

エコチューブ工法による放射性物質汚染土の封じ込め確認試験

| | | |
|------|-------|------|
| 技術本部 | 技術部 | 村井伸康 |
| 技術本部 | 技術部 | 道端秀治 |
| 技術本部 | 技術研究所 | 杉本昌由 |
| 技術本部 | 技術部 | 佐伯博之 |

1. はじめに

エコチューブ工法（袋詰脱水処理工法）は、透水性の袋（特殊ジオテキスタイル製）に高含水の粘性土や河川・湖沼などに堆積している軟弱な底質を詰めて脱水・減容化するとともに、袋の張力を利用して積み重ねて土木材料として有効利用する工法である。また、放射性セシウムは、多くの重金属やダイオキシン類と同様、土粒子と強く吸着する性質を有している。したがって、放射性セシウムを含んだ泥土・泥水を袋体に充填し、布材で土粒子をろ過することにより、土粒子に吸着した放射性セシウムを袋内に封じ込めることができ、脱水することで汚染土の減容化が可能となると考えられる。

ハイグレードソイル研究コンソーシアムにおいて、福島県川内村のため池で、エコチューブ工法による放射性セシウムに汚染された底質の封じ込めと汚染土の減容化効果の確認実験を行った。また、平成 24 年度岩手県放射性物質除去・低減技術実証事業においても、放射性物質に汚染された側溝汚泥の封じ込め効果確認試験を行った。本報告では、これら確認実験の結果について述べる。

また、充填土の放射性セシウム濃度は 4,800Bq/kg と、元の底質の 11,200Bq/kg と比較し半分以下の値を示した。これは、元の底質が手作業により表層のみを採取したものであるのに対し、充填土はバキューム車の吸引により採取したため、放射能汚染物質が多量に付着している表層だけではなく、その下の放射能汚染物質が少ない層からも採取したためと考えられる。袋への充填から 28 日後の充填土（以後、脱水土）の放射性セシウム濃度は 2,420~3,800Bq/kg であり、脱水前の充填土と比較して低い値を示しているが、吸引場所や吸引深さによる誤差と考えられる。



写真-1 集泥・吸引状況とバキューム車

2. 放射性物質汚染底質封じ込め確認実験（川内村）

2.1 実験概要

実験は、福島県川内村のため池（川内村下川内水上地内）で実施した。実験場所の空間放射線量は 0.36~0.42 μ Sv/h で、底質直上で 0.59~0.64 μ Sv/h であった。エコチューブ工法による底質の封じ込め・減容化処理の実施にあたって、底質の吸引除去、袋への充填、脱水、仮置きおよび運搬を行った。

2.2 施工方法

汚染底質は、ため池の水を排水後、厚さ 10cm 程度を目安に、人力でレーキを用いて表層土をかき集め、それをバキューム車で吸引することにより採取した（写真-1）。吸引した底質は、バキューム車から吐出し、汚染土対策用の 3 種類の袋に充填した。充填した底質（以後、充填土）から試料を採取し、放射性セシウムの濃度を測定した。袋の大きさは仮置き場への運搬を考慮し、クレーン付きバックホウで吊上げが可能な 1m³の袋を使用した。袋は充填から 28 日後まで型枠内に静置し、脱水養生した。また、この間における排水の放射性セシウムの濃度を経時的に測定した。

2.3 放射性物質の封じ込め効果

2.3.1 底質の放射性セシウム濃度の測定結果

土の放射性セシウム濃度の測定結果を表-1 に示す。採取前のため池の底質の放射性セシウム濃度は、11,200Bq/kg であ

表-1 土の放射性セシウム濃度の測定結果

| 採取箇所 | 放射性セシウムの濃度 (Bq/kg) | | |
|-------------|--------------------|-------|-------|
| 底質 | 11,200 | | |
| 充填土 (脱水前) | 4,800 | | |
| 脱水土 (28 日後) | 袋① | 袋② | 袋③ |
| | 3,000 | 2,420 | 3,800 |

2.3.2 排水中の放射性セシウム濃度

袋への充填および脱水過程における排水中の放射性セシウム濃度の測定結果を表-2 に示す。充填後 30 分間での排水量は約 200L で、放射性セシウムの濃度は 3.4Bq/L 以下であった。それ以降の排水からは、いずれも放射性セシウムは不検出であった。なお、現地（川内村）の放射性セシウムの排水値基

表-2 排水の放射性セシウムの濃度

| 充填からの時間 | 袋① | 袋② | 袋③ |
|-----------|------------|-----|------------|
| 0~30 分 | 2.6 (Bq/L) | 不検出 | 3.4 (Bq/L) |
| 30 分~1 時間 | 不検出 | — | — |
| 1 時間~2 時間 | 不検出 | 不検出 | 不検出 |
| 2 時間~4 時間 | 不検出 | — | — |
| 4 時間~1 日 | 不検出 | — | — |
| 1 日~7 日 | 不検出 | — | — |

準値は 35Bq/L であり、充填から 30 分後までに検出された濃度でも基準値を十分満足している。

2.3.3 封じ込め率

充填土の質量と放射性セシウムの濃度により袋体内部に蓄積された放射エネルギーを算出すると、約 $1.0 \times 10^6 \text{Bq}$ となる。一方、袋体からの排水に含まれる放射エネルギーは全体で 709Bq であり、99%以上の放射性物質が封じ込められたことになる。

2.3.4 減容化効果

含水比と土粒子密度から土の体積変化を試算した。元の底質は吸引掘削に伴って 50%程度体積が増加した。しかし、脱水に伴い水分が排出されたことにより、最終的には元の底質の 60%程度まで体積が減少し減容化効果が確認された。

3. 平成 24 年度岩手県放射性物質除去・低減技術実証事業

3.1 実験概要

平成 24 年度岩手県放射性物質除去低減技術実証事業は、放射性物質除去・低減措置推進の一環として、岩手県内で活用しうる実用的な技術の情報収集と効果等の実証試験を行い、県内における放射性物質除去・低減の取組みに資することを目的として実施された。当該事業における実証試験の対象として 5 技術が選定され、当社の「特殊ジオテキスタイル製袋を活用した用水路底質等の脱水減容化」も実証試験を行うこととなった。

実験は、小型袋試験と実物大袋試験の 2 種類とした。小型袋試験は、3カ所から道路側溝汚泥を試料として採取し、小型袋 (20L) を用いて封じ込め効果を確認した。実物大袋試験についてはバキューム車により吸引除去した側溝汚泥 (1 箇所) を、バキューム車の排泥機能を用いて実物大袋 (0.5m³) に充填した。実物大袋試験における汚泥吸引状況および袋への充填状況をそれぞれ写真-2 および写真-3 に示す。いずれの試験も充填後に一定期間静置し、脱水を行うことで減容化させるとともに排水を採取して放射性セシウムの濃度を測定することで放射性物質の封じ込め効果を確認した。

3.2 実験結果

3.2.1 小型袋試験

小型袋試験での排水と充填土の放射性セシウムの濃度を表-3 に示す。ただし、採水したが放射性セシウム濃度が測定できなかったデータ (採水量が 1L 未満: 場所①2 日後, 場所②1 日後, 場所③4 日後) については、同一場所の前回測定データをスライドさせて使用した。排水の放射性セシウム濃度は、全てで環境省ガイドラインの排水濃度限度を下回った。

また、放射性セシウムの濃度と土質および排水量から放射性セシウムの封じ込め率を試算すると、放射性セシウムの濃度に関わらず、全ての場所において 99%以上であった。ただし、20L 程度の小型袋では、人力による充填となるため汚染土がこぼれやすく 2 次汚染の発生が懸念される。また、充填時に泥膜を壊す可能性があり、土質や含水比によっては封じ込め効果が低くなる可能性があるため注意が必要である。



写真-2 吸引状況



写真-3 充填状況

表-3 小型袋試験放射性セシウム濃度

| | 充填土 (Bq/kg) | 排水 (Bq/L) | | | |
|-----|----------------|-----------|------|------|------|
| | | 3h 後 | 1 日後 | 2 日後 | 4 日後 |
| 場所① | 1,900 | 5.8 | 7.0 | 7.0 | — |
| 場所② | 6,600 | 77 | 77 | — | — |
| 場所③ | 460 | 3.9 | 1.3 | 1.6 | 1.6 |

3.2.2 実物大袋試験

実物大袋試験における放射性セシウムの濃度を表-4 に示す。今回吸引を行った集水枡の汚泥が水の流れ込む集水枡であったため、吸引した汚泥は密度が 1.04g/cm³ とかなり含水比の高いものであった。しかし、袋からの排水に含まれる放射性セシウムは充填から 1 時間後までにおいてすでに不検出であり、それ以降も同じく不検出であった。充填土自体は含水比が高いことから 24Bq/kg と放射性物質濃度は低いものの、脱水後の土の放射性セシウム濃度は濃縮されたことにより 860Bq/kg の値を示した。

表-4 実物大袋試験放射性セシウム濃度

| 充填土 (Bq/kg) | 排水 (Bq/L) | | | | 脱水土 (Bq/kg) |
|----------------|-----------|------|------|------|----------------|
| | 1h 後 | 3h 後 | 7h 後 | 1 日後 | |
| 24 | 不検出 | 不検出 | 不検出 | 不検出 | 860 |

4. まとめ

放射性物質による汚染土を含む底質を袋に充填することで、放射性物質を 99%以上封じ込めることが可能であり、袋からの排水は現地の排水基準を満足し、体積は元の底質の 60%程度まで減容化できることが確認された。また、道路側溝の汚泥に関しても、放射性物質の 99%以上の封じ込めが可能であり、排水中の放射性セシウムの濃度は全て環境省ガイドラインの排水濃度限度を下回ることが確認された。

Key Words : エコチューブ工法, 特殊ジオテキスタイル製, 放射性物質汚染土, 封じ込め



村井伸康



道端秀治



杉本昌由



佐伯博之