

## 鉄鋼スラグ製品の規格化の動向

## Standardization of Iron and Steel Slag Products

佐々木 剛\*  
Tsuayoshi SASAKI

## 抄 録

鉄鋼スラグ製品は、用途に応じて製造・品質管理を行い、現在その多くが日本工業規格相当品として市場に提供されている。鉄鋼スラグ製品の日本工業規格および環境安全性に配慮するための品質の概要について述べた。

## Abstract

**Manufacture and quality management of iron and steel slag products are carried out according to their application. Now the majority of these products are provided to the market as Japan Industrial Standard equivalent products. This paper introduces the outline of Japanese Industrial Standards and Environment standard for iron and steel slag products.**

## 1. はじめに

鉄鋼スラグは、鉄鉱石から鋼を作り出す鉄鋼製造工程の還元・精錬段階で生まれるシリカ ( $\text{SiO}_2$ ) などの鉄以外の成分が石灰 ( $\text{CaO}$ ) と溶融、結合した副産物である。鉄鋼製品は、社会基盤を担う重要な資材として生産されてきた。この鉄鋼生産に伴って副生される鉄鋼スラグもまた、長年にわたる研究によって有効利用が図られ、現在では有用な資材、鉄鋼スラグ製品として各方面で活用されている。

鉄鋼スラグは、高炉で鉄鉱石を溶融、還元する際に生成する高炉スラグと、鉄を精錬する段階で生成する製鋼スラグに大別され、その特性に応じてさまざまな用途に使用されている。鉄鋼スラグ製品は、現在さまざまな用途に応じて製造・品質管理が行われ、使用される場所等により適用される環境基準に適合し、今やその大半が日本工業規格(以下、JIS と略す) 相当品またはグリーン調達の特定期調産品目として市場に提供されている。その結果、セメント用原料や日本各地の道路、港湾、空港などのインフラストラクチャを支える建設資材として、鉄鋼スラグ製品は大きな役割を果たしている。

ここでは、鉄鋼スラグ製品の規格化の動向として、鉄鋼スラグ製品の JIS および 2013 年に JIS 化された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)の規定の内容について紹介する。

## 2. 鉄鋼スラグ製品の規格化

## 2.1 鉄鋼スラグ製品の JIS

鉄鋼スラグ製品に関する JIS は、1950 年に制定された JIS R 5210 “ポルトランドセメント”, JIS R 5211 “高炉セメント”のセメントに関する規格をはじめ、コンクリート用や道路用に関する規格が JIS 化されている。鉄鋼スラグ製品 JIS を表 1 に示すが、セメント用およびコンクリート用に関する規格が多く、主に高炉スラグを対象としている。製鋼スラグを対象とした鉄鋼スラグ製品 JIS には、JIS A 5015 “道路用鉄鋼スラグ”や 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”がある。

以下に鉄鋼スラグ製品に関連する JIS の概要を紹介する。

2.1.1 高炉セメント JIS R 5211 : 2009<sup>1)</sup>

日本における高炉セメントは、1910 年に試験製造されて以来 100 年以上の歴史がある。最初の国家規格は、1925 年の商工省告示第 5 号 “高爐セメント” 試験方法に遡り、高炉セメントは以下のように定義されている。

当時の高炉セメントの定義:

高炉スラグ 70% とクリンカを混合粉砕したもの  
他物質の混合を禁止

但し、石膏 5% 以下及び生石灰 3% 以下の混和を認める  
高炉セメントの JIS は 1950 年に制定されたが、高炉スラグの分量は約 70% 以下とされている。1955 年に現在のよ

\* スラグ・セメント事業推進部 企画調整室 主幹 東京都千代田区丸の内 2-6-1 〒100-8071

表1 鉄鋼スラグ製品の JIS  
Japanese Industrial Standards of iron and steel slag

Use	Denomination	Year
Cement	Portland cement JIS R 5210:2009	1950 enactment
	Portland blast-furnace slag cement JIS R 5211:2009	1950 enactment
Concrete	Ready-mixed concrete JIS A 5308:2009	1953 enactment
	Ground granulated blast-furnace slag for concrete JIS A 6206:2013	1995 enactment
	Slag aggregate for concrete – Part1: Blast furnace slag aggregate JIS A 5011-1:2013	1997 enactment
	Slag aggregate for concrete – Part4: Electric arc furnace oxidizing slag aggregate JIS A 5011-4:2013	2003 enactment
Road construction	Iron and steel slag for road construction JIS A 5015:2013	1979 enactment

うな分量により A, B, C 種に分類された。1979 年に省資源、省エネルギーの観点からポルトランドセメントに 5% まで、石灰石粉などの混和材の混合が認められたのに追随し、以下のようにスラグ分量により分類された。

- A 種 5% を超え 30% 以下
- B 種 30% を超え 60% 以下
- C 種 60% を超え 70% 以下

また、2009 年の改正時に JIS A 6206 に規定される高炉スラグ微粉末も原材料として追加された。

### 2.1.2 コンクリート用高炉スラグ微粉末 JIS A 6206: 2013<sup>2)</sup>

日本における高炉スラグ微粉末は 1967 年に生産が開始され、現在 (2013 年) では 3900 千 t 強に達している。このうちコンクリートの混和材量として使用されたものは 213 千 t で、大半はセメントの混合材として使用されている。高炉スラグ微粉末は、古くから高炉セメントの混合材として使用されているが、コンクリート用混和材としての研究は 1985 年ころから行われ、1995 年に JIS A 6206 コンクリート用高炉スラグ微粉末が制定された。高炉スラグ微粉末は比表面積 (cm<sup>2</sup>/g) により 4000, 6000, 8000 の 3 種類に分類され、それぞれに活性度指数が定められている。高炉スラグ微粉末の原材料である高炉水砕スラグは、酸化マグネシウム 10.0% 以下、三酸化硫黄 4.0% 以下、強熱減量 3.0% 以下、塩化物イオン 0.02% 以下、塩基度は 1.60 以上とされた。

大半が高炉セメントおよびポルトランドセメントの混合材として使用されているため、4000 級が大半であるが、コンクリートの温度ひび割れ抑制対策としては 4000 級より比表面積の小さい製品のニーズが増えたため、2013 年の改正時に 3000 級が追加され、以下のように分類された。

#### 高炉スラグ微粉末 3000

比表面積 2750 cm<sup>2</sup> 以上 3500 cm<sup>2</sup> 未満

#### 高炉スラグ微粉末 4000

比表面積 3500 cm<sup>2</sup> 以上 5000 cm<sup>2</sup> 未満

#### 高炉スラグ微粉末 6000

比表面積 5000 cm<sup>2</sup> 以上 7000 cm<sup>2</sup> 未満

#### 高炉スラグ微粉末 8000

比表面積 7000 cm<sup>2</sup> 以上 10000 cm<sup>2</sup> 未満

### 2.1.3 コンクリート用スラグ骨材・第 1 部：高炉スラグ骨材 JIS A 5011-1: 2013<sup>3)</sup>

高炉スラグのコンクリートへの適用研究は、1974 年に日本鉄鋼連盟を主体として開始された。実建造物の適用性など大々的な研究を行い、海外の規格を参考にして、1977 年に高炉徐冷スラグを対象に JIS A 5011 コンクリート用高炉スラグ粗骨材、更に 1981 年に高炉急冷スラグを対象に JIS A 5012 コンクリート用高炉スラグ細骨材が制定された。前者は一般的な骨材規格に加え、高炉スラグ特有の性質として鉄分の酸化膨張を抑えるために水中浸漬試験、ダイカルシウムシリケートの変態による膨張を抑えるために紫外線照射試験が規定された。後者は高炉水砕スラグの固結対策として、高気温時における貯蔵の安定性が規定された。

1992 年の改正時に高炉スラグ粗骨材と高炉スラグ細骨材は、高炉スラグ骨材に一本化され、同時にフェロニッケルスラグ骨材も統合して JIS A 5011 コンクリート用スラグ骨材となった。当時、コンクリート骨材のアルカリシリカ反応によるコンクリートの耐久性が問題となり、コンクリート用骨材はアルカリシリカ反応性試験が義務付けられたが、高炉スラグ骨材はこれまでの試験結果からアルカリシリカ反応を起こさない安定な骨材であること、これまで高炉スラグ骨材に起因するアルカリシリカ反応を生じた報告がないため、アルカリシリカ反応性試験は不要となった。

1997 年の改正時にスラグ骨材に銅スラグが加わったのを機に、高炉スラグ骨材は JIS A 5011-1、フェロニッケルスラグ骨材は JIS A 5011-2、銅スラグ骨材は JIS A 5011-3 となった。更に 2003 年に電気炉酸化スラグ骨材が JIS A 5011-4 となり、以降 JIS 改正審議は 4 種類のコンクリート用スラグ骨材について同時に行われている。

2013 年の主な改正点は、以下のとおりである。

- ①環境安全品質の織り込み
- ②高炉スラグ粗骨材の水中浸漬試験及び紫外線照射試験の削除 (これは海外規格を引用したものであるが、我が国の高炉スラグは鉄分が少ないことと、化学的に安定しており、一度も不合格になったことがないために削除となった)
- ③高炉スラグ骨材の微粒分量の追加
- ④高炉スラグ骨材の化学成分の分析方法の追加

#### 2.1.4 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 A 5011-4:2013<sup>4)</sup>

製鋼スラグは化学成分がばらつき、更に未溶化石灰を含むためコンクリート用骨材には不適當なスラグであるが、電気炉酸化スラグは化学的に安定しているためコンクリート用に利用可能である。1996年に鉄鋼スラグ協会に電気炉スラグ特別委員会を発足させ、コンクリート用骨材の研究に着手した。その後、学識経験者、利用者などの専門家による研究がなされ、その成果を基に2003年にJIS A 5011-4コンクリート用電気炉酸化スラグ骨材が制定された。電気炉スラグ特有の性質として、以下のように規定されている。

- ①還元スラグが混入しないよう対策が講じられていること
- ②鉄分除去されていること

電気炉酸化スラグ骨材のアルカリシリカ反応性は、高炉スラグ骨材同様に試験では常に無害となるが、新しい材料であるので試験を継続して品質確認を行うこととして規格に織り込まれた。

2013年の主な改正点は、以下のとおりである。

- ①環境安全品質の織り込み
- ②急冷細骨材の磁選工程の除外（これは従来の電気炉スラグ細骨材は徐冷スラグを破碎したものであったが、急冷（風碎）スラグが製造され、そのスラグは磁選を行わなくても金属鉄の含有量が低いために除外）
- ③電気炉酸化スラグ骨材の微粒分量の追加
- ④電気炉酸化スラグ骨材の化学成分の分析方法の追加

#### 2.1.5 道路用鉄鋼スラグ JIS A 5015:2013<sup>5)</sup>

1960年代に急速に鉄鋼生産が増大し、鉄鋼スラグは自社工事だけでなく外販する必要性が高まった。高炉スラグの硬化する特性を利用した高炉スラグ路盤材は、耐久性に優れていたため製鉄所周辺の道路に使用され、1973年には高炉スラグの約50%の1400万t程度が使用された。しかし、当時は生産直後の高炉徐冷スラグを路盤材に使用したため、硫黄起因の黄水トラブルが発生し、1975年には900万t程度に使用量が低下した。そのためJIS化の動きは、黄水対策を優先することになり、鉄鋼業界は黄水発生の原因究明と対策に注力し、高炉徐冷スラグ中の硫黄を事前酸化させるエージング技術を確立した。それを受けて1979年にJIS A 5015道路用スラグが制定された。天然碎石路盤材は、クラッシュラン、粒度調整碎石が規定されているが、鉄鋼スラグ特有の硬化する路盤材を加え、次の3種類のクラッシュランスラグ(CS-40)、粒度調整スラグ(MS-40、MS-25)、水硬性粒度調整スラグ(HMS-25)が規定された。高炉スラグ特有の項目として、黄水トラブル対応の呈色判定、水硬性粒度調整スラグには強度保証するための一軸圧縮強度が規定された。

資源化が遅れていた製鋼スラグを路盤材に利用する研究が、1979年から4年間、建設省土木研究所、(財)土木研究

センター、鉄鋼スラグ協会の3者の共同研究で行われ、その成果として1982年に製鋼スラグを用いたアスファルト舗装設計施工指針、1985年に製鋼スラグ路盤設計施工指針が鉄鋼スラグ協会から発刊された。製鋼スラグの水和膨張を管理する膨張安定性の項目として、路盤材では製鋼スラグを事前水和させる6か月以上の大気（野積み）エージングと80℃水浸膨張比1.5%以下が、アスファルトコンクリート用材では3か月以上の大気エージングと80℃水浸膨張比2.0%以下が規定された。

製鋼スラグの膨張安定性を確実にするために、1990年に新日鐵住金(株)小倉製鉄所では従来6か月以上要したエージング期間を約1週間に短縮できる蒸気エージングを開発した。本プロセスは現在では多くの製鉄所で導入されている。更に1995年に和歌山製鉄所では数時間で安定化できる加圧蒸気エージング技術を開発し、実機化している。

1992年のJIS改正では、スラグ路盤材に高炉スラグと製鋼スラグを単独または混合して使用されることが一般化したこともあり、道路用鉄鋼スラグに名称が変わり現在に至っている。

2013年のJIS改正では、環境安全品質が織り込まれた。

#### 2.2 環境安全品質導入の経緯

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。

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 Q 0064“製品規格に環境側面を導入するための指針”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。

2002年4月に“環境JIS策定促進のアクションプログラム”が策定され、3R（リデュース、リユース及びリサイクル）配慮製品、省エネルギー機器などの普及、製品有害物質対策、環境汚染対策などの環境安全を目的とした標準化戦略が示された。そのプログラムの中で、環境安全規格（環境側面を導入した製品の規格及びそれらの試験・評価方法等の規格）の策定に係る基本的な考え方が提示された。JISの中でも重点分野を特定し、環境安全の効果の大きい製品規格から環境側面を導入することが求められ、同時に環境JIS策定中期計画が示されるとともに、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、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”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によって取りまとめられた。これにより、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になる。

土木技術専門委員会及び建築技術専門委員会では、2011

年7月に“コンクリート用及び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（本文及び解説）”を策定した。なお、これらの指針は、2003年3月の“建設分野の規格への環境側面の導入に関する指針”の附属書に位置付けられている。

2013年には、“コンクリート用及び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”に基づき、コンクリート用スラグ骨材・第1部：高炉スラグ骨材 JIS A 5011-1、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 A 5011-4 及び道路用鉄鋼スラグ JIS A 5015 に環境安全品質に関わる基準及び検査方法が規定されるに至った。

なお、“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”は、2012年3月に、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総合報告書<sup>6)</sup>として取りまとめている。

## 2.3 環境安全品質及びその検査方法を導入するための指針の基本的な考え方

### 2.3.1 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

2012年3月の“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”では、循環資源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次のように提示している。最も配慮すべき曝露環境に基づく評価をその曝露環境における利用形態を模擬した（利用有姿）状態で行うことを基本としている。

〈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。

ここで“環境安全形式検査”とは、循環資材として使用するために粒度調整及び他の材料との混合などの加工を行った後の資材が環境安全品質を満足するかどうかを判定するための検査をいい（循環資材単体の検査ではなく、利用形態時の状態（利用模擬試料）での検査）、“環境安全受渡検査”とは、形式検査に合格したのと同じ製造条件の循環資材単体の受渡しの際に、その環境安全品質を保証するために行う検査をいう。

環境安全品質は、上記の基本的考え方(2)から(4)に基づく“環境安全形式検査”によって保証されるが、利用形態時の状態（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”が設定された。環境安全受渡検査は、環境安全形式検査に合格した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のと同じ品質であることを保証することとしている。これを行うためには、受渡検査において、環境安全品質基準への適合性を循環資材の単体試料を用いて保証するための基準となる値を適切に設定する必要がある、この基準となる値を環境安全受渡検査判定値としている。

### 2.3.2 鉄鋼スラグの環境安全品質及び検査方法に関する基本的考え方

2011年7月の“コンクリート用及び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”では、鉄鋼スラグの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以下としており、この基本的考え方が鉄鋼スラグ JIS に反映されている。

〈鉄鋼スラグの環境安全品質及び検査方法に関する基本的考え方〉

鉄鋼スラグの合理的に想定しうるライフサイクルの中で最も配慮すべき曝露環境に着目し、その曝露環境における土壌、地下水又は海水等の環境媒体が、環境基準等を満足できるように、環境安全品質を規定する。そして、その曝露環境における鉄鋼スラグの状態を模擬した試料調製方法、及び、鉄鋼スラグからの化学物質の放出経路に対応した検査項目を規定する。

また、検査の実施は“環境安全形式検査”と“環境安全受渡検査”によるものとする。“環境安全形式検査”では、鉄鋼スラグが環境安全品質を満足することを確認する。“環境安全受渡検査”は、形式検査に合格したのと同じ製造条件の鉄鋼スラグを、形式検査と同じ加工条件で使用する

場合において、環境安全品質を保証するためのより簡便な検査として実施する。

両検査を、それぞれ適切な実施者が行うことにより、鉄鋼スラグの環境安全品質を合理的に保証する。

(1) コンクリート用スラグ骨材の環境安全品質に関する基本的考え方

指針では、一般用途へ使用されるスラグ骨材に対して最も配慮すべき曝露環境は、コンクリート構造物等としての利用後に解体して路盤材へ再利用する場合とし、土壤環境基準、地下水環境基準及び土壤汚染対策法に基づく指定基準（溶出量基準，含有量基準）を踏まえて環境安全品質を規定し、路盤材への再利用を模擬した試料調製を行い、溶出量試験及び含有量試験を実施することとしている。

ただし、解体、再利用されることのない港湾用途へ使用されるスラグ骨材に限っては、最も配慮すべき曝露環境はコンクリート構造物等のままの状態とし、水質環境基準を踏まえて環境安全品質を定め、コンクリート構造物等を模擬した試料調製を行い、溶出量試験のみを実施することとしている。

(2) 道路用スラグの環境安全品質に関する基本的考え方

指針では、道路用スラグに対して最も配慮すべき曝露環境は、路盤の用途については再び路盤材、路床材へ再利用される場合、また、加熱アスファルト混合物の用途についてはアスファルト混合物の利用後に路盤材へ再利用される場合とし、土壤環境基準、地下水環境基準及び土壤汚染対策法に基づく指定基準（溶出量基準，含有量基準）を踏まえて環境安全品質を規定し、路盤材への再利用を模擬した試料調製を行い、溶出量試験及び含有量試験を実施することとしている。

検査の流れの概要をコンクリートスラグ骨材を例に図1

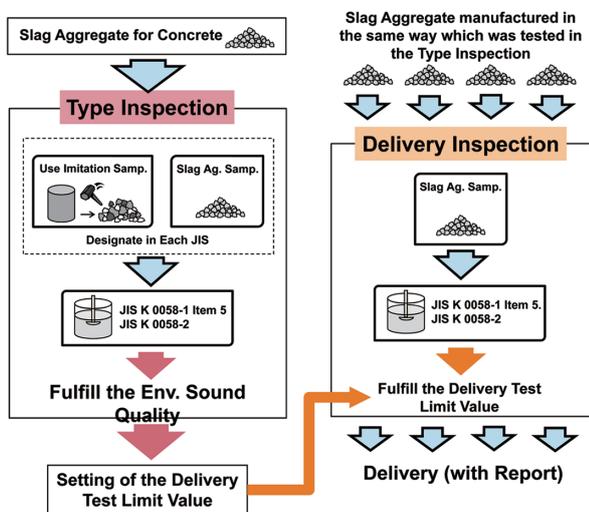


図1 コンクリート用スラグ骨材の環境安全品質検査の流れ  
Inspection flow chart for environmental standard of slag aggregate for concrete

に示す。

2.3.3 鉄鋼スラグ JIS の環境安全品質

最後に、鉄鋼スラグ JIS（コンクリート用スラグ骨材・第1部：高炉スラグ骨材 JIS A 5011-1, 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 A 5011-4 及び道路用鉄鋼スラグ JIS A 5015）に規定された環境安全品質の概要について、以下に紹介する。

(1) 前提（配慮する曝露環境）

一般用途へ使用されるスラグ骨材に対して最も配慮すべき曝露環境は、コンクリート構造物等としての利用後に解体して路盤材へ再利用する場合とし、道路用スラグに対して最も配慮すべき曝露環境は、路盤の用途については再び路盤材、路床材へ再利用される場合、また、加熱アスファルト混合物の用途についてはアスファルト混合物の利用後に路盤材へ再利用される場合とし、JIS に環境安全品質を織り込んでいる。

(2) 試験項目

高炉スラグ骨材の一般用途の場合の試験項目を表2に、港湾用途の場合の試験項目を表3に示す。電気炉酸化スラグ骨材及び道路用鉄鋼スラグの一般用途の場合の試験項目を表4に、電気炉酸化スラグ骨材の港湾用途の場合の試験

表2 高炉スラグ骨材の環境安全品質の検査項目（一般用途）  
Inspection substances of environmental standards for blast furnace slag aggregate (general use)

	Type inspection		Delivery inspection	
	Leaching	Content	Leaching	Content
Cd	○	○	—	—
Pb	○	○	—	—
Cr (VI)	○	○	—	—
As	○	○	—	—
Hg	○	○	—	—
Se	○	○	○	○
F	○	○	○	○
B	○	○	○	○

表3 高炉スラグ骨材の環境安全品質の検査項目（港湾用途）  
Inspection substances of environmental standards for blast furnace slag aggregate (harbor use)

	Type inspection	Delivery inspection
	Leaching	Leaching
Cd	○	—
Pb	○	—
Cr (VI)	○	—
As	○	—
Hg	○	—
Se	○	○
F	○	○
B	○	○

表4 電気炉酸化スラグ骨材及び道路用鉄鋼スラグの環境安全品質の検査項目（一般用途）

Inspection substances of environmental standards for electric arc furnace oxidizing slag aggregate and iron and steel slag for road construction (general use)

	Type inspection		Delivery inspection	
	Leaching	Content	Leaching	Content
Cd	○	○	—	—
Pb	○	○	○	○
Cr (VI)	○	○	○	○
As	○	○	—	—
Hg	○	○	—	—
Se	○	○	○	○
F	○	○	○	○
B	○	○	○	○

表5 電気炉酸化スラグ骨材の環境安全品質の検査項目（港湾用途）

Inspection substances of environmental standards for electric arc furnace oxidizing slag aggregate (harbor use)

	Type inspection	Delivery inspection
	Leaching	Leaching
Cd	○	—
Pb	○	○
Cr (VI)	○	○
As	○	—
Hg	○	—
Se	○	○
F	○	○
B	○	○

項目を表5に示す。

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にしており、具体的にはVOCや農薬・PCB等が仮に存在したとしても鉄鋼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、試験項目から除外し、形式検査の試験項目は重金属等のうちのカドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、水銀、セレン、ふっ素及びほう素の8項目を規定している。

また、受渡検査の試験項目では、当該スラグにほとんど混入しない物質は除外し、コンクリート用スラグ骨材・第1部：高炉スラグ骨材 JIS A 5011-1 の受渡検査の試験項目は3物質（セレン、ふっ素、ほう素）、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 A 5011-4 及び道路用鉄鋼スラグ JIS A 5015 の受渡検査の試験項目は5物質（鉛、六価クロム、セレン、ふっ素、ほう素）としている。

### (3) 試験方法

コンクリート用スラグ骨材、道路用スラグともに、環境安全品質の評価に利用模擬試料を適用できることとしている。鉄鋼スラグ単体試料での評価も当然可能である。利用

表6 環境安全品質基準（一般用途）  
Environmental standards (general use)

	Leaching (mg/L)	Content (mg/kg)
Cd	≤ 0.01	≤ 150
Pb	≤ 0.01	≤ 150
Cr (VI)	≤ 0.05	≤ 250
As	≤ 0.01	≤ 150
Hg	≤ 0.0005	≤ 15
Se	≤ 0.01	≤ 150
F	≤ 0.8	≤ 4000
B	≤ 1	≤ 4000

表7 環境安全品質基準（港湾用途）  
Environmental standards (harbor use)

	Leaching (mg/L)
Cd	≤ 0.03
Pb	≤ 0.03
Cr (VI)	≤ 0.15
As	≤ 0.03
Hg	≤ 0.0015
Se	≤ 0.03
F	≤ 15
B	≤ 20

模擬試料を適用できることから、溶出量試験の試験方法は、JIS K 0058-1 の5.“利用有姿による攪拌試験”としており、含有量試験の試験方法は、JIS K 0058-2 にしたがうこととしている。

### (4) 環境安全品質基準

一般用途（陸域）の環境安全品質基準を表6に、またコンクリート用スラグ骨材における港湾用途の環境安全品質基準を表7に示す。一般用途の環境安全品質基準値は、溶出量については土壤環境基準値、含有量については土壤汚染対策法の含有量基準値と同等になっている。

港湾用途の環境安全品質基準は、海水による希釈が大きく見込まれることから、水質環境基準（海域）の3倍とし、ふっ素とほう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ている。

## 3. おわりに

鉄鋼スラグ製品は、現在さまざまな用途に応じて製造・品質管理が実施され、今やその大半がJIS相当品として販売され、利用されている。鉄鋼スラグ製品のJISの概要及び2013年にJIS化された環境安全品質の規定の内容について紹介した。

鉄鋼スラグ製品の安定した市場確保のためには、鉄鋼スラグの技術開発及び用途開発が重要であることは言うまでもないが、その成果を反映した規格化についても、鉄鋼スラグにとって、今後ますます求められる重要な課題といえ

るだろう。

### 謝 辞

本報告書作成において、鉄鋼スラグ協会の奥村博昭技術顧問に多大なご協力をいただいた。ここに謝意を述べる。

### 参考文献

- 1) JIS R 5211:2009 高炉セメント
- 2) JIS A 6206:2013 コンクリート用高炉スラグ微粉末
- 3) JIS A 5011-1:2013 コンクリート用スラグ骨材・第1部：高炉スラグ骨材
- 4) JIS A 5011-4:2013 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
- 5) JIS A 5015:2013 道路用鉄鋼スラグ
- 6) 経済産業省産業技術環境局産業基盤標準化推進室：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 初版 東京, 2012, p. 32



佐々木剛 Tsuyoshi SASAKI  
スラグ・セメント事業推進部  
企画調整室 主幹  
東京都千代田区丸の内2-6-1 〒100-8071