

覆土代替材の最適土壌散布条件の確認試験

○ (正) 巖 厚亮¹⁾、井上 誓¹⁾、日高 宏樹¹⁾、久保 洋喜¹⁾、棚町 秀文¹⁾
 (正) 為, 田一雄²⁾ (正) 樋口 壯太郎³⁾
 1) 株式会社吉浦、2) 福岡大学、3) NPO 環境技術支援ネットワーク

1. はじめに

循環型社会の進展により廃棄物の最終処分量は大幅に減少したが、依然として新規最終処分場の確保が困難な状況にあり、最終処分場は可能な限り長期に使用し、かつ埋立が終了したら早期に廃止することが望まれる。一方、最終処分場では限られた埋立空間にいかにも効率よく廃棄物を埋立処分するかが重要となる。しかし、埋立処分の際に実施する即日覆土及び中間覆土で使用する覆土の量は、一般廃棄物最終処分場の全容量の 20%~25% を占め、延命化への課題となっている。また、日本は焼却等中間処理が普及しているため、埋立処分される一般廃棄物は焼却残渣と不燃破砕残渣が主体であり、産業廃棄物においても有機性廃棄物の直接埋立は少ない。この為、覆土は飛散防止、表流水排除による浸出水量の削減機能が主たる目的となっている。このような背景の下、覆土代替材の研究開発を行った。今回は、これまで実施している「覆土代替材による飛散防止効果及び効果継続期間の確認実験」の結果と更に、福岡県、香川県、石川県、北海道の最終処分場から提供された覆土サンプル（以下略称：福岡県、香川県、石川県、北海道）に対し、性状等を確認後、異なる含水比で処理を行い、覆土代替材との反応性（浸透状態）、固化状態（固化層の厚さ等）確認実験を行ったので報告する。

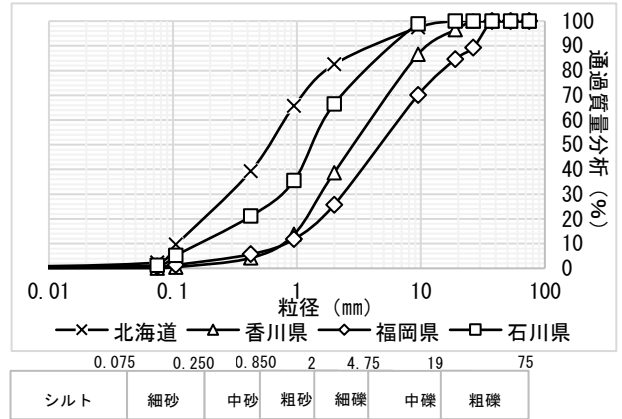


図-1 粒径分布

表-1 基本性状確認

試料番号	北海道	香川県	福岡県	石川県
礫分 (2~75 mm) %	17.5	61.3	74.3	33.5
砂分 (0.075~2 mm) %	80.0	38.6	25.0	65.3
細粒分 (0.075 mm未満) %	2.5	0.1	0.7	1.2
地盤材料分類名	礫質砂	砂質礫	砂質礫	礫質砂
記号	(SG)○	(GS)●	(GS)○	(SG)○
pH	7.1	6.8	6.8	7.0
土粒子密度	2.31	2.47	2.47	2.5

2. 実験方法

各覆土サンプルについて、粒径分布、土粒子密度、pH の基本的な性状確認試験を実施した。その結果は図-1 および表-1 に示す通りである。すべての土壌サンプルの pH はおおむね中性で、pH=7 前後の値を示した。また、土粒子密度は 2.31~2.50 g/cm³ の範囲にあり、特段の偏りは認められなかった。粒径分布に関しては、北海道の覆土において粒径 2 mm 以下の割合が 82.5%、0.95 mm 以下が 65.7% を占めており、本試験対象の中で最も細粒分が多い土壌であることがわかった。一方、石川県の覆土では、2 mm 以下が 66.5%、0.95 mm 以下が 35.5% であった。また、福岡県および香川県の覆土では、2 mm 以下の粒径の割合はそれぞれ 25.7% および 38.7% であり、主に 2mm~19mm の粒径を中心とした構成となっていた。次に、各覆土サンプルを含水比 (15%、7.5%) に調整し、覆土代替材の散布量を 15% 希釈・1L/m² と 15% 希釈・2L/m² に設定し、試験用サンプルを作成した (表-2 参照)。

3. 結果

表-2 および図-2 に示すように、含水比の設定条件および覆土代替材散布条件により、各覆土サンプルの外観および固化層の形成状況に顕著な違いが見られた。

まず、含水比を 15% に設定し、覆土代替材を 15% 希釈・2L/m² で散布した場合、すべての覆土サンプルの表層がほぼ飽和状態となり、覆土代替材が浸透せず表面に滞留する現象が確認された。また、含水比 15% の条件下で、15% 希釈・1L/m² の散布を行った場合、

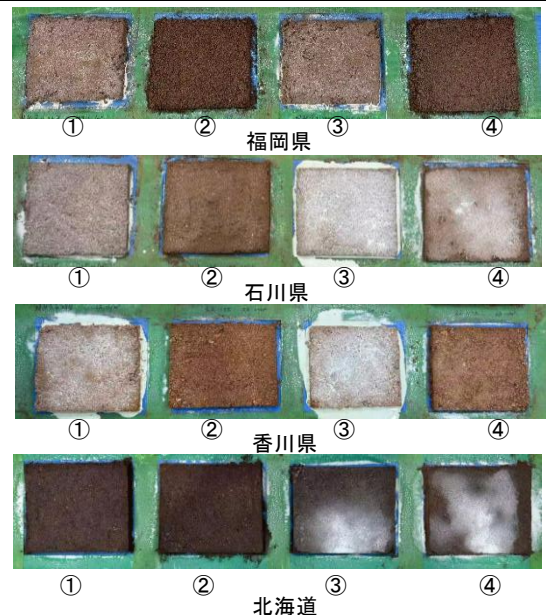


図-2 各サンプル外観変化

表-2 各サンプル試験条件と固化層変化

覆土	15%希釈・1L/m ²	15%希釈・1L/m ²	15%希釈・2L/m ²	15%希釈・2L/m ²
福岡県	①含水比 15%	②含水比 7.5%	③含水比 15%	④含水比 7.5%
固化層	3 mm~4 mm	7 mm~11 mm	2 mm~4 mm	10 mm~13 mm
香川県	①含水比 15%	②含水比 7.5%	③含水比 15%	④含水比 7.5%
固化層	2 mm~3 mm	9 mm~10 mm	2 mm~3 mm	9 mm~13 mm
石川県	①含水比 15%	②含水比 7.5%	③含水比 15%	④含水比 7.5%
固化層	3 mm~4 mm	8 mm~10 mm	2 mm~3 mm	10 mm~13 mm
北海道	①含水比 15%	②含水比 7.5%	③含水比 15%	④含水比 7.5%
固化層	9 mm~12 mm	6 mm~9 mm	11 mm~14 mm	7 mm~10 mm

滞留現象は確認されなかったものの浸透が遅れる様子が確認された。一方、含水比を7.5%に設定した各サンプルでは、いずれの散布条件においても覆土代替材は良好に浸透し、均一な状態が得られた。次に、各サンプルを室内で2日間乾燥させた結果、すべてのサンプルにおいて表面に固化層の形成が確認できた。

次に各サンプルの固化層厚を比較すると、含水比15%の条件で、15%希釈・2L/m²の覆土代替材を散布した場合、福岡県、香川県、石川県の覆土サンプルでは、いずれも固化層は薄層となり厚さは約2~3mmであった。一方、北海道の覆土サンプルでは11~14mmと他のサンプルと比較し約5倍厚い固化層であった。含水比15%で15%希釈・1L/m²を散布したサンプルにおいても、同様の傾向が確認できた。

次に、含水比7.5%のサンプルで、15%希釈・2L/m²の散布条件では、福岡県で10~13mm、香川県で9~13mm、石川県で10~13mmと含水比15%サンプルと比較し厚めの固化層が確認された。一方、北海道では7~10mmとなり、他覆土に比べてやや薄層傾向となることが確認できた。また、含水比7.5%で15%希釈・1L/m²を散布した場合、15%希釈・2L/m²の散布条件と比較し、形成された固化層は若干薄層であるが同様の傾向を示していた。これらの結果から、同一の希釈率(15%)である覆土代替材においても、2L/m²の散布量の方が1L/m²よりも厚い固化層を形成する傾向があることが確認できた。さらに、福岡県、香川県、石川県の覆土では、含水比が低いほど固化層が厚くなる傾向が見られたのに対し、北海道の覆土では含水比が高いほど厚い固化層が形成されやすくなるという逆の傾向が確認された。

各覆土サンプルの土壌分類に基づく三角座標は図-3に示す通りである。香川県および福岡県の覆土は砂質礫(GS)に分類され、覆土対象土壌の初期含水比が固化層の形成に大きな影響を及ぼすことが明らかとなった。本試験においては、含水比が高い場合(15%)には覆土代替材の土壌への浸透性が低下し、表面に滞留しやすくなる傾向が認められた。これにより、形成される固化層は相対的に薄くなる。一方、含水比を適度に低下させた場合(7.5%)には、覆土代替材がより深く土壌中に浸透し、結果として固化層の厚さが増加することが確認された。一般に、粒径の大きい粗粒土は保水性が低く、浸透性が高いとされる。しかし、初期含水比が高い場合には、土壌間隙が水分で多く満たされるため、散布された覆土代替材の浸透が抑制され、表面に滞留しやすくなる。その結果、浸透速度が低下し、形成される固化層は比較的薄くなるという現象が確認された。

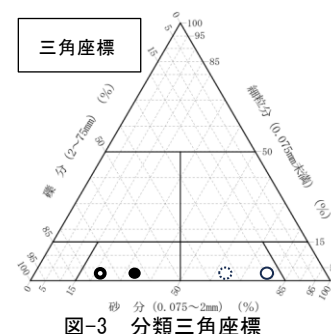


図-3 分類三角座標

一方、細粒分の多い北海道の覆土では、この傾向が逆転する結果となった。対象となった土壌は、粒径2mm以下の微細粒子を80%以上含む礫質砂(SG)で構成されており、土粒子間の孔隙が非常に小さい。一般的にこのような細粒分の多い土壌では、乾燥状態においては覆土代替材が表層に滞留しやすく、土壌への浸透が抑制される傾向にある。しかし、今回の試験においては、含水比が高い条件(15%)に、表層での滞留が一部認められたものの、全体としては下方への浸透が進み、結果として厚い固化層が形成された。この要因については、今後詳細な検証をおこなう。

以上の結果から、実際の施工現場において効果的な散布を実現するためには、対象土壌の含水比を事前に把握し、適切な範囲に調整することが重要である。また、覆土の粒径分布や土粒子密度などの物性を事前に評価することが、固化層の形成性向上に資するものと考えられる。

4. まとめ

本試験を通じて、覆土代替材散布による表層固化効果は、土壌の初期含水比、散布量および散布対象の土粒子密度といった諸条件に大きく依存することが明らかとなった。特に、含水比が覆土代替材の覆土材への浸透性および固化層形成において重要な要素であることが示唆された。

5. 今後の課題

① 気象条件を考慮した性能再検証及び長期耐久性・劣化の検証

本試験は室内の乾燥環境下で実施したが、実際の施工現場では降雨・風・日射といった気象要因が固化層の形成及び耐久性に大きく影響を及ぼす可能性がある。今後は屋外での確認試験等を通じて、気象条件を踏まえた性能検証、ならびに適切な散布時期・養生管理手法の確立を行う。併せて固化層の長期的な耐久性・耐風化性などの評価を行う。

② 法面勾配に対する再検証

本試験は室内の平坦な条件下で実施したが、実際の施工現場では法面の勾配により、覆土代替材が十分に浸透せずに流出してしまう懸念がある。したがって、実際の法面勾配を考慮した再検証を行う。

参考文献：1) 土質材料の工学的分類体系(平成12年改訂)