

アロフェン等の非晶質粘土鉱物の現場測定方法について

奥村組土木興業 正会員 ○吉田 宗久
奥村組土木興業 正会員 北村 敏也
奥村組土木興業 作原 陽一

1. はじめに

火山灰質土をセメント系固化材で地盤改良するとCr(VI)が溶出超過する場合があります, アロフェン等の非晶質粘土鉱物の含有が原因のひとつと考えられている¹⁾. 静岡県東部のスコリア(火山灰質粗粒土)において, セメント系固化材による地盤改良でCr(VI)の溶出超過が報告されている²⁾. 地盤改良を計画する際は, アロフェン等の含有量に応じた固化材の選定が必要である.

アロフェンの定量方法として, 酸-アルカリ交互溶解法や200℃加熱減量法がある³⁾. これらは, アロフェンの含有量を直接測定することができるが, 試験室での分析が必要で作業手間や日数を要する. 一方, アロフェンテストは現場で容易にアロフェン含有を判定することができる⁴⁾が, 試薬による発色状況を見る官能試験である. アロフェンテストの発色状況の例を写真1に示した. このような発色状況を表1に示す判定基準に照らし合わせて評価することから, 測定結果には測定者の個人差によるばらつきが生じる.

本研究では, アロフェンテストの発色状況を画像処理により数量化することで, 現場でアロフェン含有率を定量的に評価する方法を検討する.

2. 模擬土を用いた検討

(1) 使用材料

表2に使用材料と配合条件を示した. 石粉に重量比で0%から100%のアロフェンを配合し, アロフェン含有率の異なる模擬土を作成する. 石粉には珪石粉(宇部珪石粉)を, アロフェンにはアロフェン試薬(品川ゼネラル製P1)を用いた.

(2) 検討方法

図1に検討の流れを示した. 模擬土に配合したアロフェンの活性アルミニウムとフッ化ナトリウムを反応させ, pHの上昇をフェノールフタレインの発色状況で評価する. フェノールフタレイン紙は, ろ紙に1%フェノールフタレイン溶液を浸み込ませ, 乾燥させたもの

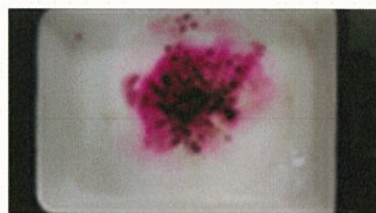


写真1 アロフェンテストの発色状況の例

表1 アロフェンテストの判定基準⁴⁾

区分・記号	基準	推察される土壌
—	しばらく放置しても呈色しない	黒ボク土をほとんど含まない
±	しばらくたつと弱く呈色	黒ボク土が混入している
+	即時呈色するがその程度は弱い。ピンク色	黒ボク土
++	即時鮮明に呈色。赤紫色	黒ボク土(リン酸吸収能の高い)
+++	即時非常に鮮明に呈色。濃い赤紫色	黒ボク土(リン酸吸収能が非常に高い)

表2 使用材料と配合条件

使用材料	宇部珪石粉(宇部サンド工業)
	アロフェン試薬(品川ゼネラルP1)
配合条件	アロフェン含有量: 0,10,20,30,40,50,60,70,80,90,100(wt.%)

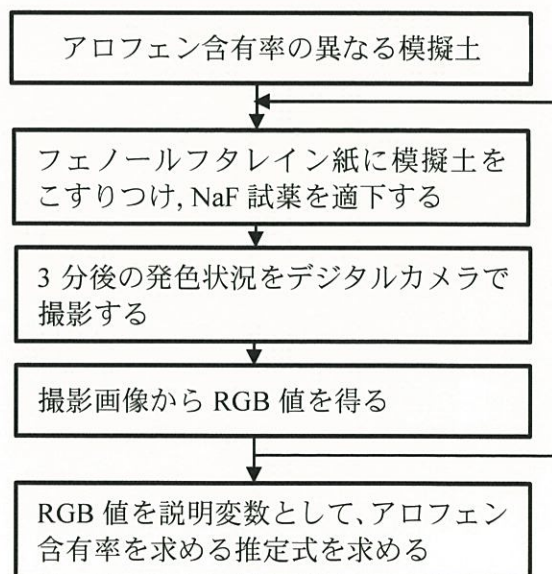


図1 検討の流れ

キーワード 地盤改良, スコリア, アロフェン, 火山灰質土粗粒度, 六価クロム

連絡先 〒552-0016 大阪府大阪市港区三先1丁目11番18号 TEL 06-6572-5262

で、NaF 試薬はフッ化ナトリウム 42g を水 1L に溶かしたものである。NaF 試薬の滴下から 3 分後の発色状況を室内においてデジタルカメラ（SONY 製 NEX-3）で撮影した。撮影した画像データから RGB 値を取得（発色中心部の 5 点平均）した。

(3) 検討結果

配合したアロフェン含有率と取得した RGB 値を用いて重回帰分析を行い、式 1 に示す推定式を得た。

$$\text{模擬土のアロフェン含有率} = -0.713 \times R \text{ 値} \\ -0.607 \times G \text{ 値} - 0.388 \times B \text{ 値} + 261.833 \quad (\text{式 1})$$

図 2 に推定式から求めたアロフェン含有率を示した。

3. 撮影条件による影響の検討

(1) カラーチャートを用いた検討方法

照度の違いなど撮影条件による影響を検討するため、評価用のカラーチャートを用いた確認試験を行った。カラーチャートは写真 2 に示すもので、模擬土の RGB 値に対応したカラーパターンを印刷したものである。カラーチャートを、照度の異なる屋内 3 箇所、屋外 3 箇所撮影し、画像データから得られた RGB 値をもとに撮影条件毎のアロフェン含有率の推定式を求めた。屋内は蛍光灯下や窓際付近等の照度条件の異なる場所で、屋外は直射日光の当たらない建物等の日陰で撮影した。

(2) 検討結果

図 3 に撮影条件の違いによる推定結果のばらつきを示した。屋内 1 (基準) は、模擬土の RGB に対応したカラーパターンで、図中の実線はその推定式である。いずれの含有率においても、撮影条件毎に求めた推定値のばらつきは 10 ポイント程度に収まっており、撮影条件の影響は無視できる結果となった。

4. まとめ

官能試験であるアロフェンテストの発色状況を画像処理することで、アロフェン等の非晶質粘土鉱物の含有率を定量的に評価できた。セメント系固化材による地盤改良を計画する場合の土壌判定や、適正な固化材の選択に活用できると考える。引き続き、火山灰質粗粒土の現地土を用いた検討を進める。

参考文献

- 1)一般社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第4版, 2012.
- 2)吉田宗久ほか：火山灰質粗粒土におけるセメント系改良土からの Cr(VI)の溶出抑制について，セメント・コンクリート論文集，Vol.71, pp.661-666, 2018.
- 3)北川靖男：土壌中のアロフェンおよび非晶質無機成分の定量に関する研究，農業技術研究所報告 B 土壌肥料, No.29, pp.1-48, 1977.
- 4)茨城県農業技術センター：改訂版 土壌・作物栄養診断マニュアル 2015 Ver.3, p.24, 2015.

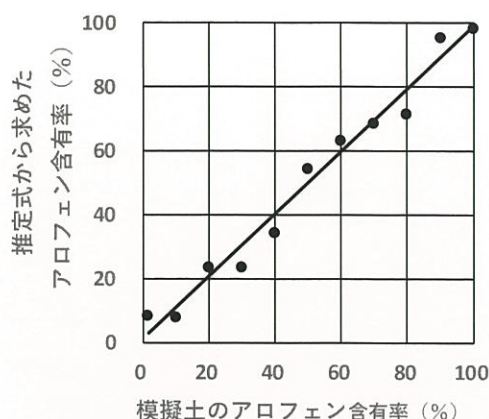


図 2 アロフェン含有率と推定値

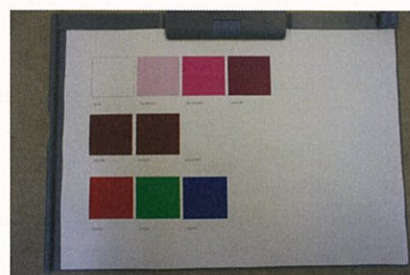


写真 2 評価用のカラーチャート

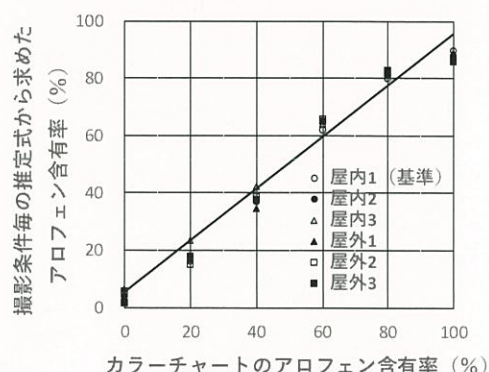


図 3 撮影条件による影響