

## 福島第一原子力発電所土木工事における石炭灰活用の取組（その3 品質管理編）

東京電力HD 正会員 ○河原 忠弘, 古川園健朗  
安藤ハザマ 正会員 坂本 守, 高木 亮一

## 1. はじめに

福島第一原子力発電所土木工事での石炭灰活用の取組みのうち、ここでは石炭灰（原粉）を大量使用した1次破砕材(a)の品質管理について報告する。本工事では2018年12月より2020年度末頃まで約2.5年間の破砕材製造・供給を予定しているが、本稿では製造開始から約2.5ヶ月迄の品質管理の状況を取りまとめた。

## 2. 品質管理項目、基準値および試験方法

## (1) 管理項目、基準値

1次破砕材(a)の配合は事前に実施した室内試験等を参考に設定し、これまでに製造したものの配合は図-1のとおりである。今回用いている石炭灰は分級等の処理をしていない原粉であり、その品質により破砕材の品質が大きく変動するため、本材料では配合設計時の石炭灰品質の指標値（Wf140：フロー値140mmとなる時の水粉体比）を測定して配合修正を行っている。（修正後の材料単位量の範囲は図-1のとおり）

図-2はその指標値Wf140の推移を示したものである。このように指標値は27.3~33.6%（平均値29.7%）を示しているが、これは従来の実積の範囲内であり、十分に石炭灰の品質変動に対応できている。

破砕材製造時の品質管理項目と管理基準値は表-1のとおりである。このうち、振動フロー値Vf20の基準値は「施工編」とおり製造時の付着性、施工時の作業性などから設定した。また、硬化後の品質としては供用後の物性、環境安全性等より一軸圧縮強度、重金属溶出量を管理している。なお、破砕材が海中環境下に設置されることから、溶出量の基準としては水底土砂基準を用いることとしている。

## (2) 試験方法

前述した石炭灰品質の指標値Wf140は、JIS R 5201（セメントの物理試験方法）に準じたフロー試験により求めており、振動フロー値Vf20はフローコーン引き上げ後に、テーブルバイブレータを20秒加振させて測定したものである。

また、湿潤単位体積重量は28日圧縮強度試験用の供試体を用いて寸法、重量を測定することにより求めている。

なお、一軸圧縮強度は練混ぜ後3~6日間試験室内で養生し、その後脱型・20℃水中養生していたものを試験している。

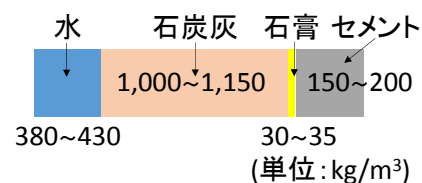


図-1 1次破砕材(a)の配合

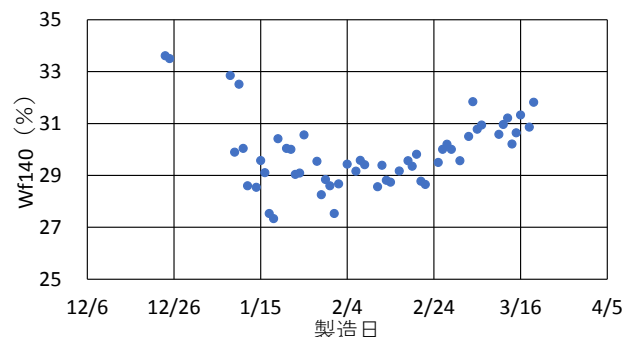


図-2 指標値(Wf140)の試験結果

表-1 品質管理項目と管理基準値

項目	対象材齢	頻度	管理基準値
振動フロー値 Vf20	練上り時	1回/日	200±25mm
湿潤単位体積重量 (固化体)	28日	1回/日	17.0kN/m³程度
一軸圧縮強度	28日	1回/日	10N/mm²以上
重金属溶出量	28日	1回/5,000m³*	水底土砂基準**

\*施工初期は1回/2,500m³

\*\*海洋汚染防止法 総理府令第6号

キーワード 石炭灰（原粉）、品質管理、圧縮強度、重金属溶出

連絡先 〒100-8560 東京都千代田区内幸町1-1-3 東京電力ホールディングス(株)土木・建築統括室 Tel.090-6720-4324

### 3. 品質管理試験結果

#### (1) 振動フロー、単位体積重量、圧縮強度等

図-3はこれまでの振動フロー値を示したものであり、管理値を満足する値となっている。また、振動締め固め時のダレが懸念されたがそれが少ないことが確認できたため、高めの設定としている。

図-4に湿潤単位体積重量の測定結果を示す。石炭灰の品質により水粉体比等の配合を修正しているため、多少のバラツキはあるものの、管理値(17.0kN/m<sup>3</sup>程度)は概ね得られている。炭種の影響による石炭灰の密度等によって変化することもあるが、これまでのところ大きな変化は認められていない。

各材齢での一軸圧縮強度は図-5に示すとおりである。材齢7日では2~11N/mm<sup>2</sup>程度、材齢28日では12~23N/mm<sup>2</sup>程度の強度となっており、28日での管理値を十分に上回っている。初期強度のバラツキは大きく、材齢とともにバラツキは小さくなっている。

また、製造開始時には冬期であることも考慮して配合強度を13.3N/mm<sup>2</sup>と設定していたが、海水の使用による強度発現の促進により高い値で推移していたことから、途中で配合強度を12.0N/mm<sup>2</sup>に変更して、セメント量を削減している。当初、早期に強度発現が大きすぎて材齢7日程度で実施していた破碎作業の効率が悪かった点も、この変更により改善されている。

#### (2) 重金属溶出量

重金属溶出試験はまだ得られたデータは少ないものの、表-2に示すとおり管理値(水底土砂基準)を大きく下回っている。なお、今後陸上での土工材料としての利用を想定して、製造開始時に同一材料を用いて環告46号による溶出試験を実施しているが、表-3のとおり土壌環境基準の基準値も満足する結果となっている。

### 4. まとめ

これまでの品質管理結果により、石炭灰(原粉)を大量に使用した破碎材でも以上のような品質管理方法で施工すれば要求品質を満足することが確認できた。また、破碎材は製造開始後2.5ヶ月程度しか経過していないため、今後様々な品質の変動があることも予想されるが、品質管理に万全を期し良好な品質の破碎材を製造していきたいと考えている。今後、このような取り組みが石炭灰の有効利用の促進に益々寄与していくことを期待している。

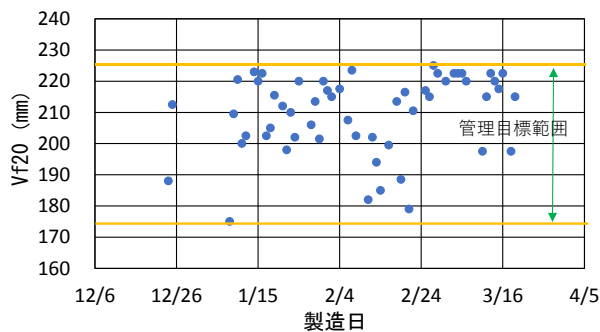


図-3 振動フロー試験結果

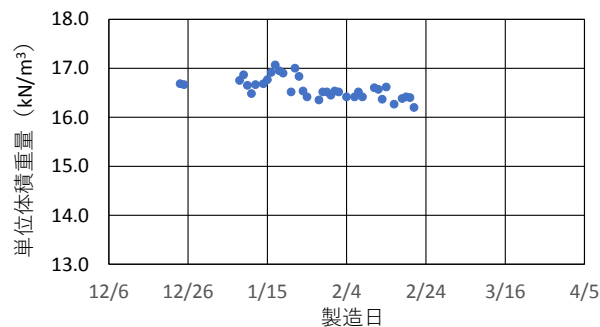


図-4 湿潤単位体積重量試験結果(固化体)

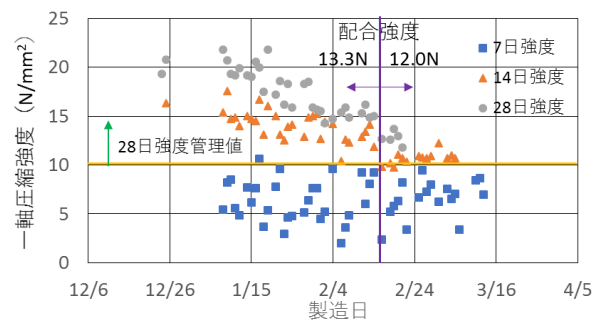


図-5 一軸圧縮強度試験結果

表-2 重金属溶出試験結果例(環告14号)

項目	破碎材	水底土砂基準	
重金属溶出量 (mg/L)	アルキル水銀化合物	<0.0005	検出されないこと
	水銀又はその化合物	<0.0005	0.005以下
	カドミウム又はその化合物	<0.01	0.1以下
	鉛又はその化合物	<0.01	0.1以下
	六価クロム化合物	<0.05	0.5以下
	ひ素又はその化合物	<0.01	0.1以下
	シアン化合物	<0.1	1以下
	ふっ化物	<0.8	15以下
	セレン又はその化合物	0.010	0.1以下

表-3 重金属溶出試験結果例(環告46号)

項目	Cr(VI)	As	Se	F	B
溶出量 (mg/L)	<0.005	0.002	0.009	0.43	0.1
土壌環境基準 (mg/L)	<0.05	<0.01	<0.01	<0.8	<1