

除去土壌再生利用実証事業の報告 ーその2：盛土実証試験ー

除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合  
除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合

正会員 松尾 寿峰 ○大久保英也 谷澤 房郎  
非会員 篠崎 剛史

1. 実証試験概要

環境省の委託により福島県南相馬市で実施した「平成28年度除去土壌再生利用実証事業」では、市内の除染で発生した除去土壌から分別した再生資材と購入資材を用いて試験盛土(図1及び図2)を構築し、両材料について土質試験、現場密度試験(RI法、砂置換法)及び放射線計測等を行い、盛土資材としての品質、施工性及び放射線に関する安全性の確認を実施した。試験盛土完成後には長期モニタリングを行い、放射線計測及び浸出水の水質測定、試験盛土及び地盤変位の動態観測(基盤面、周辺部、天端部)等を実施した。

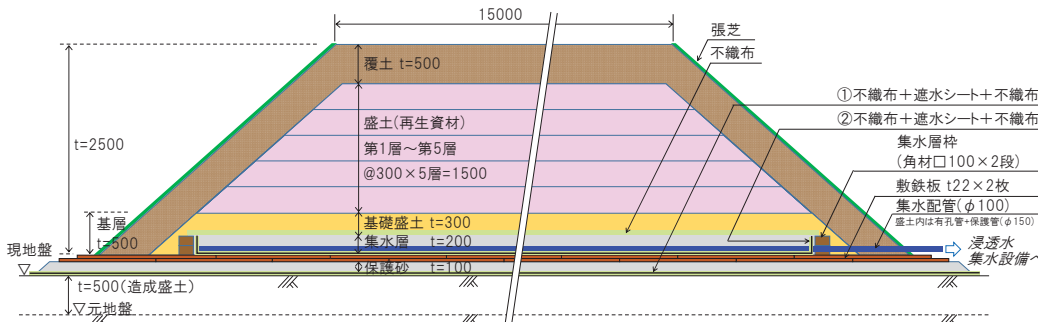


図1 試験盛土構造イメージ図 (A-A断面)

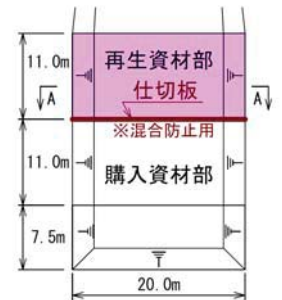


図2 試験盛土平面図

表1 試験・計測一覧表

土質	締固め度, 盛土高さ, 覆土形状	動態観測
<ul style="list-style-type: none"> <li>土粒子の密度試験</li> <li>土の含水比試験</li> <li>地盤材料の工学的分類</li> <li>土の粒度試験</li> <li>突固めによる土の締固め試験</li> <li>締固めた土のコーン指数試験</li> <li>土の強熱減量試験</li> <li>PH試験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>締固め度試験 (RI法, 砂置換法)</li> <li>盛土高さ: 盛立面(表面, 下層)</li> <li>覆土形状計測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基盤面沈下量</li> <li>周辺部沈下量・水平変位量</li> <li>天端部沈下量・変位量</li> </ul>
	放射線	浸出水
	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射能濃度計測</li> <li>表面線量率・空間線量率計測</li> <li>個人被ばく線量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射能濃度</li> <li>水素イオン濃度 (PH)</li> <li>浮遊物質 (SS)</li> </ul>

2. 土質試験結果

再生資材化処理によって得られた再生資材は、図3及び図4に示すように粒度分布が良く、締固め作業上支障のない土であることが確認された。

3. 締固め度

(1) 締固め度

再生資材部と購入資材部にて、RI法と砂置換法を用いて締固め度を計測し比較した。今回の盛土試験で使用した再生資材については図5に示すように、購入資材と同様に締固め回数の増加にともない締固め度が上昇することが確認され、通常材料による土工事と同様、RI試験器による締固め度の管理が可能であることが確認された。

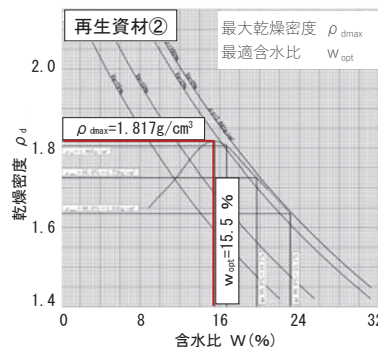


図3 含水比-乾燥密度曲線

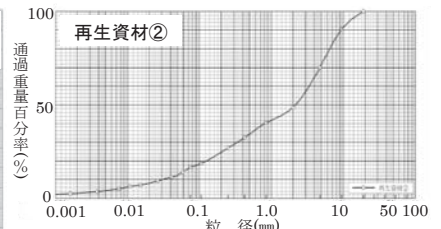


図4 粒径加積曲線

(2) RI法におけるバックグラウンド値(B.G.値)の影響

RI法で計測された放射線計数率と内部演算によって求められた湿潤密度の関係は、再生資材上でB.G.値を測定した場合と、再生資材上以外でB.G.値を測定した場合とでは明確に異なる傾向を示し、今回の試験で用いた比較的放射能濃度の低い再生資材(平均771Bq/kg程度)においても、資材からの放射線が計測結果に影響を及ぼすことが確認された(図6)。また、本実証試験においては、放射線計数率と湿潤密度の間に一義的な関係式が得

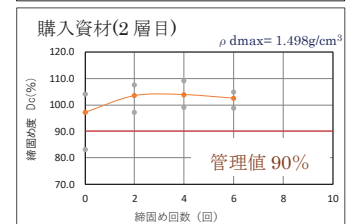
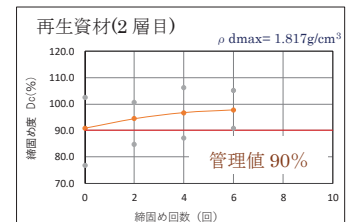


図5 締固め度計測結果(RI法)

キーワード 試験盛土, 締固め, 除去土壌

連絡先 〒160-0004 東京都新宿区四谷1丁目(外濠公園内) (公社)土木学会 全国大会係 TEL03-3355-3442

られ、再生資材上以外で B.G.値を測定した場合でも、放射線計数率を用いて適切な湿潤密度を算出することが可能であった。ただし、実施工では、放射能濃度のばらつきを考慮し、再生資材上の各測点で B.G.値を求めて計測する必要があると考える。

4. 放射線計測結果

(1) 作業上の安全管理

試験盛土上及び周辺部に測定点を定め(図7)、各締固め層で空間線量率を測定した。再生資材部では、覆土前の空間線量率は天端中央で0.19~0.21μSv/h、法面中央で0.13~0.18μSv/hであったが、覆土(t=50cm)施工後は概ねバックグラウンドの空間線量率と同等の0.05~0.06μSv/hとなり、覆土による遮へい効果が確認された(表2)。なお、盛土施工時に再生資材をサンプリングし、Ge 半導体分析器により放射能濃度を分析した結果、411~1,000Bq/kg(平均771Bq/kg)であった。

(2) 作業員個人被ばく線量

1時間毎の個人線量当量が記録される線量計を各作業員の胸部に装着させ、日々の被ばく線量を測定・記録した。全作業員の日積算の被ばく線量(平成29年2月~8月分)は平均0.61μSv、最大3.0μSvであり、うち試験盛土の準備及び施工を行った作業員の日積算の被ばく線量(5~8月分)は平均0.65μSv、最大3.0μSvであった(図8)。これらの値は、放射性物質汚染対処特措法に基づく基本方針において長期的な目標として定められた追加被ばく線量1mSv/年以下よりも十分に低い値であった(但し、上記の日積算の被ばく線量には、除去土壌等や再生資材から受ける被ばく線量のみならず、バックグラウンドから受ける被ばく線量を含む)。なお、最も被ばく線量が高い作業員はRI計器を取り扱っていた者であり、再生資材からよりも、RI計器の線源の寄与が大きかったものと推測された。

(3) 浸透水の放射能濃度

浸透水集水設備により、試験盛土の内部を浸透する雨水等を再生資材部分と新材部分に分けて盛土底部で集水し、ポンプを用いて集水層に溜まった浸透水をタンクに集水・採取し、放射能濃度を測定した。平成29年5月15日から現時点(平成30年2月末)に至るまでの期間に採取し測定した検体については、いずれも検出下限値未満であることを確認した。

5. まとめ

今回の試験で使用した再生資材については、粒度分布が良く締固め作業上支障のない土であること、購入資材と同様に、締固め回数の増加にともない締固め度が上昇すること及び通常の土工事と同様にRI計器による締固め度の管理が可能であること等が確認できた。

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検討会(第7回)資料3, 2017

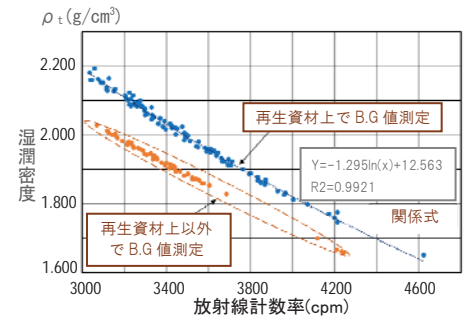


図6 B.G.値の測定場所と湿潤密度の関係

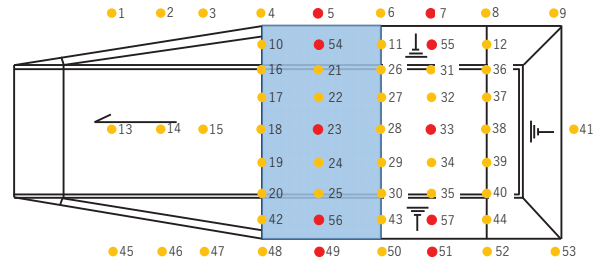


図7 空間線量率の測定位置

表2 空間線量率の測定結果

層数等	再生資材部			新材部		
	天端中央(No23)	法面中央(No54,56)	法尻から1m(No5,49)	天端中央(No33)	法面中央(No55,57)	法尻から1m(No7,51)
1層目転圧後	0.19	0.13~0.14	0.06	0.07	0.05	0.05
2層目転圧後	0.19	0.13~0.14	0.06~0.07	0.06	0.05	0.04~0.05
3層目転圧後	0.19	0.13	0.05~0.07	0.06	0.05	0.05
4層目転圧後	0.19	0.15~0.16	0.05~0.07	0.05	0.05	0.05~0.06
5層目転圧後	0.21	0.17~0.18	0.06~0.07	0.06	0.06	0.05~0.06
覆土後	0.06	0.05~0.06	0.05	0.05	0.05	0.05~0.06

単位: μSv/h

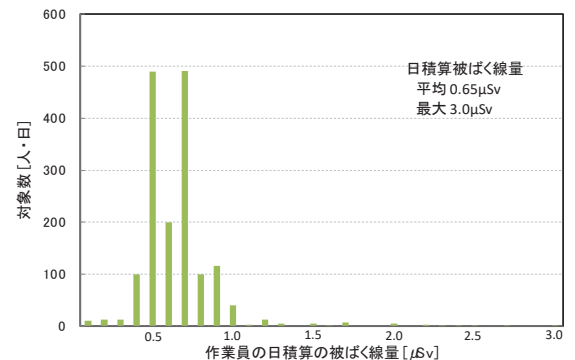


図8 試験盛土の準備及び施工を行った作業員の日積算被ばく線量の分布