

# アスファルト舗装用骨材への製鋼スラグの適用について

Evaluation of Applicability of Asphalt Pavements Using Steel Slag

新日本製鐵 室蘭製鐵所 ○正員 藤井 郁男 (Ikuro Fujii)

同上

内村 暢彦 (Nobuhiko Uchimura)

## 1. はじめに

各種リサイクル法の制定が進む中、環境負荷の少ない資材の有効活用は、循環型社会の形成に欠かせない課題となっている。

鉄の副産物である鉄鋼スラグ製品についても、国等による環境物品等の調達推進を受け、表-1 に示すような特定調達品目としての普及が進められている。

今回これらの製品の中で鉄鋼スラグ（製鋼スラグ）を混入したアスファルト混合物の適用事例について報告する。

表-1 鉄鋼スラグ製品のグリーン購入法への適用状況

年度	特定調達品目
平成13年	高炉セメント
平成14年	高炉スラグ骨材 鉄鋼スラグ道路用路盤材 ※ 鉄鋼スラグアスファルト用骨材 ロックウール
平成15年	土工用水砕スラグ

## 2. 鉄鋼スラグの概容

鉄鋼スラグは、鉄鋼生産の過程で生成する副産物である。我が国の粗鋼生産量は1億t/年前後で、鉄鋼スラグは約3,500千t/年が発生している。鉄鋼スラグの生成過程は図-1 に示すように、大きく2つに分かれ、1つは製鉄工程で発生する高炉スラグと、もう1つは製鋼工程で発生する製鋼スラグである。

アスファルト混合物に使用する鉄鋼スラグは、硬質で安定性に優れた製鋼スラグである。製鋼スラグは大きく転炉系スラグと電気炉系スラグがあるが、ここでは転炉系スラグの使用を前提に報告する。

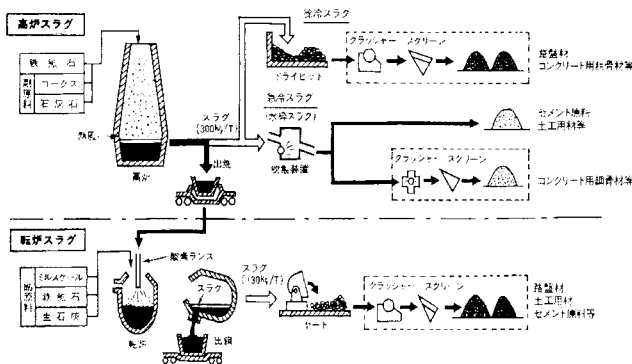


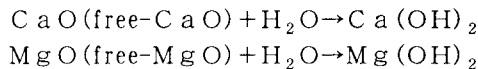
図-1 鉄鋼スラグの製造フロー

製鋼スラグの性質については後述するが、骨材として使用する場合、製造過程で残る未反応石灰等に起因した膨張性の安定化対策が課題となる。

## 2. 製鋼スラグの安定化処理

### (1) 製鋼スラグの膨張メカニズム<sup>2)</sup>

製鋼スラグは、精練工程でCaOや微量のMgOが添加される。これらは、ほとんどが溶解されて安定な鉱物となるが、ごく一部は残存してしまい、残存したCaOおよびMgOは free-CaOおよび free-MgOと呼ばれ、以下のように水と反応して体積膨張し安定化する。



### (2) 蒸気エージングによる膨張安定化方法

製鋼スラグの膨張を抑制し、安定化するため、事前に水と水和させて膨張させるエージング処理を行うことが一般的である。

当所では蒸気エージング設備を新設し、膨張性の安定化処理を実施している。

図-2は、アスファルト舗装用製鋼スラグの処理結果である。エージング処理は、各サイズ (SS-13、SS-5) に篩い分けを行った製鋼スラグを積み付け、全体に蒸気が行き渡るようにしている。

水浸膨張比は、エージング時間と共に減少する傾向があり、既往の実績から60hrまで処理を行った。

この結果、当初の水浸膨張比に対して1/5~1/10に抑える事ができ、蒸気エージング処理が膨張性の安定化に有効に機能していることが分かるとともに、安定した骨材の生産が出来る事を確認できた。

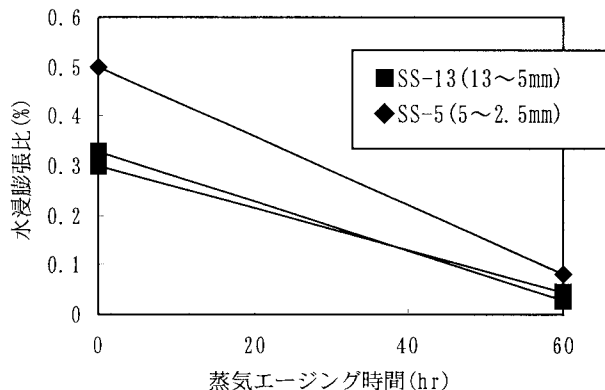


図-2 蒸気エージングによる水浸膨張比の変化

### 3. アスファルト混合物用製鋼スラグの性質

#### (1) 化学的性質

製鋼スラグは、高炉で作られる銑鉄を転炉（及び溶銑予備処理）で酸化精錬することにより生成する。その成分は、表-2 に示すようにCaO、SiO<sub>2</sub>等が主体となる。

表-2 製鋼スラグの化学組成例<sup>1)</sup> (単位:%)

種類	CaO	SiO <sub>2</sub>	T-Fe
高炉スラグ	41.7	33.8	0.4
製鋼スラグ	45.8	11.0	17.4
安山岩	5.8	59.6	3.1

#### (2) 物理的性質

表-3 は、製鋼スラグの各サイズの物性値を室蘭周辺で採取される砕石との比較で示したものである。

製鋼スラグは、表-2 にあるT-Fe成分に起因した高い密度を示す。また、吸水率、すりへり減量も規格値を満たしている。

さらに、前記した蒸気エージングにより、水浸膨張比の規格値 2.0%以下をクリアしている。

なお、膨張性の指針となる水浸膨張比は、JISA 5015「道路用鉄鋼スラグ」に規定される水浸膨張試験で実施した。この試験は、実際に水と接触させた後の膨張量を確認するものである。

表-3 製鋼スラグの物性値

サイズ	6号(13~5mm)		7号(5~2.5mm)	
	製鋼	砕石	製鋼	砕石
粗粒率	6.31	6.27	5.07	5.01
密度(g/cm <sup>3</sup> )	3.65	2.62	3.57	2.61
吸水率(%)	0.62	1.90	1.03	1.89
単位容積質量(kg/l)	2.04	1.56	2.10	1.47
すりへり減量(%)	11.1	19.6	14.1	19.2
損失量(%)	0.8	2.3	1.3	1.2
水浸膨張比(%)	0.04	-	0.08	-

### 4. 製鋼スラグを骨材に使用したアスファルト混合物の配合設計と適用事例

#### (1) 製鋼スラグアスファルト混合物の配合設計

表-4 は、表層を対象にした密粒度及び細粒度ギャップアスファルト混合物の配合結果である。製鋼スラグを用いた場合、砕石に比べ密度が1.2倍程度高く、アスファルト量は1%程度少なくなった。図-3 は、粒度曲線を比較したものである。製鋼スラグと天然骨材を配合するため密度差を補正しており、配合比率は若干異なるものの、曲線の傾向は非常に近いものとなった。

#### (参考文献)

- 1) 鉄鋼スラグ協会：鉄鋼スラグの特性と有用性
- 2) (財)沿岸開発技術研究センター：鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル、沿岸開発技術ライブラリーNo. 16、2003
- 3) (社)日本道路協会：舗装施工便覧、平成13年12月

表-4 表層アスファルト混合物の配合比較

	密粒度仕様		細粒度仕様	
	スラグ	砕石	スラグ	砕石
SS-13	42.0	-	33.7	-
SS-5	12.2	-	17.7	-
S13	-	37.0	-	28.6
S5	-	10.8	-	14.2
スリ-ニングス	9.1	10.2	9.0	11.1
細目砂	23.2	26.3	25.1	28.6
石粉	8.5	9.9	9.1	11.0
アスファルト	5.0	5.8	5.4	6.5
密度(g/cm <sup>3</sup> )	2.8	2.4	2.78	2.37

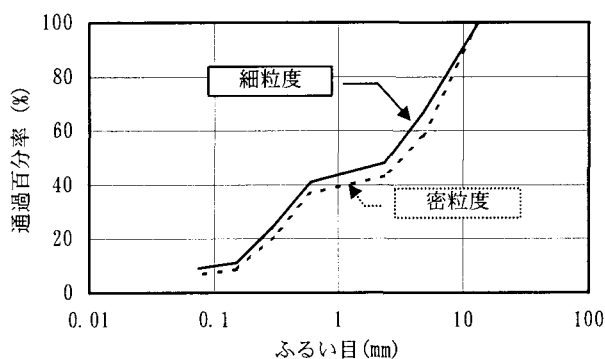


図-3 表層アスファルト混合物の粒度曲線

#### (2) 製鋼スラグアスファルト混合物の施工事例

製鋼スラグを骨材に使用したアスファルト混合物を製鐵所構内の幹線道路に適用した事例を表-5 に示す。

事例①は、密粒度仕様で、事例②は細粒度仕様で施工したものである。

製鋼スラグを使用したアスファルト混合物は高密度であるが、どちらの施工結果も砕石を骨材に使用した場合に対して施工上の差異もなく、同様な作業ができた。

表-5 施工事例

事例	施工事例①	施工事例②						
仕様	密粒度ギャップアスコン	細粒度ギャップアスコン						
舗装面積	3,400m <sup>2</sup>	5,000m <sup>2</sup>						
舗装断面	<table border="1"> <tr> <td>表層</td> <td rowspan="2">40mm</td> </tr> <tr> <td>(基層)</td> </tr> </table> (表層のみ施工)	表層	40mm	(基層)	<table border="1"> <tr> <td>表層</td> <td rowspan="2">40mm</td> </tr> <tr> <td>(基層)</td> </tr> </table> (表層のみ施工)	表層	40mm	(基層)
表層	40mm							
(基層)								
表層	40mm							
(基層)								

### 5. まとめ

アスファルト混合物骨材への製鋼スラグの適用に当たり、次の事が分かった。

- (1) 蒸気エージング処理により水浸膨張比を低減でき、また安定生産が出来ることが確認できた。
- (2) 製鋼スラグを使用する場合天然骨材と比較し、配合アスファルト量は1%程度少なくなるが、アスファルト混合物の密度は1.2倍程度高くなる。
- (3) 製鋼スラグを使用する場合でも施工上の差異はない。