節水型土壌洗浄分級機の実証試験

日立造船　○ 中村和範　深津　麗　関口善利
錢高組　佐伯　悌　高津　忠
前田建設工業　野田兼司　小口深志

1. はじめに　近年、工場跡地の再開発やISO14000シリーズの取得に伴う自主調査から、市街地における土壌汚染が顕在化してきている。2002年国会で成立を目指している土壌汚染対策法では、汚染土壌の直接摂取に起因する人の健康へのリスクを低減するための濃度として要措置レベルが定められ、重金属類については溶出防止とともに含有量低減の対策も求められている[1)]。このような背景のもと、重金属汚染土壌の処理方法として土壌洗浄法に注目が集まっている。土壌洗浄法には粘土塊の解砕、土壌粒子表面の擦洗、粒子に付着した微粒分の洗浄、分離粒径による分級といった工程がある[2)]とともに、排水処理工程が必要となる。そこで、装置コンパクト化や経済性を考慮して排水処理量を減らすことを目的に、節水型土壌洗浄分級機の開発を行い、まさ土(M土壌)、実汚染土壌(S土壌)による実証試験を実施し、各種検討を行ったので、以下に報告する。

2. まさ土、実汚染土壌による試験

2−1 試験装置　実験装置のフローを図1に示す。洗浄機は堰により3ゾーンに分割されている。各ゾーンに噴霧した水は、対角2箇所に設置した0.25mmのふるいを通過して、本体下の水槽に0.25mm粒径以下の土壌を含んだ泥水として排出される。洗浄機内部にはリフターを設置し、本体の回転により滞留土壌の攪拌および解砕を行っている。水を循環利用する場合、下部水槽に排出された泥水は、タンクに設置した攪拌機によりスラリー濃度を均一化した上で、ポンプにより再び洗浄水として噴霧する。各水槽の水はヘッド差により土壌排出側から投入側に移動するので、清水は土壌排出側に噴霧するのみであり、その他ゾーンには循環水を利用する。一方、ワンスルーの場合は全てのゾーンに清水を供給し、下部水槽に排出された泥水は循環せず次工程に送られる。そのため、循環の場合における清水供給量はワンスルーの場合の1/3に減少可能で、節水効果が期待できるものとなっている。なお、洗浄機を通過した土壌は0.25mm粒径以下の土壌が除去されて、シュートより排出される。

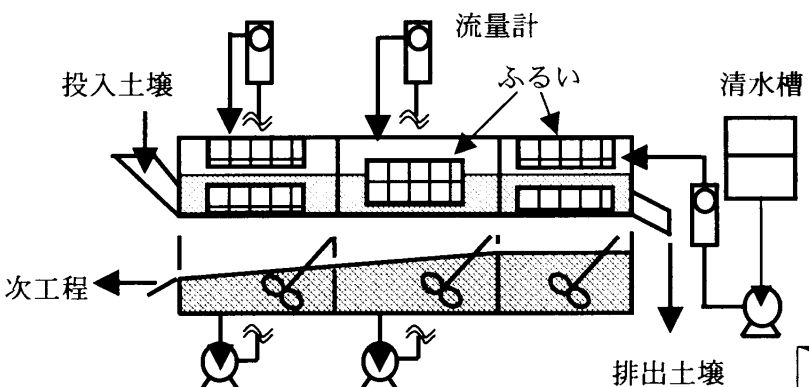

図1　節水型土壌洗浄分級機のフロー（水循環利用時）

表1　供試土壌の性状

	M土壌	S土壌
含水率(%)	10.1	14.2
0.25mm以上(%)	73.3	45.7
0.25mm以下(%)	16.6	40.1

表2　実験条件

	固液比		
	1：2.5	1：5	1：7.5
60kg/h		●	
120kg/h	○	○	○
180(240)kg/h		●	

○：循環及びワンスルー、●：循環のみ

2−2 実験条件　供試土壌の性状と実験条件を表1および表2に示す。供給量120kg/h、固液比1：5を標準条件として水の利用方法を循環、ワンスルーとして実験を行った。120kg/h、固液比1：5におけるワンスルーの場合、各ゾーンに清水が120×5×1/3＝200kg/hで供給されることになる。また同条件の循環の場合、土壌排出側ゾーンにのみ清水が200kg/hで供給され、他の2ゾーンには0.25mm以下分を含む循環水が各々200kg/hで供給される。

キーワード：土壌洗浄、重金属類、洗浄、分級、節水
連絡先：〒559-8559　大阪府住之江区南港北1-7-89　日立造船(株)　環境・プラント事業本部
TEL：06-6569-0197、FAX：06-6569-0173、E-mail：environment@hitachizosen.co.jp

2－3　実験結果と考察　図2に固液比と分級効率の関係を示す。また図3に供給量と分級効率の関係を示す。なお、分級効率とは以下の式で表されるものを示す。

$$\text{分級効率} = \left(1 - \frac{\text{排出土壌中に存在する 0.25mm 以下土壌粒子の質量(dry)}}{\text{投入土壌中の 0.25mm 以下土壌粒子の質量(dry)}}\right) \times 100\ (\%)$$

図2によると、ワンスルーにおいては固液比の増加とともに分級効率が向上し、固液比1：7.5において分級効率が97％に達する。しかし、循環の場合は固液比1：5程度まではワンスルーと同様の性能を示すが、1：7.5になると分級効率が落ちる。これは循環噴霧水中の0.25mm以下粒子が処理対象土壌に混入するため、ふるい面積当たりの微粒子量が増加することになり、処理能力を超過するためと推定される。そのため、本装置において分級効率を維持しながら節水効果を期待するためには、本土壌の場合は固液比1：5程度とすることが望ましいといえる。

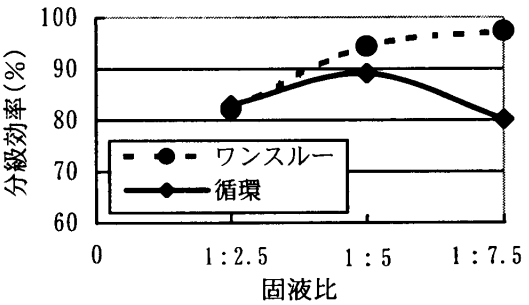

図2　固液比と分級効率の関係
（S土壌、供給量：120kg/h）

次に図3から、供給量が増加するとともに分級効率が下がる傾向にあることがわかる。M土壌と比較して0.25mm以下粒子の存在量が多いS土壌の方が、少ない供給量で分級効率の低下が生じている。そのため、ふるい面積に応じた微粒子分の負荷量が装置処理能力に関係しているものと考えられ、対象土壌のふるい下分の存在割合を事前に把握することが装置設計に際して必要であるといえる。

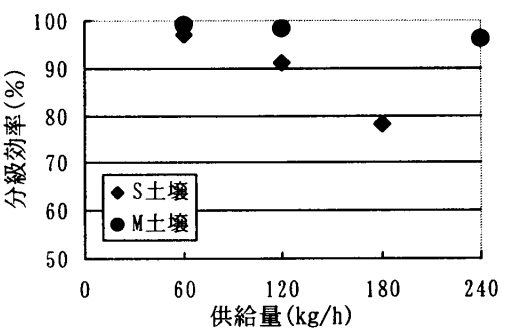

図3　供給量と分級効率との関係
（循環、固液比：1：5）

図4にS土壌の砒素、鉛、カドミウム(以下As、Pb、Cdとする)の含有量測定結果を示す。分級により濃度の高い微粒分が除去され、Pb、Cdでは約80％の除去が可能であった。Asについては Pb、Cd とは傾向が異なり、含有量の顕著な低減が生じていない。この原因として、水への溶出性や土壌粒子との結合形態が異なること、全粒径にわたってAsが幅広く存在していること等が推測される。またワンスルーと循環において処理後土壌中の重金属含有量にほとんど差異はなく、洗浄性能に影響を与えず節水が可能であることがわかった。

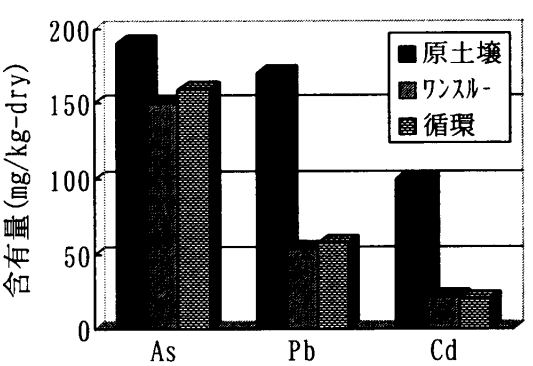

図4　重金属含有量の変化
（S土壌、供給量：120kg/h、固液比：1：5）
※Cd濃度は分析値の10倍値をプロットした

3.　おわりに　節水型土壌洗浄分級機のまさ土(M土壌)ならびに実汚染土壌(S土壌)への適用に関して述べた。固液比を 1：5 に設定することで、水を循環利用した場合とワンスルーで使用した場合に顕著な差はなく、節水効果を期待できることがわかった。また排出土壌中に粘土塊はなく、解砕効果が発揮できるとともに、分級効率についても90％以上となった。

実汚染土壌への適用に際しては、対象土壌中の微粒子分の存在比率や粒子径別の重金属量を把握しての対応が必要であり、分級効率に応じて固液比および供給量の設定が必要となる。また微粒子分の存在比率が高い場合には各ゾーンのふるい位置や数、ふるい目の大きさなどを変化させることにより、様々な土壌種に対応できるものであると考える。その詳細検討ならびに実機へのスケールアップを今後の課題としたい。

【参考文献】1)　環境省：土壌環境保全対策の制度の在り方について(中間取りまとめ)(2001)
2)　大北、伊藤他：土壌洗浄法の概要とその適用について、廃棄物学会誌, Vol.5, No.1, pp.79-86(1994)