技術紹介

車載型水処理装置による放射性物質の除去技術
～TARDS工法による水処理～

東急建設㈱　椿（Tsubaki）　雅俊（Masatoshi）

1．はじめに

平成23年3月の東北地方太平洋沖地震により、東京電力福島第一原子力発電所で大規模な事故が発生した。事故によって大量の放射性物質が大気中に放出され、福島県を中心に広範囲の地域で放射能汚染を引き起こした。これを受けて、家屋、道路及び農地などを対象として除染作業が進められている。しかし、防火水槽やプール等の貯水槽に滞留している放射性物質については、除染が手つかずの状態である。その理由は、貯留槽内の水が放射性物質を遮蔽する効果を有しているため、当面は外部の環境に悪影響を与える畏れが小さいと判断されたためである。しかし、火事に対して、貯留水を利用するためには、こうした防火水槽やプールなどの除染が必要である。

車載型水処理装置を用いたＴＡＲＤＳ（Tokyu Amanasu Radiation Decontamination System）[注1]工法は、貯水槽、公園池及び遊戯用プール等の比較的小規模な貯水槽の底部に堆積した藻類、水生植物及び微細土粒子などに含まれた放射性物質を循環式水処理により除去する技術である。循環式水処理は作業員が汚染物質に接触することがほとんどなく、凝集した汚泥を脱水することにより、廃棄物量を減量化するものである。また、原水や処理水を一次保管する仮設水槽が不要のため、狭い場所での作業が可能であり処理費用も低廉である。

ＴＡＲＤＳは福島県の平成24年度第1回除染技術実証事業に「車載型水処理装置」として採択され、平成24年8月、福島市内の防火水槽において除染実証実験を実施した。本稿ではこの実証実験の結果について紹介するものである。

注1）「Amanasu」は装置を東急建設と共同で開発した「アマナス真和㈱」を示している。

2．ＴＡＲＤＳ

（1）概要

ＴＡＲＤＳは、「ゼオライト吸着材と凝集剤を用いて放射性物質を凝集沈殿させ、発生した汚泥を短時間で処理し、放射性物質を汚染水から分離する工法」である。ＴＡＲＤＳの概要は、図―1のとおりである。

水処理の手順を以下に示す。

①水槽内の堆積汚泥や底面に付着している藻類等を撹拌した汚染水を水中ポンプで水処理装置に送る。

②汚染水をゼオライト吸着材及び凝集剤と混合槽で混合する。

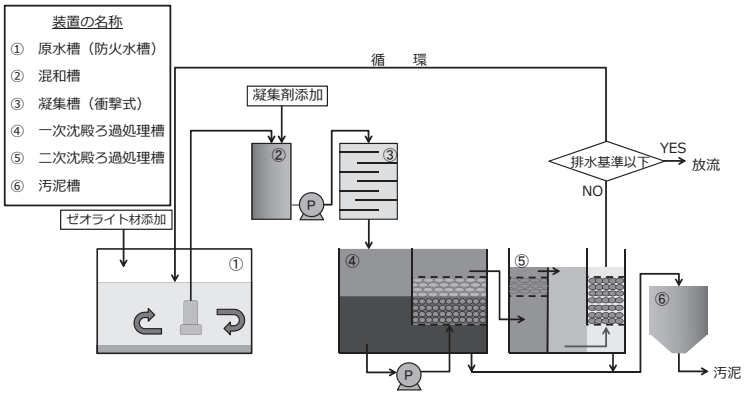
③衝撃式凝集沈殿装置で汚泥や放射性物質をフロック状にする。

④フロック状になった沈殿物を一次沈殿ろ過処理槽で固液分離する。

⑤二次沈殿ろ過処理槽において固液分離し、ろ過された処理水は排水基準濃度[注2]以下になるまで原水槽へ返送し、循環させながら水処理を行う。

⑥汚泥は脱水装置で脱水したのち大型土のう等に入れ仮置場などで保管する。

注2）環境省の「平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する規則」



図―1　TARDSの概要

（2）特長

TARDSは、小規模な閉鎖性水域において放射性セシウムなどに汚染された水を浄化する工法である。放射性物質は、ゼオライト吸着材と凝集剤により凝集沈殿処理して汚水から固液分離される。

凝集沈殿は衝撃式凝集沈殿方式を採用しており、従来技術と比較して装置が小規模であるため、4トントラック程度の車両に積載可能である。また、凝集沈殿反応も速く、約20㎥／hrの水処理が可能である。TARDSの主な特長は、以下のとおりである。

①車載型浄化装置（凝集＋浄化＋脱水汚泥処理）の設置面積は、従来工法の1／5程度である。

②水槽内を撹拌するため堆積汚泥や底面に付着している藻類等を同時に除去することができる。

③従来のバッチ式装置と違い、連続的な循環運転が可能である。

④脱水汚泥の処理はフィルタープレス等の設備が不要である。

⑤処理量、濁度及び空間線量率等の常時計測が可能である

⑥循環運転のため処理水等を一次保管する仮設水槽が不要である。

3．防火水槽における水浄化実証実験

（1）実証実験の概要

福島市内の防火水槽において、平成24年8月21日～24日にかけてTARDSによる水処理実証実験を実施した。

実験では、1日6時間の循環処理を2日間行った。原水及び処理水について2時間毎に試料を採水し、水質分析により浄化効果を確認した。水質分析は試料中のセシウム134（^{134}Cs）とセシウム137（^{137}Cs）の濃度を測定し、排水基準濃度（（^{134}Cs／60）＋（^{137}Cs／90））によって評価した。

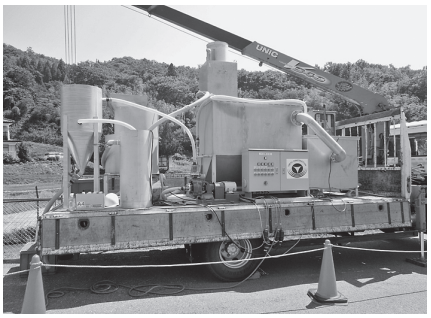
凝集沈殿により処理した水の放射性セシウム濃度が排水基準値1以下であることを確認したのち放流した。汚泥については、脱水後に大型土のうに詰込み、事業者である福島県の指定した仮置き場に運搬し保管した。

表―1に実験装置の仕様、図―2に装置配置図、写真―1に装置の概要を示す。

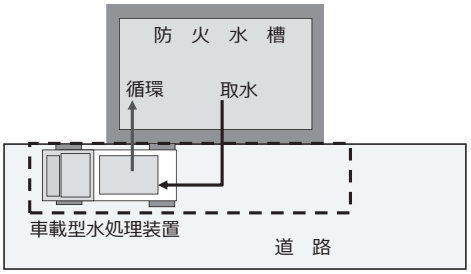
表―1　水処理装置の仕様

項　目	数　値	備　考
装置寸法（m）	2.1×5.7	4tトラック荷台
装置占有面積（m²）	20.5	4tトラック
装置重量（トン）	約1.5	
消費電力（kw）	4.5	揚水用ポンプ×3台
処理能力（t/hr）	20	循環回数が1回の場合※）

※）今回の実験では6時間/日×2日＝12時間運転であり循環回数は6回であった。



写真―1　車載型水処理装置



図―2　装置配置図

（2）実験結果

原水及び処理水の放射性セシウム濃度の測定結果を表―2、また汚泥及び汚泥絞り水の放射性セシウム濃度の測定結果を表―3に示す。

実証実験において、原水（＜4～840Bq/L）を水処理装置により処理した結果、放射性セシウム濃度を検出限界以下まで低減することができた。また、凝集沈殿により発生した汚泥の放射性セシウム濃度は実験1日目が5500Bq／kgであったが、2日目には930Bq／kgとなり、5分の1に低下した。汚泥絞り水からは放射性セシウムが検出されず、汚泥から水へのセシウムの移行は認められなかった。

実験対象の防火水槽の容量は約40tであり、2日間の水処理で約600kgの汚泥が発生した。実証実験結果よりTARDSにより発生した汚泥量は処理水1t当たり約15kgとなった。

4．3実験の評価

車載型水処理装置の実証実験を行った結果、2日間（1日6時間）の連続稼働中の処理水の放射能濃度はCs134、Cs137ともに2Bq／L未満、濃度限度（(Cs134/60)＋(Cs137/90)≦1）以下であり、放流基準を十分満足していた。また、防火水槽の水処理としての装置の連続稼働の安定性も、十分確認できたと考えている。

水中ポンプ等で防火水槽内を撹拌することにより巻き上げられる粒子は、本装置で確実に取り除くことができ、透視度も向上していた。しかし、防火水槽の除染としては、少量の底泥が残置していることが確認されており、今回使用した水中ポンプだけでは完全に撹拌及び除去することができず課題となっている。このため、今後、水槽内の堆積汚泥と水とを効率良く撹拌できる撹拌装置を考案し、その効果を検証することとしている。

表―2　原水・処理水の放射性セシウム濃度分析結果

処理日	処理時間	原水 放射性セシウム濃度（Bq/L） ^{134}Cs	原水 ^{137}Cs	原水 ^{134}Cs+^{137}Cs	処理水 放射性セシウム濃度（Bq/L） ^{134}Cs	処理水 ^{137}Cs	処理水 ^{134}Cs+^{137}Cs	処理水 (^{134}Cs/60)+(^{137}Cs/90)
1日目	0時間	27	47	74	3	5	8	0.11
	2時間	320	520	840	<2	<2	<4	<0.06
	4時間	27	42	69	<2	<2	<4	<0.06
	6時間	8	12	20	<2	<2	<4	<0.06
2日目	0時間	99	160	259	<2	<2	<4	<0.06
	2時間	8	12	20	<2	<2	<4	<0.06
	4時間	5	6	11	<2	<2	<4	<0.06
	6時間	<2	<2	<4	<2	<2	<4	<0.06

処理水の排水基準：((134Cs/60)+(137Cs/90))≦1
1日目の処理時間2時間目に原水の放射性セシウム濃度が上昇したのは、水槽底の汚泥を大量に引き込んだためである
処理時間0時間における処理水は原水を処理装置に1回通過した後に採水し放射性セシウム濃度を測定したものである

表―3　汚泥・汚泥絞り水の放射性セシウム濃度分析結果

処理日	汚泥 放射性セシウム濃度（Bq/L） ^{134}Cs	汚泥 ^{137}Cs	汚泥 ^{134}Cs+^{137}Cs	汚泥絞り水 放射性セシウム濃度（Bq/L） ^{134}Cs	汚泥絞り水 ^{137}Cs	汚泥絞り水 ^{134}Cs+^{137}Cs	汚泥絞り水 (^{134}Cs/60)+(^{137}Cs/90)
1日目	2,100	3,400	5,500	<10	<10	<20	<0.28
2日目	340	590	930	<10	<10	<20	<0.28

5．おわりに

防火水槽やプールといった小規模な貯水施設の除染は、ほとんど進展していない。しかし、例えば福島市内にある防火水槽の数は800箇所以上といわれており、市民に近い場所に多数存在している。仮に火災が発生した場合、放射能に汚染された防火水槽の水を利用すると放射能汚染を拡散してしまうという問題がある。放射能汚染から安全かつ安心な市民生活を取り戻すためには、小規模であっても、これらの貯水施設の除染は重要であり、TARDSは有効な除染工法と考えている。

最後に、本実証実験を実施するに当たり協力いただいた地元住民の方々、福島県生活環境部除染対策課、福島市政策推進部除染推進課及び福島市消防本部に感謝する次第である。

（参考文献）
福島県生活環境部：「平成24年度第1回福島県除染技術実証事業実施結果報告書」（平成25年2月）

（東急建設㈱　土木本部　環境技術部）