

福島第一原子力発電所 スクリーンポンプ室閉塞工事

鹿島建設(株) 正会員 ○庄子 茂 正会員 田中秀昭 正会員 柳井修司
 東京電力ホールディングス(株) 正会員 堀内友雅 相馬 裕
 カジマ・リノベイト(株) 大村秀樹

1. はじめに

福島第一原子力発電所のスクリーンポンプ室は、港湾内から海水を取水し、冷却水として発電所に送水するためのポンプと除塵装置が設置されている地下構造物であり、海水配管トレンチと接続されている(図-1)。事故後、スクリーンポンプ室を介して流出していた汚染水は、直ちに止水されたものの、海水配管トレンチに滞留した高濃度汚染水が内部に流入し、港湾へ流出する経路となり得る状態にあった。この状態を速やかに脱却し、放射能汚染の拡散を防ぐ目的で、1~4号機スクリーンポンプ室の内部をセメント系材料で充填・閉塞する工事を実施した。



図-1 工事位置図

2. 施工概要

スクリーンポンプ室の閉塞は、海水配管トレンチの閉塞工事¹⁾に先行して実施し、2014年9月までにH.W.L.までの一次閉塞(図-2:約17,300m³)を完了させることを必達目標とし、水中不分離性コンクリート(約4,900m³)と海水配管トレンチ向けに開発を進めていた水中流動充填材¹⁾(約15,500m³)の2種類の材料を、単独あるいは併用して合計約20,400m³打ち込み、必達目標を達成したうえで2015年7月にすべての閉塞作業を完了させた。施工状況を写真-1に示す。充填材の打込みにはブーム付コンクリートポンプ車を用い、先端ホース取り付け付けた輸送管を開口部に挿入して(図-2, 写真-1),水中落下ができるだけ生じないようにした。

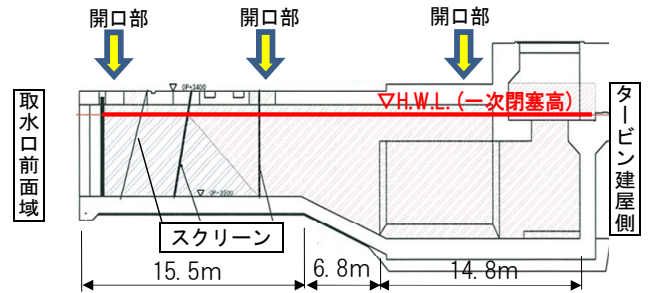


図-2 スクリーンポンプ室の縦断面図

3. 工事に適用した充填材

(1) 水中不分離性コンクリート

水中不分離性コンクリートは、市中のレディーミクストコンクリート工場から搬入し、水中流動距離が5m以下²⁾に制限できる区画に対して、(2)に示す水中流動充填材の製造体制が整う前に先行して打ち込み、工程の短縮を図った。水中不分離性コンクリートの配合を表-1に示す。目標スランプフローは55cmとし、従来の水中不分離性コンクリートの中でも流動性の高い部類のものとした。



写真-1 施工状況(打込み状況)

(2) 水中流動充填材

水中流動充填材の配合例を表-2に示す。水中流動充填材は、最大水中流動距離50mあるいは100mを可能にする材料として開発していたものであるが(表-2, 配合例①),

表-1 水中不分離性コンクリートの配合

目標スランプフロー (cm)	目標空気量 (%)	水セメント比 W/C (%)	単位量(kg/m ³)				水中不分離性混和剤 UWB (kg)
			水 W	セメント C	細骨材 CS	粗骨材 G	
55	3.5	60.0	277	462	581	878	2.21 (W×0.80%)

C: 普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³, 比表面積3780cm²/g)
 CS: 石灰岩砕砂(表乾密度2.69g/cm³, 吸水率1.50%, 粗粒率2.86)
 G: 石灰岩砕石2005(表乾密度2.70g/cm³, 吸水率0.9%, 粒形判定実積率60%)
 UWB: 水中不分離性混和剤(水溶性セルロース系)

キーワード: 福島第一原子力発電所, スクリーンポンプ室, 汚染水, 充填材, 水中不分離性, 流動性
 連絡先: 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-8018

当工事では、①水中流動距離が最大約 30m であること、②性状が多少ばらついても必要十分な充填性を確保できる見込みが得られたこと、③構造部材ではなく、汚染水の滞留を予防できればよく、圧縮強度 2N/mm² 以上を目安としたこと、ならびに④コストダウンと資源の有効活用を図ること等を踏まえ、使用材料に汎用性を持たせた。具体的には、混和材としてフライアッシュ (JIS 規格品) ではなく、近接する広野火力発電所から産出される石炭灰 (非 JIS 品) を主に使用すること、混和材 (石炭灰やフライアッシュ) の調達ができない場合には、セメントのみを粉体として使用すること、練混ぜ水に地下水や濾過水の他にアジテータ車やコンクリートポンプ車の洗浄水、プラントの洗浄水を回収して用いること、等である³⁾。

4. 施工実績

実施工程と施工数量 (打込み量) の推移を図-3 に示す。水中不分離性コンクリートで充填を進め、水中流動充填材専用の構内バッチャープラント¹⁾ が整備された段階で充填材を併用して日施工量を増やし (最大実績 493m³/日)、必達目標であった H.W.L. までの一次閉塞を 2014 年 9 月 4 日に完了させた。追加閉塞は、他の複数の緊急工事を優先しつつ、施工が可能な時に実施した。累計 20,400m³ の打込みを行い、2015 年 7 月 4 日、すべての閉塞を完了させた。

充填材の品質管理結果を表-3 に示す。JIS 工場で製造された水中不分離性コンクリートはもちろんのこと、構内プラントで製造した水中流動充填材についても、不良率は 0% で品質が安定していた。石炭灰や洗いを活用した場合でも、高性能減水剤の適切な調整により、管理目標値を満足することができた。これらにより、空間放射線量の高い厳しい施工環境下において、品質の安定した充填材の供給により、最少人数で円滑に作業を進めることができた。

5. まとめ

水中不分離性コンクリートと水中流動充填材の 2 つの材料を、それぞれの特徴を十分に活かした施工方法でスクリーンポンプ室を短期間で閉塞し、福島第一原子力発電所構内の新たな地下水汚染や汚染水の滞留、港湾への流出防止に寄与することができた。

参考文献

- 1) 日比・柳井: 地中トレンチ閉塞における超高流動材料の開発と施工, 土木施工 VOL. 57, No. 3, pp. 166~169, 2016. 3
- 2) 土木学会: 水中不分離性コンクリートの施工指針 (案), コンクリートライブラリー第 67 号, 1991. 5
- 3) 佐藤・相馬・柳井・庄子: 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, 土木学会第 71 回年次学術講演会, 投稿中

表-2 水中流動充填材の配合

	水セメント比 (%)	モルタルフロー (mm)	単位数 (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+アルキルアモニウム塩)
 SP: ポリカルボン酸系高性能減水剤

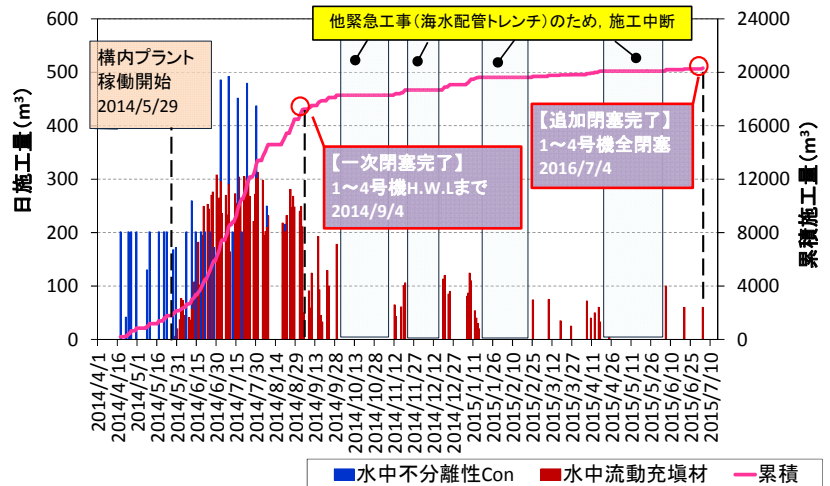


図-3 実施工程と施工数量 (打込み量) の推移

表-3 充填材の品質管理試験結果

充填材	管理・検査項目	管理値	平均値	最大値	最小値	実施回数
水中不分離性コンクリート	スランプフロー (cm)	55±5	55.0	59.8	50.1	52
	空気量 (%)	5以下	3.1	3.5	2.2	52
	練上がり温度 (°C)	5~35	24.1	30.0	16.0	52
	28日圧縮強度 (N/mm ²)	24以上	31.9	33.1	30.0	52
	水中/気中強度比	0.8以上	0.94	0.97	0.90	52
水中流動充填材※	モルタルフロー (mm)	270以上	392	470	315	152
	空気量 (%)	5以下	2.5	3.8	1.0	152
	練上がり温度 (°C)	5~35	23.9	32.4	6.8	152
	28日圧縮強度 (N/mm ²)	2以上	10.3	44.2	2.2	152
	水中/気中強度比	0.8以上	0.93	1.43	0.80	152

※水中流動充填材は、表-2の例②および③の両方の配合を含む