



3. 屋外曝露試験

室内試験では気中養生したモールド試験体の溶出試験を行ったが、実際には盛土材は屋外環境に置かれることから、盛土を模擬した試験体を屋外で1年間曝露し、日射や降雨等の影響を受けたときの環境安全性を調べた。

3.1 使用材料

石炭灰は表-1のNo.3を使用し、添加材として高炉セメントB種とカルシウム系助材を用いた。配合を表-3に示す。

表-3 配合 (kg)

石炭灰 (乾燥)	高炉セメント	助材	水
1000	120	24	252

3.2 試験体作製

強制二軸ミキサーで材料を攪拌混合した。塩ビ製土槽(幅50cm×長さ180cm)の底部に碎石(t=5cm)を敷き、その上に石炭灰改良材を敷均し、手押しローラとバイブレータを用いて3層に分けて締め固め、厚さ10cmに仕上げた。締め固め度は95% ( $\rho_{dmax}=1.372g/cm^3$ )に設定した。改良材表面に覆土(t=5cm)と芝生(t=3cm)を載せた「覆土あり」と、表面が露出した「覆土無し」の2種類を作製した。盛土のり面を模擬するため、試験体を1:1.5の勾配で設置した。

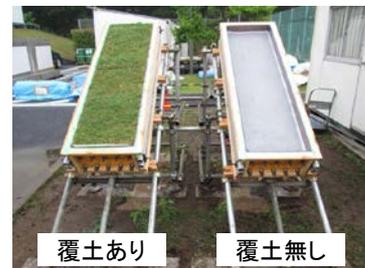


写真-1 屋外曝露試験体

3.3 試験内容

試験場所は東京都清瀬市、期間は1年間(2013年6月~2014年6月)とした。期間中、雨水と試験体表面を流れた雨水を集めてpHを測定した。1年後にコア(φ6×h10cm)を採取し、表-4に示す試験を行った。

表-4 試験調査項目

調査項目	試験方法
圧縮強度	一軸圧縮試験
透水係数	変水位透水試験
中性化深さ	フェノールフタレイン法
構成鉱物の定性	粉末法 X線回折
溶出試験	JIS K 0058-1 5. 利用有姿項目 : Cr(VI), As, Se, F, B

3.4 試験結果

1) 雨水と表面水のpH 雨水はpH4~7で変動し、覆土ありは最初pH4でその後pH6~7を推移した。覆土無しの表面水は最初pH10を示し、その後pH8前後を推移した。覆土ありは芝生の肥料の溶出、覆土無しはセメントからのアルカリ溶出が原因と考えられる。

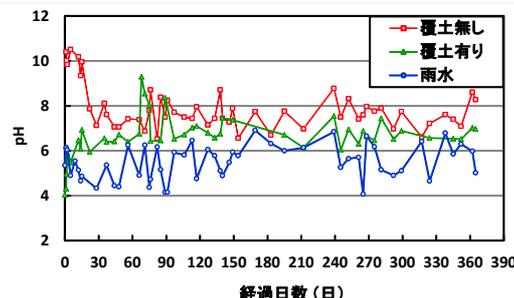


図-2 雨水と表面水のpH

2) 圧縮強度, 透水係数 試験体長手方向3ヵ所のコアを採取し、一軸圧縮試験を行った。覆土ありは6,600~12,900kN/m<sup>2</sup>、覆土無しは6,700~9,200kN/m<sup>2</sup>であった。透水係数は覆土あり、覆土無しのいずれも1E-8m/s以下を示し、土質遮水工相当の遮水性を有していた。

3) 中性化深さ 試験体長手方向5ヵ所のコアの中性化深さを測定した。覆土ありは0~3mmに対して覆土無しは10~12mmと顕著な差が生じ、覆土によって中性化が抑制されることがわかった。X線回折分析で、検査液で呈色しなかった部分はエトリンサイト等のセメント水和物のピークが消失したと同時にカルサイトのピーク強度が増大し、鉱物学的に中性化を確認した。



写真-2 中性化深さ測定

4) 溶出試験 中性化部分と未中性化部分の溶出試験を行った。結果の一部を表-5に示す。中性化部分は未中性化に比べてpHが低く、ほう素の溶出量が多かった。

4. まとめ

1) 8種類の石炭灰を用いて試験体を作製し、最長1年間気中養生を行い、所定の期間に試験体の溶出試験を行った。いずれの灰、配合ともに重金属等の溶出量は土壌環境基準値未満でほぼ安定していた。

表-5 溶出試験結果 (一部)

試験項目	未中性化	中性化
検液のpH	10.2	8.8
ほう素(mg/L)	<0.1	0.12

2) 石炭灰改良材の屋外曝露試験では、改良材の表面に覆土を施工することで表面水のpH上昇と中性化の進行が抑制された。これより、覆土が環境安全性の向上に有効と考えられる。

参考文献

- 1) 井出ら：石炭灰を用いた盛土材の性状—盛土材利用時の重金属等の溶出試験結果—, 土木学会第68回年次学術講演会, 2013.9
- 2) 佐々木ら：石炭灰を活用した防潮堤盛土実証試験, 土木学会第69回年次学術講演会, 2014.9
- 3) 一般財団法人石炭エネルギーセンター：石炭灰混合材料有効利用ガイドライン(震災復興資材編), 2014.3