15 年環告 19 号，含有量基準）
		盛土材，埋戻材（覆土等で十分に被覆されている場合）	〃	溶出量試験（JIS K0058-1 の 5，周辺環境に基づき決定※2）
	環境修復	浚渫窪地	〃	溶出量試験（JIS K0058-1 の 5，港湾用途溶出量基準）
	海浜等の造成工事 沿岸環境再生工事	藻場，浅場，干潟，覆砂材，砂浜	〃	溶出量試験（JIS K0058-1 の 5，港湾用途溶出量基準） 含有量試験（JIS K0058-2，含有量基準）

※1 試験方法のうちの試料調製方法は利用模擬試料を調製することを基本とし，循環資材を単体で用いることも可能とする。

※2 影響を与える周辺環境が海水の場合は港湾用途溶出量基準を適用し，それ以外の場合は一般用途溶出量基準を適用する。

表-4.2　環境安全品質基準

(a)溶出量

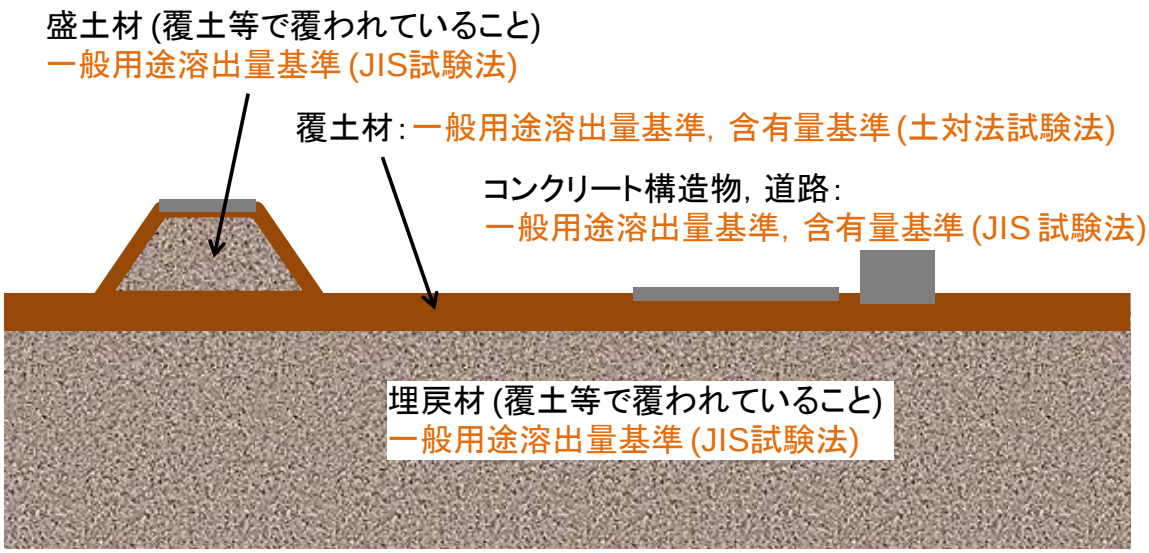
項目	一般用途溶出量基準（mg/L）	港湾用途溶出量基準（mg/L）
カドミウム	0.01 以下	0.03 以下
鉛	0.01 以下	0.03 以下
六価クロム	0.05 以下	0.15 以下
ひ素	0.01 以下	0.03 以下
水銀	0.0005 以下	0.0015 以下
セレン	0.01 以下	0.03 以下
フッ素	0.8 以下	15 以下
ホウ素	1 以下	20 以下

注）重金属等についてのみ示す。VOC，農薬・PCB 等の基準設定項目の省略は個々の循環資材の特性を十分に勘案して決定しなければならない。なお，個々の循環資材の基準設定においては，環境基準の見直しなどを踏まえて適切な値を採用することが望ましい。ここでは，指針附属書Ⅰ，Ⅱと共通としカドミウムの一般用途溶出量基準は 2011 年 7 月の水質汚濁に係る環境基準の見直し（0.003 mg/L）の前の値を示している。

(b)含有量

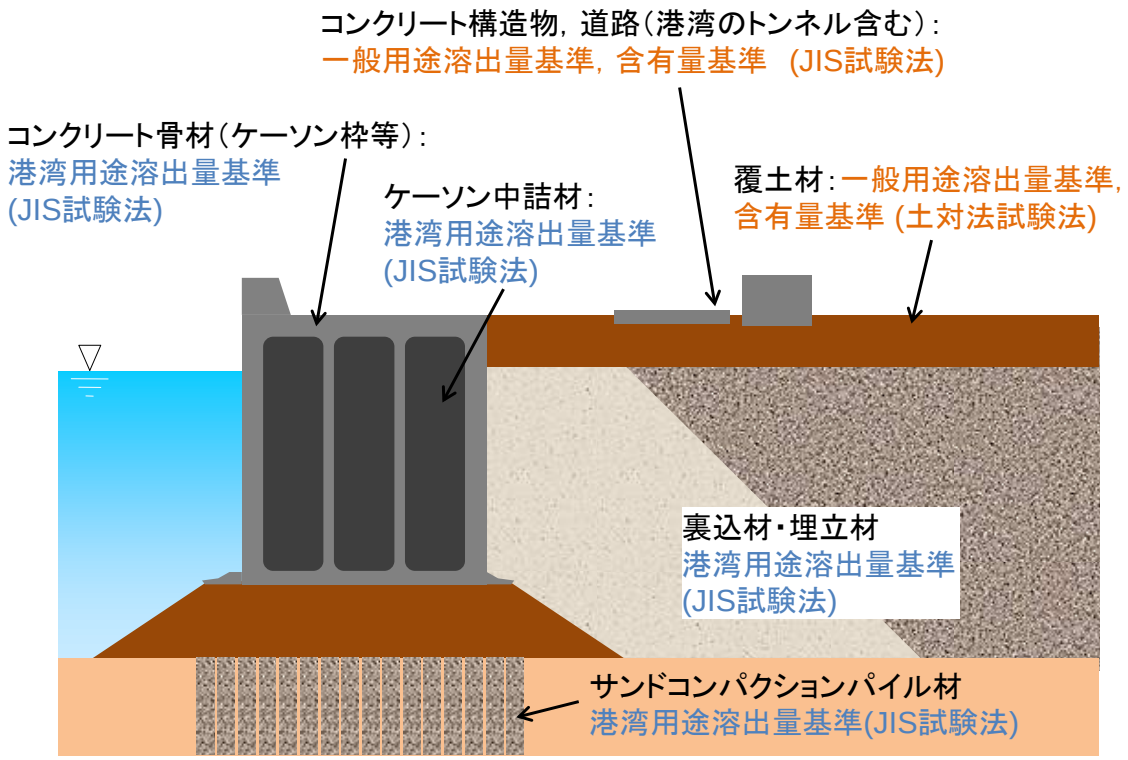
項目	含有量基準（mg/kg）
カドミウム	150 以下
鉛	150 以下
六価クロム	250 以下
ひ素	150 以下
水銀	15 以下
セレン	150 以下
フッ素	4000 以下
ホウ素	4000 以下

注）土壌汚染対策法では上記項目の他に遊離シアン（50 mg/kg）が設定されている。基準設定項目の省略は個々の循環資材の特性を十分に勘案して決定しなければならない。



溶出量及び含有量のそれぞれについて，JIS 試験法は JIS K0058-1 の 5.及び JIS K0058-2 を表し，土対法試験法は，平成 15 年環境省告示第 18 号及び同第 19 号を表す。

図-4.1　環境安全品質基準と試験方法の適用例（1）



溶出量及び含有量のそれぞれについて，JIS 試験法は JIS K0058-1 の 5.及び JIS K0058-2 を表し，土対法試験法は，平成 15 年環境省告示第 18 号及び同第 19 号を表す。

図-4.2　環境安全品質基準と試験方法の適用例（2）

4-3　環境安全品質の導入に関する今後の展開

循環資材に共通の「基本的考え方」に基づく環境安全品質導入に関する展開は次のようである。

図-4.3 のように，本報告書（図中の「スラグ指針検討会報告書」）において示した「基本的考え方」に基づき，建設分野指針の附属書 1 ならびに附属書 2 としてコンクリート用ならびに道路用スラグの JIS へ環境安全品質及び検査方法を導入するための指針が 2011 年 7 月に制定されたところである。これを受けて，該当 JIS は，附属書制定から 2 年以内に環境安全品質及び検査方法の導入について検討がなされることとなる。

また，本章では，あらゆる循環資材に共通の環境安全品質及びその検査方法の導入に向けた考え方について提案した。既に，「港湾工事における石炭灰混合材料の有効利用ガイドライン」（(財)石炭エネルギーセンター）では，この提案に並行してガイドラインの検討が重ねられ，公表されているところである。また，「港湾・空港等整備におけるリサイクル技術指針」（国土交通省港湾局）の改訂に向けた検討では，非鉄スラグ利用技術マニュアルの中で基本的考え方に基づく環境安全品質基準作りが進められている。

今後，スラグ類以外の環境 JIS や，その他の循環資材利用ガイドライン，さらには，リサイクル製品認定制度の共通指針等へ，共通の「基本的考え方」に基づく環境安全品質の導入がなされることにより，循環資材の利用推進と環境安全品質確保の両立がより確かなものになると期待される。

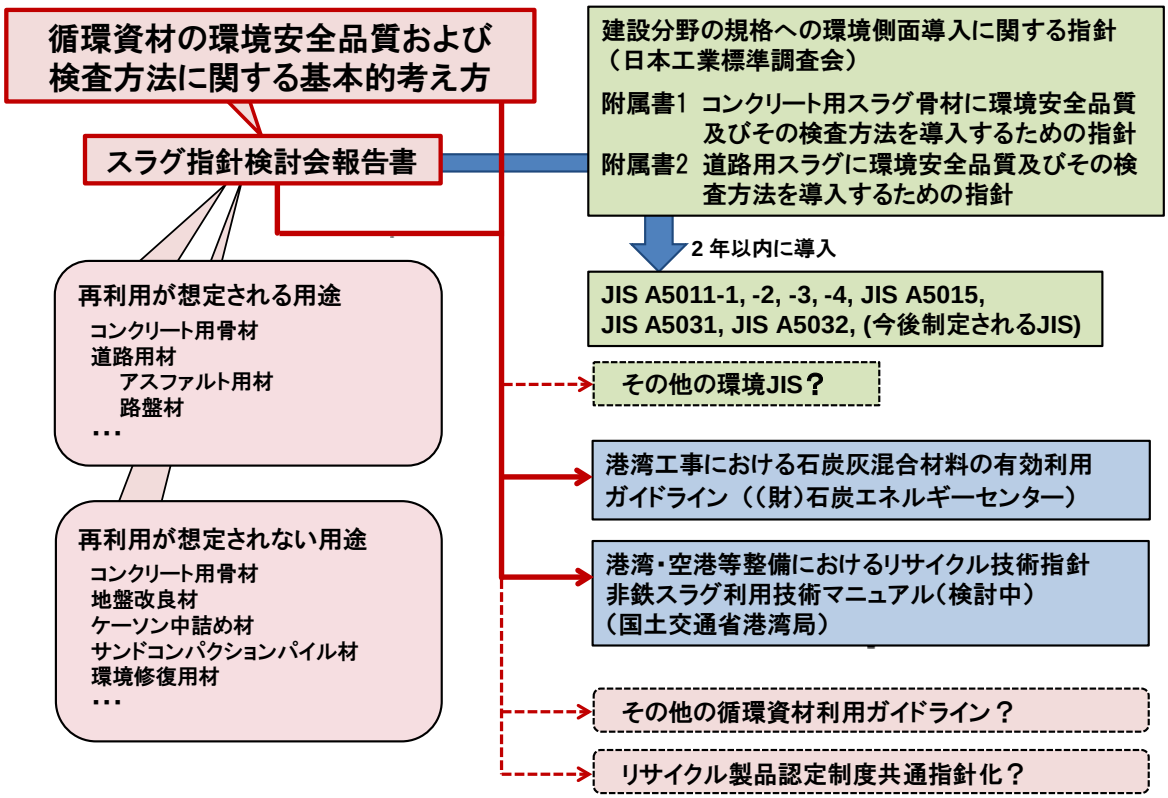


図-4.3　循環資材の環境安全品質導入に関する展開