

## 光学顕微鏡を用いた砂・Ca型ベントナイト混合土の混合後の色調評価

早稲田大学 学生会員 ○篠崎 由梨  
早稲田大学 正会員 小峯 秀雄  
安藤ハザマ 正会員 山田 淳夫

### 1. 目的

低レベル放射性廃棄物処分施設の低透水性覆土に用いられる砂・Ca型ベントナイト混合土はその混合方法によって、締固め特性が異なることが示唆されている<sup>1)</sup>。同一の含水比であってもベントナイト混合土の色が混合方法によって異なり、せん断を与えて練り混ぜた試料ほど色が濃くなる傾向が報告されている<sup>1)</sup>。本研究では締固め前の混合土を対象として、光学顕微鏡による観察および顕微鏡写真を用いた画像解析を行い、色の明るさであるHSV表色系の明度Vに着目して色調評価を行った。色調を評価することで、混練状況を把握することが目的である。

### 2. 材料の基本的性質および材料の混合方法

本研究で用いる材料は低レベル放射性廃棄物処分施設で用いられる材料を参考に配合を決定した。Ca型ベントナイトと砂を乾燥質量比にして30:70で配合した。

せん断を与えずに混合する方法として材料落下型ミキサーを模した「袋振り混ぜ」、強いせん断を与えて捏ねながら混ぜる方法として遊星型ミキサーを模した「ミキサー練り」の2種類を対象として観察を行った<sup>2)</sup>。

### 3. 光学顕微鏡を用いた写真の撮影方法および画像解析方法

前項で述べた方法で混合した試料を24時間養生させたのち、光学顕微鏡で観察を行った。三眼式実体顕微鏡に取り付けたカメラで写真撮影を行い、撮影した写真から明度の測定を行った。以下に手順を示す。

1. 倍率と光量を定め、被写体が視野に入るように位置を調整する。
2. 鏡筒を上下に動かし焦点位置を変化させて、焦点深度の異なる写真を10枚程度撮影する。撮影枚数は被写体の厚みによって増減させる。(写真1および2に示す。)
3. 焦点位置を変えた写真をAdobe社のphotoshop CCを用いて深度合成を行い、写真全体にピントが合った1枚の写真を作成する。(写真3に示す。)
4. 合成した写真について、白色点補正またはグレー点補正を行い、色を調整する。(写真4に示す。)
5. 色を調整した写真について、photoshopの機能であるカラーピッカーを用いてRGB値を抽出し、明度Vを算出する。



写真1 焦点深度合成前の写真1  
(写真手前にピントが合っている。)

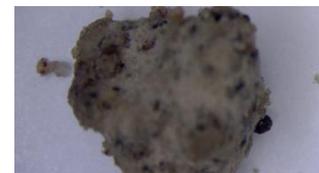


写真2 焦点深度合成前の写真1  
(写真奥にピントが合っている。)



写真3 焦点深度合成後の写真



写真4 白色点補正後の写真

白色点補正とは、被写体の下に背景として置いた白色紙の色を(R,G,B) = (255,255,255)とし、光による色温度等によるカラーバランスの変化を補正する方法である。グレー点明度Vについて2階調化補正とは、写真にグレーカードという露出調製用のカードを映しこみ、その色が18%グレー(R,G,B) = (119,119,119)であるという既知情報を基準として色の補正を行う方法である。明度とは、色の明るさを表す指標の一つである。本研究ではHSV表色系による明度を用いた。HSV表色系とは色を色相H、彩度S、明度Vの3成分で表現する方法である。明度V(%)

キーワード ベントナイト, 画像解析, HSV表色系, 明度

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学術院 社会環境工学科 TEL03-5286-2940

は  $V = \frac{l_{max}}{255} \times 100$  で算出され、式中の  $l_{max}$  は RGB 表色系における(R,G,B)の要素のうち最も大きな値である。

#### 4. 混合方法による試料性状の差異

混合方法を変えて製造した  $w=22\%$  の試料について光学顕微鏡を用いた写真撮影を行い、明度  $V$  の測定を行った。

写真5に袋振り混ぜで製造した試料の断面を、写真6にミキサー練りで製造した試料の断面を示す。また、写真5および写真6について明度  $V$  について2階調化、すなわち  $(R,G,B) = (l_{max}, l_{max}, l_{max})$  としたものを写真7および写真8として示す。

写真7で示した袋振り混ぜの試料は試料表面の明度が70%以上と明るい色を示したのに対して、試料中央部の明度が0%~30%と暗い色となった。一方、写真8に示したミキサー練りで製造した試料については、試料の表面と中央部で明度の違いは観察されず、明度の小さい砂粒子が写りこんだ部分を除くと明度は  $30\% \pm 15\%$  の範囲であった。

含水比が高い試料ほど明度が小さくなる傾向が観察されている<sup>2)</sup> ことから、水分と明度に相関があると考えられる。ミキサー練りで製造した試料は試料中央部と表面で明度が変わらないことから、水分の分布が均一になっていると考えられる。

一方で、袋振り混ぜで製造したものは粒の断面を観察すると、年輪状に明度の大小の分布がみられた。試料中央部の含水比が大きく、表面は含水比が小さい状況と推察される。これは混合過程で加水した砂に自然含水比のベントナイトをまぶすように混合したため、砂周辺に存在した水が試料中央部に閉じ込められてしまったものと考えられる。

#### 5. まとめ

砂・ベントナイト混合土を対象に練り混ぜ後の試料を対象に明度  $V$  を用いた色調評価を行った。

- ・色の明るさを示す明度は試料の混合方法によって異なることが確認された。既往の研究で色が濃い・薄いと表現されていた色調について HSV 表色系における明度  $V$  (%) で定量可能である。
- ・せん断を与える時間が短い袋振り混ぜで製造した試料は粒の断面を観察すると、年輪状に明度の分布がみられ、中央部は明度が小さく表面は明度が大きい傾向が観察された。
- ・せん断を与える時間の長いミキサー練りで製造した試料は粒の断面を観察すると、試料中央部と表面に明度の差異がみられないことから、水分が概ね均一に分布しているものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 千々松正和, 木村誠, 石濱裕幸: Ca型ベントナイト混合土の練り混ぜ方法の違いが品質に与える影響について, 土木学会第68回年次学術講演会, 土木学会, CS11-014, pp27~28, 2013
- 2) 篠崎由梨, 小峯秀雄, 山田淳夫: Ca型ベントナイト混合土の混合・混練方法による材料の均質性と締固め後の乾燥密度に関する考察, 第53回地盤工学研究発表会, 2018 (投稿中)



写真5 袋振り混ぜで製造した試料断面 (w=22%)

写真6 ミキサー練りで製造した試料断面 (w=22%)

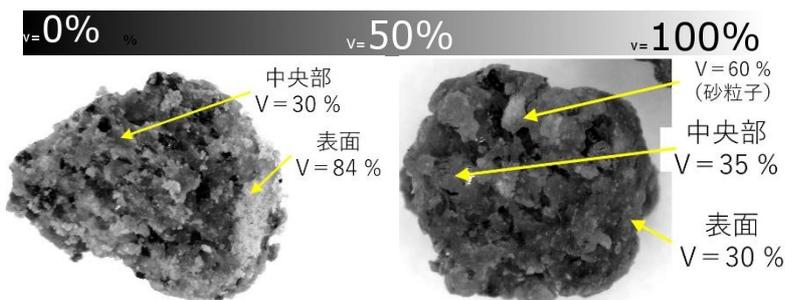


写真7 袋振り混ぜで製造した試料断面 (w=22%) (明度  $V$  で2階調化)

写真8 ミキサー練りで製造した試料断面 (w=22%) (明度  $V$  で2階調化)

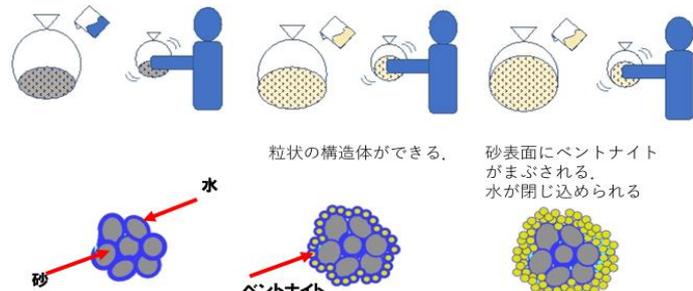


図1 ベントナイト混合土の製造過程と試料形成の概念図