

# スラグ細骨材を用いた コンクリートを施工する上でのポイント

(高炉スラグ・フェロニッケルスラグ・銅スラグ)



四国地区骨材資源対策技術委員会

## はじめに

これまで四国地区の建設工事においては、コンクリート用骨材に海砂が広く用いられてきました。しかし近年、生態系への影響や環境保全の観点などから、四国各県においても、採取禁止や採取規制の強化が進められています。

このため、海砂に代わる良質なコンクリート用細骨材(以下、「代替材」とする)の安定確保に対する要求が高まっています。

このような状況のなか、四国地区骨材資源対策技術委員会では各種代替材を用いたコンクリートの技術的な検討を行ってきました。この度、その成果の一環として、スラグ(高炉スラグ・フェロニッケルスラグ・銅スラグ)を細骨材として使用したコンクリートを施工する上での留意点などについて、下記の資料をもとに本冊子をとりまとめました。

本冊子がコンクリート工事において大いに活用され、よいコンクリートを造るための一助となれば幸いです。

### 【参考資料】

- ・ 「コンクリート標準示方書」(土木学会)
- ・ 「高炉スラグ骨材コンクリート施工指針」(土木学会)
- ・ 「フェロニッケルスラグ細骨材を用いたコンクリートの施工指針」(土木学会)
- ・ 「銅スラグ細骨材を用いたコンクリートの施工指針」(土木学会)
- ・ 「海砂代替材技術資料」(四国地区骨材資源対策技術委員会)
- ・ 「愛媛県骨材対策委員会報告書」(愛媛県骨材対策委員会)

平成15年12月

四国地区骨材資源対策技術委員会

## CONTENTS

スラグ細骨材を用いたコンクリートを施工する上でのポイント  
(高炉スラグ・フェロニッケルスラグ・銅スラグ)

### I. 材料の選定

(生コン工場が配慮するポイント)

### II. 配合設計

(発注者と生コン工場が配慮するポイント)

### III. 生コン工場における品質管理

(生コン工場が配慮するポイント)

### IV. 現場における施工管理

(現場管理者が配慮するポイント)

# 1. 材料の選定

高炉スラグ細骨材、フェロニッケルスラグ細骨材、銅スラグ細骨材は、JIS A 5011 に規定され、これまで多く使用されてきた天然骨材（海砂・川砂等）に比べ、以下の特徴があります。 （下表参照）

- ①密度が大きい（フェロニッケルスラグ、銅スラグ）
- ②形状が角張っている
- ③吸水率が小さい
- ④粒子の色が黒い（銅スラグ）

各スラグ細骨材の品質実績例

	絶乾密度(g/cm <sup>3</sup> )	吸水率(%)
高炉スラグ	2.51~2.71	0.30~1.83
フェロニッケルスラグ	2.71~3.15	0.12~2.53
銅スラグ	3.30~3.74	0.05~1.80

日本鉱業協会資料・鐵鋼スラグ協会調査資料

天然細骨材規格値：絶乾密度 2.5 g/cm<sup>3</sup>以上、吸水率 3.5%以下（JIS A 5308 附属書 1 より）

**ポイント!**

## ●材料の品質

スラグを細骨材として使用する場合、JIS A 5011-1,2,3 を満足し、品質のばらつきの少ないものを選定することが重要です。

スラグ細骨材の規定

項目		スラグ細骨材	高炉スラグ JIS A 5011-1	フェロニッケルスラグ JIS A 5011-2	銅スラグ JIS A 5011-3
		酸化カルシウム(CaO として) %	45.0 以下	15.0 以下	12.0 以下
化学成分	酸化マグネシウム(MgO として) %	—	40.0 以下	—	
	全硫黄(S として) %	2.0 以下	0.5 以下	2.0 以下	
	三酸化硫黄(SO <sub>3</sub> として) %	0.5 以下	—	0.5 以下	
	全鉄(FeO として) %	3.0 以下	13.0 以下	70.0 以下	
	金属鉄(Fe として) %	—	1.0 以下	—	
	塩化物量(NaCl として) %	—	—	0.03 以下	
絶乾密度	g/cm <sup>3</sup>	2.5 以上	2.7 以上	3.2 以上	
吸水率	%	3.5 以下	3.0 以下	2.0 以下	
単位容積質量	kg/l	1.45 以上	1.50 以上	1.80 以上	

## 11. 配合設計

スラグ細骨材を用いたコンクリートの品質は、下記に示すように使用するスラグ細骨材の種類や混合率<sup>\*)</sup>などにより相違します。したがって、スラグ細骨材コンクリートの配合は、実際の施工に用いる材料を使用し、以下のポイントについて十分配慮し、試験により定めることが重要です。

\*) スラグ細骨材混合率：スラグ細骨材と細骨材全量との絶対容積比を百分率で表わしたもの。

### ポイント!

#### ●スラグ細骨材混合率

スラグ細骨材混合率の目安は、以下の表としてください。

スラグの種類	混合率の目安
高炉スラグ	20~60%
フェロニッケルスラグ	50%以下
銅スラグ	30%以下

#### ●ブリーディング

スラグ細骨材の混合率が大きいコンクリートは、ブリーディングが多くなる傾向があります。このような場合には、0.15mm以下の微粒分の量が多いスラグ細骨材の使用、混合率の低減、減水効果の大きい混和剤の使用、フライアッシュの使用などによりブリーディングの増加を抑えることが重要です。

#### ●空気量

スラグ細骨材の使用に伴い、エントラップトエアが増加する傾向にありますので注意してください。

#### ●単位容積質量

フェロニッケルスラグ・銅スラグ細骨材は、密度が普通細骨材に比べて大きいため、それらを単独あるいは高い混合率で用いた場合には、コンクリートの単位容積質量が大きくなります。その場合、自重が大きくなることに注意してください。しかし、重量が必要となる構造物には有効です。

なお、国土交通省では、耐久性を確保するため、コンクリートの水セメント比の最大値を次のように規定しています。

	水セメント比の最大値
無筋構造物	60%
RC構造物	55%

(国土交通省 国官技第61号 平成13年3月29日)



### Ⅲ. 生コン工場における品質管理

各スラグ細骨材は、それぞれ特徴が異なります。このため、各スラグの特性に留意して品質管理を行う必要があります。

#### ポイント！

##### ●貯蔵

スラグ細骨材の貯蔵は、普通細骨材と混合しないように区切りをつけて、別々に貯蔵してください。また、スラグ細骨材の粒度が異なるものは、粒度ごとにそれぞれ区切りをつけて貯蔵してください。

スラグ細骨材は普通細骨材と同様に、大小粒が分離しないよう、細骨材を適当な含水状態に保ち、適切な構造の貯蔵設備で貯蔵してください。

なお、高炉スラグ細骨材は、水と接触するとゆっくりと固結する性質を有しています。このため、長期間の貯蔵後や、特に夏季の高温時の貯蔵後には、固結していないことを確認してください。

##### ●練混ぜ

材料をミキサに投入する順序および練混ぜ時間は、あらかじめ適切に定めてください。

なお、密度が大きいスラグ（フェロニッケルスラグ・銅スラグ）を単独あるいは高い混合率で使用する場合は、通常のコングリートと比較してミキサに対する負荷が多少増大します。

## IV. 現場における施工管理

スラグ細骨材を高い混合率で用いたコンクリートの場合、コンクリートのブリーディングは、普通砂を用いた場合に比較して増加する傾向があります。

特に銅スラグ細骨材を高い混合率で用いたコンクリートの場合、ブリーディングの終了時間が長くなるとともに凝結時間も遅延する傾向があります。

### ポイント！

#### ●打込み

スラグ細骨材コンクリートは、混合率が高い場合や、0.15mm以下の微粒子の量が少ないものを用いた場合、通常のコンクリートに比べてブリーディングが多くなる傾向があります。このため、一回に打ち込む層の厚さがあまり厚くならないよう、留意して打込み、また締固め時間が極端に長くならないようにすることが重要です。

#### ●仕上げ

スラグ細骨材を高い混合率で用いたコンクリートの場合は、ブリーディングが増加したり、凝結時間が遅延する傾向があるため、浮き水処理を適切に行う必要があります。また、表面仕上げの時期が遅れることが多いので、寒冷期における施工などでは、仕上げの時期に注意する必要があります。

## おわりに

スラグ細骨材は、四国地区骨材資源対策検討会で、有力な海砂代替材の候補のひとつとされています。これを受けて四国地区骨材資源対策技術委員会において作成された本冊子が現場で活用されることにより、スラグ細骨材の利用拡大が進み、ひいては四国地区の骨材資源の有効利用につながるものと期待されます。

ただし、既存のスラグ細骨材に関する研究は、主に海砂や川砂との混合使用に関するものであり、今後増加すると予想される砕砂との混合使用に関するデータは多くありません。このため、コンクリートの品質を確保しながら、より効果的な資源利用を推進していくためには、こうしたデータを蓄積していくことが必要であると考えます。関係各位のご協力をお願いいたします。

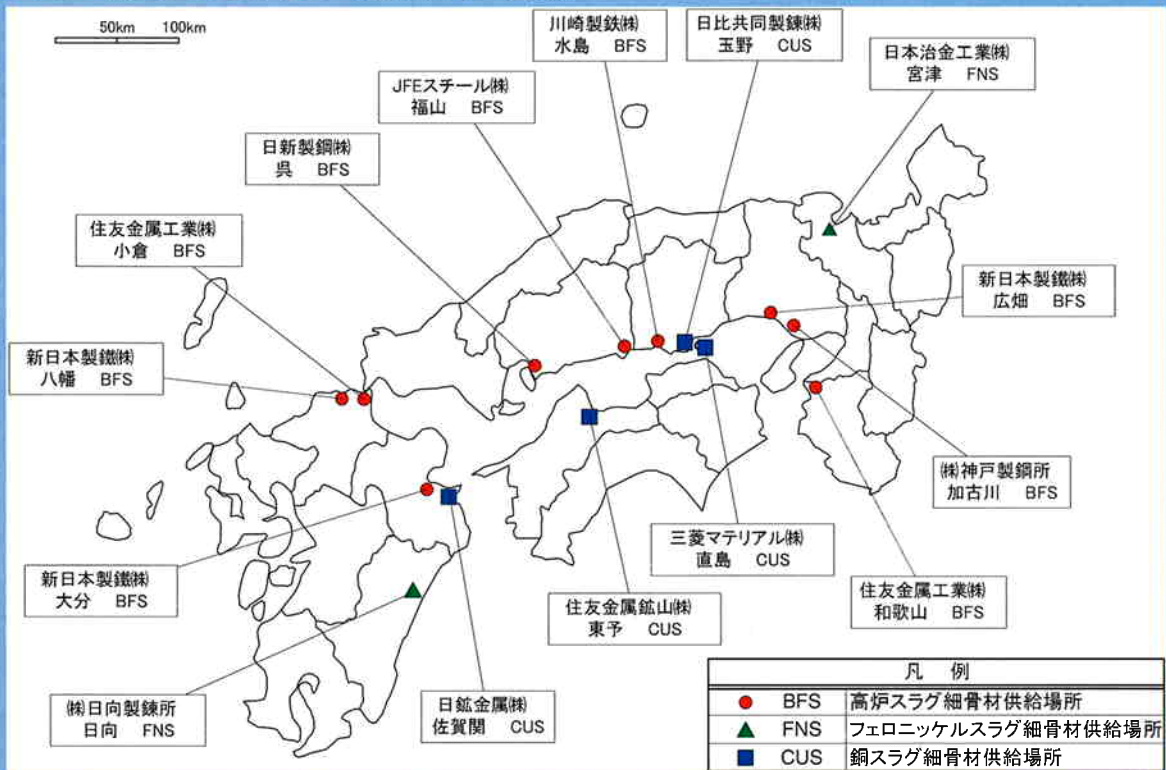
国土交通省 四国地方整備局 四国技術事務所

### 四国地区骨材資源対策技術委員会構成

委員長 河野 清（徳島大学名誉教授）  
委員 水口 裕之（徳島大学工学部建設工学科教授）  
堺 孝司（香川大学工学部安全システム建設工学科教授）  
氏家 勲（愛媛大学工学部環境建設工学科助教授）  
島 弘（高知工科大学工学部社会システム工学科教授）  
河野 広隆（(独) 土木研究所構造物マネジメント技術チーム主席研究員）  
藤田 和博（四国地方整備局四国技術事務所長）

（敬称略）

● 西日本におけるスラグ細骨材発生場所



出典：鉄鋼スラグ協会・日本鋳業協会資料

お問い合わせ先

国土交通省 四国地方整備局 四国技術事務所 調査試験課

〒761-0121

香川県木田郡牟礼町大字牟礼 1545

TEL 087-845-3135 Fax 087-845-3998

URL: <http://www.skr.mlit.go.jp/yongi/>

e-mail: [yongia77@skr.mlit.go.jp](mailto:yongia77@skr.mlit.go.jp)