

福島第一原子力発電所 スクリーンポンプ室閉塞工事に適用した充填材の性状に石炭灰と練混ぜ水が及ぼす影響

東京電力ホールディングス(株) 正会員 ○佐藤圭太 相馬 裕
 鹿島建設(株) 正会員 柳井修司 正会員 庄子 茂

1. はじめに

福島第一原子力発電所1～4号機スクリーンポンプ室において、汚染水の流出による海洋汚染の拡大防止をより確実なものにする取組みの一環として、長距離水中流動性を有する材料(以下、充填材)を用いた閉塞工事を実施した。この工事に際し、混和材として使用した石炭灰の種類および練混ぜ水の品質が、充填材の性状へ及ぼす影響について室内検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 現場概要と充填材の仕様

スクリーンポンプ室標準平面図を図-1に示す。スクリーンポンプ室には、海水ポンプや除塵装置のハウジングが設置されており、打設可能な開口が少ないため、施工に際しては最長30mを水中流動し、除塵機のバケット等の間隙を隙間なく充填できる流動性・水中不分離性を有する充填材が必要となった^{1) 2)}。充填材の仕様を表-1に示す。工事では、コストダウンと資源の有効活用の観点から、混和材としてフライアッシュ(JIS-II種灰)ではなく、近隣の広野火力発電所で発生した石炭灰(非JIS灰)を使用するとともに、アジテータ車、コンクリートポンプ車およびプラントの洗浄水を回収し、不純物の沈降処理後に練混ぜ水として再利用した。これに際し、石炭灰の種類(原炭の産地)や練混ぜ水の品質が、充填材の性状へ及ぼす影響を評価し、適用性を確認した。

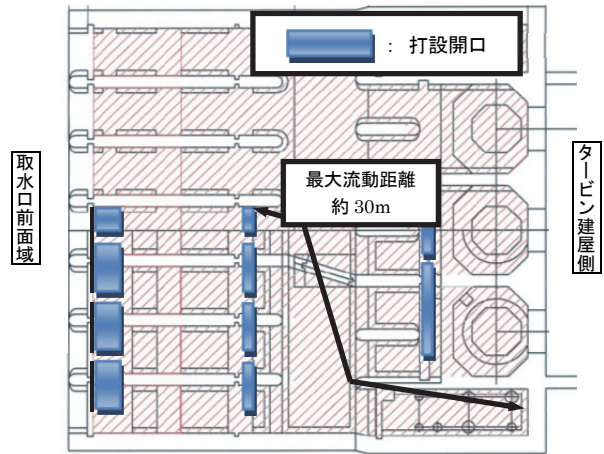


図-1 スクリーンポンプ室標準平面図

表-1 充填材の仕様と性能評価試験方法

項目	指標	目標値 ^{**}	試験方法
流動性	JISモルタルフロー	400mm±30mm	JIS R 5201
流動性保持時間	JISモルタルフロー	12時間後で250mm以上	JIS R 5202
水中不分離性	pH	12以下	JSCE-D103
	懸濁物質量	50mg/l以下	JSCE-D104
	濁度SS	200以下	光透過法
	水中気中強度比	0.8以上	JSCE-D104
ブリーディング率	ブリーディング率	0%	JSCE-F522
強度	圧縮強度(水中製作供試体)	2N/mm ² 以上	JSCE-D104 JIS A 1108
	粘性	粘度	10,000mPa・s程度以下

^{**}混和材としてフライアッシュ(JIS-II種灰)を使用した場合の目標値

3. 性状確認試験

(1) 充填材の配合

試験に供した充填材の配合を表-2に示す。試験では、他工事用に開発していた長距離水中流動充填材³⁾を基準とし、水粉体容積比、単位セメント量、水中不分離性混和剤の添加率、高性能減水剤の添加率を固定し、フライアッシュ(JIS-II種灰)の代替として、産地の異なる5種類の石炭灰を使用した(No.1～5)。また、試験No.5の洗いを回収して、練混ぜ水に対する回収水の割合と沈降時間を変えて使用した(試験No.6～8)。

(2) 試験概要

練混ぜには、モルタルミキサ(容量10ℓ, 60rpm)を用い、1バッチ当りの練混ぜ量は5ℓとした。練混ぜにおいては、水中不分離性混和剤以外の全ての材料を投入して90秒間攪拌し、その後、水中不分離性混和剤を投入してさらに90秒間攪拌した。練り上がった充填材は表-1に示す性能評価試験に供した。

(3) 試験結果

産地の異なる石炭灰を使用した充填材の性状を図-2

表-2 試験に供した充填材の配合

試験No.	W/C (%)	Vw/Vp (%)	単位量					
			W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	F (kg/m ³)	VT W×% ^{**}	SP (C+F)×% ^{**}	
1	189	194	石炭灰1 清水	660	350	520	4.0	3.5
2			石炭灰2 清水	660	350	520	4.0	3.5
3			石炭灰3 清水	660	350	520	4.0	3.5
4			石炭灰4 清水	660	350	520	4.0	3.5
5			石炭灰5 清水	660	350	520	4.0	3.5
6			石炭灰5 フルッシュ回収水100% (石炭灰5)	660	350	520	4.0	3.5
7			石炭灰5 フルッシュ回収水50% (石炭灰5)	660	350	520	4.0	3.5
8			石炭灰5 中1日回収水100% (石炭灰5)	660	350	520	4.0	3.5

W: 清水・回収水 C: 高炉セメントB種(密度3.04g/cm³) ^{**}水の一部分として計量

F: 石炭灰(非JIS灰)(密度2.28g/cm³)

VT: 水中不分離性混和剤(アルキルアリルスルホン酸塩+アルキルアンモニウム塩)

SP: ポリカルボン酸系高性能減水剤

キーワード: 福島第一原子力発電所, 汚染水, 充填材, 石炭灰, 洗浄水再利用

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) 福島第一廃炉推進カンパニー プロジェクト計画部 土木・建築設備グループ TEL 03-6373-1111

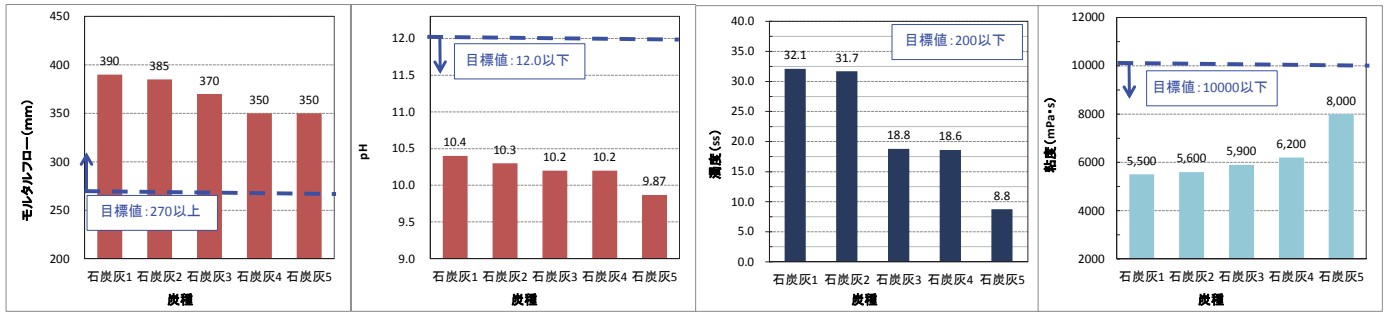


図-2 炭種の影響 (練混ぜ水は清水)

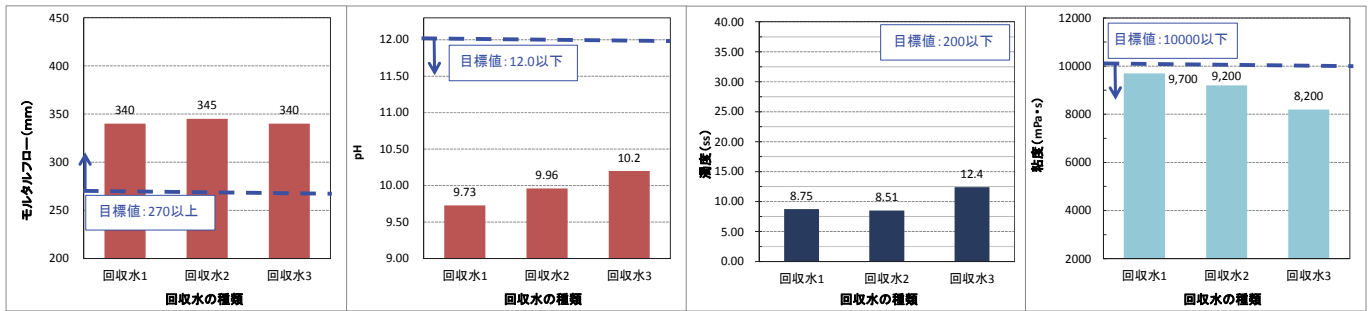


図-3 練混ぜ水の影響 (石炭灰5を使用)

に示す。使用した石炭灰は同一発電所から産出されているが、品質管理を行っていないため、粒度や未燃カーボン等の諸元はまちまちである。JIS-II種灰 (モルタルフロー：400mm程度) と比べ、流動性が低下 (モルタルフロー：試験結果平均約 370mm) するものの、いずれの石炭灰においても、モルタルフロー、pH、濁度、粘度は目標値を満足したことから、充填材に用いる混和材としての適用性を確認できた。

練混ぜ水の違いが充填材の性状に及ぼす影響を

図-3に示す。流動性については、練混ぜ水に回収水を使用することによる低下はほとんど見られず、回収水の割合および沈降処理の有無による影響も見られなかった。pH および濁度を指標とする水中不分離性についても、回収水の割合および沈降処理の有無が与える影響はわずかであった。一方、粘度については、沈降処理を行っていない回収水に比べ、沈降処理を行った回収水を使用することにより、粘度が小さくなり、試験 No.5 (清水) とほぼ変わらない値を示した。これらを踏まえて、練混ぜ水として回収水を用いる場合は、可能な限り沈降処理を行うこととした。現場施工に供した充填材の配合例を表-3に示す。なお、例③に示すとおり、実施工において、混和材として石炭灰が調達できなかった場合には、セメントのみを粉体として使用した。

4. まとめ

1～4号機スクリーンポンプ室の閉塞に使用する充填材について、石炭灰および練混ぜ水の品質がフレッシュ性状へ及ぼす影響を検討した結果、石炭灰の種類や練混ぜ水の品質に関わらず目標値を満足することを確認した。実施工においても、発電所構内に設置した専用バッチャープラントにて、目標性能を満足する充填材を安定的に製造・供給することができたことにより、スクリーンポンプ室の閉塞を、短期間に完了することができた¹⁾。

参考文献

- 1) 相馬・堀内・庄子: 福島第一原子力発電所 1～4号機スクリーンポンプ室閉塞工事の概要, 電力土木 No.381, pp.45～48, 2016.1
- 2) 庄子・田中・相馬: 福島第一原子力発電所 スクリーンポンプ室閉塞工事, 土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, 投稿中
- 3) 柳井・石橋・西郡: 福島第一原子力発電所 海水配管トレンチトンネル部に適用した長距離流動性を有するセメント系材料の配合検討, 土木学会第71回年次学術講演会講演概要集, 投稿中

表-3 充填材の配合例¹⁾

	水セメント比 (%)	モルタルフロー (mm)	単用量 (kg/m ³)			高機能特殊増粘剤 VT (kg) ※	高性能減水剤 SP (kg) ※
			水 W	セメント C	混和材 F		
例① (標準)	189	370～450	660 (地下水)	350	520 (フライアッシュII種)	26 (W×4.0wt.%)	22 (W×2.5wt.%)
例②	189	270以上	660 (回収水)	350	513 (石炭灰)	26 (W×4.0wt.%)	22 (W×2.5wt.%)
例③	64	270以上	660 (回収水)	1034	-	26 (W×4.0wt.%)	10 (W×0.95wt.%)

※: 水の一部として計量

W: 地下水, 濾過水, 回収水 C: 高炉セメントB種 (密度3.04g/cm³)
 F: フライアッシュ (JIS-II種) (密度2.31g/cm³) 石炭灰 (非JIS) (密度2.28g/cm³)
 VT: 水中不分離性混和剤 (アルキルアリスルホン酸塩+アルキルアンモニウム塩)
 SP: ポリカルボン酸系高性能減水剤