

除去土壌等の土木資材としての再生化の検討（その１）－室内配合試験－

鹿島建設(株) 正会員 ○田中真弓 佐藤 毅 小澤一喜

1. 試験目的

福島県内における除染等の措置に伴い生じた除去土壌について、中間貯蔵事業の後の県外最終処分を実現するための検討が進められている¹⁾。その中で本来貴重な資源である除去土壌は、線量や利用形態に応じて適切な管理の下で「再生資材」として利用することが求められている。そのためには、利用先の要求品質に合致するよう、再生資材の品質を調整する必要がある²⁾、盛土材等に使用する場合は、強度を改良して使用することが考えられる。

改良材としてはセメント系の材料が一般的に使用されるが、土壌中の有機成分が改良土の強度発現やセメント由来の六価クロムの溶出に影響することがある³⁾。除去土壌は表土由来で有機物含有量が多く、選別補助材を含んでいるという特徴があることから、除去土壌をセメントで改良した場合はそういった有機成分が影響する可能性がある。除去土壌の再生資材化を進めるためには、除去土壌に対してセメント系の改良材が有効なのか、もしくは他の種類の改良材の有効性を検証しておかなければならない。そこで、本報では除去土壌に対して5種類の改良材を用いて室内配合試験を行い、力学特性・環境安全性の両面から有効性を評価したので、その結果を報告する。

なお本稿の試験結果に基づいて除去土壌に適した改良材を2種類選定し、その配合を適用して作製した改良土による盛土試験については別途報告する。

2. 試験目標

力学特性としては、第2種建設発生土であるコーン指数(800kN/m²以上)となれば、盛土や埋戻し材として利用用途が幅広くなるため⁴⁾、そのコーン指数を基準として現場/室内強度比(軟弱土をスタビライザで施工した場合0.5~0.8³⁾)も考慮して室内配合試験のコーン指数の目標値を1,200kN/m²とした。環境安全面では、六価クロム溶出量が土壤環境基準(0.05mg/L)を満たすことを目標とした。また有機物が多い除去土壌では浸出水中のBOD値が上昇することが懸念されるため⁵⁾、溶出試験の検液中のBODを測定した。BODに関して環境基準はないため、最低限満たすべき基準として排水基準(日平均120mg/L)とした。

3. 試験方法

試験に使用した土壌の諸特性を表-1に、試験フローを図-1に示す。本試験では一定期間養生してある程度固結した状態でも締め固められるかという解きほぐし効果についても考慮するため、土と改良材の混合後7日間養生したのちに突固めによる供試体作製を行った。六価クロムは環告46号に準じて実施し、土壌に関するBOD測定には公定法がないため、環告46号試験で得られた検液中のBODを測定した。本試験で使用した改良材を表-2に示す。セメント以外には、六価クロム対応型の地盤改良材と主成分が異なる3種類を選定した。

表-1 使用した土壌の諸特性

項目	単位	値
土粒子密度	Mg/m ³	2.539
自然含水比	%	37.3
粒度 礫分	%	12.1
砂分	%	46.6
シルト分	%	21.6
粘土分	%	19.7
最大乾燥密度	Mg/m ³	1.359
最適含水比	%	28.2

表-2 使用した改良材

改良材(主成分)	規格/製品名
高炉セメントB種	JIS R 5211
地盤改良材	ユースタビラー60
生石灰	JIS R 9901
酸化マグネシウム	グリーンライム M
石膏	エコハード AII

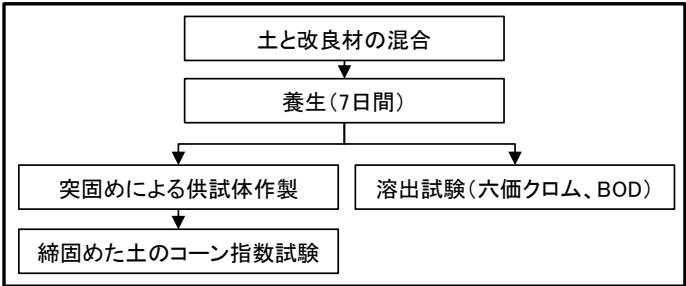


図-1 試験フロー

キーワード 中間貯蔵、除去土壌、放射性物質、改良、コーン指数

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

4. 試験結果

4.1 コーン指数試験

コーン指数試験の結果を図-2 に示す。酸化マグネシウム・生石灰が少量の添加量で効果を発揮する結果となった。地盤改良材、セメント、石膏は 20kg/t では改良効果がほとんどなく、40kg/t から改良の効果がみられた。

4.2 溶出試験

六価クロムと BOD を測定したが、六価クロムは全ケースで検出下限値 (0.02mg/L) 未満であった。BOD の結果を図-3 に示す。セメント・地盤改良材は添加量と BOD に相関があり、添加量が多くなると BOD が上昇している。その他は添加量に依存せず、生石灰が排水基準相当の高い値となっている。酸化マグネシウムは 20~30mg/L、石膏は 10 mg/L と低い値になった。BOD は溶出する有機物の量が多くなれば高くなると考えられる。一般的に有機物の溶出量は pH 依存性があるため、溶出試験の検液の pH を測定した。図-4 に pH と BOD の関係を示す。全体的にはアルカリ性になると BOD が高くなっているが、生石灰は pH9.4 程度でも BOD が高いのに対して、酸化マグネシウムは pH10 以上でも BOD が低くなっていることから、BOD は pH 以外の要因も影響していることが明らかになった。

5. まとめ

改良の効果は酸化マグネシウム・生石灰が高く、次にセメント系の材料の序列となった。ただし生石灰は溶出試験での BOD が排水基準相当まで上昇していたため、改良材として使用可能であるかは対象土壌ごとに環境影響を検討する必要がある。

本稿に続く (その2) の盛土試験の報告では、酸化マグネシウムと高炉セメント B 種を使用し、配合は室内試験で 1,200kN/m² を満たした添加量としてそれぞれ 10kg/t、40kg/t に設定している。地盤改良材は高炉セメント B 種と同じセメント系の材料であり、コーン指数・BOD の試験とも類似した傾向を示しているため、盛土試験では高炉セメント B 種のみを採用している。

〔謝辞〕本成果は、中間貯蔵・環境安全事業株式会社が環境省より受託した令和4年度の中間貯蔵施設の管理等に関する業務成果の一部である。

参考文献

- 1) 環境省 中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略, 2016.4.
- 2) 環境省 福島県内における除染等の措置に伴い生じた土壌の再生利用の手引き (案), 2019.12.
- 3) (社)セメント協会 セメント系固化材による地盤改良マニュアル[第4版], 2012.10.
- 4) (独)土木研究所 建設発生土利用技術マニュアル[第4版], 2013.12.
- 5) 国立環境研究所ニュース Vol.36 No.2, 2017.6.

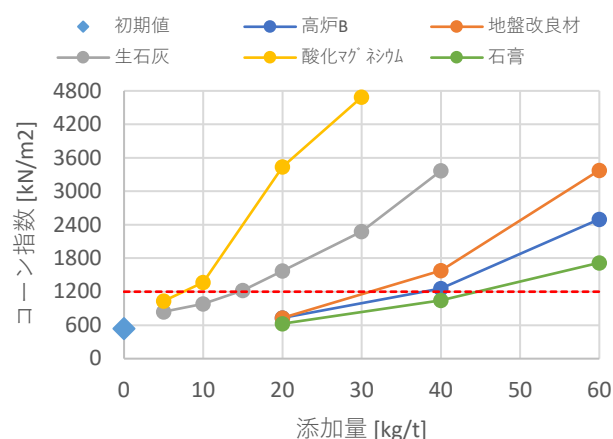


図-2 コーン指数試験結果

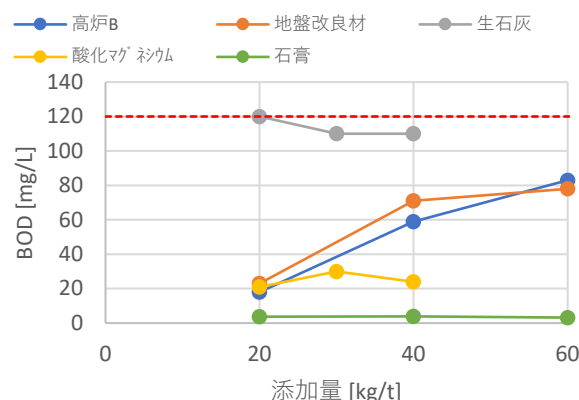


図-3 BOD 測定結果

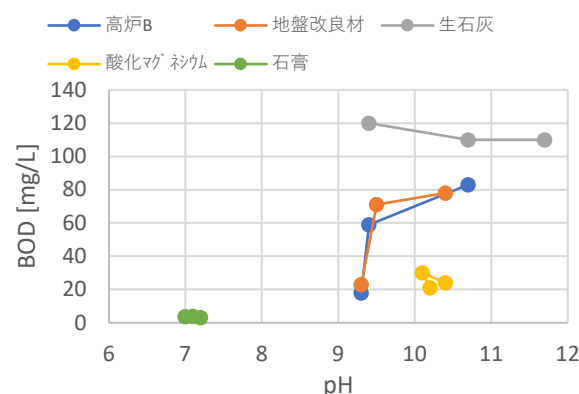


図-4 BOD と pH の関係