

建設省土木研究所 汚泥研究室 尾崎正明

同上

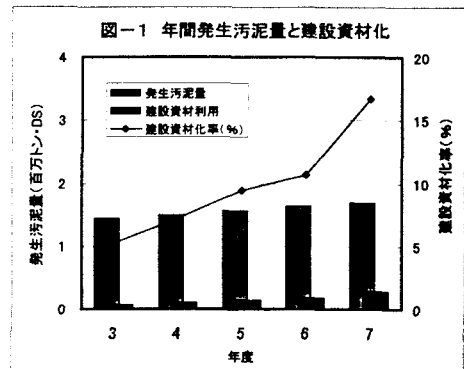
○久保忠雄

1 提案の目的

下水処理場から発生する汚泥は毎年増加しており、埋め立てられたり、コンポストや建設資材などに有効利用されている。この内、埋め立てあるいは海洋投棄などは、処分先が限られてきていることや、環境に対する関心の高まりなどから年々困難になってきている。そのため増加する発生汚泥を処理するためには、有効利用方法の多様化と利用量の拡大を図る必要がある。特に建設資材利用については、図-1で示されるように、平成7年度は発生汚泥量の約17%であり、この比率は毎年増加している。

建設資材として利用する場合、その安全性を検討する必要がある。下水汚泥やそれから製造される建設資材には、少量ながら重金属等が含まれる場合がある。そしてこれらに対する安全性は、現在は環境庁告示による溶出試験により判断されている場合が多い。しかしこの方法は、試験に用いられる試料の粒径が2mm以下となっており、溶出試験結果が粒径の影響を受けやすいことから、一定の大きさで使われる建設資材には適していないと考えられる。

本文では、土木研究所が提案する手法について、環境庁告示による方法と比較して、土木研究所でおこなった溶出試験で得られたデータとともに説明する。また、さまざまな下水汚泥建設資材に適した安全性評価手法について考察する。

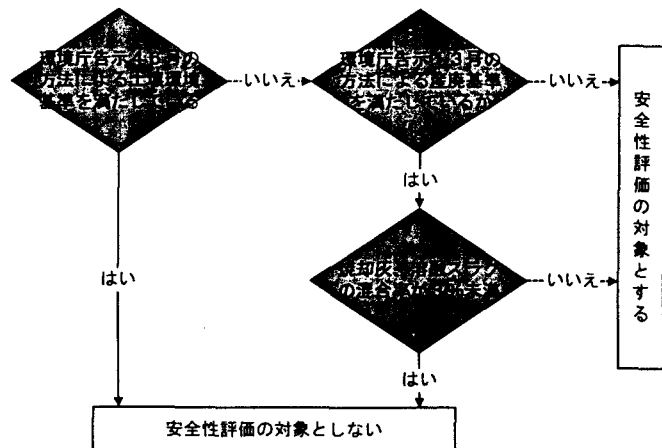


2 安全性評価手法

2.1 安全性評価の流れ

図-2 再生資材の安全性評価の流れ

土木研究所が提案する下水汚泥再生資材の安全性評価は、図-2の流れでおこなう。ここで、焼却灰、熔融スラグの混合率が3%未満であるかどうかで区別したのは、環境庁告示13号で示される産廃基準が土壤環境基準に比較して30倍に緩和されているためである ($1/30 \approx 0.03$)。原料である焼却灰、熔融スラグからの溶出量が産廃基準を満たしていれば、混合率が3%未満である再生資材からの溶出量は土壤環境基準を満たす。



注) ◇の判断は、原料である焼却灰、熔融スラグを対象とする。

すと考えるからである。ここでは、下水汚泥以外の原料が土壤環境基準を満たしていることを前提としている。

2. 2 溶出試験方法

再生資材の安全性評価は表－1の再生資材評価法（以下、評価法）によっておこなう。

表－1 溶出試験方法

溶出試験方法	環境庁告示法	再生資材評価法
試料形状	原料 5mm 以下、製品 2mm 以下	20mm 以上 50mm 以下
溶媒	脱イオン水（初期 pH=5.8～6.3）	CO ₂ 飽和水（初期 pH=4.0）
pH 値	溶出試験中は未調整	溶出試験中は未調整
試料/溶媒比 （重量体積比）	10:1	10:1
溶出時間	6 時間連続、常温常圧	24 時間連続、常温常圧
ろ紙	原料 1.0 μm、製品 0.45 μm	0.45 μm
攪拌方法	水平振とう 約 200 回/分	攪拌棒（テフロン）約 200 回/分

表－1の環境庁告示法（以下、告示法）とは、環境庁告示46号あるいは13号で示される方法である。両者の違いは、試料形状、溶出時間および攪拌方法である。下水汚泥焼却灰および熔融スラグを用いた再生資材は、一定の大きさを持ち、その形状で実際に利用されている。溶出試験では一般に粒径が小さいものほど重金属が溶出しやすい。したがって、実際の利用形状とは異なった形状（2mm 以下）で溶出試験をおこなうことは、実際以上に溶出量を大きく評価することになる。評価法ではこの点を考慮して、試料形状を20mm 以上 50mm 以下（ただし、試料が 50mm 以下の場合は有姿のまま）とした。また重金属は、溶媒の酸性が強いほど溶出しやすい傾向がある¹⁾。再生資材は屋外で使われることが多く、現在自動車や工場等の排出ガス等による酸性雨が問題となっている。しかし告示法では、この酸性雨に対応した溶出試験方法とはなっていない。評価法では、この点を考慮して、初期溶媒 pH 値を炭酸ガスにより4とした。

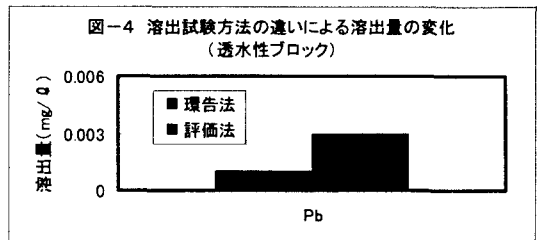
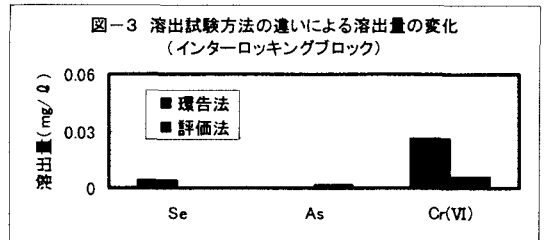
3 土木研究所でおこなった溶出試験

3. 1 告示法と評価法の比較

告示法と評価法による溶出試験をおこない、両者を比較した。図－3は、インターロッキングブロックの溶出試験結果である。この図のように Cr(VI)では告示法が評価法よりも溶出量が多く、Seでは環告法で、Asでは評価法で溶出量がみられた（その他は定量限界以下）。また図－4は透水性ブロックの溶出試験結果である。Pbについて、評価法が告示法よりも溶出量が多かった（その他は定量限界以下）。なお図－3、4とも、溶出量は土壤環境基準未満である。

このように告示法と評価法を比較すると、用いる再生資材によって、また、含有される重金属の種類、量によって溶出量に多い少ないがあり、どちらか一方が厳しい試験であるとはいえない。

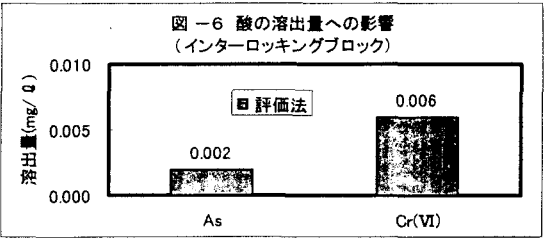
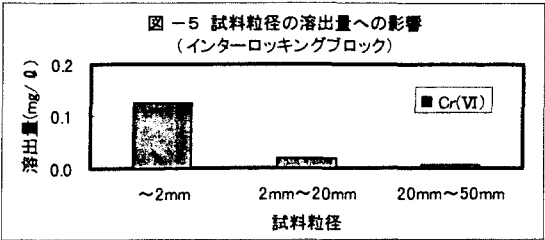
試料形状と溶出量の関係を明らかにする目的で、インターロッキングブロックの溶出試験をおこなっ



た。試料の大きさをそれぞれ、2mm 以下、2mm ～20mm、20mm～50mm とし、その他の条件は評価法と同一にした²⁾。Pb、Cd、Hg の溶出は定量限界以下であり、Se、As については、溶出量自体が少なく明確な差は確認できなかった。図一5は Cr(VI)について示したものであり、試料の大きさによる溶出量の差が確認できた。このように試料の形状により、金属によっては溶出量に差があることが明らかになった。またこの図によれば、2mm 以下では土壤環境基準を越えていた。しかし原料からの Cr(VI)の溶出は定量限界以下であった。

3. 2 溶出における酸の影響

酸の違いによる溶出への影響を明らかにする目的で、インターロッキングブロックを用いて、評価法とオランダ法による溶出試験をおこなった。オランダ法は炭酸ガスの代わりに1Nの硝酸を用い、溶出試験中も硝酸によりpHを4に保つものである。また試料溶媒比は1：100である。その他の条件は評価法と同一である。溶出試験の結果、オランダ法では全て定量限界以下であった。一方で図一6に示すように、土壤環境基準未満であるが、評価法ではAsとCr(VI)について溶出が確認された。溶媒量が10倍であることを顧慮しても、この試験では、炭酸が硝酸よりも溶出量が多いとの結論が得られた。



4. 基準に関する検討

土壤環境基準を表一2に示す。当該土壤が地下水面から離れている等の特定の場合として、通常の3倍に基準が緩和されている³⁾。評価法でも、同様の基準を達成が望ましいものとして準用することとする。

5. 今後の検討課題

下水汚泥建設資材、主に20mm以上の大きさをもつレンガやブロックを対象として評価法を検討した。しかし改良土あるいは、焼却灰をそのまま埋め戻し材として使う場合など、大きさが20mmよりも小さい場合にも、本評価法が採用されることになる。今後はこれらの場合にも、評価法で評価することが妥当であるか検討する必要がある。

シールド工事等で、裏込め材の混和材として焼却灰等を用いる場合は、現場施工であることから、製品としてあらかじめ一定の形状があるわけではない。このような建設資材の安全性評価方法についても、テストサンプルを採用するなどの方法を検討する必要がある。

表一2 土壤環境基準

	土壤環境基準		(参考) 産廃基準
	通常	特定	
Cd	0.01	0.03	0.3
Pb	0.01	0.03	0.3
Cr(VI)	0.05	0.15	1.5
As	0.01	0.03	0.3
Hg	0.0005	0.0015	0.005
Se	0.01	0.03	0.3

1) 渡部春樹、尾崎正明、野崎眞司：下水汚泥焼却灰、熔融スラグ及びそれらの再生資材からの重金属類の溶出特性、環境工学研究論文集、pp11-18、1996

2) 尾崎正明、久保忠雄：下水汚泥再生資材の品質特性、土木技術資料、pp60-65、平成9年5月

3) 「土壤の汚染に係る環境基準について 平成3・8・23 環告46」環境六法、pp813、平成9年