

Ⅲ-B276 カラムを用いた土のアルカリ成分中和能に関する研究

麻生セメント㈱ 正会員 井上 秀治
小渕 祐二
山内 一夫
西日本技術開発㈱ 正会員 木寺 佐和記

1. はじめに

土質改良を目的としたセメントまたは石灰等による安定処理を行った場合、その硬化過程において起こる水和反応で水酸化カルシウム（以下、「 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 」）が生成される。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ は、可溶性の高アルカリ性成分であるため、直接、安定処理土が雨水、地下水等に接触すると、その表流水、浸出水は、高アルカリ性を呈することが懸念される。一般的には、このような安定処理土であっても無処理の土で覆われ、浸出水等がその中を通過することによって、溶出するアルカリ成分の中和作用が起り、周辺環境に対する pH 上昇等の影響を低減できるとの報告^{1) 2)}が知られる。

そこで前報³⁾においては、これらの報告をもとに、福岡県内に分布する幾つかの土を対象に、それらがどの程度の中和性能を保有しているかについてバッチ式の中和能試験で確認を行った。ここでは、同じ土を用いて行ったカラム式の中和能試験の結果を報告する。

2. 試料土

本試験に用いた試料土の物理特性および化学特性は、表-1に示すとおりである。

なお、試料土の選定においては、粒度分布および強熱減量（有機分）に着目し、その多少による影響を考慮した。

3. 試験方法

安定処理土の pH は、概ね 11 から 12 程度のアルカリ性であることから、その浸出水等も同程度であると想定し、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液（ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 濃度=300ppm、pH=12程度）を試薬として用意した。次に、風乾状態の試料土 5g を「土壌の陽イオン交換容量」測定用カラム（φ 15 × 300mm）に充填し、準備した $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液を 2ml/min 程度の割合で滴下した。試料土中を透過した溶液は、6ml ごとに分取し、pH および Ca 濃度を測定した（pH：「pH 測定方法（JIS Z 8802）」、Ca 濃度：「工場用排水試験（JIS K 0102）」のフレイム原子吸光法）。測定は、透過溶液の pH が 12 程度となるまで続けた。

また、本試験においては、溶液透過の目詰り防止を目的に、焼砂（800℃で熱処理）をろ過層として使用した。カラムに試料土を充填した状況を写真-1に示す。

表-1 試料土の物理特性および化学特性

土質特性		No.1	No.2	No.3
物理特性	土粒子密度 (g/cm^3)	2.559	2.643	2.622
	含水比 (%)	73.9	28.8	16.0
	礫分 (%)	0	0	24.3
	砂分 (%)	2.9	47.1	65.0
	シルト分 (%)	33.2	31.8	10.7
	粘土分 (%)	63.9	21.1	
化学特性	pH	5.6	5.2	7.2
	強熱減量 (%)	12.6	5.7	2.3

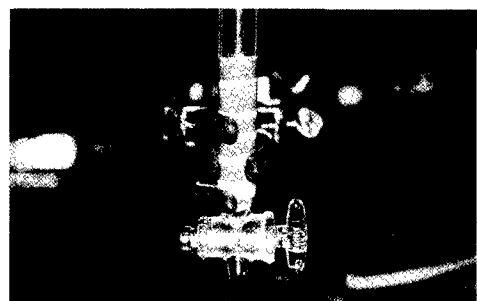


写真-1 試料土を充填したカラム

キーワード：水酸化カルシウム、アルカリ中和能、カラム、pH、Ca 濃度、酸解離定数
連絡先：麻生セメント㈱ 〒811-2304 福岡県粕屋郡粕屋町仲原 2648 番地 TEL092(624)1300 FAX092(624)1308

なお、土の単位乾燥重量あたりの水酸化物イオンの減少量を土のアルカリ中和能 C (mol/g) と定義した以下の式^{1) 2)}を利用し、測定した pH 値から、それぞれの試料土の中和性能を評価した。

$$C = \{10^{(pH-14)} - 10^{(pH'-14)}\} \times \frac{V}{W}$$

pH: 水酸化カルシウムの初期 pH 値
pH': 懸濁液の pH 値
V: 水酸化カルシウム水溶液の容量 (ℓ)
W: 覆土材の試料土質量 (g)

4. 試験結果

各試料土ごとの透過溶液量と pH の関係を図-1に示す。いずれの試料も溶液透過開始から pH を低減させ、中でも No.1、No.2 の中和効果が顕著で、特に No.1 は、その効果が長く持続していることが確認された。

Ca 濃度と pH の関係を図-2に示す。破線は、Ca²⁺の酸解離定数 (pKa=11.6、水の解離定数 pkw=14) から算出した Ca(OH)₂溶液単味の Ca 濃度と pH の関係を表す理論線で、以下の式から導かれる。試料土に接触した Ca(OH)₂溶液の Ca²⁺が土中の Mg²⁺や H⁺等と交換し、放出された陽イオンが OH⁻を固定化するメカニズムであれば Ca 濃度と pH の関係がこの理論線と一致する。

$$\text{Ca 濃度} = \frac{10^{pH-pkw} - 10^{-pH}}{2 + 10^{pH-pka}} (1 + 10^{pH-pka})$$

各試料土ごとの pH の実測値と、それから求められるアルカリ中和能の関係を図-3に示す。No.1 および No.2 は、No.3 に比較し、高い中和能を示している。

5. まとめ

本研究における試験結果は以下のとおりである。

- 1) 砂分を多く含む No.3 に比較して、シルト、粘土分が卓越し、有機分を多く含む No.1、No.2 の方が、高いアルカリ中和能を有する。
- 2) アルカリ中和における pH と Ca 濃度の間には、土の種類にかかわらず、一定の関係を有する。しかし、理論線と比較した場合、pH=11 以上の領域では、実測値とほぼ一致しているが、それ以下では、理論値より高い領域に推移している。これは、一般的にいわれるアルカリ中和が、「土の陽イオン交換能」によって起こることよりむしろ、土が持つその他の要因（有機物による中和等）の影響が作用していると考えられる。

今後、その他の土における試験や、メカニズムの解明、その他の評価試験方法との比較検討を行う予定である。

【参考文献】 1) 嘉門, 勝見, 大山: 改良土からのアルカリ溶出制御に関する検討, 土木学会第 50 回年次学術講演会, pp.1648 ~ 1649, 1995. 2) 小川, 堀越, 馬場, 阪本: 建設汚泥改良土の利用に関する基礎的研究(その 13)-土のアルカリ吸着能の研究, 第 31 回地盤工学研究発表会, pp.291 ~ 292, 1996. 3) 松永, 木寺, 小淵, 井上: 福岡県内に分布する土のアルカリ成分中和能に関する研究, 土木学会西部支部研究発表会, pp.856 ~ 857, 1999.

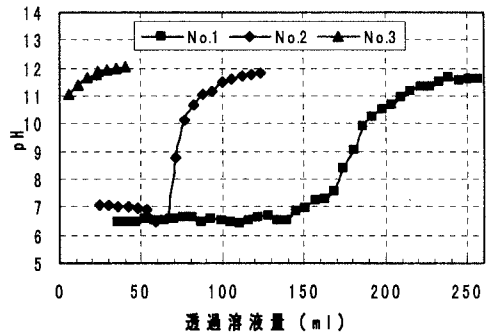


図-1 透過溶液量とpH

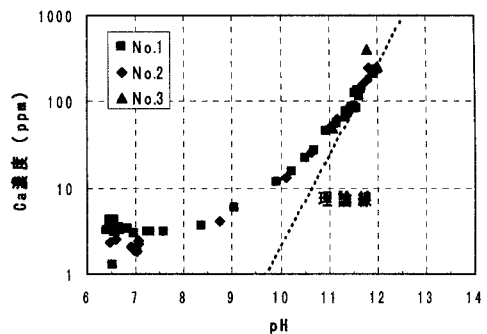


図-2 pHとCa濃度

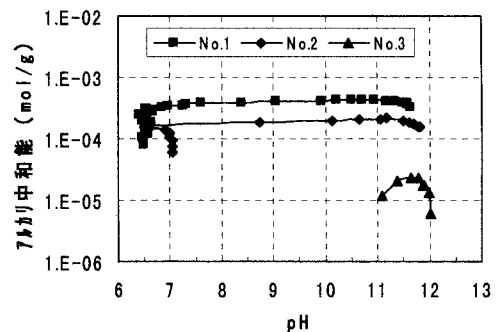


図-3 pHとアルカリ中和能