

梅林建設株式会社 正員 園田義宣
熊本大学工学部 正員 丸山 繁
熊本大学工学部 正員 堤原光久

水銀系農薬使用による水田耕土の水銀汚染は畑耕地より著しく、某社湿式スペントカーバイド総水銀含有量を上回っていた。⁽¹⁾ スペントカーバイド沈殿プール中に水銀その他の重金属が検出されるのは廃棄物としての流入が原因であり、某社某廃棄物プール中の重金属含有量は表-1 表-1 某社廃棄物プール中の重金属含有量(ppm)に示す通りで、これを汚染泥土の高濃度重金属含有量の1例(表-2)と比較すれば含有量はほぼ近似しており、廃棄物中の重金属と同種のもが泥土に吸着されていることがわかる。文献(1)で使用した土質安定材中に含有される総水銀量は0.0 ppmの微量で、これによる安定処理土を対象にして浸出、透水試験を行ない、浸透水の水銀汚染状況を調べ、その結果について報告した。本研究は、前記湿式スペントカーバイドと表-1に示す高濃度汚染廃棄物とを8:2の比率で混合した安定材による汚染処理土を対象にして重金属汚染状況を調べたものである。従って、安定材中の重金属含有量は大略、表-1の2割と考えてよい。

1. 実験方法

1.1 安定材の浸出、透水および遠心分離試験；安定材に関する試験では処理供試体によるものと同様の浸出試験は不可能であるので容器底部に約2cm厚充填し、試料表面よりの水深約7.5cmの上、中、下層における、7日後の浸出量を総水銀量で調べた。透水試験は約1mの定水頭で行ない所要水量を採水したが、供試体透水係数はほぼ $2 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ であった。安定材含水比は144%で飽和状態にあるが、浸出、透水時の重金属含有量として間引き水中の値が考えられるので遠心分離試験におけるpH3.3分離水の分析を行なった。

1.2 安定処理ヘドロの浸出、透水試験；処理対象土としては高含水比の農林省有明ヘドロを選び、安定材の添加率5~20%とした。養生期間は浸出試験の場合、水浸期間も含めて1~5週、透水試験の場合も前記の期間内で著しく長期にわたるものは実施していない。なお、処理効果が少ない5%添加を除けば、透水係数は大略、 $2 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$ で0.5~1.5kg/cm²の水圧においてはほぼ一定である。遠心分離試験も実施すべきであったが、分離水の所要量採取が困難であったので今回は取止めた。

2. 実験結果と考察

2.1 安定材；浸出試験結果によれば、7日後の浸出総水銀量は0.002~0.005 ppmで底層高濃度である。もっとも底部の採水に際しては綿毛部分を吸込んでいた可能性が高いが、数10ppmオーダーの含有量であれば、例えば海洋汚染防止法に基づく流出の可能性のある透水基準の0.005 ppm以下に抵触することが考えられる。浸透水における3週間、3週は厳密な比較値ではないが、表-3に示すように3週浸透水は遠心分離水の含有量にほぼ等しいことがわかる。この結果高濃度汚染安定材の浸出、浸透に当たって重金属が吸着されるフィルター層がなければ総水銀量、鉛において基準値を上回ることがあり得る。

表-1 某社廃棄物プール中の重金属含有量(ppm)

T.Hg	Me.Hg	Pb	T.Cr	Cd	Zn	As
227	1.22	467	616	13.0	1650	1010

表-2 汚泥中の高濃度重金属含有量の1例(ppm)

T.Hg	Me.Hg	Pb	T.Cr	Cd	Zn	As
1220	0.00085	1270	96	5.1	2160	620

表-3 浸透水、遠心分離水の重金属含有量(ppm)

項目	T.Hg	Me.Hg	Pb	T.Cr	Cd	Zn	As
採水法							
非3週	0.0094	検出せず	3.86	検出せず	0.0064	1.25	0.0036
浸透水	0.0006	検出せず	1.29	検出せず	0.005	0.69	検出せず
3週							
遠心分離水	0.0054	検出せず	1.32	検出せず	0.010	0.52	0.0058
熊本県監視基準値	0.005以下	検出されないこと	1以下	2以下	0.1以下	5以下	0.5以下

2.2 安定処理ヘドロ

混合安定材は安定処理能力の外に重金属による汚染度を高めたものであるが、処理効果を概説すれば、添加率5%の最終軸圧縮強度0.2~0.4 kg/cm^2 を除けば10~20%添加の処理効果は大きく、10%で2 kg/cm^2 、15%で10 kg/cm^2 、20%で7 kg/cm^2 である。また、汚染度は5%添加で表-1の重金属含有量の1%に相当する。従って、安定材の5%添加によって総水銀量は327ppm増加している計算になる。

表-4 安定処理ヘドロ浸出水の重金属含有量(ppm)

添加率	養生日数 (水浸-水浸)	T.Hg	Me.Hg	Pb	T.Cr	Cd	Zn	As
5%	1-6	検出せず	検出せず	0.032	検出せず	0.075	0.025	0.025
10	"	0.0005	検出せず	0.030	検出せず	0.003	0.023	0.006
15	"	0.0004	検出せず	0.030	検出せず	0.003	0.077	0.030
20	"	0.0002	検出せず	0.030	検出せず	0.003	0.087	0.032

浸出試験は供試体表面積当り3.7 cm^2 の水量に対する溶出で浸出期間6日後の重金属含有量を調べた結果が表-4に示されている。亜鉛含有量が添加率と若干関係があるような傾向を示している外は通常の安定処理の添加率の範囲内ならば浸出水中の重金属含有量は添加率と関係がある傾向を示さずば一定で、砒素を除けば安定材だけの浸出水中の重金属含有量の約1割である。また、各重金属含有量は基準値に抵触せず、特に安定材だけの浸出で抵触した鉛も土粒子に吸着されていることがわかる。

透水試験による浸透水中の重金属含有量は総水銀に限定して調べたが、表-5に示すように5%添加で処理効果が小さく浸透圧が大きい場合には浸透水中の総水銀量は多く規準値の2~3倍に増加する。安定処理効果が大きい10~20%添加の場合は、5%添加の場合の約1/2程度に減少し、浸透に伴う汚染を抑えることができる。しかし、処理効果最大の15%添加でも規準値に近い含有量を示すこともあるから、表-5から、最適添加量付近における添加量と汚染抑止効果との関係を推定することは困難である。

安定材の自由水中の総水銀含有量を示す表-3と安定処理ヘドロの浸透水中の総水銀含有量を示す表-5とを比較すれば、塩水分離水、浸透水ともにろ過していないので剥離微細粒子および吸着重金属を測定している可能性がある。

無機水銀は微生物によりメチル水銀するという説があるが、水俣の場合現在迄にこのような現象は現われず、浮内泥土中の無機水銀の大部分と考えられている硫化水銀は実験的にメチル水銀を生成していない⁽²⁾。無機水銀の含有量に対するきびしい規準値の意味は判然としないが、高濃度汚染安定材による安定処理土の高圧浸透によっても規準値を超えることはないように思われる。また、表-5の亜鉛含有量について添加率、浸透圧の影響を調べた結果、処理効果の少ない5%添加の場合、高圧では規準値以上の亜鉛含有量を示すが、処理効果が現われれば規準値以内に抑えることができる。

3. むすび

総水銀量においては高濃度汚染安定材でも処理効果が発現すれば水銀の溶出を抑えることができる。亜鉛についても同様に抑止できる。ただ、表-4の浸出水中の重金属含有量から溶出量の規準値に対する割合は亜鉛が最小で2%、鉛、カドミウムが3%、砒素が6%であるから、これらについても調べる必要がある。

参考文献

- (1) 榎原光久：湿式スベントカーバイドによる軟弱地盤安定処理と水銀汚染問題 エと基礎Vol.23, No.8
- (2) 本里義明他：水俣湾および八代地先海域における堆積汚泥の対策研究報告書 p.119~120 (昭和47年)