

JSTM

JSTM H 8001 : 2008

土工用製鋼スラグ碎石



平成 20 年 9 月 10 日

財団法人 建材試験センター 発行

建材試験センター規格(JSTM)標準化委員会 構成表

委員長	菅原 進一	東京理科大学
委員	長瀧 重義	愛知工業大学
	松井 勇	日本大学
	坂本 功	慶応義塾大学
	坂本 雄三	東京大学
	井上 勝夫	日本大学
	野口 貴文	東京大学
	伊藤 弘	独立行政法人 建築研究所
	春田 浩司	社団法人 公共建築協会
	中村 正則	社団法人 日本建築士事務所協会連合会
	富田 育男	社団法人 日本建材・住宅設備産業協会
事務局	黒木 勝一	財団法人 建材試験センター
	瀬戸 和吉	財団法人 建材試験センター
	佐竹 円	財団法人 建材試験センター
	片山 正	財団法人 建材試験センター
	斉藤 一也	財団法人 建材試験センター
	若木 和雄	財団法人 建材試験センター

目次

	ページ
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 定義	1
4 種類及び区分	1
5 呼び方	2
6 品質	2
7 エージング	3
8 試験方法	3
9 検査	4
10 表示	4
11 報告	5
12 スラグ碎石の販売管理	5

建材試験センター規格

JSTM

H 8001 : 2008

土工用製鋼スラグ碎石

Steel slag crushed stone for civil engineering works

1 適用範囲

この規格は、仮設道路及び整地に使用する土工用製鋼スラグ碎石（以下、“スラグ碎石”という。）について規定する。

2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS A 1102 骨材のふるい分け試験方法

JIS A 5015 道路用鉄鋼スラグ

JIS K 0058-1 スラグ類の化学物質試験方法—第1部：溶出量試験方法

JIS K 0058-2 スラグ類の化学物質試験方法—第2部：含有量試験方法

JIS Z 8801-1 試験用ふるい—第1部：金属製鋼ふるい

舗装調査・試験法便覧の第Ⅲ章試験編のE001 修正 CBR 試験方法（社団法人日本道路協会編）

鉄鋼スラグ製品の管理に関するガイドライン（鉄鋼スラグ協会）

3 定義

この規格で用いる主な用語の定義は、次による。

- a) **製鋼スラグ** 主原料の銑鉄又は鉄スクラップ及びその他の副原料から鋼を製造する精錬工程で生成する副産物。主原料中のけい素，りん，鉄の一部などが酸化され，副原料の生石灰などと結合した酸化物である。製鋼スラグには，鋼の製造方法の違いによって，転炉系スラグと電気炉系スラグとがある。
- b) **製鋼スラグ碎石** 製鋼スラグを素材として，破碎，加工して製造した碎石。製鋼スラグ以外の素材を混合して製造したものは除外する。
- c) **仮設道路** 工事用関係車両，資材運搬車両などが走行する表層を設けない道路。
- d) **整地** 表層を設けない駐車場，広場，資材置場など。

4 種類及び区分

4.1 **種類** スラグ碎石の種類は表1による。

表1—種類

種類	記号
土工用製鋼スラグ碎石	ECS

4.2 最大粒径による区分 最大粒径による区分は表2による。

表2—最大粒径による区分

区分	最大粒の範囲
80	106 ~ 53
40	53 ~ 37.5
30	37.5 ~ 26.5
20	26.5 ~ 19

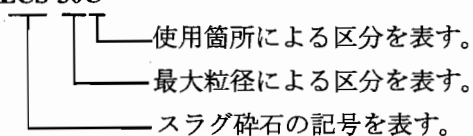
4.3 使用箇所による区分 使用箇所による区分は表3による。

表3—使用箇所による区分

区分	使用箇所
A	周辺に構造物や工作物などがある箇所で、上層路盤材相当の支持力を必要とする箇所。
B	膨張特性が周辺構造物又は工作物などに影響を及ぼす可能性がない箇所で、上層路盤材相当の支持力を必要とする箇所。
C	膨張特性が周辺構造物又は工作物などに影響を及ぼす可能性がない箇所で、下層路盤材相当の支持力を必要とする箇所。

5 呼び方 スラグ碎石の呼び方は次の例による。

例 ECS-30C



6 品質

6.1 化学物質の溶出量及び含有量

6.1.1 化学物質の溶出量 スラグ碎石の化学物質の溶出量は、8.2によって試験を行い、表4に示した基準に適合しなければならない。

表4—化学物質の溶出量基準¹⁾

項目	溶出量基準
鉛	0.01 mg/L 以下
六価クロム	0.05 mg/L 以下
セレン	0.01 mg/L 以下
ふっ素	0.8 mg/L 以下
ほう素	1 mg/L 以下

注¹⁾ 土壌の汚染に係る環境基準と同等である。

6.1.2 化学物質の含有量 スラグ碎石の化学物質の含有量は、8.2によって試験を行い、表5に示した基準に適合しなければならない。

表5—化学物質の含有量基準²⁾

項目	含有量基準
鉛	150 mg/kg 以下
六価クロム	250 mg/kg 以下
セレン	150 mg/kg 以下
ふっ素	4000 mg/kg 以下
ほう素	4000 mg/kg 以下

注²⁾ 土壤汚染対策法に基づく指定区域の指定に係る基準と同等である。

6.2 粒度 粒度は、8.2によって試験を行い、表6に適合しなければならない。

表6—粒度

呼び方	粒度範囲 mm	ふるいを通るものの質量分率 %						
		JIS Z 8801-1 に規定するふるい網の公称目開き						
		106mm	75mm	53mm	37.5mm	31.5mm	26.5mm	19mm
ECS-80	80~0	100	—	<100	—	—	—	—
ECS-40	40~0	—	—	100	<100	—	—	—
ECS-30	30~0	—	—	—	100	—	<100	—
ECS-20	20~0	—	—	—	—	—	100	<100

6.3 性能 スラグ碎石の性能は、8.2によって試験を行い、表7に適合しなければならない。

表7—性能

性能項目	区分A	区分B	区分C
修正CBR %	80以上	80以上	30以上
水浸膨張比 %	1.5以下	—	—

7 エージング スラグ碎石のうち使用箇所による区分Aに用いる製鋼スラグはエージング期間が6か月以上のものを標準とする。ただし、試験施工、施工実績などにより膨張性の安定が確認できている場合は、促進エージングにより期間を短縮することができる。

また、電気炉系スラグの場合は、水浸膨張比が0.6%以下で、試験施工、施工実績などにより膨張性の安定が確認できている場合は通常エージングの期間を最短3か月まで短縮することができる。

注記 エージングとは、冷却固化した製鋼スラグを破碎後、スラグ中の膨張性反応物質（遊離石灰など）を水和反応などによって化学的に安定化させる処理。エージング方法には、製鋼スラグを山積みし空気及び水と反応させる通常エージングと蒸気などを使用して反応時間を短縮する促進エージングがある。

8 試験方法

8.1 試料の採取 試料は、全体を代表するように採取し合理的な方法によって縮分する。

8.2 試験方法 試験方法は表 8 による。

表 8—試験方法

試験項目	適用試験方法
化学物質の溶出量	JIS K 0058-1:2005 スラグ類の化学物質試験方法—第 1 部：溶出量試験方法
化学物質の含有量	JIS K 0058-2:2005 スラグ類の化学物質試験方法—第 2 部：含有量試験方法
粒度	JIS A 1102:2006 骨材のふるい分け試験方法
修正 CBR	舗装調査・試験法便覧の第 III 章試験編の E001 修正 CBR 試験方法（社団法人日本道路協会編）
水浸膨張比	JIS A 5015:2008 附属書 2 鉄鋼スラグの水浸膨張試験方法

9 検査

9.1 スラグ碎石のロット管理 スラグ碎石のロットは、製品の特性、製造方法、製造量、製造期間、受注量などを考慮して製造業者が合理的に定め、スラグ碎石の品質を定期的な検査で確認するものとする。

9.2 検査項目 スラグ碎石の検査は、表 9 の○印で示す項目について行う。すべての検査項目に適合した場合に合格とする。

表 9—検査項目

検査項目	適用箇条	区分 A	区分 B	区分 C
化学物質の溶出量	6.1.1	○	○	○
化学物質の含有量	6.1.2	○	○	○
粒度	6.2	○	○	○
修正 CBR ³⁾	6.3	○	○	○
水浸膨張比	6.3	○	—	—

注³⁾ 区分 C の場合は、受渡当事者間の協議によって検査項目から省略することができる。

9.3 検査頻度 スラグ碎石の検査頻度は、表 10 による。

表 10—検査頻度

検査項目	検査頻度
化学物質の溶出量	月 1 回以上又はロットごと ⁴⁾
化学物質の含有量	月 1 回以上又はロットごと ⁴⁾
粒度	年 1 回以上
修正 CBR ³⁾	年 1 回以上
水浸膨張比	年 1 回以上

注⁴⁾ スラグ碎石の製造期間が 1 か月を超える場合は、同一ロットとはしない。

9.4 検査データなどの保管 製造業者は、検査によって得られた試験値の記録を保管しなければならない。

10 表示 製品の納品書には次の事項を表示しなければならない。

- a) 種類及び区分又は呼び方
- b) 製造年月又はその略号
- c) 製造工場名又はその略号

- d) 製造業者名又はその略号
- e) ロット番号
- f) 数量

11 報告 製造業者は、購入者から要求があった場合には試験成績表を提出しなければならない。試験成績表は、表 11 の様式を標準とする。

12 スラグ碎石の販売管理 土工用製鋼スラグ碎石を製造又は販売する事業者は、鉄鋼スラグ協会の鉄鋼スラグ製品の管理に関するガイドラインの最新版に従い、販売管理マニュアルを整備しなければならない。

表 11-土工用製鋼スラグ碎石試験成績表

呼び方		ECS-80	ECS-40	ECS-30	ECS-20	備考	
項目		試験結果	品質規定				
化学物質の溶出量	鉛 mg/L		0.01 以下				
	六価クロム mg/L		0.05 以下				
	セレン mg/L		0.01 以下				
	ふっ素 mg/L		0.8 以下				
	ほう素 mg/L		1 以下				
化学物質の含有量	鉛 mg/kg		150 以下				
	六価クロム mg/kg		250 以下				
	セレン mg/kg		150 以下				
	ふっ素 mg/kg		4000 以下				
	ほう素 mg/kg		4000 以下				
試験機関名		化学物質の溶出量試験 :					
		化学物質の含有量試験 :					
粒度	ふるいを通るものの質量分率 %	106 mm	100	-	-	-	
		75 mm	-	-	-	-	
		53 mm	<100	100	-	-	
		37.5 mm	-	<100	100	-	
		31.5 mm	-	-	-	-	
		26.5 mm	-	-	<100	100	
		19 mm	-	-	-	<100	
		13.2 mm	-	-	-	-	
		4.75 mm	-	-	-	-	
		2.36 mm	-	-	-	-	
		425μm	-	-	-	-	
		75μm	-	-	-	-	
修正 CBR %		80 以上 : 区分 A, B に適用 30 以上 : 区分 C に適用			最大乾燥密度 g/cm ³ : 最適含水比 %:		
水浸膨張比 %		1.5 以下			区分 A に適用		
スラグ碎石のエイジング期間 (区分 A に適用)							
スラグの種類	エイジング方法	エイジング期間 (月数又は日数)			材料の水浸膨張比 %		

JSTM H 8001 : 2008

土工用製鋼スラグ碎石 解説

この解説は、規格に規定・記載した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

1 制定の趣旨

現在、鉄鋼スラグ製品の国内全販売量のうち、高炉セメント、道路用鉄鋼スラグ、コンクリート用スラグ骨材など、約 68%が JIS 規格（7 種類）を充たし、約 70%がグリーン購入法における特定調達品目（8 種類）の対象製品になっている。一方 JIS 化が未だなされていない製品は、国内全販売量の約 30%あり、その主な製品は製鋼スラグの土木工事用の土砂代替材である。

今般、資源有効利用促進法の改正にあたり、平成 20 年 1 月の産業構造審議会 環境部会廃棄物・リサイクル小委員会 基本政策ワーキンググループの報告書“世界最高水準の省資源社会の実現へ向けて～グリーン化を基軸とする次世代ものづくりの促進～”において、素材産業などの副産物の再生利用の促進について、“素材産業などにおいて発生する副産物のうち、建設・土木用資材を中心に技術的に利用可能な用途先が既に存在する副産物については、政府のグリーン調達などとの連携にも留意しつつ、JIS や団体規格を活用するといった製品に加工する際の品質規格の策定などの事業者の取組を通じて、製品としての利用を一層促進することが必要である。”と報告されている。

製鋼スラグは、その性状から天然の路盤材料と同様な粒状材料として扱うことができ、また天然の路盤材料に比べて単位容積質量及び内部摩擦角が大きいという優れた土質力学的特性があるが、石灰分を含むため膨張と高アルカリ水溶出の性質がある。これらの特質を十分理解したうえで、製鋼スラグ製品の特性を十分生かすうる適正な利用方法や工法により、合理的で経済的な構造物を得ることが期待できる。また、本規格を制定することにより、製品としての位置づけがより一層明確になる。

以上のような背景のもと、従来 JIS 化がなされなかった製鋼スラグの土工用材料を、転炉系スラグ、電気炉系スラグを加工した製鋼スラグ碎石の使用用途による区分、品質基準、販売管理基準を示すことにより、団体規格の一つとして新たに財団法人建材試験センターの団体規格（以下“JSTM 規格”という。）を制定するものである。

2 制定の経緯

鉄鋼スラグ協会は、平成 19 年度に土工用製鋼スラグ製品の標準化調査を財団法人建材試験センターに委託した。財団法人建材試験センターは、これを受け、調査研究委員会（委員長長瀧重義愛知工業大学特任教授）のもと、実態調査 WG（主査兵動正幸山口大学大学院教授）及び原案作成 WG（主査土田孝広島大学大学院教授）を組織し、7 回の委員会を開催して原案を作成した。作成された“土工用製鋼スラグ碎石”規格案が JSTM 規格として、同センター標準化委員会（委

員長菅原進一(東京大学名誉教授)によって8月29日に承認され、9月10日に制定された。

3 審議中に主に検討した事項

3.1 適用範囲 土工用鉄鋼スラグの製品販売実績調査結果に基づき、使用実績の多い用途であり、要求される性能が同じものから規格化することとし、土工用製鋼スラグのうち、仮設道路及び整地に使用されるものに限定して規定することとした。

3.2 化学物質の溶出量・含有量の検査項目 溶出量に関する土壤環境基準および含有量に関する土壤汚染対策法基準を適用することとしたが、鉄鋼の製造プロセス特性上スラグに環境基準を超えて存在しえない化学物質を除き、必要と考えられる物質について規定することとした。

3.3 使用箇所による区分と要求される性能 土工用製鋼スラグ砕石の内、修正 CBR 並びに膨張性について所定の性能を満たすものを標準の区分 A とした。仮設道路及び整地の使用実態を調査した結果、膨張性並びに修正 CBR の性能が区分 A ほど高い性能を要求されない場合があったため、使用箇所に応じた区分 B 及び C を設定することとした。

3.4 環境安全性確保のためのロット管理方法 鋼の原料中の有害物質や、精錬工程で添加するふっ素や鉛、クロムを含む物質が、スラグ製品に含まれる可能性を考慮した上で、ロット管理方法を規定することとした。

4 各項目の説明

4.1 適用範囲 (1) この規格は、仮設道路及び整地に使用する土工用製鋼スラグ砕石について規定したもので、製鋼スラグを素材として製造した砕石に適用する。製鋼スラグには、転炉系製鋼スラグと電気炉系製鋼スラグがあるが、製鋼スラグ以外の素材、すなわち、高炉スラグ、フェロアロイ(合金鉄)スラグ、非鉄スラグ、キューポラススラグ、熔融スラグなどを単独又は混合して製造した砕石は、この規格の適用範囲外である。

注記 1 転炉系スラグは、主原料の銑鉄などを転炉などで鋼にする際に生成するスラグであり、転炉スラグ、予備処理スラグなどがある。

転炉スラグは、主原料の溶銑、鉄スクラップ及び副原料の生石灰(CaO)などを転炉に装入し、高圧の酸素を吹き込み、激しい酸化反応によって溶銑中のけい素(Si)、りん(P)、鉄(Fe)の一部などが酸化され、生石灰(CaO)と結合した酸化物である。溶鋼と熔融スラグは比重差によって分離され、転炉から排出される。転炉スラグが通常の天然砕石より重く硬質なのは、精錬過程で鉄(Fe)の一部が酸化されスラグ中で化学的に結合しているためである。

予備処理スラグは、転炉精錬を効率的に行なうために転炉または別容器内の溶銑に生石灰(CaO)などを投入し、けい素(Si)、りん(P)、硫黄(S)などを除去する予備処理工程で生成する生石灰(CaO)と結合した酸化物である。

電気炉系スラグは、主原料の鉄スクラップなどを電気炉などで鋼にする際に生成するスラグであり、酸化スラグと還元スラグとがある。酸化スラグは、装入原料(鉄スクラップなど)をアーク熱を熱源として熔融し、溶鋼中に酸素を吹き込み、鋼として不要な成分を酸化し、副原料として装入した生石灰(CaO)と結合して生成する。その際酸化スラグは、鉄(Fe)

の一部が酸化されてスラグ中に入るために通常の天然砕石より重く、かつ、硬質になる。還元スラグは、酸化スラグの排出後に生石灰（CaO）などを投入し、酸化物などの不要な成分と結合させる還元精錬によって生成する。その際発生する還元スラグには、塊状のものと粉状のものがある。なお、参考までに製鋼スラグの化学成分を、**解説表 1** に例示する。

解説表 1－製鋼スラグの化学成分の一例

種 類		成 分 %							
		SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Total Fe	MgO	S	MnO	TiO ₂
転炉系スラグ	転炉スラグ	13.8	44.3	1.5	17.5	6.4	0.07	5.3	1.5
	予備処理スラグ	15.0	38.6	4.3	18.3	5.3	0.04	3.5	0.6
電気炉系スラグ	酸化スラグ	19.0	38.0	7.0	15.2	6.0	0.38	6.0	0.7
	還元スラグ	27.0	51.0	9.0	1.5	7.0	0.50	1.0	0.7

注記 2 仮設道路及び整地に用いるスラグ砕石は、転炉スラグ及び予備処理スラグなど、又は電気炉酸化スラグ及び電気炉還元スラグを素材とし、これらの素材を単独または組み合わせて製造したものである。

スラグ砕石の用途分類とこの規格の適用範囲を、**解説表 2** に示す。この規格の適用範囲は、仮設道路材及び整地材であり、埋め戻し材、盛土材、地盤改良材及び中詰め材は適用外である。

解説表 2－製品の用途分類及び適用範囲

スラグ砕石の用途		参 考	摘 要
大分類	小分類		
仮設道路		工事関係車両や資材運搬車両などが走行する表層を設けない道路に使用する道路材	適用範囲
整地		表層を設けない駐車場、広場、資材置場などにおいて土地を平坦に整えるために使用する整地材	
埋め戻し	－ 構造物・工作物	構造物、工作物の埋め戻し用充填材あるいは鉱山採掘跡地などの埋め戻し材	適用範囲外
	－ 穴埋め		
盛土	－ 嵩上げ	地盤の嵩上げ材、築堤材あるいは埋立てなどに用いる中仕切り材（陸域、海域）	
	－ 築堤		
	－ 中仕切り用		
地盤改良	－ 置換	置換工法、載荷盛土工法、サンドコンパクションパイル工法に使用する地盤改良材	
	－ 載荷盛土		
	－ サンドコンパクションパイル		

中詰め	-セル -ケーソン -二重矢板	港湾工事におけるセル、ケーソン、二重矢板などを使用する中詰め材	適用範囲外
-----	-----------------------	---------------------------------	-------

4.2 使用箇所による区分 (4.3) 仮設道路及び整地用のスラグ砕石はトラフィカビリティ確保のために利用されることが多い。区分 A は表層を設けないが、上層路盤材と同等の性能を要求される場合を想定した。一般にスラグ砕石が使用される仮設道路及び整地は、周辺に構造物がない場合が多く、スラグ砕石が多少膨張しても特に問題がない場合がある。これに対応するために、膨張に関する規定のない区分 B 及び C を設けた。なお、支持力については、区分 B は上層路盤材と同等とし、区分 C は下層路盤材と同等とした。

4.3 呼び方 (5) スラグ砕石の呼び方は、道路用鉄鋼スラグの呼び名 CS (クラッシュラン鉄鋼スラグ)、SS (単粒度製鋼スラグ)、CSS (クラッシュラン製鋼スラグ) などとの統一性も考慮して、規格の英文名 steel Slag Crushed stone for civil Engineering works から採用した頭文字を用いて ECS とした。

4.4 品質 (6)

4.4.1 化学物質の溶出量及び含有量 (6.1) スラグ砕石は土壌に接触する形で利用され、長い間に土壌と区別できなくなり、最終的に土壌と同様に扱われることも考えられる。従って、スラグ砕石の化学物質に係る環境安全上の基準は、溶出量基準についてはスラグ砕石単体で土壌の汚染に係る環境基準値と同等のレベルを定め、含有量基準についてもスラグ砕石単体で土壌汚染対策法に基づく指定区域の指定に係る基準値と同等レベルを定めた。土壌に対する基準の考え方を適用し、それを参考としつつ製鋼スラグ製造工程の特徴を考慮して検査項目を規定した。

平成 19 年 9 月 28 日付けで環境省大臣官房廃棄物・リサイクル部長から通知された環廃対発第 070928001 号“一般廃棄物の熔融固化物の再生利用の実施の促進について”の(別添)“一般廃棄物の熔融固化物の再生利用に関する指針”によれば、“この目標基準は、環境基本法(平成 5 年法律第 91 号)に基づく土壌の汚染に係る環境基準(平成 3 年環境庁告示第 46 号)や土壌汚染対策法(平成 14 年法律第 53 号)に基づく指定区域の指定に係る基準などを考慮して制定された日本工業規格と同レベルのものであり、これを満たせば当該用途に用いる場合において安全と考えられるものである”としている。さらに同指針によれば“埋め戻し材、路床材など”において“日本工業規格 JIS A 5032 の 4.2 (有害物質の溶出量と含有量)の基準に適合していること”としている。製鋼スラグは概ね 1500℃～1600℃の高温条件下で処理され、一般廃棄物の熔融炉内の温度(概ね 1200℃以上)に比べて高温であることから有機物やダイオキシン類は分解され、上記指針が適用できる。そこで、有害物質の溶出量及び含有量の検査項目は日本工業規格 JIS A 5032 (一般廃棄物、下水汚泥又はそれらの焼却灰を熔融固化した道路用熔融スラグ)と同じカドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、セレン、ふっ素、ほう素の 8 物質に一旦限定した。さらに、上記 8 物質の製鋼スラグへの混入の可能性は、製造プロセスから以下の 3 つに分類される。

- ① 物理化学的にスラグにほとんど混入しない物質(水銀、カドミウム、ヒ素)
沸点が低く、転炉や電気炉内で蒸発し、ほとんどのスラグから含有量・溶出量は検出されない。ただし、ごく一部のスラグから検出されることがあるが、極めて低いレベルである。
- ② 鋼の原料からスラグに混入することがある物質(鉛、クロム、セレン、ほう素)
鉄鉱石や石炭、鉄スクラップなどの原料に含有され、製鋼スラグから微量検出されることがある。

- ③ 特定成分の鋼を作り込むために精錬工程中に添加された物質からスラグに混入することがある物質（クロム、鉛、ふっ素、ほう素）

製錬工程における蛍石（ CaF_2 ）の使用によるスラグへのふっ素混入、ステンレス鋼や鉛快削鋼製錬工程におけるクロムや鉛のスラグへの混入などが生じるケースがあり、特定の鉄鋼スラグから鉛、六価クロム、セレン、ふっ素、ほう素が検出されることがある。

上記を考え、溶出量及び含有量がほとんど検出されないことのない3物質（水銀、カドミウム、ひ素）は、検査項目から除き、検出される可能性のある5物質（鉛、六価クロム、セレン、ふっ素、ほう素）を管理項目とした。

なお、仮設道路や整地が海域の埋立地などで用いられる場合には、化学物質の溶出量の基準に対して“海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令第五条第一項に規定する埋立場所等に排出しようとする金属等を含む廃棄物に係る判定基準を定める省令”における水底土砂に係る判定基準が適用されることがある。

4.4.2 粒度 (6.2) スラグ碎石の粒度分布は一般に JIS A 5001 道路用碎石で規定するクラッシュランの粒度分布を満足するため、層厚に影響を及ぼす最大粒径のみを規定した。通常の使用場所におけるスラグ碎石の最大粒径は JIS A 5015 のクラッシュラン鉄鋼スラグと同様に 20 mm, 30 mm, 40 mm の3種類で十分であるが、原地盤が極端に軟弱な場合は、粒度はできるだけ大きい方が食込みも少なく施工しやすいので、最大粒径 80mm を設けた。

4.4.3 性能 (6.3) スラグ碎石は骨材同士の噛みあわせが良好で、支持力の目安となる修正 CBR は、一般の路盤材の修正 CBR と同等である。従って区分 A 及び B のように上層路盤材と同等の支持力を要求される場合は、修正 CBR 80% 以上とした。また、区分 C の修正 CBR は 30% 以上とした。これまでの測定実績データからスラグ碎石は下層路盤材に必要な修正 CBR 30% 以上を有していることが判明している。

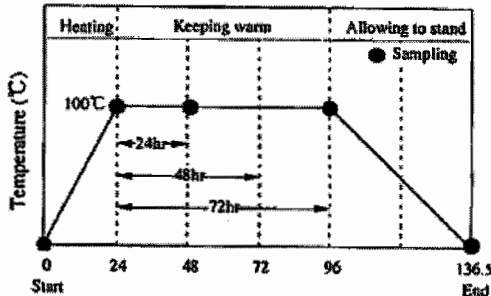
4.5 エージング(7) エージングの規定は、水浸膨張比の規定と同様に、日本工業規格 JIS A 5015（道路用鉄鋼スラグ）を準用した。すなわち素材の製鋼スラグの水浸膨張比が小さくても、エージング処理を行わない製鋼スラグは一部に生石灰が残存し、施工後に生石灰と水が反応して膨張することがある。このため周辺に構造物や工作物などがある箇所に使用する場合は通常エージングを一定期間（6 か月以上、ただし水浸膨張比が 0.6% 以下の電気炉系スラグは最短 3 か月まで短縮）、またはそれと同等以上の効果を有する促進エージングを行うこととした。

エージングには通常エージングと促進エージングがあるが、通常エージングは長期にわたり広大なエージングヤードを必要とすること、また、促進エージングを行った路盤材の実績が蓄積されてきたことで、現在では促進エージングが一般的になっている。

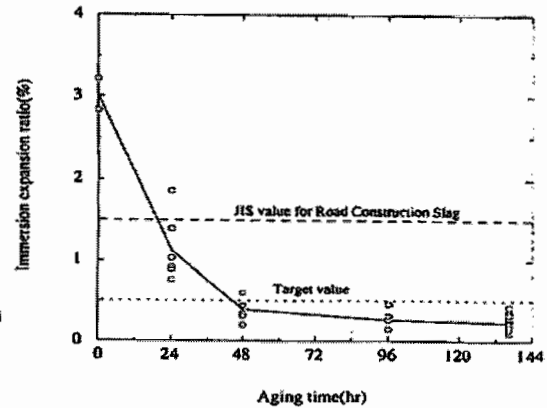
促進エージングは、温度を上げて水和反応を促進する方法であり、蒸気エージングがよく用いられている。蒸気エージングは、コンクリート製のピットにスラグを挿入し、ピット下部の蒸気配管から蒸気をスラグ中に吹き込む方法であり、温度上昇に 1 日程度、反応促進に 1～3 日程度、冷却に 1～2 日程度を要する。多くの施工例において、蒸気エージングにより確実に水和反応が進行し、通常エージングと同等以上にスラグの膨張に対する安定性が高くなっていることが確認されているため、促進エージングにより期間を短縮することができることとした。

なお、蒸気エージングについては[加藤 誠, 高橋達人, 市川孝一, 原田昭二, 島田裕一: “福山製鉄所における蒸気エージング設備の開発”, 日本鉄鋼協会「材料とプロセス」vol.9, No.1,

p.244 (1996)]]によっている。蒸気エージングの温度例を解説図 1 (参考文献 b) による) に、また、その時得られた製鋼スラグの水浸膨張比と蒸気エージング時間の関係を解説図 2 (参考文献 b) による) に示す。



解説図 1—蒸気エージングの温度例



解説図 2—蒸気エージング処理をした製鋼スラグの水浸膨張比と蒸気エージング時間の関係

4.6 検査

4.6.1 スラグ碎石のロット管理 (9.1) 土工用製鋼スラグ碎石の環境安全性を確保するため、原則として、同一製造条件で1か月以内に製造されたものを同一ロットとした。ただし、土工用製鋼スラグ碎石の各事業所で環境安全性に関する品質保証のできるロットを各事業所の実態に応じた方法で設定した。例えば、1) 製造設備の新增設あるいは改造などにより、精錬工程を変更した場合、2) 製造上の理由により、精錬工程を変更した場合、3) 製造鋼種の変更に対応するため、ふっ素、クロム、鉛、ほう素、セレンの添加条件を大幅に変更した場合などは別ロットとした。

分別されたロットは、加工工程、保管場所、出荷時にいたるまで他のロットと分けて管理することが重要である。

4.6.2 検査頻度 (9.3) 化学物質の溶出量及び含有量は、確実に規定に適合していることを確認するために、1か月に1回以上の検査を行うこととした。化学物質の溶出量及び含有量はスラグに含有される化学物質の種類又は量により決定されることになるが、特に、ふっ素、クロム、鉛、ほう素などを製造上の理由で添加した場合には、適切な管理を行うこととした。

4.6.3 検査データなどの保管 (9.4) 製造業者は検査データを最低2年間以上保管することが望ましい。

4.7 表示 (本体の 10) 納品書には、種類及び区分又は呼び方、製造年月又はその略号、製造工場名又はその略号、製造業者名又はその略号、ロット番号、数量を記入する。参考までに、納品書の記入例を解説表 3 に示す。

解説表 3—土工用製鋼スラグ碎石の納品書の記入例

—土工用製鋼スラグ碎石—

受領者サイン

納品書

発行No.	製造年月	得意先名	納入場所名
〇〇〇	〇〇 〇〇	〇〇コウムテン 御中	〇〇シ 〇〇〇〇

呼び方	ロット番号
ECS-40B	〇〇-〇〇-〇〇

総質量 t	空車質量 t	正味質量 t	車番
21.190	11.340	9.850	1334

(製造)

〇〇製鉄株式会社

〇製鉄所

(販売)

〇〇株式会社

〇〇支店

TEL〇〇-〇〇〇〇

4.8 報告 (11) 試験成績表は、出荷する製品とこの規格との関係を明確にするものでなければならない。受渡当事者間で特記仕様が取り決めてある場合は、その旨を記入する。なお、参考までに、試験成績表の記入例を解説表 4 に示す。

解説表-4

土工用製鋼スラグ碎石試験成績表							
殿			製造業者名：〇〇製鉄株式会社 製造工場名：〇〇製鉄所 呼び方：ECS-20A ロット番号：〇〇- 〇〇- 〇〇 試験日：平成〇年〇月〇日 試験機関：〇〇製鉄所				
項目	呼び方	試験結果	ECS-80	ECS-40	ECS-30	ECS-20	備考
			品質規定				
化学物質の溶出量	鉛 mg/L	0.005 未満	0.01 以下				
	六価クロム mg/L	0.04 未満	0.05 以下				
	セレン mg/L	0.002 未満	0.01 以下				
	ふっ素 mg/L	0.24	0.8 以下				
	ほう素 mg/L	0.1 未満	1 以下				
化学物質の含有量	鉛 mg/kg	15 未満	150 以下				
	六価クロム mg/kg	25 未満	250 以下				
	セレン mg/kg	15 未満	150 以下				
	ふっ素 mg/kg	1300	4000 以下				
	ほう素 mg/kg	400 未満	4000 以下				
試験機関名		化学物質の溶出量試験： 〇〇試験場 化学物質の含有量試験： 〇〇検査株式会社					
粒度	ふるいを通るものの質量分率 %	106 mm	100	—	—	—	
		75 mm	—	—	—	—	
		53 mm	<100	100	—	—	
		37.5 mm	—	<100	100	—	
		31.5 mm	—	—	—	—	
		26.5 mm	100	—	—	<100	100
		19 mm	96.3	—	—	—	<100
		13.2 mm	—	—	—	—	—
		4.75mm	—	—	—	—	—
		2.36mm	—	—	—	—	—
		425 μm	—	—	—	—	—
		75 μm	—	—	—	—	—
修正 CBR %	151	80 以上 : 区分 A, B に適用 30 以上 : 区分 C に適用				最大乾燥密度:2.50 g/cm ³ 最適含水比:8.7%	
水浸膨張比 %	0.8	1.5 以下				区分 A に適用	
スラグ碎石のエイジング期間 (区分 A に適用)							
スラグの種類	エイジング方法	エイジング期間 (月数又は日数)			材料の水浸膨張比 %		
転炉スラグ	蒸気エイジング	4 日			0.8		

4.9 スラグ碎石の販売管理 (12) スラグ碎石は、天然材料と同様に扱うことができ、天然材に比べて単位容積質量及び内部摩擦角が大きいという優れた土質力学的特性がある。しかし、石灰分が高いためスラグ碎石に触れた水は高アルカリを示し、スラグ碎石が乾燥すると粉塵が発生する場合がある。スラグ碎石が販売後の不適切な使用・管理により環境問題を引き起こした事例も見られることから、JIS 規格などでは製品の販売管理まで規定した例は見受けられないが、建材試験センター規格は JIS 規格などのフォーマットに縛られることがないため、敢えて製品としての信用を確保するために本箇条を設けた。

販売者は、製品販売後の管理も含めて不適切な使用・管理により生じうる環境問題を未然に防止するために、受注前調査、製品出荷後の輸送、一時保管、施工中、施工完了後の各段階に応じて、適切に管理・フォローするための販売管理マニュアルを整備することとした。

なお、鉄鋼スラグ協会の“鉄鋼スラグ製品の管理に関するガイドライン”には以下のような項目について指針が示されている。

- ① 需要家への品質特性の説明
- ② 受注前調査，受注可否判断
- ③ 契約締結上の留意点
- ④ 受注・納入の留意点
- ⑤ 製品の輸送
- ⑥ 一時保管状況及び施工中の追跡調査
- ⑦ 施工完了後の追跡調査

5 懸案事項 スラグ碎石の適用範囲拡大のため埋め戻し、盛土、地盤改良、中詰めなどを検討する必要がある。

6 参考文献

- a) 産業構造審議会 環境部会廃棄物・リサイクル小委員会 基本政策ワーキンググループ：世界最高水準の省資源社会の実現へ向けて ～グリーン化を基軸とする次世代ものづくりの促進～ -基本政策ワーキンググループ報告書-， p23，平成20年1月
- b) 加藤 誠，高橋達人，市川孝一，原田昭二，島田裕一：“福山製鉄所における蒸気エージング設備の開発”，日本鉄鋼協会「材料とプロセス」(CAMP-ISIJ) vol.9, No.1, p.244 (1996)

7 原案作成委員会の構成表

JSTM H 8001 土工用製鋼スラグ標準化調査委員会 本委員会 構成表

委員長	長瀧 重義	愛知工業大学
委員	日下部 治	東京工業大学
	兵動 正幸	山口大学
	土田 孝	広島大学
	菊地 喜昭	独立行政法人港湾空港技術研究所
	原 富男	福田道路株式会社
	戸澤 宏一	鐵鋼スラグ協会 (JFE スチール株式会社)
	横尾 正義	鐵鋼スラグ協会 (新日本製鐵株式会社)
	藤原 稔	鐵鋼スラグ協会
オブザーバー	曾根 真理	国土交通省国土技術政策総合研究所
	長島 秀夫	経済産業省 (2008年5月まで)
	堀越 稔	経済産業省 (2008年6月から)
関係者	吉本 憲正	山口大学
	佐々木 剛	住友金属工業株式会社
	島崎 信明	住金鉱化株式会社
	栗栖 一之	日本冶金工業株式会社
	森 肇	JFE 条鋼株式会社
	内田 靖人	鐵鋼スラグ協会
	井上 清彦	鐵鋼スラグ協会
	奥村 博昭	鐵鋼スラグ協会
事務局	瀬戸 和吉	財団法人建材試験センター
	島崎 清幸	財団法人建材試験センター
	斉藤 一也	財団法人建材試験センター
	若木 和雄	財団法人建材試験センター

JSTM H 8001 土工用製鋼スラグ標準化調査委員会 実態調査 WG 構成表

分科会長	兵動 正幸	山口大学
委員	原 富男	福田道路株式会社
	戸澤 宏一	鐵鋼スラグ協会 (JFE スチール株式会社)
	横尾 正義	鐵鋼スラグ協会 (新日本製鐵株式会社)
	藤原 稔	鐵鋼スラグ協会
関係者	吉本 憲正	山口大学
事務局	天野 康	財団法人建材試験センター
	佐川 修	財団法人建材試験センター
	若木 和雄	財団法人建材試験センター

JSTM H 8001 土工用製鋼スラグ標準化調査委員会 原案作成 WG 構成表

分科会長	土田 孝	広島大学
委員	原 富男	福田道路株式会社
	戸澤 宏一	鐵鋼スラグ協会 (JFE スチール株式会社)
	横尾 正義	鐵鋼スラグ協会 (新日本製鐵株式会社)
	藤原 稔	鐵鋼スラグ協会
事務局	瀬戸 和吉	財団法人建材試験センター
	島崎 清幸	財団法人建材試験センター
	斉藤 一也	財団法人建材試験センター
	若木 和雄	財団法人建材試験センター

建材試験センター規格(JSTM)
土工用製鋼スラグ碎石

平成20年9月10日 制定

発行人 田中 正躬

発行所 財団法人 建材試験センター

本 部：〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2丁目9番8号

電話：03(3664)9212 FAX：03(3664)9230

中央試験所：〒340-0003 埼玉県草加市稻荷5丁目21番20号

電話：048(935)1992 FAX：048(931)9137

禁無断複写・転載

定価 1,785 円 (本体 1,700 円)