

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

西日本技術開発(株) 正会員 松永 敬治
 正会員 木寺 佐和記
 麻生セメント(株) 非会員 小淵 祐二
 正会員 井上 秀治

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う場合、その硬化過程においては、各種の化学反応が起こる。中でも水和反応で生成される水酸化カルシウム（以下、「 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 」）は、可溶性の高アルカリ性成分である。そのため、安定処理土が直接、雨水、地下水等に接触することで高アルカリ性の浸出水が発生することがある。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こり、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。

そこで今回、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確認を行った。

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、全て福岡県内で採取したものである（No.1 は宗像市山田川付近、No.2 は嘉穂郡穂波町内、No.3 は久留米市内で採取）。

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、特に粒度分布においては、細粒分が卓越したもの、粗粒分が卓越したもの、それらの中間的なものを選定した。

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
化学特性	粘土分 (%)	63.9	21.1	
	pH	5.6	5.2	7.2
	強熱減量 (%)	12.6	5.7	2.3

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。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液 150ml に対し、試料土を風乾燥状態で、それぞれ 2.5, 5, 10, 15, 20g づつ添加した。添加後は、各バッチごとに攪拌機（マグネチックスターラ）で 10 分間程度、十分攪拌した。攪拌後、直ちに懸濁液の初期 pH（0 分後）を測定し、静置してから 30, 60, 90, 120, 180 分経過ごとに上澄液の pH を測定した（「pH 測定方法（JIS Z 8802）」）。180 分経過し、pH を測定した上澄液は、ろ過を行い、ろ液の Ca 濃度を「工場用排水試験（JIS K 0102）」のフレイム原子吸光法で測定した。

また、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。

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

C : 覆土材のアルカリ吸着能 (mol/g)
 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

各試料土ごとの固液比（試料土と試薬の質量比，試料土/Ca(OH)₂溶液）と pH の関係を図-1に示す。土の添加量の増加に伴い、pH の低下傾向が認められるが、中でも No.1 の低下傾向が顕著である。No.1 について固液比ごとの pH の経時変化を図-2に示す。アルカリ性が高い領域で、pH の僅かな低下傾向が認められるものの、概ね攪拌直後の数値と差がなく、このような傾向は、全ての試料土で認められた。

Ca 濃度と pH の関係を図-3に示す。破線は、Ca²⁺の酸解離定数 (pKa=11.6) 等から算出した Ca(OH)₂溶液単味の Ca 濃度と pH の関係を表す理論線である。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。

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-4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) アルカリ性の低下作用は、時間経過によらず、土の種類、土と Ca(OH)₂溶液 (OH⁻) の比に大きく影響される。
- 3) 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、一般的にいわれる土のアルカリ中和が、「土の陽イオン交換能」によって起こることに加え、土が持つその他の要因（有機物による中和等）によっても同様の効果が発揮されると考えられる。

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の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.

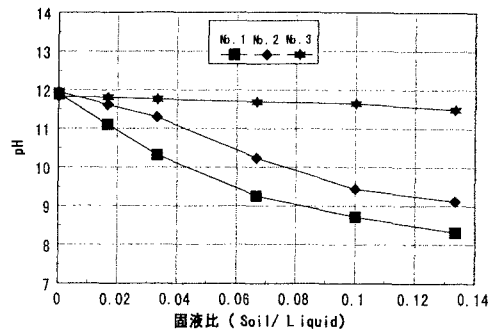


図-1 固液比とpH (180分経過)

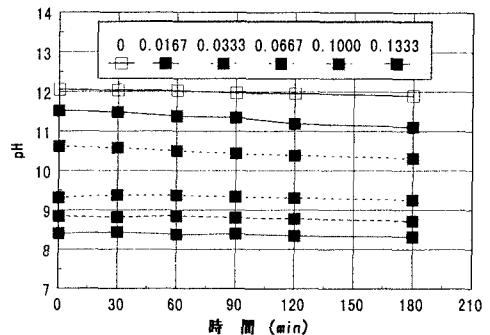


図-2 経時変化とpH (No. 1)

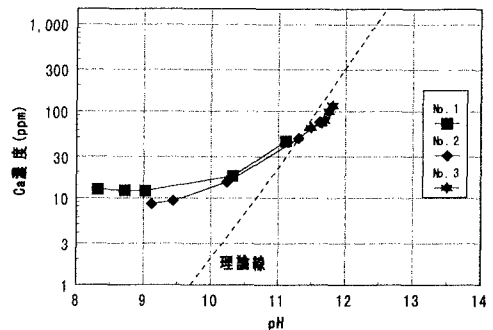


図-3 pHとCa濃度

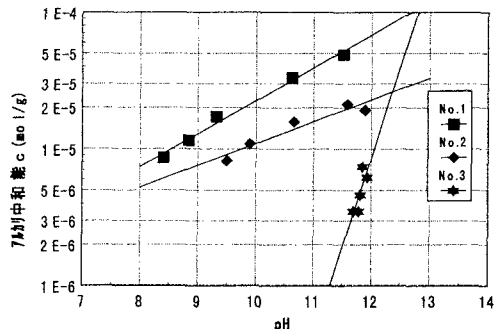


図-4 pHとアルカリ中和能