

中央卸売市場移転予定地における 土壌・地下水汚染対策詳細設計業務委託 (トリータビリティ試験結果)

1. トリータビリティ試験の実施方針

1.1 目的

平成 28 年度に対象地の土壌を用いたトリータビリティ試験を実施した結果、フェントン法による化学処理では、ベンゼンについては基準値以下にまで分解するものの、土壌によっては、酸化剤による pH の低下により砒素の溶出量が増加する傾向が確認された。このため、専門家会議においては、「土壌汚染の除去等にあたっては、ベンゼン濃度を土壌溶出量基準に適合させるとともに、鉛、砒素、ふっ素の濃度について、現状土壌溶出量を超過していない物質については土壌溶出量基準を超過することがないように、または、自然的要因により現状で基準を超過している物質については浄化前よりも土壌溶出量特性が悪化しない方法により浄化する必要がある。」ことが示された。

そこで詳細設計の中では、フェントン法による浄化を検討している区画の土壌を用いてトリータビリティ試験を実施し、フェントン法のベンゼンへの適用性を確認するとともに、鉛、砒素、ふっ素溶出量への影響、中和剤の効果について評価することを目的とした。

1.2 検証項目

措置技術の概要とトリータビリティ試験での検証項目を表 2. 1. 1 に示す。

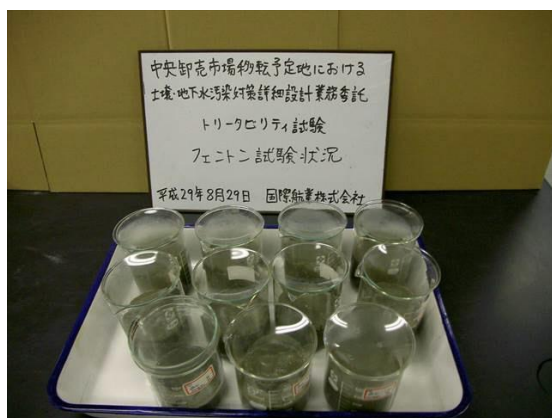
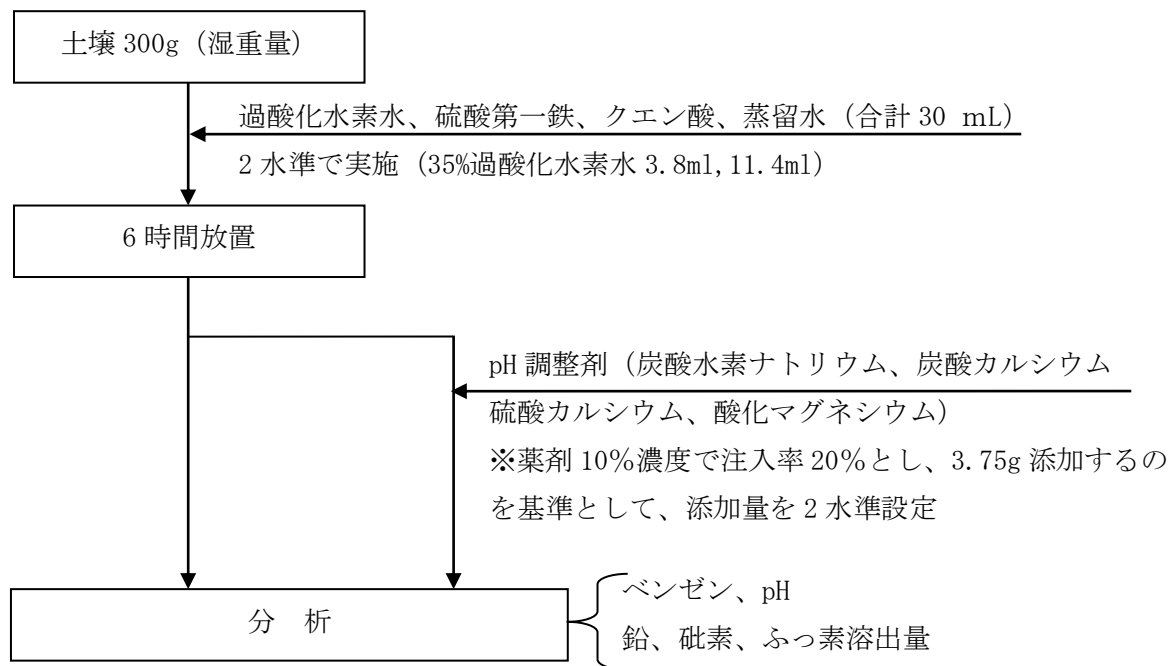
表 2. 1. 1 措置技術の概要とトリータビリティ試験での検証項目

	フェントン (化学処理)
技術概要	過酸化水素と鉄塩により発生するヒドロキシルラジカルにより、ベンゼンを無害な物質にまで分解する。
適用性評価	フェントン法による分解によりベンゼンが溶出量基準値以下となるかどうか、及び過酸化水素の添加量を評価する。
環境影響評価	処理の過程で土壌が酸性となり、重金属が溶出しやすくなる可能性があるため、鉛、砒素、ふっ素の溶出量の変化を評価する。また、酸化分解後に中和することによる鉛、砒素、ふっ素の溶出特性の変化について評価する。

2. トリータビリティ試験

2.1 試験フロー

室内試験フローを以下に示す。なお、pH 調整剤の添加量については、予備試験によりアルカリに傾き、重金属が溶出することも想定されたため、2水準設定し試験を実施した。



2.2 試験土壌

試験土壌は、フェントン法による浄化対策を検討している H4-5 区画の深度 8.0m~9.0m の土壌をボーリングにより採取し、試験土壌とした。

2.3 試験結果

トリータビリティ試験結果を表2.2.1に示す。

過酸化水素添加量を0.5%添加した系についても、ベンゼン溶出量が全て定量下限値未満まで減少し、これは酸化分解によりベンゼンが分解したためと考えられる。

重金属類については、もともと（原土）砒素が溶出量基準値を超過する状況であったが（①）、酸化剤添加を実施しても（③、④）、同程度またはそれ以下の溶出量であり、砒素の溶出特性を悪化することはないことが確認された。また、鉛、ふっ素についても、酸化剤適用後も溶出量基準値に適合した（③、④）。これらのことから、H4-5区画についてはフェントン法の適用が可能と考えられる。

次にpH調整剤については、炭酸水素ナトリウム、炭酸カルシウムでは、鉛や砒素の溶出が促進されることが確認されたため、仮にpH調整が必要な場合には、酸化マグネシウムが適していると考えられる。

表2.2.1 トリータビリティ試験結果（H4-5）

		炭酸水素 ナトリウム	炭酸 カルシウム	硫酸 カルシウム	酸化 マグネシウム	ベンゼン (mg/L)	鉛 (mg/L)	砒素 (mg/L)	ふっ素 (mg/L)	溶出液 pH
①	原土					0.020	0.005	0.014	0.43	8.4
②	過水無添加	—	—	—	—	0.012	0.003	0.015	0.49	8.1
③	過水0.5%	—	—	—	—	<0.001	<0.001	0.010	0.35	7.3
④	過水1.5%	—	—	—	—	<0.001	0.010	0.016	0.25	6.7
⑤-1	過水0.5%	半分量	—	—	—	<0.001	0.063	0.046	0.56	9.5
⑤-2		1/4量	—	—	—	<0.001	0.058	0.032	0.54	8.3
⑥-1	過水1.5%	半分量	—	—	—	<0.001	0.038	0.031	0.55	9.0
⑥-2		1/4量	—	—	—	<0.001	0.054	0.032	0.49	7.8
⑦-1	過水0.5%	—	基準量	—	—	<0.001	0.014	0.019	0.49	7.7
⑦-2		—	半分量	—	—	<0.001	0.012	0.018	0.45	7.7
⑧-1	過水1.5%	—	基準量	—	—	<0.001	0.023	0.021	0.48	7.7
⑧-2		—	半分量	—	—	<0.001	0.025	0.022	0.39	7.7
⑨-1	過水0.5%	—	—	基準量	—	<0.001	<0.001	0.007	0.26	7.0
⑨-2		—	—	半分量	—	<0.001	<0.001	0.007	0.33	7.1
⑩-1	過水1.5%	—	—	基準量	—	<0.001	0.010	0.017	0.33	6.3
⑩-2		—	—	半分量	—	<0.001	0.011	0.017	0.27	6.4
⑪-1	過水0.5%	—	—	—	基準量	<0.001	<0.001	<0.001	<0.08	10.5
⑪-2		—	—	—	半分量	<0.001	<0.001	<0.001	0.12	10.3
⑫-1	過水1.5%	—	—	—	基準量	<0.001	<0.001	<0.001	<0.08	10.2
⑫-2		—	—	—	半分量	<0.001	<0.001	<0.001	<0.08	10.0

3. トリータビリティ試験結果を踏まえ対策の管理方針

3.1 酸化剤の注入回数と pH 調整の必要性について

今回設定した過酸化水素の適用濃度は、0.5%が酸化剤注入を1回実施する場合、1.5%が酸化剤注入を3回実施する場合を想定した量となっている。

トリータビリティ試験結果からは、3回注入を想定した1.5%の系（表1.2.1の④）においても、専門家会議において示された方針「土壌汚染の除去等にあたっては、ベンゼン濃度を土壌溶出量基準に適合させるとともに、鉛、砒素、ふっ素の濃度について、現状土壌溶出量を超過していない物質については土壌溶出量基準を超過することがないように、または、自然的要因により現状で基準を超過している物質については浄化前よりも土壌溶出量特性が悪化しない方法により浄化する必要がある。」を満足するものであり、実際の対策においては、少なくとも酸化剤注入を3回実施した場合でも、「3.2 効果の確認方法」に示す通り溶出液の pH を管理し、トリータビリティ試験の結果（pH：6.7）と比較して有意な低下が確認されない場合には、pH調整剤の注入は実施しない。

3.2 効果の確認方法

詳細設計では、酸化剤の注入回数を2回で計画しているが、トリータビリティ試験結果から、全て1回の適用量で（0.5%）でベンゼン溶出量は定量下限値未満となっている。したがって、実際の対策に際しては、1回目の酸化剤注入が完了した時点で、確認ボーリングを実施し、ベンゼン溶出量が基準値に適合した場合は、2回目の酸化剤注入は実施しない。

一方、酸化剤の注入を2回実施してもベンゼンの溶出量基準値に適合しない場合には、3回目、更に、4回目の酸化剤注入を計画するが、その際には、溶出液の pH を測定し、その値がトリータビリティ試験時の値（pH：6.7）に対して、有意に低い値となっていないことを確認する。

3.3 pH調整を実施する場合の留意点

トリータビリティ試験からは、計画している酸化剤の適用回数では、pH調整の必要はないが、仮に、pH調整が必要となった場合には、以下の点に留意する必要がある。

- ・ 炭酸水素ナトリウム、炭酸カルシウムについては、pH調整は可能であるが、鉛や砒素の溶出特性が悪化するため、本サイトでの使用は困難である。
- ・ 硫酸カルシウムについては、pH調整の効果が小さく、鉛や砒素の溶出特性にも変化がないため、本サイトでの使用は不適である。
- ・ 酸化マグネシウムについては、pHは原土よりアルカリ性となるが、鉛、砒素、ふっ素の溶出量が小さくなるため、本サイトでの使用が可能である。なお、酸化マグネシウムは、不溶化剤としても利用されることに留意する必要がある。